

灌溉用 管井의 可採水量 推定에 關한 研究

A Study on the Determination Method of Pumping Rates in Tube Wells for Irrigation

具 滋 雄* · 劉 漢 烈*
Ja Woong Koo, Han Yeol Ryu

Summary

The purpose of this thesis is to search for the determination method of pumping rates in the existing tube wells for irrigation.

Pumping tests were carried out for the twelve test tube wells which were selected in the provinces of Kyounggi, Kangwon, Chungbuk and Chungnam.

The depths, static water levels, pumping levels, drawdowns and yields of tube wells were measured in the pumping tests, and a centrifugal pump with 3 inches diameter, a 5 HP motor and a 90° V-notch were used in the pumping tests.

The average coefficient of transmissibility calculated by Chow's and Jacob's methods is 0.0036 square meter per second, and the average pumping rate calculated by Thiem's, Smreker's, Brinkhaus' and Theis' formulae, is 919 cubic meter per day. Therefore, the ground water storage in the test areas is comparatively abundant.

Correlation between pumping rates and depths of tube wells is not in existence. Also, correlation between pumping rates and the thickness of aquifer is not found in this experiment. This shows that the depths of some tube wells are deep and their thicknesses of aquifer are thick, but their ground water storages are poor, and that the depths of some tube wells are shallow and their thicknesses of aquifer are thin, but their ground water storages are abundant. It seems that the test tube wells are influenced by the peculiar characteristics that the ground water in the test areas is free ground water in alluvium layer closely related with surface water.

As drawdown increases, pumping rate decreases, and as the coefficient of transmissibility increases, pumping rate also increases. Namely, there are negative correlation between pumping rate and drawdown, and positive correlation between pumping rate and the coefficient of transmissibility.

*서울대학교 農科大學 農工學科

Judging from the results of the pumping tests in these tests areas, the pumping rate calculated by the formula, $Q_m = Q \left(\frac{S_m}{\Delta S} \right)^{\frac{2}{3}}$ used traditionally, is likely to be higher than real pumping rates.

The formula, $Q_m = Q \frac{H^2}{(2H - \Delta S)\Delta S}$ derived from Thiem's theory, is looked upon as the reasonable one to determine pumping rates in the existing tube wells for irrigation.

I. 序 論

米穀을 主食으로 하는 우리나라에서 食糧增産을 爲한 여러가지 要因中 가장 重要的 것중의 하나는 適切한 時期에 充分한 물을 畚作에 供給하는 것이 라고 말할 수 있을 것이다.

1967年末 現在 우리나라의 天水畚과 水利不安全 畚은 總畚面積 1,301,000ha의 42%에 該當하는 544,000ha로서 이들 논은 旱魃을 당할 때마다 莫大한 被害를 입어왔다.⁽¹⁾ 이와같은 旱害를 防止하기 爲하여 1968年 後半期부터 적극적으로 地下水開發을 爲主로한 農業用水開發을 서두르게 되었다. 그 후 1970년까지 集中開發한 地下水開發實績面積은 228,000ha로서 總農業用水 開發實績面積 313,000ha의 73%에 該當하며 그中 62%인 141,000ha가 管井에 依한 것이며 이 管井에 依한 地下水開發은 1968年 後半期에 樹立된 農業用水 開發計劃에 있어서 대단히 重要的 部分을 차지하게 되었다.⁽²⁾

一般的으로 地下水는 環境의 變化는 물론 그 施設의 構造와 機能上의 障壁로 因하여 可採水量의 變動을 일으키는 수가 많다. 더우기 帶水層의 두께가 얇고 地表水의 影響을 敏感하게 받는 얇은 管井(淺井)에서의 自由面地下水를 爲主로 하는 우리나라의 경우에는 可採水量의 算定에 慎重을 기하여야 할 것이다.

그러므로 本 研究는 既設管井의 揚水試驗을 通하여 거의 大部分 6~10m 깊이의 沖積層에 設置되어 있는 우리나라 管井(淺井)의 可採水量을 算定하는 데 있어서 보다 더 合理的인 方法을 究明하고자 하는 데 目的을 두었다.

II. 研究 史

現在까지 우리나라에서는 揚水試驗資料分析에 있어서 揚水量(實吐量) Q의 算出은 V-notch(90° notch)의 溢流水深 H를 測定하여 Barr의 實驗公

式⁽³⁾ $Q = 0.014H^{\frac{5}{2}}$ 에 依據 計算하였고 透水量係數와 貯溜係數는 Jacob's Method⁽⁴⁾나 Chow's Method⁽⁵⁾에 依하여 計算하였으며 可採水量은 Smreker의 揚水量公式⁽⁶⁾에 依하여 算出하여 왔다. 地下水의 水理論은 거의 모두가 1856년에 發表된 Darcy의 法則⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾을 基本으로 하고 있으며, 其後 Thiem^{(1906)⁽⁹⁾⁽¹¹⁾}, Smreker^{(1914)⁽¹¹⁾⁽¹²⁾}, Brinkhaus^{(1920)⁽¹¹⁾⁽¹²⁾}, Schultze^{(1924)⁽¹¹⁾}, Weber^{(1928)⁽¹¹⁾}, Theis^{(1935)⁽⁸⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾}, Jacob^{(1946)⁽⁹⁾⁽¹¹⁾}, Stallman⁽⁸⁾⁽⁹⁾, Chow^{(1952)⁽⁶⁾⁽⁹⁾}, 酒井^{(1957)⁽¹¹⁾⁽¹²⁾} 등 많은 學者들에 依하여 研究되어 왔는데 現在 가장 有用하게 使用되고 있는 몇가지의 重要的 理論式을 살펴보면 다음과 같다.

1. Thiem의 理論式⁽⁹⁾⁽¹¹⁾

우물에서 揚水를 하면 揚水量의 多少에 따라 우물 水面이 降下하지만 어느 時間이 經過하면 水位 降下가 停止되어 平衡狀態에 到達한다고 前提하고 公式를 誘導하였다. 이 理論이 갖는 問題點은 平衡狀態가 될 때까지의 狀況을 論하지 않았으며 우물에 流入되는 補給源에 對해서도 言及이 없다는 點이다.

1906년에 Thiem이 發表한 揚水量 公式는 다음과 같다.

(1) 被壓面地下水의 境遇

$$Q = \frac{2\pi km(H-h)}{\ln \frac{R}{r}} \quad \text{또는} \quad Q = \frac{2\pi T(H-h)}{2.3 \log \frac{R}{r}} \dots (1)$$

<1>式에서

Q : 揚水量(m³/sec)

k : 帶水層의 透水係數(m/sec)

m : 帶水層의 두께(m)

R : 影響圓의 반지름(m)

r : 管井의 반지름(m)

H : 揚水前 靜水壓面으로 부터 下部 不透水層까지의 두께(m)

h : 揚水中 管井안의 水面으로 부터 下部 不透水層까지의 두께(m)

T : 透水量係數(m^2/sec), $T=km$

揚水가 始作되어 安定水位를 이룬後 揚水井으로 부터 r_1, r_2 떨어진 觀測井의 水位降下量을 各各 $\Delta S_1, \Delta S_2$ 라 하면 다음式으로 부터 透水量係數를 求할 수 있다.

$$T = \frac{2.3Q}{2\pi(\Delta S_1 - \Delta S_2)} \log \frac{r_2}{r_1} \dots\dots\dots(2)$$

(2) 自由面地下水의 境遇

$$Q = \frac{\pi k(H^2 - h^2)}{\ln \frac{R}{r}} \text{ 또는 } Q = \frac{\pi k(2H - \Delta S)\Delta S}{2.3 \log \frac{R}{r}} \dots\dots(3)$$

(3)式에서

Q : 揚水量(m^3/sec)

k : 帶水層의 透水係數(m/sec)

H : 揚水前 地下水面으로 부터 不透水層까지의 두께(m)

h : 揚水中 管井안의 水面으로 부터 不透水層까지의 두께(m)

R : 影響圓의 반지름(m)

r : 管井의 반지름(m)

ΔS : 水位降下量(m), $\Delta S = H - h$

揚水가 始作되어 安定水位를 이룬後 揚水井으로 부터 r_1, r_2 떨어진 觀測井의 水面으로 부터 不透水層까지의 깊이를 各各 h_1, h_2 라 하면 다음式에 依하여 透水係數 k 를 求할 수 있다.

$$k = \frac{Q}{\pi(h_2^2 - h_1^2)} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

$$\text{또는 } k = \frac{2.3Q}{\pi(h_2^2 - h_1^2)} \log \frac{r_2}{r_1} \dots\dots\dots(4)$$

만약 最大水位降下量을 管井의 帶水層의 두께로 擇하여 可採水量 Q_m 을 計算하면 다음式으로 表示된다.

$$Q_m = Q \frac{H^2}{(2H - \Delta S) \cdot \Delta S} \dots\dots\dots(5)$$

2. Smreker의 理論式⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

1914年에 Smreker는 地下水의 水頭變化가 地下水 流速의 $\frac{3}{2}$ 제곱에 比例한다는 데에 基礎를 두고 다음과 같은 揚水量公式를 發表하였다.

(1) 被壓面地下水의 境遇

$$Q_m = Q \left(\frac{S_m}{\Delta S} \right)^2 \dots\dots\dots(6)$$

(2) 自由面地下水의 境遇

$$Q_m = Q \left[\frac{1}{1 - \left(1 - \frac{\Delta S}{H}\right)^2} \right]^2 \dots\dots\dots(7)$$

(6), (7)式에서

Q_m : 最大揚水量 即 可採水量(m^3/sec)

S_m : 最大水位降下量(m)

Q : 揚水量(實吐出量)(m^3/sec)

ΔS : 水位降下量(m), $\Delta S = H - h$

H : 揚水前 地下水面으로 부터 下部不透水層까지의 두께(m)

h : 揚水中 管井안의 水面으로 부터 下部不透水層까지의 두께(m)

3. Brinkhaus의 理論式⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

1920年에 Brinkhaus는 帶水層內에서 地下水가 流動하는데 必要한 壓力水頭는 地下水流速의 n 제곱에 比例한다는 條件아래 다음과 같은 揚水量公式를 發表하였다.

(1) 被壓面地下水의 境遇

$$Q_m = Q \left(\frac{S_m}{\Delta S} \right)^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots(8)$$

(2) 自由面地下水의 境遇

$$\frac{H^{n+1} - (H - S_m)^{n+1}}{H^{n+1} - (H - \Delta S)^{n+1}} = \left(\frac{Q_m}{Q} \right)^n \dots\dots\dots(9)$$

(8), (9)式에서

Q_m : 最大揚水量 即 可採水量(m^3/sec)

S_m : 最大水位降下量(m)

Q : 揚水量(實吐出量)(m^3/sec)

ΔS : 水位降下量(m), $\Delta S = H - h$

H : 揚水前 地下水面으로 부터 下部不透水層까지의 두께(m)

h : 揚水中 管井안의 水面으로 부터 下部不透水層까지의 두께(m)

4. Theis의 理論式⁽³⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

揚水中에 있는 우물에는 平衡狀態가 發生하지 않고 一定量의 揚水를 繼續하는 한 우물水面은 繼續降下하며 影響圓의 반지름은 無限히 增大하고 源水補給은 帶水層內 賦存量의 消耗에 依하여 이루어진다고 보고 다음 式을 誘導하여 1935年에 發表하였다.

(1) 被壓面地下水의 境遇

$$\Delta S = \frac{Q}{4\pi T} w(u), \quad w(u) = \int_u^\infty \frac{e^{-u}}{u} du, \quad u = \frac{r^2 S}{4Tt} \dots\dots\dots(10)$$

(2) 自由面地下水의 境遇

$$\Delta S = \frac{Q}{4\pi k H} w(u) \dots\dots\dots(11)$$

(10), (11)式에서

ΔS : 水位降下量(m), $\Delta S = H - h$

Q : 揚水量(實吐出量)(m^3/sec)

T : 透水量係數(m²/sec)

w(u) : 井戶函數

r : 揚水井으로 부터 觀測井까지의 거리(m)

S : 貯溜係數

t : 揚水時間(sec)

k : 透水係數(m/sec)

H : 地下水面으로 부터 下部不透水層까지의 두께(m)

Theis의 理論式으로 부터 直接 透水量係數나 貯溜係數를 求하기는 困難하므로 보통 「Theis의 標準曲線解析法」⁽⁸⁾⁽¹¹⁾, 「Jacob의 直線解析法」⁽⁸⁾⁽¹¹⁾, 「Chow의 解析法」⁽⁸⁾⁽⁶⁾, 「Stallman의 解析法」⁽⁸⁾⁽⁹⁾, 「水位回復法」⁽⁸⁾⁽¹¹⁾ 등 簡單한 解析法에 依하여 算定한다.

5. 一般水理公式⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

$$Q_m = \frac{\pi \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right) T \cdot S_m}{\ln \frac{R}{r}} \dots \dots \dots (12)$$

<12>式에서

Q_m : 最大揚水量 即 可採水量(m³/sec)

m₁ : 揚水前 帶水層의 飽和된 두께(m)

m₂ : 揚水中 帶水層의 飽和된 두께(m)

T : 透水量係數(m²/sec)

S_m : 最大水位降下量(m)

R : 影響圓의 반지름(m)

r : 管井의 반지름(m)

Ⅲ. 試驗材料 및 方法

1. 試驗對象 管井

本 試驗은 京畿, 江原, 忠北, 忠南 등 4個道에 있는 既設管井中 口徑이 200mm인 12個의 試驗管井을 選定하여 實施하였다. 이 試驗管井의 깊이는 5.3~9.7m이었고, 沖積層의 두께는 5.1~8.0m이었으며, 分布地質은 大部分 花崗片麻岩, 花崗岩, 片麻岩 등이었다.

表-1

試驗管井의 깊이 및 沖積層의 두께

管 井 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
試驗管井의 깊이 (m)	7.21	8.74	5.96	6.80	7.80	9.14	6.57	9.70	5.31	5.50	7.40	8.40
沖積層의 두께 (m)	6.70	8.00	5.10	5.30	6.70	8.00	6.57	8.00	5.31	5.50	7.20	8.00

2. 試驗方法

(1) 揚水試驗

管井에 口徑 3" 揚水機와 5HP 原動機를 設置하여 다음 方法으로 揚水試驗을 實施하였다.

① 揚水를 始作하기 前에 管井의 自然水位를 測定하였다.

② 揚水始作後 排出量을 一定하게 維持하고 經過時間이 5분이 될때까지는 1分, 3分, 5分만에 水位降下量을 測定하였으며 經過時間이 30분이 될 때까지는 5分마다, 60분이 될 때까지는 10分마다, 120분이 될 때까지는 20分마다, 그 以後에는 30分~60分마다 水位降下量을 測定하였다.

③ 揚水는 管井의 水位가 더 以上 내려가지 않을 때까지 即 安定水位를 維持할 때까지 繼續하였고 水位測定과 並行해서 V-notch(90° notch)를 使用하여 V-notch의 溢流水深 H를 測定하였으며 Barr의 實驗公式 $Q = 0.014H^{3/2}$ 에 依據하여 揚水量(實吐出量) Q를 算出하였다. 이 揚水試驗結果에서 얻어진 揚水量 Q는 透水量係數, 貯溜係數 및 可採水量의 算出에 利用되며 이는 곧 地層의 透水性을 實質의으로 나타내는 手段이기도 하다.

(2) 透水量係數 및 貯溜係數의 算定

透水量係數는 Chow의 方法⁽⁸⁾⁽⁹⁾과 Jacob의 方法⁽⁸⁾⁽¹¹⁾에 依하여 算出한 다음 그 平均值를 求하였고 貯溜係數는 Jacob의 方法⁽⁸⁾⁽¹¹⁾에 依하여 算定하였다.

① 透水量係數의 算定

가) Chow의 方法 : $T = \frac{Qw(u)}{4\pi AS}$

나) Jacob의 方法 : $T = \frac{2.3Q}{4\pi AS^2}$

② 貯溜係數의 算定

Jacob의 方法 : $S = \frac{2.25Tt_0}{r^2}$

(3) 可採水量의 算定

揚水試驗을 通하여 揚水量(實吐出量) 및 透水量係數를 求한 다음 Smreker의 理論式, Brinkhaus의 理論式, Thiem의 理論式, 一般式등을 使用하여 各

各의 可採水量을 算定하고 이들을 比較 檢討함으로
 세 우리나라 實情에 보다 合理的인 方法을 推定하
 고자 하였다. 여기에서 使用한 公式을 便宜上 A,
 B, C, D의 記號를 붙여 다음과 같이 表示하였다.

① 公式 A (Smreker 및 Brinkhaus의 理論式)

$$Q_m = Q \left(\frac{S_m}{\Delta S} \right)^{\frac{2}{3}}$$

② 公式 B (Smreker의 理論式)

$$Q_m = Q \left[\frac{1}{1 - \left(1 - \frac{\Delta S}{H} \right)^{\frac{2}{3}}} \right]^{\frac{2}{3}}$$

③ 公式 C (Thiem의 理論式)

$$Q_m = Q \frac{H^3}{(2H - \Delta S)\Delta S}$$

④ 公式 D (一般式)

$$Q_m = \frac{\pi \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right) T \cdot S_m}{\ln \frac{R}{r}}$$

IV. 試驗結果 및 考察

1. 揚水試驗

12個所의 試驗管井에서 實施한 揚水試驗結果로 부
 터 V-notch 溢流水深, 自然水位, 安定水位, 水位降下
 量, 帶水層의 두께, 揚水量을 求하면 表-2과 같다.

表-2 揚水試驗 結果 總括表

管井 No.	V-notch 溢流水深	自然 水位	安定 水位	水位 降下量	帶水層 두께	揚水量
	cm	m	m	m	m	m ³ /sec
1	12.3	1.930	3.670	1.740	4.770	0.0074
2	13.3	1.220	2.626	1.406	6.780	0.0090
3	13.8	1.035	2.718	1.683	4.065	0.0099
4	13.8	1.765	3.192	1.427	3.935	0.0099
5	12.3	1.355	4.270	2.915	5.345	0.0074
6	10.1	1.090	2.912	0.822	6.910	0.0045
7	11.2	0.972	2.140	1.168	5.598	0.0059
8	11.4	1.080	2.130	1.050	6.920	0.0061
9	9.9	1.687	3.200	1.513	3.623	0.0043
10	13.3	0.423	2.113	1.690	5.077	0.0090
11	12.0	0.172	4.272	4.100	7.028	0.0070
12	10.1	2.530	5.475	2.945	5.470	0.0045
平均	12.0	1.272	3.227	1.872	5.460	0.0070

表-2에서 V-notch 溢流水深, 自然水位, 安定水位
 는 實測한 값이며 揚水量(實吐出量), 水位降下量,
 帶水層두께는 다음 方法으로 計算한 값이다.

(1) 揚水量 : $Q = 0.014H^{\frac{3}{2}}$ (H는 V-notch 溢流水深)

(2) 水位降下量 = 安定水位 - 自然水位

(3) 帶水層두께 = 沖積層두께 - 自然水位

2. 透水量係數 및 貯溜係數의 算定

揚水試驗結果에서 얻은 管井의 깊이, 水位降下量,
 帶水層두께 및 揚水量(實吐出量)을 基準으로 하여
 Chow의 方法과 Jacob의 方法에 依해 透水量係數와
 貯溜係數를 算出하면 表-3과 같다.

表-3 透水量係數 및 貯溜係數

區分 管井No.	透水量係數			貯溜係數 (Jacob 의 方法)
	Chow의 方法	Jacob의 方法	平均	
1	m ³ /sec 0.003822	m ³ /sec 0.003983	m ³ /sec 0.003903	0.05371
2	0.004076	0.004597	0.004337	0.206865
3	0.005649	0.005662	0.005656	0.031839
4	0.004923	0.005329	0.005126	0.239805
5	0.002735	0.002821	0.002778	0.025389
6	0.002949	0.003294	0.003122	0.111173
7	0.004325	0.004318	0.004322	0.014570
8	0.003462	0.003721	0.003592	0.167445
9	0.002642	0.002538	0.002590	0.028553
10	0.004171	0.004334	0.004253	0.117018
11	0.001836	0.001830	0.001833	0.032940
12	0.001624	0.001684	0.001654	0.026523
平均	0.003518	0.003676	0.003597	0.087992

3. 可採水量의 算定

前述한 公式 A, B, C, D에 依하여 算出한 可採

表-4 各 公式에 依하여 算出한 可採水量

公式 管井No.	A	B	C	D	平均
	m ³ /day	m ³ /day	m ³ /day	m ³ /day	m ³ /day
1	982	717	827	924	863
2	1,725	1,103	1,516	1,656	1,500
3	1,185	912	1,006	1,086	1,047
4	1,257	969	1,050	974	1,063
5	808	672	702	661	711
6	1,115	682	1,051	1,275	1,031
7	1,074	694	932	1,339	1,010
8	1,359	836	1,241	1,387	1,206
9	498	391	425	449	441
10	1,271	900	1,012	1,101	1,071
11	762	625	662	575	656
12	497	402	429	408	434
平均	1,044	742	904	986	919

水量은 다음 表-4와 같다.

4. 管井의 깊이, 帶水層의 두께, 水位降下量 및 透水量係數와 可採水量과의 相關關係

一般的으로 管井이 깊고 帶水層의 두께가 두꺼울 수록 可採水量이 增加하게 되는데 本 試驗에서는

相關關係가 거의 없었다.

水位降下量(여기에서 水位降下量이라 함은 揚水를 始作해서 부터 安定水位를 이룰 때까지의 水位降下量을 말한다)과 可採水量 사이에는 負의 相關關係가 있었으며 透水量係數와 可採水量 사이에는 正의 相關關係가 있었다.

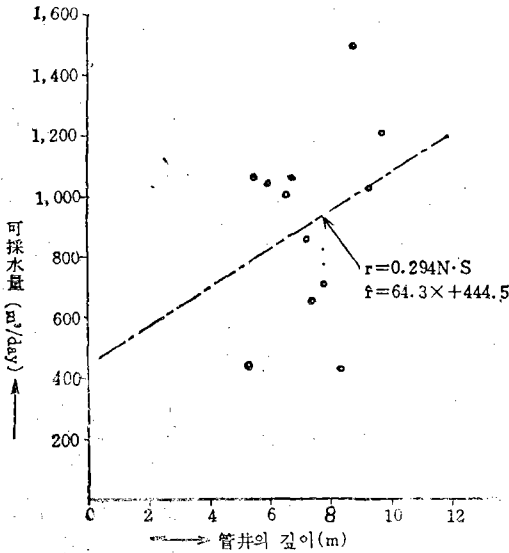


그림 1. 可採水量과 管井깊이와의 相關圖

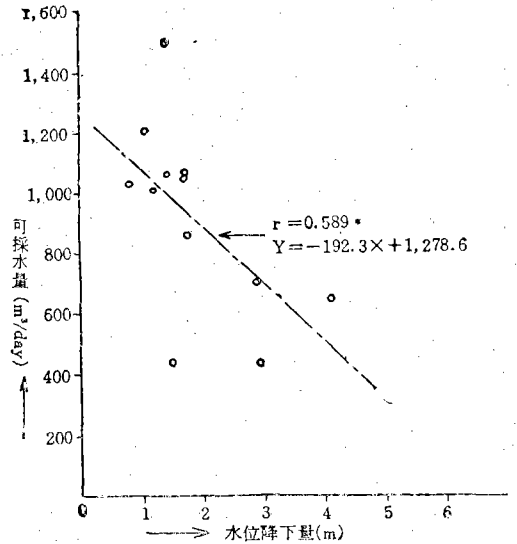


그림 3. 可採水量과 水位降下量과의 相關圖

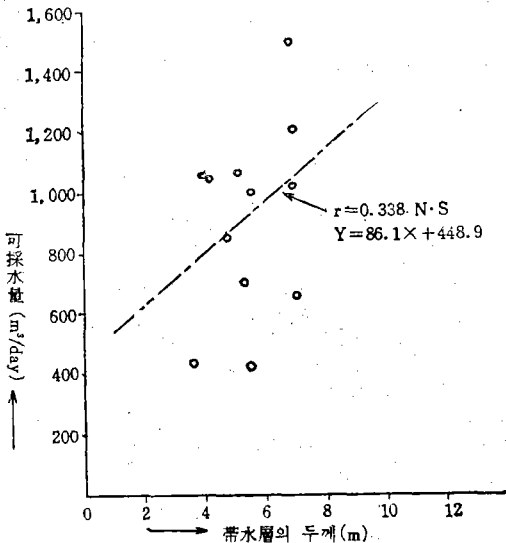


그림 2. 可採水量과 帶水層두께와의 相關圖

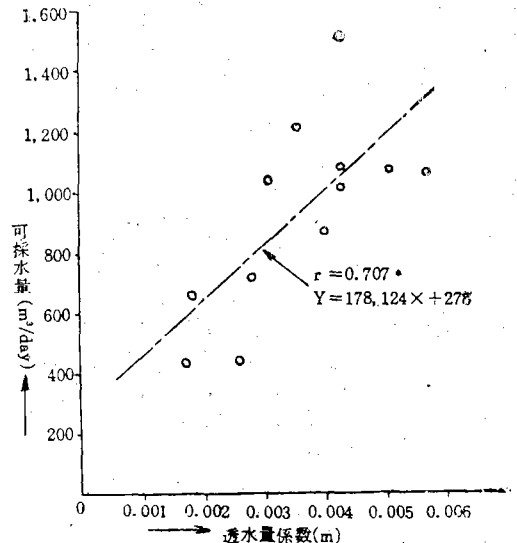


그림 4. 可採水量과 透水量係數와의 相關圖

5. 可採水量 公式의 比較 檢討

(1) 公式 A $\left[Q_m = Q \left(\frac{S_m}{4S} \right)^{\frac{2}{3}} \right]$

公式 A는 可採水量을 計算하는데 他公式에 比하

여 比較的 簡便하므로 現在 우리나라에서 널리 사용하고 있는데 이 公式에 依해서 算定한 可採水量은 過大算出傾向이 있어 計劃灌溉面積에 充分히 灌溉할 수 없는 實情이다.

이것은 우리나라의 地下水가 自由面地下水인데, 被壓面地下水의 境遇에서 誘導된 公式 A를 使用하여 可採水量을 算出하기 때문이라고 생각한다.

(2) 公式 B $Q_m = Q \left[\frac{1}{1 - \left(1 - \frac{4S}{H}\right)^{\frac{1}{2}}} \right]^{\frac{3}{2}}$

이 公式은 地下水의 水頭變化가 地下水流速의 $\frac{3}{2}$ 제곱에 比例한다는 假에 基礎를 두고 誘導한 公式인데, 우리나라의 管井이 地表水의 影響을 敏感하게 받는 河岸 가까이에 位置하고 있으며 그렇지 않더라도 沖積層의 自由面地下水라는 特性을 고려할 때 이 公式을 使用하여 可採水量을 算出하는 것은 問題點이 있으리라 본다.

(3) 公式 C $Q_m = Q \frac{H^2}{(2H-4S)4S}$

우물에서 揚水를 하던 揚水量의 多少에 따라 우물 水面이 降下하지만 어느 時間이 經過하면 水位 降下가 停止되어 平衡狀態에 到達한다고 前提하고 誘導한 公式으로, 平衡狀態가 될때까지의 狀況을 論하지 않았으며 우물에 流入되는 補給源에 對해서 도 言及이 없다는 問題點이 있지만 河岸 가까이에 位置하고 있고 또한 沖積層의 自由面地下水라는 特性을 가지고 있는 우리나라 管井에서는 實際 揚水時에 위 前提條件을 滿足하므로 이 公式을 使用하는 것은 妥當하리라 思料된다.

(4) 公式 D $Q_m = \frac{\pi \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right) T \cdot S_m}{\ln \frac{R}{r}}$

公式 D는 自由面帶水層 및 被壓帶水層에 達해 있는 우물의 水理公式이다. 우리나라의 管井과 같이 河川이나 湖수가 가까이에 位置해서 그 地表水로 부터 滲透補給이 揚水中에 活潑하게 行하여질 境遇에는 影響圓의 반지름에 큰 影響을 미치게 되므로 이 公式에 依해서 可採水量을 算定할 境遇에는 이點을 고려해야 되리라 본다.

6. 各 公式에 依하여 算出한 可採水量과 平均可採水量과의 相關關係

各 公式에 依해 算出한 可採水量과 平均可採水量 과의 相關係數를 求하여 t檢定에 依해 有意性을 檢定하고 回歸直線의 方程式을 誘導하여 이들 사이의 標準偏差를 求하여 보면 公式 C에 依한 可採水量과 平均可採水量과의 相關係數가 0.955, 回歸係數가 1.010, 標準偏差가 ±32.39로서 公式 C에 依해서 算出한 可採水量이 他公式에 依하여 算出한 可採水量에 比하여 平均值에 가장 近似的으로 나타났다.

以上 本 試驗結果에서는 現在 우리나라에서 使用하고 있는 公式 A에 依해 算出한 可採水量은 若干 過大算出傾向을 보였다. 따라서 우리나라 實情에 보다 알맞는 可採水量公式은 Thiem의 理論式에서 誘導된 $Q_m = Q \frac{H^2}{(2H-4S)4S}$ 式이라고 思料된다.

그러나 現在 우리나라에서 使用하고 있는 公式

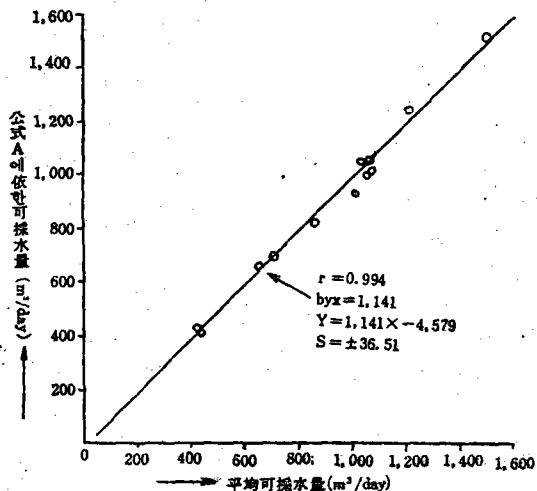


그림 5. 公式 A에 依한 可採水量과 平均可採水量과의 相關圖

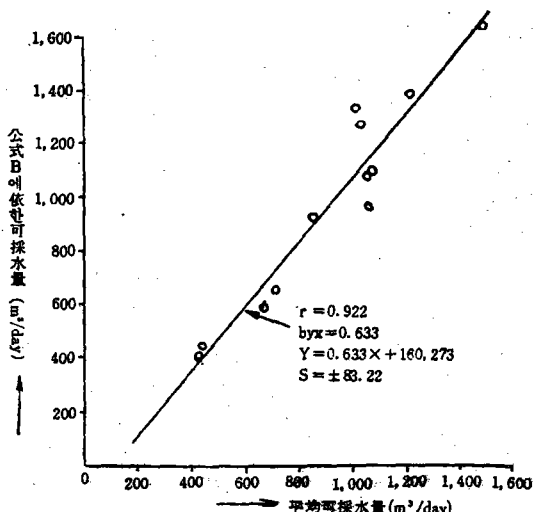


그림 6. 公式 B에 依한 可採水量과 平均可採水量과의 相關圖

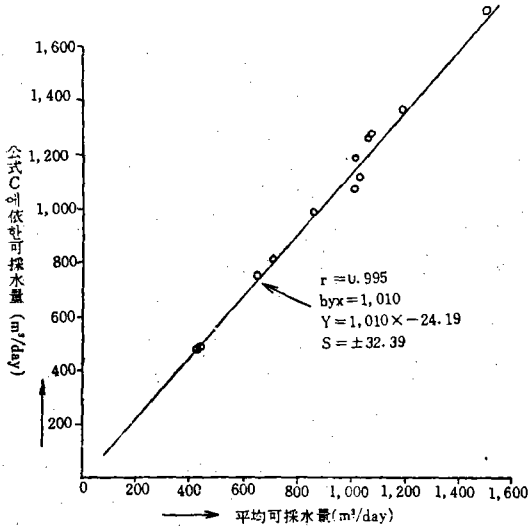


그림 7. 公式 C에 의한 수위 의존 수량과 평균 수위 의존 수량의 상관도

$Q_m = Q \left(\frac{S_m}{4S} \right)^{\frac{1}{2}}$ 은 수위 의존 수량을 계산하는데 他公式에 비하여 比較的 簡便하므로 段階揚水試驗을 通하여 n 값의 補正을 考慮해 볼 必要가 있다고 생각된다.

V. 結 論

以上 灌溉用 管井의 수위 의존 수량 推定에 關한 研究 結果를 綜合하면 다음과 같다.

1. 本 試驗地區內의 平均 管井깊이는 7.38m, 平均 帶水層두께는 5.46m, 平均水位降下量은 1.87m 이고 平均 透水量係數는 0.0036m³/sec, 平均 수위 의존 수량은 919m³/day로서 地下水의 賦存性은 良好한 便이다.
2. 수위 의존 수량과 管井의 깊이 및 帶水層의 두께와는 뚜렷한 相關關係를 發見할 수 없었다. 이것은 試驗管井中 管井의 깊이가 깊고 帶水層의 두께가 두껍지만 地下水의 賦存性이 貧弱한 管井이 있었으며, 管井의 깊이는 얇고 帶水層의 두께는 얇지만

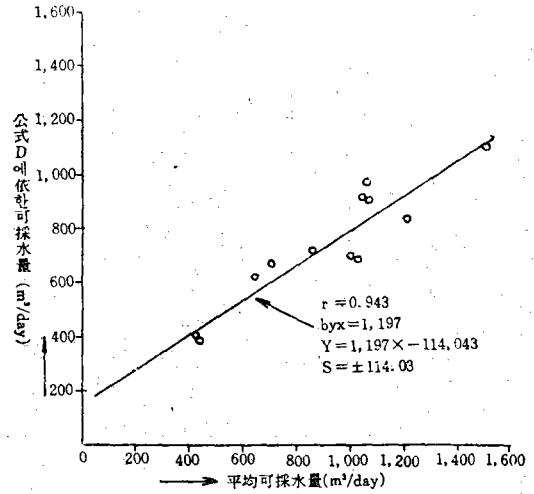


그림 8. 公式 D에 의한 수위 의존 수량과 평균 수위 의존 수량의 상관도

地下水의 賦存性이 良好한 管井이 있었음을 보여 준다. 이러한 現象은 一般的으로 우리나라의 地下水가 地表水의 影響을 敏感하게 받는 沖積層에서의 自由面地下水라는 特性에 起因하는 것이라고 思料된다.

3. 수위 의존 수량과 水位降下量과는 어느정도 負의 相關關係가 있었고 수위 의존 수량과 透水量係數와는 正의 相關關係가 있었다. 即 水位降下量이 增加함에 따라서 수위 의존 수량은 減少하는 傾向이 있었고, 透水量係數가 增加함에 따라서 수위 의존 수량도 增加하는 傾向이 있었다.

4. 現在 우리나라에서 使用되고 있는 公式 $Q_m = Q \left(\frac{S_m}{4S} \right)^{\frac{1}{2}}$ 에 依하여 算出된 수위 의존 수량은 若干 過大算出傾向을 보였다.

5. 試驗地區內의 揚水試驗結果에 依하면 우리나라 實情에 適合한 보다 合理的인 수위 의존 수량算定公式는 Thiem의 理論式에서 誘導된 $Q_m = Q \frac{H^2}{(2H - 4S)4S}$ 式이라고 생각된다.

參 考 文 獻

1. Anderson, K.E. : Water Well Handbook, Missouri Water Well and Pump Constructors Assn., Rolla, Mo., 1969.
2. Bennet, G.D. and Patten, E.P. : Constant-Head

Pumping Test of a Multiaquifer Well to Determine Characteristics of Individual Aquifers, U.S.G.S. Water-Supply Paper 1536-G, 1964.

3. Bollenbach, W.M. : Ground Water and Wells, Edward E. Jhonson, Inc., St., Paul, Minnesota, 1966.
4. Brown, R.H. and Stallman, R.W. : Ground-Water Hydraulics, Washington, D.C., 1955.
5. Chow, V.T. : On the Determination of Transmissibility and Storage Coefficient from Pumping Test Data, Trans. Amer. Geophys. Union, 1952.
6. Gibson, U.P. and Singer, R.D. : Small Wells Manual, Washington, D.C., 1969.
7. Meinzer, O.E. : Outlin of Ground-Water Hydrology, U.S.G.S. Water-Supply Paper 494, 1969.
8. Stallman, R.W. : Aquifer Test, Design, Observation, and Data Analysis, Applications of Hydraulics, Book 3, Chapter B1, 1968.
9. 山本莊毅：揚水試驗と井戸管理，昭晃堂，1965.
10. 山本莊毅：地下水探查法，地球出版社，1963.
11. 酒井軍治郎：地下水學，朝倉書店，1967.
12. 酒井軍治郎：應用地下水學，朝倉書店，1967.
13. 金東萬，閔丙燮，安秉基，李漢永：地下水開發，螢雪出版社，1969.
14. 國立地質調查所：地下水源調查報告，1966.
15. 農業振興公社：地下水開發實績總括表，1970.
16. 農林部，土地改良組合聯合會：地下水調查試驗報告書，1967.
17. 農林部：農業用水開發事業總覽，1970.
18. 農林部，農業振興公社：既設管井觀測調查報告書，1971.
19. 農林部，農業振興公社：地下水調查報告書，1970.
20. 鄭俊錫，劉漢烈，崔榮博：水理學，光林社，1969.