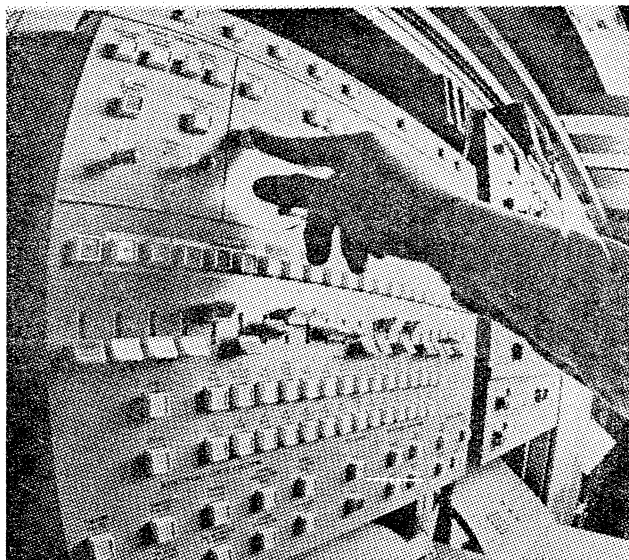




서울공대



서울공대



VOL. 81, 1977

서울대학교 工科大学

學徒護國團



쌍용 GROUP



반영을 향한 쌍용의 의지

쌍용은 시멘트, 종합무역, 해운, 제지, 보험, 언론, 교육사업등에 이어 이제 정유, 기계 및 중전기 기 공업 부문에도 본격적으로 진출했습니다.

이와 같이 국가 발전에 공헌하려는 쌍용의 기업정신은 조국의 번영과 함께 영원한 것을 다짐합니다.

雙龍洋灰工業株式會社	株式會社雙龍
雙龍海運株式會社	雙龍製紙株式會社
高麗火災海上保險株式會社	國民大學
한이석유주식회사	雙龍重機株式會社
東洋重要株式會社	社團法人東洋通信社
大邱文化放送株式會社	學校法人龜岩學園
省谷言論文化財團	省谷學術文化財團

TEL 112
대한전선

다채로운 채널이 두가지로 서로 기능이 다릅니다.

● 전라남도 방송을 시청하는 채널이
전국으로 방송되는 채널이
2000년 1월 1일부터
2000년 1월 1일부터
2000년 1월 1일부터
2000년 1월 1일부터

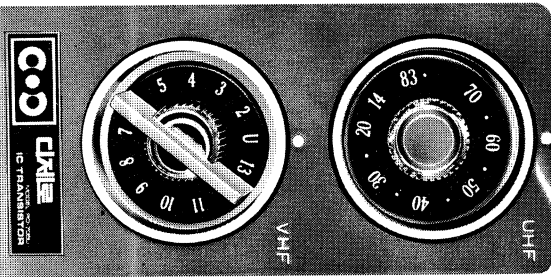


기능이 서로 다른 2가지 채널

방송종파수가 각각 다른 TV방송국을 선택, 조정하는 채널에는 VHF채널과 UHF채널이 있습니다. VHF채널은 조단파로 방송하는 일반 방송국(KBS, TBC, MBC, AFKN 등)을 시청할 때 조정하는 채널이며 UHF채널은 주파수가 높은 (14~83) 극조단파로 방송하는 방송국을 조정하는 채널로서 우리나라에서는 현재 시청중인 교육방송을 시청할 수 있는 채널로 대체되는 서로 기능이 다른 2가지 채널을 각각 갖고 있습니다.

UHF 채널로 볼 수 있는 교육방송이란?

우리나라에서 처음 할라로 방송하게된 교육방송은 국민학생에서 중학생에 이르기까지 필사에는 학교에서, 대학이나 공립대학 등에서 TV를 시청하면서 공부할 수 있도록 교육방송을 위한 TV방송으로 자녀를 위해서 무척 유익한 방송입니다. 이러한 교육방송은 일반채널(VHF)로는 시청할 수 없으며 극조단파(UHF)채널로만 시청할 수 있기 때문에 반드시 두가지 채널이 붙어있는 TV를 선택하셔야 합니다.



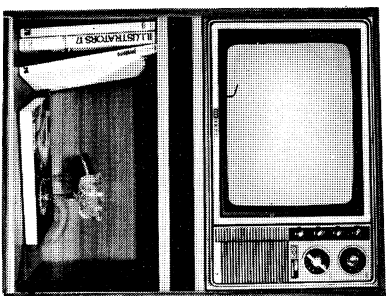
극조단파방송은 화면이 안정되어야 합니다.

TV화면의 선명도는 가정에 들어오는 전압과 밀접한 관계를 갖고 있습니다. 특히 교육방송과 같이 UHF채널을 사용하는 극조단파 방송의 선명도는 외부적인 환경에 따라 크게 달라지기 때문에 화면이 안정된 TV로 시청하여야 자녀들의 시력에 장애를 가져오지 않습니다. 디지털 TV는 외부전압변동에 관계없이 브라운관(비트) (필라멘트) 전압을 안정화시켜기 때문에 일반방송(VHF)은 물론 극조단파(UHF) 방송도 선명하게 볼 수 있습니다.

교육방송을 시청하는 UHF 채널

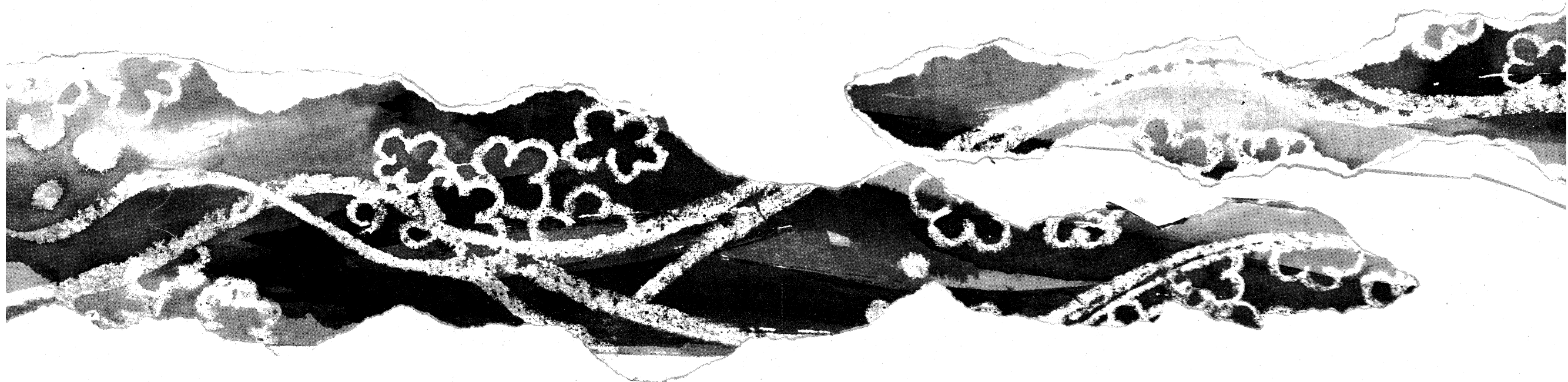
극조단파의 방송을 시청하는 채널로서 우리나라에서는 교육방송을 시청할 수 있으며 채널수를 조정할 때는 VHF 채널을 "U"로 고정시키고 UHF 채널을 방송국에 맞는 주파수에 맞추면 됩니다.

조단파로 방송되는 일반 TV방송(KBS, TBC, MBC, AFKN 등)을 시청할 때 조정하는 채널.



대한 112 텔레비전

● 서울구민회 문화회관을 방송하는 대안(112) — 본사: 22-7733 대안(112) : 서울사무 32-7203, 8705, 2031, 0397, 서울동부 53-5454, 5894, 9176, 부산 44-3347, 3348, 2492, 대구 4-1405, 5-0454, 광주 5-2248, 5-2795, 대전 2-6622, 2-9023, 강원 3335, 전주 2-6900, 4995, 광주 2211, 6703, 전주 4229, 4235, 안동 2275, 울진 2244, 마산 5-1857.



社 說편 집 실--- 8

卷頭言편 집 실--- 10

特輯 I 信賴度工學

信賴度研究와 그 動向.....편 집 실--- 12

信賴度を 고려한 品質管理.....이 면 우--- 17

部品信賴度Lucinda Mattera--- 21

論文投稿

高出力 CO₂ 레이저.....양 모--- 27

Mirage김성수譯--- 34

時間의 화 살최성만譯--- 39

□□學生活動□□

農村奉仕, 그 問題點이 철 주--- 47

夏期實習記.....정 길 환--- 54

卒業論文

폴리에틸렌 테레프 탈레이트 섬유로부터

올리고머의 용해법에 의한 분리오 장 원--- 62

Complex Matrix Inverse에 관한 研究.....안 종 구--- 66

Beckmann 전위반응의 工業的 研究.....이 상 환--- 70

超音波照射效果.....홍 주 화--- 80

석탄기체화 공정의 현황.....김 명 수--- 84

춧점

工科大學三十周年記念行事.....편 집 실--- 92

동남아시아 공학교육협회 (AEESEA)편 집 실--- 94

画 報편 집 실

特輯 II 資源과 經濟開發

人力開發과 經濟發展우 기 도---100

資源開發과 問題點편 집 실---104

資源宣言.....최 희 동---107

에너지 유통구조의 적정화.....이승구 · 이희복---112



기 획

바슐라르의 이마주와 想像力의 美學	임 기 철	122
金顯承의 詩空	김 형 중	127
人間疎外	송 중 태	132

□□투 고□□

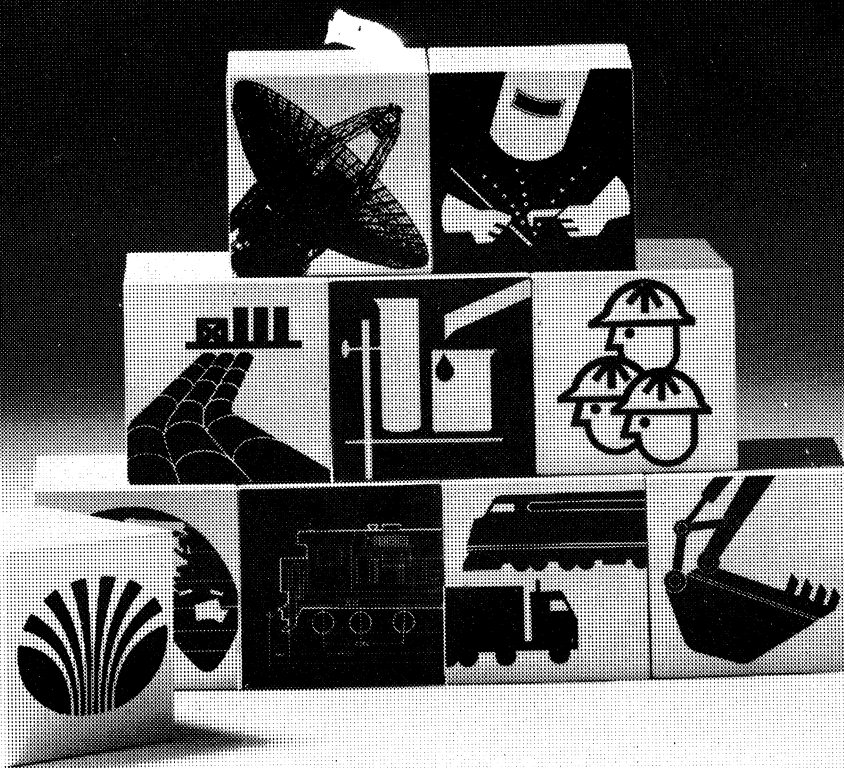
76年 小考	이 명 식	143
죽음에의 도전을 위한 서곡(Ⅱ)	황 순 택	145
내일이 있는 오늘	민 병 일	147
푸른목소리	장 지 숙	149

◇◇◇기자컬럼◇◇◇

어느 사랑의 終末을 위한 協奏曲	이 의 중	150
斷絶된 試圖의 연속	임 기 철	151
使命的 自我	조 재 신	152
天動說時代(Ⅲ)	이 승 구	153
痕	이 강 석	154

부 록

학생의료보험규약	편 집 실	155
----------------	-------	-----



80년대에는 선진공업국으로!

대우 중공업은 '80년대 선진공업국'이라는
국가적 대명제를 이루기 위하여

개척과 창조의 땀방울을 쌓아가고 있습니다.

기초기계, 교통, 에너지, 환경보존, 화학, 제철제강,

토목의 각 분야에서 대우의 젊은 활력은, 우수한

중화학 제품의 생산 및 대단위 플랜트의 수출을

가속시키고 있습니다.

대우는 80년대에 선진공업국으로 부상하는 조국의 모습을
온 국민과 더불어 맞이할 것입니다.



대우중공업주식회사
DAEWOO HEAVY INDUSTRIES LTD.

서울공대 81

발행인	李 載 聖
지도교수	朴 鍾 殷
주 간	李 義 鍾
편집위원	金 炯 中
	高 錫 老
	林 基 哲
	趙 宰 新
사진기자	高 錫 老
표지삽화	林 基 哲
차 례 컷	張 芝 淑

大學의 主人

大學의 構成은 大學建物이나 그 附屬施設과 같은 外形의인 것과 教授와 學生으로 大別되는 內的인 것으로 分類할 수 있겠다. 물론 教育的 零團氣란 面에서 새로운 施設의 擴充이라든가 새로운 시설의 導入은 매우 重且大한 일이라 아니할 수 없다. 그러므로 이러한 일은 조금도 소홀히 해서는 안 될 것이다. 本學이 追求하고 실현했거나 實現중인 새로운 實驗기재의 導入은 매우 다행스런 일이다. 그러나 앞에서도 언급한 바와같이 大學의 構成이 二元的일진대 外形에 만족해서는 안 될 것이다. 또한 大學의 충추는 外的인 面보다는 教授와 學生으로 구성되는 內的인 面인 것이다.

우리는 매우 어려운 時代的 環境속에서 살고 있다. 어제의 길었던 암운속의 날들은 이제 자취를 잃어가고 있다. 오늘과 내일을 지켜나가기 위해서 학도호국단이 조직되었으며, 경제적으로 과도기를 지나는데는 많은 어려움을 겪어야 했고 社會的으로는 우리나라의 哲學과 道德에도 많은 번모를 가져왔다. 社會的으로 새로운 道德이 뿌리를 내리지 못하고 전근대의 사고방식의 소유자인 기성세대와 새 것, 참신한 것에만 집중하는 신세대가 공존하고 있다. 이러한 환경속에서 大學의 使命은 천배 만배 그 빛을 낼 때인 것이다. 그러나 그렇게 긍정적으로 판단될 수만은 없는 오늘의 大學像이다. 상아탑으로서의 大學이 사라진 것이 아니요, 學問의 요람으로서의 大學이 퇴색해 버린 것도 아니다. 여기엔 새로운 힘, 새로운 정신이 뿌리를 내리지 못하고 있는 것이다.

教授란 무엇인가?

學生이란 무엇인가?

이제 우리는 새로운 大學像을 定立하기 위

해 새로운 定義를 내리고 새로운 정신을 불러야 할 것이다. 敎授는 學生을 가르치는 것을 業으로 하는 무리다. 이러한 定義를 내렸다면 그건 어떠한 面에서는 옳은 定義일 수도 있을 것이다. 그러나 그러한 定義를 역시 수공할 수 있는 여유를 가진 사람은 매우 적은 수일 것이다. 역시 敎授란 고도의 知性을 갖춘 어찌면 세속의 다른 사람들과는 구별하고 싶은 學校의 第一構成員으로, 學生의 어버이로써 存在하고 싶은 것이다. 우리는 이러한 定義에 對하여 무한한 동경과 박수를 보낸지 이미 오래다. 그리고 그러한 知識과 그러한 知性을 갈구한지 또한 이미 오래다. 高度의 産業社會化로 달리면서 새로운 道德이 定立되기전에 舊道德이 무너져있다. 이러한 복잡미묘한 시대적 상황속에서 最高의 知性인이라 할 수 있는 敎授들의 판단과 적절한 지도는 그뒤를 따르는 학생들의 사고와 행동에 지대한 능력을 고양시킬 수 있을 것이며, 오늘의 삶을 착각속으로 몰아붙여 올바른 知性을 절름발이라 불러서는 안되겠다.

그러면 敎授란 무엇인가? 研究에만 몰두하여 一般社會와는 보이지 않는 손으로 장막을 치고있는 사람, 그래서 학생들이 학자로써 존재해 줄 것을 믿는 사람, 혹은 이렇다한 재벌기업의 기술지도로 나름대로 여유와 안정을 차지한 사람, 혹은 現在의 위치에 만족하고 고수하려는 등으로 분류 위의 된다면 매우 슬픈일이 아닐수 없다. 우리는 결코 이러한 定義를 내려서는 안될 것이며, 또한 만의 하나라도 이러한 분류 정의를 불러 일으킬 敎授가 있다면 더욱 안되겠다. 敎授는 學生의 같이있는 학생의 직접, 간접적인 지도자라야 한다. 학문을 같이 研究해야되고 이러한 경우에 오는 고난을 같이 겪어야만한다. 그리고 그들 자신의 知性을 學生과 社會로 환원 해야한다. 그토록 안일하게 그토록 현재를 만족해서는 이시대 이상황을 극복할 수 없으며 새 시대의 大學, 새 시대의 大學人을 기를 수도 될 수도 없는 것이다.

오늘의 大學生들은 어떠한가? 그들은 홀로

한 외모에 풍부하다면 풍부한 교재들 속에 정말 착실한 청강생이다. 옆으로 갈려고 하지않고 앞으로만 갈려고하고 그렇게 강요당하고 있다. 의지의 발산은 고도의 산업사회속에서 고도의 쾌락을 創造해 내고 있다. 옆으로 갈 수 없기 때문에 앞의 벽에 심한 고통과 상처를 받게 되는 것이다.

지난해 年末에 新舊 학도호국단 간부들이 學長님과 몇몇의 敎授님들을 모시고 Ledership Training을 가졌다. 이곳에서 오고간 對話들을 듣고 몇가지 제언을 하고자 한다. 우선 이 모임이 간부를 임명한 사람과 임명 당한 사람들의 모임임을 간과해서는 안될 것이다. 물론 이 모임의 근본취지는 새로운 System을 원만히 계승키 위한 자리이고 학생들의 지도자적 자질을 키우기 위한 모임임이主였다. 이러한 범주에서 보다 큰 것을 바란다는 것이 어찌면 보다 큰 저항을 받을지 모르겠다. 첫째로 사상(思想)의 貧困을 들 수 있다. 어찌 수백 수천의 학생의 대표들이 자기나름대로의 뚜렷한 思想이 없겠는가? 그러므로, 자신의 思想을 힘써 表現하며, 더 나아가서 그것을 일보진진 시킨다면 학생과 대표자사이에는 우월주의나 특권의식도 존재하지 않게 될 것이다. 둘째로 指導者를 양성해야 할 것이다. 세째로 학생과 임명된자간의 상호협조를 강구해야 될 것이다. 이러한 관계를 벗어나면 새로운 어려움이 일 수도 있는 것이다. 한개의 부품적 성격으로 規定하기 보다는 全體로써 파악해야 할 것이다.

大學을 키우는 것은 즉 大學의 主人을 敎授나 學生 혹은 建物の 각각이 될수는 없고 이것들이 서로 융합되어 一體가 될때 가능한 것이다. 새로운 大學을 부르짖을 것이 아니라 새로운 敎授 새로운 學生이 돼 줄것을 호소해야 할 것이다.

大學과 自律性

大學의 生命은 그 自律性에 있다. 大學이 그 本然의 機能을 수행할 수 있을 때 大學의 存在의 意義가 있다고 본다. 그것은 가장 예민한 感性의 所有者이며 現實과 理想의 合一點에서 그 兩面性의 造和를 집요하게 追求하는 大學人에 對한 社會의 要求가 大學을 特殊한 位置에 놓이게 한다는 엄연한 事實에서 연유한다.

특히 韓國의 大學이 걸어온 길은 짧은 歷史性에도 불구하고 社會의 요구를 수행하기 爲해 부단히 몸부림쳤던 痕跡을 보여준다. 당연한 사실이지만 韓國의 歷史에서 大學의 役割이 過少評價된 일이 없다. 그것은 바로 大學人의 誠實한 勞力에 依한 엘리트의 社會에의 寄與라고 하지 않을 수 없다. 傳統的으로 韓國에 中間階層이 形成되기 어려운 가운데 소수의 엘리트가 그 創造性을 발휘하고 未來指向의인 미메시스를 확립하려고 했던 孤獨한 作業이 끈질기게 시도되었고 解放과 더불어 그 作業을 이어받은 階層으로 大學이 登場하게 되었다. 따라서 大學은 그 傳統을 이어받아 社會와 大學을 分離시키지 않고 오히려 둘을 融和시켜 둘 사이의 斷層化를 克服하고 같은 時代를 呼吸한다는 연대감을 획득하기 爲해 努力하고 있다. 最近 社會構造의 變動과 더불어 大學에도 새로운 氣運이 감돌고 있음은 주지의 事實인데 그 새로운 氣運이 과연 大學에 土着化될 수 있느냐하는 점이 큰 關心거리가 되고 있다. 항상 어떠한 制度든 그 社會에 定着하지 못하던 아무리 그 制度가 훌륭한 것이라해도 本來의 價値가 없어진다. 오히려 그로 因해 더욱 커다란 혼란만 惹起시킬 뿐이다. 多幸히 이 大學에 移植된 새로운 制度는 어느 程度 定着되었다고 볼 수 있다. 그러나 問題는 앞으로 그 制度가 모든 大學人의 能動的인 參與를 誘發시킬 수 있는가 하는 點이다. 大學의 理念이 社會에 對한 省察에서 얻어진 새로운 價値에의 접근이 이루어질 때 社會와 大學의 發展은 쉽게 成就될 수 있으리라 생각된다. 現實과 理想 사이에서의 갈등을 이미 經驗한 大學人이라면, 그들 사이의 距離感을 解消할 수 있는 길은 大學人 共同의 關心事에 對한 對話와 協力에 依한 創造의 價値의 體系化라 할 수 있다. 이것이 사실 大學의 當面問題인 內實化의 지름길인 것이다. 앞으로 高度의 經濟成長에 의한 文化水準의 向上에 따라 高度의 自律的 機能化는 지금의 大學에서 얻어져야 한다. 現實적으로 個體化 내지 分化의 深化로 인해 水平의인 커뮤니케이션은 自律性을 要求한다. 自律性회복이라는 일이 결코 쉬운 作業은 아니다. 그러나 自律性이 우리의 存在기반이 되며 知性的 本源이라는 데서 그것은 반드시 論議되어야 한다. 여기에 절대 불가결한 要素가 바로 參與의 問題이다. 작게는 講演會나 討論會에 參席하는 일로부터 그 일을 企劃하고 준비하는, 혹은 그 以上の 參與가 大學人의 能動的인 活動의 한 分野가 되어야 한다. 물론 이런 類의 活動이 責任과 自己犠牲을 要求하지만 責任과 犠牲을 통해 비로소 自己의 主體性和 權利를 要求할 수 있다는 點에서 參與는 大學人 本然의 자세라 할 수 있다. 또 社會의 省察을 통해 自我의 確立과 對社會觀은 再鼎立해야 된다. 우리가 社會에 몸담고 있는 限 우리는 社會의 한 構成員이 된다. 따라서 우리는 社會라는 하나의 틀에 갖히게 된다. 여기서 그 틀에 自己를 가둘 것인가 아니면 그들을 뚫고 나갈 것인가, 다시 말하면 同化이나 克服이나하는 두 現實의인 面에 부딪히게 된다. 따라서 社會의 省察에 의한 對社會觀이 確立되어 있다면 이런 경우 흔들림없이 對處해 나갈 수 있게 된다. 따라서 이제 斷片的인 知識의 畜積이나 딜레마따름이 克服되어야 한다. 또 우리가 처한 現實을 洞察하여 理想과 現實사이의 乖離를 解消해야 한다. 오늘날 高等教育機關으로서 大學의 役割은 더욱 增大되고 있음에 비해 여기에 對處할 大學人의 姿勢는 아직 안일한 狀態에 머물고 있다. 앞으로 對社會의인 우리의 視點이 確立된다면 大學의 機能도 變化할 것이다. 大學이 변천하는 社會에 對應할 수 있을 때 비로소 大學은 存在意義를 획득할 수 있다.

信 賴 度 工 學

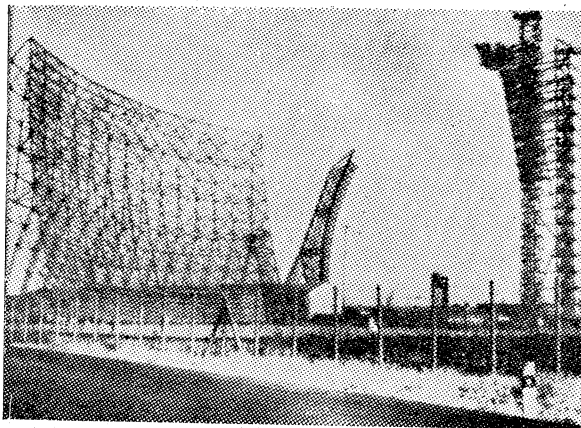
二次大戰以後에 開發된 信賴度工學은 主로 先進工業國에서 많이 應用되고 있으나 우리나라에서는 아직 體系적인 研究가 이루어지고 있지 않으나 原子力發電이나 高電壓送電, 컴퓨터 소프트웨어나 通信分野에 約間 導入되고 있다. 統計學이나 確率論等 關聯된 數學의 進步와 應用範圍의 擴大로 앞으로 더욱 發展할 수 있게 되리라고 展望된다.

아직 사치스러운 科學이라는 論議가 있고 信賴度工學에 投資를 꺼리는 例가 있어 主로 高度의 安定性이 要求되는 產業에 많이 活用되고 있다.

앞으로 우리나라의 工業水準이 向上되고 餘有資本이 축적될 때 品質管理面에서 信賴度工學이 크게 各광을 받게 될 것이다.

信賴性研究와 그 動向은 “信賴度工學概論”(高明三), “信賴性研究의 動向”(三根久)과 “State of Reliability Effort in Europe”(Guenter G. Weber) 세 論文을 中心으로 편집했다. 李冕雨教授의 論文은 李冕雨教授가 在美中이어서 電氣學會誌에서 轉載했음을 이 誌面을 통해 밝히는 바이다.

部品信賴度는 *Electronics* 에 실린 通俗적인 論文인데 편집실에서 抄譯했다. 자세한 것은 參考文獻을 參照해 주길 바란다.



US RADAR BASE IN TURKEY

- ☐ 신뢰도 연구와 그 동향.....편집실
- ☐ 신뢰도를 고려한 품질관리李冕雨
- ☐ 사용자와 제작자 편에서 본 부품신뢰도
.....Lucinda Mattera
- ☐ 참고 문헌

信賴度研究와 그動向^[1,2,3]

편 집 실

1. 信賴性과 그 概念

信賴度는 (1) 規定된 期間동안 規定된 조건 아래서 요구되는 기능을 수행해내는 品目の 能力, (2) 規定된 時間 혹은 일정한 사용기간 동안 고장없이 機器가 동작할 確率로 정의된다. 모든기계, 특히 전자장치를 사용하는 기계에서 요구되는 중요한 성질 가운데 하나는 고장이 나지 않을 것, 즉 信賴性이 높아야 한다는 것이다. 전자 장치를 구성하는 각종 部品은 보통 여러가지 재료를 조합해서 만들어진다. 이들 부품은 펄질 등으로 접속되고 있다. 그러므로 오래 사용하는 동안에 재료의 변질, 화학반응 혹은 印加電壓에 의한 파괴 등으로 고장이 발생한다.

전자 기기의 소형화는, 회로의 복잡성으로부터 출발한 것인데, 이것은 동시에 機器의 신뢰성 향상이라는 점에서 매우 중요하다. 일반적으로 부품수가 많아지면 필연적으로 그 機器의 信賴性이 떨어지고, 部品數가 많은 복잡한 전자 기기가 되면 신뢰도를 확실히 유지하는 일이 어려워진다.

라디오나 TV의 경우 제조 工程 가운데 시장에서의 고장이 통계적으로 밝혀졌는데 펄질 부분의 불량이 30~40%, 부품의 정착불량이 약 20%나 된다고 한다. 部品の 수가 줄면 장치의 組立度數는 간략해지고 조립중에 발생하는 작업 미스도 줄어, 장치 전체의 특성, 즉 信賴性이 향상되고 또 小型 輕量化되고 진동같은 것이 주어졌을때 장치에 걸리는 힘이 줄어들어 機械的 強度가 증가하여 역시 信賴性이 向上된다.

電子部品에는 最大定格이 정해져 있다. 즉 電源이나 入出力端子에 걸 수 있는 最大電壓이나 電流에 관한 規格, 動作溫度, 保存溫度에 관한 定格등이 있다. IC에는 서어지(surge) 定格, 즉 극히 짧은 시간이라면

걸어도 무방한 電壓이나 電流에 관한 定格이, 부가되는 경우가 있다. 이것은 통상적인 동작을 하고 있는 경우에는 전혀 고장이 생기지 않는데, 電源을 열고 닫을 때, 電源線에 높은 電壓이 발생하여 회로를 손상시키는 일이있어, 그때에 허용되는 最大電壓과 그 지속시간을 規定하고, 電源의 設計에 도움이 되도록 정한 것이다.

한편 勸獎 조건(recommended conditons)이 있다. 이것은 회로가 이러한 조건에서 가장 좋은 동작을하도록 되어 있으므로 될 수 있는 한 이런 조건으로 써달라는 設計者로부터 使用者에의 勸告라고 생각하면 된다.

最大定格 및 권장조건과 관련하여 항상 문제가 되는 것은 保證信賴도와 고장율(failure rate)문제이다. IC는 일반적으로 信賴도가 높다고 알려져 있으나 명확한 信賴도를 보증하고 있는 예는 거의 없는데 使用者로서는, 일반의 평판이라든가 그 제조회사에서 하고 있는 信賴度試驗의 공식 데이터를 믿는 수밖에 없다. 또 사용조건은 충분한 信賴도가 保證되도록 조정하는 일이 필요하다. IC를 일부러 高溫爐 속에 넣어 동작시켜(또 단순히 高溫爐속에 보관하는 경우도 있다.) 그 수명을 잰다. 이것을 가속수명시험 (accelerated lifetime test)라고 한다. 많은 電子部品중에서 소수의 샘플을 모아 이 가속수명시험을 함으로써, 그 電子部品の 로트(lot)에 대해서, 단시간의 테스트로 많은 部品の 수명을 추정하는 것이 가능하다. 가속수명시험에 있어서의 수명과 보통 상태에서 사용할 때의 수명의 비율을 加速率(accelerated rate)라고 하며 약 120°C로 동작시켰을 때의 IC의 가속율은 常溫 동작시의 약 10배가 된다.

현재 일반적으로 사용되고 있는 信賴性的의 尺度로 가장 많이 事用되고 있는 것이 FIT(10⁻⁹/시간)와 電子部

품을 이용한 機器에 사용되는 MTBF (Mean Time Between Failure) [시간]가 있다. FIT는 불량부품의 수/(샘플수×테스트시간)으로 정의된다. 고장율이 좋아진다는 것은 장치로서는 바람직한 일이지만 그 信賴度를 保證하는 입장에서 보면 아주 어려운 문제가 생긴다. 가령 100FIT라고하면 1000개의 IC를 10⁴시간(약 1년)동작시켜서 비로소 1개의 고장이 생긴다는 말이다. 信賴度를 여하히 정확하게, 그리고 용이하게 판정하느냐 하는 것이 앞으로 남겨진 문제라고 하겠다.

2. 信賴度工學研究的 歷史

信賴度에 관한 研究的 藏始發點은 2次大戰中 美國 軍部에서의 努力에서 찾아 볼 수 있다. 즉 美軍이 極東에 보낸 兵器중 航空機의 60%는 사용할 수 없는 不良品이었고, 電子機器의 50%는 貯藏기간중 고장을 일으켰다. 爆擊機의 電子機器의 수명은 불과 20時間, 海軍用의 電子機器의 70%가 故障을 일으켰음을 그 統計資料는 밝히고 있다. 이들 故障의 대부분은 軍用機器의 心臟部인 電子機器였음이 밝혀졌다. 당시의 軍用電子機器의 고장보고서에 의하면 그 殆半은 能動素子인 電子管에 起因한다고 알려졌으나 이 傾向은 現時點에서는 多少 變化되었다. 卽 故障發生部分의 主된 것은 IC等의 能動素子뿐만 아니라 機構部品, 抵抗, 콘덴서等의 大量으로 사용되는 部品및 그 機器를 위하여 特別히 設計된 部品에까지 擴大되어왔다.

또 當時의 故障데이터에 의하면 故障原因의 類別로서 設計에 起因하는 事故 40%, 使用에 起因하는 事故 30%, 製造에 起因하는 事故 20%, 其他 10%라는 結果가 얻어지고있어 信賴性向上의 要點은 設計에 있다는 立場이 強調되었다. 한편 故障의 발생現象을 解析하기爲하여 確率論, 統計學을 利用한 어프로치가 導入되어 統計的信賴性理論의 基礎가 다져졌다.

한편 이러한 사실이 당시 美國政府를 놀라게 하였고 軍民 一體가 되어 信賴度研究的 한 계기가 되었다.

信賴度問題는 그 당시 주로 電子管에 집중되었으며 軍關係의 研究가 그 전부였다.

1943 VTDC(Vacuum Tube Development Committee)

1946 PET(Panel on Electron Tube), ARIN(Aeronautical Radio Inc.),

1947 AMC (Air Material Command),

1950 ARDC(Air Research and Development Command)

등의 研究機關 혹은 組織이 설립되었다. 그 結果 高信賴度規格이 정해지고 電氣의特性뿐만 아니라, 振動, 衝

擊 등의 環境因子까지 취급대상이 되었으며, 振動, 衝擊에 대한 試驗測定 등의 技術도 발달하였다.

1950년부터 1960년에 걸쳐 電子管으로부터 더 일반적인 電子裝置 뿐만 아니라 工業의 全分野에 걸쳐 信賴度研究가 本格化되었다. 즉 1950年 美國의 國防省에 電子裝置에 관한 研究會 Ad Hoc Group가 結成되어 陸海空 三軍에도 각각 電子裝置部品の 信賴性的 研究가 進行되었다. Ad Hoc Group의 보고는 1952년에 제출되었다.

1952年 8월에 AGREE(Advisory Group on Reliability of Electronic Equipment)가 國防省에 설치되어 軍用電子機器를 중심으로 다음과 같은 9個 項目의 研究題目을 선정 그 研究를 추진시켰다.

- (1) 信賴度가 나타내는 最小許容測度를 찾아낼 것.
- (2) 設計가 最小許容測度를 만족한다는 것을 保證할 수 있는 試驗의 基本的性能
- (3) 生産工程 자체를 保證할 수 있는 試驗에 포함시켜야 할 基本的 要求
- (4) 信賴度를 保證하는 仕様. 手順의 調査 및 勸告
- (5) 經過時間과 使用環境下에서 고장을 규정하는 方法과 判定法
- (6) 현재의 入手契約法 및 規制法の 調査
- (7) 包裝의 조사 및 改善
- (8) 保管中の 영향과 개선
- (9) 設計水準 以下로 떨어지지 않음을 保證하는 保全方法및 處置의 調査 등 9個項을 선정한 AGREE의 보고 [4]는 1957年 7월에 제출되었으나, 이 보고서에 生産, 試作時의 信賴度測定法을 비롯한 많은 勸告가 그 후의 軍의 仕様 및 계속되는 많은 研究의 기초가 되었다. 이리하여 이 報告에 의하여 이 時期까지의 信賴度問題의 方向이 具體적으로 確立되었다고 볼 수 있다. 그후 軍은 信賴度軍用規格을 제정하여 軍과 民間納入者간에 이 규격에 의한 契約을 체결하였고 信賴性있는 機器의 구입을 실행함과 동시에 兵器의 信賴性向上을 위하여 계속 努力함으로써 世界第一의 信賴度를 가진 武器제작에 성공하였다고 볼 수 있다. 이러한 點은 한 나라의 방위산업육성에서 고려해야 할 기본요소가 된다.

한편 工業界에서의 信賴度研究는 1950年代에서의 미국의 工業界에 침투한 統計의品質管理에서 그 조직적인 활동을 찾을 수 있으며 1954년에 New York에서 개최된 第1回 National Symposium on Reliability and Quality Control이 公式의인 첫 會합이 되었고, 그후 국제적인 심포지움이 每年 열리게 되었고, 현재 美國의 IEEE傘下에 Professional Group on Reliability

ity가 조직되어 電氣電子分野의 信賴度研究를 뒷받침하고있다.

현재 先進各國에서는 軍用裝備 뿐만 아니라 航空機, 각종機器, 電子計算機 또는 大規模시스템 등의 설계에는 반드시 信賴度の 크기를 設計仕様書의 한 定格値로 명시하도록 되어 있다. 이의 根本的인 취지는 역시 定量的인 信賴度を 공적으로 보증함으로써 社會經濟 및 軍事的으로 미칠지도 모를 否定的인 要因을 最大限度로 豫防하는데 그 의의가 있다. 한편 開發途上國家에서 흔히 볼 수 있는 공무원 또는 기업체에 종사하는 기업가 및 종업원들의 不條理的인 근무자세는 곧 政府에 대한 國民의 信賴度を 감소시킴으로, 모든 종사자들의 職能과 職責에 관한 信賴度の 制度的인 規定에 따른 定期的인 比較檢討는 社會의 不條理現變을 豫防할 수 있을 뿐만 아니라 行政의 能率向上과 經濟發展의 加速化를 초래하며 政府에 대한 國民의 信賴度を 더욱 더 높일 것이다.

AGREE報告에 의하면 第四項은 요구된 信賴性에 대한 설계방법의 調査를 任務로하고있어 그 後의 信賴性技術의 進歩에 크게 貢獻하고있는데 이 AGREE의 勸告는 軍用뿐만 아니라, 商用機器의 開發生産에도 完全히 받아들여지기에 이르렀다.

한편 美國防省은 1955년부터 1958年の 期間에 걸쳐 誘導미사일의 信賴性에 關하여 Ad Hoc委員會를 만들었다. 이 委員會의 成果로서는 複雜性的인 信賴性에 對한 影響의 研究가 있는데 同時에 信賴性監視時點의 概念이 제안되었고 이 思考方式은 그 後의 信賴性管理 프로그램의 基礎가 되고있다. 이 패턴의 發展으로서 1964년에 發行된 美空軍의 AFSC-M-375 시리즈의 매뉴얼이 있는데 開發의 初期段階로부터 實用化의 段階를 거쳐 廢棄에 이룰때까지의 라이프 싸이클에 한하여 開發取得費 및 運用維持費의 總合計를 最小로하며 開發期間의 短縮을 企圖하는 것이다. 이 方式은 아폴로計劃에도 適用되어 着實한 成功을 거둬 NHB5300으로서 文書化되는 同時에 NIL-STD-499, MIL-STD-785A가 制定되었다. 이와같이 信賴性工學은 에렉트로닉스 등의 固有技術에 比하면 管理技術의 色彩가 濃厚한것인데 生産管理나 工程管理 등과 比하면 固有技術에 가깝다고 생각된다.

3. 最近의 信賴性研究活動

信賴性研究의 最近의 動向을 알아보는 한가지 方法으로 日本科學技術連盟篇 「信賴性文獻抄錄集」의 文獻을 調査해보자. 여기에 抄錄되어있는 文獻의 選錄은

文獻抄錄委員의 個人判斷에 맞겨져있기 때문에 多少의 主觀이 介入되어 있을 것으로 생각되지만 1972年 1월부터 1973年 10월까지의 抄錄集[8]을 그 分類表에 따라 分類한 結果는 다음과 같다.

總數 187編의 文獻中 機能別로 分類하면 시스템 82(43.8%), 機器 44(23.5%), 部品 34(18.2%), 其他 17(9.1%), 人間·計算機가 各各 4(2.1%), 組織 2(1.1%)로 分類되며 技術內容別로 보면 設計 61, 豫測推定 34, 試驗檢査 30, 一般 26, 管理 13, 保全 9, 運用 5, 購買 4, 製造 3, 故障物理 1, 文獻 1로 되어있다. 한편 問題의 採擇方法(取扱方法)의 項目別로 分類하면 手法 89, 政策에 對한 思考方式 47, 理論 34, 데이터 25로 된다. 이와같이 現在 關心이 쏠리고 있는 것은 機能別로는 시스템과 機器에 關한 信賴性手法이고 技術的內容別로는 設計와 豫測인 點에서 이제까지의 傾向과 大差가 없다고 말할 수 있을 것이다. 部品の 信賴性이나 試驗檢査를 하는 方法에 對한 發表가 드문 것은 實際로 이 方面의 研究와 檢討가 되고 있지 않은 것이 아니라 너무나 지나치게 現實의이기 때문에 發表를 留保시키고 있는것으로 생각된다.

이에 對하여 信賴性研究會에 1971年 4월부터 1973年 11월까지의 期間에 發表된 資料 76件의 題마에 關하여 調査한 結果에 따르면 理論 20件(26.4%), 故障物理 17件(22.4%), 信賴性試驗 13件(17.2%), 信賴性管理 11件(14.5%), 展望 9件(11.8%), 데이터 6件(8%)으로 되어있다.

理論의 發表는 當然한 일이지만 大學의 研究者에 의한것이 12件을 占하고 있으며 對象은 주로 最適餘有(optimal redundancy)配分, 어베일러빌리티(availability)이고 大部分이 解析的手法에 依한 것인데 假定, 또는 設定된 모델의 特殊性때문에 그대로는 實用面에의 應用이 期待되지 않는 것 같다. 그 以外는 實務를 基礎로한 考察이며 또 소프트웨어의 信賴性發表 2件은 새로운 分野를 가리키는 것이다.

故障物理에 關한 發表가 17件이나 있었던것은 注目할 價値가 있으나 故障機構의 解析뿐만아니라 部品の 綜合的인 信賴度の 評價에까지 言及한 것은 稀少한 것 같다. 信賴性試驗에 關한 發表中에는 試驗法에 關한 것이 5件 있어 最近 增加의 傾向이 보이고있다. 試驗裝置의 信賴性 및 그 管理에 對해서는 關心이 높은 分野이다.

信賴性管理에 關한것은 필로소피의 紹介에 그친 것도 있으나 經營에도 信賴性프로그램이 定着되어져가고 있다는 것을 가리키는 事例發表가 눈에 띈다. 展望中에는 海外情報의 紹介가 殆半을 占하고 있으며 部品の 國際間的인 認證制度에 關한 情報提供이 간혹 行해지고

있다. 信賴性 데이터에 關한것은 시스템의 紹介를 兼한것이 2件, 設計思想의 紹介를 兼한 것도 4件으로 되어있다.

그런데 이들 研究發表가 意圖하는 點을 그 內容에 依하여 分類하여 볼 때 信賴性 데이터의 提供을 主로 한 것이 17件(22%)으로 增加하고 있다는 點은 特別히 注目된다. 이 事實은 産業界에서의 發表가 壓倒的으로 많은 研究會에서 各種의 障害를 克服하면서 數 많은 데이터가 얻어지고 있다는 것을 意味하여 기쁜 일이다. 한편 이제까지는 시스템 紹介의 色彩가 濃厚한 發表가 눈에 띄었으나 이런 類의 發表가 減少되어가고 있다는 것도 두드러진 傾向이다. 또 管理技術關係의 發表와 固有技術의 發表는 6對1의 比率로 되어있으며 管理技術에 關한 것이 壓倒的으로 많은 것은 現時點에서는 不得已한 것이라고 생각된다. 그밖에 內容別로 보면 새로운 理論의 開拓을 意圖한 것이 13件, 管理技術에 關한 考察 9件, 實務를 基礎로 한 問題解決의 試圖 9件, 展望, 解説을 主로한것 8件, 試驗法의 提案 7件, 情報提供을 主로 한것 6件, 시스템의 紹介와 데이터의 提供을 兼한 것 5件, 信賴性改善事例 3件으로 되어있다.

日本에서의 信賴性活動으로서의 日本科學技術連盟의 信賴性 심포지움[9]이 注目된다. 過去 3年間의 심포지움에는 電子關係뿐만아니라 鐵道, 自動車, 航空, 原子力, 宇宙關係의 諸分野가 包含되어있어 當學會活動에서는 얻을 수 없는 成果가 發表되고 있다. 그 內容은 信賴性管理 24件(27.6%), 製品 部品の 信賴性 28件(32.2%), 信賴性設計, 手法 7件(19.6%) 데이터의 收集 解析 18件(20.6%)으로 되어 있다.

4. 信賴度工學의 應用分野와 方法論

앞에서는 주로 電子機器를 예로 들어 信賴度工學의 應用範圍는 電子機器뿐만 아니라 마이크로電子工學, 電氣 및 機械의인 機器, 衛星, 衛星發射 시스템, 航空管制 컴퓨터, 소프트웨어, 兵器시스템, 發電設備 및 核發電設備, 自動車, 航空機, 船舶, 大量運搬手段, 프로세스 플랜트와 化學工業등에서도 應用되고 있다.

그런데 (a) 故障診斷, (b) 統計學의 方法, (c) 시스템 解析과 (d) 故障메카니즘의 모델화와 같은 方法이 信賴度分析에 利用되고 있다. 물론 여러가지 다른 方法도 있겠지만 위와같은 네가지 分析法이면 普遍的인 分野는 모두 網羅할 수 있다. 다시 말하면, 위의 네가지 方法 모두가 信賴度分析에 寄與도가 매우 크다는 것이다. 그 가운데에서도 시스템 解析과 統計의 方法이

자주 利用되고 故障診斷이 가장 적게 利用된다고 할 수 있다. 이런 思考에서 IEEE의 技術豫測 및 評價計劃 (Technology Forecasting and Assessment Project)의 一部分인 테크놀로지 트리(Technology Tree)에 關心이 集中되고 있다. [5]

이 외에 다른 方法으로는 疲勞法(Stress method)과 데이터解析을 利用한 信賴度豫測과 컴퓨터 프로그램의 形式的인 테스트 등이 있다. 信賴度 豫測法 가운데 疲勞法이 특히 意味있는 方法이고 다른 것들은 故障메카니즘을 잘 理解하는데 도움이 된다. 이 項目은 Caldarola의 論文의 參照하면 도움이 될 것이다. 데이터解析法은 하나의 方法이라기보다 다른 方法의 先行條件이라고 보면 좋은 것이다. 마지막 方法은 소프트웨어 信賴度工學이라고해서 最近 急成長하고 있는 分野라고 하겠다.

그런데 앞의 (b, d) 方法에 主된 關心이 쏠리는 傾向이 있고 (c)는 많은 數의 部品으로 構成된 시스템의 전자 研究에 主로 利用된다. 方法 (a)와 (d)는 信賴度改善에 많이 利用되고 있다. 信賴度解析을 軍用 電子機器에 應用하고 있는 實驗關係者들은 故障診斷과 故障메카니즘의 모델화가 部品, 裝置 및 製造工程을 改善하는데 유용하다고 말한다.

信賴度解析의 結果 (a) 시스템의 缺點 결정, (b) 信賴度의 數値解析, (c) 代用設計의 결정, (d) 信賴度에 依한 最適化, (e) 動作의 改善된 方法發見등 여러 利點을 얻을 수 있게 된다. 이와 같은 結果는 計劃, 設計, 組立이나 作動과 같은 프로젝트의 서로 다른 面에 必要한 것처럼 보인다.

5. 傾向과 開發

앞으로의 信賴度工學의 發展傾向은 다음과 같은 觀點으로 集約될 것으로 展望된다. 우선 方法의 改善을 들 수 있다. 實驗室에서 試驗에 依해 얻은 데이터의 수집과 LSI 部品の 諸般資料의 評價에서 故障모우드뿐만 아니라 許用耐力이나 利用條件의 定意등 더 定確한 理解를 높여야 한다. 自動工程制御나 運送 시스템에 從事하는 專門家들은 시스템 信賴度의 開發을 力說하고 있다. 또 그들은 複雜한 시스템을 解析할 수 있는 컴퓨터 프로그램의 開發에도 着手하고 있다. 方法은 곧 利益이라는 見解가 있다. 信賴度問題 專門家들은 넓은 意味에서 利益 및 定量的 方法의 限界가 規定되어야 한다고 밝힌다. 方法은 問題를 解析과 關聯된 모델에 對한 假說의 文書化를 指向하면서 꾸준히 開發되어야 한다. 다음은 信賴度工學의 새로운 分野의 開拓을 들 수

있다. 플랜트나 裝置의 安全에 關한 限. 信賴度工學은 必須의인 것이라는 생각이 製造産業이나 프로세스 産業등에 널리 認識되고 있다. 소프트웨어 信賴度나 여러 分野, 예를 들면 病院設計, 生物學研究, 通信 및 言語學등에도 信賴度가 開發되어야 한다.

마지막으로 現在의 信賴度の 構造를 융통성있게 運用하는 것이다. 電子産業의 경우 部品과 材料의 改良과 開發이나 應答性, 製造工程등에 適用할 수 있게 한다. 또 R&D의 경우 最適信賴度を 고려한다든가 經營의 則面에서 利用될 수 있도록 하며 또 國際的인 協力を 바탕으로 信賴度を 研究하는 것이 바람직하다. 信賴度の 여러 分野 가운데서 또 強調되는 分野가 있는데 다음과 같다.

a) 信賴度工學

b) 故障物理(例: 部品の 故障이나 性能低下의 物理學的 理解)

(c) 소프트웨어 信賴度 [6]

(d) 人間信賴度(주어진 作業에서 人間이 失手하는 理由와 그 失手樣態를 研究)

(e) 리스크(Risk) 概念

(f) 環境問題와 關聯된 信賴度(例: 어떤 條件下에서 發電所가 生態學的인 均衡을 파괴하는가)

信賴度を 實際問題에 적용시키는 데에는 아직 많은 어려움이 있다. 우선 資料의 不足을 들 수 있고 다음으로 方法의 標準化와 數量的 標準化가 더 어려운데 方法과 數量的 標準化가 덜 되어 있는데다 確率의인 接近과 結定論의인 接近사이에 아무 經驗的인 關係가 없고 復雜한 시스템을 單純化하기 어렵다는게 重要한 理由가 될 것이다. 또 리스크 概念의 적용이 너무 추상적인 문제가 있다. 또 品質管理에 對한 認識은 充分한데 反해 信賴度에 對한 認識은 아직 부족한 편이고 信賴도가 사치스러운 科學이라는 評價가 電子産業界에서 나돌고 있고 또 經營者가 그 費用을 낼 수 없는 경우도 있다.

6. 信賴性研究의 趨勢

前節에서는 信賴性全般에 걸친 傾向에 對하여 言及하였거니와 여기서는 最近의 話題에 對하여 말해 두기로 한다. 앞에서 記述한바와같이 故障物理은 巴야흐로 日本의 企業水準으로 받아들일 수 있을 만큼 되었으나, 이것은 IC 檢査裝置 走査形電子顯微鏡, 赤外線카메라, 超音波 홀로그래피 등의 大形の 故障解析器의 開發에 힘입은 바가 크다. 또 美國에서는 Technology Transfer의 影響도 있어서 從來 宇宙用, 軍用的 發表가 많았던 것에 對하여 民生用的 것이 占하는 比率이 커지고 있다. [10] 또 對象의 大部分은 半導體關係이고 그 유지에 關하여 研究가 進行되고 있으며 金屬間 結合의 要因解析에 힘입어 기울여지고 있다.

最近 特別 關心을 모으고 있는 話題로 安全性(Product Safety Prevention)과 製品責任(Product Reliability)이 있다. 安全性은 消費者가 스스로를 지키기 위한 가장 基本的인 要求이며 機能이나 性能的인 면에서의 安全性을 重視하는 信賴性과는 반드시 同一하지 않다. 例컨데 特別 火災對策으로서 發熱이 많은 트랜스, 抵抗等에서는 不燃化나 不煙化가 重大한 課題로 採擇되고 있다. 製品이 망가졌을 경우 製造責任은 從來 誤使用이라해서 消費者側에 責任이 돌아가던 것이 無過失責任이라하여 메이커에 責任을 물리는 케이스가 많아진 것에 由來하고 있으며 公害問題와 軌道를 같이 하여 解決되어야 할 것이다.

그밖에 휴먼팩터(human factor), 맨머신시스템, 페일세이프, 電氣系(電子系)와 機械系의 協調等的 問題에 對하여 크게 關心이 쏠리고 있으며 手法로서는 베이즈手法이 興味를 모으고 있다.

信賴度を 고려한 品質管理

李 晃 雨
(産業工學科・부교수)

<차 례>

1. 品質管理와 信賴度工學의 背景
2. 品質管理와 信賴度工學
3. 信賴度を 考慮한 品質管理 節次
4. 信賴度適用의 問題點

1. 品質管理와 信賴度工學의 背景

제품의 생산과 소비가 대량화되고 국제시장을 형성함에 따라 산업 조직과 정부, 국민 또는 산업 조직 상호간의 의존도와 제품에 대한 인식은 날로 높아지고 있다.

어느 제품이든 그 기능의 적정수준, 信賴度, 수급의 법적 규정 및 안정성이 상품가치를 좌우하는 중요한 기준이 되고 있으며, 이러한 요구에 응하기 위하여 품질의 표준화와 균일화를 유지하기 위한 品質管理(Quality Control)는 필수적인 管理要素이다.

기술 발달에 따른 각종 부품의 재질, 정밀도 및 처리방법이 팽목할 만한 성장을 이루었음에도 불구하고 최종 제품의 품질과 信賴度는 상대적으로 저조한 발전을 보였다. 이러한 결과는 다음 원인으로부터 설명될 수 있을 것이다. 첫째, 製品 또는 裝置에 소요되는 부품의 숫자와 機能의 복잡성은 각 부품의 개발 정도를 훨씬 능가하는 속도로 증가되어 왔고 둘째, 판매가 이루어진 후에 일어나는 제품의 문제점과 성능의 보장은 경영진의 직접적인 관심을 일으키지 못하였으므로 자연히 소극적인 개선만이 이루어졌다.

그러나, 第2次 大戰 이후에 각종 무기와 電子裝置가 급격한 개발을 보였고, 이 군사적 목적을 가진 모든 장비는 수요와 공급이 산업과 정부간에 이루어진다는 점, 제품의 성능은 사용여건, 사용빈도에 관계없

이 적정수준을 유지하여야 한다는 점에서 과거와 같은 제조 과정을 중심으로한 품질관리 이상의 제품 보장을 요구하게 되었다.

군사적 목적으로부터 확장된 제품의 품질 한계는 宇宙産業, 精密産業 또는 電子産業을 주축으로 점차 산업계로 이관되어 상품의 가치 기준으로 광범위하게 통용되고 있으며 品質管理(Quality Control)에서부터 品質保障(Quality Assurance) 또는 信賴度工學(Reliability, Reliability Engineering)으로 관리 기술이 발달되었다. 品質管理와 信賴度는 어떠한 유사점, 상이점이 있는가 살펴보기로 하자.

品質管理란 최종 수요자가 요구하는 품질을 최소의 경비로 유지시키기 위한 原資材製造工程 供給過程의 관리활동을 뜻하며 品質管理를 위한 노력배분과 그 성과는 再加工費用, 資材 消耗費用, 폐기비용 및 고객의 불평 처리 등의 直接費用과 검사비용, 회사 이외의 공인기관 시험보증비용 등등의 間接費用의 합과 비교되어 평가되고 수정된다.

반면에 信賴度는 최종 수요자가 요구하는 품질을 규정된 사용여건에서, 정의된 사용기간 중 유지될 수 있도록 하기 위하여 제품의 설계개선과 工程管理로 품질의 신뢰도를 계수적인 방법으로 산출하고 確率的으로 보장하는 관리 활동이며 信賴度の 평가는 사용수명 사용 여건에 대한 적응력으로 산출되고 실제 사용실적으로 검증된다.

品質管理와 信賴度는 제품의 품질을 수요자가 원하는 정도에 따라 표준화하고 균일한 성능을 보장한다는 점이 비슷하며 品質管理에는 강조되지 않는 사용수명, 사용여건이 信賴度에는 중요한 개선과 관리대상이 된다는 점이 다르다. 그러므로 信賴度란 品質管理에 시간 개념과 사용조건 개념이 복합된 관리 형태라 하겠다.

2. 品質管理과 信賴度工學

品質의 構成要素는 무엇인가? 분류 목적에 따라 다양한 구성요소가 열거되겠으나 品質이란 제품의 성능과 제품의 원가로 표현되는 상대적인 가치개념이다.

제품의 성능은 제품의 설계성능과 제품의 제조(확인) 성능으로 양분된다. 品質管理는 사전에 설계된 표준에 접근하는 과정이며, 설계와 제조과정 중 계수적 표현과 조정이 가능한 내용만이 信賴度工學의 관리대상이라 할 수 있다.

그러므로 品質管理의 효율을 평가하는 방법은 흔히 작업자의 숙련도, 작업의 物理的인 要素(Physical factors), 管理組織(Organizational factors) 및 人間工學(Human factors) 등으로 나타나며, 信賴度工學은 기능의 유지(Survivability), 사용여건(Environment), 인간-기계시스템(Man-machine system) 등의 요구조건을 충족시키기 위한 제품의 원가와 각 部品(part, subsystem)에 대한 개선 노력의 배분으로 관리 효율이 좌우된다. 信賴도가 고려된 최종 수요가 군대일 경우에는 기능의 유지가, 산업체에서는 신뢰도 개선 원가가 주요 관심사이다.

<表 1>에 品質管理와 信賴度工學의 構成要素를 수록하였다. 열거된 요소들은 광의의 品質管理에 모두 포함되겠으나, 직접적인 영향을 品質管理와 信賴度工學으로 구분하였다.

Criterion		Quality Control	Reliability Engineering
Reliability	No. of Parts		×
	Numerical Value of Reliability		×
Range of Usage			×
Economic Balance			×
Life Time			×
Process Preference			×
Inspection	Stat. Sampling	×	
	Life & Stress Test		×
	Corrective Action	×	
Redundancy			×
Cost of Failure			×
Documentation		×	

<表 1> Criteria of Quality Control and Reliability Engineering

表 1의 내용을 요약하면 品質管理와 信賴度工學의 확연한 차이는 信賴度(No. of Parts, Numerical Value of Reliability), 사용여건(Range of Usage), 공정의 조정 및 선정(Process Preference)과 설계시 여유 기능의 부여(Redundancy)에 있음을 알 수 있다.

3. 信賴도를 고려한 品質管理의 절차

생산되는 제품의 사용수명, 사용여건 및 안전도가 품질의 중요한 요소로 판단되는 경향이 점차 증가되고 있다. 특히 방위산업의 육성시책으로 인한 군수물자의 다양한 생산과 국가간의 시장 경쟁으로 이미 품질관리의 대상영역은 크게 확대되었다. 이러한 품질관리의 대상 확대는 어떻게 이루어 질 수 있는가를 살펴 보기로 하자.

(1) 部品 信賴度の 設計

제품의 여러가지 구성부품수와 구조의 복잡성을 기초로 하여 부품간의 信賴度 배정이 이루어져야 최종제품에 요구되는 信賴도가 얻어질 수 있다.

이러한 작업은 設計圖分析 또는 과거의 경험으로 진행될 수 있을 것이다. 信賴度配定이 이루어지면, 각 부분품의 平均 故障率(failure rate)을 정할 수 있으며 이를 기초 자료로 하여 설계와 비교하면 모든 부품의 각 고장율이 완제품에 어떤 영향을 미칠 것인가를 추정할 수 있게 된다.

만일 과거의 생산실적이 없거나 고장율에 대한 자료 확보가 어려운 경우는 대략 다음 중 몇가지의 대안이 채택될 수 있다. 즉,

첫째, 信賴도가 가장 높은 부품을 선택하여 사용하거나,

둘째, 부품간의 기능의존도, 연결 부분의 감소를 이루도록 설계를 가능한 한 간단히 하거나,

셋째, 부품고장율을 일정한 비율로 실제보다 증가시키고, 이를 기초로 설계를 작성하거나,

넷째, 중요부품의 기능을 연장시키기 위하여 여유부품을 설계에 반영시키는(redundancy) 등의 방법이 강구되어야 하겠다. 예를 들어 어느 電氣製品은 電力供給部分, 受信機, 送信機로 구성되어 있는데 이 제품의 平均壽命(또는 고장이 일어나는 기간은 시간: Mean Time Between Failure)이 200시간이고 시간당 최고 고장율은 0.005를 초과할 수 없다. 이 제품은 전력 공급 부분의 구성부품이 100개, 수신기 부품이 255개, 송신기 부품이 560개로 되어 있다. 이 제품의 각 부분이 전체 신뢰도에 미치는 영향은

$$\text{電力供給部分의 비중} : \frac{100}{100+255+560} = 0.11$$

$$\text{受信部分의 비중} : \frac{255}{100+250+560} = 0.28$$

$$\text{送信部分의 비중} : \frac{560}{100+250+560} = 0.61$$

이다. 즉, 전력 공급 부분에 약 11%의 신뢰도가 배정되었다. 각 부분의 허용 고장율은 배정된 신뢰도와 제품 전체의 고장율의 곱으로 표시되며 각각

$$\text{電力供給部分} : 0.11 \times 0.005 = 0.00055$$

$$\text{受信部分} : 0.28 \times 0.005 = 0.00140$$

$$\text{送信部分} : 0.61 \times 0.005 = 0.00305$$

$$\text{제품전체} = 0.00500 \text{ 로 나타난다.}$$

그러므로 전력 공급 부분의 경우 고장율은 0.00055이며 부품수는 100개이므로 부품 한개의 고장율은 $\frac{0.00055}{100} = (5.5 \times 10^{-6})$ 회 고장/시간 이하이어야만 전체의 고장율이 0.005회 고장/시간으로 유지될 수 있을 것이다.

(2) 信賴度の 經濟性 산출

각 부품의 信賴度 배정과 그에 따른 설계기준이 작성되면, 신뢰도의 단위 증감에 따른 제조비용에 관한 검토가 이루어져야 한다. 비용 검토의 간단한 산출식을 예로 들어 설명하면 다음과 같다.

어느 부품 i 가 일정 기간, 일정 여건 하에서 고장이 날 確率을 P_i 라 하고, 고장이 나면 소요되는 수리 및 지연에 따른 손해액을 Li 라 할 때 고장으로 인한 손해 C_{pi} 는

$$C_{pi} = \text{故障率} \times \text{故障으로 인한 損害額} \\ = P_i \times Li$$

이 되며, 이와같은 부품이 n 개 있을때의 손해 C_p 는

$$C_p = \sum_{i=1}^n (P_i \times Li) \quad (2)$$

이 된다.

또한 信賴度를 1單位(ΔP_i)증가 시키는데 소요되는 비용을 C_R 이라 할 때,

$$-\Delta C_p = -\sum_{i=1}^n (\Delta P_i \times Li) > C_R \quad (3)$$

의 부등식이 만족되면 신뢰도를 위한 투자가 타당함을 알 수 있다. 가령, 어느 화물자동차의 표준형 타이어는 가격이 20,000원, 연간 고장율이 0.25이고, 특수타이어는 가격이 40,000원이고 연간 고장율이 0.05라고 가정하자. 이 자동차를 고속화물 운송에 쓸 경우, 고장을 수리하는데 2시간이 걸리고, 고장 시간당 10,000원의 손실을 가져온다.

그러나 이 자동차를 지방화물 운송에 쓰는 경우 고장

을 수리하는데 48시간이 걸리고 고장시간당 2,500원의 손실을 일으킨다.

수리비용은 각각 10,000원이 소요된다. 위에 설명한 식(3)을 적용하여 보면

① 고속화물 운송의 경우 : $-\Delta C_p = -(0.25 - 0.05) (2시간 \times 10,000 + 10,000) = 6,000$ 원, (특수형과 표준형 타이어의 가격차이 20,000)이므로 표준형 타이어가 경제적이고

② 지방화물 운송의 경우 : $-\Delta C_p = -(0.25 - 0.05) (2500 \times 48 + 10,000) = 26,000$, 특수형과 표준형 타이어의 가격차이 20,000)이므로 특수형 타이어가 더욱 적합하다.

(3) 집중적인 管理對象의 선정

신뢰도 설계, 경제성 산출로 제품 생산의 전체적 윤곽이 파악되면, 다음 단계로 정하여진 제조과정의 최적 공정과 집중적인 품질관리 대상부품이 선정되어야 한다. 관리대상의 선정 기준은 한정된 예산으로 최대의 효과를 얻는 것이며, i, j, k 세가지 부품이 있을때

$$-(\Delta C_{pi} / \Delta C_{ri}) \geq -(\Delta C_{pj} / \Delta C_{rj}) \geq -(\Delta C_{pk} / \Delta C_{rk}) \quad (4)$$

의 관계가 성립된다면 管理는 예산이 허용하는 한계

부 품	Break-down Probability	예 산(원)
점 화 기	0.03	250,000
타 이 어	0.05	1,000,000
엔 진	0.08	3,000,000
기 타	0.07	None

<表 2> 품질관리의 특성

내에서 $i \leftarrow j \leftarrow k$ 의 순서로 이루어져야 최대 효과를 얻는다.

어느 자동차 공장의 품질관리 소요예산은 3백만원으로 배당되었고, 1년간 자동차의 고장율은 0.20을 넘지 못하게 되어 있다. <表 2>에 각 부품별 고장율과 고장을 방지하기 위한 관리소요 경비가 기록되었다.

관리 대상 선정식(식 4)에 의해

$$\text{점 화 기} : \frac{0.03}{250,000} = (1.2 \times 10^{-7})/\text{원}$$

$$\text{타 이 어} : \frac{0.05}{1,000,000} = (5.0 \times 10^{-8})/\text{원}$$

$$\text{엔 진} : \frac{0.08}{3,000,000} = (2.7 \times 10^{-8})/\text{원}$$

으로 1원당 향상되는 신뢰도를 계산할 수 있다.

그러므로 $(1.2 \times 10^{-7}) > (5.0 \times 10^{-8}) > (2.7 \times 10^{-8})$ 이고 식(4), 이 자동차 회사는 점화기와 타이어 두가지 부품만을 품질관리 대상으로 하여 125만원의 경비를

들어 연간 고장율을 0.15로 줄일 수 있다.

이상의 간단히 소개한 절차는 품질관리에서 소홀한 제조 공정 이전의 신뢰도와 관리정책에 관한 관리대상 노력 및 예산배분작업을 준비하는 내용을 설명한 것이다.

4. 信賴度適用의 問題點

이미 국내 산업의 품질관리는 표준규격 제도와 수출 육성에 따라 보급과 응용이 상당한 수준을 유지한다고 볼 수 있으나, 품질관리에 제품의 신뢰도를 고려한 관리하는 몇 가지 적용상의 애로점이 있다.

첫째, 성능이나 규격 혹은 품질을 나타낼 수 있는 모든 요소들의 계수화가 이루어져야 신뢰도 공학의 적용이 가능해진다. 그러므로 신뢰도의 증가효과와 고장율의 감소효과가 원단위로 환산되어야 한다.

둘째, 고장경비, 신뢰도 향상을 위한 경비의 산출은 상당히 애매하며 주관적 판단을 요구하는 경우가 많다.

셋째, 신뢰도를 증가시키기 위한 소요 경비는 공학적으로 산출이 가능하지만 고장 경비의 산출은 제품용도가 군수품인가, 산업용인가 혹은 가정용인가에 따라 산출 내용이 크게 변할 수 있다.

넷째, 앞에 열거한 바와 같이 계수적 처리가 곤란하므로 경영자가 신뢰도에 대한 인식이 부족하거나 지원을 주저하는 경우가 많다. 신뢰도에 대한 경영진의 태도는 “신뢰도는 효과에 비해 너무 경비가 많이 소모된다.” “경제성 평가가 불가능한 내용에 투자할 필요가

없다.” 등의 생각이 우세하다.

이상과 같은 적용상의 문제점을 해결하기 위한 방안은 무엇인가?

우선 기술자의 담당 업무 대상과 업무처리 방식이 개선되어야 하겠다. 정확한 제산이 어려운 작업에 대한 기술자의 태도는 냉담하다. 주관적인 견해, 합리적인 가정이 요구되는 관리의 목적, 대상 및 방법개발에 대한 공학도의 노력이 더욱 요구된다.

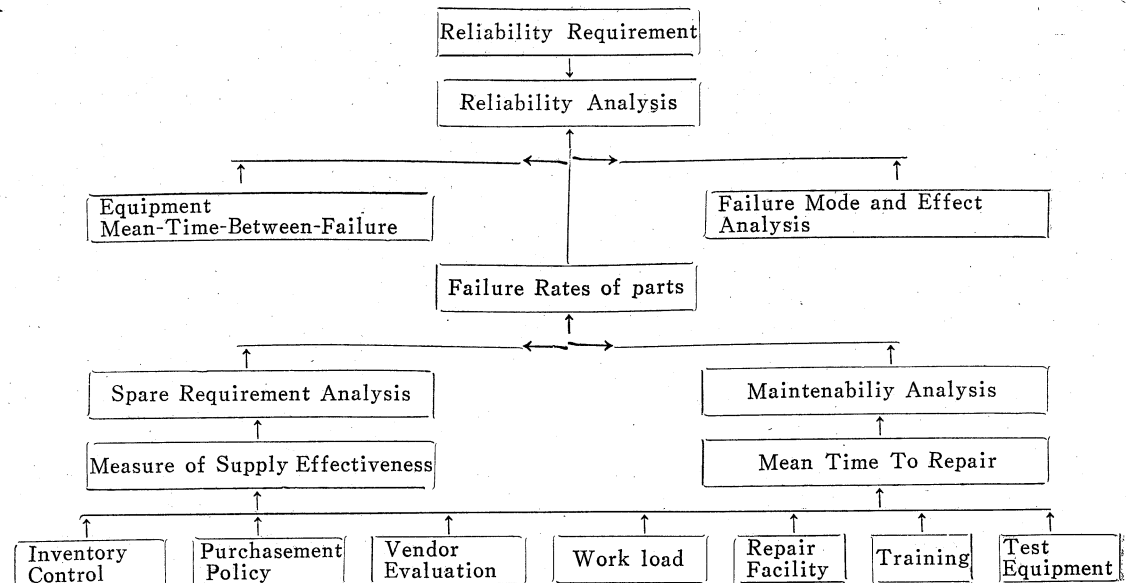
둘째, 고도의 수학기법 또는 처리기법으로 산출된 분석 결과라 할지라도, 그 산출 과정과 개선효과는 경영자가 이해할 수 있는 내용으로 설명되고 토의되어야 한다.

그러므로 제품신뢰도를 관리하는 기술자는 조직 전반에 걸친 지식과 제도개선의 안목이 높아야 한다.

셋째, 기술자들의 업무가 공정, 기술, 재료 관리 중심으로부터 인간-기계시스템(Man-Machine System), 체계분석(System Planning and Analysis) 및 타당성 검토(Feasibility Analysis) 등으로 확대되고 보장되어야 한다. 이러한 업무의 개선은 경영자가 지시할 수도 있겠으나 기술자가 확보되어야 업무여건의 제약을 탈피할 수 있다.

끝으로, 신뢰도를 품질관리에 포함시키기 위하여 즉시 자료수집(Data Collection)과 신뢰도 분석의 체계를 설정하여야 하겠다.

자료 수집의 대상과 분석목적이 그림 1에 표시되었다.



◁그림 1▷ Required Data for Reliability Analysis

사용자와 제작자편에서 본

部 品 信 賴 度

by Lucinda Mattera

部品の 집적도가 높아지고 새로운 工程 技術이 개발되면서 機器의 복잡도가 증가하게 되자 사용자와 제작자는 신뢰도공학에 많은 관심을 보이기 시작했다. 어떤 부품은 고장나기 쉽고 이러한 경향은 부품의 기본적인 특성과 제작 工程의 成熟度(maturity)에 좌우된다.

그러나 대체로 신뢰도는 다시 개선되고 결점들이 제거된다. 일반적으로 제작자들은 사용자의 주문에 꼭 알맞는 工程制御를 하려고 노력하며 그러는 가운데 새로운 工程이 개발된다. 제작자와 사용자에게는 당연히 가능한 한 가장 낮은 비용으로 최상의 신뢰도를 얻으려는 으름가는 목표를 설정하게 마련이다. 그래서 사용자는 어떤 材料테스트와 제품테스트가 자기들의 필요에 가장 적합한가 알아내려고 노력하며 제작자는 끊임없이 품질보장제어(quality-assurance control)에 주력한다.

신뢰도에의 접근은 부품의 특성과 最終産物의 最終的인 사용에 따라 좌우되기 때문에 신뢰도에의 접근은 사용자 사이에도 다르며 제작자 사이에서도 마찬가지다. 여기서는 최근의 신뢰도에의 접근과 전망을 알아보기로 하자.

軍事的인 次元

軍事的인 用度에 사용되는 高集積回路와 半導體 個別素子(discrete semiconductors)에 대한 標準信賴度는 로마 航空開發廳(RADC)과 뉴욕의 그리피스 空軍基地에서 발간한 試驗過程(test procedure)과 부품 명세를 망라한 보고서에서 크게 영향을 받았다. 새로운 부품에 대한 스크리닝(screening)과 明細範圍는 부품 그 자체와 부품의 工程技術이 완전히 규정지어진 다음 결정된다. 생산중인 제품이나 나아가서는 완성된 제품의 質과 스크리닝有效度は 고장난 부분을 다시 해석하

고 제품을 파는 사람들이 제출한 평가보고서에 의해 항상 조정되고 있다.

高集積回路의 軍用標準에 강력하게 영향력을 행사한 사람으로 고체물질 응용연구소 소장 Joseph B. Brauer가 있다. 그는 “내가 천개의 부품을 살 때, 천개가 모두 좋은 제품이기를 바란다. 나는 제품을 사고 싶어하지 工程을 사고 싶어하지 않는다.”고 말한다.

試驗費用에 대한 產出額 손실은 신뢰도 스크리닝費用을 잘 설명해 준다. 高集積回路의 標準화된 스크리닝過程을 규정한 문서 MIL-STD-883가 1968년에 나왔을 때 “우리는 단순한 디지털機器의 스크리닝에 의한 廢棄物의 범위를 15%에서 85%로 잡았었다. 그것은 매우 불안정한 것이었고 다양성은 믿을 수 없을 정도”였다고 Brauer는 회상한다.

產出額이 오늘날에는 많이 호전되었으며 Brauer의 試驗費用도 부품당 \$3.60에서 \$0.25 정도로 낮아졌다. 간단한 論理回路(logic gate)의 고장율도 0.2% 정도로 낮아졌다. 代數演算回路과 같이 보다 복잡한 회로의 경우 廢棄되어지는 범위는 15~20%로 다소 높다. 제품의 복잡성과 成熟度(maturity)는 고장(fallout)을 수반한다. 產出額은 복잡성과 성숙도에 매우 민감하다.

리니어 IC와 C-MOS IC가 표준적인 바이폴로터 디지털 IC보다 產出額의 감소가 현저하다. 오염과 마스크 부식 문제가 심각하며 습기가 큰 영향을 미친다. 물은 이온을 형성시켜 움직이게 만드는 물질로 제품을 손상시키는 부분으로 이온을 투입한다. 물과 이온은 아무리 작은 형태로 일망정 機器를 오염시키며 그것들은 가장 민감한 변수가 된다.

Brauer는 記憶回路와 LSI의 고장율이 완전하게 테스트되면 고장율이 비교적 높을 것이라고 예측하고 있다. Brauer의 그룹은 이러한 경향과 문제를 보고하는 전세기적인 조직을 형성하고 있다. “만일 특정한 문제

를 개발중에 있다면 조만간 그 문제는 우리 分析實驗실을 거쳐가게 될 것이다. 어떤 고장의 양상이 발생하여 우리의 테스트에서도 그 고장이 체크되지 않는다면 우리는 테스트 설비를 다시 설계할 것이"라고 말한다.

사용자들이 強調하는 部品

系統(system)제작자들은 개개의 부품에는 물론 전체적인 면까지도 신경을 쓰게 마련이다. 예를 들면 제록스(Xerox) 회사의 情報系統 關係者들이나 뉴욕의 로체스터(Rochester) 회사는 部品 半組立品 뿐만 아니라 完成된 복사기까지도 스크리닝하고 있다. 電子機器들은 주로 기계의 프로그래밍 콘솔(programing Console)에 사용되는데 그것은 대체로 한 개에서 30개 정도의 기관으로 구성된다. 모든 IC와 전력용 반도체는 최소한 4시간동안 적어도 150°C에서 安定化단계를 거칠 뿐만 아니라, 最大傳達時間(maximum transfer time) 10초로 -40°C에서 125°C되는 범위의 15회나 되는 온도 사이클을 거쳐야 한다. (그림 1)

電氣的인 테스트를 거친 후, 모든 電子部品은 기관으로 옮겨지며 기관은 電力이 공급되는 동안 70°C에서 96시간 동안 버연-인(burn-in) (特性을 安定化시키기 위해 高温의 爐에 제품을 넣어 테스트하는 作業)

과정을 거치게 된다. 제록스社의 경우, 기관 조립과정을 체크하기 위해 기관의 버연-인 과정을 실시한다. 그런데 "기관 고장의 80~90%는 고장난 部品때문"이라고 信頼性보장 담당자인 J. 더글러스 에킨스는 말한다. 그 결과 제록스社는 최근 특정한 기계의 部品을 버연-인 함에 있어 보조적인 성격을 띤 버연-인을 실시하고 있다. 이러한 변화에 의해 평균기관 버연-인 고장율을 75%로 낮추고 기계의 전자기기 신뢰도도 40%정도 개선하면 기계의 용역비용을 어느 정도 줄일 수 있으리라고 기대하고 있다.

전력용 반도체와 C-MOS 部品이 제록스社에서는 제일 골치아픈 部品이라고 제록스의 정보기술연구팀의 반도체 전문가 로버트 포스터는 말한다. 평균잡아 전력용 반도체는 버연-인 하기전에 5%정도의 불량품이 나온다. 제작자들은 일반적으로 테이퍼 스위치에 수록된 모든 변수를 테스트하는 것은 아니다. 보통 많은 부품들은 保持電流나 hFE規格에 맞지 않는다. 제록스社에서 사용되는 전력용 반도체로는 TR, SCR과 트라이악(triac)등이 있고 그 전류정격은 5~40암페어 사이이다. IC에처럼 이런 종류의 부품에는 같은 정도의 관심이 쏠리지 않기때문에 기계적인 스크리닝에 의존할 수 밖에 없다. 같은 이유로 포스터는 C-MOS의 신뢰도의 변화에 신경을 곤두세우고 있다. "C-MOS의 신뢰도는 아주 훌륭한 상태인 0.003%/(천시간)에서 아주 불량한 0.1~0.5%/(천시간) 정도로 변한다. 어떤 제작자의 제품은 급격하게 바이포올러成長曲線에 접근하지만 또 다른 제품은 문젯거리로 남아 있다"고 그는 지적한다. 대다수의 문제는 칩의 포장때 스며든 습기에 그 원인이 있는 것처럼 보인다. "이것이 우리가 溫度 순환과정을 거치는 이유이다."

제록스社와 마찬가지로 컴퓨터의 테이퍼 入力裝置 제조회사인 버일링턴의 인포렉스(Inforex)社도 역시 완성된 제품을 스크리닝하는데 제품을 적어도 10시간 동안 동작시키면서 버연-인하고 있다. 부품의 高密度로 인해 모든 IC는 사용할 때 버연-인 해야되기때문이다. 기관은 약 250개 정도의 IC를 포함하고 있는데 장치에 보통 4개의 기관이 들어간다. 그 IC들은 대부분 Small-scale과 MSI-TTL이거나 바이포올러 혹은 MOS 기억회로들이다. "우리는 소득수준을 생각하면 언짢은데 신뢰도를 높이기 위해 가외의 돈을 들이기 때문"이라고 제랄드 쿨처 품질관리 기술자는 말한다. "만일 당신이 표준화된 부품을 사게되면 제작자는 이것이 동작할 것이라고 말할 것이고 신뢰도가 높은(hi-rel) 부품을 산다면(보통 두배 정도 비싸다) 그는 이것이 동작한다는 것을 보장할 것이다."

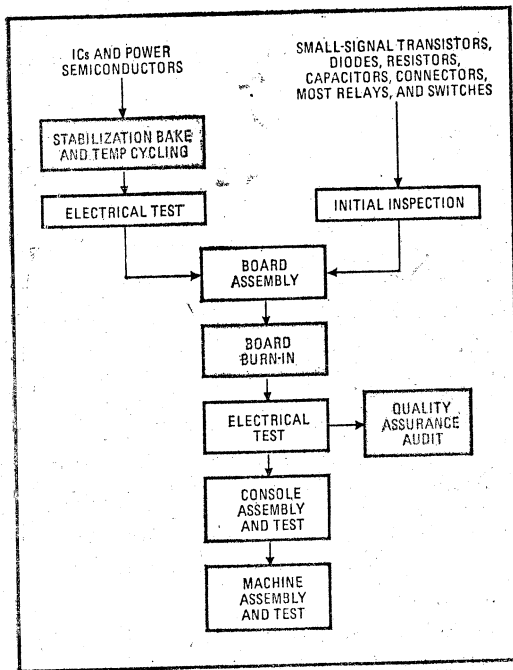


그림 1. Copying machine

니스는 파워 쉐플라이가 포함된 대부분의 부품을 安全度와 관련된 전자재료로 취급하고 있다.

下請業者가 생산한 부품을 100% 다 검사하지는 않는다. 따라서 제니스같은 업체는 부품을 파는 측이 그들의 제품을 좀더 세밀하게 검사해 주기를 바라고 있다.

모듈러回路 設備

모듈러 파워 쉐플라이나 dc-dc 컨버터의 제작에 사용되는 부품은 그러나 예외적으로 100% 테스트해야 된다. 그것은 부품의 성능과 크기가 한정되어있기 때문이다. 세미컨덕터 쉐어키트(Semiconductor Circuits Inc.)가 선정한 제품의 0.6%는 보증기간인 1년에서 5년사이에 반송되었다고 부사장 폴 J. 라브리는 말한다. 사실 라브리는 負荷가 모두 걸린 상태에서 MTBF (Mean Time Between Failure)가 150,000 내지 200,000시간 되는 제품을 요구한다.

이와같은 종류의 신뢰도를 얻기위해 완성된 單位部品에 대해 組合단계에서 다양한 버연-인을 실시했다고 해도 엄격한 전기적 시험과 함께 부품을 스크리인하는 방법을 세미컨덕터 쉐어키트는 실시 해오고 있다. 그 한 예로 이 회사는 小信號用 플라스틱 트랜지스터를 사용하고 있다. 이 회사가 사들여야 할 어느 일정한 β값을 갖는 트랜지스터는 회로의 어느 부분에나 사용되는 것이어야 한다. 그런데 대체로 β값은 낮은 편이 많다. 그래서 2배 정도로 값을 들이고 원하는 제품을 구입하고 원하는 제품을 구입하기 위해 값싼 부품을 테스트하는데 100% 전기적 특성 테스트를 해서 β값으로 등급을 매긴다.

이 회사는 IC 듀얼 전압 레귤레이터의 사용을 검토하고 있는데 간혹 출력전압이 변동하거나 發振에 의해서 파괴되는 것을 알아냈다. 動作條件에서 100시간 버연-인 한다고 해도 레귤레이터의 신뢰도는 개선되지 않는다고 라브리는 밝힌다. “나는 IC로 된 것 가운데 참된 레귤레이터는 본 일이 없다. 비록 값이 비싸다고 해도 개별소자를 사용하며 IC로 설계하려는 일은 포기했다”고 말한다. IC 전압 레귤레이터의 문제로 고집하는 업체로 디지털 판넬 미터와 다른 여러 종류의 모듈러 회로를 생산하는 다텔 시스템즈(Datel Systems Inc.)가 있다. 허용 品質水準 1%를 상회하는 고장이 발생하기 때문에 지금 다텔사는 모든 단위부품도 動作條件에서 48시간 버연-인 하며 30초이내에 0.05%이내의 출력전압드리프트가 일어나도록 한다. C-MOS 논리 IC의 평균 고장율은 1% 이하인데 이는 제록스사의 것과 비교하면 현격한 차이가 있다. 過多한 입력누설전

류 때문에 예전에는 평균고장율이 5%를 상회했었다.

웨스턴 計器(Weston Instruments)에서도 디지털 멀티미터와 디지털 판넬 미터에 표준적이고 일반적인 반도체를 사용하는데 C-MOS는 만족할만하다고 한다. 비록 이 회사의 경우 부품 수준에서는 버연-인 하지 않으나 완성된 計器의 경우 전력과 신호를 供給하고 50°C에서 96시간동안 버연-인을 실시한다. 테스트는 부품의 型에 따라 달라진다. 표준 TTL 부품은 제작 회사가 제시한 데이터 規定集만 참고하면되지만 리니어 IC에 대해 웨스턴사는 規定集을 무시하고 온도를 높여 부품의 溫度係數를 測定한다.

표준 TTL에서 가장 골치아픈 부품은 카운터나 디스플레이의 디코더/드라이버와 마찬가지로 1/4 와트 혹은 그 이상의 전력을 취급하는 제품이다. 보통 C-MOS 제품은 믿을만하며 웨스턴사가 下請맡긴 표준 TTL의 평균 고장율은 3%, C-MOS는 1% 이하라고 한다.

홀레트-패카드(Hewlett-Packard)의 醫科 電子部는 生命延長 시스템이나 心電計와 같이 기계적인 診斷에 사용되는 장치인 복잡한 기어(gear)를 생산하고 있다. 생산 설비에 대한 制御工程도 強化되었고 스크리닝도 HP 자체에서 뿐만 아니라 外部에서도 실시한다. 테스트 방법은 테스트 비용과 最終專用處에 따라 결정된다.

메이커가 強調하는 部分

部品를 공급하는 측도 테스트비용을 체크한다. 모토롤라(Motorola Inc.)의 반도체 생산부에서 고장나기 쉬운 부품을 스크리인하는 효과적인 프로그램을 개발하는 技能競技가 열렸었다. 끝내 모토롤라는 경제적이고 加速적인 테스트 테크닉과 整調用으로 사용되거나 또는 거대한 작업 공정을 해석하는 훌륭한 리얼타임(real-time) 데이터 시스템을 개발하기에 이르렀다. 배터리를 포함하는 IC의 프로그램은 로트(lot)의 신뢰도를 확증하고 長期設計피이드백을 제공하기 위해 테스트한다. 하루 生産分가운데 30개의 부품을 골라 매일 熱衝擊을 가하는 시험을 -55°C에서 +125°C 사이에서 행한다. 단 하나의 제품이라도 고장이 있으면 모든 제품을 더 세밀히 테스트하기 위해 격리한다. 일주일 기간으로 모든 部品群이 더 높은 氣壓, 溫度, 습도와 바이어스 條件에서 테스트된다. 만일 하나라도 고장이 발견되면 그 부품이 포함되었던 모든 제품은 廢棄된다. 여기서는 接合溫度 140°C에서 1000시간 동작시키면서 壽命테스트를 겸한다. 모토롤라의 다양한 信賴度 프로그램의 모든 양상을 묶은 것이 리얼타임 데이터 經營 시스템이다. 이 데이터 시스템은 生産變數

인포텍스社에서는 오늘날 TTL의 평균 PBIF(post-burn-in failures)는 1%~1.5% 된다고 하는데 2년전에는 고장율이 무려 3.5%나 되었다고 한다. 최근 고장율이 MSI-TTL의 경우 2.5~3.5%, 바이폴라 기억장치가 약 5%, MOS 기억장치가 6~7%를 기록한다. 이회사의 경우 100°C에서 전원을 공급하고 168시간동안 버연-인한다. “우리는 반제품의 버연-인이 헛된 일이라는 것을 알게 되었다. 部品을 버연-인 할 때에는 그 변수를 측정할 수 있게 되지만 기판을 버연-인 할 경우 그 기능밖에는 볼 수 없다. 부품의 버연-인과 대체될 수 있는 방법이 발견되지 않는 한 비록 그것이 바보스러운 짓일 지라도 울며 겨자먹기로 버연-인 하지 않을 수 없다”고 쿠처는 말한다.

初期故障期の 스크리닝

部品 제조회사인 디지털 이콥먼트社(DEC)의 경우, 버연-인에 앞서 일반적인 용도에 사용되는 PC-board 컴퓨터 LSI-11계열의 모든 下請源을 먼저 철저하게 조사한다. 모든 能動 부분은 熱충격시험을 거치고 저항과 교류 변수를 측정한다. 보다 복잡한 부분에는 일반적인 테스터를 사용하는데 특정한 테스터棒과 소프트웨어가 결합여진다.

多機能이나 診斷의인 테스트는 IC 수준에서 그치고 PC 보오드는 분리해서 테스트한다. 보오드에 부품의 조립을 마친 후 보오드의 기능이나 진단적인 테스트가 끝나면 그것은 온도를 0°C에서 50°C까지 변화시키면서 각기 8시간씩 100시간동안 버연-인 한다. 일단 생산 순환이 진행되면 버연-인 시간은 짧아지는데 그 시간은 高温室의 초기조건과 생산공정에 따라 달라진다.

비록 대부분의 PC 보오드는 퓨에르토 리코에서 제작되지만 완제품은 말보로로 船積되고 DEC는 처음 고객이 되는 셈이다. 거기서 마이크로컴퓨터는 外型, 기능, 내용물이 체크되고 이 과정을 통과하면, 제품에 瑕疵가 없다고 본다.

GMC의 델코電子部(Delco Electronics Div.)나 고코모工業(Kokomo Ind.)의 경우 4년전 반도체 제품의 고장으로 인해 자동차에 부착된 라디오의 고장율이 35%이던 것이 지금은 불과 17%로 줄어들었다. 그것은 더욱 복잡한 IC를 사용하고 더욱 복잡한 라디오를 제작했음에도 불구하고 얻어진 결과라고한다. 總括的인 제작상의 결함은 10~15%정도의 부품의 고장으로 알려졌다. 이는 엄청난 땀질에 의한 접속불량이나 배선을 잘못된 경우등이다.

“우리는 자동차가 가로수와 충돌한 경우에도 라디오

가 동작하기를 원한다”고 델코의 品質制御部長 로버트 F. 밀러는 말한다. 그래서 델코는 제품의 생산에서 폐기할 때까지 신경을 곤두세우고 세밀한 배려를 하고 있다. 각기의 라디오가 공장에서 출고되기 전 100% 검사된다. 델코의 관리자들은 GMC와 온-라인(on-line) 시스템을 형성하고 자동차에 라디오가 부착될 때까지 검사를 하고 있다. 한편 지정된 修理店에서는 故障報告書와 고장난 부분까지 회사로 보낸다. “우리는 고물수집상까지 찾아가 우리 회사의 생산품을 평가한다”고 밀러는 말한다.

告知없이 部品을 바꿀 때

고장난 부품을 접수하게되면 델코에서는 고전적인 버연-인을 실시하지 않기 때문에 臨界値의 전기적인 변수와 기계적인 변수를 측정하기 위해 任意의 샘플을 모은다. “우리에게 알리지 않고 部品을 바꾸려고 하는 供給者가 얼마나 많은가 알면 놀라게 된다”고 그는 계속 말한다. 일단 부품을 바꿈으로써 문제가 발생했을 경우 델코는 원래의 품질명세서를 찾아내 새로운 제품의 부분과 비교하는데 반도체의 경우 마이크로寫眞까지 대조하기도 한다. “그리고 우리는 供給者들에게 그들의 변경으로 얼마나 많은 비용을 우리에게 부담시키는가를 말해준다.”

다른 회사들도 역시 같은 문제를 안고 있다. 제니스 라디오(Zenith Radio)의 품질관리집행담당자인 델빈 L. 무어는 “과거 2년동안 문제가 없었던 部品은 하나도 없었다고 믿는다. 많은 문제들이 電子材料를 제조하기 위해 개발된 技術에서 파생된다고 한다”고 말한다. 제니스는 전자재료를 파는 사람들은 설계, 공정 혹은 기본재료의 變便 까지도 報告해 줄것을 요구한다. “주요한 變化에 대한 보고서는 비교적 잘 되어있지만 사소한 변화에 대해서는 그렇지 못한데 그들은 그들이 실시한 테스트 결과에 따라 사소한 변화는 문제가 되지 않는다고 믿고 있는 것 같다”고 무어는 말한다.

예를 들면 IC에 대해 제니스의 스크리닝은 접속불량은 쉽게 찾아내지만 유리의 非活性度에 대한 變化는 찾아내지 못한다. “어떤 제작자는 유리의 두께를 얇게 해놓고 우리에게 알리지 않아서 너무 노출시키는 바람에 부식되어버린 사고가 있었다”고 무어는 회상한다.

제니스는 파는 사람들의 部品의 질을 확인하기 위해 고도의 테스트를 실시한다. 安全度와 관련된 부품의 허용된 품질의 수준을 0으로 定意 한다. 만일 하나라도 불량품이 발견될 경우 모든 로트(lot)를 공장으로 되돌린다. (허용된 품질의 수준은 주어진 로트에서 허용된 불량품의 수의 한계를 정하는데 도움이 된다.) 제

에 관한 폭넓은 報告書를 작성하는데 거기에는 갑작스럽게 고장나서 문제를 일으키는 비용까지도 포함된다.

인텔(Intel Corp.)도 대부분의 n-과 p-채널 C-MOS 부품에 대해 엄격한 신뢰도테스트를 실시한다. 인텔의 신뢰도프로그램 속에는 다음과 같은 세가지 주요한 신뢰도의 영역이 있다. 즉 生産品의 品質向上, 信賴度調整, 故障解析의 세가지 영역을 말하고 있다. 일단 故障의 메카니즘이 하나로 통합되지만 하면 설계와 제조 공정 혹은 생산의 局面에 도입되어 고장을 줄일 수 있게된다.

재미있는 것은 델라스에 자리잡고 있는 반도체 제품 제조회사인 텍사스 인스트루먼트(Texas Instruments)의 신뢰도프로그램에 신뢰도 문제와 그 개선점을 찾기 위해 제작技士는 물론 고객과 工程技術者까지 동원된다는 점이다. 부품의 設計上에나 그 기능 혹은 그것을 제작하는 工程기술에 커다란 변화가 있을 때는 언제나 TI는 신뢰도의 한계와 故障樣相이 결정될 때까지 생산제품을 더욱 더 세밀히 스크리인하게 된다.

品質向上에의 두가지 접근방법

뉴욕의 시라큐즈에 있는 제너럴 일렉트릭(General Electric)의 반도체 생산부는 이 문제를 全體品質管理라고 부른다. 그들은 여러 단계의 설계에서 공정및 제품 개발에까지 두루 품질관리에 신경을 쓴다. 이들이

특히 강조하는 점은 工程의 초기 단계이다. GE가 강조해서 테스트하는 것은 제품의 固有信賴도를 결정하는 일이다. 故障메카니즘이 알려진다면 그것을 스크리인해서 메카니즘을 확립하는 일이 매우 중요하다. 그래서 GE는 서로 다른 각 단계의 組立作業을 통해 품질관리 檢査를 실시하고있으며(표 2) 제품을 랜덤샘플링해서 強度測定(stress test)을 하고 신뢰도를 조정한다.

인터네셔널 레กติ파이어(International Rectifier Corp.)에서 제조된 高電壓用 반도체에 대한 品質保證은 제품이 工場에서 出庫되기 전 부품을 테스트하는 일로부터 시작된다. 우선 첫 단계는 事用者가 원하는 바가 무엇인가를 확실하게 파악하는 것이라고 강조하는 데 이는 TI가 강조하는 바와 같다. 이것을 수행하기 위해 IR은 工場의 設計者와 고객과의 자리를 항상 마련하고 있다. 특별한 주문이 들어오면 고객이 요구하는 테스트와 회사에 이미 마련된 性能規定테스트를 실시한다. 品質保證을 위해 다시 제품을 선택하여 재검사하는데 이 때에는 전기 및 기계적 기준에서 실시한다. 따라서 만일 고객이 또 테스트한다면 적어도 네번은 시험하게 된다는 결론이다. 오늘날의 제품은 확실히 10년전의 제품보다는 훨씬 믿을 만하다는 것은 사실이

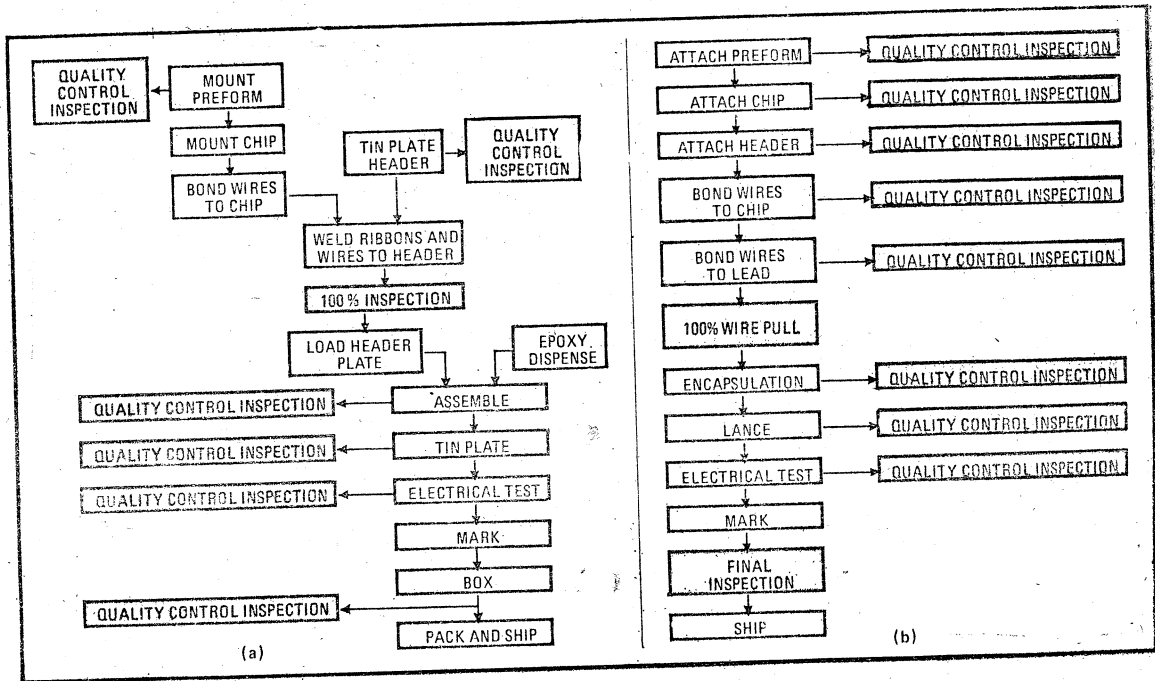


그림 2. Watchdog

參考文獻

1. 信頼度 연구와 그 動向

- [1] 高明三, “信頼度工學概論”, 電氣學會誌 Vol. 24, 1975.
- [2] 三根 久, “信頼性研究の動向”, 電子通信學會誌, 1974.
- [3] Guenter G. Weber, “State of Reliability Effort in Europe,” *IEEE Trans. on Reliability*, Vol. R-23, pp.131—137, Aug. 1974.
- [4] 信頼性管理便覧編集委員會篇: “信頼度設計資料”, 日刊工業新聞社, 1964.
- [5] Technology Forecasting and Assessment Project of IEEE Inc. (see IEEE Region 8 Newsletters, no. 23, Oct. 1973.)
- [6] See Record of 1973 IEEE Symposium on Computer Software Reliability, New York City, Apr. 30—May 2, 1973 (IEEE Catalogue no. 73 CHO 741-9 CSR)
- [7] J. Rasmussen, “The Role of the Man-Machine Interface in Systems Reliability,” International NATO Conference on Reliability, University of Liverpool, July 19—27, 1973.
- [8] 日本科學技術連盟: 信頼度文獻抄録集, no. 97-119,
- [9] 日本科學技術連盟: 信頼性シンポジウム, 第1回(1971), 第2回(1972), 第3回(1973).
- [10] 1973 IEEE Reliability Physics Symposium.
- [11] Second International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, Berlin, Germany, Sep. 10—15, 1973.
- [12] W.H. Williams, “Reliability of Large Scale Real Time Control Software Systems,” 1973 Symposium on Computer Software Reliability
- [13] J.P. Chinal, “System Engineering; A French Viewpoint,” ENSAE, Toulouse, 1972.
- [14] Société des Amis de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace(ENSAE) et de l'Ecole National de Supérieure de Technique Avancées (ENSAT): “Stages de Perfectionnement,” (Année Scolaire 1973—1974). Direction des Stages, 22 boulevard Victo-

r, Paris.

- [15] J.P. Chinal, “Systems Engineering and Creativity,” (Paper presented at NOAK (Tredie Nordiske Operationsanalysis Kongress), Copenhagen, Oct. 3—4, 1973.
- [16] T. Gussing, “EXACT-The International System for Exchange of Information on Electronics Components,” *Electronic Components*, Dec. 1972.

2. 信頼度を 고려한 品質管理

- [1] Hitch Charles K. and Roland, N. McKean, *The Economics of Defense in the Nuclear Age*, Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1960, pp.121—127.
- [2] Maynard, H. B. (Editor), “Quality Control” (Section 8) *Industrial Engineering Handbook*, McGraw-Hill, 1971, pp.119—127.
- [3] Niemeyer, K., “Reliability Requirements and Optimization for Complex Systems,” Operations Research Gruppe der IABG, Research Report, pp.47—49.
- [4] Hecht, Herbert, *Economic Formulation of Reliability Objectives*, Aerospace Corporation, El Segundo, Cal., 1971, pp.280—284.
- [5] Bien, D.D., “Optimal Allocation of Redundancy among Subsystems Connected in Series” NASA Technical Note D-7164, Washington D. C, 1973, pp.9—11.
- [6] Miller, Robert, N., “Decision Theory in Reliability and Project Management,” Research Note of TRW Systems Group, Redondo Beach, Cal., 1972.
- [7] While, G.G. and Thomas L. C., “Determination of Optimal Logistics Policies Through and Intergrated Approach to the Assurance Sciences,” Proc. of Directorate of Logistics Analysis Canadian Department of National Defense-PB 722004, pp.68—75.

3. 사용자와 제작자 편에서 본 部品信頼度

- [1] Lucinda Mattera, “Component Reliability”, *Electronics*, Oct. 30, 1975. pp.87—94.
- [2] Lucinda Mtattera, “Component Reliability”, *Electronics*, Oct. 2, 1975, pp.91—98.

고출력 CO₂ 레이저

양 모
(대학원 원자핵과 조교)

I. 서 론

CO₂ 레이저는 탄산가스 분자의 진동과 회전 에너지를 이용한 에너지 준위 사이의 전이를 이용하여 파장 10.6 μ 의 출력을 얻는 레이저로서 분자기체 레이저라고도 불리워진다. 1964년 Patel¹⁾이 처음으로 CO₂ 레이저를 만들었을 때는 순수한 CO₂만으로 수 mW의 출력을 얻었으나 그 후, CO₂ 레이저의 특성을 개발하여 최고 동작효율 33%²⁾에 까지 이르고 있으며 출력면에서도 수십 KW를 상회하고 있다.³⁾

이러한 효율과 출력은 다른 원자 기체 레이저나 고체 레이저보다 월등한 성능을 의미하는 것이며, 동시에 스펙트럼 순수도와 공간결합 특성도 마찬가지로 높은 정도를 갖고 있다. 이러한 고출력 CO₂ 레이저는 집중된 고열원으로서 여러가지 물성실험에 신기원을 이룩하였으며 프라스마 발생 및 고온재료 가공 등에 사용되고, 대기중에서의 흡수제수와 산란각이 적기 때문에 레이더 및 우주통신 등에 적합하게 사용될 수 있다. 특히 CO₂ 레이저의 출력은 기계적인 설계와 기술개발에 따라 계속 증가하고 있다.

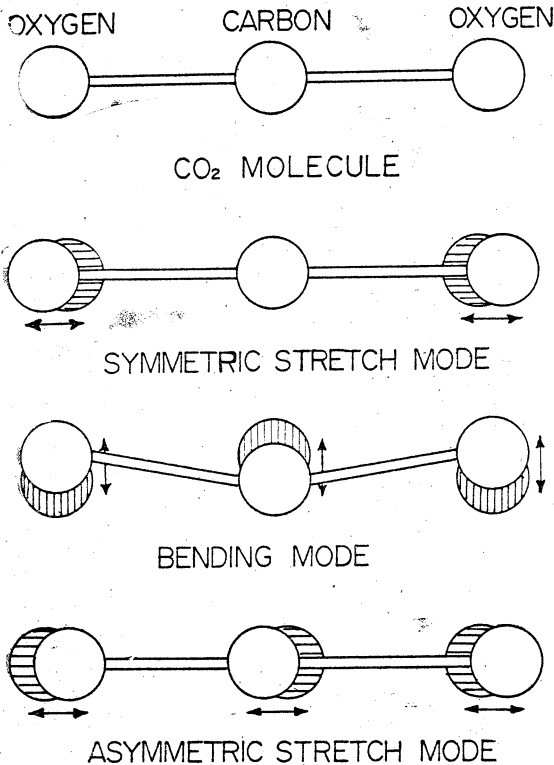
본 논문에서는 CO₂ 레이저의 동작원리와 특성 및 원자핵공학과에서 실험중인 연속 출력 CO₂ 레이저의 제작과 그 결과를 기술하고 앞으로의 문제점 등을 논의하고자 한다.

II. 탄산가스의 레이저 작용

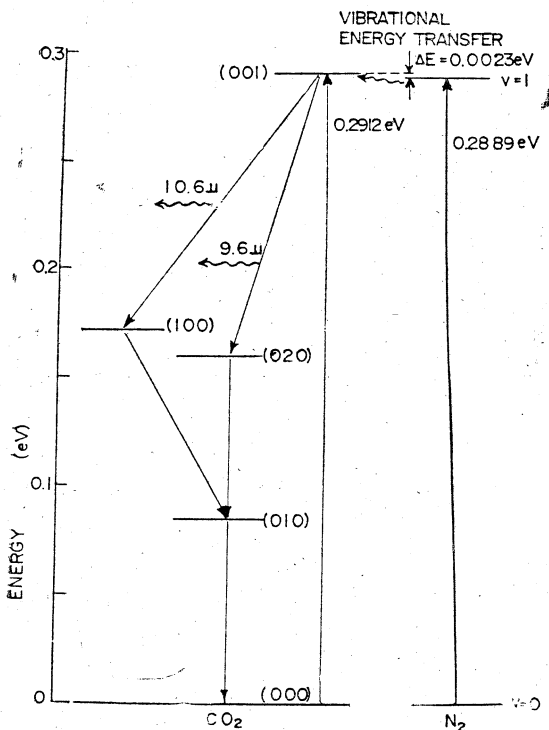
일반적으로 기체 레이저는 광학공동(Optical Cavity)을 형성하는 평행한 두개의 거울과 그 사이에 위치한 저압기체가 가득찬 관으로 구성되어 있다. 관에 들어있는 기체는 레이저 매개물로서 원자, 금속증기 또는 분자들로 구성되어 있다. 레이저 동작은 보통은 기체를 전기방전시킴으로써 기체에서 얻어진다. 방전으로 제공된 강력한 에너지를 가진 전자가 기체 입자와 부딪쳐서 그것들을 높은 에너지 준위로 여기시키고, 여기

서 그것들은 그 여분의 에너지를 광양자의 형태로 방출하면서 낮은 에너지 준위로 떨어진다. 즉 기저상태의 입자는 상위 에너지 준위로 여기되어 하위 에너지 준위로 떨어지면서 에너지 광을 방출하고 하위 에너지 준위에서 다시 양자를 방출하면서 기저 상태로 내려온다. 레이저의 광증폭 특성을 결정하는 광학적 이득을 얻기 위해서는 상위 에너지 준위에서의 입자밀도가 하위 에너지 준위에서보다 커야 하는데 이것을 반전분포(Population Inversion)라고 부른다. 반전분포를 크게 하기 위해서 상위 에너지 준위로의 여기과정이 선택적으로 잘 일어나야 하며, 동시에 하위 에너지 준위의 입자들이 신속히 기저상태로 돌아가야한다. 하위 에너지 준위에서 기저상태로의 냉각과정에서 방출하는 에너지는 레이저 출력에는 전혀 기여하지 못하는 낭비 에너지이다. 가용 에너지 즉 상위 에너지 준위에서 하위 에너지 준위로 떨어지면서 방출하는 광양자의 에너지와 기저상태에서 상위 에너지 준위로 여기시켜주는 에너지와의 비를 양자효율(Quantum Efficiency)이라고 하며 이 값은 그 레이저 시스템의 가능한 최고 동작효율의 상한선이다. 실제로 동작하는 기체레이저의 동작효율은 그것의 양자효율보다 상당히 낮다. 왜냐하면 기체 입자를 기저상태에서 상위 레이저 준위로 선택적으로 여기시키는 완전한 방법이 없기 때문이다. 기체 방전의 경우 전자들은 일정한 에너지를 갖고 있지 않으므로 입자들을 상위 에너지 준위 뿐만 아니라 더 높거나 낮은 준위로도 여기하게 되며, 다른 준위에서는 레이저 작용에 기여하지 않는다. 레이저가 여기과정의 선택적이라는 점에서 이상적일수록 동작효율은 양자효율에 접근하게 되며 또한 양자효율이 큰 시스템에서는 선택적 여기과정의 개발에 따라 높은 동작효율을 얻을 수 있게 된다. 이러한 조건에서 볼 때 탄산가스 시스템은 여러가지 우수한 장점들을 가지고 있다.

탄산가스는 기저 전자 준위에서 세분화된 진동 에너지 준위와 그 각각에서 미세화된 회전에너지 준위들을



<그림 1> CO₂ 분자의 진동의 종류



<그림 2> CO₂ 분자의 레이저 에너지 준위

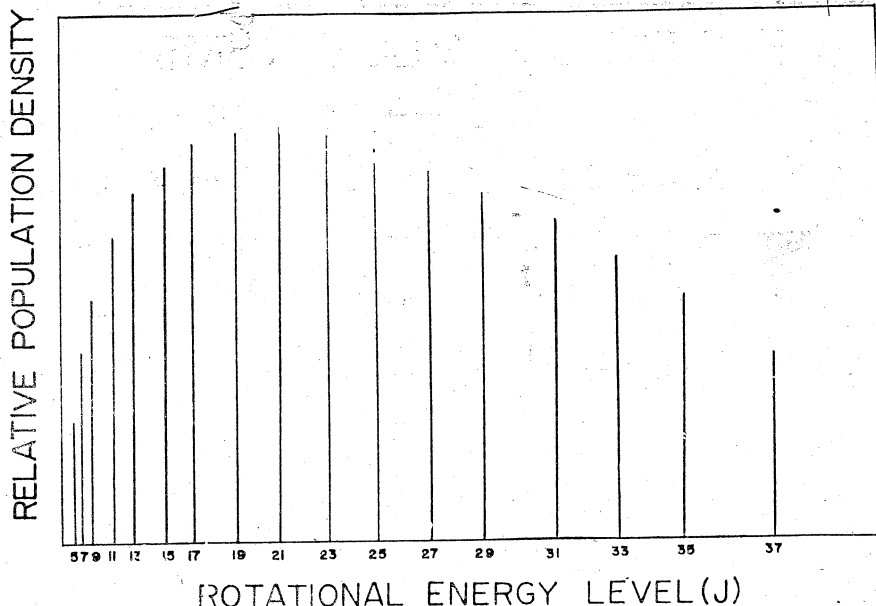
가지고 있다. 진동의 종류에서는 O-C-O의 구조에서 2개의 산소가 탄소를 중심으로 대칭적으로 진동하는 대칭확산형, 탄소가 분자축으로 부터 벗어나는 곡진동형, 그리고 3개의 산소가 비대칭으로 진동하는 비대칭확산형의 3가지 모드가 있다. 이것들의 모드에는 각기 존재할수 있는 에너지 준위가 있고 이들의 양자수를 각각 ν_1 , ν_2 및 ν_3 라고 하면 ($\nu_1\nu_2\nu_3$)는 분자의 어떤 진동상태를 기술하게 된다. CO₂의 레이저 작용은(001) 준위에서 (100) 준위로 천이 할 때 10.6 μ 의 광량자를 방출하는 것과 (001)준위에서 (020)준위로 천이 하면 9.6 μ 의 광량자를 방출하는 것의 두가지가 있으나 주로 10.6 μ 의 레이저 천이가 강하게 일어난다⁴⁾.

기저상태에서 (001)준위로의 여기에너지는 약 0.2912 eV로서 He-Ne 레이저의 20.5eV, Ar레이저의 35.5eV에 비하여 훨씬 낮고 이때의 양자 효율은 약 40%로서 이 시스템자체가 다른 종류의 레이저에 비하여 수십배의 수전배의 동작효율에 도달할 수 있다는 가능성을 가지고 있다.

CO₂ 분자의 각 진동준위는 다시 미세한 회전준위로 구성되어 있어, 레이저 천이는 두개의 진동준위에 속하는 두개의 회전준위 사이에서 일어난다. 회전 에너지 준위는 회전양자수 J에 의하여 불연속적인 값을 가지며 그 간격은 상온에서의 분자운동 에너지보다 작기 때문에 각 진동준위에서의 회전 준위들은 볼츠만 분포를 이루고 있다. 진동에너지 준위가 다른 준위로 천이 될 때 회전양자수 J값의 변화는 ± 1 만이 허용되는데, 이는 양자역학의 선택율에 기인하는 것이며 여기서 J가 +1만큼 증가하는 천이를 P-분기, 감소하는 천이를 R-분기라고 한다. CO₂(001)→CO₂(100)천이의 경우 P18(10.57 μ), P20(10.59 μ) 및 P22(10.61 μ) 등의 강한 선이 나타나는데⁵⁾, 이들중 한가지 파장으로 레이저 발진이 되면 그 상위 레이저 준위의 진동-회전준위 분자밀도는 줄어들지만, 이 준위에 인접한 다른 회전준위로부터 충돌에 의하여 분자가 보급되므로써 레이저 작용은 최초 생겼던 만큼 강한선이 지속된다.

방사적 또는 충돌의 이완을 포함해서 진동준위의 수명은 약 10^{-8} 초이고 반면 회전준위의 수명은 약 10^{-7} 초 정도로 작아서 진동준위의 수명동안 분자는 매우 많은 회전열화충돌을 겪으므로 레이저 발진을 하는 회전준위의 분자밀도가 줄어들면 곧 인접 회전준위의 분자들이 이를 채우면서 볼츠만 분포의 평형을 유지하게 된다. 이러한 결과로 연속출력 CO₂ 레이저의 출력은 (001)→(100) 대의 1개의 회전천이에서 일어날 수 있게 만들 수 있으며, 극히 단색적이고 Coherent 하다.

반전분포를 이루어 주는 펌핑작용은 주로 전기방전



<그림 3> 회전준위에 대한 분자밀도 분포

에 의한 전자의 운동 에너지가 기저상태에 있는 CO_2 분자들을 여기시켜 이루어지며 그 메커니즘은 <그림 4>에서와 같이 주로 4가지로 해석된다⁶⁾.

전자들은 CO_2 분자들과 충돌하여 $(00\nu_3)$ 준위로 여기시키는데 ν_3 의 에너지 준위는 거의 같은 간격으로 사다리처럼 되어 있으므로 $\text{CO}_2(00\nu_3)$ 분자와 $\text{CO}_2(000)$ 분자간의 충돌은 여기된 분자로부터 비여기된 분자로 진동에너지의 효율적인 분배를 하게 된다.

$\text{CO}_2(00\nu_3)$ 분자는 ν_3 진동모드의 양자 1개를 잃으며 $\text{CO}_2(00\nu_3-1)$ 분자가 되고 $\text{CO}_2(000)$ 분자는 양자 1개를 얻어 $\text{CO}_2(001)$ 분자가 되는데 이 과정에서 에너지의 재분배는 서로 공명을 일으키게 되므로 $\text{CO}_2(00\nu_3)$ 분자가 $\text{CO}_2(001)$ 분자로 비광자 방출되는 천이의 효율은 매우 높게 된다. 그러나 전자는 CO_2 분자를 ν_3 모드가 아닌 ν_1 또는 ν_2 의 모드로도 여기시킬 수가 있으므로 ν_3 만으로의 선택적 여기방법을 위하여 질소 기체를 섞어준다. 질소는 2원자 분자이기 때문에 한가지의 양자수(V)로 진동상태가 주어지며 전기방전으로 쉽게 $V=0$ 준위에서 $V=1$ 준위로 여기된다. $\text{N}_2(V=1)$ 분자의 여기에너지 (0.2889eV)는 $\text{CO}_2(001)$ 분자의 여기에너지와 거의 같으므로 $\text{N}_2(V=1)$ 분자와 $\text{CO}_2(000)$ 분자간의 충돌은 에너지의 공명전달이 되어 능률적으로 CO_2 를 여기시킨다. <그림 2> $\text{N}_2(V)$ 의 경우도 그 에너지 준위 간격이 거의 등간격으로 되어 있어 기저상태의 CO_2 와 충돌할 때 에너지의 다른 손실이 없이 CO_2 를 (001) 준위로 여기시키고 그들은 $\text{N}_2(V-1)$ 로 천이된다.

하위 레이저 준위의 분자들은 다시 상위 레이저 준위로 여기되기 위하여 그리고 반전분포 비를 크게하기 위하여 빨리 기저상태로 돌아가야 한다. $\text{CO}_2(100)$ 준위의 에너지는 $\text{CO}_2(010)$ 준위 에너지의 거의 2배가 되므로 $\text{CO}_2(100)$ 과 $\text{CO}_2(000)$ 의 충돌은 다시 에너지 공명 전달을 일으켜 2개의 $\text{CO}_2(010)$ 로 된다.

$\text{CO}_2(010)$ 의 감쇄여기도 역시 충돌에 의해서 지배되는데, 이번에는 다른 기체나 레이저 관의 냉각벽에 충돌하여 운동에너지로 전환하는 비공명적인 것이다. 때문에 $\text{CO}_2(010)$ 의 감쇄여기는 느려질 수 있으며 여기와 감쇄여기의 전회로에서 장애를 초래할 수 있다. 이 감쇄여기가 진행하는 율은 다른 입자의 성질에 달려있다. 예를들어 CO_2 자신은 1torr압력에서 매초 약 100번의 감쇄여기 충돌을 하는 반면 He 원자는 같은 압력에서 매초 약 4000번의 감쇄여기 충돌을 한다. 그러므로 $\text{CO}_2\text{-N}_2$ 레이저 시스템에 He를 첨가하면 출력과 효율을 더욱증가시키는 한 방법이 된다.

He 기체는 $\text{CO}_2(010)$ 의 감쇄여기율을 증가시키며 전자 충돌과정에서 질소분자의 진동여가율에 기여함으로써 간접적으로 CO_2 분자의 여기율을 증가시키기도 한다.

$\text{CO}_2(010)$ 의 에너지 준위는 686°C 의 운동에너지(0.0827eV)에 해당하므로 이들을 냉각하기 위하여 기체 자체를 흘려 주는 방법이 있다.⁸⁾ 이 때는 CO_2 가 분해하여 생기는 CO , O_2 및 N_2O 등 폐기 가스들을 배기하고 신선한 기체들을 주입하게 되므로 레이저 작용을 원활히 하여 주는 역할도 한다.

EXCITATION MECHANISMS

- A. $\text{CO}_2(\text{OOO}) + e + \text{K.E.} \longrightarrow \text{CO}_2(\text{OOI}) + e$
 B. $\text{CO}_2(\text{OOI}_3) + \text{CO}_2(\text{OOO}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{OOI}_3) + \text{CO}_2(\text{OOI})$
 C. $\text{N}_2(V=1) + \text{CO}_2(\text{OOO}) \longrightarrow \text{N}_2(V=0) + \text{CO}_2(\text{OOI})$
 D. $\text{N}_2(V) + \text{CO}_2(\text{OOO}) \longrightarrow \text{N}_2(V-V') + \text{CO}_2(\text{OOV})$

<그림 4> CO_2 분자의 여기과정 및 감쇄여기과정

III. 실험 및 결과

실험 장치는 길이 5m의 광학대 위에 길이 3m되는 레이저 관을 고정하고 고압 정류장치와 기체 혼합장치는 <그림 5> 같이 설치 하였다.

1. 레이저 캐비티

길이 123cm, 내경 2.24cm되는 Pyrex관 2개를 연결 하여 중앙에는 접지 전극을, 양끝에는 (-)의 고전압 전극을 연결 하였다. 양끝의 전극에서 유리관으로 20cm를 연장하여 늦춰진 주름상자를 연결하고 그 끝에 전반사 거울을, 다른편에는 반투과 거울을 달아서 조정 나사와 He-Ne레이저 빔을 사용하여 두 거울의 평행성을 맞추었다. 전반사 거울은 곡률반경 10m, 흡수율 0.3%인 실리콘 오목거울을 사용하고 반투과 거울로서는 곡률반경 10m, 흡수율 0.3%, 투과율 16.4%인 GaAs를 사용 하였다. 각기 Pyrex관에는 다시 내경 4.8cm, 길이 110cm의 P.V.C. 관을 씌워 냉각수가 흐를 수 있도록 하였다.

전극은 늦춰진 만들어 외부에 구리판으로 된 원통을 씌우고 그속에 물을 넣어 방전시의 온도상승을 저지 하였다.

2. 전원

고압 전원으로서의 최대 전압 11.4KV 전류가 3A되는 변압기를 사용하고 정류소자는 1N5408(PIV 1KV, 3A) 140개를 연결하여 브릿지 정류회로를 만들어 콘테스터로 평활 시켰다. 레이저 발전기의 방전 전류를 안정화 하는때에는 전극과 적열로 저항을 연결하였는데 기체압력이 6Torr 일때 전압 11KV, 저항 30K Ω 에서 45mA의 안정된 전류를 유지할 수 있었다.

3. 기체 혼합

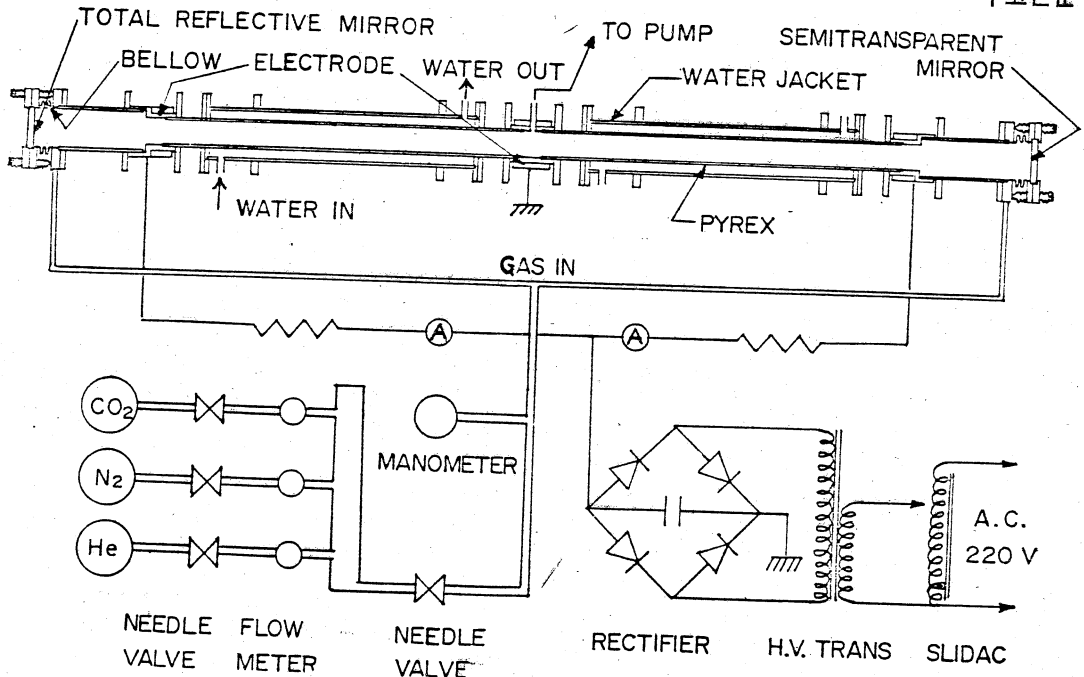
압력 150기압 용적 6400되는 봄베에서 나온 기체들은 각각의 유량계를 거친후 혼합되어 레이저 발전기

양끝으로 주입되었으며 니이들 밸브로 압력을 조정하였다. 유량계는 Matheson Gas Products의 Rotameter Tube No.603 을 사용하였다. 배기펌프는 펌핑속도 20l/min 및 도달압력 10^{-4} Torr 인 로타리 진공 펌프를 사용하여 레이저 발전기 중앙으로부터 배기 하였다. 펌프의 Through Out는 6Torr에서 약 15,000l- μ /sec 이며 이때 레이저 캐비티 내의 기체유속은 약 0.6m/sec 가 된다.

4. 출력 측정

출력 측정은 원추형으로 된 흑색 구리판 표면에서 레이저 빔의 에너지를 흡수하여 상승된 물의 온도를 측정 하므로써 열량을 계산 하였으며 <그림 6>과 같이 설치 하였다. 원추는 두께 0.15mm 인 구리판을 써서 내경과 높이가 각각 3.8cm 및 12cm 그리고 4.4cm 및 14cm 되게 두겹으로 만들고 안쪽 벽에는 Glyptal Black Paint 를 칠하였다. 두겹의 원추 사이로는 증류수를 흐르게 하였으며, 입구와 출구에서의 온도차 측정은 구리-콘스탄탄 열전대를 부착한 Texas-Instruments의 FWS 10mV 기록계로 하였다. 열전대의 온도 특성은 증류수의 빙점과 비등점을 비교하여 표준화 하였으며 기록계의 온도 측정오차는 상온에서 $\pm 0.25^\circ\text{C}$ 이었다. 출력계 자체의 열손실을 줄이기 위하여 원추의 외벽을 Styrofoam 으로 둘러싸고 흐르는 물의 입구에서의 온도는 실온으로 유지 하였다. 물의 유량을 일정하게 하기 위하여 정수압 장치를 사용 하였으며, 유량 측정은 메스플라스크와 초시계로 하였고, 측정 오차는 유량이 0.78cm³/sec 일때 ± 0.0049 cm³/sec 이었다. 두겹의 원추 사이에는 전기적으로 절연된 저항선을 감았으며 그 저항은 20.89 Ω (실온) 이었다.

저항선의 전기입력과 온도와의 관계를 구하여 출력계의 특성을 나타내는 실험식을 만들었으며 이 식으로 레이저빔의 출력을 결정 하였다. 출력 60W 부근에



<그림 5> 연속출력 CO₂ 레이저장치의 총괄도

서 측정오차는 $\pm 0.9W$ 이었으며 입상시간은 약 15초 이었다.

IV. 결과 및 논의

1. 레이저 출력

레이저 발진기에 에너지 W 인 빛이 입사되어 레이저 증폭을 할때 에너지 증폭은 다음과 같이 표시된다. 9)

$$\frac{dW(\nu)}{dt} = \frac{GW(\nu)}{1 + \left(\frac{\Delta\omega}{\delta_{mm}}\right)^2 SW(\nu)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

여기서 $\Delta\omega: 2\pi(\nu_0 - \nu)$

ν_0 : 발진기의 공명 주파수

ν : 입사된 빛의 주파수

G : 이득

S : 포화 이득 상수

δ_{mm} : 상위 에너지 준위에서 단위 시간당 천이 하는 각종 확률의 합이다. 출력 렌즈의 투과도가 T , 렌즈와 거울에서의 흡수도가 A 라고 하면 에너지의 감소는

$$\frac{dW(\nu)}{dt} = -((A+T))W(\nu) \quad \dots\dots\dots (2)$$

이다. Noise에 의하여 자기 발진이 시작되고 에너지 증폭이 포화상태가 되었을 때 $\nu = \nu_0$ 이고 에너지의 증가와 감소는 일치하게 되므로

$$(A+T)W = \frac{GW}{1+SW} \quad \dots\dots\dots (3)$$

이 되며 이때 레이저 출력 P 는

$$P = TW = \frac{T}{S} \left(\frac{G}{A+T} - 1 \right) \quad \dots\dots\dots (4)$$

이 된다.

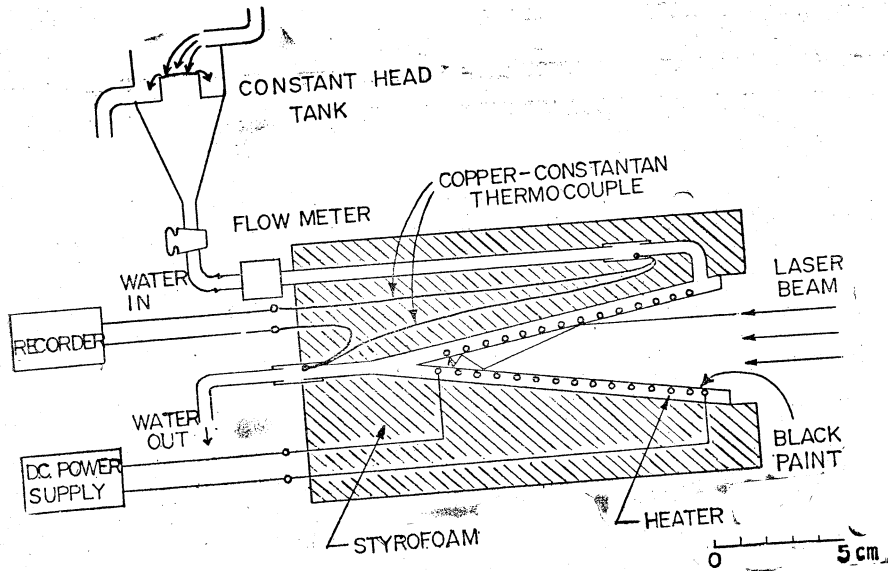
이득 G 와 포화 이득상수 S 는 기체 혼합 비율, 유속, 압력, 온도, 방전전류 및 관의 크기에 따라 달라지며¹⁰⁻¹⁸⁾ 본 실험에서는 압력 6 Torr, 기체유속 0.6m/s ec, 외벽온도 16°C, 관의 크기 2.24cm ϕ ×248cm에서 기체 혼합비에 대한 최적 전류와 그때의 출력을 측정하였다.

기체 혼합 비율은 Flow Rate로 CO₂: N₂: H₂=1: 2: 5일때 최고의 출력을 얻을 수 있었으며 이때의 전류는 52mA 출력은 TEM₀₀모드에서 58.8 $\pm$ 0.9W이었다. 다시 기체압력을 증가시켜 10Torr를 유지 하였을때 방전전류 55mA에서 약 100W의 출력을 얻을 수 있었으며 이때의 동작효율은 약 10%이다. 본 실험장치의 약100W 레이저 출력을 오목거울로 직경 1mm되는 가는 빔으로 집속하여 두께 0.8mm되는 강철판에 구멍을 뚫을 수 있었다.

2. 논의

CO₂레이저의 출력을 증가 시키기 위하여서는 근본적으로 다음 3가지 방법을 들수 있다. 첫째 레이저가 작용하는 체적을 증가시킨다. 둘째 분자의 밀도를 증가시킨다. 셋째 냉각 속도의 증가 등이다.

체적을 증가시키는 경우 관의 직경이 11mm에서 44



<그림 6> 레이저 출력계

mm인 범위에서는 환경과 출력이 거의 무관하며 그 이상에서는 출력이 환경에 반비례 하는데¹⁹⁾, 이것은 냉각의 비능률 때문이다. 관의 길이에 대해서는 일반적으로 80W/m의 출력을 얻고 있으며 따라서 그 길이를 증가하면 출력도 증가하게 되는데 Raytheon Company에서의 경우 600feet길이로 연속 8.8KW의 출력을 생산했다. 길이의 증가 문제는 작은 토막들을 여러개 접음으로써 실제 광학적 경로는 길게하고 전체크기는 소형화시킬수 있다²⁰. 분자의 밀도를 증가시키는 경우 기체 방전을 유지하기 위한 전압은 10~50V/cm Torr가 필요하므로 길이 1m 관의 내압이 800Torr일때 8×10^5 배지 4×10^6 V가 필요하게 된다. 이러한 전압은 실제 가동하기가 매우 어려우므로 전압을 낮게 하여 수직으로 가로질러 방전시키는 방법이 있으며, 이때 전 길이에 대하여 균일방전이 일어나도록 하는것은 전극 구조에 대한 기술적인 문제이다.

기체 냉각에 대해서는 단순히 관벽과의 충돌에 의해서 이루어지는 확산냉각(Diffusion Cooling)과 강제 순환에 의하여 이루어지는 대류냉각(Convective Cooling)이 있다. 확산냉각의 경우 출력은 약 100W/cm²에서 포화되지만 대류냉각의 경우는 기체의 압력과 속도에 비례하게 되어²¹⁾ 100Torr에서 초음속으로 기체를 흘려주면 수 KW의 출력도 가능해진다. 고속으로 기체를 흘려주면 강제 순환에 의하여 하위 에너지 레벨의 분자분포를 줄이고 신선한 기체의 주입으로 펌핑 능력이 향상되는데 반면 기체의 소모량이 크므로 이기

체들을 열교환기로 냉각한 후 다시 사용하는 폐순환 회로도 있다. 이때의 문제점은 방전할때 CO₂가 CO와 O₂로 분해되어 점차로 기체가 불순해 지는 것인데 이것을 방지하기 위하여 수소 또는 Xe 기체를 소량 주입하는 방법 등이 제안되고 있다²²⁾.

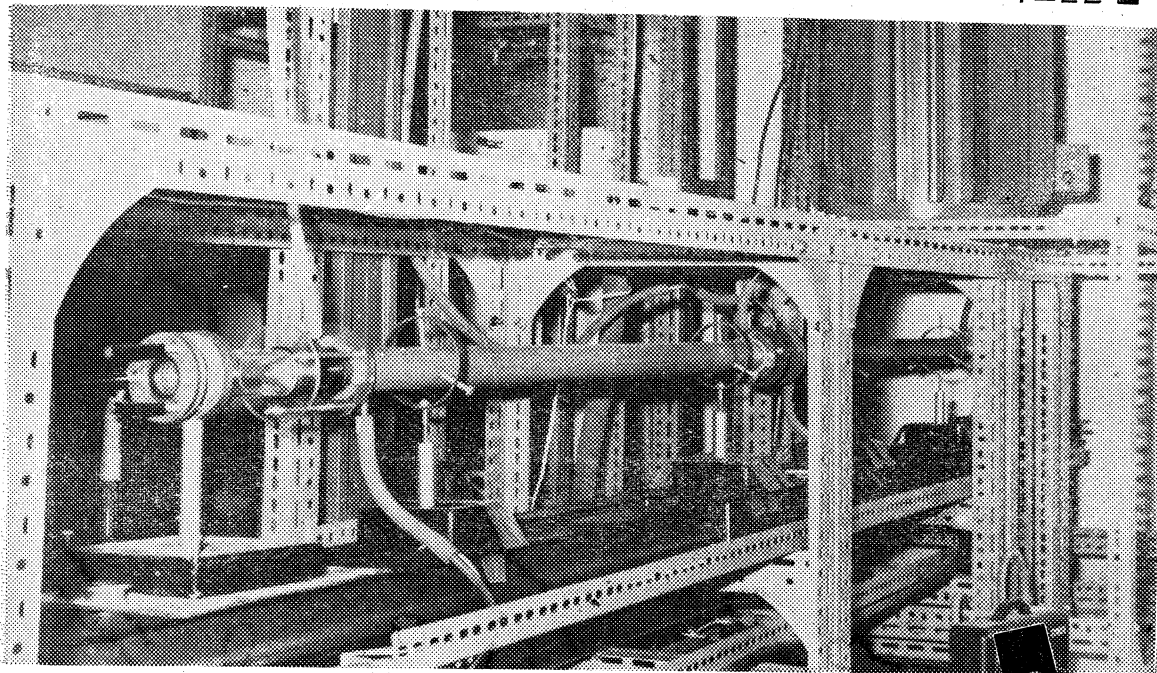
이 밖에 출력의 증가에 따르는 재료의 문제는 출력 렌즈의 흡수율에 대한 것이다. 현재 흔히 사용하고 있는 GaAs의 경우 흡수율은 cm당 0.3%(200~500°K)인데 출력이 수십 KW로 증가될 경우 렌즈가 흡수하는 열은 수백 W에 달하므로 렌즈의 냉각방법도 큰 난제이다.

원자핵 공학과 실험실에서는 이미 열거된 여러가지 문제점들을 감안하여 소형으로 수 KW의 연속출력을 얻을 수 있는 CO₂ 레이저 시스템을 설계하고 있으며, 이것이 성공될 경우 cm 두께의 철판은 이 레이저 빔에 의하여 무난히 절단 가공될 수 있을 것으로 예상된다.

V. 결 론

직경 2.24cm, 길이 2.48m의 레이저 관에서 두 거울의 빛 흡수율이 각각 0.3%이고 출력거울의 투과율이 16.4% 일 때 레이저 출력이 최대가 되는 기체혼합은 Flow Rate 비로 CO₂:N₂:He=1:2:5 일 때이며 내압 6Torr, 전류 52mA 관벽의 온도 16°C, 기체유속 0.6m/sec에서 최대 출력은 58.8 ± 0.9 W이었다.

내압이 10Torr일 때 전류 55mA에서 출력은 약 100W로 증가하였으며 이 때 동작효율은 약 10%이다.



<그림 7> 실험중인 연속출력의 CO₂ 레이저

출력을 측정하기 위한 Cone-Flow 열량계는 온도상승에 대한 복사 및 전도열을 보정하여 줌으로서 60W 부근에서 1.5%내의 오차로 레이저 출력의 절대값을 측정할 수 있었다.

본 실험장치에서 내압을 증가시켜 방전 전극을 개조하고 고속의 기체 흐름장치를 개선하면 효율과 출력은 크게 증가할 것으로 예상된다.

본 실험은 원자핵공학과 박혜일 교수님과 정기형 교수님의 지도로 이루어 지고 있으며 두 교수님에게 감사드리는 바이다.

<Reference>

- 1) C.K.N. Patel, 8-(1) and R.A. McFarland, *Bull. Am. Phys. Soc.*, p.500 (1964)
- 2) G.J. Desenberg and J. A. Merritt, *Appl. Opt.*, 6, 1541 (1967)
- 3) E.T. Gerry, *IEEE Spectrum*, 7, 51 (1974)
4. C.K.N. Patel, *Phys. Rev. Lett.*, 12, 588(1964)
- 5) C.K.N. Patel, *Phys. Rev.*, 136, A1187 (1964)
- 6] C.K.N. Patl, *Phys. Rev. Lett.*, 13, 617(1964)
- 7) G. Moeller and J. D. Rigden, *Appl. Phys. Lett.*, 7, 274 (1965)
- 8) C. K. N. Patel, P. K. Tien, J. H. McFee, *Appl. Phys. Lett.*, 7, 274 (1965)
9. A.L. Bloom, *Gas Lasers*(John Wiley and Sons Inc. New York 1968) p.33
- 10) B. A. Lengyel, *Lasers* (Wiley-Interscience, New York, 1971) p.337
- 11) P.K. Cheo, *J. Appl. Phys.*, 38, 3563 (1967)
- 12) W.L. Nighan, *Phys. Rev.*, A2, 1989 (1970)
- 13) T.A. Cool and J.A. Shirley, *Appl. Phys. Lett.* 14, 70(1969)
- 14) R. Targ and W. B. Tiffany, *Appl. Phys. Lett.* 15, 302 (1969)
- 15) T.F. Deutsch, F.A. Horrigan, and R.I. Rudko, *Appl. Phys. Lett.*, 15, 88 (1969)
- 16) T.J. Bridges and C.K.N. Patel, *Appl. Phys. Lett.*, 7, 244(1965)
- 17) C.J. Buczek, R.J. Freiberg, P.P. Chenausky, and R.J. Wayne, *Proc. IEEE*, 9, 695(1977)
- 18) D.C. Smith and J.H. McCoy, *Appl. Phys. Lett.*, 15, 282(1969)
- 19) P.K. Cheo, *IEEE J. Quant.*, 3, 683(1967)
- 20) T. S. Fahlen, *IEEE J. Quant. Electr.*, 115 848 (1975)
- 21) A.J. Demaria, *Proc. IEEE*, 61, 731 (1973)
- 22) P.O. Clark and J.V. Waba, *IEEE I. Quant. Electr.*, 4, 263 (1968)

Mirage

—SCIENTIFIC AMERICAN에서—

金 性 洙 譯

—사막이나 또는 바다에서 나타나는 여러가지 形態의 신기루는 媒介物인 空氣나 流體의 光學 性質에 의해 說明되어 진다.—

1906年 Robert E. Peary 라는 사람이 北極으로 航海할 때 Axell Heiberg Land 의 북쪽 끝에 있는 토마스 하버드 만에서 북쪽으로 120마일 쯤 되는 거리에 눈에 덮인 산이 있는 것을 보았다. 後에 그는 다시 엘스미얼 섬에 있는 콜럼비아만에서 그와 똑같은 것을 보았다. 이보다 먼저 1913年 크로커랜드로 가던 探險隊의 隊長이었던 Donald B. MacMillan 은 이와 비슷한 現象을 보았다. 探險隊가 크로커랜드가 있다고 假定한 곳에 접근할 때 그들이 찾고 있던 크로커랜드와 비슷한 땅이 그들 앞에 보여진 것이다. MacMillan 은 그때를 이렇게 회상하였다. “그것에 대해서는 의심할 여지가 없다. 위대한 天國의 땅이다. 언덕과 계곡 눈에 덮인 山頂이 120° 가량 傾斜를 이루며 펼쳐 있다.” 그러나 그들은 北極 얼음 위로 아무 것도 보지 못한 채 30마일 가량 探險했다. 크로커랜드는 신기루였다. Peary와 MacMillan은 의심할 여지없이 아주 거대한 모양의 신기루(Fata Morgan)를 보았던 것이다. Fata Morgan은 아아더 王의 전설에 나오는 아아더 王의 동생인 Fairy Morgan으로 空中에 城을 지을 수 있는 魔術을 지녔다하여 이 이름을 붙인 것이다. Fata Morgan을 처음으로 目擊한 사람은 이탈리아 牧師 Father Angelucci이다. 그는 그의 동료들에게 다음의 內容이 들은 便紙를 보낸 적이 있다. “1943年 8月 14日 아침 나는 이탈리아 남단에 위치한 리고市로부터 메시나 해협을 쳐다보고 있을 때 시실리 해안을 적시는 바다가 일어나서는 어두운 빛을 발하는 산맥을 形成하였다. 산맥의 正面에 회색의 4미터 높이의 물기둥이 나타났다. 그다음 그 물기둥은 반으로 줄어들고 로마의 수도처럼 弦을 만들었다. 그것은 수도 위로 창

과 탐을 가진 城을 보여 주고는 사라졌다.” 이와같은 이상한 現象이 일어나는 理由를 알기 위해서는 비교적 간단한 모양의 신기루를 조사해 볼 필요가 있다. 이와같은 신기루의 대표적인 例는 1922年 시애틀 해변가와 외항선 사이의 바다 위를 걸고 있는 두 少年을 사진으로 찍음으로써 얻을 수가 있었다.

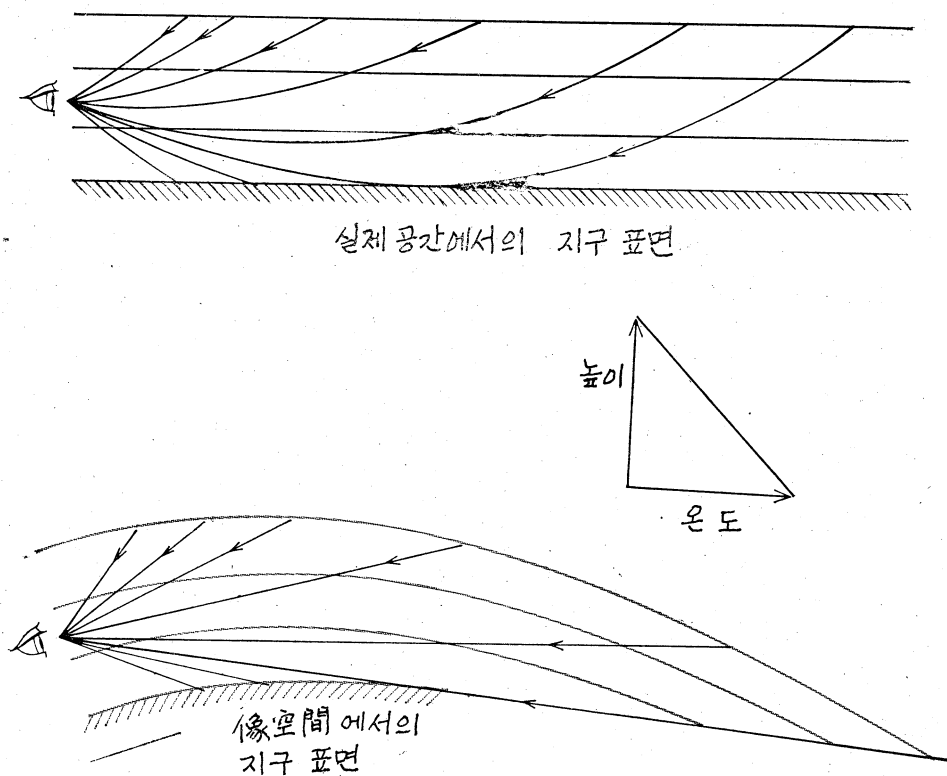
이 두 少年의 신기루는 Fata Morgan과는 다르다. 크로커랜드의 산 Angelucci에 의해 보여진 城과 수도는 根源 物體가 없지만 물 위를 걷는 少年들은 실제로 存在한다. 즉 그들 주위에 있는 大氣의 一部가 렌즈 구실을 해 太陽 光線이 그 렌즈를 통과할 때 屈折 現象을 일으킴으로써 이러한 신기루를 形成하게 되는 것이다. 망원경이나 안경을 통해서 보이는 像이 환상이 아닌 것처럼 大氣렌즈를 통해 보이는 像도 환상이 아니다. TV 카메라에서 찍은 물체가 TV 스크린에서 약간 찌그러지게 보일 수 있는 것처럼 大氣 렌즈나 또 다른 렌즈를 통해 보여지는 像은 렌즈를 사용하지 않을 때의 物體와는 모양이 똑같지 않을 수도 있다.

Mirage(신기루)라는 단어는 反射된다는 뜻의 佛語 se mirer로부터 나왔는데 신기루에서 보이는 像이 不規則한 거울에서 反射되어 보이는 것과 비슷하다 하더라도 反射의 概念은 신기루에는 적용되지 않는다. 大氣는 거울보다는 렌즈 구실을 해 그 렌즈를 통한 빛의 屈折에 의해 신기루를 만들어낸다. 그러면 大氣는 어떻게 해서 렌즈 作用을 하게 되는 것일까? 펜실베이니아 주립대학 氣象學 研究所에서 大氣의 構造와 性質 그리고 空氣를 통과하는 빛에 수반되는 제반 現象의 變化를 檢査하는 의도에서 大氣에 의해 像이 만들어지는 이 신비스런 의문점을 조사한 바 있다. 空氣의 屈折度는 空氣의 密度와 濕度에 의해 크게 左右된다. 그러나 濕度가 빛의 屈折에 미치는 영향은 매우 작기 때문에 무시해도 괜찮다. 空氣의 密度는 그것의 溫度

와 壓力에 依해 左右된다. 지금 이야기하고자 하는 신기루의 大部分은 壓力의 變化가 아주 작은 얇은 空氣層에서 일어난다고 할 수 있기 때문에 屈折度는 단지 溫度에 依存한다고 할 수 있다. 溫度가 높을수록 空氣의 密度는 낮아지고 屈折度도 작아진다. 溫度差가 커짐에 따라 屈折度 差도 커지고 屈折해서 휘어지는 빛의 量도 많아지게 된다. 空氣中の 溫度가 一定하다고 하면 빛은 일직선으로 나가게 된다 大氣 렌즈와 그것이 만들어내는 像의 性質은 大氣의 溫度가 높이에 따라 어떻게 變하는 가에 따라서 달라진다.

빛은 높이에 따른 溫度의 變化가 一定한 大氣를 통과할 때 포물선을 그린다. (그림1) 光線의 曲率은 光線에 대해 수직하게 測定했을 때의 溫度差에 비례한다. 따라서 光線은 溫度가 一定한 線을 따라 나아갈 때 가장 많이 구부러진다고 할 수 있다. 光線의 曲率은 像

을 형성시키는 要因이 된다. 光線은 항상 찬 공기(밀도가 큰)가 있는 쪽으로 휘어지기 때문에 像은 더운 空氣가 있는 쪽으로 이동하게 된다. 약 0.5km에서 5km에 이르는 거리를 쳐다 볼 때 像은 비로소 地球의 曲率에 依해 영향을 받는다. 이 問題를 고려해서 地球는 평평하다고 假定한다. 空氣中에 溫度差가 있으면 太陽 光線은 屈折을 그리며 통과하게 되는데 이러한 空間을 실제空間(real space)이라 한다. 그러나 신기루를 이해하기 위해서는 光線이 直線으로 통과하고 평평한 水平面이 屈曲을 이루는 변형된 상태를 假定하는 편이 좋은데 이러한 空間을 像空間(image space)이라 定意한다. 본란에서 취급하는 신기루는 大氣의 밑 부분 수 미터 범위에서 일어나는 특별한 모양의 溫度圖로 부터 나오는 像空間에서 토의된다. 높이가 올라감에 따라 溫度가 증가할 경우에는 水平面은 위로 오목



<그림 1> 실제空間과 像空間

하게 보이게 된다. 즉 그것은 쌍안경을 가지고 보는 觀測者로 하여금 넓고 얇은 그릇안에 들어있다는 인상을 주게 된다. 이것은 像이 物體의 원위치로부터 위로 移動하기 때문에 上진기루 (superior mirage)라고 한다. 반대로 下진기루 (inferior mirage)는 높이가 증가함에 따라 溫度가 낮아질 때 나타난다. 그때는 水平面이 위로 불룩하게 보이게 되며 觀測者가 얹어진 사발의 꼭대기에 있다는 인상을 주게 된다. 시야가 멀어짐에 따라 表面이 아래로 굽어져 있기 때문에 觀測者는 어떤 水平線 위의 表面은 볼 수 없게 되는데 그때 그 水平線을 視覺의 水平線(optical horizon)이라고 하고 이러한 現象을 陷沒(sinking)이라고 부른다. Puget Sound에서 두 少年이 물 위를 걷는 것처럼 보이는 것은 바로 이 下진기루 때문이다. 그들은 사실 썰물 시 물에 덮여있지 않은 모래사장 위를 걷고 있었다. 그러나 그들의 발과 모래사장은 視覺의 水平線 위에 있었으므로 보이지 않았다. 이와같은 條件을 만족시키는 溫度圖는 새벽의 바다의 溫度分布와 비슷하다. 물은 밤 동안 열을 유지하고 있으나 육지는 일찍 식어버리게 된다. 따라서 차가운 空氣는 육지로부터 따뜻한 바다로 흐르고 바다 위에서 아래로부터 열을 받기 시작한다. 그래서 높이가 증가함에 따라 溫度가 감소하는 溫度圖를 形成하는 것이다.

像空間에서 像의 모양을 계산하고 싶어하는 數學者의 觀點에서 보면 上진기루와 下진기루의 차이점은 간단하다. 높이에 따라 溫度가 증가해 上진기루를 形成한다고 하면 表面은 거리가 멀어짐에 따라 위로 굽어지고 觀測者는 분명히 사발의 밑바닥과 같은 상태에 위치하게 된다. 下진기루를 얻으려면 그 상태를 반대로 하기만 하면 된다. 즉 높이에 따라 溫度가 감소하고 따라서 觀測者는 얹어진 사발의 꼭대기에 위치한다고 같아진다. 사발의 모양은 양쪽의 경우 똑같으나 觀測者에게는 다른 視界가 나타난다. 上진기루에서는 觀測者가 사발의 안을 보는 반면 下진기루에서는 사발의 바깥을 보게되어 視覺의 水平線 뒤로는 관측할 수가 없다. 氣象學者들도 마찬가지로 上진기루와 下진기루 사이에는 상당한 차이점이 있다고 주장하고 있다. 왜냐하면 높이에 따라 溫度가 증가하는 氣象條件은 反對效果를 나타내는 氣象條件과 다르기 때문이다. 上진기루와 下진기루의 一般的 性質에 관해 조사했으니까 이번에는 그것의 行動에 대해 자세히 관찰해 보자. 여기서의 疑問點은 像이 확대되느냐 축소되느냐 하는 것이다. 높이에 따라 溫度差가 一定하다면 像의 확대는 나타나지 않는다. 그러나 실제로 地表에서 수미터 범위 안의 大氣에서는 一定한 溫度差를 거의 찾아 볼 수가

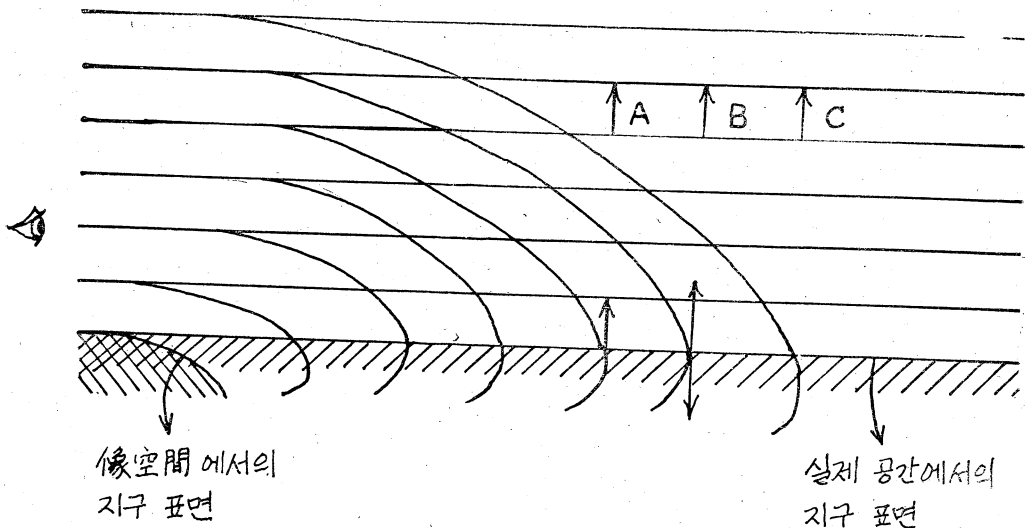
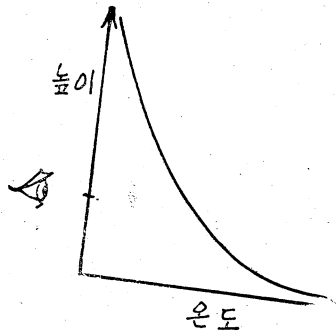
없다. 地表 가까이 溫度圖를 構成하는 基本的 機構는 地表와 大氣 사이의 熱交換이다. 地表 가까이 數 센티미터 사이의 大氣안에서는 熱은 主로 分子 輻射와 傳導에 依해 전달된다. 위로 올라갈수록 自由傳導에 의한 熱交換의 比重이 커진다. 이러한 熱傳達이 이루어지기 위해서는 空氣中에 溫度差가 있어야 한다. 보통 溫度差는 地表 附近에서 最大이고 높이에 따라 감소한다. 이런 結果에서 나온 溫度圖에는 曲率이 存在하게 되고 이 曲率은 像을 확대 축소하는 要因이 된다.

Stooping 像이 축소돼서 나타날 때 붙여지는 명칭은 溫度가 증가함에 따라서 溫度差가 감소할 때 나타난다. 이와같은 상황은 맑은 날 오후 호숫가에서 자주 나타난다. 땅 附近에서 더워진 空氣는 차가운 물위로 운반돼서 아래로부터 식는다. 가장 큰 溫度差와 가장 낮은 溫度는 물의 表面에서 나타나며 높이가 올라감에 따라 溫度差는 감소하고 溫度는 증가한다. 따라서 上진기루가 나타나는 狀態와 같아지게 된다. 즉 像은 物體의 위치로부터 위쪽으로 이동해 나타나고 物體의 밑부분은 윗부분보다 더 심한 溫度差를 가지고 있기 때문에 윗부분보다 더 빨리 이동해서 결과로 나타나는 像은 줄어든 狀態가 된다. 해변가에서 멀리 떨어진 경치를 觀測할때 이와같은 現象을 자주 볼 수 있다. 수평의 溫度差는 거의 무시할 수 있기 때문에 測面으로 像이 축소되지는 않는다. 멀리 떨어진 바다위의 배를 쳐다볼 때 그 배는 고정된 폭을 유지하는 반면 높이는 점점 작아져 보이는 것이 바로 이 때문이다.

Towering 像이 확대될 때 붙여지는 名稱은 溫度와 溫度差가 함께 증가할 때 일어난다. Towering은 大部分 下진기루를 수반한다. 地表가 그위에 있는 空氣보다 온도가 더 높을 때 그 空氣는 아래로부터 더워지기 때문에 最大溫度와 最大溫度差는 溫度圖의 밑부분에 위치하게 된다. 그리고 둘 다 높이가 올라감에 따라 감소하게 된다. 이러한 條件은 새벽의 호수, 또는 저녁 늦게 太陽熱을 받은 땅 위에서 나타나는데 地表에 가까와짐에 따라 溫度가 증가할 때 멀리 떨어진 物體의 像은 아래쪽으로 움직이게 된다. 그러나 物體의 밑부분이 더 큰 溫度差를 통해 보이기 때문에 윗부분보다 더욱 더 아래로 옮겨진다. 물위를 걷는 두 少年을 찍은 사진은 이 現象을 說明해 준다. 그들 둘은 카메라로부터 상당히 멀리 떨어져 있음에도 불구하고 배 위에 타고 있는 사람들보다 더 크게 보이는데 이것이 바로 Towering 現象이기 때문이다.

진기루에서 像은 여러 개로 나타날 수 있다. 多像진기루의 대표적인 예는 사막의 오아시스이다. 그러면 먼저 二像진기루부터 조사해 보자. 二像진기루가 存

在하는 條件은 타워링(Towering)의 경우와 같다. 즉 溫度와 溫度差는 함께 증가하여야 한다. 그러나 二像 신기루때의 溫度圖는 타워링보다 더 큰 曲率을 갖는다. 또한 下신기루 效果는 前述한 바와 같이 땅 또는 물의 表面에서 溫度差가 증가할 때 일어난다. 光線이 이와 같이 溫度差(溫度傾斜)가 큰 地域을 지나갈 때 너무나 세게 굽어져서 멀리 떨어진 物體의 밑부분에서 나온 빛은 시선에 들어오지 않고 대신에 시선을 物體의 上部와 연결시켜 도립상(inverted image)을 만들어 낸다. 觀測者가 시선을 위로 올릴 때 따라 그는 溫度傾斜가 작은 大氣地域을 보게 된다. 따라서 光線이 덜 강하게 굽어지기 때문에 그것은 시선을 物體의 上部보다는 下部에 연결시킨다. 二像 下신기루(two-image inferior mirage)의 상태도(그림 2)를 보면 여러개의 表面層이 무한히 먼 거리에 이르지 않는다는 것을 알 수 있다.



<그림 2> 二像 신기루를 형성하는 像空間

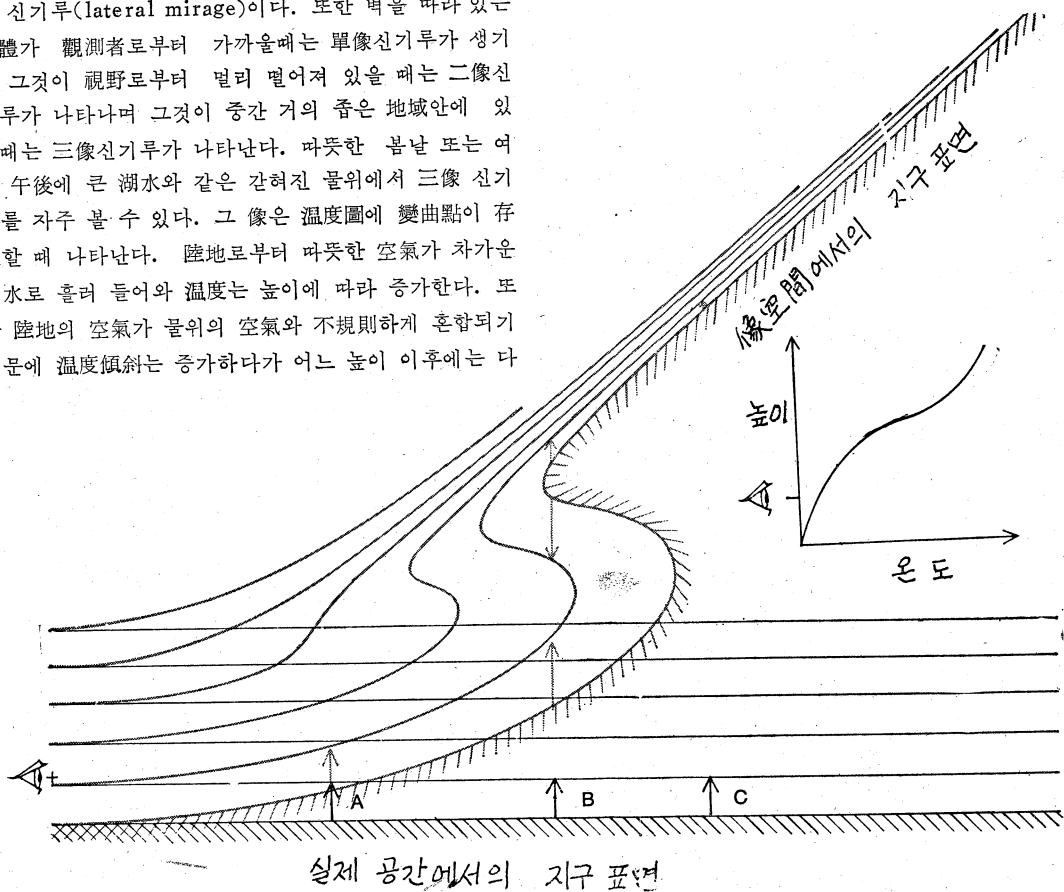
제일 아래 表面이 視覺의 水平線에 도달했을 때 다른 面은 그것의 높이에 따라 증가해서 더 먼 거리에 도달하게 된다. 그리고 面이 접어져 들로 나타나기 시작하는 거리에서 사라진다. 어떤 높이의 溫度面에 있는 物體가 觀測者로부터 멀어짐에 따라 처음에는 單像, 다음에는 二像으로 나타나나 그 이상의 거리에 있는 物體는 보이지 않게 된다. 사막에서 점점 멀어져 가는 사람이 발부터 보이지 않게 되는 것은 이와 같은 現象 때문이다.

水面 가장자리까지의 거리는 視覺의 水平線까지의 거리와 같다. 그 거리는 地表에 와 닿는 最終 光線에 의해 決定되어지는데 그때의 光線은 地表에 접하게 된다. 觀測者가 앞뒤로 移動함에 따라 視覺의 水平線도 앞뒤로 移動하게 된다. 이것은 運轉士들이 차를 몰고 길가로 접근함에 따라 길위의 水面이 뒤로 후퇴하는 것처럼 보이는 現象과 비슷하다. 평평한 넓은 사막위의 水面도 觀測者가 移動함에 따라 움직인다. 사막에서 저녁때가 가까와 짐에 따라 溫度傾斜는 감소하고 光線의 曲率도 감소한다. 그리고 水面은 觀測者로부터 멀어진다. 때로는 觀測者가 앞에 보이는 光景이 실제로 물의 表面으로부터 反射되어 보이는 것인지 아니

■ 번역논문

면 그것이 신기루인지 분간하기 어려울 때가 있다. 특히 그것이 二像 下신기루가 실제 물위 表面 위에서 보일 때 더욱 그렇다. 만약 그것이 신기루라면 눈에 보이는 것은 觀測者의 視野가 上下로 移動함에 따라 크게 달라진다. 보이는 水平面은 觀測者가 무릎을 꿇을 때 그에게 가까와 진다. 따라서 섰을 때 보일 수 있는 物體는 보이지 않게 된다. 그러나 反射에 의한 現象은 이와 같지 않다. 온도도가 二像신기루의 條件과 溫度傾斜 증가 速度가 감소함을 만족시킬 때 三像신기루가 나타난다. 즉 이 말은 溫度曲線의 曲率이 溫度가 증가함에 따라 감소한다는 말과 같다. 이와 같은 溫度圖는 太陽熱을 많이 받고 있는 벽면의 空氣에서 볼 수 있다. 太陽이 벽위에 비칠 때 벽의 溫度는 올라가고 熱은 주위의 空氣로 전달된다. 벽으로부터 수m 부근에 溫度傾斜가 생기고 그때의 溫度變化는 水平의이기 때문에 像은 옆으로 옮겨진다. 이렇게 해서 생기는 것이 側面 신기루(lateral mirage)이다. 또한 벽을 따라 있는 物體가 觀測者로부터 가까울 때는 單像신기루가 생기고 그것이 視野로부터 멀리 떨어져 있을 때는 二像신기루가 나타나며 그것이 중간 거의 좁은 地域안에 있을 때는 三像신기루가 나타난다. 따뜻한 봄날 또는 여름 午後에 큰 湖水와 같은 갠혀진 물위에서 三像 신기루를 자주 볼 수 있다. 그 像은 溫度圖에 變曲點이 存在할 때 나타난다. 陸地로부터 따뜻한 空氣가 차가운 湖水로 흘러 들어와 溫度는 높이에 따라 증가한다. 또한 陸地의 空氣가 물위의 空氣와 不規則하게 혼합되기 때문에 溫度傾斜는 증가하다가 어느 높이 이후에는 다

시 감소하게 된다. 따라서 溫度曲線의 曲率은 높이에 따라 감소하고 溫度傾斜가 最大인 點에서 없어진다. 바로 이點이 變曲點이다. 大氣 렌즈를 통해 물의 表面을 보았을 때 그 表面의 모양은 S자처럼 굽어져 보이게 된다(그림 3). 그림 3에서 볼 수 있듯이 物體가 觀測者로부터 멀어짐에 따라 像의 모양과 수가 변하는 것을 알 수 있다. 그리고 物體가 表面이 접어지는 곳에 위치할 때 3個의 像이 나타난다. 그러나 溫度圖에 變曲點이 있다고 해서 반드시 3個의 像이 나타나는 것은 아니다. 變曲點 부근의 溫度傾斜가 三像 신기루가 나타날 때보다 더 완만하다면 물의 表面은 접어지지 않고 單調增加 曲線과 같은 모양이 되는 데 變曲點 부근에 物體가 위치할 때 그 物體는 굉장히 확대되어 보인다. 이것이 Fata Morgan를 形成하는 要因이 된다.



<그림 3> 三像신기루를 형성하는 실제공간과 像空間

<금 속 三>

時間의 화살

by Ravid Layzer

譯 崔 成 萬

왜 시간은 거꾸로 흐르지 않는가? 그 해답은 분명히 과거와 미래를 구별짓지 못하는 自然法則에 있지 않고, 초기의 우주를 지배하던 조건에 있는 것이다.

과거를 미래와 구별하기는 쉬운듯이 보인다. 기억은 우리에게 과거의 기록을 제공하지만 미래에 대해 우리는 아무것도 알 수 없다. 그러나 사건들이 가장 기본적인 물리법칙에 따라 해석될때, 과거와 미래의 구별은 사라진다. 직관적으로 우리는 세계가 공간적으로 확장되었지만 시간적으로는 펼쳐져(unfolding) 있다고 지각(知覺)한다. 원자단위로 보면 세계는 시간과 공간적으로 확장된 4차원 연속체이다. 우리는 특정순간인 現在에 특별한 의미를 부여하는데 그 현재란 가능성을 현실 속에서 연속적으로 변환하여 그 자국으로서 사라진 과거를 남기는, 파도의 물마루같은 것으로 보여진다. 微視物理學은 어느 순간에도 특정한 자격을 부여하지 않으며, 다만 과거와 미래의 方向을 약하게 구별지를 따름이다.

세계가 시간적으로 펼쳐져 있다는 직관적 인식은 다만 주관적이라고 일축할 수는 없다. 그것은 생물학적 지리학적, 천문학적인 과정들을 포함한 여러 과정 속에 객관적 側面을 갖고 있다. 그에 대한 증거는 기억 아래 있는 생리학적 과정, 유기체의 生長, 발육, 分化 그리고 유기적 進化속에서 찾을 수 있으며, 그 유기적 진화에서 임의적인 변화와 자연도태를 거치면서 더욱 고도로 유기화된 생물형태의 종류의 유한성과 그 일정한 증가를 가져왔다. 地殼은 45億年동안 진화해왔고, 달의 분화구조로 덮인 표면, 화성, 수성도 비슷한 기간의 연대기록을 지닌다.

보통별, 赤色巨星, 超新星, 白色왜성은 한 별의 進化주기에 있어서의 단계를 보여준다. 결국 먼 銀河의 후퇴는 전 우주가 진화과정의 產物임을 시사해 준

다. 우주는 유한한 과거에 평장히 조밀하고, 未分化된 상태에서 발생한 듯이 보인다.

이런 모든 과정은 공통된 특질을 갖고 있다. 그들은 질서(order)나 情報(information)을 낳는다. 그들은 단순한 상태를 복잡한 상태로 변환시킨다. A. 에딩톤 卿의 귀절속에서, 그들은 시간의 화살이 어느 길을 가리키고 있는지를 보여준다. 그들은 소위 시간의 歷史的 화살을 定義한다.

遊說的으로, 시간의 方向은 정반대 과정들의 종류에 의해 정의된다. 그들은 정보를 파괴하고 혼란을 가져온다. 내가 뜨거운 차(茶)속에 설탕 한덩이를 떨어뜨려 젓는다면, 설탕分子的 공간적 농도, 茶의 유기적 운동, 차와 그 물레사이의 온도差는 미시적 情報, 즉 질서를 나타낸다. 설탕은 용해되고, 차는 정지하고 식어가기 때문에, 그 情報은 점차적으로 사라진다. 미시적 情報을 파괴하는 非可逆과정(이 예에서는 分子 擴散, 粘度, 熱傳導) · 熱力學의 제 2 법칙의 顯示이다. 이 法則은, 모든 지 的 的 작용은 엔트로피(entropy)를 발생시킨다는 것이다.

巨視的인 질서의 非可逆的 파괴는 시간의 熱力學的 화살을 정의한다.

時間의 역사적화살이나 열역학적화살 어느것도 미시적 레벨에서는 관찰되어질 수 없다. 단순한 설탕이나 茶分子的 운동은 情報도 엔트로피도 낳지 않는다. 질서(order)는 거시적 개념으로서, 많은 粒子로 구성된 시스템의 성질을 말한다. 즉 그것은 개개의 원자나 분자에 적용될때는 아무 의미도 갖지 못한다. 기본 粒子들의 물리학에 있어서, 세계는 변화할 뿐 進化하지는 않는다.

나는 완전한 混亂으로 退化하는 시스템으로서의 세계의 거시적 관점, 또 상호작용하는 입자들이나 場들의, 변화는 하지만 진화하지 않는 시스템으로서 세계의 미시적 관점도 기본적인 물리법칙에 의해 요구되지

않는다.

그 대신 나는 두 관점 모두 자연과 우주의 起原에 대한 보조적 가정에서 나온다고 말하고 싶다. 난 그 가정들을 내가 믿기로는, 더 간단하고 똑같이 관찰과 모순되지 않는 다른 가정들로 대체시킬 것을 제안한다. 우주의 결과적인 모델은, 대부분의 물리학자들에 의해 받아들여진 것과는 다를지라도, 시간의 역사적, 열역학적 화살 사이의 명백한 모순을 풀어주며, 미시적 레벨에서의 물리적 법칙의 거의 시간대칭적인 특성과 一致한다. 우주는 시간적으로 펼쳐져 있지만 풀어져(unraveling)있지는 않다. 이와 반대로, 정보에 있어서 끊임없이 보다 복잡해지고 풍부해진다.

非可逆性

시간의 역사적 화살과 열역학적 화살은 모두 항상 같은 방향을 갖는 과정들에서 연유한다. 그들은 돌이킬 수 없는 사건에 의해 정의된다. 이 과정들을 逆行할 수 없게 만든 것은 무엇인가? 모든 현상은 궁극적으로 기본입자의 상호작용으로 묘사되어 진다. 그 상호작용을 지배하는 법칙이 과거와 미래를 구별짓지 못한다면, 거시적인 세계에서 관찰되어지는 非可逆性的의 근원은 무엇인가? 하나의 가능성이란 기본적인 미시적 법칙이 실제로는 완전히 시간대칭적이지는 않다는 것이다. 亞原子(양자, 전자등) 입자들의 레벨에서 일시적인 비대칭성이 존재한다는 증거는 K中間子の 붕괴에서 찾아볼 수 있다. 그 입자의 가능한 붕괴형태중의 하나는 자연의 어떤 대칭성을 위반하는 듯이 보이며, 그 사건의 일반적 해석은, 위반된 대칭성은 시간逆轉 대칭(time-reversal symmetry)이라는 것이다. 그러나 피상적인 위반은 매우 약하다. 그것은 시간의 1% 보 다도 적게 관찰된다. 더구나 K중간자는 高에너지 물리학의 실험에서만 발견된다. 그들은 일반물질의 구성 因子가 아니며, 역사적, 열역학적 시간의 화살을 정의하는 거시적 과정에서는 아무 구실도 못한다.

비가역성의 근원은, 거시적 사건들을 지배하는 법칙에서 발견되지 않는다면, 그 사건이 어떻게 일어났는가에 대한 제약(constraints)에서 연유되어져야 한다. 법칙(laws)과 제약은 자연에 대한 물리학자들의 해석의 보완적 면들이다. 법칙은 기본적 현상들의 규칙성을 묘사한다. 그 법칙들은 그 수에 있어서 작으며 각기 넓은 영역에 적용된다. 제약은 주어진 법칙에 지배되는 모든 사건들의 묶음에서 흥미있는 특수현상을 골라내는데 도움을 준다. 법칙은 가능한 것을 정의하고, 제약은 실제적이고 관련성있는 것을 정의한다. 제약들은 초기조건, 경계조건, 혹은 대칭조건들의 형태를 갖

는다.

법칙과 제약이 공동으로 현상을 표현하는 방법을 설명하는 한가지 實例로서, 태양계에서의惑星의 운동에 대해 고찰해보자. 뉴우턴의 중력법칙으로부터, 어떤 초기순간의惑星의 위치와 속도가 주어지면 과거와 장래의 위치를 계산해 낼수가 있었다. 뉴우턴의 법칙은 각惑星이 왜 태양을 초점으로 한 타원궤도를 따라 움직이는가, 왜 태양과惑星 사이를 잇는 선이 같은 시간동안 똑같은 면적을 그리는가, 왜惑星의 공전주기의 자승이 궤도직경의 3승에 비례하는가를 설명해 준다. 다른惑星시스템에 대해서도 똑같은 설명을 할 수 있다. 반면, 중력법칙은惑星의 궤도가 왜 거의 원에 가까운지, 왜 궤도평면이 동시에 같은 공간을 차지하는지 혹은 왜 모든惑星들은 태양둘레를 같은 방향으로 도는지를 설명하지 못한다. 뉴우턴 자신이 인정했듯이, 이 규칙성들은 초기조건에서 나와야 한다.

규칙성을 설명하기 위해惑星의 형성에 대한 이론이 필요하다. 그와같은 이론은 태양계의 상세한 초기조건을 주지는 못하지만, 태양계도 포함하여, 어느惑星계가 그로부터 進化해온 초기의惑星계에 대한 어떤統計的인 성질을 명시해 줄 것이다. 이 이론은 특수한 조건에서 진행되어졌을 것이며, 더 깊은 수준에서의 이론적인 설명을 요청하는 통계적 규칙성을 차레로 보일 것이다. 이런 식으로, 우리는 점차 일반적인 일련의 우주진화론의 문제들을 계통적으로 설명하게 될 수 있을 것이며, 그 해답은 천문학적인 우주의 통계적 규칙성에 대한 일반적인 설명을 차차 낳을 것이다. 우주진화론의 이 가설들은 결국 한 세트의 초기 조건들을 포함하는, 전체로서의 우주에 대한 제약으로 끝맺어야 한다.우리가 非可逆性的의 근원을 찾을 수 있는 것은 그 우주론의 제약에서이다.

情報과 「엔트로피」

시간의 역사적 화살과 열역학적 화살을 정의하는 과정은 情報과 엔트로피를 각각 낳는다. MIT의 C.F. Shannon이 1946년에 보였던 바와같이, 情報は物理的시스템의 統計學的記述의 성질의 것이다. 그것은 비트(bit)나 바이너리 디지털(binary digit)를 척도로 잴는다. 하나의 비트는 두개의 동등한 가능성사이를 결정하기 위해 필요한 정보의 量이다. 정보도 또한物理的시스템 자체의 성질, 얼마나 고도로 그들이 조직화되어 있는가를 판별하는 척도로 볼 수도 있다. Shannon에 의해 증명된 기본정리는, 한 시스템에서 정보의 양은 그 시스템의 완전히 통계학적인 해석을 인코딩(encoding)하는데 필요한 비트의 최소치임을 보여준다.

엔트로피의 개념은 정보의 개념과 밀접한 관련을 가진다. 엔트로피는 열역학적 관계에 있어서 처음 정의되었으며 (Rudolf Clausius와 Lord Kelvin에 의해), 한 시스템의 열역학적 평형으로부터의 變位를 측정한다. 평형에서 엔트로피는, 주어진 온도와 밀도에 대해서, 그 최대값을 갖는다고 가정한다.

L. Boltzman과 J. W. Gibbs가 처음 유도해낸 공식을 다룰때, Shannon은 정보이론의 엔트로피를 정의했는데, 그것은 한 시스템의 統計學的 해석과 관련된 불확정성을 측정한다. Kelvin과 Clausius의 열역학적 엔트로피, Boltzman의 통계학적 엔트로피 그리고 Gibbs와 Shannon의 그것은 동일한 수학적 성질을 갖는다. 그들은 한 개념의 여러 측면들이다. 엔트로피와 정보는 간단한 保存의 法則에 의해 연관되어지는데, 그 법칙에서 보면 “정보와 엔트로피와의 和는 일정하며 주어진 조건하에서 얻을 수 있는 시스템의 정보나 엔트로피의 최대값과 같다. 수학적으로 표시하면,

$$N + I = \text{Constant} = H_{\max} = I_{\max}$$

여기서 H(그리스 문자 에타(eta)와 I는 엔트로피와 정보량의 실제값을 나타내며 $H_{\max}$ 와 $I_{\max}$ 는 가능한 최대치이다. 이처럼 정보의 획득은 항상 같은량의 엔트로피의 손실에 의해 보상되어진다. 어떤 물리적 시스템이 $8 (=2^3)$ 개의 가능한 상태를 갖는다고 하자. 바이너리표시로서 그들은 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111로 분류되어질 수 있다.

특정상태의 명시는, 예를들어 101로 정해진다면, 3개의 바이너리 디지털이 필요하며, 그것은 “그 시스템은 확실히 101의 상태에 있다는 해석과 관련된 정보의 양이다. 이 해석과 관련된 불확정성과 엔트로피는 명백하게 0(零)이다. 다른 극단적 예로서, 우리가 그 시스템에 대한 아무 情報도 갖지 않았다면, 우리는 각각의 8가지 가능한 상태에 동등한 가능성을 부여해야만 할 것이다. 이 경우 情報는 零이다. 시스템의 엔트로피와 정보의 和는 一定하므로, 엔트로피는 이제 3비트이어야 한다. 일반적으로 한 시스템이 2^r 의 가능한 상태를 갖는다면—여기서 r은 정수이다—정보나 엔트로피의 최대량은 밑을 2로 하는 2^r 의 代數이다. 즉 r과 같다.

Thought Experiment

실제의 시스템에 대해서 가능한 상태(State)의 수는 매우 많지만 무한할 수는 없다. 따라서 상태의 수는, 아울러 정보의 최대량은 W. 하이젠베르크가 정립한 不確定性原理에 의해 제한된다. 그 원리는 “어떤 실제 입자에 있어서도, 그 위치와 운동량을 아는테

있어서 減할 수 없는 불확정성이 있다”는 것이다. 입자의 상태는 우리의 불확정성이 허용하는 이상으로 정확하게 밝혀질 수 없다. 불확정성원리의 결과로서 어느 유한한 물리적 시스템도 유한량의 정보로서 완전히 해석될 수 있다. 우주진화론, 정보, 엔트로피 사이의 관계를 이해하기 위해 간단한 Thought Experiment를 해 보기로 한다. 그 안의 공기가 완전히 평정한 房의 한쪽 구석에서 향수병을 연다. 조금이나 다른 한 사람이, 반대쪽 구석에서 서서, 그 香氣를 맡을 수 있는지를 보고한다. 향수분자는 액체표면을 틀림없이 떠나 다른 분자들과 충돌하며 복잡한 지그재그식 경로를 밟아 방을 가로질러 간다. 충분히 기다리면 모든 향수분자는 房 전체에 균등하게 분포된다.

경험과 熱力學 제 2法則은 우리에게 그 과정은 역행시킬 수 없다고 말해준다. 아무리 오래 기다린들 향수분자는 자연적으로 그 병에 다시 모일 수 없을 것이다. 원칙상 그런일은 불가능하다. 전체실험이 미시적 세밀도를 가지고 필름에 기록된다고 상상해 보자. 그리하여 우리가 각 향수분자의 운동을 따라갈수 있도록 해 보자. 우리는 액체 안의 한 특정한 분자가 충돌에 의해 기록되어, 그 표면을 벗어날수 있게 되는 것을 볼 수 있다. 그러면 그것은 공기속의 다른 수천의 분자, 용기의 측면, 방의 벽과 충돌하여, 그때마다 속도와 방향이 변한다. 결국 우리는 그 분자가 정지되어 방의 먼 부분에 있게됨을 발견한다. 그와같은 필름이 거꾸로 돌려진다면, 우리는 그 향수분자들이 그들의 복잡한 궤적을 다시 밟아, 향수병으로 수렴하여 거기서 합쳐져 액체를 형성하는 것을 보게 될것이다. 우리가 한 특정분자를 뽑아서 본다면, 우리는 그 궤적이 모든 物理法則에 따르고 있음을 보게 된다. 왜냐하면 분자운동을 지배하는 법칙은 시간逆轉(time-reversal)에 대해 대칭적이기 때문이다. 아무것도 개개의 분자들의 궤적에 대해 실제 필름과 거꾸로 돌린 필름을 우리로 하여금 구별할 수 있게 하지 못한다. 그런데 왜 우리는 그 실제사건의 기록으로서 거꾸로 돌린 필름을 받아들이기를 꺼리는가? 명백하고 전통적인 해답은 바로 거꾸로 돌린 필름에 있어서 초기조건은 매우 특별하다는 것이다. 거꾸로 돌린 필름의 시작에 있어서 막대한 숫자의 분자가 각각, 다른 모든 비슷한 부피(방의 나머지 부분)를 제외하고, 어떤 작은 부피의 空間(향수병)으로 결국 수렴되어가는 궤적 위에 있다. 그와같은 초기상태는 극히 일어남직하지 않은 일이며, 熱力學的 과정의 非可逆性을 설명하는데 足한 것으로 받아들여진다. 그러나 그 물질을 더 추적하여 왜 그와같은 초기조건이 있음직하지 않은지를 물을 수 있다.

位相空間

그 문제를 고찰해 보기 위해서, 막대한 숫자의 입자를 함유하는 시스템의 변화하는 力學的인 상태를 나타내는 편리한 수단이 필요하다. 위상공간의 개념은 이 필요에 부응한다.

단일입자의 역학적상태는 그 위치와 속도에 의해 완전히 묘사된다. 그런 量들을 표현하려면 6개의 숫자가 필요하다. 위치에 3개의 좌표와 속도에 대한 3개의 좌표가 그것이다. 직각좌표계에서 그 숫자들은 x, y, z 축을 따르는 위치와 속도에 상응한다. 우리는 그 6개 숫자를 한 粒子의 位相空間인 6次元의 공간에서의 한 점의 6개의 위치 좌표로 생각할 수도 있다. 위상공간에서의 모든 점에 대해서, 실제공간 속의 한 입자의 唯一한 力學的 상태가 대응한다. 그리고 입자는 실제공간에서 운동하므로 그것을 表示하는 점은 위상공간에서 곡선(Curve)의 궤적을 그린다. 만일 우리가 어느 순간에 있어서 입자의 속도와 위치를 안다면, 우리는 임의의 정확도를 가지고 그 입자의 뒤에 일어날 운동 모두를 豫見할 수 있다. 바꾸어 말하면 그 입자의 역학적인 내력(history)은 그 초기조건에 의해 완전히 決定된다. 같은 식으로, 위상공간에 있어 모든 곡선은 그 出發點에 의해 決定된다. 더구나 위상공간에서 그 점의 경로는 자체가 교차하거나 分路(branch)(궤곡선을 그릴지라도)를 만들 수 없다. 만일 스스로 교차한다면, 그 입자의 상태(交點에서)의 다음상태는 한가지 이상의 가능성을 갖게되어, 입자의 역학적인 내력은 유일하게 결정되지 않을 것이다. 우리는 상호작용하는 많은 입자들의 閉시스템을 묘사하는데에도 같은 기법을 사용할 수 있다. n 개의 입자로 된 시스템의 역학적 상태는 $6n$ 개의 숫자에 의해 밝혀진다. n 개 입자 각각의 3개의 위치좌표와 개 3의 속도좌표成分들이 그것이다. 우리는 이 숫자들을 $6n$ 次元을 갖는 공간에서의 한 點의 좌표로 생각할 수 있다. 그 시스템을 묘사하기 위해 그 위상공간에서 단일점의 위치를 명시해야 한다. 다시 그 시스템의 역학적인 내력은 그 출발점에 의해 완전하고 유일하게 정해지는 위상공간에서의 곡선으로 표시할 수 있다. 입자간의 충돌이나 다른 상호작용때문에 위상공간에서의 곡선은 복잡하거나 불규칙한 모양을 가질지도 모르나 그것은 分路를 만들거나 스스로 교차할 수 없다.

우리의 Thought Experiment에서, 향수분자들의 확산은 $6n$ 次元을 갖는 위상공간에서 유일한 궤적으로 표시된다. 여기서 n 은 향수분자들의 수다(보통 n 은 매우 크며 1gr. 향수에 약 6×10^{20} 개나 된다). 그 궤적은 그

실험의 초기와 마지막 상태를 表示하는 점들을 잇는다. 그러나 그 점들을 조사해 보면, 그 점들 사이에 아무런 質的구별을 지을 수 없다. 각 점은 다른점의 결과로서 잇따르고, 분자들의 운동의 묘사는 완전히 可逆의이다. 위상공간에서의 우리들의 실험의 분석은 시간의 화살을 없애고 미래에 있어서 '새로운 일'에 대한 여지를 남겨두지 않는 절대적인 決定論을 뜻하는 듯이 보인다. 그러나 非現實的이지만 그 묘사는 정확하다. 그것은 우리가 가능한한 얻을 수 있는 이상으로 향수와 공기분자들의 시스템에 대한 더 많은 정보의 존재를 가정한다. 불확정성원리의 限界안에서일지라도 우리는 6×10^{20} 개 향수분자들의 정확한 초기위치와 속도를 알 수 없다. 우리는 다만 그들이 초기에 어떤 작은 체적, 곧 병에 갇혀 있다는 것만 안다. 결과적으로 우리는 위상공간에서 그 시스템을 표시할 점의 정확한 좌표를 밝혀낼 수 없다. 우리는 단지 그 점은 어떤 작은 체적, 즉 $6n$ 次元 공간의 超體積(hypervolume)안 어디엔가에 있음에 틀림없다고만 말할 수 있다.

이 정보를 표현하기 위해, 위상공간 속의 점을 초기상태에 대한 실제의 지식에 상응하는 작은 초체적을 균일하게 채우는 가상적인 유체의 덩어리로 대치시켜 보자, 가상적인 유체는 確率을 나타내며, 위상공간의 어느 영역속의 유체의 덩어리는 그 영역속의 한 점에 대응하는 시스템의 역학적 상태라는 확률을 나타낸다.

그 확률유체(probability fluid)는 물리적 공간에서 향수분자들이 확산됨에 따라 어떻게 위상공간속으로 퍼지는가? 아마 향수분자들이 그러듯이, 그것은 모든 공간으로 퍼져서, 결국 다소 균등하게, 유용한 초체적 전체를 채우게 되리라고 생각할지도 모른다. 사실 그것은 판이하게 움직인다.

향수분자들의 운동은 그들의 초기조건(우리가 그것을 모를지라도)에 의해 완전히 결정되기 때문에, 확률유체는 단일하고 연속적인 덩어리로 남아있어야 한다. 만약 그것이 둘 이상의 덩어리로 나뉘어진다면, 가지를 친 궤적에 의해 표시된 역학적 내력이 있게되며, 이것은 우리가 보았듯이 불가능하다. 더구나 덩어리의 체적은 변할 수 없다. 왜냐하면 그 체적은 불확정성원리에 의해 허용된 구별이 되는 상태들의 수에 비례하며, 그 수는 각 상태가 유일한 역학적 내력을 정의하는 한, 변할 수 없기 때문이다.

이러한 考察로부터 우리는 그 확률유체가 연속적이고 非압축적이라고 결론지을 수 있다. 그것은 기체보다 액체에 가깝게 운동한다. 그것은 기체가 그러듯이 초체적속으로 밀도가 변하지 않은채 퍼져 들어간다. 그러나 시스템이 진화함에 따라 점점 더 길고 가늘어지

며 수가 많아지면서 손가락모양의 것들(fingers)을 내보낸다. Gibbs는 그 과정을 인도잉크가 조용한 물에 천천히 퍼져가는데에 비유하였다.

확률유체가 점점 더 작으키로 핑거를 펼침에 따라, 유체에 의해 차지된 전체 초체적은 여전히 일정하나 차지된 영역의 모양은 점점 더 복잡해진다. 충분한 시간이 지난뒤 유체는 전체 초체적에 균등하게 분포된 듯이 보인다. 그러나 유체를 매우 작은 스케일로 조사해보면, 그 분포는 전혀 均質하지 않음을 알게된다. 우리 실험의 이런 묘사속에서 우리는 초기상태와 마지막 상태사이의 커다란 차이를 발견하게 된다. 최초로 확률유체는 위상공간의 작은 영역에 한정되었었다. 그것은 균일하게 영역을 차지한다. 초체적의 나머지 부분은 비어있다. 마지막 상태에서 유체는 전 초체적을 차지한다. 거시적관점에서 보면 그것은 균등하게 분포된 듯이 보이나, 미시적 관점에서 보면 그것은 매우 非均質의이다.

情報의 흐름

確率流體의 均一分布와 非均一分布 사이의 차이는 그 시스템의 情報量에 있어서의 質的差異를 나타낸다. 情報를 측정하기 위해 우리는 位相空間의 영역을 超體積의 작은 셀(cell)로 나누어야 한다. 편의상 우리는 2^r 개의 셀로 나누는데 여기서 r 은 정수이다. 최초로 모든 확률유체는 그 셀 가운데 한 셀에 한정된다. 그 상태를 명시하기 위해 필요한 정보는 단지 한 특정 셀을 지적하는데 필요한 바이너리 디지털의 수이다. 다시 말하면 비트 수는 그를 밑으로 한 셀 수의 代數 즉 $\log_2 2^r = r$ 이다. 이처럼 실험의 상태는 정보와 r 비트에 의해 표시될 수 있다.

최종상태에서 유체가 셀 가운데 균등하게 분포될 때, 각각의 셀들은 같은 체적의 확률유체를 함유한다. 그 묘사水準에 있어서 최종상태는 완전히 非確定的이며 그를 나타내는데 어떤 정보도 필요없게 된다. 그 시스템의 진화과정 속에서 초기 상태에서 지녔던 모든 정보는 사라진 것처럼 보인다.

그러나 유체의 분포를 세밀한 스케일로 조사하면, 우리는 그 정보가 어디로 갔는지 알게된다. 각 셀이 똑같은 부피의 유체를 함유하면 전체 유체의 부피는 변하지 않는다고 할 때, 각 셀 안에 확률유체가 그 셀 부피의 $(\frac{1}{2})^r$ 만 차지해야 한다. 유체의 밀도는 변하지 않았어도 그것이 차지한 영역의 모양은 매우 복잡하다. 그 셀은 충분히 작은 마이크로셀로 나눌으로써 위상공간의 全領域 속의 그 유체의 분포를 명시하는데 필요한 정보는 다시 $\log_2 2^r = r$ 임을 알 수 있다. 초기상태

에서 나타난 거시적인 정보(macroscopic information)는 사라지지 않는다. 그것은 단지 최종상태에서 미시적 정보(microscopic information)로 변환되었을 뿐이다.

이 결론은 더 일반화할 수 있다. 어떻게 우리가 그 위상공간을 마이크로셀로 분할할지라도 이 마이크로셀과 관련된 確率群을 규정하기 위한 정보로서 거시적 정보를 정의할 수 있다. 마이크로셀 안의 유체의 분포를 명시하기 위해 필요한 정보를 미시적 정보로 정의한다. 분자들의 閉시스템이 진화함에 따라 시스템의 위상공간 속 확률유체의 분포를 명시하는데 필요한 정보의 全體量은 일정하지만 거시적 정보는 미시적 정보로 변화될 수 있으며 그 역도 성립한다. 이 두 종류의 정보가 의미하는 것은 무엇인가. 우리는 거시적 정보를 그 시스템의 통계적인 성질에 대한 지식과 동일시할 수 있으며 미시적 정보를 개개 분자들에 대한 상세한 지식과 동일시할 수 있다. 특히 미시적 정보는 입자들의 속도사이의 상호관계에 대한 우리의 지식을 나타낸다. 이 실험에서 미시적 정보는 최초에는 없었다. 그것은 초기상태에서 한분자의 속도를 안다고해서 다른 분자들의 속도를 예측할 수 없다. 시스템이 진화함에 따라 충돌로 인하여 입자의 속도 사이의 관계가 성립되었고 모든 거시적 정보는 결국 그들의 상호관계에서 나타난 미시적 정보로 바뀐 것이다.

어떤 종류의 물리적시스템에 대해서 그리고 어떤 초기조건 아래서 이 과정은 불가피하다. 상호작용하는 많은 입자들로 구성된 閉시스템에 초기에 정보가 없었다면 그 시스템의 거시적 상태를 명시하기 위해 필요한 정보는 점차 감소하여 전부 미시적 정보로 변환되어야 한다. 1946년 이래 이런 일반적 형태와 함께 물리적 시스템의 분류와 미시적 정보의 定意가 니콜라이 보고류보프, 레온 C.P. 반 호브, 일라 프리고진, 라두 발레스쿠, 마하 등에 의해 정립되었다.

열역학적 엔트로피가 증가하는 상황 속에서 거시적 정보는 계속 일정하게 감소하기 때문에 엔트로피를 負의 거시적 정보로 정의하고 싶다. 사실 그와 같은 정의는 일찌기 제시된 방정식 $H+I=H_{\max}=I_{\max}$ 로 직접 이끈다. H 는 엔트로피, I 는 거시적 정보라고 하자. 그러면 엔트로피는 항상 陽이거나 0이다. $H_{\max}$ 가 일정하고 閉시스템 안에서 거시적 정보가 감소하면 엔트로피는 증가해야 된다. 따라서 시간의 열역학적 화살의 기원은 閉시스템 속의 초기상태의 성질로 소급된다. 閉시스템의 엔트로피는 초기에 거시적 정보가 있고 미시적 정보가 없으면 증가할 것이다.

Random Tertubation

그 특이한 초기조건들은 열역학적 시간의 화살에 대한 설명을 줄지 모르나 만족스런 답은 되지 못한다. 도대체 왜 그 특별한 초기조건은 규칙적으로 만족되지 않는가. 보통 시스템의 최종상태에서만 나타나고 초기 상태에서는 나타나지 않는가. 사람들은 항상 충분한 에너지를 소비함으로써 그런 정보를 얻게 된다. 이런 문제를 다루는 그럴듯한 방법이 1912년 프랑스 수학자 에밀 보렐에 의해 알려졌다. 최근 보렐의 주장은 존 M. 블라트, 페터 G. 베르그만, 조엘 L. 레브비츠, 필립 모리슨 등에 의해 다시 다듬어지고 있다.

보렐은 어떤 유한한 물리적 시스템이거나 폐쇄되어 있다고 생각할 수 없음을 강조한다. 예를 들면, 香水의 擴散에 대해 실험했던 방을 생각해 보자. 창문도 없고 벽까지 절연되어 두껍게 만들어져 있다 해도 분자 시스템은 주위 우주와 격리될 수 없다. 향수와 공기 분자들은 벽과 충돌할 것이고, 그 벽은 外界와 연결되어 있다. 중요한 것은 그 분자들을 먼 물체와의 중력작용으로부터 차단시킨다는 것은 불가능하다. 그와 같은 상호작용의 영향이 무척 작다고 해도 무시할 수는 없다. 보렐은 시리우스에서 1gr.의 기체를 1cm 옮기는데 있어서, 지구의 중력의 에너지는 $1\mu\text{sec}$ 가 경과하는 사이에 실질적으로 기체의 거시적 체계의 상태를 미시적 상태로 바꿀 수 있다고 한다.

명목상의 閉시스템의 다른 영역과의 불가피한 상호작용은 입자들의 속도사이의 상호관계를 파괴하는 랜덤한 動搖로서 영향을 미친다. 그 동요는 미시적 정보를 흐트러지게 하고 거시적 정보를 붕괴시키고 엔트로피의 증가에 필요한 초기조건을 원새없이 바꾸어 놓는다. 따라서 시스템은 완전히 결정되지 않는다. 실제세계에서 거시적 정보는 미시적정보로 쇠퇴하지만 미시적 정보는 랜덤한 동요에 의해 흐트러진다.

우주론의 原理

보렐의 주장은 閉시스템의 다른 영역과의 상호작용의 가해진 무작위성에 달려있다. 모든 동요하는 입자의 속도와 위치가 알려지면 閉시스템의 정의를 동요하는 입자들을 포함하도록 확장시킬 수 있다. 그러나 그 커다란 시스템은 그 자체가 외부의 동요를 받기 쉽다. 결국 우리는 우리의 記述에 전 우주를 포함시킬 필요가 있다. 우주에 대한 완전한 미시적 記述(불확정성원리에 의해 부과된 한계안에서)이 주어지면 두 시간의 방향 사이의 質의 차이는 없을 것이다. 왜냐하면 그와 같은 기술은 시간의 逆轉에 대해 대칭적일 것이기 때

문이다. 모든 유한한 물리적 시스템은 유한한 量의 정보를 갖는 완전한 미시적 記述을 허용한다. 그리고 우주는 전체로서 이해할 수 있도록 기술되어질 것처럼 보인다. 유한 혹은 무한한 量의 정보를 갖느냐하는 문제는 우주의 체계가 유한 혹은 무한한가에 따라 결정된다. (상대론적인 우주론은 양쪽의 가능성을 모두 허용한다.) 그러나 우주는 그의 冢브시스템(subsystem)과는 다른 특수한 성질을 가지고 있다.

특히 우주의 모든 유한한 冢브시스템은 경계가 있지만 우주 자체는 유한하든 무한하든 경계가 없다고 가정한다. 더구나 우주는 내가 부르려는 우주론적인 원리를 따르는 것 같다. 그 원리란 곧 우주의 어떠한 통계학적인 성립도 공간에서 우선적인 위치나 방향을 정의하지 않는다는 것이다. 이 평범한 우주론적 원리(cosmological principle)는 1916년 알버트 아인슈타인이 이름지었는데, 즉 물질의 空間의 分布와 우주 안에서의 운동은 局部的 불규칙성은 제쳐놓고 均質하며(homogeneous) 等方性(isotropic)을 갖는다고 아인슈타인은 말한다. 지구는 우주에서 特權의인 위치를 차지하고 있지 않다는 코페르니쿠스의 說을 계승한 것이 이 우주론적 이론이다. 그것은 모순된 관찰이나 정립된 물리법칙이 없이도 세울 수 있는 가장 단순한 면서도 매우 포괄적인 對稱가정이다. 이것은 시간의 열역학적 흐름의 기원을 찾는 데 직접 관련된 예기치 않은 중요성을 지니고 있다. 나는 그 강력한 우주론적 원리가 우주에 대한 미시적 정보가 객관적으로 존재하지 않는다는 것을 의미한다고 본다. 우리들의 지식의 한계는 하이젠베르크의 불확정성원리가 요구하는 우주의 非決定性을 나타낸다. 非決定性과는 관련이 있으나 구별이 되는 그것은, 미시적 정보가 얻어질 수 있는 경계가 분명한 冢브시스템이 아닌전체로서의 우주의 성질이다.

우주의 非決定性개념은 무한한 직선을 따라 랜덤하게 그러나 균일한 평균밀도로 분포된 점과같은 粒子들의 장난감 우주(toy universe)를 생각함으로써 설명될 수 있다. 우리는 임의의 정확도로 이 일차원적인 우주의 통계학적 성질을 예측할 수 있다. 예를 들면 무척 긴 선분에 대해 평균값을 취해 어느 정도 정확하게 단위길이에 대한 점의 수효의 평균치를 추정한다. 그 장난감 우주의 非統計的, 즉 미시적 성질을 우리는 명시할 수 있을까? 미시적 성질을 구성하는 것은 무엇인가. 그들의 통계적 성질이 동일한 장난감 우주가 두 가지가 있다고 하자. 만약 우리가 그들 사이를 구별지을 수 있는 어떤 방법을 찾아낸다면 하나의 미시적 성질을 정의할 수 있다고 본다. 왜냐하면 그와같은

구별이 근거하는 유니크한 정보는 非統計的 정보이고 따라서 미시적 정보이기 때문이다.

불확정성원리의 영향을 나타내기 위해 우리는 그 일차원적 우주를 같은 길이—단일입자의 위치가 명시될 수 있는 정확도를 가진 길이—의 셀로 나누어야 한다. 그래서 각 셀이 차지하는 입자들의 수를 명시한다면 그 장난감 우주는 유한하고 二重으로 개방된 占有數의 연속으로 표현된다. 미시적 정보는 같은 통계학적(즉 거시적) 성질을 갖는 占有數의 두 연속체 사이를 구별지을 수 있게 만드는 정보로 정의된다. 여기서 그 두 연속체를 그들의 모든 길이를 따라 셀과 셀로 대응시켜 그들이 다름을 보이게 된다. 그러나 어느 연속체도 시작이나 끝 혹은 다른 우선적인 점을 갖지 않기 때문에 무한한 一連의 일을 완성시킨다는 것은 불가능하기 때문에 이런 방법에 의해서 우리는 한 대응(attach)의 불가능성을 증명할 수 없다.

양자택일로 우리는 두 연속체가 동일하다는 것을 증명해 볼 수 있다. 우선 한선의 占有數로부터 임의의 길이를 가진 씨브씨이퀀스를 낸 뒤, 다음 다른쪽 선에서 동일한 씨브씨이퀀스를 찾는다. 무한한 선에서는 어느 유한한 길이의 씨브씨이퀀스는 무한하게 있다. 큰 숫자의 법칙은 우리의 深究가 有限番의 시도 뒤에 틀림없이 성공할 것을 보여준다. 더구나 우리가 고른 씨브씨이퀀스가 아무리 길어도 그 길이가 유한하기만 하다면 성공할 것이다. 그 두 무한한 두 연속체는 조작상 구별이 불가능하다. 그렇지 않다면 다른 쪽에서 복제될 수 없는 한쪽의 씨브씨이퀀스를 적어도 하나 보일 수 있다. 이처럼 장난감 우주를 정의하는 통계적 성질과 함께 무한한 씨이퀀스는 단한개만 있을 것이다. 같은 통계적 성질을 갖는 우주의 두 표현은 분간할 수 없는 것이다.

이 이론은 이 우주론적 원리와 局部構造가 유한하다는 조건을 만족시키는 실제의 삼차원 우주의 무수한 모델로 쉽게 확장될 수 있다. 별과 銀河의 패턴은 매우 복잡하고 독특하기 때문에 指紋이 그 사람을 특징 지우듯 유일하게 우주에서 우리의 위치를 정의할 수 있다고 생각된다. 그러나 무한하고 통계적으로 均質하고 等方的인 우주에서 별과 은하의 똑같은 패턴이 반복되어 다시 나타난다. 우리의 우주가 그 강력한 우주론의 원리를 만족시킨다면 그 의미 심장한 성질은 모두 통계적이며 그 미시적 상태는 완전히 非決定的이다. 뉴우턴의 시대 이래 우주론적 생각에 있어서 우주는 원칙적으로 완전한 미시적 기술을 허용한다는 것이 절대시되어 왔다. 그러나 그것이 반드시 그래야 할 필

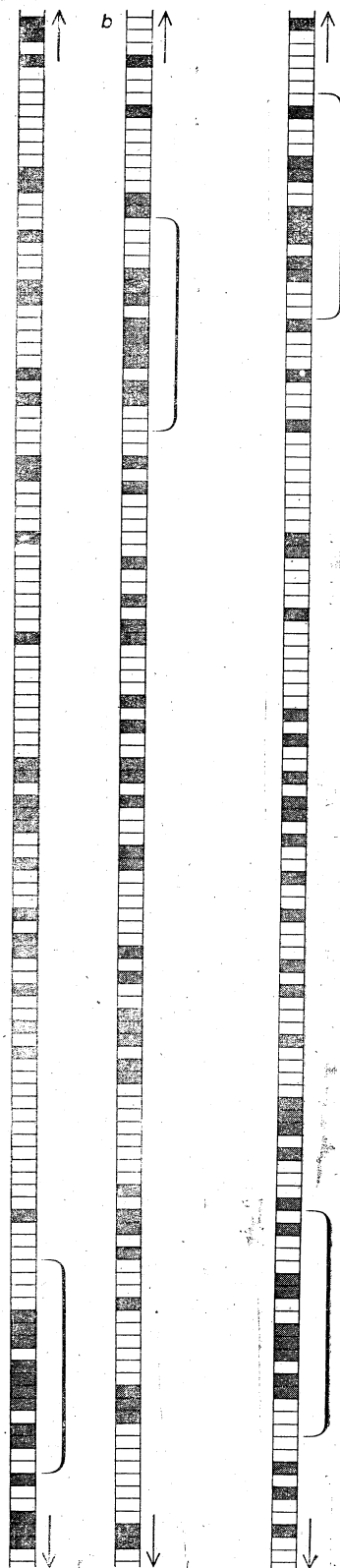
요는 없다. 우주에 충분한 대칭성이 존재한다면 미시적 정보의 여지가 없게 된다.

거시적 정보의 기원

시간의 열역학적 화살은 閉시스템의 초기상태에서의 미시적 정보의 不在와 거시적 정보(macroscopic information)의 존재에서 유래한다. 우주론적 원리를 만족시키는 우주 내에서 미시적 정보는 객관적으로 존재하지 않는다는 사실을 알았으며, 또한 거시적 정보가 부족해서도 안된다는 아무런 이유도 찾지 못했다. 천문학적인 우주의 복잡성은 새로운 것도 없는 열역학적 평형의 상태를 향해 불가피하게 진화한다. 우주는 어떤 의미에서 말한다면 격리된 시스템인데 왜 그것은 평형에 머무르지 못하는가. 답 가운데 하나는 사실 진화의 추세는 평형상태로 향하고 있기는 하지만 완전히 도달하기에는 너무 시간이 조금 흘렀기 때문이라는 것이다. 프레드 호일은 우주는 쇠퇴하고 있지 않으며 현재 정도의 非평형에서 출발할 필요도 없다고 주장한다.

어느 초기 순간에 局部的인 열역학적 평형에 우주가 놓여 있다고 가정하자. 그렇다면 어느 지역의 엔트로피도 평균온도와 밀도의 일반적인 값에 대해 가능한 만큼 큰 값을 유지했을 것이다. 우주는 그 가설의 상태에서 팽창했기 때문에 평균밀도와 온도는 변했을 것이다. 또한 그 영역의 엔트로피도 증가했을 것이다. 만약 이러한 평형율이 모두 우주 팽창속도보다 매우 크다면 近似的으로 局部的인 평형은 유지된다. 그렇지 못하면 팽창은 평형으로부터 이탈한다. 이런 이탈은 거시적 정보를 나타낸다. 팽창으로부터 생긴 거시적 정보의量は 엔트로피의 실제값과 평균온도와 밀도에서의 그 이론적 최대치와의 차이이다. 열역학적 화살의 방향에 대해 시간의 우주론적 화살의 방향은 결과적으로 고정되지 않는다. 그것은 거시적 정보와 엔트로피는 국부적인 열역학적 평형의 가설적 상태로부터 우주가 진화함에 따라 발생된다는 것을 입증한다.

엔트로피를 발생시키는 평형화과정의 속도와 우주팽창 혹은 收縮率 어느 것도 일정하지 않으나 증가하는 것만은 분명하다. 사실 우주의 기원(단일성)에 즉시 뒤따르는 周期에 평형화과정의 속도는 우주팽창율보다 훨씬 크다. 열역학적 평형이 가정될 수 있는 것은 우주의 진화에 있어서 오로지 짧은 초기형태 동안이지만 그 가정으로부터 우주의 팽창은 거시적 정보와 엔트로피 모두를 낳는다는 사실이 유도된다. 이처럼 우주론적 화살과 역사적 화살, 열역학적 화살 모두가 강력한



10y Universe

우주론적 원리와 초기의 특이성 혹은 그 당시의 국부적인 열역학적 평형이 있었다는 가정으로부터 밝혀진다.

우주팽창은 오늘날 우주를 특징지우는 특별한 정보를 밀도변동(density fluctuation) 형태로 있었다고 본다. 이제 천문학적인 우주는 그 풍부함, 다양성과 함께 정보와 구조가 전혀 없는 상태에서 진화해 왔다는 것은 적어도 가능하다. 그런 원시적 상태를 가정한다면 강력한 우주론적 원리의 가정까지를 제거해도 좋다. 우주의 통계적 均質性(homogeneity)과 等方性(isotropy)가 불변한다는 사실로부터 모든 알려진 물리법칙이 나온다.

결 정 론

지금까지 열역학적인 화살과 역사적인 화살을 같은 문제 즉 우주의 초기 상태에서부터 추적해 보았다. 초기상태에서 미시적인 정보는 없으며 거시적인 정보도 역시 없거나 최소의 상태에 있다. 그 상태에서부터의 팽창은 거시적인 구조뿐만 아니라 엔트로피를 생성시켰다. 한편 최근에 형성된 천문학적 시스템에는 미시적 정보가 없다. 왜냐하면 그 시스템과 써브시스템은 열역학적 화살을 가지고 있기 때문이다. 이 견해는 뉴턴 시대 이래 물리학과 천문학을 지배해온 결정론과는 근본적으로 다르다. 결정론의 전형적인 것은 피에르 시몽 드 라플라스의 다음 말에서 볼 수 있다. “어떤 순간에 한 人格體가 있었다고 할 때 그가 자연을 活性化시킨 모든 힘과 그것을 구성하고 있는 상태를 알고 모든 데이터를 해석할 수 있는 강력한 능력이 있었다면 같은 公式으로 우주의 운행과 가장 가벼운 原子의 운동까지도 꿰뚫어 보았을 것이다. 그 인격체처럼 불확실한 것은 아무것도 없는데 그의 눈에는 과거와 마찬가지로 미래는 현재일 수도 있다.”

라플라스의 세계에는 시간의 흐름과 같은 것이 없다. 라플라스의 인격체에는 플라톤의 神이나, 갈릴레오, 아인슈타인과 마찬가지로 같은 용어 속에 과거와 미래가 共存한다. 마치 직선을 나누는 임의로 선택된 점을 통과하는 두 빛줄기 처럼 그러나 내가 제시한 이 이론이 맞다면 궁극적으로 우주 자체는 그 자체의 미래를 확정할 충분한 정보를 내포하고 있지 못하고 있다. 현재 그 순간은 참된 새로움을 내포하고 있으나 완전한 미래의 예측은 가능하지 않다. 생물학적인 工程이 정보를 생성시키고 意識이 그 공정을 직접 경험하게 하기 때문에 시간적으로 펼쳐져 있는 것과 같은 世界의 직관적인 感知는 우주의 깊은 비밀까지도 우리에게 알게 해 줄 것이다.

<전자 3>

농촌봉사, 그 문제점

이 철 주

<차례>

◎ 目 次

I. 概 說

II. 各 論

- a) 봉사대상지에 對한 연구
- b) 活動준비에 對한 연구
- c) 活動전개에 對한 연구
- (아동반, 청장년반, 부녀반, 4H반, 특별program)
- d) 奉仕隊의 구성과 관계기관과의 문제

III. 結

I. 概 說

戰後 황폐해진 조국을 일으키고, 낙후한 농촌을 계몽하려고 출발했던 大學生의 농촌活動도 이제는 社會的, 혹은 文化的인 여러가지 요인으로 말미암아 초기의 찬란한 빛을 바랜 듯 하다.

봉사활동은 항상 느껴오는 동경의 대상도, 大學生이면 누구나 한번쯤 해보는 實驗的인 社會活動도 아니다. 농촌 봉사活動은 매우 복잡한 것이고, 주민과의 일체감이 필요한 것으로, 이런점에서 노력 봉사와 다르다. 노력 봉사는 지역사회 또는 부락의 협동심을 고취시킨다는 목적 이외에 隊員 상호간의 Membership에 큰 비중을 두고 있다. 즉, 1박 2일 혹은 2박 3일의 일정으로 근교의 마을을 찾아 Program에 따라 노력 봉사를 하고 나머지 시간을 Recreation 등을 통한 Membership 증진에 투여하는 것으로는 엄격한 의미에서 농촌 봉사활동이라 할수 없다.

농촌봉사는 長期間的이고 지속적인 活動을 통해서, 농촌과 도시의 生活격차를 줄이고 주민 스스로의 강한 생활의욕, 주체의식, 協同力을 고취시키는 촉매적 역할을 하며, 농촌을 파악하여 농촌에 투영되어 있는 祖

國을 인식하는 데 목적이 있다. 이는 곧 지역사회와 개발과 개인의 능력 개발이라는 것으로 결론지어 질수 있는 것이다.

또 농촌봉사는 전통의 농업국가인 祖國을 이해하는데 많은 도움이 되며, 대학의 사회에 대한 使命을 行動으로 보이는 것이다. 농촌봉사 활동에서는 노력봉사, 교육봉사 등과 조사연구, 지도자의 발굴등이 있다. 노력봉사는 실제로 주민에게 노동을 통한 봉사를 하는 것이고, 교육봉사는 아동교육과, 4-H, 청년회, 부녀회등의 조직체를 利用해서 좌담, 강의식으로 사전답사에서 밝혀진 그 지역 사회의 필요한 부분에 對해 토의하는 것을 일컫는다. 또 연구조사 사업은 大學生에게 알맞는 活動일 뿐만 아니라, 농업경영의 합리性, 영농기술의 향상, 주민들의 협동심과 생활개선 등의 문제를 다룸으로써 봉사대의 활동 뿐만 아니라 지역사회에 큰 도움이 될수있다.

그러면, 이러한 농사活動을 전개하는데에는 어느 경로를 거쳐야 하는가 알아보자. 표 I에서 같이 크게 나눠서 준비단계, 활동단계, 사후활동으로 나누어 볼수 있다. 그러나 이것을 좀더 세분해 보면 표 II와 같이 6~7단계로 나누어 진다.

이러한 형식을 거치는 것이 대부분이고 약간의 변동도 불가피 할때도 있다.

그러나, 이러한 奉仕活動도 지역사회와 생활향상 매스컴의 발달등을 비롯한 여러가지 이유로 이제 그 활동내용이나 전개 방법에 큰 변화를 요하게 되었다. 현 농사의 문제점을 찾아 봄으로 좀더 알찬 봉사활동이 이루어 지리라 본다.

II. 各 論

a) 봉사 대상 지역에 관한 연구

봉사 대상지에 관한 것은 표 II의 실태조사에 해당

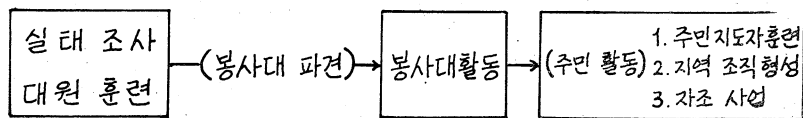


표 1

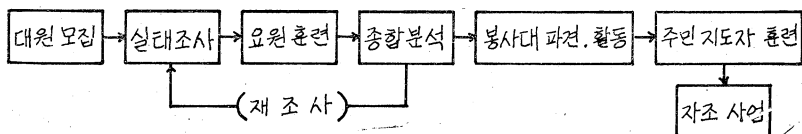


표 2

하는 것으로 일반적으로 준비단계에 行해지며, 방법으로는 답사를 통한 방법과 문헌과 통계자료를 통한 방법이 있다. 봉사活動에서 시행착오를 줄이기 위해서는 철저한 사전 연구가 필요하다. 대상지의 연구는 첫째, 그 지역의 發生에 관한 것이다.

이것을 알기 위해서는 주민들과의 對話가 가장 좋은 방법이다. 발생한 상황에 따라 두번째 알아야 할 주민들의 기질의 변화다. 씨족촌의 경우 마을에 어른들로부터 종적인 연결이 잘되어 있기 때문에 봉사活動이 수월해지는 경우가 있다. 즉, 마을 어른의 동의로 주민과의 접근이 쉬워지기 때문이다. 하류계층의 집단이었던 곳, 재난을 피해 모인 곳 외관상으로는 대개 잠정부락이다—에서는 주민과의 동화에 각별히 유의해야 한다. 천연적으로 고립되어 있던 곳은 주민이 일반적으로 배타적이며 새로운 기술에 도입을 꺼린다. 강원도, 충청북도 등지의 화진민촌 등에서 찾아볼 수 있다.

세째로, 마을 주변의 특산물과 지역의 특성에 맞춘 부업의 가능성을 조사해야 한다.

만약 이러한 것이 발견되었을 경우에는 관계 기관들을 통해 충분히 알아 두어야 한다. 또 이런 것은 지역의 특수성, 즉 고령지같은 경우 치밀한 事前준비가 없으면 조사한 부업, 특산물의 개발등은 수포로 돌아간다.

네째, 마을의 現조직체와 지도자에 관한 연구가 필요하다. 조직체의 성원과 참여도 기금과 활동에 對해서 알아야 하며 봉사대는 그 조직에 맞는 Program을 작성해서 봉사에 임해야 한다.

다섯째로, 대상지의 종교와 주위 마을 혹은 도시와의 교통문제를 알아야 한다. 종교의 문제는 상당한 비중을 차지하며 씨족촌의 경우 제사등에 유의하여야 한다. 종교가 있는 것이 마을에 유익하다고 생각되면 관계기관의 협조를 의뢰해도 좋다. 교통문제는 마

을의 산물(產物)의 판로등과 문화의 교류에 큰 역할을 하기 때문에, 교통이 불편한 경우에는 충분히 일깨워야 한다.

마지막으로, 마을 인구, 男女의 비율 연령별 인구, 가족의 수, 경지면적, 취학아동의 수, 교육정도, 마을의 약도등을 파악해야 하며, 활동대상 인원에게 알맞은 Program을 작성해야만 한다.

b) 奉仕活動 준비에 관한 연구

농촌봉사 活動이 不充分한 이유는 대개 다음의 3가지로 요약된다. 첫째 계획과 준비의 불충분, 둘째, 지역특성에 맞지않는 活動, 셋째, 학생의 범위를 벗어난 活動 등이다. 이와 같은 계획과 준비가 봉사活動에 큰 영향을 미치고 있다.

첫째, 답사에 對한 문제가 있다. 봉사를 가기전에 약 3번의 답사를 가지되는데 답사지역에 對한 사항을 대개 알아 오지만, 준비作業이 行해짐에 따라 새로운 의문점이 나타나고, 그래서 답사를 여러차례 해야만 하는 것이다. 답사를 갔을때는 지도자들 이외의 되도록 많은 주민들과 對話를 해야만 客觀的인 평가를 내릴수가 있으며, 관공서에서도 최대한의 정보를 캐내야만 한다.

둘째로, 준비단계의 문제이다. 많은 봉사대원이 Program에 급급해서 농촌을 인식하지 못하는 경우가 허다하다. 그래서 농촌의 전통과 사회, 문화, 경제등에 對하여 세미나등을 통해서 농촌의 일반적인 면을 알아야 한다. 그런 다음에 답사등을 통한 대상지의 연구를 해야만 한다. 농촌과 대상지에 對한 철저한 연구가 있어야 봉사活動을 할수 있는 것이다. 2차적인 준비단계로 조직을 세분하여 완성시켜야 하며 조직원 상호간의 Team Work에 유의하여야 한다. 조직에 隊員을 배치할 때에는 대원의 능력, 경험등에 유의하여야

하며, 조직이 정해진 후에는 Program을 작성하여야 한다.

셋째로, Program에 맞춘 시간의 연구가 있어야 한다. 활동시간에 안맞는 Program은 곤란하다. 즉, 2시간의 활동시간에 실제 소요된 시간이 3시간 혹은 4시간을 요한다면 곤란한 일이다. 봉사활동에서 임기응변적인 대처는 중요한 의미를 지니지만, Program의作成과 시간의 연구는 철저해야 한다. 이러한 것의 하나의 방법으로 「리허설」을 들수있다. 리허설을 하면서 부족한 준비물자와 어긋나는 여러가지를 알수있다. 또 항상 여분의 Program을 가지고 있어야만 의외의 상황이 많은 봉사활동을 이끌어 갈수 있다. 준비는 아무리 해도 지나치지 않은 것이다.

c) 活動전개에 관한 연구

농민은 일반적으로 생활의욕이 저조하고 곤란한 생활을 유지하고 있으며 과거의 관습에서 벗어나기를 싫어하고 유교적인 윤리관을 고수하고 있다. 농민은 대 학생을 지식의 면, 환경의 면등에서는 존경하지만 경험이 없다는 점에서 봉사대를 못믿는 경우가 많다. 이 점은 봉사대 內에서도 큰 문제이다. 이러한 상황에서 봉사활동의 가장 바람직한 전개방법은 對話와, 가정에 직접 침투하는 방법등으로, 주민과의 이질감을 먼저 해소해야만 하며 활동 이전에 주민과 생활을 같이해 보며 농촌을 익히는 것이 실행되어야 한다.

작업반은 교량, 도로, 우물등 공공시설물을 설치, 보수, 정화하는 활동으로 실제로 육체를 使用하는 奉仕活動이다. 작업 대상을 찾을때는 주민들의 요구에 의한 것과, 봉사대의 능력에 알맞는 것을 찾아야 한다. 작업활동은 대원과 주민이 함께 할 수 있는 것이 바람직 하며, 활동 도중 주민들과의 관계를 좀더 친밀히 할 수 있고 주민사이에 협동심을 배양 할수 있다. 그래서 되도록이면 많은 주민이 응할 수 있는 소재를 찾아야 한다. 여름奉仕에는 주민들이 바쁜일과를 보내므로 대상물과 시간의 조정에 유의해야 한다. 작업활동의 큰 문제점은 계획과 실제의 차이이다. 철저한 답사를 통해 어느정도는 해결될 수 있으나 예산, 마을의 사정등으로 차질이 생기게 된다. 또 하나의 문제점은 대원의 피로이다. 피로로 인해 다른 活動에 영향을 미칠 정도가 된다면 적당한 휴식을 취해야 한다. 휴식은 주민들에게 나태하다는 인상을 주지 않을 정도로 취해야만 한다. 또 활동에 使用할 도구의 문제이다. 준비가 안되어서 도구를 빌었을 때는 도구를 다루는 데에도 신경을 써야한다. 그러나 아울러 근로奉仕가 奉仕活動의 전체가 아니라는 것을 알아야 한다.

○ 아동반

아동반은 봉사에서 많은 시간을 차지하며 가장 호응이 좋은 반이기도 하다. 많은 봉사대원이 참여하고 한 번씩은 거쳐야 하는 Program이기도 하다. 아동반은 아동들의 이방인에 對한 호기심과 봉사대의 물자, 새로운 지식, 유희의 습득에 호기심을 보이며, 주민들은 자녀의 교육을 담당하는 봉사대원에 對해 호의적이 되기도 한다. 다른 활동의 매개체로 활용될 수 있는 반이라는 것도 아동반의 강점이다.

아동반은 일반적으로 유치원 연령의 아이들 부터 중학생까지를 이룬다. 아동의 수에 맞추어서 반을 나누어야 한다. 유치반은 별 지장이 없으나 아동의 숫자가 모자를 경우에는 隊員의 숫자가 허락하는 범위안에서 분반을 한다. 부득이한 경우 2학년씩 합반을 하게 되는데 이때는 여러가지 문제가 있다. 학년별의 실력차로 인해서 일관된 Program을 수행하기 힘들며 고학년에 의해서 수업이 주도되는 경우등이 그 예이다. 또 男女의 합반으로 인해서 생기는 문제점도 있다. 남학생의 여학생경시풍조, 남녀가 같이 할 수 있는 Program의 부족등이 그 예이다.

아동반 Program의 문제점은 계속되어온 Program의 답습이 처음이다. 유랑봉사—활동지를 계속 바꾸는 봉사활동—에서는 表面的으로 문제가 되지 않으나 지속적인 봉사활동에서는 문제가 확대되며, 아동들도 곧 싫증을 내게 된다. 이는 아동반 Program을 경시하는 경향이 있고 임기응변적인 活動을 하므로 과생되는 결과이다. 또 하나의 문제는 Program이 너무 유희의이 되어 가는 것이다. 정서적인 面을 강조하다 보니 생긴 결과이며 아동들의 흥미를 끌기위해 보조的으로 利用되어야 할 유희를 남용한 때문이다. 아동반의 Program은 정치적인 面과 教科書의인 面이 造化되어야 한다. 싫증을 내는 教科書의 공부를 좋아하도록 유도해야 하고 정치적인 面의 결여도 다양한 Program을 통해서 해결해야 한다. 효과적인 活動을 전개하기 위해서는 아동에 관한 많은 자료등을 찾아야 하며 이를 효과적으로 利用하여야 한다.

또 아동반 Program은 실제적이고, 근본적인 것에 치중할 必要가 있다. 즉, 편지쓰기, 일기쓰기 등이나 위생관념의 고취등과 같은 Program에 치중해야 한다. 아동반 Program도 다른 活動Program과 같은 많은 준비를 필요로 하는 것이다. 또 다른 큰 문제는 아동들을 다루는 문제이다. 아동들의 비위를 맞추다 마는 式의 활동을 많이 보아왔다. 이것은 임기응변식의 활동에서 오는 경향이지만 문제아의 색출과 아동사이의 leader의 발굴등으로 해소될 수 있다. 문제아의 처리에는 여러가지가 있겠으나 가정방문이 가장 바람직 하

다. 가정방문은 아동에 대한 가장 근본적인 해결책을 강구할 수 있으며, 주민에 대해서도 알수가 있다. 또 하나의 문제는 봉사대가 가지고 가는 지원물자의 피해이다. 대개 아동용으로는 잡지류가 많은데, 아동들에게 좋은 영향을 주지는 못하는 것 같다.

그러므로 아동반은 대원의 성실성과 창의성을 바탕으로 한 Program의 개발이 중요하며,造化를 이룬 Program을 통한 실질적인 활동이어야 하며, 다른 활동까지 도움을 줄수있는 매개체의이고 활력소의이어야 한다.

○ 청장년반

청장년반은 마을의 실권을 쥐고 있는 층을 대상으로 하여 봉사의 핵심이 된다. Program의 종류도 다양해서 영농기술에서 부터 가족계획에 까지 이른다. 마을의 변화를 이룰수 있는 층인 청장년반은, 대부분 조직되어 있는 청년회 등을 이용하여 활동을 벌인다. 청년회 이외에 농촌제등의 조직이 있는 곳이 있다. 청장년반의 대상 인원 중에서 비교의 고연령층과 저연령층이 있게 마련인데 두층이 잘 어울리지 않는 경우가 있다. 더구나 씨족사회가 대부분인 농촌에서, 낮은 연령층은 고연령층의 있을때 행동의 위축등을 가져오며, 자연히 활동에 지장을 가져오게 되며, 다른 경우로는 고 연령층이 참석을 안할때가 있다. 이 경우에는 청년반 장년반을 분리해서 활동을 전개해야 하며, Program이 서로 조화되어야 한다.

참석하는 사람을 對하는 데에는 지도자들 위주로 Program이 되어가지만, 빨리 잠재력있는 사람을 찾아야 한다. 상당히 영향력 있는 사람을 알아내지 못하고 소홀히 했을때 청장년반 Program이 지장을 받는 것을 많이 보아왔다.

Program의 전개에는 강의식과 좌담식이 있으며, 강의식은 Program 전개에 방해를 받지 않는 잇점이 있지만, 너무 분위기를 경직시킬 우려가 있다. 또 주민들의 대부분이 농업이외의 문제에는 무관심한 경향이 있어서 다른 內容의 Program을 강의式으로 진행할 때는 주민들이 지루해하는 경우가 많다. 농업에 관계되는 Program의 진행에는 이론과 실제의 차이에서 오는 주민들의 不信感이 나타나게 된다. 이런 경우 주민은 봉사대원을 궁지에 몰아넣는 경우가 더러 있으며, 봉사대원은 당황하게 된다. 그러므로 농과대학에 재학 중인 隊員을 利用, 농업문제에 對한 연구를 해서 어느 정도 해소시킬 수 있으나 經驗을 바탕으로한 주민에게 못미치며, 학생신분인 奉仕隊員에게는 너무 무리한 Program이 되어 버린다. 이런 경우에는 주민과의 거리감 해소등이 좋은 방안이 될 수 있으며 허심탄회한

對話를 통해서 서로 정보를 교환할 수가 있는 것이다. 대부분의 경우 봉사대가 주민과 친밀해 진 뒤에는 Program상의 문제가 생겼을 때 주민들도 隊員과 같이 연구하고 토의하게 된다. 이러한 정도로 하기에는 좌담식의 方法이 좋다. 주민과 隊員의 거리감을 해소할 수 있는 장점이 있지만, 좌담식 方法은 문제점, 활동내용의 정곡을 찌르기가 어려운 단점이 있다.

그리고 Program의 전개식 방해를 받을 염려가 있고, 자칫 잘못하면 전혀 다른 方向의 이야기가 나오게 된다. 이런 경우 올바른 Program을 수행하려면 상당한 숙련을 필요로 한다. Program의 전개에 必要하다면 술등을 利用해도 좋다. 물론 주민에게 실례를 범하지 않는 범위內에서 극히 자연스럽게 주민과 융화되어야 한다.

그러므로, 청장년반은 경험있는 隊員을 통해 우선 주민과의 거리감을 해소하고 주민을 파악하며, 주민의 요구사항에 맞는 Program을 상황에 맞는 最適의 方法을 통해 수행해야 하며, 전문적인 문제는 농촌지도소등 관계기관의 협조를 의뢰하는 것이 좋다.

또, 경우에 따라서는 노년반등을 만드는 경우도 있는데, 이때는 예절에 주의하여야 하여 비전문적인 Program을 전개하는 것이 상례이다. 노년반의 설치는 되도록 많은 주민과 접해야 하는 봉사活動에 알맞는 것이 되며, 봉사대의 활동에 큰 도움이 되곤한다. 유교적인 윤리관이 존재하는 農村에서 노인들의 영향이 지대하기 때문에 노년반의 설치등을 통한 노인과의 접촉은 바람직한 것이다.

즉, 청장노년반은 부녀반과 더불어 마을의 주류를 이루는 층이라는 데에 큰 비중을 두어야 하는 것이다.

○ 부녀반

농촌奉仕活動의 성과 중에 부녀들의 活動이 活發해진 것을 높이 평가하곤 했다. 집안의 주부로서 막중한 책임이 있는 부녀들이 전통적인 인습에서 오는 사고방식으로 활동을 하지 못하다가 活動을 활발히 하면서 농촌의 기본적인 生活面에서 부터 기금조성, 소득증대에 까지 지대한 영향을 미쳤다.

이미 대부분의 마을에는 부녀회가 조직되어 있으며 여러가지 활동을 벌이고 있다. 봉사隊는 대상지역의 부녀회의 活動內容과 정도를 파악하여 수준에 맞는 Program을 行하여야 한다. 그리고 부녀반도 가족계획, 아후강교습등의 Program을 답습하는 시기는 지났다. 奉仕活動을 통해서가 아니라도 많이 들을 수 있는 Program은 삭제해야 하며 조직체를 통한 기금조성, 부업의 개발등에 주력해야 한다. 대부분의 부녀반은 기금을 마련하고 있으며 이용方法에서 난점을 겪고있

다. 이자놀이등을 통한 기금의 확장정도에 그치는 수도 많고, 「제」정도의 활동에 머무르는 곳도 있다. 부녀회를 「제」 이상의 조직체로 만들기 위해서는 부녀의 적극적인 활동의 필요성을 강조해야 하여 좀더 큰 활동을 위한 기금의 조성, 관리에 대해서 언급해야 한다. 또 마을내의 술, 도박등 고질적인 문제점을 해결할 수 있는 조직체로써活用되어야만 한다.

기금조성 방법에는 구관장등을 이용한 방법과 부업을 이용한 방법이 있다. 구관장의 설치는 생활必需品의 구입등을 통한 기금의 확장方法이기는 하나 利子를 둘러싼 마을의 分裂등을 초래하는 경우가 있다. 奉仕隊로써는 기금조성을 좀더 효과의으로 할 수 있는 관리方法 등에 대해 언급 할 수 있는 Program을 作成해야 한다. 또 부업에 관한 문제는 지방의 특산물등을 이용한 방법도 있으나, 奉仕隊는 가내수공업의이고 특산물에 무관한 부업의 알선에 주력해야 한다. 특산물에 관한 부업은 4-H등을 통해서 개발이 되기 때문이다. 奉仕隊가 副業을 알선하는 경우에는 확실한 판로와 용도가 있어야 하며 지속적인 공급을 확실히 알 수 있어야 한다. 「홀치기」등이 代表的인 例이며, 주관하는 會社와 주민사이를 연결시켜주고 부당한 利益行爲가 없도록 해야한다.

부녀반은 분열이 생기기 쉬운 부분이며 자칫하면 분열이 마을全體에 끼칠 우려가 있는 곳이기도 하다. 그만큼 영향력이 있는 곳이므로 활동을 개시하기 전에 분열의 여아등을 비롯한 세부사항을 상세히 알아야 한다. 또, 부녀반은 아동반과 밀접한 관계가 있으므로 부동을 통해서 친해질 수도 있다.

즉, 부녀반은 마을의 기본적인 문제에 영향을 줄 수 있는 곳으로, 섬세하고 인간적인 접촉으로 활동을 전개해야 하는 것이다.

○ 4-H반

4-H반은 군인가기 前까지의 연령층을 대상으로 하는 활동이며 4-H조직이 많기 때문에 여기서는 편의상 4-H반이라 부른다. 4H반의 연령층은 감수성이 예민하여 봉사대와 비슷한 연령층, 혹은 낮은 연령층으로 봉사대에 대해 동경심과 적대감을 갖기 쉽다. 또한 열등감을 느끼기도 쉽기 때문에 그들을 對할 때는 特別히 신경을 써야한다. 그들과 동로의식을 느끼는 것이 가장 바람직하나 Program의 전달이 어려워지는 경우가 있으므로 잘 조절해 나가야 한다. 남녀隊員간의 言行도 조심하여야 하며 그들에게 이야기 할때는 항상 겸손하고 솔직해야 한다. 4-H 대상연령층은 마을의 주류가 아니고 어릴때부터 독자의인 경제의 능력을 발휘하지 못했기 때문에 자발의이고 創造的인 활동이 힘

들며, 마을어른들도 아직은 그 포대를 완전히 믿지 못하는 경향이 있다. 또 그들의 이러한 문제로 인해서 Program의 作成에도 여러가지 어려움이 있다. 청장년班과 같이 전문적인 Program을 수행할 수도 없는 것이고 오락등도 보조적인 역할 밖에 못하는 것이다. 4-H Club의 활동은 마을에서 노동력을 要하는 일에 4-H의 힘을 使用하게 하고 댓가로 어느 정도의 경지를 4-H공동 소유로 얻는 방법과, 특산물을 利用한 부업, 농한기를 利用 가마니짜기등을 하는 부업도 있다. 많은 노동력이 도시로 나갔고 남아있는 많은 사람들도 나가려고 하기 때문에, 그들을 마을에 잡아 둘 수 있는 특별한 Program이 있어야 한다. 그러기 위해서는 농촌과 도시의 비교, 장단점을 이야기 해야 하고, 도시의 화려한 모습에 對한 이야기는 가급적 피하도록 한다. 또 조직체를 利用한 조직의 힘의 과시, 조직을 利用한 소득의 증대가 필요한 요점은 회의進行法, 혹은 조직의 운영 등에 관한 Program에도 신경을 써야 한다.

즉, 4-H班은 4-H Club원 들이 지역社會에 對한 애착을 갖고 나름대로의 創造的이고 獨自的인 활동을 하도록 고무시키고 도회지에 對한 맹목적인 동경, 奉仕隊員에 對한 미묘한 감정을 해소하는데 노력하여야 하며 농촌을 이끌어 갈 다음 세대라는 것을 強調해야 한다.

○ 特別 Program

특별 Program이라는 것은 봉사活動에 도움이 될 수 있고, 특별히 주인과의 관계개설에 必要한 활동을 말하며, 대개 경노회, 주민체육대회, 주민위안의 밤 등이 있다.

1. 경노회

경노회는 주민들과 隊員에게 老人을 공경하는 마음을 고무시키고, 老人을 대접하므로써 봉사活動을 전개하는데 유리한, 마을 어른의 환심을 사는데 목적이 있다. 그러므로 경노회는 活動초기에 개최하여야 하며 마을에 영향력이 큰 老人들을 포섭하여야 한다. 노인들을 모셔올 때는 隊員이 직접가서 모셔와야 하며 경노회 도중에 예절에 주의하여야 한다.

경노회에는 대개 가벼운 음식과 술등을 대접하게 되는데 사소한 문제에도 老人을 内部的 질서에 존중해야 한다. 할머니와 할아버지의 동석여부는 마을의 상황에 맞도록 처리하여야 하고, 음식의 준비는 부녀회원의 노동력을 빌리는 것이 좋다. 음식을 장만하며 부녀회원과 隊員사이의 일체감을 찾을수도 있고 주민이 직접 장만하는 자체 活動에도 지장이 없기 때문이다. 隊員들은 老人들과 같이 이야기를 하며 분위기를 끌어 나

가야 하고 필요 以上으로 말을 해도 곤란하다.

2. 체육대회

대개 마지막 날 주민과 隊員간, 혹은 동네별로 하게 되는데, 대상지가 비교적 커서 동네간의 체육대회일 때는 마을간의 경쟁심으로 인한 불상사의 유발등을 조심하여야 한다. 동네사이의 경쟁심은 생각 이상으로 큰 경우가 많고 싸움이라도 일어날 경우에는 봉사대가 개입되어야 한다. 체육대회를 주민이 주관하고 봉사대가 후원을 해주는 性格이라면 낯지만 봉사의 주관일 경우에는 進行상의 사소한 문제까지도 조심해야 한다. 체육대회의 Program으로는 구기종목과 아동을 위한 運動會, 지역특성에 맞는 경연대회 등도 좋다.

체육대회는, 좋은 결말을 본다면, 주민들의 협동심의 증진, 봉사대원과의 유대강화등 이로운 點이 많은 Program이다.

3. 주민 위안의 밤

마지막밤에 주민과의 석별의 정을 나누고 그동안의 봉사를 정리하는 자리로써 주민들과 같이 아동반의 발표와 노래자랑등을 통해 進行한다. 奉仕隊는 자기가 가르쳐 온 것을 주민에게 보이고 주민은 봉사대의 한일을 직접보게 된다. 아동반의 학예회는 별 문제가 없으나 주민들의 장기자랑에서 너무 난잡한 부분이 섞여서 아동들에게 영향을 미칠 경우가 있다. 사전에 세밀한 계획과 준비로 조금은 해결될 수 있다.

봉사대의 마지막 날은 대개 체육대회 주민 위안의 밤등으로 이어지는 관계로 봉사活動의 마지막 정리를 못하는 경우가 있는데 미리 알아서 처리해야 한다.

4. 연석회의

연석회의는 주인대표, 각조직체의 지도자들, 다수의 주민과 봉사대원이 한자리에 모여서 奉仕隊員은 활동을 전개하면서 느낀 마을의 문제점등을 솔직히 이야기하고 주민들의 이야기를 들으며 각 조직체사이의 알력등을 해소시켜 줄수 있는 Program이다. 마을의 문제점을 이야기 할 때는 조심성을 요하며 솔직하고 겸손하여야 하며, 대개 마지막날에 연석회의를 하므로 감상에 젖을 우려가 있으나 감상에 젖어서 必要한 이야기를 하지 못하면 곤란하다. 연석회의에는 특히 봉사대의 지도자는 관심을 기울여 効果의인 Program이 되도록 해야 한다. 왜냐하면 평의원 보다는 客觀的으로 마을을 볼수 있으므로, 자기가 느낀 것을 주민들에게 가장 객觀的으로 이야기할 수가 있기 때문이다.

5. 관청 지원 Program

관청지원 Program이라는 것은 관청의 지원을 받아 奉仕活動을 전개하는 것으로 보건진료, 농촌지도소의 방문, 영화상영등이 있으며 奉仕隊의 活動에 지장을

준다든가, 무의미하고 별 效果가 없으면 하지 않을 수 있는 것이다. 또, 관청 -보건소나 농촌지도소-에서 봉사대가 왔을때만 마을에 찾아온다는 인상을 주지 않도록 해야 한다. 농촌지도소의 방문은 주민의 요청이 있을 때 주선힌 주어야 한다. 관청 지원 Program은 官과 봉사대의 관계에 까지 미치는 것으로 여러가지의 문제점을 내포하고 있다 (←d 참조)

6. 평가회

奉仕活動에서 빼놓을 수 없는 것이 평가회이다. 매일의 活動이 끝나면 평가회를 하게되며, 문제점이 발견되면서 평가회는 길어지게 마련이다. 活動의 보고와 함께 문제점을 토의하고 來日의 活動을 계획하는 것이 평가회의 目的이다. 그러나 隊員이 피로해지고 평가회가 길어 집에 따라 다음날의 活動에 큰 영향이 있게 된다. 活動 기간의 1/3일째는 대원의 긴장이 최고에 달하고 피로도 극에 달하므로 한번쯤 분위기를 풀어줄 必要가 있다. 다음날 活動에 큰 지장이 없는 한 사소한 문제도 넘기고 지나가면 안된다. 전 奉仕活動의 半을 차지하는 평가회는 봉사의 의미를 알수있게 해준다.

7. 가호별 침투

가호별 침투라는 것은 노력봉사의 분산과도 같으며 주민생활을 피부로 느낄수 있는 장점이 있으며, 특히 봉사대에 비협조의인 가정에 침투하게 될 경우 태도의 변화등 여러가지 利點이 있다. 방법은 어느집을 택해서 그 집을 찾아가 주민과 생활을 같이 하는 것으로 여러가지 이야기를 다룰수도 있고, 마을의 문제점을 쉽게 파악할 수도 있는 것이다. 침투의 方法은 많이 利用되며 또 좋은 效果를 거두고 있는 것으로 알고 있다.

b) 봉사대의 구성과 관계기관과의 문제

봉사를 주관하는 곳은 학교와 서어클 등이 대부분이다. 서어클에도 奉仕전문의 서어클과 전문은 아니나 Program의 일부로 奉仕活動이 있는 곳이 있다. 학교와 비전문의인 서어클에서 奉仕隊를 구성할 때에는 대개 자발의인 사람을 뽑게된다. 그들은 대부분 한번의 奉仕를 갔다 와서는 하나의 경험으로 간직할 뿐이며 따라서 문제점이나 개선책을 알아도 전승시키지 않는 폐단이 있다. 반면에 봉사전문 서어클은 계속적인 연구와 討議가 있고 대원의 변화가 적은 것이 利點이다. 奉仕活動은 점차 복합의이 되며 변화하는 정세에 맞추어 Program의 연구와 개편이 필요하게 되었다. 이에 비전문의인 서어클도 상설봉사대를 설치할 必要가 있으며 계속적인 연구와 검토, 지속적 奉仕의 경우를

봉사地와의 相互연락등을 취하여 다음의 奉仕活動에 도움이 되도록 해야 한다. 상설 奉仕隊가 담당할 일 가운데 特別히 奉仕地와의 연락은 매우 重要的인 의미를 갖는다. 奉仕活動을 통해서 일깨워진 주민들의 의욕을 계속적인 연락으로 격려, 보조해야 하며 주민도 奉仕隊員의 관심이 있다고 할 때 더욱 지속적이고 활기찬 活動을 할 것이다. 상설 奉仕隊가 없더라도 봉사대의 구성은 가급적 빨라야 하며, 대상지와 봉사대의 실정에 맞는 조직을 완성시켜야 한다.

또 봉사대는 철저한 조사와 검토를 통한 예산의 作成을 하여야 한다. 예산은 대원의 회비와 학교의 보조금 등으로 이루어지며 공공기업체에서 물자지원을 받는 수도 있다. 물자지원은 필요한 품목을 받아야 하며 너무 무리한 요구는 하지 않는 것이 좋다. 봉사대는 자력을 통한 活動이 主이므로 너무 무리한 요구를 하는 것은 奉仕 본연의 자세를 그르칠 우려도 있으며 자칫하면 奉仕隊에 對한 인상을 그르칠 염려가 있다. 奉仕活動을 하다보면 學校나 관계기관에 보고서와 평가서를 제출해야 하는데 관계기관은 너무 무리한 지시를 하는 경향이 있으며 봉사대는 가급적 빠른 시일에 총평가를 해서 봉사活動의 마무리를 짓고 보고서를 제출토록 해야 한다. 총평가는 약 2~3번에 걸쳐 하며 세부적인 것부터 전반적인 것에 걸쳐 잘못된 점, 시정할 점, 해결해야 할 문제점 등에 대해서 討議한다.

奉仕隊와 관계기관과의 관계는 우호적이어야 하는데, 봉사대는 마을에 들어가면 주민과 동조하여 官을 비판하는 경향이 있고, 주민은 봉사대를 관과 연결 시킬수 있는 매개체로 보는 경향이 짙어져서, 봉사대와 관계기관은 묘한 관계가 되곤한다. 봉사대의 지나친 요구는 官을 귀찮게 만들며 官의 지나친 간섭과 來往, 위문등은 봉사活動에 지장을 초래한다. 관계기관의 높은 사람이 방문한 뒤 주민의 태도가 奉仕隊를 官과 동일시하는 경향이 있으며, 매우 높은 사람이 올 때 주민을 동원하여 주변을 정리하는 등 많은 폐단이 있다.

관계기관의 지원은 고마운 것이다. 그러나 꼭 필요한 것만 지원해 주고, 오히려 폐가 될 만한 것은 지양해야만 관계기관의 봉사活動을 돕는다는 뜻에 한층 부합될 것이다.

Ⅲ. 結

한 마을이 發展하려면 마을의 욕구를 해결해 줄 수 있는 제반요건이 갖추어져 있어야 하며, 狂信的이고 현실적인 지도자가 있어야 하며, 지도자를 따르는 創造的인 주민이 있어야 한다. 奉仕隊는 제반요건이 갖추

어 지지 않은 마을에 제반요건을 받아들일 자세를 심어줘야 하며, 지도자를 發屈・育成하여야 하고, 또 주민들에게 자신감을 부여하고 협동심을 배양하며 스스로 계획하고 실천할 수 있는 能力을 배양하여야 한다. 농민은 아직도 官에 의존하려는 경향이 짙은 반면 유교적이고 전통적인 관습으로 관을 경외한 나머지 官公署와의 유기적인 연관성을 갖고 있지 못하다. 奉仕隊는 주민의 관존적인 경향을 없애주어야 하며 관과의 연관성을 맺어 주어야 한다.

마을의 다른 문제점으로는 각 조직체사이의 不調和에 있다. 조직체 상호간의 교류와 爭點의 해소등이 역시 시급한 문제이며 봉사대는 연석회의, Program 등을 통해 해결해야 한다.

奉仕隊員은 우선 농촌을 이해해야 하며 단순하고 實驗的인 참가보다는 자료수집과, 조사연구, 體驗을 통해 討論과 評價를 거쳐 社會에 奉仕하는 자세를 터득해야만 한다. 隊員은 창조적이고 科學的인 분석과 적절한 Program을 통해 상황에 대처할 수 있는 힘을 기르고 나름대로의 理想과 실재를 조화시킬 수 있는 理念있는 奉仕活動을 전개해야만 하는 것이다.

즉, 農村은 주어진 요소와 여건을 活用할 수 있는 能力을 가져야 하며, 行政기관은 진정으로 농민에 必要하고 요긴한 근본적이고 정책적인 行政을 펼쳐야 하며 奉仕隊는 학생신분을 벗어나지 않는 學究的이고 지속적인 活動을 전개해야만 한다. 이럴때 農村은 發展하고 奉仕活動은 다시 빛을 발할 것이다.

<첨류 3>

(註) 이 글은 서울大學校 UNESCO 學生會의 제 5차, 6차, 7차 奉仕에서의 경험과 각 奉仕隊의 보고서를 참조로 했으며, 많은 奉仕活動의 종류 중 하나에 불과하다는 것을 밝힙니다.

하 기 실 습 기

—耐火物工業을 中心으로—

鄭 吉 煥

<목 차>

- I. 工場紹介
- II. 實習內容
- III. 所 感

I. 工場紹介

- 1) 實習工場: 三華化成(株) 浦項工場
- 2) 實習期間: 1976.9.18~9.30

3) 會社 沿革

우리나라에서는 최초로, 세계에서 6번째로, 1963년 인천에 염기성 내화물 공장이 섰다. 이것이 三華化成의 시초이며 그 후 포항제철이 建立되면서 포항공장을 짓기 시작 1970년 부터 생산을 했다. 1976년말에 연와공장이 가동되었고 포항제철의 증축과 함께 이 회사도 더 크게 될 것이다.

인천공장은 爐의 Stamp 材로 쓰이는 低純度の MgO Clinker를 생산하고 있고 포항공장은 축도용 연와제조를 위해 高純度の Clinker Kneapler 材, 각종 연와를 量出해 내고 있는데 연와제조 部分은 日本 하리마會社와 기술 제휴를 맺고 있다.

4) 규 모

7만평의 대지 위에 Clinker 제조공장과 연와공장이 서 있고 계속해서 공장을 확장해 나갈 것이다. 그리고 사무실, 식당, 품질관리실등이 있다.

5) 보수 및 후생시설

技士 초봉은 4萬 5千원~5萬원 정도며 他회사보다

진급은 빠르다. 후생시설은 아직 제대로 갖추어져 있지 않고 독신자 아파트는 건축단계에 있다.

6) 임직원

본사는 서울에 있으나 곧 이전될 것이며 전무(공장장겸), 부공장장, 이하 761여명의 임직원, 310명의 공원이 있는데 서울대 출신은 한 사람도 없다.

II. 實習內容

1. Magnesia質 耐火物

歷史적으로 보면 1860年 오스트리아의 벡세마(Bessemer)轉爐에 使用한 것이 최초이며 그 후 品質이 개량되어 오늘날에는 Mg-Cr 및 Cr-Mg 系 耐火物の 出現을 보게 되었다. Cr-Mg 系 耐火物の 進歩는 염기성 平爐의 天井用 硅石벽돌과 全 염기성 平爐에 쓰이게 되었다. Dolomite벽돌 및 Dolomite Clinker의 사용량은 산소製鋼法의 發達에 의해 증가하게끔 됐다.

1. 原 料

MgCO₃와 Mg(OH)₂에서부터 MgO를 얻는다.

Mg(OH)₂의 경우 海水로 제조되는 海水 Mg와 天然의 산출되는 水滑石(Brucite)에 포함돼 있는데 어느 경우나 소성하므로써 MgO가 되며 800~900°C에서 소성되는 경우와, 1250°C 이상의 高温에서 燒成하는 경우가 있다. 前者는 輕燒 마그네시아(light burned magnesia)라 하며 Periclase 結晶의 발달로 不完全한 非晶質이 될 수 있다. 後者는 死燒마그네시아(Dead burned magnesia)라 하며 Periclase 結晶이 잘 성장해 있다.

경소 MgO Clinker는 공기 中에서 水分, CO₂를 흡수하여 消化를 일으키면서 붕괴하지만, Periclase 結晶이 잘 발달된 사소 MgO Clinker는 消化는 잘 일

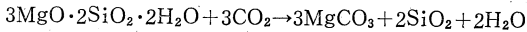
어나지 않아 Magnesia 質耐火物의 原料로 사용된다.

1.1. 마그네사이트(magnesite)

마그네사이트는 方解石이나 白雲石과 異質同相이니 능망간석($MnCO_3$)이나 능철광($FeCO_3$)과 固溶體를 形成하는데, 산지 및 産狀에 따라 성질이 달라진다.

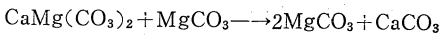
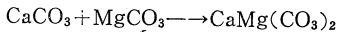
① 열수성 鑛床

마그네시아가 풍부한 岩石이 CO_2 가 들어 있는 熱水에 의해서 2次的으로 分解된 것이다.



② 交代鑛床

마그네시아成分을 含有한 gas體가 石灰岩中の 石灰와 交替하여 層狀의 Magnesia를 生成한 것이다.



③ 沈積鑛床

큰 광상은 없으며 大部分 乾燥地帶의 特殊한 潮水에 침적되어 있다.

1.2. 水滑石

천연에서 産出되는 마그네시아 原料이며 耐火原料로 쓰는 매우 드물고 主要産地로는 우리나라를 들 수 있다.

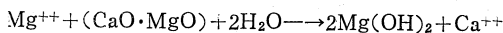
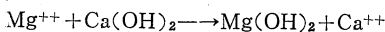
<우리나라 水滑石의 化學成分>

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	lg. loss
한국福連洞	2.0	0.58	1.46	0.55	64.28	30.46
한국忠州	2.45	0.24	0.81	0.55	65.26	30.80

2. 海水 Magnesia Clinker

해수 1l 中에는 Mg^{++} 로써 1.4~1.5gr, 含有되어 있다. 따라서 이 해수나 苦汁 및 汗水等에 消石灰, 煆燒 Dolomite, NaOH 등을 가하여 해수 中 Mg^{++} 를 $Mg(OH)_2$ 로 만들어 침전시키며 이 침전된 水Mg를 壓縮機로 壓縮하여 水分을 除去한 다음 1500~1700°C의 高溫에서 煆成하므로써 Periclase 結晶이 발달된 Magnesia Clinker를 얻을 수 있다.

침전反應을 적어보면 다음과 같다.



해수 MgO Clinker는 제조공정에 의해서 순도가 높은 것을 얻을 수 있으나, 고온 소성으로 Periclase를 성장시킨 경우, 너무 순도가 높으면 소결이 잘 되지 않아 氣孔率이 큰 Clinker가 된다. 따라서 순도가 경제적인 면을 생각해서 조절해야 하며 소결을 촉진시키

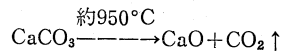
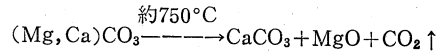
기 위해서 Fe_2O_3 , TiO_3 , SiO_2 , Cr_2O_3 , B_2O_3 등을 少量 添加하여 소성하기도 한다.

煆火原料로써 해수 MgO Clinker는 含量, 소결 정도, 粒의 形狀, 粒度分布, 微量元素의 種類와 그 含有量등 여러가지 점에서 검토되어야 한다.

3. Dolomite 및 Dolomite Clinker

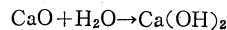
돌로마이트 鑛床은 2종으로 區分된다. 첫째는 石灰岩中에 불규칙한 맥상 또는 렌즈狀으로 있는 品質이 균일치 못한 것과 둘째는 石灰岩 中에 두껍게 鑛層을 이루어 석탄암과의 境界가 比較的 分明하고 品質이 均一한 것이 있다. 우리나라에는 함경북도와 강원도에 널리 分布되어 있다.

Dolomite Clinker는 Dolomite를 硬燒하므로써 얻을 수 있다. 돌로마이트는 加熱에 의해서,



2단계로 分解되어 CaO와 MgO의 혼합물이 된다.

CaO는 空氣中에서 신속히

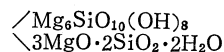


로 消化되며, 純成分으로 含有된 SiO_2 와 $2CaO \cdot SiO_2$ 가 되어 冷却할 때 일어나는 結晶形의 轉移($\beta \rightarrow \gamma$)로 膨脹이 일어나며, 그 結果 粉化(dusting)되기 때문에 그대로 使用하기란 매우 어렵다. 特히 消化防止는 매우 重要하며, 이를 위해서는 粗粒돌로마이트를 燒成할 때 Fe_2O_3 를 添加濟로 加하여 反應生成物의 表面에 防濕被膜을 시키는 方法이 있다. 어느 것이나 모두 工業적으로 可能하나 前者는 數個月間은 消化되지 않을 準安定狀의 Dolomite Clinker이며 後者는 Dolomite에 蛇紋岩 및 그 외의 方法으로 SiO_2 를 加하여 CaO를 $3CaO \cdot SiO_2$ 로 한 것으로 恒久的으로 안정한 Clinker이다.

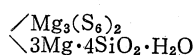
4. 苦土 硅酸鹽 原料

1) Dunite ($Mg \cdot Fe$)₂SiO₄

2) 사문암(Serpentine)



3) Talc



4) Beryl(녹주석) $3BeO \cdot 4C_2O_3 \cdot 6SiO_2$

<해설>

먼저 원료로써 Dolomite를 쓴다. 한국에는 매우 풍부하게 매장되어 있는데 여러 광산 中 쌍용산을 주로 쓴

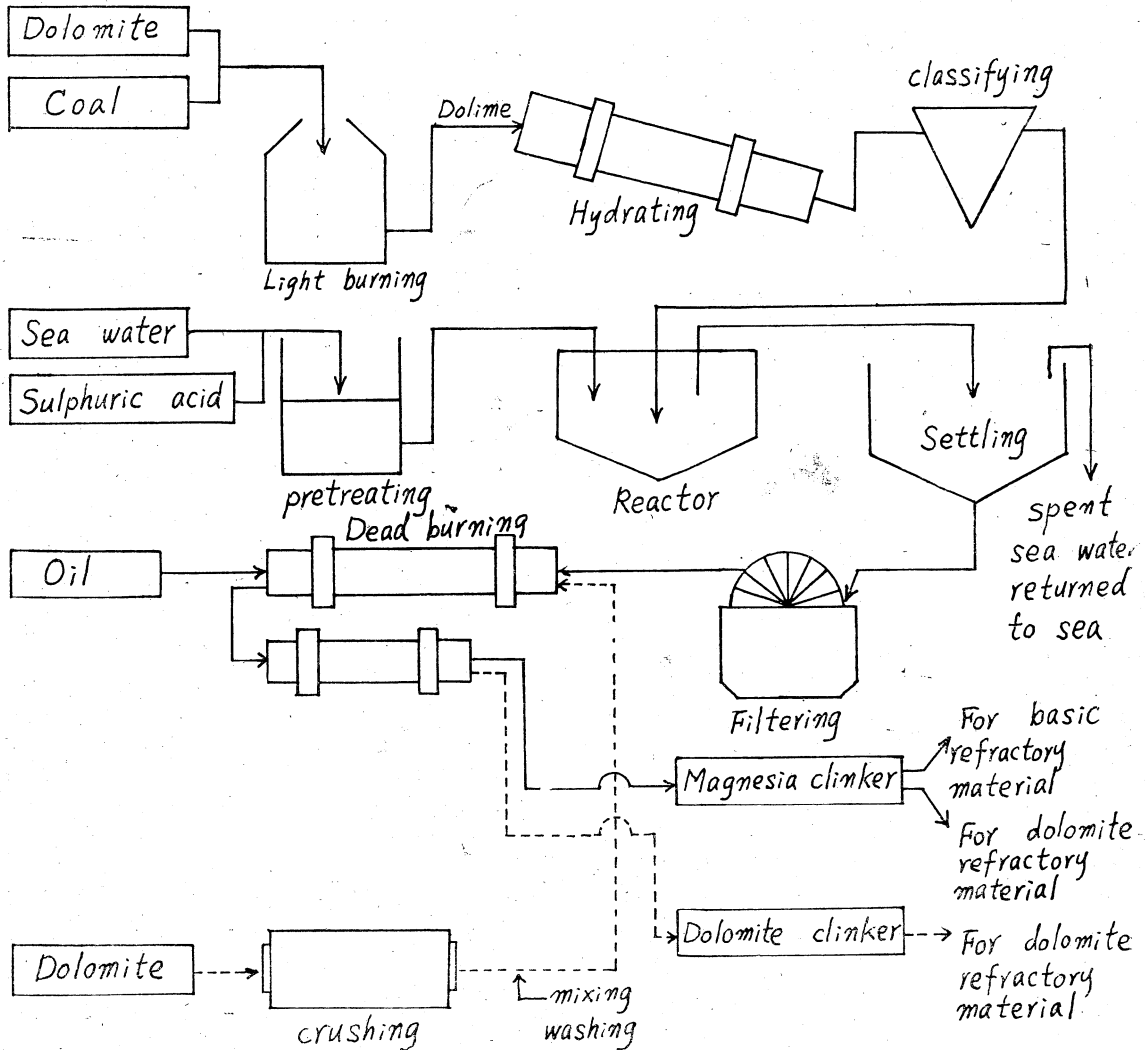


그림 1. Magnesia Clinker Manufacturing Process

다.

Dolomite 89%와 Coal(피탄) 11%을 shaft kiln에 그림 (2-1) 모양으로 쌓는다. 이 shaft kiln은 비교적 열효율이 좋은 편인데 위에서 6m는 여열대이고 그림으로 10m, 전체적으로는 16m까지가 소성대가 된다. 온도는 1400°C~1600°C를 유지한다. 여기에 넣는 Dolomite의 粒度는 지름이 100~300mm 정도가 좋으며 소성이 끝나면 47%의 중량감소를 하게 되는데 이는 돌로마이트($MgCO_3 \cdot CaCO_3$)의 성분 중에서 CO_2 가 날아간 상태이기 때문이다.

이와같이 light Burning을 한 것을 Polime ($MgO \cdot$

CaO)이라고 칭하며 기공이 많다. 이 Polime은 공기 중에 오랫동안 방치하면 좋지 않다.

Shaft kiln에서 꺼낸 Polime은 반응실로 옮겨 Hydrating 시키는데



와 같은 화학반응이 일어나는데 이 반응은 발열반응이다.

수화가 다 끝나면 유액상태가 되며 이 미립의 물질은 일단 ash와 덩어리를 제거한 다음 classifying하기 위해 침전실로 간다. 이 침전실에서 sludge를 걸러 낸 유액상태의 물질은 325mesh 정도 된다.

이 유액은 다시 교가탱크로 올라가서 용도에 따라

고순도와 저순도에 쓰이는 반응기로 잔다.

반응기에서는 해수와 H_2SO_4 를 Pretrating 시킨 것과 유액이 만나 $Ca(OH)_2$ 가 $Mg(OH)_2$ 로 치환하게 된다. 특히 H_2SO_4 를 넣는 이유는 탄산염이 생성되는 것을 방지하기 위함이다.

MgO Clinker는 그 순도가 이 반응기에서 일차적으로 확정된다. 반응기가 3대 있는데 각기 fan이 달라 교반효과와 반응효과를 높이고 더욱 중요한 점은 PH에 따라 순도가 달라져 오랜 경험끝에 그 정도를 정확히 알게 된다.

반응기를 거쳐 나온 $Mg(OH)_2$ 와 불순물은 thickener로 가게 되는데 이 곳에서는 그 $Mg(OH)_2$ 의 고형물 즉 slurry를 95% 전후해서 뽑아내고 나머지는 해수와 함께 다시 바다로 흘려보내게 된다.

이 slurry는 filter실로 보내져 filtering을 하는데 $Mg(OH)_2$ 덩어리의 경우 수분 함량은 30%정도이며 cake의 크기는 중량 6kg, 지름 43cm, 두께 3.2cm이다. 이 cake 상태의 $Mg(OH)_2$ 에다 유산이나 Fe_2O_3 의 flux를 가미해서 Rotary Kiln에 넣고 소성시킨다.

Kiln 내에서는 $Mg(OH)_2 \rightarrow MgO + H_2O$ 의 반응이 일어나며 Dead Burning으로 Periclase 결정이 생성된다. 고순도의 경우 $1899^\circ C$ 이상을 유지시켜야 한다.

이러하여 7시간 동안의 소성이 끝나면 MgO Clinker가 나오는데 단순히 순도만 높은 것이 아니라 정해진 물성 즉 비중, 기공율, 흡수율, 입도가 맞게 되어야 한다.

이러한 모든 제조공정은 시행착오를 거친 후 이루어진 것이며 先進國에서 30~40년 동안 연구해서 만든 결과를 우리는 3년에 했으니 미비한 점이 많다. 특기할 일은 처음으로 이 會社가 국산화를 착수한 기업이라는 점이며 Rotary Kiln 도 Burner(佛製: pilliard) 외에는 전부 國產이다.

5. 연와제조공정

1. 제품의 종류와 특성

1.1. MgO 벽돌

마그네시아벽돌은 MgO를 主成分으로하는 代表的인 염기성 내화물이며 결합方法에 따라 소성품과 불소성품으로 나눌 수 있다.

(1) 소성 마그네시아 벽돌

① 제조방법

MgO質 내화물의 일반적 제법은 MgO Clinker를 분쇄물 및 粒度調整을 한 다음 첨가제로써 數 %의 苦汁철광등을 가하여 充分히 혼련시킨 杯土를 $300 \sim 1400 kg/cm^2$ 로 가압성형한다. 소성은 S.K. $20 \sim 36$ 에서가

능하나, 그 이상의 고온이면 더욱 좋다. 혼련할 때 분쇄물에 첨가제를 가하는 것은 Clinker 粗粒 사이에 微粒狀 Periclase 結晶이 生成되며 이것을 결합시키는 메트릭스部에 마그네시오-페라이트($MgO-Fe_2O_3$) 및 펄스페라이트($2MgO \cdot SiO_2$)가 형성되어 Periclase 결정의 성장을 촉진시켜 결합을 단단하게 하기 위해서이다. 만약 원료 중에 CaO가 含有되었다면 몬티셀라이트($2CaO \cdot Fe_2O_3$; $MgO \cdot CaO \cdot SiO_2$) 및 meronite($3MgO \cdot CaO \cdot 2SiO_2$)가 生成된다.

② 一般의 特性

MgO 벽돌의 성질은 原料인 MgO Clinker의 품질에 지배되지만, 그 외에도 제조시 입도, 배합 및 성형과도 깊은 관계가 있다. MgO質 내화물의 결정은 내화도가 높기 때문에 소성이 불충분하면 燒結가 불량하게 되어 그 결과 압축강도 및 하중연화온도가 낮아진다는 점과 스프링지향에 약하다는 것을 들 수 있다.

MgO질 벽돌의 열전도율은 負의 온도 계수를 가지며 이는 일반 耐火벽돌에 비해 특이한 성질이다.

MgO벽돌의 열팽창성은 매우 크며 스프링지 경향의 직접적인 인자가 되고 있다. MgO벽돌도 Dolomite Clinker와 같이 遊離 CaO를 含有할 경우 소화현상을 일으킨다.

MgO 벽돌도 수증기압 下에서 水和반응을 일으켜 붕괴하기 때문에 MgO 벽돌을 사용할 때 窯爐내에서 발생하는 가스 中 수증기가 함유되어 있으면 中和 붕괴하므로 注意해야 한다.

1.2. 不燒成마그네시아 벽돌

소성 마그네시아질 벽돌과 同一한 方法으로 成形하지 한 후 소성공정을 거치지 않고 건조후 제품이 된다.

용도에 따라서 철판과 함께 성형하는 경우와 성형후 철판케이스로 포장하는 경우가 있다. 前者를 Steel Clud라 하며 後者를 metal case라 한다. 불소성 벽돌의 利點은

① 소성시간이 생략되므로 벽돌의 제조시간이 半減된다.

② 소성공정이 필요치 않으므로 연료비, 窯爐費 등에 경비가 필요치 않아 생산비가 절약된다.

③ 벽돌의 品質 向上된다. 특히 耐스프링지성이 증가한다.

따라서 불소성벽돌을 제조하기 위해서는 고온에서도 안정한 원료를 사용해야 하고 적당한 粒度組織을 갖도록 하여야 한다.

1.3 Dolomite 벽돌

外國에서는 MgO Clinker 대신에 값싼 Dolomite Clinker를 만들어 製鋼爐의 스텝프 材料 및 補修用으

<燒性 MgO 벽돌과 不燒性品과의 비교>

	불소성 벽돌	소성 벽돌
소성 수축 (1485°C) (%)	1.02	1.38
壓縮強度(kg/cm ²)	571	409
摩耗抵抗(감량) (%)	33.4	38.2
荷重軟化溫度 { 始發點(°C)	1570	1495
{ 軟化點(°C)	1615	1520
스폴링 저항(감량) (%)	0.0	48.9
1000°C 1hr. 후 급냉		
通氣率(63.5mm의 벽돌 1kg/cm ² 의 壓力差를 갖고 공기 1000cc가 통과하는데 걸리는 시간)	150	2.50

로 많이 쓰이고 있다. 그러나 돌로마이트 Clinker의 가장 큰 결점은 공기 중에서도 신속하게 消化가 일어난다는 점이다. 따라서 Dolomite Clinker를 사용한다면 이것을 이용해서 벽돌을 제조할 경우 크링커를 안정화시켜 내소화성을 갖도록 하지 않으면 안된다. 그래서 현재 準안정화시킨 tar돌로마이트 벽돌과 장기적으로 안정한 안정화돌로마이트 벽돌이 제조되고 있다. 前者는 Dolomite Clinker에 MgO Clinker를 가

해서 tar에 浸漬시킨 후, 가열 혼련하고 성형한 다음 600~800°C의 저온에서 환원 소성시켜 제품을 만든 것이다. 後者는 Ca₃SiO₃화 한 안정한 Dolomite Clinker에 MgO를 가해서 소성한 것이다.

안정화 돌로마이트(K.D.T.)의 광물조성은 K.D.T. 벽돌에 있어서 9CaO·SiO₂와 MgO(페리클레이스 결정)를 주체로 하고 있으며, 그 외에 미량의 CaO·MgO·SiO₂와 2CaO·SiO₂를 함유하고 있다. 독일 제품과 똑같이 3CaO·SiO₂와 Periclase를 主成分으로 하고 있으며, 그 외에 2CaO·Fe₂O₃ 및 少量의 4CaO·Fe₂O₃·N₂O₃(brown-millerite)로 되어 있다.

용도는 주로 염기성 平爐, 벡세마轉燈, 電氣燈, 시멘트 소성爐, 소성 磷肥爐 등에 쓰이며, 우리나라도 Dolomite 광이 풍부하므로 하루 속히 값이 싼 돌로마이트 벽돌이 제조되어야 하겠다.

2. 염기성 연와의 제조과정

(1) 제조과정

粉碎—混練—成形—乾燥—燒成

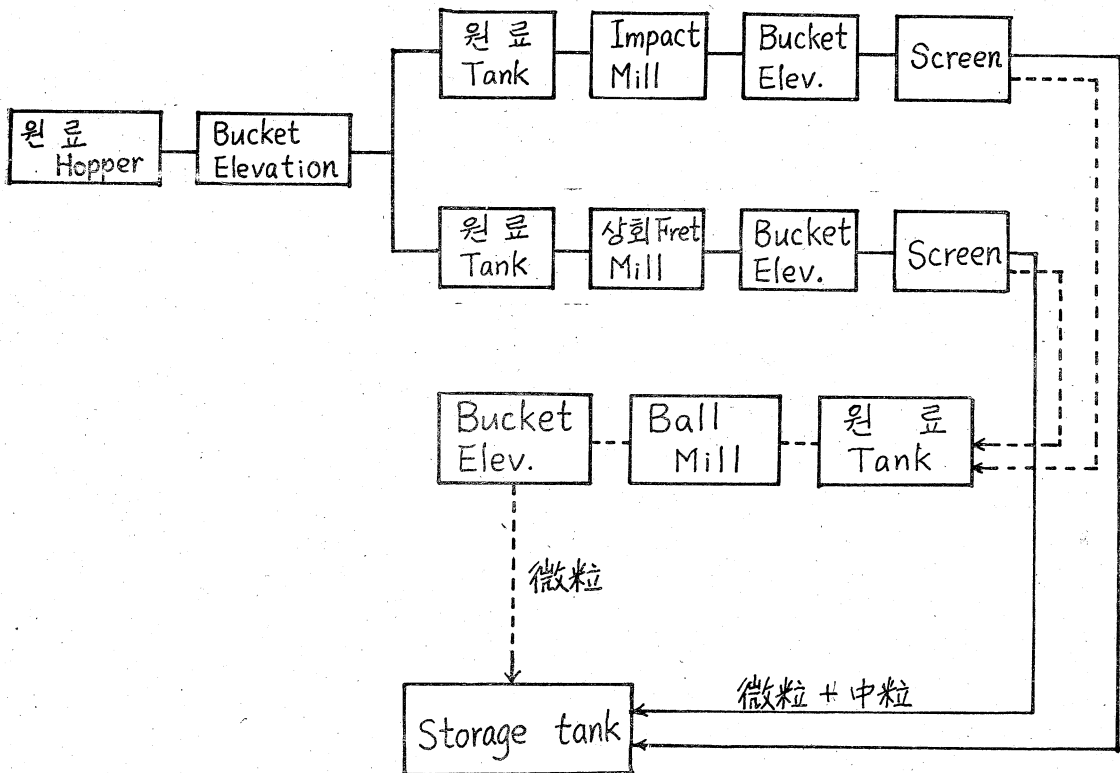


그림 2. MgO 제조과정

분쇄하는 原料는 MgO(순도 95%, 이상Bulk density 3.25이상, 충전율, 흡수율이 5.5% 이하) Cr₂O₃ 鑛石 (33%이상)을 쓴다.

Cr₂O₃鑛은 成分은 SiO₂가 5%미만, Fe₂O₃가 13% 미만이 되어야 한다. 만약 Fe₂O₃가 15% 이상이면 연 와소성 中 cracking과 이상팽창이 되고 18% 이상은 못 쓴다. 三華化成에서는 주로 필리핀의 maenloc 産 의 Cr₂O₃ 광석을 이용하고 있다.

공정 flow는 윗도표와 같으며 특기할 사항은 Bucket Elevator 인데 높이가 크며 체인을 쓰고 나머지는 고무를 쓴다. 그리고 분쇄 당시 입도의 측정과 조정이 중요하며 따라서 Screen의 조작이 필요하다.

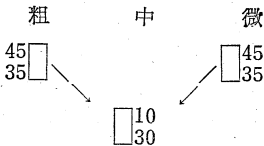
2) 混 練

저장탱크에 넣어 둔 MgO와 Cr₂O₃를 Skipper로 담 아 wet pan mill에 옮기고 여기에 해수 10%를 첨가 해서 섞는다. 이는 MgO와 Cr₂O₃ 외에 수분을 가하므 로써 성형 時 그 形이 잘 이루어지도록 하기 위함이다.

혼련에 쓰이는 입도의 分布는

- 1成分 24%
- 2 " 21%
- 3 " 15.5% 이며
- 粗粒을 5~15mm
- 中粒 1.5~0.297mm

微粒 0.297mm 이하(200mesh 80%)로 분류할 경우



의 %指數로 나타낸다.

또 꼭 알아야 할 것은 混練 後 水分측정, 粒度分布 를 Check 하는 것이다.

3) 成 型

입 자 크 기	무	계	%
~4.76mesh		0.94	0.00425
~4 "		4.80	0.0217
~2.83 "		47.00	0.21267
~2.0 "		55.00	0.2493
~1.0 "		88.60	0.4009
~0.297 "		21.70	0.0982
~0.171		0.90	0.00453
~		1.50	0.0068

건조 前 무게 222g, 건조후 221g, 수분 1g
<表> 메탈케이스의 경우 粒度分布

혼련을 끝낸 원료는 Press 로 가서 정해진 칫수대로 성형을 한다.

성형시 Segregation 을 방지해야 하는데 이는 조립, 중립, 미립을 골고루 섞어서 강도를 높이기 위함이다.

성형이 쓰이는 Press는 800Ts Press 500Ts Oil Press 1200T Oil Press가 있다. 이러한 성형이 끝나 면 外觀치수를 써서 오차가 ±2.0mm 가 넘지 않도록 한다.

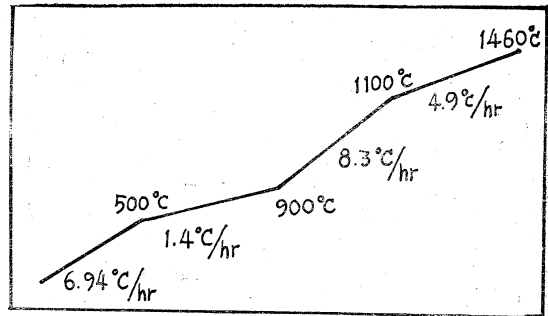
4) 소 성

연와는 크게 不燒成 煉瓦와 소성연와로 분류하며 그 종류는 All Mg, Mg-Cr, Cr-Mg 가 있는데 주문에 의 해 그 퍼센트를 결정한다.

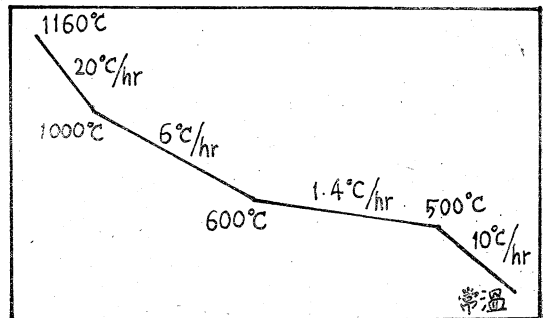
소성에서 연와의 質이 결정되므로 항상 schedule 에 대한 남다른 신경을 기울이고 정확한 Data가 작성되 어 있어야만 한다.

불소성연와나 소성연와나 먼저 건조를 하는데 그 온 도는 85~100°C 사이로 하며 여기서는 탈수작용이 일 어난다.

소성을 하면 수축, 압축, 高比重, 荷重軟化 강도, 침식율(회전), 잔존선의 팽창등의 변화가 일어나는데 온도의 변화에 따른 Bonding과 많은 관계가 있다. 1460°C~1540°C에서는 silicate Bond, 1680°C에서는 Semi-direct Bond, 1740~1760°C에서는 Direct Bond 가 된다.



<火入 昇温 曲線>



<냉각 Schedule>

■ 실 습 기

또한 소성은 불을 때는 것이므로 무엇보다도 연료소 모를 중요시 한다. Tunnel kiln의 경우

i) 400°C Keeping 時

1460°C~1000°C 경유; B.C(벙커C유)=1:2

100°C~800°C " " =1:1

800°C~600°C " " =2:1

600°C 以下 경유 only

ii) 1000°C에서 火絶하는 경우

경유 B.C.=1:2

그리고 火絶時 세척경유 100%가 소요된다.

소성이 끝나고 나서도 주의해야 할 일은 냉각이다.

무계획적인 냉각은 Cracking을 유발함은 물론 과속한 수축으로 강도와 내화성이 줄어든다.

化學表 析分

<MgO Clinker>

成 分	Ign-1- oss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	MgO	Tot- al
P-Cl-51		1.74	trace	0.29		2.28	95.01	99.92
P-Cl-52		1.68	trace	0.57		2.28	95.21	99.74
P-Cl-53		1.66	trace	0.74		2.28	95.21	99.89

Ⅲ. 소 감

학교에서 배운 것을 실지로 정해진 分野에서 집중적으로 行했다는 점에서 實習이 중요하다고 생각한다.

광범위하게 배웠다고 하지만 현장에서는 제대로 인 용되지 못했으며 새로이 배우는 것이 거의 전부다.

짧은 期間이었지만, 그 공정하나를 더 알았다는 것 보다는 現 社會를 이해하고 대처해 나가는 준비자세를 갖 게끔 되었다는 것이 이 實習을 통해 얻는 큰 교훈이다.

<黨業 3>

卒業論文

☐ 폴리에틸렌 테레프탈레이트 섬유로부터 올리고머의
용해법에 의한 분리

하 완 식<섬유과 교수>
오 장 원<섬유 4>

☐ Complex Matrix Inverse 에 관한 연구

박 영 문<전기과 교수>
안 종 구<전기 4>

☐ Beckmann 전위반응의 공업적 연구

안 태 완<공업화학과 교수>
이 상 환<공업화학 4>

☐ 超音波照射効果

김 연 식<금속과 교수>
홍 주 화<금속 4>

☐ 석탄기체화 공정의 현황

이 현 구<화공과 교수>
김 명 수<화공 4>

폴리에틸렌 테레프탈레이트 섬유로부터 올리고머의 용해법에 의한 분리

오 장 원

Abstract

For the reliable determination of oligomer content in polyester fiber, a new method is described in this paper. This method called the dissolution method is as follow. Polyester fiber is dissolved in boiling DMF for two hours followed by cooling to room temperature to precipitate the bulk of polymer, and isolated the soluble material in which oligomers are dissolved, by filtering. The filtrate is evaporated to dryness and weighed. In the case, the oligomer content in polyester fibre is not affected by the degree of crystallinity resulted from heating the samples. By this method, therefore, one can evaluate the total oligomer content of polyester fiber. In addition, through this experiment, it is confirmed that oligomer exists not only in the amorphous region but also in the crystalline region. Differences between the extraction method and the dissolution method are examined in detail here.

I. 서 론

폴리에틸렌 테레프탈레이트 (poly-ethylene terephthalate, 이하 PET라 함) 섬유의 염색, 가공 및 방사 공정에서의 장애 요인 중의 하나로 지적된 올리고에스테르에 대한 분리, ¹⁻⁶ 정량·정성 분석에 관한 많은 연구가 활발히 행해져 왔다.

Ross¹⁾ 등은 시판 폴리에스테르 필름을 트리클로로에틸렌(tri-chloro-ethylene)으로 80시간동안 추출하여 1%의 고리 삼량체(cyclic-trimer)를 얻었으며, Goodman과 Nesbitt²⁾는 PET 섬유와 칩(chip)을 크실렌(Xylene)과 디옥산(dioxane)으로 추출하여 1.3~1.7%의 올리고에스테르를 구해냈다. Valk²⁾ 등은 추출 용제로 디옥산을 사용하여 추출 시간에 따른 올리고에스테르의 추출량의 변화를 연구했으며, 최근에는 결정화도가 디옥산으로 추출한 올리고머의 함량에 변화를 준다는 사실을 밝힌 논문⁴⁾도 있다.

따라서, 용제 추출법으로 올리고에스테르를 분리해 내는 방법으로는 시간이 많이 소모될 뿐만 아니라, 올리고머를 완전히 추출해 낼 수 없으며, 특히 추출용제, 추출시간 및 결정화도의 변화에 따라 측정된 올리고에스테르의 함량은 상대적으로 변동이 크다.

그러나 PET를 용제를 사용하여 완전히 녹인 다음, 고분자 물질만 再沈澱시켜 올리고에스테르 성분을 회수하여 낼 수 있다면, 추출법에서 야기된 함량 변동은 없으리라 생각된다.⁵⁻⁶⁾

본 논문에서는 동일한 PET 필라멘트를 각각 다른 온도에서 일정시간 동안 건열 처리하여 결정화도를 달리 한 시료를 각각 추출법과 용해법으로 올리고에스테르를 분리하여 정량해 냄으로써, 용해법과 추출법의 차이를 비교하여 고찰하고자 한다.

II. 실험

1. 시료 및 정제

국내에서 생산되는 한 회사의 폴리에스테르 필라멘

트 섬유(semi-dull, 75 denier/3b filament/0 twist)로부터 2g씩 시료를 취하여 다음과 같은 방법으로 정제하였다.

속실팩 추출장치를 사용하여 석유에스테르(半井 약품, 1급시약)로 6시간 동안 추출한 다음 Co. 실온에서 일야간(一夜間) 방치하여 건조시키고, 이어 메탄올(石津 약품(주), 1급 시약)로 5시간 동안 추출한 다음 증류수로 여러 번 씻어내어 진공 항온 건조기(Satake,)내에서 온도를 $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 유지하면서 7시간 동안 진공 건조 시켰다.

2. 건열 처리

정제가 끝난 시료를 드라이 오븐에 넣고 장력을 가지지 않은 상태로 온도 120°C , 150°C , 180°C , 및 210°C 에서 각각 10분 동안 열처리 한 후 즉시 데시케이터에 넣어 냉각시켰다.

3. 추출법에 의한 올리고머의分離 및 定量

各 시료를 건조 침량하여 속실팩 추출장치에 넣고, 항온조의 온도를 $130 \sim 135^{\circ}\text{C}$ 로 유지시켰다. 추출용제는 디옥산(石津 약품(주), 1급시약) 120ml를 사용하였으며, 7시간 동안 추출해 냈다.

추출한 시료를 25ml의 디옥산으로 씻고, 이 액을 추출액과 한 데 모아 로우타리 evaporator를 사용하여適當量 남을 때까지 감압 증류시키고 남은 액을 다시 칭량병에 넣어 $35 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 에서 진공 건조시켜 항량 건조시켜 무게를 측정하여 올리고머의 量을 定量했다.

4. 용해법에 의한 올리고머의分離 및 定量

시료를 가위로 1~3mm크기로 절단하여 건조 무게를 칭량하여 250ml 4구 플라스크에 100ml 디메틸포름아미드(Di-methyl-formamide: 和光純藥, 1급시약)와 함께 넣고 온도 150°C 에서 2 시간 정도 溶解시켰다. 이때 30분에 걸쳐 150°C 까지 상승시켰으며, 공기 산화를 방지 하기 위해서 질소 기류하에서 溶解시켰다. 溶解가 끝난 후 서서히 온도를 낮추어 고분자 물질이 再沈澱될 때 올리고머 成分과 함께 沈澱되는 현상을 방지 하였다.

溶解가 끝난 溶液을 一夜間 방치한 후 여과지와 glass filter (medium)로 여과한 액을 Rotary evaporator로 적당량 까지 감압 증류 시키고 남은 액을 칭량병에 넣어 $40 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 에서 8시간 이상 진공 건조시켜 칭량병 무게의 증가량을 칭량하여 올리고머의 함량을 측정했다.

5. Critical dissolution time法에 의한 결정화도 측정

Galil⁷⁾이 제안한 CDT法에 의거하여 건열 처리에 의한 결정화도를 다음과 같이 측정했다.

길이 25cm, 직경이 4cm되는 유리관속에 페놀(日本 試藥工業, 1급시약)을 4/5정도 부어넣고 항온 수조를 이용하여 페놀의 온도가 60°C 가 되도록 수조의 물의 온도를 일정하게 유지시켰다. 밀열처리 시료와 건열처리 시료를 지름이 3.2cm 되는 피가닥 loop을 만들어 스펀테스티일로 만든 hook 속에 넣어서 구리 추가 바닥에 떨어지는 시간을 초시계로 측정했다. 각 시료에 대해서 이를 10번씩 시행하여 그 평균치를 CDT 값으로 택하였다.

6. 올리고머의 정성분석⁵⁾

박층 크로마토그래피법으로 각 올리고머의 성분을 식별했다. Yamato TLC-set를 사용하여 유리판에 Kiesel Gel G(Merck)를 입혀 0.25mm 두께의 박층을 만든 후 $105 \sim 120^{\circ}\text{C}$ 에서 1시간 활성화시킨 다음 3.4에서 얻은 올리고머를 다시 dioxane에 1%용액으로 하여 spot 하고 선형 올리고머는 벤젠과 에틸아세테이트 혼합액(85:15)으로 15cm 전개시켰으며, 고리 올리고머는 10%에테르 혼합액(클로로포름과의)으로 전개시킨후 포화 요오드 증기 속에 방치하여 성분 올리고머를 식별하였다.

III. 실험 결과 및 고찰

건열 처리에 의한 결정화도의 변화를 Galil⁷⁾이 제안한 CTD법을 이용하여 간접적으로 측정했으며 그 결과를 Table 1에 나타낸다.

temp. of heat treatment	untreated	120°C	150°C	180°C	210°C
CDT(sec)	5.32	7.25	27.5	143.2	263.0
log CDT	0.726	0.889	1.440	2.156	2.420

Table 1. Effect of heat treatment on CDT for the same PET filament

Table 1에서 나타난 바와 같이 열처리온도가 높아 갈수록 CDT의 값이 증가됨을 볼 수 있다. 열처리 온도가 높을수록 결정화도가 증가된다는 것은 일반적으로 알려진 사실이다.⁷⁻⁸⁾ Galil⁷⁾은 log CDT와 밀도와는 직선적으로 비례함을 보이고 있는데, 여기에 의거하여 생각할때, 동일시료에 대한 열처리 온도가 증가

temp of heat treatme- nt	Extraction Method					
	Sample- wt(g)	Oligo- mer Conte- nt(mg)	Oligo- mer Cont- ent(%)	Sample- wt(g)	Oligo- mer Conte- nt(mg)	Oligo- mer Cont- ent(%)
Untreat- ed	2.0445	47.5	2.32	1.9979	57.3	2.869
120°C	2.0330	50.9	2.34	1.9960	52.0	2.605
150°C	2.0685	43.2	1.93	1.9890	52.2	2.624
180°C	2.0285	38.0	1.72	1.9740	55.0	2.786
210°C	2.0432	37.6	1.62	—	—	—

Table 2. Oligomer Content measured by extr-
action method and by dissolution meth-
od for PET filament heated at var-
ious temperature in drying oven

할수록 밀도가 증가되어 결정화도가 직선적으로 증진
되었음을 간접적으로 알 수 있다.

전열처리된 각각 달리한 PET filament를 추출법으로
정량해 낸 올리고에스테르의 함량과 용해법으로 정량
해 낸 올리고 에스테르 함량을 Table 2와 Figure 1
에 나타낸다. Figure 1에서 알 수 있는 바와같이, 추
출법에 의해 측정된 올리고 에스테르의 함량은 결정화
도가 증가함에 따라 직선적으로 감소하나, 용해법에
의해 측정된 올리고 에스테르의 함량은 거의 변하지
않음을 보인다. 그러므로 용해법에 의해 올리고에스테
르를 분리해내는 방법은 결정화도에 영향을 받지 않아,
측정된 올리고에스테르의 함량은 일정함을 알 수 있다.

PET filament 섬유를 디옥산으로 추출하는 동안,
디옥산이 침투가 용이한 부분에 침투되어 고분자쇄상

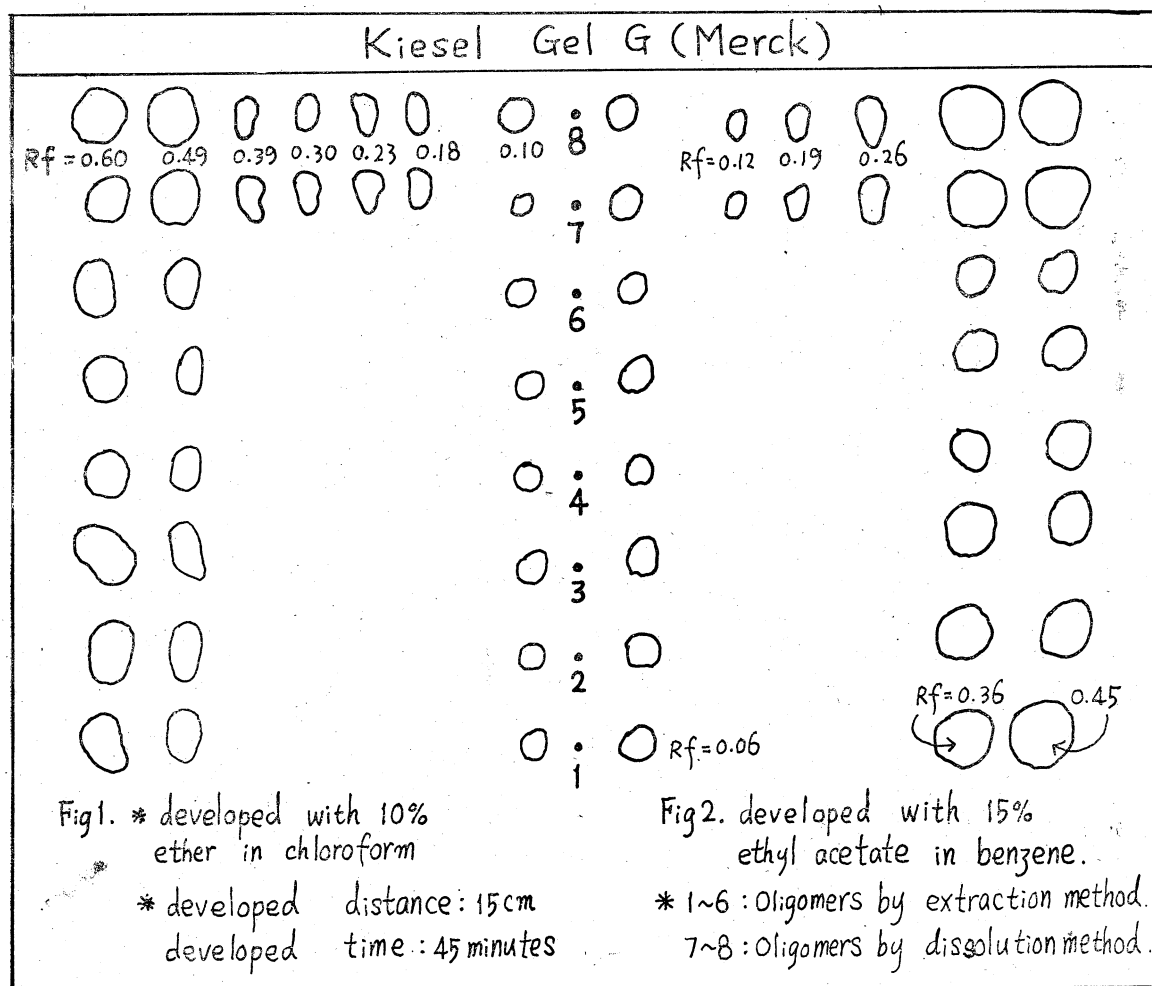


Fig. 1.2. Chromatogram of cyclic oligomers of the same PET filament
heat treated at various temperature in drying oven.

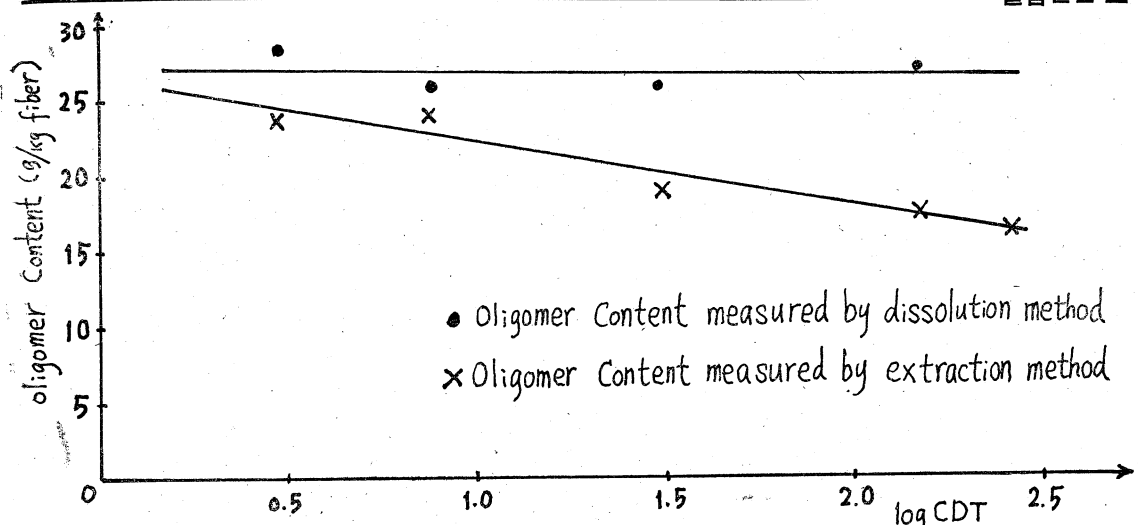


Fig. 3. Curve of oligomer content vs. log CDT for the same PET filament heat treated at various temperature in drying oven.

에 회합⁹⁾되어 있는 올리고에스테르만이 더욱산에 용해되어 용액 中으로 나오는 것으로 생각된다. 그러나 용해법에 있어서는 PET filament 섬유가 완전히 녹아 추출법에 의해 추출되지 못한 부분의 올리고에스테르까지 용해되어 올리고에스테르의 전 함량이 빠져 나오기 때문인 것으로 생각된다.

따라서 위의 실험 결과를 볼 때, 올리고에스테르는 비결정 영역에 국한되어 존재하는 것이 아니라, 결정 영역을 포함한 전 섬유에 고루 분포되어 있음을 시사해 준다.

Fig.2에 추출법 및 용해법으로 측정한 선형 올리고에스테르의 정성분석 결과를 나타내고, Fig.3에 추출법 및 용해법으로 측정한 고리올리고머의 성분 분석 결과를 나타낸다. Fig.2, Fig.3에서 알 수 있는 바와 같이 용해법으로 측정한 올리고에스테르에는 추출법으로 측정한 올리고에스테르보다 더 많은 성분이 검출되었음을 알 수 있다. 이들의 Rf치가 문헌^{5)~6)}상의 Rf치와는 일치하지 않아 올리고에스테르의 성분이 구체적으로 어떤 것인지는 분명하지는 않으나, 동일시료에 대해 추출법으로 측정한 올리고에스테르의 성분이 용해법에서 더 검출된 성분 이외에는 거의 일치한 점으로 보아, 이것은 실험 방법상의 차이에 기인한 것이라 생각된다.

따라서 용해법으로는 추출법에 의해 빠져 나오지 못하는 올리고에스테르 성분도 빠져 나옴을 알 수 있다.

III. 결 론

동일한 PET filament에 전열처리를 달리하여 결정

화도를 변화시킨 시료를 각각 추출법과 용해법으로 올리고에스테르를 정량 및 정성분석함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 용해법에 의해 올리고에스테르를 분리해 내는 방법은 결정화도에 영향을 받지 않아 측정된 올리고머의 함량은 결정화도에 관계없이 일정하다.
2. 결정화도와 추출 올리고머의 함량이 반비례하는 사실로 보아 결정영역 내에서도 올리고머가 존재한다.
3. 용해법으로는 추출법에 의해 추출되지 못한 올리고머 성분이 더 빠져나온다.

Reference

- 1) Ros set al. *J. Polymer Sei* 13, 406~407 (1954)
- 2) Valk et al. *Melliand Textilber.* 51, 504~508 (1970)
- 3) Goodman I and Nesbitt B.F. *J. Polymer Sei* 48, 423~433 (1960)
- 4) 하완식등, 한국섬유공학회지 12, No.3. p.24~33 (1975)
- 5) 하완식, 섬유기술, 1975 9월호 p.1~7
- 6) Peebles et al. *J. Polymer Sei [A-1]* 7, 479~496 (1969)
- 7) Galil. *T.R.J.* 43, p.615~623 (1973)
- 8) Gupta et al. *T.R.J.* 43, p.382~388 (1973)
- 9) Skelly, *JSDC* 89, p.349~358 (1972)

<섬유 4>

Complex Matrix Inverse에 관한 연구

安 鍾 久

1. 서 론

일반적으로 Complex matrix의 Inverse를 구하는 문제는 공학분야에서 흔히 나타난다. 대개 디지털 계산기로 처리를 하게 되는데, 이 경우 계산기에 Complex arithmetic unit를 갖추고 있는 경우 별다른 문제점이 없으나, 그렇지 못한 소형 계산기의 경우에는 특별히 프로그램을 다시 만들어야하는 번거로움이 따른다. 이러한 경우에 보통의 Real matrix의 Inverse program을 사용하여 간단히 계산을 할 수가 있다.

본 논문에서는 이와같은 의도에서 본 대학에 설치되어 있는 계산기를 사용하여 Complex matrix의 Inverse를 계산하는 프로그램을 개발하는 데 목적이 있다.

2. 이론적 기초¹⁻²⁾

$A+jB$ 와 $C+jD$ 를 n 次の Complex Matrix라 가정하자. 단, A, B, C, D 는 모두 n 次の Real Square Matrix이다.

여기서

$$[A+jB][C+jD]=I+jO \quad (1)$$

이면 $C+jD$ 는 $A+jB$ 의 역행렬이라 말할 수 있다.

(1)을 풀어서 다시 쓰면

$$[AC-BD]+j[AD+BC]=I+jO$$

따라서

$$AC-BD=I \quad (2)$$

$$AD+BC=O \quad (3)$$

행렬 $A+jB$ 대신에

$$\begin{pmatrix} A & B \\ -B & A \end{pmatrix} \quad (4)$$

과 같은 확장 행렬을 생각하면 (1)은

$$\begin{pmatrix} A & B \\ -B & A \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C & D \\ -D & C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I & O \\ O & I \end{pmatrix} \quad (5)$$

라 쓸수 있다.

(5)를 풀면

$$AC-BD=I \quad (6)$$

$$AD+BC=O \quad (7)$$

$$-BC-AD=O \quad (8)$$

$$-BD+AC=I \quad (9)$$

위에서(6)과 (9), (7)과 (8)은 결국 같은 식이므로 (6)과 (7)만 취하면 이 두식은 결국 (2)와 (3)과 같다. 따라서 행렬 $A+jB$ 를 (4)처럼 표현하는 가정은 옳다고 할 수 있다. (4)에서 제 2행을 넣어 준것은 Square

Matrix를 만들기 위함이다.

(6)과 (7)에서 C와 D를 구한다.

먼저 (7)에서

$$AD = -BC$$

$$\therefore D = -A^{-1}BC \quad \dots\dots\dots(10)$$

(10)을 (6)에 대입하면

$$AC - B(-A^{-1}BC) = I$$

$$(A + BA^{-1}B)C = I$$

$$\therefore C = [A + BA^{-1}B]^{-1} \quad \dots\dots\dots(11)$$

(11)을 (10)에 대입하면

$$D = -A^{-1}B[A + BA^{-1}B]^{-1} \quad \dots\dots\dots(12)$$

(11)과 (12)를 보면 C와 D를 구하는데 A^{-1} 은 항이 필요해도 B^{-1} 의 항은 필요없다.

또, A^{-1} 의 항은 없고 B^{-1} 의 항을 갖는 C와 D를 구할 수도 있다.

즉 (7)에서

$$BC = -AD$$

$$\therefore C = -B^{-1}AD \quad \dots\dots\dots(13)$$

(13)을 (6)에 대입하면

$$A(-B^{-1}AD) - BD = I$$

$$-(AB^{-1}A + B)D = I$$

$$\therefore D = -[AB^{-1}A + B]^{-1} \\ = -[B + AB^{-1}A]^{-1} \quad \dots\dots\dots(14)$$

(14)를 (13)에 대입하면

$$C = B^{-1}A[B + AB^{-1}A]^{-1} \quad \dots\dots\dots(15)$$

위의 내용을 정리하면

C, D는 A^{-1} 의 항은 포함하고, B^{-1} 의 항은 포함하지 않도록

$$C = [A + BA^{-1}B]^{-1} \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$D = -A^{-1}B[A + BA^{-1}B]^{-1} \quad \dots\dots\dots(12)$$

으로 표현할 수도 있고

C, D는 A^{-1} 의 항은 포함하지 않고, B^{-1} 의 항은 포함하도록

$$C = B^{-1}A[B + AB^{-1}A]^{-1} \quad \dots\dots\dots(15)$$

$$D = -[B + AB^{-1}A]^{-1} \quad \dots\dots\dots(14)$$

로 표현할 수도 있다.

계산 과정에서 A만 Singular이면 (14), (15)로 C, D를 구하면 되고, B만 Singular이면 (11), (12)로 C, D를 구하면 된다. 만약 A, B 모두 동시에 Singular이면 C, D는 구할 수 없다. 또 A, B가 동시에 Singular가 아니라 할지라도 $[A + BA^{-1}B]$ 와 $[B + AB^{-1}A]$ 가 동시에 Singular이면 C, D는 역시 구할 수 없다.

3. Flow Chart

Flow chart는 아래와 같다.

1) A^{-1} 을 구해서 (11), (12)에 넣어 C, D를 구하는 경우

이 경우에는 $IERZ=1$, $IER=1$ 이다.

2) A^{-1} 을 구할 수 없어서 B^{-1} 을 구해 (14), (15)에 넣은 경우

이 경우에는 $IERZ=0$, $IER=1$ 이다.

3) A^{-1} 은 구했으나 (11)에서 $[A + BA^{-1}B]^{-1}$ 이 존재하지 않아 다시 B^{-1} 을 구해 (14), (15)에 넣은 경우

이 경우에는 $IERZ=0$ 이 되고 $IER=1$ 이 된다.

4) C, D를 구할 수 없는 경우

이 경우 결국 $IERZ=0$, $IER=0$ 이 된다.

여기서 $IERZ=1$ 인 경우는 A^{-1} 을 구하여 (11), (12)에서 C와 D를 구한 경우이고, $IERZ=0$ 인 경우는 (11), (12)로 C와 D를 구할 수 없는 경우이다. IER 은 Singular test를 위해 도입했는데, $IER=1$ 이면 역행렬이 존재하는 경우이고, $IER=0$ 이면 역행렬이 존재하지 않는 경우이다.

실제의 flow chart는 Fig.1과 같다.

4. 계산예제

(예 1)

$$\begin{pmatrix} -2+j1 & 1+j2 & 0+j2 \\ 4+j0 & 3-j4 & -1+j1 \\ -1-j1 & 1+j2 & 1-j3 \end{pmatrix}$$

의 역행렬을 구하는 문제를 풀어 보았다.

결과는 다음과 같다.

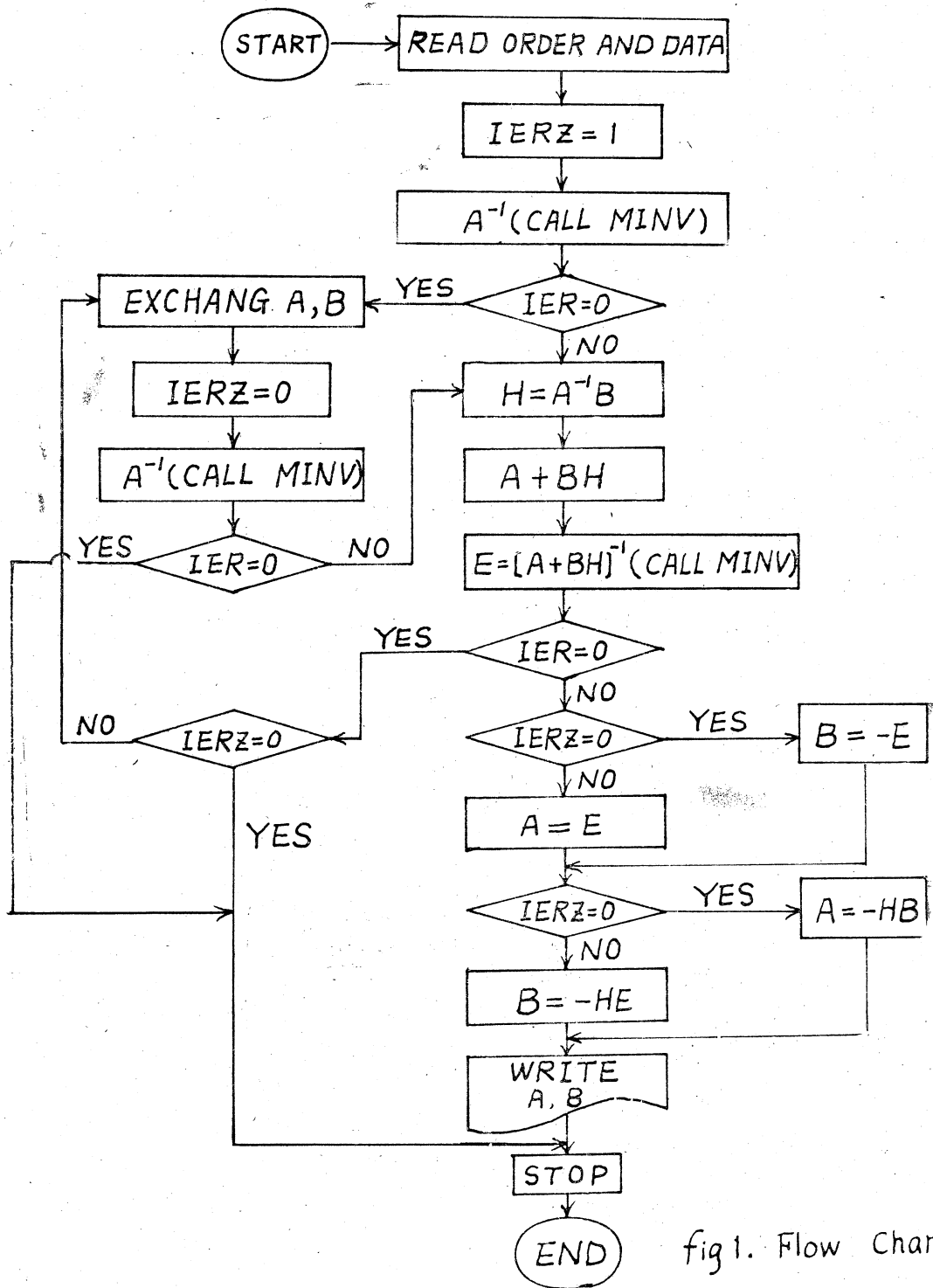


fig1. Flow Chart

$$\begin{aligned}(1,2) &= -0.187500E \ 00 + j0.187500E \ 00 \\(1,2) &= \ 0.125000E \ 00 + j187500 \ E \ 00 \\(1,3) &= -0.624999E -01 + j0.250000E \ 00 \\(2,1) &= \ 0.237500E \ 00 - j0.375001E -01 \\(2,2) &= \ 0.175000E \ 00 - j0.375001E -01 \\(2,3) &= \ 0.212500E \ 00 - j0.500000E -01 \\(3,1) &= \ 6.625000E -01 - j0.250000E \ 00 \\(3,2) &= -0.312500E -01 - j0.937500E -01 \\(3,3) &= \ 0.937499E -01 + j0.937498E -01\end{aligned}$$

위 행렬과 아래 행렬을 곱한 결과는

$$\begin{pmatrix} 1+j0 & 0+j0 & 0+j0 \\ 0+j0 & 1+j0 & 0+j0 \\ 0+j0 & 0+j0 & 1+j0 \end{pmatrix}$$

이었다.

(예 2) 실수행렬

$$\begin{pmatrix} 2+j0 & 1+j0 & 0+j0 \\ 4+j0 & 3+j0 & 1+j0 \\ 1+j0 & 1+j0 & 1+j0 \end{pmatrix}$$

을 넣은 결과는 아래와 같다.

$$\begin{aligned}(1,1) &= \ 0.200000E \ 01 + j0.000000E \ 00 \\(1,2) &= -0.999999E \ 00 + j0.000000E \ 00 \\(1,3) &= \ 0.999999E \ 00 + j0.000000E \ 00 \\(2,1) &= -0.300000E \ 01 + j0.000000E \ 00 \\(2,2) &= \ 0.200000E \ 01 + j0.000000E \ 00 \\(2,3) &= -0.200000E \ 01 + j0.000000E \ 00 \\(3,1) &= \ 0.100000E \ 01 + j0.000000E \ 00 \\(3,2) &= -0.100000E \ 01 + j0.000000E \ 00\end{aligned}$$

검산해 보면

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 4 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 \\ -3 & 2 & -2 \\ 1 & -1 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

이 경우는 B^{-1} 이 존재하지 않는다.

(예 3)

$$\begin{pmatrix} 1+j2 & -1+j1 & 1+j1 \\ 2+j4 & 0+j3 & 1+j1 \\ 1+j1 & -1+j1 & 1+j1 \end{pmatrix}$$

의 역행렬을 구하는 경우를 생각한다. 이 경우 A에서 1행과 3행이 같으므로 A^{-1} 은 존재하지 않는다.

이 경우 결과는 아래와 같다.

$$\begin{aligned}(1,1) &= \ 0.205883E \ 00 - j0.323529E \ 00 \\(1,2) &= -0.882350E -01 - j0.147095E \ 00 \\(1,3) &= \ 0.147058E \ 00 + j0.411765E \ 00 \\(2,1) &= -0.352941E \ 00 + j0.411765E \ 00 \\(2,2) &= \ 0.294117E \ 00 - j0.176470E \ 00 \\(2,3) &= -0.323530E \ 00 - j0.205882E \ 00 \\(3,1) &= \ 0.205882E \ 00 + j0.676470E \ 00 \\(3,2) &= -0.882351E -01 - j0.147059E \ 00 \\(3,3) &= \ 0.147059E \ 00 - j0.588235E \ 00\end{aligned}$$

(예 4)

$$\begin{pmatrix} 1+j1 & -1+j1 & 1+j1 \\ 2+j4 & 0+j3 & 1+j1 \\ 1+j1 & -1+j1 & 1+j1 \end{pmatrix}$$

의 역행렬을 구한다.

이 경우는 matrix가 Singular이다. 행렬의 1행과 3행이 같으므로 $A^{-1} B^{-1}$ 로도 존재하지 않는다.

5. 결 론

이상의 결과에서 보듯이 Real Matrix의 Inverse Program으로도 Complex Matrix를 처리할 수 있음을 알았다.

본 대학에 설치된 Facom 28S-23 계산기로 계산한 결과는 예제의 3×3 Complex Matrix인 경우 1.457초에 계산이 되었다.

<Reference>

- 1) M. E. EL-HAWARY, "Further Comments on 'A Note on the Inversion of Complex Matrices,'" *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol 20, April, 1975.
- 2) P.S. KAMAT, "Comments on 'A Note on the Inversion of Complex Matrices,'" *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol 20 April, 1975.

<전기 4>

Beckmann 전위반응의 工業的 利用

이 상 환

<차례>

I. 序 論

II. 理 論

1. Ketoxime의 구조와 Shift의 본질

1-1. Oxime의 구조에 대한 화학적 연구

1-2. Oxime의 구조에 대한 물리적 연구

2. Beckmann 전위반응의 반응기구

2-1. Beckmann의 견해

2-2. Wallach의 견해

2-3. Sluiter의 견해

2-4. Stieglitz의 견해

2-5. Kuhara의 견해

III. 公業적 利用

1. Beckmann 주반응 및 부반응

2. Beckmann 반응조건

3. Caprolactam의 처리

4. 전위반응 부문 공정

I. 序 論

Beckmann 전위 반응은 1886년 E. Beckmann에 의해 우연히 발견된 반응으로 Ketoxime에서 Acid amide가 생성되는 반응이다.

이 반응이 처음 발견된 이래 이 반응은 주로 isomeric ketoxime의 구조를 규명하는 데 사용되었으나, 발견된 이래 그 반응기구가 밝혀지지 않음으로 해서 ketoxime의 구조 규명이 반대로 되는 등 오류를 범하기도 하였다.

이에 Meisenheimer, Wallach, Sluiter, Stieglitz, Kuhara 등 여러 학자들의 연구로 그 반응기구에 대한 지식이 하나씩 늘어갔으며 현재에는 그 반응기구가 완전히 밝혀져 있다.

Beckmann 전위 반응은 현재 여러 방향으로 이용되고 있으나 그중 가장 중요한 공업적 이용에는 Caprolactam의 제조에서 볼 수 있다.

Caprolactam은 흡습성이 있는, 상온에서 백색 고체상을 가지는 물질로서, 이를 중합하면 Nylon-6를 얻을 수 있다.

우리나라에서는 「한국 카프로락탐(株)」가 화란의 D

SM의 종속회사인 Sramicarbon社에 의해 설계되어 울산에 소재하고 있으며 日産 100MT(年産 33,000MT)의 Caprolactam과 부산물로서 日産 430MT(年産 142,000MT)의 유안을 제조하고 있다.

유안은 암모니아와 황산을 원료로 하여 만든 질소질 비료로서 21%의 질소를 함유하고 있다.

caprolactam 제조시 유안은 cyclohexanone을 oxidation하여 cyclohexanone oxime을 만들 때(이를 oxime sulfate라 함)와 cyclohexanone oxime을 전위반응시켜 caprolactam을 제조할 때(이를 lac'am sulfate라 함)에 만들어 지는데 유안의 단가와 유안의 용도를 생각할 때 이의 제조량을 줄임으로써 caprolactam의 제조단가를 낮출 수 있으므로 각국에서 연구가 활발히 진행 중에 있으나 아직까진 별 성과를 못 이루고 있다.

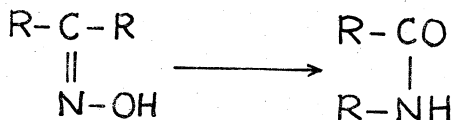
이 문제가 앞으로 해결되어야 할 과제라 생각된다.

본 논문에서는 ketoxime의 구조규명과 전위반응 중 일어나는 shift(이동현상)에 대한 연구와, 또한 전위반응의 반응기구 연구의 역사적인 발달史를 理論부분에서 다루는 한편 이 논문이 「Beckmann 전위반응의 공업적 이용」을 다루게 되었으므로 Beckmann 전위반응의 가장 중요한 공업적 이용 예인 caprolactam의 제

조공정 및 전위반응 부문의 문제점 등을 다루었다.

II. 理 論

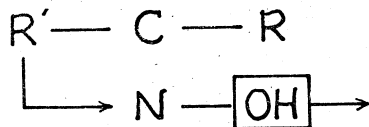
Beckmann 전위반응은 보통 Ketoxime에서 acid amide가 생성되는 반응이다.



1886년 처음 이 반응이 발견된 것은 우연한 일이었다.

1886년 Ernst Beckmann은 aldehyde와 ketone을 구별하는 방법으로 amide를 생성시키는 전위반응을 제시했는데 이것이 나중에 Beckmann 전위반응으로 알려졌다.

Beckmann 전위반응은 산이나 중성의 이온화물질에 의하여 일어나며 반응을 종합하면 다음과 같이 된다.



이 반응은 수산화기의 음이온으로서의 안정성과 알킬기의 electron repulsive effect에 의해 용이하게 되는데 이는 결합전자와 함께 수산화기가 분리되고 결합전자와 함께 알킬기가 이동한다는 점이 이 반응의 반응기구의 중요한 요소라는 것과 잘 일치한다.

이 반응은 처음에는 phosphorus pentachloride에 의해 진행되었으나 phosphorus pentoxide, 농황산, 염산 등과 oxime을 ester($\text{N} \cdot \text{OX}$)로 전환시킴으로써도 진행된다는 것이 밝혀졌다.

보통 ketoxime이 Beckmann 전위반응을 잘 일으키나 aldoxime이나 aldoxime의 N-ether도 반응을 일으키기도 한다.

Hantzsch와 Werner에 의하면 이 전위반응은 isomeric oxime들의 입체화학적 구조를 규명하는 데 많이 사용된다.

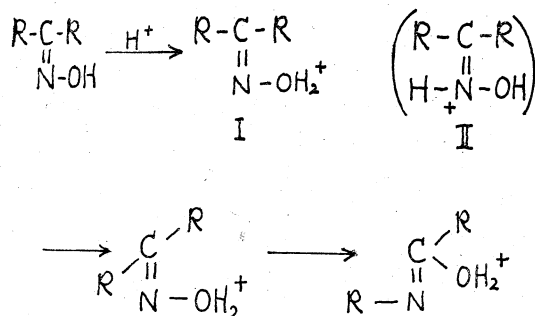
대부분의 ketoxime의 두 가지 stereoisomer는 서로 다른 amide를 생성하는데 오랫동안 이는 수산화기가 인접 알킬기 R과 대치되기 때문이라고 여겨져 왔다.

그러나 Meisenheimer는 이동하는 것이 반대로 먼 쪽의 알킬기 R'라고 다른 증거를 제시하며 주장하였다.

Beckmann 전위반응의 반응기구는 오랫동안 연구의 초점이 되어 왔다.

강산은 II보다는 I 형태의 양이온의 형성에 의해

oxime이나 그들의 ester의 변화를 촉진시킨다.



Beckmann 전위반응에 있어서 두 가지 중요한 문제점이 있는데 그 하나는 Ketoxime의 구조와 shift(이동현상)의 본질이고 또 하나는 그 shift(이동현상)의 반응기구이다.

이제 이 문제의 중요성에 비추어 그 역사적인 발달과정과 더불어 이 문제에 대해 논해 보고자 한다.

1. ketoxime의 구조와 shift의 본질

1880년대에 비대칭 ketone이 두 isomeric oxime을 생성한다고 알려졌다.

이에 Hantzsch는 Beckmann 전위반응으로 두 isomeric ketoxime의 구조를 규명할 수 있다고 하였다.

Hantzsch는 수산화기와 가까운 알킬기 사이에 shift가 일어난다고 가정하였다.

따라서 전위물의 구조를 알면 이 cis-shift(가정)에 의해 原 Ketoxime의 구조를 규명할 수가 있다.

이 cis-shift 가정은 별 반박없이 인정되었으나, 1921년 Meisenheimer에 의해 trans-shift에 의한 한 예가 발견되어 cis-shift 가정은 반발을 받기 시작하였다.

따라서 Beckmann 전위반응이 cis-shift에 일어나는 가 혹은 trans-shift에 의해 일어나는가에 대한 연구가 시작되었으며 이 연구는 화학 및 입체화학적 연구와 물리적 연구로 구별된다.

1-1. Oxime의 구조에 대한 화학 및 입체화학적 연구

물리적인 연구보다 ketoxime의 ring-opening, ring-closure에 의한 화학적 연구가 더욱 활발하였다.

이 연구 결과 Beckmann 전위 반응은 trans-shift로 일어남이 확인되었다.

1-2. Oxime의 구조에 대한 물리적 연구

이 연구는 주로 oxime의 solubility, 염에서 oxime

■ 졸업논문

의 움직임, 상관화합물의 형성등을 다루어서 이루어 졌는데 화학적 연구와 마찬가지로 Beckmann 전위반응이 *trans-shift*로 일어난다는 것이 확인되었다.

2. Beckmann 전위반응의 반응기구

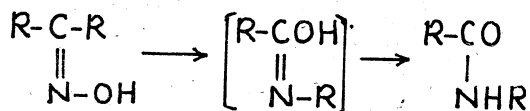
Beckmann 전위반응의 반응기구는 Beckmann에 의해 1894년 처음으로 제시된 이래 여러 학자들에 의해 연구되어 왔다.

앞에서 얘기한 바와 같이 전위반응이 *trans-shift*에 의해 일어남이 규명된 후로는 이 *trans-shift*를 설명할 수 있는 반응기구의 제안이 촉구되었다.

현재 전위반응의 반응기구는 완전히 규명되어 있으며 현재까지의 연구 과정은 다음과 같다.

2-1. Beckmann의 견해

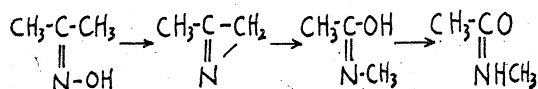
Beckmann은 수산화기와 알킬기가 서로 직접 이동한다는 견해로 다음과 같은 반응기구를 제시하였다.



여기서 사용되는 시약은 촉매 역할을 한다.

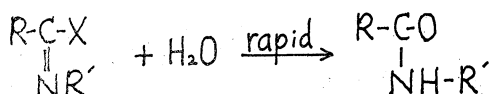
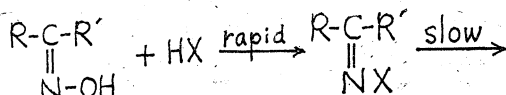
2-2. Wallach의 견해

Wallach는 Beckmann의 기들간의 단순한 이동으로 설명된 반응기구에 반대하여 원래의 결합이 파괴되기 전에 새로운 결합이 이루어질 수 있는 intermediate를 가정함으로써 새로운 반응기구를 제안하였다.



2-3. Sluiter의 견해

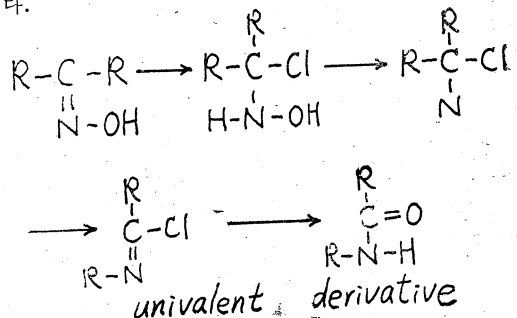
Sluiter는 전위반응이 온도에 관계하며 황산의 농도가 증가하면 반응속도가 빨라진다는 것을 근거로 다음과 같은 반응기구를 제시하였다.



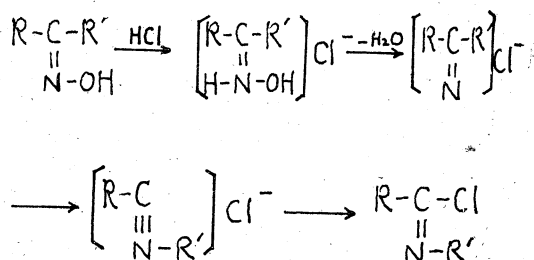
이 반응기구에 의하면 전위반응의 가장 느린 반응이 1차반응임을 알 수 있다.

2-4. Stieglitz의 견해

Stieglitz는 전위반응이 univalent nitrogen 원자를 포함한 intermediate를 경유하여 진행된다고 주장하였다.



이 반응기구는 Montagne에 의해 틀림이 증명되어 Stieglitz는 수정안으로 electronic term을 사용하여 다음과 같은 반응기구를 새로 제안하였다.



2-5. Kuhara의 견해

Kuhara는 oxime 자체가 아니라 oxime의 acyl derivative가 전위반응을 일으키며 Beckmann의 견해와 같이 기의 직접이동에 의해 전위반응이 일어난다고 하였다.

또한 Kuhara는 전위반응의 속도는 acyl기의 "negativity"의 順으로 결정된다는 결론에 도달했다.

다시 말하면 acid chloride에서 얻어진 산의 강도에 따라 전위반응의 속도의 順이 정해진다는 것이다.

한편 전위반응이 1차반응임도 Kuhara는 규명했다.

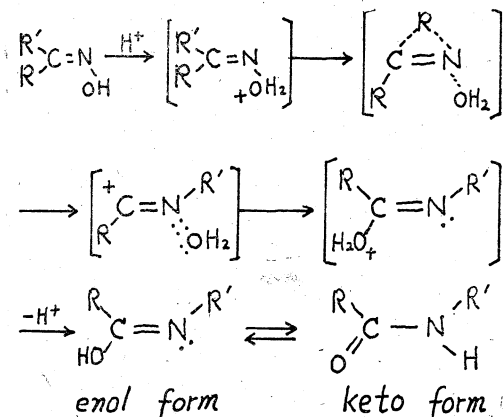
전위반응은 온도가 증가함에 따라 가속화되고 수소이온의 농도가 증가함에 따라서도 가속화 된다.

이러한 여러 학자들의 시도로 우리는 oxime 염이 전위반응을 일으키며 oxime의 acyl derivative도 또한 전위반응을 일으키며, 전위반응중 가장 느린 반응이 1차반응이며, 전위반응이 *trans-shift*로 일어난다는 등

여러 확인된 사실들을 갖게 되었다.

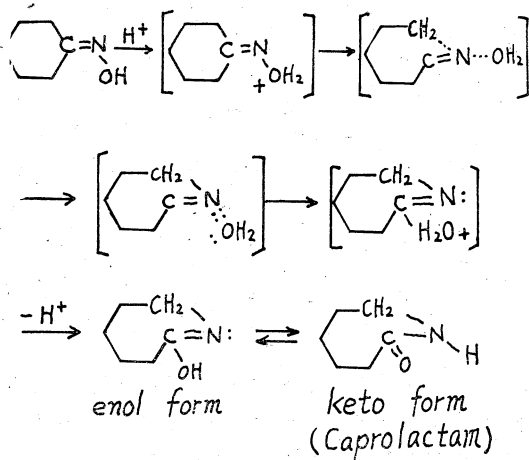
이러한 사실들을 근거로 하여 현재 결론적으로 전위 반응에 대한 반응기구는 다음과 같이 규명될 수가 있다.

즉 전위반응이 산을 촉매로 하여 진행될 때 그 반응 기구는 다음과 같다.



이제까지 우리는 Beckmann 전위반응의 반응기구에 대해 알아보았으며 이제 우리는 Beckmann 전위반응의 공업적 응용 예로 caprolactam의 제조에 대해 알아보겠는데, 여기에 앞서 현재 규명된 전위반응의 반응기구에 따라 caprolactam 제조시 일어나는 전위반응의 반응기구에 대해 알아보자.

예상되는 반응기구는 다음과 같다.

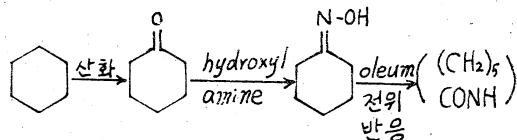


III. 공업적 이용

여기서는 Beckmann 전위반응의 가장 중요한 응용

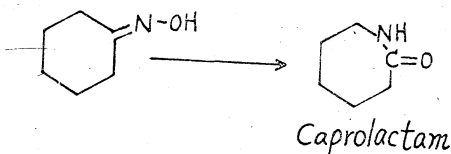
예인 caprolactam의 제조에 관해 알아 보겠다.

caprolactam은 cyclohexane을 산화하여 얻은 cyclohexanone에, 암모니아로부터 얻어지는 hydroxyl amine을 반응시켜 cyclohexanone oxime을 얻은 다음, 이 oxime에 oleum을 가하여 전위반응을 일으킴으로써 얻어진다.



1. Beckmann 주반응 및 부반응

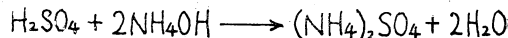
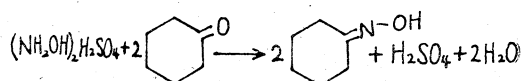
cyclohexanone oxime은 free SO₃ 25% wt.의 oleum의 존재하에 環이 확장되어 caprolactam이 된다.



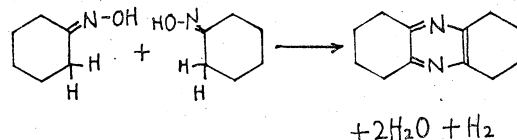
cyclohexanone이 hydroxyl amine과 반응하여 cyclohexanone oxime이 되는 것이 oximation 공정이다.

이때 NH₂OH· $\frac{1}{2}$ H₂SO₄중 H₂SO₄가 분리하여 pH조정 용으로 넣어 준 암모니아수와 반응하여 유안이 생성된다.

이때 pH는 4.5, 반응온도는 80°C가 좋다.

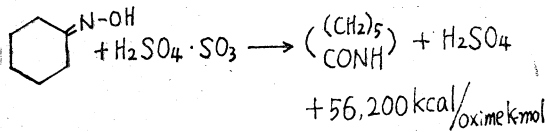


그러나 pH 값이 너무 높으면 octahydrophenazine이 부생된다.



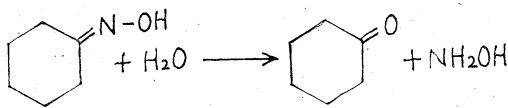
이렇게 생성된 oxime은 보통 95%이고 5%의 수분을 함유하는데 이 수분은 황산에 의해 제거된다.

95% oxime은 oleum과 반응하여 caprolactam을 생성시킨다.



이 전위반응의 반응조건은 free SO₃ 25% wt의 oleum, oleum/lactam 비는 1.50, 반응온도 125°C 등이다.

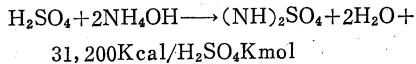
온도가 올라가면 물의 함량이 많아지고 oxime이 분해하여 cyclohexanone과 hydroxyl amine이 생기게 된다.



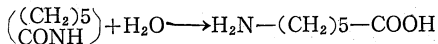
이 cyclohexanone은 축합물을 생성하고 물을 유리시킨다.

이 축합물에 의해 foaming 현상이 생기고 교반과 냉각효과가 불충분하게 된다.

생성된 또는 이미 존재한 황산은 45°C pH=4.5에서 암모니아수에 의해 중화되어 유안으로 생성된다.



중화반응 도중 생성된 caprolactam이 가수분해되어 aminocaproic acid가 생성되는 부반응이 일어나기도 한다.



pH가 너무 높거나 낮을때, 또는 온도가 상승하면 aminocaproic acid의 생성이 촉진된다.

표 I에서는 실제 caprolactam 제조시 전위반응에서 소모되는 물질의 양을 나타내었다.

물 질		계 산 량(kg)	총 족 량(kg)
Cyclohexane	100%	1060	1080
NH ₃	"	1510	1540
Oleum	"	1340	1380
공정수	"	9030	10000
CO ₂	"	570	590
SO ₂	"	1320	1400
NaOH	"	100	110
Benzene	"	14	
H ₂	"	0.12	

표 1. Caprolactam 제조시 전위반응에서 소모되는 물질의 양

2. 반응조건

2-1. Oxime의 H₂O%

전위반응조에 들어오는 Oxime 중의 H₂O%는 보통 5.5%가 적당하다.

H₂O%가 조금 높으면 oleum을 조금 더 가입함으로 써 조절될 수 있으나 지나치게 높을 때는 전위반응이 중단되기도 한다.

2-2. 전위반응을 끝낸 lactam/황산 혼합물에서의 SO₃%

전위반응조를 나가는 lactam 중에는 보통 황산의 free SO₃가 2~3%정도 포함되는 것이 적당하다.

free SO₃%가 너무 높으면 이미 생성된 lactam이 분해한다.

free SO₃%가 너무 낮으면 존재하는 물이 황산으로 변화되지 않으므로 Oxime이 hydroxyl amine과 cyclohexanone으로 분해된다.

2-3. oleum/lactam의 물비

전위반응조내의 oleum/lactam의 물비는 1.50정도가 적당하다.

물비가 높으면 octahydrophenazine의 생성이 증가되며 중화공정에서 더 많은 양의 유안이 생성된다.

물비가 낮을 때도 octahydrophenazine의 생성이 증가되고 또한 반응혼합물의 점도가 증가되어 반응열을 제거하기 위한 circulation cooler에서의 열전달이 잘 되지 않아 반응의 용량이 줄어 들게 된다.

2-4. 반응온도

전위반응은 125°C에서 진행시키는 것이 가장 좋다.

온도가 너무 높으면 octahydrophenazine이 부생되며 oxime이 황산에 의해 산화하여 hydroxyl amine과 cyclohexanone으로 분해한다.

온도가 낮으면 점도가 올라간다. 77°C가 되면 반응은 일어나지 않게 된다.

2-5. oxime 중의 cyclohexanone 함량

전위반응조에 들어오는 oxime 중의 cyclohexanone%는 0.1% wt.이하라야 한다.

cyclohexanone의 함량이 많으면 축합물이 생기고 이 축합물로 인하여 foaming이 일어나는데 이는 불필요한 혼합과 냉각을 요할 뿐만 아니라 전위반응을 중단시키는 결과를 가져온다.

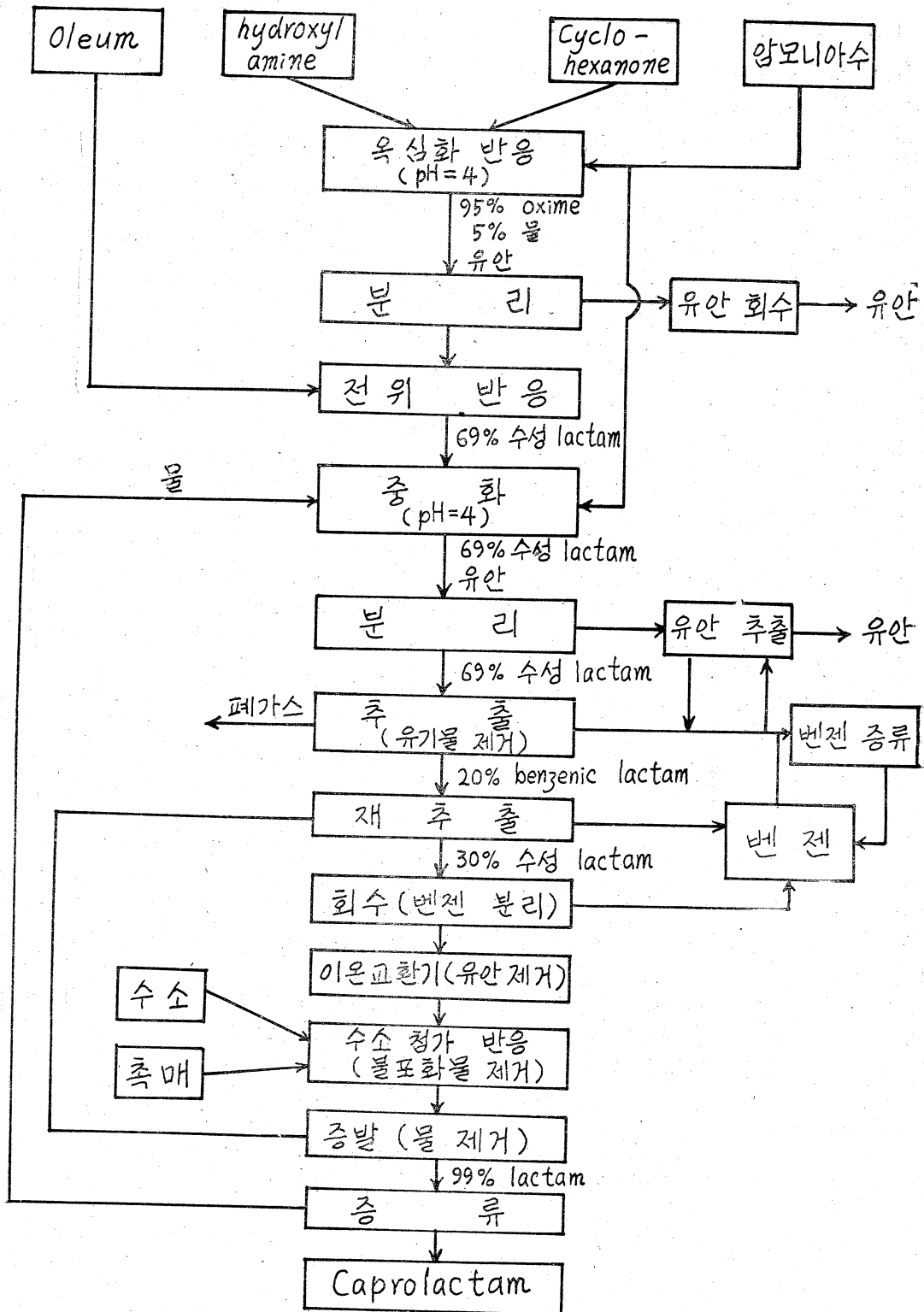


그림 1. Caprolactam의 정제공정

2-6. 전위반응을 끝낸 lactam 용액의 산도

전위반응을 끝낸 lactam 용액의 산도는 보통 20~25 meq/kg 정도이고 pH치는 약 4.5정도이다.

산도가 너무 높거나 낮으면 aminocaproic acid가 생기고 더우기 분리효과를 불충분하게 하는 현탁액이 생성된다.

3. Caprolactam의 처리

전위반응조에서 생성되는 Caprolactam은 중화시 생성된 다량의 유산외에도 소량의 유기물, 불포화물 등의 불순물을 포함하여 69% lactam용액으로 얻어진다.

이 불순물을 제거하여 순수한 caprolactam을 얻는 정제공정에 대해 알아보자.

hydroxyl amine과 cyclohexanone을 반응시켜 cyclohexanone oxime을 만들면 95%의 oxime과 5%의 물이 생성된다.

이때 pH4로 유지하기 위해 주입하는 암모니아수를 $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4$ 와 반응하여 유산이 생성된다.

다음 이 유산을 분리하고 Beckmann 전위반응조에 95% oxime을 도입하여 25% free SO_3 oleum과 반응시켜 69% lactam을 얻는다.

이 lactam은 pH4.5정도로 유지하기 위해 암모니아수를 주입하는 중화공정을 거치는데 이 중화정에서도 유산이 생성된다.

이 유산을 다음 분리공정에서 분리한 다음 69% 수성 lactam을 benzene에 추출하여 20% benzenic lactam을 얻는다.

이렇게 benzene으로 추출하는 이유는 Caprolactam 중의 유기물을 용매에 녹여 제거하기 위해서다.

이 20% benzenic lactam을 benzene과 물이 층을 만드는 성질을 이용하여 물로 재추출하여 30% 수성 lactam을 얻는다.

이때 회수된 benzene은 benzene 추출공정으로 순환되며 30% 수성 lactam중에 아직도 회수되지 않은 benzene을 회수하기 위해 회수공정(Stripping)을 거치게 된다.

수성 lactam 중에는 아직 소량의 유산 및 불포화물이 포함되어 있는데 소량의 유산을 제거하기 위해서 이온교환기를 거친 다음 레니 니켈을 촉매로 수소화반응을 시켜 불포화물을 제거하면 불순물이 거의 포함되지 않은 순수한 30% lactam용액을 얻게 된다.

이 순수한 30% lactam용액을 증발시켜 물을 제거하면 99% lactam이 얻어진다.

1%의 수분 및 찌꺼기를 증류하여 제거하면 거의 순

수한 lactam을 얻게 된다.

이상과 같은 정제공정을 그림 I에 나타내었다.

4. Stamicarbon 공정의 전위반응부분 공정

4-1. Oximation

oxime의 제조는 반응조 R-1, R-2, R-3 및 R-4에서 이루어 진다.

cyclohexanone과 oxime은 hydroxyl amine용액에 용해되기가 어려워 반응은 두 상의 경계면에서 이루어 진다.

따라서 두 상의 긴밀한 접촉을 위해서 유기물질을 무기질상에 확산시켜 준다.

oxime 반응조 R-2, R-3 및 R-4에서는 교반기에 의하고 R-1에서는 순환펌프 P-1에 의해 교반시켜 준다.

유산분리기 S-1에서 생성된 oxime이 분리된다.

oxime제조는 80°C, 대기압하에서 이루어 진다.

hydroxyl amine의 공급온도를 냉각기 E-1에서 84°C로부터 54°C까지 냉각하는데 이는 oxime생성과 중화반응에서 생성하는 열량으로 반응온도가 80°C로 올라가기 때문이다.

oxime제조시 pH는 암모니아수를 주입하여 4.5에 맞춘다.

암모니아수는 주로 R-2에 주입한다.

암모니아수는 20% wt.인 것을 사용한다.

반응된 혼합물은 R-4에서 oxime—유산 분리기인 S-1로 유입된다.

분리는 oxime(비중 약 0.98)과 유산용액(비중 약 1.25)의 비중차에 의해 이루어 진다.

oxime 층은 5.5%의 물을 포함하며 분리기 S-1으로부터 펌프 P-4에 의해 직접 전위반응 단계로 보내진다.

분리기 S-1을 나온 유산 용액은 cyclohexanone과 혼합된다.

cyclohexanone의 온도는 펌프 P-1로 냉각기 E-2를 거쳐 순환시킴으로써 62°C를 유지시킨다.

유산, cyclohexanone 및 oxime 혼합물은 펌프 P-2에 의하여 S-2로 보내진다.

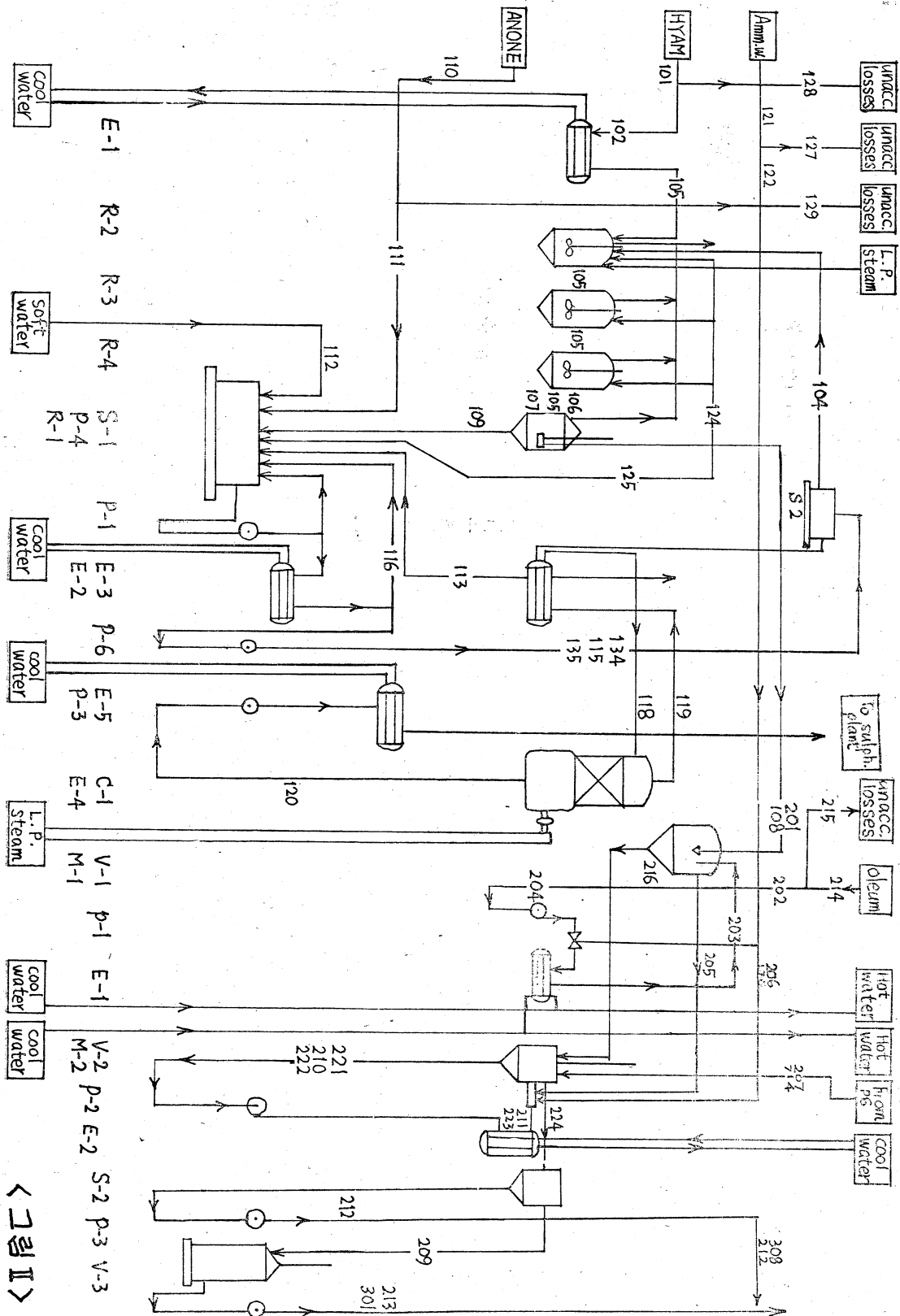
상층은 32%의 oxime을 포함한 cyclohexanone으로 증력에 의해 R-2로 보내진다.

하층은 유산용액으로 증력에 의해 E-3를 거쳐 C-1로 들어간다.

유산의 밀도는 1.22이다.

4-2. 유산회수(Stripping)

열교환기 E-3에서는 S-2로부터 오는 흐름을 55°C



■ 졸업논문

에서 78°C까지 가열하고 C-1로부터 오는 증기는 응축된다.

회수기(Stripper)의 탑저온도는 106°C로 유지한다.

회수기에서 40.5% wt. 가 된 유안용액은 펌프 P-3에 의해 냉각기 E-5를 거쳐 공정밖으로 보낸다.

4-3. 전위반응

oxime이 caprolactam으로 되는 전위반응은 oleum 존재하에서 이루어 진다(125°C, 대기압).

S-1으로부터 오는 oxime은 전위반응조 V-1 내부에 설치된 cyclone(M-1)에 축의 방향으로 주입한다.

전위반응물과 oxime을 잘 교반하기 위해서 cyclone의 수평방향으로 빠른 속도의 순환용액을 주입한다.

free SO₃ 25%인 oleum은 순환펌프 P-5의 흡입측에 주입한다.

oleum대 lactam의 몰비율이 1.50이 되게 한다.

반응열은 순환펌프 P-5에 의해 공정용액을 냉각기 E-6를 통해 약 139.5m³/hr의 속도로 순환시킴으로써 제거한다.

lactam과 황산의 혼합물은 V-1에서 중화조 혼합기 M-2를 거쳐 중화반응조 V-2로 overflow 된다.

여기에서 암모니아수에 의해 중화된다.

중화반응 및 회석과정에서 발생하는 열량은 순환펌프 P-6에 의하여 냉각기 E-7을 통하여 290m³/hr의 속도로 용액을 순환시킴으로써 제거한다.

V-2의 온도는 냉각수량을 조절함으로써 45°C로 유지시킨다.

이때 순환용액 유량은 최대로 한다.

전위혼합물과 암모니아수는 중화조혼합기 M-2에 주입시킨다.

M-2는 수평 tube 판으로서 중화용액을 중화조 내부로 분산시킨다.

중화된 혼합물은 중화조 V-2에서 분리조 S-3로 overflow 되는데 여기에서 수성 lactam과 유안용액으로 중력차에 의해 분리된다.

용기하부층은 P-7에 의해 추출탑 C-2로 유입된다.

용기상부층은 crude-lactam Buffer tank인 V-3으로 유입된다.

S-3의 온도는 약 45°C이다.

그림 II에 이상의 Stamicarbon 공정의 전위반응부분 공정도 및 물질수지를 실었다.

5. 제품의 품질

caprolactam은 융점 69°C, 비점 270°C인 백색고체이다.

이 물질은 흡습성이 있고 alcohol, benzene에 잘 녹는다.

고온에서 산이나 염과 함께 가수분해하거나 물과 오랫동안 접촉하면 nylon 중합과정에서 중간생성물인 E-caproic acid를 형성한다.

다음은 「한국 카프로락탐(株)」에서 생산하고 있는 caprolactam의 품질을 나타낸 것이다.

	단위	품 질	비 고
고화점	°C	69	min. 68.8
Extinction 290치		0.01~0.05	max. 0.07
3%용액에서의 PM#	초	10000	min. 10000
알칼리도	meg/kg	0.01	max. 0.05
volatile base	meg/kg	0.3~0.5	max. 0.7
수분함량	% wt.	0.05	max. 0.1

<공업화학 4>

<그림 II의 범례>

E-1: HYAM Cooler

R-2: Oximation Reactor II

AGR-2: Agitator for R-2

R-3: Oximation Reactor III

AGR-3: Agitator for R-3

R-4: Oximation Reactor IV

AGR-4: Agitator for R-4

S-1: Oxime Amm. Sulph. Separator

P-4: Submerged Oxime pump

R-1: Oximation Reactor I

S-2: Anone Oxime Separator

P-1: Oxime Amm. Sulph. Circulation pump

E-3: Condense anone stripper

E-2: Amm. Sulph. Circulation Cooler

P-2: Oxime Amm. Sulph. pump

C-1: Anone stripper

E-4: Heater anone stripper

S-1: Oleum filter

P-3: Anone stripper discharge pump

E-5: Ammonia Sulphate cooler

V-1: B/R Reactor

P-5: Rearr. Circulation pump

E-7: Neutralization cooler

P-6: Neut. Circ. pump

E-6: Rearr. cooler

V-2: Neut. vessel

M-2: Neut. mixer

S-3: Aq. lactam Amm. Sulph. Sep.

P-7: Amm. Sulph. pump

V-3: Crude lactam tank

p-8: Crude lactam pump

kg/hr	101	102	103	104	105	106	107	108	(201)	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
water	17,362	12,289	12,289	227	14,719	248	14,471	248	14,471			261	796	80,564	16,502	64,602	16,275	16,275	796	15,476
caprolactam																				
inorg. bypr.					12	16	12	16	12		4			60	12	48	12	12		12
org. bypr.					16	16								16	4	14				
ammonia	13	13	13																	
(NH ₄) ₂ SO ₄	6464	6464	6464		16,196	4,10,191	4,10,191	4,244	39					53,404	10,939	42,465	10,939	10,939		10,939
oxime														6,439	1,319	5,120				
Anone														39	12,813	2,625	10,189	42	39	3
NH ₄ NO ₃	599	572	572							3,745	3,695			2,794	572	2,222	572	572		572
NHOHSO ₃ NH ₄	5	5	5		5	5	5	5	5					23	5	19	5	5		5
HyAm Sulfate	5,092	5,092	5,092	928			928		928											

kg/hr	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	201	202	203	204	205
water	10,470	10,200	2,500	1,730	770	(206) 7,700	273	273		79,454	1,110	63,180	882	16,275	227	248				
caprolactam																				
inorg. bypr.																				
org. bypr.																				
ammonia										60	18	48	14			16				
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,617	2,550	625	433	192	1,923	67	1												
oxime								395		53,404	42,465	42,465	5,120	10,939		4		82	82	4
Anone											6,439	162	10,027	42	1,319	4,244				
NH ₄ NO ₃									50	204	12,609	2,222		572	2,583					
NHOHSO ₃ NH ₄								27												
HyAm Sulfate								144		23										

kg/hr	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	221	222	223	224
water	7,700	5,137	12,789	1,911	171,418	171,418	(308) 10,879	(301) 1,911				145,810	25,608	145,810	25,608
caprolactam		550	4,730	4,550	63,398	63,398	180	4,550			60,512	2,407	60,990	2,407	60,990
inorg. bypr.															
org. bypr.															
ammonia															
(NH ₄) ₂ SO ₄	1,925		79	61	1,065	1,065	18	61			1,530	248	617	248	317
oxime															
Anone															
NH ₄ NO ₃															
NHOHSO ₃ NH ₄															
HyAm Sulfate			7,470	60	100,122		7,410				82	99,320	802	99,320	302

鐵置換法에 의한 沈澱銅 生成에 있어서의

超音波照射效果

洪 珠 和

<目 次>

I. 緒 論

II. 實驗材料 및 方法

가) 實驗 材料

나) 實驗 裝置

다) 實驗 方法

라) 分析 方法

III. 實驗 結果 및 考察

가) 反應속도에 미치는 온도의 영향

나) 超音波 照射 效果

다) 考 察

IV. 結 論

I. 緒 論

銅을 濕式으로 抽出하는 方法에서는 酸化 銅鐵을 黃酸으로 浸出하여 얻은 母液에서 銅을 析出하는데, 金屬銅의 採取方法에는 電氣 分解法, 鐵 置換法 등 여러 가지가 있으나, 鐵 置換法이 간단하여 工業적으로 쉽게 利用되고 있다. 즉 이것은 예전부터 많이 쓰여진 方法으로 鐵片을 含銅 母液에 넣으면 이온 교환 反應에 의하여 銅이 析出된다. ($Cu^{2+} + Fe^0 \rightarrow Cu^0 + Fe^{2+}$)

이런 方法은 과거에는 주로 상온에서 실시했으므로 낮은 反應 速度로 인한 非효율성, 未반응된 鐵이 銅 분에 혼입되어 순도를 낮추는 문제, 2價 鐵 이온의 산화에 의한 鐵分の 과다 소비, 상온에서 析出되는 銅이 鐵片에 밀착되는 문제 등의 여러 가지 難點을 포함하고 있었다. 이를 보완하기 위하여 요즈음에는 高温 연속 시험으로 종래보다 反應 速度를 100배 이상으로 올리는 연구¹⁾, 초기 銅이온 농도, pH, 분위기 조절 등이 反應速度에 미치는 영향등도 연구되고 있다.²⁾

한편 Porter³⁾, Barrett⁴⁾ 등은 水溶液中에 超音波를 照射함으로써 化學 反應이 촉진된다는 사실을 오래 전

에 발표한 바 있으나, 그 反應機構에 대하여는 아직 不明한 점이 많다. 또한 이 分野에 대한 實際 應用은 아직도 未개척 상태라 하겠다. 그러므로 本 연구에서는 銅溶液으로부터 金屬 銅을 沈澱시키는데 超音波의 效果가 기대되기 때문에 이를 定量的으로 관찰하였다. 특히 本 論文에서는 超音波 照射에 의한 銅 침전반응 속도의 영향과, 침전 銅의 粒度에 미치는 영향을 主된 검토 대상으로 하였다.

II. 實驗材料 및 方法

가) 實驗 材料

Cementation 反應에 使用한 主 材料는 黃酸銅 溶液과 鐵片이다. 용액은 市販되는 工業用 황산銅($CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 98%)를 분쇄하여 물에 용해하여 일정한 농도(10g Cu^{2+} /l Soln)로 만들어 母液으로 使用하였다. 鐵片은 市販 軟 鋼板(2mm 두께)을 사용했으며, 표면에 불순물이 없도록 묽은 황산으로 세척하여 사용했다.

나) 實驗 裝置

實驗 裝置는 Fig.1.에 표시한 것과 같이 鐵製 스탠드 위에 flexible support를 놓고 그 위에 가열 및 교반을 할 수 있는 stirrer hot plate를 놓았다. 황산銅 용액을 담은 비이커는 그 위에 놓고, 超音波 transducer를 맨 위에 stand에 고정시켰다. Flexible support로 비이커의 위치를 上下로 조절하며 초음파 照射時에는 transducer 끝이 용액 속에 잠기게 했다. 鐵板은 U자 모양으로 굽히고, 수직되는 부분을 테이프로 감아서, 수평 부분만이 초음파 효과를 받으며 반응이 진행되도록 하였다.

다)實驗 方法

本 실험에서는 cementation 반응의 온도에 따른 반응 속도의 변화와, 초음파 照射 效果의 두가지 면을 알아 보기로 하였다.

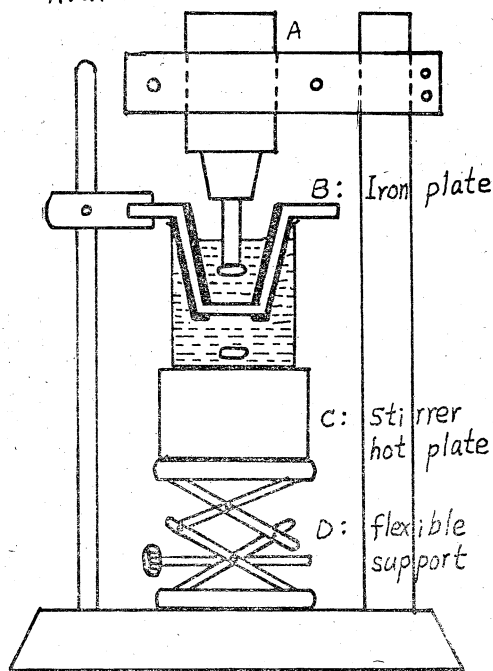
먼저 온도 변화를 보기 위해서는 황산·銅 용액을 원하는 온도, 즉 25°C, 38°C, 50°C로 가열하여 일정하게 유지시킨 후 반응시켰다. 철판을 용액속에 넣는 시간을 起點으로 하여, 매 5분마다 피펫으로 5cc정도씩 채취했다. 이것을 Spectronic-20 장치를 사용, 比色法으로 分析했다. 용액의 교반은 mangnetic stirrer로써 용액 上部에 vortex가 생기지 않을 정도로 하였다. 시간이 지남에 따라서 용액 內의 Cu^{++} 농도가 감소하여 수용액의 색깔이 옅어 지는데, 無色으로 되면 반응이 거의 완결된 것이므로, 비커를 내려서, 침전된 銅을 씻어내고, 철판의 무게 감량을 측정했다. 동 분말은 산화되기 쉬우므로 묽은 산성水로서 세척하여 데시케이터중에서 건조시켜, 무게를 측정했다.

초음파 효과를 알아 보려 할 때에는 flexible support를 올려서 transducer가 용액 속에 잠기도록 한 후 초음파를 照射시켰다. 초음파는 直進하므로, 철판의 수평 부분이 충분히 초음파의 영향을 받도록 철판 위치를 조정했다. 기타 다른 조작은 마찬가지로 하였다.

라) 分析 方法

Cementation 반응의 進行度는 水溶液中の 銅이온(Cu^{++}) 농도를 측정함으로써 표시했다. 銅이온 농도의 定量은 Spectronic-20 장치를 사용한 比色法으로

A: ultrasonic wave transducer



<Fig.1> Schematic Representation of the experimental Apparatus

하였다. 比色法은 표준 용액과 未知 용액과의 색깔의 比로써 分析을 하는 방법인데, 만일 두 용액의 농도가 같다면 일정 파장의 빛의 intensity(색깔)이 같게 될 것이다. 이것은 肉眼으로도 推定할 수는 있겠으나 定量的으로 하기 위해서 이 장치를 사용했다. 먼저 적당한 파장의 빛을 선택하여, 각기 농도가 다른 표준 용액으로써 calibration curve를 작성한 후 未知 용액의 농도를 이에 따라 定量했다.⁶⁾ 鐵 이온의 간섭은 극소하므로 Cu^{+} 의 定量에는 지장이 없었다.

Ⅲ. 實驗結果 및 考察

가) 반응 속도에 미치는 온도의 영향

Cementation 반응속도에 미치는 온도의 영향을 알기 위해 초기 용액 농도 10g Cu^{+}/l , 400ml를 25°C, 38°C, 50°C에서 실시한 결과를 Fig.2에 표시했다. 鐵板은 57.6cm²의 면적을 가지며, pH는 3.5로 하고 반응 시간은 60분으로 했다. Fig.2에서 횡축은 시간을 표시하며 종축은 용액중의 Cu^{+} 농도를 g/l로써 표시했다. 그림에서 알 수 있듯이 銅 이온 농도는 시간에 따라 감소하는데, 약 3g/l까지는 직선적으로 감소하고, 그 이후는 指數 函數의으로 감소하는 것을 알 수 있다. 반응 완결 시간은 25°C 때에 65분 38°C 때에 45분, 50°C에 35분이 되고 있어, 50°C일 때가 25°C 때의 약 반이 된다는 것을 보여 준다.

Fig.2에서 곡선의 기울기로 부터 반응속도 상수 k를 구하면

$$k = Cu \text{ Cemented } g/cm^2/min$$

$$k_{25^\circ C} = 1.37 \times 10^{-3} g/cm^2/min$$

$$k_{38^\circ C} = 2.0 \times 10^{-3} g/cm^2/min$$

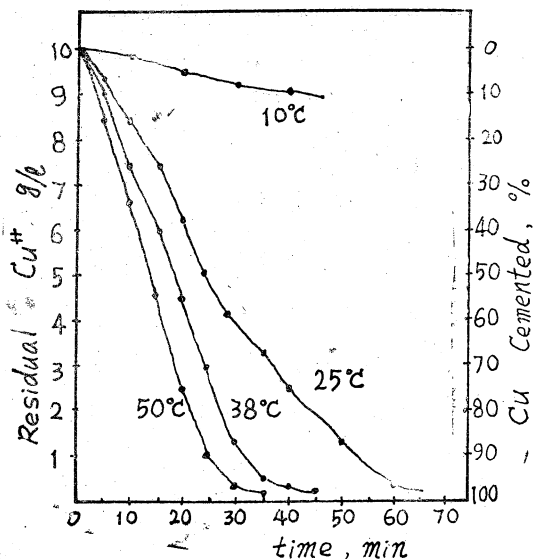
$$k_{50^\circ C} = 2.7 \times 10^{-3} g/cm^2/min \text{ 이므로}$$

이 값을 보면 온도가 25°C 증가에서 반응 속도는 1.98배 증가됨을 알 수 있다. 즉 Cementation 반응은 thermally activate 되는 것을 보여 주며 아레니우스식에 넣어 plot 해 보면 Fig.3과 같이 된다.

나) 超音波 照射 效果

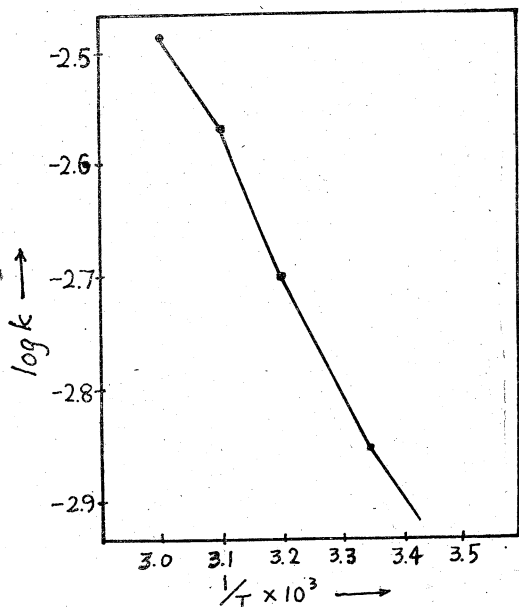
Cementation 반응에 미치는 超音波 照射의 영향을 알아 보기 위하여 38°C에서 20cm²의 鐵片으로 실험했다. 초음파의 효과를 알아 보도록 초음파 없이 반응시켜보고, 다음에 초음파를 照射시켰다. 이 결과를 Fig.4에 plot 하였다. 초음파 영향에 의하여 반응 속도가 빠르게 된 것을 알 수 있다. 예를 들면 수용액 농도가 3g/l가 될 때까지의 시간은 76분에서 39분으로 줄어 들었다. 반응 속도 상수를 구하여 보면

$$K_{ultrasonic} = 3.73 \times 10^{-3} g/cm^2/min$$



〈Fig.2〉 Cementation of Copper on Iron at various temperatures (400ml solution, steel plate $4.8 \times 6 \times 2\text{cm}^2$)

로 된다. 이 값은 같은 조건에서 초음파 영향이 없을 때의 $3.73/2.0=1.87$ 배로 반응 속도가 커진다는 것을 알려준다. 단위 鐵片 면적당 단위 시간에 석출되는 銅의 량은 같게 될 것이므로 Fig.5에 시간對 단위 鐵片 면적當의 석출된 銅量(g)을 plot 해 보았다. 이 그림에서 횡축은 시간(분), 종축은 cemented Cu(g)/unit



〈Fig.3〉 Arrhenius plot of Cementation Specific rate

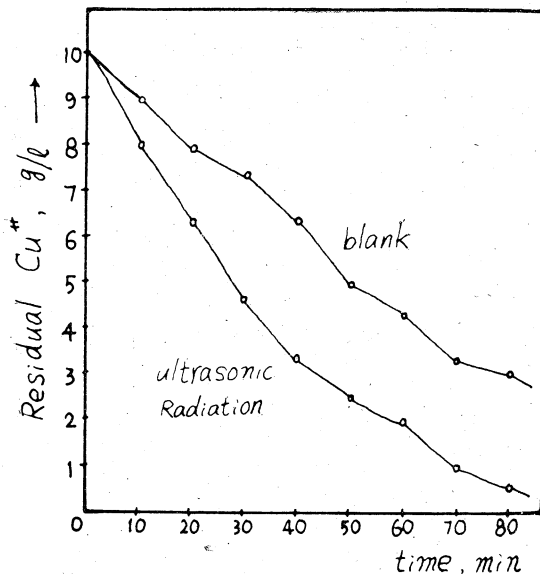
area이다. 철편 57.5cm^2 로 25°C , 38°C , 50°C 에서 실험한 것이 곡선 3,4,5이다. 온도가 증가함에 따라 기울기가 커짐을 알 수 있다. 이 그래프에서의 기울기가 바로 반응 속도 상수 K 값이 된다. 이 세 곡선들은 $7.0 \times 10^{-2}\text{gcm}$ 에서 수평으로 되는데 이는 반응이 완결되어서 그런 것이다. 곡선-2는 38°C 에서 철편 20cm^2 인 경우인데 곡선-4와 같은 기울기를 보여 준다. 곡선-1은 초음파를 照射시킨 경우인데 K 값이 상당히 커짐을 알 수 있다. 超音波는 密疎부분이 서로 交番하여 생겨 전파되는데, 疎한 부분에서 cavitation이 생긴다. cavitation은 流體內의 압력이 어떤 臨界값보다 작으면 생기는데, 이것은 다른 cavitation생성을 유발하고, 이때에 매우 큰 正壓과 負壓이 鐵片에 작용하여 析出되는 銅이 쉽게 떨어지고, 界面이 活性化되어서 반응 속도가 커진것으로 생각된다.

다) 考 察

沈澱된 銅을 살펴 보면 反應 溫度가 상승함에 따라 粒子가 커진 것을 알 수 있다. 온도가 오르면 溶液內의 銅 이온의 확산이 잘 되어 析出 速度가 커지고 析出 銅의 粒度가 커짐은 당연하다고 하겠다. 한편 상온 이하(10°C)에서 시험한 결과에서는 침전 銅이 아주 미세하여 鐵片에 밀착된 것을 관찰 할 수 있었다. 卽 鐵片과 溶液 사이에 銅 도금층을 형성하여 반응은 거의 진행되지 않았다(Fig.2)

초음파 照射 効果에 의하여 침전 銅의 粒度는 같은 온도에서 초음파의 영향이 없을 때 보다 커지고, 서로 약하게 엉겨 붙어 있는 모습을 보였다. 침전 銅은 초음파를 받는 반대 부분에서는 쉽게 떨어지고 照射를 받는 부분에 모여 있는 현상을 볼 수 있었다. 이것은 초음파의 미세한 입자를 응집시키는 효과에⁵⁾ 起因한 것이 아닌가 생각된다.

Reid에 의하면 침전 반응에서 산화성 분위기에서 반응 속도가 매우 느려진다고 하였다.²⁾ 이는 철 이온의 과다소비와도 관련이 된다. 本 실험에서 Fe/Cu ratio를 구하여 보았더니 50°C 에서 0.885가 되어 이론값 0.88과 거의 같은 값이 나왔다. 이는 황산銅 溶液이 大氣와 접촉하는 시간을 짧게 한 때문인것 같다. 溶液을 만들어 오래 방치한 후 실험해 보면 鐵 2價 이온이 3價로 산화되는 현상을 볼 수 있었는데, 이렇게 되면 분석에 심한 어려움을 가져 왔다. 초기 溶液에서는 Cu^{2+} 만 존재하다가 반응이 진행됨에 따라서 Fe^{3+} 이 생기는데, 2價 이온 자체는 比色法의 분석에서 간섭 현상을 일으키지 않았다. 그러나 3價 鐵이온이 되면 매우 미세한 입자로 suspension되며 황색을 띠게 되어 분석에 어려움이 많았다. 이런 경우에는 표준 첨가

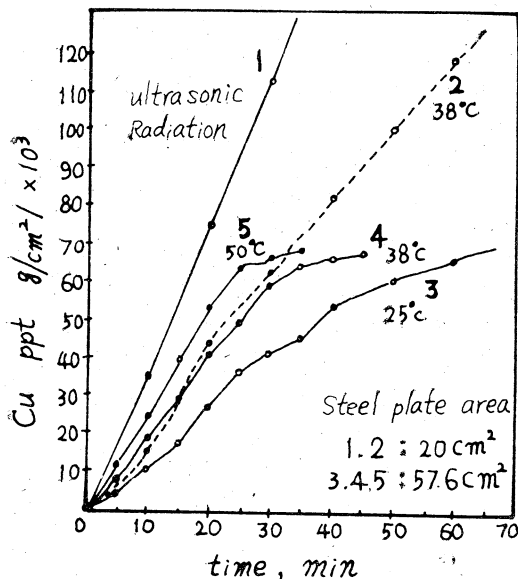


<Fig.4> Effect of Ultrasonic Radiation on Cementation Reaction

법으로 분석해야 했다.⁶⁾

IV. 結 論

1) 鐵置換法에 의한 銅沈澱反應은 溫度가 상승함에 따라 速度가 빨라진다. 本 실험 조건(초기 銅이온



<Fig.5> Cementation of Copper at Various Reaction Condition

농도 10g/l, pH=3.5)에서 단위 鐵片 면적당 단위 시간에 침전되는 銅은

$$K_{25^{\circ}\text{C}} = 1.37 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^2/\text{min}$$

$$K_{38^{\circ}\text{C}} = 2.0 \times 10^{-3} \text{ "}$$

$$K_{50^{\circ}\text{C}} = 2.7 \times 10^{-3} \text{ "}$$

가 되어 이 반응은 아레니우스 type의 thermally activate된 반응으로 볼 수 있다.

2) 超音波 照射 効果에 의하여 反應速度는 38°C에서

$$K_{ultrasonic} = 3.73 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^2/\text{min}$$

로서 같은 온도에서 초음파 영향이 없을 때의 1.87배의 속도 상승을 가져왔다. 이것은 초음파의 특성의 하나인 cavitation에 의하여 반응이 活性化된 것이라 생각된다.

3) 상온 이하(10°C)에서는 銅이 鐵片에 밀착되고, 온도 상승하면 쉽게 떨어지며 입자의 크기는 커졌다. 球形의 銅입자들이 초음파 영향에 의하여, 粒度는 커지며, 서로 엉겨붙는다.

<後 記>

本 연구를 하는 데 많은 지도를 해주신 김연식 교수님과, 실험에 있어서 협조를 아끼지 않은 한관수 선배님께 深甚한 사의를 표한다.

<참 고 문 헌>

1. Biswas, A.K. & Reid, J.G. 'Continuous Flow Production of Pure Copper by High Temperature Cementation on Iron.', Trans. IMM (1973) C221.
2. Biswas, A.K. & Reid, J.G. 'Investigation of the Cementation of Copper on Iron at Elevated Temperature.', Trans. IMM. Sep. (1973) C127.
3. Porter, C.L. & Young, L. 'A Molecular Rearrangement Induced by Ultrasonic Waves.', J. Amer. Chem. Soc. (1938) 1497-1501
4. Barret, E. W. & Porter, C.W. 'Further Studies on a Molecular Rearrangement Induced by Ultrasonic.', J. Amer. Chem. Soc. (1943) 3434-3435
5. McGraw HillBook. Cony. 'Encyclopedia of Science and Technology.', Vol. 14 McGraw Hill Cony. (1971) 203
6. Harley, J.H. & Wiberley, S.E. 'Instrumental Analysis.', John Wiley & Sons, Inc. New York. 1954.

석탄 기체화 공정의 현황

(Present State of Coal Gasification Process)

김 명 수

< 목 차 >

- I. 서 론
- II. 석탄의 전환
- III. 석탄기체화 공정
 - 1) 제 1 대
 - 2) 제 2 대
- IV. 석탄기체화 성질의 비교
- V. 석탄기체화의 경제제

1970년대에 들어서 석유와 천연가스등 자원의 부족으로 새로운 대체 연료의 필요성이 증대하고 있으며, 따라서 매장량이 풍부한 석탄을 전환하여 새로운 연료를 만들고자 하는 기술이 개발되고 있다.

석탄을 기체화하여 합성 천연가스를 만드는 공정은 1940년대에 개발된 Lurgi, Koppers-Totzek 공정의외 현재 미국에서 pilot plant로 개발중인 Hygas, CO₂ Acceptor, Bigas, Synthane, Battelle agglomerating ash 공정과 Molten Carbonate 공정이 있다.

현재 기술적으로는 합성천연가스를 만드는 것이 가능하며, 경제성이 문제가 되고 있으나, 1980년경이면 실용화 될 전망이다.

I. 서 론

여러가지 에너지자원 중에서 가장 매장량이 많은 석탄은 20세기 전반부까지 에너지원의 주종을 이루어 왔으나, 지난 30년동안에 석유와 천연가스의 등장으로 그 용도가 점차 줄어들었다.

그러나 Oil Shock 이후, 선진 각국에서 새로운 대체 연료에 대한 필요성의 증가에 따라 석탄의 액화 및 기체화 기술의 연구로 그 중요성이 재평가되고 있다.

석탄을 기체화하여 나오는 제품은 두 가지로 분류할

수 있다. 그 하나는 low Btu gas라 부르는 열량 100~200Btu/ft³의 수소와 일산화탄소의 합성 가스인데, 이것은 그대로 발전용 연료로 사용되며, 또 다른 하나는 low-Btu gas에 니켈등의 촉매반매를 거치면 45~60%의 메탄이 함유된 가스가 나오는데 이것이 바로 합성 천연가스(SNG; Synthetic Natural Gas)이다. 이것을 high-Btu gas라고 부르며, 열량은 950~1000 Btu/ft³로 일반 천연가와 비슷하다.¹⁾

1940년대 독일의 Lurgi회사가 처음으로 석탄의 기체화에 성공한 이래 경제성 때문에 보급이 늦어지고 있었으나, Oil Shock이후 기체화 기술의 연구 개발이 진전되어 1980년경이면 실용화단계에 들어갈 전망이다.

현재 생산비는 천연가스에 비해 상당히 높지만, 석유와 천연가스의 자원의 감소와 가격의 인상에 따라 석탄 기체화의 필요성이 증대되고 있다.

본 논문에서는 현재 미국에서 개발중인 석탄의 기체화 공정에 대하여 1970년대에 발간된 학술잡지 및 기타 문헌을 통해 조사하였으며, 공정 간의 장단점을 비교하여 새로운 대체연료로서의 합성 천연가스의 실용화 전망을 검토하였다.

II. 석탄의 전환

현재 기술개발 중에 있는 석탄의 전환방법은 크게 5가지로 분류할 수 있다.²⁾⁵⁾

1) Beneficiation

광산에서 광물의 선광과 마찬가지로, 이것의 목적은 석탄을 코우크로 만들기 전에 유황분이나 재의 함량을 줄여서, 연료로서 깨끗한 석탄을 만드는 것이다. 이 방법은 강철 산업에서 유황분이 많은 석탄을 연료로 사용하기 위해 개발하고 있다.

2) 열분해(Pyrolysis)

열분해는 50psi이하의 저압하에서 석탄에 공기를 도입하지 않고 가열하여, 석탄중의 수소가 풍부한 휘발성 물질을 뽑아내어 열량이 600~650 Btu/ft³인 raw gas를 얻는다. 이것은 직접 산업 시설로 보내져 사용되거나, shift conversion, CO₂제거, methanation을 거쳐 열량 970 Btu/ft³의 가스로 만들어져 도시 가스로서 가정으로 공급된다.

가스와 분리된 고체 char나 코우크스의 일부는 제품으로 나가고, 나머지는 공기연소시켜서 열분해 반응기에 열을 공급한다.

열분해 공정은 다른 기체화공정에 비해서 저압에서 진행되며, 탄화수소의 수율도 높고, 산소의 공급이 필요없기 때문에 상당히 경제적이다.

3) Solvation

석탄을 수소를 발생하는 용액속에서 가열, 분해, 수소첨가시킨다. 용액은 여과를 거쳐 재가 없고, 유황의 함량이 적은 제품이 생성되는데, 이것은 수소 첨가의 정도에 따라 고체와 점도가 큰 액체로 구분할 수 있다. 이 방법은 여과시에 많은 문제가 있기 때문에 경제적, 기술적으로 완성이 될 것인가는 확실치 않다.

4) 수소첨가(Hydrogenation)

석탄과 수소를 고온, 고압에서 직접 반응시키는데, 촉매없이 반응시키면 주로 메탄을 생성하고, 촉매를 가하면 액체 탄화수소가 생성되는데 이것은 cracking하여 원유와 비슷한 제품을 얻을 수 있다.

또한 반응성이 높은 수소는 석탄중에 포함되어 있는 산소, 질소, 유황과 결합하여 물, 암모니아, 황화 수소를 형성한다.

수소는 천연 가스나 물의 전기분해로부터 얻을 수 있는데, 가격이 비싸기 때문에 이 문제를 해결하기 위한 연구가 진행중이다.

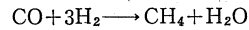
5) 기체화(Gasification)

석탄은 수소와 반응하여 메탄을 생성하거나, 연소되

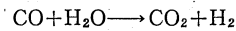
어 일산화탄소, 또는 일산화탄소와 수소의 혼합가스를 생성한다.

석탄에 공기(또는 산소)와 수증기의 혼합물을 불어넣으면 CO와 H₂를 함유하는 연료가스가 생성된다. 공기를 사용하면 공기중의 질소 때문에 생성가스가 희석되어 열량이 적은 low-Btu gas가 만들어지고, 순수한 산소만을 사용하면 생성가스의 열량이 300Btu/ft³ 정도로 된다.

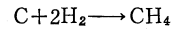
천연가스와 비슷한 고열량 메탄은 혼합 가스와 수소로부터 직접 만들어 지거나,



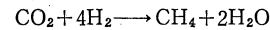
수성 가스 전위반응(water-gas shift reaction)



에 의해 수소를 생성하여 탄소와 직접반응시켜 얻는다.



또는 이산화탄소를 수소와 반응시켜



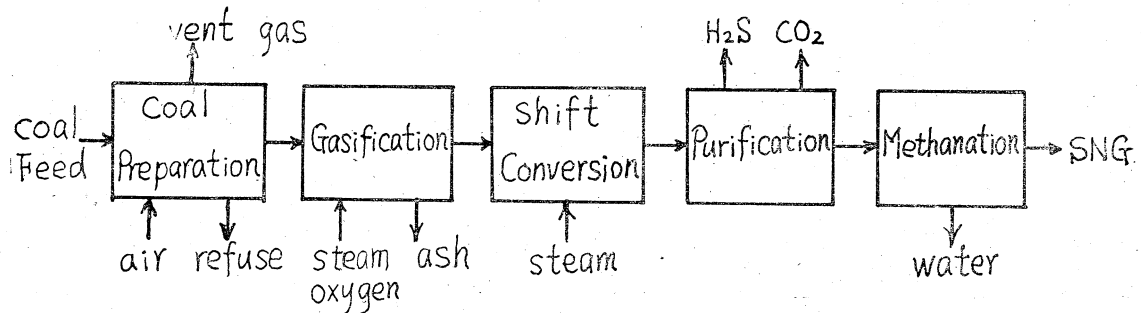
얻을 수도 있다.

반응식에서 보면 탄소는 1몰당 수소 2몰, 일산화탄소 1몰당 수소 3몰, 이산화탄소는 1몰당 수소 4몰이 필요하다. 따라서 현재 개발중에 있는 여러공정중에서 탄소와 수소로부터 직접 메탄을 합성하는 것이 가장 경제적이라 할 수 있다.

석탄에 수증기와 산소를 도입하여 기체화하는 대부분의 합성천연가스의 제조공정은 Fig.1와 같이 다섯개로 이루어진다.

먼저 석탄을 암석이나 폐기물과 분리하여 분쇄하고 세척한 후 건조시켜 기체화단계로 보내진다. 반응온도는 1,500~3,000°F이며 반응에 필요한 열은 산소를 도입함으로써 공급된다. Raw gas는 수소와 일산화탄소의 비가 3:1이 되도록 1차 변환된 다음, 유황분이나 이산화탄소가 제거된다.

최종적으로 메탄화공정(methanation)을 거치면 메



〈Fig.1〉 Overall Coal Gasification Process.

탄의 함량이 95% 정도인 합성천연가스가 생성된다.

Ⅲ. 석탄의 기체화 공정

석탄을 기체 또는 액체로 전환하여 사용하기 편리한 연료로 만들고자 하는 기술은 지난 수년간에 급격히 발전했다. 석탄의 전환기술의 발전은 크게 3대로 나누어 생각할 수 있다.⁶⁻⁹⁾

1) 제 1대 : 1940년대에 개발된 Lurgi process, Koppers-Totzek Process

2) 제 2대 : 석탄으로부터 high-But gas를 만들기 위해 현재 미국의 Office of Coal Research (OCR)와 American Gas Association (AGA)의 공동계획으로 pilot plant로 개발중인 다섯가지 공정을 (Table 1)에 나타내었다.

공정	개발자	pilot plant 의 위치	용량 (tons/day)
Hygas	Institute of Gas Technology	Chicago, Ill.	80
CO ₂ Acceptor	Consolidation Coal Co.	Rapid City, S.D.	30
Bigas	Bituminous Coal Research	Homer City, Pa.	120
Synthane	U.S. Bureau of Mines	Bruceton, Pa.	75
Battelle agglomerating	Union Carbide	West Jefferson, Ohio	25

〈Table 1〉 석탄 기체화 공정

이 외에 M.W. Kellogg Co.의 Molten Carbonate process가 있다.

3) 제 3대 : 석탄을 액화하여 oil을 만드는 Coal-Oil-Gas Process(FMC Corp.의 Gogas process, U.S. Steel Corp.의 Clean-Coke process)

본 논문에서는 제 1대 및 2대의 석탄을 기체화하는 공정에 대해서 조사하였다.

1) 제 1대

① Lurgi Process

약 40년전 독일의 Lurgi Oil Techniques, Ltd.가 개발한 공정으로서, 그 당시에 유럽을 비롯한 전세계에 58개의 unit가 건설되었다.

그러나 단위용량당의 투자비가 많이 들기 때문에 요즘은 각광을 받지 못하고 있다.

기본 조작은 석탄을 1000 psi의 압력하에서 steam과 함께 3000°F로 가열하면 steam중의 수소는 석탄의 탄소와 결합하여 메탄을 형성한다.

이외에 일산화탄소와 수소도 생성되는데 이것은 메

탄화공정을 거쳐 메탄을 생성한다.

반응에 필요한 열은 석탄을 연소시켜 얻으며, 폐기물로 이산화탄소와 재, 유황등이 나온다.

② Koppers-Totzek process

1948년 독일에서 개발한 공정으로서 현재 16개 공장이 건설되어 있다.

상압하에서 조작하므로 Lurgi Process보다 비용이 덜 들고, 공해가 없으며 효율적이다.

이 공정에서는 미분쇄된 석탄을 유동화상태에서 산소와 수증기로 반응시키는데, 미분탄은 사전에 완전 건조되어야 한다. 석탄과 산소, 수증기는 반응기의 양쪽으로 도입되며, 반응온도는 3300~3500°F, 압력은 1기압정도이다.

석탄으로부터 발산된 기체상태의 탄화수소는 고온지대를 통과하게 되므로 매우 빨리 분해되어 석탄입자가 응고되지 않기 때문에 석탄의 응고 성질이나 재의 함량, 용접 등에 관계없이 기화할 수 있다.

2) 제 2대

현재 개발중인 공정과 과거의 Lurgi Koppers-Totzek 공정과의 차이점은 다음과 같다.¹⁰⁾

i) 압력의 증가(조작압력 ; 1500psi)

고압에서 조작하므로 석탄에서 직접 메탄을 생성하며, 메탄의 수율도 높다.

ii) 유동화된 석탄사용

실제로는 석탄은 가열하면 유체로 되거나 끈적끈적해지므로 석탄층이 덩어리로 뭉치거나 굳기 쉬워 이것은 많은 어려움이 있다. 이것을 해결하기 위해서는 현탁액을 급격히 가열하거나, 덩어리지지않는 char로서 원료를 희석하는 방법이 고려되고 있다.

iii) 반응기내의 높은온도(1500~3000°F)

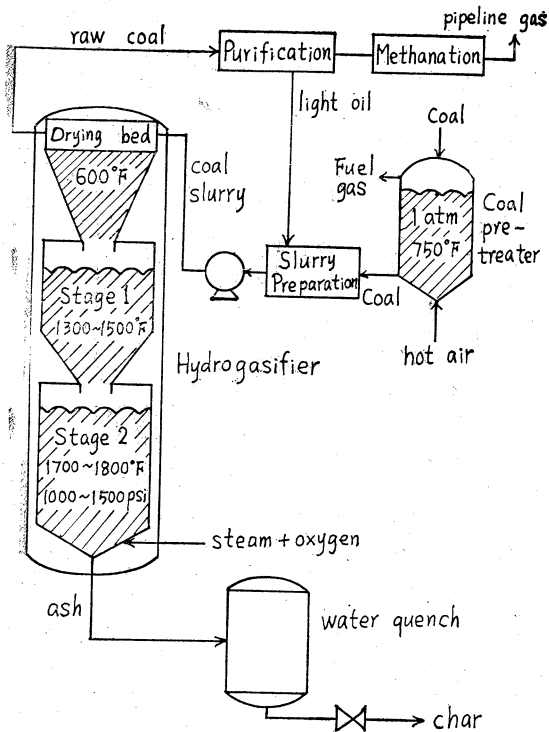
iv) 고압에서의 가스화제로 산소사용

수증기와 석탄의 반응에 필요한 열을 공급하기 위해 산소를 사용하면, 공기를 사용할때 보다 많은 열을 얻을 수 있고, 메탄의 수율도 높아진다.

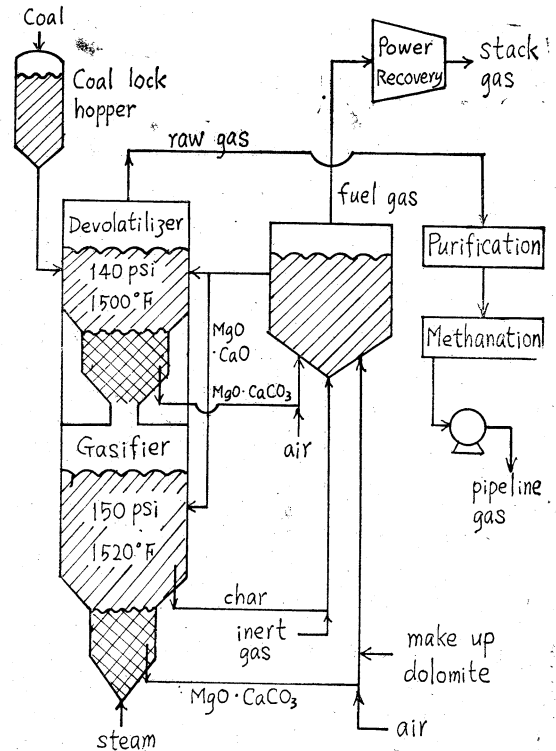
① Hygas process (Fig.2)

석탄을 입자로 만들어 수분을 제거하고, 고온에서 석탄의 점도가 커지는 것을 피하기 위해서 1 atm., 750°F의 유동화층에 가열된 공기를 불어넣어 점결탄(caking coal)을 만든 다음, light oil을 첨가하여 slurry 상태로 만든다.

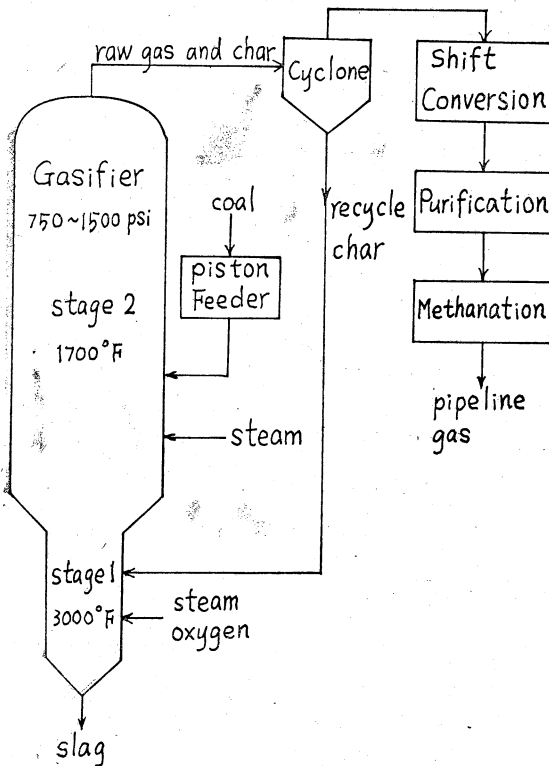
이 석탄이 온도 600°F, 압력 1000~1500psi인 반응기 상부의 건조대로 들어가면 light oil은 증발되고, 건조대를 통과한 석탄은 gasifier의 첫번째 단으로 가



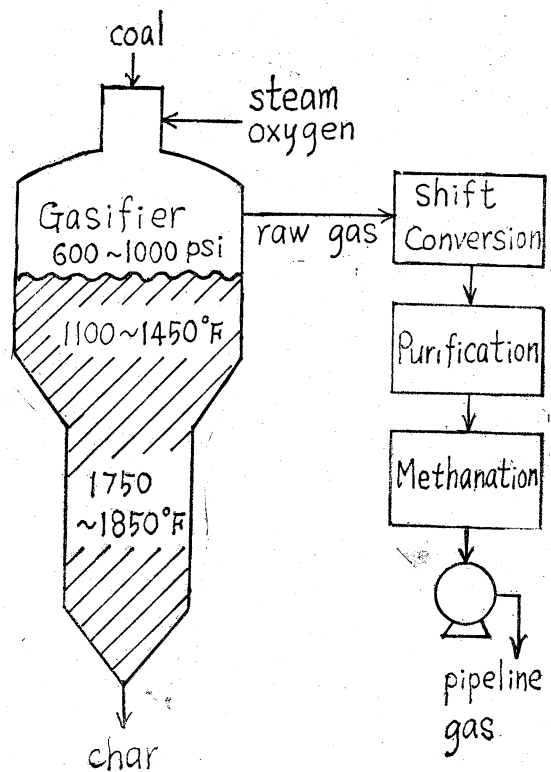
〈Fig. 2〉 Hygas process.



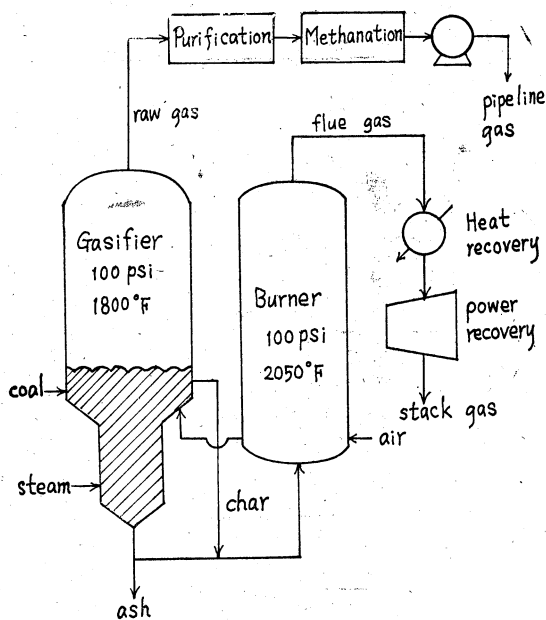
〈Fig. 3〉 CO₂ Acceptor process.



〈Fig. 4〉 Bigas process.



〈Fig. 5〉 Synthans process.



〈Fig 6〉 Battelle agglomerating ash process.

는데, 1250°F의 온도에서 휘발성 물질 제거와 부분적인 메탄화 반응이 일어난다.

다음에 char는 1750°F의 둘째 단계에서 수증기와 수소 기체와 반응하여 기체화되어 raw gas는 반응기 상부로 나와 purification, methanation을 거쳐 제품이 되며, 재는 하단으로 나와 냉각된 후 제거된다.

② CO₂ Acceptor process (Fig.3)

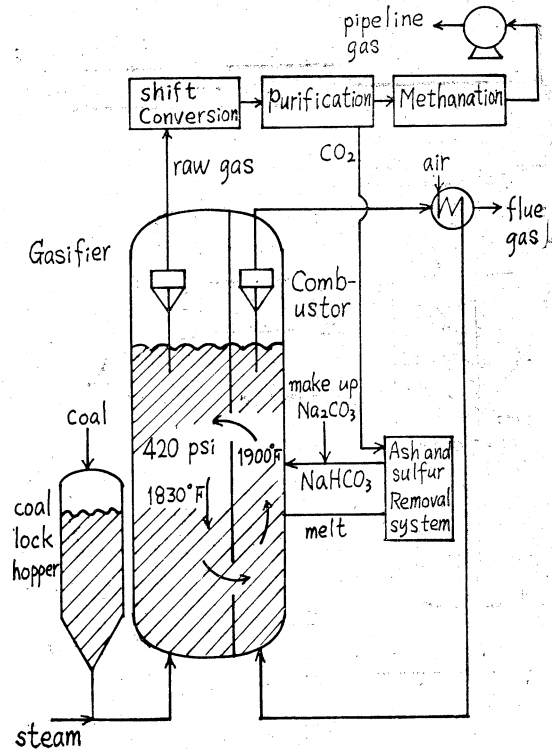
석탄을 분쇄하고 건조하여 140psi압력하의 devolatilizer에서 수증기, 일산화탄소, 수소, dolomitic calcine(MgO·CaO)과 함께 1500°F로 가열한다.

Char는 gasifier로 들어가 150psi, 1520°F하에서 수소와 일산화탄소의 혼합가스로 되어 수증기와 함께 devolatilizer를 통과한 다음, purification, methanation을 거쳐 압축된 후 도시가스로 공급된다.

Devolatilizer와 gasifier에서 일부 탄화된 calcine (MgO·CaCO₃)은 regenerator로 보내져 재생된다.

순환 물질인 백운석(MgCO₃·CaCO₃)은 regenerator에서 열을 흡수하여 이산화탄소를 방출하고, devolatilizer와 gasifier에서는 이산화탄소를 받아들이며 열을 공급하게 된다.

이 공정은 압력 300psi에서 조작하도록 설계된 것도 있는데, 이 경우에는 regenerator의 온도가 1940°F,



〈Fig.7〉 Molten Carbonate process.

gasifier의 온도는 1575°F로 변화된다.

③ Bigas process (Fig.4)

이 공정의 gasifier는 수직으로 된 두개의단(stage)으로 이루어져 있으며, 750~1500psi 압력하에서 조작된다.

분쇄된 석탄은 수증기와 함께 온도 1700°F의 상단으로 도입되어, 하단에서 올라오는 합성가스와 혼합되어 부분적인 메탄화 반응이 일어난다. 생성 가스와 미반응 char의 혼합물은 원심분리기로부터 분리되어, char는 gasifier 하단으로 보내져서 산소와 수증기와 함께 3000°F에서 기화되어 연속적으로 조작된다.

하단에서 나오는 용재(slag)는 물에 담구어 입상으로 되어 내보내진다.

④ Synthane process (Fig.5)

이 공정은 600~1000psi압력하에서 분쇄된 점결탄이나 비점결탄을 기화시킨다.

Gasifier는 3개의 부분으로 나뉘어지는데

i) 자유 낙하되는 희석상(dilute-phase)인 부분으로 석탄이 수증기, 산소와 함께 도입되어, 일부 휘발성 물질이 제거되고,

ii) 밀도가 큰 유동화층에서 110~1470°F 하에서 휘

발성 물질제거와 부분 메탄화되며,

iii) 밀부분에서는 수증기와 산소를 가하여 반응에 필요한 열을 공급한다.

Char는 gasifier 하부에서 나가며, 생성가스는 i)와 ii)의 사이에서 나와 이산화탄소와 유황분이 제거된 다음, 메탄화공정을 거쳐 제품으로 된다.

⑤ Battelle agglomerating ash process (Fig. 6)

석탄중의 재가 자체적으로 덩어리져서 나가므로 생성가스는 직접 gas turbine에 사용될 수 있어 효과적이다.

석탄은 gasifier의 밀부분인 유동화층에 도입되어 이층을 통과하는 동안에 1800°F까지 가열되어 char와 가스가 생성된다. Char는 burner에서 연료로 사용되어 2050°F까지 가열되며, 여기서는 재가 없는 flue gas가 나오며, 이것은 세척된 다음 에너지 회수를 위해 turbine 압축기로 보내진다.

Gasifier에서 생성된 raw gas는 purification, methanation을 거쳐 제품으로 된다.

⑥ Molten Carbonate process (Fig. 7)

석탄을 1830°F, 420psi 하에서 용해된 탄산나트륨을 포함하는 gasifier에서 기화시킨다.

탄산나트륨 용액은 열의 공급원이 될 뿐만 아니라 촉매의 역할을 하며, 석탄과 수증기를 반응기 내에 분산시켜 직접 기체화하고, 온도를 일정하게 유지시킨다.

Melt는 char를 gasifier에서 연소기(combustor)로 운반하여 1900°F하에서 공기와 연소시키고, 다시 가열된 melt는 gasifier로 순환된다.

석탄중의 대부분의 유황분은 melt에 의해 재차 제거장치로 보내어져 재를 분해, 여과하고 H₂S를 제거시킨다.

Gasifier에서 생성된 raw gas는 수성가스 shift conversion, CO₂ 및 유황분제거, 메탄화공정을 거쳐 압축시킨다.¹¹⁻¹²⁾

IV. 석탄기체화 공정의 비교

현재 개발 중인 공정의 반응 온도 및 압력, 효율을 Table 2에 나타내었고, 공정의 효율척도로써 메탄의 수율을 사용하였다.

Table 3에는 각 공정간의 장단점과 문제점을 비교하였다.

공정	석탄의 크기	압력 (psi)	온도 (°F)	메탄의 수율		
				A	B	C
Hygas	$\frac{1}{8}$ in.	1000~1500	1단 1300~1500 2단 1700~1800	0.33	1.69	0.83
CO ₂ Acceptor	$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{8}$ in.	140	1500	0.16	0.90	0.46
Bigas	200mesh	750~1500	1단 3000 2단 1700	0.21	1.04	0.52
Snythane	70~200mesh	600~1000	1단 1100~1450 2단 1750~1850	0.18	0.79	0.55
Molten Carbonate	12mesh	420	1830	0.098	0.50	0.29

$$*A = \frac{\text{Methane leaving gasifier}}{\text{Carbon in solids feed stream to gasifier}}$$

$$B = \frac{\text{Methane leaving gasifier}}{\text{Methane-equivalent of hydrogen in coal}}$$

$$C = \frac{\text{Methane leaving gasifier}}{\text{Methane in final pipeline gas}}$$

Table 2. 석탄 기체화 공정의 반응조건 및 효율

공정	장점	단점	문제점
H Y G A S	1. Gasifier내에서의 높은 메탄화반응. 2. 연료의 slurry화로 액체 pumping의 특성이 있는 고압계에 확실한 공급. 3. Hydrogasification이 일어나 산소에 의한 열공급도가 높다.	1. 석탄의 예비취급과정에서 불필요한 가스를 생성하며, 석탄의 반응도 저하 2. 부산물인 char 처리의 경제성 불확실	1. 유도층의 scaling 문제, 직경이 커질수록 반응율이 낮아진다. 2. Pretreater의 온도조절 3. Gasifier에 공급되는 수소의 가열 필요
C O ₂ A C C E P T O R	1. Gasifier에서 이산화탄소 제거로 메탄화촉진 2. 산소대신 공기사용 3. 반응열을 자체적으로 공급. 4. 갈탄을 연료로 사용하면 비용이 최소	1. 고온에서 acceptor의 수증기가 melt형성. 2. Regenerator의 출구가스는 CaS 형성이나 점착을 막기 위해 3~4%CO포함. 3. 수증기압이 온도가 1500~1550°F 이상의 상승방해, 이 온도에서는 갈탄이나 역청탄만 기체화 가능	1. Regenerator 유출물로 부터 SO₂제거 2. System 조절의 난점. (Gasifier의 온도는 초기의 용해온도보다 낮아야하며, calcine와 gasifier의 열수지문제)
B I G A S	1. Entrained gasification 반응이 빠르고 단순. 2. Gasifier 메탄화가 높다.	1. 수증기-산소-char 반응기의 온도가 높다. 2. Slag의 열손실이 크다. (연료의 약 1%)	1. Gasifier 상단의 연료 체류기간, flow유형이 불확실 2. 고온, 고압 원심분리기의 타당성 3. 고압하에서 slag-tap조절
S Y N T H A N E	1. 점결탄의 직접사용으로 석탄의 예비취급불요로 gas 손실 감소 2. Cracking에 의해 급액점에서 평행류로 되므로 방출되는 탄화수소의 손실 줄임	1. 최종 산물인 char의 연소가 곤란 2. 촉매에 의한 메탄화 필요량이 과다.	1. Gasifier 상부의 자유 낙하부분의 유동화층으로의 조정 문제 2. 밀도가 큰부분의 scale-up제수 불확실. 3. 고온에서 석탄의 덩어리로 뭉치는 것을 피할 산소 공급의 분산 4. Pretreater의 온도조절
M C O A L R E O N N A T	1. 산소대신 공기사용. 2. 현탁 용액 사용으로 석탄의 크기의 영향이 적다. 3. 탄산 나트륨의 촉매효과, 열공급, 온도유지	1. Molten salt는 부식성이 크다. 2. Gasifier의 온도가 높다. 3. 메탄의 수율이 낮다.	1. Melt의 순환조절문제 2. Salt의부식성 해결

〈Table 3〉 석탄 기체화 공정의 비교

V. 석탄기체화의 경제성

석탄을 기화하여 low-Btu gas를 생산하는 것은 오래전에 이미 실용화되어 왔지만, 이 가스를 개질하거나 methanation을 거쳐 high-Btu gas를 생산하는 것은 현재 pilot plant 단계에 있다.

기술적으로는 합성천연가스를 만드는 것이 가능하지만, 경제적으로 타당성이 있는가 하는 것이 문제가 되고있다.

실용화된 Lurgi process와 개발중인 새로운 공정에 의한 합성가스의 비용과 자본금에 대한 비교는 Table 4,5와 같다.¹³⁻¹⁴⁾

	Lurgi	New
Gas product rate [10^9 Btu/day]	238.8	240.0
Capital requirements [$\$10^6$]		
Total plant investment	228.6	190.0
Interest during construction	38.6	32.1
Working capital	9.0	8.0
Total capital requirements	276.2	230.1
Startup costs [$\$10^6$]	9.0	8.0

(Mid-1971 basis)

Table4. Coal Gasification capital estimate

	Lurgi	New
Capital charges, at 12% DCF	78.5	64.9
Coal feed and fuel, at 154/10 ⁶ Btu	24.6	25.0
Other operating costs	28.6	18.6
Total cost of gas	131.7	108.5

(Mid-1971 basis, ¢/10⁶Btu)

Table 5. Cost of gas

앞에서도 언급한 바와같이, 현재 생산비는 천연가스
에 비해 3 배나 높지만, 석탄 기체화가 실용화된 1980
년대에는 천연가스의 가격인상과 석탄기체화의 생산비
절감 기술의 개발로 경제성은 충분할 것으로 예상된다.

Reference

1. "Coal conversion activities picking up", *Chem. and Eng. News*, **53**, 24 (Dec.1, 1975).
2. Robert T. Wallace, "Energy; What are the best alternatives?", *Chem.Eng.***83** (5), 121(1976).
3. D.E. Adam, S. Sack and A. Sass, "Coal Gasification by Pyrolysis", *Chem.Eng.Progr.***70**(6),

- 74 (1974).
4. K.A. Schowalter and N. S. Boodman, "The Clean-Coke Process for Metallurgical Coke", *Chem. Eng. Progr.* **70** (6), 76 (1974).
5. C.E. Jahnig and R.R. Bertrand, "Environmental Aspects of Coal Gasification", *Chem. Eng. Progr.* **72** (8), 51 (1976).
6. "New process brighten prospects of synthetic fuels from coal", *Coal Age*, **79**(4), 91(1974).
7. Raymond L. Zahradnik, "Coal conversion R&D; What the Government is Doing", *Chem. Eng. Progr.* **72**(6), 25(1976).
8. "Summary of announced plans for coal conversion plants", *Coal Age*, **80**(3), 94(1975).
9. A. J. MacNab, "Design and Materials Requirements for Coal Gasification", *Chem. Eng. Progr.* **7**(11), 51(1975).
10. R. Detman, "New Concepts in Btu Technology", *Coal Processing Technology*, Amer. Inst. Chem. Eng., 1974, p.53.
11. H.C. Hottel and J.B. Howard, "New Energy Technology-Some Facts and Assessments", The MIT press, 1971, p.103.
12. A.E. Cover, W. C. Schreiner, and G. T. Skaperdas, *Coal Processing Technology*, Amer. Inst. Chem. Eng., 1974, p.1.
13. V.H. Melquist, "Economics of Coal Gasification", *Coal Processing Technology*, Amer. Inst. Chem. Eng., 1974, p.69.
14. "Final Report, The Supply-Technical Advisory Task Force-Synthetic Gas-Coal", prepared for the Supply-Technical Advis. Comm. Natural Gas Survey, Fed. Pow. Comm. (April, 1973).

<화공 4>

축 점

서울대학교 開校 30周年

[illegible]

工科大学 記念行事

I. 記念行事에 부쳐

學長 李 載 聖

언제나 10월이 되면 墨골배의 시원스럽고 달콤한 맛이 서울工大生에게 그 季節이 왔음을 告해주곤 했습니다. 서울工大生을 아끼주시는 市內의 善男善女들도 매해 이때만 되면 母校도 불경 배도 먹음걸 모여드는 사람들 때문에 서울工大 앞길에 꽤 붐비곤 했습니다.

이렇게 해는 가고가서 올해는 서울大學校 開校 30周年을 맞이하게 되어, 서울大學校 冠岳山 캠퍼스에는有史以來 最大の 祝典을 맞이하여 多彩로운 프로그램이 마련되어 있을 줄 알지만, 아직 옛터에 그대로 남아 있는 孔陵洞(舊新孔德)工大 캠퍼스에서는 앞으로 2年後면 工大도 정은 이 자리를 남겨두고 冠岳의 새 캠퍼스로 移轉하기로 確定되었기 때문에 이 자리에서 빼놓아지는 여러 同窓 및 市民에 對한 마지막 孔陵洞 서울工大의 大 Open house가 되지 않나 합니다. 서울工大는 其間 日本政府의 無償援助로 지금까지 약 350萬弗 該當의 最新科學器材를 導入하여 現在 教授研究와 學生實驗에 活用하고 있습니다. 來年 4月末에는 나머지 350萬弗 相當의 科學器材를 追加하여 받아들여지게 되므로, 그때가 되면 서울工大는 實로 名實相符의 國內에서 最優秀의 科學器材를 保有하는 研究教育機關이 될 것입니다.

우리는 變化해가고 있는 우리 서울工大의 오늘날의 모습을 여러분께 보여 드림을 영광으로 생각합니다.

II. 實驗示範 및 裝置公開

行	事	主管學科
疲勞實驗		機 設 科
스트레인 게이지의 壓力測定 및 배런싱 實驗		“

各種測定機器의 展示公開	機 械 科
모아레스트레인 分析裝置	機 設 科
電子素子 處理裝置 實驗	電 子 科
마이크로波 實驗	"
X-線 分析 實驗	窯 業 科
DTA 및 TGA 分析 實驗	"
燃燒가스의 分析實驗	"
10 ton Instron 萬能試驗機의 引張試驗	"
土質의 三軸壓縮 實驗	土 木 科
물의 濾過裝置 示範操作	"
綜合水力學 實驗裝置	"
DTA 및 DSC, Rheometer, 分子量測定 裝置	機 械 科
直讀式密度測定裝置	"
Rheovibron, Autograph 等의 示範實	"
放電加工機 稼動示範	工 教 科
電力電子工學 및 自動制御裝置	"
TIC 熔接 및 非破壞檢査 機器	"
自動車排氣가스 分析裝置	"
設計圖面 및 木構造物公開	"
Mariner 船型의 抵抗試驗	造 船 科
조암鑛物의 顯微鏡鑑定法	資 源 科
동광체의 形態에 따른 지표測定, 電氣比抵抗變化에 따른 模型, 地盤振動의 記錄裝置	"
岩石試驗片의 동탄성係數, 測定裝置外	"
岩石試驗機, 蠕變實驗裝置, 분진測定裝置	"
CO ₂ 레이저 實驗	原子核科
C ₁₄ 年代測定裝置	"
Analogue Computer	化 工 科
Rheovibron	"
IR Spectrography	"
Gas Chromatography	"
Distillation 및 Extraction	"
Plant Model	"

原子吸光分光 光度計 및 紫外線 分光

光度計

工 化 科

赤外線分光 光度計

"

石油탄백 合成裝置

"

Gas Chromatograph (TCD, FID, ECD), Liquid and Gel Permeation, LPG 分析機 및

Polarography外, 數點

機器分析

Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy, Gas Chromatography, Mass Spectrometry.

"

Emission Spectrometry

"

Mechanical Impedance法에 의한 振動解析

造船科

Propane 의 정적燃焼에 대한 溫度測定 實驗

航空科

光彈性壓力解析 實驗

"

Eye Camera, E.M.G., Analogue

Computer 의 紹介 및 示範

產 業 科

論理回路 構成示範

電 氣 科

產業用 로봇의 示範

"

油壓싸어브 裝置

"

Ⅲ. 學術講演

電氣工業의 發展相

코리아 페시픽 콘살탈트 理事

金在信

Simulation 의 應用에 關하여

UN 軍司令部 科學擔當顧問

Joseph T. Ryan

X-線結晶學의 應用에 關하여

서울大學校 工科大學

助教授 鄭秀鎭

우리나라 合成纖維工業의 現況과 展望

大韓化纖 專務理事

李德基

日本에서의 纖維工業 研究動向

서울大學校 農科大學 助教授

馬錫一

韓國 染色工業의 現況과 展望

염신染織工業株式會社

朴商杓

工場經營과 I.E.

금성제전 工場長

朴중현

韓民現代建築의 座標와 그 將來

원도시建築研究所長

尹承重

中東地域의 建設現況

現代建設(株) 副社長 權奇泰

學部, 大學院生の 設計方法論과 應用에 대한 세미나

서울大學校 工科大學 建築科

複合材料의 現況과 將來

陸軍士官學校 兵器工學科 教授 李興周

Seismic Velocity에 關하여

資源開發研究所 基礎研究室長 梁承珍

技術의 開發과 導入

韓國科學技術研究所 技術情報室長 朴漢雄

電子工業界의 現況과 展望

金星社 常務理事 李喜鍾

鐵骨建築構造의 發展現況

경희大學校 建築科 教授 金東圭

超高層構造物에 關한 展望

陸軍士官學校 圖學部 崔暢根

Structural Tectonics

延世大學校 地質學科 助教授 閔耕德

Ⅳ. 展示 및 其他行事

* 流體力學 教育映畫 上映

機械科

* 科學映畫 上映

化工科

* 칼라 TV中繼示範(MBC 技術陣)

電子科

* 陶磁器, 耐火物, 유리, 타일등의 展示

窯業科

* 建築設計의 展示

建築科

* 金屬系生産業體(金星社, 浦項製鐵, Foseco, 永豐商事等)의 製品과 工程圖展示

金屬科

* 鑄物製品 鑄造 및 表面處理過程의 直接展示

金屬科

* 레이저의 解說과 應用展示

原子核科

* 塩素化 炭化水素化合物의 合成工程, 開發過程의 實驗 및 機器分析에 의한 化合物의 確認 方法등

化工科

에 대한 說明圖展示

* 精密化學工業의 重要性, 한국의 現況과 그 展望에 대한 展示

化工科

* 各種航空機의 構造와 歷史에 關한 天然色 寫眞展示

航空科

* 各種模型飛行機의 展示

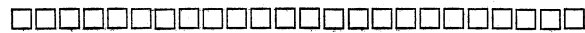
航空科

* 우리나라 化學工場

化工科

* 國產電氣製品展示

電氣科



동남아시아 공학교육협회
(AEESEA)

동남아시아 개발도상국들은 주지하는 바와같이 선진복지 사회의 건설을 목표로 양질의 기술인력 교육을 통한 과학기술의 진흥에 힘쓰고 있다.

우리의 경우 정부가 펼치고 있는 중화학공업 정책과 더불어 과거의 노동집약형 산업구조로부터 기술집약형 두뇌산업으로 이행해 감에 따라 창의적인 고급기사 및 기술자 수요가 날로 늘어나고 있으며 때문에 기술인력 교육에 대한 중요성과 이에 대한 산업체의 관심도가 고조되고 있고 또한 기술교육을 점담하고 있는 공과계 대학의 책임과 사명이 그 어느때보다 중요시 되고 있다.

1976년 8월 23일부터 4일간 아카데미 하우스에서 개최된 산학협동을 위한 “기술교육혁신에 관한 동남아시아지역회의”와 연관하여 8월 26일 서울대학교에서 가졌던 동남아세아 공학교육협회(AESEA) 3차 총회를 계기로 동협회 사무국은 한국이 인수하게 되어 장차 우리나라 공학기술교육의 혁신은 물론 대학 및 산업사회와의 유대강화에 한 정기를 마련하였다.

본 AEESEA는 그 회칙전문에 명시한 바와 같이 기사 및 기술자교육훈련에 수반된 문제점을 파악하고 기술제 인사교류 및 교육정보 교환을 통하여 그 해결 및 실천방안을 제시함으로써 동남아시아 내 기술교육 개선을 위한 지역협력의 증진을 도모할 목적으로 설립된 기구다.

본 AEESEA는 1973년 10월 19일 Manila 회의에서
정식으로 설립되어 현재 한국, 일본, 호주, 인도네시아,
태국, 필리핀, 라오스, 말레이시아, 뉴질랜드,
홍콩, 월남 및 파푸아뉴기니아 등 동남아시아 12개 회
원국으로 구성되어 있다.

인도네시아의 Danuningrat 초대회장, 필리핀대학의
공대학장 겸 건설 체신 교통장관인 Juinio 제 2대 회
장이 뒤이어 제 3대 회장으로 李載聖 학장이 피선되어

그 중책을 맡게 되었고 동협회 업무수행을 위한 사무국을 현재 서울공대에 설치하여 본대학 이기준교수를 사무국장으로서 선출하였으며 고명삼, 박순달, 김창효 등의 제교수로 집행부를 구성하고 공학기술교육의 개선을 위한 다음과 같은 사업을 추진할 생각으로 있다.

1. 정기간행물 발간

회원국의 공동관심사에 관한 지상공개토론 및 회원국 활동을 상보할 목적으로 동협회는 Journal of Engineering Education 과 News Letter 를 최소한 년 2 회 발간할 것을 회칙으로 정하고 있고 협회 설립후 지난 8월까지 제 7 권의 Journal 과 제 9 호의 Newsletter 가 발간되었다.

2. Seminar 및 Workshop 행사계획

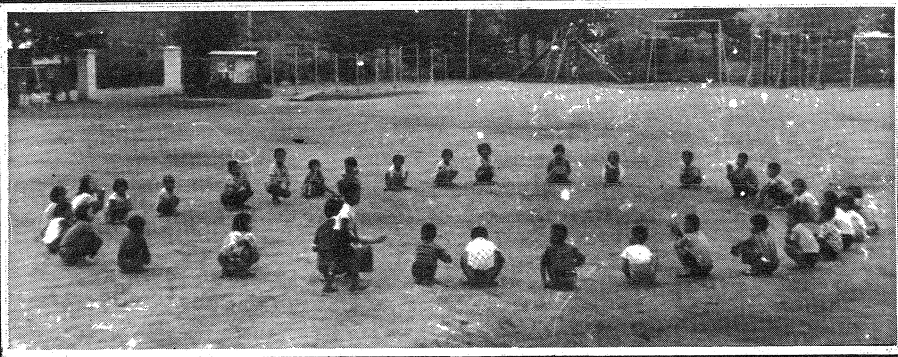
산학재단 및 산업체는 물론 공과계대학, 전문학교 나아가 실업계고등학교를 동원하여 공학교육에 관한 Seminar 및 Workshop 등 행사를 개최함으로써 우리나라 공학교육이 당면하고 있는 난점과 결함을 포착하고 그 시정방안을 추구할 것이며 특히 지난번 회의에서 지적된 바 있는 기술인력수급계획문제, 기술사회와의 부응문제, 계속교육문제 및 기술계 교수의 자질향상문제에 대한 거국적인 토론을 전개할 것이다.

3. 자문위원회 설치

협회 사무국의 집행부가 구성됨과 동시에 회장단과 사무국을 연결하는 자문위원회 혹은 이사회 의 구성을 구성하고 있으며 이는 앞으로 국내공학 기술교육 기구 설립의 모체로서 기술교육 혁신에 새로운 계기를 마련한 기틀을 잡고 우리 산업사회의 요청에 능동적으로 대응해 나갈 태세를 갖출 것이다.

수학 경시 대회

- ▶ 제11회 총장기 쟁탈 전국 고교 수학 경시대회가工大에서 개최되었다. 올해는 고등학교가 평준화되어 처음으로 실시되었기에 치열하던 선후배들의 相面 모습은 보이질 않았다.



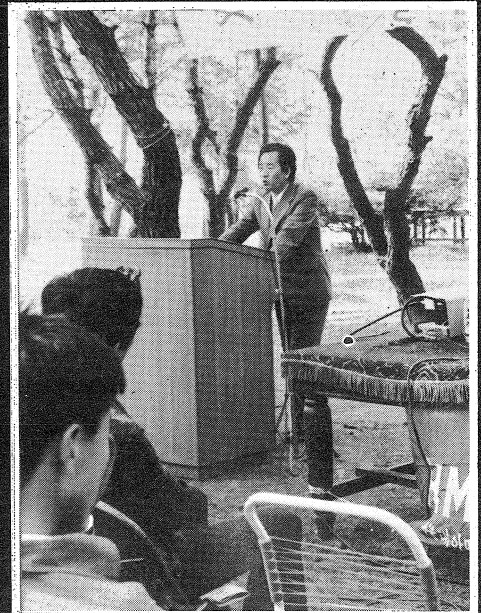
- ▶ 아동 교육반 선생님의 지도에 둥글게 모여 수건 돌리기를 하는 어린이들.

하기 봉사 활동

- ▼ 공릉의 청바지와 추리닝은 벗짚 쌀인 시골에 새끼줄 치고 길을 닦는다.



- ▼ 서울工大 아마추어 HAM의 숲속 강연회.

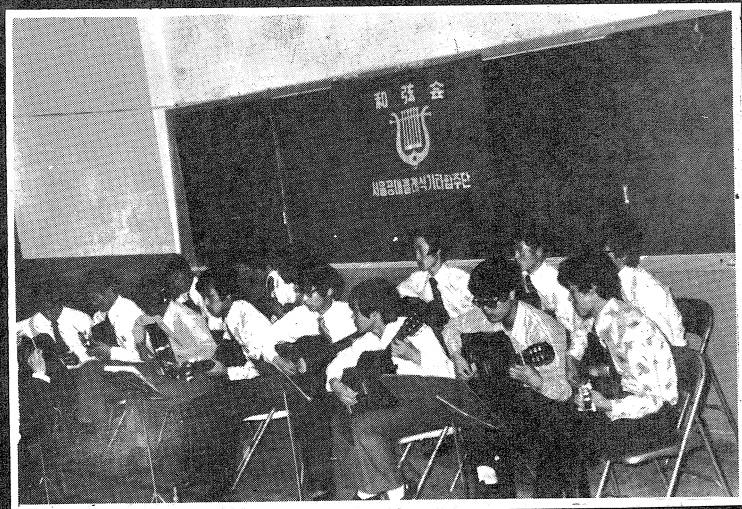
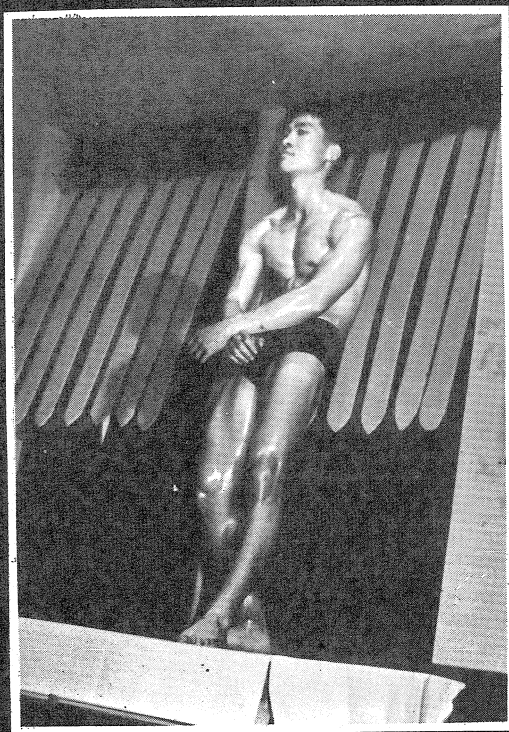




불암 축전

◀ 매년 정기적으로 열리는 農·工전의 열렬한 배구 경기. 공간을 가르는 네트 위에 공룡의 혈기는 그칠 겨를이 없다.

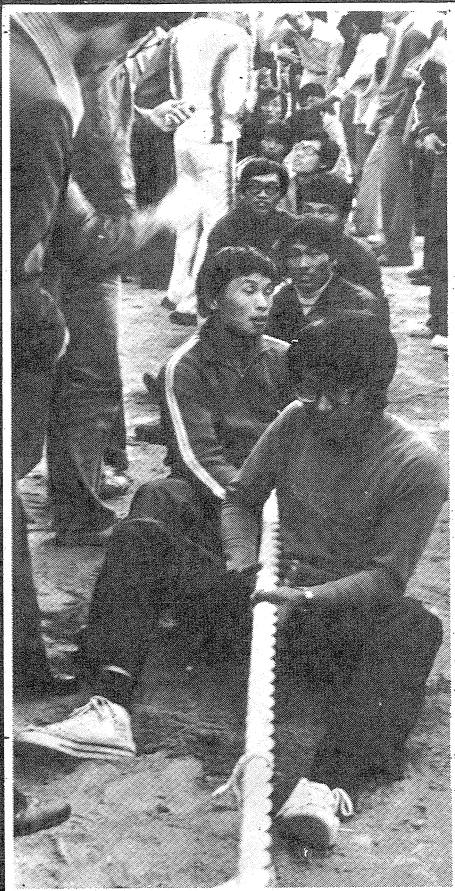
▶ MAN HE-MAN. 남성다운 남성이 되기 위한 공룡兒들의 시도.



◀ 밝은 빛 와이셔츠에 내사랑 기타를 안고 달뜬 밤의 영가를..... 和弦會의 정기 연주회엔 꿈을 펼치는 음률들 로 가득 가득.

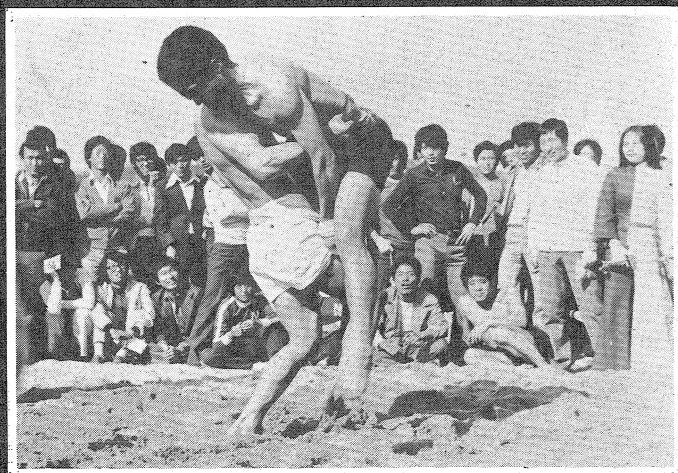
종합 체육 대회

- ▼ 힘의 女神(?)이여. 그대는 올해에도
공룡 골에 安住하셨으니.
굵게 꼬은 밧줄이 끊어질 듯 그 힘이
야.

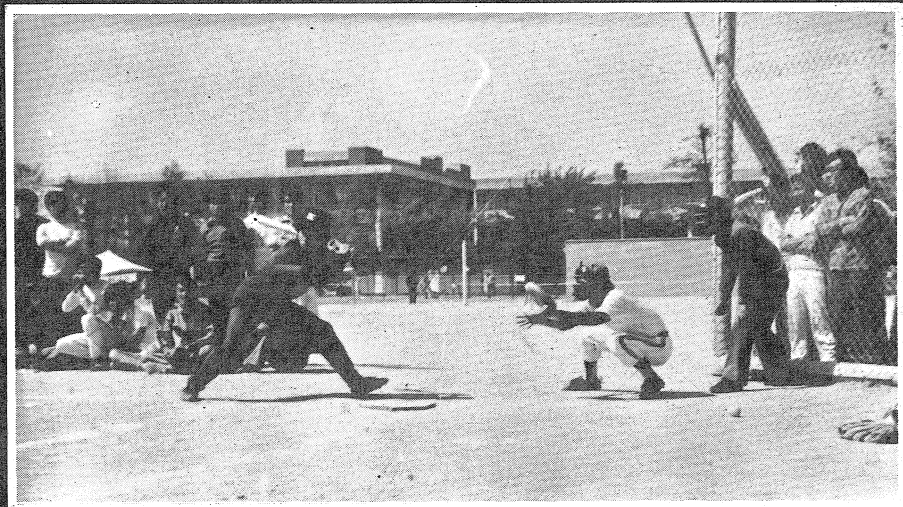


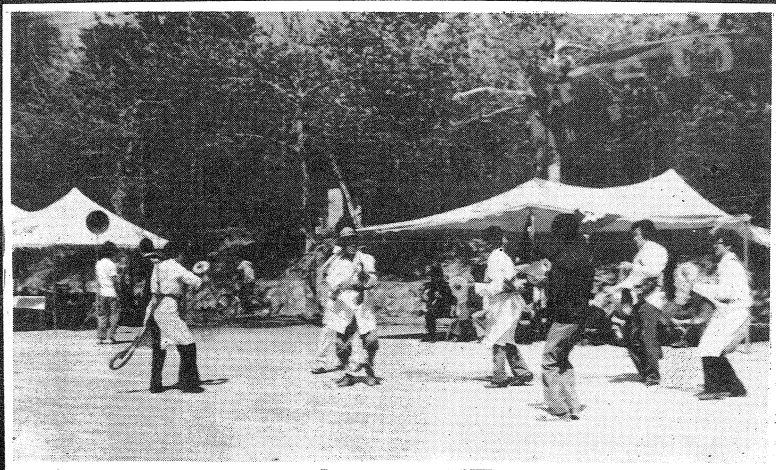
- ▲ 또 우승의 환희 속에 응원은 하나, 안하나
일반.

- ▼ 헤라클레스여 가을날 모래밭을 내딛는 공
룡인에게 한아름의 용맹을 주소서. 으랏차
넘어 간다.



- ◀ 학장배 쟁탈 체육
대회 어디 요거 휘
배팅 아웃.



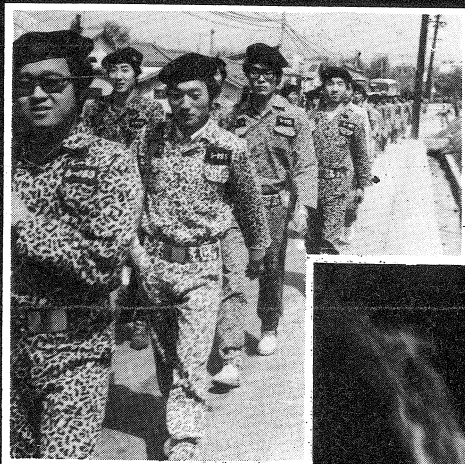


◀ 공릉골 뽕농악대의 불협화음.
각반 찬 교련복에 밀짚 모자는
古代와 現代劇 의 모순점을
융합하여 더욱 더.....
하여튼 입장식의 걸물들이다.

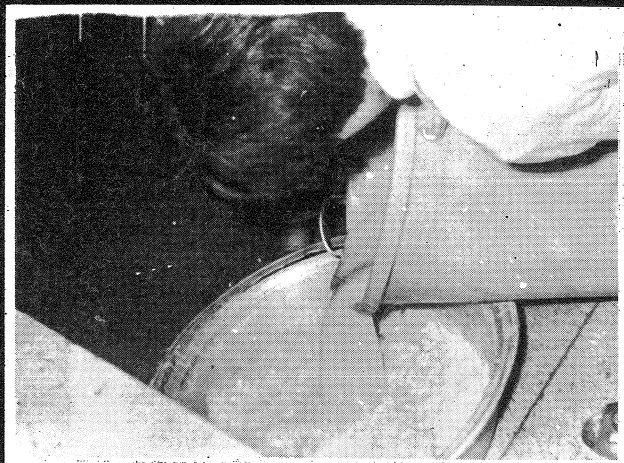
캠퍼스 소묘

▶ 학생! 자넌 베레모만 멋진
폼이지 발이 틀리단 말야.

24km의 行軍을 웃음으로 맞으며.



▼ 불꽃의 뉘이여, 젊음이여 우리이거라.



◀ 누구의, 며칠 주린 배를 배배 들어 줄는지
모르지만, 이 쌀썩은 물(?)은古今을 흘
려 내려 공릉골에 채림하다.

— 특 집 II —

☐ 資源과 經濟開發 ☐

우리나라는 國內賦存資源의 開發은 經濟性이라는 원칙에 지배되어 國內 資源活用은 낮은 수준에 머무르고 있다. 그러나 이는 先進國의 大量消費 즉 消費패턴의 大型化가 高度成長을 의미해서는 안 될 것이다.

☐ 인력개발과 경제발전

☐ 자원개발과 문제점

☐ 자원선언

☐ 에너지유통구조의 적정화

人力開發과 經濟發展

禹 基 度

(漢陽大·教授)

오늘날 국가의 지도자, 개발계획 정책 수립자 및 기술발전을 담당하는 기관등 모두가 온 세계적으로 人力開發의 중요성을 인식해가고 있다. 특히 개발도상국의 경우에는 일반적인 노동력 과잉(過剩)속에서도 산업에 따라 技能人力의 부족현상에 부딪히고 있다. 이와같은 기술기능 人力의 부족이 개발도상국의 경제발전을 가로막는 다는 점이 일찍부터 많은 학자들에 의하여 지적되어 왔으며 「메이어」(Charles A. Myers) 및 「하아비슨」(Frederick Harbison)에 의하여 대표되고 있다.

즉, 다시 말하자면 개발도상국은 그 경제를 발전시키는데 있어서 자본의 부족이 가장 으뜸가는 문제점으로 지적되어 온 것이 전통적 이론이었는데 근래에 접어들어 자본부족 이상으로 근대화에 필요한 알맞은 人力을 충분하게 갖지 못하고 있다는 점이 경제발전을 더 크게 방해하는 요인이라고 강조되기 시작하였다. 좀 더 자세히 말하자면 자본 또는 자원을 아무리 넉넉히 조달했다 하더라도 이것을 낭비없이 효율적으로 관리 운영하여 생산에 투입할 수 있을 충분한 능력을 갖지 못하게 되면 경제개발은 소기의 성과를 거둘 수 없을 뿐만 아니라 그러한 경우의 자본과 자원은 밀 빠진 독에 물 붓는 격으로 화하고 말 것임은 뻔한 노릇이라 하겠다. 그러면 우리나라의 경우에 있어서 1962년의 제1차 경제개발 계획 이래 오늘날에 이르는 경제개발 과정에 있어서 「맨·파워」(manpower)는 어떠한 역할을 담당해 왔는가를 다음에서 살펴 보기로 하자.

一. 1962~1971년 기간 중의 노동력 수급

1962년부터 시작된 제1차 경제개발 5개년 계획의 실천과 더불어 각 부문에 걸쳐 뚜렷한 사회적, 경제적 변화가 일어났다. 즉 고용기회의 확대, 인구의 도시집중, 산업간 인구분포의 변화, 진학률의 향상, 여성 근로자의 대량 취업, 계속되는 물가의 앙등, 사회 간접

자본의 활발한 투자 등등 헤아릴 수 없는 급격한 변화와 진전이 우리 주변에서 전개되기 시작하였다. 이러한 변화 가운데서도 「맨·파워」의 측면에서 우리의 관심을 이끄는 것은 인구통제(Population Control)였다. 1962년 당시만 하더라도 우리나라 인구의 자연 증가는 2.1% 정도였으며 이같은 증가 수치는 세계에서도 인구증가 속도가 매우 빠른 부류에 속하는 것이었다. 때문에 1962년 이전에 있어서는 수많은 현재(顯在) 및 잠재(潛在) 실업을 합쳐 약 200만을 헤아리고 있었으며 과잉 노동력의 압력 아래서 신음하고 있었다고 말할 수 있다. 이러한 상황 아래서 우리 정부가 가족계획 사업을 추진하는데 적극적으로 나섰고 인구정책에 적지 않은 관심과 비용을 기울이게 되었다는 것은 극히 나행한 일이었다고 보여진다. 과거의 높은 인구증가율로 말미암아 60년대를 통한 노동력 공급은 무제한 상태(unlimited supply)에 있었으며 새로운 공장건설에 무한한 노동력 공급이 가능했던 것이다. 바꾸어 말하면 저임금다취업(低賃金多就業)이 성립 지배하게 되었다. 이같은 저임금다취업 현상이 다음의 <表 1>에 의하여 잘 나타나고 있다.

위의 <표 1>을 통해서 알 수 있는 바와 같이 C(식료품비)는 소비지출 총액 가운데서 주택비, 광열, 피복 및 잡비 등을 공제한 것이며 이것과 광열 및 제조업 급여와의 비교를 각각 (A)-(B), (B)-(C)로서 표시하였다. 1970년 현재에 있어서는 그동안의 임금 상승으로 어느정도 생활면이 개선 되었다 하지만 1970년의 소비지출중 식료품비 12,120원에 주거비 5,500원을 합치면 17,620원으로 되며 제조업 月당 평균급여액과의 사이에 3,470원의 부족이 발견된다는 사실을 주목하지 않을 수 없다. 즉 무제한 노동공급(無制限 勞働供給)下에 있어서 지배적으로 성립 실현되는 생존 수준임금(生存水準賃金)을 명확히 실증화하고 있는 것으로 볼 수 있다.

〈表 1〉 鑛工業生産従業員 月當給與額과 都市家計費中 食料品費의 推移

年 度	鑛業月當平均 給 (A)	製 造 業 月當平均 給與(B)	都市家計 月當平均 消費支出		(A)-(B)	(B)-(C)
			總 額	食 料 品 費		
	won	won	won	won	won	won
1 9 6 4	5,620	3,880	8,620		490	-1,250
1 9 6 5	7,130	4,600	9,780	5,550	1,580	-850
1 9 6 6	8,410	5,420	13,560	6,580	1,830	-1,160
1 9 6 7	10,990	6,640	20,620	9,180	1,810	-2,540
1 9 6 8	12,240	8,400	23,190	9,840	2,400	-1,440
1 9 6 9	15,100	11,270	26,070		4,430	600
1 9 7 0	17,490	14,150	29,950	12,120	5,370	2,030

資料：한국은행, 1971年度 經濟統計年報 p.340, 342, 343에서 作成

그러나 60년대를 통한 산업발전이 노동력을 흡수하는데 있어서 크게 공헌하였다 함은 의심할 여지가 없다. 60년대를 통한 눈부신 고용확대 현상 가운데서 우선 다음과 같은 특징이 지적될 수 있다.

① 취업인구가 1963년에서 1970년에 이르는 7년 기간중 1,627,000명이 늘어났으므로 1963년을 100으로 가정하면 1970년의 고용증가 지수는 120.4로 나타난다. 따라서 연간 평균 취업증가율은 2.64%의 높은 노동력흡수율을 보여 준데 비하여 노동력 증가율은 연간 평균 2.2%였으므로 흡수율이 증가율을 능가함으로써 현저한 고용상태의 개선을 가져왔었다고 말할 수 있다.

② 동 기간중 농업, 임업등 1차산업의 취업자 구성비가 12.7% 감소한 반면에 2차 및 3차산업의 그것이 각각 6%와 6.7%씩 상승을 나타내고 있다. 때문에 구성비율면에 입각해서 본다면 1차 산업의 비중 감소와 2차 및 3차 산업의 비중 증대를 나타내고 있으므로 「콜라크」(Colin Clark)적인 견지에서 동기간중의 경제발전이 취업구조의 변화를 통해 반영되었다고 간주할 수도 있다.

그러면 동기간 중의 취업자증대에 대하여 비농업 부문의 제2차 산업과 3차 산업이 각각 어느정도 기여하였는가를 다음에서 고찰해 보고자 한다. 이와 같은 의도를 좀 더 효과적으로 실현시킬 수 있기 위하여 다음과 같은 〈表 2〉를 작성해서 알아보려고 한다.

위의 〈표 2〉에 의하여 1963년~70년의 기간중 농업, 어업, 및 수렵업등 소위 제1차산업 종사자 수가 187,0

00명 밖에 감소하지 않았음에도 불구하고 그 취업자 비율이 1963년의 63.2%로부터 1970년의 50.5%에까지 대폭적으로 저하했었다. 따라서 이와 같은 1차산업 취업자의 절대수에 있어서 나타난 근소한 감소가 어찌하여 그것의 상대적인 비율에 있어서 대폭적인 저하로써 나타나는가의 질문이 당연히 제기되는데 이는 취업자 전체의 절대적인 증대 때문이라고 대답할 수 있겠다. 다시 말하면 1차 산업 취업자 수의 보잘것 없는 감소는 취업자 수 전체의 증대 때문에 그 상대적인 비율 면에서는 크게 반영될 수 밖에 없었다. 그런데 이 같은 제1차 취업자 수의 감소 즉 187,000명 정도가 줄었다는 사실은 경제발전의 결과라고 단순히 해석하여 만족 하기에는 너무나 큰 문제점이 숨어 있는 것 같다. 어떤 의미에서는 이와같은 안위한 해석이 진정한 만족스러운 것으로 되기 위하여서는 다음의 두가지 조건이 충족되어야 할 것으로 생각된다.

그 첫째 조건은 1963년 당시에 이미 제1차 산업분야에 현저한 불완전취업(不完全就業) 또는 잠재실업현상이 존재하지 않았다는 점과 둘째로는 농업부문 등에 있어서 예정되고 있던 노동력증가가 그대로 한사람도 빠짐없이 비농업부문으로 완전 고용의 형태로써 이동했다는 조건이 필요하다고 여겨진다. 그러나 사실상 위의 두 조건은 다음과 같은 검토에 의하여 다같이 충족되어있지 않다는 것을 발견할 수 있겠다.

첫째의 조건을 음미한다면 1963년 당시 1차 산업에 있어서 주당 1~29 취업 시간의 범위에 속하는 취업자의 수가 1,287,000명 非1차 산업에서 32,000명으로 나타났으며 동 기간중의 노동력증가분 약 1,300,000명 등 공급측면의 요인을 전부 합쳐서 약 2,890,000명 인테 비하여 수요 측면에서 제2차 산업에서 758,000명, 제3차산업에서 1,056,000명 도합 수요 1,814,000명으로 나타나니 잠재 또는 불완전취업등 새로운 완전

〈表 1-2〉 産業別 就業者의 増減數

(1963~70年)

第1次産業	第2次産業	第3次産業	就業増加
-187,000人	+758,000人	+1,056,000人	1,627,000人

資料：경제기획원 “경제활동인구조사”에서 作成

고용을 필요로 하는 노동력은 1970年 말에 있어서 1,076,000명으로 나타난다. 다시 말해서 동 기간중 뚜렷한 고용확대가 있었음에도 불구하고 과잉인구의 압력으로 말미암아 1970年 말에 있어서도 잠재, 불완전 취업 상태 아래서 종사하거나 혹은 신규로 완전고용을 요하는 사람의 수가 1,076,000명이나 남아있다는 것을 말한다.

그런데 동 기간중에 있어서의 취업자 증대에 대한 제 2차산업과 제 3차 산업의 증가공헌도는 다음 <表 3>과 같다.

<表 3> 非1次産業就業者の 増加寄與率

年度區分 産業別	1963~1966	1966~1970	1963~1970
非 1 次産業	100.0 ¹⁾	100.0	100.0
第 2 次産業	36.5 ²⁾	23.3	41.7
第 3 次産業	63.5 ³⁾	76.7	58.3

註: 1)은 1963~1966기간중의 非1次산업취업자 증대분을 100으로 가정

2)는 同期間中 제 2차산업 취업자 증가 수가 非1차산업 취업자 증가 가운데서 점하는 百分比에 해당함

3)은 2)와 同一한 방법으로 산출

위의 <表 3>을 통하여 1963~1970년간중 늘어난 취업자수 가운데 있어서 제 3차 산업부문에서 나타난 기여율(寄與率)이 약 60%를 차지하고 있다. 특히 1963~1966年 기간과 1966~1970年 기간을 비교해서 제 2차 산업의 경우에 그 기여도가 줄어 들었는데 반하여서 제 3차 산업의 그것은 63.5%로 부터 76.7%에 로 상승하고 있다는 사실을 주시하지 않을 수 없다. 즉 제 2차 산업의 고용흡수력이 줄어드는 반면에 제 3차 산업의 그것은 확대되어가고 있다. 이같은 추세는 시설의 규모 확대에 따른 고용계수의 점차적인 저하를 뜻하는 것으로 볼 수도 있다. 한편 생산성 향상에 치우친 반면에 고용 효과면에 있어서 점차로 감소되어가는 소위 생산성과 고용의 충돌이라는 각도에서 과잉노동력은 국가에서 정책적으로 문제시 되어지는 과제의 성질을 띠고 있다.

요컨대 1962~1971년에 이르는 경제개발의 경험을 통하여 현저한 고용개선과 확대가 있었음을 명백히 인정할 수 있는 동시에 다른 한편으로는 생존수준임금을 특징으로 하는 무제한적인 노동공급상태의 일반적인 지배현상을 확인할 수 있다고 결론지을 수 있다. 쉽게 말하여 저임금 다취업의 형태가 60년대를 통하여 지배하게 되었으며 이는 광범위에 걸친 경공업 발전의

토대 위에서 저임금을 지급하는 수출주도 산업의 비약적인 성장을 노동경제면에 반영하는 것이라고 해석할 수 있다.

二. 1972~1975년간중의 重工業化準備와 人力需給

1972年度는 제 3차 경제개발 5개년 계획의 첫해에 해당하며 정부는 3차 경제개발 5개년 계획에 담겨있는 3대 목표를 다음과 같이 밝힌바 있다.

- ① 농어촌의 중점개발
- ② 중화학 공업의 육성
- ③ 수출의 획기적인 증대

이상의 3가지 목표는 1976년 현재의 시점에서 만족스러운 성과를 거두었을 뿐만 아니라 수출면에 있어서는 세계경제의 호황에 힘입어 76년도 목표량을 초과달성하여 77년에 100억불에 육박하는 단계에까지 이르렀다. 이러한 3대목표 가운데에서도 중화학 공업의 육성은 과학기술계 인력개발과 직접 관계되는 것으로서 우리의 관심이 이에 쏠아지게 된다. 즉 단순한 기능수준에 의존하던 경공업 노동으로부터 탈피하여 기능기술 수준이 높은 인력에 의존해야만 중화학 공업의 발전이 가능해진다는 의미에서 과학기술계 인력의 중요성이 가일층 높아졌다고 말하지 않을 수 없다. 정부는 중화학 공업의 주도산업으로써 전, 후반 연관효과가 크고 산업전반에 대한 성장기여도가 높으며 국제적인 수준에까지 성장할수 있을 내재적 능력을 갖춘 것으로 간주되는 다음의 여러 산업을 주도 산업으로써 선정하고 있다.

- ㄱ. 철강공업
- ㄴ. 화학공업
- ㄷ. 비철금속 공업
- ㄹ. 기계공업
- ㅁ. 조선공업
- ㅂ. 전자공업

위에서 열거된 여러 산업은 그 경제성과 경쟁력에 있어서 지금 혹은 장차에 있어서 국제수준에 능히 도달할 수 있는 것으로 판단되어 선정된 것으로 볼 수 있다. 이와같은 중화학공업의 청사진을 앞에는 두고 무엇보다도 걱정되는 것은 이러한 계획수행에 필요한 충분한 과학기술계 인력이 조달될 수 있겠는가 하는 점이다. 만약에 이에 소요되는 인력의 공급에 부족이 생긴다면 그 영향은 즉각적으로 계획진행에 차질을 가져올 것이며 나아가서는 상술한 중화학 공업의 청사진에 어두운 그림자를 초래할 것이다. 알다시피 근년에 들어와서 기능기술공이 부족하다는 소리가 여러 경제단체의 발표에서 나타나고 있음이 관계기관에 의하여

〈表 4〉科學技術系 人力需給動向

(단위: 名)

	需 要		新規需要	現供給能力	過 不 足
	1 9 7 2	1 9 8 1	1973~1981	1972~1981	1972~1981
科學技術者					
全 職 種	29,347	80,890	64,542	170,500	105,958
重化學工業	8,449	27,710	23,604	55,500	31,896
技 術 工					
全 職 種	75,346	261,787	223,794	66,100	△157,694
重化學工業	24,336	98,752	87,764	27,100	△60,664
技 能 工					
全 職 種	551,925	1,897,041	1,578,204	427,400	△1,150,804
重化學工業	193,776	805,270	714,587	192,100	△522,487
合計<全 職 種	656,618	2,239,718	1,866,540	664,000	△1,202,540
重化學工業	226,561	931,732	625,955	427,700	△551,255

資料: 全國經濟人連合會刊行「科學技術系 人力需給計劃」

서도 동일한 인력수급 계획이 그 부족을 추정하고 있다. 다음 〈表 4〉는 과학기술계 인력이 앞으로 어느 정도 부족하게 될 것이냐 하는 것을 기능수준별로 예측하여 표시한 것이다.

위의 〈表 4〉에 의하여 1981년에 과학기술계 인력수요는 2,239,718명으로 추계되고 있으며 기능수준 별로는 과학기술자가 80,890명 기술공이 261,987명, 기능공이 1,897,041명으로 나타나 있다. 이와같은 과학기술계 인력수요를 충족시키기 위해서는 1973년부터 81년까지 신규수요는 1,866,540명에 달하고 있으며 이 가운데서 중화학 공업의 수요는 82만 여명이 필요할 것으로 예견되고 있다. 그러나 현재 우리나라 과학기술계 인력의 공급능력은 전 직종에 걸쳐 660,000여명 중 중화학공업 직종은 270,000여명의 능력밖에 가지고 있지 못하다. 따라서 수요에 대한 공급부족률은 전체적으로 35.6%에 이르고 있으며 인원수로는 120,000명에 달한다.

과학기술계 인력의 추계에 관하여서는 추계자체의 정확성과 경제변동에 대한 견해의 차 등으로 말미암아 상이한 숫자가 나올 수 있는 것이므로 추계를 둘러싼 자세한 시비는 논의로 하기로 하자. 다만 다음에서 강조하고자 하는 것은 인력수급 계획을 세우는데 있어서나 인력개발 사업을 추진하는데 있어서 제시된 「메이 어」 교수의 소론을 소개 하는데 그치고자 한다.

① 인력자원의 개발을 위하여서는 균형있는 전략이 필요하다. 다시 말하자면 즉 인력개발 계획은 경제개발 계획과 조화있게 서로 협동함으로써 그 기대하는 바를 달성할 수 있다. 즉 어느 한쪽에만 치우쳐서 다른

한편을 등한시 한다는 것은 발전을 위한 총 자원의 이용을 최대한으로 이용할 수 없도록 만들 것이다.*

② 교육계획과 인력개발계획을 조화있게 편성한다는 것은 예상외의 부파적 효과를 가져온다. 이를테면 미국에 있어서 고용확대를 방해하는 구조적 요인을 강조하는 사람과 고용에 대한 총수요의 확대가 필요하다는 논자 사이에 있어서 전개되었던 논쟁을 두 논점이 상호보완적이라는 점을 보지 못하였으며 이들 두가지 논점은 모두가 다 필요한 것이다. 그래서 인력개발계획을 둘러 싸고 노동정책 관계자와 교육 관계자들 사이에 있어서 노출되는 시비점은 이러한 의미에 있어서 상호보완적인 성질을 띠고 있다.

③ 정부에서 행하는 교육계획이나 노동력 정책은 인력개발을 위한 환경을 만들어 내는데 그치는 것이고 사용 단체나 노동조합이 인력개발에 대하여 더욱 적극적인 역할을 하도록 되어야 한다.

④ 개발도상국이 당면하고 있는 두뇌유출(Brain Drain)문제는 개발도상국 입장에서 그들이 유지한 공업을 발전하기 위하여서 관세나 기타의 수입제한을 하는 것이 타당하다는데 비유하여 인력의 해외진출에 대하여 각종의 제한을 가하고 있다. 그렇지만 인간은 근본적으로 재화나 용역과는 다르며 자기 능력을 자기 나라에서 충분히 활용할 수 있을 기회가 부족하다는데 대하여 불만이 있는 것이다. 따라서 개발도상국의 입장에 있어서는 어떻게 하면 재능있는 고급인력에게 그 재능을 살릴 수 있을 사회적 풍토를 조성하며 기회를 부여할 수 있겠는가 하는데 대하여 더욱 부심하는 것이 합리적인 정책이라 하겠다.

資源開發과 問題點

편 집 실

I. 序 論

한 나라의 경제과정을 파악하기 위해서는 그 나라의 경제의 특수성을 중시하지 않을 수 없다. 이러한 특수성이란 관점의 면에서, 볼 때 한국의 경제개발은 다분히 非資源의이라고 볼 수 있겠다. 資源이 經濟發展에 미치는 영향은 資本 技術과 더불어 至大한 것이다. 지난 1973년의 유류 파동은 資源의 새로운 인식에 많은 문제점을 던져 주었다고 할 수 있다. 韓國의 經濟開發이 外國의 資源에의 依存度가 점차 심화되고, 또한 開發의 과정이 先進工業國을 모델로 하고 있기 때문에 수출지향적이 되어 GNP 상승에 따른 경제정책을 고수하기 때문에, 산업의 내용과 형태에 있어 적지 않은 不均衡을 이루고 있는 것이 사실이다. 또한 資源파동은 資源民族主義를 유발시켜 資源主權의 소리를 높이고 있다. 19세기의 資源戰爭이 자원보유국의 의사와는 무관하게 강대국간의 자원 지역 쟁탈전이었다면 작금의 資源戰爭은 자원 보유국 對 자원 비보유국간의 戰爭의 양상을 띠고 있는 것이다. 이러한 資源民族主義의 도래는 다음과 같은 몇가지로 설명할 수 있겠는데, 우선 천연자원에 대한 恒久主權의 이념의 支配를 들 수 있다. 이는 개도국의 賦存資源의 主權개념도 포함한다. 둘째로, 경제적 민족주의의 한계에 대한 정치적 민족주의의 과열을 들 수 있다. 석유의 정치 무기화는 좋은 예가 될 것이다. 셋째로, 작금에 고조되고 있는 국제 통화위기에 따른 先進工業國의 보호무역정책을 들 수 있다. 다음으로, 자원고갈에 대한 새로운 인식과 그 증대가 자원 보호국의 경제발전과 관련하여 자원개발을 제한, 통제하려는 의식을 상승시켰다. 따라서 資源의

대부분을 수입에 依存하고 있는 우리나라로서는 資源에 대한 또 다른 인식과 더불어 資源開發이라는 문제를 생각해야 할 것이다. 본고에서는 우리나라 資源現況의 개략과 對外依存度를 살펴 資源開發과 그에 따른 문제점에 대해 언급하려 한다.

II. 資源現況

韓國資源을 大別해 보면 食糧資源, 土地資源, 水產資源, 에너지資源, 礦物資源, 人力資源 등으로 나눌 수 있겠다. 이 글에서는 제자원의 현황에 대한 수치적인 방법을 피하고 광물자원에 속하는 몇가지 예를 들어 개발과 문제점을 알아 보고자 한다. 資源을 開發하는데는 무엇보다도 技術이 큰 비중을 차지한다고 보겠다. 二次大戰中 美國은 이제까지 석탄으로부터 합성되던 대부분의 化學제품을 석유로부터 대량으로 합성하는 방법을 개발하였다. 그후 석탄과 석유의 코스트, 공급량 혹은 취급상의 난이점 등이 확실히 구별됨으로 세계의 化學工業은 급속히 石油化學공업으로 전환케 되었다. 다음은 우리나라의 자원개발에 대한 몇가지 예다.

<철광석>

우리나라 철광석의 수요계획은 <表 1>과 같다. 즉 1981년의 철광석의 국내수요는 2천2백17만%에 달하며, 그중에서 91%에 해당하는 2천17만%은 수입에 의존하지 않을 수 없다. 다시 말하면 81년에는 鐵鐵石의 수입을 위하여 2억 5천만달러 이상의 外貨지출이 필요하다. 한편 국내생산량은 1973년의 65만%에서 매년 증가할 추세로 전망되고 있으나 실제로는 그렇게 낙관적인 것만도 아니다.

<표 1> 우리나라 철광석의 수요계획
(단위 ; 백만달라)

구	분	1973	1981
수	요	16.8	266
국	내	7.8	24
수	입	9.0	242
수	입 의 존 도	53.6%	91.0%

이러한 鐵鑛石의 개발과 이용을 위한 기술개발은 70년대에 있어서의 새로운 綜合製鐵所의 건설 등 重化學공업과 더불어 매우 관심깊은 것이다. 이러한 철광석의 기술 개발 문제로는 低品位 鐵鑛石의 選鑛技術開發을 들 수 있다. 우리나라의 철광석 매장량은 1억 2천만톤에 달하지만, 80% 정도가 低品位鐵鑛石(Fe 25~40%)으로 추정된다. 그러므로 이러한 저품위철광석에 포함되어 있는 불순물의 제거에 따른 과학적인 方法이 연구되어야 한다. 또한舍티탄 鐵鑛石의 選鑛문제도 들 수 있다. 다음으로 國內鐵鑛石의 環元 特性의 검토가 필요하다. 우리나라 철광석의 산지에 따른 환원 특성의 연구가 또한 과제다. 우리나라는 매년 많은 고철을 제철용으로 수입해 오고 있다. 그러나 고철뿐만 아니라 철광석의 수입도 량이나 가격면에서 상당한 어려움이 따르므로 국내 부존 자원의 활용에 보다 많은 관심을 둘 필요가 있다.

<고 무>

우리나라의 고무의 생산은 천연 고무의 전면 수입에 의존하고 있는 실정이다. 이러한 천연 고무의 수입은 기후적 조건으로 인한 재배의 부적당에 기인함으로 대체하기가 매우 어려우므로 보다 값싼 합성고무의 비율을 向上시켜야 하겠다. 현재 외국의 경우 配合比는 천연고무 30%, 합성고무 70% 수준인데 반해 우리나라는 그와 반대의 현상을 보이고 있는 실정이다. 우리나라에서도 합성고무의 配合比를 선진 공업국으로 끌어올리는 기술의 개발이 급선무라 하겠다. 그러기 위해서는 합성고무의 제조기술의 도입과 개선이 필요하다. 1975년의 경우 우리나라의 합성고무의 수입액은 766만달라에 달했으며, 수입중 30%가 SBR 고무이며, 나머지는 타종이었다. 다음으로 廢고무의 利用에 대한 문제다. 廢고무의 이용에는 일반적으로 재생고무를 이용하는 배합 처방 기술의 향상, 廢고무로부터의 카본, 연료가스 등의 제조기술의 개척, 타르, 카본블랙, 活性炭, 코크스화 등을 위한 기술개발, 도로건설을 위한 資材化의 기술혁신 등이다.

이상에서 열거한 것처럼 국내자원의 미비에 따라 자원문제 해결에는 기술개발이 얼마나 重要한가는 자명해지는 것이다. 이러한 技術開發에는 政府에서 정책적인 고려에 의한 國策技術이 주도해야 된다. 그러한 다음 기업등에서 주도된 민간 베이스로 전환이 개도국의 자본문제 등을 고려해 볼 때 설득력이 강한 것이다. 그러면 國策技術의 課題는 무엇이며, 어떠한 方向이 되어야 하는가. 우리의 기술이 1人業績主義나 1人技術主義를 탈피해서 새로운 體系를 확립해야 한다. 元老級教授와 젊은 박사와의 단절된 대화는 무엇을 웅변하고 있는가는 뻔한 일이다. 모든 사람은 水平的 평가속화하지 않으면 안된다. 國策技術의 方向은 市場能力을 가져야 되고 경영능력을 가지고 應用能力을 가져야 된다. 이러한 과제가 없는 기술은 마치 허공에 뜬 꿈과 같은 비약기술의 상징인 것처럼 보인다. 모든 것이 重點化되고 協同化되어 領導되는 技術課題가 시스템化되어야 한다. 先進國 學者들이 말하는 開發途上國의 開發沮害要因은

첫째 BURO KRACATS(관료주의)

둘째 TECHNO KRACATS

셋째 COARSE

라고 설명하고 있다.

Ⅲ. 韓國資源의 對外依存性

資源의 부족은 資源의 對外依存度를 높이지 않을 수 없다. 다음의 <表 2>와 <表 3>은 우리나라의 주요 연료와 연료의 소비 정도와 수입의존도를 나타낸다.

表에서 보는 것과 같이 原糖·原毛·고무 등은 100%를 수입에 依存하고 있다. 그 이외도 거의 100%를 외국에 의존하고 있는 것이 많다. 그런데 식량 및 석유 등 대부분의 원자재가 국제시장에서 품귀현상을 나타내며 그 값은 폭등하고 있는 실정이다. 지난 12월의 OPEC의 石油價 10%인상이 대체로 국내산업에 미치는 영향이 5% 이상으로 나타나고 있으므로 국내산업엔 상당한 충격으로 받아들여지고 있다. 이러한 가격의 폭등을 감수한다 할지라도 상품(원자재)의 구입이 수월하지 않은 것이다. 이러한 자원과동은 각 나라의 資源民族主義를 유발시켜 비자원국의 어려움은 더욱 가중되고 있는 실정이다. 그들은 (자원보유국) 자원의 공급삭감 戰略으로 이익의 最大化를 기하는 동시에 그 保全을 꾀하는 것이다. 그러나 현재 우리나라는 현실적으로 단시안적인 정책으로 긴급복을 저버리고 高價格과 供給不安의 이중 고통속에서 빠른 성장속도를 유지케 계획하고 있으니, 그에 따른 부작용이 없지도

<表 2> 主要原料需要實績

	單位	1962	1967	1972	72/67
原棉(消費)	%	58,588	87,855	107,848	1.2
原毛(")	"	2,540	4,632	10,511	2.3
原木(需要)	m ³	938	2,320	5,404	2.3
펄프(")	%	78,802	147,242	298,285	2.0
新生교무(수입)	"	12,156	24,373	63,076	2.6
原油(수입)	kl	—	2,935	14,719	5.0
鐵 鑛 石	%	4,010	40,000	29,103	—
古鐵(需要)	"	200,817	374,983	847,460	2.3
銑鐵(輸入)	"	3,902	49,534	82,540	1.7
알미늄(소비)	"	6,640	11,411	9,230	—
銅 (")	"	2,586	4,954	13,875	2.8
鉛 (")	"	2,050	3,722	6,291	1.7
亞鉛 (")	"	5,801	6,619	18,008	2.7
닉켈 (")	"	—	19	151	7.9
錫 (")	"	188	143	538	3.8

<表 3> 主要原資材의 輸入依存度 (단위 %)

品 目	依存度	品 目	依存度
木 材	85.3	新 生 교 무	100.0
原 糖	100.0	鐵 鑛 石	70.0
原 毛	100.0	알 미 늄	100.0
原 棉	97.7	銅 鑛	61.7
原 皮	95.8	銑 鐵	100.0
化 學 펄 프	97.6	古 鐵	61.4

※ 자료·産銀「공업요람」

않은 것이다. 현재의 수출지상주의가 그에 따른 고용증대 및 경제성장의 주도적 역할을 담당하고 있지만 수출이 수입을 따라가는 듯한 현상을 감안할 때 과거의 無償원조나 駐韓外軍이 떨어져서는 외화, 越南送金에서의 새로운 패턴인 用役輸出로의 전환이 보다 적극적으로 이루어져야겠다. 또한 국제수지 악화를 고려해서 借款 공여 문제도 신중을 기해 元利金부담을 기르지 못하는 消費需要의 강력한 억제를 펴야 할 것이다. 수출이 아무리 급증한다 할지라도 그에 앞지르는 수입이 증가한다면, 국제수지면에서 새로운 출혈을 감당하기 어려운 것이다. 물론 이런 모든 어려움이 자원부족, 즉 자원의 대외 의존도의 과중성에 기인함은 두말할 여지가 없는 것이다. 대외 의존도를 낮추는 여러가지 방법이 모색되고 있으나, 아직도 수입대체란 명분에는 거리가 많음을 본다. 완제품의 수입을 반제품 혹은 원자재의 수입으로 대체하는 것이 전부가 되어서는 안될 것이다. 이에 는 국민경제의 소비패턴 전환을 바탕으로 하는 새로운

각도의 수입대체를 적극 추진해야 할 것이다. 주어진 자연환경을 資源化하고, 그것을 人間의 目的에 부합되도록 보다 효과적이며 유용하게 결합시키는 기술과 능력을 증진시켜야 한다. 우리의 工業發展 역시 우리의 국토에 賦存된 자연을 資源화하고 그것을 우리의 목적을 위해 최대 효과적으로 개발·활용함으로써 달성시켜야 할 것이다. 그러나 근대 우리나라 工業構造가 日本의 경제일환으로 한 從屬의인 것으로부터 출발했기 때문에(일제시대), 그로인한 소비패턴이 우리의 자원과는 동떨어진 面이 많다. 그러므로 우리의 수입대체는 새로운 각도에서 그것을 분석·검토·조정의를 살려야 할 때이다. 물론 그것이 가능치 않은 부문이 많으나 극대화의 方向으로 전개해야 할 것이다.

IV. 結 論

資源開發과 그에 따른 問題點으로는 우선 무엇보다 먼저 國內賦存資源의 活用을 들 수 있겠다. 또한 技術革新·先進技術의 消化, 人力培養을 통한 量的 노동資源에서 質的資源으로의 전환이 시급하다. 또한 技術開發政策에 대한 새로운 方向設定이 필요하다. 앞에서 언급된 資源의 海外依存度を 끌어내리는 方法에 대한 새로운 노력이 필요하다.

國內賦存資源의 活用に 대하여는 政策不在를 들 수 있겠다. 「최소의 비용으로 최대의 效果」라는 통념에 얽혀서 모든 것을 支配할 수는 없다. 여기에는 한계성을 고려해야 할 것이다. 그러나 현재 우리나라는 國內賦存資源의 開發은 經濟性이라는 원칙에 지배되어 國內資源活用은 매우 낮은 수준에 머무르고 있다. 그러나 이는 先進國의 大量消費 즉 消費패턴의 大型化가 高度成長을 의미해서는 안될 것이다. 국민적 차원에서 이는 시정·보완의 政策的 고려를 해야 할 것이다. 우리나라는 월남에의 진출에 이어서 중동으로 전환되었다. 이것 역시 단순 노동자에서 벗어난 고급인력을 양성, 우리가 쓰고난 기술과 더불어 밀착수출이 이루어져야 할 것이다. 大學은 새로운 고등인력을 양성해야 하며 그 준비를 위한 모든 노력을 경주해야 할 것이다.

資 源 宣 言

최 희 동

—내가 悲觀的이나 樂觀的이나 하는 질문에 대하여 나는 내 認識은 悲觀的이나 내 意慾과 希望은 樂觀的이라고 답변한다—

A. 슈바이처

각해 보기로 한다.

I. 머 리 말

오늘날의 社會 전반에 걸쳐 빼놓을 수 없는 공통된 特性이 있다면 工業化社會란 점도 포함이 될 것이다.

産業革命이라는 技術革命 以後 工業은 급속도로 발전하여 왔고 세계의 각국은 경제개발에 많은 努力을 해 왔다. 後進國의 近代化에서도 工業 발달이 꼭 포함되었고, 오늘에 이르러서는 세계의 거의 모든 國家가 産業構造上 工業에 큰 비중을 두게 되었다.

그러나, 工業化를 特性으로 하는 이 경제성장은 다시 새로운 문제를 일으키고 있다. 급격한 수요증가로 인한 資源不足, 경제성장과 함께 人口의 증가 및 이로 인한 식량부족, 工業生産의 증가에 따르는 環境오염, 그리고 미국과 같이 고도의 成長을 지속하면서도 여전히 富의 分配의 문제를 지니는 점 등이다. 그리고 資源不足의 현상과 더불어 앞으로 發展途上國의 경제발전 또한 많은 난관을 지닐 것으로 보인다.

II. 資源 現況

資源이라고 하면 食糧자원, 天然金屬자원, 燃料자원, 그리고 構成員의 能力을 意味하는 人力자원 등 여러가지가 包含되지만 本稿에서는 주로 천연자원과 연료자원에 한하여 그 매장량 및 소비, 限界와 資源不足의 時期에 處하여 우리나라와 같은 發展途上國의 문제를 생

1. 金屬자원과 化石燃料자원

「...첫 날에는 쌀 한톨, 두번째 날에는 두톨, 세번째 날에는 4톨, ..., 열흘째 되던 날에는 512톨, ..., 이런 식으로 하여 한달째 되던 날에는 약 10억톨의 쌀을 하인에게 주어야 했고, 불과 몇 달도 못가서 주인의 財産은 바닥이 나버렸다. ...」

낮설지 않은 이 이야기는 기하급수적인 成長이 얼마나 큰 數를 낳게 하는가를 전적으로 보여준다. 오늘의 세계는 위와 같은 性格의 경제성장을 이룩하고 있으며 이런 일들은 資源소비의 증가와 더불어 限界에 부딪치게 될 것이 틀림없다. 왜냐하면, 현 時點으로서는 地球上의 모든 資源이 有限하기 때문이다.

圖表 1에서 나타나는 바와 같이 대부분의 資源에 對하여 現存매장량을 증가시킨다 할지라도 기하급수적인 成長이 계속되는 限 앞으로 1세기 內에 몇몇 광물들은 바닥이 나 버리는 것으로 된다. 그러나 圖表 1에서의 가정—資源매장량의 最大를 現存매장량의 5배로 놓은 것—은 자원의 매장량을 固定的으로 파악하고 있지만 실제 매장량은 타산성을 가지는 채굴 可能한 量을 전제로 하므로 資源價格의 上昇이나 채굴技術의 向上으로 매장량이 증가될 수 있다는 점도 있다. 만약 利用되는 금속 광석의 品位低下에 따르는 逆比例의인 價格上昇을 각오하고 에너지의 無限한 使用이 可能하여 資源의 回收과 再處理가 可能하게 된다면, 금속자

원에 있어서는 가까운 將來에 고갈되는 염려가 없는 것으로 報告되고 있다. 그러나, 이 경우에도 만만치 않은 技術의 問題와 에너지의 無限한 使用에 따르는 環境에의 影響等 解決이 어려운 問題가 있다.

또한 에너지 資源에 있어서도 문제는 상당히 심각하다. 化石燃料資源은 確認 매장량에 對해 추정되는 最大 매장량이 별로 크지 않으며, 또한 그 消費의 증가도는 매우 急速한 때문이다. 에너지의 소비 伸張은 어느 수준에 이르른 차츰 둔화될 것이라는 豫想과는 달리 UN의 統計에 의하면 실제소비추세는 1人當 GNP 증가에 따라 1人當 에너지 消費도 증가하고 있으며 美國과 같이 GNP가 높은 수준이 되어도 에너지 消費의 경제 現象은 나타나지 않고 있다. 에너지의 소비 추세는 長期的으로 보아도 所得수준의 향상과 所得의 平準化로 民間수요의 增大, 에너지를 電力으로 바꾸어 使用하려는 比率의 增大, 低品位 광석으로부터 資源 回收로 因한 에너지 原單位 상승, 再回收 및 汚染 防止를 爲한 새 에너지의 수요 등이 보다 더 소비를 伸張시키는 要因이 될 것으로 報告되었다.

70年の 에너지 最大消費量은 石炭으로 환산하여 약 67억t이며 세계 平均의 에너지 消費量 증가를 연 약 5%로 보고 세계의 몇 機關에서 推計한 바에 依하면 2천년에는 총 에너지 소비량이 3백 20억t에 달할 것이고, 1970년부터 2천년까지의 누적 에너지 소비량은 약 5천억t에 달하게 될 것이다. 그리하여 1985년까지는 石油(원유와 天然가스)의 확인증장량 정도의 에너지를 소모해 버릴 것이며 2천년까지는 석유의 최대 매장량에 해당하는 에너지가 使用될 것으로 보인다. (도표 1 참조)

2. 發展途上國의 問題

아메리카와 서구 諸國이 1人當 GNP가 수천 달러나 되는 높은 成長을 이룬 반면에 아직도 아시아·아프리카의 多數의 發展途上國들은 巨大한 人口와 失業 問題 등으로 허덕이며 경제개발을 서두르고 있다. 先進國은 근래에 發展途上國의 경제개발 추진과 南北隔差의 해소를 위해 경제원조를 행하여 왔으나 이것은 充分히 有効한 것은 아니었으며, 결국은 이들 發展途上國들의 自立的 발전이 必要하다. 그러나, 鑛業이나 農業에 바탕을 두는 발전計劃의 경우, 이들 발전도상국의 대부분이 土地나 資源에 있어서도 별로 豊饒하지 못하며 농업에 依하여 所得이 어느 정도에 오르게 되더라도 농산물이 대부분 食糧原料이므로 수요의 증가가 낮고 또한 소득성이 낮아 將來에 걸쳐서는 농업 바탕의

高度 경제성장이 不可能한 것이다. 이러한 형편을 고려하면 발전도상국의 工業化는 妥當한 것으로 보이며 실제로 선진국도 公營생산의 확대로 경제의 성장을 이룩해 왔다. 그러나, 발전도상국의 公營 발전에는 國內 資本의 結合과 技術者 교육부족 그리고 市場 확보의 어려움을 지니고 있다. 사실 발전도상국의 公營발전은 製品이 市場에서 先進國과 경쟁하여 이겨야 하는 경우인데 이것은 매우 기대하기 어려운 일이다.

일단 公營개발에 重點을 두고 경제개발을 進行한 발전 도상국에서 資源은 상당한 문제가 된다. 대부분의 發展途上國의 경우 국내자원이 빈약하고 일반적으로 産業의 海外依存도가 높으므로 資源수급은 경제적으로 큰 일이 아닐 수 없다. 資源과같이나 食糧부족과 같은 危險이 現實적으로는 세계상의 어느 곳에는 빨리 오게 되고 그렇지 않은 곳도 있겠지만 이런 위기는 全體的으로 보아 經濟적 문제가 일어나기 前에 國際政治의 危機를 야기시킬 것이다. 최근 中東諸國의 원유 가격 인상이나 남아메리카에서의 광산의 국유화 등은 이런 문제를 意味한다. 그리고 선진국의 경우에는 앞으로 이런 資源 문제가 일어나기까지 새로운 에너지 資源을 開發하거나 폐기금속의 재회수, 재순환 등의 自給의 方法 혹은 孤立主義로 대처할 수 있겠지만 發展途上國의 경우 資源 위기가 닥쳐오면 資源이나 에너지의 획득이 어려워 질 것이다. 즉 발전도상국이 에너지를 더욱 필요로 하는 時機에 가서 에너지가 부족하거나 없어진 結果가 되고 이에 대하여 대체 에너지원도 선진국에 의해 개발된 것은 쉽게 발전도상국에 移轉되지 않을 것으로 보인다. 또한 새에너지의 개발 기술은 費用이 많이 들고 쉽게 발전도상국에 利用되지 않을 것이다. 그러므로 발전도상국은 資源이나 에너지 危機가 오게 되면 치명적인 타격을 받을 것이다.

III. 資源과 技術의 開發과 未來

앞에서 기하급수적인 成長 혹은 어떤 種類의 성장도 비록 資源面에만 局限하여 고찰했지만, 다른 면에서도 마찬가지로 有限한 地球를 생각한다면 언젠가는 破局에 이를 것이라는 결론을 알 수 있다. 기하급수적인 성장이 얼마나 破局的인가는 다음의 例에서도 명백하다.

바닷물 속에 무진장 포함된 중수소를 이용한 核融合 反應이 실용화될 경우, 현재 수준의 에너지 소비라면 6백억년은 문제없을 것이나 에너지 소비량이 年率 7%씩 증가한다면 불과 3백년 정도로 다 없어진다.

실제 문제는 자원·에너지 문제 以上으로 복잡하며 人口증대나 식량부족, 오염 증가 등의 여러가지 因子에 의하여 決定되고 있다. 로마클럽의 報告書에 의하면 과학기술의 진보도 이러한 破局的 해결보다는 그것의 단순한 지연에 기여할 따름이라고 한다. 그러므로 과학기술이 문제를 해결할 수 있진 없진 간에 적어도 위기를 지연시키고, 보다 적절한 對案의 마련을 爲한 時間을 가질 수 있게끔 기여하여야 할 것은 당연하다.

技術은 3가지의 문제, 에너지, 原料 및 食糧문제의 해결을 가져와야 한다. 이중 식량문제는 과학기술의 역할이 가장 적으므로 에너지문제와 원료문제만 알아 보기로 한다.

1. 原料資源 問題

현재까지 이용되어온 金屬資源은 상당한 수가 앞으로 몇 십년 內에 모두 채굴되어 버릴 것이나, 또 代替할 수 있는 金屬資源도 많을 것으로 보인다. 따라서 이와같이 代替 可能한 置換이 不可能한 物質은 될 수 있는대로 수요를 줄여서 소모를 줄인다. 또 기술改善으로 원료의 品質改善, 관련제품의 設計나 조립기술의 향상, 低品位原料 使用 可能 등을 實現할 수 있다. 그리고 앞에서 이야기 된 것처럼 무한한 에너지의 개발이 실현된다면 金屬資源의 再回收와 폐기물의 再處理로써 再循環이 可能하게 되어 金屬資源의 문제는 상당히 완화된단다. 따라서 보다 시급한 것은 에너지 문제로 보인다.

2. 에너지資源 문제

에너지의 不足현상은 이미 近來의 석유 파동과 같이 국제적 정치문제로 나타나고 있다. 이제까지 세계의 年間 소비는 年率 5%의 증가분이 주로 석유에 의존되고 석탄소비는 거의 일정한 상태였다. 최근 10년간의 원유 소비 증가율은 8%, 천연가스는 8.6%이었으며, 이 추세가 계속된다면 1980년에는 석유가 약 75%에 달하는 공급을 차지할 것이고 1985년 경에는 현재의 확인매장량이 바닥나게 될 可能性이 있다. 이와같은 것을 생각해 보면 今世紀가 다하기 前에 石油의 공급에 제약이 일어날 것이다. 이에 代替하여 原子力의 개발이 서둘러지고 있으나 현재의 輕水爐는 여전히 전체 에너지의 적은 部分 만을 차지하고 있어 앞으로 代替 에너지源으로 많은 이용이 있어야 할 것으로 보인다. 또한 현재 개발 中인 高速增殖爐가 完成되면 우라늄의 이용 효율이 80%로 늘어나서 앞의 도표 2의 우라늄의 원의 크기가 50배로 될 것이고 또 우라늄의 매장량도 10배 이상 늘어날 可能性이 커서 原子力은 장기적 에너지

代替源으로 可能하다. 그런데 고속증식로 實用化 및 보급화에 걸리는 상당한 기간 동안에는 석유와 원자력의 다른 代替燃料을 찾아야 한다. 여기서 다시 아직 상당한 량의 매장량과 사용용을 가지는 석탄의 이용가능성이 일어난다. 따라서 科學技術이 보다 永久的인 에너지원을 개발하기까지 석탄은 석유를 대체할 必要가 있으며 同時에 環境保全등을 고려하여 석탄의 가스화 및 석탄으로부터 合成원유를 만들어 내는 등의 새로운 기술적인 개발도 뒤따라야 한다.

물론 여기에도 기술상의 문제 외에 채탄량의 增加에 따르는 勞動力 不足 등의 여러 문제가 있을 것이며 또 앞으로 危機가 온다면 그것은 적어도 쉽사리 해결될 수 없는 복합적인 것임을 意味한다.

이상으로 부터 생각해 보면 85년 내지 90년 以後의 석유 代替 時機까지에는 무엇보다도 에너지의 절약 手段을 써야 하며 새로운 油田의 탐사와 보다 좋은 채굴 기술을 개발하는 한편, 정치적으로는 石油輸出諸國(OPEC)과의 적절한 外交·通適이 지속되어야 한다. 에너지의 절약 手段은 과학기술적 면에 있어서는 각종 機械나 機械의 열효율을 높이고 立法的이나 財政的 施策을 이용하여 우리들의 기술이나 시스템을 에너지 소비형으로 바꾸어야 한다. 실제로 輸送이나 냉난방 따위의 分野에서는 적절한 施策에 의한 에너지 절약할 수 있고 또 發電 및 에너지의 輸送 貯藏에도 기술 개발로 에너지 절약할 수 있을 것이다.

보다 더 長期的으로 보면 석탄도 결국 고갈이 되므로 그때까지 人類는 豊富한 에너지자원을 개발하여야 한다. 우리에게 알려진 거의 無限이라고 생각되는 에너지원은 高速增殖爐와 核融合·太陽熱 및 地熱이다. 이 중에서 고속증식로가 가장 개발이 진전되어 있지만 여전히 기술적인 장애가 남아있고 비교적 방사능이 덜하고 위험도 없는 核融合爐도 실용화까지는 앞으로도 몇 십년이 더 걸릴 것으로 보인다. 그리고 太陽에너지와 地熱에너지는 人命이나 환경에 전혀 副作用이 없는 대신 아직 未開發 단계이며 地熱에너지의 경우에는 몇몇 天惠의 地域에 局限되고 있다. 이 에너지들은 개발이 가능하고 安全性이 있으므로 앞으로 개발이 기대된다. 이 밖에도 조류나 海水·바람 등의 에너지 이용이 개발에 의해 가능해 질 수 있을 것이다.

전체적으로 보면 단기적으로는 석유의 대체자원을 마련하여 에너지 위기에 對處하는 한편, 장기적으로는 모든 자원 위기에 어느 정도의 解決을 가져올 수 있는 永久的인 에너지원이 確保되어야 한다. 이런 영구적 에너지원의 확보로 우리들은 보다 明確한 위기의 到來를 늦출 수 있을 지도 모르며 우리들의 成長에 關한 모든

<圖表 1> 資 源 表

資 源	現存매 장량	靜態的 耐 用 年 數	예상성장률 年平均 高/平均/低	기하급 수적 用年數 지 표 (年)	현존매 장용 기하급 수적 用年數 지 표 (年)	매 장 자 원 보 유 국 (세계총량의%)	主 된 產 出 國 (세계총량의%)	主 된 소 비 국 (세계총 량의%)	세계총 량에서 占하는 미국의 소비량 (%)
알루미늄	1.17×10 ⁹ 톤	1000	7.7/6.4/5.1	31	55	오스트레일리아(33) 기아나(20) 자마йка(10)	자 마 이 카(19) 나 리 남(12)	미국(42) 소련(12)	42
크 롬	7.75×10 ⁸ 톤	420	3.3/2.6/2.0	95	154	남 아 연 방(75)	소 터 어 키(30) 터 키(10)		19
石 炭	5×10 ¹² 톤	2300	5.3/4.1/3.0	111	150	미 소 련·중 국(32) 국(53)	소 미 련(20) 국(13)		44
코 발 트	4.8×10 ⁹ 파운드	110	2.0/1.5/1.0	60	148	몽 고 공 화 국(31) 아(16)	몽 고 공 화 국(51)		32
銅	308×10 ⁶ 톤	36	5.8/4.6/3.4	21	48	미 칠 국(28) 레(19)	미 소 련(20) 소 비 련(15) 아(13)	미국(33) 소련(13) 일본(11)	33
金	353×10 ⁶ 트로이온스	11	4.8/4.1/3.4	9	29	남 아 연 방(40)	남 아 연 방(77) 캐 나 다(6)		26
鐵	1×10 ¹¹ 톤	240	2.3/1.8/1.3	93	173	소 남 캐 나 다(33) 미(18) 캐 나 다(14)	소 미 련(25) 국(14)	미국(28) 소련(25) 서독(7)	28
鉛	91×10 ⁶ 톤	26	2.4/2.0/1.7	21	64	미 국(39)	소 오스트레일리아(13) 캐 나 다(11)	미 국(25) 소련(13) 서독(11)	25
망 간	8×10 ⁸ 톤	97	3.5/2.9/2.4	46	94	남 아 연 방(38) 소 련(25)	소 브 남 아 연 방(34) 라 연 방(13)		14
水 銀	3.34×10 ⁶ 프라스크	13	3.1/2.6/2.2	13	41	스 페 인(30) 이 탈 리 아(21)	스 페 인(22) 이 탈 리 아(21) 소 련(18)		24
몰리브덴	10.8×10 ⁹ 파운드	79	5.0/4.5/4.0	34	65	미 소 국(58) 련(20)	미 캐 나 다(64) 국(14)		40
天然가스	1.14×10 ¹⁵ 바렐	38	5.5/4.7/3.9	22	49	미 소 국(25) 련(13)	미 소 련(58) 국(18)		63
니 켈	14.7×10 ⁹ 파운드	150	4.0/3.4/2.8	53	96	쿠 뉴우카레도니아(25) 소 캐 나 다(22) 련(14) 캐 나 다(14)	캐 뉴우카레도니아(42) 아(28) 련(16)		38
石 油	455×10 ⁹ 바렐	31	4.9/3.9/2.9	20	50	사우디아라비아(17) 쿠 웨 이 트(15)	미 소 련(23) 국(16)	미국(33) 소련(12) 일본(6)	33
플래티나 屬	429×10 ⁶ 트로이온스	130	4.5/3.8/3.1	47	85	남 소 아 연 방(47) 소 련(47)	소 련(59)		31
銀	5.5×10 ⁹ 온스	16	4.0/2.7/1.5	13	42	공 미 산 련(36) 국(24)	캐 나 다(20) 메 시 코(17) 루(16)	미국(26) 서독(11)	26
錫	4.3×10 ⁹ 英噸	17	2.3/1.1/0.0	15	61	타 말 레 이 지 이(33) 아(14)	말 라 비 아(41) 리 비 아(16) 이(13)	미국(24) 일본(14)	74
텅 스텐	2.9×10 ⁹ 파운드	40	2.9/2.5/2.1	28	72	中 國(73)	중 소 미 련(25) 국(19) 국(14)		22
亞 鉛	123×10 ⁶ 톤	23	3.3/2.9/2.5	18	50	미 캐 나 다(27) 국(20)	캐 나 다(23) 소 미 련(11) 국(8)	미국(26) 일본(13) 소련(11)	26

(註) 이 圖表는 로마클럽 報告書「성장의 한계(The Limits to Growth)」에서 引用한 것임.

문제의 해결방안을 모색할 수 있는 시간을 얻게 된다. 이러한 문제 가운데는 설혹 無限한 에너지를 확보하였다 하더라도 에너지를 大量消費 함으로 일어나는 地球 규모의 氣象變化와 탄산가스 방출량 증가 및 大氣中에 流出되는 雜多한 物質 增加 등의 環境 문제가 包含될 것이다. 즉 무한한 에너지를 확보하더라도 그것을 대량 사용하는 데는 문제가 포함되어 있음을 알아야 한다.

3. 發展 途上國의 成長

最近의 先進國에서는 成長의 限界에 對한 豫見에 關하여 상당한 關心이 모아지고 있고 또 均衡社會에 對한 研究가 進行되고 있고 成長抑制的 제안이 나오고 있다. 그러나 世界的인 規模에 있어서 一種의 階層構造 아래에 있는 發進도상국이나 後進國의 立場에서는 우선 이런 成長抑制策이 現狀固定的인 方向이라면 당연히 이것을 받아들일 수 없을 것이다. 發進도상국은 자원부족과 에너지 위기 속에서 人口문제와 동시에 公害에 따르는 環境오염도 걱정을 하면서 경제성장을 이룩하려 하는 어려운 문제를 지니고 있다. 그리하여 세계적인 觀點에서 보면 자원문제나 環境문제를 위해 發進國의 經濟성장을 억제하며 發進도상국의 經濟성장을 꾀하여 선진국과의 富의 均衡을 이룩하는 일이 바람직스럽다. 이러한 일은 선진국의 積極적 態度에서만 可能하며 선진국의 經濟원조 강화의 方法이나 혹은 선진국이 보다 積極적으로 産業構造를 變革하여 發進도상국에게 有效한 市場을 만들어 주는 方法등 여러가지가 있을 것이다. 로마클럽 일본 연구 제 2 팀의 報告에는 一種의 國際分業에 의하여 發進도상국의 發進과 동시에 生産性的인 兩者의 均衡을 이룩하는 세계적인 産業再配置構想이 나와 있다. 하지만 어떤 계획도 完全한 것은 아닐 것이며 여전히 國際적인 共同協力 따위의 문제가 內包된다.

그리고 發進도상국은 國際적인 빈부 격차의 縮小를 위해 內的으로 社會정의를 구현하고 自主的인 開發이 필반집되어야 한다. 가까운 將來에 經濟성장을 위한 先進國에의 依存을 벗어나도록 하며, 自國에 비교적 豊富한 자원을 잘 保存하여 자원부족의 時機에 새로운 通商의 무기로 쓸 수 있게 한다. 또한 各國과의 유대를 강화하여 수입에 대응하여 수출을 잘 均衡시켜 나감으로써 發進을 有持토록 한다.

또 發進도상국은 선진국과 같이 大量 소비자사회를 이

룩하기 보다는 各國에 알맞는 消費패턴을 確立하고 先進諸國이 變換 工業化에 따르는 汚染들을 미리 防止토록 한다. 그리고 富는 絕對的이고 量的인 概念이라기 보다는 相對的이고 質的인 概念이어야 하므로 成長에 못지 않게 公平한 富의 分配를 實現하여 平等한 社會를 이룩함이 무엇보다도 重要的인 일이 될 것이다.

IV. 結 語

一 成長은 그 자체가 目的이 아니고 보다 좋은 條件을 이루기 위한 手段에 지나지 않는다. 따라서 質的인 성장을 촉진시킴으로써 社會의 調和, 특히 人間과 人間간의 調和, 社會 各 階層간의 調和, 또는 個人 內部的인 調和를 기하도록 指向해야 한다. 調和된 사회라는 것은 滿足할만한 生活水準과 生活의 質을 약속하는 社會다. 또한 그러한 方向으로 社會를 개발한다는 것은 自然과 調和된 經濟構造를 갖는 것이며, 責任感을 갖고 自然을 利用하는 것이다. —(Umberto Colombo)

많은 학자들이 現代가 重大한 變革과 危機의 時機라고 지적하였음을 차치하고서라도 우리들은 서서히 이 危機를 느껴가는 것 같다. 資源과 에너지 不足의 到來는 의심할 여지없는 문제이고, 이러한 것은 우리 세대에 올 것이며 또 해결되어야 할 것들이다. 그러나 자세히 살펴보면 資源과 에너지 不足의 문제 해결만 해도 과학기술의 개발이라는 어려운 난관 이외에도 國際간의 親密한 政治·經濟 협력과 共同的인 努力이 없이는 도저히 不可能한 것들이다.

危機到來의 時期를 지연하고 그 對策 마련의 시간을 갖기 위하여 새로운 資源과 에너지원은 개발되어야 하며 이러한 문제는 앞에서 지적한 여러가지 문제와 複合된 連關性을 지니는 어려운 문제임이 인식되어야 한다.

發進도상국과 후진국은 長차, 狀況이 보다 多樣해질 수 있으므로 獨自的으로 대처해 나가지 않으면 안 된다. 그리고 스스로 成長을 이룩하여 보다 公平한 社會가 되도록 해야 할 것이다.

우리들이 오늘날 당면한 문제는 세계적인 規模의 것이고 또 이것의 해결도 세계적인 범위에서만 可能한 것이다. 우리들의 智慧가 모아질 때 이런 문제도 不可能한 것이 없으리라고 믿어지며 이런 難關의 克服이 있어야만 새로운 世界像이 우리에게 展開되리라고 믿는다.

<原子 三>

The Optimal Routing of Energy in Ind. by L.P. Model

이 승 구

I. 序 論

韓國의 經濟는 60年代와 70年初의 비약적인 성장을 통하여 經濟規模의急速한 擴大를 가져왔으며 특히 期間中에 두드러지게 나타난 현상은 産業生産 活動을 지원하고 있는 에너지수요의 급격한 伸張이다. 産業生産의 增加와 消費構造의 高度化過程은 우리나라 에너지 수급구조의 많은 變化를 가져왔다. 오늘날 에너지는 國民經濟를 지원하고 있는 기초자원으로써 經濟 各部門에 걸쳐 있는 重要因子로 顯在化되고 있는만큼 세계 에너지 수급의 變化는 에너지 자원이 빈곤한 우리나라에 즉각적인 영향을 미치게 하였으며 우리나라 산업 각 부문에 걸쳐 內在的인 脆弱要因을 더욱 加重시키고 있다.

특히 1973年末에 있었던 石油波動 이후 物價의 上昇이 이로 인하여 加熱되었고, 景氣의 침체를 가져와 政府는 取할 수 있는 모든 政策을 동원하였음에도 不拘하고 74년에 들어 2달 사이에 物價는 20.2%를 上廻하였다.

그 結果로 에너지 問題가 크게 대두되었으며 아울러 새로운 에너지 源의 開發 등 에너지 資源과 기존에너지의 효율적인 사용에 관심을 두게 되었다. 따라서 현재 우리나라가 당면한 에너지 문제를 해결하기 위해서는 첫째로 석유 석탄 天然가스 등의 에너지원들을 어떻게 원활히 수입할 수 있을 것인가. 그리고 自國內의 고유에너지源을 어떻게 하면 生産의 擴大를 기할 수 있는가 하는 短期的인 問題이며 둘째, 國家의 에너지 問題를 根本的으로 解決하기 위하여, 에너지源의 效率的인 活用을 시스템화하여 에너지 流通構造를 수정 개선, 재조직시키는 主로 長期的인 問題를 들 수 있다. 세계 不必要한 에너지 수요를 억제하고 소비구조를 개선

하여 어떻게 하면 효율을 향상시킬 수 있을 것인가 하는 에너지 소비절약과 關係된 問題이다. 以上과 같은 에너지 供給과 消費構造의 개선에 關한 問題에 對하여 線型모델(Linear Programming)을 利用하여 이 問題를 解決하는데 도움을 얻고자 한다.

一般的으로 線型計劃 모델에는 基本假定으로써 線型性(Linearity), 可分性(divisibility)이 前提되어 있기 때문에 실제 問題에 있어서 두가지 성질 중 어떤 一部分이 成立하지 않는 경우도 있으나 어떤 주어진 問題의 範圍內에서는 近似的으로 成立함을 前提하여도 無妨하기 때문에 이 線型모델을 에너지 수급구조 問題에 도입하여도 充分히 正確한 解를 얻을 수 있다. 한편 주어진 問題의 範圍內에서 近似的으로 成立함을 前提할 수 없을 경우에 非線型모델(Non-Linear Programming)이라든가 Integer-Programming과 같은 技法이 開發되었다. 以外에 線型모델의 特性은 媒介變數나 常數項에 對한 確率的인 要素는 전혀 고려되어 있지 않은 典型的인 確定모델(deterministic model)으로써 大部分의 경우가 假定은 成立치 않으며 특히 長期豫測의 경우에는 이 弱點이 현저해진다. 이러한 弱點을 보완하여 線型모델에다 不確實性 要素를 導入한 接近方法에는 Stochastic Linear Programming, Two Stage mathematical, chance-constrained Programming과 같은 技法이 시도되었다. 그러나 이러한 모델의 規模는 小소한 部分을 省略하고라도 그 크기가 방대해지므로 실제의 경우에서의 試算은 特殊한 경우에서의 簡略化한 모델을 使用하여 國內産野의 에너지 수급구조의 最適解를 얻기 위한 모델을 定立하는데 本稿의 目的이 있다. 線型모델(Linear programming)을 에너지 流通構造에 도입하여 이 모델이 에너지 流通構造를 설명할 수 있는가를 검토하였으며 아울러 이 모델을 使用하여 에너지 需給構造의 最適化를 이룰 수 있는 모델의 定立을 하였

다. 모델을 定立한 後에 이것을 실제로 國內産業部門에 適用하여 各産業體別로 그 獨立性이 희생되지 않는 範圍內에서 展開한 以後에 이를 다시 에너지 使用設備別로 産業分野의 需要部門을 分類하여 國內에너지 需給流通構造를 알아보았으며, 最終의 各 에너지 設備別로 最適에너지源의 채택을 爲한 最適化(optimization)을 하였다.

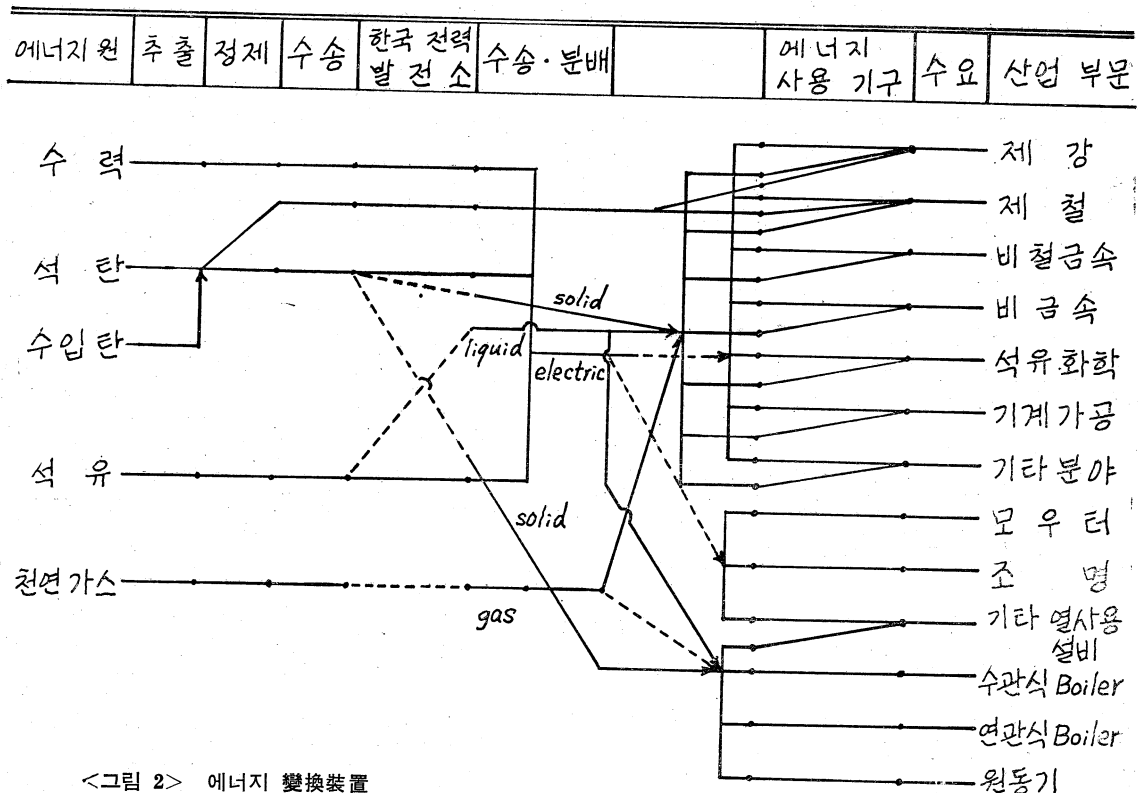
II. 本 論

1. 모델의 定立

에너지 소비분야를 大別하면

- 産業分野
 - 발전 및 전력소비분야
 - 住居난방분야, 운송교통분야
- 의 4 분야로 나눌수있다. 한 국가의 에너지 수급規模는

이들 소비분야의 수요규모가 얼마나 되는가에 달려있으며 정상적인 유통이 이루어질때 에너지 손실은 감소될수 있다. 위의 4分野 中에서 전력생산 및 소비분야는 다른 소비분야에 비해 다른 성질을 가지고 있다. 卽 발전분야는 石炭, 石油, 天然가스, 또는 核연료等 一次에너지를 사용하여 二次에너지인 전력을 생산한後에 各 産業分野에 供給된다. 이것을 에너지변환 이라 하며 그림과 같이 여러형태의 轉換方法이 있다. 住居暖房用, 온수用, 産業用等 세 에너지 소비분야는 最終消費分野에 해당하며 에너지 효율의 향상은 주로 이分野에서 다루어지게 된다. 特히 本稿에서는 産業分野에서의 最終消費段階를 에너지 使用機器(Utilizing Device)別로 나누어서 그 흐름을 관찰하며 단위열량 當價格과 에너지 使用設備間의 관계를 관찰하려고 한다. 모델의 定立을 위해 1次的으로 國內전체에너지흐름을 구성하여 圖表로 나타내었다. <그림 2>는 에너지 유통



구조의 L.P. 모델에 의한 기술적인 판단의 기준으로 線圖를 作成해 낼 수 있는데 이러한 線圖는 에너지의 상호교환성에 대한 充分한 解를 갖게 해준다. 여기에는 앞으로 발전하게 될 核發電 및 核燃料, 과거의 농촌의 重要한 燃料였던 薪炭, LNG를 일단 除外하였

으며 <그림 2>에서 표시되어 있지 않은 裝置들은 이들 重要한 熱使用設備에 包含, 設置된다고 보아 省略하였다. <그림 2>에서 보는 바와같이 水力, 石炭, 石油等 一次 에너지의 一部分은 中央變換裝置를 거쳐 전기적인 에너지로 變換되어 中央供給裝置 各部分으로 細分

되어 水力에서 나온 전기적에너지, 石炭에서나온 전기적에너지 등이 最終적으로 混合(blending) 段階에 이르게 된다. 最終混合段階에서는 各部分의 一定量을 最終消費段階, 即 에너지 使用設備(기기)의 수요와 價格 效率의 要件 및 各에너지 使用設備의 조업도를 만족시키는 制約(Constrained Condition)下에서 混合消費 하게되는데 이것을 에너지의 相互交換性이라고 한다. 여기서 에너지의 낭비를 막고 가장 적정한 에너지의 流通方式(Blending mix)을 구하는 것이 重要な 과제가 된다. 여기서의 相互交換性이라 함은 또 에너지源의 대체성과도 一致된다. <그림>에는 最終消費段階인 에너지 使用設備와 이를 전기적에너지(Electrical Energy)와 非전기적에너지(Non-Electrical Energy, Thermal Energy)의 混合關係를 보여주고 있는데 複合關係를 보여주고 있는 複雜性을 줄이기 위해 전기적에너지라도 最終消費段階인 에너지 使用設備에서는 일단 同一한 形態의 것으로 보아 13個의 에너지 수요부 문으로 나누었다. 産業部門에서의 에너지 使用設備를 어떤 것으로 선택을 하는가 하는 것은 重要な 問題이나 各産業 分野에서 희생되지 않는 범위내에서 代表的인 것을 선택하였으며 그것을 中心으로 노(爐), 보일러 原動機, 모우터, 其他, 조명설비, 전자장치로 나누어 전기를 사용하는 것과 1次 에너지를 使用하는 것으로 分類하였다. 이것은 L.P. 모델의 可分性으로 合理的인 것은 아니나 各産業體에서의 技術的인 條件 및 현재 使用中인 設備에 制約을 주는 것이다. 이것이 決定되면 各段階에서의 에너지 混合方式이 制約되어야 한다. 이와같이 各 에너지의 經路를 決定하는 問題 이외에도 各裝置의 操業條件(Operating Condition)이 決定되어야 한다. 왜냐하면 어떤 에너지 使用設備들은 各裝置의 溫度, 壓力과 같은 操業變數(Operating Variable)의 選擇에 따라 熱效率 및 熱使用量이 달라질 수 있기 때문이다. 그러나, 操業變數의 채택으로 문제가 더욱 複雜化할 우려가 있기 때문에 일단 고려하지 않기로 한다. 이것은 별도의 最適化手法에 依해 解決이 可能할 것이다. 以上에서 에너지 유동의 적당한 混合方法에 關한 問題가 論議 되었으나 各産業의 全體의인 배경 아래서 에너지 수용량 및 에너지 總投入 設備條件(운행중지 시킬 수 없기 때문에 얼마 이상을 써야 된다는 제약)의 決定問題와 結合시키는 것이 重要的인 의미를 가질 것으로 생각된다. L.P. 모델은 위에서 언급한 供給 및 使用技術에 關한 約束을 받게 되며 L.P. 모델에 표시되는 媒介變數들은 에너지轉換, 수송, 使用機器의 효율과, 비용이나 환경 條件의 變化에 關한 變數(公害의 발생)가 된다. 따라서 L.P. 모델의 特色을 총괄하면 다음과 같다. (1) L.P.

모델은 1次 에너지 (Thermal Energy), 2次 에너지 (Electrical Energy) 등을 모두 포함한다. (2) 各 에너지의 상호교환성이 모든 범위내에서 가능하다. (3) 에너지의 유통구조에서 供給이나 需要를 포함한 에너지의 轉換機器의 技術的 經濟的 환경의 特性이 一元化되어 진다. (4) 에너지 유통구조에서 이것을 모델화할 때 때로 무시되기 쉬운 전기수요의 부하지속특성이 반영된다. (5) 에너지의 供給需要, 환경에 의한 制約條件들이 외부적으로 설정되어야 한다. (6) L.P. 모델에 의해서 결정수요, 공급의 구성이 지적되어야 한다. 에너지유동의 最適化는 價格, 에너지유동의 환경효과, 消費實積 또는 이러한 因子의 混合에 의해서 수행되어야 한다. 이것의 수행은 기준연도를 전후하여 몇년간의 최소소비가격이나 평균가격을 사용하는 것보다 기준연도의 설정가격으로 행해져야 할 것이다. 이러한 에너지 유통구조의 動的인 變化는 외부적 인자로서 정의되는 수요확장과 설비변경을 수반하는 일련의 기간 동안 이모델을 연속적으로 적용함으로써 밝혀질 수 있을 것이다. (7) 이 L.P. 모델은 국가적인 次元의 에너지 계획뿐 아니라 한 부분에서의 energy 계획에도 적용할 수 있다. 이러한 국부적인 에너지 계획에서 적당한 영역은 계획 목적에 따라 달라진다. 예를들어 公害問題에 대한 경우 良質의 空氣의 구역이 觀點이 될 것이고 반면에 대도시와 같은 경우에 에너지유동 公害量을 最少로 해야 할 것이다.

2. 모델의 展開

供給部分이 n 個의 부분을 가지고 있고 需要部分이 m 個의 부분을 가지고 있다면 여기에는 中間段階의 순간적 에너지 형태가 $m \times n$ 個의 可能的인 형태로 될 것이다. 이것을 $m \times n$ 個의 經路로 에너지의 유동이 있을 것이다. 線圖(Network)內의 各 연결선은 하나의 유동단계(에너지 轉換, 수송等)에서 이용되는 과정이나 混合된 과정들로써 나타날 것이다. 예를들면 원유정제의 경우 하나의 연결선으로 표시되게 된다. <그림 2> 참조

各 연결선분에는 그 과정에서의 비용과 환경효과 등이 할당되게 된다. <그림 2>에서 오른쪽 부분은 수요, 왼쪽부분은 供給을 총망라 하고 있다. 우선 한 종류의 에너지원만을 投入해서 最終需要에 이르는 가장 간단한 형태를 가정해보자. 여기에서 에너지 投入源, 에너지 轉換裝置 수요부분은 各各 1개이며 제품 의 수급은 국내생산과 소비로서만 구성되고 에너지원을 소비한 후 余분의 에너지는 없는 것으로 假定한다. 但, 經路를 유동하는 동안의 손실에너지는 제외한다.

이때 目的 함수는 다음과 같이 주어질 것이다.

$$\text{Minimize} = f(C, x) = \sum_i \sum_j C_{ij} \cdot x_{ij}$$

x_{ij} = 유동량

C_{ij} = 단위 열량당 가격

이에 대한 에너지 생산관계의 각제품들의 열 사용기기別 수요의 제약을 제약식화 할것인바 ①에너지 유동단계의 각단계에서와 공급단에서의 이용가능량의 제약 ②에너지 각설비에의投入과 混合過程에서의 混合規格의 제약 ③에너지 변환및 유동의 중간단계에서의 제약 등이다. 이것을 전체에너지 유동에 關한 수학적 형태로 나타내면 다음과 같다.

L.P 모델의 數式化

S_u = 供給制約, $u=1, u$

D_v = 需要制約, $v=1, m$

x_j : 에너지使用設備의 消費實積量 S_u 에서 D_v 로 가는 中間變數

d_{vj} : 에너지使用設備의 效率, 需要役에서의 效率

e_{uj} : 에너지使用設備에 x_j 가 投入되기 直前까지의 供給役에서의 效率

$$\sum b_{ij} x_{ij} \leq B_i$$

b_{ij} : 公害量/單位熱量

x_{ij} : 에너지量

B_i : 制約된 公害量

이러한 制約式을 가지고 L.P. 모델을 作成한 後에 이 모델의 最適化를 위하여 다음의 目的式을 풀어야 한다. 비용 最小化의 경우

$$\sum_i \sum_j C_{ij} \cdot x_{ij} = \text{Min}(Z)$$

이 目的式的 係數들은 에너지의 유통구조소내의 自體 손실을 포함한다.

Endogenous-demand Constraints Eq. : 中央전력 供給源으로부터의 전기수요들이 상이한 부하율에 따라 이제약식에 의해 内部的으로 支配 당하게 된다. 위에서 말한 制約式 이외에 환경오염을 고려한 式이 요구된다. 이것은 에너지 소비를 하면서 公害量이 발생하기 때문이다. 이것을 極小化하는 式은 다음과 같이 나타낸다.

Off-peak Constraints Eq. 非經頂需要일때의 전기적 에너지 열에너지의 수요를 充足시킬수 있는 中央전력 공급단으로부터의 利用할 수 있는 最大에너지量.

Energy-Balance Eq. 斷續의인 特殊한 수요를 充足시킬 수 있는 부가적인 에너지량을 定義한다.

Energy-Storage Eq. 에너지 저장소에서 에너지가 나가고 들어가는 量을 一定하게 하는 制約式. 여기에서

에너지 저장소 내의 自體손실도 포함한다. 따라서 L.P. 모델의 全體制約式은 다음과 같이 要約될 수 있다.

$$\sum_j a_{ij} x_{ij} \leq b_i, i=1, p$$

$a_{ij} : e_{uj}, d_{vj}, f_{wj}$

$b_i : S_u, D_v, B_w$

여기에서 k 個의 供給 需要的 制約式에 첨가되는 式은 환경요인, 卽 에너지 유통구조의 外部的인 要因이 부가된다. 이것을 支配하는 重要한 制約式에는 다음과 같은 것들이 있다.

f_{ji} : 其他를 制約하는 係數 大概환경계수라고 하며 主要因子는 公最量이다.

C_j : 단위 에너지量當 비용(價格)이라고 하자.

이때 目的 函數

$$\text{Minimize } \sum C_j x_j$$

制約式

$$\sum_j \frac{1}{e_{uj}} x_j \leq S_u; u=1, n$$

$$\sum_j d_{vj} x_j = D_v; v=1, m$$

$$\sum_j f_{wi} x_j \leq B_w; w=1, l$$

또 $x_j \geq 0$

내에서 에너지가 供給源으로부터 출발하여 使用機器까지의 유통과정 중에서 부가되는 비용을 표시하게된다. 또한 필요하다면 爐, 보일러, 모우터, 원동기등 使用設備의 加가상작비, 운전자금까지 포함되어도 좋다. 여기에 운전자금은 에너지를 추출, 정제, 分配하는 자금을 고려한다. 예를들어 中間에너지의 형태가 전기와 같은경우 발전소의 加가상작비는 다음과 같이 구할수 있다.

$$C_0 = \frac{Y(CRF')}{K(P, F)}$$

여기에서 C_0 : 投資分の 加가상작비

Y : 供給設備의 投資費

CRF : 加가상작율

P, F : 발전소 부하율

에너지 변환장치를 거치지 않는 1차에너지의 경우는 供給効率의 逆數가 곱해져야 한다. 따라서 전력의 供給部間의 투자加가상작비는 수요를 만족시킬 수 있는 부하율에 따르는 발전소의 부하율의 함수이다. 에너지가 絶頂需要나 또는 수요가 포화상태에서 供給되었을때 그 에너지를 生産해 내는데 필요한 生産設備의 總投資費가 加가상작되어야 하고 또 餘分の 設備容量이 발전소의 유휴기간을 고려하여 포함된다. 따라서 이러한 生産設備容量內에서 주어지는 非絶頂需要內에

서는 非絶頂需要에너지가 이 에너지를 사용하는 다른 수요부문에 투자감가상각비의 부담없이 供給될수있다. 그러나 적절한 에너지의 비용은 절정수요일때나 비절정 수요일때를 莫論하고 감가상각되어야 한다. 이러한 방법으로 設定된 費用은 等級構造를 包含하지 않고 단지 에너지 유통구조의 全體費用의 감가상각비가 되는것이다. 이 L.P.모델의 절정에는 各中央電力供給設備에서의 特定한 수요나 複合된 수요에의 適定한 供給의 할당량을 分配하게 된다. 그러나 이러한 供給源으로 부터의 供給된 전기에너지는 一般의 產物이고 特定한 配當의 유일한 意味는 充足되어야 할 수요의 複合된 負荷率이다. 이 L.P.모델을 시험해 보면 어느 中央供給設備의 부하가 過하상태에 이르는지, 어떤 設備가 中間形態의 絶頂需要를 위해 쓰이는지 밝힐 수 있을 것이다. 以上에서 L.P 모델을 살펴본바에 의하면 계속적인 에너지 수요의 증가나 또 目的에 關하여 어떤 합축성이 있는 假定이 없었다. 따라서 이 L.P.모델의 適定解는 단순히 特別한 分析을 해 주어진 制約式內에서 그 에너지 유통구조를 적절한 값을 갖도록 재배치한다. 때로는 이 L.P.모델의 適定解가 設定한 流統構造에 따라 에너지를 쓰게될 경우 이 最適解가 주어지기 前의 유통구조에 따르는 경우보다. 많은 비용을 갖는 에너지 使用設備도 있을 수 있다. 그러나 원래 주어진 目的이 全體의인 規模의 最適를 구하자는 것이기 때문에 結果値로써 나온 最適解에는 前記한 事實들은 除外될것이다. 또한 이 L.P.모델은 定義된 媒介變數가 갖는 實積値의 正確度나 結果値에서의 正確度보다도 最適解가 나옴으로써 最適解가 지적해주는 方向이 더욱 의미를 갖게 해줄 것이다. 예를 들어서 15年程度의 計劃範圍에서 에너지 유통을 살펴본다면가 수요예측을 할 경우에 制約條件이나 技術의인 係數들은 理論的인 限界를 벗어나지 못하겠지만 이때의 L.P.모델분석은 最適解에 가까울 수 있는 可能한 解를 나타내고, 그러한 계획과정에서 廣範圍한 應用分析을 遂行해야할 필요성을 指適해 줄것이다. 어떤 경우에는 이러한 流統構造의 구성을 위해 利用된 特別한 分析技法이 요구되는 高精度의 能力을 가지고 있지는 못하나 複雜한 構造의 主要한 骨格을 포착할수 있는 能力을 가지고 있어 그에 의해 이루어진 간단한 구성에 의해 가정과 제약 조건들이 판단될수 있다.

3. 國內 産業部門에너지 流通構造에의 L.P. 모델의 도입

앞에서 소개된 에너지 流通構造의 最適 構成을 위한 一般의 L.P.모델은 國內産業分野에 그대로 適用하는

問題는 상당히 어려운 점을 안고있다. 우선 이 L.P. 모델은 이 모델의 解를 可能하게하는 資料의 수량, 精確도에 依해서 最適解의 신뢰도를 增大시킬수 있는데 이 모델을 풀기위한 資料가 현 國內産業분야에서 얻기가 곤란하다는 것이다. 그것은 현 國內産業에 대한 정책적배려의 混亂으로 統計資料의 未備, 그 확보와 可能量的 質과量에 있어서 本稿가 目的하는 國內産業部門 에너지 유통구조의 最適내지는 再構成에의 正確한 解를 주기에는 不可能한 狀態인 것이다. 따라서 本稿는 미비한 대로 가능한 資料를 利用하여 不足한대로 L.P 모델을 구성하고, 여기에서 나온 解는 적용에 의의를 둔다기 보다는 이러한 자료들이 설정되었을때 可能性을 설명하고 적용실험에 의미를 둘수있다.

變數의 선택

모델을 수학적으로 해석하기위해 우선 에너지가 에너지원으로부터 추출되어 정제, 변환, 수송, 분배, 소비에 이르는 各 徑路에서의 에너지량을 나타내기위한 變數를 나타내어야 한다. 이 변수는 <그림 2>에서 어떤 단계에서라도 선택해도 무방하나 다루려고하는 문제의 명확화를 위해 에너지 使用設備의 효율을 고려하여 에너지 供給源을 에너지源으로부터 에너지 使用設備에 投入되기 直前까지로 하고 이 變數들을 에너지 使用設備에 投入될때의 에너지 量으로 定立한다. 따라서 에너지의 全供給效率는 各段에서의 供給效率 $e_1, e_2, \dots$ 라고 하면 全供給效率는

$$e_N = e_1 e_2 \dots e_n$$

가 될것이다. 各段의 변수는 <표 1>과 같다. 그리고 徑路供給部門에서의 에너지 供給源은 1973年度 현재 1차에너지는 水力, 石炭, 石油, 以外 수입탄(유연탄)에 局限되고 있으므로 非電力部門에 無煙炭, 石油, 有煙炭, 이외의 天然가스를 두었으며 電力部門에는 水力, 石油, 石炭으로 1차에너지源을 나누었다. 수요부문에서는 各産業體의 에너지 使用設備中에서 代表的인것을 선택하였으며, 이것을 노(爐)보일러, 원동기, 모우터 등으로 나누었으며 其他전등과같은 조명설비, 계측기와 같은 전자기기와 같은 設備들을 한데 묶었다. 이것을 다시 爐에는 製鋼用爐, 制鉄用爐, 非鐵金屬用溶解爐, 非金屬用爐 石油化學用加熱爐, 機械加工用熱處理爐, 其他으로 나누었다. 但여기에서

鉄鋼用爐: 轉爐 L.D.轉爐, 전기로

制鉄用爐: 反射爐, 回轉爐, Cupola

非鐵金屬用爐: 鍍金爐, 도가니爐, 전기로

非金屬用: 燒成窯, 도자기用 窯爐

機械加工用爐: 鍛造用加熱爐, 熱處理爐, 전기로

<表 1>

各流通에서의 變數

		産業의 需要部分												
		製 綱	製 鐵	非鐵金屬用爐	非金屬用爐	石油化學用爐	機械加工用爐	其 他	A.C Motor	조명 및 전자기	其他 열 사용기	水管式 보일러	煙管式 보일러	原動機
電力	水 力	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}			
	石 炭	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}			
	石 油	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	x_{25}	x_{26}	x_{27}	x_{28}	x_{29}	x_{30}			
非電力	無煙炭	x_{31}	x_{32}	x_{36}	x_{33}	x_{37}	x_{34}	x_{38}			x_{35}	x_{36}	x_{37}	x_{38}
	石 油	x_{39}	x_{40}	x_{41}	x_{42}	x_{43}	x_{44}	x_{45}			x_{46}	x_{47}	x_{48}	x_{49}
	가 스					x_{50}					x_{59}	x_{51}	x_{52}	x_{53}
	유연탄	x_{54}	x_{55}											

<表 2>

各流通에서의 供給效率

		産業의 需要部門												
		製鋼	製鐵	非鐵金屬用爐	非金屬用爐	石油化學用爐	機械加工用爐	其他爐	A.C Motor	조명 및 전자기	其他 열 설비	水管式 보일러	煙管式 보일러	原動機
電力	水力	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3			
	石炭	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3			
	石油	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27			
非電力	無煙炭	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8			0.8	0.8	0.8	0.8
	石油	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91			0.91	0.91	0.91	0.91
	가스					0.91					0.91	0.91	0.91	0.91
	有煙炭	0.97	0.97											

<表 3>

各流通에서의 供給係數

		産業의 需要部門												
		製 鋼	製 鐵	非鐵金屬	非金屬爐	石油化學	機械加工	其他爐	A.C 모터	조명 및 전자기	其他 열 사용기	水管式 보일러	煙管式 보일러	原動機
電 力	水 力	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3			
	石 炭	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3			
	石 油	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7			
非 電 力	無煙炭	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25			1.25	1.25	1.25	1.25
	石 油	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1			1.1	1.1	1.1	1.1
	가 스					1.1					1.1	1.1	1.1	1.1
	有煙炭	1.03	1.03											

<表 4>

各流通에서의 使用機器의 效率

		産業部門의 需要分野												
		鋼製造	製鐵	非鐵金屬用爐	非金屬用爐	石油化學用爐	機械加工用爐	其他爐	A.C Motor	전동기 및 전기기	其他熱設備	水管式보일러	煙管式보일러	原動機
電力	水 力	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	石 炭	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	石 油	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
非電力	無煙炭	0.28	0.28	0.51	0.52	0.64	0.71	0.63			0.73	0.69	0.71	0.3
	石 油	0.67	0.72	0.59	0.66	0.66	0.74	0.64			0.75	0.77	0.76	0.42
	가 스					0.7					0.7	0.7	0.7	0.7
	有煙炭	0.28	0.28											

<表 6>

水管式의 Boiler 熱消費量

단: 10⁶Kcal

	石炭	石油	가스
1次金屬	32,116	436,312	
非金屬		451,684	
石油化學	33,221	2,567,700	390
機械製造		283,150	
食品		3,298,209	
衣類	24,623	5,635,130	
製材		1,223,292	
製紙		1,902,276	
其他		251,314	
合計	80,493.3	15,828,070	390

<表 8>

其他 熱使用設備의 熱消費量

	石炭	石油	가스
食品			
衣類		101,406	
製材		836	
製紙			
石油化學		169,141	
非金屬	9,948	1,343,990	590
1次金屬	2,465	71,925	
機械製造		40,874	70
其他			
合計	1,190.3	1,278,172	597

단위: 10⁶Kcal

<表 7>

煙管式 Boiler의 熱消費量

	石油	石炭	가스
1次金屬	23,994		
非金屬	75,807		
石油化學	180,179	8,960	
機械製造	50,709		
食品	403,067	6,513	
衣類	643,296	27,110	
製材	5,012		
製紙	203,327		
其他			
合計	1,585,391	42,583	

其他爐: 以上에서 分類할 수 없는것

石油化學用爐: 건조로, 오븐, 蒸發管等 以上에서 各種沸體의 爐現況을 알았으며 이것의 燃料사용량및 조

업도는 위표와 같이 나타낸다. 其他 이러한 爐에 부 착된 各種設備은 자료조사의 어려움으로 爐에 포함시 키거나 아니면 其他열사용 설비에 포함하였다. 다음에 蒸氣發生裝置인 보일러는 열사용설비중 반을 넘는 重要 한 설비로 되어있다. 이것을 형식별로 나누어보면 水管式보일러, 煙管式보일러, 汽管式보일러, 熱媒等으로 나눌 수 있다. 이 중에서 水管式보일러가 全體보일러 臺數中 80.3%를 點하고있어 全體에너지 소비의 主種 을 이루고 있으며 煙管式보일러가 14.2%이고 이 모 델에서는 水管式보일러가 14.2%이므로 이 모델에서는 水管式보일러 연관식보일러 두 種類만 택하고 나머지 것들은 무시한다. 보일러 형식別 臺數및 연료소비량은 <표 6> <표 7>와 같다. 여기에서도 마찬가지로 보일러 부속시설및 연료공급계통의 계측기 등의 에너지 소비 량은 무시한다.

以外에 원동기의 各産業體別 設備및 A.C모우터에

設備는 <표 8,9>에서 보는 바와 같으며 各各의 에너지消費는 原動機가 1次에너지 系統, AC모우터는 전력系統을 消費하는 것으로 보았다. 이것을 基礎로하여 에너지 사용량을 계산하였으며 여기에서 부하율, 평균조업도를 고려하였다. 以上에서 열거한 에너지 使用設備의 效率는 전기部門의 대개 1로보아 실제로 별 차이 없는 것으로 보았으며 其他에너지 使用設備는 別表<표>와 같이 나타낼 수 있다. 그리고 <그림 2>의 유통도에서 各 經路를 通하여 에너지 사용설비에 이르는 공급단에서의 全效率를 계산하여 各各의 유통變數에 對應하도록 맞추어서 나타내면 <표 2,3>와 같다. 앞서 展開했던 L.P. 모델을 위에서 分類한 에너지 使用設備와 供給段의 全效率 에너지 使用設備의 효율을 基礎로 수식화하면 다음과 같다.

<目的函數>

$$\text{Minimize}(Z) = \sum_{i=1}^{59} C_i x_i$$

<制約式>

水力에서 電氣로 변환되는 供給段

$$S_{11} \geq \frac{1}{e_1} x_1 + \frac{1}{e_2} x_2 + \frac{1}{e_3} x_3 + \frac{1}{e_4} x_4 + \frac{1}{e_5} x_5 + \frac{1}{e_6} x_6 + \frac{1}{e_7} x_7 + \frac{1}{e_8} x_8 + \frac{1}{e_9} x_9 + \frac{1}{e_{10}} x_{10}$$

石炭에서 전기로 가는 供給段

$$S_2 \geq \frac{1}{e_{11}} x_{11} + \frac{1}{e_{12}} x_{12} + \frac{1}{e_{13}} x_{13} + \frac{1}{e_{14}} x_{14} + \frac{1}{e_{15}} x_{15} + \frac{1}{e_{16}} x_{16} + \frac{1}{e_{17}} x_{17} + \frac{1}{e_{18}} x_{18} + \frac{1}{e_{19}} x_{19} + \frac{1}{e_{20}} x_{20}$$

石油類에서 전기로 가는 供給段

$$S_3 \geq \frac{1}{e_{21}} x_{21} + \frac{1}{e_{22}} x_{22} + \frac{1}{e_{23}} x_{23} + \frac{1}{e_{24}} x_{24} + \frac{1}{e_{25}} x_{25} + \frac{1}{e_{26}} x_{26} + \frac{1}{e_{27}} x_{27} + \frac{1}{e_{28}} x_{28} + \frac{1}{e_{29}} x_{29} + \frac{1}{e_{30}} x_{30}$$

石炭(무연탄)에서 一次에너지로 直接가는 供給段

$$S_4 \geq \frac{1}{e_{31}} x_{31} + \frac{1}{e_{32}} x_{32} + \frac{1}{e_{33}} x_{33} + \frac{1}{e_{34}} x_{34} + \frac{1}{e_{35}} x_{35} + \frac{1}{e_{36}} x_{36} + \frac{1}{e_{37}} x_{37} + \frac{1}{e_{38}} x_{38} + \frac{1}{e_{39}} x_{39} + \frac{1}{e_{40}} x_{40} + \frac{1}{e_{41}} x_{41} + \frac{1}{e_{42}} x_{42} + \frac{1}{e_{43}} x_{43} + \frac{1}{e_{44}} x_{44} + \frac{1}{e_{45}} x_{45} + \frac{1}{e_{46}} x_{46} + \frac{1}{e_{47}} x_{47} + \frac{1}{e_{48}} x_{48} + \frac{1}{e_{49}} x_{49}$$

石油類에서 一次에너지로 直接가는 供給段

$$S_5 \geq \frac{1}{e_{50}} x_{50} + \frac{1}{e_{51}} x_{51} + \frac{1}{e_{52}} x_{52} + \frac{1}{e_{53}} x_{53} + \frac{1}{e_{54}} x_{54} + \frac{1}{e_{55}} x_{55} + \frac{1}{e_{56}} x_{56} + \frac{1}{e_{57}} x_{57} + \frac{1}{e_{58}} x_{58} + \frac{1}{e_{59}} x_{59}$$

가스類에서 一次에너지로 直接가는 供給段

$$S_6 \geq \frac{1}{e_{50}} x_{50} + \frac{1}{e_{51}} x_{51} + \frac{1}{e_{52}} x_{52} + \frac{1}{e_{53}} x_{53} + \frac{1}{e_{54}} x_{54} + \frac{1}{e_{55}} x_{55} + \frac{1}{e_{56}} x_{56} + \frac{1}{e_{57}} x_{57} + \frac{1}{e_{58}} x_{58} + \frac{1}{e_{59}} x_{59}$$

수입탄(有煙炭)에서 直接一次에너지로 供給

$$S_{20} \geq \frac{1}{e_{54}} x_{54} + \frac{1}{e_{55}} x_{55}$$

以上에서 e_i : 全體給 효율

S_i : 供給量(投入量)

$$D_7 = d_{31} x_{31} + d_{39} x_{39} + d_{54} x_{54}$$

制鐵用爐에서의 수요(전기로除外)

$$D_8 = d_{33} x_{33} + d_{40} x_{40} + d_{55} x_{55}$$

非鐵金屬용해로에서의 수요(전기로除外)

$$D_9 = d_{56} x_{56} + d_{41} x_{41}$$

非金屬用窯爐(전기수요除外)

$$D_{10} = d_{33} x_{33} + d_{42} x_{42}$$

石油化學用加熱爐(전기除外)

$$D_{11} = d_{53} x_{53} + d_{43} x_{43} + d_{50} x_{50}$$

機械加工用 熱處理爐

$$D_{12} = d_{34} x_{34} + d_{44} x_{44}$$

其他爐

$$D_{13} = d_{58} x_{58} + d_{45} x_{45}$$

AC로부터

$$D_{14} = d_{58} x_{58} + d_{18} x_{18} + d_{28} x_{28}$$

전기 및 전자설비(계측기, 전등)

$$D_{15} = d_{99} x_{99} + d_{19} x_{19} + d_{29} x_{29}$$

其他 보류할수없는 열사용 설비

$$D_{16} = d_{10} x_{10} + d_{20} x_{20} + d_{30} x_{30} + d_{35} x_{35} + d_{46} x_{46} + d_{59} x_{59}$$

管式보일러

$$D_{17} = d_{36} x_{36} + d_{48} x_{48} + d_{52} x_{52}$$

煙管式보일러

$$D_{18} = d_{37} x_{37} + d_{49} x_{49} + d_{53} x_{53}$$

原動機

$$D_{19} = d_{38} x_{38} + d_{50} x_{50} + d_{54} x_{54}$$

전기로(제강) $D_{21} = d_{11} x_{11} + d_{11} x_{11} + d_{21} x_{21}$

(제선) $D_{22} = d_{22} x_{22} + d_{12} x_{12} + d_{22} x_{22}$

(제련) $D_{23} = d_{33} x_{33} + d_{13} x_{13} + d_{23} x_{23}$

(비금속) $D_{29} = d_{44} x_{44} + d_{14} x_{14} + d_{24} x_{24}$

(石油化學) $D_{30} = d_{55} x_{55} + d_{15} x_{15} + d_{25} x_{25}$

(기계가공) $D_{24} = d_{66} x_{66} + d_{17} x_{17}$

以上에서 $D_i + n$: 열사용설비의 총열수요량

d_i : 에너지 사용기기의 효율

III. 結 論

지금까지의 國內産業部門에 에너지 流通構造에 對하여 最適供給에너지源의 선택및에너지 수급의 흐름에 關한 結果를 얻기위한 L.P모형을 國內産業體의 에너지使用 設備를 기준으로 定立한 以後에 이것을 컴퓨터를 使用하여 試算하였다. 그러나 本 모델의 定立및 展開에 있어서 包含된 많은 假定들을 吟味해보면 몇가지 문제점을 內包하고 있다고 생각한다. 그 첫째로 國內産業의 發達과 더불어 에너지 使用設備와 消費패턴이 과거와는 현저히 다르거나 그 消費패턴이보다 高度化의 구조를 가질수 있다는 점을 고려하면 기술개발로 인한 에너지 사용설비의 효율의 增大, 에너지政策의 변경, 外部的여건의 변화, 公害의 발생等가능한한 소비패턴의 多樣化를 포괄하는 모델로 발전시켜야 할것이다. 또앞에서 구한 最適解는 처음부터 지적했듯이 L.P모델의 目的式을 制約하는 制約條件의 미비로해서 그 정확도를 신뢰하기에는 불안정한 점이있다. 앞으로 이러한 제약식들의 設定을 가능케할 자료의 확보가 가능하

면 비절정수요식 에너지균형제약식 내생수요제약식들의 첨가로써 정확한 수급구조의 最適解를 구할수 있겠다.

또한 환경오염의 問題가 크게 대두되고 있으므로 앞으로 그 심각성이 커질것임에 비추어서 에너지流通構造의 最適化 構成에 환경오염문제의 제약도 포함되어야 할것이다. 아울러 本稿의 目的인 에너지 流通構造最適再構成에 依한 에너지 節約問題는 各流通徑路에서의 효율의 증대에따라 얻어질수있는 효과가 커질것임에 비추어서 앞에서 구한 解와는 또다른 解가 구해짐으로써 다른형태의 最適再構成이 이루어질것이다. 이러한 효율증대의 요구는 실로 중요하다고 할수 있으며 그효과가 에너지 유통구조 개선에 미치는 영향은 상당히 크다는것을 짐작할수있다. 앞으로 기술의 발달에 따른 효율의 증대는 예견할수 있으며 이에따라 가격, 수요, 공급에의 예측에 바탕을 두고 일련의 미래연도에 대한 動物인 에너지 流通構造의 最適構成을 해보는것이 에너지 소비절약 문제의 重要な 課題라 하겠다.

<機械 4>



기 획



◇.....아담, 그리고 그의 아내여, 지금은.....◇
 ◇.....어디서 무엇을 하고 있으며 또한.....◇
 ◇.....무엇을 해야 하는가? 너와 내가.....◇
 ◇.....斷絶되어 있고 時代의 흐름이 끊기.....◇
 ◇.....었으니 그네들이여, 아침 저녁마.....◇
 ◇.....다 어김없이 시간 맞춰 흠에 와 달.....◇
 ◇.....는 地下鐵을 닳아 버린 두눈으로.....◇
 ◇.....말없이 받아들일 것인가. 여기, 거.....◇
 ◇.....칠은 숨소리와 함께 우리의 나날을.....◇
 ◇.....응집시켜 본다. 해서, 너와 나사.....◇
 ◇.....이에 잃음을 찾아 맺음을 거두고.....◇
 ◇.....가을날 하늘처럼, 정말 사는 것 처.....◇
 ◇.....럼 살았으면 한다.◇

☐ 바슐라르의 이마주와 상상력의 美學

☐ 金顯承의 詩空

☐ 人間疎外

바슐라르의 이마주와

想像力の 美學

林 基 哲

<차

례>

I. 序 言

1. 불꽃의 이마주는 詩의 表徵
2. 學問의 發想으로서의 불꽃
 - 가. 아니마와 아니무스
 - 나. 文學의 超現實主義
3. 明暗과 心靈

II. 本 論

1. 꽃의 屬性과 精神作用
2. 孤獨의 意味와 辯證法
3. 詩的 이마주와 詩學

III. 結 語

1. 反精神分析學의 入場
2. 이마주의 現象學의 存在論

IV. 에필로그

I. 序 言

化學, 物理學, 數學 나아가서는 心理學과 精神分析學에 이르기까지 방대한 研究의 業績을 남긴 現代의 科學哲學者 가스통·바슐라르의 생애 最後의 著作인 「꽃의 美學—꽃의 불꽃(La flamme d'une chandelle)」을 중심으로 그의 想念의 根據인 夢想의 意味와, 그로부터 파생되어 나오는 詩的 이마주, 그리고 이마주의 울림에 의한 想像力의 變容 및 現象學的 方法論에 대해 살피려 한다.

1. 불꽃의 이마주는 詩의 表徵.

現代의 뛰어난 科學哲學者인 바슐라르의 原初의 夢想의 世界는 詩的 想像力을 부여하는 불꽃으로부터 孕胎된다. 그리하여, 불꽃을 응시하는 夢想家에게 전하는 한 마디 助言은 어떤 知識의 무거운 짐도 떨어 버리고, 일관된 探究의 方法에도 얽매이지 않는, 다시 말해 哲學的 直觀의 상태를 강조한다. 그리고 藝術의 創造에 있어서 <살>이라고 불리워지는 유일한 것은 불꽃이며, 그 불꽃은 想像力의 要因으로서의 기능을 가지고 우리들 心像 속에서, 어둠 속에서 깨어나는

語들에 참다운 原初의 <이마주>를 담아 詩的 夢想이라는 認識의 絕對存在를 붙잡게 하는 것이다. 즉 불꽃에 의해 취해진 가장 차가운 <은유(métaphores)>는 잠재적 <이마주>를 통하여 人間存在의 眞理를 把握하도록 한다. 그러한 狀況에서 <불꽃의 夢상가가 말하는 것은 그 自身에 대해 말하는 것이며 그는 詩人>이라고 표현하는 바슐라르는 더 정확하게 <사람은 夢想 속에서 自身을 잃는다>라고 記述한다.

2. 學問의 發想으로서의 불꽃.

가. 아니마(anima)와 아니무스(animus).

바슐라르 美學의 心理學的인 면을 분석함에 있어 밤의 꿈과 夢想에 대한 根本的 差異를 밝혀 보면, 虛僞의 빛인 환상적 조명이 지배하는 밤의 꿈은, 知識의 영역하에서 이마주를 전개시키는 精神分析學者에게 있어 精神의 男性的 要素인 아니무스(animus) 속에 있으며, 夢想家에게 있어서는 밤의 꿈이 적어질수록 女性의 要素인 아니마(anima) 속에서의 夢想이 많아진다고 한다. 즉, <主觀의 心理學에서 知性이 적으면 적을수록 내밀성의 心理學에서 感受性이 증대한 것>이라고 그는 쓰고 있다.

그리하여, 꿈의 이마주를 펼치는 精神의 男性的 要

素인 아니무스(animus)가 다분히 精神分析學의 대상인데 비하여, 쫓불의 夢想家は 동상의 이마주를 전개시키는 魂이라는 女性的 要素인 아니마(anima)를 인식하여 心理學의 탐구를 모색하는 것이다.

나. 文學의 超現實主義.

우리는 文學의 쉬르레알리즘 方法論에서 自動記述法, 聯想作用 등을 알고 있다. 이는 프로이트 精神分析의 영향을 받아 理性의 지배를 받지 않는 幻想과 무의식의 표현을 목표로 하는 것인데, 하나의 불꽃을 마주 대하는 몽상가에게 있어서 불꽃은 바로 文學의 이마주의 根源을 지니고 있으며, 이는 言語를 통하여 구축된다고 할 수 있을 것이다. 따라서 歷史的 의미로 고찰해볼 때, 이는 現實과 이미 그속에 內在해 있는 過去를 상상해낼 수 있는 점에서 時間을 초월하는 觀念이라 할 수 있을 것이다.

바슐라르에 의하면, 이러한 측면의 意識들이 응집되어 몽상가의 無意識은 <存在의 二重性, 즉 생각하는 存在의 明暗(clair-obscur)>을 갖게 되며, 몽상 속에서의 이마주는 內密한 明暗의 통일된 정신인 心靈으로 전환되는 것이다.

3. 明暗과 心靈.

繪畫史에 있어 커다란 變革이라 할 수 있는 19C 印象派의 주된 理論인 色彩과 光線과의 調和란, 캔버스 위에 채색된 물감의 색 자체에서 느끼는 것이 아니라, 주위의 色彩가 그위에 쏟아지는 빛과의 작용으로부터 관조자의 視覺 속에서 전혀 별개인 無彩의 부드러움이 孕胎되는 것을 의미하며, 이는 바슐라르가 예로 든 色彩과 明暗의 理想主義 畫家인 렘브란트 (그가 인상파라는 말은 아님)의 어스름한 빛과 밝은 빛, 즉 色彩와 明暗의 調和 속에 흐르는 것이 곧 쫓불의 空間으로부터 끊임없이 내미는 이마주의 세계이며 心靈의 울림으로 느끼는 것이다. 따라서 心靈의 明暗은 이것만이 동상이며, <중심으로부터 살며시 비쳐 나오는 스스로의 半影에 빛을 조금씩 스며들게 하는 진정한 夢想>이라고 그는 말한다.

이렇듯 부드러운 心靈 속의 明暗은 印象派의 선구자인 도미에(Daumier)의 「동키호테와 산초」라는 작품 속에서도 색채와 빛의 어울림으로 認識될 수 있으며, 그림 앞에서 꿈을 꾸듯 쫓불 앞에서 의식은 멈추기를 拒否하며 계속 흘러 내리는 것이다.

II. 本 論

바슐라르에 있어서 불꽃이란 질량도 없는 存在이지

만, 그것은 하나의 生命을 가지며 어떤 內的 存在의 表徵인 동시에, 賢者들을 思索 속으로 끌어 들이는 吸引力과 솟아 오르는 垂直性을 지닌 力動的 存在인 것이다. 이러한 불꽃의 屬性은 哲學者나 詩人에게 있어서 <原初의 夢想(Réverie première)이라는 은유>이며, 이는 思想으로 表出된다

그리하여 그는 <참으로 커다란 孤獨이 君臨하고 정말로 靜인 때가 닥쳐오면, 그때 몽상가의 마음에도 불꽃의 핵심에도 같은 平和가 存在하여, 그때 불꽃은 스스로의 형태를 지키며 확고한 思想처럼 스스로의 垂直性의 運命을 향해 똑바로 달린다.>라 叙述하고 있으며, 이러한 狀況에서 부드러운 어둠을 고요히 사르고 있는 불꽃은 魂의 靜謐함을 파고 들어 <오직 夢想에 의해서만 人間은 獨自의인 이마주를 전달할 수 있다>라는 確言에까지 도달한다.

따라서 불꽃은 作家를 誘惑에 젖게 하여 말하게 하며, 이는 <이마주—생각—文章(image-pensée-phrasé)>이라는 過程을 통하여 白紙 위에 끌어낸다. 이 과정에 있어서 夢想은 잠들어 있는 知識에 작용하여 意識을 뒤흔들고 깨워내어 수직으로 흐르게 하는 것이다. 때문에 바슐라르의 入場으로는 「괴테와의 對話」 속에서 보여지는, 이틀테면 <죽음은 언제나 믿을 수 없는 것, 불의에 일어나는 것으로 닥쳐와, 그건 말하자면 냉큼 現實化하는 어제 볼 수 없는 거야... 우리가 낮익은 現實世界로부터 전혀 알지 못하는 세계로 옮겨가는 것은 정말 강제적인 것이고... (대공포 전하의 승하에 대한 괴테와 에커만과의 對話 중에서)> 또, <個性의 執拗性, 그리고 사람이 자기에게 맞지 않는 것을 물리치는 것 등, 이러한 것이 내게 엔텔리히가 存在한다는 증거...>와 같은 知識的, 그리고 科學的 내지는 擬似科學의 관찰 내지는 思想을 밀리하였으며, 단호한 論駁과 批評을 가할만 하다. 그의 불꽃에 대한 모든 現象에서 孤獨한 몽상가의 몽상은 자신있게 그럴 수 있는 터였던 것이다.

1. 바슐라르의 夢想에 있어서 쫓불의 屬性과 精神作用.

바슐라르의 전년의 著書들, 이틀테면 「공기와 꿈」 「大地와 意志의 夢想」 등에서 다루어진 想像力의 現象은 <物質的 想像力>에 속하였으며, 그는 그것으로부터 유도된 <力動的 想像力>의 새로운 모습들을 이후부터 헤쳐 나갔다. 기실, 그는 불꽃이라는 物質의 속성 아래서 꿈꾸듯, 자신의 內部에서 上昇하고 있는 感情과의 交接을 거쳐, 이마주라는 存在를 意識하게 되는 단계에 이르렀으며, 그것은 불꽃의 垂直性과 想像

力의 上向性을 통해 觀念의 力動的 眞像을 表出해낸 것이다.

해서, 이러한 이마주는 뒤에서 언급될 夢想家の 孤獨이라는 純粹 結晶體와의 相互 辯證法的인 質的 作用의 막바지인 詩의 이마주로 固結(物質의 意味를 排除한) 된다고 말할 수 있겠다. <수직성의 夢상을 쌓음으로써 우리들은 存在의 超越을 알게 된다>는 記述은 바로 불꽃이 精神에 대해 存在論的인 價値를 附與한다는 의미이며, 이는 다시 <垂直性的의 이마주는 우리들을 價値의 支配아래 들어가게 한다>라는 진술에서 確固한 이마주의 美的 價値를 표상하게 된다. <이마주와 事物은 서로 그들의 美德을 交換한다>와 <불꽃의 夢상가는 그의 꿈을 頂點 쪽으로 끌어 올린다>의 文章은 불꽃이 存在를 넘어서 彼岸의 次元으로 수직성의 나래를 펼쳐며, 우리들 人間의 本質的 靈魂은 이마주의 울림을 통한 力動的 想像力임을 示唆해 준다.

2. 夢想家에 있어서 孤獨의 意味와 辯證法.

불꽃 앞에서 잠재하는 夢想家에게는, 그리고 그가 차지하고 있는 安住의 空間은 삶과 죽음이 나란히 놓여 있으며, 이는 存在와 無의 辯證法이 태어나는 순간을 맞게 되고, 그 속에서 그 자신의 存在와 그 자신의 生成을 보는 것이다. <불꽃은 生成으로서의 存在, 存在로서의 生成이다>라 쓰고 있는 바슐라르는 이러한 存在의 意識, 깊은 밑바닥에서부터 불꽃의 垂直性을 타고 솟아나는 思想이 孤獨의 產物이며, 이는 다다이즘의 선구자인 트리스탄 짜라(Tzara)의 <외로운 불꽃이여, 나는 홀로 있다>와 같은 체험은 홀로 꿈꾸는 者의 告白이라고 말한다.

그리고 이 孤獨은 커다란 삶 앞에서 夢想을 憂愁에 젖어들게 하며, 이는 앞에서 밝힌 불꽃의 歷史性인 過去와 追憶과의 沈默의 交流를 이룬다. 궁극적으로 바슐라르는 存在와 非存在라는 두개의 孤獨 사이에서 超夢想(ultra-songes)의 미묘함을 感知하게 된다.

<불꽃은 괴로와하는 存在이다>라는 單純한 文章은 다시 夢想家の 底邊에 흘러드는 苦惱의 深淵으로부터 發露된 感情은 夢想의 憂愁과 같은 孤獨의 本質 속으로 빠져들게 되며, 해서 그는 타고 있는 存在의 소리를 듣는 것이니, 바슐라르가 스트린드베리의 글 속에서 <...램프는 呻吟하기 시작하며, 절필을기 시작한다>라는 詩句를 끌어내어 <불꽃은 어린아이의 슬픔을 지니고 있다>라 함은 바로 孤獨 속에 內在하는 슬픔의 아름다움이며, 지극히 아름다운 슬픔을 悲壯美라 하듯, 最初의 人間들이 에덴의 樂園으로부터 追放당했던 슬픔 속에는 잃음을 回復해야 하는 義務가 있고, 이는

바로 孤獨의 點綴이 아닌가?

3. 불꽃의 詩的 이마주와 詩學

이제 그는 物質的 불꽃의 垂直性에 生命力을, 다시 말해 力動的의 부여를 위하여 植物體에서 이마주를 찾게 되고, 이는 人間의 原初의 삶을 드러내기 위해 植物의 <삭>을 示唆해 주며, 다시 빅토르 위고(Victor Hugo)와 발자크(Balzac)의 글<모든 植物은 하나의 램프이다. 그 香氣는 빛인 것이다>와 <모든 香氣는 공기와 빛의 化合物이다>로부터 강조된 <빛>의 이마주를 根據로 하여, 그의 獨創的 詩學의 眞面目을 그리게 된다.

여기에 밝힌 <빛>에 대해 敷衍的 說明을 가해 보면—序言에서도 잠시의 披瀝을 한 바 있지만—繪畫에서 처음으로 <빛>을 <색채>와 調和 또는 相互作用시킨 印象派 畫家들의 경우, 실로 그들은 <빛>과 <색채> 속에 숨겨져 결코 밖으로 表面化되지 않은 이마주를 눈이 아닌 夢想을 통해서 본 것이며, 이러한 印象의 方法이 文學에 있어서는 릴케의 글(특히『말테의 手記』)에 나타나지만, 本稿의 흐름을 위해 제쳐 두기로 한다.

하나, 바슐라르의 詩學이 릴케의 그것이거나, 印象派의 것이라는 말은 될 수 없으며, 이마주의 흐름의 方向이 그렇다는 이야기는 될 수 있다고 믿는다.

詩는 藝術의 영역에 內包되어 있으며 따라서 램프의 불꽃이 던지는 빛은 藝術의 이마주의 價値를 지녀야 한다. 하여, 그는 램프를 <創造하는 피조물(creature)로서의 살아있는 물건>으로 지정한다.

그러나 여기서 必然的으로 일어나는 문제인, 불꽃의 創造的 活動을 어떻게 認識해야 하는가에 대해 바슐라르는 <램프라는 存在와 그리고, 동시에 最初의 빛의 充實함을 갖는 夢상가의 存在가 무엇인가를 말하기 위해서는 二重의 存在論이 필요하다>라고 서술한다.

정작, <最初의 빛>이라는 추상적 觀念을 구체적으로 표현하려면, 이는 人間精神의 最初의 모습이며, 우리의 存在의 狀況이며, 哲學에서의 플라톤의 개념인 에로스(Eros)라고 밖에는 더 말할 수 없을 것 같다.

하지만 확실한 것은, 그것이 人間 靈魂의 像이며 明暗이고, 그 밝고 어두움의 交叉 가운데서 눈뜨는 意識의 明暗은 불꽃의 이마주와 想像力을 통하여 詩的 이마주를 創造해 내는 터라 할 수 있다. 이에 대한 문제는 結語에서 現象學의 이마주를 들추어 고찰해 보려 한다.

III. 結 語

앞에서言及한바, 바슐라르의 想像力의 美學은 獨學

으로 化學, 物理學, 數學 및 哲學의學位를 받고 소르본大學의 哲學敎授까지 거친 연륜이 말해 주듯이, 物質과 人間靈魂의 변증법적 調和에서 비롯하여 얻어진 이마쥬의 詩學을 낳게 되며, 이는 거의 한세기(1884~1962)에 걸쳐 완성된 獨創의 理論이라 해도 무방할 것 같다. 이 글을 맺기에 앞서, 프로이트 精神分析學과의 비교, 그리고 現象學의 아마쥬라는 存在論 등에 대해 매듭지어보려 한다.

1. 反精神分析學的 入場

序言에서 잠시 展開한 바 있는 아니무스(animus)와 아니마(anima), 人間精神의 서로 상반된 男性的의 면모와 女性的의 면모, 다시 말해서 精神과 魂, 概念과 아마쥬의 大別에 있어, 바슐라르는 결코 그들 兩者 사이에 綜合이란 없다고 단정하며, 이는 프로이트(Freud) 精神分析學의 決定論的 入場을 拒否하여 對立的인 論旨을 펴고 있다. 덧붙여 말해서 야스퍼스의 프로이트에 대한 배격론인즉, 첫째 人間心理에 대한 언급에 있어서 각 個人에게 固有性이 있는데 비해 프로이트는 그 本性을 一般化한 점, 둘째는 人間의 根本的인 면을 性愛生活을 重核으로 하는 過去로써 決定해 버림으로 해서 人間의 尊嚴한 自由를 喪失하고 말았다는 決定論적 見解를 미루어 짐작컨대, 人間 內面은 說明할 수도 없고 따라서 理論化도 불가능하므로 그의 學問은 科學이 못된다는 것이다.

그러나 『불의 精神分析』에서 바슐라르는 人間의 궁극적인 純粹客觀性에 도달하기 위해서는 認識의 精神分析을 거쳐야 한다는 信念 아래, <想像力>이라는 未知의 세계로 뛰어들어, 프로이트에서 생기는 科學的 誤謬의 극복을 위해 創造的인 불꽃의 이마쥬, 나아가서는 이마쥬의 詩學에까지 이르게 된다. 그리하여 그는 <열려진 認識—열린 想像力(imagination ouverte)>이라는 科學과 藝術의 두 次元을 동시에 引受하여, 마침내 精神分析學은 바슐라르의 이마쥬 속에서 美學으로 탈바꿈하게 되는 것이다.

2. 이마쥬의 現象學的 存在論

現象學의 창시자인 훗서얼(E. Husserl)에 의하면 <사실(또는一事象) 그 자체로!>를 표방하는 오늘날 現象學의 목표는 <될 수 있는대로 모든 先入見을 떠나서 직접적인 所與의 事實을 될 수 있는대로 精確하고 안전하게 記述하는 것>이며, 本體의 本質보다는 本體의 여러가지 現象을 연구하는 것이라 한다.

해서, 잠시 現象學의 美學에 대해 알아 보기로 하면 『現象』이란 우리에게 직접 주어진 價値의 사실, 體驗

이며 이 體驗은 가장 <직접적>이고, 또 가장 <순수한> 것이므로 現象學의 美學은 <직접의 순수(純粹)·美的 體驗>을 그 대상으로 한다. — 哲學 大事典 —

이와 같은 의미에서 바슐라르의 現象學은 詩學의 精髓라 할 만하며, 종래 詩學의 物體의 外的인 아름다움과 變容의 추적에서 탈피하여 즉 視覺의 想像力에서 벗어나 <質料 想像力>과 다시 힘을 가지고 變化의 運動을 일으키는 <力動的 想像力>을 이루어 내어 <人間은 보기 이전에 꿈꾼다>라는 命題를 추출해 내고 있는 것이다. 여기서 우리는 哲學的 思考의 問題를 제기하지 않을 수 없으며, 이는 바슐라르의 言語인 이마쥬와 불가피한 충돌을 하게 되고 다시 앞에서 전제한 프로이트의 意識의 「저항」 「억압」 「무의식」이라는 概念 사이에서 迷宮으로 흘러들음을 알 수 있다.

예들여 想像力의 한 表現인 이마쥬는 그 울림을 통하여 작가로부터 작품을 創造해 내며, 이는 다시 讀者의 이마쥬를 울려서 文學의 카타르시스(Katharsis)에 도달하는, 즉 觀念的 思維로부터 內的인 變化를 거쳐 行動의 영역에까지 이르게 되는 것이라 볼 때, 우리는 이마쥬가 思想에 앞서는 것이며 곧 <思想의 核>이 된다 할 수 있겠다.

그리고 存在生成的인 想像力, 즉 이마쥬의 울림을 따라가면 客觀的 의미의 <物質的 想像力—質料想像力>에서 主觀的 의미의 <力動的 想像力—動力 想像力>으로 발전되어, 필경은 세계에 대한 人間精神의 創造의 기능에 의해 本質의 태도를 얻어 낼 수 있으니, 이를 가리켜 몽상가와 불꽃과의(바로 이마쥬와의) 交感이라 하는 것이다. 그것은 空間을 確大하여 볼 때 ‘나’란 存在와 世界와의 交接이 아닌가? 하여 그는 <경탄>이라는 凡常스런 단어 속에 그 순간을 內包시키고 있다.

우리가 事物의 觀照에서 얻어 내는 아름다움이란 그것에 <경탄>한 순간이며, 그 순간 속에 時·空間을 옆에 두고 흐르는 것이 바로 이마쥬이고—물론 앞에서 들춘 바와 같이 想像力의 한 의미로서—이는 ‘나’란 存在와 對象을 연결시키는 보이지 않는 끈이며, 그 線은 마치 맺줄처럼 生命과 美를 交接시키는 것이 아닌가 한다.

이상에서 다룬 바를 綜合하면 記憶과 夢想이 서로 소통하여 이루어 낸 <詩的 이마쥬>는 人間의 原初的 心理의 表現 현상이 아닌 그 心理의 中心이며 출발점 이므로 그 울림은 存在生成의 원리로서 想像力을 提供하여 藝術的 創造力을 辯證法的 運動에 의해 孕胎한다.

그리하여 바슐라르의 想像力은 詩的 이마쥬를 통해 美的인 價値와 함께 存在의 價値까지도 포함하는 것이다.

우리는 <새로 태어나기 위해> 불꽃을 바라는 그의
孤高스런 자태를 想念에 떠올릴 때, 다시 한번 人間靈
魂의 아름다움을 느낄 수 있지 않은가.

Ⅳ. 에필로그

어느 비 개인 날 찾은 바슐라르의 모든 것은 나의
글쓰기에 充分한 것을 전네 주었으며, 그로 인해 이렇
게 조그만 小考를 써 볼 意慾도 가지게 되었다. 처음
엔 바슐라르와 프로이트 心理學, 그리고 릴케의 詩와
印象派 畫家들을 함께 몽둥그려 쓸 의도였으나 모든면
의 不足함을 통절히 느껴 꺾이어져 버렸다. 미흡한 참
고 서적이나마 들추어 볼 여유도 별로 못가진 것은 다
시 二律背反의 모순을 닮아야 하겠으며, 바슐라르의
想像의 發想法은 누구든 한 번쯤 읽어보길 원하며 거기
서 부딪쳐 오는 存在의 問題에도 달려들었으면 하는
마음이다.....

◀ 참고 문헌 ▶

- 바슐라르著 李 嘉林 譯『촛불의 美學』 文藝出版社
- 『空間』1976년 3월호 金 華榮 教授 論文
- 『高大新聞』1976년 9월 28일字
- 바슐라르 美學의 方向— 金 華榮
- 『文學과 知性 23』1976년 봄호
- 바슐라르와 想像力의 美學— 郭 光秀
- 『現代人의 思想 9』太極出版社
- 『世界의 大思想 11 (프로이트)』 微文出版社
- 이 용호 譯『프로이트 心理學 入門』 白潮出版社
- 에커만著 池 明烈 譯『괴테와의 對話』 三中堂
- G. 슈미트 著 金 潤洙 譯『近代 繪畫小史』 一志社
- 『哲學 大事典』 學園社

〈工業化學 2〉

원 고 모 집

學報 82號에 게재할 원고를 다음과 같이 모집합니다.

대 상 : 서울工大 在學生, 同門

종 류 : 논단(전공, 교양)
실습기(국내, 해외)
학생활동소개
기타

마 감 : 1977年 5月 30日

제 출 처 : 學生會館내 本社 또는 工大 學生담당실.

서 울 공 대 사

金顯承의 詩空

孤獨은 인간의 本質인 문제 가운데 하나이다. 그것은 개인의 存在를 서로 이해할 수 없다는 불행과도 직결된다. 그러나 哲學的 思辨으로서의 孤獨이 아니고 生活로서의 孤獨일 때 그것은 더욱 本質인 것으로 孤獨이라는 개념이 生來的인 것인가, 우리는 그것을 지켜야 하는가 克服해야 하는가 하는 문제가 남는다.

金 炯 中

한국의 현대시가 대부분 抒情性을 추구하는 면모를 보여 주었던데 반해 소수의 시인은 자신의 觀念的인 問題를 詩를 통해 추구해보려는 집념을 버리지 않았다. 서정시가 귀족주의의 경향을 띠며 詩人의 意識이 詩에 完結性을 획득하기 힘들다는 통념을 극복한 귀한 몇 편의 詩와 言語를 통한 存在와 認識의 哲學的 鼎立으로 밀고 가려고 시도했던 몇몇 詩人을 제외한다면 한국의 서정시는 대부분 나약한 여성적인 토운으로 체념의 상태에 머물고 말았다.

정서와 격정의 유발, 非審美的·실천적·합리적 모티브의 捨象에서만 純粹詩가 가능하고 일상적·실천적 합리적 현실에서 완전히 독립된 詩의 世界와 자기 자신의 輻을 중심으로 하는 자율적·自足的인 심미적 小宇宙가 가능하다는 말라르메의 詩學에 근거를 둔 순수시와는 다른 형태의 非政治的인 색채를 순수시라고 부른, 그래서 抒情性과 政治性이 對立을 보인 경우는 있었어도 그 이상의 觀念的 詩的인 論議는 드물었다.

抒情性을 통해 현실과의 격렬한 투쟁을 보여준 李陞史나 尹東柱의 경우에도 그것은 狀況과 결부된 詩가 대부분이었다. 이 경우 그들의 태도는 超人의 倒來를 염원하는 데에서 그들의 詩的 모색에 머물고 만다. 그러나 이들의 경우에는 문학사적으로 재평가되어 있으나 아직 金顯承이나 金玟燮의 경우에는 문학사적으로 평가되어 있지 못하다. 그 이유는 여러가지가 있겠지만 다른 많은 詩人들의 경우와 마찬가지로 정치적인 문제로 인한 듯하다. 아 물론 金顯承이나 金玟燮이 문학사적으로 평가되지 않고 있다는 점이 애석한 일이라 하겠으나 여기서는 오히려 볼프강 카이저와 같은 관점에서 본다면 문학외적 요소에 의해 윤색되지 않았다는 것이 장점으로 꼽힐 수도 있다.

한국의 시단에서는 드물게 柳致環, 朴斗鎭 등과 더불어 위의 두 詩人이 모색해 온 詩的 세계가 관념의 세계로 요약되어질 수 있다. 특히 金顯承은 孤獨의 문제를 집요하게 추구한 詩人으로 잘 알려져 있다.

孤獨은 온갖 감정의 종점이며 도피처로써 안식마춤인 城인 셈이다. 고독의 성으로 도피함으로써 외부의 非詩的인 것과 구별되어지는, 그래서 詩語로서는 더할 나위 없이 섬세하고 연약한 여성적 속성이 매우 강한 어휘가 바로 고독이다. 고독의 여성적 속성 때문에 고독이라는 詩語는 그 자체로서도 충분한 완결성을 지니며 동시에 自足的이다.

그런데 고독은 生來的인 관념이다. 고독은 모든 인간에게 공통으로 배분되어진 관념이다. 고독은 개인에게 모두 다르게 나타나지만 그 본질은 같은 것이다. 자신을 외부로 확장시키려는 욕구, 절대와 동일시하려

는 욕구등이 비현실적인 것과 서로 이해되어질 수 없다는 데에서 출발하는 苦痛으로 구별된다. 다만 그 고독이 단순한 관념 안으로 도피하려는 의미에서의 고독인가 아니면 현실과의 부단한 부딪힘에서 얻은 고독인가 하는 문제가 남는다.

金顯承의 경우에 고독을 위한 고독, 詩가 생활에 섰 행한다(鄭漢模, 金容稷 ; 韓國現代詩要覽 p.579)는 詩人の 고백에서 그 자체로서 완결성을 갖는 고독이라는 것을 쉽게 알 수 있다. 다시 말해서 金顯承에게는 고독 그 자체가 詩의 주제이며 자신의 모든 存在이고 아름답고 對象이면서 동시에 主體가 된다. 그의 詩에 나타나는 고독은 하이데거에게 있어서의 言語와 동의어나 마찬가지로이다. 그의 고독은 사회학적이거나 정치적인 면에서가 아닌 좀 더 본질적인 문제였다. 그것은 그의 자세가 섬약한데서 연유한다. 극복하려는 자세가 아니고 우회하려는 시도를 그의 詩에서 자주 볼 수 있게 된다. 그의 여성적인 면모는 그의 눈물에 대한 偏愛에서 잘 볼 수 있다.

눈물은 無言의 言語이면서 동시에 가장 강렬한 의미를 지닌 언어이다. 눈물은 그 자체로서도 강렬한 호소력을 발하고 순수하다는 이미지를 풍기기 때문에 여성의 전유물처럼 되어있다.

내 목이 가늘어 懷疑에 기울기 좋고,
血液은 鐵分이 셋에 눈물이 일곱이기
咆哮보단 술을 마시는 나이팅게일……

〈自畫像〉

自畫像의 一・二聯에서 보듯 그의 눈물偏愛는 대단한 것이다. 그의 聲價를 높여주었고, 그를 재평가하게 한 詩 ‘눈물’에서 보면 그의 여성적 편향과 아울러 그의 눈물의 美學을 볼 수 있게 된다. 고독이 그의 모든 문제였듯이 눈물, 또한 그의 전부였다. 鄭芝溶의 琉璃窓과 마찬가지로 ‘눈물’도 사랑하는 자식을 잃고 슬퍼하며 지은 詩이다. 그런데 그 두 편의 詩가 간절하면서도 깔끔하게 슬픔을 승화시켜 슬픔이 가지는 최상의 美의 세계를 보여줌으로 해서 성공한 훌륭한 작품이다. 그에게 눈물은 가장 값진 것이다. 그것은 그의 모든 詩를 일관하는 투명함, 그 無色の 현란한 색조를 확보해 준다. 그래서 눈물은 단순한 한방울의 물에 머무는 것이 아니라 生命으로까지 확대된다. 눈물을 극도로 미화시킨다는 것은 바로 그가 바로 여성적 취향의 시인이라고 말할 수 있는 근거를 제공하는 것이다. 그것은 또한 그가 민족적 로맨티시즘에서 탈각하는 시기에 쓰여졌기 때문에 그의 마지막 체취로서의 눈물이라는

점이 또 눈에 띈다.

더러는
沃土에 떨어지는 작은 生命이고저……

흙도 티도,
금가지 않은
나의全體는 오직 이뿐!

더욱 값진 것으로
드리라 하올 제,
나의 가장 나중 지니인 것도 오직 이뿐!

아름다운 나무의 꽃이 시들을 보시고
열매를 맺게 하신 당신은

나의 웃음을 만드신 후에
새로이 나의 눈물을 지어 주시다.

〈눈물〉

보다 아름다운 눈을 위하여
보다 아름다운 눈물을 위하여
나의 마음은 지금, 喪失의 마지막 잔이라면,
詩는 거기 반쯤 담긴
가을의 향기와 같은 술.

사라지는 것들을 위하여
사라지는 것만이, 남을 만한 眞理임을 위하여
나의 마음은 지금 저무는 일몰時라면,
詩는 그곳에 멀리 비추이는
일 다문 窓들……

〈地上的 詩〉

그가 초기의 詩에서 즐겨 사용하는 詩語로 가을, 窓, 祈禱등이 있다. 그의 초기의 詩에서는 소멸되는 것에 대한 아름다움과 空間的으로 孤立되어 있음을 보게 된다. ‘사라지는 것만이, 남을 만한 眞理임을 위하여’라는 귀절과 ‘일 다문 窓들’이라는 귀절은 그런 면을 잘 보여주고 있다. 그에게 있어 남는 것이 眞理가 아니고 역설적으로 사라지는 것이 眞理라고 노래된다. 어떻게 보면 그의 空間的 位置와 소멸에 대한 아름다움은 서로 모순처럼 대립한다. 窓은 ‘蒼空으로 나아가는 海峽’〈窓〉이다. ‘우리의 모든 아름다움’이 사는 ‘지붕’〈빛〉과 아름다운 별들이 있는 하늘을 연결시켜 주는 것, ‘거기서는 작은 항아리/출렁이는 沈默이 밤

과 같이'〈森林의 마음〉 흘러 넘치는 작은 독(壺)과 外界를 연결시켜주는 유일한 교량이 바로 窓이다. 그러나 그의 意識은 그 窓이 있는 유체되어 제한된 空間에서 생성과 소멸이 반복된다. 그래서 생성과 소멸을 거듭하는 공간에 詩와 神이 자리를 잡게 된다. 詩는 마음을 채우는 가을의 향기와 같은 술이며, '그곳에 멀리 비추이는/입 다문 窓들'이 된다. 입 다문 窓들로 표현되는 공간의 확보(거기에는 自足的인 詩와 有限을 超越하는 神이 자리잡고 있다.)를 통해 그의 고독은 형성된다.

한편 그의 時間도 限定된 空間속에 머물러야 된다. 그는 간직하여 두는 것에 呪術의인 마력을 느낀다. 그것은 變化를 거부하는 태도와 관련된다. 이러한 면이 그를 唯美主義인 詩人이라고 규정할 수 있는 근거가 된다.

이제 많은 사람들이 새 술을 빚어
깊은 地下室에 묻을 時間이 오면,
나는 저녁 종소리와 같이 호울로 물러가
나는 내가 사랑하는 마른풀의 향기를 마실 것입
니다.
〈가을의 詩〉

이때가 되면
내가 당신에게 드리는 가장 아름다운 선물은,
가을 하늘만큼이나 멀리멀리 당신을 떠나는 것
입니다.

떠나서 생각하고,

그 눈을 나의 영혼안에 간직하여 두는 것입니다.

〈가을은 눈의 季節〉

그의 時間과 空間에 대한 限定性이 그의 여성적인 섬세함과 결합되면서 고독은 그의 중심에 자리잡게 된다. 그래서 그의 詩에서의 고독은 일종의 保護色이 아닌가하는 생각을 자아내게 한다. 왜냐하면 이미 그가 확보해 놓은 시간과 공간에는 自足的인 詩와 神이 존재하고 있기 때문이다. '당신께서 내게 약속하신 時間이 이르렀습니다'. 〈가을의 詩〉라고 노래하고 있기 때문에 그의 고독은 일종의 감상적인 감정으로 해석되기 쉽다. 그러나 그에게 있어서 이미 확보된 神에 대한 그의 갈구는 무척 人間의이었다는 점이 눈에 돋보인다. 메트로 뽕머는 종교가 초월성을 유지해야 한다고 말하면서도 그 초월을 세상 밖에서 찾을 것이 아니라 바로 인간실존의 중심에서 인간이 놓여 있는 이 세상에서 체험해야 한다고 주장한다. 金顯承은 비록 기독교적인 神을 믿었으나 그는 인간실존의 중심에서 기독교적인 神에 관한 論理를 도출해내지 못함으로써 그

의 유랑은 시작되었다. 크리스트가 이 땅에 왔을 때 크리스트는 메트로 뽕머가 의미한 두 초월의 개념은 完結되었지만 그는 대부분의 기독교 신앙인의 경우처럼 생활의 전반에 걸쳐 실천인이 되지 못한데 대한 아픔을 간직해야 했다.

우리가 사는 동안

그렇게도 소중한 것처럼 보람있던

한숨도 絶望도 憤怒와 웃음 또한

사랑하는 愛人들도

누굴 相續者로 물음조차 없이

구름지워 가 없는 하늘에 흩날려 버리는 것은,

모든 愛着과 肯定보다도

얼마나 풍성한 無限의 階段이냐!

〈人生頌歌〉

은밀한 곳에 풍성한 生命을 기르시려고,

작은 꽃씨 하나를 두루 찾아

나의 마음 저 보라빛 노을 속에 고이 묻으시는

당신은 오늘 내 집에 오시어,

金銀 기명과 내 평생의 값진 道具들을

짐짓 門밖에 내어 놓으시다!

〈내가 가난할 때〉

神이 명령하게 될 때, 혹은 명령하고 있다고 느껴지 게 될 때 神과 人間사이의 인격적인 관계는 허물어진다. 명령하고 강요당하는 관계 속에서 神은 단순히 떨어져 있을 이라는 함수관계는 될 수 없고 神은 경외의 대상 이거나 공포의 대상으로 전락하게 된다. 神과의 人格的인 關係가 성립될 때 그 神에 대한 신앙은 바로 모든 애착과 긍정보다도 훨씬 풍성한 無限의 계단으로 화한다. 그러나 神과 인간 사이에는 하나의 제약이 가로놓여있다. 그것은 戒命이며 순화의 첫 단계이자 마지막 단계가 된다. 이 계명은 인간이 반드시 지켜야 할 神에 대한 의무이고 이 의무를 수행하므로써 기독교적인 위안과 安息을 얻게 된다. 그런데 거기에 인간적 욕망—가치는 것—으로 인해 죄악을 범하게 된다. 뿐만 아니라 신에 반역하게 된다. 그래서 예수는 '가서 네 소유를 팔아 가난한 자를 주라'고 말한다. 그것은 불교적인 無慾의 경지에서나 가능하게 된다. 한숨, 절망, 분노, 웃음, 사랑, 애착과 긍정을 모두 버릴 때 비로소 인간은 주체적으로 된다. 그래서 당신은 오늘 내 집에 오시어 '金銀 기명과 내 평생의 값진 도구 들을' 짐짓 門밖에 내어 놓는다. 그는 이것을 풍성한

生命을 기르시려는 초월적 존재로 파악하게되며 거기서 새로운 풍성한 無限의 階段을 본다. 그러나 思惟하는 것과 실천한다는 사실 사이에는 도달할 수 없는 거리가 존재한다. 여기서 그는 神과의 갈등을 만난다. 고독이 비록 그의 도피처이지만 그 안에서 그의 또 다른 절대와의 힘든 만남이 시작된다.

그의 정제된 시간, 結晶화된 시간과 안으로 잠긴 空間은 결국 그를 고독으로 몰고간다. 그것은 표면적으로 변화를 거부하는 것처럼 보이나 내면에서는 격심한 싸움의 연속으로 점철된다.

빵과 武器보다

빛과 이웃을 求한다.

가슴들을 더욱 깊이 파,
눈물을 쫓게 하고 오늘날은

천박한 黃金의 邊方에서 한 줌의 흙을 求한다.

〈渴求者〉

모든 神들의 巨大한 正義 앞엔
이 가느다란 창끝으로 거슬리고,
생각하던 사람들 굶주려 돌아오면
이 마른 떡을 하룻밤
네 삶과 같이 배어 주며

結晶된 빛의 눈물,
그 이슬과 사랑에도 녹슬지 않는
堅固한 칼날—발 딛지 않는
피와 살

〈堅固한 고독〉

빵과 무기 보다도 이웃과 빛을 선택한다는 것은 사회적으로 평균화된 가치 개념에서 볼 때 하나의 모험이다. 너희가 여기 내 형제 중에 지극히 작은 자 하나에게 한 것이 곧 내게 한 것이라고 한 예수의 말은 내가 주릴 때에 너희가 먹을 것을 주었고 목마를 때에 마시게 한 절대자에 대한 충성과 이웃에 대한 사랑이 기독교적 사랑의 완성이다. 그런데 예수는 이웃에 대한 관념적이며 사변적인 사랑을 강조했던 일이 없다. 빵과 무기 보다도 빛과 이웃을 선택하는 일이 관념적일 때에는 쉽다. 그러나 실천적인 경우에 그것은 사실 순교자적인 고행과 고난을 수반한다. 詩가, 생활에 선행한다고 한 그의 '나의 詩, 그 變貌의 過程에서 이미 보았듯이 격렬한 현실과의 투쟁의 흔적을 보기 어렵다.

金斑變의 경우 고독은 예전에는 사람을 聖者처럼 보고/사람 가까이/사람과 같이 사랑하고/사람과 같이 평화를 즐기던/사랑과 평화의 새 비둘기는/이제 산도 잃고 사람도 잃고 사랑과 평화의 사상까지/남지 못하는 쫓기는 새가 되었다<성복동 비둘기>는 詩句에서와 같이 무엇인가를 잃었다는 감정에서 연유하는데 반해 金顯承의 경우는 달리 기독교적 사랑에서부터 고독이 시작되는 역설이 성립된다.

그러나 詩集 "絕對孤獨"에서부터 그의 면모는 일신한다. 고독을 표현하는 것은 나에게서는 가장 즐거운 詩 예술의 활동이며 윤리적 차원에서는 참되고 굳세고 자함이 된다. 고독 속에서 나의 참된 본질을 알게 되고, 나를 거쳐 일반을 알게 되고, 그럼으로써 나의 對社會的 임무까지도 알게된다 (絕對孤獨 序文)는 그의 고독에의 천착은 새로운 차원으로 발전한다.

공간과 시간적으로 구속된 자아, 거기서 얻을 수 있으리라 생각했던 自足的인 세계의 虛構性에서 탈피하여 그의 세계에 만연한 아픔과 同宿하면서 그는 단순히 떨어져 있어 비교의 대상이었던 神이 아니라 함께 고난당하는 神과 해후하게 된다. 변화를 거부하던 자 세는 사건 속으로 뛰어들어 전적으로 변혁을 요구하는 단계로 돌입한다.

신앙은 하나의 사건이다. 신앙은 살아 행동하는 것이지 생각하는 것이 아니고 生을 완성시켜가는 생명 운동이다. '믿는다는 것'은 기본적으로 명사가 아니고 동사이다. 이것이 바로 신앙은 인격적이라는 것, 신앙의 주체는 '그것'이 아니라 '나'라는 것이다. 참 신앙은 언제나 신앙의 전달에 대한 인격적 응답인 것이다.

초기의 시에서 볼 수 있는 고독 그 자체로서의 고독은 불안한 그의 의식의 반영이었다면 "절대고독" 이후의 고독은 생동하는 창조와 희열의 고독이라고 할 수 있다. 그러나 그 희열은 절대 희열이 아니라 조금 덜 불안한 상태를 의미하는 데에서 그친다. 그 이유는 후기의 詩篇에서조차도 그가 확보한 시간과 공간은 정제하고 있다는 데 있다.

초기에 볼 수 있던 神과의 갈등이 귀의할 수 있는, 함께 고난 당하며 괴로와하는 神과 해후했기 때문이며 신앙에서의 보편성을 획득했기 때문이다. 또, '티끌과 常識으로 충만한 거리', '數量의 허다한 信賴者들'〈擁護者의 노래〉과 다른 길을 추구하던 그의 삶의 방향이 확립되었다는 증거이기도 하다. 신앙이 신앙의 전달에 대한 인격적 응답이어야 할 때 인간은 자기 자신에 불들려 있어서는 안된다. 그래서 인간의 참 근거는 자신 밖에 있다고 말할 수 있게 된다. 이 말은 詩人의 경우

그는 귀족적이어서는 안된다는 말이 된다. 다시 말하면 詩人도 그 前代를 호칭하는 同時代的 동질성, 연대감을 가져야 한다는 것이다. 그의 동질성을 확보했다는 자신감을 絶對 고독에서 볼 수 있다.

나는 이제야 내가 생각하던
영원의 먼 끝을 만지게 되었다.

그 끝에서 나는 눈을 비비고
비로소 나의 오랜 잠을 깬다.

내가 만지는 손끝에서
영원의 별들은 흩어져 빛을 잃지만,
내가 만지는 손끝에서
나는 내게로 오히려 더 가까이 다가오는
따뜻한 체온을 새로이 느낀다.
이 體溫으로 나는 내게서 끝나는
나의 영원을 외로이 내 가슴에 품어 준다.

그리고 꿈으로 고이 안을 받친
내 言語의 날개들을
내 손끝에서 이제는 티끌처럼 날려 보내고 만다.
나는 내게서 끝나는
아름다운 영원을
내 주름 잡힌 손으로 어루만지며 어루만지며
더 나아갈 수도 없는 나의 손끝에서
드디어 입을 다문다. — 나의 詩와 함께.

〈絶對 고독〉

그의 눈물에 대한 편애가 ‘눈물’에서 완결되었다면 고독은 위의 ‘絶對고독’에서 완결되었다고 볼 수 있다. 그의 存在에 대한 불안은 ‘不完全’에서 해소됨을 알 수 있다. 그는 자신의 ‘不在’를 통하여 자신을 발견하게 된다. 자신이 ‘聖殿에 있지 않았고’, 예수가 광야에서 사탄에게 시험당할 때 돌을 들어 먹을 만들라던 말을 생각해내곤 자신이 ‘돌을 들어 먹을 만든것’ <不在> 아니라는 사실을 확인한다.

그는 자신의 단단한 뼈속에도, 자신의 雨傘 안에 도 있지않음을 인식한다. 자신의 존재가 그 어디에도 없다는 것은 시인의 처절한 절규이지만 오히려 그 절규를 통해 절실한 詩人的 社會의 욕구를 보여준다. 詩集 ‘絶對고독’에서 그의 詩語는 텅 빈 상태, 不在, 不完全등이 압도적인데 ‘눈물’에서 흠도 티도, 금가지 않은 完全했던 눈물이 고독으로 넘어 오면서 금가지 시작해서 완전히 균열된다. 절대고독은 고독의 최후의

단계이며, 그것이 영원으로 이어지는 순간이다. 李盛夫의 論理에 의하면 ‘이제야’ 만지게 된 영원, 그리하여 비로소 ‘잠을 깨는’ 영원은, 한 경이의 출발점이자, 종교적 안착과 순응주의에서 인간적 각성으로 뛰어드는 분수령임을 시사하고 있다. 그러므로 그가 만지는 영원 그 손끝에서 다사로운 체온이 느껴지며, 이 체온으로 절대적 고독을 극복한다는 논리도 가능하다. (견고한 孤獨, 三中堂, p.267)

순응에서의 전환은 神과의 새로운 關係형성을 의미하는데 절대고독 이후에는 參與詩로 발전하고 있다.

아름든 한국의 시단에서 관념으로서의 고독의 문제를 집요하게 추구하면서 발전시키고 초기의 여성적 이미지에서 건강한 형태의 시를 쓰고 더우기 역사성을 발하러던 순간에서 타계했던 사실은 분명히 한국의 詩史에 하나의 커다란 손질이 아닐 수 없다. 개인의 아픔에서 출발해 사회적 아픔으로 승화해 가는 과정에서 그의 고독은 무척 컸을 것이다. 고독은 인간의 본질적인 문제 가운데 하나이다. 그것은 개인의 存在를 서로 이해할 수 없다는 불행과도 직결된다. 그러나 철학적 思辨으로서의 고독이 아니고 生活로서의 고독일 때 그것은 더욱 본질적인 것으로 된다. 여기에서 문제되어지는 것은 고독이라는 개념이 生來的인 것인가, 우리는 그것을 지켜야 하는가, 克服해야 하는가 하는 點이다.

詩에 있어서는 그것을 지켜야 하는가, 克服해야 하는가 하는 점은 二次的인 문제이고 詩人 개인의 문제일 때 그것은 반드시 克服되어져야 한다. 詩에 있어서는 詩가 讀者와 동질성과 연대감으로 확인되어져야 하기 때문에 克服은 반드시 필요한 것은 아니다.

金顯承의 觀念과 形象化가 現實世界로 눈을 돌렸을 때 金洙暎의 詩에서 보는 바의 분노로써가 아니라 理性的인 현실의 투시가 된것도 사실은 그의 순수한 觀念의 탐구에 기인한다. 또 柳致環의 詩에서 볼 수 있는 詩語의 便直性을 극복할 수 있는 것도 그의 女性的인 면모에 기인한다. 그의 觀念의 천착이 그의 詩에 미친 영향은 지대하다. 그것은 鄭芝溶의 詩에서 볼 수 있는 절제의 아름다움을 金顯承의 詩에서 볼 수 있다는 것은 우리에게 커다란 수확이 아닐 수 없다. 앞에서 論議되었던 그의 詩의 空間이 폐쇄적이었으면서도 그안에서 새로운 변화와 투쟁을 계속했던 사실은 그의 詩的 변모가 그를 어느 한계에 가둘 수 없는 詩人이라는 점을 명확히 한다. 그러나 그의 詩의 限界性 혹은 그의 詩精神의 限界가 노출되는 것도 어쩔수없는 일이다. 그의 自足性이 끝까지 추구되지 못하고 도중에서 멈추었다는 점이 무척 애석할 뿐이다.

<전기 三>

現代와 人間疎外

—그 理論의 多面的 接近—

宋 鍾 太

<目

次>

I. 序

II. 疎外概念

A. 語源의 意味

B. 史的 概觀

III. 疎外理論의 多面的 接近

A. 헤겔과 마르크스의 疎外概念

B. 프롬의 疎外理論

C. 오르테가의 大衆社會理論

D. 마르쿠제의 先進產業社會

E. 論實存主義文學에서의 疎外

F. 韓國의 狀況

IV. 克外問題의 克服

V. 結

I. 序

오늘날의 문명비평가들은 20세기의 문명을 상징하는 것으로 생각되는 각종의 변화,新局面을 擧出하여, 우주시대, 원자력시대, 고도대중소비시대, 오토메이션시대, 이데올로기의 終焉, 레저시대, 컴퓨터시대, 정보혁명의 시대, 평화공존의 시대, 최적사회의 시대라는 일련의 호칭으로 文明史的 意味를 표현하려 든다. 이러한 호칭은 모두 현대 문명의 급격히 變貌하고 있는 모습을 각종의 영역에서 捕捉하려는 것으로 보겠다.

우리 인류는 전자계산기에 의해 그 合理性을 보장받고, 달은 물론 금성과 화성에까지 과학적 탐색을 시도하고, 가까이는 心臟移植과 인큐베이터를 통한 인간생명의 출현을 내다보고 있는, 일찌기 역사상 경험하지 못한 科學文明을 享有하게 되었다. 현대는 이러한 과학기술문명의 급격한 發展에 힘입어 인간의 물질생활은 과거 어느 때 보다도 윤택해져 유토피아에 살게 된 것 같지만, 실상은 기계문명의 영향으로 非人間化가 가속되고 있으며, 또 자주 바뀌는 시대적 상황으로 인간은 자기의 位置를 몰라 彷徨하게 된다. 기계와 물질문명시대의 到來에 의한 인간의 商品化, 인간이 만

든 각종 메카니즘에 의한 人間性 조작, 기술혁신의 산업사회에서 人間の 劃一化 등은 현대적 상황을 認知하는 대표적 현상으로 등장하고 있는 것이다.

사실, 현대인들은 아드리언·스티븐슨(Adlai Stevenson)이 적절하게 표현한 것처럼 「우리는 이제 이미 노예가 될 위험은 없지만, 로봇이 될 위험은 있다.」¹⁾는 무서운 위기에 봉착하고 있는 것이다. 이러한 현대적 상황은 곧 人間疎外의 문제로 歸結시킬 수가 있으며, 현대사회의 否定的 特性과 현대인들의 悲劇의 모습을 이해하는데 「疎外」란 概念보다 더 흔히 사용되는 概念은 없는 것으로 보여지고 있는 것이다. 헤겔이 처음으로 現代의 意味의 「疎外」란 용어를 사용한 이래로 「疎外」는 분명 현대적인 것의 本質의 屬性으로 파악되고 있다.

현대인은 이 지상에서의 일상생활이 지배당한 것 같고, 無意味하며 고독과 不滿속에서 나날을 보내며, 그 자신의 노동이나 노동을 통해서 생산하고 소비하는 물건으로부터, 그가 살고 있는 세계나 국가, 동료, 나아가서는 그 자신에 대한 관계에 있어서 까지도, 同一化의 감정을 實感하지 못하는 自己疎外의 狀況에 處하고 있는 것이다.

우리 사회에서도 近代化와 더불어 「人間喪失」이니

「疎外」나 하는 용어는 널리 쓰이게 되었으며, 이것은 하나의 문제로서, 지식인 사회에서 간혹 논의되는 생소한 것이 아니라 바로 현대를 살아가는 우리 자신들의 根本的인 당면 문제로서 認識되고 있다고 보겠다.

그런데 「疎外」라는 용어가 우리 주위에서 광범위하게 사용되고 있으면서도 진실로 무엇을 의미하는 것이냐 하는 문제에 적면하게 되면, 명확하게 파악하고 있는 경우가 드물게 됨을 알게 된다. 「疎外」가 무엇을 의미하는 것이냐에 대한 문제는 일반에게 있어서 그 概念의 混亂을 불러 일으키고 있을 뿐만 아니라, 常識의 수준이상의 사회과학연구에 있어서도 의견이 一致된 概念으로 통용되고 있지 않음을 볼 수가 있다. 이렇게 昏迷한 상태에 놓여 있는 「疎外」의 意味를 規定할 수 있는 가장 安全한 방법은, 疎外概念의 역사적인 發展過程을 살펴보고 오늘날의 사회과학, 특히 사회학의 動態를 분석, 정리해 봄으로써 가능해질 것으로 생각된다. 따라서 筆者는 疎外理論의 역사적 發展過程의 脈絡을 多面的 접근으로 더듬어 보고, 韓國의 狀況과 아울러 이에 대한 克服의 方法論의 접근을 꾀해 보기로 한다.

II. 疎外概念

A. 語源의 意味²⁾

疎外란 英語의 Alienation, 佛語의 Alienation, 獨語의 Entfremdung 을 우리말로 옮겨 놓은 것이다. 흔히 우리는 疎外를 헤겔과 마르크스가 본격적으로 사용했다고만 알고 있고 그전에는 누가 어떤 뜻으로 이 낱말을 사용했는지를 잘 알고 있지 못하다. 語源的으로는 Entfremdung 이 1100년에서 1500년에 이르는 기간에 사용된 中世獨語(Middle High German)에서 이미 나타나고 있으며, Alienation 도 중세기 동안에 사용되었으며, 佛語로는 고전적인 라틴어에 溯及되기도 한다.

疎外의 라틴어는 Alienatio 라는 名詞인데 이것은 남의 것으로 만든다, “제거하다” 등의 뜻을 지닌 Alienare 란 動詞로부터 그 뜻을 빌어왔다. 이 動詞는 “남에게 속한다”는 뜻을 지닌 Alienus 에 그 기원을 두고 있다. 이 Alienus 는 단순히 “남의”라는 形容詞나 “다른 것”이라는 名詞의 뜻을 지닌 Alienus 에서 排出된 것이다. 獨語의 Entfremdung 도 원래 낯선 것, 이방적인 것을 뜻하는 Fremd 에서 파생된 것으로 英語와 佛語의 경우와 비슷하다.

그런데 이러한 語源의 의미를 가진 「疎外」가, 現代

的인 概念으로는 卽「어떤 사람이 그 自身을 異質的인 存在로서 經驗하는 經驗의 一類型」(By alienation is meant a mode of experience in which the person experiences himself as an alien being)³⁾이나 「그 “自身이” 行爲者나 物件으로, 또는 그 自身の 運命을 統制하려는 主體나 他人에 依해서 操作되는 客體로서 根本的인 分離」(Alienation, in its original connotation, was the redical dissociation of the “self” into both actor and thing, into a subject that strives to control its own fate, and an object which is manipulated by others)⁴⁾를 나타내게 된다. 또한 疎外概念을 시맨(M. Seeman)은 無力感, 無意味性, 無規範性, 孤立, 自己疎外의 5가지로서 설명하고 있다.⁵⁾

이러한, 현대적 의미의 疎外概念과 그 理論에 관해서는, 앞으로 제 3장에서 상당한 논의가 있을 것으로 생각한다.

B. 史的 概觀⁶⁾

疎外의 概念이 역사적으로 사용된 데는 18세기 초 아담·스미스, 흄스, 그리고 신약과 구약성경에까지 거슬러 올라갈 수가 있다.⁷⁾ 그러나 오늘날 우리가 常用하는 疎外의 概念이 정착된 것은, 철학적으로는 헤겔에서이며, 사회과학상의 용어로 쓰이기 시작한 것은 청년 헤겔파를 거쳐 마르크스에서 비롯된다고 본다. 마르크스는 그의 1840년대의 초기저작, 특히 「經濟學·哲學草稿」에서 疎外의 概念에 대해 광범위한 의미를 부여했었다. 그런데 마르크스의 疎外概念은 그 자신이 세상에 공개되기를 꺼려했던 초기 저작들이 빛을 보게 됨에 따라, 관심있는 학자들의 주의를 끌게 되어 특히, 게오르그·루카치(Georg Lukács)의 저서 「青年 헤겔과 자본주의의 諸問題」 및 마르크제(H. Marcuse)의 「理性과 革命」 가운데서 인용 논의됨으로써 시대적 각광을 받게 되었다. 그리고 1950년대에 마르크시즘과 실존주의가 서로 만나고, 구라파대륙에서 이주해온 獨·塊제의 학자들이 미국에서 정착하여 本格的인 연구 활동을 시작하면서부터, 마르크스의 疎外概念이 일반에게 널리 소개되고 새로운 해석의 조명을 받았다고 한다. 이 시기에 마르크스의 疎外概念을 현대적인 상황에서 再解析하고 소개한 대표적 학자로서 프롬(E. Fromm)을 들 수가 있다.

프롬은 광범위한 저작과 연구활동 가운데서도 「自由로부터의 逃避」 이후 현대사회 비판의 中心概念으로서 疎外를 다루고 있으며 특히, 「健全한 社會」에서는 疎外概念이 주요부분으로 되어 있다. 疎外라는 용어를

누구보다도 대중화시켰던 프롬외에, 에리히·카알러의 「塔과 深淵」한나·아렌트의 「인간조건」, 마르쿠제의 「에로스와 文明」에서는 즐거우게 疎外에 대해 언급되고 있다. 한편 20세기 초두의 스페인-周邊文化(marginal culture) 圈에 해당되는-출생인 오르테가(José Ortega Y Gasset)의 대중사회이론은, 疎外概念의 이론적 배경으로서 充分 關心을 끌고 있다고 하겠으며, 특히 疎外에 대한 관심은 1954년 까뮈의 문고판 「異邦人」의 출현으로 더욱 가속되었다. 또한 마르쿠제를 비롯한 아도르노, 호르크하이머 등의 프랑크푸르트학과 역시 과학기술문명의 비판적 입장으로서는 현대의 疎外理論의 本産이라고 할 수가 있다.

그런데 이러한 史的인 흐름가운데서 우리는 일반적으로 疎外概念이, 서로 관계없는 인간의 두가지 側面을 서술하는 것으로서 해석되고 있다고 볼 수 있다. 즉, 그 첫째는 인간의 存在構造를 서술하는 存在學의 개념이며, 그 둘째는 인간의 心理狀態를 표현하는 心理學의 개념이다. 다시 말하면 전자는 인간의 근본적인 存在型態를 객관적으로 서술하는 말이고, 후자는 인간의 주관적인 心理狀態를 표현하는 價値에 관한 말이다. 이것은 疎外概念에 대한 philosophical 혹은 theoretical approach의 측면과 sociological 혹은 empirical approach의 측면으로 분류될 수가 있다는 것이다.

그리고 여기서 덧붙일 것은 다음 章에서 검토될 것이지만, 疎外概念과 그 理論에 있어서 헤겔은 형이상학적, 마르크스는 사회학적, 사르트르는 인간학적, 프롬은 사회심리학적, 프랑크푸르트학파는 사회철학적인 점 등을 고려할 때, 근본적인 脈絡은 大別된다 하더라도 여러 이론가들의 疎外理論의 발전과정을, 多面的인 접근으로 해석해도 가능하리라고 믿는다는 점이다. 그러면 疎外理論에 대한 中心의 人物들의 見解를 다음 章에서 정리해볼까 한다.

III. 疎外理論의 多面的 接近

A. 헤겔과 마르크스의 疎外概念

헤겔에 있어서의 疎外概念은 다음과 같다. 우주만물의 現象이, 絶對的인 實體인 “精神”이 스스로 分離되어 主體와 客體라는 관계를 세우, 거기서 생기는 대립 관계를 다시 극복해 가는 無限過程이라고 보며, 그러한 過程을 그는 歷史라고 부른다. 分化이전의 “精神”이라는 絶對的인 實體가 主體와 客體로 분리되면서, 主體는 인식체로서 그것의 반대인 客體라고 하는 對象을

갖는데, 이와같은 인식체와 그 대상의 關係를 그는 疎外의 關係라고 본다. 왜냐하면 인식체가 그가 인식하는 대상을 가질 때 그 대상은 必然的으로 自己 아닌 他者로서만 존재할 수 있기 때문이다. 이와같이 해서 疎外는 自己離脫 혹은 自己分裂狀態를 가리키게 된다. 우주전체를 뜻하는 絶對적 실체의 存在構造가 근본적으로 疎外라는 것으로 서술된다면, 그 일부인 인간의 存在構造도 역시 똑같은 원칙으로 설명된다고 보겠다.

한편 마르크스는 그의 1840년대의 초기저작, 특히 「經濟學·哲學草稿」에서 疎外概念의 의미를 광범위하게 부여했다. 마르크스에 의하면 疎外는 특정한 경제체제속에서의 인간과 그의 生産品과의 관계를 가리키게 되는데 인간은 生存하기 위해서 노동을 하고 물질을 생산해야 하지만, 자본주의 체제에서는 반대로 인간이 자본축적의 手段이 되어 자신의 노동을 하나의 물질처럼 상품의 대상이 된다고 주장한다. 즉, 目的과 手段, 인간과 상품의 관계가 顛倒되어 있는 사회구조 내에서의, 인간의 存在型態를 가리킨다. 마르크스에 있어서의 노동이란 「인간의 생활을 유지하기 위한 手段이 아니라 인간의 普遍的인 本性을 발전시키기 위한 手段인 것으로, 근대 자본주의 사회에서는 그 본래의 意義를 喪失하게 되며, 인간일반 특히 노동자는 그가 생산한 生産物로부터는 말할 것도 없고 노동자 그 자신으로부터도 철저히 疎外되어 있음을 지적하고 있다. 또한 자기의 생명을 對象化한 生産物에서 뿐만 아니라 生産活動의 過程에서 혹은 生産活動 그 자체내에서도 疎外되는 것이며 이러한 生産活動은 「疎外된 노동」¹¹⁾으로 표현되는 것이다. 다시 말하면 노동과정에서의 노동의 生産活動에 대한 관계는 노동자에게 속하지 않는 疎遠한 活動으로서의 그 자신의 활동에 대한 노동자의 관계이다. 따라서 그 활동은 苦惱로서의 활동이며 無力한 것으로서의 힘이며, 그로부터 독립되어 그에게 종속되지 않은 노동자 자신의 육체적 및 정신적 에베르기-말하자면 그의 개인적 生命인 것이다. 이것은 사물의 疎外에 대해서는 바로 自己疎外인 것이다.

즉 다시 정리하면, 인간을 노동인(Homo Laborans)으로 보는 마르크스는 노동이 노동자의 外部에 있다는 사실, 즉 노동이 그의 本質的인 것이 되지 않기에 그의 노동은 그 자신을 긍정하는 것이 아니라 부정하고, 노동가운데서 만족을 느끼기 보다는 불만을 느끼고, 그 자신의 육체적·정신적 에베르기를 高揚시키기 보다 그의 몸과 마음을 荒廢하게 만드는 것이 노동의 疎外라는 것이다. 그리고 이같은 疎外된 노동은 ① 인간으로부터, ② 그 자신으로부터, ③ 그의 生産物로부터

그리고 ④ 타자로부터 인간을 分離・疎外시키게 된다고 주장했던 것이다.

그런데 마르크스가 헤겔의 理論과 다른 점은 그가 현대인의 疎外, 나아가서는 인간일반의 疎外의 原因을 普遍的이고 永遠不變한 人間條件 속에서 찾은 데 있는 것이다. 인간일반, 특히 현대인이 疎外되고 있는 이유는 원래 인간의 條件이 그렇게 될 수 밖에 없어서가 아니라 특수한 사회적 또는 경제적 체제때문이라고 보고 있다. 즉 현대인에게 짙은 疎外感을 갖게 하는 원인은 必然的인 것이 아니라 偶然的인 것이다. 따라서 그러한 원인은 반드시 존재하지 않을 수 있었고, 또 제거될 수 있는 것이다.

B. 프롬의 疎外理論

프롬은 周知하는 바와 같이 정신분석학자의 立場에서 종교 정치 사회문명에 대한 날카로운 批判을 加하고 있다. 이는 프로이트에 심취한 단순한 정신분석학자의 立場에만 머문 것이 아니라 마르크스의 이론을 광범위하게 援用함으로써 심리학과 사회이론의 統合을 과감하게 試圖하고 있다는 것이다. 그는 마르크스의 초기 저작에서 나타나는 휴머니즘에 커다란 影響을 받았으며,¹²⁾ 마르크스 이론의 中心的 概念중의 하나인 疎外를 「自由로부터의 逃避」 이후의 모든 저작 가운데서 中心的 테마로 다루고 있는 것이다. 따라서 정신분석 학자이며 사회이론가로서의 프롬이, 현대사회 비판의 中心概念으로서 사용하고 있는 疎外의 문제에 대해서 간략하게 살펴 보고자 한다.

프롬의 主著인 「健全한 社會」에서 보여지는 바와 같이, 17세기 이래의 자본주의 사회의 발달과정을 17~8세기와 19세기 및 20세기로 四分하고 있다.¹³⁾ 그런데 20세기 이전의 중산계급의 사회적 성격이 일반적으로 보아 소비를 막고, 근검절약하며 사회적으로는 權威를 존중하는데 비해, 20세기의 現代사회에서는 그 생활이 소비의 制限을 기초로 한다가 보다는 그것을 十分발전시킨 것으로써, 중산계급은 물론이요 노동자 계급까지도 포함한 모든 대중은 소비를 美德으로 생각한다는 것이 서구사회일반의 사회적 양상인 것으로 보고 있다. 다시 말하면 19세기의 사회적 성격의 貯蓄志向¹⁴⁾(boarding orientation)인데 대해 20세기의 그것은 市場志向¹⁵⁾(marketing orientation)이요, 호모·콘쥘멘스(Homo Consumens)의 遷移라고 볼수 있는 것이다.¹⁶⁾ 이러한 상황의 變化는 현대사회의 기술문명이 급속도로 발전을 보이므로해서, 현대사회가 W. W Rostow가 지적한 바 大量消費의 시대(the Age of High Mass-Consumption)로 접어들었기 때문이기도 하다. 이

런 가운데서 프롬은 현대사회의 인간이 직면한 疎外의 문제를 다음과 같이 서술하고 있다.

「우리들이 현대사회에서 직면하게 되는 疎外는 거의 전폭적인 것이어서 그것은 그의 노동이나 소비하는 물건, 국가, 동료, 나아가서 그 자신에 대한 관계에 있어서까지 充足되어 인간은 이제 그 전에 일찌기 존재한 일이 없는 人工物에 의한 세계를 창조했다. 그러나 인간이 만든 모든 창조물은 인간을 넘어서서 인간을 지배한다. 인간은 이제 자신을 창조주나 중심으로 느끼지 못하고 그 자신의 손으로 만든 골렘¹⁷⁾(Golem)의 下人이라고 생각하게 된다. 그가 풀어 놓은 힘이 강력하고 거대하면 할수록 인간으로서의 그 자신은 더욱 무력함을 느끼게 된다. 인간은 그 자신이 창조하고 거기서 분리된 물체 가운데 포함되어있는 그 자신의 힘과 대결하는 것이다. 그는 그 자신의 창조물에 지배되어 그 자신의 소유권을 상실한 것이다.」¹⁸⁾

프롬이 지적하는 현대사회의 이같은 疎外樣相은 최근 수십년 사이에 급속도로 진전된 사회기구의 集中化, 이 集中化에 따른 각 體制내에서의 大規模的 계획의 수립, 그리고 自動化的 總원인 컴퓨터가 이론과 실제에 있어서 가장 중심적인 통제원리로 作用하는 사이버네이션(Cybernation=Cybernetics와 Automation)에 의해 가속적으로 深化되고 있다. 따라서 이같은 현대사회의 疎外樣相은 도처에서 발견되어 지고 있는 것이다.

먼저 현대산업사회에서의 思考類型은 시대상황에 맞추어 數量化, 抽象化, 比較로 일관되고 항상 損益과 能率의 想念이 머리를 떠나지 않는다. 이러한 현상의 결과가, 인간생활의 手段에 불과했던 諸活動을 目的으로 변하게 하는 것이며, 그것은 결국 궁극적인 인간문제를 외면하게 하는 것이다. 이것이 바로 인류가 직면한 疎外의 一面인 것으로 프롬은 보고 있다. 또한 현대인의 종교생활이나 정치활동 역시 두드러진 疎外樣相을 나타내고 있으니 그들에게 있어서 종교란 사치스런 소원도우에 진열된 상품과 다를 바가 없으며, 그들의 公民으로서의 시민적 기풍이 이미 사라진지 오래임은 양식있는 사람들간에 널리 알려진 일이다. 한편 현대인의 疎外樣相이 가장 적나라하게 나타나는 국면은 消費의 영역이라고 프롬은 지적한다. 현대인에게 있어서의 소비는 하나의 권리라기 보다는 의무가 되며, 각 개인은 인간적으로는 무력하나 소비자나 구매자로서는 절대적인 자리를 차지하게 된다. 호모·콘쥘멘스(Homo Consumens)로 변해버린 현대인은 未曾有의 안락과 사치속에서도 권태를 경험하게 되니 그들은 이 권태를 벗어나기 위해서도 古代의 노동자와는 다른 의미

에서 노동을 해야 하며, 이 노동은 결과적으로 그들을 거대한 기계의 한 톱니바퀴로 전락시키게 하는 것이다. 또한, 관료제의 문제에서도 疎外는 나타나게 되는데 즉, 현대사회의 무수한 사람들은 관료로서 생존을 유지할 뿐만 아니라 하나의 대상으로서 操作되는 관료제의 渦中에 휩쓸리고 말게 된다. 그리하여 현대의 대중은 로보트처럼 쉽사리 操作될 수 있는 組織人으로 轉落해 버리는 것이다. 또한 대중사회의 疎外樣相가운데 매스·미디어를 통한 현대인의 疎外가 있다. 현대인은 사회적 고립과 추방에 대한 공포감을 갖게 되는데 이로 인해 현대인은 매스·미디어를 통한 신호(signals)를 받아 들이게 되는 것이다.

以上에서, 현대사회의 도처에서 나타나고 있는 疎外樣相을 간략하게 프롬을 통해 알아 보았다. 그런데 프롬에게 있어서 사회비판의 중심개념으로서의 疎外概念은, 지나친 包括性을 갖고 있으며 이는 分析的 도구로 이용될 수 있는 정확성을 喪失하고 있다고 하겠다.¹⁹⁾ 프롬에 의해 다양하게 쓰여지고 있는 이러한 疎外概念은, 인간의 그 自身, 他者, 自然 및 社會에 대한 관계에서 나타나는 疎外를 검토함으로써, 좀 더 확연하게 이해될 수가 있다.

프롬이 사용하는 인간은 個性과 自發性을 가진 人間一般(man in general)을 가리키는데, 바로 이 인간이 그 스스로를 異質의인 存在로 경험하게 될 때 그 自身으로부터 疎外를 경험하게 된다고 한다. 한편 他者와의 관계에서 생겨나는 인간의 疎外는 인간이 당초 본능에 의해서 규제되던 연대관계에서 벗어나 他者와의 分離를 의식함으로써 비롯되는 것이다. 즉 인간의 他者와의 分離는 본능에 대응하는 새로운 연대관계의 발견을 요구하거나, 이와같은 새로운 관계가 완전하거나 적절하지 못할 때 인간은 疎外되는 것이다. 프롬은 또 自然에 대한 인간의 관계에서, 인간이 自然에 대해 적극적인 자세를 취하여 自然을 노예화할 때에나, 또 自然으로부터 분리되어 自然과는 無緣한 異邦人이 되어 그 自身과 自然을 완전히 관련지을 수 없을 때에, 인간은 疎外된다고 말하고 있다.

또한 社會와의 관계에서부터 발생하는 疎外를 프롬은 지적하고 있는데, 그는 특히 근대 자본주의 사회에서의 疎外에 커다란 관심을 보이고 있다. 그리고 특히 오늘날의 사회에서, 가장 두려워 하는 疎外現象은 인간이 自發性과 個性을 喪失하고 문화적 패턴이나 사회질서에 완전히 同化되는 自動人形的 同調현상²⁰⁾과 인간의 大衆人化현상임을 그는 밝히고 있다.

以上에서 살펴본 바와 같이, 프롬의 疎外概念은 한 마디로 말해서 현대인의 모든 생활영역에 쉽사리 적용

시킬 수 있는 概念으로서, 현대인이 직면하고 있는 불안, 죄의식, 그리고 불행감 등이 모든 自我感覺의 喪失이라는 징후를 표현하는 包括的 概念이라 하겠다.

C. 오르테가의 大衆社會理論²¹⁾

오늘날 현대사회의 特徵이나 性格을 분석 비판하고 이를 규명하는데 있어서 널리 이용되는 것은 大衆社會理論이다. 즉 疎外理論과 관련된 현대적 狀況을 규정하는 理論의 바탕을 제공한 것이, 오르테가의 大衆社會理論이라고 할 수 있는 것이다. 따라서 이에 대해 고찰해 봄으로써 疎外理論의 이해에 도움을 얻고자 한다.

19세기에 발달된 자유주의적 민주주의와 산업기술의 성장발전에 의해 역사의 표면에 浮上한 大衆은, 이전까지의 分散된 小集團으로서의 孤獨한 생활에서 갑자기 하나의 集團으로서, 群衆으로서 등장하게 되었다. 그리하여 모든 장소, 모든 시설이 群衆으로 充滿, 密集하게 되며, 이는 곧 오늘날의 사회에서 그 주요 등장 인물로 나타나게 됨을 말한다.

이같은 大衆의 출현은 인간으로 하여금 그들이 지금까지 安住하고 있던 既存의 권위로부터 離脫, 새로운 大衆關係를 형성하게 되어 대규모적 조직의 지배, 大衆의 性格의 膨배, 人間의 疎外 및 非人間化의 만연 등과 같은 大衆社會의 諸般屬性을 露出하게 되는 것이라고 오르테가는 주장한다.

오늘날의 인간은 사실 과잉된 豐饒속에서 모든 手段을 마음대로 구사하는 가장 안정된 생활을 영위하는 것처럼 보인다. 다시 말하면 인간은 “만족하는 인간”으로서 그 生을 享有하고 있는 것이다. 그러나 문제는 오늘날의 인간이 이같은 豐饒속의 안정가운데서 그것이 직면하고 있는 정신적 苦惱를 外面하려고 하는 사실이다. 더우기 현대문명의 발전이 그 量的 증대에도 불구하고 質의 증대, 즉 정신적 價値의 발전을 수반하지 않았다는 사실은 바로 현대사회가 직면한 不安과 새로운 地平의 전개를 암시하는 것이다.

앞서 언급된 이러한 大衆은 정신이 고갈되고 전통과는 단절된 상태에서 현대사회의 지배세력으로 등장하게 되었다. 오늘날의 세계는 大衆에 의해 모든 것이 형태지어 지고 그의 원시적 스타일에 걸맞는 방법만이 사회에서 승리하게 되어 그들의 “平均的 基準”, 그것이 바로 사회지배의 尺度가 된다는 것이다. 오르테가에 있어서, 民衆, 公衆, 群衆 등과 거의 동일한 의미로 사용되는 大衆(mass)는 프롤레타리아트나 특정한 사회계급을 지칭하는 것이 아니라, 우리 시대의 代表者로서 모든 사회계급 가운데서 발견되는 無定見하고

非人格的인 懶怠(inertia)한 人間類型을 가리키는 것이다. 한편 오르테가는 사회란 「모범적인 자와 거기에 복종하는 자로 형성된 動的이고 정신적인 統一體」²²⁾라고 정의한다. 즉 탁월한 少數者와 大衆이 서로 대치되어 형성되어 있음을 알 수 있는데, 여기서 大衆은 지금까지 少數者에게 국한되었던 생활분야를 그들 스스로의 것으로 만들어 버렸으며, 더구나 少數者에게 不服할 뿐만 아니라 少數者를 밀어내고 그 자리를 代身하려고 한다. 그리하여 世界와 生이 그 實在를 “平均人”(average man)에게 개방하는데 대해, 平均人은 오히려 그들의 魂을 스스로 閉鎖함으로써 자기 자신 이외의 사물이나 인간에 無關心하고 남의 말을 듣지 않는 不順從的 態度를 취하게 되니, 여기에 오늘날 우리 인류는 大衆의 反逆이라는 중대문제에 직면하게 되는 것이다.

변칙된 상황이 아닌 한 모든 계급이나 집단에는 汎俗한 大衆과 탁월한 少數者가 共存하게 되는데, 이러한 탁월한 少數者는 하나의 模範이 배후에서 따르는 자를 끌어 당기는 정신적 引力, 정신적 重力의 法則에 근거하여, 일반 大衆을 이끌고 나아가는, 즉 大衆이 이들 우월자의 模範에 順從하는 것으로써 사회의 創造의 메카니즘이 형성된다고 보는 것이며, 이러한 創造의 메카니즘이 大衆의 反逆에 의해 瓦解됨으로써 오늘날의 사회는 역사적 危機에 직면하게 되는 것이다. 오르테가가 규정한 大衆人은, 미래에 대해 인간이 가질 수 있는 유일한 所有物인 역사를 갖지 못한 인간, 관습이나 규율에 盲從하는 群像, 스스로의 主見도 없이 욕구만 갖고 權利만을 생각하며 義務를 모르는 俗物的 인간으로서, 오늘날 우리들이 흔히 주위에서 경험하게 되는 疎外된 人間の 屬性 바로 그것이라 하겠다.

D. 마르쿠제의 先進産業社會論

인간疎外論을 거론하는데 있어서 現代 疎外理論의 本座이라고 할 수 있는 프랑크푸르트학파²³⁾에 대해 상세히 알아 볼 필요가 있으나, 本稿에서는 紙面의 제약과 그 학파의 諸理論을 모두 섭렵하는 것이 힘든 관계로 여기서는 마르쿠제에 국한하여 접근해 보기로 한다. 마르쿠제는 과학기술문명 비판론자의 한 사람으로서, 50년대 말과 60년대 초부터 獨逸의 철학계에서 이미 알려져 있었으나, 그는 프랑크푸르트학파의 탁월한 지도자 호르크하이머와 아도르노의 그늘에 숨겨져 각광을 받지 못했다. 그러나 60년대에 이르러, 행동파의 젊은 대학생들의 社會變革 운동에 이론적 基盤을 제공한 사상적 지도자로서 각광을 받기 시작했으며, 그는

현대의 산업사회를 否定하는 革命家로서의 位置에 오르게 되었다. 따라서 우리는 여기서 마르쿠제의 先進産業社會論을 人間疎外와 관련지어 간략하게 고찰해 보고자 한다.

20세기 서구사회의 가장 큰 特徵이라고 할 수 있는 不幸한 意識, 다시 말해서 자신이 思考의 主體가 아니라 對象이라고 느끼거나, 자신이 社會의 中心에서 벗어나 있는 나사못과 같은 存在로 느끼는 의식의 문제를 끝까지 穿鑿해 나가면서, 마르쿠제는 오늘날의 사회적 현실을 이렇게 보고 있다. 독점자본주의가 中小企業者의 독립의 여지를 抹殺하고, 테크놀로지(Technology)를 통한 사회구조의 組織化는 인간을 예속시킨다. 현실은 개인의 자유를 억압하고 있는 것이다. 자유롭지 못한 개인은 거짓욕망(faux besoin)에 사로잡혀 盲目的으로 복종하게 된다. 산업사회는 개인의 진짜 욕망과는 관계없는 가짜욕망을 만들어 가며 상품을 생산하고 소비시켜야 하는 사회이며, 이러한 곳에서 개인들은 가짜 선택의 幻想에 사로잡혀 있는 것이다. 진정 그들의 意思에 따라 선택되고 있는 것 같은 물품들은 사실은 상표를 선택하고 있는 것이며, 그래서 산업사회기술은 소비자들에게 거짓욕망을 惹起시키고 그것을 그들이 선택하고 있다는 幻想까지 불어 넣고 있는 것이다. 그러한 가짜욕망은 이미 제조업자들에 의해 미리 결정된 욕망이며, 이 욕망은 모든 사회계급을 同一하게 만들어 버리는 것이다. 즉 산업사회에서의 疎外의 가장 큰 특징은 욕망의 劃一化 바로 그것인 것이다.

마르쿠제는 그의 저서 「一次元的 人間」에서 미국과 소련의 사회에 대한 비판이론을 보이고 있는데, 그의 이론의 기본명제는 高度로 발달한 산업사회는 한결같이 테크놀로지에 의해 規制되고 있다는 것이다. 한 사회의 고유한 전통과 문화에 관계없이 테크놀로지는 그 사회의 변화에 직접 영향을 미친다는 것이며, 이것은 미국과 소련과 같은 선진 산업사회에서 나타나는 것으로서 이러한 사회를 마르쿠제는 一次元的 社會²⁴⁾라 정의한다. 一次元的 社會에 있어서 인간의 의식, 언어, 예술은 모두 一次元的으로 나타나며, 存在와 非存在, 眞理와 非眞理를 식별하는 能力으로서의 理性은 二次元的인 것이 아니라, 非眞理 非存在를 분별치 않는 一次元的 思考로 변해 버리는 것이다. 이러한 理性의 二次元的 批判능력의 喪失과 내면적인 모순과 대립이 없는 一次元性을 마르쿠제는 현존의 사회질서에 대한 긍정적·적극적 태도와 연결시키고 있으며, 고도의 산업사회에 있어서, 一次元性은 가장 완벽하게 具體化되어 있다고 보는 것이다. 理想的 社會는 물론 이 分次元性

을打破한 사회를 말하게 된다.

한편 무제한의 생산으로 조절된 산업체제에서, 중대한 결정은 과학자와 기술자에 의해 작성되게 되는데—이것을 테크노크라시(Technocracy)라고 한다—그들은 소비자에게 人爲의 욕망을 심어줌으로써 상품을 팔게 하는 것이며, 이것은 그들이 自發의인 이니셔티브를 가지는 것이 아니라, 自己再生産이라는 생산메카니즘의 굴히지 않는 論理에 따라 움직인다는 것이다.

以上에서 보여진 바와 같이, 疎外問題는 산업사회에서 확연히 露呈되고 있으며, 마르쿠제는 그의 저서에서 과학기술 문명과 선진산업사회에 대한 비판적 分析을 辛辣하게 加하고 있는 것이다.

E. 實存主義文學에서의 疎外²⁶⁾

현대인의 인간疎外 문제를 논의하는데 있어서, 不安의 文學, 不條理的 文學, 疎外の 文學이라고 불리어지는 實存主義文學을 제외할 수는 없게 된다. 그런데 이런 관점에서, 實存主義文學의 가장 대표적인 작품으로 대충 말해서, 카프카의 「變身」, 사르트르의 「嘔吐」, 그리고 카뮈의 「異邦人」을 들 수가 있겠다. 그런데 먼저 疎外概念에 대한 사르트르의 인간학적인 규명을 알아 보면 다음과 같다.

모든 存在는 완전히 두가지로 나누어 지는데, 그것은 卽自와 對自이라고 말한다. 卽自은 의식을 갖지 않는 모든 사물을 가리키는데 거기에는 모든 동물까지를 포함한다. 한편 對自은 의식으로서의 人間을 가리킨다. 그런데 의식은 반드시 어떤 대상을 가짐으로써 存在하기 때문에 對自은 卽自을 對象으로서 갖게 되고, 그에 따라 卽自와 對自관계를 갖게 된다. 다시 말해서 對自은 卽自와 離脫됨으로써 존재할 수 없으며, 이와같은 存在構造를 그는 疎外の 存在라고 부른다. 사르트르의 논리는 앞에서 살펴 본 헤겔의 概念과 類似性을 발견할 수가 있겠다.

한편 實存主義文學에서, 특히 앞서 언급된 세 작품에서 나타나는 공통점을 살펴보면, 각각의 주인공들이 어떤 상황에서 보통 상식으로는 생각할 수 없는 非正常的인 反應을 보이고 있음을 알게 된다. 즉 「嘔吐」의 로랑탱은 삶 自體, 아니 存在 自體에 대해서 그것의 긍정적인 意味를 발견하지 못하고 오히려 嘔吐를 느끼며, 「異邦人」의 피르소는 그가 살고 있는 사회규범에서 볼 때 문자 그대로 완전한 異邦人이다. 그리고 「變身」속의 잠사는 이유도 없이 사회로부터 가족으로부터 除去되지 않으면 안 될 벌레로 스스로 변해 있음을 알게 된다. 이러한 작품속에서 현대인은 삶 자체에 어색함을 느끼고 고독하고 충분하지 못한 자신들의 모습과

뒤틀리고 生과 社會와 調合을 갖지 못하는 不自然스러운 自身들의 모습, 한 마디로 말해서 疎外된 自身들의 모습을 보는 것이다.

그런데 우리는 實存主義文學의 疎外와 관련하여서 主目해야 할 점이 있다. 그것은 프랑크푸르트학파의 諸氏들과 實存主義文學家들이 거의 同時代에 그 활약이 이루어 지고 있다는 점²⁶⁾이다. 實存主義에서 이야기되는 疎外問題는 그 논의의 방향에 있어서 프랑크푸르트학파와는 時點設定을 달리한다고 볼 수 있겠으나 그러나 疎外된 인간을 다룸에 있어서 實存主義는 感受的 體驗으로, 프랑크푸르트학파는 理性 비판 내지 理性의 再解析 再獲得을 도모하고 있다고 보고 있다.

F. 韓國의 狀況

우리는 以上에서 서구의 諸理論家들에게서 보여지는 疎外概念과 그 理論에 대해서 고찰해 보았다. 그러면 우리의 韓國의 狀況과 現實에는 疎外問題가 어떠한 관련을 갖게 되는 것일까. 이 점에 대해서, 서구의 선진 산업사회에서 보여지는 人間疎外現象이 반드시 同一하게 韓國의 現實에 적용된다고 볼 수는 없다는 것이다. 그것은 여러가지 諸要因이 작용될 수 있겠지만, 우리의 社會와 文化가 서구와 다른 獨自的 論理와 體驗속에서 展開된 것이기 때문이다. 그러나 韓國人 혹은 韓國의 現實이라는 문제에 국한시킨다고 하더라도, 人間本性的인 관점에서 혹은 近代化로 인해 서구의 과학기술 문명이 韓國땅에 移植되고 있다는 점 등을 고려할 때, 서구의 疎外理論이 분명 오늘날의 韓國의인 疎外問題의 이해에 도움을 주리라고 생각되는 것이다. 그러면 서구에서 보여진 疎外問題의 일반론을 배경으로 하여, 韓國의인 特殊性의 관점에서 韓國人과 韓國社會의 疎外問題가 어떻게 대두되고 있는가에 대해 검토해 보기로 한다.

우선 韓國社會를 分析해 보는데 있어서, 전통문화와 서구문화의 混合, 葛藤을 지적할 수가 있겠다.²⁷⁾ 이것은 韓國人의 價値觀에서도 分析될 수가 있겠는데, 이는 곧 동양적 전통과 서구적 근대조사회에 강한 영향을 받고 있다는 것이다. 즉 동양적 전통에 영향을 받은 韓國人의 價値觀가운데서 중요한 것으로는 (1) 「家族主義的」이라고 부를 수 있는 사고 내지 행동의 경향, (2) 사고 및 행동에 있어서 理智를 앞지르는 感情의 優勢, (3) 外觀과 形式을 존중히 여기는 性向 등의 세 가지로 보며, 서구적 價値觀에 영향을 받고 형성된 價値觀가운데 주목되는 것으로는 (1) 金錢萬能의 풍조, (2) 官能的 快樂에 대한 우선적 추구, (3) 個人主義 내지 利己主義的 行動傾向 등의 세 가지로 보고 있

다.²⁹⁾ 그런데 여기서 주목해야 할 것은 서구적 가치풍토의 영향으로 형성된 바, 재물과 관능의 快樂 따위의 경쟁성이 강한 價值體系의 근본적인 폐단이, 그것이 「人間喪失」이니 「人間의 非人間化」니 또는 「人間疎外」라는 현대적 悲劇으로 우리를 인도한다는 사실이다.

韓國에 있어서의 固有한 文化의 創造 및 발전과 合理的 사고방식의 보급 및 近現代적 人間관계로부터의 脫皮가 요구되고 있는 한국의 近代化 내지 現代化의 시급한 狀況에서, 전통문화와 서구문화의 對立, 不調和는 韓國人의 가치체계에서 뿐만 아니라 모든 영역에서 스스로의 葛藤이 조장되고 있으며, 이는 심지어 가치관의 自己分裂, 文化의 自己分裂까지 치닫게 되는 것이다. 따라서 전통문화와 서구문화와의 調和 문제는 우리의 당면과제가 아닐 수 없다.

이러한 상황에서 또 하나 지적될 수 있는 것은 대중문화와 고급문화의 불균형이다.³⁰⁾ 즉 대중문화의 비정상적인 폭주와 저질화에 비해 고급문화는 반비례적으로 萎縮되고 있는 현상을 말하게 된다. 이는 대중문화가 고급문화로부터 蠶食해 들어가게 됨과 아울러 대중문화를 수용할 경제 및 사회구조의 未熟, 전전한 사회적 價值觀의 未確立등을 배경으로 하여 고급문화와 대중문화는 적대적 관계로까지 심각하게 발전되는 것이다. 즉 이것은 韓國社會가 내적 갈등을 내포하고 있다는 것을 말하며 또한 韓國의 知識社會의 疎外라는 문제와 연결될 수가 있는 것이다.

韓國의 知識社會는 그 역사적 전통으로부터 두개의 知識人像을 유산받는데 그 하나는 근세조선의 유교문화가 형성한 體制的, 機能的 知識人像이며 또 다른 하나는 韓末 이후 식민지 시대에 고착된 현실을 打破하려는 反體制的, 批判的 知識人像이다.³¹⁾ 그런데 이러한 機能的 知識人과 批判的 知性이란 두 개의 知識人像은 원칙적으로 相補의 관계에 있으며 體制的 存續과 發展에 함께 필요한 것으로 간주되는 것이다. 그럼에도 불구하고 그 양자와의 관계가 순탄치 않다는 사실은 先·後進사회에서 자주 目格되고 있으며, 韓國社會에서의 양자간의 反目과 不和는 여러가지 사회적 요인에 기인되겠으나, 여하간 이러한 知識社會의 內的 衝突은 결과적으로 韓國知性系의 疎外化에 당면해야 했던 것이다.³¹⁾

한편 文化의 疎外化란 점도 지적될 수 있겠는데, 예컨대 사회 일반과 국민들의 생활로부터 의식의 最後尾로 밀려 나가고 이에 종사하는 인구가 줄며 이 방면에 대한 투자와 구매력이 약화되는 것을 의미하게 되는 것이다.

以上에서 고찰되었던 바는 韓國社會가 전통적 基盤

위에서 서구적 물결을 수용 지향하지 않을 수 없는 상황하에서 빚어 질 수 있었던 現象들임을 認知하며 이는 곧 대립된 여러양상들을 서로 調和, 包容함으로써만 中극적인 合一點에 도달할 수 있을 것으로 생각된다.

한편 서구의 과학기술문명에서 비롯되는 疎外問題와 관련하여, 韓國의 서구화 내지는 근대화에서 생기는 疎外問題의 諸樣相은 앞서 疎外理論의 多面的 접근에서 공통적으로 고찰될 수 있었던 바, 여기서는 略하기로 한다.

그리고 이제 우리는 韓國의 狀況의 疎外問題에 대해, 보다 더 광범위하고 깊이있는 연구가 필요하다고 생각하며, 既存의 여러 측면의 고찰과 아울러 韓國의 近代化에서 제기될 수 있는 現代의 疎外樣相을 克服해낼 수 있는 韓國의인 問題解決策이 깊이있고 폭넓게 강구되어야 할 것으로 보여진다.

IV. 疎外問題의 克服

以上에서 고찰된 바와 같이 疎外概念과 그 理論에 대해 몇몇 碩學들의 見解를 살펴 보았다. 그런데 疎外의 理論의 관점에서 諸理論家들에 의해 비판되고 있는 현대적 狀況들은, 결코 悲觀的으로만 分析되고 있는 것이 아니며, 보다 더 나은 理論의 目標을 향한 방향들이 그들에 의해 제시되고 있는 것이다. 즉 현대적 狀況을 규명하고 비판하는 일 못지 않게, 疎外問題의 克服이라는 命題는 현대가 解決해야 할 중대한 당면과제로 부각되고 있는 것이다. 따라서 이미 열거된 諸理論家들의 疎外克服의 方法論의 제시를 더듬어 보고 나름대로의 결론을 맺어볼까 한다.

먼저 헤겔은 疎外를 우주의 存在條件으로서 나타내고 있음을 보았다. 그런데 우주의 存在條件으로서의 疎外라는 이 불행한 의식은, 그것을 우주현상의 필수 조건으로서 自覺함으로써 그러한 불행을 스토익의 인태도로 받아 들일 때 우리는 마음의 平和를 얻는다고 한다. 또한 사르트르는 불안하지 않을 수 없는 疎外된 人間條件을 자기 자신이 선택하는 價值를 創造함으로써 끊임없이 긍정적인 價值로 轉向할 수 있다고 한다.

그러나 헤겔과 사르트르의 이같은 견해는 인간이 우주와 人間條件에 대해 非超越的이므로 오히려 인간의 疎外는 普遍的 성질을 띠게 되는데, 결국 이것은 根本的인 해결이 되지 못함을 알게 된다. 따라서 우리는 마르크스의 이론에 주목하게 되는데, 그는 疎外의 原因을 헤겔의 형이상학적 次元, 사르트르의 普遍的 人間條件의 次元에서 찾은게 아니라 특수한 사회의 특수

한 경제체제 속에서 찾았기 때문이다.

그런데 마르크스는 疎外를 終絶, 止揚시키는 방법으로서 세계를 革命하는 것 이외에는 다른 방도가 없다고 주장한다.³³⁾ 자본주의사회의 諸問題는 그 根柢에 있어서 모두가 人間疎外의 문제요, 이 疎外는 이 세계에서 생활환경의 底礎에 있다고 믿고 이러한 생활환경을 총체적으로 변경시킬 수 있는 실질적 行動의 必要性을 역설하고 있다. 그러나 마르크스의 理論은 그것이 (1) 과연 자본주의 사회에서 노동자 계급만이 가장 疎外되었는가, (2) 현대의 사회적인 변화의 推移가 錯雜할 뿐만 아니라, 그의 경제분석의 基礎的 缺陷이 지적되고 있는 점, (3) 마르크스 理論의 結果가 어느 정도의 確實性을 갖는가의 문제등에 의해서 오늘날 비판의 대상이 되고 있다.³⁴⁾

그런데 헤겔, 사르트르, 마르크스에서 보여지는 疎外메카니즘 뿐만 아니라 프롬의 疎外理論가운데서도, 疎外現象은 결코 근대적인 現象만이 아니라는 점³⁵⁾에 주목할 필요가 있다. 그것은 과거에 의식되지 않았던 근본적인 疎外條件과 疎外現象이 현대인들에게 自覺되기 시작함을 의미하는 것이라 볼 수 있는 것이다. 즉 현대에 이르러 우주나 인간에 대한 科學的 知識과 보다 合理的인 思考의 영향등으로, 현대인은 처음으로 냉정하게 자기 자신의 存在條件을 客觀的으로 바라 보게 된 것이다.

한편 오르테가는 그의 大衆社會理論에서 自己疎外, 自己沈潛, 行動의 生을 인간의 역사과정에서 나타나는 세 개의 주기적 계기로 보고 있다. 그래서 현대가 직면한 人間疎外의 狀況은 반드시 否定的인 狀況이 아니며 우리 인간이 넘어서야 할 하나의 장벽인 것으로서, 人間疎外의 危機의 狀況을 통해서만 비로소 自己沈潛의 계기를 찾게 된다고 본다. 인간자신에 진실해질 수 있는 고독, 즉 自己沈潛을 통해서 스스로에 一致될 수가 있으며, 또한 이러한 自己沈潛의 가능성은 다름 아닌 大學의 存在에 힘입게 되며, 우리 인류는 자기 자신에 沈潛하여 스스로를 장악할 때에야 비로소 疎外되지 않을 수 있다고 오르테가는 주장한다.

한편 선진산업사회의 현실을 분석한 마르쿠제는 그의 저서 「에토스와 文明」에서 보여지는 바와 같이, 그의 新유토피아論은 快樂原則³⁵⁾의 現實原則³⁶⁾에 대한 우위에 근거해 있다. 快樂原則은 억압없이 욕망을 자유스럽게 달성하려는 原則이며, 現實原則은 인간의 본능을 억압하여 질서와 진보를 이룩하려는 原則이다. 文明社會는 그 現實原則의 快樂原則에 대한 우위에 근거해 있다. 그러나 마르쿠제는 억압없는 文明이란 패락원칙에 우선하는 文明이라고 주장한다. 그때에 인간

은 自己의 능력과 가능성과 自然의 능력과 가능성을 가지고 자유롭게 遊戲하며 오직 遊戲에 의해서만 그는 그것들을 가지고 자유롭게 된다고 한다. 즉 마르쿠제는 疎外와 관련하여 그의 藝術觀에서도 보여지는 바, 快樂原則을 受諾함으로써 억압없는 文明이 가능해지며 이는 疎外問題를 해결하는 더 나은 방향의 지표가 되게 되는 것이다.

마지막으로, 프롬은 그의 저서 「自由로부터의 逃避」에서 현대인의 自由문제에 대해 언급하면서, 현대인은 그의 생활의 不安과 欲望挫折로부터 생겨지는 행동양식을 自主의이며 合理的인 組織化에의 방향이 아니라 때때로 그것과는 정반대로 自我의 포기, 自我의 權威에의 盲目的인 귀의의 방향으로—자유에서의 도피로 나타내게 된다고 하고, 그에 대한 해답으로서 自發性의 문제를 거론하고 있다. 뿐만 아니라 「健全한 社會」에서는 현대사회가 직면한 疎外問題를 治療·止揚하기 위한 방안으로서 진정한 사회의 構想³⁷⁾을 제시하고 있다. 그는 새로운 진정한 사회를 (1) 새로운 질서의 倫理的 근거, (2) 經濟的 변화, (3) 政治的 변화, (4) 文化的 변화의 네 개의 국면에서 고찰하고 있다.

먼저 프롬은 새로운 사회의 倫理的, 道德的 근거로서, 인간을 최고의 價値로 설정하고 그러므로 인간은 항상 手段으로서가 아니라 目的으로서 취급되어야 한다는 점을 강조하고 있다. 또 진정한 사회의 經濟的 측면은 모든 기계나 기술은 인간의 理性과 意志에 따라 움직이는 目的에 대한 手段이어야 하며, 경제질서는 이윤이나 소유를 위한 것이 아니라 인간에 의해서 사용되기 위한 生産體系를 갖추어야 하며, 이것이 곧 새로운 사회의 경제체제를 가능하게 한다는 것이다. 한편 정치생활로부터 疎外되고 정치현상에 대해 이렇다할 정보도 얻지 못한 채 강력한 정치적 선전기구에 의해 조작되는 市民은, 소규모적 集團내에서의 철저한 정치적 토론이 필요하다고 프롬은 주장한다. 또 문화적인 면에 있어서 이제 새삼스러운 理想이나 정신적目標이 필요한 것이 아니라고 하고, 사회내에서의 人間性的 완전한 開花를 위한 하나의 과정으로서의 敎育의 概念을 사회진출이나 생계를 위한 것이 아니라 인간 能力의 開發이라는 점으로 바꾸어야 한다고 프롬은 말하고 있다.

以上에서 보여진 바와 같이, 프롬의 진정한 사회의 構想은 그 지나친 理想化로 말미암아 상당한 무리를 갖고 있는 것으로 지적되고 있으나, 그의 미래의 유토피아적 설계는 그것이 우리들이 당면하고 있는 諸問題의 상당한 해결이 가능할 뿐만 아니라 추구할 만한 價値가 있는 것이라는 점을 想起하는 것으로만도 충분한

意味를 가지는 것이라 본다.³⁸⁾

한편 프롬이 「자유로부터의 도피」에서 언급한 자發性³⁹⁾의 문제는 현대인의 疎外問題와 관련하여 상당한 관심을 끌게 만든다. 즉 자發性이라는 것은 자기 자신의 자유의사를 뜻하게 되며, 현대인의 疎外的 상황을 극복하는 것은 그가 자기의 自我를 실현하며 자기 자신의 주인공으로 됨으로써 가능하게 되는 것이다. 우리는 자發性和 관련되어 있는 사람들을 관찰해 볼 수가 있는데 즉 예술가, 나어린 어린이, 혹은 우리들 자신에 대한 순간적 관찰에 의해 목격되어 진다.⁴⁰⁾

또한 자發性을 구성하는 가장 중요한 요소를 사랑, 혹은 일(작업) 가운데서도 발견하게 된다. 그런데 자發性 혹은 자發的인 活動이 그 중요한 해답으로 되는 이유는, 자發的인 活動과 自我의 자發的인 실현을 통해서, 비로소 자기자신을 外界-인간, 자연, 자기 자신-에 새롭게 결부시킬 수가 있기 때문이다. 이러한 자發的인 活動은 곧 創造的인 活動이 되며, 그것은 현대의 疎外的狀況과 하나의 自動人形化되어 버린 현대인을 구출해 내는 중요한 비전을 示唆해 주고 있는 것이다.

以上에서 고찰되어진 바와 같은 諸理論家들의 견해는, 과연 궁극적인 疎外的 克服策이 되고 있는가에 대해서 의문이 제기되고 있다. 특히 사회학이 疎外된 現代人과 疎外시키는 現代社會를 분석하고 이해할수록 이것의 궁극적인 克服策을 제시할 수가 없다는 自己限界를 느끼는 것 같다.⁴¹⁾ 따라서 사회학은 하나의 技術學이 아니라 그것의 한계를 넘어선 하나의 藝術學의 영역에까지 연장되어 藝術哲學의 얼굴의 요청을 받고 있는 것이다. 즉 우리가 다만 한가지 확실하게 말할 수 있는 것은, 藝術이야말로 疎外克服의 問題에 대한 계속적인 해답이 될 것이라는 점으로서 藝術學에의 접근이 필요하다는 것이다.

V. 結

이제까지 고찰된 바와 같이 諸理論家들의 疎外理論에서 우리는 다음과 같은 결론을 내릴 수가 있겠다.

첫째는 현대인들이 당면하고 있는 疎外現象이 결코 近代的인 現象으로만 지적되는 것이 아니라는 것이다. 즉 과거에 의식되지 않았던 근본적인 疎外條件과 疎外現象이 現代人들에게서 自覺되기 시작했다는 것이다.

둘째는 이러한 疎外現象이 현대에 이르러, 분명 현대적인 것의 特性으로 간주되고 있다는 점이다.

따라서 세계로 疎外理論은 현대적 狀況을 認知하고 批判·分析하는 이론적 바탕이 되고 있으며, 또한 그

주요개념으로 되고 있는 것이다.

그런데 네째로 이와같은 疎外理論에 의한 현대적 狀況이 결코 悲觀的인 것 만은 아니며, 諸理論家들에 의해서 疎外問題의 克服이 시도되고 있으며, 理想的인 社會를 향한 구체적 제시되고 있다는 점에 주목할 필요가 있겠다.

다섯째, 한국적 狀況에서도 疎外問題는 제기되고 있으며, 既存의 疎外問題의 연구상태에서 보다 폭넓고 깊이 있는 연구활동이 기대되며 人間疎外的 問題가 克服된 理想社會를 향한 끊임없는 노력이 요청된다는 점이다.

그리고 끝으로 本稿가 疎外理論의 發展過程을 더듬는 가운데 그것이 깊이있는 분석이 되지 못하고 단편적인 理論의 종합·정리라는 우려를 낳을 수 있겠으나, 그러나 현대적 狀況을 認識하는데 필요한 疎外概念과 그 理論이 多意的이며 多面性을 가지는 점을 고려해 본다면 무리한 점이 있으나 분명 현대적 狀況의 이해에 조금이라도 도움이 될 것으로 생각한다. 또한 자료 수집이 충분하지 못했음에 사과드리며, 특히 鄭文吉(고려대)교수님의 지도에 감사드린다. <끝속 4>

<註>

- 1) E. 프롬 저, 이용호 역 : 「전전한 사회」 p.35
- 2) 김주연 편저, 「현대문화와 소외」 pp.71~73
- 3) 「전전한 사회」 p.157
- 정문길 논고 : 「인간소외론연구(I)」 pp.4~5
- 4) Lot. cit.
- 5) 독서신문, 76.1.11 「정문길-현대인의 소외」
- 6) 김주연 편저 : 월터카우프만의 史的概觀
- 7) 독서신문
- 8) 김주연 편저 : 朴異文 「실존문학과 인간소외」 pp.193~194
- 9) Ibid. p.194
- 10) 마르쿠제 저, 김중호 역 : 「이성과 혁명」 pp.301~345 참조
- 정문길 논고 「인간소외론연구(I)」 pp.20~24
- 11) Lot. cit.
- 12) 정문길 논고 「인간소외론연구(II)」 pp.4~5
- 13) 「전전한 사회」 pp.113~136 참조
- 14) 프롬 저, 이극찬 역 : 「인간상실과 인간회복」 pp.68~100
- 15) Ibid. pp.101~120
- 16) 문학사상 75.10. : 「20세기 휴머니스트의 초상」 p.261
- 17) 유대전설에 나오는 생명이 부여된 진흙인형
- 18) 「전전한 사회」 pp.162~163
- 19) 문학사상 p.263
- 20) 프롬 저, 이극찬 역 : 「자유에서의 도피」 pp.213~236
- 「전전한 사회」 pp.197~212

- 21) 정문길 논고 : 「인간소의론연구(Ⅲ)」
대중사회 이론이 담긴 오르테가의 저서 「대중의 반역」은 미국의 저명한 월간지 The Atlantic Monthly 가 18세기의 루소의 「사회계약론」, 19세기의 마르크스의 「자본론」과 필적하는 20세기의 고전이라고 격찬하고 있음. 필자는 이 책을 입수하지 못해 애로점을 겪었는데, 여기서 사과드리고 저 한다.
- 22) 정문길 논고 : 「인간소의론연구(Ⅲ)」 p.313
- 23) 독서생활, 76. 3 : 「프랑크푸르트파의 사회철학」 참조
- 24) 마르쿠제 저, 차인석 역 : 「일차원적 인간」 제1장 참조
- 25) 김주연 편저 : 朴異文 「실존주의 문학과 인간소의」 참조
- 26) 김주연 편저 : p.210(특히, 카프카에 대해서)
- 27) Ibid. p.285
- 28) 김태길 저 : 「인간회복서장」 pp.20~36
- 29) 김주연 편저, op. cit. p.285
- 30) Ibid.
- 31) Ibid. p.278
- 32) 마르쿠제 「이성과 혁명」 p.345
정문길 논고 「인간소의론(Ⅰ)」 pp.24~27
- 33) 정문길 논고 「인간소의론(Ⅰ)」 pp.34~37
- 34) 「건전한 사회」 pp.158~162
- 35) 마르쿠제 「에로스와 문명」 참조
김주연 편저 : pp.24~26
- 36) Loc. cit.
- 37) 「건전한 사회」 제 8장 참조
- 38) 정문길 논고, 「인간소의론(Ⅱ)」 p.28.
- 39) 「자유에서의 도피」 pp.291~313
- 40) Ibid. pp.294~296
- 41) 김주연 편저, 한완상 「현대사회와 인간소의」 p.85

<參 考 文 獻>

- E. 프롬 著, 李克燾 譯 : 「自由에서의 逃避」
- " : 「人間喪失과 人間回復」
- " , 이용호 譯 : 「健全한 社會」
- H. 마르쿠제 著, 金鍾鎬 譯 : 「理性和 革命」
- " : 「에로스와 文明」
- " , 車仁錫 譯 : 「一次元的 人間」
- 金柱演 編 : 「現代文化와 疎外」
- 金泰吉 著 : 「人間回復 序章」
- A. 까뮈著, 洪淳旻 譯 : 「異邦人」
- F. 카프카 著, 朴鍾鴻 譯 : 「變身」
- J.P. 사르뜨르 著, 方坤 譯 : 「嘔吐」
- 鄭文吉 論稿 : 「人間疎外論 研究(Ⅰ)—Karl Marx의 疎外메카니즘을 中心으로」(友石文理·法經大論文集 : 제1집)
- —— : 「人間疎外論 研究(Ⅱ)—Erich Fromm의 社會批判과 그의 Sane Society」(友石文理·法經大論文集 : 제4집)
- —— : 「人間疎外論 研究(Ⅲ)—오르테가의 社會理論과 大衆人의 概念」(文學과 知性 : 74년 여름호)
- 讀書生活 : 76년 3월호 : 「現代技術文明批判」
- 讀書新聞 : 76년 1월 11일 : 「鄭文吉—現代人의 疎外」
- 文學思想 : 75년 10월호 : 鄭文吉—「20세기적 휴머니스트의 肖像」

<社 告>

본 학보사는 77년 1학기에 들어 새로운 견습기자를 선발합니다.

- 자 격 : 76학번인 者로 工大 2학년
- 제출서류 : 이력서 2통 사진 2장
- 마감일자 : 77년 4월 7일
- 시험과목 : 논문, 상식, 면접
- 시험일자 : 77년 4월 8일 오후 2시

서울工大社

76년 小考

李 明 植

時間은 누구에게나 意味가 있다. 거기에 어떤 사연이 있거나 있지 못할 일이 있는 경우 意味는 더욱 크게 부여된다.

젊음은 無限한 可能性이라 한다. 세월은 유수라고도 한다. 時間을 통제로 價値라고 하는 有形 無形의 것으로 만들려고 노력했던 者는 앞의 말에서 그저 그렇게 時間을 보냈던 者는 뒷말에서 적어도 말 자체에서 볼 때 보다 더 共感할 수 있을 것이다. 그러나 先者에 있어서 感情의 方向은 크게 다르며 그 振幅 또한 큰 差異를 나타내는 것이다.

잔잔한 水面에 波紋이 일듯 意味의 交叉는 사연(辭緣)을 誘發하고 擴大되어 回顧를 잉태(孕胎)한다. 灰色재를 爲하여 까만 虛空에 불꽃을 튀는 모닥불처럼 사라져가는 시간에 사연(辭緣)은 서서히 재가 되어 가고 있다. 잿속에서 불씨를 찾아내듯 76년의 秒針속에서 回想의 斷片을 주워보자.

1976이라고 새긴 금박(金箔)이 褪色해 버린 靑色 노우트를 펼쳐 본다. 그 노우트는 항상 내손에 붙어 다녔다. 그 속에는 나의 76년 生活이 몽땅 들어가 있다. 마치, 演劇에 나갈 俳優가 臺本을 들고 그속에 써 있는 臺詞를 외우듯이 그속에다 計劃을 세우고 그 計劃에 따라 臺詞를 외우고 76년이라는 演劇을 行한 것이다. 그러나 이제는 幕내린 舞臺위에 서서 텅빈 客席을 내려다보는 心情이 되어 이해를 보낸다.

76年!

저장하게 생각하지는 않는다. 그러나 누구에게나 어떤 面으로든지 76년은 意味가 있었듯이 나에게도 例外 없이 76년은 생각할 여러가지 사연들을 많이 안겨주었다. 나의 campus 生活은 발걸음을 講義室로 向했던 것보다는 호국단실, 학생과, 그밖에 講義室이 아닌 곳으로 向했던 記憶들로 메꾸어져 있다. 어느 敎授님 말

씀대로 어느 것이 major인 줄 모를 정도로 顛倒된 生活의 나날들이었다.

학도호국단

이 말도 campus 안팎에서 學生들에게 여러 面으로 많이 認識되었으리라. 말 자체에서 생긴 趣旨라든가, 그것에 따른 우리들의 姿勢라든가 하는 것을 거추장스럽게 들먹일 생각은 秋毫도 없다. 다만, 工大學徒護國團을 맡으면서 느낀 點은 純粹해 지고 싶었다는 것, 그리고 자기 周圍를 돌아다 볼이 없이 먼저 큰 것만 보려는 사고방식을 止揚하고 우선 우리 周圍의 작은 일부터 處理해 나가 學生들에게 便宜를 提供해 줌으로써 實利를 追求하게 한다는 것 등이었다.

純粹라는 點에서 볼 때 或者는 무슨 소리냐고 대번 反駁할지도 모르겠다. 또한 妙한 웃음을 입가에 흘릴지도 모르겠다. 그러나 비위와 부조리를 신랄히 糾彈하기에 열을 올리고 眞理를 부르짖던 우리들이 學生活動을 하면서 순간적이지만 영원히 남을지도 모르는 과오를 저지르는 것을 무수히 보아온 나이기에 純粹한 學生活動을 더욱 하고 싶었다. 허황을 외치기 보다는 issue에 野合한 人氣로 自身을 合理化시켜 참된 自身을 矛盾된 自己뒤에 밀어 붙이기 보다는, 조그만 것이지만 純粹한 캠퍼스 活動을 할 수 있는 여건을 形成해 주는 일을 하고 싶었고, 그런 姿勢를 견지하기에 努力했다. 다시 말하자면 작은 點에서 부터 出發하여 한 단계 한 단계 上昇作用을 시켜 커다란 面으로 만들어 보자는 생각이었다.

질책을 빚는 손에 따라서 여러가지 形態의 질그릇이 될 수 있는 것이다. 내가 아니더라도 누군가가 나서서 命脈을 維持하고 改善해야 될 일, 그것을 다만 내가 한 것 뿐이다.

76年으로서 서울大學校가 開校 30周年을 맞는 까닭에

行事가 例年보다 더 많았으며, 더욱 크게 치루어 졌다.

금년에 특히 생각나는 行事를 대충 간주려 보면 佛岩祝典, 처음으로 치루어진 農工定期戰(春·秋), 開校 30周年 紀念行事로서 유일한 對外行事인 全國男女數學競試大會, 工大에 三連霸를 안겨다준 綜合體育大會 등이다. 그러나 行事를 執行함에 있어 예산문제는 언제나 必須的 要素로 따르는 것으로 예산은 행사 욕구를 充足시켜주지 못했다. 그런 점에서 볼 때 각 서어를 및 학생들에게 充分한 지원을 해 줄 수 없었을 實로 유감스레 생각하고 있다.

行事때마다 듣는 말이고 느끼는 點이지만, 우리들은 모든 面에 너무 無觀心한 것 같았다. 우리 모두가 서울工大라고 하는 범주에 宿命的으로 存在하는 것을 같은 空間속으로 뛰어 들어 그 속에서 옹고 그름을 批判해야 할 것을, 먼데 산을 보듯 傍觀하는 姿勢를 固守하는 우리들이 너무 많았다. 너와 나의 만남이 우리인 것을 工大生들에게는 너와 나의 거리가 너무 멀어진 것 같았다. 그래서 76년의 모든 行事目標을 工大의 特性을 살리어 汎工大人이 參與할 수 있는 行事를 한다고 定했으며, 미미한 힘이지만 그것을 目表로 하여 盡力했으나 滿足한 成果를 거두지는 못했다. 그러나 그러한 점에서 볼 때, 전혀 없었다는 것은 아니다. 그 한 좋은 例가 綜合體育大會 決勝戰에서 보인 工大生들의 단결이었다. 모여서 우리라고 하는 認識으로 뭉쳐 一絲分亂하게 움직였을 때, 그래서 그 결과 三連霸를 차지했을 때, 무거운 줄다리기를 줄을 들고 대운동장을 마구 돌던 그 感激은 充分히 서로간의 無觀心을 打開할 수 있는 原動力이었다. 무엇인가 하나의 共通觀心事를 만들고 그 點에 對해서 서로 對話를 통해서 眞摯하게 吐露하고 持續的인 觀心을 보여 줄 때 이 문제는 반드시 滿足스런 열매를 맺게 되리라 確信

한다.

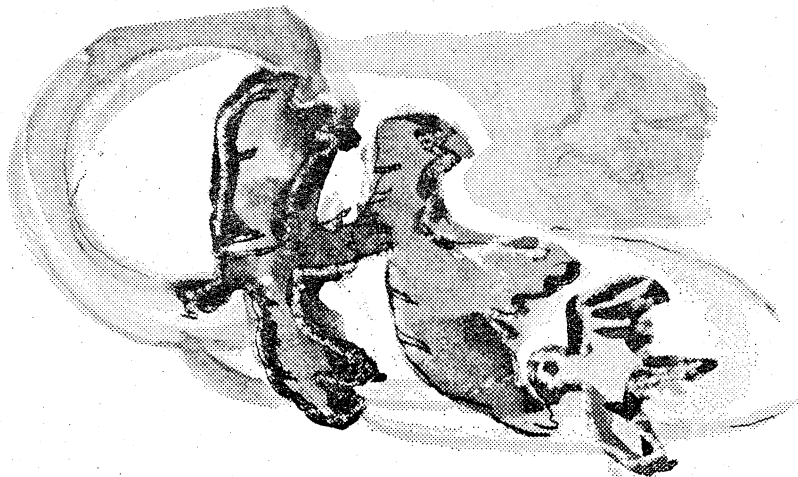
多數의 無觀心속에 그러나 觀心을 表明해 주던 학생들의 德으로 76年 工大學生活動을 꾸려 왔다.

이제 어떻게 變해 눈속에 파묻힌 落葉의 사연을 읽으면서, 도토리들 까 먹는 情다운 두 마리 다람쥐의 영종한 눈망울속에서 나는 착잡한 心情이 되어 주마등처럼 스치는 76년의 일을 생각한다. 그것은 全體的으로 볼 때 조그만 것 일는지는 모르겠지만, 나 자신에게는 커다랗게 부각되는 사연들인 것이다.

그리고 前에는 느낄 수 없었던 工大 캠퍼스에 無限한 愛着이 간다. 캠퍼스에 무엇인가 나의 모든것을 주고 싶은 濃度 짙은 愛着이다. 母校하던 우리는 일론 出身高校를 意識하나 工大도 나에게서 서서히 母校라는 category로 가슴 깊이 스며들어가 있는 것이다. 校門에서 호숫까지 이르는 마치 엄한 사열관 앞에서 閱兵하듯 가로수가 늘어선 四季에 따라 韻致를 달리 해주는 영성한 鋪道, 그리고 人跡이 드문 山속에 있는 학생회관. 모르고 있는 학생들도 많으리라. 그곳에서 감잡한 밤중에 별빛을 받으며 나오던 일, 4월에 蓮꽃이 滿發한 호숫가를 돌며 깊은 갈등에 빠졌던 일……, 이러한 것들이 더욱 親近感을 진하게 물들인다.

친구들과 어울려 술집에 갈때 무슨 義務感을 가지고 드나들던 때에서, 이제는 먼저 勸해서 술집에 들어가 호탕하게 웃으며 떠들었던 그래서 종종 밥맛을 잃던 76年! 마구 담배만 빨아대던 76年! 집이 하숙집인양 아침에 나와서는 꼬박 子正을 deadline으로 해서 歸家하던 나날들의 76年! 단벌뿐인 양복을 유독 많이 입어야 했던 76年! 이러한 나의 조그마한 76年은 소리없이 自嘲의 微笑를 머금은 채 차곡차곡 소리를 내며 어김없이 軌道를 달려가고 있는 것이다.

<섭유 3>



죽음에의 도전을 위한 서곡(II)

黃 順 澤

(소위 · 청룡부대)

<上>

북두칠성을 왼편 발치 만큼에 깔고 앉아서 오른쪽 어깨에 카시오페아를 얹혀 놓고 쫓그만 북극성이 바로 눈 앞에 서 있었습니다. 그리고 바로 눈 아래 양 옆으로는 에누리없이 딱 반쪽 달이 태양이 주름잡던 시간에 눈에 띄지도 않는 곳에서 남몰래 빛을 토해 내놓는 어설피드록 적고 조용한 빛을 받아 코스모스 꽃은 아예 하얗게 보이고 그 즐기는 짧은 것들로만 해서 새까맣게 그 존재를 나타내 보이고 있었습니다.

그 밑에서 나는 서늘한 밤공기를 마시면서 하얗게 보이는 코스모스를 보면서 언젠가 어릴 적에 우물가에서 오늘 밤처럼 달빛을 받으면서 하얗게 달맞이꽃이 피는 것을 바라 보았던 기억이 문득 떠올랐습니다. 그러나 불행히도 그 이후로 지금까지 달맞이꽃을 본 적이 없습니다.

당신은 달맞이꽃이 피는 것을 지켜 본 적이 있습니까? 있다가요? 그 꽃은 서서히 잎이 퍼지는 것이 아니고 다소곳이 움추리고 있다가 갑자기 팽하고 잎이 퍼지는 거죠. 그렇죠?

지금 여기에 달맞이꽃 다섯 송이의 꽃 봉오리가 움추리고 있습니다. 그러면서 팽 피어 나려고 하는 겁니다. 저는 그 중에 세번째 꽃이 퍼질거라고 잔뜩 기대하면서 기다리고 있습니다. 계속 기다리고 있습니다. 안타깝도록 초조한 시간이 흐르고 있는 겁니다. 그러나 그것은 퍼지지 않고 두번째 것이 팽 퍼지는 겁니다. 저는 세번째 꽃에 이젠 지쳐서 다섯번째가 퍼지기를 기다립니다. 이번에는 첫번째가 퍼지는 겁니다. 그러다 네번째 꽃이 퍼지기를 기다리고 있을 때 세번째가 퍼지는 겁니다. 잔뜩 마음만 설레이게 하고서는 또 기다릴 때는 피어나지도 못하면서 포기해 버리고 다른 것이 될 때를 기다릴 때에야 피어나는 겁니다. 예?

제가 선견지명이 없기 때문에 그런 오류를 범하는 거라구요? 글쎄요. 그런지도 모르겠군요. 제가 학교에 다닐때는 그 유명한 상계동 버스를 그것도 학교 앞으로 가는 버스를 기다리느라고 무려 한시간 반을 어치구니 없게시리 기다려 본 적도 있었으니까요. 행여나 행여나하고 기다리다 보니까, 어찌다가 오는 버스는 초만원이고 더구나 아예 정차도 안하고 지나가 버리고 학교 앞으로 가지 않는 버스가, 여윌게 기다리고 있을 때에, 곧 올테지 하면서 유감없이 보내곤 했었으니까요.

그러나 지금 생각해 보면 조금 전에도 잠시 말씀드렸지만 「여유」라는 것 말입니다. 그 여유가 있었더라면, 적어도 정신적인 여유가 있었더라면 까짓거 아침 산책하는 기분으로 학교 앞쪽이 아니라 저쪽에 새로 생긴 길로 해서 학교에 등교할 수가 있었겠습니까만 아침에 그정도의 여유를 가질 수가 없었다는 게 지금 생각해도 좁은 아쉬운 일이었습니니다.

말이 나왔으니 말인데 여유라는게 상당히 어려운 말인것 같습니다. 내가 배고파서 금방 쓰러질 것 같고 심지어는 아카시아 잎사귀를 깨물며 배고픔을 참고 있을 때에, 내가 참을 못자서 자리에 앉았다하면 금방 코를 골 정도로 극도로 졸리고 피곤할 때에 마지막 남은 빵 한조각을 내 입으로 가져 가기 전에 동료들 위해서 그것을 반으로 쪼갤수가 있는 것이라든지 동료가 졸고 있는 것을 보고 행여나 혼련관에게 들켜지나 않을까 망을 봐 주는 것(물론 좋은 건지 나쁜 건지는 차후에 판단하기로 하고 말입니다) 이런 것들이 그토록이나 아쉬웠고 필요했던 시절이 있었습니다. 그러나 안타깝게도 이런 것들을 실행에 옮기기가 얼마나 어렵고 힘이 드는지 결국은 어쩔 수 없이 내 자신이 여유가 없구나 하는 결론을 유도해 내더군요. 혼련소에서 이 이야기였습니다. 참고 견디고 성실과 단결심을 배

우던 시절이었습니니다. 또 충용이라는게 얼마나 어려운
가 하는 것도 체험했던 때이기도 했습니다.

학교때는 평범하게 산다라고 말로만 실로 말로만 떠
들었던 것 같습니다. 그러면서도 좁은 더 비범하고 특
출나게—물론 내가 보는 관점에서—살려고 했던 것 같
습니다. 그러나 평범하게 그리고 남보다 처지지도 않
고 남보다 유별나게 뛰어나지도 않게 산다는 것이 얼
마나 어려운 일인가를 경험할 수가 있었습니다. 네,
누구 말대로 군대 갔다와야 사람이 된다고 하는 말을
그대로 받아 들인다면 그 내용은 어쩔 자기 자신의 본
연의 모습을 바로 보고 뭔가 마음을 새롭게 할 수 있
는 자세를 배울수 있다는 것이 아닐까요?

남이야 나를 어떻게 보든 그것이 나에게 중요한 것은
되지 못합니다. 내가 생각해서 가치있는 일이면 또 내
눈앞에 그릴수 있는 강하고 믿음직한 사나이로서 멋있
는 일이면 아무리 힘들고 괴롭다 하더라도 기꺼이 하려
고 하던 내 자신을 가끔 앨범속의 사진을 볼으로써 되
돌아 볼 수 있습니다. 그러나 지금은 너무나도 초라한
내 모습을 보게 된 것입니다. 위대한 대자연 앞에 너무나
도 미미하고 연약한 존재이며 나 이외의 다른 사람들을
좋다 나쁘다하고 평가하기 전에 내 자신이 그들을 평가
하기에는 너무나 모자라는 것을 보고서는 아찔한 전을
마저도 느끼는 것입니다. 저에게도 대학 시절의 날고
뛰던 시절이 있었습니다. 그런 때에 이런 말을 누군가
가 했다면 저는 그사람에게 「용기」가 없기 때문에 그런
말이 나온다고 했을 것입니다. 바로 당신께서도 그
러실는지도 모르죠. 허나 저의 솔직한 변명은 당신의
용기를 한번쯤 분석해 보시라는 말을 해 주고도 싶습
니다만 그것은 나중에 미루고 우선 그들도 그들 나
름대로 가치관이 있을테니까 그들의 사고 방식 내지는
행동을 나의 행동에 맞추어 평을 할수가 없노라고 말씀
드리고 싶은 겁니다. 허허, 제가 소심한 탓이라구요?

<下>

오늘을 열심히 산다.

제가 생활 신조로 살고 있는 말입니다. 작년에 후배들
이 마련해 준 소위 「졸업 축하 파티」에서 후배들에게
졸업하는 사람을 대표해서 뭔가 한마디쯤 해 주어야
할때도 저는 서슴없이 이말을 해 주었습니다. 뭐 저의
생활관이 훌륭하기 때문에 후배들도 본받으라고 하는
그런 뜻은 결코 아니었습니다. 다만, 그들에게 제가 명
색이 회장이니가 뭐라고 한마디 해 주어야 할텐데 저

자신이 너무나 모자라는 인간이기 때문에 그들에게 형
식적이고 의례적인 말들 몇마디를 제의하고는 말해줄
것이 없었습니다. 그래서 제가 평소애 생활 신조로 삼
고 있고 또 실행하려고 노력하는 말을 해 주었습니다.

「나는 여러분들에게 이렇게 해라 저렇게 해라하고 말
할 정도도 못될 뿐더러 여러분들 자신도 내가 이렇게 저
렇게 하라고 한테서 그렇게 할만큼 뜻대없는 사람들도
아니니까 나는 나의 생활 신조를 밝힘으로써 여러분들
이 나 자신과 나의 생활 신조를 연관시켜서 「탄산지식」
이라는 말도 있듯이 걸려 넣것은 걸려내고 담아 모을
것은 담아서 앞으로의 여러분들의 생활에 도움이 되기
를 바란다」고 말입니다. 저는 오늘을 열심히 산다는 말
을 「생활에 여유를 가지고 인생을 멋있게 산다」는 저
나름대로의 구체적인 목적에 맞출 수 있을 것 같습니다.
생활에 여유란 때와 장소를 분명히 가려서 물아의 경
지에 이르도록 완전히 그 상황하에서 필요한 행동에 몰
입하는 때에 생기는 것이라고 봅니다. 만약에 어떤 일
을 하는데 10시간이 주어졌다면 화끈하게 그리고 성실
하게 그 일에 몰두해서 7시간에 끝내 놓는 겁니다. 그
리고 나머지 3시간 동안은 듣기에 부담 없는 easy lis-
tening 계열의 음악을 듣든지 테니스 라켓을 들고 폼을
교정해 본다든지 아니면 책을 볼수도 있겠지요. 네?
그렇게 빨리 끝내 놓으면 무성의하게 일한줄 안다구요?
또는 다른 일을 또 떠맡긴다구요? 그것은 당신의 이
미지가 갇고 묶는 뭐가 부족했던 모양이군요. 아니면
당신의 상사가 모자라는 인간일 겁니다. 만일 후자에 속
한다면 당신이 속해 있는 그룹은 비능률과 무성의의 악
순환이 계속될 것 같은 주제 넘은 생각이 드는군요. 또
인생을 멋있게 산다는 것은 주어진 일을 화끈하게 하
면서 내가 즐길 수 있는 시간을 최대한으로 즐기면서 사
는 나날들이 모여서 내 인생을 멋있게 수놓는 게 아닐
까요. 저는 지금 해병 부서에 근무하고 있습니다. 우
리 해병의 구호중에 「항상 충실한 해병이 되자」라는 말
이 있습니다. 정말 마음에 드는 말이었습니다. 그리고
사대주의 근성이 있어서 하는 말은 아닙니다만 미국해
병대의 구호중에 「We need good man」이라는 게 있
다더군요. 어중이 떠중이 머리수만 많은 것보다 차라
리 소수 정예를 원한다는 것이겠지요. 나라의 굳건한
바탕을 위해서 내가 필요한 재목이 될 수 있다면, 나는
만족할 수 있는 것이 아니겠습니까? 또 좁게 생각해서
내가 속해 있는 그룹에서 내가 요긴하게 쓰여질 수 있
다면 그것으로 저는 만족할 수 있을 것 같습니다. ●

來日이 있는 오늘

閔 丙 一

언젠가 敎養科目인 社會學 時間에 들은 이야기이다. 人間은 한 集團에서 다른 集團으로 移動할 때, 卽 급작스런 役割의 變化가 發生할 때 갈등이 발생한다고 한다. 기나긴 20年間の 學生이라는 集團에서 예전에 우리가 그렇게도 聲討하고 叱正하던 既成社會의 末端一員이 되는 것이나 여기서 생기는 갈등이 무척크리라 생각한다. 또한 비록 完全 象牙塔이라고는 할 수 없었지만, 그래도 가장 純粹하게 느끼며, 思考하고 行動할 수 있었던 시절이 지나고, 새로운 社會에서 適應의 곤란에 부딪칠 때마다 필경 지나간 세월을 回想하며 여기 공릉동의 情景과 그 속의 學友들의 모습을 그리다간, 그 時節의 우리 애기들이 생각나면 홀로 남모를 미소를 지으리라.

× × ×

나는 工大를 사랑한다.

모두들 工大의 遠大한 發展을 위해서는 하루 속히 관악 캠퍼스로 移轉되어야 한다하고, 나 역시 同感이지만, 지금의 이 곳 工大가 훨씬 자연스럽고 더 정다운다.

뒷산의 밤나무와 아카시아 숲, 2호관 앞에 봄마다 빨갛게 불타는 단풍나무, 1호관 앞 소나무 숲과 노란 개나리, 섬유투 앞의 蓮이 무성한 연못, 이 모든 것이 사막위에 세워진 시멘트 건물처럼 荒涼하기만하고, 도무지 大學이라기에는 너무나 깨끗해 티끌하나 없는 듯한 관악보다는 더욱 사랑스럽다.

수돗물인지 녹물인지 모를 酸化鐵이 유난히 많이 함유된 텁텁한 맛이 꼭 짙은 멍감을 입에 물었을 때의 까끌까끌한 물맛이지만 그래도 클로로칼키의 냄새보다는 난 것 같고, 진물들은 종탄자국으로 군데군데 얼룩져 있지만, 옛부터 살짝 곰보가 더多情하다 하던가? 다만 한가지 어쩌면 몇 년후에는 이곳도 불도저의 날아래 파헤쳐지고 또하나의 沒風情한 아파트團地

가 세워질지 모른다는 사실이 몹시 서글프게 한다.

나는 工大人을 사랑한다.

불암산 밑에서 하늘을 응시하고 있는 영롱한 눈빛의 工大人을 나는 사랑한다. 7年前에 校外씨클活動을 할 때 한 선배의 얘기가 생각난다.

“지금 工大에는 많은 人才가 모여 있다. 工大가 適性에 맞아서, 또는 봄을 타고 모였건 간에 그들은 自認 他認 엘리트들이며, 그들 中에서는 장차 政治家, 經濟人, 社會家, 科學者, 엔지니어 등 각양각색의 人物들이 이 社會에서 이름을 떨칠 것이다. 바로 이러한 多様な 人才들이 한 곳에 모여있다는 事實이 무서운 것이다”

이 말이 맞는다면 經濟開發計劃은 이 나라에 經濟復興 뿐만 아니라, 한 겨레의 強力한 未來創造의 新興集團을 만들어 놓는 것인지도 모르겠다. 비록 그 사람이 舊約의 豫言者는 아니나, 여기 이 들 중에서 모세가 예수가 나올 수 있다고 믿고 싶지 아니한가.

헤파이스토스는 회람의 技術을 支配한 神이다. 그는 올림푸스의 12神中 제일루에 들어간 神이지만, 제우스에게 無敵의 무기인 벼락과 번개를 만들어준 神이다. 제우스는 이것이 있었기에 다른 神과 人間을 支配할 수 있었다. 원래 헤파이스토스는 제우스가 그의 머리를 쪼개고 아테네를 만든 것을 보고, 이에 화가난 헤라가 제 혼자 만들어 낸 神으로 제우스가 이를 알고 격분하여 내동댕이치는 바람에 질름발이가 되었다 한다. 예나 제나, 絕對者는 그 摩下의 누가 제 스스로 깨우치고, 무엇을 創造하는 것을 싫어하였는가 보다. 舊約에서도 創造主는 지혜의 열매를 따먹지 못하게 하지 않았던가. 바로 그 힘겹게 얻은 지혜가 빛을 내고 힘을 발휘하게 하는 것이 科學이요, 技術이다. 구슬도 담고 꿩매야 보배가 되듯, 그러길래 人間에게 지혜를 鍛造하며, 빛을 내게하는 불을 가져다 준 프로메테우스에게 제우스

는 그토록 가혹한 형벌을 내린 것이 아닌가. 無限한 神의 可能性의 挑戰者. 바로 여기 레파이스토스의 後裔들을 나는 사랑한다.

나는 工大人의 꿈을 사랑한다.

봄날 시골길. 차면지가 항상 누렇게 흙먼지 덮여 있던 그 길, 비가 갠 직후에 나가본 적이 있는가? 거기서 겹겹의 흙먼지를 씻어내고 파랗게 세포조직이 비칠 정도로 투명하게 싱싱함을 자랑하는 새싹들을 본 적이 있는가?

겨울날 차가운 눈얼음 밑에서, 조그마한 깨진 기왓장을 들추었을 때, 그 밑에서 조용히 숨쉬고 있는 파아란 새싹을 본 적이 있는가?

한순간의 고난이 있더라도 견뎌내고, 來日을 향해 치솟는 새싹, 그리고 새봄에는 기어이 찬란한 꽃을 피우는 바로 이것이 工大人의 꿈이 아닌가 싶다. 「서울 工大」 73號에 外部 女大生이 본 서울 工大生이라는 題下에서 工大人을 남들이 가지 않는 길을 걷는 사람들이라 하였는데, 남이 가지 않는 좁은 길은 苦難과 荊棘의 길이다. 언제나 한 可能性에 挑戰하며 새로움을 追求하는 先鋒에 신자들은 항상 주변의 疾視와 虐待의 苦楚를 겪으며 종종 죽음의 길로 가기도 한다. 오늘날 세계 최대의 종교로 번영하고 있는 기독교도 그들이 지금 세계를 支配하고 號令하는 바로 그자리에서 홀린 로마의 既存秩序에 의해 사라져간 殉教者들의 피 위에

서, 지금의 그 地位를 누리고 있는 것이다. 만약 그 당시 기독교가 既存의 社會秩序와 融合하면서 共生을 꾀하였다면, 십자가를 지고 가 거기에 묶여 殉教한 그들의 犧牲이 없었다면, 지금의 그들의 至高의 상징인 십자가가 있을 수 있으며, 오늘날의 영광을 누릴 수 있었을까?

한 줄기 빗물로 흙먼지 덮힌 잎사귀가 제 빛을 되찾게 하며, 뿔치는 새삶을 열어주고 흘러가 버린 빗물처럼, 겨레의 來日을 위해 舞臺위의 俳優가 제 役割을 끝내고 사라져가듯이 創造의 십자가를 멘 殉教者. 따뜻한 봄날에 꽃을 피우기 위해 차가운 눈 속에서 새삶을 찾고 있는 새싹. 바로 이것이 工大人의 實像이라고 믿고 싶다.

來日의 榮光을 이루기 위해, 오늘 기꺼이 荊棘의 길을 가고있는 「來日이 있는 오늘」을 사는, 새로운 神話 創造의 騎手들의 푸른꿈을 나는 진정 사랑한다.

× × × ×

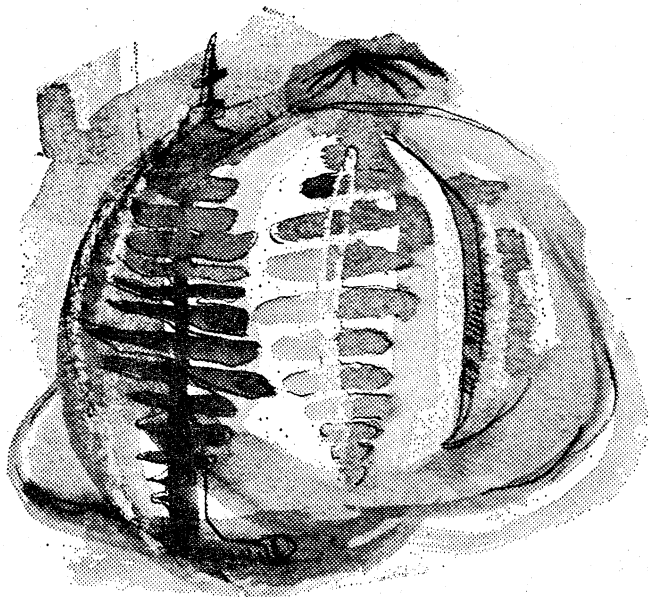
지금 스피커에서 여인의 낭랑한 ‘來日行 發車’라는 아나운스먼트가 흘러 나오고 있다.

가자. 뛰어가자. 한시라도 빨리 來日의 꿈을 실을 目的地로 달려가자.

새로운 사회의 갈등을 딛고, 우리의 세계를 구축하기 위해 어서 가자.

그리하여, 「내일이 있는 오늘」을 산 보람을 심어 보자.....

<金屬 四年>



푸른 목소리

張 芝 淑

우리는 요즘 대중이란 말을 자주 듣는다. 이말의 모호한 개념은 나 아닌 다른 사람들 혹은 현대사회의 특징을 공통적으로 지닌 무리를 가리키는 것으로 쉽게 단정 지어진다. 그런데 우리 자신이 대중 속에 들어 있다고 생각되면 왜 짜증스럽고 속상할까. 대중 속이 아닌 나의 위치는 무엇인가. 통제적 숫자에 저항감을 느끼고 그 숫자 뒤에 매몰되어진 몇몇 개성의 영역이 자기것인 양 생각되어지는 것은 누구나 갖고 있는 자아애일 것이다. 그런데 난 잘 알지도 못하는 많은 사람들을 한귀결에 묶어 놓는愚를 저질러야겠다. 이왕 허락된 자리니 날카로운 통찰력도 없는 편협한 눈을 돌려 본다.

우리의 눈에는 「工大」란 글자가 무척 낯익다. 일간지의 가정교사 광고난을 가득 메우고 있는 것이 그 글자이니.工大가 강조되고 경험多를 빼놓지 않는 것을 보면 가정교사 안해보고 졸업하는 공대생은 있을것 같지 않다. 이렇게 아르바이트광이 되어버린데는 불가피

한 이유가 있는 것 같다. 시내의 많은 술집들이 그들에 의해 메워진다. 자주 모이고 무지하게 마시고 크게 떠들어 대고 마구 써버리는, 어깨가 들썩이고 심장이 증광감있게 움직이는 그런 분위기를 좋아하는 것 같다. 무언가 와장창하는 그런것 말이다. 그러면서도 여학생과는 아주 차갑다. 여학교 앞에서 기회를 노리는 용감한 사나이도 씨클내에서 여학생에게 친절한 멋쟁이 사나이도 한때 미팅 횡수 백단위를 돌파한 자랑스런 경력을 지닌 부지런한 사나이의 많은 수가 공대생이고 보면 결코 우리에게 조용함은 주지 못한다. 타대생의 추종을 불허하는 거칠면서도 곱게 내어 뽐을 수 있는 그들 사교의 세련미가 장점 겸 단점으로 작용해선가 보다. 아, 그들의 특기가 또하나 있다. card 놀이, 손에 들었다하면 제반 조건중에 어느 하나가 끝났다는 생각이 들기 전에 일어 설 줄 모르는 것이 그들의 버릇인 것 같다. 그들은 이런 오락적 분위기에 온 인생을 쏟아 붓듯 열광적이 된다. 그리고는 그것이 모든것의 가치인양 생각하는 자학의 태도마저도 갖는것 같다.

그러나 이렇게 쾌활해 보이는 그들에게도 우울증은 있다. 졸업후의 일은 미뤄 놓더라도 관악캠퍼스 이후 그들의 고유 감정은 더욱 유리되는것 같다. 서울대생이기 보다는 공대생이어야 제 이름 찾은듯 마음이 놓이는 것은 전공에 대한 애착만은 아닌것 같다. 하지만 이런 우울함은 한계점의 축제로 인해 약간은 해소될 수 있는것 같다. 꾸밈없이 내리치는 가을빛 아래서 누런 물매의 하얀 살점을 시원스레 썰을 수 있는 행복감으로 말이다. 또 이런 면도 있다. 요란한 상황의 끝맺음을 할 줄 아는 현철함 이것이 그들의 수학적이고 합리적인 사고 방식인것 같다. 어느날 먼지 낀 거리의 뿌연 공기를 들이마시며 국가와 자신의 관계를 의식하는 모습은 안스러울 만큼 심각해져 있었다. 공업국가로 발전하는 조국에 기계속의 톱니바퀴 역할을 하겠다고 다짐하던 푸른 목소리가 강한 힘을 갖고 머리에 부딪혔을 켜 살아있는 공대생을 의식했다.

거리에 흩어졌던 그들의 용기가 술잔에 녹아 들었던 그들의 정열이 나서야 할 자리, 해야 할 일을 앞에 두고서는 마르지 않는 샘의 신비처럼 그들은 지칠 줄을 모른다. 그렇다. 그들은 무한한 활동력을 지니고 있다. 무엇이든지 억척스럽게 해내는 그들의 이 풍성한 삶의 태도가 나라안 구석구석에서 힘을 잃지 않을 때 우리는 세계 정상에 향한 공업국의 깃발을 더 높이 올릴 수 있으리라. 그래서 우리는 못내기 공대생의 흐릿한 눈빛도 기대를 갖는 것인가 보다.

<梨大 科學教育 3>

어느 사랑의 종말을 위한 협주곡

李 義 鍾

살아가는 지혜를 배우자.

現代人은 문밖을 나서면서부터 뛰어야 한다. 무엇에 쫓기고 있는 것이다. 적어도 그렇게 느끼며 살아가고 있는 것이 아닐까. 그속도는 존각을 다투면서 더욱 빠르게 진행될 전망이다. 이제 인간은 인적의 자취가 없는 극을 다녀온지 오래고 저 미지의 月世界를 다녀온 지도 꽤오래 되었다. 서로 쫓기고 있는 것이다. 무엇에 쫓기고 있는 것인가. 살아가는 목적이 다르고 방법이 다르다. 그곳을 향한 집념도 각양각색이다. 똑바로 갈 수가 있는가 하면 우회를 거듭하는 수도 비열비제하다. 누구나 우를 범하고 제 갈길을 찾고 있다. 우리는 이러한 세속에서 모두에게 동질성을 부여하고 싶다. 그리고 각양의 목적에 도달함에 서로를 내 맡겨야 하겠다. 모두에게 관심하고 모두에게 무관심하자. 왜 사는가 하고 묻는다면 우문이 될 것이고 어떻게 살 것인가에 더 많은 시간과 노력을 해야 하겠다. 무엇이 될 것인가에 집착하지 말자.

꿈을 꾸며 살고 있다는 것이 얼마나 행복한가. 누구나 새로운 동경하고 있으며 낡은 것에 미련을 씻으려 한다. 새로운 지식에의 동경, 권력에의, 재화에의, 그리고 아름다운 여인에게의 동경등 모두가 매혹적이다. 그것에 집착할 수 있어야겠다. 동경한다. 사랑에로, 아무리 사회가 산업화하고 복잡해진다 해도 인간은 인간을 상실하지 않는다. 그 원천은 인간이 인간의 두뇌가 우월하다고 느끼기 때문이 아니라 인간이 사랑할 수 있기 때문이라, 세상에서 가장 가혹한 형벌이 있다면 그것은 애기로나 할 수 있다는 사지를 갈기갈기 찢는것도 아니요, 그를 지옥으로 떨어뜨리는 것이 아니라 그것은 바로 사랑할 수 있는 힘을 제거하는 것이라. 사랑은 온갖 악을 씻어 善하게 하고 모든 추악을 청소하여 새로운 영광에로 이끄는 원동력이 될 것이다. 누구나 사랑하며 아무도 사랑하지 못한다. 사랑한다고 말한다면 그건 이미 사랑하고 있지 않는다는 반증이다. 그러나 사랑하는 사람은 눈빛은 찬란히 빛나는가 하면 오묘한 우수가 있다. 사랑이 환희를 주었

으며 사랑을 매고 싶은 슬픔이라, 사랑하고 있음을 감지하지 말고 내 가슴에 고통과 아픔을 갖는다면 그건 절대의 사랑이 되는 것이다.

모두가 사랑하고 있다고 말하고 그렇게 될 수 있기를 희망한다. 그러나 가장 아름다운 사랑은 젊은 사랑이다. 젊음은 무한한 특권이다. 그속에서 용솟음은 용광로의 불빛을 능가할 것이며 모든 세상을 지배하고도 남음이 있을 것이다. 그래서 젊은 사랑은 만인의 사랑이요, 젊은 사랑은 무지의 사랑이며 또한 영광의 사랑인 것이다. 모두가 갈망하는 젊은 사랑을 모두가 사랑해 보자.

그러면 어떻게 사랑할 것인가. 동서고금을 통해서 숙제로 남아 있는 문제다 많은 사람이 이 문제에 답을 하려 했으나 누구나 정확한 답을 주지는 못했다. 인간의 시조라는 아담과 이브도 아마 이에 정확한 답을 제시하지는 못한 것 같다. 이 문제는 인간이 존재하는 한 영원한 숙제로 남아 있을 것이다. 그렇지만 동서고금을 통해서 수많은 사랑을 보아왔고 지금도 행해지고 있고 믿고 있다. 그러면 어떠한 답이 나오지 않을까하는 미련을 갖게 할지도 모른다. 그렇다. 답이 없는 것이 아니라 여기엔 너무나 많은 답이 있기 때문에 답이 없을 뿐이다. 하나의 사랑엔 하나의 답이 존재하기 때문이다. 대상의 재목이 문제가 되고 대상의 구조가 문제가 된다. 가장이란 수식어를 빼고 답한다면 이렇게 답한다고 해도 큰 파오는 범치 않으리라. 나를 버려라. 오만을 버리고 하나의 대자연으로 돌아가라, 우주만상이 그렇듯 나에게 집착하지 말라. 人間의 탈을 벗고 세파의 영욕을 버리고 자연에 몰입한다면 그 어려움은 반감하리라. 나에게 맞는 대상을 선정하지 말고 나에게 맞도록 내가 노력하면 되는 것이 아닐까. 그것이 그 사랑을 끝맺음 할 수 있는 지름길이 되는 고이다. 그래서 누구나 그 사랑에 종말을 구하고 사랑의 열매를 갖게 될 것이다. 이제 젊은 사랑에 새바람을 넣고 사랑의 종말을 위한 협주곡을 연주해 보자.

〈黨業·三〉

斷絶된 試圖의 연속

林 基 哲

—나는 누가 무엇이라고 해도 聖書에 나오는 蕩兒의 傳説은 어디까지나 다른 사람의 사랑을 거절하려고 든 한 인간의 이야기라고 생각하고 있다—

아베로오네를 깊은 감정으로 그린 파리 골목길의 젊은 詩人 말테는 릴케를 대신하여 한마디, 마디를 조심스레 엮어내고 있다.

優位에 속하는 사랑(現代的 의미의 사랑은 마치 數 놀이를 하는 것처럼 이미 그 位置를 定했다 말인가?)은 받는 것이 아니라 주는 거라는 普遍的 眞理가 必然性을 물고 귀착한다.

思春期的 對生死 觀念은 베르테르의 자살을 방조하며, 死의 禮讚(?)을 극구 시인하여 神으로부터의 脫 徒를 동경한다.

하나님이 그의 行爲의 代行者로 파우스트를 설정하고, 이미 敗北가 決定된 메피스토펠레스와의 소극적 투쟁(神에의 모독일지 모르나, 어쨌든)을 시도함에 있어, 이는 人間을 欺瞞하는 神의 獨白이 무대를 채워가는 劇처럼 豫定화된 事件들 속에서, 우리들 人間은 자막의 터어반 두른 마술사가 붙어대는 퍼리를 本能으로 쫓는 한마리 고개 세운 코프라가 아닌가.

허나, 笛曲이 끝나더라도 우린 내두르던 머리와 毒氣서린 허를 自棄할 수는 없으며, 어느 詩人의 피땀 言語처럼 솟아 올라 푸른 하늘에 더우기 파란 靄를 뿜어 내야 한다.

하여, 우리의 女流 詩人은—늦도록 잠이 안와 살(肉) 밖으로 나가 앉는 날이면, 어쩌면 그렇게도 어김없이 울며 떠나는 당신들이 보여요. (姜恩喬의 <풀잎>)—라고 달빛따라 조용한 嗚咽을 흘리며, 또한—오오 사랑이 追放을 당하는 時間이 바로 이 때이다. 내가 나의 밖으로 나가는 것처럼.(金洙暎의 <피곤한 하루의 나머지 시간>)—을 어둠의 意識에서 들추어 내던 者들의 斷絶된 試圖가 있다. 정작 우리 모두가 이미 제

획되고 豫定화된 삶과 운명의 軌道를 좇고 있다고 ‘다 그런거지. 뭐 그런거야’式的 일면 運命論이며 諦念의이고 한편은 즐거운 유희미증으로, 새벽이면 피어나는 魂의 한 가닥을 짓눌러 버릴 수가 없지 않은가.

「그 軸의 幻影이라도 보고, 짧은 팔이나마 떨어 저어 봐야 한다」

구두끈을 잡아 매듭짓는 일도 나의 삶과 斷絶되어선 안되며, 虛無도 한개 試圖의 뿌리없는 終結點이다. 이때 동안 구겨진 삶이 그리하듯이.

뉴욕·타임즈를 보도한 日刊紙의 ‘빙하시대의 到來, 人類 滅亡 危機’라는 기사가 주의를 끌지 못하는 건 氣象變異의 現象도 실감이 안드는 모양이다.

기실, 우리는 시리아에선가 행해지는 「아도니스의 花園」의 祝祭에 대하여 영구히 아네모네가 生存하리라 믿으면서도, <어찌하여>의 물음에는 根本的 問題에 부딪쳐 또 한 번의 斷絶되고 마는 思索을 겪지 않을 수 없다.

때문에, 살 섞은 아내를 鍾路 네거리에서 찾는 사람, 위대한 사흘의 酷한에 임진강 얼음속에서 凍死로 抗拒한 故鄉 잃은 者가 있다.

돌아온 蕩兒처럼 언젠가는 神을 찾으는지도 모르나 「하나의 世界를 위해서」는 拒否하는 몸짓으로 날들을 꾸려야 한다. 사랑과 故鄉 잃은 者를 위해서라도.

그 침묵의 軸을 성급히 보려 하지 말아야겠다. 몇 십년의 旅程은 어쩌면, 정말 어쩌면, 우리를 그 가까이 데려다 놓을 지도 모르니까.

하느님, 저희를 저버리소서!

〈工化 2〉

使命的 自我

조 재 신

人間이 世上에 태어난다는 것은, 어머니와 아기가 육체적으로 독립된 개체로 분리되었다는 사실을 뜻하는 것으로부터 시작된다. 즉 身體的 自我의 탄생이 바로 그것이다. 사람은 커감에 따라 자기를 둘러싼 환경에 눈을 뜨게 되고 자기의 存在가 무엇인가 하는 물음을 던지며 또 하나의 새로운 탄생을 위한 진통을 겪게 된다. 제 2의 탄생 즉, 精神的 自我의 탄생이다. 동물이 단순한 행동의 주체로서, 그를 둘러싼 外界에 온몸을 침잠하여 그속에 스며들 따름인 반면에, 인간은 그들의 세계로부터 돌출하여 세상을 이해하고 둘러싼 환경을 변화시키려고 노력한다. 이러한 힘의 원동력은 精神的 自我의 발견으로부터 시작되는 것이다. ‘人間이란 무엇인가?’라는 의문을 던지며 삶을 추구해 가는 태도는 자기의 삶에 새로운 가치를 추가해 주는 것이리라.

여기에 한 단계 더 부가시켜, 精神的 自我의 탄생뒤에 使命的 自我의 탄생을 맞이하게 된다. 내가 이 세상에 태어난 것은 우연히 태어난 것이 아니라, 어떤 직분을 다하라고 나를 이 세상에 특별히 보낸 것이다. 그렇게 느끼는 것이 使命感이요, 使命意識이다. 그것을 위해 살고 그것을 위해 죽을 수 있는 대상이 바로 使命이다. 使命的 自我의 탄생은 최고의 自我로 도달할 수 있는 길이며, 삶을 창조하는 능동적인 생을 이루는 원천일 것이다.

일個人에게 自我의 탄생을 이듯이, 개인이 이룬 집단이나 공동체에도 使命意識은 存在하고 있다. ‘人間의 양성’이라는 일을 수행하고 있는 大學에 있어서의 使命을 크게 3가지로 구분할 수 있다. 대학의 첫번째 임무는 무엇보다도 전문지식의 교수에 있다 할 것이다. 교수는 자신이 가진 고귀한 지식을 자유로이 교수함과 동시에 학생은 스스로의 판단에 의해 그것을 받아 들여야 하며, 이 첫번째 임무의 수행에 있어서는 진리의 탐구자로서의 태도와 자신을 갖추어야 할 것이다.

대학이 갖는 둘째 임무는 전문지식을 탐구하는 기관

이라는 데에 있다. 단순히 지식을 교수하는 것에서 그치는 것이 아니라 지식에 있어서의 창조를 목적으로 하는 것이다.

세째로 대학은 전문지식과 연구한 결과를 사회와 大衆에 제공할 의무가 있는 것이다. 지식은 어떤 특정계층의 특권이 아니라, 국민생활 속에 침투되어야 하며 이를 위해서는 大學은 진리의 성전으로서의 기능을 발휘함과 동시에 지식인과 대중간의 문을 터는 데에 대학인 각자 각자가 노력을 기울여야 할 것이다.

지금 우리에게 필요한 것은 使命的 自我의 탄생을 위한 노력과, 탄생되어지는 使命感과 大學의 使命을 결부시키는 일일 것이다. 전문지식의 습득이라는 大學의 기능은 현실과 결부되어야 하며 현실과 유리된 학문이라는 것은 더욱더 大學을 고립시키는 결과만을 초래할 따름이다. 또 진리의 탐구자로서 우리의 자세는 보다 능동적이며 자유로워야 할 것이며, 직업인의 量産에서 탈피해서 全人格的인 人間양성에 보다 더 무게를 두어야 할 것이다.

또한 大衆속에 파고 들어갈 수 있는 지식이 되기 위해서는, 유교전통에서 흘러 내려오는 배타적인 엘리트 의식을 과감히 탈피해야 한다고 생각한다. 우리들이 갖고 있는 엘리트 의식은 어려운 시험을 통해 大學에 들어 왔다는 생각으로 인해 더욱 더 굳어져 있는 것 같다. 이런 엘리트 의식은 大衆과의 거리감을 보다 심화시켜 大學의 제 3의 기능을 마비시키는 결과를 낳을 것이다.

결론적으로 우리는 우연히 이 세상에 나온 存在가 아니라, 자기의 생을 걸 수 있는 使命을 부여받고 세상에 나왔다는 사실을 인식할 때 그는 자기의 삶을 능동적으로 이끌어 나갈 수 있는 창조적인 人間으로 변화할 것이며, 人生에 대해서 새로운 눈을 뜨게 될 것이다.

〈금속 2〉

天動說時代(III)

李 承 求

우리는 지난 몇 년 동안 머리모양이나 옷의 변화는 잘 알아차리면서도 우리를 둘러싸고 있는 모든 物體의 스타일이 변하고 있는 점은 모르고 지나치는 수가 많았다. 순식간에 나타났다가 사라지는 유행이 마치 낡은 형태의 권위가 사라져가고 있다는 사실의 역설적인 표현이라면 이러한 모든 변화속에서는 결코 어떤 것도 두번 다시 같은 형태로 남아 있을 수 없는 그야말로 관념의 변화일지도 모르겠다.

최근 수년동안 우리는 個人的인 選擇의 판별기준이 개성을 잃었다는 것을 실감할 수 없었다. 의사를 결정하기 위한 어떤 순간에 자신의 선택과 일치하지 않을 때 그것을 받아들여야 하는 갈등은 심각하다. 도저히 변경시킬수 없는 하나의 特性, 즉 本性和 個人的인 선택의 조화는 우리가 살아가는 데 있어서 가장 중요한 요체일게다. 이럴때 우리를 괴롭히는 것은 권위라는 명령의 탄생이다. 때로는 이러한 것이 사회적인 관점에서는 이익이 될 수 있는 허다한 경우를 많이 본다. 또 個人的인 選擇의 기준은 누구나 행사할 수 있는 부가적인 원칙이 存在하여야 하며, 이러한 점을 모든 사람이 선택의 기회균등으로 표출되어야 한다고 보아도 좋을게다. 이런 점은 특정측면을 강조함에 따라서 여러형태로 받아들일 수도 있으나 무엇보다도 좋지못한 可能性을 배제하는 어떤 다른 하나의 길로써 그 표현이 가능할지 모르겠다.

卒業을 하면서 가장 초조하게 하는 것은 앞으로의 진로문제다. 공부와는 전혀 인연을 달리했던 사람으로 우선 看板을 알아주고, 사회에서 人氣 좋은 大企業의 현관을 노크해 본다. 일단 入社하면 그 기업의 生理에 맞도록 순응해야 하는 것도 당연한 처사다.

내가 某기업 入社試驗중 영어과목의 첫번째 문제가 大企業 경영체계의 複雜性和 관련된 문제라고 기억된다. 문제를 맞대는 순간 기형적인 우리나라의 기업에 대해 생각해보았다. 물론 우리나라 기업은 韓國의이었을 것이고 내 생각은 아주 소박했다. 美國애기지만 처

음에 소유주가 직접 경영하던 조그만 가족기업의 경영이 소유주로부터 분리되어 大企業으로 성장되었다고 한다. 그리고 小商人이 소유하던 사유재산의 존엄성이 法人體의 사유재산에 있어서도 존중되게 되었다. 농부의 나라였을 때 私企業의 美德을 신봉했기 때문에 고용인의 나라가 되어서도 역시 대기업의 미덕을 계속 받아 들인 것이다. 물론 미국에서도 새로 경제에다 낡은「이데올로기」를 인식시키려니까 자연 착각이 있게 된다.

나한테 思大根性이 잔존하는지는 모르겠지만 하물며 한국에서도 거대한 기업체를 사기업체라고 보는 것처럼 적절하지 못한 일도 드물게다. 그러나 남들이 大企業에 대한「왈가왈부」는 소시민으로서선 게재할 바가 아니다. 알아서들 잘 할테니.....

이 글을 쓰기 위해서 기업경영에 관한 책을 잠시 읽어보았다. 「어떤기업체에서 다른 기업체와 공급자, 소비자, 경쟁자 등과 같은 다른 경제실체들에 의해서 행사되는 통제도 있다. 이런 통제는 때때로 복잡한 시장의 메카니즘에 의해 작용되기도 하고 때때로 거래, 결탁, 합작등을 통해서 작용하기도 한다. 여기 첨부되어 정부의 통제도 뒤따른다. (중략) 분업을 신봉하는 신고전파 경제학자들은 기업체 관리는 법률가들이나 다름 일이다 라고생각한다.」 그런데 이례적인 법률가들은 기업체의 그것을 소유하는 사람들에 의해서 관리되어야 한다고 했다. 사실 경제학자들의 이론이야 알 바 아니지만 마지막에서 언급한 사실은 우리를 자극시킨다. 더군다나 大企業體의 문제라면 그러한 이론은 없는 것이 더 나을것이다.

사실 이러한 염려는 기우에 지나지 않는다. 언제가는 이러한 병폐는 개선될 것이고 막 학교를 탈출하려고 하는 사람으로서 우선 어떻게 사회를 생각할 것인가하는 문제가 있다. 다만 우리와 같이 그러한 大企業에 入社해서 높은 사람에게 管理를 받게 될 때 여기에는 반드시 因習의인 思考方式에 좌우될지도 모른다는 그 사실만이 우리를 자극 시킨다. <기계 4>

痕

이 강 석

저 건너 울명줄멍한 산들이 차분히 누워 있다. 모두들 고만고만한 산들이다. 빼어나게 높은 것도 없고 그렇다고 작달만한 산도 없다.

산이 움직인다. 위 아래로 조금씩 움푹움푹 움직인다. 때때로 좌우로 움직이는 산도 있다. 이상하다. 산이 움직일리는 없는데……눈을 비빈다. 산이 파도로 바뀐다.

파도는 우르르 밀려왔다가는 슬그머니 사라져 버린다. 바람부는 대로 이리저리 퍼져나간다. 높고 낮은 빠른 박자의 고리를 질러대며 움직인다.

그런데……바위를 때리는 파도의 흰 泡沫이 없는 것을 보니 파도 또한 아닌 모양이다. 저 무리들이 산이건 파도건 나에게 상관없는 일이다. 다만 내가 산이 또 파도가 되지 못하는 것이 조금은 안타깝다. 나도 산이었으면 육중한 움직임을 가져 왔으면, 그리고 또한 흰 泡沫을 튕기는 파도였으면.

그러나 나는 파도도 산도 아닌것을.

갑자기 운동장 한가운데가 환해지며 喚聲이 터진다. 이른바 모닥불 높이, 모닥불을 피우기 위해 들인 功을 생각한다. 나무를 자른 인부, 나무를 운반한 사람, 리어카의 다리 아픔, 석유를 퍼 올린 功, 그것을 운반한 배와 배지나는 길을 터주던 파도의 고마움, 渾身의 힘을 기울여 자신을 태우는 석유, 이제 하나의 불꽃이 되어 피어난다. 세상을 밝히기 위해 피어난다. 한가닥 숯덩이, 한 줌의 재가 됨을 모르지는 않겠지만 이 좁다란 운동장 한 모퉁이나마 밝히려고 자신을 태운다. 나를 태운다.

한 고시인으로 됨을 알면서도 나를 태운다.

홀날리는 불꽃을 보며 진한 콘트라스트의 웅덩이를 밟는다. 꼭 발하나를 걸칠만한 웅덩이. 웅덩이는 두줄로 나란히 떨어있다. 줄다리를 위해 열심히들 파놓은 웅덩이다.

발을 한 웅덩이에 깊숙이 담가 본다. 도로 빠져했으나 빠지지 않는다. 애를 쓴다. 빠지지 않는다. 한발을 다시 내디딘다. 그제서야 뒷발을 겨우 건져낼 수 있었다. 아하, 알겠다. 앞으로 나가면 발을 뻗을 수 있구나. 다시 내 딛는다. 아무런 成果도 없이 다만 뒤의 발을 빼내기 위해 발을 내딛는다. 나의 意思와는 전혀 무관하게 앞으로 앞으로 나아간다. 잠시 멈춘다. 삶이란 단어를 떠올렸다. 한발 다시 내딛는다. 용기를 생각했다. 戰友愛도 생각했다. 발이 더 깊숙이 빠져 들어 간다. 어서 앞으로 나아가야 한다. 彷徨에 대해 생각했다. 定着은 또 무엇일까에 매달렸다. 이제는 앞으로 나아가는 일이 조금은 익숙하다. 사랑에 관해 생각하고 조금은 숙연해졌다. 이제 저만치 끝이 보인다. 政治를 생각하고 權力에 고개를 흔들며 또한 돈을 생각했다. 명예, 체면, 이층 양육집, 마이 카, 예쁜 마누라를 생각했다. 안도의 숨을 크게 내뿜다. 다 왔다.

——우리 여기 좀 앉지. 밤차타고 어디론가 떠나고 싶다고 했지. 모두가 떠나고 싶은지 몰라. 에프랑제, 보헤미안, 좋은 애기지. 그러나 人間은 한발자국도 그 자리에서 떠날 수 없는 거야.

자기에게 주어진 숙명을 거부하고 떠나겠다는 것은 삶에 대한 모욕이야.

내가 서있는 데서 옆으로 새고 싶다는 욕망은 앞으로 나아갈 길이 험하고 멀 것 같아서 지쳐버린 비겁하고, 비열하고, 나약하고, 배짱없고, 희망이 없고, 병들은 자의 것이야, 정말이야. 이건 정말로 정말이란 말야.

나는 기차타기를 거부해. 언젠가 기차 맨 뒤칸에 서서 빨리 들어가는 레일을 바라본 적이 있지.

처량한 생각이 들면서 뛰어 내리고 싶더군. 그러나 그렇게 못했어.

나는 분명히 레일 위를 달리고 있는데 그것은 나 自身에 의해서가 아니란 말야. 나는 곧고 바른 레일 위를 오직 기차라는 엉뚱한 물건에 실려서만 달릴 수 있거든.

나 自身이 自信을 갖고 힘있게 달리고 싶은데 말야. 이봐, 내말 듣고 있어. 아니 이 애가 어디 갔지——

처음부터 그녀는 내곁에 있지 않았는지도 모른다.

〈전자 4〉

학생의료공제회 규약 (발췌)

제 1 장 총 칙

제 4 조(용어의 정의) 이 규약에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. 공제비라함은 학생의 의료비 보전을 위해 당해 학기등록시에 학생이 납비하는 금액을 말한다.
2. 학생이라함은 당해학기 등록을 마친 서울대학교의 각대학 및 대학원의 재학생을 말한다.
3. 질병 또는 부상의 진료라함은 지정된 의료기관에 종사하는 의사의 진단에 의하여 행하여진 진료행위를 말한다.
4. 일반진료라함은 치과진료를 제외한 진료를 말한다.
5. 공상이라함은 질병이나 부상의 직접적인 원인이 총장의 승인을 받은 공식적인 행사에 있는 것을 말하며, 학교의 영조물에 의한 부상도 공상의 대상이 될 수 있다.

제 5 조(공제수혜대상자) 서울대학교 학생은 등록을 마친 학기의 제1일로부터 그 학기의 말일까지 공제수혜대상자가 된다.

제 6 조(공제수혜자격의 상실) 학생의 졸업, 사망, 제명등으로 학생신분을 상실하거나 휴학한 때에는 공제수혜자격을 상실한다.

제 3 장

제 15 조(의료기관) 공제비는 이사장이 인정하는 특별한 경우를 제외하고는 다음 각호의 의료기관에서 진료를 받은 자에 한하여 급여한다.

1. 서울대학교 의과대학부속병원
2. 서울대학교 치과대학부속병원
3. 서울대학교 보건진료소
4. 기타 이사장이 지정하는 의료기관

제 16 조(공제비 급여기준) ① 공제비는 다음의 기준에 의하여 급여한다.

1. 공상진료
 - 1) 일반 공상진료는 공제비 급여액이 30만원을 초

과하지 않는 범위내에서 전액을 지급한다.

- 2) 치과 공상진료는 공제비 급여액이 20만원을 초과하지 않는 범위에서 전액을 지불한다.

- 3) 전 1), 2)항의 중복되는 경우와 기타 공상자 공제급여의 범위는 치료비 심사위원회에서 결정한다.

2. 공상의의 진료

1. 일반진료의 공제비급여는 10만원 미만의 진료비에 대하여는 진료비의 50%를, 진료비가 10만원을 초과한 부분에 대하여는 그 30%를 지급하되 공제비급여총액이 10만원을 초과하지 못한다.
2. 치과진료의 공제비급여는 5만원 미만의 진료비에 대하여 진료비의 50%를, 진료비가 5만원을 초과한 부분에 대하여는 그 30%를 지급하되 공제비급여총액이 3만원을 초과하지 못한다.
3. 안경, 보철기구 및 치과의 귀금속 보철대는 진료비에 산입하지 않는다.

제 17 조(공제비의 범위)

전조의 진료비의 범위는 질병 또는 부상의 진료에 따르는 약가, 검사료, 입원료(식대를 포함하되 3등 혹은 3인용 이하의 입원실을 기준한다) 및 기타의 진료시술비에 한하며 진단에 소요되는 수수료, 증명료는 포함하지 아니한다.

제 18 조(공제비의 급여)

다음 각호에 해당하는 진료에 대하여는 공제비를 지급하지 아니한다.

1. 진료비의 총액이 2,000원 미만인 경우
2. 동일질환에 대한 공제비 급여회수가 년 1회를 초과하는 경우
3. 선천적 질환이나 성형등의 진료
4. 교통사고나 폭력상해로 인한 진료
5. 부도덕적인 질환이나 상해등 심사위원회에서 공제비급여가 부당하다고 판정하는 진료

제 19 조(공제비 급여절차) ① 공제비 급여를 받고자 하는 자는 별지서식의 공제비 급여 신청서에 지정의 료 기관에서 발급한 진단서와 진료비 영수증을 첨부하여 이사장에게 제출하여야 한다.

② 전항의 신청에 의한 공제비 급여금은 심사위원회가 심의사정한 공제비급여 결정에 따라 신청인에게 지급한다.

③ 공상의 진료나 입원진료를 요하는 자로서 공제비 급여액의 한도내에서 진료비의 후불을 받고자 하는 경우에는 이사장으로부터 별지서식의 진료비 후불의뢰권을 발급받아 지정의료기관에 제출하여야 한다.

편	집	노	트

□ 産母도 아쉬움을 느끼는지 모르겠다. 이제 조금 있으면 봄이 올테고 그때 또 다시 새로운 수확을 위한 준비를 서두를 후속타자에게 기대를 걸며 아쉬움을 수습해야겠다.

만일 나에게 여건이 허락된다면 새롭고 참신한 아이디어를 章마다 접점이 아로 새겨넣고 싶은 심정이다.

처음 졸업논문제도가 실시되었는데 좋은 논문을 쓰기위해 동문서주하던 형들의 마음을 그냥 홀려보내기에는 너무 아쉬움이 많다. 또 신뢰도공학에 대한 더 좋은 많은 글을 소개하지 못한 아쉬움을 후진들이 시스템공학과 신뢰도공학을 연구한 후 그 실적을 “서울공대”에 발표해 주리라는 기대로 상쇄시켜야겠다.

피물들만 모여사는 태능골 공대의 피벽스럼기 짝이 없는 친구들이 이 아쉬움을 이해해 준다면 나는 골草가 되어야 된다고 <鍾>君이 충고를 한다. 그렇지만 골草가 되기는 어렵겠다.

주위의 친구들이 불여준 <博士>칭호에 무색하지 않게 좀더 研究室에 처박혀 칸토노플라스틱스(Cantonomplastics)를 確立시켜야겠다. 칸토노플라스틱스가 무엇인지 알고 싶어 할텐데 四十年後에는 情報理論이나 制御工學, 시스템工學, 사이버네틱스를 공부한 사람에게게는 이것과 친숙하게 될 것이다. 韓國의 碩學 <中>의 이론이 흥미할 시대의 도래를 기대한다. 工學圖書館에 풍부한 도서가 준비되어 마음대로 이용할 수 있게 될 때까지 나는 바둑공부를 멀리 할테야.

<中>

□ 지나려나 보오. 이 길은

누군가가 지났을까? 아니면 황무지일까? 과거를 회상하기는 영롱한 추억이지만 미래에 대한 감각은 뼈저린 고통일게요.

슬픔에의 고통이 불어왔을 땐 幸福의 순간을 기다리려오. 하나, 한점의 바램을 위해 오늘을 사는 젊은이들이여!

자! 푸른뚝을 달고 물을 가르세!

* * *

一年이 730일이었다면 『서울工大』도 170面이 보다 알찰 수가 있었을 것을..... Contonomplastist 에게도

Vdentalist 에게도 Fleemen 에게도 그리고 La Beauté, NDD 에게도 來年에는 온갖 幸運이 소나기처럼 퍼붓기를..... <義>

□ 觀望대 金통보관계서 오늘을 고비로 꽃샘 추위는 수그러들거며, 몸살에 조심하라는 午後. 정말로 좋아하던 女歌手가, 이제는 노래를 못하게 된 그녀의 「비」가 차가운 가슴으로 일어 붙는 午後엔, 경아와 함께 몇명의 女人을 죽인(!) 崔선생의 친구 승혜가, 뽕끼 통 구석에서 때묻은 회열로 강아지와 장난하는 그녀가 햇살속에서 웃는다.

『위대한 新世界』의 유리명숙에서 습성형성 교육을 철저히 받은 <리니아>의 기계적·自我도 「소마」의 作用이 멈추면 새벽처럼 되살아나듯, 찬바람이 쓸어간 날들도 고개를 쳐들면 나는 미개인(未開人)처럼 흑색 가죽 채찍으로 살(肉)점마다, 뼈끝마다 찬란스런 原色の 痕跡을 떠 내리다.

그러면, 매저키스트의 칼날같이 지극히 정상적인(?) 가슴을 알아낼 수 있을지도.

그날들이 지나가면 汽笛없는 지하철의 원색 열차도 사랑하게 될 테지.

「소마」의 대용품을 찾지 못하는 不眠의 밤을 지울수 있었던 時間들을 이제 꼭꼭 묻어 두려 하오. <哲>

社 令			
任	主	幹	
	林	基	哲
任	總	務	
	高	錫	老

발행일	1977年 3月 1日
발행처	서울工大社
발행인	李 載 聖
인쇄	株式會社 週刊시민社
포지팅	株式會社 週刊시민社
화	화

綜合技術用役業

現代綜合技術開發株式會社

HYUNDAI ENGINEERING C.C.

○ 業務內容

- 諸般基礎調查
- 豫備設計，計劃 및 事業計劃妥當性檢討
- 設計，工事監理，技術諮問
- 外資誘致諮問 및 斡旋

○ 業務分野

- 一般土木，水資源，建築
- 電氣，機械，化工，產業設備
- 測量，土質 및 地質調查，試驗分析

代表理事社長	林	鳳	健	張	禹	疇
理事副社長	李	基	昌	李	鳳	杓
技術理事	李	培	浩	奇	宇	奉
	金	炳	滿	鄭	夏	五
						慎
						鏞
						澈
技術士	土木，機械，電氣，化工 分野 25名					
技術者	各分野 200名					

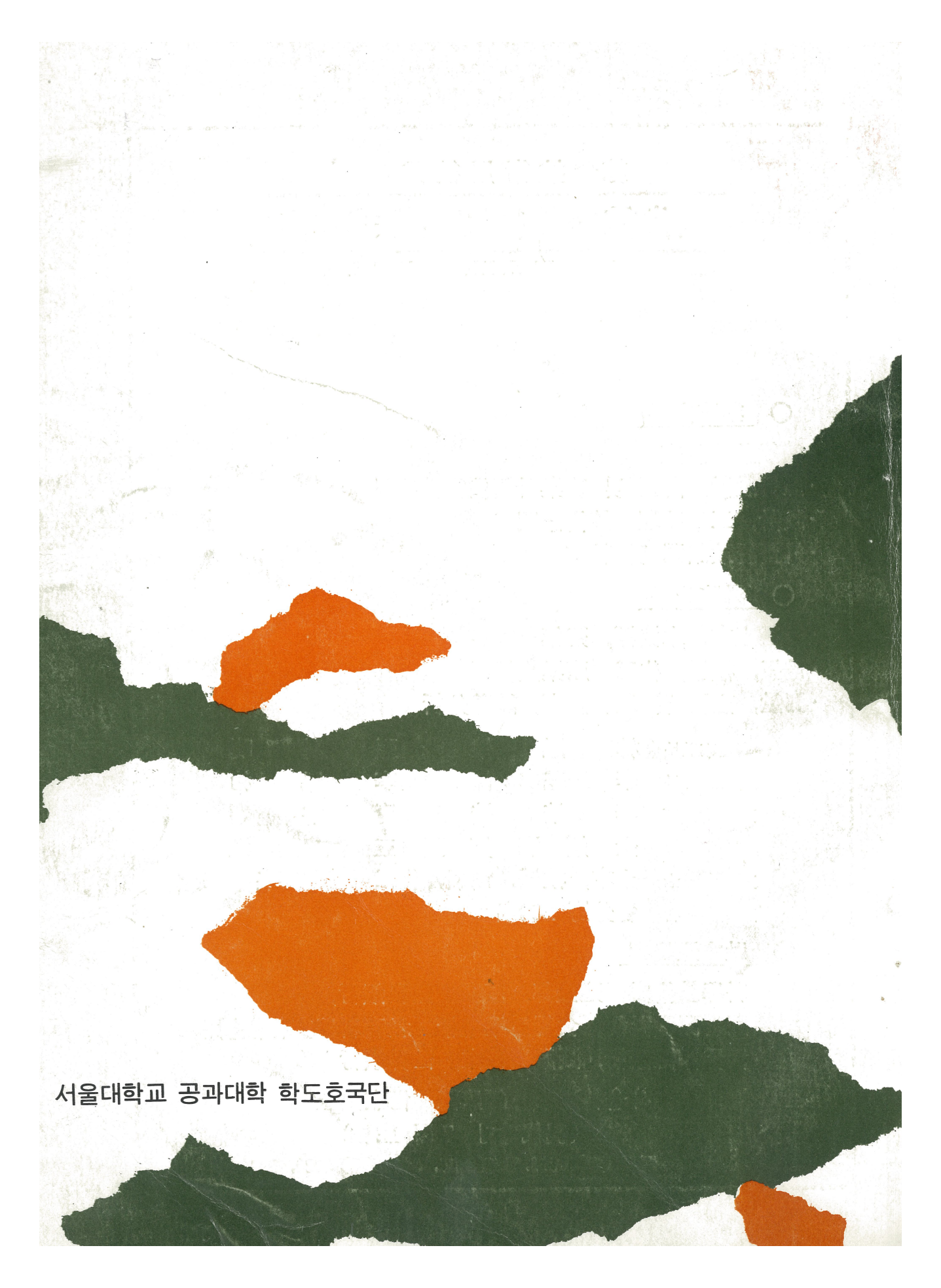
○ 社會登錄處

科學技術處，建設部，亞細亞開發銀行，
國聯開發計劃，食糧農業機構，教育科學文化機構
世界保健機構，國際開發處，世界銀行

서울特別市 鍾路區 世宗路 178

(現代빌딩 7層 12層)

電話 (72) 0396, 0897, 6056, 5614 (75) 5920, 8598

An abstract artwork featuring a white background with torn paper edges. Large, irregular shapes in dark green and orange are layered on top of the white paper. The orange shapes are located in the upper left and lower center, while the dark green shapes are in the upper right, middle left, and lower right. The text '서울대학교 공과대학 학도호국단' is printed in the bottom left corner.

서울대학교 공과대학 학도호국단