

農山村의 電化促進과 小水力發電

技術包藏水力地點 2,400處

—石五鳥의 小水力 開發

- △ 58萬kw 電力
- △ 80km² 農地擴大
- △ 火田畜化 160km²
- △ 農業用水 100億屯/Yr
- △ 油類節約 年間 340萬드림……

— 小水力도 貴重한 에너지源의 하나이다. 가까운 곳에 있고 손쉬운 것부터 開發活用하여 農山村의 電化를 하루 빨리 이룰수 있도록 하여야겠다 —

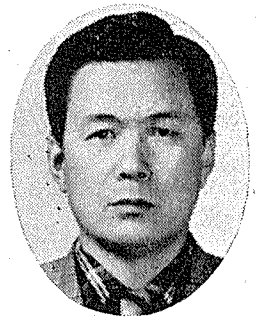
1. 緒 言

自然界에 存在하는 에너지源으로는 여러가지가 있으나 流水를 利用하여 原始的인 水車를 使用한 것은 물레방아를 例로 들수 있으며 水力을 電力으로 轉換하는데 成功한 것은 1878年 프랑스에서 始作된 이래 先進諸國에서 電力에너지源으로 많이 開發活用하게 되었다.

그러나 水力發電을 하기위해서는 土木工事의 技術的인 면과 高額의 施設投資라든가 發電地點의 制約에 따라 配電施設의 投資를 考慮케 되었으며 經濟의 成長과 國民生活의 向上으로 電力需要의 增大에 따라 火力을 利用한 發電方式이 開發活用되었다.

良質의 石炭과 油類를 使用하여 現在까지는 必要時에 適時適所에 電力을 供給할 수 있어 火主水從으로 變遷하여 왔으나 資源의 不足으로 말미암아 現在로는 原子力을 利用한 發電方式이 開發되었으나 莫大한 施設費가 들어 初創期에는 發電單價가 월등히 비싸게 들며 資源 또한 限定되어 있고 公害問題를 考慮해야 할 問題點도 있다.

그밖에도 潮力을 利用한 方式 天然가스를 利用한 發電方式등이 研究되고 있는 實情이다.



韓國 原子力 研究所
責任 技術員 洪俊瑞

더욱이 世界的인 油類波動으로 火力發電의 單價가 上昇함에 따라 先進諸國도 漸次的으로 原子力發電과 並行하여 다시 水力資源을 活用한 電力에너지開發에 力點을 두고 있는 實情이다.

더욱이 總發電量의 85%를 火力에 依存하고 있는 우리로서는 效果的인 水力資源 開發의 重要性이 切實히 要求된다.

1973年度 油類波動時까지 火力發電에 並行하여 大規模의인 水力發電을 위한 水力資源調査를 施行하여 그活用도 活潑하나 小水力發電을 위한 資源調査는 되어 있지 않았다.

그후 1974年度初에 科學技術處가 韓國原子力研究所에 「小水力發電 立地調査」를 遂行하도록 하므로써 비로서 其基礎調査에 着手하였다.

2. 外國의 小水力發電

小水力發電이라 함은 1,000kw以下の發電量을 말하는 것으로 美國, 캐나다, 유유럽 등先進諸國에서는 農山漁村民이 政府 또는 電力會社를 代身하여 오래 前부터 小水力資源을 開發하여 마을 小規模工場, 牧場 등 自家發電用으로 活用되고 있다. 가까운 日本도 戰後 落島 및 僻地에 散在해 있는 部落의 近代化는 우선 電氣를 供給하는 것이 가장 가까운 길이라 하여 1950年 農山漁村 電氣導入 促進法을 公布하여 農山漁村 電源開發을 推進하였다.

또한 1961年 日本의 農山漁村電氣協議會의 資料에 依하면 全日本의 小水力資源은 平水量 基準으로 約 164萬kw를 넘고 있는 實情이다. 또한 先進諸國에서는 小水力發電用 機械등이 全部 開發되어 農山村의 小規模工場, 牧場등에 自家發電用으로 活用되고 있으며 가격도 저렴하고 運轉도 自動化되어 使用이 간편하며 維持費도 少하게 들고 있다.

3. 韓國의 小水力資源 現況

韓國原子力研究所에서는 科學技術處로 부터 小水力發電 立地調査에 對한 研究를 受托받아 1974年 4月부터 1974年 12月까지 9個月間에 걸쳐 小水力資源 基礎研究調査를 遂行하였다.

이調査를 위하여 商工部 建設部 農水産部 및 中央觀象臺와 3次에 걸친 會合을 하였으며 本研 究班과 各地方 大學教授陣과 合同하여 建設部와 水産部에서 調査한 資料를 參考로 하여 水文 査를 實施하였고 圖上判讀으로 理論包藏小水 資源調査를 하였으며 다음으로 現地踏査를 地 空 航空觀察로 3段階 10次에 걸쳐 實施하여 術的 包藏水力 地點을 調査하였다.

이와 같은 調査는 限定된 時間과 豫算으로 尙 未開拓 奧地까지 實施하기 위하여는 全國 里 單位로 現地 住民에 依한 調査依賴와 地方 學教授陣에 依한 調査 그리고 當所 調査班에 共同으로 調査하였으며 其結果 技術包藏 水 地點이 2,400個所에 發電容量이 約 58萬kw로

集計되었으며 流域別 統計와 道別 小水力統計는 表 1, 2와 같다.

앞으로도 繼續調査를 하면 經濟的 價値가 良好한 地點이 더 있으리라. 豫想되며 外國의 例처럼 階段式으로 連鎖發電하면 容量도 또한 많아 질 것이다.

表 1. 流域別技術包藏小水力統計

順位	流域名	個 所	施設容量 (kw)	備 考
1	漢 江	655	205,627	
2	昭陽江	200	68,770	
3	洛東江	554	141,500	
4	錦 江	249	70,020	
5	蟾津江	104	17,034	
6	榮山江	28	1,117	
7	太和江	18	1,290	
8	寶城江	20	9,925	
9	南 江	41	5,700	
10	臨津江	31	7,405	
11	其 他	500	54,121	
計		2,400	582,509	

表 2. 道別 技術 包藏小水力 統計

道 別	個 所	包 藏 水 力 (10 ⁶ KWH)	施設容量 (kw)
京 畿	114	115.2	22,895
江 原	869	1,227.2	259,809
忠 北	208	393.1	71,835
忠 南	118	135.9	26,067
慶 北	584	572.8	110,570
慶 南	245	253.3	46,943
全 北	156	133.7	27,370
全 南	106	105.3	17,020
計	2,400	2,936.5	582,509

4. 小水力發電의 經濟性 檢討

小水力發電과 火力 또는 一般 大水力 發電과 kw當 建設單價 및 發電單價의 比較는 表3과 같 이 大水力 쪽이 높으나 其絕對值만 가지고 經濟 性을 論하기에는 困難하다고 하겠다. 왜냐하면 小水力發電所의 建設은 大部分 國內 技術과 資

表 3.

建設單價 및 發電原價 比較(75년 기준)

區 分	油 火 力	大 水 力	原子力(輕水爐)	小 水 力	
				安 興(Ω型)	花開(溪谷型)
規 模	300Mw	—	600Mm	300kw	100kw
建設單價	350 \$ /kw	300 \$ /kw ~1000 \$ /kw	986 \$ /kw ~1500 \$ /kw	888 \$ /kw	1,080 \$ /kw
發電單價	12.77원/kwH	14.16원/kwH	12.14원/kwH	14.19원/kwH	16.24원/kwH

材로 可能하며 地域社會經濟發展의 要因이 되지만 火力 및 大水力發電所의 建設은 大部分 外國에 依存하여 國內 資金이 外國에 流出되기 때문이다.

또한 小水力發電은 地形의 적절한 利用으로 建設單價도 많은 差異가 있다.

現地踏査時 目擊된 곳으로 流水의 Ω型 地點을 利用하면 아주 적은 取水댐으로 自然落差만을 가지고도 數百kw에서 數千kw를 發電할수 있는 地點들이 30餘個所나 있었다. 이러한 Ω型 地點은 建設單價가 取水댐으로 할 경우 300 \$ /kw ~800 \$ /kw 程度로도 工事を 할수 있다.

이 Ω型地點에 댐을 구축하여 流水를 完全히 바이패스(By pass) 시키면 既存 河川이 들어나므로 農土로 開墾이 可能하며 小水力發電은 發電外에 多目的의 效果를 考慮하면 經濟性은 充分하다고 본다. 따라서 全國의 小水力을 開發했을 때 發電外에 부수적으로 얻어지는 效果를 살펴보면 大略 다음과 같다.

- 가. 油類節約 : $678 \times 10^6 L$ (340만드럼)
- 나. 農地擴大可能面積 : 約 80km²
- 다. 火田이 畚으로 轉耕되는 面積 : 約160km²
- 라. 農業用水利用 : 10^{10}Ton/yr

등이고 其他 農山村의 發展으로 새마을 所得增大 事業에도 크게 寄與할 것으로 期待된다.

5. 小水力發電方式의 概要

가. 水車의 概要

水車란 높은 곳의 물을 낮은 곳으로 떨어뜨리는 過程에서 물이 가지고 있는 位置에너지를 壓力 또는 速度에너지로 變換시켜 터너(회전날개)와 부딪혀 터너몸체와 축이 돌면서 機械的 에너지

로 變換시키는 것이다.

水車의 種類를 大別하면 衝動水車 (impulse turbine)와 反動水車(reaction turbine)로 分類되며 衝動水車는 높은곳의 물을 水壓管으로 導水하여 노즐로 噴射시켜 물의 位置水頭를 速度水頭로 變換시켜 回轉날개를 싸서 其衝擊으로 터너를 回轉시킨다. 이 種類로서는 펠톤水車 (pelton Turbine)가 있으며 美國의 리스터 펠톤 Lester pelton)이 만든 것이다.

反動水車는 美國의 조셉 후란시스(Joseph Francis)가 만든 후란시스水車같은 것을 말하며 물의 位置水頭를 壓力에너지로 引導하여 물의 壓力 및 相對的 速度의 變化로 터너가 回轉하여 機械的 에너지로 變換하는 水車이다.

푸로펠라水車(Propeller Turbine)도 反動水車의 種類로서 角의 固定날개式과 負荷變動에 즉 適應할수 있도록 날개角度를 變動시킬수 있는 可動날개 푸로펠라式으로서 이를 카프란水車 (kaplan Turbine)라 한다.

이 카프란水車와 發電機를 水壓管 內에 設置하여 構造를 간단하게 만들어진 튜블러水車 (Tubuler Turbine)가 있으며 우리나라 八堂水源池에 臺當 20,000kw짜리 4臺가 設置되어 있다 有效落差는 8m로서 低落差 高效率水車로 알려진 型이다.

小水力發電用 水車發電機도 이와 같은 類型의 水車を 그림 1과 같이 水壓管 內에 設置할 경우 落差 4m에서 부터 20m까지 其效率가 좋고 汚4 浮遊物 모래등이 걸리지 않고 發電所建物이 必要치 않으므로 建設費도 節減될수 있어 小水力 利用에 獎勵할만한 良好한 型이다.

나. 斜流水車(Diagonal Turbine)

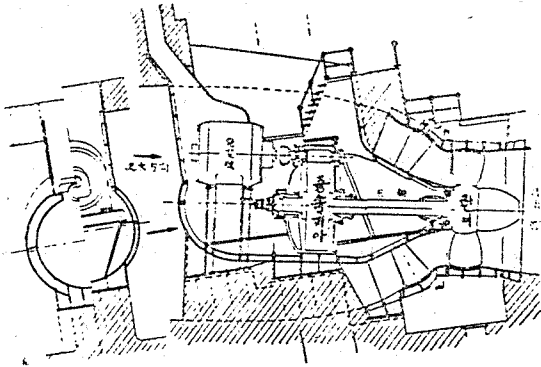


그림 1. 증속장치를 포함한 튜브라 수차 발전기
 斜流水車는落差가 50m~150m 정도에適當하며 앞에 말한 후란시스水車와 푸로펠라水車의中間型式으로 그림2와 같이 케-싱이나 가이드弊등의構造는 후란시스水車와 같은構造로 되어 있고 러너部分은 傾斜된 流路에 카프란水車 날개와 같이 可變날개로 되어 있으나 取付를 傾斜지게 붙였다.

이와같은 날개構造를 一名 데리아水車(Deriaz Turbine)라고도 한다.

날개와 流水의 角度調整은 油壓 사-보모터로 油壓을 水車軸을 通하여 油壓피스톤에 作用하여 날개軸각을 引出하여 行해 진다.

이水車는 높은 部分負荷에 對하여도 效率이 높고 回轉部分이 小型化되어 水車發電機가 輕量되는 利點이 있다.

또한 이型은 動力을 供給하여 回轉시키면 揚水의 効果가 좋아서 揚水發電所에 利用되고 있다. 이와 같은 水車를 農村貯水池에 設置하면

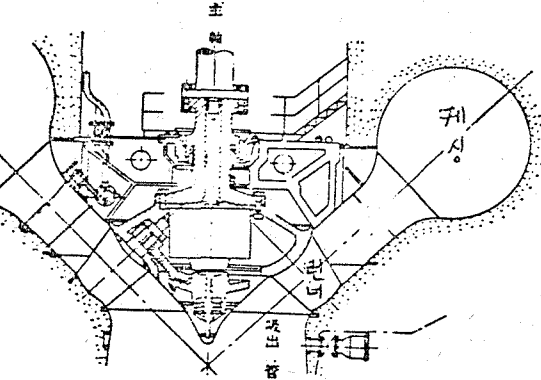


그림 2. 斜流水車

貯水池 물이 不足할때는 揚水를 하고 물의 餘有가 있을때는 發電을 하는 發電方式에 利用하는 것이 좋다.

다. 農山村 小河川流水를 利用한 發電判斷(例 農山村 河川의 流水量이 0.25M³/sec, 즉 1秒間에 0.25톤의 물이 흐르고 있다고 假定하고 여기에 取水堤를 만들어 물을 取水하여 水路를 利用하여 이물을 낮은 곳으로 導水하여 落差가 4M가 된다고 하면(過去 물레방아 돌리던 장소와 비슷한 곳) 몇 kw의 전기를 발생할수 있을까? 于先 發電可能量부터 算出하면

理論發電容量은 kw=9.8HQ이므로(H는 落差 m, Q는 流量 M³/sec)

$$kw=9.8 \times 4 \times 0.25=9.64kw이다.$$

여기서 水車의 效率 $\eta_t=71\%$, 發電機效率 $\eta_g=91\%$ 라 하면

$$kw=9.8HQ \eta_t \eta_g$$

$$=9.8 \times 4 \times 0.25 \times 0.71 \times 0.91=6.07kw가 된다.$$

다. 그러나 部落에서 所要되는 電力은 10kw가 必要하다고 하면 流量을 더 많이 引水하거나 또는 落差를 더 얻도록 해야 한다. 落差를 더 얻고자 할때 必要한 落差를 計算하면.

$$H=\frac{10kw}{9.8 \times 0.25 \times 0.71 \times 0.91} \approx 6.2m이고 여기에 손실낙차를 감안하면 6.5m로 하면 된다.$$

落差보다는 流量을 늘리는 것이 쉽다면 其所 要流量은

$$Q=\frac{10kw}{9.8 \times 4 \times 0.7 \times 0.91} \approx 0.39 M^3/Sec$$

즉 1초간에 約 0.4톤의 물이 흐를수 있도록 取水堤防을 높이고 水路를 擴張하면 된다.

6. 小水力發電의 國產化 可能性

小水力資源은 우리손으로 開發 可能한 가장 가까운 곳에 있는 에너지資源의 하나이다.

특히 새마을事業이 잘되고 協同이 잘 되고 있는 우리나라 農山村에서의 小水力開發은 다른 나라보다 容易할 것이며 政府에서 다소 뒷받침을 해주고 流水의 活用을 義務化할 정도로 獎勵하여 全國山間流水의 上流에서 發電한 후 다시 下流에서 2次 3次로 階段式으로 連鎖活用한다면

科技處에서 調査한 容量보다 더 많은 電力을 얻을 수 있을 것이다.

이런일이 새마을 科學化의 根幹이 되고 賦存 資源의 活用과 農業用水의 利用을 위한 當面 課題라고 볼수 있다.

水車發電機의 國內 製作은 現在까지 其需要가 없어 製作을 하지 않고 있으나 우리나라 電氣機械製作技術의 發展은 現在 3,000馬力 揚水펌프 모타등의 製作을 하고 있으며 低速用 水車나 發電機의 製作能力은 數千 kw까지 可能할 것으로 보며 農村用 5kw~100kw 未滿의 水車나 發電機의 製作은 初期에 多小 原價面에서 高價로 되겠지만 需要가 增大되면 製作希望會社가 많아질 것이다.

今年度 科技處에서 指定하여 江原道 橫城郡 安興面 講林里에 建設하게 될 小水力發電所는 300kw規模로서 調査, 測量, 設計 建設을 完全히 國內 技術에 依하여 遂行 될 것이며 여기의 水車發電機도 國產化 할 計劃이다.

7. 農山村 小水力發電 促進에 對한 意見

農山村 溪谷의 流水는 작은 賦存資源이지만 全國的으로 合하면 58萬kw나 되며 이容量은 古里原子力發電所의 55萬kw(建設費 約1,200億원)과 相等한 것이며 發電原料는 自然의 循環에너지로서 無限한 에너지이다.

그러므로 小水力이라 할지라도 放置해서는 아니될 貴重한 資源이며 開發을 위하여는 다음의 對策이 必要하다고 본다.

가. 融資 또는 補助

小水力開發을 農地擴大振興法과 같은 制度로 國家의 補助와 長期低利融資 등의 支援을 할 경우 電力代金 外에 火田이 畓으로 轉耕 可能面積에 對한 水利利得과 새마을工場 등의 收益으로 償還이 可能할 것으로 본다.

나. 小水力開發을 새마을單位로 遂行

近來 새마을事業은 道路工事は 물론 導水路, 堤防 및 橋梁工事까지도 自力으로 할수 있는 能力을 가지고 있는만큼 小水力用 取水堤防 또는 水路等 小水力 發電建設費中 費用이 제일 많이

드는 土木工事が 自體해결이 可能하므로 小容量의 水車와 發電機를 農機器 普及과 같은 型式으로 供給해 준다면 全國的으로 많이 盛行할 것이다.

다. 建設에 따른 行政簡素化

現在 小水力開發을 위한 行政節次를 보면 河川敷地占有許可, 電氣工作物施設許可, 山林伐採許可, 林野毀損許可, 河川流域變更許可, 個人土地占有同意書等과 이에 따른 測量費, 設計費, 地籍圖等 其行政節次가 매우 復雜하다 이와 같은 行政節次를 簡素化를 期하여야 하겠다.

다. 多少 規模가 큰 100kw以上은 政府에서 年次的인 開發計劃을 세워 候補地의 調査와 建設을 繼續하여야 할 것이다. 水力地點은 調査하는 方法에 따라 새로운 候補地가 계속 나타날 것이다.

今般 科技處에서 選擇한 Ω型 地形의 活用이라든가 大水力에서 臨界댐의 流水를 東海岸으로 導水하는 것등은 一般 包藏水力調査에 包含되지 않았던 地點으로 地形의 적절한 이용은 賦存資源의 利用效果를 높이게 될 것이다.

다. 韓電電氣가 供給된 部落도 小水力을 開發해야 한다.

韓電 電氣는 거의가 火力發電으로 石油를 導入하여 發電하고 있으며 또한 送變電하는데 많은 損失를 보면서 멀리 農村까지 供給한 것으로 이것을 小水力과 比較 考察할때 韓電 電氣가 供給된다고 하여 小水力을 放置할수는 없을 것이다. 또한 韓電 農漁村 電化用 電力은 單相으로 主로 電燈만 켜지만 小水力發電은 三相動力用 電力을 發生할수 있는 利點도 있다.

8. 結 言

資源開發, 農村發展, 中小企業育成 새마을의 科學化의 一環이 될수 있고 우리손으로 可能한 小水力開發을 kw當 建設單價를 基準한 經濟性 評價에 집착하지 말고 地域社會 經濟發展이란 觀點에서 이를 積極的으로 遂行하여야 할 것이며 이를 위하여 行政簡素化와 獎勵融資의 特惠 水車發電機의 國產化, 普及 등의 支援과 계몽을 早速히 推進하여야 할 것이다.