

韓半島의 岩盤 地下水에 關한 研究

Groundwater of bed rocks in South Korean Penninsula

韓 楨 相*

Han Jeong Sang

—ABSTRACT—

More than 650 numbers of water well ranging in depth from 100M to 200M were installed in South Korean Penninsula during the last decade for the purpose of [industrial use and municipal water supply.

Those data were compiled and synthesized by writer to determine their hydrogeologic occurrences in accordance with their geologic and areal characteristics.

Rocks yielding the deep seated ground water beared in the geologic primary and secondary porosities are classified into 6 groups according to their geologic, hydrogeologic, and topographic characteristics, that are: volcanic, sedimentary, meta-sediment and/or schist, andesitic, gneissic, and granitic rocks. The order of ground water productivity of the groups is as written above.

Even granitic rocks including porphyries, granite, and intermediate and basic plutonic rocks is considered to be the most poorest ground water yielding group among 6, it's average yield from a single well with average drilling depth of 116M is about 225 cubic meters per day if it's drilling site is properly located.

Generally speaking, seizable geologic structures such as fractured, sheared, and faulted zone at the flat surface and valley center yield almost 310% more of deep seated bed rock ground water in comparision with minor structures of joints, bedding planes, and so on that are occured at high land.

50 numbers of water well drilled at crystalline rocks were specially checked and measured it's ground water yields at each drilled depth to determine each interval's productivity while hammer drilling was going on.

The results indicate that the specific capacity and yield of each water well at a depth below 70M to 80M was almost neglegible. It means that optimum well depth of crystalline rocks, except the area having seizable geologic structures, shall be not deeper than 20M.

要 旨

岩盤 地下水의 開發이 現在 國內에서 活發히 進行되고 있으나, 이들 深部 地下水를 배태하고 있는 各種 岩類에 對한 그 水理 地質學的인 產出狀態를 규명키 爲한 研究가 全無한 상태였다.

大體의으로 深部 地下水는 地下 深部에서 發達 形成된 地質學的인 一 및 二次 空隙內에 貯留된 것으로 그 產出狀態가 가장 양호한 岩類는 火山岩類, 堆積岩類, 變成堆積岩 및 片岩, 安山岩類, 片麻

* 本學會 正會員 韓瑞엔지니어링(株) 社長

岩類 및 花崗岩의 順이다.

특히 규모가 큰 斷層, 破碎帶와 같은 二次 空隙이 잘 發達되어 있는 低地帶에서의 岩盤, 地下水의 產出狀態는 규모가 작은 節理, 層理와 같은 一 및 二次 空隙이 發達된 高地帶보다 그 產出狀態가 各 岩類別로 310% 以上 높다.

특히 結晶質岩에 對한 適定井戶 深度를 求해 본 結果 그 深度는 80m이었다.

1. 序 言

本 論文은 筆者가 西紀 1973년부터 現今까지 韓半島 南部에 分布된 各種 岩石內에 賦存되어 있는 岩盤地下水資源을, 直接 調査를 실시했거나 開發하여 取得한 水理地質資料와 美極東地區 工兵團 및 筆者가 그間 중사했던 國內地下水開發業體들로부터 蒐集한 岩盤地下水資料를 綜合, 分析하여 이를 岩石別, 地域別 및 水理地質學的인 觀點에서 岩盤地下水의 產出狀態를 分類 檢討하였다.

本 論文에 利用한 深部地下水(Deep Seated ground water)의 資料는 平均 深度가 100m 以上되는 650餘個 孔에 이르며 특히 이中 結晶質岩에 設置된 50餘個 孔에 對해서는 每 掘進深度別로 地下水採水量을 測定하여 岩類別 岩盤地下水開發에 對한 最適우물 深度를 求하였다.

2. 岩盤地下水的 分類

韓半島 南部에 分布된 많은 種類의 岩石을 水理地質學的인 面에서 이를 火成岩類, 變成岩類 및 堆積岩類로 大別하고 이를 다시 그 帶水性에 따라 火成岩類는 花崗岩類와 安山岩類 및 火山岩類로 分類하고, 變成岩類는 片麻岩類와 片岩 혹은 變成堆積岩類로 分類했으며 堆積岩은 單一岩類로 分類하여 모두 6種으로 區分하였다. (Fig. 1 水理地質圖 參照)

이들 6種의 岩類를 다시 地質構造의으로 破碎帶나 斷層같은 大規模의 地質構造帶內에 貯유된 岩盤地下水와 節理, 片理 및 層序와 같은 小構造帶內에 貯유된 岩盤地下水로 區分하였다.

大體的으로 火成岩類內에 貯유된 岩盤地下水는 第三紀 以後의 局部的인 地質變動 및 斷層作用에 依해서 形成된 二次空隙이나 地殼深部に 發達되어 있던 花崗岩類의 저반이 湧기作用에 依해 地表로 서서히 露出됨에 따라 上部 하중이 減小되므로 力學的인 不均형상태에서 發生한 節理와 같은 二次空隙內에 貯유된 一種의 순환수로 이루어져 있다.

또한 이들 岩盤內의 2次 空극 이외도 地表附近에 露出된 粗粒質結晶質岩은 地下深部 깊은 곳까지 長期間 風化作用을 받아 結晶들 粒子間의 결합이 瓦解되어 透水性이 매우 양호한 二次空극을 이루므로 이들 風化帶

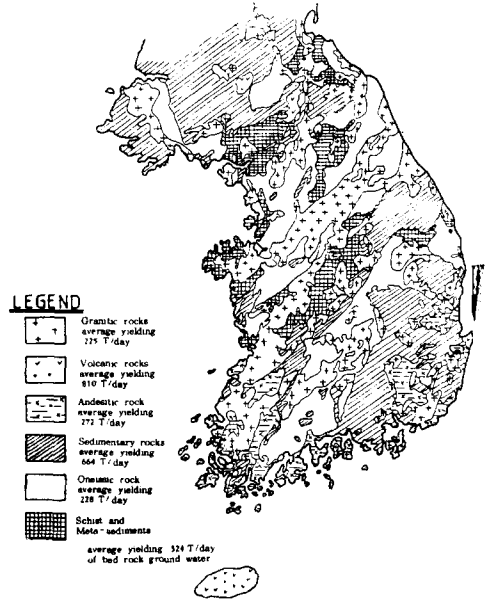


Fig. 1. Hydrogeologic Map of South Korea

는 岩盤內의 二次空극에 대해 매우 좋은 地下水의 補양源 역할을 하는 것으로 思料된다.

一般的으로 火成起源의 片麻岩과 花崗岩類는 大體的으로 비슷한 帶水性을 나타내며 두 岩類 共이 二次空극에 依해 地下水의 產出狀態가 좌우되지만 動力變成作用을 보다 많이 받는 火成起源의 變成岩이 花崗岩類보다는 그 帶水性이 약간 양호함이 立證되었다.

3. 岩盤地下水的 地質別 產出狀態

3-1. 火成岩類(Igneous Rocks)

前術한 바와 같이 火成岩類는 그 地下水 產出狀態에 따라서 이를 花崗岩類, 安山岩類 및 火山岩類로 3大別했다.

岩盤地下水의 細部地質別 產出狀態 現況은 Table. 2에 상세히 기록되어 있다.

3-1-1. 花崗岩類(Granitic Rocks)

주라기의 大寶花崗岩, 佛國寺統의 花崗岩類와 石英

斑岩, 珉長岩, 角閃岩, 煌斑岩과 같은 斑岩類와 閃綠岩, 몬조니岩, 閃長岩 및 반려암과 같은 中性 및 알기성 深成岩類 등이 本 岩類에 屬한다.

本 岩類는 그 透水성과 帶水성이 매우 不良하여 外國에서는 이를 一名 非帶水層 또는 不透水層이라 하여 岩盤地下水 產出狀態가 매우 不良한 岩類로 命名, 分類하고 있으나 韓半島內에 分布된 이들 岩類는 他國에 비해 相當量의 大小 地質構造帶인 二次空隙이 本 岩內 地下深部까지 잘 發達되어 있어 곳에 따라서는 매우 良好한 帶水성을 나타내는 곳이 許多하다.

本 岩類內에 배태되어 있는 이러한 二次空隙은 大體的으로 韓半島內에서 일어났던 新生代 에오세의 국부적인 地殼變動과 第三紀의 斷層作用 및 白堊紀末부터 第三紀初에 걸쳐 매우 서서히 發生한 隆起作用으로 花崗岩의 底盤이 地表로 露出되면서 일어난 長期間의 風化作用에 起因 形成된 것으로 생각된다.

全國的으로 本 岩類에다 約 143個孔의 深井을 設置하였으며 그 平均深度는 117m이고 平均地下水 開發量은 225m³/日이다.

특히 破碎帶와 斷層같이 大規模 二次空隙이 잘 發達된 地質構造帶나 粗粒質의 風化帶의 두께가 깊은 底地帶에서는 平均深度 135m에서 1日 平均 343m³의 深部 地下水가 67個所나 開發되었다.

이에 反해 風化帶의 두께가 얇고, 節理와 같은 小構造帶만이 發達된 高地帶에서는 平均 深度 100m에서 1日 平均 120m³의 深部 地下水가 採水되고 있다. (76個孔)

故로 本 岩類의 地下水 產出狀態도 完全히 二次空隙과 上部風化帶의 두께에 依해 左右된다고 할 수 있다.

本 岩類에 設置한 143個孔의 우물로부터 採水되고 있는 地下水量은 1日, 1個孔當 5m³에서 2,500m³에 이른다. 또한 地形的인 條件도 상당히 큰 역할을 하는데 底地帶의 產出量이 高地帶의 產出量보다 約 3.43倍 높다.

3-1-2. 安山岩類(Andesitic Rocks)

本 岩類에 屬하는 岩은 大體的으로 第三紀 以前の 安山岩(연일層群)과 流紋岩 및 응회암과 泥灰岩(백악 및 侏羅기) 등이다.

本 岩類는 比較的 節理 및 層理와 같은 小構造帶가 花崗岩類보다 잘 發達되어 있다.

특히 本 岩類는 細粒質 내지 유리質 鑛物로 構成되어 있기 때문에 그 風化帶 또한 매우 不透水性인 粘土 物質로 이루어져 있다. 故로 粗粒質의 花崗岩類가 風化帶의 深度가 깊은 곳에서 多量의 地下水가 產出되는 데 反해 本 岩類는 그렇지 못하다.

全國的으로 34個所의 深井을 掘鑿하였으며 이 中 底地帶 및 大規模 構造帶가 잘 發達된 地域은 平均 深度 75m에서 1日 495m³의 深部地下水가 產出되고 高地帶로서 小規模 構造帶만 發達된 地域은 平均深度 92m에서 1日 151m³의 地下水가 產出된다.

本 岩類에 掘鑿한 34個孔의 平均深度는 86m이며 이 때 1日 平均採水量은 272m³에 이른다.

高地帶에 設置한 深井의 產出量 範圍는 1個孔當 1日 50m³에서 400m³ 정도이나 底地帶에서는 1日 150m³에서 1,220m³에 이른다.

故로 本 岩類로 底地帶에서 產出量이 高地帶 產出量보다 約 327% 높다.

3-1-3. 火山岩類(Volcanic Rocks)

本 岩類에 屬하는 岩石은 제주도를 위시한 第四紀의 火山분출암인 玄武岩, 粗面岩, 粗面岩質 응회암과 一部 第三紀의 火山岩類로서 主로 本 岩類의 地下水 產出狀態는 高地帶나 底地帶 共히 火山碎礫物 및 용암터널 등의 有無에 依해 左右된다.

本 岩類에 掘鑿한 32個孔의 深井資料에 따르면 底地帶로서 火山쇄설층이 잘 發達된 地域은 1日 1,120m³ 以上の 大容量 地下水가 產出되며 이에 비해 高地帶은 1日 平均 220m³의 地下水만이 產出되었다.

本 岩類에 設置한 32個孔의 平均深度는 約 123m이며 그 때의 地下水採水量은 約 810m³/日로서 韓半島의 深部地下水中 產出狀態가 가장 양호하다.

제주도 지역은 비록 高地帶 地域일지라도 基底地下水面까지만 掘鑿하면 1日 平均 1,000m³ 以上の 深部 地下水開發이 可能하다.

3-2. 變成岩類(Metamorphic Rocks)

變成岩類도 그 帶水성에 따라 火成起源의 片麻岩類와 堆積起源의 變成岩과 片岩을 一種으로 하여 2大別하였다.

3-2-1. 片麻岩類

本 岩類에 屬하는 岩石은 京畿, 小白山 및 智異山 片麻岩 Complex中的 斑狀變晶質 片麻岩, 花崗岩質 片麻岩, 混成質 片麻岩, 眼球狀 片麻岩, 주입 片麻岩類가 이에 屬하여 大體的으로 火成起源의 片麻岩類이다.

本 岩類에는 約 286個孔의 深井을 設置했으며 그 平均深度 99m에서 1日 平均 地下水產出量은 228m³로서 國內 岩盤地下水中 그 帶水성이 相當히 不良한 便이다.

本 岩類에 設置한 深井 1個孔으로부터 採水되는 量은 1日 5m³에서 1,200m³에 이를 정도로 그 範圍가 광범하다.

本 岩類 分布地域中 底地帶와 大構造帶가 發達한 地域에 140個 深井을 掘鑿한 結果 平均深度 102m에서 1

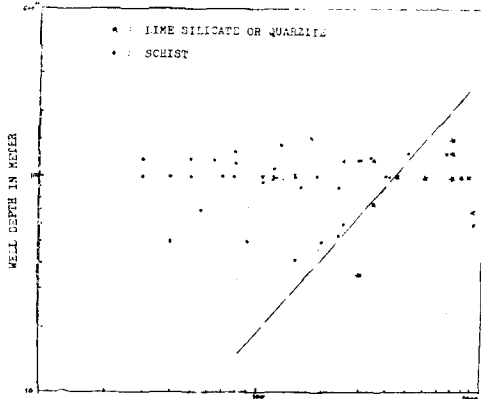


Fig. 2. Yield of Wells Drilled Into Schist.

日 平均 350m³의 深部地下水를 開發했고 高地帶와 小構造帶에 146個孔을 掘鑿한 結果 平均深度 96m에서 1日 平均 111m³의 地下水가 產出되었다.

이는 底地帶, 大構造帶가 發達되어 있는 地域이 高地帶나 小構造帶가 發達된 地域보다 地下水 產出狀態가 約 315% 정도 양호함을 의미한다.

또한 本 岩類도 花崗岩類와 마찬가지로 風化帶의 深度가 깊은 地域이 風化帶 深度가 얇은 地域보다 월등히 地下水 產出狀態가 좋다.

本 岩類가 分布된 地域은 첫째 風化帶의 深度가 깊고, 底地帶이며 大構造帶가 잘 發達된 地域만이 相當量의 地下水開發이 可能하다.

특히 本 岩類 分布地域에서 上記 條件에 부합되지 않는 地域에나 深井을 設置하면 소위 말하는 Dry Hole 이 발생할 가능성이 많다.

3-2-2. 片岩 및 變成堆積岩類(Schist and Meta-Sediment)

遠南層群 및 平海層群의 各種 變成堆積岩과 沃川層群의 含礫千枚岩, 硅質碎屑岩, 瑞山層群의 硅岩 및 京畿 Complex의 硅質 石灰岩 및 各種 片岩類가 本 類의 岩石에 屬한다.

本 類의 岩石中 硅質 石灰石과 片岩內에 협재된 硅岩은 매우 透水性이 양호한 帶水層을 이루며, 간혹 片岩內에 협재된 黑鉛層도 비교적 양호한 帶水層을 이룬다.

Fig. 2에서와 같이 本 岩類에 設置한 50餘個孔의 深井資料에 依하면 1日 100m³ 以下의 地下水를 產出하는 곳은 全體의 20%, 100m³/日~200m³/日은 28%, 200m³/日~500m³/日은 28%, 500m³/日 以上의 深部地下水를 產出하는 곳은 全體의 20%에 해당한다. Fig. 4에서 斜線 右測은 모두 硅質 石灰石 및 硅岩이 發達

되어 있는 곳에 設置한 深井 採水量을 表示한 것이다.

故로 上記 두 種類의 岩石이 發達되어 있는 곳은 우물 深度의 제한없이 1日 300m³~1,000m³ 深部地下水 開發이 可能하였다.

本 岩類에 總 28個孔을 底地帶와 構造帶가 發達된 地域에 掘鑿한 結果 平均 深度 97m에서 1日 約 461m³의 深部地下水를 開發했으며 이에 반해 高地帶 및 小構造帶가 發達된 地域은 平均 深度 97m에 1日 約 149m³의 深部 地下水만이 產出되었다. (22個孔 設置)

本 岩類도 他 岩類와 同一하게 地質構造帶와 地形條件에 따라 그 產出量의 差異가 심하나 前述한 마와 같이 構造帶나 地形條件에 關係없이 本 岩類는 硅質 石灰岩이나 硅岩이 發達되어 있는 地域은 多量의 深部地下水開發이 可能하다.

半島 南部에 總 50個孔의 深井을 本 岩類에 設置했으며 그 平均深度는 98m이고, 平均地下水 採水量은 1日 324m³이다.

또한 底地帶와 大構造帶 地域의 產出量은 高地帶 및 小構造帶地域의 產出量에 비해 約 309% 높다.

이번 調查結果에 依하여 國內 結晶岩中에서 가장 地下水產出率等이 높은 岩은 火山岩類이고 그 다음이 順序의으로 片岩 및 變成堆積岩類—安山岩類—片麻岩類 그리고 花崗岩類의 序이다.

3-3. 堆積岩類(Sedimentary Rocks)

本 岩類는 古生代의 三陟系, 上東系, 古木系, 鐵岩系, 黃地系, 慶尙系 等の 海成 및 陸成堆積層이 모두 本 類에 屬하며 本 岩類에는 平均深度 129m에 이르는 約 92個孔의 深井을 設置하였다.

本 岩類의 底地帶는 總 44공, 平均深度 116.5m에 1日 平均 816m³의 地下水가 產出되는 반면 高地帶에 설치한 48個孔의 경우, 平均深度 140.7m에 1日 平均 525m³의 深部地下水가 產出된다. 故로 底地帶와 高地帶 사이의 산출량의 差異는 150% 정도로 他 岩類에 비해 그 幅이 相當히 좁다. 이는 他 岩類가 風化帶의 심도가 비교적 깊고, 二次的인 動力變成作用에 依해 발생한 2次空隙에 深部地下水가 多量 賦存하기 때문에 저지대에서 產出량이 고지대의 것보다 크게 나타나나 本 岩類는 岩石이 生成될 當時에 生成되어 있던 一次空隙이 二次空隙 못지 않게 帶水性에 큰 역할을 하고 있기 때문이다.

本 岩類에 設置한 92個孔의 平均 深度는 129m이고 平均 採水量은 664m³이며 1個孔當 產出量은 65m³/日~2,000m³/日에 이른다.

4. 岩盤地下水的 地域別 產出狀態

全國을 서울, 京畿道, 慶尙北道, 慶尙南道, 江原道, 全羅北道, 全羅南道, 忠淸北道, 忠淸南道 및 제주도의 10個 行政區域으로 分類하여 各 地域別로 設置된 岩盤地下水的 水理地質學的인 性格을 分類하였다. 各 地域別 地下水 產出狀態를 Table 1에 상세히 수록하였다.

4-1. 서울地域

서울地域에 分布된 岩石은 大體的으로 花崗岩類와 片麻岩類가 大宗을 이루고 있으며 總 102個孔을 設置하였는 바 그 平均深度는 107m이고 岩盤地下水的 平均 採水量은 213m³/日이다.

本 地域에 設置한 深井의 平均比揚水量(Specific Capacity)은 4.31m³/日/m이며 平均深度 107m에서 1個孔當 岩盤地下水的 採水量은 5m³/日에서 1,200m³/日로 그 範圍가 매우 광범위하다. 또한 本 地域은 風化帶나 非固結堆積物의 두께가 比較的 깊은 麻浦區, 永登浦區 및 西大門區가 가장 岩盤地下水 產出狀態가 良好하여 各 深井의 平均比揚水量이 4.84~12.3m³/日/m에 이르나 花崗岩類만 分布되어 있는 中區地域은 그 比揚水量이 0.41m³/日/m로 他 地域의 10% 밖에 되지 않는다.

本 地域의 深部 岩盤地下水는 大體的으로 硬度가 낮아(50~100ppm) 風呂의 난방用水와 高地帶 주거지역의 生活用水로 많이 利用되고 있다.

4-2. 京畿道地域

京畿道地域에 分布된 岩石은 多様하여 花崗岩類, 片岩類 및 片麻岩類가 그 대부분이며, 서울을 中心으로 工業地域이 많이 산재해 있어 大部分 工業用水를 確保 利用키 위해 多量의 岩盤地下水를 開發 利用하고 있는 實情이다.

本 地域은 平均深度 101m에 이르는 總 251個孔의 深井이 開發되어 利用되고 있으며 平均產出量은 1日 236m³이고 平均比揚水量은 3.48m³/日/m이며 平均深度 101m에서 1日, 1個孔當 開發量은 5m³에서 1,200m³에 이른다.

京畿道地域中 가장 透水性과 帶水性이 양호한 地域은 단양市이며, 本 地域은 京畿 Complex의 縞狀片麻岩과 珪岩이 널리 發達되어 있어, 上記 珪岩은 매우 좋은 帶水層의 역할을 한다.

안양市는 平均深度 121m에 1日 平均 350m³의 岩盤地下水를 開發하고 있으며 그 比揚水量은 6.48m³/日/m이나 된다.

京畿道地域中 가장 帶水性이 不良한 地域은 黑雲母 縞狀片麻岩이 널리 分布된 城南市地域이며 平均深度

119m에 1日 平均開發量은 68m³ 정도이고 비양수량은 0.83m³/日/m이다.

4-3. 慶尙道地域

慶尙北道 全地域 平均深度 125m의 深井 105個孔을 設置했으며 平均開發量은 1日 1個孔當 581m³에 이른다.

本 地域에 分布된 岩石은 慶尙系 堆積岩을 비롯하여 포항地域의 第三紀層 및 구미 金泉地域의 花崗岩에 이르기까지 岩種은 多様하나 105個孔의 深井中 80餘個孔이 堆積岩地域에 設置된 것이므로 本 地域의 岩盤地下水的 資料는 堆積岩의 것으로 보아도 무방할 것이다.

특히 本 地域中 慶尙系 堆積層이 널리 分布된 大邱, 월배, 慶山地域에는 66個孔을 開發하였으며 그 平均深度는 145.5m에 地形的인 고려를 하지 않고서도 1日 平均採水量이 565m³에 이른다.

其他 沖積層과 같은 非固結 堆積層의 두께가 깊고 第三紀 堆積層이 널리 分布된 포항地域은 平均深度 57m에 1日 地下水產出量이 802m³에 이르므로 韓半島 南部에 分布된 慶尙系 朝鮮系 및 大同系를 위시한 堆積岩類에서 深部岩盤 地下水開發은 地域的인 제한을 받지 않고 同 岩石의 分布地에서는 多量의 用水開發이 可能하여 生, 工. 用水로서의 岩盤水開發이 기대된다.

慶尙南道 地域은 釜馬地區를 위시하여 本 地域에 平均深度 79m에 이르는 深井 45個所를 掘鑿하였으며 이 때의 平均深部 地下水開發量은 1日 約 303m³에 이르고 그 比揚水量은 3.36m³/日/m이었다.

4-4. 忠淸道地域

本 地域에 分布된 岩石은 花崗岩類, 片岩類를 위시해서 모든 種類의 岩類가 分布되어 있으며 이 中 忠淸南道는 總 50個孔의 深井을 開發했다.

50個孔의 平均深度는 137m이고 平均採水量은 287m³/日이었으며 比揚水量은 1.63m³/日/m로서 1個孔으로부터 開發possible한 量은 1日 30m³에서 700m³에 이른다.

忠淸北道는 總 18孔을 開發했으며 平均深度 94m에 平均地下水開發量은 383m³/日이었다.

4-5. 全羅道地域

本 地域에는 總 44個孔의 深井을 設置했으며 全南地域은 35個孔을 開發했고 平均深度 68.5m에 平均產出量이 424m³/日이며 比揚水量은 7.38m³/日/m로 比較的 岩盤地下水的 帶水性이 양호하나 全北地域은 9個孔 平均우물深度 74m에 平均產出量이 65.5m³/日로써 全南地域의 岩盤地下水 產出量의 15.5% 정도이다.

本 地域은 平均深度 70~74m에서 1個孔當 開發possible한 地下水量은 20m³/日에서 1,300m³/日에 이른다.

4-6. 江原道地域

本 地域에 分布된 岩石은 花崗岩類, 片麻岩類 및 朝鮮系 堆積岩이 널리 分布된 地域이다.

本 地域은 平均深度 110m인 深井을 9個 設置하였으며 이 때의 平均採水量은 1個孔當 1日 390m³이고 比揚水量은 2.21m³/日/m이다.

특히 朝鮮系 堆積岩 地域은 60~180m 深度에서 1日 採水量이 700m³에서 1,5000m³에 이른다.

4-7. 제주도地域

제주도地域은 全地域이 火山岩類로 構成되어 있다. 각 地域에 設置한 22個孔의 平均深度가 134m로써 이 때의 1孔當 平均採水量은 약 1,067m³이다.

그러나 해발표고가 낮은 底地帶는 平均深度 30m~150m 사이에서 1日 平均 1,000m³ 以上の 基底地下水 開發이 可能하고 한편 高地帶에서는 300m 掘進하여 300m³/日~500m³/日의 上部 地下水를 火山碎屑層에서 開發 可能하다.

5. 結晶質岩의 最適우물深度

國內 結晶質岩에다, 平均深度 100m에서 150m에 이르는 50個孔의 深井을 試掘하면서 每掘進深度別로

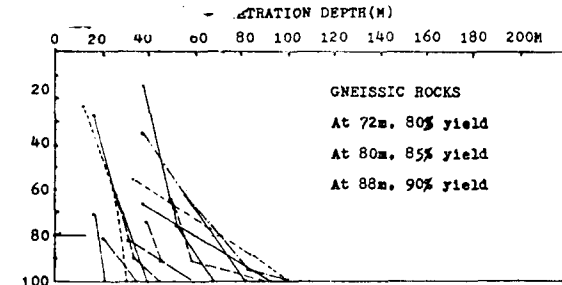


Fig 3-1

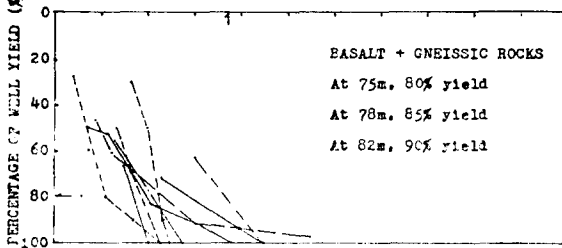


Fig 3-2

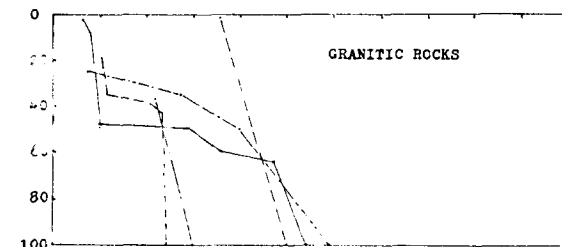


Fig 3-3

地下水採水量을 測定하여 掘進深度別 地下水採水量을 求해본 結果를 岩種別로 圖試化한 것이 Fig. 3-1, Fig. 3-2, Fig.3-3이다.

上記 圖는 1個 深井의 最大深度에서 鑿井完了後 產出되는 地下水量을 100%로 取했을 때(Percentage of Well Yield), 各 深度別로 產出되는 地下水量을 測定하여 이를 百分率로 表示한 것이다.

Fig. 3-1은 片麻岩內에 設置한 14個 深井에서 測定한 深度別 採水量을 나타낸 것으로 우물심도 72m 地點에서 採水되는 水量은 最大地下水 產出量의 80%에 해당하는 량이며, 80m 地點에서는 最大產出量의 85%가, 88m 地點에서는 最大量의 90% 以上이 產出되고 있음이 確認되었다.

Fig. 3-2는 玄武岩이 片麻岩을 얇게 被覆하고 있는 地帶에서 測定한 深度別 採水率을 圖試化한 것으로 本地帶에서도 深井을 平均 130m씩 掘진했으나 75m 地點에서 最大 產出量의 80%가, 78m 地點에서 85%, 그리고 82m 地點에서 最大產出量의 90%가 產出되었음을 알 수 있다.

花崗岩 地帶에서 5個孔에 對해 試驗을 實施한 結果는 Fig. 3-3과 같으며 掘진심도별 採水率이 相當히 높 掘진하였다.

國內 結晶質岩은 大體의으로 地下 深부에 발달된 節理 斷層 等과 같은 二次空隙이 地下水 함유원과 連結되어 이들이 有效空隙의 역할을 할 때 相當量의 深部 地下水가 產出되는데 금번 調查結果에 依하면 結晶質岩은 地下 80m 以下에서 이러한 二次有效空隙의 發達이 극히 빈약함을 알 수 있었다.

이를 確認키 爲해 Fig. 3-2와 같이 結晶質岩의 掘진심도 증가에 따른 比揚水量(Specific Capacity)의 變化를 測定하여 掘진심도에 따른 比揚水量과의 關係를 나타내는 圖表를 作成해 보았다.

國內 結晶質岩 風化帶의 深度는 平均 5~20m 정도이다.

故로 Fig. 3-2는 20m 下部에서 每 1m 우물심도를 증가시킬 때마다 증가되는 地下水量을 m³/日로써 表示한 것이다.

Fig. 3-2에 依하면 우물의 深度가 증가함에 따라 比揚水量은 급격히 감소되며 특히 減少率이 가장 급격한 地點이 70m 以下로서 그 以下 深度에서는 有效 二次空隙이 거의 없음을 意味한다.

大體의으로 地表下 30m 地點에서 1m 掘진당 比揚水量의 값은 0.16m³/日/m에서 0.76m³/日/m이었고, 40m 地點에서 그 값은 0.1m³/日/m에서 0.5m³/日/m이며, 60m 地點에서는 0.04~0.21로 현저히 그 값이

減少하다가 그 以下 地點에서는 比揚水量的 값이 거의 제로(0) 狀態이다.

故로 國內 結晶質岩中 花崗岩類, 片麻岩類, 安山岩類 및 片岩類와 같은 岩石은 特異한 대규모의 地質構造帶가 發達되어 있지 않고서는 地表下 70m 以下에서 二次 有効空隙을 多量 기대하기는 어렵고 比揚水量的 증가율도 거의 全無한 實情이므로 深部地下水開發을 위해 70m~80m 以上 掘鑿하는 것은 非經濟的이며 無意味하다.

6. 結 言

韓半島 南部에 設置한 650領僱孔의 深井資料를 分析한 結果에 依하면 가장 地下水 產出狀態가 양호하고 帶水性이 좋은 岩類로 火成岩類의 火山岩類로서 平均採水量이 1個孔當 810m³/日이고 그 다음이 堆積岩類로서 平均深度 129m에서 그 產出量이 664m³/日이다.

國內 各種 岩類를 帶水性이 양호한 順序別로 나열하면 火山岩類, 堆積岩類, 片岩 및 變成堆積岩類, 安山岩類, 片麻岩類 및 花崗岩類의 順이다.

堆積岩과 火山岩類를 除外한 其他 結晶質岩은 大部分이 動力變成作用과 風化作用에 依래 形成된 二次 有効空隙의 發達 정도에 따라 地下水 產出狀態가 크게 달라진다.

大體的으로 同一한 地質礦物學的인 性格을 가진 岩類도 動力變成作用을 많이 받은 岩石이 적게 받은 岩石보다 帶水性이 훨씬 양호하다.

또한 岩盤地下水의 產出狀態는 地形的인 條件에도 크게 影響을 받고 있어 底地帶가 高地帶보다 그 產出量이 約 310% 크다.

結晶質岩에서 掘進深度別 比揚水量的 變化를 測定해 본 結果 深度가 증가함에 따라 比揚水량은 현저히 減少되는 現象을 보이고 있으며 특별한 大規模 地質構造가 發達되지 않은 小構造帶는 地表下 70~80m 以下에서 地下水 產出狀態가 거의 全無한 狀態이므로 國內 結晶質岩에서 最適우물深度는 最大 70m~80m이라고 할 수 있다.

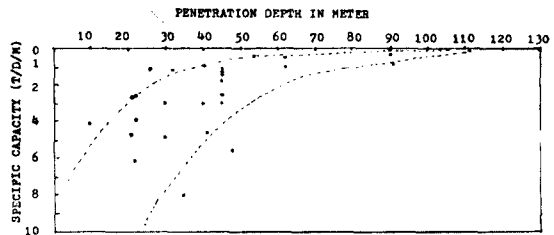


Fig. 4. The Relation Between Specific Capacity and Well Depth

Table 1. 地域別 岩盤地下水現況 (Local Groundwater Status of Bed Rock)

가. 서울地域(Seoul)

1980.7. 現在

지 道	역 市 · 郡		孔 數	平均深度 (m)	平均開發量 (m ³ /D)	比揚水量 (m ³ /D/m)	범 위 (m ³ /D)	地 質
서울市	中 區	鍾 路 區	7	136.5	50.6	0.41	25~ 80	Granite
		麻 浦 區	3	150	93	0.87	20~ 210	Granite
	江 南 區	永 登 浦 區	4	100	620	12.3	80~1,200	Gneiss, Alluvium
		城 東 區	14	97	167	2.97	20~ 510	Gneiss
	城 北 區	道 峯 區	33	105	270	4.84	15~1,000	Schist Alluvium
		용 산 區	5	44.6	308	17.7	10~ 600	Gneiss
	西 大 門 區	觀 악 區	4	158	31	0.25	5~ 80	Granite
		東 大 門 區	3	100	56.6	0.7	40~ 80	Granite
	江 西 區	小 計	3	140	51	0.55	15~ 120	Gneiss
		小 計	7	108.3	354	6.75	25~ 900	Gneiss
	小 計	小 計	6	124	75	0.74	20~ 150	Gneiss
		小 計	8	96	211	2.8	180~ 273	Granite Alluvium
	小 計		5	91.6	100	1.23	40~ 120	Gneiss
小 計		102	107.6	213.3	4.31	5~1,200		

나. 京畿道地域(Kyong Ki Do)

지 道	역 市 · 郡		孔 數	平均深度 (m)	平均開發量 (m ³ /D)	比揚水量 (m ³ /D/m)	범 위 (m ³ /D)	第 質
京畿道	부평	평천	12	97.6	155	1.64	90~ 200	Gneiss
	부평	천천	13	105.4	216.5	2.88	40~ 400	Gneiss, Schist, Granite
	신성	갈남	7	122.85	127.1	1.6	50~ 320	Gneiss
	성남	남남	7	118.8	67.8	0.83	10~ 160	Gneiss
	관동	교교	3	61.3	113.3	3.87	100~ 125	Gneiss
	명주	검곡	5	106	207	2.4	35~ 350	Gneiss
	부곡	곡곡	4	105.5	250	3.71	60~ 680	Gneiss
	수원	원원	22	113.9	316.3	4.77	50~ 800	Granite, Gneiss
	반월	월월	12	103.4	408.3	6.0	80~1,000	Schist
	공인	인인	15	101.4	135.3	1.79	16~ 340	Gneiss
	군포	포포	6	140	270	0.93	70~ 600	
	안양	양천	30	121	350.6	6.48	15~ 800	Gneiss, Quartzite
	인기	기계	11	86.9	165.1	1.08	30~ 600	Granite
기소	소계	104	91	221.7	3.25	5~1,200		
		251	101.7	236.3	3.48	5~1,200		

다. 慶北地域(Kyong Sang Buk Do)

지 道	역 市 · 郡		孔 數	平均深度 (m)	平均開發量 (m ³ /D)	比揚水量 (m ³ /D/m)	범 위 (m ³ /D)	地 質
	大邱	邱邱	39	146.15	644.8		50~1,600	Sh. S.S
	大邱	백산	19	138	463		65~1,500	
	경주	산미	8	160.25	423.75		250~ 700	
	포항	미항	15	99.8	586.7		80~2,500	Alluvium
	포항	항항	11	57	802.5		169~1,779	
	기타	지역	10	106.1	159.5		32~	Sh. S.S
	칠성	칠곡	3	134.3	1,500		1,200~2,000	
	소계	계계	105	125.6	581.5		32~2,000	

라. 慶南地域(Kyong Sang Nam Do)

지 道	역 市 · 郡		孔 數	平均深度 (m)	平均開發量 (m ³ /D)	比揚水量 (m ³ /D/m)	범 위 (m ³ /D)	地 質
	馬山	山山	10	95	191	2.92	50~ 600	Granite, Andesite
	釜山	山山	13	84.2	341.2	1.69	90~1,220	
	기타	지역	22	63.9	333	4.54	30~1,200	Granite S.S
	소계	계계	45	78.7	303.8	3.36	30~1,220	

地	域	孔 數	平均深度 (m)	平均開發量 (m ³ /D)	比揚水量 (m ³ /D/m)	범 위 m ³ /D	地 質
마. 忠	清南道	50	136.6	286.7	1.63	30~ 700	
마. 忠	清北道	18	93.7	383.3		35~ 700	各種岩石
사. 全	羅南道	35	68.5	424	7.38	30~1,300	Granite, Gneiss,
사. 全	羅北道	9	74	65.5	1.02	20~ 100	Gneiss 火山岩
자. 江	原道	12	110	390	2.21	70~1,500	
차. 濟	州도	22	134.4	1,067		300~1,800	Basalt

※ 地形 條件 설명
 A: Local Depre Ssion
 B: Flat Surface
 C: Hill Top

D: Hill Side
 E: Terrace
 G: Gully Center
 V: Valley Flat

Table 2. 岩石別岩盤地下水現況
 (Status of Bed Rock Ground Water/Geology)

1980年 7月 現在

岩 種	地 質 構 造	孔 數	平均平均	開發量	범 위	비 고	
Geology	Structure	No of Hole	Depth(M)	Yield(T/D)	Range	Remarks	
Igneous Rock	Granitic Rock	저지대및지질구조	67	135.4	343	60~2,500	343%
		소 구 조	76	100	120.4	5~ 600	
		小 計	143	116.7	224.8	5~2,500	
	Andesitic Rock	저지대및지질구조	12	75.4	495	150~1,220	유문암 tuff 포 함 327%
		소 구 조	22	91.8	151	50~ 400	
		소 계	34	86	272.5		
Volcanic Rock	저지대및지질구조	21	117	1,120	60~1,800	509%	
	소 구 조	11	134	220	70~ 550		
	소 계	32	122.8	810.6			
Metamorphic Rock	Gneissic Rock	저지대및지질구조	140	102	350	16~1,200	315%
		소 구 조	146	95.3	111	5~ 432	
		小 計	286	98.7	228		
	Schist or Metasediment	저지대및지질구조	28	97.3	461.6	57~1,000	309%
		소 구 조	22	99.2	149.3	30~ 500	
Sedimentary Rock	Sedimentary Rock	저지대및지질구조	44	116.5	816	169~2,000	155%
		소 구 조	48	140.7	525	65~1,500	
		소 계	92	129.1	664		

참 고 문 헌

- Han, J.S. 國內 얇은 우물의 우물水頭損失에 관한 研究, 지질학회지 1978, Vol. 14, No. 1, p. 1~4.
- Han, J.S. 1977, 補助水資源으로서의 地下水資源, 지질학회지, Vol. 13, No. 3, p. 213~218.
- Han, J.S. 1976, 琴湖江流域 地下水資源, 물자원, Vol. 9, No. 4, p. 9~23.
- Han, J.S. 및 1969, 安養川流域 地下水資源.
- J.T. Callahan, 建設部/USAID, p. 67~94.