

地 下 水 〔Ⅱ〕

地 下 水 調 査

近 藤 利 八\*  
丸 山 文 行\*\*

地下水調査について筆者等の気のついたことをまとめて次に述べてみたいと思う。

1. 地下水調査の目的

地下水調査はある目的をもつて行われるのが普通である。まず地下水を水源として、利用しようとするに先立ち、その付近で良質の地下水が十分多量に得られるかどうかを調査する。家事用水の場合には大規模な調査を必要としないが、毎日 10 万 m<sup>3</sup> 程度の工業用水を地下水でまかなうような計画の基礎調査としては、1本の井戸からの湧水量、さらにその地帯全体からの採水可能量を推定する作業を必要とするので、相当大がかりの調査となる。

また土木建築の諸構造物の基礎工事、トンネル工事などで遭遇する湧水の程度を明らかにしておくための調査がある。この種の調査には基盤調査の一項目として地下水面の深さを測定記録するにとどめるものから、その付近一帯の地下水系統を明確にして湧水量の推定を行う大規模のものまでいろいろある。日本では基盤調査がかなり広く行われている関係上、この方面からも地下水の資料が相当得られている。

なおまた、地表から浸み込んだ物質の地下における移動方向および、その速度を推定するのに役立つ資料をうるための調査がある。筆者はその実際にまだたずさわったことはないが、外国の文献には原子炉付近における諸物質が、地下水とともに移動する模様を研究した報告書がみられる。

このほかに実用上の目的を特に持たない学術的な地下水調査があり、また水に関する訴訟に関連して行われるものがある。これらの二つは性格上およそ対照的なものであり、ときに実用から遠いように思われることもあるが、これらも前述三つの分野における成果とともに地下水についての、われわれの知識の重要なみなもとをなすものである。

調査の目的はこのようにいろいろあげうるが、そのうち地下水利用を目的とするものが最も重要である。そし

てこの調査に用いる方法を述べれば、地下水調査の概要をつくしうるのではないかと考える。

2. 地下水調査の着眼点

ある目的をもつて行う地下水調査では、水理学上の諸公式を応用したり、水質関係の基準と対照して、その問題としている諸事項に具体的、数量的の資料をもつて答えることが期待されている。従つて帯水層の位置と厚さ、その湧水量の程度などを示す数値、透水系数の測定値などがきわめて重要なものとなる。また地下水の水質はその利用上、特に重要な項目である。

これは数量的なものといえないが、帯水層の一般的性質に着眼する必要がある。たとえばその色彩、この地層をはさむ上下の地層の性質、付近の地層に含まれている特徴のある化石の観察は、調査作業を容易ならしめるとともに、誤認を少くするのに有効である。

調査の目的上、経常的観測によらねばならないことがある。たとえばある盆地内で利用しうる水量は、その地下水位の変化、水質の変化などを経常的に観測して決定する必要がある。

地下水調査においても、他の多くの調査におけると同様、その作業に着手するに先立つて、それによつて求めなければならない項目を明確にし、作業内容を厳格に決めておくことが、調査を成功させる一つの方法だと思ふ。

3. 地下水調査の方法

地下水調査の目的を果すために、従来採用されてきた作業の項目を列挙すると次のごとくである。

- (1) 対象地区の地質調査
- (2) 地下水面の高低測量
- (3) ボーリングと物理学的地下探査
- (4) 帯水層の性質の野外および室内試験
- (5) 地下水面の長期観測
- (6) 雨量および流出量の観測
- (7) 水質試験

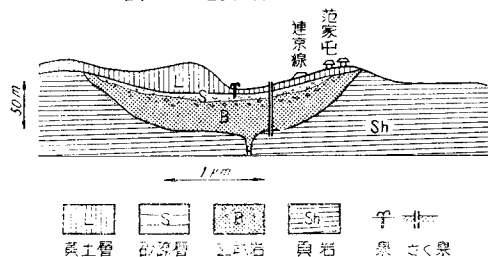
以上にかかげた各項目のうち、特に重要なものはボーリングと水質試験である。次にこれらの各項目について若干の説明を加えることとする。

(1) 対象地区の地質調査 地下水はこれを直接みることはできないが、その存在を示す多くの徴候を地表面において発見することは、必ずしも困難ではない。地下水調査はこのような徴候の追跡からはじめられる。それらの徴候は地区の広さに比して、点あるいは線とみなされる範囲においてみられるにすぎない。それら相互の関係を与える主要な媒体は地質構造の概念である。地質構造を明らかにする作業を地質調査ということにする。この調査では地表面に現われている多くの岩層の分布とその層序を決定し、そのような外観にもとづいて、それら物質の水文学的性質の概要を記録する。この調査の結果は岩石の種類に従つて色分けされた平面図と、若干の地質断

\* 正員 科学技術庁資源局 科学調査官

\*\* 理学士 総理府技官, 科学技術庁資源局

図-1 地質断面図の一例



断面図によつて表現される(図-1)。地質断面図においては平面図では表現し得ないインフォメーションを与えている。この地質図の中に示された地層の中には3種類あり、水を含み、かつそれをよく通す地層、水を含むが水を実際に通さないものとみてよい地層、および水を通さないのみならず、それを全く含まない岩層がこれである。第一のものは砂層、砂礫層などのような間ゲキの多い地層から成るものであつて、これが地下水面以下にある場合には水によつて飽和されている。この状態の砂層砂礫層などを帯水層とよぶ。帯水層の分布範囲とその深さ、厚さを知ることが地下水調査では一番大切なものである。第二のものは普通粘土層か沈泥層のように細粒物質から成るものであつて、これは不浸透層とよばれる。不浸透層はその下にある帯水層中の水を圧力水にする役目をする。すなわち不浸透層を貫いて下部の帯水層に達すると、その中の地下水は粘土層の下面よりも上の方にあがつてくる。ときには地表より高く噴きあがつて、自噴井を作ることがある。第三のものは割れ目や洞穴が無いかぎり全く水を通さない岩石から成るものであつて、緻密岩層とよばれる。緻密岩層によつて囲まれた盆地の面積は、その盆地から取りうる水の量を支配するものである。

それらの地層の配列状態たとえば粘土層、砂利層の成層状態、緻密岩層中の水路の方向、断層の方向、断層付近にある破碎帯の厚さと岩石の砕けた状態、地層の傾斜などの観察によつて、地下水集中状態の大体を知ることがつとめることが望ましい。

地下水の集中を示す顕著なものとして盆地構造があげられる。盆地の軸に沿つてその下流に行けば、多くの泉をみつけることができる。

地下水を多く含んでいるものは、沖積層の砂礫層である。たとえば河原の砂礫層に掘つた井戸によつて地下水をとることができる。沖積層の中で特徴のあるものは扇状地である。扇状地の末端の近くには多くの湧泉をみることができ、その中腹付近では、深井戸を掘ることができる。扇状地のごく末端は粘土層中に没していることが多く、このような部分の地下水は一般に鉄分が多い。

断層に沿つて多くの湧泉をみることがある。これはその断層に沿つて地下水脈が発達していることを示すものである。また逆に湧泉の列から、断層を発見することが

ある。

硬い岩石の層で地下水に最も関連のあるものは洞穴性石灰岩である。この岩石の地帯では地下水は洞穴の中を活発に流れて、いわゆる地下河川を形成している。そして各所に湧泉を生じ、ときには帰り水といつて地表水を吸い込んでいる穴も存在する。石灰岩の泉には盆地構造の軸の末端に生じているもの、石灰岩と他の岩石との境界線に生じているものなどいろいろあつて、地下水の行動とその作用を考察するのによい対象となつてい

る。なお火山たとえば富士山の山麓にみられる泉も興味あるものである。

こうした多くの地下水の現われ方は、地質構造によつてそのあらましを説明できるものである。従つて対象となつてい

る地区の地下水の賦存状態、流動の方向、地下水の系統は地質調査によつてとらえておけば、それによつてさらに詳細な具体的インフォメーションをうるための作業を確実に指導することができる。

(2) 地下水面の高低測量 ある地区の地下水の系統を地質調査の結果知つたとしても、地下水面は一般にきわめて平らであるため、その高低すなわち地下水の流動方向を見誤るおそれがある。そこでこの傾向を確認するために地下水面の水準測量を行う。

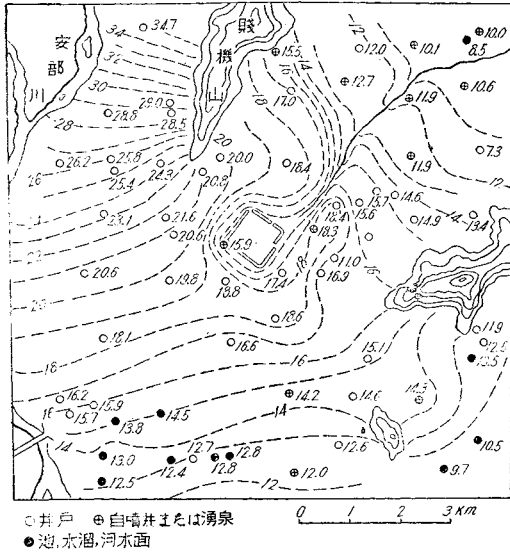
地下水面の水準測量の方法として、携帯用の水銀バロメーターを用いてもよいといわれているが、私はレベラを使う方がよいと考えている。国土調査法による地下水調査においてもこの方法が採用されている。

地下水面の測点として、その地区に散在する各家の井戸から適当なものを選ぶがよい。井戸の側に基礎の強固な物を選び、その上の点を測点としてその標高を水準測量によつて正確に求め、その点から地下水面までの鉛直距離を測定し、測点の標高からこの鉛直距離をひけば、地下水面の標高が求められる。各井戸についてこの手続きをとつてゆけば、その地区の各地点における地下水面の標高を求めうる。

それら各地点の地下水面の標高が求められたならば、それを地図の上に記入し、その数値をもとにして地下水面の等高線を描き、各地点の水位の関係が一目でわかるようにしておく。この図を地下水面図(図-2)とよぶ。この図面の作製にあつては、地下水位のみならずその付近の河川、堀などの水面の若干の点の標高を求めて、これらを地下水面の高低と関連させておく。おそらく特別の場合を除けば、渇水時における河川の水位は兩岸の河原の地下水面より低いことを、地下水面図から知ることができよう。特別の場合というのは、その河原に多量の地下水を汲みあげる水源井のある場合であつて、この場合には地下水の表面は河水面から、水源井の地下水面に向つて低くなつてい

る。地下水位を書き込んだ地下水面図は正確な意味の地下

図-2 静岡市の地下水面図



水面、すなわち自由水面の上面の形を示しているものではなく、単に各井戸の水位相互の高低の関係をみやすくしているものにすぎない。従つて地下水面図に現われた形の解釈には、地質調査、ボーリング、水質試験などの結果を援用する必要が起る。広い平野内の井戸群によつて採水しうる地下水の量は、地質構造にもよるが、普通は単純に地下水面図中に現われている凹部の面積によつて推定しうる。

ちなみに、この目的で行う高低測量の要求する精度は、往復の誤差 1 km につき 1.5 cm 以下、ループをつつた場合には出合差  $1.5\sqrt{s}$  cm 以下とされている。ただし  $s$  は路線の全長 km である。

(3) ボーリングおよび物理的地下探査 最も具体的、实际的に帯水層の位置、厚さ、湧水量などを決定するには、ボーリングを用いる。従つて地下水調査の諸作業のうちで、これが最も重要である。

ボーリングは多額の工事費を必要とし、長時間を要するので、多くの地点についてこれを行うことは、一般に許されないから、各ボーリング地点の間の状態を補間する意味で電気探査、地震波探査などの物理的方法がとられることがある。

a) ボーリング：ボーリングは石油井戸、温泉、掘り抜き井戸などの深井戸を掘る方法であつて、それが地下探査にも用いられるのである。ボーリングの方法としては、ロット掘り、綱掘り、ロータリー、コアボーリング、上総掘りなどがある。

i) ロット掘り これは地質調査によく用いられるもので、ボーリング ロッドと称する鉄棒を何本かつなぎ、その下端に削具をつけ、上端にはワイヤロープをつけてこれをヤグラの上につけた滑車からつるし、このロ

ッドを基礎工事のときのモンキーを落とすと同じように落下させて、その衝撃によつて孔の底にあたる地層をゆるめ、これをその削具の中に納めながら掘り進むのである。掘り進むうちに孔の壁が崩壊し、サンプルが上下混合するおそれがあるので、それを防ぐために鉄管を打ち込んで、その中の物質を取出すようにする。そして削具が鉄管の下端に達した場合、さらに深く鉄管を打ち込んでこの作業を続ける。この種の鉄管は打ち込み用として特に丈夫に作ったものである。

ii) 綱掘り ワイヤロープの先に重い削具をつけ、これを吊り上げては落とし、これをくり返して孔の底を緩め、砕けた物質をベラーですくい上げる。この方法によると数 100 m の深さにまで到達することができる。

綱掘りの場合、孔壁の崩壊を防止するのにボーリング孔の中に粘土水を注ぎ、これを満たしておく。

iii) ロータリー式ボーリング これもまた深掘りするときの方法であるが、この方法では回転するシャフトの先に削具をつけて孔底をかきとりながら掘り進むものである。回転するシャフトは管になつていて、その上端から粘土水を注入し、これを削具の先から噴出させ、その部分を洗いかつ掘りクズを孔外に運び出させる。同時にこの粘土水は綱掘りの場合と同じく、ボーリング孔の壁の崩壊を防ぐ役をする。

綱掘りも回転式ボーリングも孔内に粘土水が入っているので、厳密な意味での地下探査とはいいがたく、削具の先にあたる地層の種類は熟達したボーリング技術者によつてのみ判定されている。ただ掘りクズはいずれの場合にも孔外に取り出されるので、これを付近の地表に露出している地層と比較することにより、相当厳密に対比が可能である。この意味で前述の地質調査の重要性がある。

iv) コアボーリング これは機械工場にあるドリリングマシンを野外で使いうるように設計したものであつて、緻密岩を切りそのコアを取ることができる。この場合にはロッドの先にコアチューブとクラウンとから成る削具をつけ、このロッドをドリリングマシンで回転させて掘り進み、チューブの中にコアを納めて地表に持出してくる。クラウンにはダイヤモンドクラウン、メタルクラウン、ショットクラウンの3種がある。ダイヤモンドクラウンはその下面周囲に開けた孔の中に黒ダイヤを埋めたものであつて、コアボーリングにおいては非常に広く用いられている。メタルクラウンはタングステンの硬合金片を埋めたものである。ショットクラウンは水とともにガン玉を孔底に注ぎ込み、このクラウンでこれをすり砕き、その破片が研磨剤となつて岩石を掘つていくものである。このボーリングのロッドは管になつていて、管の上端からポンプで水をクラウンの下底に送り、ボーリング孔の中を循環させて上部から排出する。岩の粉は水とともにあがつてくる。送水量と排

水量とがいちじるしく異なるのは水脈にあたつてるときとされている。

地下水調査ではアンディスターブド サンプルの要求されることは、まずないといつてよい。ただダムのある水などをみる場合に、アンディスターブド サンプラーの使用が試みられている。

v) 上総掘り 竹を割つて作ったサオを長くつないでその先に削具をつけ、そのサオを適当な長さのぼして孔底に達する程度にし、これを上下に動かして孔の底に衝撃を与えて地層をゆるめ、その物質をすくい上げてゆくものである。

この長い竹サオをヒゴといい、ヒゴを大きな車に巻きつけて適当な長さだけ出しては、作業を続けるのであるが、この車をヒゴ車という。ヒゴを上下に動かすのに竹をつかねて、弓形にした道具の弾性を利用する。この場合にも孔壁の崩壊を防ぐのに粘土水を使う。

b) ボーリング結果の整理：上に述べた方法のいずれかを用いてボーリングを行つた結果として一つの鉛直柱状の部分について、粘土層、礫層、砂層、頁岩層、礫岩層、石灰岩層、玄武岩の溶岩流などの成層状態が具体的に明らかにされる。このデータにもとづいて柱状図を作製する。柱状図の中には帯水層の位置を特に示せるようにする。ボーリング孔をそのまま水源井戸に使用するようになった場合には、ストレーナーの位置を柱状図に書き入れる。またボーリング孔によつて行つた湧水試験、水質試験の結果をも、同じ図面に記録しようとしておくと便利である。

**柱状断面図** ある断面に沿つて行われたボーリングの柱状図を、適当な縦横の縮尺による図面に並べて書き、柱状図に現われた各地層の関係を示した一種の地質断面図を作る。この断面図を作製する場合、ある地層が相当程度の厚さ、構成物質の統一性、色彩の特徴、顕著な化石などを共通にしていると、柱状断面図の作製がきわめて容易になる。特に地質調査によつてその地区の地表の一部に断面図に相当する地層が露出している場合には、それと対比して柱状断面図は容易にまとめることができるし、またその断面図の信頼しうる度も大きくなる。

**サンプルの整理** ボーリングによつて得られた地層のサンプルは、これを採取するごとに整理していくのがよい。そしてそのサンプルを分けて、一つは保存用として段のついた小箱の中に納め、各段にその地層をとつた位置を示しておく。この箱にはガラスのフタをして中がみえるようにする。さらにこのようなサンプル箱を引出しのついた丈夫な棚に入れて整理し、参考に便利ようにする。もう一つのサンプルは特に帯水層のサンプルで、透水係数決定のためのフルイ分け試験その他室内試験に供するためのものである。著者はボーリング サンプルで試験に供しうるのは、粗砂—中礫程度の物質にかぎ

ることになっている。この目的のためには大バケツに一杯ほどサンプルをとつておくとよい。

e) ボーリングについての希望：ボーリング作業には責任技術者をつけておくと、資料の精度が向上するようになると思われる。特に設計責任者がボーリング結果を確認するような方式を採用することが望ましい。

またボーリングは比較的まれにしか行われぬ。それは費用がかさむのと進捗速度がおそいので、一般にこれをきらう傾向があるからである。費用の点はやむを得ないとしても、速度を今の3倍ぐらいに速めることもできないものかと常に考えている。

ボーリングは費用の関係上多数行われぬので、得られた資料はきわめて貴重なものである。従つてそれが得られた場合、ていねいに整理保存して有効に利用するのが賢明である。普通、さく泉会社や土木建築のコンサルタントでは、ボーリング資料のために一室を使つているくらいである。

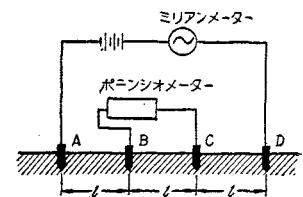
d) 物理学的地下探査：ボーリングと並んで具体的に地下の状態を明らかにするため、物理学的方法が用いられる。その中には重力偏差を測定して地下の異常をみつけるもの、人工地震の伝播速度とその反射屈折を測定して地下の状態を明らかにするもの、もう一つは地層の電気的抵抗を測定して、その深さによる変化によつて、地下の成層状態を明らかにするものの3つがあげられる。重力偏差による方法は油田の探査において成功しているといわれている。人工地震波による探査は地盤調査に有効なものであつて、地下水が空ゲキの多い堆積層と緻密岩層との境界面付近に、有力な脈をなしていることに着目すれば、地下水探査の目的で緻密岩層の上面を求めるために、この方法を用いる。地下水調査では電気的比抵抗法が最もよく用いられている。

**電気的比抵抗法(図-3)** 等質の半無限体の比抵抗

を測定するには、その表面に等間隔  $l$  の4つの点 A, B, C, D を一直線上にとり、その両端の点 A および D に電極を設けて、この両極の間に電流を流し、そして第 2, 第 3 の点 B および C の間における電位差を測定すると、次の関係式によつて、その半無限体の比抵抗を求めることができる。すなわち

$$\rho = \frac{2\pi l E}{I}$$

ただし  $\rho$  : 比抵抗 (ohm-cm<sup>2</sup>),  $E$  : BC 間の電位差 (volt),  $I$  : 電流 (amp),  $l$  : 各電極間の距離 (cm) なる関係がある。



実際の地層は不均質で特に水平に成層し、鉛直方向に向つてその性質を変化している。この場合に、上の方法で測つた $\rho$ の値は深さ $h$ ( $h \neq l$ として)までの平均値で示されるものとされている。そして両端の電極の midpoint にあたるところを測点とみなし、その直下の地層の構成がこの方法で知られるものとみなしている。そしてこの測点の両側直線上に、1:2, 1:2の距離で電極を打ち込み、この試験を実施する。

この探査に用いる 道具は ミリアン メーター、ポテンシオメーター、地中に打ち込む2本の電極棒、ポテンシャル測定用電極2本、および長い電線で、電極棒を打ち込むため掛矢を用意する。電源としては45Vの乾電池10コを用いる。またポテンシャル測定用電極の接触をよくするために、硫酸銅の溶液を作る準備も必要である。

実際操作にあつて特に注意を要することは、電気実験のすべてに通ずることであるが、接触抵抗を全く避けるように、細部にわたつて点検しながら探査を進めることである。また探査を実施している付近に鉄道のレール、水道の鉄管、地下ケーブルのような良導体があると、この方法は全く意味がなくなる。

大陸の平野部ではこの方法を応用してかなりの成功をおさめているという。特に塩分の多い地下水の存在はこの方法で鋭敏に検出しようとされている。

(4) 揚水試験と透水係数の現場測定 以上に述べた多くの予備調査によつて帯水層の位置、厚さおよびその他の性質を明らかにして、それらの資料にもとづき井戸を掘り、湧水試験その他の方法で採水可能量の決定、地下水流量の測定などが行われる。

揚水試験は浅井戸と深井戸とでは多少方法を異にするが、いずれにしても適当な能力のポンプを備えて揚水を行う必要がある。井戸の自然水位と揚水水位とを、確実に測定しようようにしておく。また揚水量の測定装置を準備することを忘れないようにする。これらの設備を十分におかないと、揚水試験の信頼性は非常に低くなる。深井戸の水位を測定するには電接式水位計を用いると便利である。ただごく精密に水位を求める必要がある場合には、間隔10mmおきに皿を重ねた形のゲージを用いて、これを鋼巻尺の下につけて測定を行う(図-4)。浅井戸の水位測定には木の板で作つた浮子を使う。すなわち、井戸の上になぜ基準点を設け、巻尺の下端に浮子をつけ、これによつて水面と基準点との間の

図-4 地下水位精密測定用ゲージ



鉛直距離を随時測定しようにする。

揚水試験実施中には、適当な時間ごとに水位と揚水量をと共に測定し、それら測定値をただちにグラフにしておく。この二つの値が安定した部分を用いて各種の計算を行う。

揚水量を測るには三角ゼキ、矩形ゼキおよびチボレッチーゼキを使う。また20 l/min程度の自噴量または揚水量を測るには、容積のわかっている器物にその水を取り、それが一杯になるまでの時間によるのが便利である。

浅井戸の湧水試験結果から透水係数を求めるには、その付近に別の水位観測井を設け、揚水試験と平行してその水位を観測し、次の式によつて、計算するのが普通である。

$$k = \frac{Q(\log_e r - \log_e r_0)}{\pi(h+h_0)(h-h_0)}$$

ただし  $k$ : 透水係数 (m-h),  $Q$ : 揚水量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ ),

$r$ : 本井戸と観測井戸との中心距離 (m),

$r_0$ : 本井戸の半径 (m),

$h$ : 観測井戸の帯水地層の厚さ (m),

$h_0$ : 本井戸の帯水地層の厚さ (m)

を用いる。この場合、 $(h-h_0)$ は水位差であるから水準測量で厳密に決定した基準から測定する必要がある。

厚さ10m以上の帯水層、または帯水性のある岩層の透水係数を求めるには次の式による。

$$k = \frac{Q}{4rh}$$

ただし  $r$ : 井戸の半径 (m),  $h$ : 水面低下量 (m)

$Q$ : 揚水量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ ),  $k$ : 透水係数 (m-h)

地下水の流速を直接測定することがある。この場合には地下水水面図によつて大体流れの方向を想定し、その方向に引いた直線上に二つの井戸を掘る。そして上流の井戸の中に食塩かフルオレセインのような螢光色素かの濃い溶液を注ぎ、それが下流の井戸に現われるまでの時間をはかる。食塩の検出には、下流の井戸水の電気伝導度が急に大きくなることを求めるか、またはその水のある時間ごとに汲みあげて、塩素イオンの含有量を化学分析によつて測定するかして、その最大になるまでの時間を求める。この場合に使用する食塩水の濃度は10000 ppm程度とするのがよい。しかも食塩水の量は多い方が検出に便利である。色素を使う場合には検水の色を直接みてもよいが、フルオスコープを用いれば、さらにみやすい。この場合に用いるフルオレセインの濃度は、500 cc中に10g程度とするのがよい。最近ではフルオレセインナトリウムを用いる。この場合にも使用する溶液の濃度は前者に同じである。肉眼で5000万分の1くらいまでの濃度まで認めうる。フルオスコープでは5億分の1くらいまで認めうるものようである。

この方法で測定した流速を $v_a$ とし、また地層の断面

積で流量を割つて求めた流速を  $v$  とすると

$$v = pv_a, \quad \text{ただし } p \text{ は地層の空ゲキ率}$$

なる関係がある。従つて透水係数  $k$  は

$$k = pv_a/I$$

ただし  $I$  は上下流の二つの井戸の間の動水勾配、  
で求めることができる。上下流二つの井戸の距離は 5~  
10 m とするとよい。

(5) 帯水層構成物質のフルイ分け試験 フルイ分け  
試験に供する物質が巨礫を含むことなく、主として中礫  
一細砂によつて構成されている場合にはその試験結果は  
透水係数の計算に有効な数値を与える。あまり大型の  
礫、たとえば直径 10 cm 前後のものが混じている場合  
にはフルイ分け試験の結果をもつて透水係数の計算を行  
うことは妥当でないように思われる。

フルイ目の段階はこれを適当に選び通過率曲線がなめ  
らかに画けるようにするのがこの試験のコツである。

通過率曲線によつて粒度最小 10% の粒径を求め  
る。これが有効径  $d_e$  である。これを用いて透水係数  $k$  を求  
めるには次の式が用いられる、

$$k = 42 d_e^2 (0.7 + 0.03 T)$$

ただし  $k$ : 透水係数 m-h,  $d_e$ : 有効径 mm

$T$ : 水温 °C

またボーリングその他で採取した帯水層構成物質を透  
水試験装置に入れて透水係数を求めることもできるが、  
この方法は粗砂以下の比較的細粒の物質において効果  
があるものである。

(6) 水質試験 地下水の受けている物理化学的条件  
によつてその中には、各種の物質の著明量を溶存して  
いる。それらの溶存物質の種類と量とは地下水の用途を  
制限するから、一般地下水調査では水質試験に相当重  
きをおく。また地下水の化学的作用を解析する場合、  
溶存物質の量と種類は一つの重要な資料である。水質  
試験の多くの項目は水質試験表についでいるから実際  
に当つてはそれをみるがよい。水質試験は一つの専門  
分野をなしているからその作業はその方面の熟練者  
に依頼してこれを行わしめる方が誤りが少ない。

(7) 地下水の経常的観測 地下水探査については  
以上に述べたごとくであるが、開発された地下水地帯  
についてはその地下水位の昇降、水質の変化などを調  
べてその結果により地下水利用の調節が試みられて  
いる。これらの測定は地下水の経常的観測といふこと  
ができる。

地下水位の経常的観測 地下水利用の進んでいる  
地方では雨水の浸透する量が利用量に達しない期間  
がある。そのときには地下水位は逐次低下する。そし  
て雨水の浸

透量が増加するに従つて地下水位は再び回復する。  
そしてその総合した結果をみるとある期間を周期  
として地下水位はいちじるしく上下しているもので  
ある。もしある期間に地下水位がもとの位置に回  
復するようならば、その利用量に対して十分の補  
給力があるとみてよい。こうした現象を明瞭にする  
ため地下水位の経常的観測が行われている。

この目的の観測は日本ではその例をきかない。  
ただ地盤沈下対策の一環としてその地区の経常的  
観測が現在行われている。

地下水水質の経常的観測 乾燥地帯においては  
他の流域から地表水を引いてきてかんがいを行つ  
ている。この場合、水分の一部は蒸発し、一部は  
浸透して地下水となる。その地下水を汲みあげ  
て、かんがいをを行う。これをくり返している  
うちに地下水の中の塩分が次第に増加する。こ  
のような経過を明らかにして危険を感じた場合  
にはその対策を講じなければならないので、こ  
のような地帯では塩分の経常的観測が行われて  
いる。

日本では地下水塩分の経常的観測は海から塩  
分侵入のある若干の地区で行われているごとく  
である。短期間の観測としては学術的なもの  
がある。すなわち暴風雨によつて波しぶきと  
ともに海岸の砂浜に落ち、この地帯の塩分  
が増加する状態などはある期間の経常的  
観測によつて判明したものである。

日本は雨が多く地表水も多いので従来地下  
水の利用はその量が少く、従つて経常的  
観測の必要がほとんどなかつたが、最近  
は一般水利用がきわめてさかんになつて  
きているので、これらを実際に調整し  
産業の発達を健全ならしめる上から  
いつて、ある地区における水文学  
的観測として河川の水位、流量の  
観測とともに地下水位の経常的  
観測および地下水利用量の定期的  
調査を行う方がよいと思う。

#### 【追記】

地下水調査の主要部分は野外のことであつて、  
これを文字に書き、図にうつして説明し  
うことはわづかである。とくに地質に  
ついてはある程度の子備知識を必要と  
することはもちろんだが、あとは野  
外において実物の観察をすることが  
大切である。地質学は野外が7分、  
室内が3分であるといわれているくら  
いである。

本文では水質についてはほとんど書い  
ておかなかつたので、この部分につ  
いては、別に師を求めるといふこと  
があると思う。その他の部分につ  
いては、実際作業に当たるときの  
子備知識としては、この短文の程  
度で十分だと私も信じている。

#### 学会誌へのご投稿について

学会誌へのご投稿を歓迎しております。できるだけ全会員の方にご利用  
いただきたいのが学会誌の念願であり、固苦しくお考えにならずに、  
ごく気軽なお気持ちで投稿して下さい。技術相談、会員欄、口  
絵、ニュース等、皆様のために広く門を開いてお待ちしております。

【編集部】