

濟州道 中山間地帶 草地圈內 地表水源 調査

M. J. Wilson* · 鄭 昌 朝

“Survey of Surface Water Resources in Cheju’s Grassland Belt”

M. J. Wilson* · Chang-cho, Choung

Summary

A survey located surface water resources for cattle on the mountain grassland of Cheju Island. Stereoscopic air-photo examination of 14% of the 50,000 ha grassland belt, was followed by field trip to identify dam, weir and off-stream reservoir sites and useful river pool.

Desirable aspects of a good dam site are discussed and related to Cheju conditions. With topographical considerations satisfied, basin porosity is considered the most limiting factor and a list of soil offering the most likely self-sealing sites is selected from the island’s soil survey.

Of nine dam sites found, one could have three times the capacity of the largest existing dam on the island.

Weir and off-stream reservoir sites and the few springs and river pools worthy of attention are also listed.

The authors then discuss water development on the grassland in broader terms. Choice between surface storage, exploiting ground water or pumping water up from the coast, will depend on relative costs-about which more needs to be learnt.

Representatives of interested organisations should pool available knowledge and determine a water resource research and development programme. This would collect long term meteorological and hydrological data; investigate feeding spring water and inserting hydraulic rams into the existing reticulation; investigate artificial seals for dams and highly silty soils as dam building materials.

The partition of precipitation into runoff, evaporation and underground seepage could be determined using river gauges, automated weather stations, and isotopic techniques. Isotopes could determine direction, flow rates and length of storage of underground water; assist borehole location; measure river flows and identify pipeline losses.

I. 序 論

火山溶岩으로 形成된 濟州道中山間 草地圈은 韓國 最大의 年間 降水量을 가지면서도 特有의 土壤과 地

質의 構造로 降水의 大部分은 地下로 浸透되어 地表 水의 포착이 極히 어려운 곳으로 알려져 있다. 60,000 餘 ha의 中山間草地는 家畜生産의 唯一한 基盤 으로서 生産潛在力을 지니고 있으나 放牧家畜에게 給 水시킬 水源이 極히 적어 家畜과 草地의 生産성을 低

* United Kingdom Overseas Development Administration(London).

2 는 문 집

下시키고 있을뿐 아니라 畜産開發에 있어 가장 큰 障害要因으로 되고 있다. 現在까지 中山間草地에서 放牧되고 있는 家畜의 大部分은 降雨期에 形成된 一時的인 奉天水나 溪谷小溜地 등을 唯一한 給水源으로 利用하고 있으나 旱魃期에 이르러 家畜給水는 거의 解決되지 못하고 있는 實情이다.

그러나 1972年 御乘生 貯水池의 建設로 中山間部落과 一部 共同牧場의 給水を 施行하고 있으나 家畜이

必要로 하는 充分한 물을 供給하기에는 많은 問題點을 안고 있다.

濟州道 畜産開發計劃(濟州道, 1976)에 依하면 中山間草地圖의 開發과 併行하여 增殖시킬 家畜頭數는 1976年 60,796頭에서 計劃最終年度인 1986年에 肉用牛 및 肉用交雜牛 57,504頭와 50,714頭的 乳牛, 計 108,218頭로 向後 7個年間に 家畜飼育頭數는 180%의 增加를 가져오게 된다.(표 1. 2)

Table 1. Cattle number

Year	Korean beef	Exotic and crossbred beef	Exotic dairy	Total head
1976	44,929	15,615	252	60,796
1979	38,566	29,803	1,118	69,487
1986	8,050	49,454	50,714 *	108,218

* To include 21,418 cows in milk.

Table 2. Water requirment of cattle (at present and future)

Water	Water requirment per animal per day		Total per day (Tone)
1979	68,369 beef animals X average of	40 l	2,735
	469 cows in milk X	" 120 l	56
	649 dairy followers	" 30 l	19
	Total		2,810
1986	57,504 beef animals X average of	40 l	2,300
	21,418 cow in milk	" 120 l	2,570
	29,296 dairy followers	" 30 l	879
	Total		5,749

이와같은 家畜飼育頭數의 增加는 비록 數的인 變化뿐 아니라 飼育家畜의 畜種을 變化시키고 있으며 酪農業의 擴大로 인한 家畜의 用水量은 1979年 2,810%(1日)에 비해 1986年度에는 5,749%(1日)으로 250%가 增加될 것으로 推定된다. 用水量의 增加要因은 從前 韓牛 및 肉用交雜牛의 粗放的인 放牧飼育形態로 부터 集約的인 經營이 要求되는 酪農으로 轉換시키려는 畜産 政策의 變化에 따른 結果이며 乳牛가 韓牛에 비해 越等히 多量의 물을 攝取하는 한편 乳牛舍의 洗滌 牛乳의 冷却等에 相當한 물이 要求되기 때문이라 하겠다.

現在 濟州道의 主要水源은 海岸地帶에 散在되고 있는 湧泉水와 深井掘着을 통한 地下水의 利用이 그 大部分을 占하고 있으며 100,000%을 貯水하고 있는 御乘生貯水池는 海拔 600m 以下の 北部, 東北部, 西部 및 西南部의 草地地帶內에 있는 一部 牧場과 家庭用水를 供給하고 있으며 現時點에서 河川 小溜地, 小規模의 "탱크 댐" 및 大單位 牧場인 濟東과 이서들 및 松堂牧場에서 開發한 各種水源을 除外하고서는 草地地帶에 家畜生産을 爲해 쓰이고 있는 물의 大部分은 御乘生貯水池에 依存되고 있는 實情이다. 그러나 制

限된 貯水能力을 가진 御乘生덤은 急激히 增加되는 中山間部落의 食水供給을 爲해 利用될 것으로 家畜給水를 爲한 地表水源의 開發은 時急한 課題로 擡頭되고 있다.

本 調査는 濟州道 中山間 草地地帶內 家畜給水를 供給할 수 있는 地表水源開發可能地를 調査, 將次 家畜給水問題를 解決하기 爲하여 施行하였다.

II. 材料 및 方法

1) 調査對象地

濟州道 草地課에서 選定한 10個地域을 調査하였다. 5個地域은 漢拏山 西部中山間地帶에, 그리고 그 밖의 5個地域은 東部中山間地帶에 位置하였다.

(그림 1 參照)

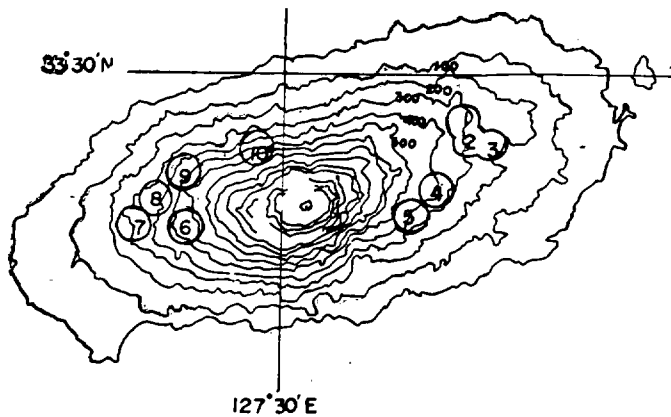


Fig 1. Location of survey areas.

는 Dam 對象地內의 土壤으로서 土壤이 지닌 物理的 各 地域은 家畜給水用 地表水源이 發見될 수 있으며 開發할 수 있는 가장 좋은 곳으로 選定된 地点에서 가까운 곳으로 定하였다.

調査對象地는 一次 航空寫眞(1:15,000, (1975))을 利用 立体平晝法에 依해 對象地點을 中心으로 半徑 1.5km 範圍를 精密調査하였다. 航空寫眞調査에 依하여 얻어진 資料는 標準縮尺 1/25,000地圖에 記載하였다.

2) 調査項目

- ㄱ. Earth dam 建設 可能對象地.
 - ㄴ. Concreat, Rock Wair 設置 潛在性이 있는 河床의 길이
 - ㄷ. 流水通路에서 떨어져 있으나 小溜地의 建設이 可能的 對象地.
 - ㄹ. 利用可能的 規模를 지닌 奉天水
 - ㅁ. 既存 貯水地의 構造
- 이들 對象地는 現地調査를 通하여 肉眼的으로 判

斷하여 堤建設에 不適當한 곳은 廢棄하였으며 精密 調査의 價値가 있는 場所는 現地에서 確認 Abnel level을 利用 概略的인 測量을 施行하였다.

地表水源開發을 爲한 背景을 얻기 爲하여 現存하고 있는 御乘生, 水山 및 光令貯水地를 찾아 堤의 構造와 築堤材料과 쓰인 土壤에 對하여 調査하였으며 濟州道의 給水와 聯關된 4個機關(建設部 國土建設濟州事務所, 農水産部傘下의 農村振興公社, 濟州道 建設局 建設課, 殖産局 草地課, 畜政課)과 給水問題를 協議하였다.

地圖上 座標(Grid references)는 km 正方形의 緯度와 經度를 各各 10等分하여 6個의 標準數値를 써서 表示하였다.

III. 結 果

1) 土壤의 分布

Earth Dam 建設에 있어서 가장 重要한 築造材料

Table 3. Soil series best suited for dams and off-stream catchments.

	Bottom % Clay	% Silt	Two Texture	Horizons Stickiness	Plasticity	Drainage	Permeability
High organic matter soils for catchments only							
Gimyong	25/rock	66/rock	SiL/Bed Rock	SS/rock	SP/rock	Exc	M
Hamo	17/35	59/56	SiL/SiCL	SS/VS	SB/VB	W	MS
Hangyeong	22/13	50/79	L /SiL	S /SS	P /SP	W	M
Iho	44/31	49/60	SiC/SiCL	SS/-	SP/-	P	MR
Jungeom	23/22	68/73	SiL/SiL/Rock	S /S	SP/P	W	MR
Namweon	18/18	70/67	SiL/SiL	SS/S	P /P	W	MS
Pyeongdae	18/26	71/70	SiL/SiL	SS/SS	NP/SP	W	MS
Topyeong	30/24	62/24	SiCL/SiL	SS/S	SP/SP	W	M
Relatively impermeable soils for dams found				a) Near the coast			
Aweol	25/33	65/48	SiL/SiCL	S /SS	SP/SP	MW	MS
Dongui	29/31	58/58	SiCL/SiCL	S /S	P /P	W	MS
Donghong	40/54	45/42	SiC/C	S /VS	P /VP	W	MS
Gueom	28/rock	64/rock	SiCL/rock	S /-	SP/-	W	M
Haweon	50/rock	46/rock	SiC/Rock	VS/-	P /-	W	S
Ido	21/27	69/62	SiL/SiL	S /S	P /P	W	MS
Inseong	31/53	50/42	SiCL/SiC	S /VS	SP/VS	W	MS
Jocheon	29/rock	48/rock	CL /Rock	SS/-	NP/-	Exc	M
Mureung	45/38	50/57	SiC/SiCL	VS/S	P /P	W	VS
Weolpyeong	26/29	60/62	SiL/SiCL	S /S	P /P	ImP	MS
Yeongrag	47/47	47/45	SiC/SiC	VS/VS	VP/VP	W	VS
				b) Up to 250 meters approx.			
Daejeong	31/53	43/29	CL/CL	S /S	P /P	MW	S
Gangjeong	39/40	51/48	SiCL/SiC	VS/VS	VP/VP	MW	VS
Haeon	43/43	42/36	SiC/C	S /S	P /P	Imp	S
Udo	39/37	56/60	SiCL/SiCL	S /VS	P /P	W	VS
Yeongdang	27/28	33/30	CL /CL	SS/S	P /P	MW	MS
Yonggang	48/47	47/45	SiC/SiC	S /-	SP/-	MW	MS
Yongheung	57/44	34/45	C /SiC	VS/VS	VP/VP	W	VS
Yongsu	26/41	45/42	L /SiC	S /S	P /P	MW	S
				c) In or above grassland area			
Andeog	21/14	65/78	SiL/SiL	SS/S	SP/P	W	S
Gyora	25/26	72/68	SiL/SiL	S /S	P /SP	W	MS
Jeju	26/31	71/66	SiL/SiCL	S /S	P /P	W	MS
Nongo	20/21	45/50	L /SiL	S /-	SP/-	W	MS
Ora	21/24	63/35	SiL/L	S /S	P /P	W	MS
Songag	29/26	65/64	SiCL/SiL	S /S	P /P	W	MS
Toean	10/34	59/53	SiL/SiCL	SS/S	SP/SP	W	MS

Abbreviations :-

Texture : Si=Silt ; L=Loam ; C=Clay

Stickiness : S=Sticky ; SS=Slightly ; Sticky ; V=Very.

Plasticity : P=Plastic ; S=Slightly ; V=Very ; N=Non.

Drainage : Exc=Excessive ; M=Moderate ; W=Well ; P=Poor ;
ImP=Imperfect ; S=Slow

Permeability : M=Moderate ; S=Slow ; V=very ; R=Rapid.

性質은 貯水와 밀접한 關係를 가지게 된다. 濟州道의 土壤은 全般的으로 粘土含量이 적은 한편 有機物含量이 높아 Dam 建設에 必須的인 非透水性土壤이나 岩盤은 極히 드물게 發見된다. 道內에 分布되어 있는 土壤의 利用可能性을 調査하기 위하여 1976年度 濟州道 土壤精密調査圖(농촌진흥청)을 利用 調査한 結果는 表3에 紹介하였으며 標高別 分布를 提示하였다.

總 60個 土壤統中 地下 20cm의 土壤粘土含量이 20% 以下이며 透水性이 높은 22個 土壤統을 除外시켰고 急傾斜地帶에서만 分布된 병악동, 감산동, 녹산동 및 노로동과 土壤 有機物含量이 10%를 超過하고 있는 8個統을 築堤材料對象에서 除外시켰다.

나머지 土壤統은 大部分이 Sealing 없이도 물을 貯水시킬 수 있는 土性을 지니고 있었으나 이들中 11個統은 海岸地帶에 分布되고 있었으며 8個統은 海拔 250m 以下에 分布되어 草地地帶內 Dam 建設을 위하여서는 直接 影響을 주지 못할 것으로 여겨진다. 나머지 7個 土壤統(安德統, 橋來統, 濟州統, 農高統, 吾羅統, 松岳統, 兎山統)은 中山間地帶에서 發見될 수 있는 土壤으로서 將次 地表水源開發에 利用될 最

適의 土壤統으로 判斷되었다.

이와같은 事實을 뒷받침 하기 위하여 現存 Dam의 土壤型을 調査한 바 水山貯水池는 江汀統, 東貴統과 舊巖統으로 되고 있으며 下流는 웅강동으로 되고 있었다. 光令貯水池는 龍興統, 東烘統과 大靜統으로 되고 있었으며 龍水貯水池와 武陵에 散在되고 있는 것은 武陵統, 江汀統과 海岸統이었으며 高山댐은 河源統과 月坪統위에 자리 잡고 있었다. 이시돌 牧場內에 있는 작은 세개의 댐은 松岳統, 濟州統으로 되어 있었으며 西蹄浦 東쪽에 있는 2個의 貯水池는 濟州統과 二徒統으로 되고 있었다. 御乘生貯水池는 底面의 透水性 露出部로 因하여 密壓해야 했으나 濟州統으로 되고 있었다.

地圖上에 나타난 모든 貯水池는 앞서 選擇된 26個 土壤統中 12個의 土壤統으로 施工되어 있었고 灌溉水路는 그밖의 3個 土壤統으로 되고 있었다.

2) Earth Dam 對象地

調査地域中 地表水源開發을 위하여 Earth Dam의 建設이 可能하다고 認定된 對象地는 表4와 같다.

Table 4. Details of dam sites located

Area No.	Grid Ref.	Height of wall (m)	Length (m)	Throwback (m)	Approx. Capacity (1,000 tons)	Average basin bed slope (%)	Soil series	Catchment area (ha)	Sealing required
1.	746452	4	105	193	14	1.3	Minag	19	Probably*
		or 7.6	138	280	45	2.4	Topyong		
3.	784431	6	160	350	56	1.8	Topying	145	Probably
		or 13	240	615	320	2.6	Geumag Songdang		
4.	700370	-----	Unsurveyed	-----	-----	2.2	Pyeongdae	276	Probably
6a.	445329	5	267	290	64	1.7	Pyeongdae Minag	32	Probably
6b.	412306	5.25	115	300	30	1.8	Jungmun Topyong	26	Probably*
7a.	365326	8	180	450	105	1.7	Jeju Jungmun	?	May be not
7b.	362328	6.25	72	240	20	2.2	Jungmun Rock	?	May be not
8.	400349	4	100	66	5	6	Jeju Jungmun	21	May be not
10.	476406	3	68	200	10	1.7	Jeju	33	Probably not

* If constructed to maximum height will spill over ridge into next valley.

축댐을 建設하였을 때 댐의 推定容積은 最大 320,000%을 貯水할 수 있는 No.3 對象地를 비롯하여 5,000%을 貯水할 수 있는 小規模貯水地(No. 8)까지 그 規模는 地域에 따라 많은 差異를 나타내고 있었다. 貯水量은 一次 流域面積의 크기에 따라 달라지며 물을 貯水할 貯水地의 堤防의 높이, 길이와 底面의 平均傾斜度에 따라 달라지게 된다. 流域面積이 큰 對象地는 주로 東部の 緩傾斜를 이룬 草地地帶에 存在하고 있었으나 지나치게 큰 流域面積은 洪水의 被

害를 받을 危險性이 있어 No. 4의 경우는 調査되지 않았다. 底面의 傾斜度는 大部分 2.2% 以下로 經濟的인 底面傾斜度 最大 4%보다 적어 댐 建設을 위하여는 適合한 곳으로 推定되었다.

3) Weir(물넘이) 對象地

非透水性岩盤으로 形成된 河川의 河床을 막아 Weir를 築造할 수 있는 對象地는 表5에 提示하였다.

Table 5. Weir sites located

Location	Grid Ref.	Height of wall (m)	Length (m)	Wall length to build (m)	Throwback (m)	Approx. m ³	
1a.	749, 435	Upto 1	35	8	70	400	
1b.	758, 435	0.75	30	8	59	180	
1c.	762, 438	-----Minor site-----					
2a.	767, 432	2	35	4	60	700	
2b.	772, 428	2	72	all	316	3,000+	
3.	789, 414	0.75	17	9	89	170	
Possible minor sties at:							
6.	42,933 to 429,335 and 425,316						
9.	443,379 and 451,376 and 453,376						
10.	492,393						

Weir의 堤의 길이는 最少 17m에서 最大 72m의 것이 있었으며 推定容積은 170m³에서 最大 3,000m³로 大部分은 東部平野地帶의 河川에서 發見되었다. 그러나 이들 Weir의 築造對象地는 從前 既存 Weir가 築造된 곳이 있었으나 Over-flow 處理나 河床岩盤의 接着等의 土木施工의 不足으로 構造物의 끝部門이 崩壞되어 파관-곳이 있었다.(例 2b)

Weir의 設置場所는 非透水性岩盤으로 形成된 河床이여야 할 것이나 濟州道에서 發見되는 非透水性 岩盤은 粗面 安山石으로 推定된다. 特히 Weir의 對象地選定에 있어서 考慮되어야 할 일은 調査當時 河川에 고인 물이 近間에 내린 비에 依하여 一時的으로 생긴 것이 아니라 非透水性 岩盤에 依하여 생긴 것을 區分한다는 것을 重要한 事項으로 간주된다. Weir의 設置는 비록 小規模의 貯水 뿐 아니라 河川의 水位를

높여 揚水, Hydraulic Ram을 利用한 물의 供給에 기여할 것은 明白한 事實로 보여진다.

4) Off-Stream Reservoirs

Off-Stream Reservoir는 主水路에서 떨어져 만든 貯水地로서 Dam과 같이 洪水의 危險負擔率이 크지 않아 濟州道 地表水開發에 있어 重要한 貯水方法이 될 것으로 보여진다. 이들 Off-Stream Reservoir는 Earth Dam과 같이 人爲的으로 築造할 수 있으며 때로는 自然的으로 形成된 凹地나 火山噴出口도 利用될 수도 있다. 그 밖에 땅을 파 堤防을 만들어 地表面보다 낮은 곳에 貯水하는 方法도 있다.

調査期間中에 發見된 Off-Stream Reservoir의 對象地는 表6과 같으며 地形과 自然條件에 따른 構造物의 形態를 提示하였다.

Table 6. Off-stream sites located

Location	Grid Ref.	Soil type	Sealing required	Type of structure
2.	767, 442	Songag/Gyorae	Probably not	Embankment depression outlet
4.	698, 377	Pyeongdae	May be not	Ditto
5a.	694, 349	Jungmun	Probably	Tank dam
5b.	696, 357	Jungmun	Probably	Tank dam
6a.	416, 308	Jungmun	Probably	Embank Depression outlet
6b.	417, 318	Yongheung	Probably not	Ditto
9.	429, 386	Ora	Probably not	?

中山間草地帶 地圖上에 나타나 있는 17個所의 自然的인 Off-Stream 貯水地中 11個所는 앞서 提示한 土壤에 位置하고 있었으나(濟州統 5個所, 坪垈統 5個所, 香羅統 2個所, 龍興統 1個所)그 밖에 것은 모두 有機物의 含量이 높은 土壤에 位置하고 있어 浸潤의

可能性이 높았다.(杏源, 舊左, 미악, 爲美, 中文統)

5) River-Pool(奉天水)

調査地域內에서 水源捕着이 可能한 Pool의 位置와 推定容積은 表7과 같다.

Table 7. Sizable pools located

Location	Grid Ref.	Approx. m ³	Status
1a.	744, 435	25	?
1b.	762, 437	25	Temporary
3a.	778, 419	25	?
3b.	782, 417	25	?
3c.	781, 409	25	Permanent
3d.	784, 406	25	Permanent
6 and 9.	-----	See list of possible minor sites in Table5.	-----
10.	492, 393	50	Permanent
4.	709, 363	350	Permanent

發見된 River-Pool 對象地는 大部分이 小規模의 것이라 할 수 있으나 4地區에 位置한 709,363地點은 相當한 水量을 貯水할 수 있을 것이라 推定된다. 이와같은 小規模의 Pool은 一年中에 流水될 回數에 따라 實質的인 貯水量은 달라질 것으로 家畜給水場에 配水하여 直接 使用하거나 Off-Stream 貯水池에 貯水하여 利用할 수 있을 것으로 본다. Off-Stream Reservoir의 發見을 爲하여 航空寫眞의 利用은 極히 效率的인 것으로서 비가온후 촬영한 것과 한발시 촬영한 두개의 사진 比較로 永久 또는 一時的 Pool을

區分할 수 있었다.

IV. 考 察

踏査結果; 草地帶 全體의 14%에 該當되는 70Km² 內에서 行하여진 調査를 通하여 各種 形態와 規模의 地表水源開發潛在力이 있는 約 30個所의 對象地가 確認되었다.(平均 踏査半徑 1.5km 10個地域) 그中 半은 松堂地域에 位置하고 있었으며 調査結果는 鼓舞的이었다.

D₃ 댐 對象地는 모든 댐 對象地中에서 地形的으로 가장 優秀하였으며 貯水池의 Sealing과 再注水의 問題들을 解決할 수 있다면 御乘生 댐 貯水量의 3倍 以上の 물을 貯水할 수 있을 것으로 推定된다. 萬一 流域面積이 너무 적다고 認定되면 채오름과 連結된 큰 流域面積을 分水嶺에 따라 150m의 도랑을 파 連結시킬 수 있게 될 것이다. 이 對象地는 再注水나 Sealing에 所要되는 總費用을 效率化하기 위하여 最大限 實用的인 높이로 建設되어야 할 것이다.

댐 D₁, D₁₀ 역시 良好한 條件을 具備하고 있었으나 D₃에 비해 훨씬 적은 容積의 댐이 建設될 것으로 본다. 댐 6b, 7a, 7b 등은 모두 地形的으로는 效果的이라 할 수 있으나 再注水의 問題점을 안고 있었다.

Weir 對象地 W_{2b}는 極히 良好한 條件을 具備하고 있었으며 이 地帶에 設置되고 있는 貯水池는 松堂牧場에서 從前 揚水하여 使用했던 곳으로 排水工事의 補完만으로 더 以上 擴張하지 않고서도 貯水池로서 充分히 利用될 것으로 思料된다. W_{1a} 1b와 2a 역시 Weir로서 좋은 潛在力을 가지고 있었다.

相對的 물값 :

中山間草地圈內에서 家畜給水問題를 解決시키기爲한 追加의 水源開發方法은

(1) 草地地帶에 多數의 地域의 構造를 가진 小規模 貯水池를 만들거나 御乘生댐과 같이 廣範圍한 地域에 給水를 시킬 수 있는 몇個의 大規模 댐을 만들어 地表水를 貯水시키는 方法

(2) 草地圈內 地下水源의 開發利用

(3) 緩慢한 傾斜를 지닌 平坦地와 흔히 粘土質土壤으로 構成되어 大規模댐의 建設이 可能한 곳에 貯水池를 만들어 草地地帶까지 揚水시키거나 湧泉水나 地下水가 흔히 얻어질 수 있는 海岸地帶로부터 草地까지 揚水시키는 方法

등이 있겠으나 물의 供給方法의 選擇은 各水源의 相對的 물의 價格에 따라 決定되어야 할 것이다.

建設部가 行한 “濟州道 水資源開發調査”(1976)에서 湧泉水값(1m³當 86원) 地下水값(56원) 그리고 地表水 값(387원)으로 報告하고 있었으나 地表水 값의 數値는 近間 建設한 御乘生댐의 1年期間의 投資評價와 아울러 排水施設을 基準으로 算出된 것으로 여겨지며 全的으로 잘못 解譯되고 있는 것 같았다. 댐의 投資評價는 計劃使用年限을 基準으로 計算되거나 最少 20

年間 以上을 基準으로 이루어져야 할 것이다.

御乘生 地表水의 價格이 높아지고 있는 原因은 댐 工事에서 惹起된 잘못에 따른 結果로 간주되며 地表水價格에 對한 것은 再評價 되어야 할 것이다. 御乘生 Pipeline은 앞으로 만들어질 水源과 같이 使用될 것은 分明하여 이에 所要된 費用은 分配되어 地表水價格이 決定되어야 할 것으로 본다.

댐이 주는 娛樂的價値는 決코 지나쳐 보아서는 안 될 것이며 낚시, 뱃놀이, 수영의 즐거움과 風致의 補完 등은 計算할 수 없는 利益을 地域住民이나 觀光客에게 주게 된다. 또한 Sealing이 없는 댐은 地下에 地上部 貯水量의 두배가 넘는 물을 保有하게 되어 우물이나 深井掘鑿으로 水源을 捕捉할 수 있게 한다.

濟州道 草地地帶에서 現在 稼動되고 있는 深井掘鑿 地下水는 5~6個所에 不遇하며 主로 松堂地域에 位置하고 있다. 이들 地下水가 開發된 原因은 이 地域의 地下水 發見과 探索이 草地地帶 다른 어떤 곳보다 容易하였기 때문이라 思料되나 將次 草地地帶의 地下水 開發對象地는 成功率이나 水量面에서 有利하지 않을 것으로 보여진다. 따라서 松堂地域의 深井掘鑿에 所要된 費用은 將次 開發할 地下水의 費用에 참다운 指標가 될 수는 없을 것이다. 아울러 海岸地帶에서의 深井掘鑿 費用은 草地地帶의 것과는 아무런 相關이 없기 때문에 地下水價格의 平均値를 얻기 위하여 利用될 수는 없을 것이다. 그러나 이 數値는 草地까지 延長하는 費用의 基礎를 마련하고 追加할 수 있다. 現在까지 地下水 開發方針은 海岸으로부터 200m 標高까지만 揚水하도록 制限되고 있으나 草地地帶에 이를 適用시키기爲해서는 50m 乃至 450m가 더 加算되어야 할 것이다.

水利學的 未知數 :

a) 情報의 交換과 努力의 協同

濟州道の 水資源 開發을 擔當하고 있는 네個의 機關은 各己의 記錄과 情報를 간직하고 있음은 疑心의 餘地가 없으며 大學과 氣象台에서 보다 補完된 Data를 얻을 수 있을 것으로 여겨진다. 濟州道の 水資源 開發을 보다 迅速하고 均衡되게 推進시키기爲해서는 이들의 知識과 情報는 반드시 交換되고 活用되어야 할 것이다. 아울러 中央官署는 水資源開發과 水利學

의, 氣象學의 研究를 協同시킬 수 있도록 與件을 造成시켜 주어야 할 것이다.

b) 研究 및 開發

水利學과 氣象學分野 :

安全하고 効率的인 댐을 建設하기 위해서 調査되어야 할 事項은 流域面積의 물의 量과 Run-off이며 이를 基礎로 할때 알맞은 規模와 알맞은 Over flow 處理를 할 수 있게 된다. 이와같은 要因을 計算할 수 있는 地域的인 記錄과 資料는 現在까지 없으며 土壤/傾斜/降雨狀態가 非正常的으로 組合되어 있는 濟州道의 與件下에서는 設計에 있어 超過設計 또는 設計未達의 可能性이 생기게 된다. 未知의 危險에 對備한 값비싼 安全 마아진의 增加에 따른 超過設計는 工事費用을 虛費하게 할 것이며 反對로 危險의 重大性을 誤判함에 따라 일어나는 設計未達은 댐의 安全性을 低下시킬 것으로 본다.

濟州道의 人口가 增加되고 보다 豊饒하게 된다면 1人當 물의 消費量은 增加될 것이며 그 量은 1977年에 計算된 1人當 1日 116ℓ(建設部 濟州地方建設事務所에 依함)의 2倍가 될 것이며 美國의 家庭用水는 1人當 1日 400ℓ이며 西歐羅巴는 100~250ℓ에 이르고 있다.(Pereira, 1973)

觀光業의 振興과 그 밖의 産業 및 非畜作用 灌溉用水의 利用에 따라 道內 물의 要求量은 더욱 增加될 것은 分明하며 이들의 물需要를 充足시키기 위해서 地表水源의 開發은 더욱 必要하게 될 것이고 이를 위하여 必要한 諸般情報를 提供할 長期記錄計劃은 時急히 樹立되어야 할 것이다. 即 決定된 流域面積의 降雨量을 地表水, 地下透水量과 蒸發量 및 發散量에 따른 損失로 區分測定되어야 하며 流域面積의 選定을 爲한 地質, 土壤型, 傾斜度, 植生被履 및 有効潛在性 등의 調査가 이루어져야 할 것으로 본다. 이와같은 Data는 雨量器, 河川水測量器와 放射性同位元素技術을 利用하여 얻을 수 있다. 萬一 自動氣象觀測所가 設置된다면 遠距離에 떨어져 있는 流域面積에 있어서의 記錄을 容易하게 하여 줄 수 있다. 給水源으로부터 멀리 떨어져 있는 貯水池에서 댐에 들어오고 나가는 물을 測定함으로써 水利學的으로 알려져 있지 않은 많은 情報를 막바로 提供받을 수 있다.

降雨量中 蒸發量의 比率은 重水素와 酸素의 殘量에

依해 測定이 可能하며(Personal Communication) 河川의 流水는 放射性 Chromium, Iodine, Colloidal Gold를 最大倍數로 稀釋하여 測定할 수 있다.

地表水源 以外에도 草地地帶內 地下水의 開發과 研究는 繼續되어야 할 것이다. 萬一 草地地帶內에서 값싸고 깨끗한 地下水源을 容易하게 發見할 수 있다면 高價의 地表水담建設과 配管施設은 必要없게 되기 때문이다. 放射性 同位元素의 利用은 地下水開發에 極히 有用하며 하나의 試錐孔을 지나는 물의 流水率이나 地下水의 流水方向을 測定할 수 있다. 따라서 적은 數의 試錐로 넓은 地域에서의 地下水의 探索을 爲하여 同位元素는 最大의 效果를 얻을 수 있게 된다.(Pereira, 1973)

海岸地帶의 地下水開發에 있어 施行되었던 深井掘鑿이 모두가 다 成功된 것은 아니었던 것으로 보여진다. 이와같은 原因은 濟州道 岩石構造를 통한 一時的인 물줄기의 擴散이라기 보다는 오히려 特殊한 물의 通路가 있음을 나타내고 있다. 徐等(1967)은 火山溶岩洞窟을 通하여 地下水의 줄기가 흐를지 모른다는 것을 指摘한 바 있다.

萬一 草地地帶에서 試錐孔에 同位元素를 裝置한다면 海岸地帶의 試錐孔이나 湧泉水에 나타날 수 있게 하여 地下水의 通路나 移動率, 貯水場所 등을 探知할 수 있을 것으로 본다.(Davis et al, 1970) 물供給의 汚染을 避하기 爲해 "指示物活性化技術"을 活用할 수 있을 것이며 非活性追跡子를 使用, 試料中의 中性子를 放射線 照射에 依해 活性化 시킴으로서 放射性物質의 汚染을 防止할 수 있다.

農村振興公社는 道內에서 얻어지는 샘물의 量은 1日 25,000m³로 推定하고 있으며 185個의 샘물中 20餘個所가 海拔 300m 以上에 存在하고 있음을 記錄하고 있다. 이와같은 水源은 앞으로 더욱 開發하여 草地地帶의 給水問題를 解決할 수 있는 水源으로 利用되어야 할 것으로 보여진다. 萬一 이들 샘의 位置와 標高를 地圖에 記錄하여 이들 샘물의 相互關係를 究明한다면 追加的인 샘물을 探索하는데 도움이 될 수 있을지 모를 것이다. 特히 中山間에 位置하고 있는 佛敎寺院의 大部分은 恒常 샘물이 있는 附近에 位置하고 있어 샘물 開發에 有益한 資料를 提示할 수도 있을 것 같다. 또한 알려져 있는 샘물도 모두가 開發된 것은 아니며 座標 650, 432 地點의 샘물은 1日

90m³(推定)의 물을 그대로 流失시키고 있었다.

御乘生 Pipe-line 近處의 샘물이 發見될 수 있다면 이들 샘물은 Pipe-line에 欸차게 連結시켜 利用할 수 있을 것이다. 地表水源, 地下水, 샘물 등 여러水源의 開發과 利用은 草地圖內 水源開發을 爲하여 무엇보다 重要하지만 이미 設置된 水源의 效果的인 利用은 또한 必要한 것으로 보여진다. 45km의 配水管으로 이루어진 御乘生 配水管은 몹시 漏水되고 있다고 알려져 있다. 이와같은 漏水는 全体 길이에서 일어나고 있거나 또는 몇 個所의 主要 漏水地點에서 大部分의 漏水가 이루어지고 있는지는 確實치 않다. 이런 境遇 半減期가 짧은 Gama線 放射性同位元素를 Pipe-line에 注入시켜 漏水가 이루어지는 場所를 地上部에서 捕捉할 수 있게 된다.

이밖에 Hydraulic Ram의 利用은 貯水池의 導水路나 配水路의 물을 圓型貯水 탱크에 效果的으로 貯水시킬 수 있는 方案을 마련하여 주게 된다.

土壤機作과 댐의 Sealing에 對한 研究:

Silt含量이 높은 濟州道의 土壤은 댐建設에 適合하지 못함은 앞서 提示한 바 있으며 Silt의 含量은 40~70%가 普通이다. 現在까지 알려진 이들 土壤의 粒性 粒子의 크기와 分布에 關한 研究는 보다 精密化되어야 할 것으로 思料된다. 特히 댐 對象地에 對한 Plastic sheet의 結合方法과 Sealing 物質로 쓰여지는 各種 形態의 Asphalt에 關한 諸般 研究結果는 하루속히 導入되어야 할 것으로 본다.

V. 摘 要

濟州道 中山間 草地圖內 畜牛 給水를 爲하여 分布되어 있는 地表水資源을 調査하였다. 50,000ha 草地의 14%에 該當되는 地域을 航空寫眞을 利用 立體平畫法

에 依해 分析, 댐, 물넘이, Off-Stream 貯水池와 利用價値가 있는 River-Pool 對象地를 現地踏査를 施行 確認하였다. 理想的인 댐對象地의 具備事項을 濟州의 與件과 連關하여 討議하였다.

地形의 條件이 付合된 對象地는 底面의 透水性이 가장 重要한 制限要素로서 自体密壓이 될 수 있는 土壤을 지닌 對象地를 土壤精密圖를 通하여 選定하였다.

選定된 9個 댐對象地中 1個所는 現在 濟州道內에 있는 最大 貯水池의 3倍 容積을 지닐 수 있는 곳이 있었다. 물넘이와 Off-Stream 貯水池 對象地 및 몇 個所의 샘물, 利用可能性이 있는 河川를 또한 記錄하였다.

濟州道 草地地帶의 水資源開發을 爲한 廣範圍한 方案을 討議하였다. 水源開發方案으로서 地表水의 貯水, 地下水의 開發, 海岸地帶로부터 揚水方法 등이 있으나 選擇方法은 相對的인 물生産費에 依해 決定되어야 할 것이다. 水資源과 聯關된 各機關을 代表하는 委員會가 構成되어 利用可能한 情報을 綜合하며 水資源 研究와 開發計劃을 決定하여야 할 것이다. 長期氣象學的 水利學的 資料, 既存配水管에 새로 發見된 샘물의 導入連結과 Hydraulic Ram의 設置에 對한, 調査, 댐의 人工의 密壓과 高Silt含量을 지닌 土壤을 댐築造 材料로서 利用方案研究 등은 이 곳에서 蒐集될 것이다.

降雨에 對한 流出量, 蒸發量, 地下透水量과 浸潤 등의 區分 測定은 河川 게이저나 自動氣象觀測所, 放射能同位元素利用技術로 測定할 수 있을 것이며 同位元素의 利用은 地下水의 方向, 流水率, 地下水의 길이를 測定하게 되며 深井竅착의 位置選定을 돕게 되고, 配水管의 漏水地點의 포착과 河川의 流水率을 測定할 수 있게 될 것이다.

引 用 文 獻

Agricultural Development Cooperative(1976),
Report on Development of Underground
Water in Cheju Do.
Cheju Do(1970). Long Range Livestock Development Plan.
Cheju Regional Office of Ministry of Construc-

tion(1978). Abstract of preliminary
Study for Cheju Water Development.
Pereira, H.C.(1973). "Land use and Water
resources" Cambridge Univ. Press.
Office of Rural Development(1976). Soil Survey Map of Cheju Do.

Davis, G. H., C. K., Lee, E, Bradley and B. R. Payne(1970). Geohydrologic Interpretation of a Volcanic Island from Environmental Isotopes. Water Resources Research No. 1. 99-109.

Suh, H. G. (1967). Geology and Ground Water Resources of Cheju Island-In Geology and Groundwater Research No. 1. 77-111.