

# 水資源計劃에서의 費用便益分析和 費用分擔에 관한 研究

崔 榮 博\*

## 目 次

- |             |                  |
|-------------|------------------|
| 1. 머릿말      | 나. 費用負擔의 計算實例    |
| 2. 費用便益分析   | 4. 앞으로의 課題       |
| 가. 費用과 便益計算 | 가. 洪水調節便益        |
| 나. 便益의 意味   | 나. 都市用水便益        |
| 다. 費用便益分析   | 다. 環境保全開發便益      |
| 3. 費用分擔     | 라. 大規模地域開發과의 聯關性 |
| 가. 費用分擔 方法  |                  |

## 1. 머릿말

水資源計劃이란 원래 多目的計劃을 말한다. 예를들면 어떤댐을 建設할 경우, 그 댐은 당연히 洪水調節, 灌溉用水 및 都市用水의 供給, 發電 기타에 共用하게 된다. 施設을 共用한다고하면 필연적으로 費用의 分擔問題가 생기기 마련이다. 費用分擔을 논의하게 되면 각각 그 用途에 미칠 便益이 問題視 된다.

우리나라의 水資源計劃에서의 費用便益分析은 事業의 評價基準 혹은 alternative의 選擇基準이라 하는 원래의 의미로부터 여러 多目的 事業에 있어서 生생한 費用分擔決定을 위한 手法으로서 발전되어 왔다.

參與하는 事業에서도, 洪水調節과같이 매우 公共性이 강한것부터, 發電과같이 公益事業이라할지라도 企業의인것까지 그 성격도 다양하고, 방치해 두어도 價格機構 및 利潤動機가 자연히 作用하는것, 또 방치해두면 經濟性의 檢討가 확실히 행해진다고하는 보증이 없는것 등 실로 다양하다하겠다.

性格이 다른 各種事業에 共用되는 便益計算 手法의 確立이란것은 매우 까다로운 문제이나 費用分擔이란 현실의 課題가 있어서 費用分擔制度가 建設部の 特定多目的법 等の 法令 및

\* 高麗大 理工大 教授

規程으로 法定化되어 있고, 便益計算의 手法도 細部に 걸쳐서 部處別檢討事項으로 규정되어 가는 推勢에 있다.

## 2. 費用便益分析

### 가. 費用과 便益計算

費用의 計測에 임해서 實際費用을 취할 것인가, 機會費用을 취할 것인가, 維持管理費의 취급을 어떻게 할 것인가, 또 便益은 主要便益만을 취할 것인가, 2次便益도 고려할 것인가, 이때 波及效果를 어떻게 할 것인가, 事業壽命은 物理的·機能的·經濟的耐用年數의 어느것을 취할 것인가, 將來時點에서의 便益을 現在價値로 換算하기 위한 割引率을 어떻게 고려할 것인가, 將來評價에 관해서 屢연적으로 수반되는 不確實性을 어떻게 취할 것인가, 또 評價決定基準으로서 어떤것을 指標로 할 것인가 등 여러가지의 學說이 있으나 우리나라 多目的담 事業의 費用分擔方式에서는 妥當投資額(便益과 同義)과 費用의 概念이 규정되어 있으므로 이것에 따라 다음과 같이 費用便益計算을 생각하기로 한다.

(1) 費用計測: 費用은 實際費用을 취하여 基準時點에서 計測한다. 維持管理費 및 建設利息은 費用에는 計上하지 않고 便益에서 控除한다.

(2) 妥當投資額算定: 便益은 主要便益에 한하여, 建設資金의 利息, 法定의 耐用年數, 기타를 고려해서 複利年金現價法에 의하여 산정한다. 장래에 관한 不確實性의 문제에 대해서는 便益이 消極的(小規模)으로 산출되는 構成으로 되어 있으므로 특별히 고려하지 않는다. 다만 便益發生의 時期的인 間隔(先行投資)이 명백한 경우에는 便益의 割引을 고려한다.

(가) 洪水調節·灌漑·發電의 妥當投資額

각 妥當投資額은 다음 式(1)에 의하여 구한다.

$$\frac{(\text{年効用}) - (\text{年經費})}{\text{資本還元率}(1 + \text{建設利子率})} \dots\dots\dots (1)$$

〈表-1〉 資本還元率(일본에)

用途別	利子率	耐用年數	固定資産稅率等	資本還元率
洪水調節	0.045	80	—	0.0464
灌漑	0.055	45	—	0.0604
發電	九州電力	45(0.1)	0.014	0.0932
	電發	45(0.1)	0.014	0.0838
	公營	45(0.1)	0.007	0.0758

註: ( )內는 殘存率

이 資本還元率은 複利年定現價方式에 의하여 다음과 같이 구한것이다.

여기서, 現價 C, 純益(年効用-一年經費)a, 利子率 i, 耐用年數n, 殘存率β, 固定資産稅 등의 率 r, 定額法에 의한 減價償却費  $d = \frac{1-\beta}{n}$  로 한다면,

① 洪水調節・灌漑의 경우 :

$$\begin{array}{l}
 \text{1次年} \quad \frac{a}{1+i} \\
 \text{2次年} \quad \frac{a}{(1+i)^2} \\
 \vdots \\
 \text{n次年} \quad \frac{a}{(1+i)^n} \\
 \hline
 \text{現價 } C = a \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \\
 \text{資本還元率} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}
 \end{array}$$

② 發電의 경우(殘存價格・固定資産稅등을 고려한것) :

$$\begin{array}{l}
 \text{1次年} \quad \frac{a}{(1+i)} - \frac{cd}{(1+i)} \\
 \text{2次年} \quad \frac{a}{(1+i)^2} - \frac{(1-d)cr}{(1+i)^2} \\
 \text{3次年} \quad \frac{a}{(1+i)^3} - \frac{(1-2 \cdot d)cr}{(1+i)^3} \\
 \vdots \\
 \text{n次年} \quad \frac{a}{(1+i)^n} - \frac{\{1-(n-1)d\}cr}{(1+i)^n} + \frac{c\beta}{(1+i)^n} \\
 \hline
 \text{現價 } C = \frac{a\{1+i\}^n - 1}{i\{1+i\}^n} - \frac{(i-d)\{1+i\}^n - 1 + ind}{i^2\{1+i\}^n} \cdot cr + \frac{c\beta}{(1+i)^n} \\
 \text{資本還元率} = \frac{i\{1+i\}^n}{(1+i)^n - 1} \left[ 1 - \frac{\beta}{(1+i)^n} + r \left\{ - \frac{\{1+i\}^n - 1}{i^2\{1+i\}^n} (i-d) + ind \right\} \right]
 \end{array}$$

建設利息은 洪水調節에 대해서는 고려하지 않고 灌漑에 대해서는 農民負擔分만을 고려한다. 期間 T는 事業착수후 1部効用的 發揮까지의 年數로 한다. 建設利率은 다음과 같다.

$$\text{灌漑} : 0.25 \times 0.4 \times 0.065 \times T \qquad \text{發電} : 0.4 \times (0.08 \sim 0.07) \times T$$

(나) 上水道用水 및 工業用水의 妥當投資額

代替施設의 建設에 소요되는 費用을 基準으로 해서 水價를 정하고, 그 水價를 써서 妥當投資額을 산출한다. 따라서 都市用水의 妥當投資額은

代替施設의 建設費 → (原價計算) → 水價 → (資本還元) → 代替施設의 建設費  
 라는 逆算관계에서 代替施設의 建設費 그 자신으로 되는 것과 같다.

代替施設의 建設에 소요하는 費用을 산정할 경우, 水源施設로서는 代替됨을 原則으로하나 調査가 충분히 행하여져 實施 豫想이 명백한 경우에 한해서 댐 이외의 異種施設로서 산정할 수가 있다. 이 경우에는 耐用年數・維持管理費의 相異點을 고려한다.

水道用水 및 工業用水가 동시에 多目的댐으로 참여할 경우에는, 양자하나의 代替施設을 갖이고 妥當投資額 계산의 기초로해서 다음 3자의 平均比率에 의거 각 用途로 나눈다.

- ① 代替建設費比
- ② 貯溜量比
- ③ 使用水量比

(다) 先行投資事業의 便益割引

다른緊急用途와의 聯關에서 非緊急用途가 부득이 多目的댐에 참여해야 될 경우에는 當該用途에 관한 댐投資는 一定期間 遊休狀態가 되므로 이같은 先行投資事業에 대해서는 다음식에 의하여 댐에 대한 便益을 割引해서 생각한다.

$$\frac{\text{(댐에 대한 便益)}}{(1+i)^n}$$

단,  $i$ 는 當該用途에 관한 利率(洪水調節·灌溉·發電에 대해서는 일본에서는 「表-1」에 의한다. 上水道는 0.07, 工業用水는 0.065로 한다),  $n$ 는 댐 竣工後 當該用途가 한 部分効用을 발휘할때까지의 年數로하여 보통 최대 5年으로 한다. 여기서, 「一部分効用發生」이란 上水道및 工業用水의 경우는 그 効用 그 發生에 의한 雜收入이 댐 負擔金의 金利相當額을 上廻한다는 의미에서 보통 當該全効用의 20~30%정도·効用이 발생할때까지, 灌溉에서는 幹線水路의 완공까지라고 생각하면 된다.

이 割引措置는 便益計算으로서는 아무런 變함도 없으나 分離費用과의 맞물리는 일에서 費用負擔의 手法속에 編入하게 되는것은 최근美國이나 일본에서 先行投資의 필요성이 강조되고 있는 까닭이며 또 未開發地域의 水源의 물 確保對策으로서도 의의가 큰것이라 하겠다.

(라) 年効用·年經費의 算定

[治水]

1) 年効用: 洪水調節에 대해서는 災害豫防의 觀點에서 想定氾濫區域內의 公共土木施設 및 農業用施設의 災害復舊減少, 農作物·家屋·一般財産 등의 被害防止 또는 減少를 상정해서 이것을 確率處理하여 구한다. 이 경우, 有形資産의 事業所 營業停止損失防止 效果를 예측할 수가 있다.

不特定利水에 대해서는 종래의 예에 의거 增産되는 農作物(쌀)의 純益額을 基準하고 있으나, 금후 河川維持用水 및 既存都市用水에 대한 效果의 예측을 검토할 필요가 있다.

(a) 一般災害의 流量被害曲線 作成

(i) 流量規模別 氾濫狀態의 想定

當該댐의 洪水調節에 의거 被害가 輕減되는 區間을 대상으로해서, 基準地點의 無害流出量에서, 댐이 없는 경우의 計劃流量(基本高水)까지의, 몇개의 流量規模別에 각 想定氾濫區域·調査單位區 마다의 最大浸水深·水面傾斜·浸水時間 등을 상정한다.

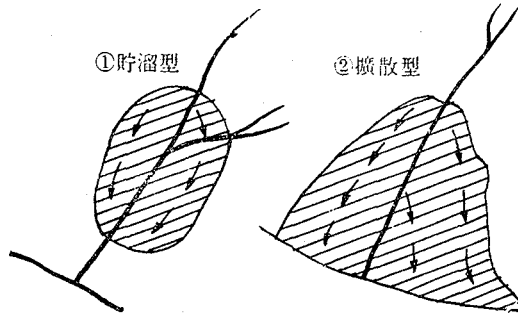
想定方法은 「治水經濟調査」方法에 준하여 과거의 氾濫實績調査를 행한다.

同一流量이라도 治水施設狀態에 의거 想定氾濫區域 및 그 區域內의 洪水流入量이 달라진다.

施設狀態가 無堤 또는 전반적으로 堤防이 낮은 경우에는, 出水가 있으며 여러곳에서 물넘이 하여 거의 各頂點流量의 水位가 流域의 地盤高와 마주치는 區域까지 氾濫하므로, 堤內地에의 流入量은, 自然堤를 넘는 流量으로서 생각된다. 어느 정도이상으로 改修가 進行된 有堤의 경우에는 被害가 最大로 될것같은 場所에서 一般으로 다음과같이 破堤하는 것으로 假定한다.

① 現計劃高水位 또는 獨마루(天端)에서 餘裕高에 相當하는 높이를 差引한 높이에 달했을 때에 破堤하는 것으로 가정한다.

② 破堤口의 크기는 過去의 破堤實績值중 가장 頻度가 높은 크기로한다. 단 氾濫想定은



〈圖 1〉 氾濫型

일반으로 다음순서로 행한다.

- ① 河道의 水位—流量관계의 장악
- ② 河道로부터의 流出量 산출
- ③ 氾濫區域의 流入·流出 및 湛水量산출

등, 過去의 氾濫實態 및 地形條件 등 (航空寫眞, 現在調查 등에 의한다)을 감안하여 貯溜計算 또는 流下計算을 행하여 氾濫區域 및 그 狀態를 상정한다. 貯溜型에서는 地區別 浸水深을, 擴散型에서는 浸水深과 流速이 重要因子로서 檢토된다.

(ii) 流量規模別 想定被害額 산정

想定最大氾濫區域내의 다음資産을 대상으로해서 各流量規模에서의 想定被害額을 산출한다

- ① 一般資産 : 家屋(住宅, 非住宅).

家計財産(家庭用品).

事業所 및 農·漁民家의 償却資産 및 在庫品.

事業所의 營業停止損失.

- ② 公共土木施設 : 河川施設을 제외한 道路, 港灣·都市·水道施設 등.

- ③ 農業用施設 : 農地·灌溉排水施設·農業用道路 등

- ④ 農作物 : 주된 農作物.

想定은 모두 「治水經濟調査」의 結果를 이용하며 혹은 이에 準한 方法으로 調査를 행하나

資産價格은 同調査의 全國統一單價를 쓰지 않고, 원칙으로 實查値를 사용한다.

一般資産 및 農作物의 各流量規模에서 想定被害額은 單位마다 資産種類別 評價額에 被害率을 곱해서 산출한다.

$$\text{流量規模別 被害額} = \sum_{i=1}^n A_{ij} \cdot P_j \cdot D_{ij}$$

여기서 A: 各資産의 數量

P: 各資産의 單價

D: 各資産의 被害率(家屋은 床上 浸水深 및 地盤傾斜, 家計財産 등은 床上浸水

<表 2> 一般資産被害率(일본예)

資産種類		床上 浸水深의 現狀				
		0.5m미만	0.5m ~0.29m	1.0m ~1.99m	2.0m ~2.99m	3.0m이상
家屋	木造					
	A組(地盤傾斜) 1/1,000미만	0.05	0.07	0.10	0.14	0.21
	B組(地盤傾斜) 1/1,000미만	0.09	0.14	0.19	0.30	0.38
	C組(地盤傾斜) 1/500 이상	0.04	0.26	0.38	0.53	0.69
	平 均	0.07	0.12	0.18	0.29	0.41
	非 木 造	0.04	0.07	0.13	0.21	0.28
	家 計 財 産	0.07	0.19	0.33	0.49	0.67
事務廳	償 却 財 産	0.20	0.35	0.45	0.57	0.63
	在 庫 品	0.14	0.32	0.43	0.53	0.60
農 家	償 却 資 産	0.14	0.24	0.29	0.34	0.38
	在 庫 品	0.20	0.39	0.52	0.59	0.69
漁村집	償 却 資 産	0.09	0.21	0.39	—	—
	在 庫 品	—	—	—	—	—

<表 3> 水稻被害率(일본예)

被害時間		浸水狀況	滯水時間			
			1~2日	3~4日	5~7日	7日이상
移植後20日 이후穗孕期까지		清水冠水	0.10	0.20	0.30	0.35
穗 孕 期		濁水葉先露出	0.20	0.50	0.85	0.90~1.00
		濁水冠水	0.70	0.80	0.85	0.90~1.00
		清水葉先露出	0.10	0.30	0.65	0.90~1.00
		清水冠水	0.25	0.45	0.80	0.90~1.00
		濁水冠水	0.30	0.80	0.90	0.90~1.00
出 穗 期		濁水冠水	0.30	0.80	0.90	0.90~1.00
		清水冠水	0.15	0.25	0.50	0.70
成 熟 期		濁水冠水	0.05	0.20	0.30	0.30
		清水冠水	0.00	0.15	0.20	0.20

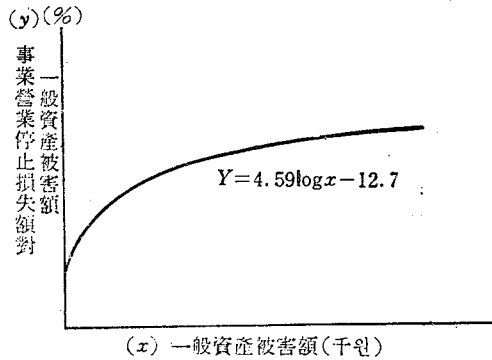
深, 農作物은 浸水深 · 浸水日數 · 被害時期를 係數로서 정한 率)

i: 單位區의 번호

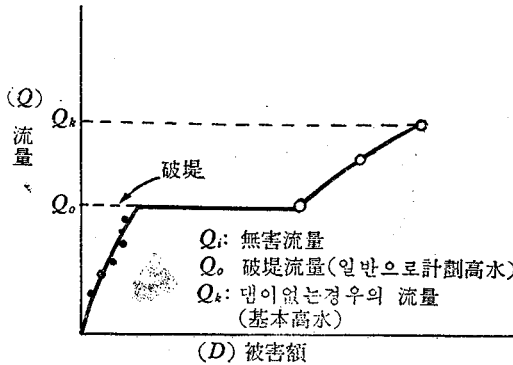
j: 資產의 종류

公共土木施設(河川施設을 제외) 및 農業用施設의 被害額에 대해서는 過去實績의 被害額(災害復舊事業費 當初査定 決定額을 時價換算)과 그 때의 流量 關係를 조사하여 이것에 基因하는 流量規模別로 想定被害額을 산정한다.

事業營業停止損失額은 (營業停止延人數) × (附加價值額)에 의거 구하여지나, 營業停止 延人數는 事業所마다 營業(事務 또는 操業)이 停止된 날로부터 平常시의 營業狀態로 回復한 날 또는 그 豫想日까지의 營業停止 延日數에 從業者數를 곱해서 구한다.



<圖 2> 一般資產 被害額에 대한 事業所 營業停止損失額의 比率



<圖 3> 一般災害 Q-D 曲線

단 簡便法으로서 水害統計調查 結果에서 얻은 그림-2의 一般資產被害額과 事業所 營業停止損失額과의 關係에서 구하는 것이 허용되어있다. 또 營業停止損失은 甚심한 災害의 경우에 한해서 豫상할 수 있다.

(iii) 一般災害의 流量 · 被害額曲線 作成

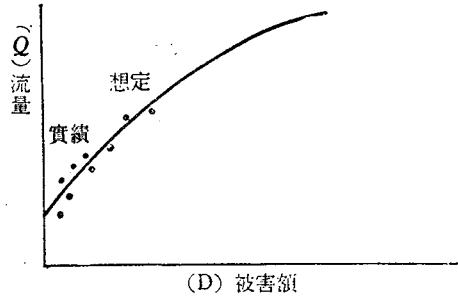
상술한 바와 같이 구한 流量規模마다의 合計被害額에 의하여 流量 · 被害額曲線을 작성한다.

(b) 河道災害의 流量・被害額曲線作成

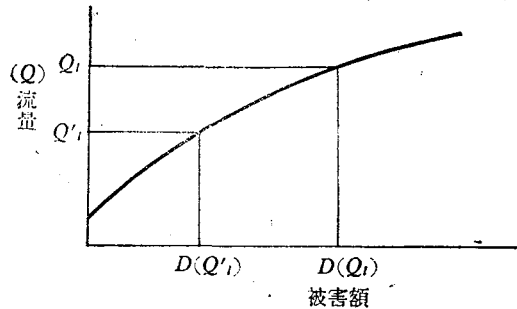
過去の 統計資料 등에 의거 河道施設(堤防・水制 등)의 災害復舊費(時價換算)와 그 때의 關係를 조사하여 流量・被害額曲線을 작성한다.

(c) 年效用의 算出

상술한 것에서 구한 流量・被害曲線를 써서 無害流量에서 基本高水流量사이를 세분하여 各 流量마다의 洪水調節效果額을 산출하여 이것에 當該流量의 生起確率(頂點流量의 超過確率曲線에서 구한다)를 곱하여 이것을 집계하여 年效用을 산출한다.



〈圖 4〉 河道災害 Q-D 曲線



〈圖 5〉 被害輕減額

그림-5의  $Q_1$ 의 超過確率를  $P_{(l)}$ 로 하면  $Q_1 \sim Q_{l+1}$ 의 生起確率  $P'(l \sim l+1)$ 은

$$P'(l \sim l+1) = P_{(l)} - P_{(l+1)} \dots\dots\dots(2)$$

또  $Q_1$ 의 被害額  $D_{(q_1)}$ ,  $Q_1$ 를 澁에서 調節한 후의 流量을  $Q_1'$ 로 하고 그때의 被害額을  $D_{(q_1')}$ 로 하면 被害輕減額  $\Delta D_1$ 은

$$\Delta D_1 = D_{(q_1)} - D_{(q_1')} \dots\dots\dots(3)$$

따라서  $Q_1$ 에 대한 年平均輕減額은

$$\Delta D_1 \times P'(l \sim l+1) \dots\dots\dots(4)$$

이 값을 無害流量  $Q_l$ 에서 基本高水流量  $Q_k$ 까지 累計한

$$\sum_{i=1}^k \Delta D_i \times P' \dots\dots\dots(5)$$



가 年平均 被害輕減額(年效用)으로 된다.

2) 年經費：共同施設의 維持管理費(維持費·人件費·管理費)중 洪水調節負擔分으로 한다. 負擔分의 比率은 費用負擔이 결정되지 않으면 정할 수가 없으므로 실제계산은 試算法으로서 구할 수 밖에 없다.

[灌漑]

1) 年效用：灌漑에 대해서는 增産되는 農作物의 純益額 및 水利施設 改良에 따른 維持管理費의 減少額 이외에 農業構造 改善이란 견지에서 營農勞力節減額 및 施設更新에 따른 效果도 첨가하도록 한다.

① (農作物增加純收益額)=共同施設 및 專用施設의 설치에 의거 增産되는 農作物의 金額 { (農作物의 增産量) × (標準單價) } × { 純收益率 }

農作物의 增産量은 旱害防止, 立地條件 등에 의한 增産量을 隣接類似地域의 것과 비교해서 산정한다.

② (施設維持管理費 節減額)=(當該事業에 관계되는 既存施設의 過去 10個年の 運轉 및 維持의 費用)-(共同施設, 및 專用施設 設置후의 推定運轉 및 維持費用)

農業經營의 改善에 의한 效用의 증가를 試圖하기 위해 종래부터 그 維持管理費가 증가하는 수도 있다.

③ 營農勞力節減額은 共同施設 및 專用施設의 설치에 의거 營農에 요하는 勞力費用의 減少額으로 한다.

④ 更新效果額

施設의 更新에 따른 更新分 維持管理費 節減額, 更新分 營農勞力 節減額 및 當該施設을 單獨으로 再建設했을 경우의 利子 및 償却相當額을 合算했을 것이다.

2) 年經費：灌漑部門에서는 年效用의 산출에 있어서 專用施設에 관한 年經費相當額은 尙술한 施設維持 管理費節減額으로 差引되므로 年經費로서 계상해야할 것은 共同施設의 維持管理費 중의 灌漑負擔分으로 한다.

[發電]

1) 年效用：근자의 火力主體 需給均衡하에서 水力의 尖頭價値가 적정하게 반영되도록  $L_5$  出力의 概念을 도입하여 다음式에 의거 구한다.  $L_5$ 는 5日마다 계산한 平均尖頭出力중 最低 尖頭 出力이다.

(年效用)=(KW 單價) × (有效電力) + (KW $h$  單價) × (有效電力量).....(6)

① 有效電力이란 當該發電所에 대해서 最近 10個年の 流量資料를 기초로 하여 계산했는 各月의 最低 5日 平均出力의 各月平均値에서 停止出力을 差引한 年間平均値이다.

停止出力은 事故停止와 補修停止를 고려한 停止率을 써서 계산한다.

② 有效電力量은 최근 10個年の 流量資料에서 계산한 各月の 可能發生電力量平均値에 利用率를 곱한 各月供給可能發生電力量의 年間計이다. 利用率은 事故停止, 補修停止 및 剩餘溢水를 고려한 것이다.

2) 年經費: 年經費는 發電所規模 및 運轉機能 등을 고려해서 地點別로 다음 사항을 積計上算한 것이다.

- ① 人件費 ② 修繕費 ③ 水利使用量 ④ 事業稅 ⑤ 諸稅公課 ⑥ 共同施設 維持管理費分擔額 ⑦ 기타雜費

3) 揚水發電의 妥當投資額: 發電事業中, 揚水發電事業은 매우 특수한 것으로서 그 妥當投資額은 代替施設費를 감안하여 정하였다. 그 方法으로서는 當該地點에서의 有效出力, 有效電力量이 比等하게 되는 代替建設費를 추정하여, 그것을 妥當投資額으로할 경우와, 當該發電所의 近處工事中の 揚水發電所의 KW 當 建設費를 감안하여 산정할 경우가 있다.

또 混合揚水發電(自流發電에 수반하는 揚水發電)은 自流相當部分發電에 대하여 通常의 發電妥當額을 산정하고 揚水發電에 대하여는 進술한것 같이 산정한 양자를 합제한 것이 妥當投資額으로 된다.

4) 下流增의 妥當投資額: 共同施設의 下流에 있는 發電所의 下流增에 관한 妥當投資額의 산정은 다음식에 의한다.

$$\frac{R/C - P \times \alpha}{1 + 0.4iT} \dots\dots\dots(7)$$

여기서, R은 發電所에 관계되는 共同施設의 建設에 의거 증가하는 有效出力 및 有效電力量을 金額으로 見積했는 것.

단, 當該共同施設에 의거 發電事業者와 下流에 있는 發電所에 속하는 電氣事業者가 동일하지 않을 때는, 증가하는 有效電力量에 95/100를 곱한 것으로 하고 있다.

$$C = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \left\{ 1 - \frac{0.1}{(1+i)^n} \right\} \dots\dots\dots(8)$$

여기서, i: 利子率, n: 發電所의 現況을 고려한 殘耐用年數, P: 發電所에 속하는 電氣事業者의 水力發電施設 KW 當 平均原價에 當該發電所의 最大出力을 곱한 것이다.

α: 發電所의 증가하는 有效電力量을 當該發電所의 最大出力에 8,760을 곱한 積으로서 나눈것이다. 共同施設이 着工한 年度로부터 當該共同施設의 建設에 의거 利益을 받을 때까지의 年數이다. 이식을 변형하면

$$\frac{R - PC\alpha}{(1 + 0.4iT)} \dots\dots\dots(9)$$

로 되며, PCα는 下流增 運轉에 대한 既設發電所의 年償却額 즉 年經費로 생각할수 있고 보통의 妥當投資額 計算式과 一致한다.

나. 便益의 意味

전술한 방식에 의한 便益計算을 결정하는데는 무엇보다도 性格이 다른 事業을 並列한 경우의 經濟評價理論이며, 間接效果·波及效果 등까지 완전히 취급되어 있는 것은 아니므로 실용상 차질이 있는가, 없는가를 검토해볼 필요가 있다. 그러한 의미에서 各部門에서 최근 5年사이에 실시된 主要單獨事業에 대해서 本方式에 의하여 算定된 妥當投資額 B와 事業費 C를 비교한바 어느部門에 있어서도 특수한 것을 제외하여 表-6에 나타낸바와 같이  $B/C > 1$ (上水道, 工業用水, 揚水發電에 대해서 이 종류의 검토를 행하면 당연히  $B/C=1$ 로 된다) 이란것이 確認되므로 本方式을 채용하면 좋다.

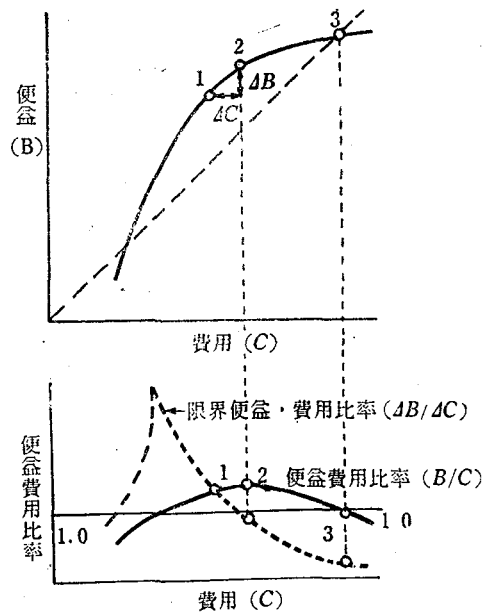
이것에도 덧붙일 수 있는것처럼 本方式에 의거 산출되는 便益은 實務로서의 費用分擔用的 것으로서 엄밀한 의미에서의 經濟評價에 반드시 근접된 것은 아니다. 보다 公共的인 立場에서

〈表 4〉 各部門의 B-C 및 B/C (일본예)

區 分	地 點 數	B(10 <sup>6</sup> 원)	C(10 <sup>6</sup> 원)	B-C(10 <sup>6</sup> 원)	B/C
治 水	50	311,894	156,433	155,461	1.99
灌 溉	27	179,433	144,570	34,863	1.24
發 電	24	58,442	53,185	5,257	1.10

註: 원은 日本圓

말하면 便益은 過少評價되어있다고 이해하는 편이 좋을 것 같다.



〈圖 6〉 便益과 費用

#### 다. 費用便益分析

事業의 經濟的 正當性은 一般으로 過去의 項目에 대해서 評價되는 것이다.

- ① 事業全體로서  $B \geq C$  일것.
- ② 事業에 參與하는 各用途마다, 또 分離可能한 各部分마다  $B \geq C$  일것.
- ③ 事業全體로서, 또 參與各用途, 分離可能한 各部分마다에 各自 費用이 다른 代替的手段에 의할 경우의 費用에 비하여 작던가, 아니면 다른 代替的手段이 존재하고 있지 않는것.
- ④ 開發規模가 最大의  $(B-C)$ 를 提供할 수 있는것.

事業規模에 對해서의 比較案을 작성하여  $B$ 와  $C$ 를 구해서 그림-6에 나타낸바와 같은 관계가 없어졌다하면 點1은 便利費用比率( $B/C$ )가 最大로 되는點, 點2는 超過便益( $B-C$ )가 最大로 되는點, 點3은 超過便益이 존재하는 最大規模를 나타내는點이다.

만일 開發規模가 點1로서 결정될 것같은 費用 1單位당의 便益發生額은 最大로되나, 便益이 費用을 超過할것 같은 開發規模의 附加分이 남아있는( $\Delta B/\Delta C > 1$ )이므로 開發地點의 完全利用이라고는 할 수 없다.

點 2에서는, 開發規模의 最終增加分을 附加하는데 요하는 費用이 그 增分으로부터 생기는 附加의 便益에 比等하게 되고( $\Delta B/\Delta C = 1$ ), 따라서 總費用에 대한 總便益의 超過額이 最大로 된다. 點2를 超過해서의 規模擴張은 追加便益을 초과하는 追加支出를 필요로 함으로서 經濟的으로 妥當성이 없다.

이상에 의거 理論的으로는 點2가 最適開發規模라는 것이 되나,  $B$  즉 妥當投資額은 小規模 또는 消極的으로 산출되는 것 같은 構成이 되어있는 우리나라나 일본의 現狀에서는 點3까지 規模를 擴大하는것도 고려되어야 할 것이다.

또 事業計劃에서 比較案의 選擇, 또는 다른事業과 比較해서 採擇順位の 결정 기타, 事業의 相對的緊急性을 評價할 경우에는  $(B-C)$ 와  $(B/C)$ 의 양자에 대해서 검토가 필요하다.

計劃된 事業을 妥當性있는 事業으로서 採擇할것인가, 어떤가의 意志決定에 임해서는 단지 計劃된 經濟的인 正當性의에, 計量되지 않았던 公共的要素를 添加해서 綜合判斷을 할 필요가 있는것은 말할나위가 없다. 그런 의미에서 費用便益分析이 萬能은 아니지만은 有力한 情報을 提供하는데는 틀림없다.

### 3. 費 用 分 擔

#### 가. 費用分擔方法

多目的項의 建設에 소요하는 費用을 各部門에 公평하게 分配하는 수속을 費用分擔(cost allocation)이라 칭하고 있으나, 그것을 위해서는 進술한 妥當投資額의에 代替建設費 및 分離費用(當該部門에 參與한 增分費用) 등을 고려해둘 필요가 있고 日本에서는 1967年 이후

分離費用代替妥當支出法을 基準으로 하는 制度로 改正한 바 있다.

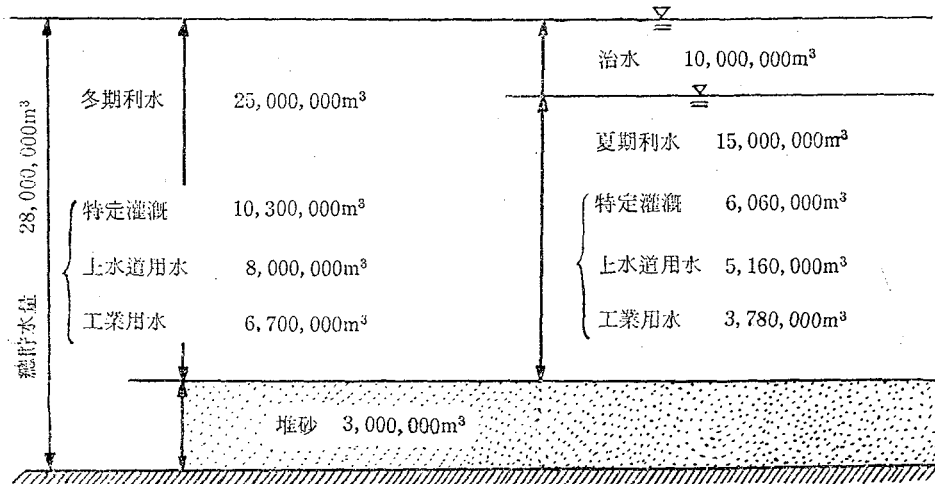
이 方法은 各部門마다에 代替建設費와 妥當投資額을 구해서 어느 작은 쪽부터 專用施設費를 差引한 額을 共同施設에 대한 各部門의 投資可能限度額으로 생각하고 우선 分離費用은 各部門이 각각 直接負擔하고, 남은 共同費用에 대해서는 各部門마다의 殘餘便益(投資可能限度額-分離費用)에 의거 按分하는 것이다. 상세한 計算방법에 대해서는 생략하나 다음 諸點에 대해서는 유의해야 한다.

- ① 代替법 建設場所, 形式 등은 彈力的으로 취급해도 좋다.
- ② 代替법에서의 堆砂量 산정은 특수한 경우를 제외하고 100年分으로 한다.
- ③ 分離費用은 貯水池의 重複利用에 따른 混亂을 피하기 위해 當該법 規模決定의 基準으로 된 容量配分計劃에 따라서 機械的으로 산출한다.

나 費用負擔의 計算實例

(1) 貯水池 容量配分

그림-7과 같다.



<圖 7> 貯水池 容量配分

(2) 代替建設費

① 治水

容量  $10,000,000 + 3,000,000 = 13,000,000\text{m}^3$

建設費 2,760,000천원

② 灌溉

容量  $10,000,000 + 3,000,000 = 13,000,000\text{m}^3$

建設費 댐 2,800,000천원

專用 910,000천원

計 3,710,000천원

③ 上水道

容量 8,000,000+3,000,000=11,000,000m<sup>3</sup>

建設費 2,480,000천원(專用省略)

④ 工業用水

容量 6,700,000+3,000,000=11,000,000m<sup>3</sup>

建設費 2,290,000천원(專用省略)

⑤ 發電

省略

(3) 妥當投資額

① 治水

$$\frac{299,000-10,000}{0.0464}=6,060,000\text{천원}$$

② 灌漑

作物增加純益額 102,241천원

維持管理費節減額 44,500천원

計 97,741천원

$$\frac{97,741-3,000}{0.0604 \times (1+0.4 \times 0.25 \times 9 \times 0.065)}=1,483,000\text{천원}$$

先行投資에 관한 利息控除를 했을 경우의 超過便益額

$$\frac{1,483,000-910,000}{(1+0.055)^7}=394,000\text{천원}$$

③ 上水道工業用水

兩者 1個의 代替施設(代替법)

容量 8,000,000+6,700,000+3,000,000=17,700,000m<sup>3</sup>

建設費 3,300,000천원

※ 上水妥當投資額

$$3,300,000 \times \frac{1}{3} \times \left( \frac{2,480}{4,770} + \frac{120,000}{220,000} + \frac{8,000}{14,700} \right) = 1,782,000\text{천원}$$

※ 工業用水妥當投資額

$$2,300,000 \times \frac{1}{3} \times \left( \frac{2,290}{4,770} + \frac{100,000}{220,000} + \frac{8,000}{14,700} \right) = 1,518,000\text{천원(專用省略)}$$

※ 先行投資에 관한 利息을 控除했을 경우의 超過便額

$$\text{工業用水} \frac{1,518,000}{(1+0.065)^5} = 1,108,000 \text{천원}$$

④ 發電

※ 年效用

$$\text{KW} \quad 3,470 \times 7,160 = 25,000 \text{천원}$$

$$\text{KWh} \quad 15,721,600 \times 1.93 = 30,000 \text{천원}$$

---


$$\text{計} \quad \quad \quad 55,000 \text{천원}$$

※ 妥當投資額

$$\frac{55,000 - 9,000}{0.0932 \times (1 + 0.4 \times 1.33 \times 0.08)} = 473,000 \text{천원}$$

(4) 分離費用

① 治水

※ 他目的貯水池

$$\text{容量} \quad 28,000,000 - 10,000,000 = 18,000,000 \text{m}^3$$

$$\text{建設費} \quad \quad \quad 3,330,000 \text{천원}$$

$$\text{分離費用} \quad 3,870,000 - 3,390,000 = 540,000 \text{천원}$$

② 灌溉

※ 他目的貯水池

$$\text{容量} \quad 28,000,000 - 6,060,000 = 21,940,000 \text{m}^3$$

$$\text{建設費} \quad \quad \quad 3,330,000 \text{천원}$$

$$\text{分離費用} \quad 3,870,000 - 3,580,000 = 290,000 \text{천원}$$

③ 上水道

※ 他目的貯水池

$$\text{容量} \quad 28,000,000 - 5,160,000 = 22,840,000 \text{m}^3$$

$$\text{建設費} \quad \quad \quad 3,630,000 \text{천원}$$

$$\text{分離費用} \quad 3,870,000 - 3,630,000 = 240,000 \text{천원}$$

④ 工業用水

※ 他目的貯水池

$$\text{容量} \quad 28,000,000 - 3,780,000 = 24,220,000 \text{m}^3$$

$$\text{建設費} \quad \quad \quad 3,700,000 \text{천원}$$

$$\text{分離費用} \quad 3,870,000 - 3,700,000 = 170,000 \text{천원}$$

⑤ 發電

分離容量  $(6.50 - 3.06) \text{m}^3/\text{sec} \times 8\text{h} \times 3,600\text{sec} = 99,000\text{m}^3$  (日調整容量)

分離費用 26,000천원

(5) 費用按分

表-7과 같다.

〈表 5〉 費用分擔計算

(단위 : 100만원)

記號	區 分	治水	灌溉	上水道 用水	工業用水	發電	計
a	代替建設費	2,760	3,710	2,480	2,290	省略	—
b	妥當投資額	6,060※	1,483	1,782	1,518	473	—
c	a,d 어느것이나 작은것	2,760	1,483	1,782	1,518	473	—
d	專用施設費	—	910	—	—	436	—
e	c-d	2,760	573※	1,782	1,518	37	6,670
e'	先行投資利息控除	2,760	394※	1,782※	1,102※	37※	6,081
f	分離費用	540	290	244	170	26	1,266
g	殘餘便益(e'-f)	2,220	104	1,542	938	11	4,815
h	同上率	46.1	22.2	32.0	19.5	0.2	100
i	殘餘共同費分	1,201	57	833	508	5	2,604
j	負擔額(f+i)	1,741	347	1,073	678	31	3,870
k	負擔率	45.0	9.0	27.7	17.5	0.8	100

(6) 費用과 便益

當該댐의 便益  $B=9,381$ 百萬元(表-7의 ※ 표의 合計)

當該댐의 費用  $C=3,870$ 百萬元

따라서,  $B-C=5,511$ 百萬元

$$B/C=2.42$$

다. 建設資金의 調達과 償還

댐 建設에 소요되는 資金은 費用負擔率에 기인하여 各部門의 事業者가 各各 조달하고, 委託 또는 負擔形式에서 出資하는 것이 원칙이다. 이 方式에 의하는 한 參與事業者가 확정해서 費用分擔이 결정안되면, 事業을 시작할 수 없는 難點이 있다. 물 需給事情과 洪水被害激增에서 現在 일본이나 우리나라에서는 長期的이고, 廣域的인 觀點에서 多目的댐 建設의 필요성이 급격하게 높아지고 있으므로 물配分 및 물利用側의 확정이 어려운 都市用水部門에 대해서는 水資源開發公社事業 및 特定多目的댐에 한하여 自治團體 또는 國家에서 一括해서 資金調達을 하고 완성후 물利用側에게 長期割賦拂시키는 方法이 研究되고 있는 傾向에 있다.



#### 4. 앞으로의 課題

전술한 바와 같이 水資源計劃에서의 便益評價手法은 費用分擔이라는 實際處理 때문에 發展되어왔는 것으로서, 어떤의미에서는 各部處의 妥協의 產物이며, 純粹經濟學的인 經濟評價의 手法이라고 할 수 없는 면이 포함되고 있다.

##### 가. 洪水調節便益

洪水調節의 便益은 現在財産에 대한 被害輕減便益으로서 捕捉되고 있으나, 원래구해야 할 것은 事業設定後에 있어서 耐用年數사이에 생기게되는 便益이기 때문에 安全度の 向上에 따른 土地利用의 高度化, 資産増大를 고려해서 積算하는 것이다. 이 경우, 土地利用의 轉換過程에서는 各종의 聯關投資가 필요하게 되므로, 이것을 差引해서 생각해야 한다.

다음에 洪水被害로서 現在는 直接被害를 주로하고, 間接被害는 不過 營業停止損失만을 생각하고, 있으나 交通杜絶, 停電, 기타 間接被害의 算入을 고려하여야 할 것이다. 間接被害는 直接被害의 半程度에 달한다는 學說도 있다.

##### 나. 都市用水便益

都市用水에 관한 便益을 代替施設 建設費라고 생각하는 것은 費用分擔用의 次善策으로서 본래는 地域의 社會經濟에 주어지는 인팩트를 고려한 開發, 혹은 保全便益으로서 捕捉되어야 한다.

##### 다. 環境保全開發便益

우리나라의 水資源計劃도 다만 開發을 목표로하였기 때문에 時代變遷에 따른 環境保全, 福祉開發까지를 포함하지 않으면 안된다. 그러한 의미에서 水域 recreation 및 野生生物의 保護開發을 事業目的에 포함하여 便益을 評價하여 費用을 지출하는 것으로 생각해야 한다.

美國에서 recreation 에 대해서는 想定訪問客數(人/日)에 開發度에 따라서 0.5~1.5 라는 單位價値를 곱해서 便宜의인 便益計算을 商業的인 生物資源의 保護開發에 대해서는 市場價値에 의한 便益計算을 실시하고 便益범위내에서 事業費用의 16%이내를 聯邦資金으로 負擔하고 있다.

또 不特定利水의 便益에 대해서는 종래의 既得水利補完이란 보완에서 農作物의 增產效果에서 制定하여 왔다. 그러나 앞으로는 水質淨化 때문의 稀釋水란 側面으로부터의 評價도 생각할 필요가 있을 것이다. 그러한 경우의 便益으로서의 排水規制를 附加해서 稀釋水供給을 하지 않았을 경우에 생기는 마이너스效果의 除去라는 점에서 評價될 수 있다. 計測이 매우 어렵으므로 代替施設費로서 代用하는 것도 생각할 수 있다.

##### 라. 大規模地域開發과의 聯關性

근자 우리나라는 重化學工業建設計劃과 함께 大規模的인 産業構造나 地域構造의 變革이

행하여지고 있는데 이경우 그 一翼을 담당할 水資源計劃의 經濟評價는 여하히할것인가, 보통의 追隨型投資와 다르므로 보통 생각되는 效率改善效果의에 全體投資가 生産하는 所得產出效果, 所得配分效果, 물開發이 經濟成長에 미치는 중요한 決定的 效果 등이 검토되어야 할 것이다.

미국의 Appalacia 水資源計劃에서 산정되어왔던 國民經濟的인 便益의에 종래 무시됐던 地域便益을 正面으로 받아드려 他地域으로부터의 所得移轉 등도 計上하고 있다. 또 擴大便益으로서 國家便益·地方便益 어느것도 計上할 필요가 있다는것은 주목된다.

### 參 考 文 獻

- 1) 長尾義三：土木計劃序論，共立出版，1972年.
- 2) 崔榮博，金麗澤：發電水力工學，文運堂，1966年.
- 3) 崔榮博：水文學·河川工學，營雪出版社，1973年.
- 4) 西畑幸夫：河川工學，技報堂，1973年.
- 5) 日本建設省河川協會編：河川砂防技術基準.
- 6) 佐佐木才郎：水資源計劃の方法，1969年，日本土木學會.
- 7) 佐佐木才郎：多目的ダムの新しいコストアロケーション方式にいで，水利科學，No. 57: 1967.
- 8) E.A. Ackerman & G.G. Los: Technology in American Warter Development, The John Hopkins Press, 1959.
- 9) Water Resources Activities in the United States: Report of select Committee on National Water Resources, United States Senate, 1961.
- 10) Maass, Arthur, Hufschmidt & others: Design of Water Resource Systems, Harvard University Press, 1960.
- 14) Hufshmiat & Maynard: Simulation Techniques for Design of Wate Resources Systems, Harvard University Press, 1966.
- 12) D.D. Kneese & S.C. Smith: Water Research, The John Hopkins Press, 1965.
- 13) A.V. Kneese & D. Alen: The Economics of Regional Water Quality Management., the John Hopkins Press, 1964.