

琴湖江 流域 地下水 資源

Ground Water Resources of Kum Ho-River Basin

鄭 鳳 日*

Jeong, Bong il

韓 楨 相**

Han, Jeong Sang

序 言(Introduction)

經濟成長 및 產業의 高度化에 따라 점차 地表水 流況만으로는 增大되어가는 물需要의 供給을 뒤따를 수 없고 그 不足分의 供給을 爲해 洪水時 流出되는 물의 一部를 貯溜해서 治利水에 關한 流域의 綜合的인 水資源開發計劃과 그 一環으로 多目的의 建設하고 있으나 表地水로부터 取得可能한 물 利用量은 그 限度가 있어 降水量 以上은 利水가 不可能하며 또한 물 利用 施設의 開發도 經濟的인 制約으로 말미암아 地下水開發이 講究되어야 할 時點에 놓여 있다.

특히 經濟成長, 國民生活水準의 高度化 및 大都市의 急激한 膨脹과 產業發展等으로 여러 方面에서 물 需要는 急增하나 이를 充足시킬 수 있는 施設이 단 時間內에 擴大增設이 不可能하며 水資源 綜合開發計劃으로 計劃된 모든 多目的 및 利水用 項을 建設하더라도 1990 年代에는 年間 約 81.6億屯의 막대한 用水不足을 招來케 되며 또 이러한 開發計劃은 막대한 豫算과 時間을 投入해야 이루어 질 수 있다.

2,000年代에 이르러서는 漢江流域의 경우, 全地表水 可用水量을 모두 利用하더라도 全體需要의 75%밖에 充足할 수 없어 殘餘 25%는 地下水로 利用充當해야 함을 考慮할 때 地下水 資源의 開發은 時急한 問題이다.

뿐만아니라 特히 生活用水에 있어서는 깨끗한 물을 即時에 廉價로 그리고 豊富하게 需要者에게 供給하여야만 한다.

大規模 上水道 施設은 거의 대부분이 地表水를 利用하여 處理使用하고 있으나 都市下水, 產業廢水等이 上水道 水源인 地表水를 하는데에 보다 많은 經費가 所

要되고 또 地表水源은 핵전쟁시 放射能 落塵에 完全無備狀態로 露出되어 있다. 經濟成長의 高度化로 인하여 上水道用水의 需要量이 時間이 지남에 따라 急速히 增加하여 당초 施設된 上水道施設은 急增하는 물 需要를 따를 수 없을 뿐만 아니라 그 需要에 맞는 必要한 施設을 적기에 그리고 最短期日內에 增設 및 新設치못하는 關係로 大都市는 慢性的인 물 不足을 초래하고 있다.

또한 中小都市는 都市區域內 혹은 隣近 河川을 水源으로한 小規模 上水道施設이 急增하는 都市發展으로 因하여 물 需要가 增大됨에 따라 水源不足을 招來하게 되어 遠거리에서 새로운 水源을 구해야하는 實情이다.

本流域面積은 約 2,088km²이며 이 中 淺層地下水가 賦存된 沖積層과 風化土의 分布面積과 그 地下水 貯水量과 開發可能量은 各各 658km² 3,115×10⁶m³ 및 737×10⁶m³이며 深層地下水가 賦存된 慶尙系 堆積岩은 그 厚度가 2,000여m에 達하고 그 分布面積은 堆積岩이 1379km² 火成岩이 425km²으로 地下水 賦存量은 370억 m³이고 開發可能量은 76억m³에 達하는 莫大한 地下水 資源이 開發對象深度 300m以內에 貯溜되어 있다. 故로 開發對象水量 76億屯中 年間 이의 10%씩만 開發한다고 하더라도 年間 7.6億屯을 開發할 수 있으며 上記量은 流域內 全體年間降雨量의 38%에 該當하는 量이다.

1. 流域概要(Summary of the Basin)

本流域의 面積은 約2,088km²에 이르며 洛東江 流域面積의 約 9.1%에 該當한다.

또한 洛東江 11個 主要支流中 일찍부터 農業이 가장 發達한 地域이지만 年平均降雨量이 974.7mm로 國內 年平均 降雨量에 비해 상당히 적으며 旱魃 指數가 가

* 本會理事; 서울大學校 文理大 敎授·理博

** 正會員; 韓國建業株式會社 資源開發 理事·技術士

장 높은 地域中에 하나이다. 琴湖江 流域은 流況이 極히 不良하여 灌溉 用水의 大部分을 小規模로 再水를 貯水한 小溜池에 依存하고 있으며 貯水池 灌溉面積은 全水利 安全畚의 70%를 차지하나 기존 貯水池는 容量이 充分치 못하여 渴水期에는 必要水量을 地下水 및 他方法에 依存하고 있다.

現在 本流域의 水源에 依存하는 生, 工用水量은 農業用水에 比하면 小量이지만은 東村地點에서의 渴水量이 172,800m³/D (2m³/sec)에 불과하기 때문에 이러한 不良한 流況의 地表水源만으로는 本流域의 用水供給은 勿論 大邱市 自體의 用水供給도 보장할 수 없는 상태이다.

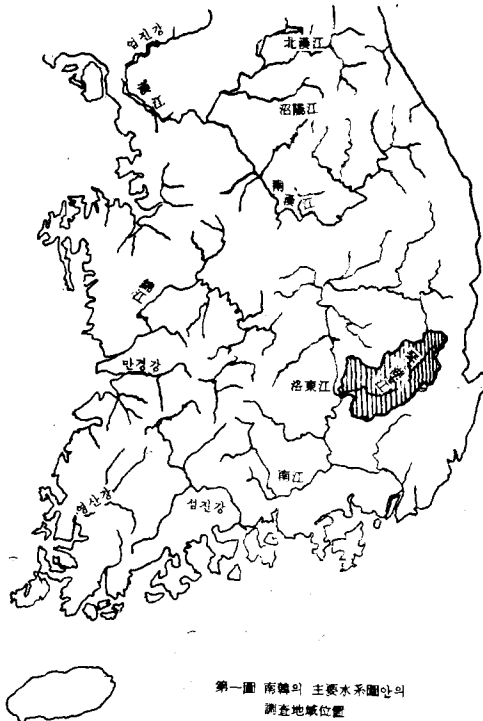
琴湖江 流域에는 洛東江 流域의 最大水源汚染源인 大邱市가 位置하고 있어 그 生活下水의 容量이 240,00

0m³/lay에 이르며 農土관계시기에 河川流量이 全無한 例가 있으므로 下水處理場 設置가 時急하며 大都市地域의 各工場에서 排出되는 工場廢水는 琴湖江 뿐만아니라 洛東江 本流의 河川의 自然淨化 및 稀釋作用能力과 河川還元水를 處理할 수 있는 能力이 限界에 達하여 大邱市 上水道源까지 피해를 줄 狀況下에 놓여 있다. 이와같이 大邱市의 경우 下水處理施設이 完工되더라도 渴水期에는 琴湖江의 汚染이 심각한 狀態에 達하여 最小限의 河川維持用水는 維持 시켜야 하는등 本流域의 水 不足 現狀과 汚染문제는 매우 深刻한 社會問題로 擡頭되고 있다. 生活用水基準으로는 B.O.D.는 3-5ppm 以下 이어야 하고 D.O.는 4ppm以下 이어야 하는데 참고로 琴湖江 下流 八達橋와 城西支點에서의 地表水 水質試驗結果는 下記 表1-1과 같다.

74. 11. 15~11. 16

琴湖江	八達橋	좌중우	착도	PH	D.O	B.O.D	S.S	경도	E.C	대장균	수온
			64	8.5	12.6	31	126.5	157.3	370	24,000	3.5
城西	좌중우	좌	33	8.3	12.5	28.3	123.7	158.2	370	15,000	4.0
		중	35	8.7	12.4	28.1	117.1	156.6	370	2,000	4.5
		우	37	7.4	1.2	28.6	111.2	164.7	400	15,000	7
城西	좌중우	좌	35	7.4	1.0	24.7	102.9	162.4	405	11×10 ⁶	6.5
		중	37	7.4	1.5	27.3	108.4	164.7	420	18×10 ⁴	
		우									

(洛東江 流域調査 보고서)



이러한 琴湖江 自體의 水 不足現況이 解決되지 않는 現時點에서 雪上加霜으로 浦項綜合製鐵의 확장 計劃에 따라 增加되는 用水 需要를 浦項自體에서는 解決이 不可能하여 그水源을 地形的으로 流域變更이 可能한 琴湖江 流域으로부터 供給할 것으로 計劃하여 永川댐을 1976年中으로 竣工 目標로 流域內에 建設하고 있다.

1968年 5月中旬부터 7月中旬까지는 琴湖江河川이 完全히 枯渴되어 심각한 水 不足 現象을 招來한바 있으며 本流域의 用水需要는 그 大部分이 農業用水임으로 河川維持用水를 考慮않을 경우 本流의 水 不足은 대개 畚의 灌溉期인 5月과 8月의 사이에 發生한다.

本流域上流에 永川댐을 建設하더라도 이는 大部分의 可用水를 浦項市의 生工用水로 利用될 것이므로 이로 因하여 上流流量이 많이 遮斷되어 流域內에서는 水 不足 現象은 더욱 增加될 것이다.

뿐만아니라 工業地인 大邱地域에서 放流하는 工業廢水로 因한 琴湖江 河川水의 極甚한 汚染을 防止하기 爲해서라도 河川維持用水를 2m³/sec程度는 維持시켜야 한다. 故로 琴湖江 流域의 本流의 水 不足量은 地表水 資源만으로는 도저히 解決不可能한 狀態에 처해 있다.

74. 11. 22~11. 23

琴湖	八達橋		착도	PH	D.O	B.O.D	S.S	경도	E.C	대장균	수온
			좌	41	8.4	11.4	31.6	125.3	156.1	300	25×10 ³
		중	35	"	11.8	27.8	121.2	157.3	300	14×10 ⁷	6
		우	34	8.2	11.4	27.8	119.5	156.7	300	3,000	6
江	城西	좌	94	7.4	1.2	97.2	115.7	166.2	500	29×10 ⁴	6
		중	94	"	1.2	85.6	213.8	164.1	500	32×10 ⁶	6
		우	100	"	1.0	97.4	281.5	165.3	500	57×10 ⁷	6

表 1-1(洛東江 流域調査 보고서)

下記 表 1-2는 河川維持用水가 2m³/sec 일때의 本流 및 支流의 水 消費量과 이에 따르는 琴湖江 本流의 水 不足量을 要約한 것으로 本流域은 他 어는 流域보다 地表水 資源不足의 對案인 地下水 資源開發이 時急하게 要求되는 地域이다.

×10⁶m³/year

내용	年度				
	1973	1976	1981	1986	1991
本流 水 消費量					
農業 用水	22.2	26.9	33.6	41.5	47.4
生工業 用水	6.6	6.8	7.3	7.8	8.3
河川維持 用水	63.1	63.1	63.1	63.1	63.1
支流 水 消費量	169.5	172.8	182.0	185.5	192.0
本流 水 不足量	35.9	39.0	45.1	51.5	57.7

表 1-2 琴湖江 本流 水 不足量 (洛東江流域調査보고서)

2. 地形 및 地質 (Topography and Hydrogeology)

가) 位置 및 交通

本流域은 北緯 35°41'~36°15' 東經128°30'~129°40' 사이에 位置하고 있으며 流域西部에는 本流域 最大都市인 大邱市가 東部 中心部에는 永川市가 자리잡고 있다. 本流域은 行政區域上으로 慶尙北道 漆谷郡, 達城郡 迎日郡의 一部와 慶尙郡 및 永川郡이 琴湖江 流域內에 속해 있다.

交通은 京釜高速道路와 京釜間鐵路가 流域中心部를 가로질러 交通은 매우 便利하다.

나) 地形

山勢는 太白山脈의 줄기 및 그 支맥이 所在함으로 流域全域에 걸쳐 高度의 差가 심한바 해발고도는 30m에서 961m에까지 이른다. 一般的으로 流域北部의 分水嶺이 東部の 分水嶺보다 높으며 高山地로는 北部地域에 팔공산(809m) 孝姑山(828m) 普賢山(961m) 등이

며 南部에서 前山(915m) 道德山(703m) 등의 높은 산들이 있다.

反面에 永川 및 大邱市를 잇는 琴湖江 本流 沖積平野 隣近部分은 南北部の 高山地에 비해 比較的 地形이 낮은 丘陵地를 이룬다.

특히 大邱市는 大邱 盆地와 接해 있다. 局部的으로 一部 底地帶는 老年期地形을 이루고 있으나 全般的인 地勢로 보아 壯年期中 末에 屬한다.

大邱南部의 앞산 巖頂山과 靑龍山은 火山뿌리로 史料되며 風化와 침식에 對한 抵抗力이 弱한 花崗岩類의 分布地域에는 큰 계곡들이 發達하여 小規模谷床盆地를 이룬다. 一般的으로 安山岩質 岩類는 침밀건고하여 高地帶를 形成하나 堆積岩類가 分布된 地域은 底地帶를 形成함이 特徵이다. 水系는 琴湖江이 西流하여 大邱市 西方 尙州附近의 洛東江 本流로 流入하며 總 流路연장은 약 118.4km에 이른다. 大邱南方 은곡동-사방산등에는 斷層계곡이 發達되어 있다.

나) 水文 地質(Hydrogeology)

琴湖江 流域內에 分布된 岩石은 中生代의 慶尙期末의 洛東江層群과 新羅亞層群의 堆積岩類 및 佛國寺統의 火成岩類와 이를 不整合으로 被覆하고 있는 沖積및 崩積層으로 構成되어 있으며 그 地質系統은 表2-1과 같으며 地質圖는 第二圖와 같다.

火成岩中에서 花崗岩과 같은 深成岩 半深成岩의 分布面積은 約 260km²으로 全流域의 12.4%에 該當하고 火山岩 및 脈岩의 分布面積은 450km²로서 流域面積의 21.6%에 該當하여 火成岩 占有面積은 全流域面積의 34%에 이른다. 殘餘 66%는 慶尙系의 地下水 貯留性이 良好한 堆積岩類로서 洛東亞層群과 新羅亞層群으로 構成되어 있으며 그 分布面積은 約 1,379km²에 이른다.

流域 中心部 全般을 通해 特別 低地帶와 河道를 따라서는 沖積層이 上記 岩石들을 不整合으로 被覆하고 있으며 河道以外에 地域은 風化土(Saprolite)로 被覆되어 있다. 沖積層의 分布面積은 約659km²로 全流域面

表 2-1 琴湖江 流域地質系統表

層 厚(m)	地 層 名	地質時代
68	沖積層 및 崩積層	第四紀
—	火成 및 火山岩類	
150~200	大 邱 層	佛國寺統
0~250	鶴鳳玟岩層	
0~600	新羅礫岩層	
70~530	漆 谷 層	新羅統一慶尙系
430~1000	東 明 層	
500~600	霞 山 洞 層	
600~1200	蓮 花 洞 層	
		洛東統
		不整合

積의 31.6%에 該當하여 상당량의 地下水가 이들 未固結 地層內에 貯溜된 淺層地下水형태로 賦存되어 現在 利用되고 있다.

1) 洛東亞層群(Nak dong Sabgroup)

洛東亞層群은 慶尙系 堆積層의 下部群으로서 下部로부터 霞山洞層 東明層 및 漆谷層等이 流域北南部에 널리 分布되어 있으며 大邱地域에서는 慶尙系 堆積岩이 地下 2,000m下部에까지 널리 發達된 것으로 思料된다.

이中 霞山洞層은 慶尙系 最下部層인 蓮花洞層을 整合으로 被覆하고 있으며 主로 赭色의 세일 泥岩, 乳白色 내지 淡灰色의 中立質 arkosic 砂岩 및 礫石 연속성이 不良한 厚 1.5~2m정도의 礫岩으로 構成되어 있다.

砂岩과 礫岩의 厚는 比較的 두터우며 礫岩構成物中 礫은 主로 珪岩, 砂岩, 片麻岩 및 酸性岩脈의 碎屑物로 構成되어 있고 直徑이 1m以上되는 것도 있다.

泥岩中에는 直徑이 3~4cm되는 同時期的(Syngentic) 및 後成的(epigenetic)인 石灰質團球(lime nodalus)를 多量含有하고 있으며 本泥岩中 砂岩은 全體岩石의 약 51%에 該當한다.

本層의 厚는 약 600~1,200m로 推定된다.

東明層은 霞山洞層 上位에 發達되어 있으며 他地層에 比해 赭色層이 缺乏되어 있고 大規模의 僞層(eros bedding)이 잘 發達된 것이 그 特徵이며 그 層厚는 약 900여m에 이른다. 本層은 主로 灰色砂岩, 黑色 및 세일 灰色, 泥灰岩 및 礫岩으로 構成되어 있으며 이들 岩石中 灰色, 暗灰色 세일은 石灰質 物質을 多量含有하고 있고 平均直徑이 1~2cm되는 石灰質團球를 包含하고 있다. 이와같은 石灰質 物質을 包含한 세일은 本層中 약 30% 程度이며 本層中部에 發達된 黑色세일中

에는 層厚가 약數십cm에서 數m에 이르는 炭層이 1~2개 層재되어 있다.

漆谷層은 上記 東明層을 整合의으로 被覆하고 있으며 新羅亞層群의 基底礫岩인 新羅礫岩에 依해 不整合으로 被覆되어 있다. 本層의 厚는 本流域內에서 最大 500餘m에 이르며 主로 赭色 및 雜色의 泥岩, 灰色砂岩 暗綠灰色 및 黑色세일과 淡灰色 礫岩으로 構成되어 있으며 이中 赭色 泥岩 및 砂質세일은 部分的으로 石灰質로 構成되어 있고 이中 赭色 泥岩 및 砂質세일은 部分的으로 石灰質로 構成되어 있고 暗色 및 淡灰色 石灰質 團球를 多量 含有하고 있다.

本層은 上部로 갈수록 多小 凝灰質로 變하며 粗粒質이며 또한 上部에는 薄層의 Bentonite가 잘 發達되어 있을 뿐만 아니라 漣痕(Ripple mark) 및 乾裂(mud crack)이 간혹 發達되어 있다.

本 石灰質岩은 漆谷層中 약 55%에 이른다. 이中 葉理性을 띠고 淡水性인 泥質石灰岩과 炭質세일를 接觸하는 東明, 漆谷層은 氾濫源 및 湖沼型인 陸成層으로 全般的으로 石灰質을 多量包含하고 있을 뿐만 아니라 層理 및 節理等의 地質構造가 잘 發達되어 있어 地下 探部에서는 매우 良好한 地下水 貯水池의 역할을 한다.

2) 新羅亞層群

本 亞層群은 洛東亞層群을 不整合으로 被覆하고 있으며 便宜上 表 2-2와 같이 分類한다.

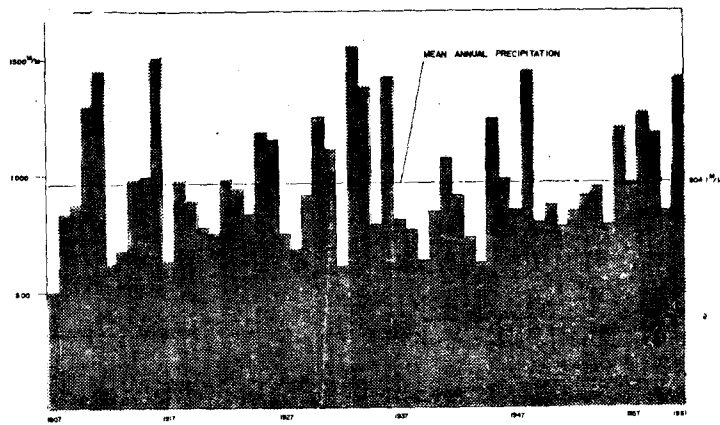
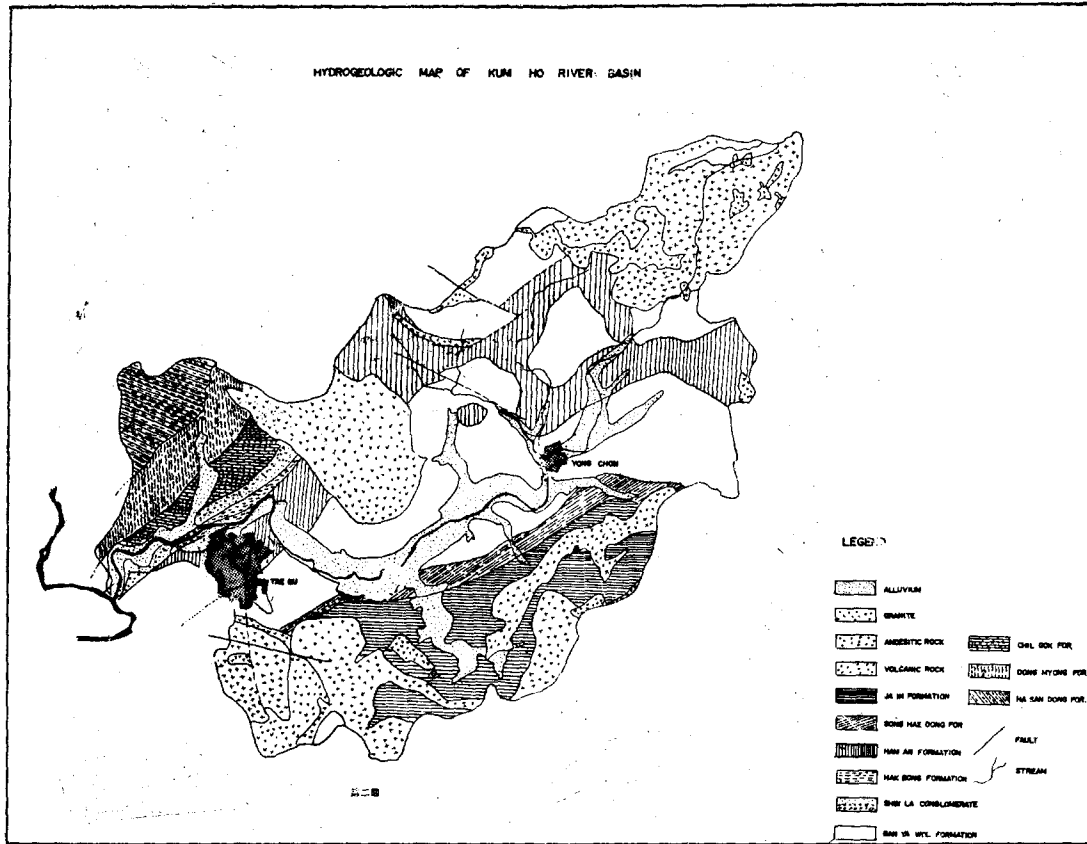
大邱層은 뚜렷한 境界設定이 困難하나 岩相에 依해 便宜上 表 2-2와 같이 威安層 半夜月層 및 慈仁層으로 區分한다. 威安層은 本流域 中心部에 널리 分布되어 있으며 主된 走向과 傾斜는 各各 N45°E, 12SE이다.

本層은 主로 赭色세일과 泥岩으로 構成되어 있고 大邱南西部에서는 凝灰岩, 集塊岩 및 安山岩等의 火山岩類가 赭色세일層內에 挾在되기도 한다.

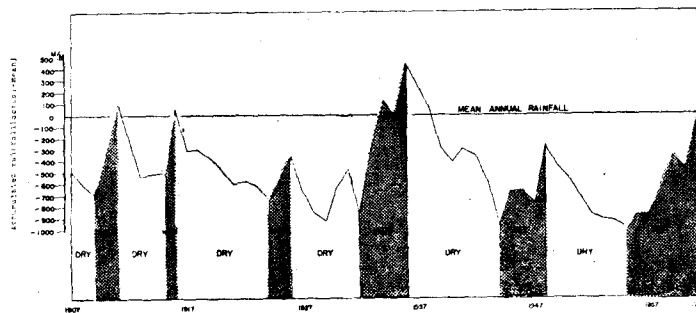
岩脈相 酸性岩脈, 珪長岩 Granite 深成岩 貫入相		佛國寺統
安山岩質中深成貫入岩		新羅統
慈 仁 層	大	
半 夜 月 層	邱	
威 安 層	層	

表 2-2 新羅亞層群

一般的으로 赭色세일과 泥岩은 石灰分을 많이 含有하고 있으며 現在 大邱 第一毛織 金福酒等 Coca cola 大多數의 工場區域에서는 本層中에 設置된 深井에서 1個孔當 1日 1,000m³以上的 地下水를 採水하고 있다.



PRECIPITATION (TAE KU)



半夜月層은 본流域南部에 帶狀으로 分布되어 있어 主 走向과 傾斜는 N75°E, 20SE이며 大邱南部에 分布 된 斑岩類와 安山岩質 角礫岩에 依해 貫入된 주변부는 Hornfels化되어 있다.

本層은 主로 淡綠色 세일과 泥岩으로 構成되어 있으며 地層全般에 걸쳐 岩相이 均質이다.

本層上部에서는 淡綠色에서 부터 點次暗灰色을 띄어 暗黑色 세일로 構成되는 慈仁層으로 漸移하므로 慈仁 層과 뚜렷한 境界설정이 困難하다.

本層에서는 現在 1日 500m³의 地下水를 開發使用中 인 곳이 있다. 慈仁層은 本流域의 南部一帶에 역시 帶 狀으로 分布되어 있고 本層은 半夜月層과 漸移의 關係를 이루고 있으며 主로 暗灰色 내지 黑色세일로 構 成되어 있다. 이들 세일中에는 흔히 薄層의 陸成層인 石灰岩의 葉層이 挾在되어 있어 좋은 帶水層의 역할을 하며 이들 石灰岩의 層厚는 50cm 以內이나 어떤 層은 매우 얇은 lineation이 發達되어 있다. 黑, 灰白色의 帶 狀構造를 보이는 곳도 있다. 本層中 黑色세일은 상당히 炭化되어 있고 diagonal joint가 잘 發達되어 있어 鑿井 時 붕괴 現象을 이끄는 主원인을 이루고 있다.

本層에서는 1個孔에서 1日 1,000m³以上の 地下水 를 채수하고 있다.

本層의 厚는 大邱地域에서 約 400m 以上에 達하는 것으로 思料된다.

3. 火成岩類

火山岩類로는 主山安山岩類와 安山岩質 角礫岩, 石 英安山岩等이 流域內 南部 및 東部에 널리 分布되어있 으며 其中 主山安山岩은 主로 暗靑 및 綠色을 띄우며 치밀 細粒質로서 慈仁層을 貫入하고 있고 있다. 특히 치밀한 安山岩은 暗灰色 내지 黑色이며 主로 斜長石, 輝石, 磁鐵石으로 構成되어 있고 地下水 帶水層으로는 좋은 역할을 하지는 못하나 節理, 斷層, 破碎帶와 같은 地質構造가 잘 發達된 곳은 多量의 地下水를 기대할 수 있다.

石英, 安山岩의 貫入相이나 安山岩質 角礫岩은 噴出 相으로서 양자 共히 Volcanic plug을 이룬다.

특히 角礫岩 주위는 花崗岩質岩과 岩脈이 ring dyke 形式으로 貫入해 있어 溫水開發의 可能性도 內在하고 있다. 岩色은 黑褐色 및 黑靑色으로 石基는 主로 安山 岩質物質로 構成되어 있으며 流動構造(flow structure) 를 나타내는 곳도 있다. 本統에 屬하는 岩石으로는 角 閃石, 黑雲母花崗岩, 花崗斑岩, 石英 Monzonite 珪長 岩 및 岩脈으로서 本流域中 大邱北部의 八公山, 大邱 南部 流域 東部 一帶에 널리 分布되어 있다.

이들 岩石自體는 帶水性이 不良하지만 그 風化土는

空隙率이 相當히 크고 특히 그 風化土가 雨水에 依해 運搬되어 낮은 河道底에 堆積되거나 溪谷入口에 堆積 되어 沖積層이나 또는 崩積層을 이룰 때는 매우 良好 한 非固結層으로 이루어진 地下帶水層을 이룬다. 이러한 粗粒質火成岩의 風化堆積物로 構成된 地域에는 溪 谷과 直角方向으로 地下 Dam을 축조하면 매우 經濟的 으로 多量의 地下水를 開發할 수 있다.

3. 帶水層과 水理地質

(Aquifer and its hydrogeology)

가. 地下水의 分類와 水文순환

(Groundwater classification and hydrologic cycle)

本流域內에 賦存한 地下水는 深度 10m以內에 貯溜된 淺層 地下水와 地下深度 300m以內에 賦存된 深層地下 水로 區分할 수 있으며 淺層地下水는 대개 火成 및 堆 積岩의 風化土가 雨水에 依해 河床에 運搬堆積되어 形 成된 沖積層다. 河谷말단에 急流에 依해 急激히 運搬 堆積된 崩積層內 賦存된 地下水 및 上記 火成 및 堆 積岩의 風化土(Saprolite)內에 賦存된 地下水로 構成 되어 있다.

深層 地下水는 慶尙系 堆積層이 陸成層이기 때문에 堆積될 당시에 含有했던 處女水와 其他砂岩이나 세일 內에 含有된 石灰質物質이 地下水 流動으로 因하여 溶 解되어 小規模의 空洞(Cavity) 및 地下流路를 形成하 므로 이러한 構造內에 貯溜된 地下水와 기타 層理, 節 理, 斷層과 같은 地質 構造帶內에 賦存된 地下水로 構 成되며 그 深度는 1,000餘m에 이른다. 其他 火成岩도 上記와 같은 地質構造內에 賦存된 深層地下水를 含有 하고 있다.

大體으로 地形勾配가 急激한 地域이나 우물을 많 이 관 地域에서는 1次深層 및 淺層地下水는 地表로 排 出되고 그 排出된 部分은 다시 1次 空隙이나 2차 空隙을 통해 降雨 및 他水源의 물이 浸透하여 帶水層 內에 다시 賦存되는 순환수의 1種을 이룬다.

특히 대부분의 深層 地下水를 賦存하는 慶尙系層은 空隙率이 큰 沖積層 및 風化土와 같은 地下水 供給源 下部에 널리 分布되어 있기 때문에 降雨에 依한 含養 은 물론 降雨가 없는 乾燥期에도 上記 風化土 및 沖積 層으로부터 계속적인 地下水의 含養을 받는다.

그 外에 本層의 走向이 대개 洛東江本流에 直角方向 으로 發達되어 있어 層理面이나 石灰質 小規模 空洞을 통해 洛東江流水가 帶水層內로 流入되는 量은 상당할 것으로 思料된다. 故로 本 慶尙系層은 여과용 모래로 充填된 直徑 數拾 km의 排水管이 洛東江 本流에서 流域 內 곳곳에 잘 배열된 큰 排水管 구실을 한다.

本流域内の 1907年에서 1961年度까지 降水量 資料에 依하면 年平均 降水量이 洛東江 全流域의 平均 降水量인 1,200m/m의 81%인 974.1m/m로서 比較的 降雨量이 적은 地域이다. 降雨特性은 雨期인 6月과 9月 사이에 全降雨量의 67%가 集中해서 降下하여 乾燥期인 10月에서 3月까지 6個月 동안은 年降雨量의 18.6%가 降下하고 4月과 5月 사이에는 잔여분인 約 14.4%가 降下한다. 本流域에는 冬期에 若干의 降雪이 있지만 全降水量에 比하면 매우 적은 규모로 高山地帶에 장기간 남아 있다가 大部分 증발하던가 解水期에 녹아 地下構造帶를 따라 地下로 滲透된다. 一般의 으로 6月에서 9月사이에 降下한 降雨中 一部는 表流하여 洛東江 本流로 流入되며 그 一部는 地表面을 이루고 있는 風化土나 沖積層 및 岩石露頭部들의 節理나 斷層 및 기타 空隙을 通해 地下로 스며 들어 淺層 및 深層 地下貯水池內에 貯溜된다.

冬期동안에 降雪에 依해 凍結된 一部 表面地下水가 降雪이 서서히 解水됨과 同時 地下로 스며들어 역시 地下水로 變한다. 大邱地域의 1961年度까지의 降水量資料를 利用하여 降水누적 曲線을 作成해서 檢討해 보면

第三圖와 같이 1932년부터 1937년까지의 6年間, 1944年~1947년까지의 4年間 1955年~1961년의 7年間은 降雨누적 증가현상을 나타내는 時期로서 降雨가 地下로 含養되는 地下水 含養時期였으며 이에 反해 1916年~1924년까지 9年間 1937年~1943년까지 7年間 및 1948年에서 1955년까지의 8年間은 누적 乾燥期로서 地下로 的 地下水含養보다는 地下貯水池內에 賦存된 地下水가 河川으로 排出되는 時期로 사료된다.

가) 地下水 賦存量(Ground Water Reservoir)

本流域에 賦存된 淺層地下水는 沖積 帶水層의 總面積이 658km²이고 그 空隙率이 平均 0.4정도이며 平均 두께가 6.8m이므로 沖積層內에 賦存된 地下水量은 1,789×10⁶m³이다.

全流域을 通해 風化土가 發達되어 있으나 大體의 으로 火成岩類의 風化土가 粗粒質로서 多量의 地下水를 含有하고 있으므로 火成岩 分布面積 708km²中 高地를 除外한 約 60%에 該當되는 425km²內에 平均 深度 10m以內에 賦存된 地下水量만 計算하더라도 그 量은 約 1,317×10⁶m³에 이르러 總淺層地下水의 賦存量은 約 3,115×10⁶m³에 이른다.

分 類	地 質	面積(10 ⁶ m ²)	空 隙 率(%)	平 均 度(m)	貯溜量 (10 ⁶ m ³)	비 고
淺層地下水	沖 積 層	658	0.4	6.8	1,789	.
	風 化 土	425	0.31	10	1,317	
	小 計				3,115	
深層地下水	石灰質砂岩및세일	620.55	0.18	300	23,456	
	砂岩/shale	758.45	0.06	300	9,557	
	火 成 岩	425	0.01	200	850	
	小 計				33,860	
	總 計				36,978≒37,000	

表 3-1 流域內에 賦存된 地下水 貯溜量(×10⁶m³)

深層 地下水는 慶山系中 霞山洞, 東明, 漆谷層中에서 石灰質砂岩 및 Shale로 이루어진 部分이 全體層의 約 45%에 該當하므로 本流域推積岩 分布面積 1,379 km²中 그 45%를 上記 石灰質含有地層으로 계산했다. 물론 地下水 賦存量은 慶尙系 地層의 厚가 本流域內에서는 1,000m以上되는 것이 많으나 本報告書에서는 便宜上 地下水開發 可能深度以內인 平均 300m로 基準하여 本流域內 賦存된 地下水量을 計算했기 때문에 本流域內에 賦存된 地下水의 最小量으로 生覺할 수 있다.

本貯溜量 계산에 使用한 空隙率은 U.S.G.S Water Supply Paper 1839-D를 参照했다. 뿐만아니라 慶尙系가 火成岩에 依해 貫入된 接續部에서는 熱變性 및 기타 地質作用에 依해 岩質이 變成되었을 뿐만아니라

接續部에서는 그 深度도 얕으므로 全堆積層 分布 面積 中 70%만 地下水 賦存計算值로 使用했다.

流域內 帶水層內에 賦存된 地下水量은 約 370億m³로서 이는 沼陽, 忠州, 1,2차 麗州 및 洪川, . 의 全貯水用量 147.8억m³의 約 2.5배에 該當하는 大容量 自然地下貯水池가 一般 Dam 처럼 심한 증발현상이나 심각한 水 汚染問題를 파생시키지 않고 自然的으로 이地方의 大自然의 恩惠를 받고 地下에 貯溜되어 있는 것이다.

流域內 非固結岩部에 賦存된 淺層 地下水量은 全賦存地下水量의 8.4% 程度이며 深層地下水中에서 火成岩內에는 22% 정도이며 잔여 89%는 慶尙系 堆積層內에 賦存되어 있다.

다) 地下開發可能量(產出量)

現在 慶尙系 大邱層 內에 設置한 1個 井戶에서 1日 1,000여m³以上을 採水하고 있는 地域은 大邱市內만도 汎洋食品 金福酒, 韓國 nylon, Camp Henry 및 第一毛織 等地外 여러곳에 있으며 1日 500m³정도는 慶尙系 地層 어느곳에서나 開發可能하다. 1個孔에서 1日 1,000여m³ 以上을 採水할 時 發生하는 영향권의 半徑은 500여m이다. 表3-2에서와 같이 慶尙系中에 設置된 井戶의 平均深度는 127m이며 그 比揚水量(Specific Capacity) 77.8m³/ /m이다. 特히 石灰質 Shale을 含有한 大邱層에 設置한 井戶에서 帶水性試驗을 實施한 結果에 依하면 第四圖와 같이 平均透水量係數가 132T/日/

m이며 揚水試驗以後의 貯溜係數는 약 2,000톤 揚水後 2.3×10⁻²로서 尙當기간 帶水性試驗을 實施하면 貯溜係數는 이보다 클 것으로 사료된다. 全流域에 分布된 堆積岩內에 1孔當 井戶深度 200m徑 되는 採井을 設置하여 揚水位降下率을 全井戶深度의 67%(이때 採水可能量 95% 정도이다)까지만 下降시킨다고 하면 慶尙系 全地層中에서 1日 開發可能量은 最少

$$\frac{1,379 \times 10^6 \text{m}^3}{3.14 \times 500^2 \text{m}^2} \times 77.8 \text{m}^3/\text{日}/\text{m} \times 200\text{m} \times 67\% =$$

18.31×10⁶m³/日 이고 年中 開發可能量은 18.31×10⁶m³×365=6683×10⁶m³이다.

表 3-2 深層地下水(慶尙系 一般)

位 置	深 探(m)	D:D(m)	Q(m ³ /)	比 揚 水 量 (m ³ / /m)	Lothology
大 邱 毛 織 1	150	70.6	650	9.2	Sh
" 2	150	33.1	656	19.8	"
大 韓 紡 織	160		300		"
慶 北 蠶 絲	190	100	340	3.4	"
보 문 1	186	35.6	412	11.58	"
" 2	150	24.5	495	20.25	"
大 邱	75	33	746	22.6	S.S
"	135	51	239	4.7	"
"	94	15	70	4.6	"
"	101	45.7	245	5.3	"
"	100	—	270	—	"
"	100	—	250	—	"
"	100	—	1,000	—	S.S Sh
韓 國 Nylon	103	12	800	67	Sh 多孔質질
	116	7.9	2,160	273	Sh 석회질 Sh
金 福 酒	170	—	1,500	—	Sh S.S
	117	6.4	1,650	250	S.S
Caca Cola	120	14	1,500	107	Sh
平 均	126.3 ^m	33.4 ^m	m ³ /日 693	m ³ /日/m 77.8	경 상 계

表 3-3 產出量 및 賦存量計算用 공극율과 比產出率

堆 積 岩										
Limestone			peat		S.S(fine)		Sh(medium		tutt	
범	위	평균								
투수계수	6×10 ⁻⁴ ~540	44	3~280	140	0.01~48	7	0.05~20.0	77	10 ⁻⁴ ~17	4
공극율	6.6~55.7	30		92	13.7~49.3	33	29.7~43.6	37	7.2~54.7	41
비산출율	0.2~35.8	14		44	2.1~39.6	21	11.9~41.1	27	2~47	21

	Siltston		claystone		Shale		Silt		Clay	
P	$2 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-2}$	4×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}			$4 \times 10^{-4} \sim 23$	2	$2 \times 10^{-4} \sim 3 \times 10^{-3}$	5×10^{-3}
n	21.2~41.0	35	41.2~45.2	43	1.4~9.7	6	33.9~61.1	46	34.2~56.9	42
Sy	0.9~32.7	12					1.1~38.6	20	1.1~17.6	6

	sand(Fine)		sand, (medium)		gravel(Fine)		gravel(medium)	
P	0.1~980	94	1~1900	340	960~66,000	11,000	730~40,000	6,700
n	26~53.3	43	28.5~48.9	39	25.1~38.5	34	23.7~44.1	32
Sy	1~45.9	33	16.2~46.2	32	12.6~39.9	28	16.9~43.5	24

風 化 土

	Schist		Granite		Basalt		Gabbro	
P	$4 \times 10^{-5} \sim 24$	4	7~110	35	$4 \times 10^{-5} \sim 0.9$	0.2	1~8	4
n	4.4~49.3	38	34.3~56.6	45	3.0~35	1.7	41.7~45	43
Sy	21.9~33.2	26						

流域內分布된 帶水層으로 부터 地下水開發可能量은 下記表와 같다.

表 4. 地下水開發可能量

分類	地質	產 出 量	合 計
淺 層 地下水	沖積層	$1,789 \times 10^6 \times 0.265$	$480 \times 10^6 m^3$
	風化土	$1,317 \times 10^6 \times 0.195$	257×10^6
	小 計		737×10^6
深 層 地下水	堆積岩		
	Sh/LS	$23,456 \times 10^6 \times 0.235$	$5,512 \times 10^6$
	Sh	$9,557 \times 10^6 \times 0.12$	$1,146 \times 10^6$
	火成岩	$850 \times 15^6 \times 0.26$	221×10^6
小 計		$6,879 \times 10^6$	
合 計			$7,616 \times 10^6 m^3$

故로 各種 帶水層의 帶水層 全體積에 따른 貯溜係數는 沖積層의 경우 유효面積內에서 0.016, 風化土도 유효面積內에서 0.06, 石灰質세일은 4.23×10^{-2} , Shale은 7.2×10^{-3} , 火成岩은 2.6×10^{-3} 을 適用한것과 同一하다.

이는 慶尙系堆積層에 既設置된 井戶의 諸資料를 利用하여 求한 年中地下水 開發量이 $6,683 \times 10^6 m^3$ 인데 反해 상기 貯留계수를 利用하여 求한 地下水產出量이 $6,658 \times 10^6 m^3$ 인것과 比較해 보드라도 그 差異이 거의

없으므로 計算上의 無理는 없는 것으로 思料된다.

따라서 本流域內에 貯留된 全地下水量中 各帶水層內에 賦存된 地下水賦存量對 開發可能產出量은 沖積層이 약 26.8%, 風化土가 19.5%, 堆積岩類가 19.7% 및 火成岩類가 26%로써 總貯留량 370억 m^3 中 20.6%에 該當되는 76억 m^3 이란 막대한 地下水資源을 年中 流域內에서 開發可能하다. 琴湖江은 갈수기에 이득하천(gaining stream)으로서 갈수기의 갈수량은 地下水가 地表로 排出되어 나타난 地下水의 露頭(out crop)로서 갈수기에 琴湖江을 通해 流出되는 갈수량 $2m^3/sec$ 는 年間약 $63 \times 10^6 m^3$ 에 이르며 이는 全地下水開發可能量의 0.83%, 全流域에 降下하는 年降雨量의 3%에 該當하는量이다.

故로 本流域內에 貯溜된 地下水는 最갈수기에도 그 量이 흘러넘쳐 河川으로 放流되는 量이 年間 $63 \times 10^6 m^3$ 이란 뜻과 同一하다.

年間 全流域에 降下하는 降雨量은 $2,034 \times 10^6 m^3$ 으로서 流域內에 賦存된 地下水 貯溜量은 18年間 流域內에 내리는 降雨量과 같으며 地下水 產出量은 全流域에 내릴 3.7年間の 강우량과 同一한 量이다.

本流域內의 用水別現況과 그 地下水를 開發하여 대책할때의 對策案은 다음과 같다.

1) 農業用水

琴湖江流域은 沖積平野가 넓고 平坦地의 密度가 높

아 他支流流域보다 농업개발이 일찍부터 이루어 졌으며 관개用水源인 貯水池의 數가 洛東江流域의 25%에 該當하는 980여 個所가 分布되어 있어 總관개 面積이 152km²에 達한다. 그러나 이들 貯水池는 대개 노후화되었고 集水面積에 對한 貯水用량이 적어 또 單純이 雨水를 貯水하는 小溜池가 많아 充分한 用水供給을 못하고 있다.

地表水を 直接利用하는 揚水場과 沓(weir)는 52km²에 지나지 않으며 殘層 地下水開發을 利用한 관개畝는 19km²이른다.

정부에서는 農地保存策 및 擴大策의 一環으로 現在 258km²의 畝를 1991년까지 285km²로 多少증가 할것으로 추정하고 있으며 食糧의 自給自족을 위해 필수적으로 관개시설의 확충을 계속할 것으로 예측되나 流域全體의 물 收支에 뚜렷한 對案없이 施行하는 事業에는 尙래 尙대한 問題點이 야기될 것으로 尙려된다.

琴湖江 流域은 尙래 永川댐의 建設로 어느정도 流況의 개선이 이루어져 관개用水의 증가가 예측되기는 하나 永川댐의 主目的이 浦項종합계절의 生活工業用水供給에 있기 때문에 그 증가폭을 크게 기대하기는 어려울 뿐만 아니라 갈수기의 갈수량 즉 河川維持用水에는 尙대한 제한이 뒤따를 것이다.

오래 前부터 本流域은 全國果樹面積의 30%에 該當하는 全國 第一의 水産園地로서 그 用水를 主로 自體果樹園內에 설치한 地下水 開發시설에 依存하고 있다.

2) 生活 및 工業用水(Domestic and Industrial Water Supply)

1973년 現在 流域 人口는 慶尙北道 總人口의 35%에 該當하는 약 1,658×10³人으로 지난 10년간 年平均 증가율은 3.3%로 相當히 높은 율을 보이고 있다. 其中에서 用水需要의 대부분을 洛東江 本流에 依存하고 있는 大邱市를 제외한 流域內 급수인구는 約 458,000名으로 總人口의 約 27.6%에 該當한다.

大邱市의 生工用水 需要中 本流域에서 取水하는 量은 80,000m³/日이며 大邱市를 제외한 流域內 상수도 시설을 구비한 人口 密集地는 慶山과 永川으로 兩도시의 取水量은 現在 2,600m³/日이다.

琴湖江 流域內 生活用水를 地下水에 依存하고 있는 人口는 大邱市를 포함하여 約 650,000名으로 推定되며 만일 1人 1日 地下水 使用量은 50ℓ씩 산정하더라도 과거부터 1日 32,500m³에 該當하는 地下水를 流域內에 발달한 沖積 및 風化土의 殘層 地下水를 使用하고 있으며 尙래 上수도 시설이 확장되면 該 人口는 감소될 것이나 1人當 井戸數 使用量은 人口 성장율에 비해 增加될 것이다.

① 영천, 경산지역

本流域內 工業用水 需要地는 거의 大邱와 慶山지역에 密集되어 있으며 現在 用水源은 大部分이 工場自體 부지內에 심정호를 掘鑿하여 慶尙系內에 敷存된 地下水를 開發하여 使用하고 있던가 一部는 市 上수도로 充當하고 있는 實情이다.

大邱市를 제외한 永川 慶山 地域의 生活用水 需要中 금호강 流域에서 取水할 수량은 다음과 같다.

그 增加추세를 도식화하면 第4 도와 같다. 이와같이 現在 取水量에 2,600m³/日서 年次的으로 增加하여 2001년도에는 總 23,900m³/日의 生活用水가 必要하며 增加量을 他用水源에서 開發해야 될 실정이다.

그러나 琴湖江 流況이 極히 빈약하고 이때의 물 부족량은 尙당하여 21,300m³/日의 量은 慶山, 永川地域 自體에 分布發達된 慶尙系에서 開發해야 할 것이다.

本流域內 慶尙系地層에서는 現在 1日 1個孔에서 1,000m³/日~2,000m³/日의 地下水를 開發하는 곳이 많으므로 2100년의 用水 需要量은 表 7에서와 같이 永川地域에 最大 18개소 慶山地域에 最大 7個所等 總 25個所의 深度 150~200m구경 8"의 深井戸를 開發하여 추후 수요량외 21,300m³은 充分히 充足 시킬수 있다.

上記 25個所의 深井戸를 開發하여 永川 慶山地區의 生工用水로 使用할시 m³當 단가와 운영비 및 2001년까지의 시설투자비는 下記와 같다.

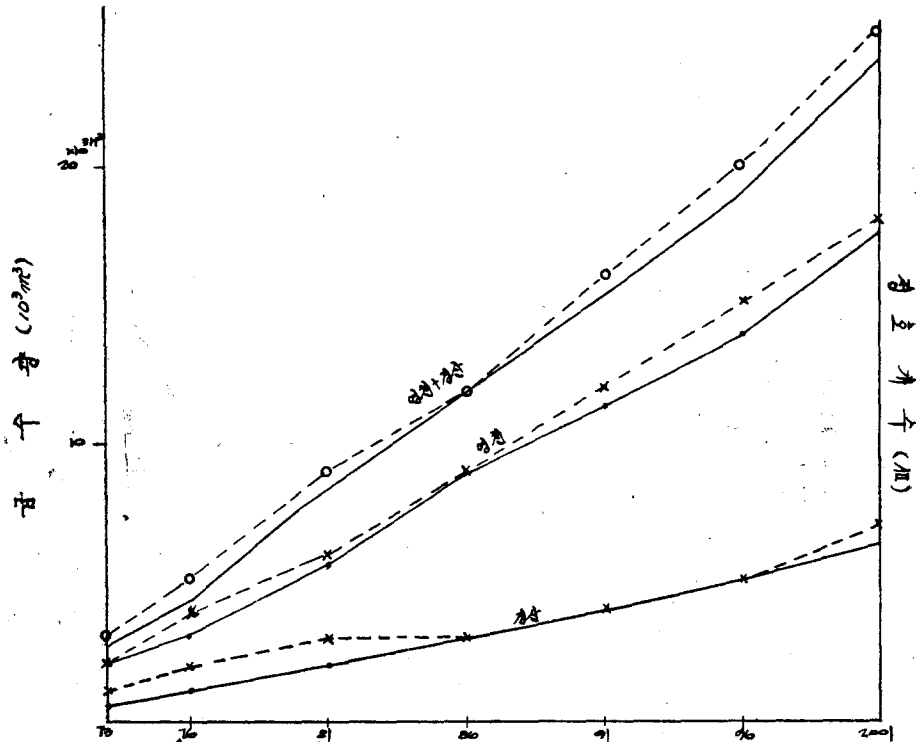
운영비

급여 및 임금	50,000×16개월×4人=3,200,000
사무용품	800,000
化學약품(염소)	23,000×0.75×365=6,296,000
動力費	16hr×365×17.73kw/hr×19,275kw×23台=45,903,000
	56,199,000
Ton當 원가	56,199×10 ³ ÷(28,000×365)=6.69 ①

감가상각비

착정 및 정호설치비	23個所×9,000=207,000
pump 및 전기인입	23×4,500=103,500
기 타	10,000
소 계	320,500
	320,500×10 ³ ÷(365日×23,000×50년) =0.76 ②

시설투자비와 운영비에 따른 地下水 1m³當 단가는 7.45원/m³으로 現在 市上水道 價格보다 훨씬 저렴하며 年中水溫이 一定하여 市上水道를 利用할때 보다 냉난방비의 절감효과는 물론 本流域의 堆積岩內에 貯留된 지하수는 地域의 限을 별로 받지 않으므로 需要地



第5圖 영천, 경산지역 급수 계획량

- 급수계획량 (지역별)
- - - x - - - 급수용 정수계수
- — — 경산, 영천 총급수량
- - - ○ - - - 경산, 영천 급수용 정수계수

表 5 영천 경산 지구 급수 계획량

내용	년도	1973	1974	1981	1984	1991	1994	2001	비 고
영천	급수인구 × 10 ³	52.7	57	63	69	75	82	87	× 10 ³ 人
	보 급 율%	65	68	70	73	75	77	80	
급수계획량		2	3.1	5.7	8.8	11.3	13.9	17.5	× 10 ³ m ³
경산	급수인구	27.5	30.2	33.2	36.5	40.2	43.6	48	× 10 ³ m ³
	급수계획량	0.4	1.2	2	3	4	5.1	6.4	× 10 ³ m ³
	급수인구								
급수계획량계		2.4	4.3	7.7	11.8	15.3	19.0	23.3	× 10 ³ m ³
소요명호수(個)		3	5	9	12	16	20	25	

近方에서 어디서나 最단시일(10日以内) 內에 用水開發이 可能하다.

2001年度까지 慶山, 永川地域의 總23,900m³/日의 用

水를 地下水로 開發供給하는 必要한 시설투자비는 약 2억 4천만원 정도이며 年度別 必要투자비는 表 6 과 같다.

내용	年度							
	1973	1976	1981	1986	1991	1996	2001	
地下水供給量 ($\times 10^6 \text{m}^3/\text{日}$)	2.6	4.3	7.7	11.8	15.3	19	23.9	
소요井戶群數(個)	3	5	9	12	16	20	25	
시설투자비($\times 10^6$ 원)	28.4	47.3	85	113.4	152	189	236	

表 6 地下水開發에 따른 年度別 시설투자비

특히 永川, 慶山, 共히 市中心街를 中心으로하여 半徑 5km以內에 發達된 慶尙系의 堆積層內에 貯溜된 地下水로부터 開發可能量은 $142 \times 10^6 \text{m}^3$ 으로서 이中 10%만 年中開發한다 하더라도 그 量은 $14.2 \times 10^6 \text{m}^3/\text{年}$ 으로 1日 最少開發量이 $38,900 \text{m}^3$ 정도여서 2001年度 永川, 慶山地域의 生, 工用水 總소비량의 약 1.5배에 해당하는 量을 地下水로 充當할 수 있다.

② 大邱地域

流域에서 가장 水需要量이 큰 大邱市の 年度別 水需要量증가율은 表9와 같다. 前述한 바와 같이 現在 琴

湖江 流域內에서 取水하고 있다. 水量은 겨우 $80,000 \text{m}^3$ 뿐이며 73年現在 잔여 $77,000 \text{m}^3/\text{日}$ 은 洛東江本流에서 取水하고 있다. 이는 取水源이 여러곳에 分散되어 있을뿐만 아니라 그 取水系統이 서로 異質의이기 때문에 운영面에도 매우 복잡하다. 1968年度와 같은 갈수기로 因한 水不足現像이나 中공될 永川댐의 建設로 因해 發生可能한 河川流量의 減少와 大邱上水道의 회귀수가 1973年の $37,000 \text{m}^3/\text{日}$ 에서 1981년까지의 단 8年이란 期間 사이에 3倍에 該當하는 $111,000 \text{m}^3/\text{日}$ 로 급증하므로 琴湖江下流는 물론 장래 取水源이 될 洛東江本流의 河川水를 보다크게 汚染시킬 것이다.

琴湖江 自體의 地表水는 年間 增大되는 水需要를 감당할수 없어 洛東江 本流에 그 取水源을 依存코저하므로 用水開發뿐만 아니라 大邱市廢水로 因한 汚染된 물처리 비용이 증대되리라 예상된다. 大邱市の 年度別 生, 工用水수요량 증가추세와 他水源에서 開發해야 할 用水量은 表7과 같다.

表 7 大邱地域 水수요량

내 용	年 度								비 고
	1973	1976	1981	1986	1991	1996	2001		
生活用水	134	191	316.8	450.4	618.8	745	906.3	$\times 10^3 \text{m}^3$	
工業用水	23	60	150	230	290	340	390	"	
小 計	157	251	467	680	905	1,085	1,296	"	
기 개 발 량	80	80	80	80	80	80	80	"	
급 수 인 구	1,200	1,332	1,553	1,765	1,987	2,165	2,385	$\times 10^3 \text{人}$	
급 수 율	80	82	85	88	91	93	95	%	
타수원에서 개발해야 할 量	77	171	387	600	825	1,005	1,216	$\times 10^3 \text{m}^3$	

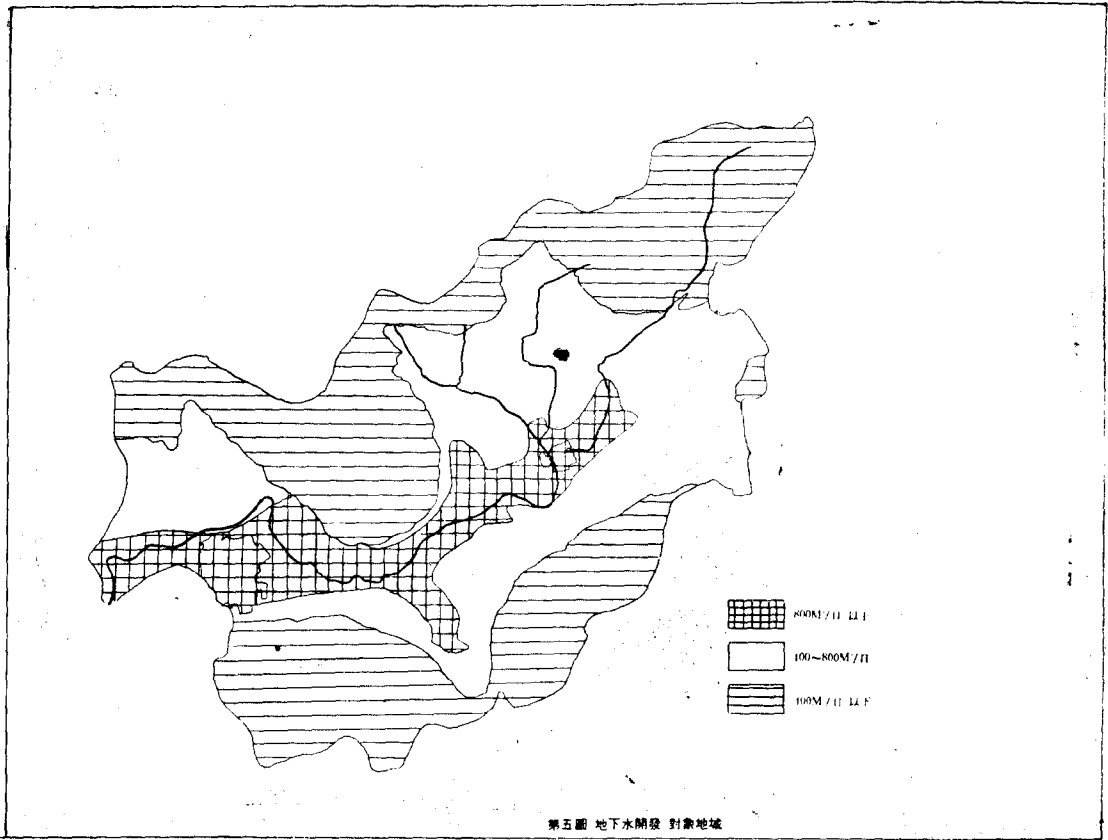
2001年代에 이르러 大邱市の 生, 工用水를 合한 全水수요량은 $1,296,000 \text{m}^3/\text{日}$ 이며 그중 73年 現在까지의 開發量 $157,000 \text{m}^3/\text{日}$ 을 제외한 $1,139,000 \text{m}^3/\text{日}$ 은 洛東江本流에서 取水開發코져 하고 있다.

그러나 永川, 慶山地域에서와 같이 大邱市를 中心으로하여 半徑 10km以內에 分布된 慶尙系堆積層內에 貯溜된 地下水中 그 開發可能量은 $1,705 \times 10^6 \text{m}^3/\text{年}$ [$3.14 \times (15 \times 10^3)^2 \times 200 \times 70\% \times 75\% (0.0423 \times 0.45 + 0.072 \times 0.55)$]이며 그中 30%만 年中 使用한다해도 그 量은 1日 $1,400,000 \text{m}^3/\text{日}$ 에 해당하여 2001年度 大邱市 全用水 水수요량을 充足시킬 수 있다.

前述한 바와같이 現在 大邱市內만해도 深度 150~200m, 徑8"의 單一井에서 1日 $1000 \text{m}^3 \sim 2000 \text{m}^3$ 의 순수한 深層地下水를 開發하고 있는곳이 여러곳에 있으며 細部的인 井戶現況 調査를 施行치 못하여 大邱全域에 몇개의 探井이 利用되고 있는지는 確實히 알수 없

으나 現在 그 數가 100여個 以上에 달할것으로 사료되는데 大邱地域에 工業用水로서는 약 300여個의 開發하면 上記 2001年度까지의 工業用水수요량을 充當할 수 있다고 생각된다.

本流域內에 賦存된 地下水의 開發對象地域을 3分하여 深度 150~200m, 徑 8~10인치 單一井으로부터 1日 800m^3 以上 地下水開發可能地域과 1日 $400 \text{m}^3 \sim 800 \text{m}^3$ 사이의 地域, 및 1日 400m^3 以下 地域으로 分類했으며 第7圖에서와 같이 主로 琴湖江 本流를 따라 底地帶에 分布되어 있고 公극울과 深度가 비교적 깊은 沖積層 및 風化土下部에 넓게 發達된 慶尙系의 洛東 및 新羅亞層群의 堆積岩으로 第一地域은 1日 800m^3 以上의 地下水開發이 可能하고 第二地域은 琴湖江支流나 風化土의 深度가 第一地域만 못하지만 어느정도 두터운 지역下部에 發達된 堆積岩과 火成貫入岩과의 接觸部地域으로 1日 $400 \sim 800 \text{m}^3$ 정도의 地下水開發이 기



第五圖 地下水開發 對象地域

번호	位置	岩質	pH	SiO ₂	Ca	Ma	Na	SO ₄	Cl	NO ₃	Fe	TDS	Hardness	채취일자	備考	
1	大邱	威安層	8.5						19.74	—			392.04	76.3	凡洋	
2	"	慈壬層	7.45	9.4	7.2	15.55		157.54	7.8	—	0.48	305	244	"	蛋絲	
3	"	威安層							57.8	3.79	0.15	962	387.6		凡洋	
4	"	"	7.7	—	25.3	5.2	—	9.7	9.7	—	0.2	198			69.3	
5	"	"	7.1	15	126	5.0	6.5	230	14	0.18	0.2	1455			69.6	
6	"	"	7.2	16	125	5.1	6.9	220	10	0.20	0.22	1180			69.7	
7	慶山	慈仁層	8.1		20.4	9.47	90	10.1	13.29	—	0.018	247.4	90		74.12	合織
8	大邱	威安層	7.9		404.8	28.2	31.7	1,050.4	133.4	0.015	0.16	1811			69.5	
9	"	"														
10	"	"														
平均			7.7	13.5	128.9	11.42	33.78	253.4	33.2	1.04	0.2	880	278.4			
	生活用水基準		5.8~8.0	5.0				200	150	10	0.3	500	300			

대되며 第三地域은 高山地帶나 粗粒質火成岩과 火山岩이 分布된 地域으로 1日 400m³이하의 地下水開發이 可能하다.

4. 地下水의 化學的性質

本流域에 發達한 慶尙系 堆積岩群內에 貯溜된 地下水는 一般的으로 SO₄의 平均含量이 253.4ppm이고 총

硬度가 平均 278.4ppm으로 他地域의 地下水보다 약간 높다.

SO₄는 含量 9.7ppm에서 1,050.4ppm에 達하여 그 含量範圍가 廣範圍한데 이는 淡水形으로 慶尙系堆積物이 堆積된 當時에 含有한 處女水(connate water)에 기인한 것으로 思料되며 特히 矽酸의 含量이 72ppm에서 404.8ppm에 이르며 그平均値가 128.9ppm인 事實과 총

경도가 最大 392ppm을 나타낸 본慶尙系 堆積層內에 包含한 石灰質物質이 溶解되어 小規模 地下水 流路가 發達되어 있음을 의미한다.

平均 TDS가 他地域의 深層 地下水에 比해 相當히 높은 880ppm程度이며 最大 1,455ppm까지 나타남은 慶尙系內에 貯溜된 地下水가 오랜시간동안 정체된 被壓地下水임을 의미한다.

또한 大體的으로 深層地下水 含養源(Recharge area)이 帶水層 部近에 있으면 一般的으로 PH의 값이 낮을 때 本地域에서 最大 8.5까지 나타남은 地下水의 含養期間이 상당히 긴 狀態였음을 나타낸다.

結 論

本流域은 洛東江 流域 11個支流中에서 가장 農業이 일찍부터 發展했던 地域으로 人口密度가 組密하여 1年平均 人口增加率이 3%에 이른다. 本流域 下流에는 工業團地가 分布되어 있어 장래 用水需要는 물론 各種 産業施設로부터 放流되는 廢水로 因하여 水 汚染問題와 水 不足現像이 가장 심각한 地域으로 本流域 地表水資源만으로는 도저히 急増하는 水 需要量을 解決할 수 없는 地域이다. 本流域의 平均降雨量은 974.1mm로서 降雨量이 極히 貧困할 뿐만아니라 旱魃指數가 매우 높은 地域이다.

琴湖江 流域內에 分布된 各種帶水層內에 賦存된 地下水는 一般的으로 深度 10m以內의 非固結堆積物인 沖積層과 風化土內에 貯溜된 淺層 地下水와 深度 300m以內에 賦存된 深層地下로 區分할 수 있다.

淺層 地下水의 賦存量은 31億噸이고 그 開發可能量은 7億噸이며 深層地下水의 賦存量과 開發可能量은 各各 338億噸과 69億噸으로 總賦存量은 369億噸이고 總開發可能量은 그 20.5%에 該當하는 76億噸이다. 上記 賦存量은 本流域內에 降下하는 18年間 降水量에 該當하여 總開發可能量의 10%만 年中開發한다 하더라도 그 量은 年平均降水量의 38%에 該當하는 量이다.

慶尙系堆積層中에 設置한 單一井으로부터 1日 1,000m³의 순수한 地下水를 採水할 時의 影響圈의 半徑은 約 500餘m이고 大部分의 深層地下水는 慶尙系의 二次 孔隙層, 節理, 斷層, 破碎帶 및 溶解空洞內에 貯溜되어 있으며 本流域의 慶尙系地層中 地帶가 낮고 非固結岩의 深度가 比較的 깊은 地域에서는 1日 1,000~2,000m³의 地下水開發이 可能하다.

流域東部の 永川과 西南部の 慶尙地域에 2001年度까지의 生, 工用水需要量 23,900m³中 追後所要量 21,300m³은 兩地域에 約 20餘個의 深井을 設置하므로 用水問題를 손쉽게 解決할 수 있고 大邱地域의 工業用水需

要量 390,000m³도 大邱市內를 中心으로 半徑 10km以內에 賦存된 地下水를 開發하므로써 現在深刻한 水 不足現像을 이르고 있는 琴湖江流域 水 問題를 解決할 수 있다. 帶水性이 가장 良好한 石灰質세일의 平均比揚水량은 77.8m³/m이며 그 透水量係數는 約 100T/日/m 以上이며 貯留係數는 2.3×10⁻²以上이다.

慶尙系內에 貯溜된 地下水의 化學的 性質은 SO₄의 含量이 높고 Cl含量이 낮은것으로 보아 本地層이 淡水形堆積層임을 暗示하고 있다. 뿐만아니라 pH의 값이 높은 것으로 보아 地下水의 含量期間이 相當히 긴 狀態였음을 알 수 있다.

REFERENCES

- Bedinger M.S 1961 Relation between median Size and permeability in the Arkansas River Valley USGS Prof. paper 424-C PC~31~C32 p.43~45
- ISWACO 1974 洛東江流域調查報告書 MOC/ISWACO Pxiii-XV p.140~165
- ISWACO 1974 兄山江流域 地質 地下水調査 MOC/ISWACO p.16~58
- J.S. Han 1974 慶山工場 JDC-
- 1975 第一毛織(株) 鑿井工事 및 地下水 調査報告書 JDC-30 p.1~15
- 1975 금복주 地下水調査 및 鑿井工事報告書 JDC- p.7~9
- 1975 韓國 Nylon JDC-
- 1976 自由面帶水層의 帶水性試驗分析法 JDC-1 p.10~p.87
- Johnson A.I. other 1963 Specific yield-USGS W.S.P 1662-A p.33~p.34
- Johnson A.I 1966 Laboratory study of Aquifer properties and well design for an artificial-Recharge site USGS W.S.P 1615-H p.10~27
- J.T. Callahan 1969 Ground water Resources of An Yang chon Basin Ministry of Construction/USAID p.4~p67
- Lona S.M 1961 Methods for determining the proper Spacing of wells in Artesian Aquifer

- USGS W.S.P 1545—B p.1~16
1 1948~60, USGS W.S.P 1839
—D p.16~37
- Lohr E.W 1957 Chemical Character of Public Water Supplies of Larger cities of Alaska, Hawaii and Puerto-Rico, 1954
USGS W.S.P 1460A p.28~38
- MDC 1963 韓國水文調查書, 雨量編 Vo II p.220~223
- Watton W.C Selected Analytical Methods for well and Aquifer Evaluation State of Illinois, Bulletin 49 p.1~67
- Morris D.F 1967 Summary of hydrologic and physical properties of Rock and Soil, as analyzed by hydrologic Laboratory of the U.S. Geologic Survey
- William W.C 1967 Recharge from Induced Streambed. Water Resources Research Center, University of Minnesotata 6 p.3~21



**NAGDONG
RIVER
BASIN
DALTA
STUDY**

1974 — 1977

Head office :

48, Javastraat. The Hague The Netherlands. Telephone 469421.

Telegrams NEDECO. Telex 32095