

# 小水力開發을 促求함

李 承 院\*

1. 小水力開發의 必要性	3.5 安保上의 評價
2. 小水力開發現況과 小水力賦存資源	3.6 地域社會에 미치는 影響
3. 妥當性 調査方法	3.7 環境面에서 본 評價
3.1 發電原價面에서 본 評價	4. 新에너지 發電과 小水力發電
3.2 國民經濟上의 評價	5. 開發展望
3.3 技術面에서 본 評價	6. 結 論
3.4 에너지面에서의 評價	

## 1. 小水力開發의 必要性

世界的 에너지情勢는 1973年以後의 OPEC 諸國의 原油價格의 引上을 契機로 해서 急變, 水力에 對한 認識을 새로히 해야 한다는 氣運이 世界的으로 高調되고 있다. 우리나라에 있어서의 B.C.油의 價格은 1970년에 1/당 約 4원 하던 것이 1980년에는 136원으로서 34배나 폭등하기에 이르렀다. 이로 인해서 우리나라의 國際收支는 惡化一路를 걷고 있어 政府는 에너지分野에 있어서의 脫石油化政策을 強力히 推進하고 있다. 即原子力, 石炭, LNG 등으로 石油의 代替化가 企圖되고 있다.

그런데 물의 位置에너지를 水車에 依해서 機械에너지로 바꾸고 그것을 發電機를 통해서 電氣에너지로 變換하는 水力發電에너지는 우리나라에 있어서의 比重은 石油發電電力이 74%인데 비해 約 5%에 지나지 않는다.

그런데 이 水力發電에너지는

(1) 太陽에너지에 依해 끊임없이 循環使用이 可能的인 에너지資源이며

(2) 環境을 汚染시키지 않는 淸淨에너지이며

(3) 水力發電은 調整池, 貯水池 등을 가지고 있기 때문에 電力需要의 變動에 對한 速應性이 높을 뿐만 아니라 操作上의 信賴性도 높아 電力系統運用上에도 重要한 役割을 擔當할 수가 있다.

(4) 水力發電은 水資源의 多目的 利用上으로 볼 때 그 利用의 일부로서 灌溉用水, 都市用水의 供同使用을 企圖함으로써 그 經濟性을 向上시킬 수가 있다.

表 1. 賦存資源現況

道 別	地點數	總施設容量		備 考
		容 量 (kW)	比率(%)	
京 畿	114	23	3.9	※ 單位容量別 地點 構成比 -100kW未滿: 58.2%
江 原	869	260	44.6	
忠 北	208	72	12.3	-100~500kW未滿:
忠 南	118	26	4.5	31.5%
慶 北	584	111	19	-500~1,000kW: 5.3%
慶 南	245	47	8.1	-1,000kW 以上: 5%
全 北	156	27	4.7	
全 南	106	17	2.9	
計	2,400	583	100	

※ 74年度 科技處 調査結果임.

(5) 水力發電開發費가 많이 든다 하더라도 現在와 같은 石油價格引上展望에 비추어 볼때 水力發電은 그 耐用年數가 길고 運轉費가 적게 들므로 오히려 電力價格의 安定에 貢獻할 것이다.

(6) 水力發電은 國產에너지이기 때문에 安全保障上으로 볼 때 絕對有利한 에너지이다.

以上과 같은 많은 長點이 있으므로 水力發電은 國民經濟, 開發技術에너지收支, 安全保障, 地域開發效果, 環境保存 등을 감안해서 적극적으로 그 開發이 推進되어야 한다.

勿論 以上の 長點이 있기 때문에 우리나라도 그 經濟性이 높기 評價되는 地點이라든가 四大流域의 綜合開發 企劃의 一環으로서 많은 水力을 開發한 바 있고 또 企劃도 수립되어 있다. 지금 여기서 過去에는 經濟性이 貧弱하여 開發이 保留되고 있는 小水力開發에 關해서 論하고자 한다.

\* 正會員: 서울大 工大 電氣工學科 教授 · 工博

表 2. 2,400個 開發可能地點中 早期開發 可能地點: 11個所

水 系	地 點	位 置	容 量 (kW)	工 事 費 (百萬元)	建設單價 (\$/kW)	所要豫定 工期(個月)	有效落差 (M)	使用水量 (m <sup>3</sup> /sec)
南 漢 江	米 院	忠北, 清原, 米院	300×2	266	739	9	12	4.59
	丹 陽	丹陽, 梅浦	2,000×2	1,168	487	10	20	28.7
	平 昌	江原 平昌, 平昌	200×1 500×2	313	435	10	12	16.0
	寧 越(盆亭)	" 寧越, 西面	2,000×1	720	600	12	12	33.5
	酒 泉	" " 酒泉	400×2	331	689	12	9	12.6
	道 教 里	" 平昌面	600×2	320	444	10	12	16.0
	小 計	(6個)	(9,800)	(3,118)	(530)			
錦 江	農 園	忠南, 錦山, 부라면	1,000×1	443	738	10	12	15.3
	鎮 安	全北, 鎮安, 鎮安	200×2	143	617	12	12	3.17
	沃 川	忠北, 沃川, 東三	1,500×2	885	492	10	15.7	25.5
	永 同	永同, 深川	600×2	330	458	10	12	14.0
	龍 平	全北, 鎮安, 程川	500×2	320	533	12	12	12.0
	小 計	(5個)	(6,600)	(2,126)	(537)			
合 計	(11個)	(16,400)	(5,244)	(533)				

2. 小水力開發現況과 小水力賦存資源

우리나라도 第一次 石油충격시 小水力開發에 착안, 이의 開發을 爲하여 小水力賦存資源은 調査한 바 있고 (表 1) 中 江原道 橫城郡 安興에 150kW 3臺, 慶北 울릉도에 600kW 2臺, 100kW 2臺를 設置한 바 있다. 나머지 中에서도 (表 2)는 現時點에서 早期開發이 可能한 地點을 추린 것인데 餘他地域도 그 妥當性調査를 實施하여 具體的開發企劃을 樹立해야 할 것으로 사료 된다.

3. 妥當性調査方法

2項에 우리나라의 大略的 小水力賦存地域調査結果를 表示한 바 있는데 이의 開發을 爲한 評價方法에 關해서 論해 보기로 하겠다.

3.1 發電原價面에서 본 評價

우리나라는 水力이 初期投資金額이 크기는 하나 電氣에너지의 絕對的 不足 그리고 石油價格 저럴 등으로 인하여 石油火力을 爲主로 建設해 오다가 近來의 原油價格의 上昇 그리고 將來의 계속적 石油供給價格의 上昇을 감안해 볼 때 水力發電이 그 欸수트면에서 볼 때 火力發電과 競合할 수 있는 지경에 이루어졌다고 볼 수 있다. 또 石油火力은 언제 석유의 供給이 中斷 될지 모름으로 앞으로의 發電은 石油以外의 發電, 即 L.N.G, 石炭, 原子力 發電이 될 것임으로 水力을 石

油火力을 基準으로 해서 評價할 것이 아니라 前記한 複合的인 發電所를 基準으로 評價해야 할 것이다. 또 石油價格이 폭등하고 있는 만큼 既設 低效率 石油火力의 運轉費하고도 比較를 해야 한다. 即 増分需要에 對應하는 新規電源의 確保라는 개념을 초월 積極的으로 脫石油를 도모하는 立場에서 評價를 해야 한다.

다시 말해서 既設石油火力의 料燃費에 對應시킨 發電原價와 設備利用率을 감안한 單位水力發電量에 해당 하는 建設費를 算定經濟性的 限界值를 求해야 한다. 具體的으로는 當初의 石油價格, 豫想되는 石油價格引上率, 其他經費의 引上率을 考慮한 發電單價와 水力發電의 경우는 耐用年數, 諸經費上昇率, 利子 및 그 上昇率을 감안한 發電單價를 계산 比較해야 한다.

이와 같이 將來의 長期間에 걸친 石油價格上昇率이 걱정하고 水力發電開發을 爲해서 여러가지 長期低利金融이 이루어질 경우 水力發電이 많이 有利해질 것이다.

3.2 國民經濟上的 評價

水力發電은 國產에너지임으로 石油火力發電과 代替됨으로서 石油輸入을 減縮, 나아가서는 國際收支改善에 寄與할 것이다.

또 水力開發建設過程에 있어서의 投資는 生産, 所得 雇用 등을 誘發, 經濟成長을 促進시킨다. 水力發電所 建設에의 投資는 에너지節減이 切實이 要求되는 이때의 他公共事業投資에너지 多消費經濟構造를 構成할 경우가 많은데 비해 이는 에너지生産을 增加시키는 効用이 있음을 生覺할 때 他公供投資에 優先되어야 할 것이다.

### 3.3 技術面에서 本 評價

우리나라는 過去 여러차례의 經濟開發에 힘입어 重工業이 많이 發展한 바 있고 이미 小水力開發의 經驗이 있다. 그러나 小水力開發은 大規模水力에 比해 單價가 비싸진다. 따라서 小水力의 경우의 建設單價를 낮추기 爲한 技術이 開發되어야 한다. 卽 앞으로 많은 小水力開發을 効率が 좋게 開發하기 위해서는 그 計劃, 設計, 施工, 保守 等 모든 部門에 걸쳐 標準이 制定되고 簡單化하여 量産化가 可能하도록 해야 한다. 이상과 같이 標準化와 簡單化가 이루어지면 技術을 中小企業으로 稼轉시킬 수가 있어, 中小企業發展에 寄與할 수 있을 것이다. 또 이 部門技術向上으로 後進諸國에 進出할 수도 있을 것이다. 이 部門關連技術을 열거하면 다음과 같다.

- (1) 댐, 水路構造物의 簡單化
- (2) 小斷面터널掘削의 機械化
- (3) 發電所 基礎建物の 簡單化
- (4) 水車, 發電機等 機器의 標準化
- (5) 管理制御方式의 簡單化와 標準化
- (6) 中小水力用新形水車, 發電機의 開發

### 3.4 에너지面에서의 評價

小水力, 石油火力, 原子力의 入力에너지 (設備投入에너지와 運轉變換에너지)와 耐用年數를 감안한 出力에너지와의 比는 大略 15 : 0.5 : 6으로서 에너지收支面에서 볼 때 大端히 効率が 높은 一次에너지源이며 省에너지投資의 一環으로 볼 수 있다.

### 3.5 安保上の 評價

에너지危機 卽石油危機가 長期化될 경우 國民生活 및 産業構造 價格體系가 크게 變動할 것이다. 長期的으로는 石油의 代替 및 省에너지政策이 推進되어 新價格體制로 均衡을 이루겠지만 短期的으로는 石油供給量의 減縮으로 인한 石油價格의 昂騰과 그 製品價格의 上昇, 石油代替에너지價格의 相對的 降下, 收益의 減少, 나아가서는 賃金の 切下消費의 停滯 等이 일어날 것이다.

우리나라 에너지의 大部分을 점유하는 石油은 그 全量을 海外에서 輸入하고 있다. 따라서 產油國을 둘러싼 國際情勢 여하에 따른 價格이 폭등할 수도 있고 供給이 中斷될 수도 있다. 이와 같은 不安定한 에너지條件下에서 多少나마 國產에너지를 增加시킨다는 것은 經濟的價値를 초월하는 安全保全上的 安全性을 附加시키는 것으로서 安保的 次元에서 다루어야 할 문제라고

생각된다.

### 3.6 地域社會에 미치는 영향

發電所建設이 地域社會에 미치는 영향은 두가지로 나누어진다. 하나는 建設時 道路가 整備되고 橋樑이 建設되는 等 公共施設이 補完되는 것과 같은 社會的 效果와 電源開發에 依해서 그 地方에 電力을 必要로 하는 工場이 誘致되어 地域財政이 向上되는 經濟的 效果의 두가지로 生覺할 수 있다.

一般的으로 水力發電建設에 隨伴되는 建設的 效果는 治水, 利水, 砂防, 道路 等의 效果가 있으나 小水力開發의 경우는 道路와 砂防效果만인 경우가 많다.

水力開發은 山間地域에 建設되는 경우가 많기 때문에 水力開發을 爲해서 建設되는 工事用道路는 開發後 一般道路 또는 山林道路로서 活用되어 社會發展에 貢獻하게 된다. 砂防效果는 모든 開發地域에 있는 것은 아니고 立地地域의 狀況에 따라 그 效果를 거둘 수도 있다. 또 建設中에 必要로 하여 만들어졌던 工事場은 平地面積이 比較的 적은 山間벽지에 平地를 提供, 有效하게 利用되는 수가 많다.

또 近來 再生可能한 에너지를 活用한 最終需要形態의 에너지의 小規模需要地分散體系가 興味를 끌고 있는데, 이 관점으로 보더라도 小水力發電은 가장 適合한 에너지發生方式이라고 볼 수 있다.

### 3.7 環境面에서 本 評價

一般的으로 水力發電이 環境에 미치는 影響은 貯水池로 인한 地形 生態의 變化, 水溫의 變化, 積砂 等의 問題와 發電用水의 使用으로 인한 河川流量이 減少하는 區間이 發生하는 問題等이 있는데 小水力의 경우는 流入式이 主가 됨으로 減水區間發生이 問題가 될 뿐이다.

따라서 이 區間에서는 自然景觀, 魚類를 爲始한 水生動物, 水質河川機能, 既得水利權소멸 等의 不利한 現象이 發生한다. 그러나 이러한 問題는 適正量의 放流 等에 依해서 自然과의 融和를 期할 수가 있다.

## 4. 新에너지發電과 小水力發電

여기서 小水力和 分散小規模循環에너지라는 點에서 類似한 特性을 갖는 다섯가지 新에너지發電 卽 太陽熱 太陽光, 海洋溫度差, 波力, 風力에 關해서 二開發 추세를 檢討한 다음 小水力發電과의 經濟性을 比較해 보 고져 한다.

太陽熱發電은 現在 商用供給用の 試驗發電所로서 美

表 3. 新에너지發電諸元

發電方式	設備容量	kW當建設費	設備利用率	物理的耐用年數	經濟的耐用年數
太陽熱	10MW	15,000 \$/kW	21%	25년	15年
太陽光	1MW	3,000 \$/kW	23%	20年	15年
海洋溫度差	100MN	3,000 \$/kW	63%	25年	15年
波力	2MW	2,500 \$/kW	34%	25年	10年
風力	3MW	2,500 \$/kW	34%	20年	15年

國, 日本 등에서 萬kW級이 建設中에 있는 段階로서 이는 日照條件이 좋고 淡水가 容易하게 얻을 수 있는 地點이여야 하며 日氣, 季節 등에 그 出力이 左右되는 缺點이 있다. 太陽光發電을 建物屋上 등에 設置할 수 있는 規模로서 數千kW以下를 開發對象으로 하고 있는데 이것도 1900년대에 가거나 實用化될 展望이다. 그 發電單價의 推定을 爲하여 美國의 太陽電池價格 減縮 目標을 보면 1982년에 2萬kW를 2\$/W, 1986년에 50萬kW를 0.5\$/kW 1990년에 500萬kW로 되어 있다. 그리고 이것 역시 日氣와 季節에 따라 發電이 左右되는 缺點이 있다.

다음은 海洋溫度差發電인데 이것은 1990년대 後半에 가거나 10萬kW 程度의 實用發電所가 出現할 것으로 豫想되며 이것은 海面과 그로부터 약 500m 深部와의 溫度差가 15°C 以上이 되는 地點에 建立할 수 있으며 이것은 日照와는 關係가 없으므로 電力供給의 베이스로 드 電源으로 適合하다. 다음은 波力發電인데 이것은 MV級으로서 1990년대 初半에 가거나 出現될 것으로 보이며 海流, 潮流가 없고 波高가 높으며 파도가 자주 일어나는 곳에 건설되며 出力은 日變動이 크고 出力의 安定성이 없다. 다음 風力發電인데 이것은 小規模로 實用化되고는 있으나 大形發電所로서는 역시 1990년대 後半에 가거나 出現할 것 같으며 바람이 있어야 發電할 수 있으므로 이것 역시 出力의 安定성이 낮다. 이들 新에너지 發電所建設費, 其他經濟性을 表示한 것이 (表 3)이다.

이 表에 依해서 發電原價를 算出한 것이 (表 4)와 같다. 그리고 小水力發電과 新에너지發電과의 經濟性을 設備利用率別 發電原價에 依히 比較한 것이 그림 1과 같다. 여기에는 新에너지의 開發費는 考慮하지

表 4. 新에너지發電原價

發電方式	初年度發電原價	平均發電原價
太陽熱	164 \$/kWh	158 \$/kWh
太陽光	28 \$/kWh	24 \$/kWh
海洋溫度差	13 \$/kWh	10 \$/kWh
波力	15 \$/kWh	13 \$/kWh
風力	15 \$/kWh	13 \$/kWh

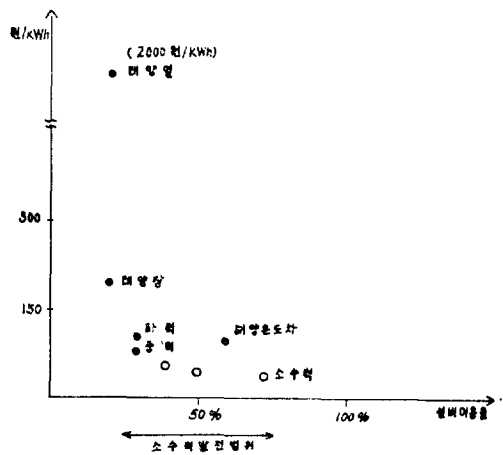


그림 1. 小水力 新에너지발전 설비이용율별 발전원가  
 앉았다. 이 그림을 보면 小水力이 이들 新에너지보다 有利함을 알 수 있다.

5. 開發展望

一般的으로 水力開發은 에너지의 開發이라는 點과 淸水供給能力的 確保라는 두가지 役割外에 國際收支에 의 기여, 안전보장상의 問題 등으로 보와 有利하며 또 예상되는 新에너지開發의 實用化는 10年內至 20年後가 되며 그 經濟性도 水力만 못하다. 小水力의 開發은 이 以外에 地域社會開發이라든가 에너지發生의 需要地分散 등의 利點이 있다.

에너지開發이라는 見地에서는 무엇보다도 石油危機以後의 새로운 에너지情勢에 對應하여 國內循環에너지 資源으로서 一般水力을 開發하여 에너지의 安定確保에 기여해야 한다. 이 경우 既開發地點의 再開發, 從事 그 經濟性 때문에 등한시했던 小水力地點의 開發, 또 河川綜合開發을 爲한 多目的댐의 建設 등을 積極的으로 推進해야 한다. 한편 淸水供給能力的 確保를 爲해 貯水池式 調整池式水力, 揚水發電所 등의 開發도 積極

的으로 推進되어야 한다. 特히 現在 電力의 脫石油發電所의 主중을 이루고 있는 原子力發電所의 경우는 그 20% 程度의 揚水發電所의 建設이 隨伴되어야 한다.

이에 對한 對策의 一環으로서 該간 高開發費關係로 해서 保留되었던 國內小水力開發企劃을 보면 表 1 및 2와 같은데 이것은 이상 論한 見地에서 再調整되어야 한다고 본다.

### 6. 結 論

1973年以後 數次에 걸친 OPEC 諸國의 原油價引上을 契機로 國際的으로 水力의 再評價氣運이 高調되고 있다. 그래서 모든 나라에서 石油消費를 減縮시키고 있는데 特히 化石燃料資源이 貧困한 많은 開發途上國은 國際收支의 惡化에 시달리고 있으며 水力開發에 많은 期待를 걸고 있다. 水力은 그 運轉維持費가 저렴하며 耐用年數가 길고 原子力이나 其他新에너지發電과는 달리 그 技術이 完成되어 있고, 淸水電源으로서의 優秀性, 治水, 利水와 같이 利用할 수 있는 點等, 從來의 有利性外에 近來世界的으로 단연된 인플레이에 對한 抵抗力 등이 認定되어 그 特徵을 再認識하게 되었다.

그래서 美國에서도 既設棼의 再開發에 의해서 9,400

萬kW, 50kW에서 1,500kW까지의 小水力으로서 5,200個所의 570萬kW를 開發하려고 하고 있으며 日本에서는 1985년까지 2,000萬kW, 1990년까지 2,500萬kW, 1995年度까지 3,000萬kW 程度의 水力을 開發할 예정으로 있다.

水力은 有限한 化石燃料가 枯渴되어 감에 따라 그 重要性和 役割이 더욱 增大해 갈 것이 確實하다. 우리나라에서 調査된 小水力地點은 約 2,400個所로 되어 있는데 이는 調査에 따라 더욱 증가할 것이며 또 그中 現在의 經濟的與件下에서 11個所만을 開發對象으로 하고 있으나 이것도 經濟적 여건의 變動에 따라 달라지겠지만 이미 論한 基準에 따라 再評價해서 더욱 開發을 擴大해야 할 것이다.

이들 小規模水力發電을 開發해 나가자면 우선 開發體制를 整備할 必要가 있으며 또 그 建設費를 節減시키기 爲해 機器의 標準化 合理化等 技術開發을 促進시켜야 한다. 그리고 政府와 民間이 合心協力하여 諸施策을 強力히 推進시켜야 한다. 小水力에너지는 再生可能에너지資源中에서 現在로서 實現 가능한 가장 經濟的인 것임으로 이의 開發은 新에너지開發에 優先되어야 할 것으로 사료된다.

### 論文揭載料變更案內

當學會에서는 會員여러분의 負擔을 줄이고자 아래와 같이 揭載料를 變更하였으니 諒知하시기 바랍니다.

	現 行	改 定
審 查 料	없 음	12,000원
揭 載 料	전 액 負 擔 (1page當 8,000원)	4 page까지 學會負擔 5 page부터 投稿者負擔 (1page當 8,000)
備 考	投稿時揭載料納付	投稿時審査料納付

※ 1981年 4月 15日 施行