

新庄および尾花沢盆地の地下水

岸 和 男* 永 井 茂**

Ground Water in the Shinjō and the Obanazawa Basins,
Yamagata Prefecture

By

Kazuo KISHI & Shigeru NAGAI

Abstract

Terrace, new and old fans, and alluvial deposits of Quaternary age are the principal reservoirs of ground water in the Shinjō and Obanazawa basins. Formations of Tertiary age yield little amount of water to wells, except the Motoaikai formation that yields 200~300 m³/day of water to wells. Rainfall is the most important source of recharge in the old fan and the terrace, and in the new fan, main sources are influent seepage from the river and infiltration from the paddy field. Water of 1.1 m³/sec is recharged from the Tsuchiuchi river in the Shinjō basin.

These deposits range in thickness from 15 to 18 meters in the new fan of the Shinjō basin. In the Obanazawa basin, the thickness of the deposits is about 18 meters in the terrace, and about 30 meters in the upper part of the fan. These deposits consist of gravel and coarse sand.

The yield of individual wells in the Shinjō basin is 300 m³/day in the terrace, 500~1,000 m³/day in the middle and lower parts of the old fan, and 2,000 m³/day in the well with large diameter near the Tsuchiuchi river.

A pumping test of a well in the Ogibukuro terrace of the Obanazawa basin indicated that the coefficient of transmissibility is 500 m³/day/meter, the coefficient of storage is 0.00053, and the critical discharge is 300 m³/day.

These hydraulic values may typify that of the terrace deposits in the Obanazawa basin.

The quality of surface water is generally good except the surface water of the Nyū river. Ground-water quality is relatively good except the ground water in Tertiary formations. But, some ground waters beneath the lower margin of fan in the Shinjō basin have relatively high content of Fe ion.

要 旨

1) 本報告は山形県北部地域の新庄盆地および尾花沢盆地の地下水について行なった水温・水比抵抗の測定結果、および土内川表流水の流量測定結果などをとりまとめたものである。

2) 当地域において、地下水取得の対象となる地層は

おもに段丘堆積物・新旧扇状地堆積物・沖積層であり、洪積層の下山崎層・山屋層および第三系に属するほとんどの地層からは良質多量の地下水は得られない。

3) 第三系の本合海層のなかには固結度の低い砂層が挟在し、この地層が地表浅く、かつ厚く分布している地区では200~300 m³/dayの地下水が得られる。

4) 段丘堆積物および旧期扇状地堆積物の地下水は、おもに天水から供給されており、表流水からの供給はみ

* 応用地質部

** 技術部

られない。また帯水層の厚さは薄く地下水賦存量も少ない。したがって単位面積当りの地下水取得可能量が少なく小範囲での多量の地下水取得は困難である。井戸間隔を十分に広くとれば段丘において300 m³/day内外、旧期扇状地の中・下部で500~1,000 m³/dayの地下水が取得できる。

5) 新庄地区を流れる土内川表流水は扇状地を流れる間に伏没し地下水に転化している。調査時には仁田山橋から黒沢橋までの間で約1.1m³/secの表流水が伏没していた。

6) 土内川新期扇状地の地下水は、天水・湛水田のほか土内川表流水から多量に供給されており、新庄市街地の方向に流動している。新庄市指野・荒小屋・沼田を結ぶ地区はとくに流動が活発であり地下水の透水帯を作っているものとみられる。帯水層の厚さは8~20mであり旧期扇状地にくらべ若干厚く、地下水賦存量も大きい。土内川左岸沿いの地区および透水帯に当る地区では、大口径浅井戸1本当たり2,000 m³/day内外、そのほかの地区では1,000~1,500 m³/dayの良質な地下水が得られよう。

7) 丹生川を除く各河川の表流水の水質は溶存成分が少なくきわめて良質である。また地下水の水質も第三系の地層に賦存する地下水を除いてはおおむね良質である。

1. ま え が き

新庄盆地および尾花沢盆地は山形県の北部に位置し県内でもつとも降雪量の多い地区である。したがって冬期の交通状況が悪く、そのために二次産業の発展がおくれ、県内でも経済後進地域といわれてきた。新庄盆地の工業は、かつては林業・鉱業およびそれに付随するごく小規模な工場のみであった。その後中程度の木材加工業・ガラス工業などが立地し、近年はわずかながらも工業は伸びてきている。尾花沢市はおもに農林畜産業によって栄えていた街で、現在でも工業開発の面では立ちおかれている。しかし近年道路網が着々と整備され冬期における交通運輸の状況もかなり良くなり、さらに豊富な労働力と用地が安価に得られることなどから、今後工業的に発展して行く可能性を充分もっている。また当地域は、最上川・月山などの国定公園、数多くの温泉郷を配し、また良質な雪はスキーにも適し観光地としてもかなり発展するであろう。

このような二次産業・三次産業などが発展すると当地域の水の需要はかなり増大するものと予想される。当地域内には日本でも屈指の大河川である水量豊かな最上川

が流れているが、地理的および経済的にみると必ずしもその取得は容易ではない。そこで水資源の一つである地下水についてその現況を把握し将来にそなえることは当地域にとつてかなり有意義なことと思われる。

本報告は、おもに新庄盆地の自由面地下水について行なつた水理調査・水質調査および水文調査の成果をとりまとめたもので、また尾花沢盆地の台地地下水についてもふれている。

現地調査に当り御協力をいただいた地元関係各位に対し深く感謝の意を表する。

2. 調査規模

調査範囲 第1図に示した範囲

面積 新庄盆地約120km²

尾花沢盆地約60km²

(5万分の1地形図金山・新庄清川・尾花沢参照)



第1図 調査地域位置図

調査期間 昭和39年10月13日~10月30日

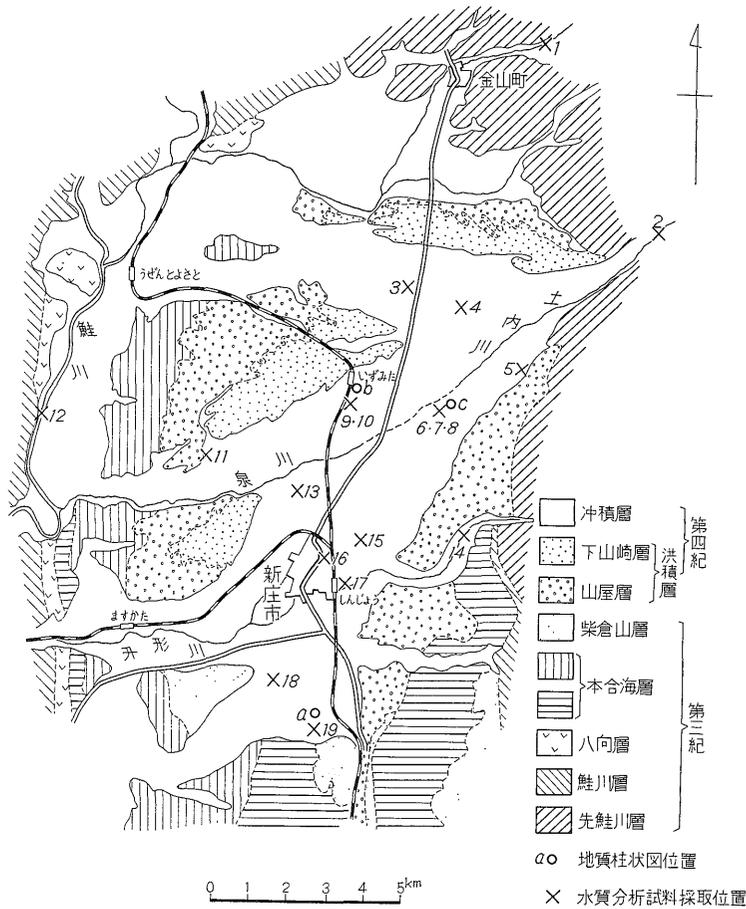
調査員 水理・水文調査 岸 和男
水質調査 永井 茂

調査実績 水温および水比抵抗の測定 約250カ所
流量測定箇所 19カ所
水質分析 23カ所
水質分析のうち鉄のみ 約20カ所

3. 新庄盆地

3.1 地形地質の概要

新庄地区は東側の神室山地と西側の朝日・鳥海山地に囲まれた盆地で、土内川・金山川などによって形成され



第2図 新庄盆地地質図

(東北地方天然ガス開発利用調査報告書による)

た扇状地および段丘と、第三紀ないし洪積世の地層からなる丘陵地とに分けられる。

扇状地は新庄市土内を頂点として広がる土内川扇状地がもつとも大きく、新庄市街地はその末端に位置している。土内川扇状地は下流部が丘陵によっていくつにも分かれている特異な形態をなし、村田貞蔵²⁾はこれを分岐扇状地と呼んでいる。

段丘は金山町から真室川町にかけておもに分布し、高位河岸段丘と低位河岸段丘に分けられる。5万分の1、羽前金山図幅²⁾によれば、前記土内川扇状地は高位河岸段丘面に対比されている。

丘陵はおもに新庄市の西側と東側に分布し、また北方の土内川扇状地と金山町の段丘の間にも小規模な丘陵がみられる。西側の丘陵は通称西山丘陵と呼ばれ、洪積世の下山崎層・山屋層・第三系の本合海層からなり、東側丘陵はおもに山屋層からなる。

新庄市周辺の山地は第三紀鮮新世ないし中新世の砂岩・泥岩・凝灰質砂岩などから構成されている。これらの地層区分およびその名称などは東北地方天然ガス開発利用調査報告²⁾に従った。

3.2 表流水分布の概要

新庄地区を流れるおもな河川は、鮭川・金山川・土内川・楢形川・新田川などである。鮭川は北方、秋田県境付近に源を発し南流して金山川・泉田川などの諸支流を合せて新庄市西南端において最上川と合流している。鮭川は新庄地区を流れる河川の中で流域がもつとも大きく水量も豊富であるが、その流路が地区西端の標高のもつとも低い所を流れているので水利用の面からみると当地区との直接的関係はうすい。金山川は奥羽脊梁山脈の神室山に源を発し西に流れ上田川を合せ真室川町において鮭川と合流する。山地部の流域面積は約90 km²であり、中・下流部沿岸に1～2段の河岸段丘を形成している。土内

川は神室山の南側に源を發し、土内川扇状地および西山丘陵のあいだを南西に流れ鮭川と合流している。山地部の流域面積は約40km²である。土内川は山地部では土内川と稱し、扇状地を流れる区間は泉田川、西山丘陵の間を流れる区間は泉川と呼んでいる。現在上流の土内付近にて農業用取水堰が2カ所設けられており、上流側の堰からは表流水の一部が上台川支流の榊沢ダムに導水される予定である。榊形川は新庄市の西部を流れ上流は指首野川と戸前川に分かれている。指首野川は扇状地の中部に發する河川で排水河川の性質を有している。戸前川は東側山地の壱蔵山に發し西に流れ小規模な扇状地を作っている。

新田川は戸前川と同様に壱蔵山に源を發し西に流れ下流に扇状地を作っている。流域面積は約20km²であり末流は最上川に直接注いでいる。

3.3 地質と地下水

新庄地区の地下水を大きくわければ、土内川扇状地および段丘の地下水と洪積世および第三系の地層に賦存する地下水とに分けられる。扇状地の地下水については後述するが、洪積世および第三系に属する地層と地下水の関係について次に略記する。

段丘：段丘は地区北方の金山川および上台川の沿岸に広く分布し、高位段丘と低位段丘に分けられる。段丘は礫・砂・粘土から構成され厚さは10m内外である。段丘堆積物の下位はおもに第三系の砂岩である。地下水は砂礫層から得られるが、帯水層としては厚さがうすく供給

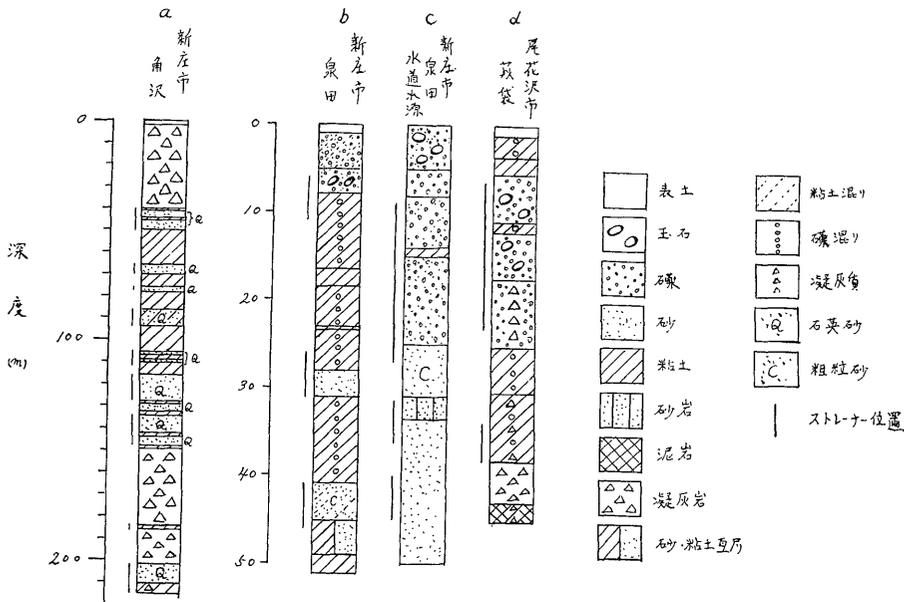
源も直上の降水に限られているので多くは望めない。

下山崎層：西山丘陵の東側に分布し地質は礫岩・凝灰質砂岩・粘土からなり、層厚は数m~10数mといわれる。本層から地下水を得ている井戸は一般家庭用の浅井戸のみであり工業用・水道用などの井戸はみられない。地層の露頭調査によれば岩質は良好な帯水層となり得るような砂・砂礫などの層を挟み本層からはまとまった量の地下水は得られないであろう。

山屋層：土内川扇状地周囲一帯に分布しおもに砂礫からなり、石英安山岩質凝灰岩・泥岩などを挟み、層厚は100m前後といわれている。露頭調査によれば本層の砂礫は硬く固結されており、透水性はかなり劣るようである。

泉田駅付近に深度50mの工場用井戸がある。地質柱状図および電気検層図によれば8mまでが扇状地堆積物で、8m以深は下山崎層あるいは山屋層に掘り込んでいるものとみられる。8m以深の地層の比抵抗値は連続してきわめて低い値を示し良好な帯水層はみられない。またこの井戸の揚水量は10m以浅の浅井戸の揚水量と変わらず、かつ水質も浅井戸と同じであり、8m以深からは地下水がほとんど得られていないことを示している。この井戸のほか、塩野原昭和地区にかつて70~100mの井戸が掘られたというのが地表下数mで下山崎層あるいは山屋層らしきものに達し、深いところの地下水は全然得られなかつたといわれている。

このように山屋層には良好な帯水層は存在せず本層か



第3図 ボーリング地質柱状図



第 6 図 新庄地区扇状地区分図

らの地下水取得はむずかしい。

紫倉山層：新庄市の南部に分布し、層厚は120m内外でおもに凝灰質砂岩および泥岩の互層からなる。本層から地下水を取得している井戸はみられず、地下水取得の可否は不明であるが露頭調査によれば本層には有力な帯水層はまず存在しない。

本合海層：西山丘陵の西半部および新庄市南部に分布し層厚200m内外といわれている。地質は凝灰質中～粗粒砂岩・浮石質砂岩・砂質泥岩などで亜炭を挟在する。本層の砂岩にはかなり固結度の低い地層があり、北方に向うほど固結度が低くなり、かつ厚くなるもようである。

新庄市角沢にある県立伝習農場の深度215mの井戸は本層に掘られているらしい。ストレーナは、固結度の低い石英砂岩の部分全部に切つてあり総延長は64mに達している。井戸口径は50mまでが200mm、50m以深が150mmである。この井戸は掘作当時は200m³/dayほど自噴し、約1,000m³/dayの揚水が可能であつたという。しかし現在は水位が下り約300m³/dayの揚水が限界となつたという。この地下水の水質は鉄分がきわめて多く、水質は良好とはいえない。

西山丘陵の冷水沢に深度50mの簡易水道水源井がある。この井戸は本合海層の浅部の砂層から取水しているものと推定される。揚水量は200m³/day程度で揚水量は多いとはいえないが水質は良好である。

以上のように本層からは、砂層が浅く発達している地

区では良質の地下水が若干得られるが、砂層の発達の劣る南部地区などでは井戸深度の割合には水量がごく少なく水質も良くない。したがつて水道用、工業用などの水源を本層に求めることは水量が少なく経済的に不利であるが、西山丘陵など他の水源がとぼしい地区では本層の帯水層が唯一の地下水源となつている。

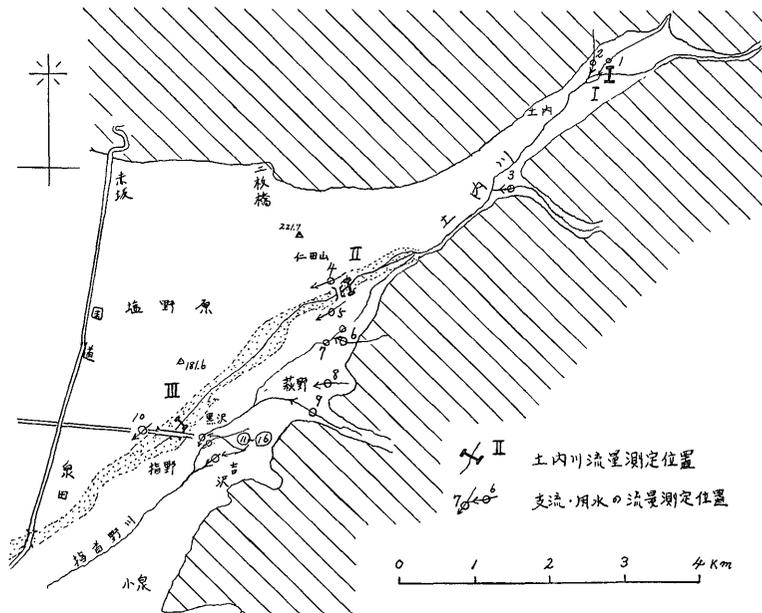
八向層・鮭川層および先鮭川層

これらの地層は扇状地および丘陵の周辺に広く分布し、地質は凝灰質砂岩・泥岩・頁岩などで、岩質的にも帯水層とはなり得ない地層である。また一部には化石塩水を含有する地層もあり、本層からは淡水の地下水を得ることは困難であろう。なお先鮭川層の地層からは天然ガスとともにCl⁻濃度の高い温水が得られるところもあり、新庄地区周辺の温泉郷において泉源として利用されている。

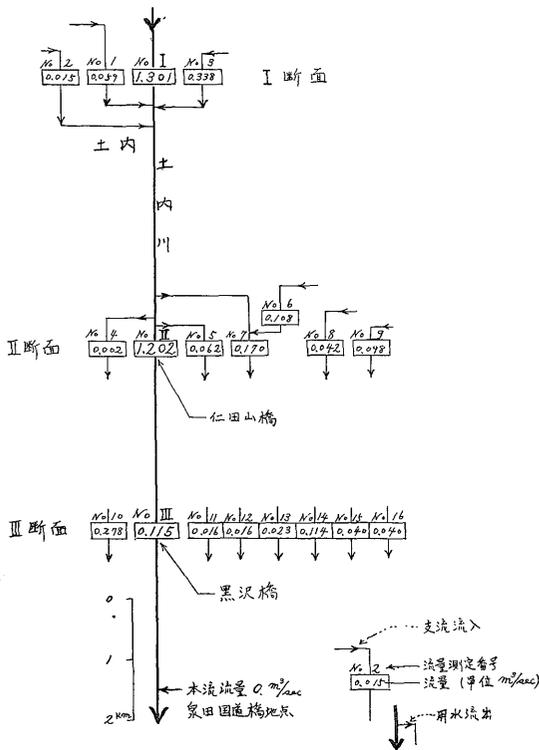
3.4 土内川表流水の伏没量

土内川は扇状地頂部から中部泉田付近の間で表流水が伏没する傾向がみられる。そこで新庄市土地先から黒沢橋までの約7kmを2区間に分けて流量測定を行なつた。測定位置は第4図に、測定結果は第5図に示してある。

新庄市土地先から仁田山橋付近までの約4kmの間では上流側の本流および支流の合計流量が約1.7m³/sec、下流側の合計流量が約1.3m³/secであり差引き約0.4m³/secの表流水が伏没している。仁田山橋から黒沢橋までの約3kmの間では、上流側流量が約1.57m³/



第4図 土内川流量測定位置図



第 5 図 土内川流量測定結果

sec, 下流側流量が $0.64 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり差引き約 $0.9 \text{ m}^3/\text{sec}$ が伏設している。なお黒沢橋における本流の流量は $0.115 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり羽州街道までの間で全量伏設している。

以上のように土内川表流水は、扇頂部付近における流量が $1.7 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度するとき、約 65% に当る $1.1 \text{ m}^3/\text{sec}$ が羽州街道付近までに伏設する。この伏設した表流水は下流部において若干は河道に再現するが大部分は兩岸の地下水に転化しているものとみられ当地区地下水のもつとも大きな供給源となっている。

3.5 扇状地の地下水

3.5.1 扇状地の形態と帯水層の状況

新庄地区の扇状地は新庄市土内を頂点として広がる土内川扇状地がもつとも大きく、新庄市街地東方に戸前川の扇状地、南方に新田川の扇状地がみられる。

土内川扇状地は一見すると全体が同一の扇状地に見受けられるが空中写真の判読の結果では新庄市土内—仁田山—泉田—滝ノ倉を結ぶ低い段丘層がみられ、生成時期が異なる 2 つの扇状地からなりたっている。本報告書では土内—滝ノ倉段丘層より北側の扇状地を土内川旧期扇状地、南側の扇状地を土内川新期扇状地とそれぞれ呼ぶ

ことにする。

土内川旧期扇状地は扇頂部から西方約 6 km の横根山において 2 つに分かれ北側の扇状地は静森においてさらに 2 つに分かれている。南側の旧期扇状地は新庄市滝ノ倉付近にて西山丘陵によって消滅している。旧期扇状地の地表面勾配は扇頂部から約 4 km までは 1.8% で急勾配をなし、そこから西方では約 1% となる。扇状地堆積物は扇状地上流部ではおもに玉石・礫など、中流部では礫、下流部では砂礫ないし砂から構成されている。全体に粗粒の堆積物が多いが場所によりうすい粘土層を挟むところもある。砂ないし砂礫層の厚さは 8~12m で全体にほぼ同じ厚さで堆積している。泉田駅付近の工場浅井戸および昭和地区のかんがい用補助水源井などの揚水状況からみるとこの砂礫層はかなり透水性がすぐれており良好な帯水層となっている。

新期扇状地は土内川(泉田川・泉川とも呼ぶ)の北側では土内川に沿って最大幅 800m 程度にしか分布していないが、南方の新庄市街地方面に向かつては広く開けている。扇状地の先端は新庄市飛田・小田島・小月野付近に達し指野川および戸前川に沿う沖積低地と接している。扇状地勾配は旧期扇状地とほぼ同じであり堆積も同じような礫・砂、などから構成されている。扇状地中流部の指野地先に新庄市上水道水源がある。水源井は深度 50m が 1 本、15m が 1 本、伏流暗渠が 1 カ所である。50m 井戸のさく井柱状図によると地表から 25m までが礫もしくは砂礫であり 25~50m が砂ないし砂岩となっている。砂および砂岩の層はほぼ山屋層とみて差支えないものと思われる。砂礫層のうち 15m 以浅の砂礫と 15~25m の砂礫とでは若干質が異なるように見受けられ、一般民家の井戸深度、地下水の水質などから推定すると、この付近における新期扇状地堆積物の厚さは 15m 程度とするのが妥当と思われる。扇状地末端に当る新庄市街地の乳業工場には深さ 18m と 11m の井戸がある。井戸資料および、くつ作に立合った人などの話によれば、深さ 18m までは砂ないし砂礫と粘土の互層であり 18m で盤に当たったといわれている。11m の浅井戸の揚水量は、 $500 \text{ m}^3/\text{day}$ 以上可能であり、帯水層の性質は、おおむね良好なようである。以上のように新期扇状地の帯水層は旧期扇状地よりわずかに厚く透水性も若干すぐれている。

戸前川扇状地は新庄市街地東部に小規模に分布しその先端は新庄駅付近に達している。新庄駅の水源地はこの戸前川扇状地の先端に掘られており $1,000\sim 1,200 \text{ m}^3/\text{day}$ の揚水が可能といわれている。この井戸の深さは 10m 内外であり浅部帯水層の透水性がかなり良いことを示している。

新田川扇状地は勾配がもつともゆるく堆積物はおもに砂礫からなるが下流部では砂～シルト質が多くなつてくる。角沢地先にある新庄市し尿処理場の井戸資料によれば地質は地表から1.3mまでが表土，1.3～8.0mが粘土混じり礫，8.0～15mが粘土混じり砂となつている。処理場には深さ10m，15m，30mの井戸がそれぞれ1本ずつ掘られているが，いずれも揚水量がきわめて少なく，上記の粘土混じり礫・粘土混じり砂などの地層は良好な帯水層になつていないことを示している。

3.5.2 自由面地下水の水理

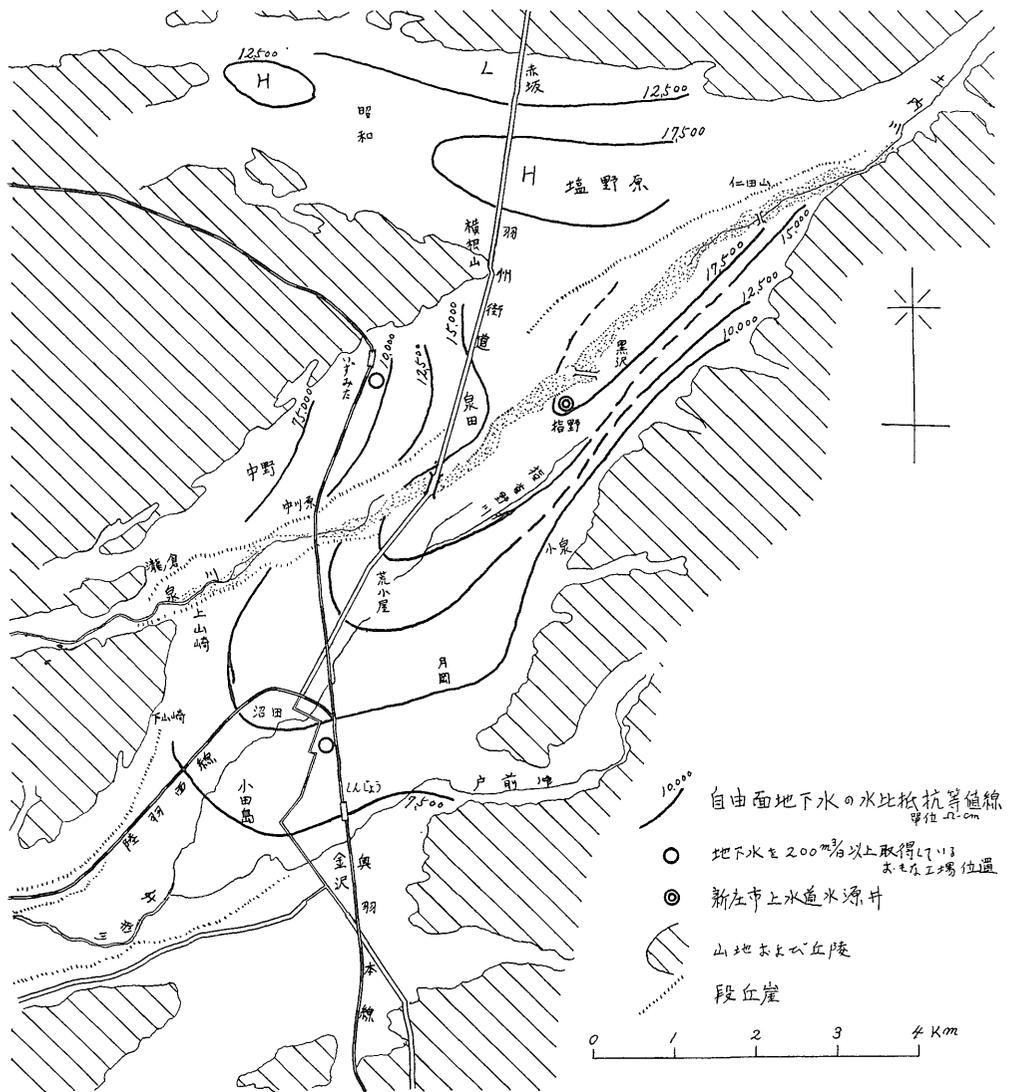
土内川扇状地における自由面地下水の流動状況，供給源などを明らかにするため扇状地に点在する浅井戸約

200点について，水位・水温・水比抵抗を測定した。

地下水水位は全般に浅く地表下1～5mであり旧期扇状地の上流部がもつとも深い。旧期扇状地の末端にあたる新庄市昭和7年度地区付近から西側では水位が浅くなり各所に湧水地帯および湿地がみられる。また新期扇状地の末端部も水位が浅くなり湧水がみられる。井戸深度は3～14mで5m前後の井戸がもつとも多い。

地下水温は12～15℃を示しとくに地区的なまとまりはない。

地下水の水比抵抗値は6,000～20,000Ω-cmであり，おおむね扇頂部および北部地区が高く，下流側南西部地区が低い値を示す。第7図に水比抵抗値を等値線として



第7図 土内川扇状地自由面地下水水比抵抗等値線

まとめたものを示した。これによると新期扇状地と旧扇状地とでは地下水の形態がかなり相違している。羽州街道から南西側を除く旧期扇状地の水比抵抗は 10,000~20,000Ω-cm を示し扇状地の中央部がもつとも高く周辺部が若干低くなっている。また水比抵抗値から判断される限りでは土内川表流との関係はみられず、活発な流動を示すような傾向もみられない。新期扇状地では仁田山橋から黒沢橋にかけての土内川沿いに 17,000Ω-cm 以上の水比抵抗を示す地下水がみられ新庄市街地に向かって流動している。土内川沿いの地下水は土内川表流水から供給されていると推定され、地下水流動の活発な所は新庄市指野一荒小屋一沼田を結ぶ地区である。

新庄市街地付近の地下水は 7,000~10,000 Ω-cm の水比抵抗値を示し一般的には水質が悪いほうではない。しかし鉄分のきわめて多い地下水が深度および地理的に不規則に点在している。

以上の測定結果および帯水層の状況などから土内川扇状地における地下水の供給源、流動状況、取得量などを推定すると次のとおりである。

旧期扇状地の地下水はおもに直上の降水によつて涵養され、とくに限られた透水帯などはみられない。羽州街道から南西の旧期扇状地地下水は、若干、土内川の伏流水から供給されているらしいが、ほとんどは直上の降水によつて涵養されている。旧期扇状地の上~中流部では、地下水位が地表下 5 m 以深であり帯水層の厚さが 8 m 程度と推定されるので賦存量が少なく、多量の地下水取得は困難であろう。下部では水位が浅くなり賦存量がかなり大きくなるので、大口径浅井戸を適正な間かくで設ければ 1 井当り 500~1,000 m³/day の地下水が取得可能であろう。

新期扇状地の地下水は降水からの供給のほかおもに仁田山橋から黒沢橋の間において土内川の表流水から多量に供給されている。この地下水は扇状地末端に向け流動し新庄市指野一荒小屋一沼田を結ぶ地区に透水帯がみられる。新期扇状地は旧期扇状地より帯水層が若干厚く地下水位も浅いので地下水賦存量が大きい。さらに地下水の供給源が土内川表流水なので地下水取得量は旧期扇状地よりかなり多いと思われる。仁田山橋から四ツ屋付近

第 1 表 新庄・尾花沢盆地

No.	試料採取地点	井戸深度 (m)	Tw (°C)	pH	RpH	FreeCO ₂ (ppm)	HCO ₃ ⁻ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	NO ₂ ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)
1	金山川	表流	13.4	6.7	7.0	1.4	15.7	4.8	0.00	3.2
2	土内川(土内上流)	表流	12.8	6.9	7.1	0.7	16.8	4.5	0.00	8.6
3	新庄市昭和1年度	11.0		5.7	6.8	21.4	4.8	8.5	tr	0.9
4	// 塩野公民館	12.0		5.8	6.6	17.2	5.1	7.7	0.08	2.9
5	// 荻野	6.6	13.4	5.3	6.3	16.7	15.0	11.9	tr	4.5
6	// 上水源 No.1	50.0	15.1	5.5	6.9	7.9	10.2	4.5	0.00	9.1
7	// // No.2	15.0		6.3	6.9	4.5	10.2	3.7	0.00	9.4
8	// // No.3	伏流		6.7	7.0	1.4	10.9	3.7	0.00	10.6
9	新庄市北日本興業KK No.1	50.0	13.0	5.3	6.4	6.8	4.1	11.1	0.00	1.4
10	// // No.2	8.0	12.3	5.3	6.3	11.1	3.4	11.0	0.00	1.5
11	// 冷水沢簡易水道	48.0	12.0	6.1	7.3	5.9	16.8	13.4	0.02	8.5
12	鮭川(日下)	表流	10.7	7.1	7.2	0.7	15.7	9.2	tr	6.0
13	// 谷地小屋	4.0	14.6	5.5	6.3	19.9	11.5	15.6	tr	9.7
14	戸前川(山屋)	表流	12.6	7.1	7.2	1.1	23.8	5.9	0.00	3.1
15	// 小月野	4.5		5.6	6.3	28.2	20.5	8.9	0.00	8.5
16	// 明治乳業新庄工場	21.0	15.4	6.1	7.3	13.1	19.8	9.2	0.00	16.1
17	// 国鉄新庄機関区		15.0	6.2	6.9	12.6	28.7	11.9	0.00	15.2
18	新庄市屎尿処理場	30.0		6.7	7.5	9.0	60.3	11.1	0.00	3.1
19	// 県立伝習農場	215.0		6.5	7.0	13.5	35.5	10.8	0.00	3.0
20	尾花沢市荻袋かんがい井	45.0	12.3	6.7	7.5	13.1	108.5	5.9	0.00	0.9
21	丹生川(藤袋)	表流	13.4	6.9	7.3	1.1	20.5	10.4	0.00	19.0
22	尾花沢市(駅南方民家)	4.5	9.0	6.1	7.0	6.1	36.6	25.2	tr	22.2
23	おほろげ川(取上)	表流	10.7	6.8	7.0	1.1	14.3	7.4	0.00	5.5

に至る土内川の左岸地区では大口径浅井戸1井で 2,000 m³/day 内外の地下水が得られよう。下流部、新庄市街地付近では扇状地堆積物である砂ないし砂礫の層とシルト質層とが指交状態に存在するものと推定されるので地下水の取得量は、場所によつてかなり増減するであろう。また鉄分の多い地下水が賦存する場所もあるので地下水の取得に当つては井戸地点の選定について充分注意する必要がある。

3.6 表流水および地下水の水質

新庄地区で、採水した分析試料は、表流水4点、地下水15点である。地下水は土内川扇状地が11点、戸前川扇状地、新田川扇状地、西山丘陵、その他各1点である。試料採取地点は第2図に、分析結果は第1表にそれぞれ示した。また分析値から作成した水質図を第8図に示してある。

土内川扇状地の地下水についてみると、旧期扇状地と新期扇状地の地下水とでは水質的に若干異なっている。旧期扇状地の地下水は一般に溶存成分がきわめて少なく良質であり、なかでも SiO₂, HCO₃⁻, SO₄²⁻ がとくに

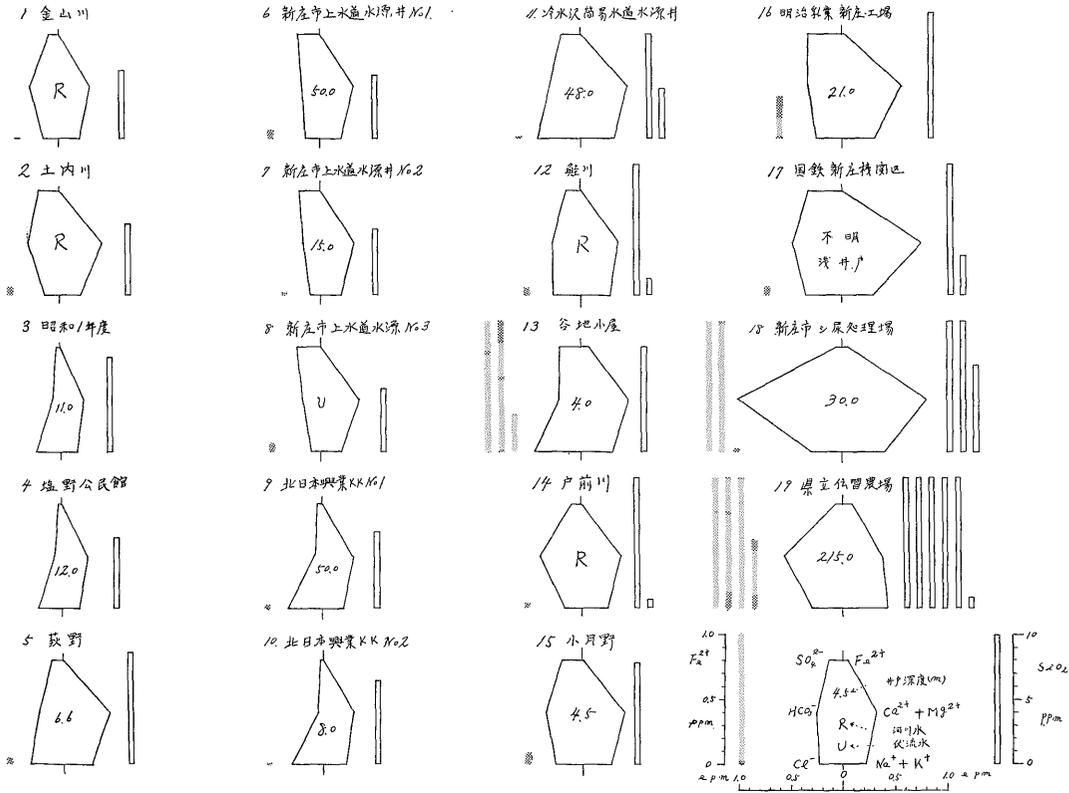
少ない。水質図の No. 3, 4, 9, 10, は旧期扇状地の地下水であり、水質組成が似ており、図形の形態に特徴がある。

この形は土内川表流水および新期扇状地の地下水とはかなり異なり、土内川表流水の影響をほとんど受けていないことを示している。またこれらの地下水は、溶存成分量などからみると雨雪などの天水から直接供給されているものと考えられる。No. 9 と10の井戸は近接した地点にあり深さは No. 10 が約 8 m, No. 9 が 50m である。この両者の地下水は、ほとんど同じ水質組成を示し同じ帯水層から地下水を得ているとみられる。したがつて深さ50mの井戸も浅部の帯水層のみから地下水が得られており、8 m以深の地層からはほとんど地下水が得られていないことになる。

新期扇状地の地下水は旧期扇状地の地下水と同様に全般的には溶存成分量が少ないが扇端部に向うに従つて若干溶存成分量が多くなる。水質図の No. 5~8, 13, 15, 16, が新期扇状地の地下水である。これらの地下水は一般的な地下水に比較すると SiO₂, HCO₃⁻ が少ない方であるが旧期扇状地の地下水にくらべると SO₄²⁻, HCO₃⁻

の水質分析結果

NH ₄ ⁺ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Na ⁺ (ppm)	Fe ²⁺ (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)	Mg ²⁺ (ppm)	Total Hardness (ドイツ)	SiO ₂ (ppm)	KMnO ₄ cons. (ppm)	P (ppm)
0.0	0.5	4.1	0.00	0.14	4.5	0.9	0.83	5.2	3.13	0.00
0.0	0.3	3.8	0.06	0.22	7.6	0.5	1.18	5.4	0.60	0.00
0.1	0.4	4.0	0.00	0.06	2.6	1.2	0.65	7.2	1.40	0.00
0.1	0.5	4.0	0.00	0.06	2.4	0.9	0.55	5.4	1.60	0.00
0.0	1.8	5.3	0.04	0.00	6.2	1.5	1.21	8.6	0.40	0.00
0.0	0.5	4.3	0.06	0.36	5.1	1.0	0.94	4.8	3.41	0.00
0.1	0.5	4.0	0.02	0.27	5.5	0.9	0.97	5.0	1.68	0.00
0.1	0.4	4.2	0.06	0.06	6.0	0.9	1.05	4.8	2.21	0.00
0.0	0.5	4.7	0.02	0.06	3.4	1.6	0.85	5.8	2.61	0.00
0.1	0.5	4.6	0.01	0.05	3.5	1.5	0.84	6.4	6.02	0.00
0.1	0.8	7.1	0.01	0.04	3.9	2.9	1.22	13.8	2.61	0.00
0.1	0.9	6.0	0.05	0.10	4.4	1.4	0.93	11.2	4.01	0.00
0.0	4.3	7.3	2.28	0.04	3.9	1.2	0.83	8.0	4.41	0.00
0.1	0.7	5.2	0.03	0.11	5.1	1.6	1.09	10.6	4.41	0.00
0.0	0.9	6.0	0.08	0.08	6.4	2.3	1.42	7.8	3.21	0.00
0.1	0.7	6.7	0.32	0.06	8.3	1.9	1.61	9.6	0.60	0.00
0.0	0.9	6.9	0.06	0.10	9.4	3.3	2.09	13.0	1.32	0.00
0.1	0.9	8.6	2.02	0.02	8.2	4.6	2.20	26.6	7.22	0.11
0.3	1.6	8.8	3.52	0.00	4.0	2.3	1.10	50.8	4.01	0.00
0.1	1.5	8.2	6.72	1.52	16.1	4.9	3.37	31.8	8.22	0.07
0.1	0.8	6.0	0.00	0.07	10.1	1.8	1.81	13.0	4.21	0.00
0.1	8.5	13.4	0.41	0.07	14.2	2.6	2.58	17.0	3.61	0.00
0.1	1.0	4.7	0.10	0.07	4.5	1.0	0.85	12.8	4.61	0.00



第8図 新庄盆地における水質組成図

が若干多く、旧期扇状地地下水とは異なった形態を示している。No. 6, 7, 8, は新庄市水道水源であり、それぞれ50mの井戸、15mの井戸および伏流暗渠である。水質組成をみると三者とも同じでありNo. 9, 10の関係と同様に50mの井戸でも浅部の地下水しか得られていないことを示している。新期扇状地のの上流部の地下水の水質は土内川表流水の水質にやや似かよっておりこの付近の地下水は土内川表流水から供給されていることを示している。

新期扇状地の末端に当る新庄市街地付近では Fe^{2+} のきわめて多い地区がありこの付近民家の浅井戸約20点について Fe^{2+} のみ分析した。そのうち、おもなものをあげると十日町 8.68 ppm, 関屋 5.40 ppm, 南東町 11.28 ppm, 小田島 2.38 ppm, 松枝 4.96 ppm, 魚市場前 31.00 ppm などである。また県立病院の深さ75mで深と思われる井戸の古いデータによれば Fe^{2+} が 20~30 ppm に達し、この付近の深い地下水は鉄がきわめて多いことを示している。このほか、番場町のヘルスセンターなど、いくつかの井戸で Fe^{2+} の多い現象が見受けられる。このような鉄分の多い井戸に挟まれて鉄分がほとんど含まれていない井戸・湧水などが点在している。十日町、名古

屋敷付近の井戸、小田島・沼田付近の湧水などが鉄分を含んでいない。これは市街地付近ではいく筋かの地下水脈が指交状に分布し水脈に当たった井戸・湧水は鉄分が無く、水脈からはずれた井戸に鉄分が多いものとみられる。

No. 11・18・19, の地下水は新旧扇状地の地下水と水質組成が異なっている。No. 18・19 は SiO_2 が他の地下水にくらべ3~5倍多く Fe^{2+} も 2~3 ppm を示す。また No. 19 は採水時に H_2S 臭を感じた。No. 18 は新田川扇状地に位置するが扇状地の地下水ではなく、おそらく山屋層もしくはそれより下位の地層の地下水と思われる。No. 19 は本合海層の砂層の地下水であり深部ガス田の影響を若干受けているものと察せられる。No. 11は西山丘陵の山屋層の分布地区に位置するが、おそらく本合海層の浅部砂層の地下水とみられる。

表流水はいずれも溶存成分が少なく良質であり、とくに土内川・金山川の表流水は SiO_2 が約 5 ppm と少ない。

4. 尾花沢盆地

4.1 地形および河川の概要

尾花沢地区は奥羽脊梁山脈と出羽丘陵とに挟まれた盆

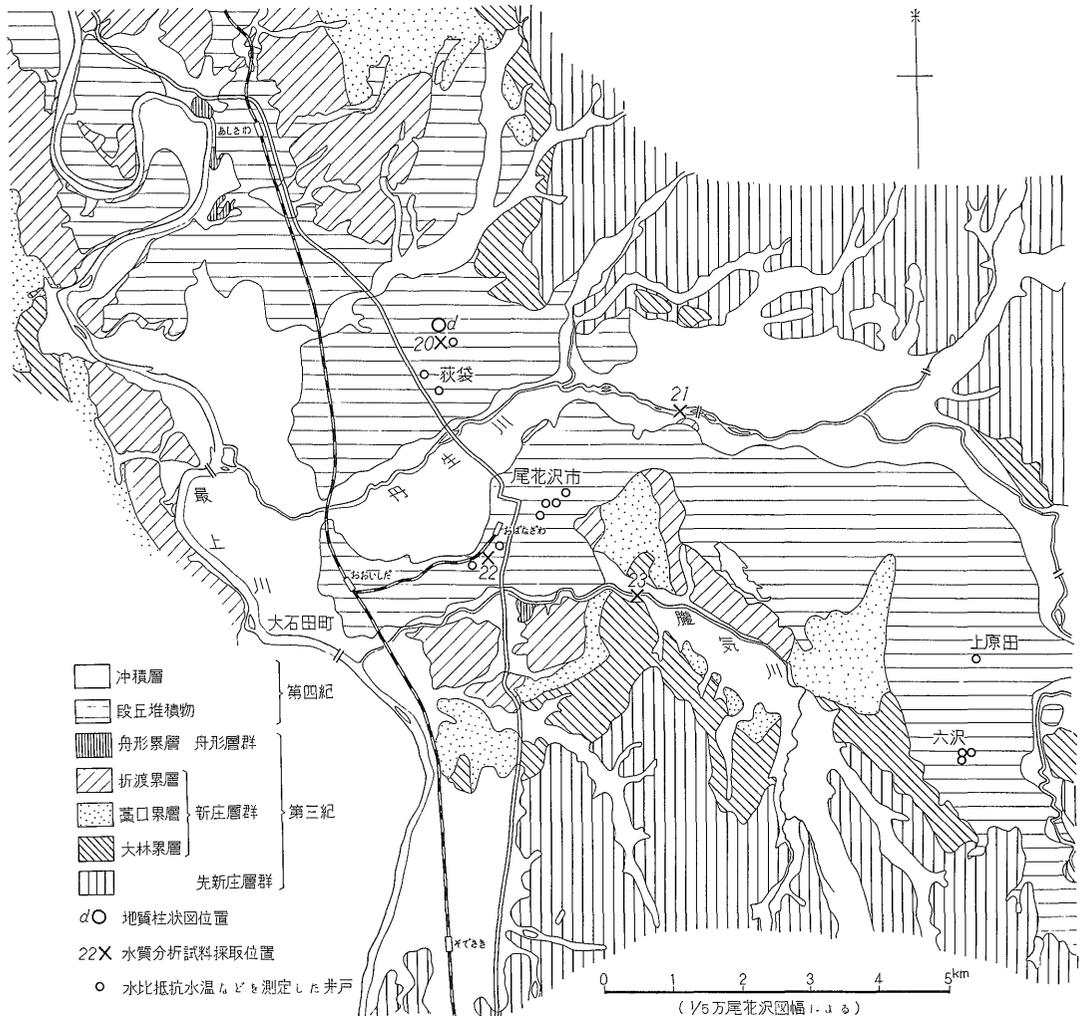
地であり、沖積低地と段丘とに分けられる。沖積低地は最上川および丹生川沿いに若干面積の広いものがみられるほか、各支流に沿って幅狭く分布している。段丘は高・中・低位の三段丘に分けられる。段丘の面積は、丹生川北側の荻袋段丘が約7 km²、尾花沢段丘も同じく約7 km²である。尾花沢段丘に連続して南方に広がる丹生川左岸段丘は明らかな扇状地形を呈し、旧丹生川によって作られた扇状地と思われる。本報告書ではこの段丘を旧丹生川扇状地と呼ぶことにする。当地区には以上の段丘のほかおもに北方の最上川沿いに面積5 km²以下の小さな段丘が数カ所散在している。

尾花沢盆地を流れるおもな河川は、最上川・丹生川・おぼろ気川・野尻川などである。最上川は源を福島県境に発し山形県の内陸部全域を流域にもつ大河川であり、

大石田町地先における昭和33~37年の平均低水量は約100 m³/secである。丹生川は源を宮城県境の荒神山に発し銀山川・赤井川などの支流を集め大石田町北方にて最上川に合流している。流域面積は、最上川（大石田より上流部）が約4,000 km²、丹生川、約230 km²、おぼろ気川、約50 km²、野尻川、約30 km²である。最上川を除く各河川の表流水はかんがい期に農業用水として大半が利用されており、夏期渇水期には、今後の産業用水源としての利用は困難であろう。最上川表流水はほとんど利用されておらず、現在のところ農業用水として1 m³/sec程度がポンプ揚水されているのみである。したがって今後の産業用水源としての価値はすこぶる大きいといえよう。

4.2 地質と地下水

尾花沢盆地周辺の山地はおもに第三系の新庄層群およ

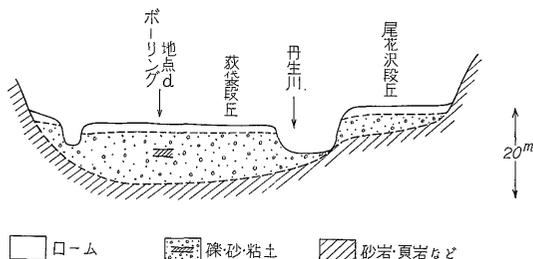


第9図 尾花沢盆地の地質

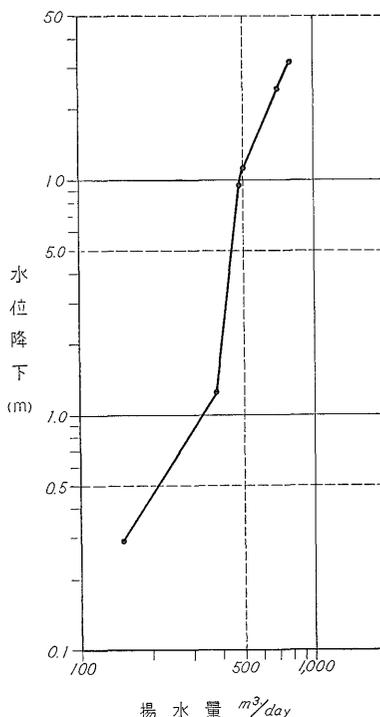
び最上層群からなる。新庄層群は上位から、折渡累層・葉口累層・大林累層に分けられ、最上層群は小平累層・荒町累層・深沢累層に分けられている。これらの地層はおもに砂岩・頁岩・凝灰岩・礫岩などから構成されており新庄層群中には石炭が挟在している。地層の露頭調査によれば良好な帯水層となり得るような、砂・砂礫などの地層はみられず、第三系の地層からはまとまった量の地下水取得は困難であろう。

沖積層はおもに、砂・礫・粘土からなり最上川沿いの低地では砂ないしシルト、丹生川沿いではおもに砂礫からなるものと推定される。沖積層の厚さは数m以内であり、その下位には第三系の地層が分布している。沖積層の地下水は一般民家の生活用水として利用されているのみで、多量の地下水を取得している井戸はみられない。地質から判断すると最上川沿いの地区では一般に大量の地下水取得は困難であろう。丹生川沿いの沖積地では河川表流水から供給されている地下水が賦存している地区が存在するものと推定され、そのような地区ではかなりまとまった水量の地下水が得られよう。

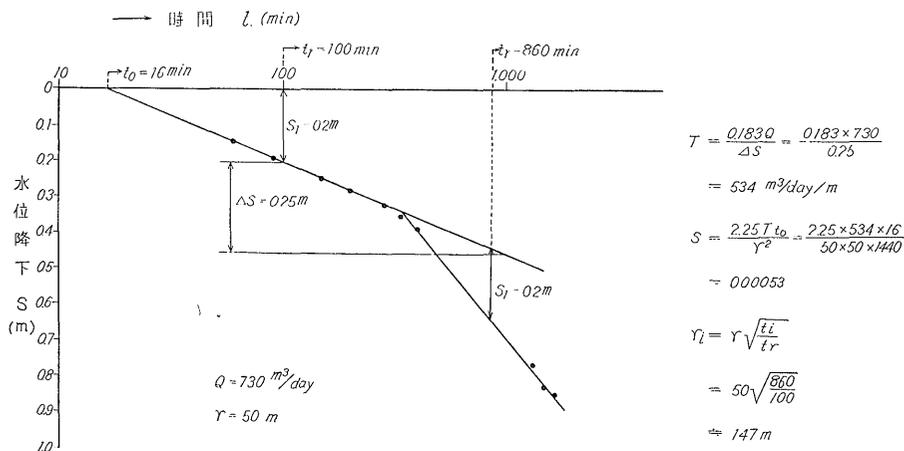
段丘堆積物は礫・砂および粘土からなりその下位には第三系の地層が分布している。さく井柱状図によれば段丘堆積物の厚さは荻袋段丘で約18mであり尾花沢段丘および最上川沿い北部の各段丘もほとんど同じ厚さと思われる。旧丹生川扇状地の上流部地区に深さ33mの簡易水道水源井があり深度33mで基盤がでたので掘止めしたといわれている。第10図に荻袋段丘と尾花沢段丘を結ぶ地質の模式断面を示した。それによると尾花沢段丘では段丘の帯水層と沖積層の帯水層とは連続性にとぼしく両者の地下水は関連性が少ない。荻袋段丘では段丘の帯水層と丹生川および野尻川の沖積層の帯水層とが連続しており、沖積層の地下水と関係している。地下水位の関係か



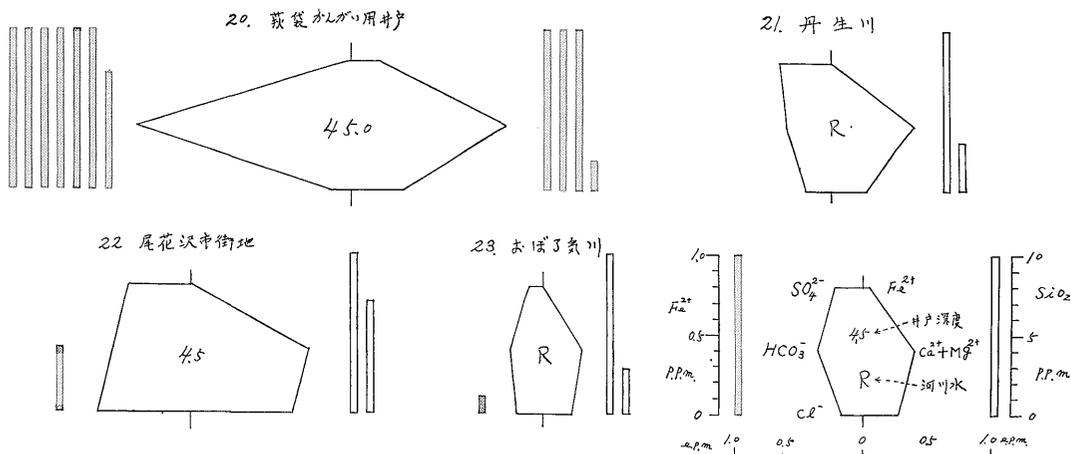
第10図 尾花沢盆地荻袋—尾花沢方向模式断面図



第11図 揚水量と水位降下の関係



第12図 水位降下と時間の関係



第13図 尾花沢盆地における水質組成図

ら現在では丹生川沖積層の地下水は段丘地下水を補給していないが、野尻川沖積層の地下水は補給している可能性をもっている。

荻袋段丘のほぼ中央部に深度 40~45 m のかんがい用井戸が数本掘られており、そのうちの1本の井戸で揚水試験が行なわれている。試験井の深度は45mであるが電気検層の結果から判断すると、約18m以深は第三系の地層と推定され、地下水はほとんど得られないものと思われる。静水位は地表下約3mであり、したがって帯水層の厚さは約15mである。第11図と第12図に試験結果を示した。またそれから算定された帯水層の定数などは次のとおりである。

限界揚水量	$Q \approx 300 \text{ m}^3/\text{day}$
透水量係数	$T = 534 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$
貯留係数	$S = 0.00053$
観測井から仮想	
井戸までの距離	$r_i = 70 \text{ m}$

以上のように段丘では深度 20m以浅の井戸1本で 300 m^3/day 程度の地下水が取得可能であるが、地下水の供給源がおもに直上の降水であるため供給量が少なく、数多くの井戸による多量の揚水はさけるべきである。各段丘の総揚水量は、それぞれの段丘の面積におおむね比例すると思われるが、段丘の単位面積当りの揚水量はさらに精密な地下水調査を行なわなければ正確にはわからない。

4.3 水質

尾花沢地区における水質分析試料は地下水2点、表流水2点である。地下水は荻袋段丘の深度45mの井戸と尾花沢市街地の浅井戸について分析を行なった。表流水は

丹生川およびおぼろ気川について行なっている。分析結果は第1表に、水質図を第13図に示した。

地下水の水質は新庄地区にくらべると、かなり溶存成分が多く、とくに荻袋の45m井戸の地下水は、 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+} \cdot \text{Fe}^{2+}$ が多い。この井戸は段丘礫層の地下水のみを取得しているのではなく、その下位の第三系の地層からも若干取得されているらしく、そのために水質が劣るものと考えられる。段丘に点在する一般民家の浅井戸地下水の水比抵抗値から判断すると段丘礫層の地下水は、45m井戸の地下水より若干良質と思われる。

河川表流水はこの付近の地下水よりも水質が良く、とくに、おぼろ気川表流水は良質である。一方丹生川表流水は、新庄地区および尾花沢地区を流れる他の河川よりも水質が劣り $\text{SO}_4^{2-} \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ が多い。丹生川表流水の水質が劣るのは上流部に存在する銀山温泉の廃水が流入するためと思われる。

5. 結 言

以上、述べてきたように新庄・尾花沢両盆地において、産業用水として利用可能な地下水は、新・旧扇状地堆積物、段丘堆積物、沖積層に含まれる地下水であり、下山崎層および先山崎層（本合海層の一部を除く）の各地層からはほとんど地下水は得られない。第三系に属する本合海層は固結度が低い薄層の石英砂を挟在しており、この砂層が地表浅くかつ厚く分布している地区では 200~300 m^3/day の地下水が得られる。この地下水は水の乏しい西山丘陵などでは貴重な存在であり、今後ボーリングなどを含む精密な水理地質調査を行なつて砂層の分布状況を明らかにしておくことが必要であろう。ただしこの

300 m³/day 弱の地下水を得るには深さ 200m 程度の井戸を必要とする地区が多いものとみられ経済的には有利でないしまた深くなるほど水質が悪くなる。

段丘および旧期扇状地では井戸 1 本当り 300~1,000 m³/day の地下水が取得できる。しかし供給源がおもに直上の降水であるため供給量が限られており、さらに帯水層の厚さがうすく賦存量も少ないため単位面積当りの揚水量は多くを望めない。したがって、近接して井戸を設け地下水を揚水すると局部的な地下水位の低下、ひいては地下水の枯渇を起すおそれが多分にある。今後水文調査を主とする地下水調査を行ない単位面積当りの取得可能量を明らかにしておくことが必要であろう。

土内川新期扇状地の地下水は土内川表流水から多量に供給されており、そのほか直上の降水・湛水田からも供給されている。また帯水層の厚さもほかにくらべて若干厚くなっており地下水賦存量も大きいので新期扇状地は当地域でもつとも地下水を得やすい地帯である。土内川左岸沿いおよび透水帯に当る地区では大口径浅井戸 1 本当り 2,000m³/day 内外の良質な地下水が得られる。土内川左岸沿いおよび透水帯からはずれた地区では 1,000~1,500 m³/day の地下水が得られるが、新庄市街地付近では鉄分の多い地下水が不規則に分布している。したがって今後この付近で多量の地下水を取得するにあたっては

事前にテストボーリングなどを行ない鉄分の少ない地下水が得られる地点を選定してから本格的施設を作るほうが安全である。

土内川扇状地の地下水は、おもに土内川表流水から供給されているため、土内川の流量が増減すると地下水賦存量が変化する。したがって土内川表流水が利水計画などによつて平水期ないし渇水期において著しく少なくなつたり、あるいは皆無になつた場合には新期扇状地の地下水に悪影響をおよぼすことが懸念される。それゆえに土内川の利水計画にあたっては扇状地の地下水事情を勘案し、地下水を枯渇させないような配慮が望ましい。

(昭和41年9月稿)

文 献

- 1) 村田貞蔵(1941): 山形県新庄盆地の形態学的研究, 地理学評論, vol. 17, no. 6
- 2) 大沢 穠・角 清愛(1961): 5 万分の 1 地質図幅「羽前金山」, および同説明書, 地質調査所
- 3) 石油技術協会(1958): 東北地方天然ガス開発利用調査報告, p. 292~311
- 4) 徳永重元(1958): 5 万分の 1 地質図幅「尾花沢」, および同説明書, 地質調査所