

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<sup>(3)</sup>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<sup>(4)</sup>の資料によると軟弱層(N値 $\leq 30$ )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<sup>(8)</sup>。

直江津地域の海岸に近いG<sub>3</sub>層、G<sub>4</sub>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G<sub>5</sub>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<sup>(3)</sup>。

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、G<sub>4</sub>層に注入する実験を1973年頃から行っている。この間、平均1,200~1,300m<sup>3</sup>/dの涵養が行われ、1979年までに総量247万m<sup>3</sup>となった<sup>(2)</sup>。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)

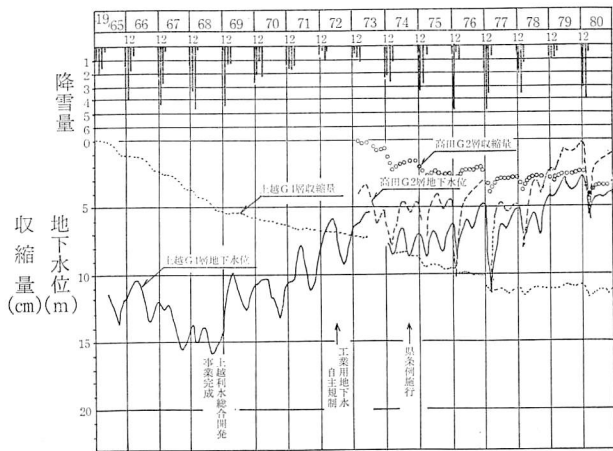


図2-4-22 高田平野地下水位、地盤収縮量の経年変化 (新潟県<sup>(3)</sup>による)

### 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

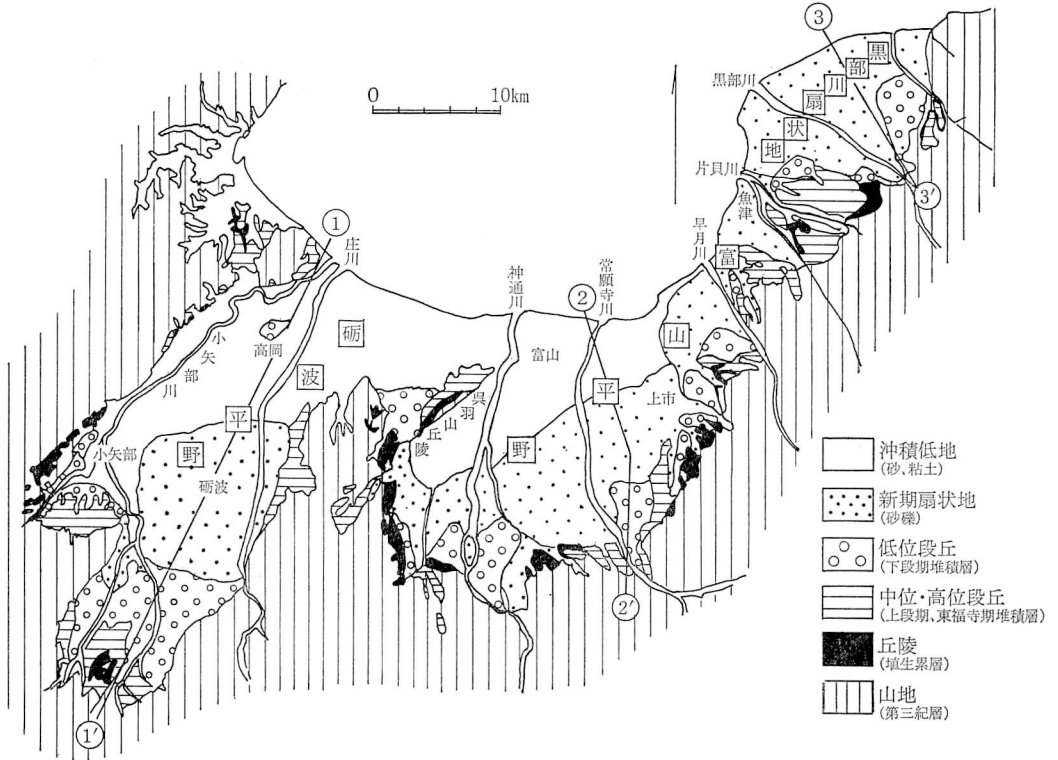


図4-2-23 富山平野概要図(富山県地質図<sup>(1)</sup>, 富山県地盤図より作成)

表2-4-8 第四紀層々序および水文地質総括表  
(北陸第四紀グループ<sup>(3)</sup>に加筆)

時代	地形	地層	備考
完新世	砂丘 低平地 新期扇状地	沖積層 砂丘砂層 潟埋積層 新期扇状地礫層	Agf
更新世	下段期 低位段丘面 (旧期扇状地)	洪積層	Dg1 (第一礫層)
	上段期 中位段丘面		Dg2 (第二礫層)
	中期 東福寺期 高位段丘面		Dg3
	前期 植生期 丘陵		Dg4
第三紀以前			

平野は、さらに庄川の扇状地とそれにつづく低平な海岸平野の射水平野に区分される。狭義の富山平野には、常願寺川、上市川、早月川など東南部の急峻な山地から流出する河川が扇状地を発達させている。礪波平野の北側には、第三紀層からなる丘陵を境にして、小規模な氷見平野がある。

平野背後の山地、高原には飛驒変成岩類、蓮華変成岩類、花崗岩類、中生層の来馬層群や手取層群および流紋岩類が分布し、平野に面する低い山地、丘陵には平野をとりまくように、富山湾に向かって傾斜した新第三紀層の堆積岩類が分布している<sup>(1)</sup>。

第四紀層は丘陵を形成し、第三紀層の地質構造と調和している埴生累層、呉羽山礫層などの下部洪積層と、これらを切って、段丘堆積物として新期扇状地の周りに分布する中部～上部洪積層および新期扇状地礫層、潟埋積層などの沖積層に区分される。段丘堆積物は、東福寺期、上段期、下段期の堆積物に分けられ、それぞれ高位段丘、中位段丘、低位段丘に相對している(表2-4-8)。富山平野を二分する丘陵に呉羽山丘陵があり、ここは第三紀層の背斜軸に当り、鮮新世の氷見累層が露出している。

糸野、三浦、藤井<sup>(4)</sup>によれば、富山平野の更新世中期以降の堆積盆地の枠組や堆積物の厚さを決定したのは、石動変動と呼ばれる構造運動であるとしている。平野の西縁には石動断層があって、更新世前期の埴生累層や上部鮮新世の氷見累層を平野に急斜させ、東縁には黒菱山断層があって、更新世前期の呉羽山礫層を切り、さらに呉羽山丘陵には呉羽山断層があって、これらは、いずれもこの石動変動期に形成されたのち、高位段丘や中位段丘堆積層に覆われている。また、第四紀層の基底については、呉羽山丘陵を境として東側で深く、黒部川扇状地や富山付近では、弾性波探査の結果から、地表下500～600mに達するとしている。西側の射水平野では、天然ガス試錐によると深さ250～350m、高岡市付近では、温泉ポーリングによると深さ200mで第三紀層に達したとしている。

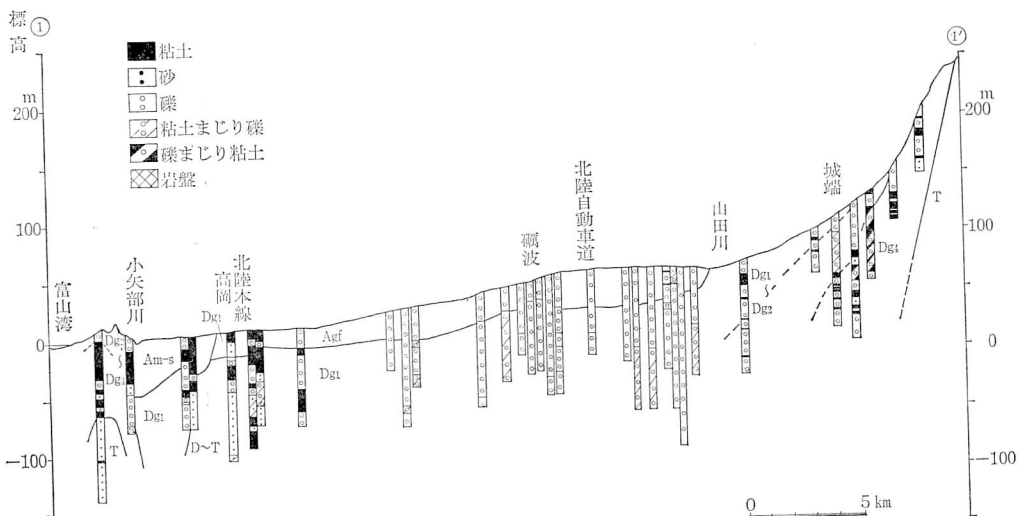


図2-4-24 礪波平野地質断面図

富山平野および周辺部の丘陵、段丘に分布する第四紀層は表2-4-8のとおりである。石動変動期以降に富山堆積盆に埋積した莫大な砂礫層を主とした地層は、更新世中期の東福寺期以降の堆積物であると推定されるが、平野地下におけるこれらの細分と段丘形成層との対比はむずかしい。以下、各地域ごとに、地下地質に主眼をおいて述べる。

**A. 礪波平野**

庄川扇状地には、厚さ100m以上の厚い砂礫層が分布する(図2-4-24)。ここでは、沖積層の扇状地礫層と、その下に伏没している低位段丘礫層(旧期扇状地礫層)を区分することはむずかしい。庄川扇状地上部の低位段丘面下では、砂や泥層がひんぱんに挟まれるようになり、上段期以降の地層と推定される。

高岡付近では、砂、泥層が多くなり、小矢部川沿いの地域でも同様である。小矢部川以北の地域で、井戸柱状図にみられる厚い砂、泥層は埴生累層と考えられる。射水平野では、潟埋積層(沖積層)下の深度約50mに低位段丘礫層につづくと考えられるいわゆる第1礫層が分布し、それ以深にも厚い砂、泥互層が堆積している。

**B. 富山平野(狭義)**

神通川、常願寺川に形成された新时期扇状地では、厚い砂礫層が堆積し、2-2'断面(図2-4-25)では約100mの厚さがある。下段段丘の旧期扇状地礫層は、新时期扇状地の下へ伏没し、海岸部の低平地地下では海水準下50~60mに浅に分布する第1礫層に連続している。この低平地には、第1礫層の下に、砂、粘土を介して、さらに第2礫層ともいべき礫層が分布するが、これらは

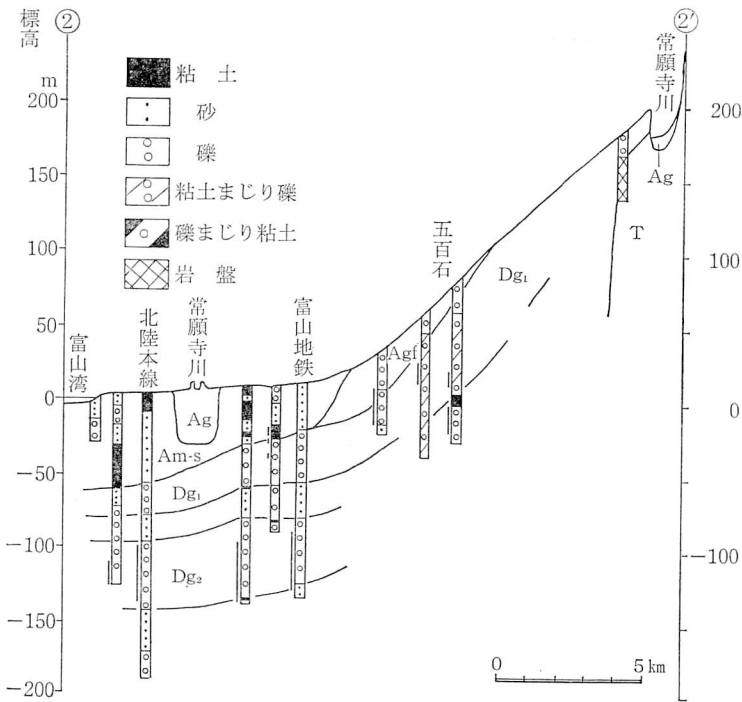


図2-4-25 富山平野(狭義)地質断面図

地上では分布の少ない上段期以前の地層に当ると考えられる。

早月川、片貝川扇状地でも厚さ 50m~70m の砂礫層（新、旧扇状地礫層）がつづく。一方、段丘を解析した谷底平野地下には、砂、泥互層、粘土まじり礫層など上段期以前の地層が分布する。

**C. 黒部川扇状地**

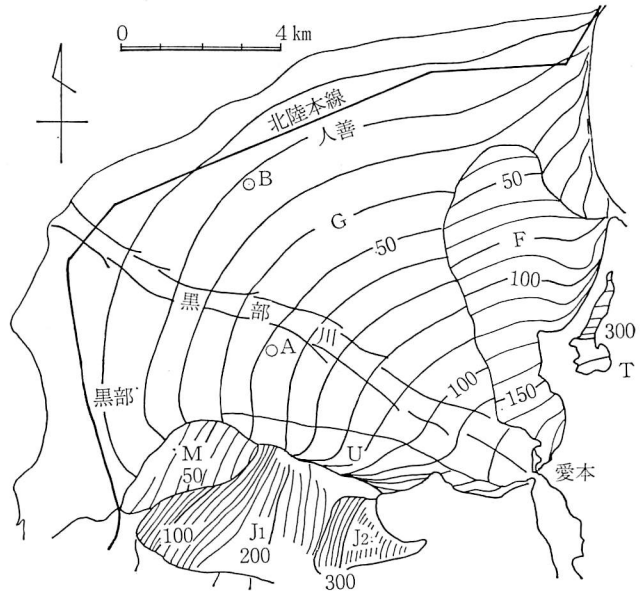
山本、樫根<sup>(5)</sup>がまとめたこの地域の地形概念図を図2-4-26に示す。ここには新旧の扇状地があり、それぞれ現扇状地面（図2-4-26のG）、舟見野面（F）、浦山面（U）、前沢面（M）、十二貫野面（J<sub>1</sub>、J<sub>2</sub>）、棚山面（T）に区分されている。F、U、Mは低位段丘に、J<sub>1</sub>、J<sub>2</sub>は中位段丘に対比されている。段丘面の傾斜は時代の古いものほど急であり、それぞれより新しい段丘の下に伏在している。

J<sub>1</sub>、J<sub>2</sub>面は、呉羽山礫層とそれを覆う東福寺累層、上段礫層のくさり礫からなる。F面は厚さ 25 m ほど<sup>(2)</sup>の舟見野礫層（下段期）からなり、その下位には、上段期以前の地層あるいは直接第三紀層が伏在している。新时期扇状地の下には、広く下段期の旧期扇状地礫層が伏在している。新时期扇状地礫層の厚さは 5~50 m、平均して 20~30 m である<sup>(6)</sup>（図2-4-27）。

**(2) 地下水**

**A. 礪波平野**

この地域の地下水利用の状況



200：埋谷面の標高(m)、○観測孔(A五郎八エ、B青木)

図2-4-26 黒部川扇状地地形概念図  
(山本、樫根<sup>(5)</sup>より)

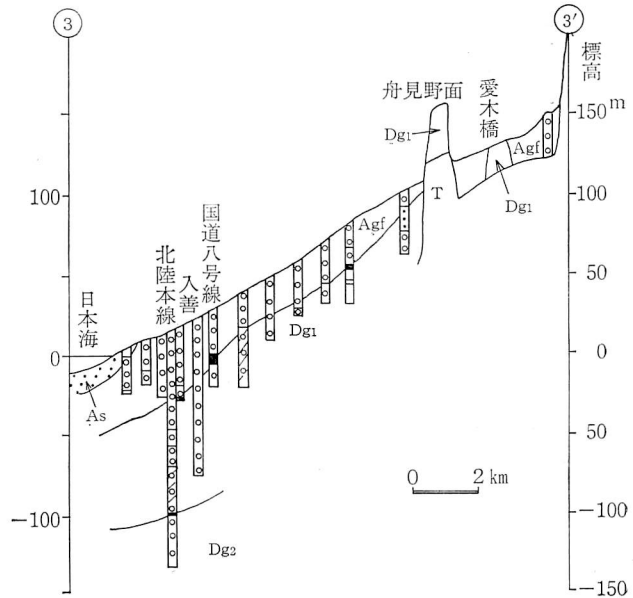


図2-4-27 黒部川扇状地地質断面図

表2-4-9 地下水採取量(1978年)

(単位: m<sup>3</sup>/d)

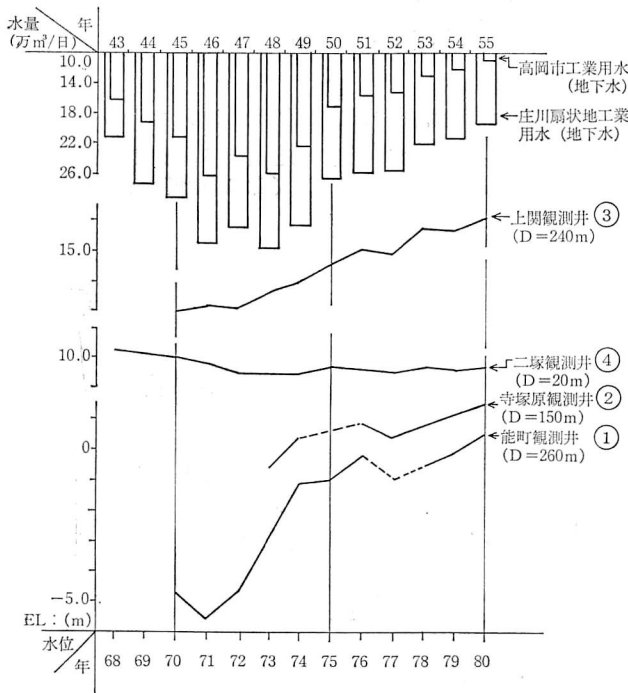
	用途別							計
	水道	工業	農業	水産	建築物	消雪	その他	
礪波平野	29,736	169,937	2,042	—	32,792	35,280	—	269,787
富山平野 (狭義)	49,828	292,329	14,186	—	64,113	34,410	—	454,866
黒部扇状地	12,898	134,379	4,878	3,674	10,840	7,880	—	174,549
計	92,462	596,645	21,106	3,674	107,745	77,570	—	899,202

礪波平野(高岡市, 新湊市, 礪波市, 小矢部市, 小杉町, 大門町, 下村, 大島町, 城端町, 庄川町, 井波町, 井口町, 福野町, 福光町, 福岡町)

富山平野(富山市, 魚津市, 滑川市, 大沢野町, 大山町, 舟橋村, 上市町, 立山町, 八尾町, 婦中町, 山田村)

黒部川扇状地(黒部市, 入善町, 朝日町)

富山県(1981)<sup>(6)</sup>より



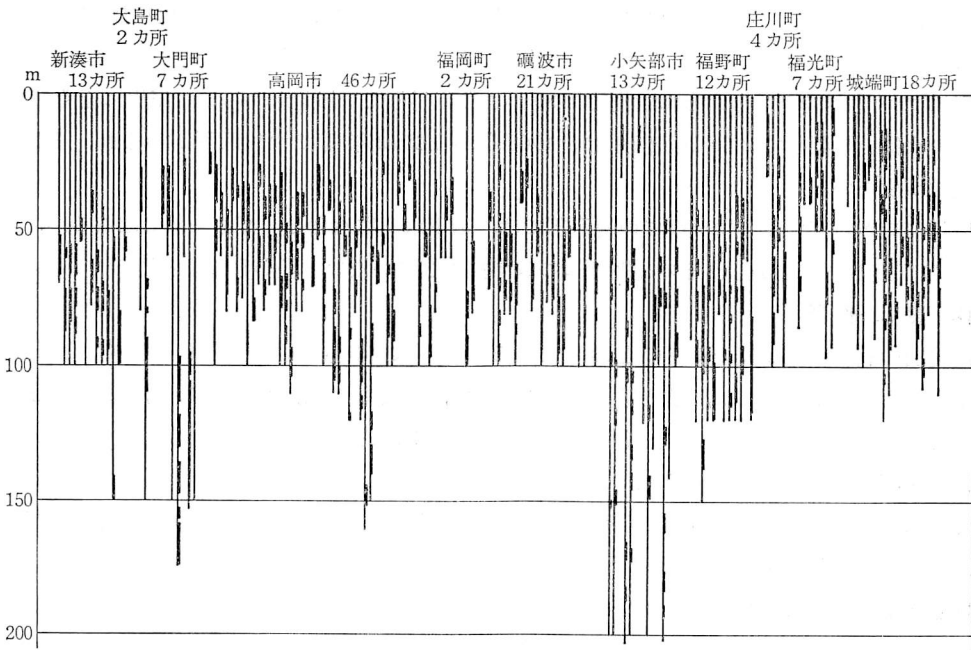
(注): Dは井戸の深さ

図2-4-28 礪波平野工業用地下水使用量の推移と地下水水位変化(富山県<sup>(7)</sup>より)

は表2-4-9のとおりである。その推移を使用量の約60%を占める工業用についてみると図2-4-28のとおりである<sup>(7)</sup>。すなわち、水需用全体のピークは1977~1979年にあるが(35万m<sup>3</sup>/d)、地下水の利用は1973年の規制以降減少している(1978年, 19万m<sup>3</sup>/d)。このほか、水道用が1977年が多く58,000m<sup>3</sup>/dであるが、1979, 1980年は33,000m<sup>3</sup>/d程度に減少している<sup>(7)</sup>。消雪用の井戸は年々増加していて、揚水量も年間100万m<sup>3</sup>~300万m<sup>3</sup>に達している。その他建築物用として3万m<sup>3</sup>/dの揚水がある。

富山県<sup>(7)</sup>では井戸の深さとストレーナーの位置を図2-4-29のように整理している。庄川扇状地中央部の礪波市や高岡市の南部など

では、深度100mまでの帯水層から採水している。小矢部市では深さ200m程度の深井戸が多く、植生累層と考えられる砂泥互層から採水している。中位段丘や丘陵に近い城端町では泥質な堆積物が多く、多層にストレーナーを設けた井戸が多い。大島町や高岡市の北部では150m程度の井戸で砂層から採水している。



富山県さく井業協同組合さく井技術研究会発行の富山県地下水水位および構造図集による。

図2-4-29 井戸の深度とストレーナーの位置 (1974~1980年施行の井戸) (富山県<sup>(7)</sup>より)

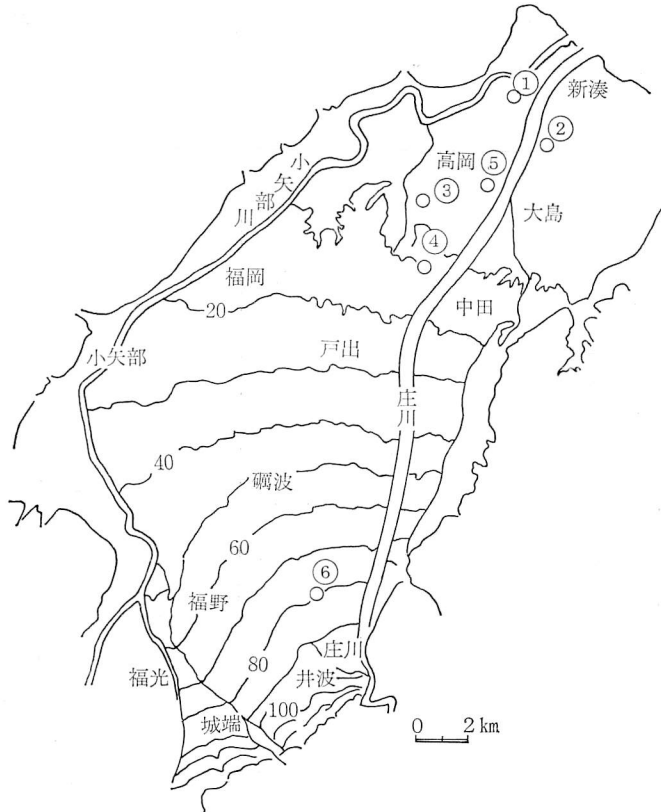


図2-4-30 砺波平野の地下水観測井  
(富山県<sup>(7)</sup>より)

庄川扇状地の地下水観測井は図2-4-30のように配置され、1973年の地下水規制後に設置されたものが多い。寺塚原(図2-4-28の②)、能町(図2-4-28の①)など低平地の深い帯水層では、1971年の水位が最も低く、それ以後は1980年まで上昇している(図2-4-28)。庄川に近く浅い帯水層の水位を観測している二塚(④)は、1968年から1972年まで水位低下がみられ、それ以降は変化が少ない。

庄川河口から富山新港にかけての臨海部では、地下水が塩水化し、ごく一部ではあるが、1万ppmにも達した。しかし、その範囲はここ数年拡大していないといわれている<sup>(8)</sup>。

**B. 富山平野**

用途別の利用状況は表2-4-9のとおりである。地下水採取量は礪波平野より多く、日量約45万m<sup>3</sup>である。用途別には、礪波平野と同じ傾向で、工業用64%、水道用10%、建築物用14%となっている。井戸の分布は富山市街地に密集するほか、片貝川扇状地の扇端部の魚津市にも多く、上市町では農業用井戸が多い。

地下水位の低下は富山市街地でも礪波平野の高岡市街地付近と同じような傾向で進行していたが、観測井が設置された1975年以降、低下傾向はみられない。

地盤沈下は、富山市北部の沖積層の軟弱地盤地帯で1973~75年に0.5~1.0mmの沈下が測定され、地下水の塩水化も神通川河口部で局部的にみられた程度である。

富山市付近では、主として第1礫層、一部第2礫層から取水していて、比湧出量は一般に200~400m<sup>3</sup>/d/mである。扇状地では、新期扇状地礫層(Agf)および旧期扇状地礫層(Dg1)から採水し、比湧出量は100~200m<sup>3</sup>/d/mである。上市付近では、第1礫層およびそれ以下の粘土層を

表2-4-10 黒部川扇状地における水収支一覧表  
(渡部、竹田、吉野より)  
(単位 ①はmm, ②はm, 他は ×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>)

項目	かんがい期	非かんがい期	年間
① 降水量	904mm	1,928mm	2,832mm
② 有効降水量	31.4	173.6	255.0
③ 蒸発散量	62.3	25.2	87.5
④ 地表・流入量	835.8	1005.6	1841.4
⑤ 地表水流出量	1193.2	929.2	2123.0
⑥ かんがい取水量	907.2	0	907.2
⑦ かんがい排水量	—	0	0
⑧=④-⑤	358.0	76.4	281.6
⑨=⑥-⑦	607.2	0	907.2
⑩ 地下水付加量	668.3	224.8	793.1
⑪ 貯留変化量	174.9	175.6	0.7
⑫ 地下水位変化量	5.18m	5.20m	—
⑬ 地下水流出量	393.4	400.4	793.8

(注) 水収支式

$$\frac{②-③+(④-⑤)+(⑥-⑦)-⑬}{⑩}=⑪$$

⑪=⑫×μ×A      μ: 有効間隙率=0.3

A: 水収支区域=112.58 km<sup>2</sup>

挟む礫層(Dg2)から採水し、比湧出量は80m<sup>3</sup>/d/mである。片貝川扇状地の魚津市付近では、新、旧扇状地礫層から採水し、比湧出量は100~200m<sup>3</sup>/d/mである。

**C. 黒部川扇状地**

地下水採取量は日量約17万m<sup>3</sup>であり、用途は工業用が77%を占める(表2-4-9)。黒部、入善、泊といった市街地付近に井戸が多く、日量1~2万m<sup>3</sup>の大量揚水を行っている工場がある。

井戸は新期扇状地礫層と旧期扇状地礫層(Dg1)の両方にストレーナーを切ったものが多い。比湧出量は、新期扇状地で300~500m<sup>3</sup>/d/mであり、低位段丘では100~300m<sup>3</sup>/d/mである。



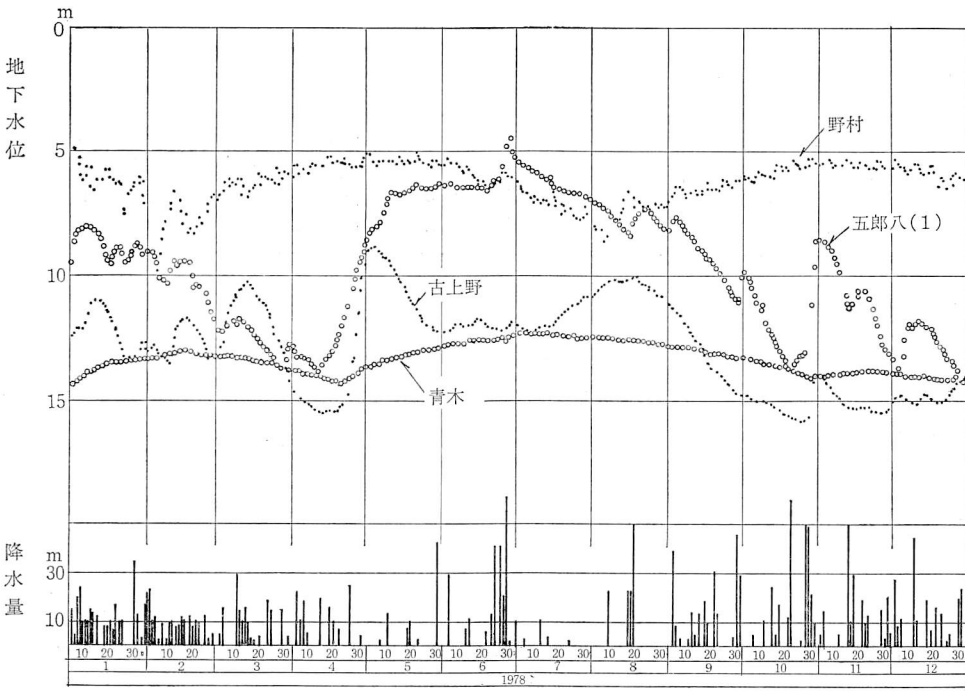


図2-4-31 地下水位変化図(1978年1~12月)

山本、樫根<sup>(5)</sup>は、水田からの浸透水が地下水涵養に果たす役割は非常に大きく、黒部川からの直接の涵養は、河道に流水がある場合以外は少ないとしている。渡部、竹田、吉野<sup>(9)</sup>は、1970~1974年にかけて、新时期扇状地 112km<sup>2</sup> における水収支の検討を行っている。その結果は表 2-4-10 の水収支のとおりで、年間 7.93 億 m<sup>3</sup> が地下水に付加されるが、その 72%、5.68 億 m<sup>3</sup> がかんがい期に付加されることになる(ちなみに、愛本地点の黒部川の年間流量は 27 億 m<sup>3</sup> で、このうち 16.6 億 m<sup>3</sup> 億がかんがい、発電用として取水されている。かんがい用は、このうちの 9.07 億 m<sup>3</sup> である)。

富山平野には、建設省、富山県の地下水位観測井が 39 カ所ある。図 2-4-31 に、そのうちの 4 井の 1978 年 1~12 月の水位変化を示す。観測井の諸元は表 2-4-11 のとおりである。

五郎八(1)観測井は、黒部川扇状地の新时期扇状地扇央部にある。基本的には、かんがい期に水位が上昇し、非かんがい期に低下する変化パターンを示す。最高水位は 6~8 月に、最低水位は 11 月~翌年 2 月に出現し、変化の幅は 8~10m である。

古上野観測井は庄川扇状地の新时期扇状地扇頂にある。五郎八(1)と同じ変化パターンであるが、水田へのかんがい(4月下旬)とほぼ同時に水位が上昇し、かんがいの影響が直接的である。

野村観測井は高岡市街地に近く週単位の小さきみな変化をみせる。同時に、積雪期や夏季に水位が低下し、工場、消雪、冷房などの地下水利用の影響が顕著にみられるタイプである。

青木観測井は黒部川扇状地の扇端に近く、深い帯水層にストレーナーが設けられている。そのため、市街地の中にあるにもかかわらず、Agf~Dg1 など、消雪、冷房用水を採水する帯水層の水位低下の影響をうけていないと考えられる。高水位期、低水位期はほぼ五郎八(1)と同じ時期であるが、水位変化の幅が小さい。

表2-4-11 代表的観測井の諸元

観測所名	所在地	口径 mm	深度 m	ストレーナー m	帯水層	位置
五郎八1	黒部市	100	50	38~50	Agf	図2-4-26のA
青木	入善町	250	150	117~145	(Dg1)~Dg2	図2-4-26のB
野村	高岡市	100	80	25~45	Dg1	図2-4-30の2
古上野	庄川町	100	50	20~50	Agf~Dg1	図2-4-30の6

### (3) 地下水障害

富山平野は、背後の山地の急激な隆起と、その結果の侵食作用によって供給された粗粒な堆積物の埋積によって形成されたため、厚くて透水性の大きい良好な帯水層が存在している。しかも、山地に流域をもつ水量豊かな河川と扇状地に展開する水田からの涵養を受け、豊富で良質な地下水に恵まれた地域である。

これら豊富な地下水は、工業用、上水道用、ビル用、さらに近年は消雪用の水源として開発が進められ、とくに高岡市、富山市といった扇状地末端に近い都市部で著しかった。その結果、かつて扇状地付近で自噴していた地下水頭は低下し、沿岸部では地下水の塩水化を招くに至った。富山県は、1976年3月に「富山県地下水の採取に関する条例」を制定し、1977年3月から高岡規制地域および富山規制地域において地下水の採取規制を行うとともに、地表水への水源転換、回収水の再利用など水利用の合理化を推し進めてきた。このため、ピークの1973年頃には県下で、年間4.4億 $m^3$ (国土庁<sup>(10)</sup>)の地下水利用があったが、規制後の1978年には3.65億 $m^3$ に減少している。このうち、工業用は1978年には2.6億 $m^3$ とピークの1969年の70%に減じ、水利用全体に対する地下水利用率も39%から22%に下がっている<sup>(8)</sup>。上水道用は年間3,600万 $m^3$ 前後と横ばいであり、利用率も33%程度(1969年は46%)に減じた。農業用水は、年間430万 $m^3$ 程度(北陸農政局<sup>(11)</sup>)である。このほか、ビル用、消雪用などが年間5,000万 $m^3$ 程度<sup>(10)</sup>あるが、とくに消雪用は積雪量が平年並みといえる1980年で300万 $m^3$ であり、年々増加しつつある<sup>(7)</sup>。

(川崎 敏)

### 参 考 文 献

- (1) 富山県(1970): 富山県地質図, 同説明書
- (2) 建設省北陸地方建設局北陸技術事務所(1979): 富山平野の地盤図集
- (3) 北陸第四紀研究グループ(1969): 北陸の第四系, 地団研専報, 第15号, 日本の第四系
- (4) 糸野義夫・三浦 静・藤井昭二(1972): 北陸地方の海岸平野の形成過程, 地質学論集第7号
- (5) 榎根 勇・山本荘毅(1971): 扇状地の水循環, 古今書院
- (6) 富山県(1981): 地下水利用基礎調査報告書(富山県における地下水問題の状況)
- (7) 富山県(1982): 地下水利用等基礎調査報告書(解析編)
- (8) 富山県生活環境部(1979): 地下水の現況
- (9) 渡部義信・竹田秋雄・吉野文雄(1977): 扇状地の水収支の調査法(表流水と地下水の相互関係)
- (10) 国土庁(1980): 水需給動態調査
- (11) 北陸農政局計画部(1978): 農業用地下水利用実態調査報告書(資料編)