

地下水探查에 관한 小考

A Note on Grandwater Investigation

編輯部

旱害常習地帶는 水利條件이 不良한 地帶이어서 地表水 淺層地下가 다 같이 그 惠澤을 받을 수 없는 곳이 많다. 그러므로 可及의이던 灌溉水源으로서 貯水池를 築造하는것이 灌溉用水 不足地帶에는 第一 좋은 方策으로 生覺된다. 그러나 深淺地下水에 依한 水源開發은 灌溉用水 不足을 解消할 수 있는 한 方策이며 未開發地 其他 畚用水 不足地帶에도 適用할 수 있을 것이다. 이러한 境遇 地下水의 賦存機構 및 地下水量 算定이 問題로 된다. 即 滯水層의 位置 種類 透水係數 두께 分布範圍 不透水層 位置 形態를 밝혀서 이것으로서 地下水量을 算定할 必要가 있다. 測水調査가 可能할 境遇에는 地形 地質로서 어느 程度의 判斷을 내릴 수 있으나 地下水位가 깊은 곳에서는 우물이나 地下水의 露出이 적으므로 地下水算定에 困難하다 더욱이 深層地下水에 關하여는 既往의 資料도 없고 어찌할 수 없는 境遇가 많다. 이와같은 地質條件인 土質에서 깊은 우물을 直時 판단하는 것은 極히 危險한 處事이며 失敗率이 많은 것이다. 따라서 從來에는 最初부터 試驗에 依하여 確認하였으나 試掘은 相當한 時間과 金額의 經費를 要함에도 不拘하고 그 얻은 結果는 다만 그 位置의 地下水位를 아는데 끝이고 地下水 賦存狀態를 捕捉함은 困難한 것이다. 따라서 廣範圍하게 여러번 試掘을 해야만 된다. 最近에는 이와같은 缺陷은 電氣探查로써 除去할 수 있게 되었다. 即 地質 地下水露出이 적은 地帶 扇狀地 등에 있어서도 測定結果의 比抵抗을 地質學 水文學의으로 解釋함으로써 地下水層의 位置 深度 滯水層의 두께 등에 對하여 判斷을 내려서 滯水層이나 基礎의 形態를 分明히 할 수 있다. 그러나 電氣探查는 地層의 種別 두께 등의 靜的狀態는 判定할 수 있으

나 直接 地下水의 流動量을 推定할 수는 없다. 이와같은 電氣探查의 缺點을 補完하려면 放射能에 依한 探查法을 利用해야 한다. 從來 어느 地域의 地下水量算定에는 水文學의 試算法과 地質斷面의 透水度로써 求하는 方法이 있다. 그러나 깊은 우물에 依한 深層地下水利用에는 鑿井地點의 選定이 重要한 問題로 된다. 鑿井位置는 透水斷面中에서 透水係數가 가장 크고 또 滯水層이 두꺼운 곳이 適地로 生覺되는 것이다. 그러므로 地下水量 算定法으로서는 地質斷面に 있어서의 透水度算定法이 잘 利用된다. 이 方法은 既設우물 試掘孔 등의 地下水位 測定으로서 地下水의 流動方向 即 最急기울기의 方向을 求하여서 色素 電解物質을 投入하여 二點間의 地下水의 眞流速 V 를 測定하고 이것으로 假流速 V' 를 求하여 다음에 試掘 또는 電氣探查에 依하여 透水斷面을 求하고 地下水量 Q 는

$$Q = V_0 PA = Va \quad \text{即 } P = \text{有効空隙率}$$

로서 求한다. 이때 滯水層의 有効空隙率을 求하는 것은 여러가지 技術的 觀點이 있다. 또 直流流速 V_0 測定에는 多量의 色素 電解物質을 投入하지 않으면 吸着 擴散으로 因하여 檢出되지 않을 境遇가 많고 다음과 같은 問題가 생긴다. 多量의 藥品을 溶解하기 때문에 小口徑의 打入井에서는 管內의 地下水位가 異狀하게 上昇하여 地下水의 기울기가 甚하게 되어 Density current가 顯著하게 크게 된다. 또 檢出基準이 어렵고 到達時間으로서 濃도가 크게 되기 始作하는 올라올 때를 取하느냐 最大點을 取하느냐가 問題이다. 或은 探水하여 限度를 決定할 境遇에는 檢出能力이 不良하기 때문에 多量의 試料를 採取할 必要가 있으므로 管內의 地下水位는 低下하여 地下水 기울기가 變化하여 誤差가 커지는 缺

點이 있다. 地下水量 算定法에는 以上外에 揚水 試驗에 依하는 方法도 있다. 그것은 地下水를 퍼 내어 透水係數K를 求하여 Daroy 公式으로서 地下水量Q를 求한다.

$$Q = KIA$$

I—地下水의 기울기

A—斷面積

그러므로 地下水位가 깊은 곳에서는 揚水펌프 關係上 試驗程度의 鑿井口徑으로서 揚水가 不可能하므로 本工事와 거의 같은 모양의 試驗 우물을 팔 必要가 있게 되어 時間 및 經費面으로서 簡易하게 試驗하기 어려운 缺點이 있다. 그래서 同位元素를 利用하여 上記 두 方法을 쓰지 않고 低廉하고 工事도 容易한 小口徑의 試驗 試驗을 利用하고 또 色素法과 같은 缺點이 없는 稀釋法을 地下水流速測定法에 應用하고 다시 透水層斷面 判定에 r線源을 써서 散亂의 強弱에 따라 透水度 및 透水斷面決定을 보다 正確하게 하고 電氣探查로서는 解決 못짓는 것을 放射線利用으로서 解決되고 地下水量算定の 精度를 向上시키려는 것이다. 山岳地帶의 地下水開發은 그 基盤岩의 틈간 것을 期待하는 以外에 別手段이 없는 것이다. 岩石이 틈간 것은 그 成因에 따라 形狀規模가 여러가지로 變化하고 있으나 地殼變動即 斷層에 依하여 생기는 틈은 顯著하다. 一般으로 틈간 中の 地下水量은 적은 것이 普通이나 斷層에 依한 것은 例外이어서 山地帶에서는 唯一한 地下水源으로 되는 것이다. 이와같이 斷層에 따르는 地下水는 從來 物理探查 特히 電氣探查의 活躍分野이었으나 單一岩質中の 潛在斷層은 比抵抗值의 變化가 적고 그 發見이 困難함이 많다. 日本의 胡令氏는 岩石의 透水度와 自然放射線과는 密接한 關係가 있어서 堤基盤의 自然放射能이 강한 地帶는 漏水脈을 形成하고 있음을 分明히 하였다. 또 典型的인 用水不足地帶에서 表層部의 線強度가 큰 潛在斷層이 地下水脈을 形成하고 있고 이 斷層의 延長線에 地下水가 豊富한 源泉이 있음을 指摘하였다.

同位元素에 依한 地下水量測定法

1. 測定理論

放射性 同位元素의 崩壞는 다음 法則에 따라

行한다.

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

여기서 N_0 는 어느 時刻에 있어서의 放射性 同位元素의 全原子數

N 은 그 時刻에서부터 時間 t 를 經過한때 殘存하는 放射性 同位元素의 原子數 λ 는 崩壞定數이다. 위 式을 微分하면

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \text{으로 된다.}$$

따라서 崩壞速度 또는 放射能의 強度는

$$-\frac{dN}{dt} \text{ 即 單位時間에 崩壞되는 原子數}$$

로서 表現한다. 또 崩壞速度에 依하여 決定되는 放射能의 強度와 一般的인 放射線計測裝置의 應答과의 사이에는 다음 關係式이 成立된다.

$$I = Y \frac{dN}{dt}$$

I는 單位時間의 計數值로서 計數率(counting rate)

Y는 計數收率(counting yield)

Y는 放射線의 種類 線量率 測定時의 幾何學的 條件등의 函數이며 同一測定에서 同種의 同位元素의 放射線을 測定하는 境遇에는 放射線의 強度가 大端히 틀리지 않으면 같은 것으로 看做할 수 있다. 只今 同種類의 同元素가 있는 두개의 放射性試料를 同一한 測定器에서 同一한 幾何學的 條件으로서 測定한다면 다음과 같은 關係式을 誘導할 수 있다.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\left(\frac{dN}{dt}\right)_1}{\left(\frac{dN}{dt}\right)_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

即 各其의 計數率 I의 比는 各其의 同位元素의 數N의 比와 같게 된다. 이 關係式으로서 λ 의 崩壞定數 X 計數收率 Y를 알지 않아도 測定한 計數의 相對值가 存在한다. 따라서 測定이 어려운 放射能의 絕對值는 必要없고 어느 一定한 標準試料와의 比較測定으로서 되는 것이다. 깊은 우물 속에서 地下水流速을 求할려면 同位元素溶液이 自由로이 流出하는 容器를 使用하여 어느 深度의 初期의 放射線強度 S_0 인 同位元素溶液이 地下水流에 流出되어 어느 一定한 時間後에 比放射能이 St 로 變化한다면 放射能의 稀釋

率 D는 다음식으로서 求하게 된다.

$$D = \frac{St}{S_0}$$

여기서 D와 地下水流速과의 사이에 어느關係式이 成立된다면 同位元素에 依하여 任意의 地下水流速 V를 求할 수 있다.

2. 同位元素의 選定

地下水流에 同位元素를 使用할 境遇에는 特別 健康管理 衣服 其他 環境의 汚染에 對한 注意가 必要하며 最大許容量以下에서 實驗을 하는 것이 必要하다. 同位元素選定에 있어서 다음 性質의 것이 必要하다.

- 1) 人體의 放射能障害에 對한 危險性이 낮은것
- 2) 保健衛生 및 實驗操作上 半減期가 짧은것
- 3) 可及의 Deosity cuneat의 性質을 갖지 않은것
- 4) 地下水中の 溶解物質과 吸着 또는 化學反應을 이르지 않는것.
- 5) 煩雜한 分析操作을 必要로 하지 않는것
- 6) 測定精度로서 β線에너지는 0.6MeV 以上の 可及의 높은 것이 좋고 또 γ線을 同伴하는 것이라면 파이무벽의 外壁에서 測定할 수 있는 利點이 있다.

以上으로 同位元素로서는 Sr^{89} Rb^{86} 및 I^{131} 이 이 種類의 實驗에 推獎되고 있다. 그러나 Sr^{89} 는 뼈에 對한 親和性이 커서 水中許容量은 낮고 $7 \times 10^{-6} Mc/cc$ 로 되어 있어서 人體障害에 對한 危險도가 크다. 또 I^{131} 도 $6 \times 10^{-5} Mc/cc$ 로서 不適當하다. 이와 反對로 Na^{24} 의 可溶性 無機鹽類를 使用하는 것은 다음 理由로서 가장 適當하다

- 1) 飲料水의 最大許容濃도가 $8 \times 10^{-3} Mc/cc$ 로서 上記 同位元素보다 높다.
- 2) 에너지가 높은 γ線(1.36 및 2.75MeV) 1.39MeV의 β線을 放射하여서 檢出도가 높다.
- 3) 半減期가 15時間이어서 짧고 健康管理 및 實驗上의 操作에도 取扱이 容易하다.
- 4) 물에 對하여 溶解되므로 均一하게 溶解되어 Tracer 溶液의 調製가 容易하다.

自然放射能에 依한 斷層 및 斷層地水脈의 探查 放射性元素 即 우란 및 트리움과 같은 放射性元素의 地球上의 分布는 그 原子量이 크므로 그 化合物의 比重이 크게 되어 重力의 中心部에 集中하는 것으로 生覺된다. 大氣中에도 放射性元素가 存在함은 J. Lester와 H. Geiter에 依하여 確認되었고 大氣는 에마치온 및 그 壤變에 依하여 生기는 에마나치온 諸元素를 含有하고 있다. 그리고 諸元素의 大部分은 라돈 및 二壤變生成物이고 트론이 약간 있다. 大氣中の 라돈 含有

量은 地表上에서 멀어짐에 따라 減少되는 傾向이 있다. 即 海上 및 높은 空中으로 됨에 따라 激減한다. 이런 事實로서 우란系 및 트리움系元素는 極히 廣汎하게 地表物質中에 存在하고 있음이 明白하다. 地表下 약간 같은 土壤中에 停滯하고 있는 地中 空氣에는 地上 空氣에 比하여 顯著하게 라돈含有量이 많은 境遇가 있다. 地表部에 放射線檢出部를 두어서 放射線이 計數되는 것은 土壤中에 集中된 放射性鹽類가 地表附近의 土壤中에 風化物로서 沈積된 境遇나 或은 라돈이 岩石等에서 上昇하여 平衡狀態를 保存한 境遇도 生覺된다. 이 作用은 單獨으로 이루어지는 것이 아니고 兩者混合하여서 生成되는 것으로 生覺되며 그 放射性物質의 上昇 및 沈積은 地質構造에 따라 左右된다. 即 地層의 龜裂이나 더 큰 地殼變動—斷層等を 同伴하면 깊은데 있는 放射性物質은 地表에 나오기 쉽게 되는 것이다. 또 土壤의 孔隙 含水量 組成等の 諸因子가 여기에 加하여진다. 따라서 斷層附近에 있어서는 放射性元素가 二次的으로 地球化學的인 循環을 하고 있음이 容易하게 推測된다. 自然放射能和 岩石의 透水性의 사이에는 密接한 關係가 明白하게 되어 있다. 斷層 및 地質構造線에서 測定한 結果에 依하면 普通地帶의 自然計數에 比하여 線強度가 增大하고 있다. 이들 斷層地帶에 있어서는 岩石이 脆弱化되어서 當然히 地下水脈으로 될 수 있는 곳이다. 特別 古生層 中生層 三紀層 火山地帶等の 基盤露出地帶에 있어서는 斷層에 따르는 斷層地下水脈으로 되어 있다. 이와 같은 地帶는 表土層이 얇으므로 放射線強度가 顯著하게 나타나서 放射線에 依한 地下水探查에 對하여는 探查條件이 좋게 된다.

以上 同位元素를 利用하면 相當히 깊은 地下水도 그 賦存狀態와 水量을 알 수 있을 것이니 우리나라의 地質狀態가 大概 母岩이 낮은 곳에 있기 때문에 地下水量이 적으니 없으니 하는 것은 淺層地下水만을 말하는 것이고 아직 正確한 調査를 하지 않고 速斷하는 것은 一考의 餘地가 있다고 본다. 萬一 100m나 그 以上 깊은 곳을 探查하할 수 있다면 더 많은 地下水量을 利用할 수 있을 것인데 이와 같은 深層地下水를 揚水利用하자면 普通이 아닌 費用이 所要될 것이므로 國家에서 大英斷을 내려 施設을 하지 않는 限 現在의 農家經濟形便으로서의 不可能할 것이다.