

思川沿岸平野の地下水
(とくに地表水からの地下水供給量について)

—関東東部地域調査 第4報—

尾崎 次男* 岸 和男* 大竹 重吉** 小野寺 公児**

Ground Water in the Omoi River Basin, Tochigi Prefecture

by

Tsugio Ozaki, Kazuo Kishi, Shigekichi Otake
& Kōji Onodera

Abstract

In the Alluvial plain on the river side of the Omoi river, including Kanuma city, Tochigi city and Mibu-machi, the ground water and the surface water resources are highly developed for irrigation, but underdeveloped for industrial water supply.

In the low water period, the writers measured, the discharge of surface streams and water channels in this basin, and investigated hydrogeological relations of the ground water.

By these investigations the writers could grasp the geographical distribution of the ground water and the supplied quantities of the ground water from surface streams.

The main results of the investigations are as follows:

1. The Omoi river basin is hydrographically separated into 13 divisions. In these divisions the writers could distinguish the geographical distribution of the influent seepage zone and the effluent seepage zone, and determine the runoff.
2. In the influent seepage zone, the total quantity of the ground water supplying from surface streams is over 4.0 m^3 per sec. On the southern part of this zone, the ground water appears on the surface as the effluent seepage or the spring. But these quantities of the ground water runoff in the southern part are estimated to 1.4 m^3 per sec. at least.
3. In the southern part of the investigated area, there is the confined water in rich quantity and good quality. They develop in shallow horizon at the northern part, and in deep at the southern part.
4. As the water sources for fabric industry, the writers can recommend the development or the utilization of the free water in the northern part and the confined water in the southern part.

要 旨

1) 本報告は関東東部地域工業用水源調査の一環として、利根川水系思川流域の一部について行なった水文調査の結果を記載している。

2) 栃木市・鹿沼市および壬生町の一部地域を含む平野部一円について、井戸の水位ならびに水温を測定し、

地下水の分布および流動状態を明らかにした。

3) さらに支流小倉川および黒川の一部について若干の水準測量を行ない、河床と付近地下水位との関係を明らかにした。

4) 思川の一部流域を13地域に区分し、地域ごとに表流の流入量および流出量をそれぞれ測定して地域ごとの表流量の変化を明らかにした。

5) これらの調査結果から思川沖積低地では、小倉川

* 地質部
** 技術部

右岸に沿って、おもな地下水透水帯の存在が指摘でき、これが南方に存在する古河水脈に連なるものと推定される。

6) 表流が伏没して地下水に転化する浸透地域および流域からの地下水が浸出して表流が増加する浸出地域などの地理的分布 およびそれぞれ地域ごとの量が判明した。

7) 浸透地域では、表流からの地下水供給量の合計は $4.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ 弱となり、また南部にあたる末端地域の地下水浸出量の合計は $5.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ 弱となるが、末端地域を通過する地下水流動量は少なくとも $1.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以上と推定される。

8) 調査地域の南部付近には深度 20~30m の範囲に質および量ともにすぐれた被圧地下水が分布しており、これは南方に向かって深層に広がっている。

9) 調査地域の平野部では、南方に至るに従い浅くなるがおおむね深度 13m までの自由面地下水を、また南部地域では 30m 以深の被圧地下水をそれぞれ対象として、その開発利用が期待できる。

1. 緒 言

鹿沼市・壬生町および栃木市などの一部を含む思川沿岸沖積平野一帯には美田が展開しており、古くからこの地域の地表水および地下水などはかんがい用に高度に利用されている。一方この地域における工業用水源としての地表水および地下水の利用量は、現在工場数が少ないうえに用水利用の規模が小さいため、 $10,000 \text{ m}^3/\text{day}$ にも達していない、いわゆる工業の面では低位開発地域に属している。

しかしながらこの地域は東京を中心とした半径 100 km の首都圏地域に含まれ、将来工業の発展が期待される地域である。したがってこのような地域について地下水の規模の大小を前もって把握しておくことは、将来の水利用計画をすすめるうえに国にとっても、県にとってもきわめて重要なことである。

本報告は関東東部地域工業用水源調査の一環として、こうした目的のもとに利根川水系思川沖積平野を流れる諸河川の表流と地下水との交渉関係および沖積平野一部の自由面地下水などについて調査した結果を記載している。

なお本調査中に協力いただいた栃木県商工観光課・栃木市商工課および西方村役場の関係各位に対しては、この機会に厚く謝意を表しておく次第である。

2. 調査の方法および規模

2.1 調査の方法

河川水位が比較的安定している冬季の低水時を選び、河川流域の上流部から下流部までについて流域を多数の地域に区分し、地域ごとにその上流側を通過する表流の流入量および下流側を通過する表流の流出量をそれぞれ測定すれば、地域ごとの流入量と流出量との差引きから求められた流量差は、表流からの伏没水量あるいは反対に地下水からの涵養水量を示すものと考えられる。

このような測定を上流側地域から下流側の地域に向かって順次に行なってゆくときには、地域ごとに表流流量の量的変化が求められることになる。

ここでは利根川水系思川流域について、この種の調査を行なったのである。また沿岸低地の地下水調査については、前述の調査と併行して主として自由面地下水の水位および水温などの測定を行なったほか、地下水と河川表流との水位の関連を知るため若干の水準測量を行なった。

2.2 測定器械

これらの調査に使用した機械および性能は下記の通りである。

プライス型電音流速計

No. 27 $V = 0.655 N/T + 0.041$

V: 流速 (m/sec)

N: 回転翼の回転数

T: 回転に要した秒数

水比抵抗測定器 T-S 型抵抗器

水準測量用機械 富士測器製 E 型レベル 2 台

2.3 調査の規模

調査範囲

第 1 図に示す栃木県西部の一部 (5 万分の 1 地形図、日光および矢板・鹿沼・宇都宮・栃木・壬生・佐野・小山参照)

調査期間

昭和 35 年 3 月 7 日 ~ 3 月 17 日

調査の実績

地下水調査 水位測定井戸数 460 カ所

水温測定井戸数 380 カ所

流量測定断面数 87 カ所

水準測量 5 測線

調査担当

野外調査 尾崎 次男

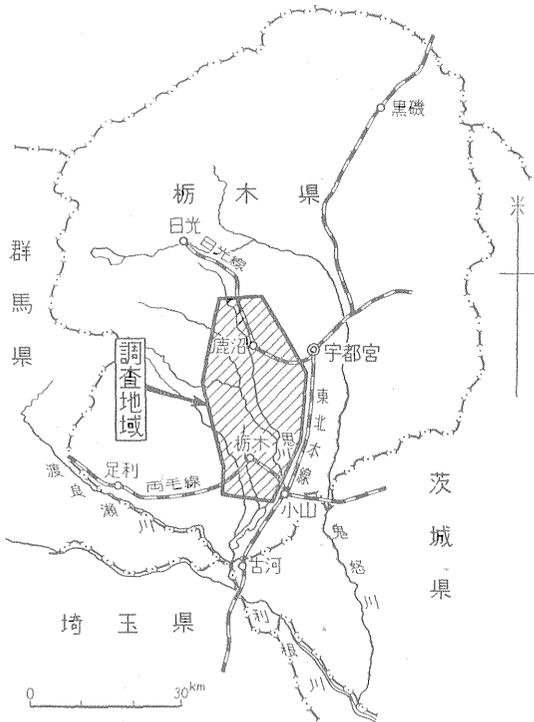
流量測定 岸 和男

水準測量 大竹重吉・小野寺公児

3. 思川の概観

3.1 河川規模

調査地域のうち最も高地を占め西方に連なる足尾山塊



第1図 調査範囲

は(主峰夕日岳 標高 1,526 m) 大部分が古生層, また北方山地はおおむね第三紀の火山岩などで構成され, これらの地層は一応いずれも難帯水層となっている。一方, 山地の縁辺および東方にそれぞれ台地を形成している洪積層および諸流の流路沿いに発達する沖積層は, それぞれ良好な帯水層となっている。これらの地層中に発源するおもな支流は, 小倉川および黒川などで山間部を脱する付近から小規模な沖積扇状地を形成している。両支流が合流してから, さらに左岸支流姿川を合し思川となる。したがって思川の流路は古河市北西方の遊水池で渡良瀬川と合流するまで, およそ 20 km に過ぎないが諸支流を含む流域面積は 760 km² となっている(下都賀郡間々田町乙女から上流)。

河床はおおむね流域の地質を反映した礫が大部分を占め, 下流に至るに従い漸次その径が小となり小山市西方付近では砂利の採取が行なわれている。

支流小倉川および黒川の沖積扇状地では, 砂礫層が厚く分布しており, また地下水位が深いので河川の一部では水無し川となっている。

3.2 水分布と水利利用

地表水

調査地域には, 本流思川のほか支流姿川・黒川および小倉川などの河川があり, さらに平野部には多数のかん

がい用水路が発達している。また地域の南部では, おう地に湧水が生じ小水路の水源となっている。

小倉川では, 支流大芦川・荒井川・南摩川・粟野川および粕尾川などの表流はいずれも河岸沿いのかんがい用に利用されるが, 用水の余水は最終的には小倉川に還元する。しかしながら小倉川の表流は西方村小倉付近の頭首工でかんがい用水として常時 0.92 m³/sec, 最大 1.4 m³/sec が取水され, この用水の大部分は小倉川には還元しない。黒川では黒川および支流行川の表流はそれぞれ河岸沿いのかんがい用に供されるが, 楡木南方で黒川左岸から取水したかんがい用水の大部分は用水路を通じて他の流域に流出している。渇水時には小倉川および黒川などの表流は楡木および小倉頭首工を結ぶ線から南方で河床下に没してしまう現象が認められる。また姿川の下流では排水の流入があり, 表流の水質が小倉川および黒川などに較べて悪化している。

以上のように, この調査地域には多数の河川があり表流が豊富で一見してその利用が可能であると考えられるが, これらの河川表流は上流から下流まで密に発達する用水路を通してかんがい用に高度に利用されており, 将来とも河川表流を他目的へ利用することは, 既存の水利権の問題が解決しない限り不可能であろう。

地下水

調査地域内では, 深度 13.0 m 以内で自由面地下水が容易に得られ, 一般民家の飲料用に供せられるほか, 工業用水源に利用されている。栃木市には K. K. 日立製作所栃木工場, 益子食品 K. K., 栃木化成 K. K. などの工場があり, これらの工場はいずれも深度 7.0~12.0 m 程度の井戸から地下水を取得している。K. K. 日立製作所栃木工場には, 深度 10~12 m の浅井戸が 4 本あり, 揚水管孔径はいずれも 100 mm であって, 5 HP 前後の渦巻ポンプを使用して 4,000 m³/day を取得している。また地域の南部には一部自噴する被圧地下水が存在し, 一般飲料および工業用の水源にそれぞれ利用されている。

第1表 調査地域における集水渠の現況

場 所	延 長		取水量 (m ³ /sec)	かんがい面積 (ha)	
	暗 渠 (m)	明 渠 (m)			
鹿 沼 市	亀和田	199	399	1.130	583
	酒の谷	246	180	0.341	74.5
	南 摩	150			39.7
	玉 田	300			47.6
上都賀郡西方村	金井	500	500	0.114	23.3
	金 崎	70	1,300	0.202	41.7
栃 木 市	大光寺	1,000	535	1.290	618

る。一般民家の掘抜井群の深度は明らかでないが聴取の結果によると 30m 前後で、南方で深度が増加する。また小山市の西方に当る思川の河畔には小西六写真 K.K. 小山工場があって、この工場には井戸口径 250 mm、深度 127m で自噴量 1,260 m³/day を示す掘抜井がある。この井戸のさく井記録によると、まだ基盤に達していないが、深度 126m までに 9 層の砂礫質帯水層が存在し、ここでは 80m 以深の帯水層がそれぞれ収水の対象となっている。

小倉川および黒川などの河岸付近の所々に集水埋渠施設があり、これにより河川表流に関連の深い地下水を取得し、かんがい用に供している。本調査地域における集水渠の規模を第 1 表に示しているが、これらの施設による取水量の合計は 3.0 m³/sec を超えている。

4. 地下水理の概要

黒川および小倉川が山間部を脱する付近から下流側沖積平野について、地下水の分布および流動状態を明らか

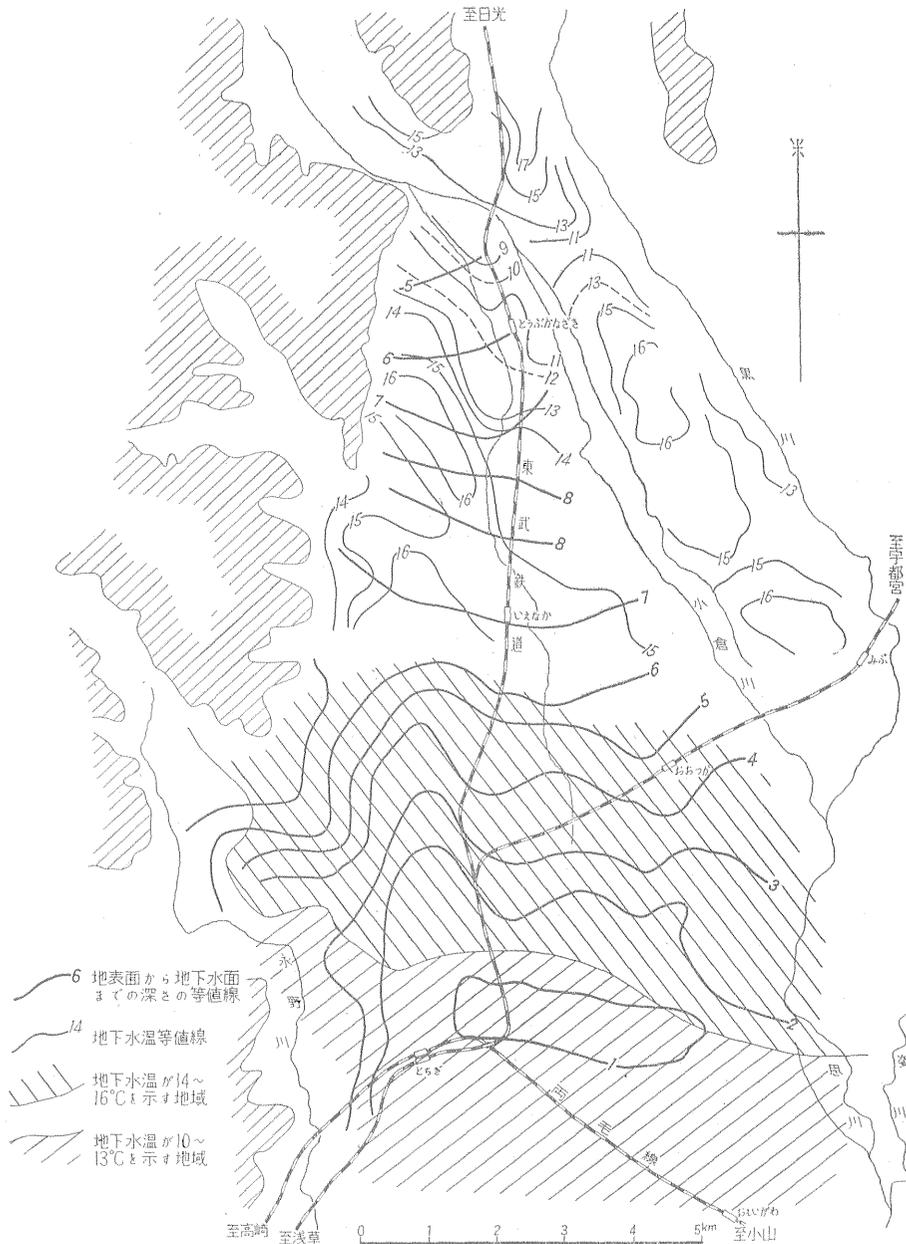


第 2 図 地下水位と地下水位断面の位置

にするために井戸の水位を測定し、この結果をまとめて第2図に示している。

地域一円に自由面地下水があり、さらに栃木から小山に至る両毛線を挟んだ一部地域に被圧地下水が分布する。自由面地下水の水位は全般的にみると調査地域の北部付近が概して深く、南部に至るに従い浅くなる傾向が指摘できる。北部地域の鹿沼市亀和田付近の地下水位は5~7mの範囲にあるが、西方村金崎から都賀村家中付

近にかけた平野一帯の地下水位は8m前後と一様に深くなり、東武日光線家中駅の井戸では地下水位が最も深く、10mにも達している。さらに地域の東方にあたる洪積台地の地下水位は一層深く、壬生町羽生田付近では8~12.5mの範囲となっている。たまたま本調査中は異常渇水期にあたり北部地域では地下水位が著しく低下し、地下水面に達しない涸渇した井戸が少なからず認められた。



第3図 地下水温と地表面から地下水面までの深さ

東武宇都宮線から南部地域では、地下水位が7~1mまでの範囲にあり南方に至るに従い漸次浅くなって、両毛線付近では2m前後を示し、さらにその南方では1m前後となっている。

以上、この調査地域の地下水位について概略を述べたが、地下水位が深い地域では黒川および小倉川などの表流が河床下に伏没したり、また反対に地下水位が浅い地域ではおう所や堀割などに湧水が生じる現象が認められる。

また両毛線沿線の割出・辛島付近では井戸深度20m前後で被圧地下水を得ており、これら井戸の圧力面の深さは0.20~0.80mの範囲にあり、さらにこの南方では自噴している。

4.1 地下水温

調査地域の自由面地下水の水温は8.2°Cから17.6°Cまでの範囲にあり、しかも地域的に不規則な分布を示すが、測定結果は第3図に示すようにまとめられる。

調査地域のうち、まず沖積平野では黒川および小倉川さらに永野川の流路沿いにある井戸の水温はいずれも8~12°Cの範囲にあって、他に較べて水温が低く、さらに河岸から遠ざかるに従って水温が増加する傾向が指摘できる。たとえば、西方村小倉付近では小倉川の左岸にある井戸水温が13°C前後を示しているのに対して、右岸では9°C前後と低くなり、さらに南側に至るに従い井戸の水温が漸次増加する傾向が、金井の西方および家中駅の西方には水温16°C以上を示す地域が認められている。これと全く同様な関係が黒川および小倉川に挟まれた地域にも生じている。また南部地域では水温を測定した井戸の密度が少ないためまとまりを欠くが、一般的にみれば14°C前後の水温を示す井戸が多く、また藤田町付近南および思川沿いの一部に水温11°C以下を示す地域が認められる。

洪積台地の地下水の水温は14.5°C前後を示し、また南部地域に分布する被圧地下水の水温は14.5°C前後となって沖積平野の自由面地下水のように著しい水温変化は認められない。

沖積平野における自由面地下水の著しい水温変化は、その原因の一つとして少なくとも井戸の水位および深度の深浅が関係するものと考えられるので、井戸の水位測定結果をとりまとめ、等水位線を作成し井戸の水温との関係を示したのが第3図である。この結果地域全般についてみると井戸の水位および深度が深い地域では水温が高く、これに対して浅い地域では水温が低くなる傾向があり、気温が水温に影響を与えているものと思われる。しかしながら局所的な地区あるいは井戸個々についてみれば必ずしも上述のような関係は認められない。井戸の

第2表 井戸水位・深度と水温との関係

井戸の位置および所有者			水位 (m)	深度 (m)	水温 (°C)
鹿沼市	亀和田町	橋本 徳	6.88	7.14	16.6
"	"	木村 政雄	6.98	7.60	14.0
"	"	橋本喜一郎	6.85		17.5
"	"	広田 一男	7.18	7.60	11.5
"	赤 塚	寺内善一郎	7.48	8.06	11.7
"	"	金子 平馬	7.80	7.95	8.7
西方村	金 崎	石川 正吾	6.40	6.68	11.0
"	"	五十嵐哲治	6.90	7.59	11.4
"	金 井	川島徳次郎	7.95	8.03	15.1
"	"	中田 吉六	7.70	7.80	16.7
"	"	白井 甲子	8.38	8.67	16.4
"	"	中野内喜一	8.08	8.27	14.5
"	"	増田徳次郎	8.26	8.58	14.6
壬生町	栄 町	小林 輝吉	4.49	5.18	16.4
"	上 町	葉 師 堂	4.29	5.70	15.9
"	岡	麻生 要作	2.05	3.25	15.5
"	小 宅	高久 安吉	1.12	1.90	16.0

水位および深度、さらに水温の関係を示しているが、この表の結果からも明らかのように、同じ地域で井戸の水位および深度が同程度であっても水温にそれぞれ差が認められ、また井戸の水位および深度が深いにもかかわらず水温が低い地域、またこれと反対に井戸の水位および深度が前者に較べて浅い地域で水温が高いという関係が生じ、井戸の水位および深度に関係がない結果が生じている。このような現象は本来の地下水温を示す地下水に、8°C前後の水温を示す黒川および小倉川さらにその他の地表水が浸透し、地下を流動するに際して熱交換が行われた結果と考えられる。

4.2 地下水の流動

井戸の水位測定結果をとりまとめ、地下水位等高線を第2図に示している。地域南部の地下水位等高線は北部に較べて不規則な形態を示している。地下水の流れは地域全般についてみればおおむね北から南に向かうが、片蓋と惣社町を結ぶ以南の地域では南からやや東寄りに変じている。またこの地域には不明瞭ではあるが地下水谷の存在が指摘できる。そのおもな一つは、金崎付近の小倉川右岸から金井・合戦場付近を経て藤田町に向かっており、他の一つは亀和田付近から南方の惣社町に向かい、さらに黒本付近に向かって存在する。そしてこれらが地域の南方に存在する古河水脈の北縁に相当するものと考えられる。

地下水面の勾配は地域の北部では概して急で、南部では緩やかになる特徴がある。すなわち小倉付近から金崎

付近にかけては 1:133 と最も急で、金崎付近から合戦場付近までは 1:250、さらに合戦場付近から大宮町南方までは 1:450 と急激に緩となっている。また藤田町付近から南方では 1:300 となって、地下水面の勾配がふたたび急になる傾向が指摘できる。

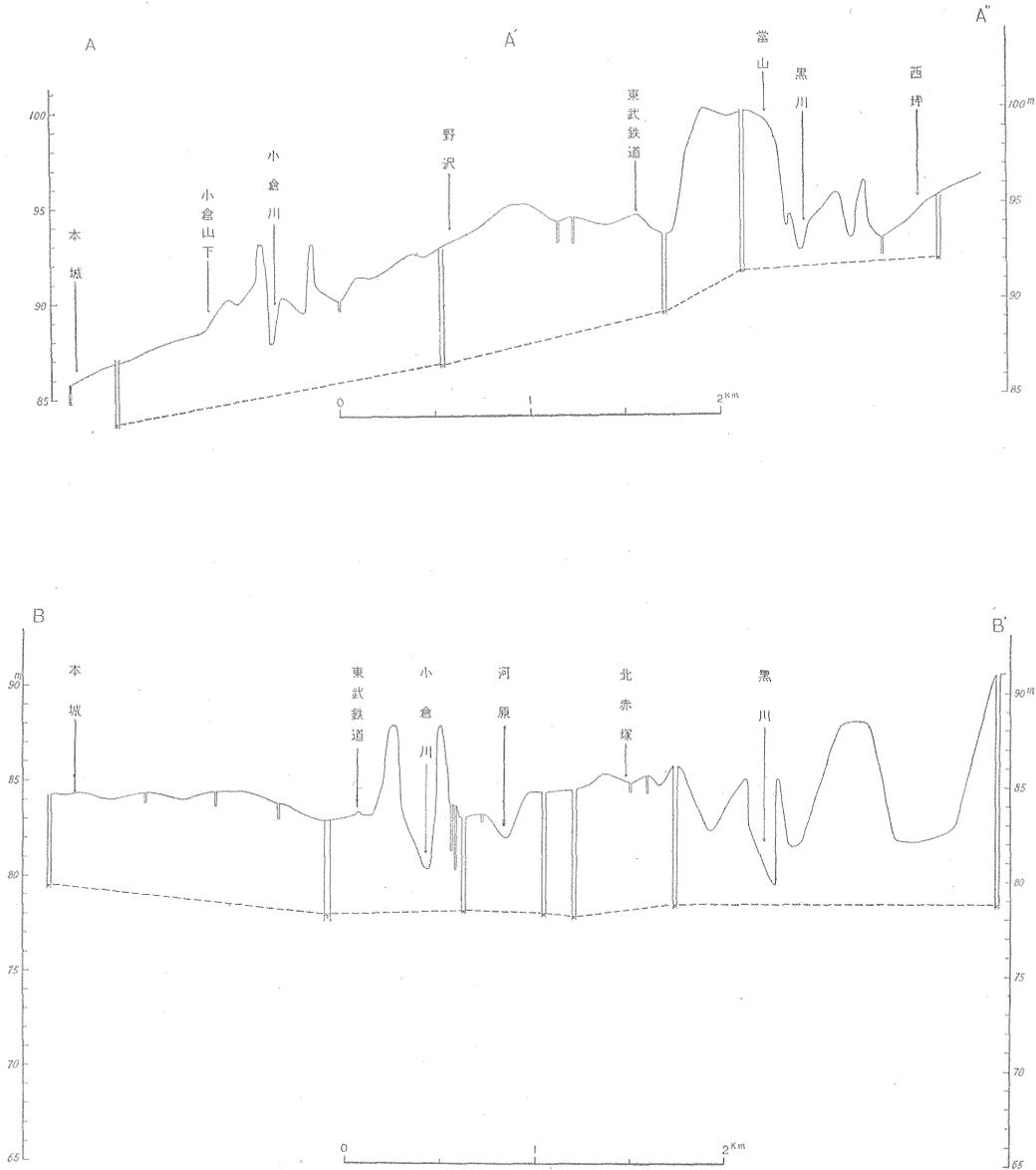
4.3 小倉川および黒川の河床と地下水位との関係

浸透地域における黒川および小倉川の流路に対してはほぼ直角になるように測線を設け、これらの河床の高さと測線上に位置する井戸の水位との関係をそれぞれ求めた。また小倉川の流路にほぼ平行に測線を設け、測線上の各井戸の水位を結び水面勾配を求め、これらの関係を

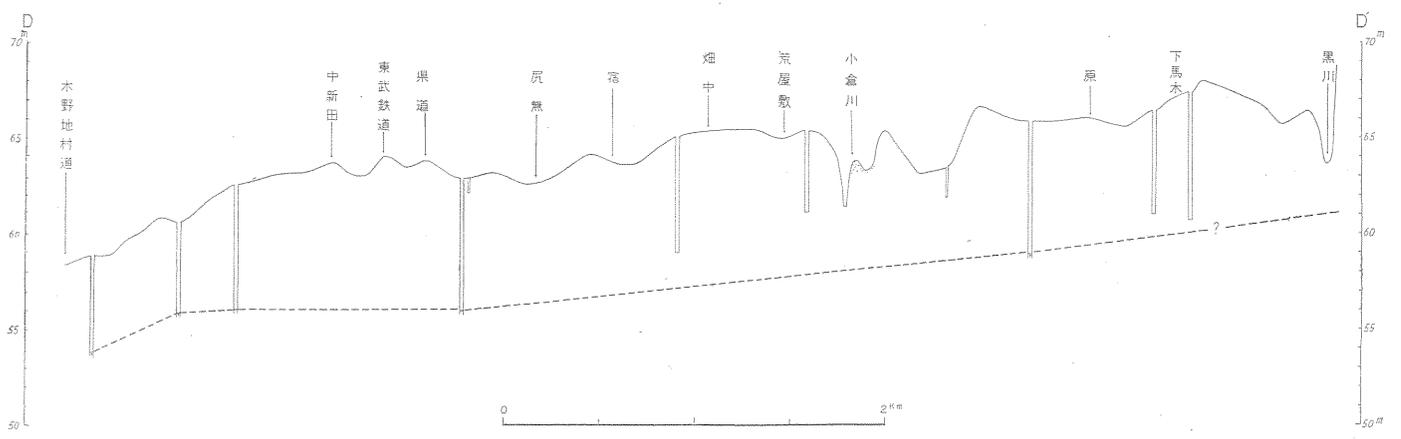
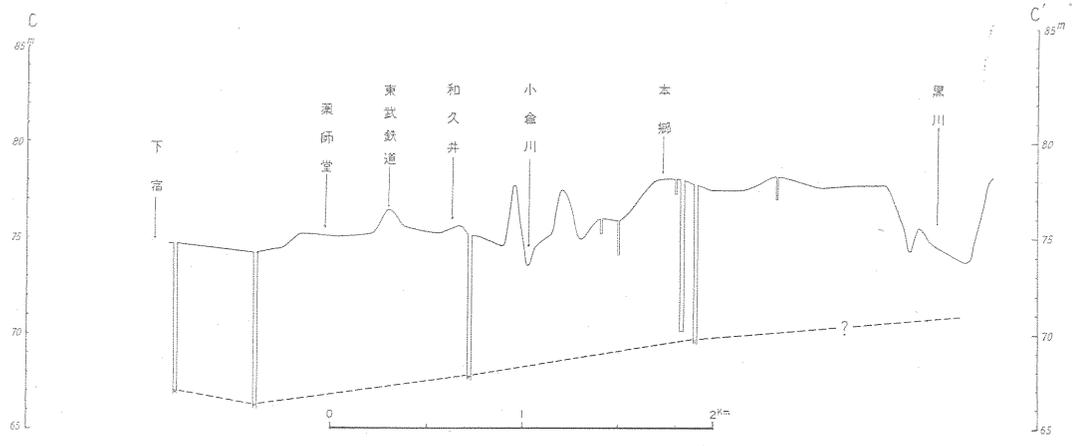
それぞれ第4図および第5図に示している。

これらの図の結果から明らかなように測線上の井戸の水位はいずれも黒川および小倉川の河床よりも下位にあり、とくに C 測線では地下水位が 5m 前後と深くなっている。地下水面の勾配は、E 測線では上流側にあたる野沢付近で 1:200 と概して急であり、この下流側にあたる片蓋付近では 1:450 と勾配に緩やかな部分が生じていることが指摘できる。

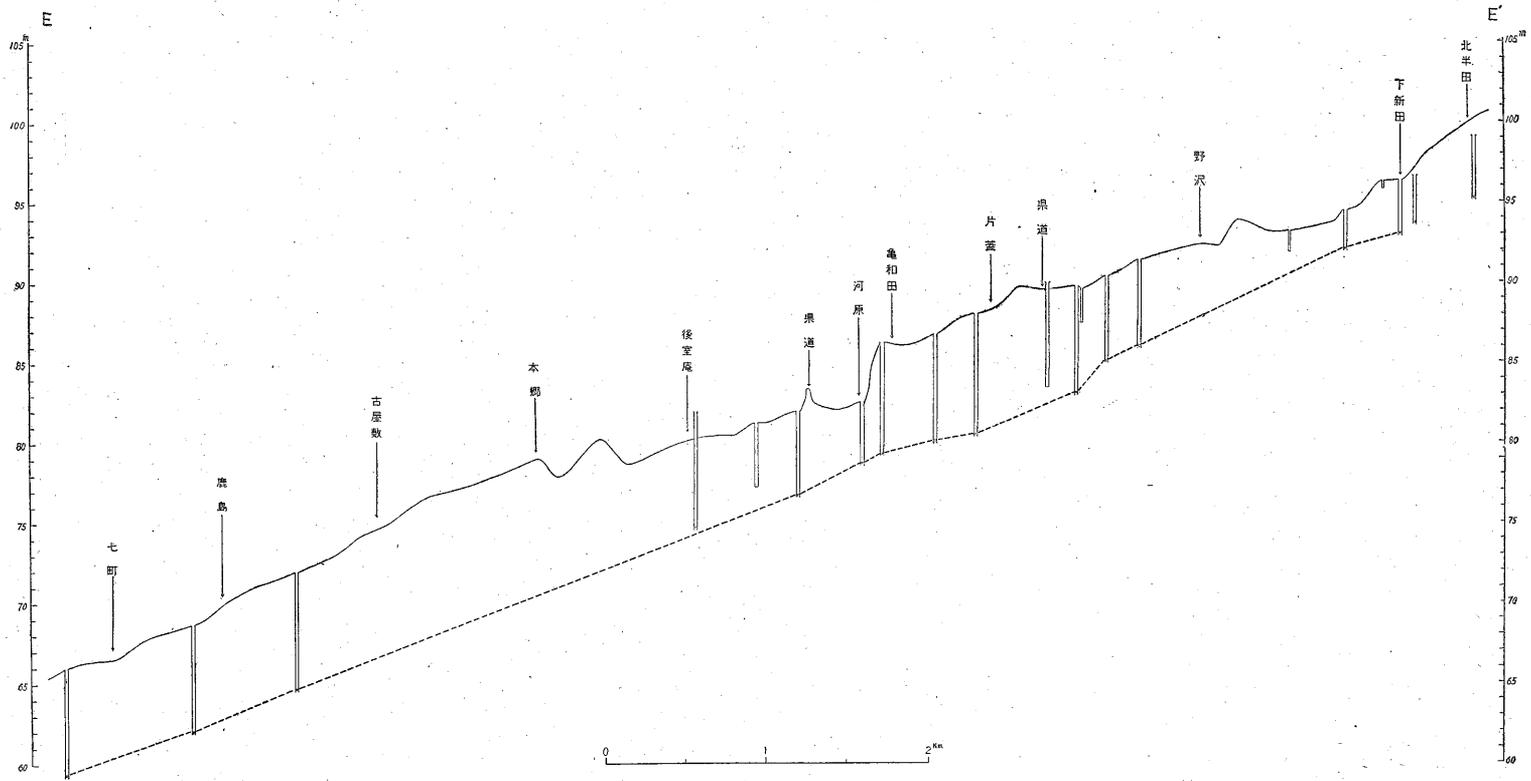
さらに片蓋から下流側にかけては 1:250 とほぼ一様な勾配を示している。また C 測線および D 測線の地下水面は黒川から小倉川に向かって緩やかに傾斜してい



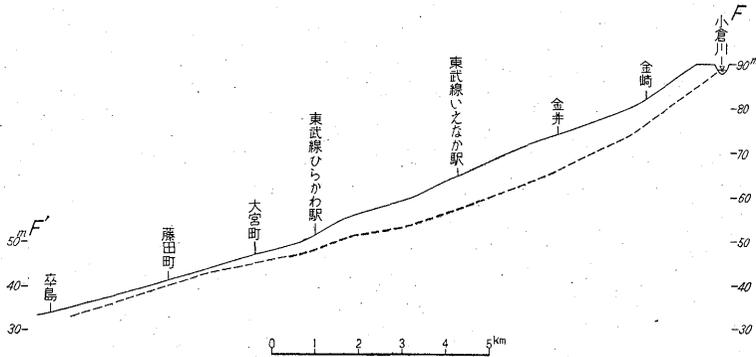
第4図 a 河川横断方向における地下水位断面



第4図b 河川横断方向における地下水位断面



第5図 a 河川に平行した方向の地下水位断面



第5図b 河川に平行した方向の地下水位断面

る。したがってこれらの図に関する限り、地下水は黒川および小倉川の流路に沿って、しかも黒川から小倉川に向かって流動することになるが、これは見掛けの流動であって、浸透地域における全般の地下水の流動は第2図にも明らかなように黒川および小倉川の流路の方向に関係なく北方から南方に流動している。浸透地域では地下水位が全般的に深く、しかも地層が粗粒、未凝固の砂礫で構成されるため、黒川および小倉川などの表流が伏没しやすい水理環境を形成している。

5. 思川流域の水文

普通河川では、無降雨時にも表流がみられ、一般に下流に至るに従い流量が増加する傾向が指摘できる。このような現象は無降雨時には流域の地下水が湧出して河川の表流を涵養し、下流に至ればそれだけ流域が増大するために流量の増加をきたすものと解せられる。とくに下方への浸透が困難な岩盤山地では河道は地下水の通路となりやすく、流域から湧出した地下水がまとまって流れるから、晴天日数が続いた渇水時の岩盤山地における河川流量はその流域からの地下水湧出総量とみなしうる。また反対に渇水時における河川流量の測定からその流域の地下水貯留量の概略が推定できるであろう。したがって岩盤山地における河川の流量とその流域面積との関係から、流域の単位面積からの平均した地下水湧出量の概略な目安が得られることになる。

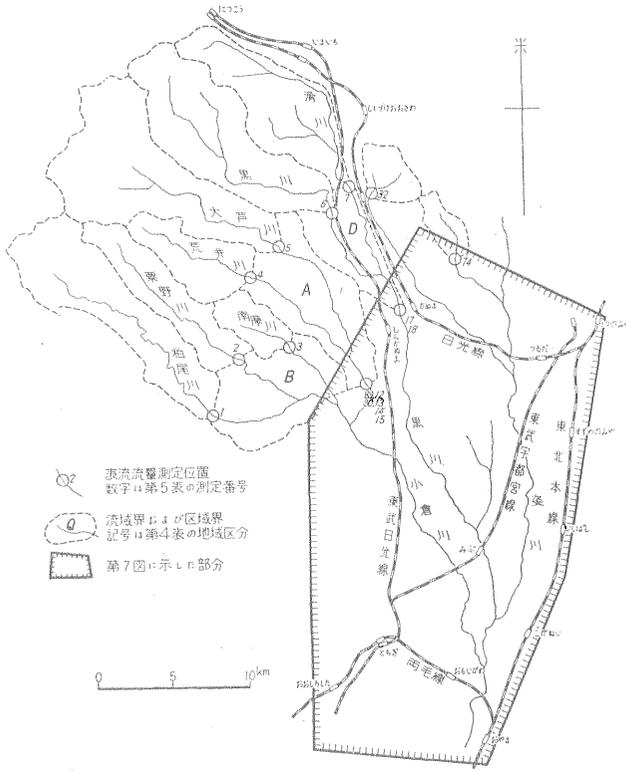
沖積平野を流れる河川では、岩盤山地の場合と少しく趣が異なる。すなわち沖積地の堆積物は河川の流送・堆積に由来する砂礫および粘土などで構成され、河川などの表流が流下するまでに河道下に伏没浸透して地下水に転化する事実が指摘できるからである。したがって沖積平野を流れる河川では、下流に至るにしたがって流量が増加するとはかぎらず、反対に減少する場合があります。さらに平野部では降雨などからの地下水貯留が岩盤山地に較べて大きく、また上流地域からの地下水

流動量に加わるので、表流と地下水との関連機構は岩盤山地の場合に較べてはるかに複雑である。しかしながら平野部を数地域に区分し、この区分した地域の upstream 側を通過する流量と downstream 側を通過する流量との差引量は、すくなくともこの区分した地域の表流からの地下水供給量あるいは区分した地域からの地下水湧出量と upstream 側の地下水流動量の合計とに相当するものと考えられる。

5.1 比流量

冬季渇水時における流量をその流域からの地下水湧出総量に相当するものとみなせば、各流域の単位面積当りの流量すなわち各流域から一様に湧出した地下水の単位面積当りの量は(以下便宜上比流量と称す)第3・4表に示す通りとなる。

この表の結果では測定値にややまとまりを欠くが、それでもなお古生層および火山岩などで構成される流域の比流量は概して大きく、粕尾川流域では $0.0116 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ 程度となっている。これに対してローム台地の流域では $0.0065 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ 程度と山地に較べてその値が小となっている。これは、つまり岩盤山地では下方への浸透が少なく、流域の地下水の大部分が地表に湧出するものとみられ、一方ローム台地などの流域では下方への浸透が容易に行なわれるために比流量が少なくなるものと考えられる。また沖積平野を区分した地域の比流量はその値が著しく不規則であるが、C 地域では $0.1123 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ と岩盤山地およびローム台地などの流域に較べて、比流量が桁外れに大きな値を示している。沖積平野における比流量の値が著しく大きく、しかも不規則な分布を示すことは、それぞれの地域からの本来の地下水湧出に、地表水から供給される地下水および上流地域からの地下水流動量に加わって生じた結果と考えられる。沖積平野の最南部における地下水の湧出量は $5.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、上流地域における表流からの浸透量は $4.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ であって、差引き $1.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ が沖積平野全体から湧出した本来の地下水に相当するものと考えられ、その比流量は



第6図 表流流量測定位置と山間部における流域界

第3表 各河川の山間部における比流量

河川名	測定番号	流量 (m ³ /sec)	流域面積 (km ²)	流路延長 (km)	比流量 (m ³ /sec/km)
五行川	7	0.470	47.49	17.0	0.009896
黒川	6	0.625	67.58	19.0	0.009248
大蘆川	5	0.659	80.55	18.0	0.008181
荒井川	4	0.204	23.66		0.008622
南摩川	3	0.042	12.34	5.5	0.00340
栗野川	2	0.194	35.73	13.0	0.005429
粕尾川	1	0.714	61.32	20.0	0.011643

概算 0.0046 m³/sec/km² となっている。以上のように調査地域での比流量は、その示す値が岩盤山地からローム台地さらに沖積平野と順次減少する傾向が指摘できる。

比流量はその流域の地下水賦存量を知る一つの目安ともなっており、ここでは地形が急峻な岩盤山地の賦存量が最も大きいという結果が生じている。地形の勾配が緩慢で、しかも山地に較べて地下地質が砂礫および粘土などで構成される沖積平野の地下水賦存量は山地よりも、より以上大きいことが容易に察せられるが、ローム台地および沖積平野などの浸透地域では下方への浸透量が不明であるため同地域の地下水賦存量の推定を困難にして

いる。いま、かりに平野部における地下水賦存量を岩盤山地の比流量 0.01 m³/sec/km² とし、この全量が平野部では地表にあらわれず地下に浸透するものとして試算すると、岩盤山地では地下水は下方への浸透が困難なため 0.01 m³/sec/km² の全量が地表に湧出し、平野部では下方への浸透が容易なため地下水の一部が地表に湧出し、その比流量は 0.0046 m³/sec/km² となっている。したがって、山地部と平野部との比流量の差 0.0054 m³/sec/km² が渇水時の平野部における地下水供給量に相当する。さらに山地部との比流量の和、0.0154 m³/sec/km² が平野部全体の地下水賦存量であって概算 4.4 m³/sec の量に相当する。これが地域の最南部を流動するまでに、このうちの 1.4 m³/sec が地表に湧出するから、差引き 3.0 m³/sec が最南部における地下水流動量と推定できる。第4表の結果から容易に推察できるように平野部地域における比流量あるいは地下水賦存量の規模が山地に較べて桁外れに大きく、これはまた平野部における地下水の包蔵能力の大きさを意味している。したがって平野部における地下水の賦存量 0.01 m³/sec/km² は決して大きい数字ではなく、むしろ控え目にみた数字といえるから実際には 3 m³/sec をさらに上回るものとみてよろしかろう。

5.2 思川流域における表流の流入量と流出量との関係

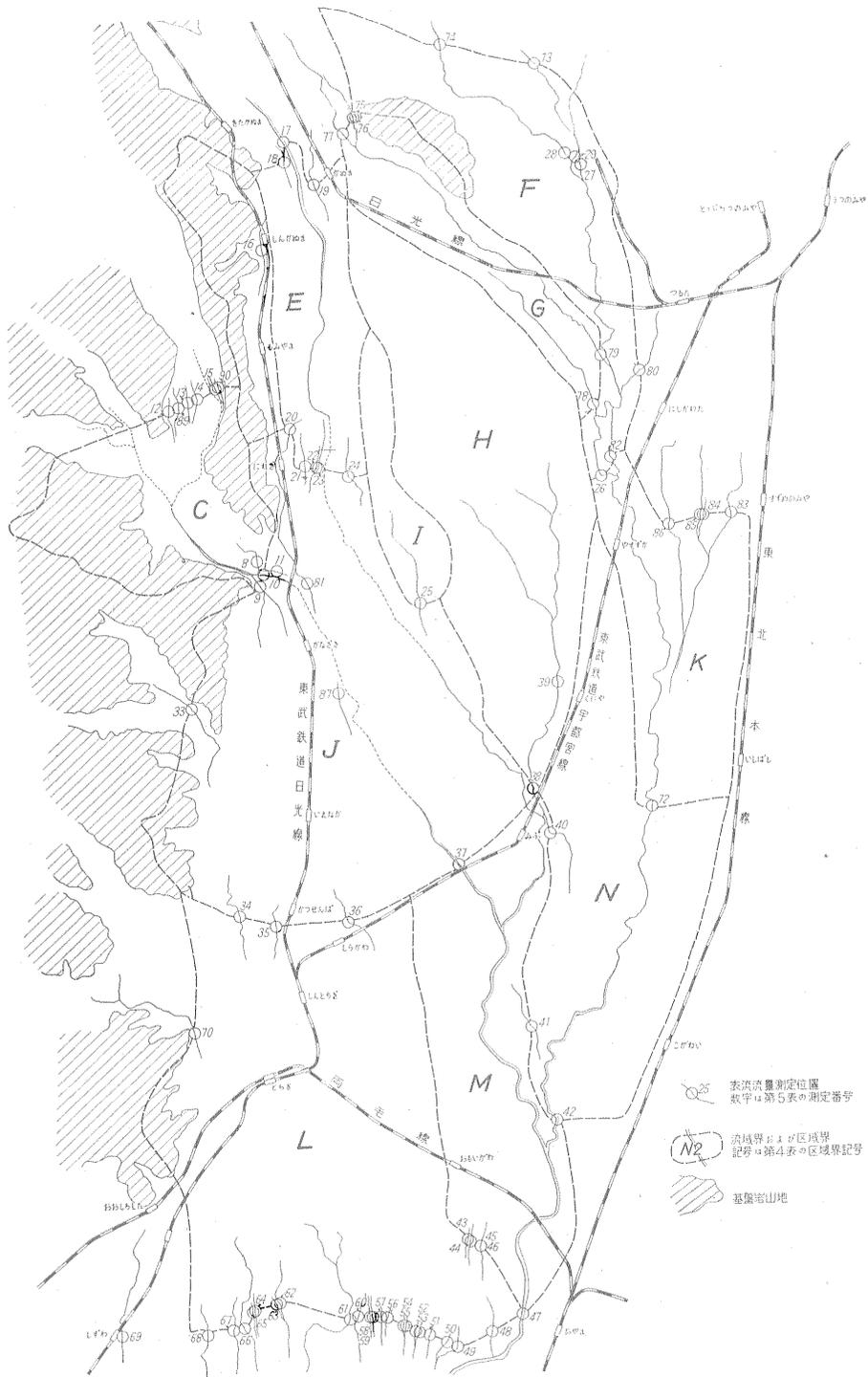
流域を 13 地域に区分して地域ごとに流入量および流出量をそれぞれ測定し、これらの差引結果をまとめて第4表に示している。

さらに地域ごとの差引量とそれぞれの地域面積との関係から、一様に地下水が湧出あるいは表流が浸透するものとして、それぞれの地域の量を mm/day を単位とする水深で示したのが第8図である。

これらの結果から思川流域における表流からの浸透地域あるいは地下水の湧出地域の概念的な地理的分布が明らかとなったほか、それぞれ地域の量が判明した。すなわち小倉川および黒川流域のうち、A・B・D・E および J 地域などはそれぞれ浸透地域を示し、とくに A・B および J 地域では表流からの浸透量が 1 m³/sec 前後と大きな値を示しておいて、これら浸透地域における表流からの地下水供給量の合計は 4.0 m³/sec 弱となっている。一方岩盤山地およびローム台地、さらに平野部では小倉付近および思川と長野川に挟まれた低地に、それぞれ地下水の浸出地域が認められ、とくに平野の南部地域の地下水湧出量が著しいのが指摘できる。このうち平

第4表 A-N地区における流量差と比流量

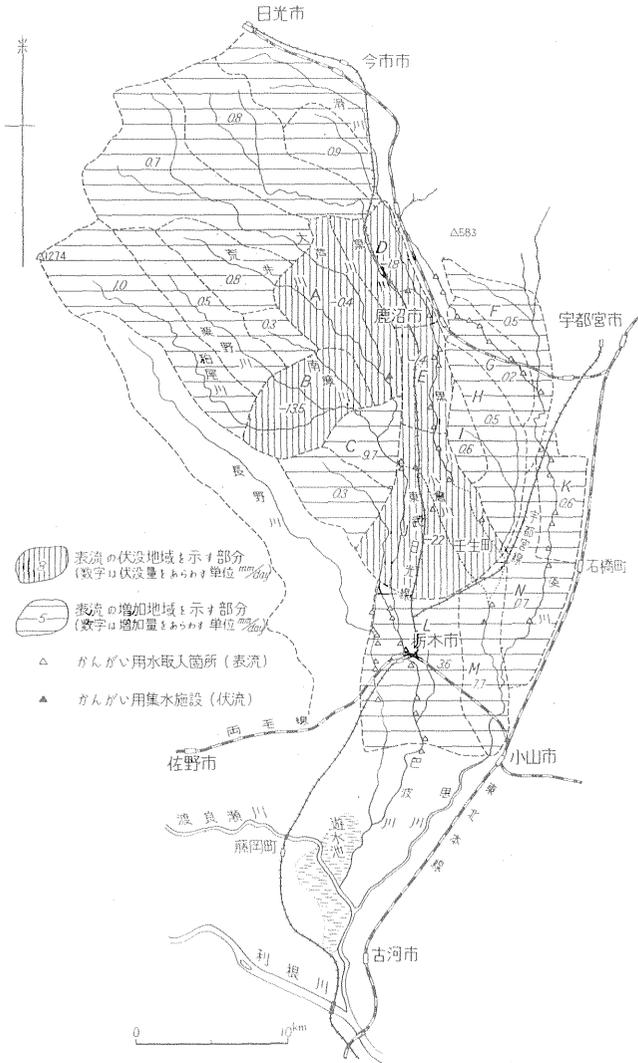
記号	水路名	地区内への流入量		地区内山地からの地下水湧出量		地区内からの流出量		流量差 (m ³ /sec)	地区面積 (km ²)	流量差 (比流量) 地区面積 (m ³ /sec/km ²)
		流入水路測定番号	合計流量 (m ³ /sec)	地区内の 山地面積 (km ²)	湧出量 (m ³ /sec)	流出水路測定番号	合計流量 (m ³ /sec)			
A	小倉川	4, 5	0.863	30.74	0.229	12, 13, 14, 15, 89, 90	0.475	-0.617	15.29	-0.0404
B	"	1, 2, 3	0.950	33.95	0.253	なし	0	-1.203	7.65	-0.1572
C	"	12, 13, 14, 15, 89, 90	0.475	10.73	0.107	8, 9, 10	1.600	+1.018	9.62	+0.1058
D		6, 7, 88	1.095	14.75	0.141	17, 18	0.977	-0.259	11.31	-0.0229
E		17, 18, 19	1.129			16, 20, 21, 22, 23, 24	0.840	0.289	17.91	-0.0208
F		27, 29, 74, 78, 79, 80	0.772			26, 82	0.906	+0.134	24.38	+0.00551
G		75, 76, 77	0.359			78, 79	0.328	-0.030	14.28	-0.0021
H		なし	0			39	0.225		36.63	+0.00614
I		なし	0			25	0.039		5.88	0.00672
J		8, 9, 10, 16, 20~25, 33	2.749			34, 35, 36, 37	1.063	-1.686	66.41	-0.0254
K		26, 82, 83, 84, 85, 86	0.994			72	1.174	+0.180	22.60	+0.0008
L		34, 35, 36, 43, 44, 45, 46, 70	0.961			48~68	3.683	+2.722	65.91	+0.0413
M		37, 38, 42	2.301			40, 41, 43, 44, 45, 46, 47	5.004	+2.703	30.28	+0.0893
N		40, 41, 72	1.421			42	1.635	+0.214	27.02	+0.0079



第7図 表流量測定位置と平野部における区域界

第5表 流量測定結果

測定番号	測定位置		水路名	流量 (m ³ /sec)	測定番号	測定位置		水路名	流量 (m ³ /sec)
1	上都賀郡栗野町	大越路	粕尾川	0.714	46	下都賀郡美田村	立木	用水	0.012
2	" "	小金沢	栗野川	0.194	47	小山市	川原町	黒川	4.717
3	鹿沼市	上南摩	南摩川	0.042	48	下都賀郡美田村	大行寺	用水	0.044
4	" "	上久我	荒井川	0.204	49	" "	萩島	"	0.020
5	" "	引田	大蘆川	0.659	50	" "	"	"	0.005
6	" "	大鹿島	黒川	0.288	51	" "	下石塚	"	0.005
7	" "	赤行	五行川	0.470	52	" "	下国府塚	"	0.034
8	" "	野沢	用水	0.202	53	" "	"	"	0.039
9	上都賀郡西方村	小倉	"	1.295	54	" "	"	"	0.065
10	" "	"	小倉川	0.103	55	" "	"	"	0.183
11	鹿沼市	野沢	用水	0.102	56	" "	中村	"	0.031
12	" "	下南摩	"	0.206	57	" "	"	"	0.012
13	" "	"	"	0.035	58	" "	"	"	0.017
14	" "	"	"	0.037	59	" "	"	"	0.034
15	" "	"	"	0.168	60	" "	"	"	0.968
16	" "	村井	支流	0.030	61	" "	"	巴波川	1.407
17	" "	王田	黒川	0.844	62	" 水代村	榎本	用水	0.189
18	" "	"	用水	0.133	63	" "	"	"	0.220
19	" "	下府所	支流	0.152	64	" "	"	"	0.196
20	" "	奈佐原	用水	0.433	65	" "	"	"	0.016
21	" "	榎木	"	0.031	66	" "	"	永野川	0.049
22	" "	"	"	0.292	67	" "	西水代	用水	0.097
23	" "	"	"	0.043	68	" "	"	"	0.052
24	" "	上坪	"	0.011	69	下都賀郡静和村	三ツ和	"	0.025
25	下都賀郡壬生町	羽生田	"	0.039	70	栃木市	蘭部	"	0.210
26	宇都宮市	幕田	姿川	0.670	71	" "	鍋山	"	0.033
27	" "	野尻	"	0.239	72	下都賀郡石橋町	細谷	姿川	1.1744
28	" "	"	"	0.112	73	宇都宮市	大谷	支流	0.0682
29	" "	"	用水	0.081	74	" "	田野	"	0.017
30	今市市	猪倉	支流	0.241	75	鹿沼市	仁神堂	用水	0.013
31	" "	"	"	0.059	76	" "	"	武子川	0.115
32	" "	文挾	"	0.137	77	" "	二番組	用水	0.23
33	下都賀郡都賀村	十文字	"	0.045	78	宇都宮市	下欠下	支流	0.076
34	栃木市	川原田	用水	0.454	79	" "	"	武子川	0.252
35	" "	前野	"	0.163	80	" "	下町	用水	0.107
36	下都賀郡都賀村	平川	"	0.094	81	" "	"	"	0.167
37	" 国府村	柳原	小倉川	0.352	82	" "	幕田	"	0.236
38	" 壬生町	三好町	支流	0.314	83	" "	兵庫塚	"	0.042
39	" "	落合	"	0.225	84	" "	"	"	0.012
40	" "	菅坪	"	0.008	85	" "	"	"	0.028
41	" 国分寺町	甲	用水	0.239	86	" "	上坪	"	0.007
42	" 桑村	半田河岸	姿川	1.635	87	上都賀郡西方村	和久井	用水(伏流)	0.029
43	" 美田村	立木	用水	0.012	88	鹿沼市	大鹿島	用水	0.337
44	" "	"	"	0.013	89	" "	下南摩	"	0.019
45	" "	"	"	0.003	90	" "	"	"	0.010



第 8 図 表流の伏没地域と増加地域

野部の C 地域には小倉頭首工があり、これがため上流側の地下水位が高められて、地下水が頭首工までに浸出するものであり、また調査地域の最南部にあたる L および M 地域では地域全体の地下水位が高いために、上流側の地下水が浸出するものと考えられる。L および M 地域の湧出量の合計は $5.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ 弱となっている。したがって、調査地域の最南部にあたる地域の地下水湧出量は、上流側にあたる浸透地域の表流からの浸透量よりも差引き $1.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ 増加している。これは平野地域の降雨などから供給される地下水量が不明であるため生じた差であって、地下水量の大部分は地下深所を流動するが、その一部がここで地表に湧出したものであろう。したがって地下深所を流動する地下水量は、少なくとも

$1.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以上ということになる。

6. 調査結果に基づく所見

この報告書に取り扱った範囲内で、地下水の開発・保全についての所見をとりまとめると、およそ次のようになる。

1) 鹿沼市の南部および栃木市の北東部、さらに壬生町の西南部を含む思川沿岸平野の地下水は、その供給源を直上および背後地の降水に依存しているほか主として小倉川および黒川などの表流に得ている。流量測定の結果では東武宇都宮線までに $300,000 \text{ m}^3/\text{day}$ 以上の表流が伏没し自由面地下水および被圧地下水の有力な供給源となっている。この伏没水は左岸よりも右岸に著しく供給される傾向があるが、両河川の河畔および河床下さらに南方にのびる主要透水帯中では多量の自由面地下水の開発・利用が期待できる。しかしながら上流地域における自由面地下水の大量な開発・利用は反面下流地域における被圧地下水の供給源を涸渇させるものになるから、これが開発・利用規模には慎重を期さなければならない。

2) 両毛線を挟んだ地域一帯には自由面地下水の一部が湧水となって地上に現われており、これら全体の湧出量の合計は $450,000 \text{ m}^3/\text{day}$ 以上となっている。この地域は一般に地下水位が浅いために地下水の温度が気温の影響を受けやすく、したがって地下水温の年間変化が著しいことが予想され、さらに一部地域の地下水中には鉄分の含有が認められるなど、全般的に上流地域に較べて地下水の水質低下は免れない欠点はあるが、将来の工業用水源として、なお利用の余地があるものと考えられる。

3) 調査地域の南部には一部自噴する被圧地下水が分布しており、これは南方の深層に向かって流動している。これらの絶対量は不明であるが、調査結果からの判断では控え目にみても $100,000 \text{ m}^3/\text{day}$ 以上と推定できる。さらに被圧地下水の水質はすぐれているので工業用水源としてきわめて有望である。

4) 全体としてこの地域の地下水利用については、両毛線から以北の地域ではおもに自由面地下水が、以南の地域では被圧地下水の利用がそれぞれ可能である。しかしながらその開発・利用については、すでに述べたように地域的に地下水理などにそれぞれ相違が認められるか

ら、工場立地にあたっては質・量はもちろん水源の規模を決定するについて、なお地点的精査が必要である。

(昭和 35 年 3 月調査)

報告, 地質調査所月報, Vol. 10,
No. 8, 1959

文 献

1) 栃 木 県: 栃木県の工業用水源, 1959

2) 尾崎次男・岸和男: 渡良瀬川流域工業用水源調査

3) 農林省東京農地事務局: 管内地下水利用状況調査, 1958

4) 木野義人・高橋稠・安藤武: 利根川中流流域および江戸川流域工業用水源地域調査報告, Vol. 11, No. 2, 1960