

大磯丘陵中井町地域の地下水

小沢 清, 荻野喜作, 落合 博

神奈川県温泉研究所*

Groundwater of the Nakai District, the central part of the Ōiso Hills

by

Kiyoshi OZAWA, Kisaku OGINO and Hiroshi OCHIAI

Hot Spring Research Institute of Kanagawa Prefecture

Hakone, Kanagawa

(Abstract)

Thick tephras are distributed in the northern part of the Nakai district, whereas thick gravels are distributed in the southern part. An apparent thickness of the gravels is estimated to be more than 200 m by an electric prospecting.

Groundwater recharged in the summital area is discharged in the low place prevailing thick gravels. Measurements of groundwater levels, precipitations, streamflows of rivers, and pumping tests were made to estimate the water balance of the groundwater system in the district. The average amount of the groundwater leakage through the volcanic ashes (young Kanto loam formations) is estimated at about 2000 m³/day·km² based on the lowering ratio of the groundwater level. The groundwater flows through the gravels are estimated at about 23000 m³/day in the Hinakubo-Goshonomiya area and at about 8500 m³/day in the Inokuchi area respectively.

まえがき

足柄上郡中井町は大磯丘陵の中央部にあり、昔は閑静な農村であったが、首都圏に含まれる本町は道路網の発達に伴い、農業を中心とした町の形態は大きく転換しつつある。比奈窪、五所の宮地域や井の口地域には宅地や工場地の造成工事が行なわれている。

*神奈川県箱根町湯本997 〒250-03

神奈川県温泉研究所報告 第4巻, 第3号, 165—174, 1973

人口の増加や工場の進出に伴い水の需要も著しく増加しつつある。中井町には大きな河川がなく上水道水源として五所の宮地域と井の口地域の地下水が利用されてきた。今後も両地域の地下水が最も重要な水源であるが、適正に利用できる地下水の量的把握が重要になってきた。

この報告は大磯丘陵で行なった地質調査、電気探査、電気検層、揚水試験、地下水位の連続観測、河川の流量調査などをもとにして中井町地域の水収支を検討し、地下水涵養量を推定したものである。

謝 辞

地質調査の参考にするため、導水路トンネル内部の地質をみせて頂いた。神奈川県内広域水道企業団の庄司隆氏、並川豊満氏、岡本正己氏、山田泰寛氏、国兼泰信氏、秋山輝男氏、並びに掘さくを担当しておられる青木建設レインボー作業所長佐藤幸邦氏、鉄建々設秦野作業所長杉野栄二氏、杉本健一氏、前田建設大井町作業所長小島誠三郎氏、小浜信夫氏、山本良雄氏、篠原勝一氏、伊藤聖一氏、鴻の池組曾我工事々務所長藤井生律氏、笹井英夫氏、今井靖氏にお世話になった。

東京教育大学助教授藤田至則先生から“将棋倒し構造”等についての論文を頂いた。

水位計の設置について中井町役場武井達重企画室長のお世話になった。企画室の尾上金寿氏から雨量記録を提供して頂いた。

深井戸の地質柱状図を相模さく泉、井戸清、大塩組、平塚富士見カントリークラブの各社から頂いた。

この報告をまとめるにあたり、温泉研究所長大木靖衛博士から御教示を頂いた。長瀬和雄技師、横山尚秀技師、守矢正則氏、広田茂技師、栗屋徹技師、伊東博技師には河川流量測定、電気探査、資料の整理を手伝って頂いた。

以上の方々に厚く御礼申しあげる。

地下の地質構造

中井町の北部は厚い新期関東ローム層におおわれている。このローム層下の地質や比奈窪、五所の宮地域に分布する砂礫層の深さなどを明らかにするため、露頭調査、深井戸の地質資料、電気検層資料、電気探査資料、導水路トンネル内部の地質などを参考にした。本地域の地下の地質構造を図3のパネルダイアグラムに模式的に示した。

北部の新期ローム層下の露頭でみられる地質は厚い固結したテフラである。この中には多数の降下軽石や軽石流が挟在されている。時折、砂礫層が挟在されていて、地下水を胚胎し、基質に多量のテフラ質物質を含む。導水路トンネル内部でみられるテフラのように地下深いものは圧密を受けて非常に強く固結していて、物理探査で基盤岩類ではないかと疑われたものもある。

この固結したテフラの走向は一般に東西に近く、傾斜は10°前後北に傾くが秦野盆地に近づくにつれて傾斜は緩くなる。導水路トンネル内部では水平に近い部分もみられた。境部落の下で導水路トン

ネルでは河床礫層と思われるものに遭遇し、約 $1 \text{ m}^3/\text{min.}$ の湧水があった。テフラはここを中心として緩い向斜構造をなしていた。丁度このあたりは重力図によっても北西—南東方向に谷状の切込みがあり、地形的には同方向に浸食の大きい谷が発達している。これらから推定すると地下深くに断層があるのかもしれない。

北西部の基盤岩類が分布している地域では基盤岩類にテフラが直接アバットしている。

この付近のテフラには基盤岩類の垂角礫層が挟在されている。大磯丘陵では第三系の基盤岩類に対して第四系が古い地層から新しい地層へと順次南から北に向け直接接している。これは堆積盆地が順次北へ移動したことを示している。これはいわゆる“将棋倒し構造”とよばれる地質構造である。

比奈窪、五所の宮地域には北部のテフラの下位層である砂礫層が分布している。この砂礫層の深さを求める目的で電気探査を実施した。電気探査の結果や深井戸の資料では深さ 200m でも、基盤岩類又は二宮泥岩層は検出されない。この砂礫層は東部の井の口や平塚市側に連続するようであるが、次第にテフラの挟みが多くなり互層状態に移化して行くらしい。

透水係数について

本地域にはあまり深井戸がなく、揚水資料のそろっているものはわずかに4本である。表1に平衡式によって算出した透水係数の一覧をかかげた。

この地域の砂礫層の透水係数は $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{ cm/sec}$ 程度であり、秦野盆地のそれよりも1オーダー低い、かなり良好な透水性を持つといえる。

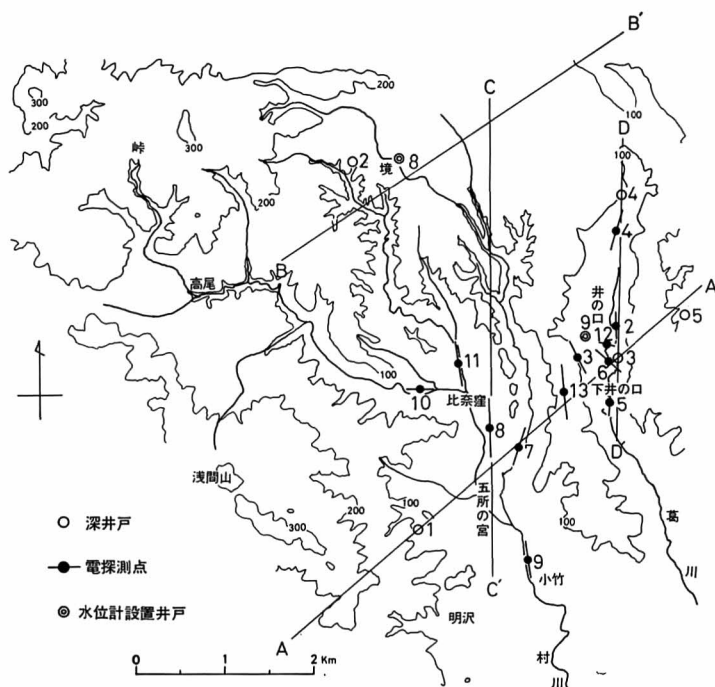


図1 井戸・電探測点分布図（井戸の数字は図2に同じ）

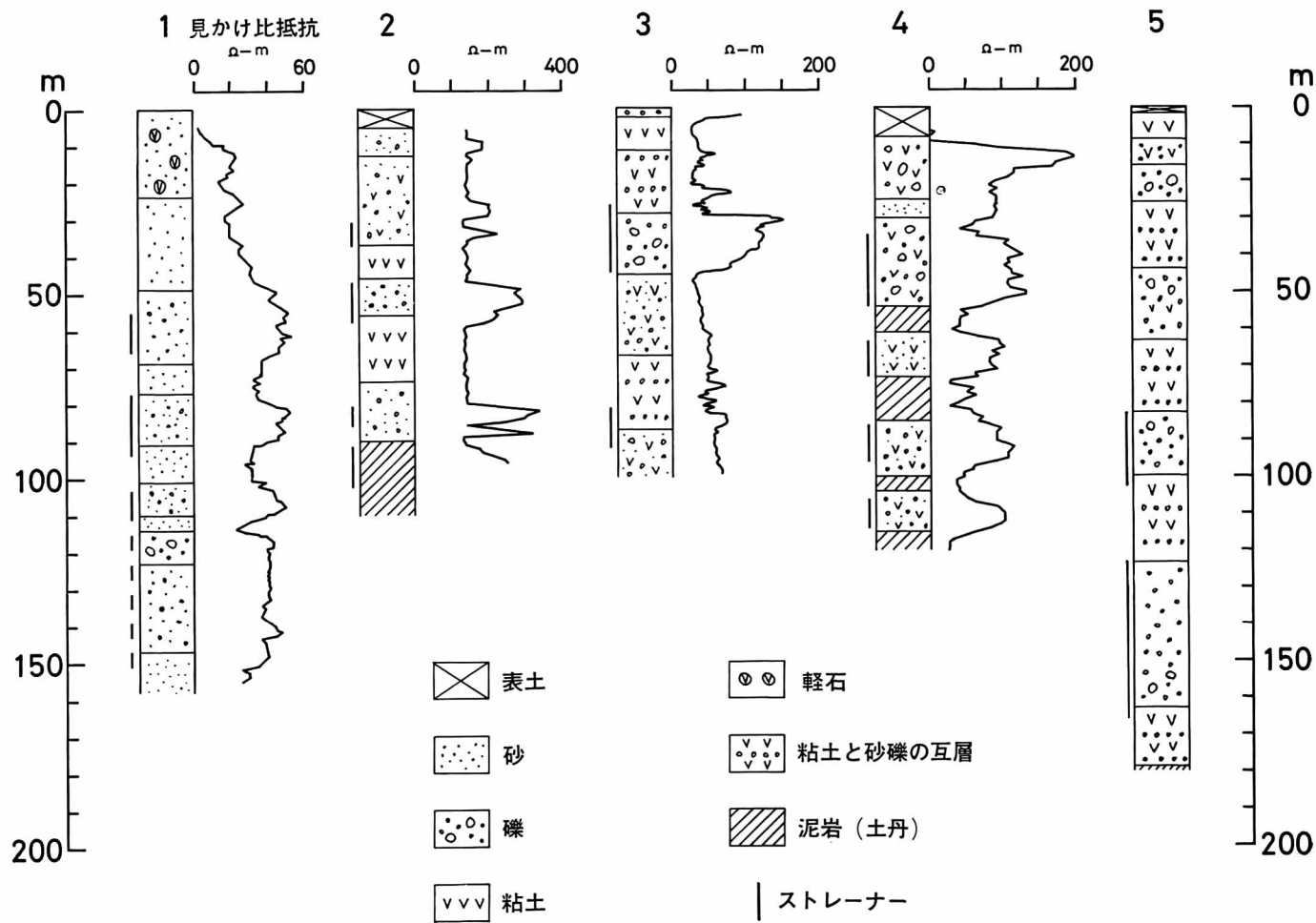


図2 深井戸地質柱状図

1: 石黒商事 2: レインボーカントリークラブ 3: 中井町水源 4: 大塩組 5: 平塚・富士見カントリークラブ

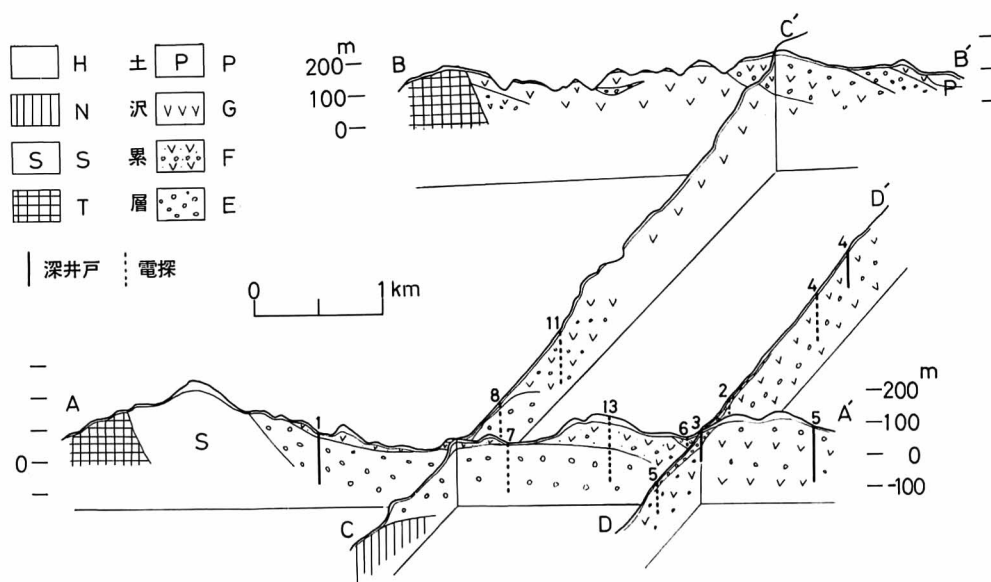


図3 パネルダイアグラム

T: 基盤岩類 S: 曾我山砂礫泥岩互層 N: 二宮泥岩層 H: 新期ローム層および沖積層
E: 砂礫 F: 砂礫とテフラの互層 G: テフラ P: 軽石流

表1 井戸資料

井戸 番号	深 さ (m)	ストレーナ ー管長 (m)	管 径 (mm)	揚水量 (ℓ/min)	揚水時の水 位低下 (m)	透水係数 (cm/sec)
1	158	55.5	200	1000	12.5	3.6×10^{-3}
2	110	33.0	200	1000	15.0	5.8×10^{-3}
3	100	27.5	150	400	1.5	1.8×10^{-2}
5	180	52.5	300	2000	12.0	7.6×10^{-3}

地下水位について

浅層地下水の地下水位の連続観測を行なうために境地域と井の口地域とに自記水位計を昭和46年11月に設置した。図1に設置井戸の分布を、図4に地下水位の記録を示した。縦軸には水位変化量を示してある。水位は井戸天端からの深さで境地域の観測井は昭和46年11月4日で13.10m、井の口地域の観測井は同月7日で8.70mである。

地下水位の低下は両地域共に直線の変化を示す。多降雨終了後1ヶ月以内の水位低下率は境地域で30~50mm/day、井の口地域で15~30mm/dayである。境地域で水位低下率が大きいのは井戸が台地上の新期ローム層中にあり、その台地の東西は比較的深い谷によって浸食されているという地形的要因によって河川への流出が速いためであろう。昭和47年7月と9月の集中豪雨時の水位記録をみると、井の口地域では7月の降雨によって上昇した水位が低下を始めない内に9月の降雨による水位の

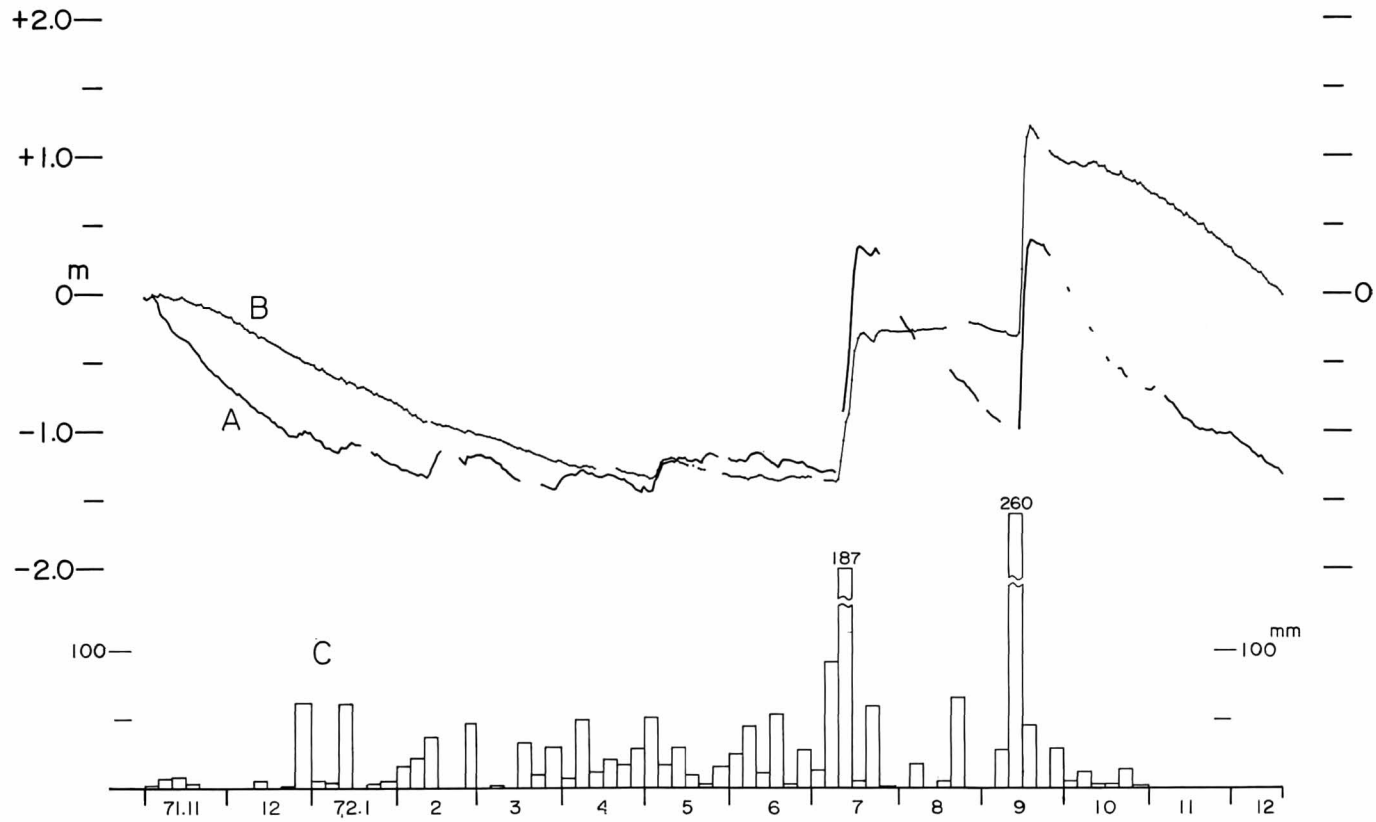


図4 浅層地下水の水位記録
A: 境観測井 B: 井の口観測井 C: 降水量

上昇が加算されている。これに対して、境地域では7月の降雨により上昇した水位がかなり低下してから、9月の降雨による水位の上昇が認められる。

降雨と水位上昇の間には両地域共に時間的遅れはほとんどない。降雨終了後最高水位に達するまでには3～5日を要する。

水収支計算の参考にするため地下水位の低下率から新期ローム層中からの漏水量を求めている。ここでは最低水位に近く、比較的安定している47年1月下旬～2月上旬の水位低下率を平常的な状態であるとみなした。水位低下率は両地域共に約10mm/dayである。新期ローム層の有効空隙率を秦野で求められている値と同じく20%とすると、新期ローム層からの漏水量は2mm/dayである。

中村川上流の新期ローム層の下に基盤岩類やテフラの分布している地域の面積は16km²であるから、新期ローム層からの漏水量は32000m³/dayである。井の口地域の集水面積は4km²である。この地域も地表は新期ローム層でおおわれているのでその漏水量は8000m³/dayである。これらの量は降水量から蒸発散量および直接流出量を差引いた量に等しくなければならない。この値がかなり妥当であることについては水収支の項でふれる。

河川流量について

本地域には中村川と葛川が流れており、これらは水系を異にして別々に相模湾に注いでいる。

流量測定は昭和47年8月31日と12月21日に行なった。測定地点を図5に、流量を表2に示す。測定の多くは砂礫層の分布している地域で行ない、地下水の涵養域と湧出域とを明らかにするのを目標とした。しかし中井町内の砂礫層地域はどこでも地下水が湧出して、涵養域は認められなかった。図5のJ地点で河川流量が少なくなっているが、これは沖積層中に一時的な伏没が行なわれたためであろう。

中村川の流量については、この上流で県内広域水道企業団によって導水路トンネルが掘さく中で、トンネルから8月には約3000m³/day、12月には約12000m³/dayの水が中村川に排出されていた。

12月の流量調査記録を用い中井町を流れる中村川と葛川の平常流量を推定する。まず中村川の平常流量を推定する。12月の測定はしばらく雨の降らない日が続いた後で行なったから、上流の河川流量は新期ローム層中の地下水の浸出によってまかなわれていると考えられる。また、この時の境観測井の地下水位は年間の最低水位に近いので、中村川上流の河川流量は7月と9月の集中豪雨の影響はないとした。新期ローム層の下にテフラや基盤岩類が分布する上流地域の平常的な河川流量はM, N, O, P地点での流量の和より導水路トンネルからの排水を除いた24000m³/dayと推定される。この量は新期ローム層の下に二宮泥岩層が分布する明沢地域の小流域をモデルとして求めたローム層から河川への浸出量1600m³/day・km²を中村川上流地域の面積(16km²)倍して得た25600m³/dayに近い値である。

砂礫層の分布する下流域の流量の内、流域の末端であるA地点の平常流量を推定する。葛川流域井の口観測井の地下水位は7月と9月の集中豪雨の影響を受けて年間の最低水位よりも約1.3mも高

い。比奈窪，五所の宮地域には観測井はないが，浅層地下水の水位は同様であると考えられる。従って，河川流量は平常的な流量よりも多いと思われるので，測定量の90%を平常流量とした。A地点の平常流量は測定量から導水路トンネルからの排水量を除き，その90%とすると $50000\text{m}^3/\text{day}$ である。8月の測定の時も井の口観測井の水位は7月の集中豪雨の影響を受けて最低水位より約1m高いので，12月の時と同様な仮定のもとで流量を求めると $52000\text{m}^3/\text{day}$ である。従って，A地点での平常流量は $50000\text{m}^3/\text{day}$ と考えて良いので，中村川の河川流量は砂礫層地域で $26000\text{m}^3/\text{day}$ 増加している。

次に葛川の平常流量を推定する。葛川は上井の口あたりではほとんど流れていない。下井の口で地下水の湧出があり，湿

地帯を形成している。

湿地帯の末端までの流域を考えれば，この地点で葛川の流量は $9500\text{m}^3/\text{day}$ 増加しており，これはすべて地下水の湧出による。12月の井の口観測井の地下水位は前記の様に年間の最低水位よりもかなり高いので，新期ローム層からの地下水湧出は多いと考えられる。従って，平常流量を中村川流域と同様に測定量の90%とすれば $8500\text{m}^3/\text{day}$ である。

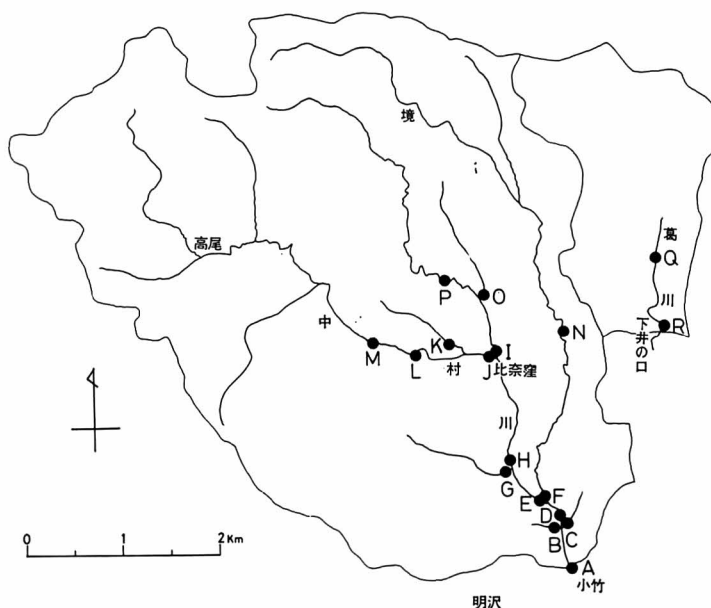


図5 河川流量測点分布図

表2 流 量 表

測定地点	47. 8. 31 測定 m^3/day	47. 12. 21 測定 m^3/day	測定地点	47. 8. 31 測定 m^3/day	47. 12. 21 測定 m^3/day	測定地点	47. 8. 31 測定 m^3/day	47. 12. 21 測定 m^3/day
A	60800	68000	G	7000	1100	M		26500
B	1100		H	40800	40900	N	7300	4000
C	2100		I	2100	6500	O		600
D	60700		J	26700	28200	P		4900
E	47900	50000	K	1000	800	Q	300	300
F	10200	6100	L	35600	33500	R	10400	9800

水 収 支

河川の流量調査の結果に基づいて水収支を検討する。水収支計算の期間を1年とすると水収支式は次のように表わされる。

$$P = D + G + E$$

ここで、Pは年間降水量、Dは河川流量、Gは地下水流量、Eは蒸発散量である。

中村川と葛川の流域を別々に考える。中村川流域の水収支計算の区域を分水界から流量測定点Aの坂呂橋までとする。この付近から南には泥岩が発達し、北には砂礫層が分布している。これより上流の中村川の集水面積は 24 km^2 である。測点M、N、O、Pより上流には新期ローム層の下に難透水性のテフラおよび基盤岩類が分布しており、その面積は 16 km^2 である。下流域の砂礫層の分布する地域の面積は 8 km^2 である。

この流域では末端に泥岩層が分布しているため地下水流出はないものと仮定した。

中井町地域の年間降水量は 1500 mm で、年間蒸発散量を 650 mm とすると降水量は $99000 \text{ m}^3/\text{day}$ 、蒸発散量は $43000 \text{ m}^3/\text{day}$ である。流域外への平常河川流出量は $50000 \text{ m}^3/\text{day}$ なので $6000 \text{ m}^3/\text{day}$ が降雨の際の直接流出量である。中村川の上流域の面積は 16 km^2 なので同様な計算をすると降水量は $66000 \text{ m}^3/\text{day}$ 、蒸発散量は $29000 \text{ m}^3/\text{day}$ である。直接流出量を前記の $6000 \text{ m}^3/\text{day}$ を面積に応じて比例配分し $4000 \text{ m}^3/\text{day}$ とする。これらから河川流量と地下水流量の和、即ち新期ローム層からの漏水量を求めると $33000 \text{ m}^3/\text{day}$ である。この値は地下水位の低下率から求めた漏水量 $32000 \text{ m}^3/\text{day}$ に近い。

河川流量の項で述べたように、砂礫層地域で $26000 \text{ m}^3/\text{day}$ の河川流量の増加があるがこの増加量の内訳を考えてみる。新期ローム層から地下水が河川に流出する量は下位の砂礫層への浸透量が大きく、上流地域に比べてかなり少なくなるはずである。河川流量をもとにすると $3000 \text{ m}^3/\text{day}$ と推定される。この地域での揚水量は $4000 \text{ m}^3/\text{day}$ と見積られるので $19000 \text{ m}^3/\text{day}$ の地下水が湧出して河川流量を増加させていると考えられる。

従って、比奈窪、五所の宮地域への地下水涵養量は現在揚水されている量も含めて $23000 \text{ m}^3/\text{day}$ と推定される。この内、利用可能な量を $60 \sim 70\%$ 程度と考えると、 $14000 \sim 16000 \text{ m}^3/\text{day}$ である。現在すでに使用されている量を除くと、 $10000 \sim 12000 \text{ m}^3/\text{day}$ が今後利用可能な量である。

次に葛川流域の水収支を検討する。葛川の分水界から下井の口までの集水域は 4 km^2 である。中村川流域と同様な水収支計算を行えば降水量は $16500 \text{ m}^3/\text{day}$ 、蒸発散量は $7000 \text{ m}^3/\text{day}$ 、また直接流出率を中村川流域と同じとすれば、 $1000 \text{ m}^3/\text{day}$ である。従ってこの流域では $8500 \text{ m}^3/\text{day}$ が河川流量と地下水流量の和である。この値は地下水位の低下率から求めた新期ローム層からの漏水量 $8000 \text{ m}^3/\text{day}$ と近似する。

葛川の下井の口のR地点での流量は $8500 \text{ m}^3/\text{day}$ であるから地下水流出はないことになる。即ち、葛川流域に降った雨は直接流出と蒸発散で失われる量を除くと、ほとんどすべてが地下水となり下井の口で湧出する。

井の口地域の地下水涵養量は $8500\text{m}^3/\text{day}$ であるが利用可能な量を比奈窪，五所の宮地域と同様に $60\sim 70\%$ とすると $5000\sim 6000\text{m}^3/\text{day}$ である。現在すでに $1000\text{m}^3/\text{day}$ が取水されているので $4000\sim 5000\text{m}^3/\text{day}$ が今後利用可能な量である。

ま と め

(1) 中井町北部にはテフラ，北西部には基盤岩類が分布し，基盤岩類に直接テフラが不整合に重なっている。前年度の調査結果をも合わせ考えると大磯丘陵の地質構造は堆積盆地が順次南から北に移動した構造，いわゆる“将棋倒し構造”をしている。

(2) 電気探査，深井戸資料から比奈窪，五所の宮地域に分布する砂礫層の深さは 200m 以上と推定される。

(3) 浅層地下水の無降雨が続いた時の水位低下の様子は水位記録から読みとれる。台地上の境観測井の地下水位は低地の井の口観測井に比べて初め低下率が大いだが，数ヶ月後には両者とも約 $10\text{mm}/\text{day}$ になる。

(4) 河川流量調査，雨量記録等に基づいて水収支を検討した結果，中村川流域の比奈窪，五所の宮地域には $23000\text{m}^3/\text{day}$ ，葛川流域の井の口地域には $8500\text{m}^3/\text{day}$ の地下水涵養量が推定される。利用可能な量はその $60\sim 70\%$ 位であろう。

(5) 中村川流域では上流の基盤岩類やテフラの分布している地域からも約 $9000\text{m}^3/\text{day}$ の地下水が比奈窪，五所の宮地域の地下水を涵養しているとみられる。従って，水資源保護の立場から上流地域の地表流出を多くし，地下水涵養量を少くするような乱開発は避けるべきであろう。

(6) 葛川流域では地下に浸透した降雨はほとんど下井の口で湧出している。従って，上流地域が開発された時下水道を整備しないと下水が下井の口の地下水源を汚染することが心配される。

参 考 文 献

CHOW, V.T. (1964), Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill.

藤田至則 (1951), 宮田層の堆積機構, 地質雑, Vol. 57, No. 664, 21—28.

藤田至則 (1953), 地層の将棋倒し構造について, 新生代の研究, No. 18, 1—10.

藤田至則 (1958), 地層の将棋倒し構造についての一試論, 藤本治義教授還暦記念論文集, 294—303.

平賀士郎, 伊東博, 大山正雄 (1973), 丹沢山地およびその周辺の重力調査, 神奈川温研報告, Vol. 4, No. 1, 37—46.

井尻正二 (1972), 古生物学汎論下巻, 築地書館.

川畑幸夫 (1961), 水文気象学, 地人書館.

小沢清, 大木靖衛 (1972), 大磯丘陵南西部の地質, 神奈川温研報告, Vol. 3, No. 2, 73—82.

山本莊毅 (1968), 陸水, 共立出版.

横山尚秀, 荻野喜作, 大木靖衛, 長瀬和雄, 小沢清 (1972), 秦野盆地地下水の水文学的研究, 神奈川温研報告, Vol. 3, No. 2, 41—56.