

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⁽³⁾(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G₁およびG₂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⁽⁴⁾を契機として、深さ150~250mのG₃、G₄層を対象とする地下水開発が進められ、1968年には日量70,000m³以上の地下水利用が行われるようになった⁽²⁾⁽³⁾。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、

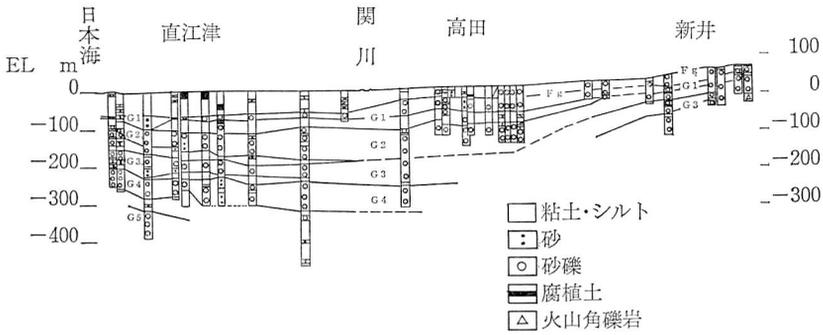


図2-4-21 高田平野地質断面図(新潟県⁽⁶⁾による)

平野地下には、厚さ 300~400m の厚い洪積層があり、その基盤は第三紀層である。洪積層は G₂層から G₅層までの礫層を挟んでいる(図2-4-21)。このうち G₃層から G₅層までが魚沼層に対比されている⁽²⁾。沖積層の基底部礫層である G₁層は、標高-50m 前後に分布する。これを覆って低平地では砂、シルト、粘土からなる軟弱層が堆積し、扇状地では砂礫層が堆積している。海岸部には、砂丘砂が堆積するが、その下位に古砂丘(潟町砂層)が伏在している⁽⁴⁾⁽⁶⁾。火山山麓に近い新潟市では、火砕流堆積物がみられる。

(2) 地下水

上越市、大潟町、柿崎町、頸城村などの地域の帯水層は、前述の G₂~G₅層の砂礫層である。その深さは一般に G₂層 100m, G₃層 150m, G₄層 200m, G₅層 350m である⁽²⁾⁽⁷⁾。そのうち最も多く利用されているのは G₄層であり、ついで G₃層である。G₂~G₅層を含む洪積層は、高田東部から保倉川、飯田川合流点付近で最も厚くなり、盆状の堆積構造をしていると考えられている⁽²⁾⁽⁶⁾。この構造は、第三紀層の構造と調和している。洪積層である G₂~G₄層、沖積層基底礫層である G₁層、古砂丘砂層を帯水層とする井戸の採水能力を表2-4-4に示す。

表2-4-4 帯水層の能力(上越市、大潟町、柿崎町、頸城村)

帯水層	管径 300mm の井戸 1 井当たり揚水量 m ³ /d*	透水係数 cm/s**
砂丘砂層***	600	3.0×10 ⁻³
G ₁	500~ 600	6.1×10 ⁻³
G ₂	1,000~2,000	5.9×10 ⁻²
G ₃	2,000~3,000	3.6×10 ⁻²
G ₄	3,000~4,000	9.0×10 ⁻²

* 上越水資源利用協議会⁽²⁾による。

** 新潟県⁽⁷⁾による。

*** 農林省⁽⁶⁾による。

新潟県⁽³⁾によれば、地下水揚水量の経年

表 2-4-5 帯水層ごとの揚水量(上越市、大潟町、頸城村)(新潟県⁽³⁾による)。(単位: m³/d)

年	揚 水 量					計	備 考
	浅 層	G ₁ , G ₂ 層	G ₃ 層	G ₄ 層	G ₅ 層		
65	4,903	7,320	16,633	41,050	2,336	72,242	工業用地下水自主規制 積雪多い 積雪少ない
72	14,054	7,737	7,737	26,838	897	53,316	
77	1,280	10,107	11,324	25,577	69	48,357	
79	1,121	4,734	8,859	16,066	15	30,795	

表 2-4-6 月 別 揚 水 量 (新潟県⁽³⁾による)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
揚水量 m ³ /d	97,921	93,217	44,721	36,309	36,552	39,706	44,802	44,374	38,103	35,028	33,766	38,084

変化は表 2-4-5 のとおりである。1968 年の上越利水総合開発事業の完成以降の上工水の地下水の減少と、消雪用地下水の増加の様子が明らかである。また、比較的積雪の多かった 1977 年の月別の利用状況は表 2-4-6 のとおりであり、1 月、2 月が非常に多くなっている。

新井市は、矢代川、関川によって形成された扇状地の頂部に位置し、深さ 20m までの比較的浅い帯水層の地下水に恵まれている。また、上越市の G₂~G₄ 層につづくと考えられる礫層⁽⁶⁾から採水する深さ 100~180m の井戸も掘削されている。新井市地下水調査委員会⁽⁵⁾によれば、この地域の地下水の水質は川の水質を反映して表 2-4-7 のように、矢代川、渋江川、関川の各水系に区分される。また、垂直的に深度 30m までは顕著な扇状地礫層の第 I 層、以下 110m までの粘土、砂を介在する小~中礫層からなる第 II 層、それ以深の G₃ 層あるいは G₄ 層までに対比される第 III 層および火山泥流の各層に区分される。

表 2-4-7 新井市の地下水層 (新井市地下水調査委員会⁽⁶⁾による)

地下水層区分	帯水層の厚さ	透水係数 cm/s	現取水量 (1977) ×10 ³ m ³ /d	水 質	分 布	
矢代川水系	不圧地下水層	15	9×10 ⁻²	40	SO ₄ ²⁻ 検出 HCO ₃ ⁻ 少ない	矢代川右岸の一部と西方山地までの間
	被圧地下水層	30	8×10 ⁻³	15		
矢代川派生水系地下水層 (被圧)	40	6×10 ⁻³	5	SO ₄ ²⁻ 検出, HCO ₃ ⁻ 多い	市街中心 (矢代川、渋江川間)	
渋江川流域地下水層 (被圧)	30	3×10 ⁻³	1	SO ₄ ²⁻ なし, HCO ₃ ⁻ 多い	渋江川沿い	
関川水系	不圧地下水層	10	9×10 ⁻²	2~5	HCO ₃ ⁻ , Na ⁺ , K ⁺ 多い	関川左岸の一部と、東方山地までの間
	被圧地下水層	40	1×10 ⁻²	0~5		

新井市地域の地下水利用量は、日量平均 83,000 m³、井戸総数約 3,900 本である。この大半は 20m より浅い井戸で利用量 51,000 m³/d、井戸数 3,800 本である。

(3) 地下水障害

G₄ 層の地下水位は、1957 年頃は地下 2~3m であった。しかし、1976 年には揚水量の増加に伴い急激に低下し、地下 20m 以下に達するまでになった⁽²⁾。1965 年に観測井による地下水位、地盤収縮量の観測が始まり (図 2-4-22)、1968 年からは水準測量が行われてきた。その結果、1970 年には上越市千原で年間 6.4 mm の地盤収縮量が観測された⁽⁷⁾。このため、1972 年上越水資源開発協議会による自主規制が行われ、1974 年には新潟県が公害防止条例を制定し、上越市、新井市など 2 市 4 町 3 村を地下水採取規制地域に指定した。これらの対策と 1968 年の上越利水総合開発事業の完成により、地下水位は 1968 年頃より上昇し始め、地盤沈下速度も鈍化し始めた。現在は地下水の使用形態が従来の工業、上水道用主体の通年使用から消雪時の大量揚水へと変わっており、地下水位も冬期に最も低下し、地盤収縮量もそれに対応して変化するようになった。雪の多い

年の水位低下、地盤収縮量増加のつけが翌年まで繰り越されている。新潟県⁽³⁾によれば、1968年から1979年までの累計地盤収縮量は図2-4-20のとおりで、最大184mmに達している。地盤沈下地域は、建設省⁽⁴⁾の資料によると軟弱層(N値 ≤ 30)の厚さが40m以上の地域と一致している。

新井市は扇状地にあり、軟弱層が分布しないため地盤沈下は生じていない。しかし、冬期の消雪用地下水の利用の増加により、水涸れなど井戸機能障害の生じた浅井戸(深度10m以浅)が多い。新井市では、建設省、県土木事務所とともに地下水調査委員会を設けて、今後の道路消雪用地下水利用のあり方を検討している⁽⁸⁾。

直江津地域の海岸に近いG₃層、G₄層を対象とした井戸には、塩分濃度の高いものがあり、地下水位低下によって海水が浸入している。一方、大潟町や内陸部にも塩分濃度の高い地下水があり、これはG₅層などのガス層、あるいは海成堆積層などの影響によるものとされている⁽³⁾。

新潟県生活環境部では、頸城村三分一で保倉川の表流水をろ化し、G₄層に注入する実験を1973年頃から行っている。この間、平均1,200~1,300m³/dの涵養が行われ、1979年までに総量247万m³となった⁽²⁾。なお実験は、1981年度以降上越水資源開発利用促進協議会の手に移され継続されている。

(川崎 敏)

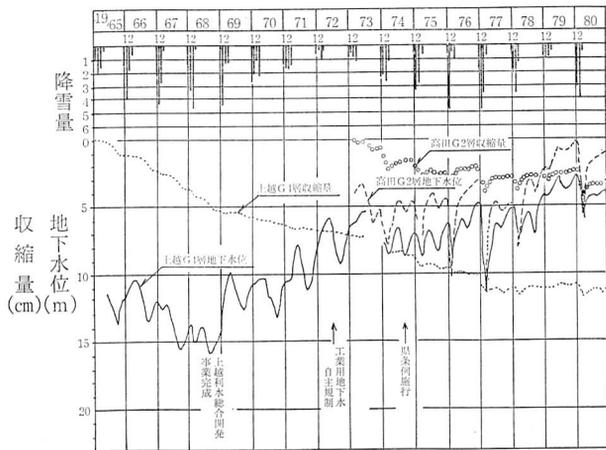


図2-4-22 高田平野地下水位、地盤収縮量の経年変化 (新潟県⁽³⁾による)

参 考 文 献

- (1) 新潟県商工部 (1956): 工業用水源地域調査報告, 新潟県頸城平野
- (2) 上越水資源開発利用協議会 (1966): 上越の水資源
- (3) 新潟県生活環境部公害規制課 (1980): 上越地区の地盤沈下 (9)
- (4) 建設省北陸地方建設局北陸技術事務所 (1981): 新潟県平野部の地盤図
- (5) 新潟県 (1977): 新潟県地質図
- (6) 農林省金沢農地事務局 (1963): 土底浜地区地下水調査報告, 昭和37年度地質・地下水調査報告書. その2
- (7) 新潟県商工労働部工業振興課 (1981): 新潟県地下水資源の概要
- (8) 新井市地下水調査委員会 (1980): 新井市地下水調査報告書

3. 富山平野

(1) 地形・地質

富山平野は、東、南、西の三方を山地および丘陵に囲まれている。平野は呉羽山丘陵によって西側の礪波平野と東側の富山平野(狭義の)および黒部川扇状地(図2-4-23)に三分できる。礪波