

## 第2節 地域の地下水

### 1. 新潟平野

#### (1) 地形・地質

新潟平野は、本州日本海側で最大の平野である。平野の大部分はきわめて低平であり、近世になって地域開発が行われたが、それは主に治水対策および水田干拓事業に力が注がれ、用水対策の歴史はかなり遅れて始まっている。中でも、地下水の開発は歴史が浅く、利用する地域も砂丘や扇状地など平野の縁辺部に限られていた。

近年の特徴として、道路や建築物の消雪用水として恒温性をもつ地下水の利用が爆発的に増加し、利用者の集中する都市地域を中心に冬季の地下水障害が顕在化している。

また、平野の中央部は水溶性天然ガス田によって占められており、1950年代には大量のガスの揚水に伴い、広域にわたって地下水頭の異常低下と地盤沈下が進行した。その後、1973年まで6次にわたる取水規制が実行された結果、地下水頭は大幅に回復し、地盤の沈下速度も著しい鈍化傾向を示してきた。

地下水に関する調査は、1950年代から地盤沈下の原因究明および対策のための調査が始められ<sup>(1)</sup>、1960～70年代には砂丘、扇状地など縁辺部において、上水道、農業用水源開発の調査が進められている。1970年代に入ってから、地下水利用の過剰状態に対して適正利用の方途をさぐるための調査に重点が移りつつある<sup>(2)(3)</sup>。

新潟平野の東側は、朝日、飯豊、越後の各山地が山稜を連ねており、平野に接しては楕円山地、五頭山地、新津丘陵、魚沼丘陵などが前山として北々東から南々西に連なっている。平野の北西側には、日本海に沿って長い砂丘が伸び、平野の南西側には角田、弥彦山地が壁をつくり、南へ伸びて東頸城丘陵に連なっている(図2-4-2)。

平野に面する山麓線の方向は、周辺山地の褶曲運動の軸線とほぼ平行であるところから、新潟平野の中央部は東西の山地に挟まれた構造盆地に形成された平野であると考えられている(図2-4-3)。

平野北部の河川は、山地を出てから河口までの距離が短く、扇状地が発達している。これに対し、阿賀野川、信濃川本流には扇状地の発達は乏しい。各河川の河口には、浜堤、砂丘の発達が顕著で、広大な後背湿地が形成され、平野の中には堆積環境の変遷を物語る旧河道、自然堤防があり、その間に広い氾濫原が広がっている。

新潟平野は「羽越地向斜」と呼ばれる構造性の堆積盆地のほぼ中央部にあり、第三紀中新世以降、沈降と一時的隆起を繰り返す環境の中で厚い地層の堆積が行われている。

平野部の第三紀層は、その東西を衝上断層で限られ、緩く北へ傾いた舟底形の向斜軸をもっている(図2-4-3)。第四紀層はこの向斜部を埋める形で発達し、平野の地下での厚さは最大800mに達すると推定<sup>(4)</sup>されている(図2-4-4)。

和田<sup>(4)</sup>は、20,000年前以後の堆積物を「軟弱地盤地質系統」とし、その基底面を図2-4-5のように表わしている。最近、青木、仲川<sup>(5)</sup>は、平野表層部の軟弱層を黒鳥層と命名し、表2-4-3に示した地層区分を行っている。



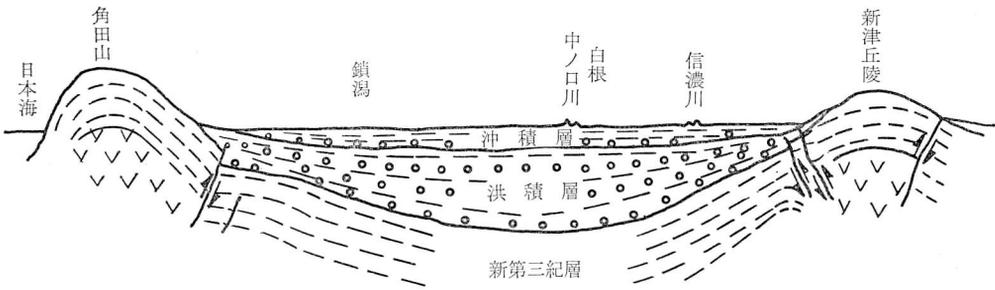
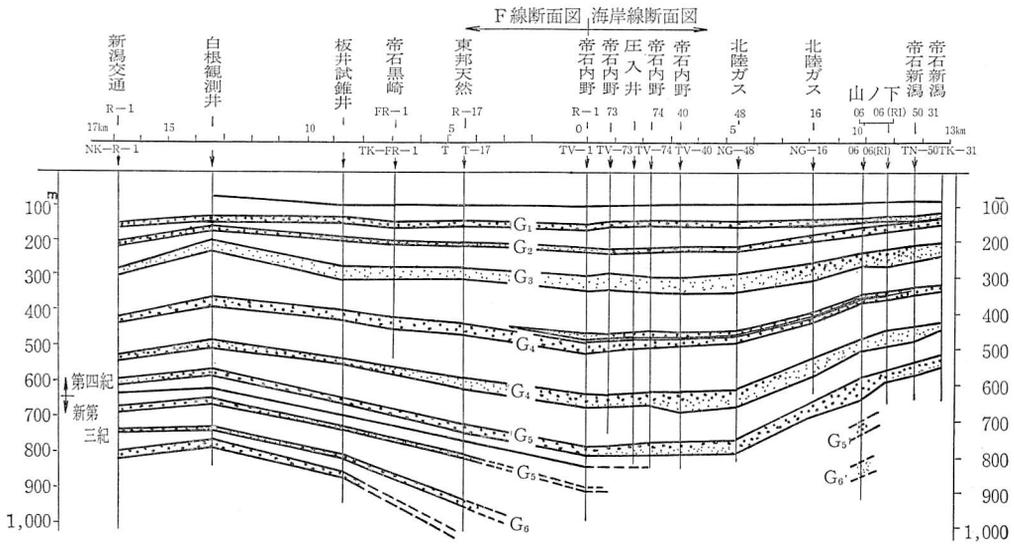


図 2-4-3 新潟平野模式地質断面図



- 顕著な礫及び砂礫層
- 顕著な砂層
- G 礫層 (ガス層) 名

(注) G<sub>1</sub>の上部に引いてある線は沖積層において、地下水における塩分濃度の変移点である。すなわち、線上では塩分濃度が高く下では低い。

図 2-4-4 地質断面図 (F線と海岸線)

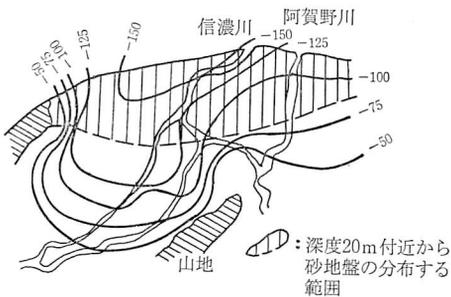


図 2-4-5 新潟平野軟弱地盤地質系統基底図 (和田<sup>(4)</sup>による)

表 2-4-3 新潟平野の後期第四系の層序 (青木・仲川)

完新世	黒鳥層	
後期更新世	白根層	上部
	"	中部
	"	下部
	西蒲原層 埋没段丘	

砂丘は日本海に沿って3群10列が認められる。内陸側のものほど形成期が古く、順次海へ向かって発達していったもので、その時期は縄文時代前期以降と推定<sup>(6)</sup>されている。砂丘の基底面はEL 0~-15mにある。

(2) 地下水

新潟平野の地形は扇状地、海岸砂丘および氾濫原に区分されるが、対象地域が非常に広大であるため、さらに次のように細かい地域区分を行った。

A. 荒川低地

新潟平野の北部に位置し、各河川は山地を出てから河口までの距離が短く、河床勾配が急で扇状地を形成している。扇状地の末端に低湿地を挟んで砂丘が発達する。この地域の水文地質は4本の河川流域単位に細分される。以下、主として新潟県資料<sup>(7)(8)</sup>によって説明する。

**三面川地区：**三面川流域は高根川を合流する付近から氾濫原、自然堤防が発達し、砂礫層の厚さは中流の朝日町で約40m、下流の村上市で30mある。主要帯水層の水理常数は、下位砂礫層で透水係数(k)  $3.5\sim 13.0\times 10^{-5}$  m/s、旧河床堆積物で  $3.0\sim 17.0\times 10^{-5}$  m/sを示している。

地下水の利用は表層の砂礫層の伏流水型のものが多く、1井当たりほぼ  $100\sim 200\text{m}^3/\text{d}$  である。村上市水道水源井では深さ8m、口径1700mmで、 $3,500\text{m}^3/\text{d}$ の能力を有する。また、最近設置された消雪用水井は6井で、ピーク時には日量 $5,500\text{m}^3$ 取水されている。地下水位は夏季の休止期の静水位に対して1.3~4.4mの降下を示している。

北陸農政局<sup>(9)</sup>と新潟県<sup>(10)</sup>の調査によれば、全体では381本の井戸から日量最大 $62,000\text{m}^3$ の地下水が取水されている。新潟県では、今後の開発可能量を約 $30,000\text{m}^3/\text{d}$ と見込んでいる。

**荒川地区：**荒川は荒島から扇状地が広がる。砂礫層の基底深度は約30m、最大52mで、深さ約10mにある粘土層で新旧の扇状地に区分される。地下水は扇状地砂礫層の不圧地下水の利用が中心で、荒川左岸は水質、水量ともに良好である。右岸では、浅層の地下水は鉄分が多く、深層の地下水は化石塩水型となり利用に適さない。

**胎内川地区：**荒川の南隣に位置し、扇状地と海岸砂丘および両者間に分布する後背湿地からな

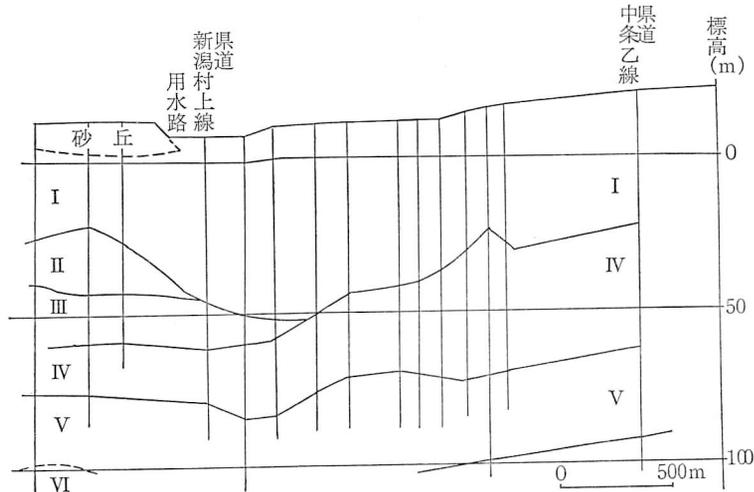


図2-4-6 胎内川左岸地質断面図(新潟県資料)

る。作井資料によると、150m 以浅の地層は堆積サイクルによって I～VI層に区分されている。V, VI層は第三紀の堆積物と考えられる(図2-4-6)。いずれも主に砂礫層からなるが、各層の上部には細粒部分がみられる。とくに、I層は、砂丘背後地域で、深さ 20m 付近まで粘土層がつづく。I層の基底礫はウルム最盛期の海退時の堆積物と考えられている。

地下水は I層およびIV層から取水されており、水量が豊富なことから胎内川の左岸に用水型の工場が立地している。1965年当時、1,077本の井戸からの自噴量は日当り 44,000m<sup>3</sup> に及んだが、実際に利用されたのはその 1/15にも満たない量であったという。

本地区には、6本の地下水位観測井があり、1961年以降継続して観測が行われている。いずれも自噴井で、扇頂部から後背湿地にかけて2～7mの自噴高を示す。季別には8～10月および2～4月の低水期と、5～7月および11～1月の高水期の2つの山が認められる。経年的には

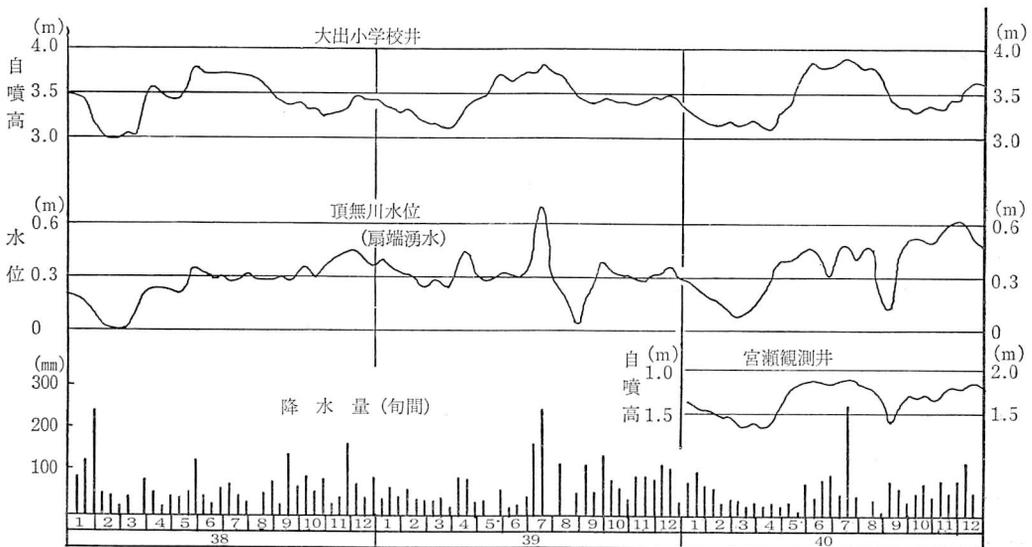


図2-4-7 胎内川流域地下水頭(新潟県資料)

大きい変化はない(図2-4-7)。

1966年頃から砂丘において天然ガスの噴出があり、農作物に被害を及ぼし、地盤陥没も発生した。1973年におけるガスの漏出は 23,000 m<sup>3</sup>/d に達したため、1974～76年の3か年にガス抜井 44孔(深さ 40～120m)を設置して、日量数万 m<sup>3</sup> のガスを抜きとった。この結果、ガス噴出地域の面積は漸次縮小した。新潟県の調査<sup>(11)</sup>によれば、天然ガスは椎谷層、灰爪層中に賦存するものが背斜構造の極隆部に存在する断層破砕帯を通路として上昇したものと考えられている。坑井掘さく中の観察によれば、I～IV層内に強いガス徴が認められており、重炭化水素の濃度からみて深層の高圧の含ガス水が断層を通じて浅い帯水層に浸入しているものと推測された。

**加治川地区:** 加治川流域では、標高60m 付近に扇頂があり、新発田市街地で扇端となり、自然堤防、氾濫原を経て聖籠の砂丘に至る。

沖積層は花崗岩質の砂礫からなり、厚さは上流で約 10m、扇端で約 50m となる。下流では粒径が小さくなり、市街地地下では砂、粘土が互層状をなしている。

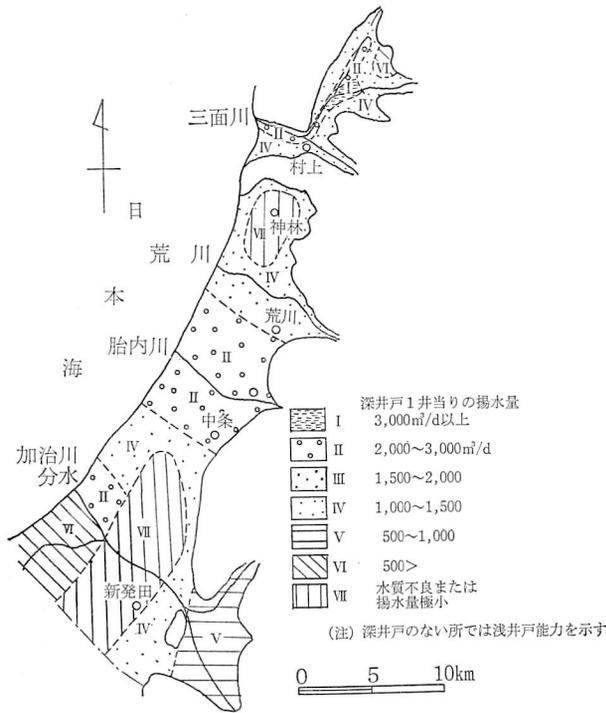


図2-4-8 深井戸揚水量地域区分図(荒川低地区)  
(新潟県商工労働部資料)

羽越線付近から下流部は、水質が不良で鉄イオンが多く、深度100m以深の地下水には天然ガスが含まれる。

荒川低地の深井戸の揚水量区分は図2-4-8のようにまとめられている。

### B. 新潟平野

新潟平野の主部で、東は阿賀野川、中、西部は信濃川によって運ばれた新しい堆積物からなるきわめて低平で広大な平野である。

**阿賀野川地区:** 阿賀野川が山地をはなれてから保田付近までは扇状地形を示し、砂礫または礫混り砂層を主体としている。阿賀野川の旧河道は自然堤防の形態から左右岸に2本追跡できる。水比抵抗の調査から高比抵抗帯として識別され、浅層の

水の流れが旧河道と密接な関連を有しているものと推定されている。

阿賀野川左岸地域には、早出川によって涵養される地下水帯があり、五泉市北部で2系統の地下水帯が接合している(図2-4-9)。

村松の東部不動堂を扇頂とする早出川扇状地は、五泉市街地を扇端とし、厚い良質の帯水層を形成している。被圧水頭面は、早出川左岸に沿い五泉市街地へ突出した形を示し、その西側に自噴帯を形成している。

地下水頭は1964年以降、低下傾向が激しく自噴帯の面積も縮小の一途をたどっている。

一方、阿賀野川右岸の安田町から水原町にかけての旧河道跡には伏流水が豊富に流下しているが、現在利用率は低い。

**三条・加茂地区:** 五十嵐川、加茂川が東山から平野に流入する付近に狭い扇状地がひらけ、地下水が利用されている。この地域で発達のない砂礫層は埋没段丘を構成する。いわゆるG<sub>1</sub>層で、平野東縁で浅く、中央部へ深

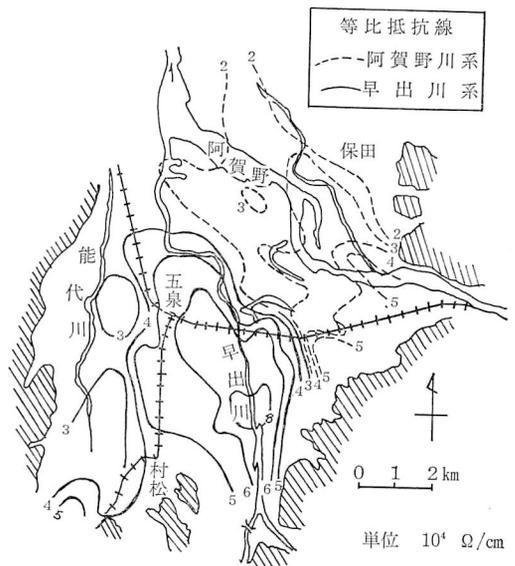


図2-4-9 阿賀野川・早出川流域地下水比抵抗分布図(尾崎ら[1974]による)

度を増す(約30~70m)。水質は、東縁部では良質の地点が認められるが、中央部では化石塩水型となる。

**新潟・白根地区:** 信濃川、中之口川の流域で標高5~1mの三角洲平野である。

第四紀層は図2-4-10に示したように向斜部を埋めて発達し、この地域での厚さは400~800mとされている。この中には、厚さ10~30mの数層の砂礫層があり、水溶性天然ガス鉱床となっている。砂礫層は上位からG<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>……G<sub>n</sub>層と呼ばれ、G<sub>5</sub>層までが第四紀層と考えられている。

1950年代末に、この地域の地盤沈下問題が深刻化し、その主原因として、ガスの採取に伴う地下水の急激かつ大量の揚水を重視する見解が新潟地盤沈下特別委員会から出されるに至り、6次にわたる揚水規制が行われた結果、地下水頭的大幅な復元と沈下速度の著しい鈍化が認められた(図2-4-11~12)。

自然堤防上で浅層の地下水の利用がされているが、水質、水量とも多くは期待できない(図2-4-13)。

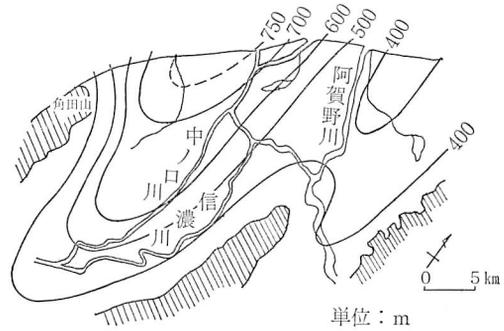


図2-4-10 新潟地域第四系基底面等深線図  
(「新潟平野の地盤沈下」1981より)

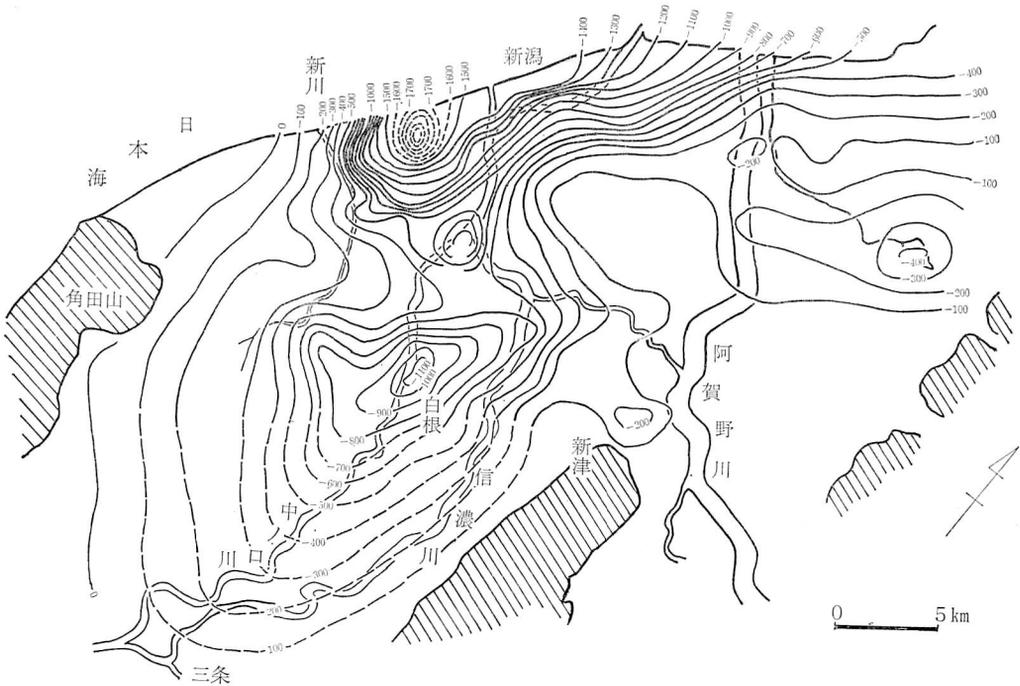


図2-4-11 累計沈下量図(1959.9.1~1980.9.1, 単位:mm)

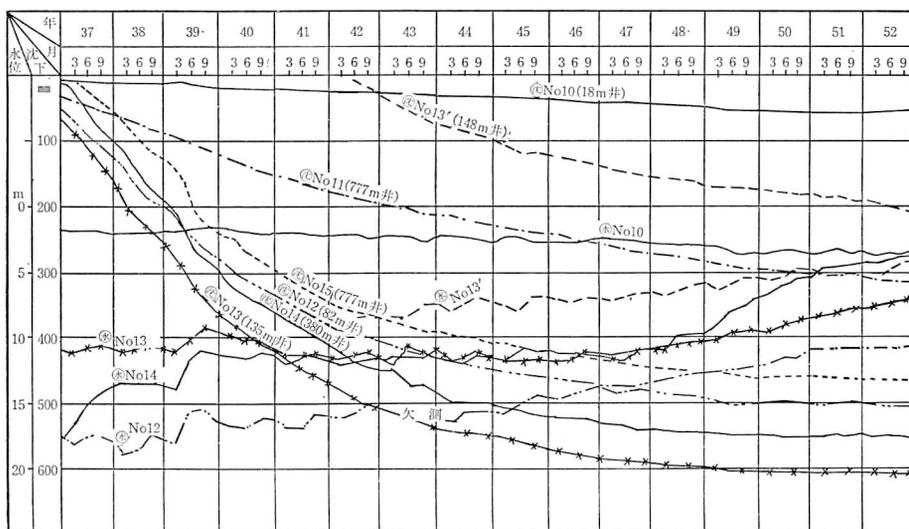


図 2-4-12 地盤収縮量と地下水位(頭)の関係(白根)(北陸農政局資料)

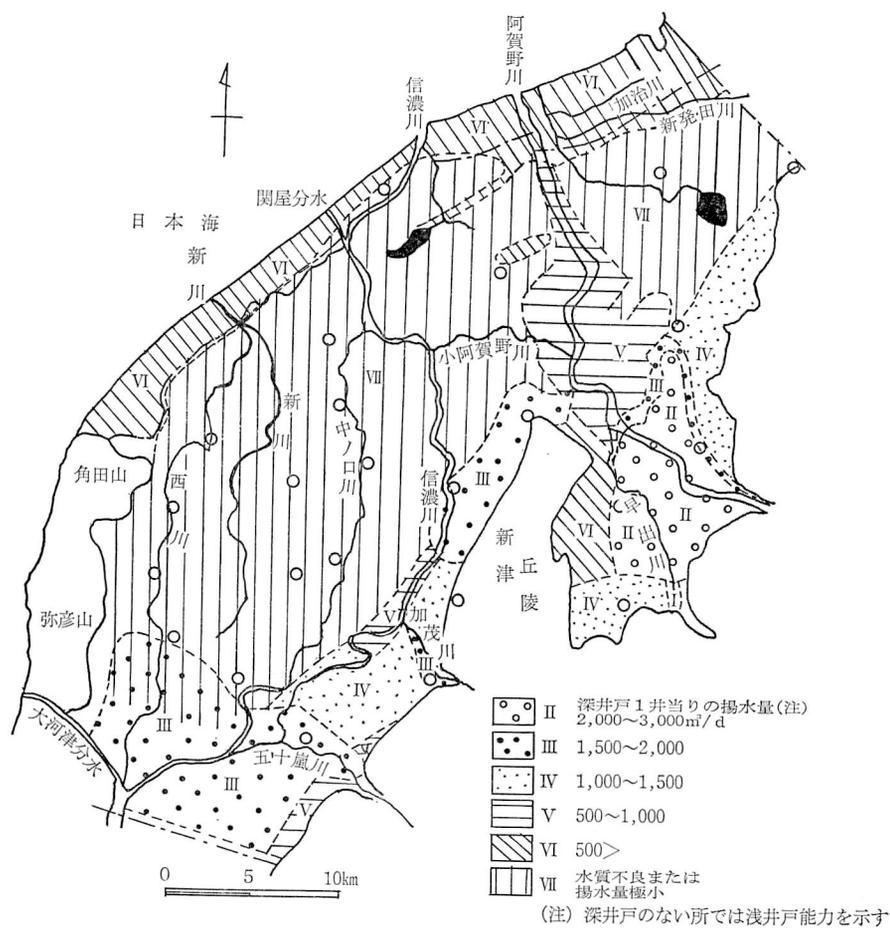


図 2-4-13 深井戸揚水量地域区分図(新潟平野区)(新潟県商工労働部資料)

C. 新潟砂丘

角田山以北の日本海岸に沿って3群10列の砂丘が発達している(図2-4-14)。内陸側の第I群は亀田町と巻町布目付近に孤立して残存している。第II群も新潟市石山付近に細長く残り、阿賀野川以東ではやや幅広く加治川分水付近で第I群と合体する。最も新しく形成された第III砂丘群は規模が大きく、III<sub>-1</sub>、III<sub>-2</sub>の2列からなる。III<sub>-2</sub>は海側に位置し、幅約1kmの最大の砂丘で広大な畑地や新潟市西部市街地をのせている。地下水利用のある第III<sub>-2</sub>砂丘の下位には、黒鳥層の砂層さらに白根層上部の砂洲堆積物が続く。砂丘の基底深度ははっきり示しがたい。

砂丘の標高は20~40m、最高55.1mである。地下水面は砂丘の幅に規制され、地盤標高とはほとんど無関係である。地下水位の変動幅は砂丘中央部で大きく、縁辺部では小幅である。透水

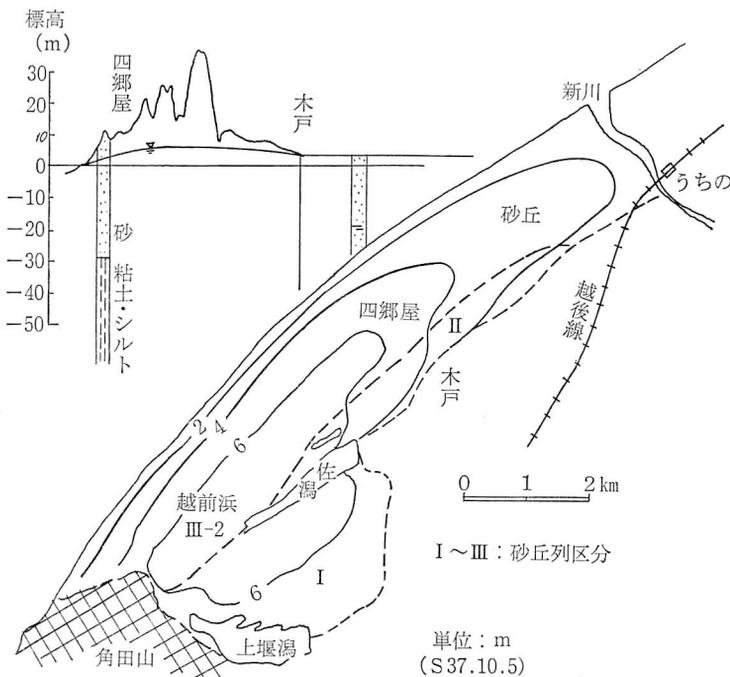


図2-4-14 新潟砂丘南部の地下水面(北陸農政局資料)

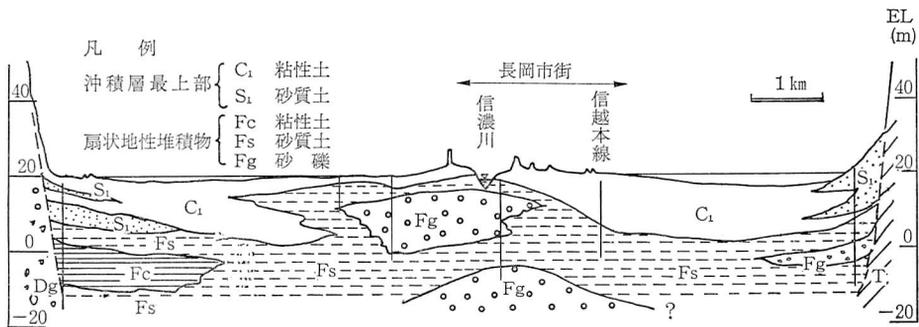


図2-4-15 長岡市街地末端の地質断面図 H:V=50:1 (北陸地建資料)

井戸本数	深度	年間揚水量
6476	54%	<10m, 1,153万m <sup>3</sup> , 21.3%
3965	33%	10~30m, 2,036万m <sup>3</sup> , 37.7%
742	30~50m	551
483	50~100m	1,100
	100~150m	397
	150m<	116
	不明	

図2-4-16 井戸深度別揚水量 (長岡市資料)

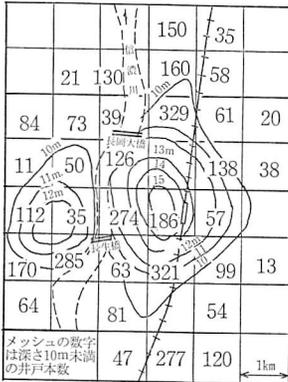


図2-4-18 豪雪時(81.1)の地下水位低下  
GL-mで表示(建設省資料)

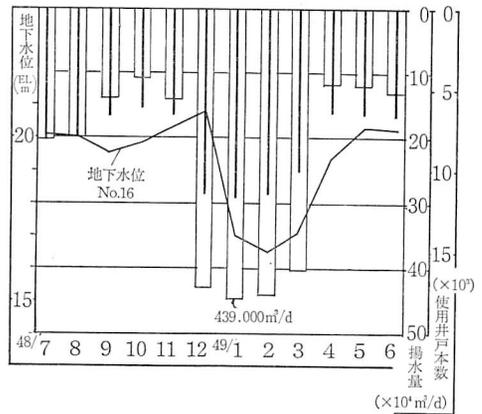


図2-4-17 長岡市の地下水利用と地下水位  
(長岡市資料)

係数は  $k=n \times 10^{-5}$  m/sと小さく、大きい水位降下は砂の吸い出しを招くため1井当りの揚水量は小さい。

#### D. 長岡低地

長岡市街地から信濃川、渋海川沿いの地域であり、信濃川によって形成された新しい扇状地性の堆積物が中央に紡錘形をなし、その両側に細粒物の堆積がみられる<sup>(12)</sup>(図2-4-15)。

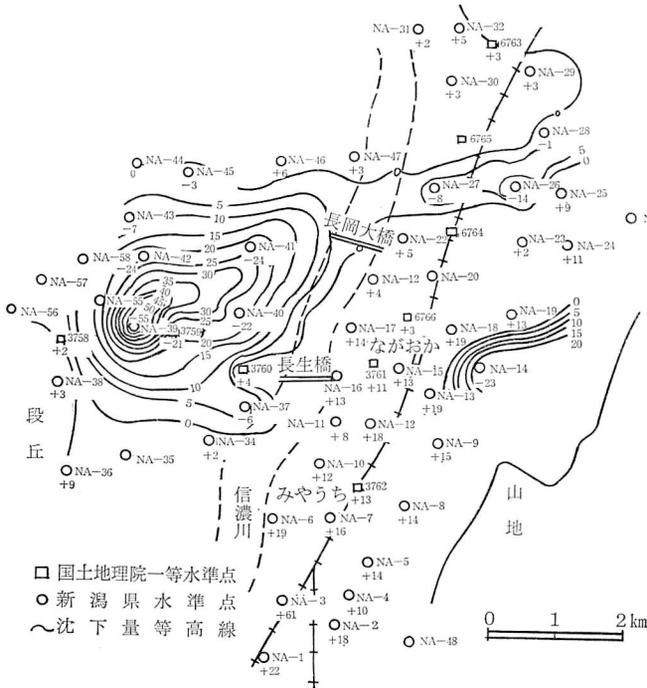


図2-4-19 長岡市地域地盤変動図  
(新潟県生活環境部資料)

長岡市街地から北へ向かって表層に粘性土が堆積しており、砂礫層の分布深度は次第に深くなる。帯水層は、中心部で深度0~20m層、20~50m層、50~100m層に区分される。0~20m層は分布範囲が最も広く、生活用、消雪用として多数の井戸が掘られている(図2-4-16)。近年、消雪用としての冬期取水の急激な増加によって地下水位の低下、地盤沈下の徴候が顕在化している<sup>(3)</sup>(図2-4-17~19)。

図2-4-17に示したように、冬季には夏季の2倍の井戸が運転され、4倍近い地下水が利用され、3~10mの水位低下が発生する。

1981年1月の豪雪時には長岡市の中心部で最大12mの水位低下が生じ(図2-4-18)、信濃川を挟んで2つの目玉が現われた。地下水位の低下に伴う地盤沈下は、この目玉よりややずれて、粘性土の厚い地域に大きい変動量が観測されている(図2-4-19)。

(田中恭一)

### 参 考 文 献

- (1) 北陸農政局(1965): 農地の地盤沈下
- (2) 新潟県商工労働部(1960): 下越地方地下水資源調査報告書ほか
- (3) 長岡市(1974): 長岡市消雪用地下水調査
- (4) 和田温之(1972): 新潟平野の形成過程, 地質学論集, 7, 77~89
- (5) 青木 滋・仲川隆夫(1980): 新潟平野の地盤地質について
- (6) 新潟古砂丘グループ(1974): 新潟砂丘と人類遺跡—新潟砂丘形成史I—, 第四紀研究, 13, 57—65
- (7) 新潟県商工労働部(1981): 新潟県地下水資源の概要
- (8) 新潟県(1977): 新潟県地質図説明書
- (9) 北陸農政局(1978): 農業用地下水利用実態調査報告書
- (10) 新潟県商工労働部(1973): 新潟県地下水利用実態調査結果について
- (11) 新潟県商工労働部(1977): 新潟県中条町地域天然ガス噴出防止対策事業の概要
- (12) 北陸地方建設局(1981): 新潟県平野部の地盤図集

## 2. 高田平野

### (1) 地形・地質

高田平野は新潟県の南西部に位置する。この地域は関川水系の水力発電や平野部の天然ガスなどの資源を背景に重化学工業地帯として発展してきたところで、その水源は工業用水、上水道用水ともに地下水に依存してきた。この地域の地下水開発は、当初、深さ150mまでのG<sub>1</sub>およびG<sub>2</sub>礫層の帯水層を対象として行われてきたが、その後、1955年の工業技術院、新潟県などの調査<sup>(4)</sup>を契機として、深さ150~250mのG<sub>3</sub>、G<sub>4</sub>層を対象とする地下水開発が進められ、1968年には日量70,000m<sup>3</sup>以上の地下水利用が行われるようになった<sup>(2)(3)</sup>。それに伴い地下水位も年々低下し、地盤沈下も確認されるようになり、ついに1972年工業用地下水利用の自主規則、1974年の県公害防止条例による規制地域の指定などが行われるようになった。他方、1974年頃より消雪用地下水の利用が増加し、地下水位の低下が問題となってきている。

高田平野の周囲は、主として新第三紀層、一部第四紀層の魚沼層群よりなる丘陵、山地である。その縁には段丘が形成され、平野の南部には扇状地が発達している。海岸に沿って砂丘が発達し、