

図 2-4-36 邑知平野地下水水位変化図
A (3.8~6.8) B (13.5~19.0) C (39.9~42.2) D (78.0~80.0) E (144.0~155.0)

(3) 地盤沈下

邑知平野の北東の端、七尾市の市街地は、1960年代より排水の不良、建築物の亀裂や傾斜、ビルの抜け上り、道路の不等沈下などの現象が目立つようになり、さらに1966年9月には戸数650戸余が床上、床下の浸水を受けるに及んで、地盤沈下の実態が顕在化した。1972年から1979年までの水準点の測量結果によると、累計沈下量5cm以上の範囲は御祓川以東の市街地を中心におおよそ0.5km²に広がり、とくに七尾市府中町では7年間に、13.5cm沈下している。1976年、地盤沈下地域に指定され、地下水採取の規制が行われた結果、現在は小康状態となっている。

一方、平野内陸部から南西側の海岸までに散在する農業用の井戸の中には、井戸側管が抜け上るとい現象がみられ、最大29cmを記録している。

(永田 聡)

参考文献

- (1) 北陸農政局 (1980): 地盤沈下調査、邑知平野地区調査報告

5. 金沢平野

金沢平野は、地形的に内陸側から、第三紀層の山地、段丘、扇状地、潟湖の点在する沖積低地、海岸砂丘という北東から南西に延びる帯状の配列を示し、その中央部に割って入るように手取川扇状地が広がっている。

金沢平野の地質層序は表2-4-14のようにまとめられている。また、平野の地質区分および地下地質断面は図2-4-37、図2-4-38および図2-4-39の

表 2-4-14 金沢平野第四紀層序表 (北陸第四紀研究グループ⁽¹⁾ および北陸農政局⁽²⁾ による)

地域 時代	江小 沼松 砂丘 { p外 中 内 t 列 列 列 砂丘 }	金沢 砂丘 { p外 中 内 t 新砂丘 旧砂丘 }	気候 寒 暖	海水準変動 低下 上昇	水理地質区分	
					地形区分	水理地質断面区分 (記号)
沖積層	Aa	潟理積層			砂丘	砂丘砂 (Ad)
					潟理積層	{ 上部層 (粘土AC ₁) 下部層 (砂 (As)・粘土 (AC ₂))
					扇状地	扇状地砂礫層 (AG (f))・砂礫層 (AG)
洪積後期	c b a	低位段丘 (分枝面) ・片山津層			上部洪積層 (低位段丘)	{ 砂礫層 (DC ₁) 扇状地性礫層 (DG (f))
					中部洪積層 (中位段丘)	粘土層 (DC ₁) 砂礫層 (DC ₂)
					下部洪積層 (高位段丘)	粘土層 (DC ₂) 砂礫、粘土互層 (D~T)
洪積前期	① 卯辰山層	① 卯辰山層			下部洪積層 堆積層	
基盤	鮮新統 中新統 (流紋岩質 火砕岩等	鮮新統 中新統 (大森砂岩層	現気候	現海水準	丘陵	鮮新統 (Tu) 中新統 (Tm) 火山岩類・火砕岩類 (Tv)
					山地	

● 海棲貝包含層
△ 冷温帯系植物包含層
① 半淡・半かん層を夾在

● 泥炭層
● 埋没林 (含埋積林)

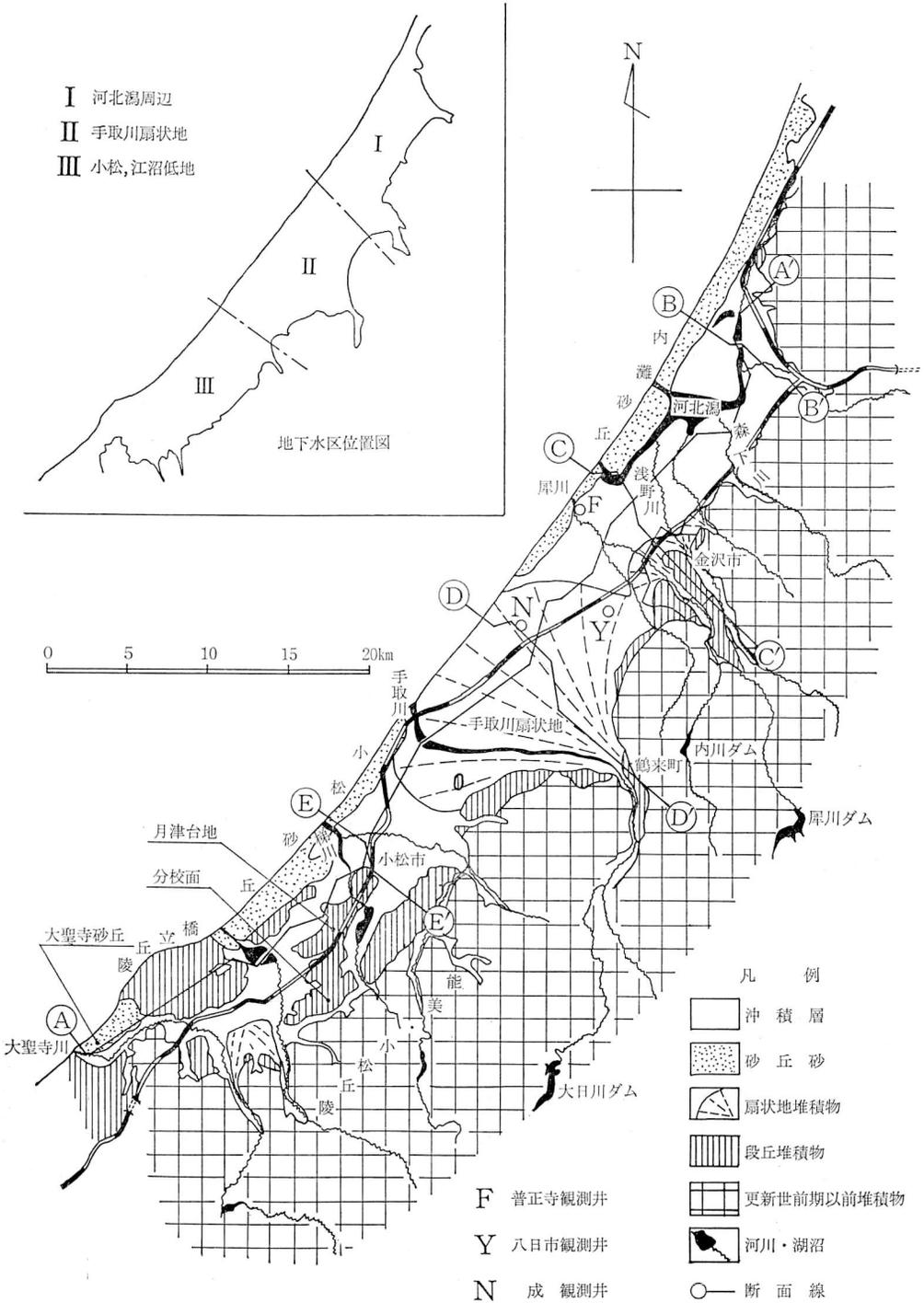


図2-4-37 金沢平野地質概要図(北陸農政局⁽²⁾による)

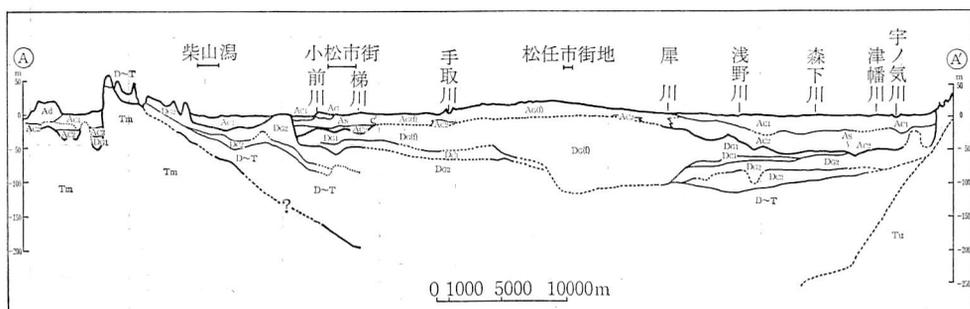


図2-4-38 金沢平野縦断面図 (北陸農政局⁽²⁾による)

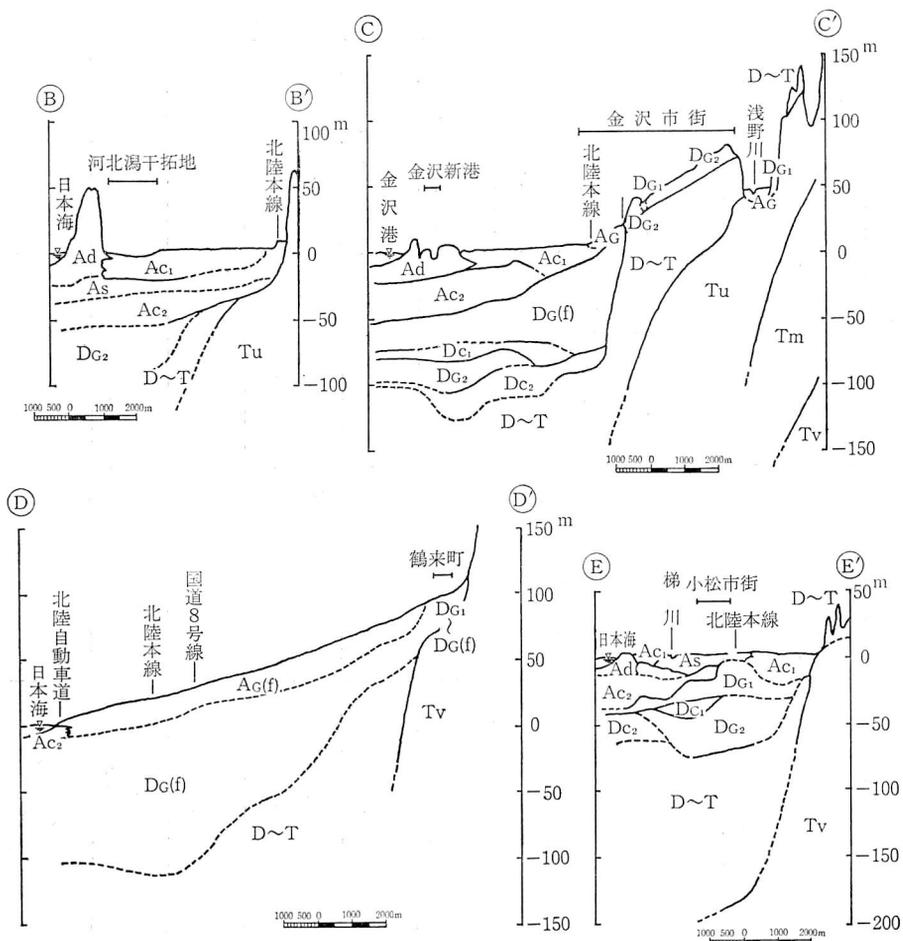


図2-4-39 金沢平野横断面図 (北陸農政局⁽²⁾による)

表 2-4-15 水文地質と地下水賦存形態(北陸農政局⁽²⁾による)

地下水区		河北潟周辺		手取川扇状地		小松江沼低地		
時代	区	地質	水理定数等	地質	水理定数等	地質	水理定数等	
沖積層	Ad	(内灘)砂丘砂 (30~50+)	N=0~3 砂 N=5~30 粘土 N=≦5 砂質粘土 N=10~15	(小松)砂丘砂	新砂丘 N=5~15 旧砂丘 N=15~30+	(小松・大聖寺)砂丘砂 (20~30)	○	
		粘土 ^x (20~25)		粘土 ^x (0~10)		粘土 (10~20)		
		粘土・砂 [◎] (15~30)		砂 [◎] (0~20)		砂 (0~7)		
		粘土 ^x (10~30)		粘土・砂 (0~25)		粘土 (0~15)		
		AG		砂礫 (15~20)		砂礫・砂 (0~20)		
洪積層	DG ₁	砂礫 (0~70)	N=35~50+	砂礫 (20~120)	k=n×10 ⁻¹ ~10 ⁻² N=20~50+	砂礫・砂 (0~20)	◎	
		粘土 (0~10)	S _c =100~2000	粘土 (0~20)		S _c =100~3000		粘土・礫混り粘土 (0~15)
		砂礫・砂 (20~30)		砂礫・砂 (0.5~1)				
		粘土 (5~30)		粘土 (5~25)				南郷層
		砂・砂礫・粘土 (150+)		砂礫・粘土 (90+)				砂礫 } 五層 粘土 } (30~70+)
D~T	大桑砂岩層 (150+)	大桑砂岩層 (30+)		k=n×10 ⁻³	(150+)			
第三系	T.u T.m T.v	黒壁火砕岩層 [⊕]	k=n×10 ⁻³	大桑砂岩層 [◎]	S _c =100~500	(150+)	◎	

() : 層厚 (m), k : 透水係数 (m/s), S_c : 比湧出量 (m³/d/m), Ω : 比抵抗値 (Ω-m), N : 標準貫入試験値, ○ : 不圧帯水層, ● : 帯水能のよい不圧帯水層, ◎ : 被圧帯水層, ⊕ : 被圧帯水層, ⊖ : 裂か帯水層, × : 賦圧層

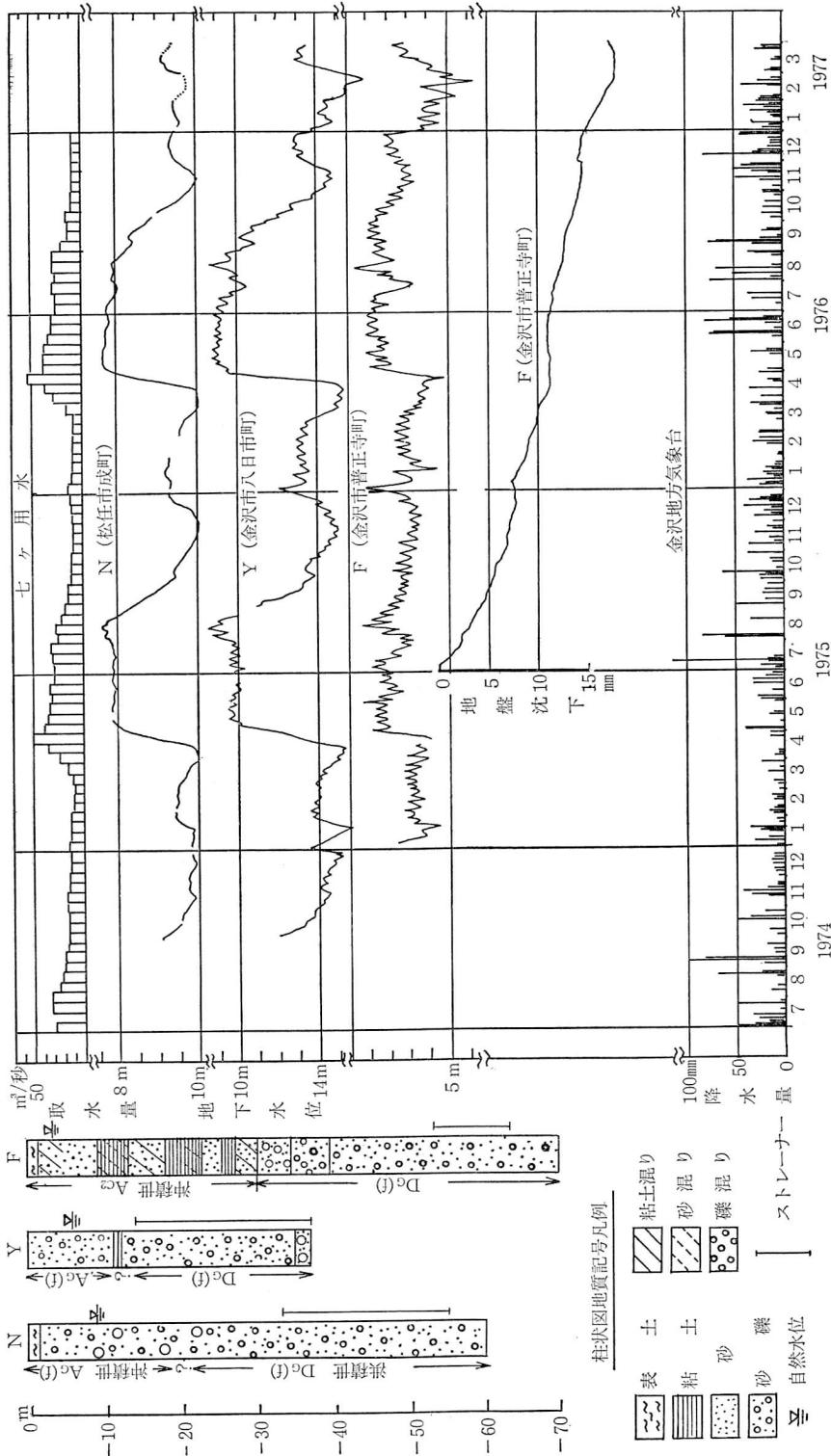


図 2-4-40 金沢平野地下水水位変化図 (北陸農政局⁽²⁾による)

ようになっている⁽²⁾。これからわかるとおり、金沢平野は、大きくみれば全体が海に向かって開いた1つの地下水盆となっているが、地形、地質的な条件に支配されて、地下水の様相は地域によりかなり異なっている。

本稿はこれまでの成果をふまえ、① 河北潟周辺、② 手取川扇状地、③ 小松江沼低地に分けて説明する(図2-4-37)。

5-1. 河北潟周辺

(1) 地形・地質

河北潟周辺は、金沢平野の北東部を占め、河北潟を中心とした潟埋積層よりなる沖積低地を主体とする。その海岸部には、内灘砂丘が発達する。内陸側はいわゆる森本急斜帯に支配される丘陵によって限られる。本地域を横断する浅野川および犀川沿いには、数段の河岸段丘や小規模な扇状地が発達し、ここに金沢市が位置している。

周辺の丘陵は、平野部の不透水基盤をなす高窪泥岩層(第三紀中新世)およびその下位層と、鮮新世の大桑砂岩層、下部洪積層の卯辰山層から構成され、これらの地層は平野の地下に潜り込んでいる。中部洪積層より上部の地層は、平野部においてそれ以前の地層を覆う形でほぼ水平に分布している。中～上部洪積層は手取川扇状地に向かって層厚を増し、沖積層は逆に河北潟付近が最も厚くなっている。また、沖積層の上部は、海岸付近では砂丘砂となっている。

(2) 地下水

本地域の水文地質についてまとめたのが表2-4-15である。大桑砂岩層(Tu)および卯辰山層(D～T)の地下水は、主に平野東縁部で利用されており、平野部全体に分布するDG₂層の地下水は、上位層中の地下水と併せて取水されている。DG_(T)～DG₁層は本地域の主要帯水層となっており、手取川扇状地の旧期堆積物としての性格を有し、同扇状地から河北潟中心部付近まで層厚を減じながら連続する。一方、河北潟東岸付近では、卯辰山層～沖積層の地下水中に水溶性天然ガスが含まれ、水質が悪くなっている⁽³⁾。

犀川河口付近の普正寺観測井の地下水頭の年変化は、手取川扇状地における不圧地下水の水位変化に対し、多少の遅れを伴いながらも追従しており、扇状地からの地下水供給が涵養主体をなすことを示している。1～2月の水頭低下は、消雪用地下水の揚水によるものであり、細かな凹

表2-4-16 用途別地下水揚水量および揚水施設数(1977年)

(石川県地下水保全対策協議会⁽⁶⁾による)

(上段:揚水量 m³/d
下段:施設数 本)

地下水区	水道用	工業用	農業用	建築物用	消雪用	その他	計
河北潟周辺	21,818 (72)	192,419 (468)	21,391 (240)	53,856 (1,131)	8,639 (171)	24,937 (24)	323,060 (2,106)
手取扇状地	89,233 (123)	92,722 (310)	29,036 (100)	19,584 (427)	1,746 (25)	5,617 (7)	237,938 (992)
小松・江沼低地	36,803 (47)	21,387 (94)	282 (12)	4,320 (103)	411 (12)	4,594 (7)	67,797 (275)
金沢平野	147,854 (242)	306,528 (872)	50,709 (352)	77,760 (1,661)	10,796 (208)	35,148 (38)	628,795 (3,373)

凸は工業用やビル用の揚水による週変化を表わしている(図2-4-40)。

金沢市の周辺部では、一般に地下浅部の地下水の水質が悪いため、古くから“モックリ”と呼ばれる掘抜井戸によって、集落の用水や水田の補給水がまかなわれていた⁽³⁾。しかし、その後工業用、ビル用などの地下水利用が急増し、1977年における地下水揚水量は日量約32万m³、井戸数約2,000本⁽⁵⁾に達している(表2-4-16, 図2-4-41)。

このような地下水利用の増大に伴い、かつては有力な自噴地帯であった⁽⁶⁾当地域(とくに南西部, 図2-4-42)は次第に自噴の範囲や時期が減少していき、1968年頃までにはほとんど自噴を停止してしまった⁽⁶⁾。図2-4-43は1974年の地下水面等高線図であるが、この頃には、旧自噴帯の地下水位は、すでに大部分が0m以下となっており、地下水位の低下の激しさを如実にものがたっている。

また、地下水位の低下に伴い、軟弱な潟埋積層の分布する地域では地盤沈下が発生している。国や県によって実施されている水準測量の結果(図2-4-44)では、沈下量の最も大きい地点は大野川付近で、5年間に10cm以上沈下している。1976年以來の地盤沈下観測では、1978年ごろまで地盤の収縮がかなり著しかったが(図2-4-40)、その後、1981年までのデータでは、収縮の速度は鈍り、地下水頭変化によく対応した弾性的な動きを示している⁽⁷⁾。層別沈下量を見ると、浅層の収縮が大部分を占め、沖積層軟弱粘土(N値0~5)の圧密が沈下の主体になっている。

海岸部にある内灘砂丘では、水道用、農業用などに深井戸が利用されているが、その中に高濃度の塩分混入により使用不能となった井戸が知られている。しかし、その実態は明らかにはなっていない。

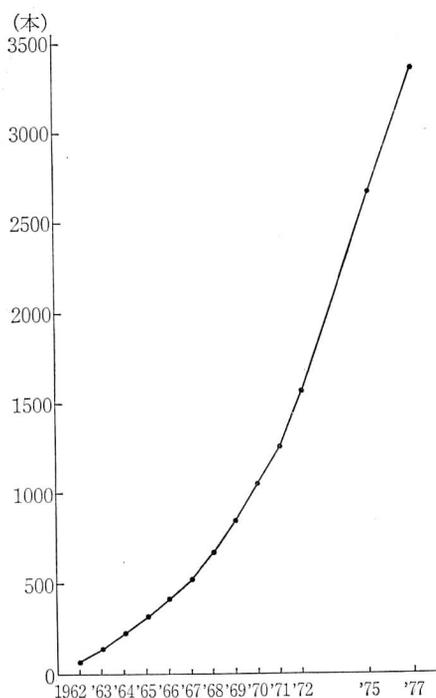


図2-4-41 金沢平野井戸増加傾向図
(石川県地下水調査会⁽⁵⁾および石川県地下水保全対策協議会⁽⁴⁾による)

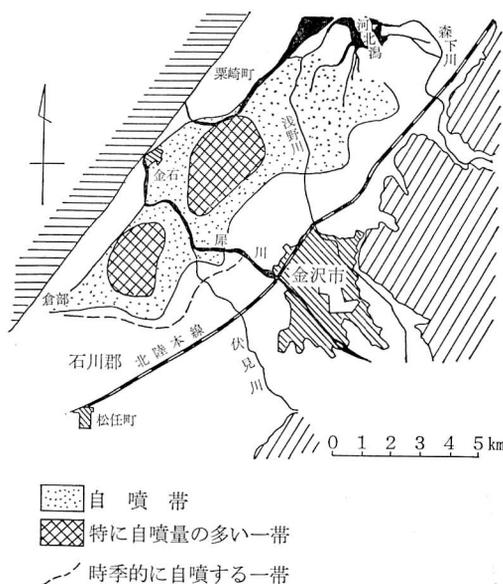


図2-4-42 金沢周辺における1959年頃の自噴帯 (今井⁽⁴⁾による)

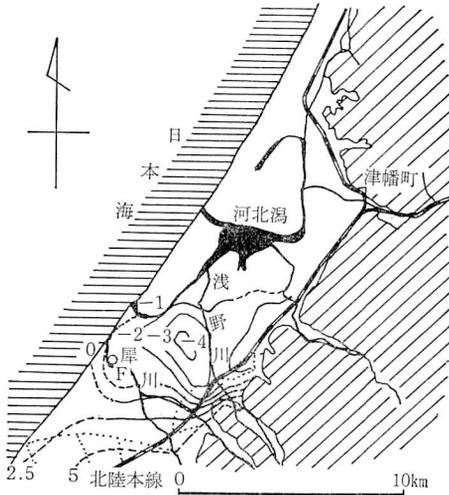


図2-4-43 河北潟周辺地下水面等高線図
(単位: 標高m) (1974年5月)
(北陸農政局⁽²⁾による)

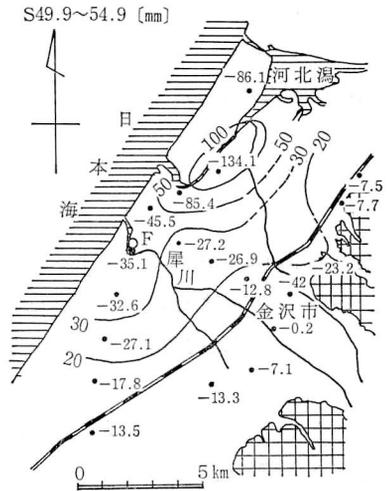
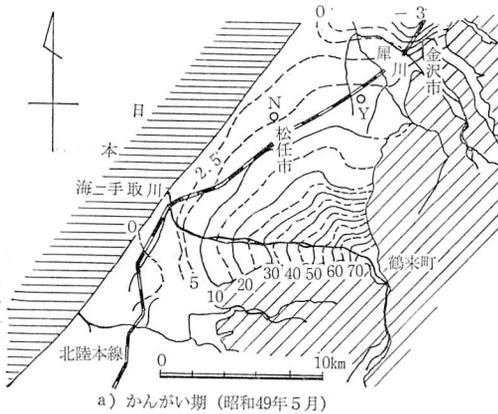
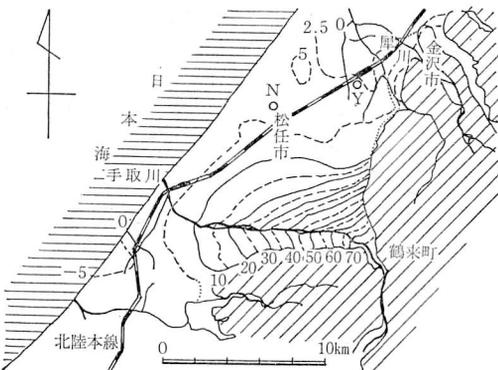


図2-4-44 河北潟周辺地盤沈下量分布図
(石川県地下水保全対策協議会⁽³⁾による)



a) かんがい期 (昭和49年5月)



b) 非かんがい期 (昭和49年11月)

図2-4-45 手取川扇状地区地下水面等高線図
(単位: 標高m) (北陸農政局⁽²⁾による)

5-2. 手取川扇状地

(1) 地形・地質

手取川扇状地の主部は、鶴来町を扇頂部として金沢市南部から根上町にかけて広がり、等高線がみごとな同心円状を呈するきわめて典型的な扇状地である。扇頂部の標高は約90m、扇端部の標高約5m、勾配は扇頂部から扇中部にかけて1/130程度、扇端部で1/200程度となっている。扇状地の北東部および南西部では、沖積低地に漸移する。

扇頂部および扇状地左岸の丘陵は第三紀中新世の緑色凝灰岩類および流紋岩類からなり、これが地下水盆地の基盤となっている。また扇状地右岸の丘陵には、金沢市から連続する大桑砂岩層および卯辰山層が分布する。手取川扇状地の堆積物は主として砂礫からなり、扇中部付近での層厚は130m以上を有する。この扇状地堆積物は海岸付近における粘土層の夾在状態や礫径の差により、上部のAG_(r)層と下部のDG_(r)層に分ける考えもある⁽²⁾。

(2) 地下水

手取川扇状地は金沢平野で最も地下水の豊富な地域となっている(表2-4-15)。その主体をなすDG_(r)層は最も有能な帯水層で、北東には河北潟中央部、南西には梯川付近まで連続するようであり、金沢市や小松市付近では被圧地下水の帯水層になっている。AG_(r)層はDG_(r)層を覆っているもので、扇端部では潟埋積層と指交関係をなしていると考えられている⁽²⁾。

地下水面の形態はかんがい期と非かんがい期で著しい差を示す。かんがい期の地下水面(図2-4-45(a))は地形とほぼ似た形態を示し、田面や用水路からの浸透が地下水涵養の主体をなすことを示している。一方、非かんがい期の地下水面(図2-4-45(b))は手取川本川と鋭角をもって交わり、手取川本川が涵養の主体となっていることを示している。

地下水位の連続観測については、松任市成町と金沢市八日市町の例を図2-4-40に示す。これらの地下水位変化は七ヶ用水(手取川右岸側用水路網の総称)の通水量と密接な関係をもっている。なお、非かんがい期における地下水位は降雨の影響を受けやすく、降水量の比較的多い12~3月には、水位が多少回復する傾向をみせている。

手取川扇状地は、用水路網の設置によって、江戸時代末期ごろまでにはほとんど水田化されていたが、扇端部では湧水や掘抜井戸が多数あり、水田の補給水などに用いられていた⁽⁶⁾。近年は、扇中央および扇頂部においても深井戸が急増し、工業用水、水道用水、農業用水、建築物用水などを主体に揚水されている(表2-4-16)。

手取川扇状地においても、手取川下流部の湧水涸渇など、地下水位低下が問題となっている。1962~1972年ごろまでの水位低下速度は、扇中央部の金沢よりの地域で大きく、1~1.5 m/年程度、他の地域で20~50 cm/年程度であった⁽⁵⁾。地下水位観測記録⁽⁹⁾によると、最近の地下水位低下速度は図2-4-46のようになる。扇中央部の水位低下が相対的に大きいという傾向は続いているものの、低下速度は5~50 cm/年程度であり、幾分鈍化の傾向にある。しかし、手取川河口左岸部の砂丘地帯では、40cm/年を超える地下水位低下がみられ、地下水の塩水化が懸念される。

5-3. 小松江沼低地

(1) 地形・地質

小松江沼低地は、金沢平野の南西部を占め、南東~西側を能美、小松丘陵に取り囲まれている。丘陵の末端には、段丘や扇状地が発達し、さらに沖積低地に続いている。その沖積低地は標高10~20 m程度の月津台地一分校面をとりまき、加賀三湖と呼ばれる潟が点在する。海岸沿いには、北から小松砂丘、橋立丘陵、大聖寺砂丘が続いている。

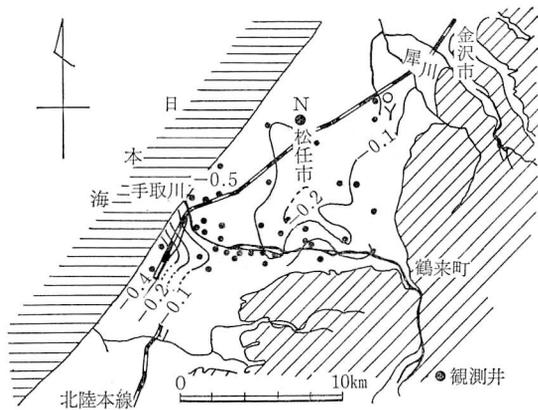


図2-4-46 地下水位低下速度分布図(単位: m/年)
 (本図は石川県⁽⁹⁾の地下水位観測資料のうち、1976年以前に設置された観測井について、地下水位変動中央値の最近における変化傾向を示した。)

後背山地および丘陵部は新第三紀中新世の流紋岩、流紋岩質火砕岩および堆積岩類からなり、水文地質的な基盤となっている。丘陵末端の段丘堆積物および加賀市南西部に分布する南郷層(礫、泥)は高位段丘に、橋立丘陵に分布する片山津層(泥、砂、礫)および月津台地の砂層は中位段丘に対比される⁽¹⁾。低地部の地質は、木場潟付近を境としてその構造に差があり、北東側では第三紀層までの深度が深く、DG₁層やDC₁層が伏在している。南西側では第三紀層が浅く、DG₁層、DC₁層は欠如する。

(2) 地下水

帯水層の概要は表2-4-15にまとめたとおりであるが、金沢平野の中では比較的地下水に乏しい地域である。小松市を中心とする北東部地域には、手取川扇状地から連続するDG₁層が分布しており、その他DG₂層、As層からも地下水が採取されている。一方、加賀市を中心とする南西部地域では、良好な帯水層が少なく、DG₂層やD~T層を取水対象とし、また橋立丘陵では第三紀層中の裂か水を取水している井戸もある。

小松江沿低地の地下水揚水量は前述の2地域の1/3~1/4にすぎないが、水道用水、工業用水としての利用がそれぞれ54%、32%と高い率を示すことが特徴である。その中でも、加賀市において、大聖寺川の伏流水を主体とした水道用水の取水が急増していることが注目される。小松砂丘では梯川右岸を中心として井戸が多く、工業用および畑地かんがい用に利用されている。小松市の中心部付近および粟津周辺は、深井戸が最も集中し、30井近くの井戸によって洪積層の砂礫層中の地下水が採取され、もっぱら工業用水として用いられている⁽²⁾。

(複並信行)

参 考 文 献

- (1) 北陸第四紀研究グループ(1969): 北陸地方の第四系, 地団研専報, 第15号「日本の第四系」, 地学団体研究会
- (2) 北陸農政局計画部(1977): 石川県の水理地質と地下水, 北陸農政局
- (3) 今井 功(1959): 5万分の1地質図幅「金沢」説明書, 地質調査所
- (4) 石川県地下水保全対策協議会(1980): 昭和54年度石川県地下水保全対策報告書, 石川県
- (5) 石川県地下水調査会(1974): 石川県全域地下水調査事業報告書, 石川県
- (6) 農林省北陸農政局(1974): 国土総合開発事業調整費調査報告書(西金沢地区地下水調査), 北陸農政局
- (7) 石川県地下水保全対策協議会(1981): 昭和55年度石川県地下水保全対策報告書, 石川県
- (8) 日本地誌研究所(1970): 日本地誌, 第10巻, 富山県・石川県・福井県, 二宮書店
- (9) 石川県(1981): 金沢平野地域の地下水位10年報, 石川県

6. 福井平野

(1) 地形・地質

福井平野は、福井平野主部(もしくは坂井平野)、加越台地、三里浜砂丘を包含する東西約10km、南北約20kmの範囲である。地域の南限は、武生盆地(あるいは鯖武盆地)と接し、その境界は福井市南部の浅水、大土呂間の狭隘部である。

地形区分を図2-4-47に示す。平野をとりまく山地は、西側の丹生山地、東側の加越山地、越前中央山地で、ともに第三紀中新世の火山岩類、凝灰岩などからなる。平野の南端には孤立丘群があり、南の武生盆地へ続いている。