

那須野カ原の工業用水源

—関東東部地域調査 第6報—

尾崎 次男* 岸 和男*

On the Ground Water Supply for Industrial Purposes in the
Nasuno-ga-hara Fan, Tochigi Prefecture

by

Tsugio Ozaki & Kazuo Kishi

Abstract

The Nasuno-ga-hara fan in the northern part of Tochigi prefecture is mainly composed of Quaternary sediments in the area amounting to 400 km².

In this area the ground water is popularly utilized to supply the water for rice fields. The consumed quantity is about 500,000 m³/day in the summer season.

The utilization for industrial purposes is not yet full and the utilized quantity is only 10,000 m³/day.

The results by this investigation is as follows;

1. Through the measurement of the discharge in the river streams, the influential seepage of streams amounts to 7.77 m³/sec on the north side from the J. N. R. Tohoku railway line.
2. The pumping rate of a well in the under channel shows 600 m³/day on the dry season.

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、主として那須野カ原扇状地について行なった地下水および水文調査結果を記載している。

2) 那須野カ原扇状地の自由面地下水は、那須野カ原形成当時の不透水性基盤を侵蝕し、丘陵および段丘間に存在する地下谷を主流に流動している。地下谷の深さは、扇状地の一部地域では 30 m 以上を示すが、南側に至るに従い浅くなっている。

3) 地下水の水比抵抗結果では、扇状地におおよそ 7 つの地下水透水路が認められ、主として北西から南東に向かって強く流動しているものとみられる。

4) 扇状地上を流れる表流水が示す水比抵抗との関連から、自由面地下水は、それぞれその供給源を異にしており、那珂川系・熊川および蛇尾川系、さらに箒川系に

分けられる。

5) 扇状地の自由面地下水は、直上および背後地の降水のほか、扇状地を流れる河川および用水などの表流、さらに湛水田から供給されている。流量測定結果によれば、東北本線を境とした北側の地域では、河川表流などからの地下水供給量は 7.77 m³/sec となっている。扇状地には動力を備えた井戸が 4,000 以上もあり、おもにかんがい用に供されるが、夏季最盛時の地下水取得量は概略 500,000 m³/day を超えるものとみられる。

工業用水源としての地下水取得量は、工場数が少なく、また用水規模が小さいので、1日に 10,000 m³ にも達していない。

6) 工業用水源としての自由面地下水は、水質および水温ともによく適合している。また、水量は地下谷の地下水が豊富であり、これの利用が推奨できる。

夏季豊水時には 1 井当たり 1,000 m³/day 以上の取得が可能であるが、年間における地下水位の変化、および地

* 地質部

下水流動の特異性などを考慮すると、渇水期には水量が著しく減少するものとみられる。

7) 工業用として、その水源を自由面地下水に依存する場合、年間を通じての地下水取得量の不安定性を考慮すると、夏季に多量の地下水を取得する季節産業など、あるいは用水規模の比較的小さな工場の立地がのぞましい。

1. 緒言

面積約 400 km² を有する那須野カ原の産業は、水田・畑作および養蚕などを主とした農業を中心に支えられてきたが、第2次大戦を契機とし、戦後、ゴム加工業・電気機械～器具製造業および食品加工業などの工場進出をみるに至った。現在、工場数は十指にも足りず、しかも大規模工場が少なく、工業の面では立ち遅れた地域といえよう。しかしながら、国道4号線に面した地域は、栃木県の塩那工業地域の一環として、それぞれ開発計画が進められており、将来、内陸工業地帯として期待される地域である。

本報告は関東東部地域工業用水源調査の一環として、

主として那須野カ原扇状地を対象として行なった地下水調査および水文調査の結果をそれぞれ記載している。

なお、本調査に際し種々御協力を頂いた、栃木県工業課・関係市町村および調査の対象となった各工場などの関係各位、さらに有益な御助言を頂いた栃木県那須野カ原開発調査事業所、岡本昭所長および栃木県立那須農業高校、提橋昇教諭に対し厚く御礼申し述べる。

また、水質分析には、地質調査所化学課、池田喜代治技官の協力を得ていることを付言しておきたい。

2. 調査規模および実績

2.1 調査規模

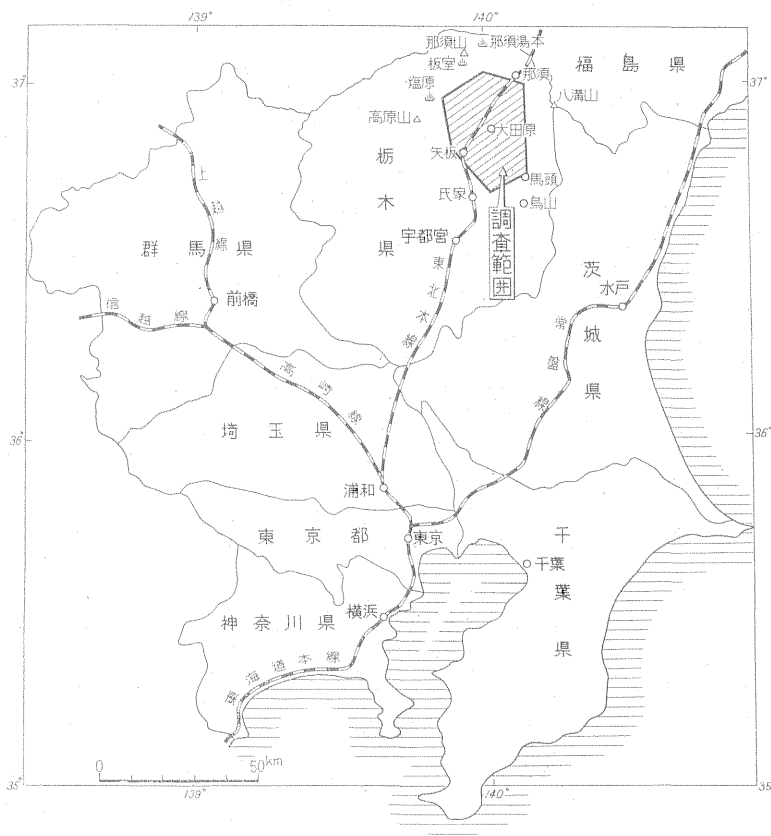
調査範囲：第1図に示す面積約 400 km² (第1図参照および5万分の1地形図、那須岳・塩原・矢板・白河・大田原・喜連川参照)

調査期間：昭和38年6月25日～7月13日

調査員：

尾崎 次男 一般地下水調査・水比抵抗の測定およびとりまとめ

岸 和男 流量測定



第1図 調査範囲

2.2 調査実績

| | |
|--------------|-------|
| 水比抵抗および水温の測定 | 265 点 |
| 井戸深度および水面の測定 | 180 点 |
| 流量測定 | 26 カ所 |

3. 水理環境

那須野カ原扇状地は、北および東縁は那珂川、西および南縁は箒川でかこまれ、長軸約 28 km、短軸約 18 km の紡錘状の形状を示し、北西山地の山麓部から南東に広がる広大な原野を展開している。この原野のほぼ中央部を箒川支流の蛇尾川・熊川が貫流している。扇状地には、高度を異にし北西—南東方向に併行して分布する分離丘陵および段丘が認められ、また、北西山地脚下では山麓扇状地および河川付近には河岸段丘の発達がみられている。

扇状地の地形面はその形成過程の古いものから順に権現山丘陵面・金丸原面・那須野面・山麓扇状地面および河岸段丘面に分けられており、もっとも地下水開発が期待できる那須野面はこれら分離丘陵および段丘間をうずめて、波状の平坦面を連続的にひろげている。

那珂川本流は那須火山群中に源を発し、東流して扇状地の東南縁で余笹川・黒川を合わせ、ここから流路を南に転じて扇状地の東側を流下する。箒川は高原火山群中に源を発し、扇状地を貫流する蛇尾川・熊川を合わせ、扇状地の南端にあたる小川町付近で那珂川本流に合流している。那珂川および箒川は河川規模が大きく、栃木県では重要河川となっており、水量にも恵まれている。一方蛇尾川および熊川は山間部では流水が認められるが、扇状地帯では豪雨の場合のほかは、平時は水無川となって流水は全量が地下に浸透する。しかし東北本線以南から箒川の合流点に至るまでの下流側では、所々に湧水が生じ、これらの流水をあつめ、蛇尾川流量は著しく増加する。

また、河川のほか、扇状地を流れる水路はかんがい用として那珂川から取水する那須疏水および木の俣用水、熊川上流から取水する巻川用水および小巻川用水、蛇尾川上流から取水する巻沼用水などがある。

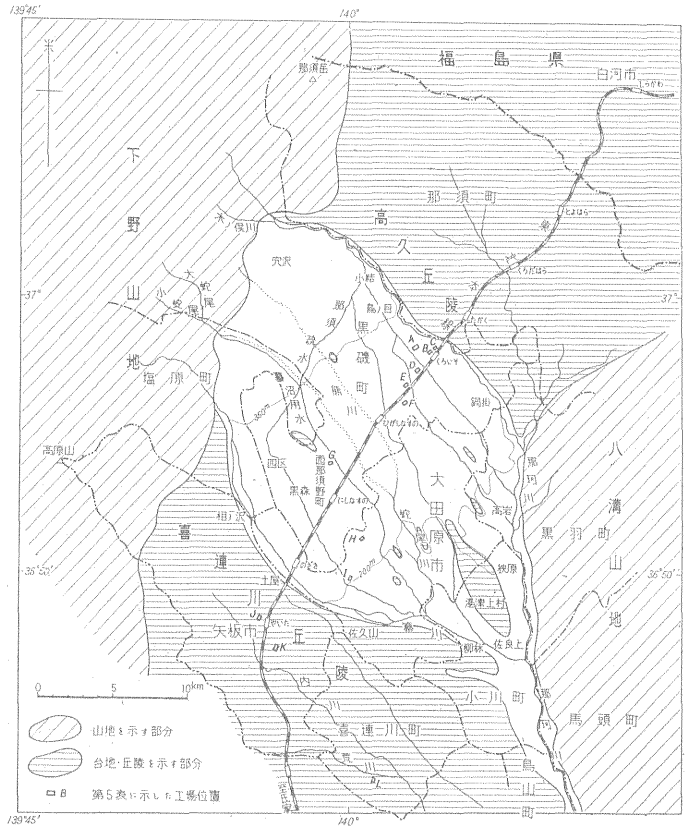
本地域の年間降水量はおおよそ山地部で、2,000 mm、平地で 1,400~1,500 mm となっており、直上の降雨のほか、山地部を集水域とする河川表流、扇状地を流れるかんがい用水および湛水田などの表流が、

それぞれ地下水の供給源となっている。

4. 地下地質と帯水層

那須野カ原扇状地を囲む山地のうち、北西側は主として海成第三紀層および石英斑岩・花崗岩などで構成された下野山地があり、扇状地とは、洪積世初期に生じた断層で界している。北東部は火山岩・火砕岩層などの那須累層からなる那須火山・高久丘陵があり、東側は海成第三紀層の丘陵と古期岩盤からなる八溝山地がある。そして南西部には第四紀層の高原累層からなる喜連川丘陵が連らなっている（第2図参照）。扇状地の基盤は上記岩層類から構成されるが、水理地質的にみた容水地盤は高原累層までの堆積物と考えられる。扇状地を構成する地層の層序を第1表に示している。

扇状地に認められる井戸の大部分が、手掘による浅井戸であって、浅井戸は不透水層である大田原浮石流および黒磯火山泥流、東南部では海成第三紀層に達着して掘止めとなっている。これらの井戸の掘さくから観察できる上記不透水層までの地下地質は、全般的にみると、上位よりローム層・砂礫層・ローム層・粘土混り砂礫層・不透水層となっており、場所によって上位および中位の



第2図 調査地域要図

第1表 那須野カ原扇状地における地質層序

| 時代 | 阿久津 (1962) | | 渡部・提橋・新藤 (1960) | |
|-----|--------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | | 北部 (那珂川地域) | 中南部 (原の内部) |
| 沖積世 | 現河床礫層 | | 現河床礫層 | 現河床礫層? 藤荷田 ローム層 |
| | 上黒磯・寒井・奥沢砂礫層 | 横林・折戸砂礫層 | 段丘礫層・黒土 | 段丘礫層・黒土 |
| 洪積世 | | 扇頂部砂礫層 | 那須ローム層 | 那須ローム層 |
| | | 那須野砂礫層 | 那須扇状地礫層 | 那須扇状地礫層 |
| | | | | |
| 積世 | | 金丸原砂礫層 | 鳥の目ローム層 | 鳥の目ローム層 |
| | | 黒磯火山角礫岩 | 鳥の目礫層 | 鳥の目礫層 (相当層) |
| | | 鍋掛礫部層 | 那須累層 { 黒磯火山泥流 鍋掛礫層 | ↓ (鍋掛礫層相当層・未分類) |
| | 川崎層群 | 秋田山火山角礫岩 相の川凝灰岩 境林礫層 | 高原累層 { 大田原浮石流 (露出せず) (同上) | 大田原浮石流 相の沢火砕岩 柳林礫層 |
| 第三系 | 塩谷層群・荒川層群 | | 海成中新統・その他 | |

ローム層を欠いている。

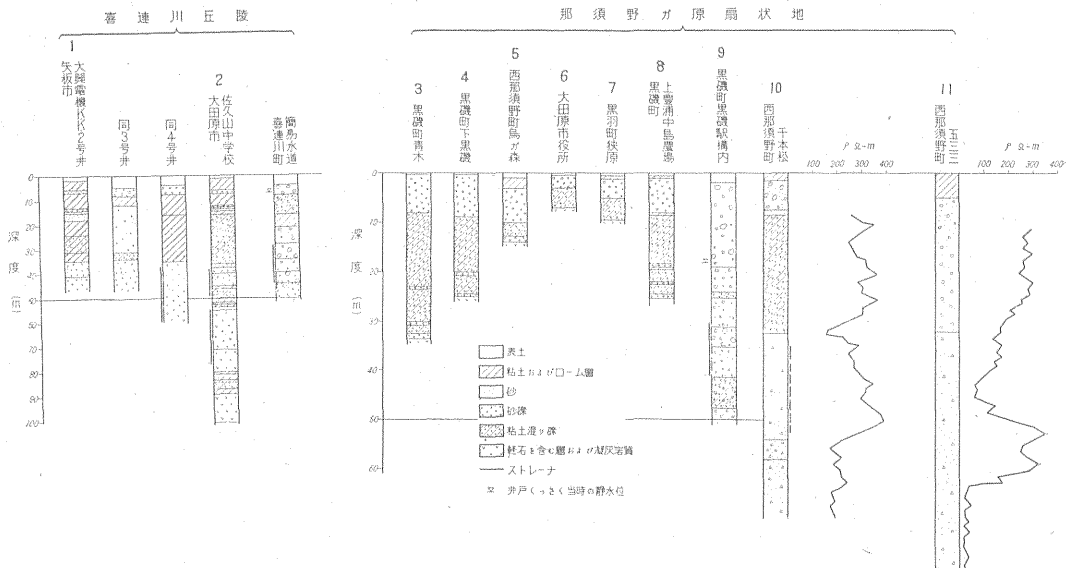
扇状地における浅層の地下地質の大きな特徴は、風化した円礫を含む固結度の低い、透水性の秀れた上部礫層と、黄褐色粘土あるいは凝灰質で膠着された下部礫層の存在であって、帯水層は各砂礫層の基底部の部分と下部砂礫層の中に挟在する薄層の礫層とである。

説明の便宜上、扇状地を扇頂・扇央・扇端の3地域に

分け、本調査ならびに第3図に示した資料に基づき地下地質の概略をのべる (第2図および第3図参照)。

4.1 扇頂部

黒磯町戸田では深度 100m のボーリングが行なわれた。ここでは深度 100m まで巨礫を混える礫と砂質の堆積物で構成されるが、深度 13m および 55m 付近の砂礫層が帯水層となっており、掘さく当初の静水位は



第3図 那須野カ原扇状地および周辺地域の地下地質と帯水層

50m となっている。下野山地の山麓部にあたる塩原町管部では深度 3.5m までが砂礫を挟むローム層、3.5~25m までが透水性の砂礫で構成され、地下水はローム層に挟在する砂礫層から湧水するのみで、ローム層を掘抜くと上層地下水は浸透して湛水不能となるという。同町発電所付近の蛇尾川上流現河床付近では、深度 3m までと 3~5m、5m 以深の砂礫層に分けられ、3m までが良好な帯水層をなしている。黒磯町青木帝人殖産研究所の 35m 井では、8m までが巨礫を混えたルーズな砂礫層、以深が粘土混りとなっており、31m の部分がおもな帯水層となっている。同町箕輪では深度 26m までに砂礫層があり、19~20m、24~26m から取水している。

以上のように扇頂部では深度 30~50m までで礫層は 2 層に分けられ、上部砂礫層は孔隙に富み、透水性が大きいために地下水は速やかに流去し、湛水深が小さいのが特徴となっている。また扇頂部の自由面地下水には宙水とみられるものがあるが、上部礫層および下部礫層中の砂礫層から取水する井戸の静水位は 20~30m にあるので、大量の地下水取得は期待できない。

4.2 扇央部

手掘井戸の深度は 5~30m までが多く、最も深いのは黒磯町ブリジストン K.K. の 36m 井であって、地域の南側に至るに従い浅くなる。黒磯町上豊浦では、深度 26m までに認められる薄層のローム層を境にして、砂礫層は 3 層に分けられている。6m 以浅の砂礫層は風化した玉石を含むルーズな砂礫を主とし、下位の砂礫層は黒褐色粘土で膠着されているのが特徴となっている。帯水層は 6m 付近にあるローム層の上位の部分と下部砂礫層中の 19m、22m および 25m 付近に挟在している薄層の砂礫層である。西那須野町烏カ森簡易水道水源井では、深度 14m で大田原浮石流に達するまでに、砂礫層は 3~10m、10~14m の 2 層があり、下部砂礫層の直上の部分および大田原浮石流の直上にある砂礫層が取水の対象となっている。

浅井戸の深度から推定される基盤（大田原浮石流）地形は不規則であり、凹凸を呈し、基盤までの深度は概して丘陵より浅く、地下谷の存在が指摘できる。

渡部・提橋等⁷⁾によって推定された地下谷は次の通りである。

1. 那珂川流域：黒磯町小結から鳥の目に至る地下谷、黒磯町埼玉から厚崎に至る地下谷、大塚新田を通る地下谷、深度 30m 前後。
2. 熊川流域：那須疏水の下流約 1km から熊川の流路のやや北側を通り東那須野部落の南に至る地下谷、深度 20m 前後。

3. 蛇尾川流域：塩原町接骨木を通る深度 20m 前後の地下谷。

4. 箒川流域：西那須野町四区から三区に至る深度 20m 以深の地下谷。

西那須野町におけるさく井結果では、深度 32m で高原累層に達しており、砂礫層は深度 8m 前後を境にして上部層と下部層に分けられる。電気検層結果から判断できる帯水層は 10m、20m および 25m 前後の砂礫層となっており、さらに深度 50~60m に認められる高原累層中の粗粒堆積物の部分が帯水層を形成している。帯水層の地下水規模は深度 32m 以浅がすぐれている。

4.3 扇端部

井戸の深度は 3~10m の範囲にある。黒磯町挾原では砂礫層は 1~5m、5~9.5m の 2 層に分けられ、4~5m が取水層、また湯津上村品川では 1~4m、4~7.5m と 2 層の砂礫層があり、同村蛭畑ではローム層の下に 3~4.5m、4.5~6m に 2 層の砂礫層がある。八溝山地に近接し、那珂川右岸にあたる地域では平坦面から約 7m で第三紀層の基盤となり、那珂川を西にはなれるに従って高原累層の基盤が変わってくる。これら基盤深度の小さいところでは粘土混り砂礫が多く、孔隙が小さいため取水層に乏しいが、地下谷では砂礫層が 2 層発達しており、地下谷の形態は扇央部と異なって浅い凹地状をなしている。

4.4 喜連川丘陵

箒川の南西部に南北方向に連続する丘陵であって、地質は高原累層で構成されている。北西部は高原火山噴出物の軽石を含む火山灰を主とした凝灰岩層、東南部の小川町付近では礫層を主体に粘土層・砂層を介在し、丘陵地の中央で地質構造的には堆積盆地の中心に当たる喜連川町付近では、凝灰岩層と礫層が交指関係にあり、凝灰岩層は北部で層厚約 40m で南東に至るに従い層厚を減じている。礫層は南で層厚約 40m、北西に向かうに従い層厚を減じている。礫層は固結度が高く、部分的にルーズな砂質の部分が一部帯水層となっている。矢板市にある大興電機 K.K. の深度 60m の 4 号井では、35m 以深の砂礫層を対象にして、1,000 m³/day 前後の被圧地下水を取得している。また大田原市佐久山中学校には深度 100m の井戸があり、38m 以深に認められる 2 層の砂礫層が帯水層となっており、水位降下 0.7m で 100 m³/day の揚水能力を示している。喜連川町には 20 l/min 前後の自噴量を示す掘抜井戸がある。主要帯水層は 40m 前後および 60m 前後と都合 2 層の砂礫層があり、これらの水温はいずれも 18°C 前後を示すが、地下水の水比抵抗は、上部が 5,500 Ω-cm 台、下部が 8,600 Ω-cm 台を示し、水質的には下部層中の地下水がすぐれて

いる。

丘陵間にある台地および低地の地下地質は、おおよそ深度 15m までに3層のローム層があり、これらの間に砂礫層が介在する。矢板市土屋には口径 3.5m、深度 9.0m の市上水道水源井が2本あるが、ローム層の下に2~6m の主要な帯水層があり、その下部は粘土混りの礫層となっている。揚水試験の結果では、井戸2本で 8,000 m³/day を示したという。喜連川町にある双葉食品 K.K. では内川河畔の砂礫層を対象に深度 8m の井戸3本で合計 2,500 m³/day の地下水を取得している。

本地域では被圧地下水の利用が期待できる以外に、低地では地下谷の存在が推定されるので、この自由面地下水の利用が推奨できる。

4.5 高久丘陵

那珂川の東側に連続する丘陵で那須高原と呼ばれている。この地域の地質は、基盤の古期岩盤を第四系が直接不整合におおっており、第四系は下部から順に高原累層・那須累層・高位段丘礫層・ローム層と沖積期の河岸段丘礫層・現河床礫層からなっている。

那須町那須グリコ畜産 K.K. には深度 4m 前後の井戸が12本あり、深度 1m 内外までローム層、以下火山泥流となっており、ローム層基底に帯水している。帯水層は水量に乏しく、渇水期には涸渇する。また同町にあるローズブイスキー K.K. では河畔の砂礫層を対象として、深度 5m の井戸を設け 1,500 m³/day の地下水取得を計画している。

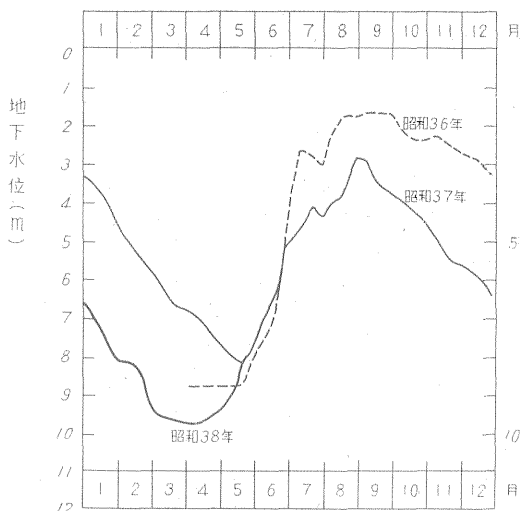
高久丘陵では、丘陵間をうずめた砂礫層中の地下水がおおむね水量に恵まれているが、丘陵上では大量の地下水取得は期待できない。

5. 地下水理

5.1 地下水の流動と水位変化

扇状地の地下水是那珂川・熊川・蛇尾川・箒川などの表流と、直上および背後地の降水から涵養されているが、扇頂部に伏流浸透した地下水は北西-南東に通ずる地下谷を主流に流動していて、扇端部の標高 200~220m 付近に至って一部湧水して地表を流下する。西那須野町千本松地内にある口径 300mm、深度 70m 井の揚水試験結果では透水量係数 $T=860 \text{ m}^3 \text{ pd/m}$ 、透水係数 $K=1.25 \times 10^{-3} \text{ m/sec}$ 、貯溜係数 $S=4.85 \times 10^{-2}$ 、影響半径 $r_0=200 \text{ m}$ とそれぞれ求められた。

西那須野町西富山にあるカゴメ K.K. 栃木工場敷地にある井戸の水位変化を第4図に示している。この結果では渇水はおおむね3月・4月および5月に生じており、6月上旬から上昇をはじめ8月および9月をピークに漸次下降している。また、年間における水位変化の差は



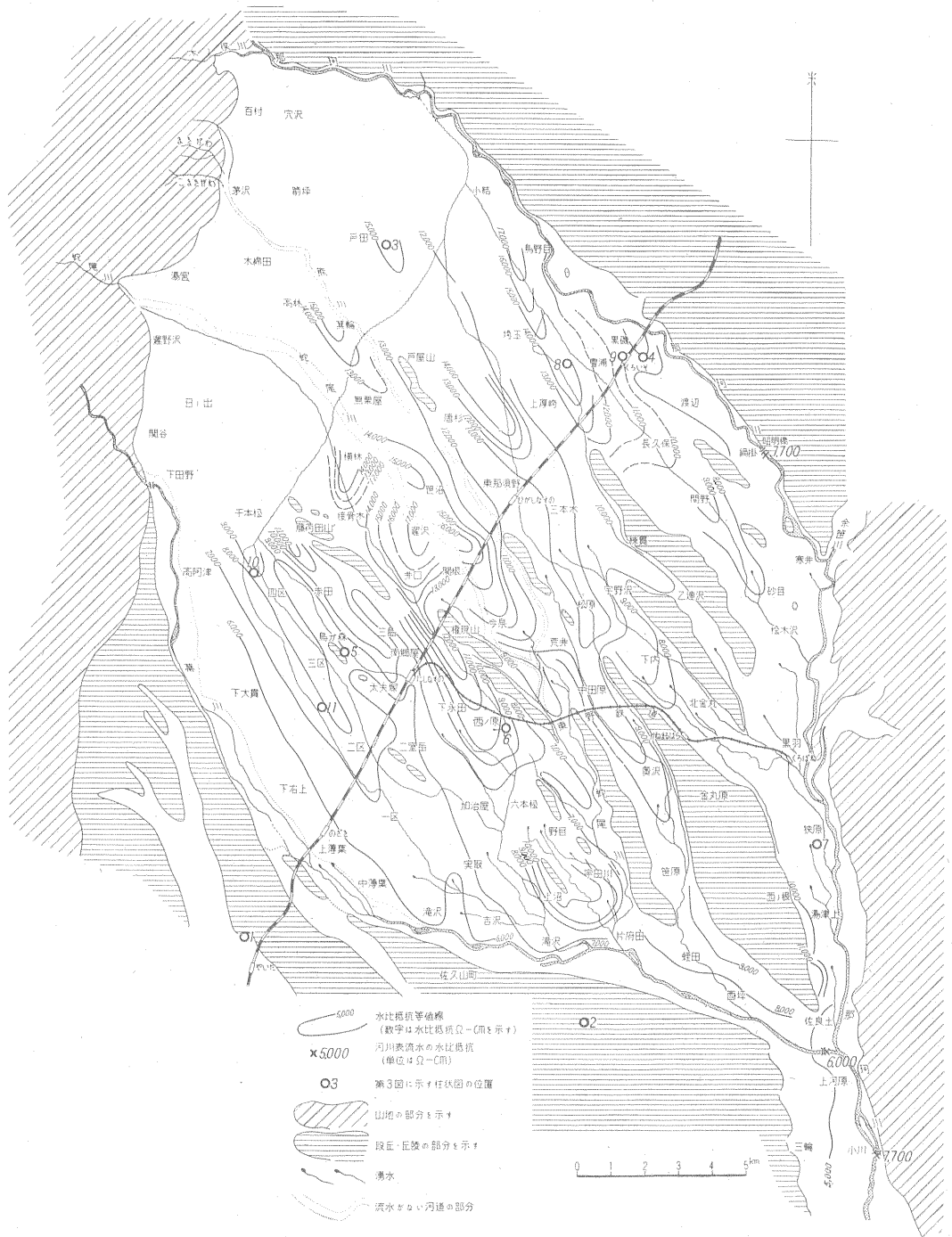
第4図 西那須野町カゴメ K.K. 栃木工場における地下水位の変化

5~7m と年々その差が大きくなり、1年に 0.5~1.0m 程度低下する傾向が認められている。扇頂部付近に当る塩原町横林では、渇水期は2月上旬~4月上旬に生じ地下水水位は 16m 以上に及んでいる。これに対し、豊水期にあたる8月および9月の地下水水位は 7~8m となっており、渇水期と豊水期の水位変化の差は 9m 以上となっている。さらに北方にあたる地域では地下水水位は 20m 以上を示し、地下水水位は標高の差によって著しく変化している。

5.2 水比抵抗と水温

那須野カ原扇状地を流れる河川および用水などの表流の水比抵抗および地下水の水比抵抗を測定し、この結果をとりまとめて、第5図に示している。表流水の水比抵抗は、那珂川で 9,600 Ω-cm、蛇尾川および小巻川では 18,200~28,000 Ω-cm と最も高い値を示し、箒川では 7,500 Ω-cm と低い値を示している。一方、扇状地の地下水の水比抵抗は、上記の表流の水比抵抗と関連があるものとみられる。すなわち那珂川河畔の水比抵抗は、黒磯町小結で 8,500 Ω-cm 台、下黒磯で 9,000 Ω-cm 台、となっており、また同町鳥の目小学校分校では 17,500 Ω-cm、戸田付近には 15,400 Ω-cm の水比抵抗を示す地下水がある。さらに、熊川沿いでは黒磯町箕輪付近に 15,000 Ω-cm、蛇尾川沿いでは 15,000~17,000 Ω-cm となっており、西那須野町四区では 9,000 Ω-cm、箒川沿いの地域では 7,000 Ω-cm 台を示す地下水がある。これらの地下水の示す水比抵抗は表流の水比抵抗と親近度のあることから、扇状地の地下水は供給経路および供給源について、那珂川系・熊川系・蛇尾川系および箒川系に分けることができる。

第5図に示す水比抵抗等値線のように、高比抵抗部を



第 5 図 那須野カ原扇状地における自由面地下水の水比抵抗等値線

とりまいて、舌状を示し、主として北西—南東に延びる部分が、扇状地におよそ7つ認められ、これらがそれぞれ地下水の主流部をなしているものと見なされる。扇端部における地下水の水比抵抗は不規則であり、まとまりを欠くが、概して低地では低い水比抵抗を示し、台地付

近および台地上では水比抵抗が高くなる傾向があり、台地上の地下水が直接降雨から涵養されていることを示している。

水比抵抗による地下水のあり方は、おおよそ次のように説明できる。すなわち、扇状地の地下水は、分離丘陵

および台地間に存在する地下谷を主流に活発に流動するが、旧陸羽街道以南の地域に至ると拡散する模様である。地下谷の規模は黒磯町が最も深く、20~30m以上を示し、蛇尾川系では15~30m、箒川系では10~30mとなっている。

地下水の温度は12~19°Cの範囲にあり、概して扇頂部および扇中部が低く、扇端部で高くなる傾向が認められるが、全般的には14~16°Cの範囲に含まれる。扇中部の熊川系および蛇尾川系の地下水さらに赤田山北方に賦存する地下水は夏季に13°C前後を示している(第7図参照)。

6. 井戸の揚水量

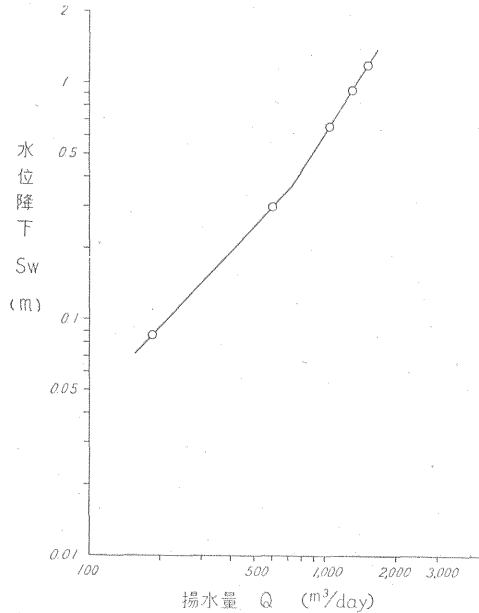
一般に、井戸の揚水量は揚水試験の結果求められた透水系数および影響半径などの水理常数と適当な水位降下を想定し、揚水公式の適用により求められる。しかし、那須野力原扇状地における手掘り井戸内の観察から明らかにできる地下水の流動は、地下水は井戸四周から一様に流入するのではなく、方向性をもつた限られた部分に水ぐちがあるのが一般である。また扇頂部および扇中部では地下水の流速が大きく井戸の湛水深が小さいのが特徴となっているので、揚水公式の適用については慎重を期さねばならない。

扇状地における浅井戸について、井戸の揚水管の口径およびポンプ能力と排水路における流量測定結果によって判断できる揚水量の実績は、500~3,000 m³/dayの範囲にあり、扇中部の地下谷がすぐれている。しかし大部分の井戸が過剰揚水の状態では地下水を取得しており、さらにすでに述べたように地下水位の変化および地下水流動の特異性を考慮すると、渇水期における揚水量は著しく減少するものとみられる。

西那須野町千本松地内の井戸について行なった水位降下と揚水量の関係を示している。この結果では揚水量が730 m³/dayを超えると、揚水量に対する水位降下の割合が増大する関係が認められる。すなわち過剰揚水の状態となっており、適正揚水量の限界は730 m³/day、水位降下の限界は0.37mとなっている。

工業用水源を浅井戸に求める場合には、地下谷中の地下水を対象にし、井戸1本当りの揚水量の規模は600 m³/day前後が望ましい。

扇状地における被圧地下水の存在および地下水規模については、まだ明らかにされていない。西那須野町千本松および二区における深井戸では、深度50~60mに帯水層が認められ、千本松では本層中の地下水(被圧地下水ではない)を対象にして揚水したが、水位降下が著しく、揚水量は60 m³/day程度となっている。大田原市



第6図 西那須野町千本松における井戸の水位降下と揚水量の関係

にある桜電子工業 K.K. の 50m 井では、水比抵抗および水質の面から判断して、主として 30m 以深の地下水を揚水しているものとみられる。深層部の地下水の賦存および地下水規模については、なお今後の調査研究にまたねばならないが、大田原市街地北方地域については大きな揚水量の期待は望めない。

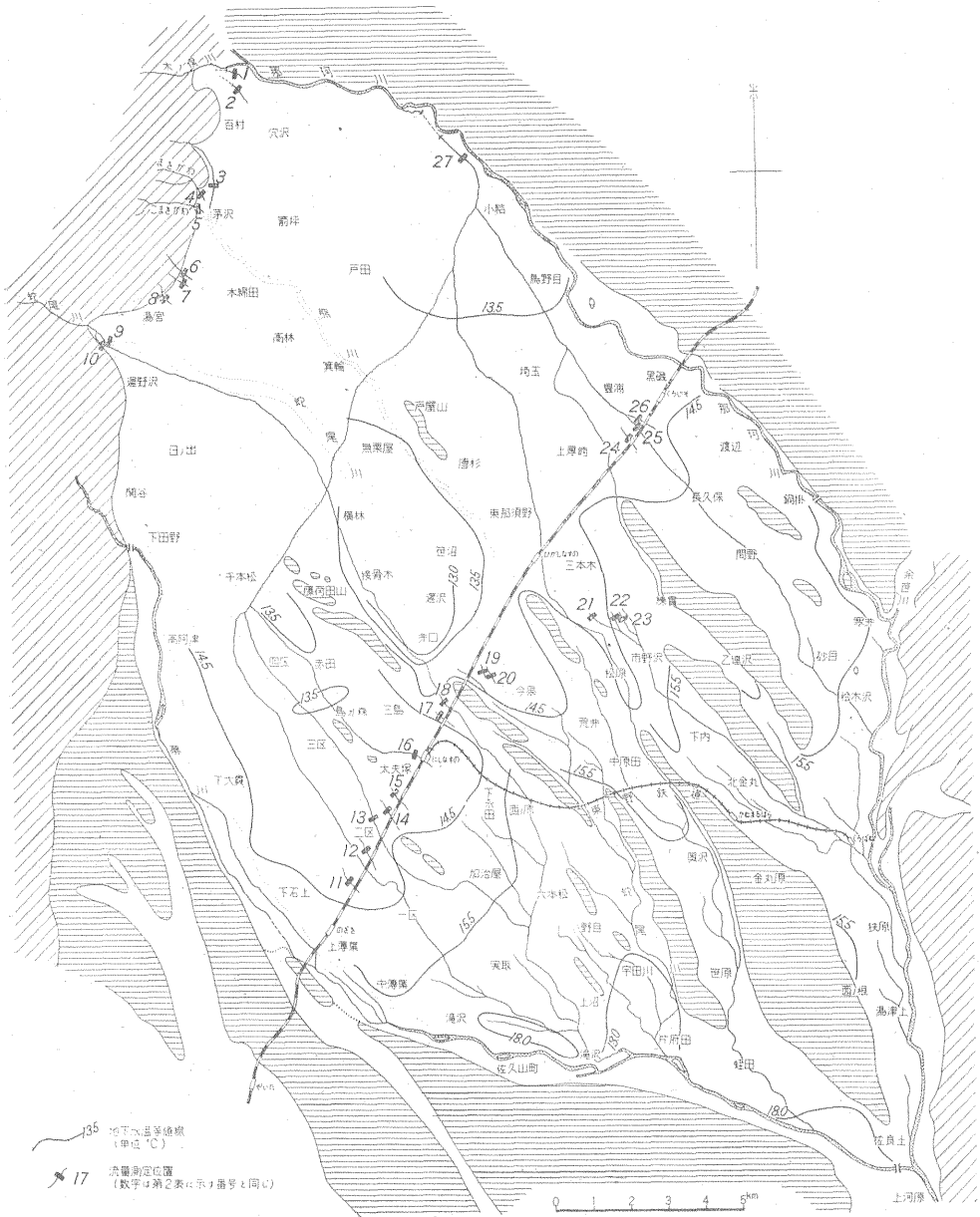
7. 表流からの地下水供給量

扇状地の扇頂および扇中部の一部を含む第7図に示した地域について、下野山地から発源する河川および那珂川から取水する用水などの流入水量を測定し、一方、東北本線沿いに設けた断面で、この地域から流出する水路などの流量を測定した。そして、この両者の流量の差引結果から得られた損失水量を、地下水供給量と見なしている。

流量測定断面を第7図に、また、測定結果を第2表に示している。

第2表の結果では流入量が9.236 m³/sec、流出量は1.470 m³/secとなり、差引き7.77 m³/sec弱が、河川および用水路などの表流からの地下水供給量とみなされる。さらに、本地域ではかんがい用の井戸からの揚水が流入しているが、揚水による水量は加算していないので、実際の地下水供給量は前記水量をはるかに上廻るものとみられる。

蛇尾川上流部では発電の余水0.97 m³/secが本流に流入するが、数100m下流では、その全量が河床下に伏設・浸透していることから、上部砂礫層の透水性がきわ



第7図 那須野カ原扇状地における流量測定位置および地下水温の等値線

めてすぐれていることを証明している。

8. 水 質

地表水・自由面地下水および被圧地下水の代表的と考えられる水試料について、分析した結果を第3表に示している（第3表参照）。

自由面地下水は溶存成分が少なく、水質がすぐれているが、那須川系では硫酸イオンが多くなる傾向が認められる。

被圧地下水は、自由面地下水に較べて、とくに重炭酸・塩分・硫酸・カルシウムおよびマグネシウムなどのイオンが増加している。

9. 水利用の現況

9.1 地表水

扇状地を流れる河川の表流は、飲料およびかんがい用に供されている。また、扇端部の所々にみられる湧水は、かんがい用のほか養漁用に利用されている。

第2表 那須野カ原扇状地北部地区における表流流量の測定結果

| 番号 | 河川名 | 測定位置 | 流量 (m ³ /sec) | 水温 (°C) | 水比抵抗値 (Ω-cm) | 備考 |
|----|---------|---------|--------------------------|---------|--------------|----------|
| 1 | 旧木の俣堀用水 | 黒磯町穴沢 | 0.642 | 15.3 | 15,400 | 木の俣川より取水 |
| 2 | 用水 | " " | 0.104 | 13.2 | 15,400 | 同上 |
| 3 | 熊川 | " 百村新田 | 0.393 | 13.9 | 13,650 | |
| 4 | 巻川 | " 茅沢 | 0.040 | 14.7 | 26,600 | |
| 5 | 小巻川 | " " | 0.117 | 14.7 | 28,700 | |
| 6 | 支流 | " 鳴内 | 0.008 | 16.4 | 25,900 | |
| 7 | " | " " | 0.012 | 15.6 | 28,000 | |
| 8 | " | " " | 0.027 | 15.3 | 28,000 | |
| 9 | 蛇尾川 | " 養沼 | 0.973 | 14.2 | 18,200 | |
| 10 | 養沼用水 | " " | 1.458 | 14.2 | 18,200 | 蛇尾川より取水 |
| 11 | 用水 | 西那須野町二区 | 0.052 | 19.3 | 9,100 | |
| 12 | " | " " | 0.204 | 18.7 | 9,100 | |
| 13 | " | " 二室 | 0.224 | 19.1 | 9,100 | |
| 14 | " | " " | 0.051 | 18.8 | 9,100 | |
| 15 | " | " " | 0.006 | 21.7 | 9,100 | |
| 16 | " | " 駅前 | 0.232 | 19.5 | 9,100 | |
| 17 | " | " 権現山 | 0.053 | 16.4 | 14,000 | 養沼用水下流 |
| 18 | " | " " | 0.032 | 17.5 | 11,500 | 湧水 |
| 19 | " | " 東関根 | 0.065 | 13.7 | 14,700 | 横穴湧水 |
| 20 | " | " " | 0.037 | 14.7 | 14,600 | 乗水暗渠 |
| 21 | " | 黒磯町木曾畑中 | 0.087 | 14.4 | 12,600 | 横穴湧水 |
| 22 | " | " 富池 | 0.037 | 15.1 | 12,600 | |
| 23 | " | " " | 0.035 | 15.9 | 12,600 | |
| 24 | " | " 共墾社 | 0.031 | 22.1 | 9,100 | |
| 25 | " | " " | 0.056 | 22.1 | 9,100 | |
| 26 | " | " " | 0.268 | 21.8 | 9,100 | |
| 27 | 那須疎水 | " 小結 | 5.462 | 16.8 | 9,600 | 那珂川より取水 |

第3表 那須野カ原扇状地における水質分析結果表

| 番号 | 試料採取地点 | 水源の種類 | 井戸の深度 (m) | pH | アルカリ度 | | Cl ⁻ (ppm) | NO ₂ ⁻ (ppm) | SO ₄ ²⁺ (ppm) | NH ₄ ⁺ (ppm) | Na ⁺ (ppm) | K ⁺ (ppm) | total Fe (ppm) | Ca ²⁺ (ppm) | Mg ²⁺ (ppm) | (CaCO ₃) (ppm) | SiO ₂ (ppm) | P (ppm) |
|----|-------------------|-------|-----------|------|---------|---------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------|------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|---------|
| | | | | | M (cpm) | P (cpm) | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 黒磯町青木帝人第2研究所井戸 | F | 35 | 7.10 | 49.00 | 0.00 | 2.20 | 2.00 | 6.1 | 0.0 | 7.4 | 2.10 | 1.13 | 6.1 | 2.22 | 4.42 | 1.80 | 0.04 |
| 2 | 大田原市桜電子工業 K.K. 井戸 | | 50 | 7.10 | 72.00 | 0.00 | 12.40 | 4.00 | 22.6 | 0.0 | 10.7 | 1.90 | 0.04 | 15.4 | 3.85 | 4.13 | 6.50 | 0.01 |
| 3 | 大田原市佐久山中学校深井戸 | | 100 | 7.3 | | | 2.3 | | | | | | 0.18 | | | | | |
| 4 | 那珂川表流水黒磯町鍋掛昭明橋下流 | R | | 6.9 | | | 6.1 | | | | | | 0.16 | | | | | |

(注1) 水源の種類 R: 河川水 (注2) 表示法 S₂O₂: 黄色によるイオン状ケイ酸
 F: 自由前地下水 P: 可溶性珪
 参考酸度 (CaCO₃ ppm): (cpm) × 50.045
 アルカリ度 (CaCO₃ ppm): (cpm) × 50.045
 ドイツ硬度 (°dH): 全硬度 (CaCO₃ ppm) × 0.056

用水などの規模を第4表に示しているが、木の俣川・巻川・小巻川用水および養沼用水などは扇頂部に黒磯町の上水道は水源を那須疎水に得ており、夏季1日5,000 m³を取得している。その他の生活用として貴重な水源となっている。

第4表 那須野カ原扇状地北部におけるかんがい用水の利用状況

| 用水名 | 使用量 | | | 備考 |
|--------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|
| | 最大 (m ³ /sec) | 常時 (m ³ /sec) | 最少 (m ³ /sec) | |
| 旧木の俣用水 | 1.14 | 0.58 | 0.25 | 那珂川水系木の俣川から取水 |
| 新木の俣用水 | 0.80 | 0.48 | 0.06 | |
| 巻川用水 | 0.49 | 0.26 | 0.11 | 熊川から取水 |
| 小巻川用水 | 0.80 | 0.12 | 0.04 | 同上 |
| 壘沼用水 | 2.30 | 1.50 | 1.10 | 蛇尾川から取水 許可水量 0.972 m ³ /sec |
| 那須疏水 | 6.90 | 5.30 | 2.40 | 那珂川から取水 許可水量 5.56 m ³ /sec |

9.2 地下水

扇状地の自由面地下水は、一般飲料のほか簡易水道、開田かんがい用および工業用などの水源にそれぞれ利用されている。地下水の総取得量は明らかにできないが、扇状地には動力を備えた井戸が4,000以上もあり、大部分がかんがい用に利用され、夏季最盛時には500,000 m³/dayを超えるものと推定される。

工業用としては工場数が少なく、また用水規模が小さいため地下水取得量は10,000 m³/dayにも達していない。第5表に各工場における地下水取得量を示しているが、井戸1本当りの揚水量は最大1,500 m³/dayとなっている。

西那須野町烏カ森にある口径1.90 m、深度14.0 mの簡易水道水源井では、夏季に1,000 m³/dayを取得している。また、西那須野町・塩原町水道組合では塩原町接骨木以南の給水人口5,000人を対象として、蛇尾川河畔に水源を設け0.4 m³/secの地下水を取得する計画があり、大田原市でも蛇尾川河畔の地下水を上水道水源とする計画がある。

10. 調査結果に基づく所見

1) 那須野カ原扇状地では自由面地下水がもっぱら利用の対象となっている。自由面地下水は地下7~30 m以上に賦存する不透水性基盤を侵蝕、形成した地下谷を主流として流動している。したがって地下谷中の地下水の開発・利用が期待でき、井戸1井当りの揚水量は、夏季に1,000 m³/day前後が可能である。しかしながら、扇央および扇頂部にかけた地域では、年間における地下水位の較差（最大値と最小値の差）が5~9 mに及んでいる事実および地下水流動の特異性などから、冬季渇水期における揚水量は著しく減少するものと判断できる。

以上の諸点を考慮すると、自由面地下水を水源とする用水規模の大きな工場の立地は困難視される。しかしながら、夏季豊水期には水量が著しく増加し、水質の点でもすぐれており、また、夏季には水温14°C前後を示し

て冷却効果が大きく、夏季に大量の地下水を使用する季節産業の立地には適しているといえる。

2) 箒川の支流である蛇尾川および熊川の表流は、扇頂部における一般飲料の唯一の水源となっているほか、かんがいにも利用されている。また、扇頂部の一部地域および以南の地域では、既存および開田かんがい用として夏季に、控え目にみても4~5 m³/sec程度の地下水が利用され、この量と扇端部に生ずる湧水などの流入により、箒川および那珂川の流量は著しく増加する。合流後における那珂川の流量はきわめて豊富であり、下流部にあたる小川町上河原付近で一部かんがい用に取水されるが、地下水流入分については、なお利用の余地が残されているものと考えられる。那須野カ原扇状地においては、扇頂部における河川などの表流は伏没浸透し有力な地下水供給源となっており、また、扇端部においては伏没・浸透した地下水の一部が、湧水として地上に還元している。扇状地全域について、表流の増減関係を地理的に明らかにすることは、地下水理の研究に役立つばかりでなく、水利用を図るうえにきわめて重要であるので、組織的な水文調査の実施がのぞましい。

文 献

- 1) 可知貫一：地下水強化と農業水利，地人書館，1946
- 2) 岩生周一・今井 功：75,000分の1塩原図幅および同説明書，地質調査所，1955
- 3) 渡部景隆・提橋 昇・新藤静夫：那須野カ原の地質構造，地質学雑誌，Vol. 66, No. 773, 1960
- 4) 渡部景隆・提橋 昇：那須野カ原の地史，地質学雑誌，Vol. 66, No. 774, 1960
- 5) 渡部景隆・提橋 昇：那須野カ原の“関東ローム”，地質学雑誌，Vol. 68, No. 803, 1962
- 6) 渡部景隆・提橋 昇：那須野カ原における地下水

第5表 那須野カ原扇状地および周辺地域における工場の地下水取得の現況

| 工場 番号 | 工場名 | 所在地 | 地下水 取得量 (m ³ / day) | 循環使 用水量 (m ³ / day) | 井戸諸元 | | | | ポンプ諸元 | | | | 水位 | | おもな 使用 目的 | | | |
|----------|--------------------|-------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|-----------|-------------|------|-------|------------|---------------------|---------------|------|-------|-----------------|--|--|--|
| | | | | | 深度 (m) | 径 (mm) | ストレー ナ位置 | 鑿井方法 | 口径 | 動力の 大きさ | 種類 | 吸水 管 位置 | 静止 | 揚水 | | | | |
| A | ブリジストンタイヤK.K. 那須工場 | 栃木県那須郡黒磯町黒磯 | 430 | 1,700 | 32 | 900 | | 手掘 | 100 | 15HP | S.P | | | 25.4 | 冷 | | | |
| | | | | | 36 | 1,200 | | " | 100 | 15HP | S.P | 34 | 13.1 | 未使用 | | | | |
| B | 新世乳業K.K. 黒磯工場 | " 黒磯 175 | 1,440 | 1,420 | 32 | 1,500 | | " | 75 | 11kW | S.P | 31m | | 27.5 | 洗冷 | | | |
| C | 那須山麓酪農協同組合 | " 黒磯 | 1,200 | | 28.8 | | | " | 75 | 7.5HP | V | 23 | | | 冷 | | | |
| D | 黒磯製作所黒磯工場 | " 上原崎 | 25 | | 21 | 750 | | " | 115 | 2.2kW | P.P | 20 | | 14.7 | 冷雑 | | | |
| E | グリコ那須協同乳業 K.K. | " 下原崎 | 500 | | 24 | 1,000 | | " | 100 | 15HP | S.P | | | | 冷洗 | | | |
| F | グリコ那須畜産協同 K.K. | " 大塚新田 | 300 | | | | | " | 70 | 3.7kW | S.P | | | | 洗冷 | | | |
| | | | | | | | | | 80 | 3.7kW | S.P | | | | | | | |
| G | カゴメ K.K. 栃木工場 | 栃木県西那須野町西富山 | 430 | | | | | " | 125 | 15HP | S.P | | 5.90 | | 洗冷 | | | |
| | | | | | | | | | 60 | 3HP | T.P | | | | | | | |
| H | K.K. 大田原電機製作所 | 栃木県大田原市大田原 | 100 | 400 | 7.5 | 750 | | " | 50 | 3HP | T.P | | | | 冷 | | | |
| | | | | | 7.5 | 750 | | " | 50 | 2HP | V.P | | | | | | | |
| I | 桜電子工業 K.K. 大田原工場 | " 実取 770 | 70 | | 50 | 150 | 30~50 | 機械掘 | 70 | 5HP | S.P | 19 | 3.55 | | 冷 | | | |
| J | 大興電機製作所矢板工場 | 栃木県矢板市矢板 | 1,040 | | | | | " | 140 | | P.P | | | | 冷洗 | | | |
| | | | | | | | | | 47 | 200 | | " | 140 | | P.P | | | |
| | | | | | | | | | 48 | 200 | 37mm までケー シング | " | 140 | | P.P | | | |
| | | | | | | | | | 60 | 250 | 38.5~ 58.0 | " | 80 | 7.5kW | S.P | | | |
| K | 矢板電器 K.K. | 栃木県矢板市中 321 | 20 | | 10 | 1,200 | | 手掘 | 50 | 2HP | T.P | | | | 原雑 | | | |
| L | 双葉食品興業 K.K. 喜連川工場 | 塩谷郡喜連川町 | 2,500 | | | | | " | 75 | 5HP | T.P | | 3.55 | | 冷洗 | | | |
| | | | | | | | | | 8.0 | 1,000 | | " | 100 | 15HP | T.P | | | |
| | | | | | | | | | 8.0 | 1,000 | | " | 75 | 7.5HP | T.P | | | |

S.P: 水中ポンプ, P.P: ピストンポンプ, V.P: ヒューガルポンプ, T.P: タービンポンプ
冷: 冷却用, 洗: 洗浄用, 雑: 雑用, 原: 原料用

地質調査所月報 (第15巻 第12号)

- の流速，扇状地の地下水の1例として，応用地質，Vol. 1, No. 4, 1960
- 7) 梶橋 昇：火山と地下水と人間と，科学の実験，Vol. 12, No. 11, 1961
- 8) 阿久津純：那須野カ原の第四系について，宇都宮大学学芸学部「研究論集」，No. 12, 1962
- 9) 鈴木陽雄：栃木県水理地質図説明書，栃木県企画調整室，1963
- 10) 室井 渡：佐久山中学校さく井工事の経過概要について，1962