

500 m³ 前後の揚水を行っている。代表的な井戸の透水係数は 3.0×10^{-4} cm/s となっている⁽⁴⁾。

北条地区：西山丘陵のほぼ中央にあり、地区の真中を長鳥川が流れる。その流路は北北東に延びる向斜軸上にある。向斜部は魚沼層群が分布し、その層厚は最も厚くて 500m 程度である。一方、陵線部は下位の灰爪、西山層が露出し、多くがシルト岩ないし泥岩からなっている。

本地区の帯水層は、厚さ 20m 前後の魚沼層群砂層（一部分は礫層）で、10° から 15° の傾きをもって 3 ないし 4 層分布している。本層を対象として、長鳥川の沖積面には、深さ 100m 程度の深井戸が 3 本あり、800 から 1,500 m³/d で簡易水道源として利用されている。深井戸以外にも長鳥川沿いには家庭用の浅井戸（深さ 20m 前後）が数多く分布している。大半が自噴井となっている。比湧出量が 100 m³/d/m 前後となっている⁽⁵⁾。

（永田 聡）

参 考 文 献

- (1) 北陸農政局 (1978)：農業用地下水開発調査報告書——魚沼地方の地下水（その 1）——
- (2) 新潟平野団体研究グループ (1967)：新潟県小千谷市周辺および長岡市西方の第四系——新潟県の第四系・そのⅧ——，新潟大学教育学部高田分校研究紀要第 12 号
- (3) 新潟平野団体研究グループ (1970)：新潟県刈羽郡小国町地域の魚沼層群。新潟大学教育学部高田分校研究紀要第 15 号
- (4) 新潟県農地部 (1977)：地質調査報告書Ⅱ
- (5) 北陸農政局 (1977)：広域農業開発基本調査報告書「刈羽・小国郷地区」地質資料

14. 能登半島

(1) 地形・地質

能登半島は長さ約 110 km，最大幅約 25 km，最小幅約 12 km の細長い半島で日本海に突出している。半島の主部は最も高いところが海拔 400～500 m の丘陵性山地で、これが背となって二分されているため、河川の延長は短く流域は狭い。海岸沿いにはところどころに段丘地形がみられる。沖積平野は、丘陵性山地を浸食して形成された狭い樹枝状の谷底平野が分布している程度である。

この丘陵性山地は、ほとんどが新第三紀の火山岩類および堆積岩類によって構成されており、花崗岩、片麻岩類からなる先第三紀岩類は局部的に分布しているにすぎない（図 2-4-81）。海岸沿いの段丘上に 2～5 m の厚さで堆積している砂、シルト層は、第四紀更新世の地層であり、谷底平野に 20～30 m の厚さで分布している粘土、砂、砂礫の互層は第四紀完新世の地層である。

新第三紀層は中新世の下部、中部、上部と鮮新世の地層に大別される。中新世下部の地層は、主に安山岩質火砕岩からなり、中新世中部は、砂岩、泥岩、礫岩を主とし、その他石英安山岩質火砕岩、玄武岩からなり、中新世上部および鮮新世の地層は主として泥岩、シルト岩からなっている。いずれも、層厚、層相の変化が著しい。

地質構造の特徴として、先第三紀の地層が分布する付近では、断層構造が目立ち、新第三紀火山岩類からなる地域では概して変形構造が単純であり、新第三紀堆積岩からなる地域では、ときにはかなりの褶曲構造が発達していることがあげられる。

新第三紀の火山岩類と堆積岩類は、一部の砂岩を除けば固結度の高い岩石である。したがって、

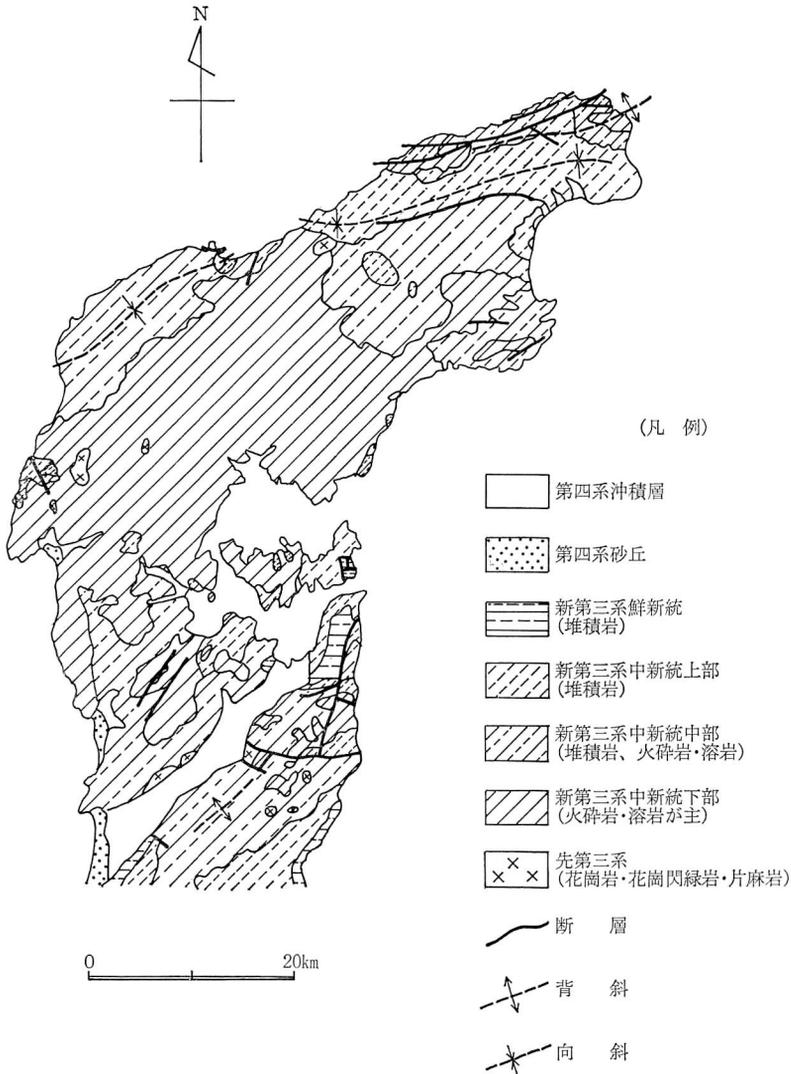


図2-4-81 能登半島地質図
(1974, 地質調査所)

能登半島での地下水の賦存形態は、裂か水型と構造水型が主で、層状水型は少ない。

裂か水型は、火砕岩のところに多く、断層やそれに付随する裂か、褶曲に伴う裂か、地層境界付近や溶岩中の節理、亀裂などに胚胎またはそこを通過している型のものである。これに対して、構造水型は不透水性の基盤が集水されやすいような盆状構造をなし、その上に裂か水あるいは層状水を胚胎している型のもので、さらに裂か水を胚胎している容水地盤の谷部に加圧層が分布していて裂か水を被圧させている型のものである。一方、層状水型は、地層全体が均質に近い容水地盤となっている型のものである。能登半島の基部に分布している新第三紀中新世中部の赤浦砂岩層、堀松砂岩層と呼ばれている地層は、第三紀層としては例外的に固結度が低く、かつ中～粗砂のため、この付近における有力な層状水型帯水層となっている。この地層からは、多いときは、

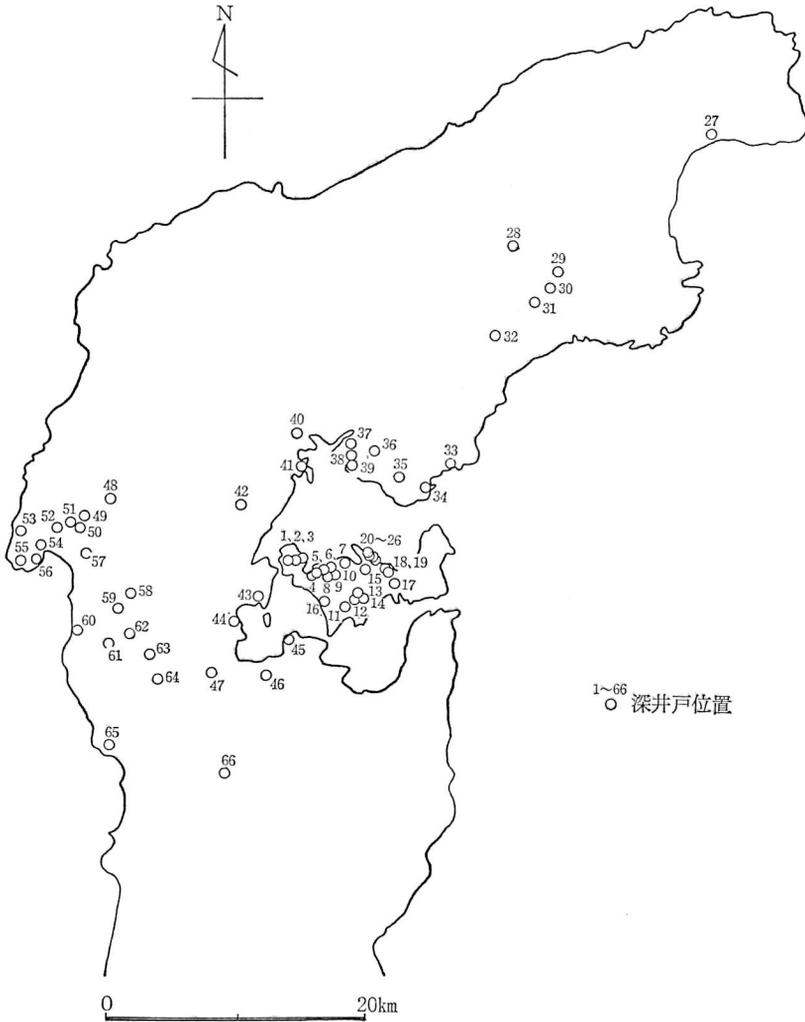


図2-4-82 能登半島深井戸分布図

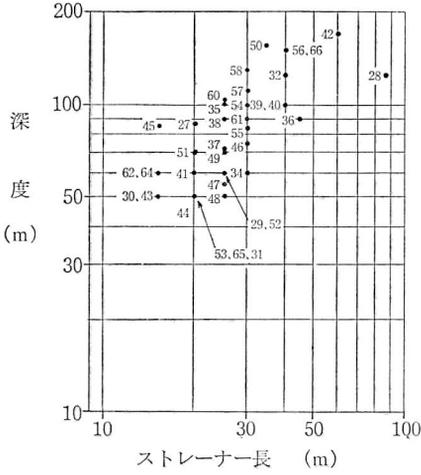
1井当り $1,500 \sim 2,000 \text{ m}^3/\text{d}$ が取水されている。泥岩、シルト岩は地下水取得の対象層としてはよくない。

(2) 地下水

能登半島における深井戸の分布を示したのが図2-4-82である。前にも述べたように、能登半島の主部における地下水は新第三紀火山岩類中の裂か水が主であることは、この分布図でもよくわかる。

図2-4-82にプロットしてあるもののうち、約半分は深度 $51 \sim 100 \text{ m}$ のもの、約70%は孔径 200 mm と 250 mm のものであり、深度 100 m 未満、孔径 $200 \sim 250 \text{ mm}$ の井戸が大部分を占めている。ストレーナー長は井戸深度長の30~40%である(図2-4-83)。揚水量とストレーナー長との相関をみた図2-4-84によると、能登島では比較的湧出能力が大きいことがわかる。そし

能登島以外



能登島

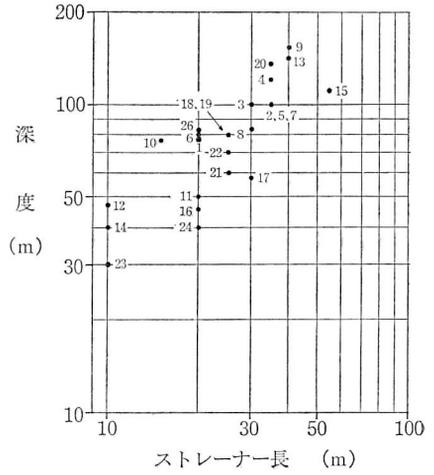
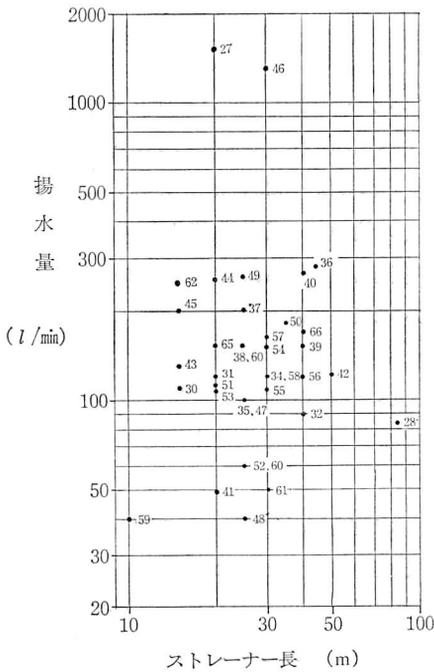


図2-4-83 深度・ストレーナー長相関図

能登島以外



能登島

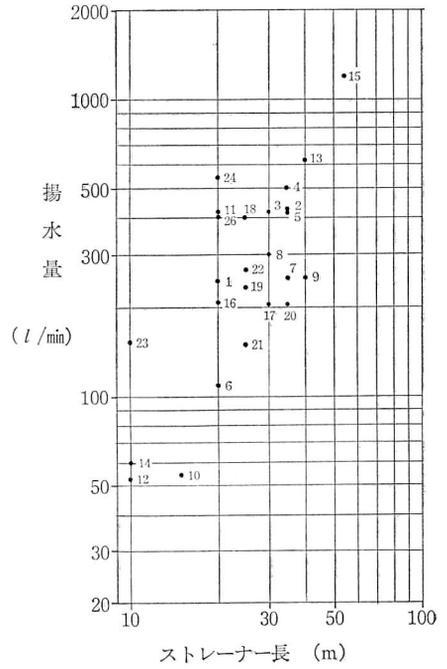


図2-4-84 揚水量・ストレーナー長相関図

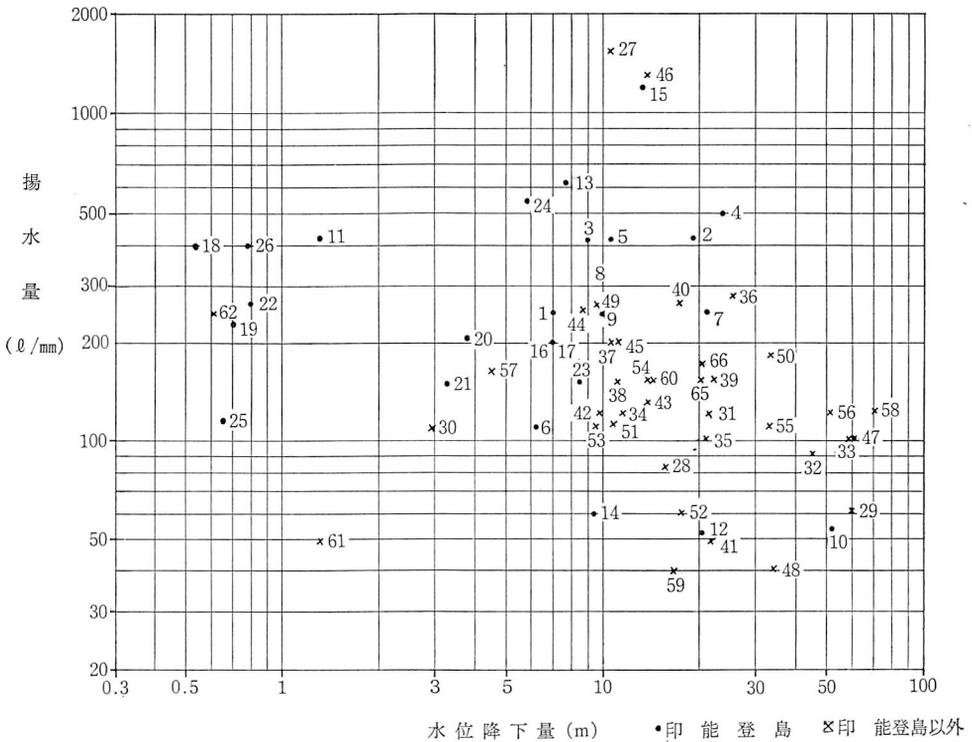


図2-4-85 揚水量・水位降下量相関図

て図2-4-85で揚水量と水位降下量との相関をみると、このことがさらにはっきりと読みとれる。

これらのことから能登半島においては、水位降下量が10~30mで、揚水量が110~260 l/minの井戸が多く、能登島では水位降下量が10m未満で揚水量が200~420 l/minの井戸が多い。能登島での新第三紀火山岩類中の裂か水の湧出能力は、その他のところの2倍くらいはあるといえそうである。なお、これらの図で明示してはいないが、中新世中部の火砕岩では80~110 l/min、中新世下部の火砕岩では110~260 l/min(能登島では200~420 l/min)の揚水量が得られ、地層別にみても多少の差異がみられる。

図2-4-86は、比抵抗検層結果を併記した井戸柱状図のいくつかである。比抵抗値にかなりの変化がみられることから、火山岩類も岩相としては一様なものでなく変化に富んでいて、そのことが裂か水の賦存条件をつくっているものと思われる。

表2-4-26は水質試験結果の一部である。概して、飲料水の水質基準に適合しているが、ときに鉄分が基準値を上まわり、それによって色度も基準値を上まわることがある。

図2-4-85で、1,000 l/min以上の揚水量が得られている3井(図2-4-82での15,27,46)はいずれも泥岩、シルト岩の加圧層によって下位の火山岩類中の裂か水が被圧させられ、構造水型の地下水を採取しているものである。このほかにも、このような型に近い井戸がいくつかみられ、それらでは他の2倍程の揚水量が得られている。

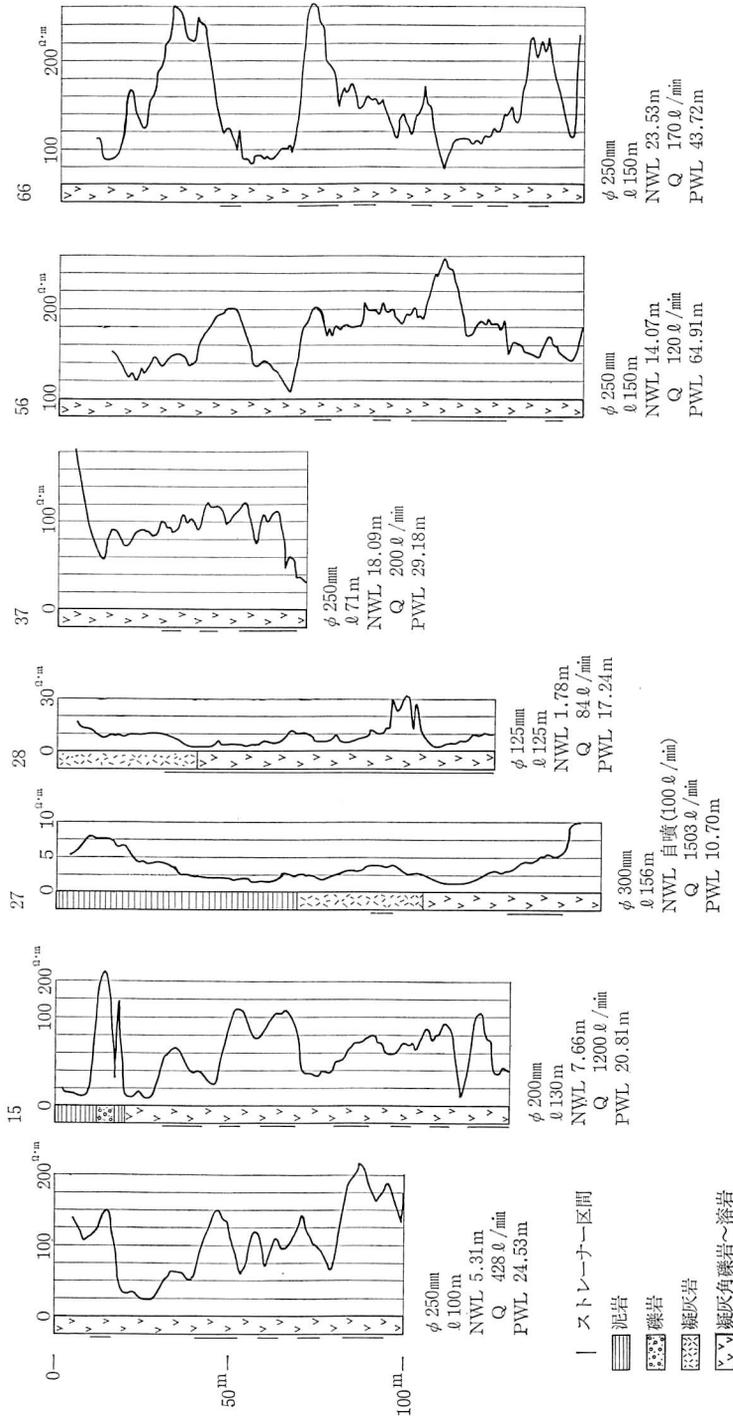


図2-4-86 比抵抗抗層記録図

表2-4-26 水質試験結果表

項目	非戸番号		9	15	21	28	34	37	60
	水道法基準値								
亜硝酸性窒素および硝酸性窒素	10 ppm 以下	0.3	0.02未満	0.5	1.41	0.13	0.1	0.02未満	0.02未満
塩素イオン	200 ppm 以下	12.0	17.5	16.1	127	109	18.5	14.1	42.3
過マンガン酸カリウム消費量	10 ppm 以下	0.8	0.6	0.4	2.9	1.6	0.5	1.6	2.8
一般細菌	100/ml 以下	300 以上	500		1.1×10 ⁴		130	15	59
大腸菌群	検出されないこと	+	—		検出せず		検出せず	検出せず	+
シアンイオン	検出されないこと	0.01未満	0.01未満	検出しない	0.01未満	0.01未満	検出せず	0.01未満	0.01未満
水銀	検出されないこと	0.0005未満	0.0005未満	検出しない	0.0005未満	0.0005未満	検出せず	0.0005未満	0.0005未満
有機リン	検出されないこと	0.1未満	0.1未満	検出しない	0.1未満	0.1未満	検出せず	0.1未満	0.1未満
銅	1 ppm 以下	0.01未満	0.01未満	検出しない	0.01未満	0.01未満	0.00	0.01未満	0.01未満
鉄	0.3 ppm 以下	0.20	0.17	0.05	0.05	0.78	0.06	0.42	0.42
マンガン	0.3 ppm 以下	0.01	0.04	0.09	0.02	0.12	0.02	0.03	0.01未満
亜鉛	1 ppm 以下	0.52	0.39	0.09	0.72	0.044	0.10	0.13	0.074
鉛	0.1 ppm 以下	0.01未満	0.01未満	検出しない	0.01未満	0.01未満	0.00	0.01未満	0.01未満
六価クロム	0.05 ppm 以下	0.02未満	0.02未満	検出しない	0.02未満	0.02未満	0.00	0.02未満	0.02未満
カドミウム	0.01 ppm 以下	0.005未満	0.005未満	検出しない	0.005未満	0.005未満	0.000	0.005未満	0.005未満
ヒ素	0.05 ppm 以下	0.005未満	0.005未満	検出しない	0.005未満	0.005未満	0.000	0.005未満	0.005未満
フッ素	0.8 ppm 以下	0.15未満	0.15未満	0.17	0.15未満	0.15未満	0.08	0.15未満	0.15未満
硬度	300 ppm 以下	38.5	23.0	69.4	79.0	35.1	49.8	49.8	62.8
蒸発残留物	500 ppm 以下	205	118	188	379	492	147	129	238
フエノール類	0.005 ppm 以下	0.005未満	0.005未満	検出しない	0.005未満	0.005未満	0.000	0.005未満	0.005未満
陰イオン界面活性剤	0.5 ppm 以下	0.2未満	0.2未満	検出しない	0.2未満	0.2未満	0.0	0.2未満	0.2未満
pH 値	5.8 以上 8.6 以下	6.6	6.8	7.1	7.1	6.6	7.2	7.3	6.9
臭気	異常でないこと	異常なし	異常なし		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
色度	異常でないこと	異常なし	異常なし	7	0	8	0	8	11
濁度	5 度以下	4	2	10	0	1	0	1	3
アンモニア性窒素	2 度以下	0	1.5		0.04未満	0.1	0.00	0.04未満	0.04未満
	ppm		0.04未満						

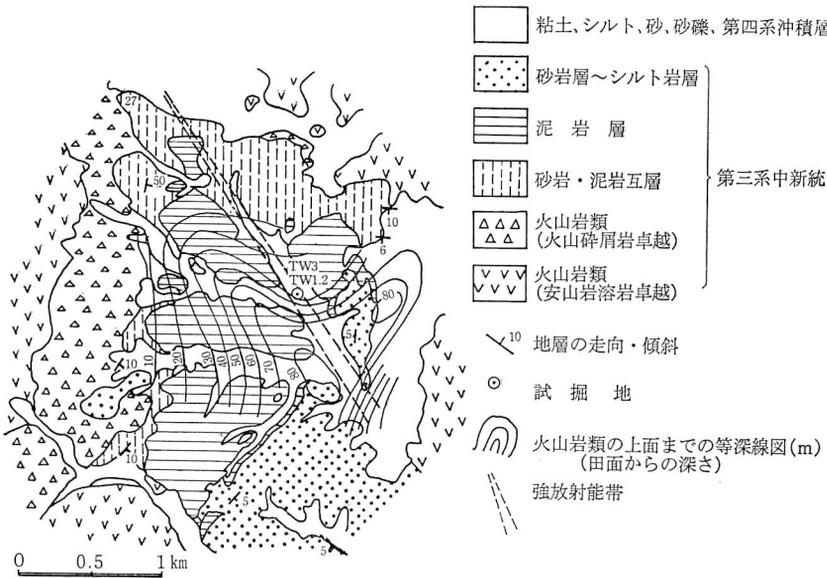


図2-4-87 能登半島中央部地質図

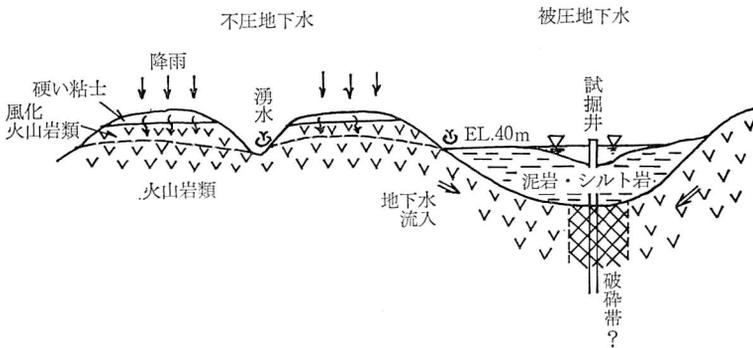


図2-4-88 水文地質概念図

能登半島では、一般に、深度 100 m、孔径 250 mm 位の井戸で 100~200 l/min、多いところで 200~400 l/min の揚水量が得られ、それは新第三紀火山岩類中の裂か水であることは前にも述べたとおりである。

そこで、その一例*について以下に述べる。場所は、図2-4-82中の 63 のところである。ここは、これまでは大量の地下水取得は困難とされていたところであるが、詳しい地質踏査と放射能探査、電気探査によって地点を選定し、試験掘りを行ったところ、径 100 mm、深度 200 m の試験井で自噴量が約 1.4 m³/min、被圧水頭が地上約 9.4 m の地下水が得られた。その場所は海拔 150 m 以下の丘陵性山地の中央部が解析されて谷底平野となったところで、その標高は約 30 m である。

図2-4-87、図2-4-88 で示したように、ここは火山岩類の岩盤の表面が舟底型をなして、

* 地質の調査：1980年第1号。p.69~76

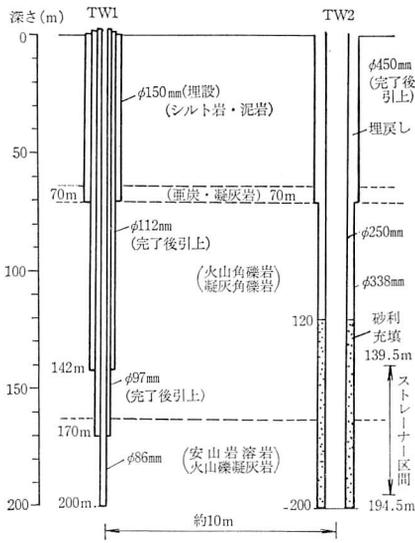


図2-4-89 試掘井構造図

その底部に比較的破砕されたところと判断される強放射能帯の部分があり、さらにその谷部を埋めるようにして泥岩、シルト岩が堆積しているため、地下水が集まりやすい条件にあるうえに、上位の泥岩、シルト岩が加圧層の役割を果たしているという水文地質的にはきわめて好条件の下にある。

図2-4-89は試掘での地質の順序と掘削手順を示した井戸の構造である。ここでは、深さ70m付近までは泥岩、シルト岩、以深が火山岩類である。掘削中における自噴量の変化を示したのが表2-4-27で、深さ140.5mを境にして下部で著しく多くなっている。

揚水試験結果によると火山岩類の平均的透水量係数は深さ103~142mの間で $3.36 \sim 5.78 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ 、深さ70~200mの間で $5.46 \sim 9.07 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ であり、岩盤地帯としては比較的大きい値である。

表2-4-27 TW.1掘削中の自噴量表

区間 (深さ m)	自噴量 (比率) (l/min) (%)	深度 1m 当り自噴量 (l/min/m)	区間 (深さ m)	自噴量 (比率) (l/min) (%)	深度 1m 当り自噴量 (l/min/m)
0~70.7	0 (0)	0	117~124	9.2 (0.5)	1.31
71~73	12 (0.6)	6	124~131	12.8 (0.7)	1.83
73~78	68 (3.6)	13.6	131~138	12.9 (0.7)	1.84
78~85	10 (0.5)	1.43	138~140.5	17.1 (0.9)	6.84
85~90	18 (1.0)	3.60	140.5~142	673 (36.1)	448.6
90~99	12 (0.6)	1.33	142~148	60 (3.2)	10.0
99~103	34 (1.8)	8.50	148~170	267 (14.3)	12.1
103~107	2.2 (0.1)	0.55	170~187	340 (18.2)	20.0
107~113	3.8 (0.2)	0.63	187~192	80 (4.3)	16.0
113~117	2.0 (0.1)	0.50	192~200	230 (12.3)	28.8

計 1,864

* 142m以深では、上部からの湧水も多少加わっていると思われる。

TW.1の深さ70~103m (No.1), 103~142m (No.2), 170~200m (No.3)の間の3試料とも水道法による水質基準に適合している。水温はNo.1が18.5°C, No.2が19.5°C, No.3が20.5°Cで、一般の地下水温に比べて4~5°C高い。pHはNo.1, 2が8, No.3が7.7である。

火山岩類中に長期間賦存していた地下水であるため、溶存成分の総量は扇状地の地下水に比べて多く、とくに、Na, K, Cl, HCO₃, SiO₂ および蒸発残留物が大きい値を示している。No.1, 2はほぼ同様のイオン組成をもち、炭酸アルカリ型であるのに対し、No.3はこれと異なって中間型である。前者は火砕岩中のもの、後者は安山岩溶岩中のものなので、このような差が現われているものと思われる。

TW.1から約10mはなれたところで、孔径250mm、深度200mの井戸を掘削した(図2-

