

II-17 関東地域地下水調査(中間報告)

建設省関東地方建設局企画部 正員 大 沢 武

1. 調査目的

地下水は重要な水資源の一つとして水質の良さ、安全性、分布地域の広範さ等多くの有利性から、古くから各地域で多くの用途に利用されてきており、昭和以前までは量的に利用が少なく、自然の涵養機構とバランスをとりながら利用されてきていた。

しかし、昭和初期頃から東京、大阪等、場所によっては水位低下、自噴の停止、地盤沈下等の問題が生じはじめ、特に大戦後からは急速に問題が大きくなり、現在では、各地で水位低下、地盤沈下、塩水混入、水質汚染等地下水の過剰揚水による弊害が発生しており、地域によっては全面禁止の措置をとらざるを得ない状況になっており、建設省において公表した広域利水調査二次報告においても、南関東地域においても20億 m^3 /年の供給不足を生ずる見通しであるが、このうち地下水規制に伴う河川への転換量は11億 m^3 /年に及び、河川水源を大きく圧迫している。

しかし、地下水は水温、水質、安定性等河川水にはない利便があり、ただ単に規制の方向に進むだけでなく、その特性を生かした、広域的、長期的な利用計画(人工涵養計画も入れて)に基づいて今後の水利用計画にこみ、表流水、地下水、下水(地下水涵養源として利用できる)等を一体として水の管理を行っていくことが、今後、水需給が逼迫していくなかでの重要な課題であると考えられる。

本報告は、このような観点から基礎資料の収集解析による関東地域での地下水機構の又クロ的把握および利用可能地域においてモデル的に水域一貫した地下水適正利用計画の確立等を目的とした調査の中間報告である。

2 関東地域の地下水の現状 1) 地下水利用の実態

地下水の利用状況についての調査は、あまり行われておらず、一部の都県で行われているのみである。そこで関東地域の地下水の利用状況を把握するために、用途別に地下水の利用状況に関する資料を収集し整理検討した。

表-1 地下水利用量(545) 単位 億 m^3 /年

利用形態としては、工業用水、生活用水、農業用水および建築物用水に分類し、市町村毎に資料の検討を行った。

用いた資料は、通産省工業統計表用地・用水編およびその個表545、厚生省「水道統計」545、各都県「水道施設調査調査」545、農林省「農業における地下水利用の概要」547、

	工業用水	生活用水	建築物用水	農業用水	計
東京都	2.53	2.78	1.58	0.02	6.91
茨城県	0.88	0.99	—	1.80	3.67
神奈川県	1.97	0.94	—	0.01	2.92
群馬県	0.79	1.10	—	1.44	3.33
埼玉県	2.06	2.99	0.05	0.93	6.03
千葉県	1.60	1.47	0.25	0.56	3.88
栃木県	1.13	0.94	—	7.56	9.63
計	10.96	11.21	1.88	12.32	36.37

等であり、不明な点については若干の推計を行った。結果が表-1である。

農業用水については、データに若干問題があるが、関東全域で年間364億 m^3 /年で、用途別には農業用水が最も多く12.3億 m^3 /年、県別には栃木県が多い。

揚水量の分布状況を把握するためには、相対的傾向でなく、単位面積当りの揚水量や、単位人口当りの揚水量という密度で把握する必要がある。そこで、総揚水量を面積で除して揚水高を図示したのが図-1である。

図-1 地下水揚水高の分布 (S.45)

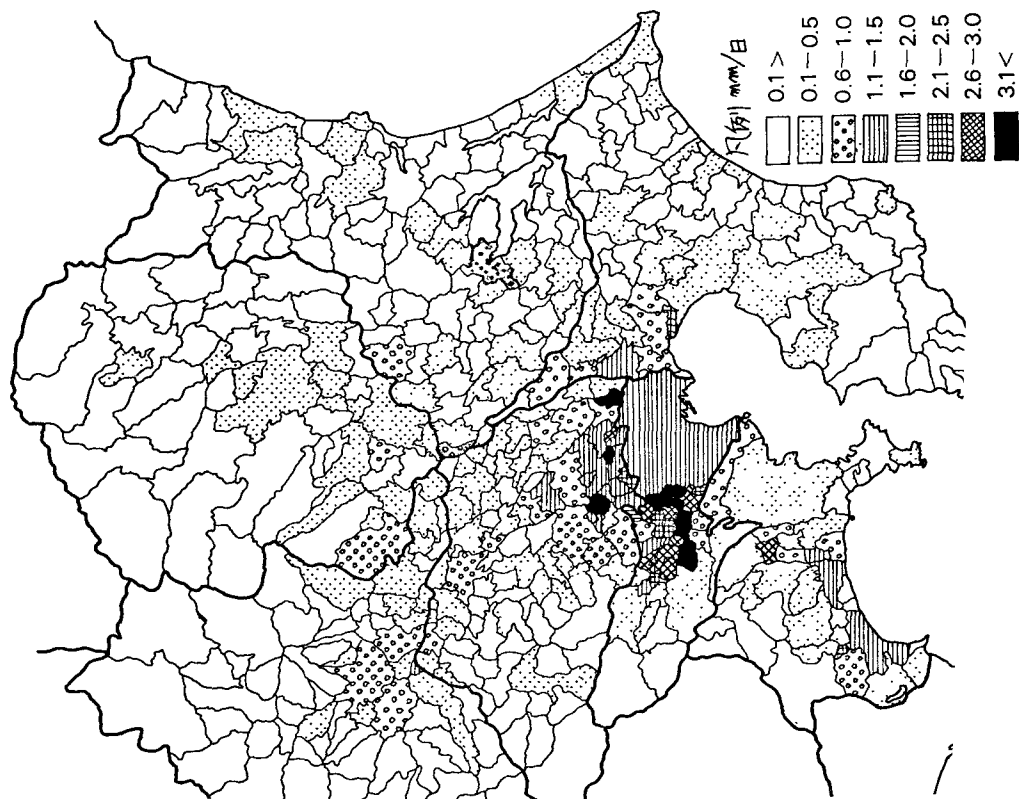
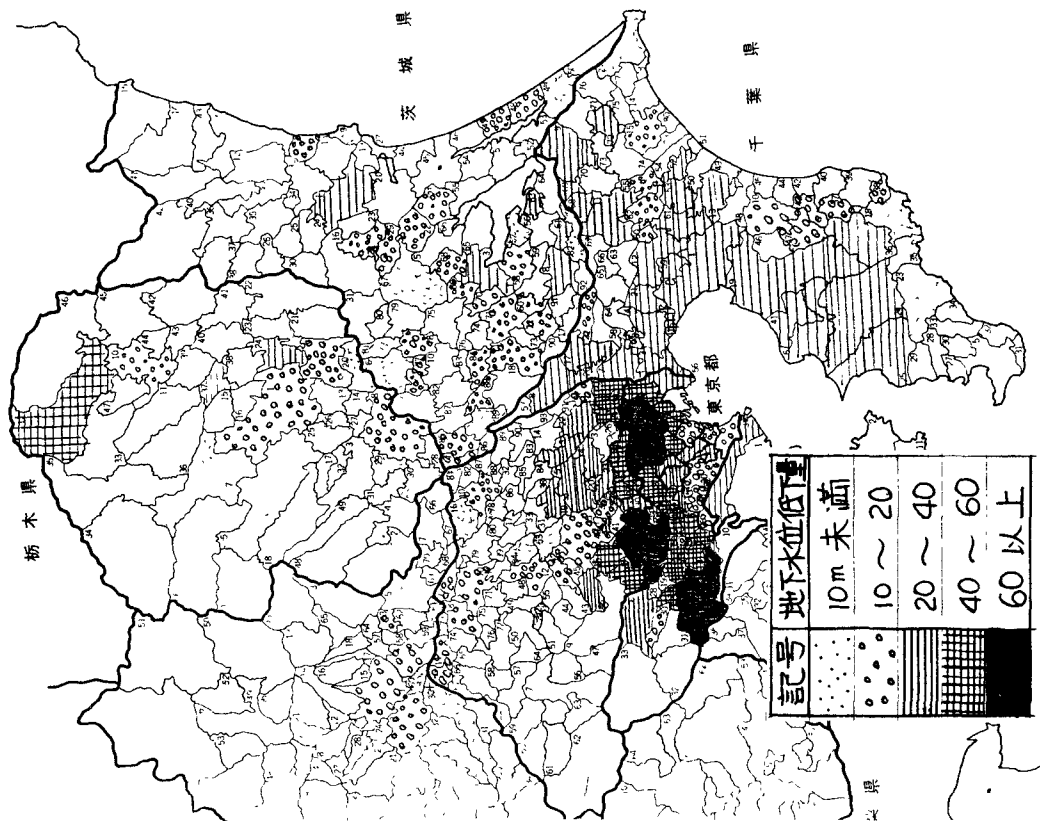


図-2 地下水位低下状況 (S.45)

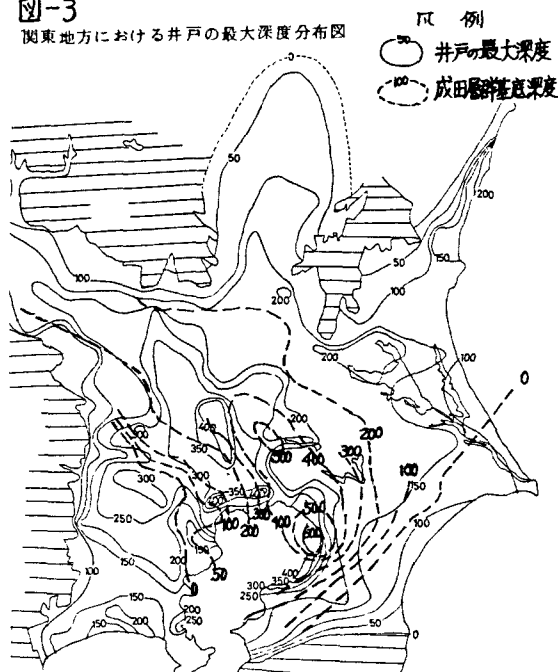


埼玉県八潮市の5.6mmが最大で、1mmをこす市区町村は、前記の工業用水・生活用水・建築物用水の市区町村に加えて、埼玉県の川口市・上尾市・与野市・朝霞市・新座市・千葉県松戸市・東京都の東大和市・神奈川県小田原市であった。このように、地下水の揚水量の多い地域は東京都・埼玉県が中心であり、とくに埼玉県各市での生活揚水量の多い点に特色がある。

又、地下水揚水に伴う水位低下の状況を、既往資料を整理して図示したのが図-2である。昭和45年だけ載せてあるが、昭和25年から経年的に水位低下が東京を中心に拡大している状況が明らかにわかり、昭和45年には東京および埼玉南部および千葉では、20~60以下も地下水位の低下している地域がかなりの部分を占めている。これらの水位低下地域は、図-1の揚水高分布とほぼ一致している。

図-3

関東地方における井戸の最大深度分布図



2. 賦存量

関東地域の地下水の賦存量は、正確な値は資料等の関係からなかなか把握しにくい。一つの考え方として、現在ある井戸について市町村毎にその最大深度の井戸をプロットし、50m間隔の等深線で結ぶ。この等深線図(図-3)により関東地方の主要帯水層の底が示されると仮定した。図-3でわかるように、とくに埼玉県南東部、市原市臨海部では、400m以上の井戸が出現している。((資料は南関東地方地盤沈下調査会編の「南関東地域井戸資料台帳」(昭和47年12月)で・南関東以外では経済企画庁統合開発局国土調査課編の「首都圏地下水(深井戸)資料台帳」(昭和47年)と「全国地下水(深井戸)資料台帳、関東編」(昭和38年)を補足的に用いた。))

これらの400m以深の地域を中心として、舟底盆状の地域が市原・千葉臨海部から埼玉県北部にかけて広がっている。関東地方は地質的には構造盆地を形成しており、基盤までの深さは平野の中央部で深く、周辺部ほど浅い。この構造盆地の最上部を構成している地層が成田層群であり、関東地方の主要帯水層は洪積世に堆積したこの成田層群であり、河井興三¹⁾が明らかにした成田層群基底の等深線図を図-3に併記してあるが、大局的には井戸の最大深度の舟底盆状地域と成田層群の基底最深部がかなりよく一致していることがわかる。このことは、何らの規制も行わずに地下水利用と放置しておくと、利用者は地下水採取可能な限界まで井戸を深めていくであろうことを暗示している。地盤沈下などの外部不経済を考えない限り、400m以深にまで井戸を深めたとしても企業単位では地下水は依然として安価な水資源なのである。

この図から、表-2に示すように関東地方で地下水の取水対象となっている地層の全体積が $3.3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ であることがわかった。この値に比産出率(揚水可能な地下水が占めている体積の割合)を乗じた値が、現在開発の対象

となっている地下水量である。比産出率として、
15%程度が適当と考えられており^{2),3)} 関東地
方における地下水量は、約5000億 m^3 と推定さ
れる。

ところで、関東地方における地下水利用量は
、年間約 36 億 m^3 であり、これに対して地下
水の賦存量はその約1/40倍もある。地下水の量
がきわめて多いことは、表-1から具体的な数
字で理解することができる。もちろんこれは一
つの試算にすぎず、関東地方の地下水が現状の

表-2 地下水賦存量(単位 億 m^3 ; 使 m^3 /年; 年)

	取水対象地帯	賦存量	利用量	賦存量/利用量
東京都	3267.5	490	6.91	71
茨城県	7420.8	1113	3.67	303
神奈川県	2663.7	400	2.92	137
群馬県	2460.5	369	3.33	111
埼玉県	6625.4	994	6.03	165
千葉県	7405.6	1111	3.88	286
栃木県	3251.3	488	2.63	51
計	33094.8	4964	36.37	136

ままに140年も揚水可能であることを意味しているものではない。かりに涵養がゼロだとして、賦存量をすべて
使いきるような地下水利用が行われたとしたら、関東地方では江東地区を上回る地盤沈下がいたるところで生じ
、自然環境の破壊は破局的な段階にまで達するであろう。またもしも揚水量に相当するだけのかん養があれば、
地下水は永続的に利用できることになる。従って、地下水を水資源として有効に利用するためには、賦存量の調
査とならんで地下水の涵養量の調査を行っていく必要がある。

3). 地下水への涵養量

地下水の利用量は、究極的には降雨による地下水への涵養量により制限されるべきであり、この量を把握する
ことは、今後地下水を利用していく上で非常に重要である。ここでは、ごく大雑把に、マクロ的にその概略を把
握してみた。今後実際の地下水利用計画を検討するにつ

りては詳細な調査を行う必要がある。

(1) まず、降雨量、可能蒸発散量、表面流出量の関係
から把握すると、関東平野中心部で 250~350 mm/年
山麓部で 400~600 mm/年程度となり、平均的に 300~
400 mm/年程度と考えられる。

(2). 河川のハイドログラフ解析による地下水流出量の
評価によれば、大和川で 470 mm/年という結果が得られ
ている。⁴⁾ 又、河川の湧水流量による方法からは、表-
3のようにほぼ 0.5 mm/1.2 mm/日 (180~440 mm/年)
程度となる。

(3). トリチウムデータから簡単な混合モデルにより検
討したところ武蔵野台地(東久留米、国立、三鷹等)で
不圧地下水への涵養量は、300~900 mm/年の範囲にあ
り平均的に 500 mm/年程度と考えられる。

方法によりある程度の差があるが、一般的に我国で地
下水流出量は、1日 1 mm と言われているが、これらの
値からもほぼ裏付けられるものと考えられる。仮に、1
日 1 mm の地下水涵養があったとすると、関東地域の平地
部(台地丘陵を含む) 14,000 km²に対し、年間約 50
億 m^3 の涵養があることになり全体としては 大きな量となるが、地域的にみると利用量が涵養を上回っている
地域があり、これは図-1に示すとおりである。

表-3 河川の湧水流出高

河川名	観測所名	期 間	平均湧水 流出高 mm/日
久慈川	神 橋	533~46	0.60
那珂川	野 口	26~46	0.90
利根川	岩 本	30~46	2.06
"	下箱田	34~41	0.86
"	上福島	25~46	1.05
"	八斗島	26~46	1.11
"	古 戸	29~46	1.20
"	川 俣	28~46	0.93
"	栗 橋	13~46	0.86
渡良瀬川	高津戸	35~46	0.80
鬼 川	乙 女	13~46	0.67
利根川	利根肉宿	43~46	0.77
鬼怒川	水海道	24~46	0.46
小貝川	黒 子	30~46	0.42
荒 川	寄 居	27~46	0.48
富士川	清水端	27~46	0.87
笛吹川	桃林橋	29~46	1.16

3. 地下水利用に対する考え方

地下水の利用量の決定は、自然科学的に一意的に決められるものではなく、社会経済的条件及び地下水に關してどのような管理の保全対策を構ずるかによって決まってくるものであり、その基本的な考え方は次のようになると思われる。

1) 環境構成要素としての側面を重視した場合の地下水利用

地下水揚水に伴う各種弊害を全く許さないとすれば家庭用程度の小規模なものを別にすればほとんど利用できないであろう。しかし地表水の開發によっても各種の環境破壊は避けられない。従って地下水開發がそれ以外の方法による水資源開發と比べ好ましいか否かという点が重要となろう。

2) 自然環境の限度内における地下水の利用

地下水障害の中で最も深刻な地盤沈下を最小限に抑えるような利用を行うとすれば次の点に留意する必要がある。

- (1) 軟弱層を含んでいる沖積低地からの揚水は行わない。
- (2) 定められた揚水量に対して地盤沈下量が最小となるような地層から揚水を行う。
- (3) 多層からの取水は避ける。
- (4) 経済的に許すことができる範囲内で分散的に取水すること并希望しい。
- (5) 地盤沈下防止のためには井戸を深くしてもほとんどメリットはない。
- (6) かん養がよすい不圧地下水あるいは浅層の地下水を利用する。
- (7) かん養量が100%利用された場合には、その地域からの基底流出はゼロになるはずであり、この点についても十分に考慮しておく必要がある。
- (8) かん養域または流出域で揚水を行うことが望しい。

3) 人工涵養による地下水の積極的利用

地下水の貯留量はきわめて多く、関東地方の地下水賦存量は約5,000億 m^3 と推定されている。関東構造盆地は地下の巨大な貯水池にたとえることができよう。このような帯水層の地下貯水池としての特性を十分に利用し、地下水の利用可能量を自然流動量以上に増加させようというのが地下水人工かん養の目的であり、現有のダムなどでは貯留しきれない余剰水を地下貯留する場合には、人工注入は新規の水資源開發と同じ意味をもっている。したがって経済性の問題は、新規のダムによる水資源開發量との比較において議論されるべきであろう。

関東地方において地下水の人工注入を実施する場合には、次の2点が重要な意味をもってくる。オ1は南関東地域においてはすでに広大な地域で50mを越える著しい地下水位の低下が生じているという事実であり、これは水圧にして気圧の差に相当するので、地下水注入は比較的容易に行いうるのではなからうか。オ2は、すでに50mもの水位低下が長期間つづいているので、水位低下に伴う最終沈下量のうちで、かなりの部分がすでに終了しているであろうという点であり、したがって人工注入により現状以上に地下水位を上昇させることができれば、注入した分の地下水は著しい地盤沈下を生じさせることなく揚水できる地下水だということになる。

なお本調査は建設省関東地方建設局が(財)水利科学研究所に委託している調査の中間報告であることを付記しておく。

参考文献

- 1) 河川興三：南関東地域広域地盤沈下調査報告書(1971.5)
- 2) 宮本 昇(1967)：降水量、土壌水分、河川水位と地下水位の關係について - 応用地質8(4)
- 3) 南関東地盤沈下調査会「南関東地域地下水収支計算」(S46.5)
- 4) 村上政嗣(1972) 大和平野における地下水流出量と大和川流出量ならびに流域内降水量との關係
- 5) 建設省関東地建 関東地域地下水調査報告書(S49.3) (東京教育大山本莊毅、梅根勇ほか)