

# 人口·資源·에너지

洪 思 天

(中大弘大技術院教授)

## 序 言

筆者는 1980年10月 建築士誌에 寄稿한 “資源과建築”에서 建材를 中心으로 言及한바 있거니와 本文에서는 人口·資源·에너지의 概念과 現況에 대하여 考察하고 날로 늘어가는 人口의 衣食住難解消에 多少나마 寄與하고자하는 念願에서 執筆하게 된 것이다.

讀者諸賢의 本文 內容에 對한 理解를 돕기 위해 基礎的인 事項 몇가지를 다음과 같이 前提한다.

(1) 建築工學의 分野에서 資源과 에너지를 또한 資源問題에서 建築工學을 考究하는데 있어 그 內容이나 範圍가 Macro이든 Micro이든間에 立場과 目標를 明確하게 하여둘 必要가 있다. 資源問題는 대단히 그 範圍가 넓은 것이므로 全體의 構造를 確認한 뒤에 個個의 問題에 言及하는 것이 바람직하다.

(2) 資源問題에선 人口問題와 食糧問題가 반드시 나오게 마련이다. 事實 이들을 分離시켜 놓고서는 資源問題는 成立되지 않는 것이다. 따라서 在來같으면 人口와 食糧에 對한 資源論의 考察을 한뒤에 建築과 資源의 問題에 들어가는 것이 바람직하나 本文에서는 일단 除外키로 한다.

地球人口는 2000년에는 70億이 넘는 것이므로 이에 必要한 食糧은 不足할 것이라는 事實을 들지 않을수 없다. 過去 一世紀사이에 일어난 工業的 成長과 人口의 指數函數的인 增加는 가까운 將來에 停止하게 되겠지만 人類는 有史以來 이와 같은 經驗에 처음으로 부딪치게 되는 것이다.

(3) 資源中에는 天然資源의 涸竭이란 事態에 對處할 資源貧困의 對策으로서

- 1) 代替資源의 利用 또는 發見, 開發
- 2) 産業構造의 資源節約型으로의 移行
- 3) 消費者의 節約
- 4) 經濟成長率의 減速
- 5) 資源의 再利用등 이다. 以上과 같은 現狀認識을 위해 若干의 說明을 하기로 한다.

## 제1 장 世界人口의 趨勢

世界의 人口가 10億에 달하기까지엔 人類가 地球에 나

타난 以後부터 1830年이 걸렸다. 그다음 1世紀 동안에 다시 10億이 늘었고, 또 다시 10億이 늘어나는데 31년이 걸렸을 따름이다. 오늘날엔 어떠한가? 1980年 現在 世界人口는 45億에 도달하였고 時間當 5,400名, 日當 13萬名 年4,700萬名이 늘어나가고 있다. 이 比率로 人口가 계속 늘어나면 우리들中의 대부분이 生存하여있을 西紀2000年까지 世界人口는 70億이라는 놀라운 숫자에 達하게 될 것이라고 「로마 클럽」은 發表하고, 世界人口의 앞날의 衣食住 問題를 크게 걱정하고 있다.

世界人口가 前例없이 크게 늘어나는 要因은 무엇일가? 科學者들이 보는바에 따르면 保健과 衛生의 革期的인 改善이 人間의 死亡率을 低下시켜 平均壽命을 延長하고 있으며 反面 이에 比例하는 出生率調節은 고려되지 않고 있기 때문에 人口는 늘어난 가고 있다는 것이다. 以上과 같이 人口는 爆發的으로 늘어나지만 人類가 자리잡고 살아야할 地球의 面積은 制限되어 있고 天然資源에는 限界가 있는 것이다.

## 제2 장 資源概要

資源이란 「自然에 의하여 주어지는 有用物에 人間勞力이 加하여짐으로서 生産力의 한 要素가 될수 있는것」이라고 定義지워져있는 것이다. 元來 資源은 無限에 가까운 狀態로 存在한다는 前提로 開發되었고 또 그 生産과 利用에 의하여 社會가 變化하고 進歩하여 왔으나 現在와서 보면 資源이 가까운 將來에 涸竭될 것이라는 豫測이 생기게 되어 過去의 모든 思考가 根本的으로 흔들리게 된다. 더욱 最近에 있어 資源問題가 世界的으로 重大한 關心거리가 된 契機는 資源需要의 增大와 그 利用에 의하여 發生하는 環境 破壞나 公害의 深刻化 및 資源「내쇼날리즘」의 擡頭일 것이다.

### 2-1 資源의 種類

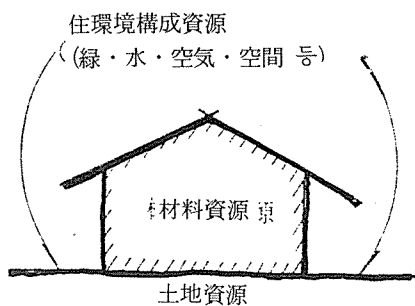
우리들의 生活의 基本인 衣食住는 모두가 資源利用의 最終 形態이지만 여기서는 主로 建築에 密接한 資源이 對象이 된다. 그러나 建設資源이라든가 建材資源이라는 用語는 一般的으로 쓰여지지 않고 보통 다음 用語들을 쓴다.

地下資源, 鉍物資源, 에너지資源, 天然資源, 森林資源, 木材資源, 食糧資源, 水資源, 海洋資源, 海洋生物資源, 海底鉍物資源, 海洋에너지資源, 海洋스페이스資源, 生物資源, 觀光資源 등 建築을 資源의 으로 理解할 경우엔 對象을 (그림 1)과 같이 3 가지로 分類한다.

材料資源이라는 것은 建築物 및 이의 付帶施設을 構成하는 것이다.

## 2-2 資源에코로지

에코로지(生態學)이란 그 本來의 意味는 生物이 사는 場所에 關한 學問이며 바꾸어 말하면 自然이 사는 場所에서 生活하는 生物에 關한 學問이란 말이다.



(그림 1) 建築의 資源論(黑岩氏)

理學, 工學, 農學 등의 分野뿐만 아니라 社會, 經濟, 政治 등의 分野에 까지도 資源問題는 重大한 影響을 미치게 되었다. 資源을 資源의 獲得 生産, 利用이라는 行爲에 限定하는 낚은 것은 생각이며 最近에는 이에 關連되는 것을 모두 包含시켜 總括的인 생각을 背景으로 하여 個個의 問題에 대하여 브레이크다운(Breakdown)하지 않으면 안된다. 특히 資源問題와 人間環境問題는 最近에는 重要한 關連性을 갖게 되었고 더우기 資源에 對한 액션의 反作用으로서의 環境問題와 公害問題는 無視할수 없는 것이다.

「스톡홀름」에서 열린 國連環境會議에서도 環境破壞, 環境汚染의 立場에서 資源問題가 論議되었으나 議題의 中心은 綜合的 資源處理」의 概念이었다. 即 現在까지의 資源開發利用體制가 單純히 生産과 技術課題로만 다루어져서 生態系에 미치는 影響을 招來한 直接的 要因이라고 한다. 따라서 資源開發이 環境에 미치는 影響의 評價와 그 再檢討, 環境의 調査와 研究, 情報交換, 國際協의 締結 등 綜合的 資源管理가 必要하게 되었다.

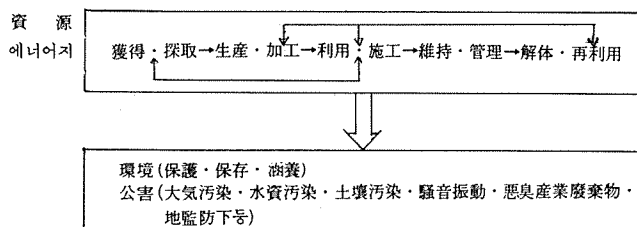


그림 2 資源問題

## 2-3 資源의 概念的 分類

資源의 一般의 概念은 世界第二次大戰을 前後하여 많이 달라지고 있다. 戰前의 資源은 軍事的 色彩가 짙었고 天然資源 以外에 建物 등의 施設 人間 制度組織 등도 包含되었다. 最近의 資源의 概念을 分類하여 表示하면 표 1~5 와 같다. 그러나 資源은 歷史의 發展 段階에 있어 때에 따라 生産關係에 따라 變하여간다. 또 資源의 分類는 다음에 말하는 2 가지 要素의 對比로 說明할 때가 많고, 또 理解하기가 쉽다.

### (1) 資源과 廢棄物資源

資源生態學에 있어 最近에 生産되는 資源과 最後에 생기는 産業廢棄物의 再利用에 의한 資源이다.

### (2) 再生資源과 非再生資源

森林 水産, 食糧 등은 再生資源(更新資源)이며 鐵, 알루미늄, 非金屬鉍物 등은 採掘하여 버리면 없어지므로 非再生資源(非更新的資源)이다. 三要素 「土地, 勞動, 資本」은 「天然資源, 人的資源, 文化資源」에 相當한다. 이 중의 天然資源에 對하여는 (표 1)과 같이 区分한다.

### (3) 他律更新的 資源과 自律更新的 資源

上記(2)의 更新資源은 太陽熱이나 波浪에너지와 같이 어떻게 消費하여도 減少하지 않는 것(他律更新的 資源)과 牧草나 魚類와 같이 그 自律性을 破壞하지 않도록 利用하면 無限 更新할수 있는(自律更新的 資源) 것으로 区分된다.

(표 1) 天然資源

大 分 類	区 分
蓄積資源 (更新되지 않는 資源)	(1) 地下의 金屬鉍物, 石炭, 자갈, 陶土와 같이 그대로의 狀態에서는 腐敗·變化하지 않는 것. (2) 精鍊한 金屬(酸化) 石油·天然가스(吸收·噴出)·肥料(流土) 라듐, 우라늄, 부루토늄(放射)와 같이 自然의 作用으로 增減하는 것
更新流動하는 資源	(3) 人爲에 의하여 流動이 防止되지 않는 資源·太陽熱·潮流·바람 등 (4) 人爲에 의하여 影響을 받는 資源 1) 降水(雨雪), 價値있는 場所(位置), 耐久的인 生産財와 消費財의 效用 2) 動物·植物·風光

(註) 위 표중 (1)(2)(3)을 一次資源 (4)를 二次資源으로 区分하는 方法도 있다.

### (4) 陸地資源과 海洋資源

많은 資源은 陸地資源이었으나, 石油의 海底採取를 비롯하여, 海洋開發의 主體가 海洋資源에 集中하게 되었다. 海洋資源에는 海底·海洋生物 海洋觀光, 에너지, 海

水,空間등의 資源이 있다.

(5) 海外資源과 国内資源

海外資源에는 資源「내소날이슴」技術協力,公害輸出등 많은 政治,經濟的 問題가 惹起되므로 国内資源에 比하여 複雜하다. 水資源,土地資源등은 輸入할 수 없으므로 鉅物 本材등의 輸入 可能한 資源과는 달리 어려움이 있다고 한다.

(6) 資源保有国과 資源消費国

前者는 低開發国이며 後者는 先進工業国이 된다. 世界 中에서 資源保有国인 同時 資源消費国으로 認定되는 나라는 現在로서는 美国 뿐이라고 한다.

(7) 天然資源과 第一次資源(표 2,참조)

(8) 無生物資源과 生物資源(표 2,참조)

(9) 食糧資源과 原料資源(표 2,참조)

(10) 潜在資源과 顯在資源(표 3,참조)

(표 2) 資源調査會事務局의 分類(1)

大 分 類	区 分
天 然 資 源	(가) 無生物資源—土地, 水, 鉅物 (나) 生物資源—森林, 野生鳥獸, 魚 (更新 또는 循環資源과 蓄積資源)
第一次資源 (1)	(가) 食糧資源—稻·魚類·家畜等: 人間的 生命維持을 위하여 (나) 原料資源—木材·皮·鉄등: 生産過程 程에 必要한 것

(註) (1) 食糧資源 原料資源은 動物性·植物性·鉅物性의 各 資源으로 細分된다.

(2) 原料資源은 用途에 따라 다음과 같이 分類된다.

重工業原料  
工業原料 輕工業原料  
原料資源 化學工業原料  
에너지源(光,熱 및 動力의 原料)

(표 3) 資源調査會報告의 分類(1)

大 分 類	区 分
潛 在 資 源	(1) 氣候的 條件—降水·光·溫度·風·潮流 (2) 地理的 條件—地質·地勢·位置·陸水·海水 (3) 人間的 條件—人口의 分布와 構成·活力·再生産力
顯 在 資 源	(1) 天然資源—生物資源 無生物資源 (2) 文化的 資源—資本·技術·技能·制度·組織. (3) 人的 資源—勞働力·士氣

(註) 潛在資源을 顯在資源으로 만들기위한 條件은

(1) 그 手段 方法이 알려져 있을것

(2) 利用에 足한 量과 質이 存在할것.

(표 4) 美国「國家資源委員會의 分類」(1)

大 分 類	区 分
欲望을 充足 시키기 위하여 消費되는 資源	(1) 天然資源—土地·鉅物·森林·水·野生鳥獸 魚類 (2) 人工設置—工場·住宅·댐·發電所機械·設置 土地改良(田畝) 水利施設등 自然을 改造하는것 (3) 人的資源—勞働力·技能·熟鍊·勞働의 士氣
非 消費的 資源	(1) 氣候地形—生産의 自然環境의 條件을 만든다. (2) 生産의 技術—過去에 發達한 것으로서 現在의 生産活動이 그것에 依存할수 있는것 (3) 制度組織—組織의 生産의 基礎가 되고 生産과 消費에 連結된다. (4) 文化的 資源—國民의 道德·健康·士氣·社會의 融和 및 慣習·宗教·政府

(표 5) 資源에서본 建築材料의 分類(3)

資源의 種類	素材대로 建築材料	二次加工하여 建築材料로 쓰이는
	天然資源	
木材 資源	木 材 竹	발프用, 合板用, 複合板用 纖維板用. 木片 시멘트板用. 木毛 시멘트板用·발부시멘트板用. 建具·家具用
鉅物 資源	骨材·碎石·輕量骨材 石 材 天然·石膏	碎石·石灰石·粘土·石膏·硅砂·珪藻土 石綿·岩綿·頁岩·眞珠岩·黑曜石·蛭石
金鉅石 資源	重 量 骨 材	鉄鉅石·알루미늄鉅石 nick鉅石·亜鉛鉅石
未利用 資源	시 라 스	시라스 바룬
廢棄物 資源		排煙脫硫石膏 建築材料·廢棄·푸라 스틱

2~4 資源對策

資源問題에 直接的인 關係가 있는 建築工學의 分野는 建築材料, 建設經濟, 都市計畵, 環境工學등일 것이나 工學全體로 보면 資源關係의 專門分野는 대단히 넓다. 建築, 土木, 化學, 機械, 電氣, 冶金등의 全分野는 資源에 關係없이는 成立할 수가 없다. 資源의 獲得, 生産, 利用의 어느 段階에 있어서의 科學的 手法의 細分化, 專門化한 것이 工學이라 하여도 過言은 아닐 것이다.

資源을 直接 專門으로 하는 組織中에서 資源의 名稱이

붙여져 있는 例外의 것이 있다. 大學의 資源關係의 學科는 過去에는 採掘의 技術을 中心으로한 資源의 獲得과 生産이 主가 되었으나 最近에는 石油, 水, 岩石등에도 重點을 두고 더욱 公害 環境등에 對한 利用까지도 考慮하는 系統的인 것에까지 範圍가 擴大 되고 있는 것이다.

### 제 3 장 에너지資源의 展望

우리나라의 에너지資源의 특징은 一次에너지 供給量의 大部分을 石油에 依存하고, 더욱이 石油의 全量을 輸入하고 있다는 것이다. 따라서 石油의 危機가 國內經濟에 미치는 影響은 대단히 큰 것이다. 앞으로는 省 에너지의 推進과, 新에너지의 開發이란 方向으로 나가야만 한다.

#### 3-1 地球의 에너지源

(1) 에너지源은 太陽의 放射에 依하는 것이 圧倒的으로 크다. 其他 地球内部의 熱 地球-月-太陽間의 引力에 依한 潮流에너지 등이다.

(2) 化石燃料은 太陽에너지의 蓄積된 것으로서 그 利用期間은 約 300年 以內에 不過하다. 이 뒤를 따를 수 있는 것은 核에너지이며 멀지않아 太陽에너지의 利用이 뒤따를 것이다. 太陽에너지源에 對해선 不足하리라고는 생각할 수가 없으며, 오히려 地球는 有限이라는 데에서 오는 空間과 地質의 制約 및 生態學의 諸原理가 더욱 큰 問題인 것이다. 太陽에너지의 威力에 對하여 參考事項을 提示하면

地球가 受取하는 太陽放射는  $173,000 \times 10^{12}$  와트 (太陽 實數  $1,395 \text{kw/M}^2$ ) 이라고 한다.

(표 6) 有限燃料의 供給源

(單位  $10^{12}$  와트 年)

有限供給	世界全体	美 国
石 炭	670~ 1,000	160~ 230
石 油	100~ 200	20~ 35
개 스	70~ 170	20~ 35
小 計	840~ 1,370	200~ 300
核燃料(普通炉)	~ 3, 00	~ 300
核燃料(增殖炉)	350~300,000	~30,000
1960~2000年 사이에 必要한 景積量	350~ 700	100~ 140

(註)

- (1) 採掘可能한 燃料供給源의 推定量에 依한. 採掘 可能이라함은 現在의 2倍以下の 費用으로 採掘할 수 있는 것
- (2) 化石燃料과 普通炉는 에너지源으로써는 少量이다. 따라서 增殖炉에 期待할 수 밖에 없다.

地球内部에서 伝導되는 熱量  $32 \times 10^{12}$  와트 (그중에 温泉 火山等 對流에 依하는 것) ( $0.3 \times 10^{12}$  와트)

潮流에 의한 에너지  $3 \times 10^{12}$  와트

計

$173.035 \times 10^{12}$  와트

太陽에너지  $173,000 \times 10^{12}$  와트

- ↳ 直接反射 (30%)
- ↳ 熱로의 直接變換 (47%) 大氣·陸地·海洋의 溫度上昇
- ↳ 蒸發, 降雨, 其他 (23%) 水力學的 循環
- ↳ 風波 對流 및 흐름 (0.2%) 最後에는 摩擦에 依하여 熱로 變換
- ↳ 光合成 (0.02%) 染綠素에 依하여 固定된다.

(표 7) 無限에너지源

(單位  $10^{12}$  W)

無限供給	世界全体		美 国	
	最高	2000년까지 到可能한量	最高	2000년까지 到可能한量
太陽放射熱	28,000		1,600	
薪 炭	3	1.3	0.1	0.05
農場廢棄物	2	0.6	0.2	0.0
光合成燃料	8	0.1	0.5	0.001
水 力	3	1	0.3	0.1
風 力	0.1	0.01	0.01	0.001
直接變換	?	0.01	?	0.001
空間加熱	0.6	0.06	0.01	0.001
太陽熱以外				
潮 流	1	0.06	0.1	0.6
地 熱	0.6	0.006	0.01	0.006
合 計	18+a	3	1.2	0.2
2000년에 있어서의 年間必要量	~15		~5-6	

(註) 陸地에 流入되는 太陽에너지의 30%를 對象으로 하면  $28,000 \times 10^{12}$  W가 된다.

#### 3-2 에너지資源의 消長

(1) 約 6億年前에 시작된 「캠브리아紀」부터 蓄積된 石炭, 石油, 天然개스와 같은 化石燃料은 太陽에너지의 放射를 基本으로 하여 化學적으로 蓄積된 에너지資源이다. 이같은 地球의 에너지 뱅크는 最近의 工業化의 進展에 따라 에너지의 消費가 急激히 增大 됨으로서 貯蓄의 밑바닥이 보이기 始作하기에 이르렀다.

(2) 最近의 에너지資源의 急激한 使用量을 다음에 表示한다.

石炭의 例: 過去 110年間의 消費量은 그 以前 700年間의 消費量의 19배이며 過去 35年間 (1940年以後)의 消費量과 그 以前의 全消費量이 同一하다.

石油의 例: 1890年以後의 石油의 使用은 活發하여 졌으며 最近 10年間의 使用量과 그 以前의 100年間의 消費量이 同一하다.

過去 80年間の消費量の平均増加率は 6.94%이며 10年間に 倍로 増加 되었다.

消費에너지의 總量을 큰 眼目으로 보면 人類가 불을 使用하기 始作하여 오늘까지 使用한 에너지량과 앞으로 30年間に 使用 豫想되는 에너지량은 後者の 경우가 若干 많을 것으로 생각된다.

### 3 - 3 將來的 에너지源

化石燃料가 數世紀 以內에 涸竭될 것은 確實視된다. 따라서 이에 代替될 에너지源으로서 다음과 같은것을 들 수가 있다.

- 1) 太陽에너지의 直接利用
- 2) 太陽에너지의 間接利用
- 3) 潮流에너지
- 4) 地球內部로 부터의 熱에너지
- 5) 核에너지

(1) 太陽에너지를 利用하는 「프랜트」는 1,000 메가와트 單位의 것이 必要하다고 한다. 또한 適地는 緯度 35度를 넘지 않는 砂漠地帶가 適當하다고 하며 美國의 南西部, 사하라 砂漠으로부터 아라비아半島를 거쳐 페루시아灣에 達하는 地域「아다카마」砂漠(北칠레), 中部 오-스트렐리아等を 들 수 있다.

1年間の 日射가 3,000~4,000時間 水平面이 받는 太陽에너지는 300~600cal/cm<sup>2</sup> Day 太陽에너지의 變換 「프랜트」에는

- 1) 約 10%의 效率을 갖는 太陽電池의 平板을 使用하는 方法
- 2) 溫室效果를 利用하여 「나트륨」과 「칼슘」의 混合物의 溫度를 540°C 까지 높이어 熱交換器를 使用하여 蓄熱하는 方法, (效率은 約 30%)
- 3) 太陽放射를 反射시켜 太陽爐에 모아 보일러로서 絶對溫度의 熱을 만들어 電磁流體力學的 變換에 의하여 電力을 얻는 方法(效率은 約 20%)

(2) 效率을 10~30%로 하면, 1000 메가와트의 發電에 必要한 熱에너지는 10,000~3,300 메가와트가 된다. 太陽 에너지를 集熱하는 面積은 (1)에서는 70km<sup>2</sup> (2)에서는 3.5 km<sup>2</sup>이다.

(3) 美國의 發電能力은 35 메가와트인데 上記(2)로 計算하여 必要面積은 2.5km<sup>2</sup>가 된다. 美國의 全面積 936만 km<sup>2</sup>에 對하면 그리 큰 面積이라고 생각할 수도 없다. 그러나 別途의 計算에 의하면 太陽에너지로부터 電力으로의 變換率을 12%로 보면 2,000년에 있어서의 美國中の 에너지 總量을 供給해 하려면 國土의 數%를 使用하는 太陽電池가 必要하게 된다고 한다.

(4) 日本의 例를 보면 日本國土의 面積은 37만 km<sup>2</sup>이며 晴天이면 日 1Kw/m<sup>2</sup>가 되는데 年中 平均하면 日 0.23Kw/m<sup>2</sup>

의 太陽에너지가 照射된다. 이것을 石油로 換算하면 500 億Kl가 된다고 한다.

現在 日本의 石油年間消費量은 2.36億Kl(1976年) 이므로 이에 比하여 太陽에너지가 얼마나 크다는 것을 알 수가 있다.

(5) 間接적으로 太陽에너지를 利用하는 方法의 하나로 서 風力의 利用方法이 있으나 아직 實用的이 못되며 其他方法은 水力學的 循環의 一部인 물의 흐름을 利用한다. 世界中 利用可能한 風力은 約 3×10<sup>12</sup>와트이며 이것으로서 全世界의 工業關係에너지를 供給할 수 있다고 하며 現在는 85%정도만 開發되어 있다고 한다.

(6) 潮汐에너지의 利用可能한 것은 約 64×10 와트에 不過하며 이는 水力의 2%이다. 「프랑스」의 「탄스」 河口의 發電所는 320 메가와트이다.

(7) 地熱發電은 現在 數個國에서 實施되고 있다. 美國地區 調査所에 의하면 全世界의 地熱地帶의 熱에너지는 無數係數를 2.5%로 보아 3×10 메가와트/年 이 된다.

(8) 核에너지는 核分裂에너지와 核融合에너지가 있다. 酸化우라늄의 1985年까지의 需要는 100萬톤이라고 한다. 가까운 將來에 增殖爐로 移行되지 않는 限 今世紀末에는 우라늄이 不足할 것으로 推測된다. 核融合에 必要한 二重水素는 比較的 豊富하게 海水中에 存在하거나 「리튬資源」에 對한 問題가 解決되지 못하고 있다.

### 3 - 4 太陽에너지

#### (1) 太陽에너지의 利用

太陽에너지의 利用에 對해서는 太陽溫水器, 太陽冷暖房(Solar House), 太陽펌프, 太陽熱蒸溜器, 太陽爐 등이 있다.

日本의 sun shine計劃에 있어서도 太陽에너지의 利用을 큰 課題로 다루고 있다.

太陽溫水器는 日本에서는 200~250萬台가 製作되어 現在 使用하는 것이 150萬台이고 世界的으로는 約 800萬台가 있다고 한다

太陽펌프는 砂漠地帶에서 太陽에너지를 利用하여 地下水를 끌어 올리는 裝置이며 「西아프리카」에서 現在 7台가 稼動되고 있다고 한다.

太陽熱蒸溜器는 海水를 蒸溜하여 眞水を 製造하는 것으로서 大型프로젝트 「海水淡水化와 副產物利用」(日本通產省)에도 關係가 있다 물이 不足한 島嶼地方에서 利用되고 있다.

太陽爐는 太陽에너지를 에너지資源으로 利用하는 것으로서 위의 3-1 및 3-3에서 若干의 說明을 하였다.

太陽熱利用住 室에 對한 研究와 開發이 매우 活潑하다. 太陽熱冷暖房「시스템」에는 暖房은 技術的인 것보다도 經濟的인 點에 問題가 있어 太陽集熱器의 cost down이 바람직하나 冷房은 아직 技術的인 問題가 解決되지 못하고 있다.

(2) 美国의 태양에너지 調査團

美國의 태양에너지 調査團의 調査結果에 의하면 2020년 까지의 全 美國에너지의 必要量의 20% (15×10<sup>11</sup>cal/年)를 태양에너지의 供給으로 충당한다고 하며 한편 다음 3分野가 태양에너지의 利用에 關하여 有望하다고 말하고 있다

- 1) 建築物의 冷暖房用의 經濟的시스템 (2020년에는 美國의 建築冷暖房은 最小限 35%)
- 2) 有機物을 液体, 固体, 気体燃料로 轉換하는 經濟的方法. (美國의 気体燃料의 적어도30%와 再生可能한 有機物로부터 얻을 수 있는 液体燃料의 10%)
- 3) 電力發電의 經濟的方法 (美國의 必要電力量의 最小限 20%)

제 4 장 資源問題의 将来展望

4 - 1 建材開發과 資源

建材資源의 問題는 建築의 将来像의 予測과 分離하여

(표 8) 資源面에서 본 建築材料의 将来의 方向

要素	方 向	備 考
建材	1) 天然資源이 減少되고 工業製品이 增加한다. 2) 資源의 加工도가  높아진다. 3) 未利用資源과 産業廢棄物의 利用이 增大한다. 4) 資源枯渴에 따른 代替品의 登場이 增加한다. 5) 옛 材料가 復活된다.	人工骨材 팔프化 廢棄物을 내지않는 材料 合成木材 土壁, 집 등 省에너지와 의 關連
施工	1) 現場加工으로부터 工場加工 으로의 依存度가 增加한다. 2) 省力化, 單純化 標準化의 方向으로 進行된다. 3) 公害를 發生않는 材料, 工法이 開發된다. 4) 廢棄物이 적은 材料, 工法이 開發된다.	複合化, 팔프化 生産性向上, 勞動力의 機械化 알루미나의 新製法 建設現場에서의 廢棄物 處理, 再利用
性能	1) 高性能에 따른 高級化 多様化. 2) 高層化, 輕量化, 不燃化가 進行된다. 3) 새로운 設計理論의 開發. 4) 耐久性能, 耐用年수가 明確해진다. 5) 資源의 重点的 有効利用의 方向으로 進行된다 6) 資源의 로스를 防止하는 方策이 取해진다	安全性, 健康性, 快適性 効率性, 經濟性의 追求 永久部門과 更新部門의 分離 耐久設計法의 確立 規格의 高級, 常用, 簡便 등 不燃化, 耐震化의 向上 火災防止, 計劃的 設計와 工事

생각할 수는 없다. 将来의 建築(技術·材料·工法·設計 등)에서 建材需要가 補完되면 이에 対応하는 技術開發이나 生産·需給체제도 現實的인 것이 될 것이다. 資源面에서 본 建築材料의 将来의 方向을 總括하면 다음 (표 8)과 같다.

4 - 2 建築材料의 研究와 資源

建材의 研究는 그 目標가 性能의 向上 經濟性의 護得 使用方法의 合理化 新材料의 開發等 多種多様하지만 어느것이나 省資源, 省에너지에 直接 또는 間接的인 關係를 가지고 있다. 따라서 資源面에서 본 建材研究의 研究項目을 추리면 다음(표 9)와 같다.

(표 9) 資源面에서 본 建築材料의 研究

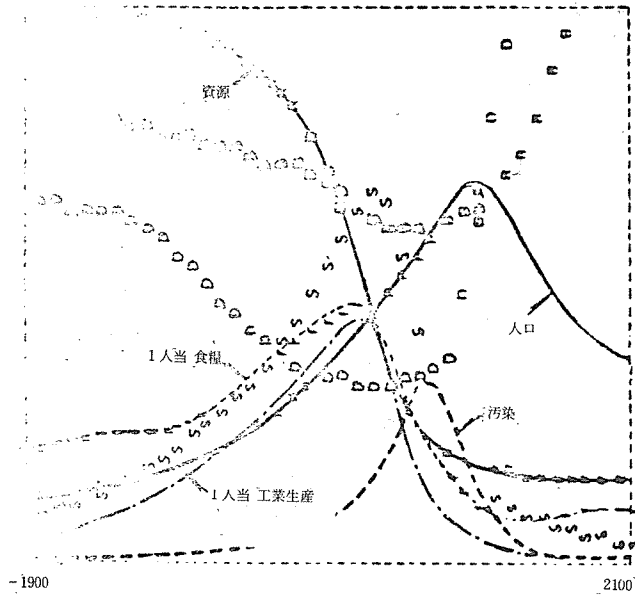
分 類	研 究 項 目	例
省資源 (資源의 節約)	(1) 災害의 防止 (2) 安全性의 向上 (3) 耐久設計法의 確立 (4) 維持管理方法의 合理化 (5) 廢棄物이 적은 材料, 工法의 開發 (6) 新材料의 開發 (7) 省에너지 工法	不燃化 耐震設計法 耐久年數 延命策, 補修工法 無公害材料와 工法 要求性能에 合致된 것
資源의 高度利用 (資源의 效用)	(1) 要求性能의 明確化, 標準化 (2) 새로운 設計理論 (3) 合理的 施工方法의 開發 (4) 高品質材料의 利用 (5) 低品質材料의 利用 (6) 代替品의 開發 (7) 生産, 加工法의 改善	重点的 使用 使 永久部門과 更新 部門 新品의 交換 若材 令木材 竹材
未利用資源의 活用 (새로운 것을 쏘아)	(1) 未利用材料의 使用 方法 (2) 古材料의 再活用	火山灰, 泥, 化學石膏, 高炉滓 土壁, 집, 벽돌
資源의 再利 用 (다시 한번 使用한다)	(1) 建設廢棄物 (2) 産業廢棄物 (3) 解体工法과 再利 用	再生技術

4 - 3 成長의 限界

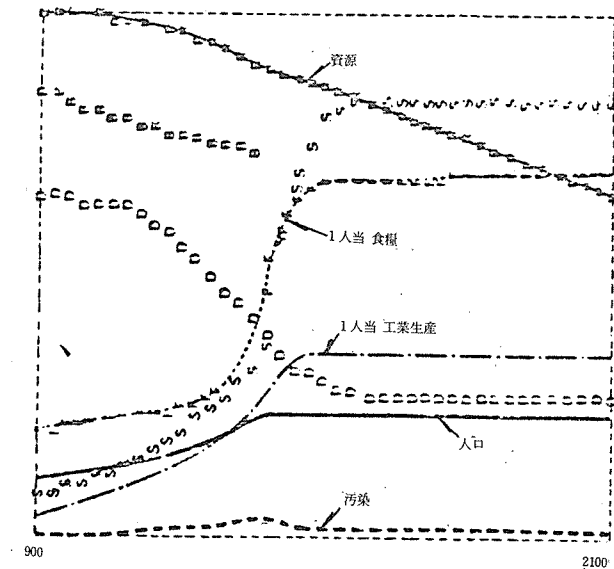
「로마 클럽」의 報告「成長의 限界」中에는 MIT가 試算한 資源表가 있다. 그中에서 建材關係資源과, 에너지資源을 拔萃하여 要点만을 다음(표 10)에 표시한다. 그리고 資源이 有限인 이상 50~100年 後에는 아직까지의 工業 發展 狀態가 계속된다면 그림 3과같이 되리라고 한다. 따라서 有限의 資源을 有効하게 利用하기 위하여 安定된 均衡 狀態의 世界가 이루어질 것을 提案하고(그림 4) 있으나. 그

前提條件으로서는 人口와 工業生産을 安定化하고 工業生産一單位당 資源消費量과 汚染發生量을 1970年의  $\frac{1}{4}$  로減少시키도록 되어 있다. 표10에서 埋藏量을 5倍로 하는 경우의 試算이 表示되어 있으나 最近의 天然가스에 関한

뉴우-스를 紹介하면 「西오스트리아」 北西部에 豊富한 天然가스가 發見되어 이를 調査한바 그 埋藏量은  $18\text{ft}^3$  ( $0.662 \times 10^{12}\text{yd}^3$  이라고 한다. 이 量은 現在 埋藏量의 1,700分の1 에 不過하다. 따라서 이 程度의 埋藏量의 發見이  $1,700 \times 5 = 8,500$  回 정도는 있을 것으로 期待하고 있으나 資源의 擴大性으로 미루어 보아 매우 어려운 問題라고 볼 수 밖에 없다.



(그림 3) 標準世界모델

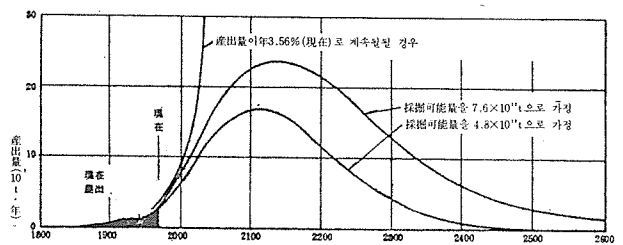


(그림 4) 安定화된 世界모델

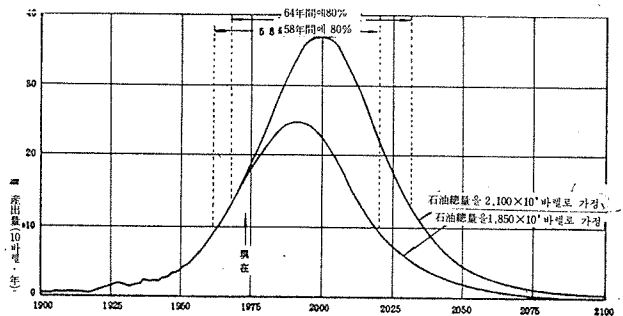
(표10) 資源表(「成長의 限界」의 表에서 拔萃)

資 源	現存埋藏量	靜態的耐用年數指標(年)	平均成長率(%)	幾何級數的耐用年數指標(年)	現存埋藏量을 5倍로 할 경우의無幾級數的耐用年數指標(年)
알루미늄	$1.17 \times 10^8$ 톤	1,000	6.4	31	55
鋼	$308 \times 10^8$ 톤	36	6.4	21	48
鐵	$1 \times 10^{11}$ 톤	240	1.8	93	173
錫	$126 \times 10^8$ 톤	23	2.9	18	50
石 炭	$5 \times 10^{12}$ 톤	2,300	4.1	111	150
天然가스	$1.14 \times 10^{11}$ euft	38	4.7	22	49
石 油	$445 \times 10^8$ 바렐	31	3.9	20	50

石炭資源에 對하여 美国地質調査所의 報告에 의하면. (그림 5 참조) 實存하는 石炭量의 50%가 採掘可能하여  $7.64 \times 10^{12}$  톤으로 推定 되고 있다. (표10)에 表示된 數値의 約 1.5倍가 된다. 年間  $3 \times 10^9$  톤의 現在의 產出量을 3倍以上 增加시키지 않는것으로 假定하면 產出量의 피이크는, 2,100~2,150年頃에 到來하게 될것이다. 最初와 最後의 10을 除하고 中間의 80%를 產出하는 期間은 2000年 부터 2300年에 걸쳐서 約 300年間이다.



(그림 5) 世界의 石灰産出 사이클



(그림 6) 世界의 石油産出 사이클

石油資源에 對하여서도 同一하게 考察할 수가 있다. (그림 6 참조) 世界中の 最終的인 總生産量은  $1,350 \sim 2,100 \times 10^8$  바렐로 推定되고 있으며 표10의 3~5倍의 數値가 된다.

石油産出의 피이크는 2000年頃이고, 中間의 80%를 消費하는 期間은 58~64年으로서 대단히 짧은 期間이다.

### 結 言

1. 急激한 世界人口의 增加는, 人間의 生活基盤인 地球의 危機를 불러 이르고 마침내 人類存續을 危脅 하기에 이르렀다. 人間의 生活基本인 衣食住는 모두가 資源利用의 最終形態이므로 資源의 獲得·生産·利用 이라는 行爲에 限定하는 狹은 생각에서 벗어나 資源에 관련되는

것은 모두 포함시켜 總括的인 考察을 背景으로 하여 個個의 問題에 대하여 「브레이크 다운」하는 努力이 必要하다.

2. 有限資源枯渴說에 對備하여 모든 可用資源의 節約 都市 産業廢棄物의 資源化, 새로운 代替材의 開發이 時急하다.

3. 에너지源의 順序는 化石燃料, 核에너지에서 太陽에너지源, 海水의 水素와 二重水素核融合 및 液化水素등의 開發에 이를 것이며 人類가 念願하는 最終的인 에너지源은 無公害, 無盡藏한 것 이라야한다.

4. 要求되는 建材, 施工 및 性能의 方向

(1) 建材

- 1) 天然資源이 減少되고 工業製品이 增加한다.
- 2) 資源의 加工度가 높아진다.
- 3) 未利用資源, 産業廢棄物의 利用이 增大한다.

4) 資源枯渴에 따른 代替品의 登場이 增加한다.

5) 옛 材料가 復活된다.

(2) 施工

1) 現場加工으로부터 工場加工에의 依存度가 增加한다.

2) 省力化 單純化 標準化의 方向으로 進行된다.

3) 公害를 發生치 않는 材料, 工法이 開發된다.

4) 廢棄物이 적은 材料, 工法이 開發된다.

(3) 性能

1) 高性能에 따른 高級化, 多樣化가 不可避하다.

2) 高層化 不燃化가 進行된다.

3) 새로운 設計理論이 開發되어야 한다.

4) 耐久性能, 耐用年數가 明確해진다.

5) 資源의 重點的 有効利用의 方向으로 進行된다.

6) 資源의 로스를 防止하는 方策이 取해진다.

(12 페이지 連續)

오기는 境遇에는 補強筋量을 增加시키거나, 새로히 主筋이나 補強筋을 設定하는等 補強筋量을 增加시킨後에 콘크리트를 打設한다. (그림 8)와 (그림 9)는 기둥과 보의 補強例이다. 기둥과 보의 補強으로서 이들과 緊結시키는 耐力壁을 設置하는 方法도 있다. 바닥slab는 기둥과 보와 달리, 補強보다는 部材全體를 새로히 打設하는 쪽이 境遇에 따라서는 簡單할 것이다. 끝으로 火害를 입은 建物의 被害를 다음과 같은 段階로 分類하고 이에 對한 具體的인 補修方法을 整理하고자 한다.

1) 기둥, 보 등의 主要한 構造部分에 對하여서는 500℃ 以上의 溫度에 露出된 部分이 表面뿐이고, 主筋位置까지 火害가 거의 到達되지 않고 壁, 바닥 등이 耐力上 健全한 境遇

2) 콘크리트의 被覆部分이 거의 500℃ 以上의 高熱에 露出되어 있으나, 表面이 거슬어지거나 爆裂이 적은 境遇

3) 콘크리트 表面이 500℃ 以上의 高溫에 露出되고, 火災에 甚하게 거슬어지고 爆裂이 커서 콘크리트 被覆이 여러군데서 벗겨지는 境遇

4) 콘크리트 内部까지 高溫이 作用되어 部材全體의 剛性低下 (主로 콘크리트 内部의 彈性係數의 低下가 顯著할때)와 熱応力에 의하여 壓縮力이 主筋을 座屈시켜 被害가 커질때 또는 보가 밀어나오는 現象때문에 기둥에 剪斷破壞, 보 Slab 主筋이 高溫으로 加熱되기 때문에 일어나는 휨破壞 등이 일어나서 어떤 部材는 갈아내는 경우

5) 3) 程度의 火害를 입은 部材가 많고 構造物全體로서 崩壞의 直前に 있는 境遇

以上과 같이 5 段階의 火害를 입은 建物은 經濟的으로 補修하거나, 解体시키느냐를 決定하겠으나, 火災를 받은 場

所가 어느곳인가가 重要한 것이다. 假令 地下 및 一層이 火害를 입을때에는 再建한다는 것은 대단히 不經濟的이다. 따라서 具體的인 모든 條件을 考慮하여 檢討할 必要가 있다. 다음은 이와같은 火害段階에 對한 補修對策을 記述하고자 한다 1)의 境遇에는 마감 處理만 끝내면 別問題가 없을것이다. 2)의 境遇에는 1)의 境遇와 別 다른것은 없을것 같으나, 被覆콘크리트가 中性化하였기 때문에 主筋剪斷補強筋의 表面까지 파내어 shut concrete 또는 거푸집을 대고 새로운 콘크리트被覆을 하는것 등의 對策은 考慮하여야 한다. 3)의 境遇는 被覆콘크리트를 完全히 除去하고 2)의 境遇와 같은 方法으로 補修한다. 2)와 3)의 境遇에는 기둥, 보 등이 어떤 原因으로든 現行 構造計算規準에 合格된 配筋이 되어있지 않은때에는 補強한다. 또한 새로히 被覆된 콘크리트에 의하여 固定荷重이 增大되는것을 防止하거나, 積載荷重에 對하여 보다 安全하게 輕量콘크리트를 使用하면 有効하다. 4)의 境遇에는 콘크리트의 強度, 彈性의 低下等을 考慮하여 補強筋量을 增大시킨다. 기둥, 보 가운데서 弱한 部分은 壁을 設置하여 補強하는 등의 補修對策을 考慮하지만 때로는 部材 全體를 갈아치워 새로운 것으로 하는것도 좋다.

5)의 境遇는 一般的으로 補強 不可能하다. 鐵筋이 加熱되었다가 常溫으로 되돌아왔을때의 強度는 加熱前과 變化하지 않으므로 特殊한 경우를 除外하고 鐵筋을 바꾸는 것은 不必要하다. 그러나 火災時에 引張鐵筋이 500℃ 를 超越하여서 高溫을 받아 降伏하였을 경우, 圧接部分의 破斷이 생겼을때에는 主筋의 補強도 必要하다. 또한 熱膨脹에 의한 기둥, 보의 밀어나오는 現象에 의하여 鐵筋이 座屈되거나, 橫座屈 등의 變位가 鐵筋直徑의 1/2 以上인 경우에는 剪斷補強筋을 增強할 必要가 있다. ■