

富士宮市北部

朝霧地域地下水調査研究報告書

平成4年3月

富士宮市
静岡大学理学部



富士宮市猪之頭保存湧水池 No.10



富士宮市猪之頭 陣馬の滝の湧水

はじめに

富士宮市は、静岡県東部に位置し、富士山麓の雄大な自然に恵まれた、水と緑豊かな文化都市であります。

市内各地に見られる清冽な湧水は、我が富士宮市のかげがえのない貴重な財産であると考えます。この湧水が市民生活を潤し、また、各種の地場産業に利用されている今、富士宮市民の生活の基盤であり、産業の基盤となっております。

このような大切な湧水を将来にわたって活用するため、そのメカニズムを知り、その後の確保と保全を図ることは、大変重要なことと考えます。

このため、猪之頭湧水群が存在する朝霧地域を調査区域として設定し、平成2年度及び3年度の2か年で富士宮市朝霧地域地下水調査を実施してまいりました。

この度、この地下水調査を委託いたしました静岡大学理学部教授土隆一先生から2年間にわたる報告をいただくこととなりました。

今後はこの報告を取りまとめ、限りある水資源の有効活用に資したいと思えます。

最後になりましたが、この調査に当たりご尽力いただきました土隆一先生に対し深く感謝申し上げるとともに、この調査にご協力をいただいた皆様方に対し、心からお礼申し上げます。

平成4年3月

富士宮市長 渡 辺 紀

目 次

はじめに (序文)

まえがき

1. 富士宮市北部朝霧地域地下水の水理地質学的研究……………土 隆 一…… 1
2. 富士宮市北部朝霧地域の水収支……………北川光雄…… 23
3. 天然水の同位体組成による富士山周辺の地下水の研究……………中井信之…… 33

まえがき

平成2年4月から2カ年にわたり、富士宮市からの依頼により“富士宮市北部朝霧地域地下水の水理地質学的研究”として受託研究をおこなった。本報告書はその調査研究結果をまとめたものである。

本研究の実施にあたり、名古屋大学理学部中井信之教授および静岡英和女学院短期大学北川光雄教授は協力を快諾され、種々御教示頂き、本報告書にも御専門の分野について所見を述べて頂いた。名古屋大学大学院理学研究科院生の菊田直子、静岡大学理学部地球科学科学生の小谷茂起の両君には室内実験と野外調査に協力して頂いた。富士宮市水と緑の課と市民生活課には現地調査について数々の便宜を計って頂いたり、水質分析をお願いした。朝霧地域の市民の方々も我々の調査に快く協力して下さい。ボーリング調査は応用地質(株)をお願いした。ここにこれらの方々には厚く御礼申し上げる。

平成4年3月

静岡大学理学部教授

土 隆 一

富士宮市北部朝霧地域地下水の 水理地質学的研究

土 隆 一

静岡大学理学部地球科学教室

1. 本研究の目的

富士宮市猪之頭周辺には古くから知られる静岡県水産試験場猪之頭養鱒場地内をはじめとする湧水、五斗目木の湧水、陣馬の滝の湧水、西川の湧水など多くの自然湧水が知られ、猪之頭湧水は昭和30年当時日量52万トンあったとされている。これらの湧水は芝川の源流にあたり、この地域の養魚用水ばかりでなく水道水源など生活用水として広く利用され、富士宮市北部の重要な水源であり、この保全と活用は富士宮市にとって重要な課題である。富士宮市の依頼により、この湧水を含む朝霧地域一帯の地下水流動状況、地下水賦存量および湧水の水源を明らかにし、この地域の自然環境保全のための基礎資料を提供することが本研究の目的である。

2. 従来の研究

富士山の地質については永年にわたる津屋(1971ほか)の研究が詳しい。富士山西麓の地下水については昭和21年から電気探査、地震探査、あるいはボーリング調査がすすめられ、それらの結果から多くの研究が発表されている(岩井田・佐々木, 1951; 佐々木, 1959; 志村, 1960; 蔵田, 1965, 1967; 宮本, 1968)。それらによると、この地域は不透水性の古富士火山泥流堆積物の上に、亀裂や孔隙に富む透水性の高い新富士火山溶岩がのっているが、前者に刻まれた谷に沿って地下水は溶岩中を自由面地下水に等しい地下川として流れ、湧水は凹所中心部のプールから溢れたり(蔵田, 1950)、亀裂から湧出すると考えられた。志村(1960)は根原から南へ富士宮浅間神社に至る樹枝状の埋没化石谷の存在を推定し、蔵田(1967)は割石峠鞍部のボーリングの結果、そこでは厚さ68m以上新富士溶岩がつづき、このあたりの地下水位は地表下80mにあつて本栖湖面の高さとほぼ等しく、それ以深に顕著な透水部が認められることから、本栖湖の水が溶岩中を通過して猪之頭方面へ流出している公算が大きいと述べている。一方、山本(1970)は富士山体を貯水池のようなものと考え、底部に不透水盤があり、そこから溢れた地下水が湧水すると考えた。このほか、富士宮全域の地下水調査が日本工業用水協会(1972)によってなされ、湧水量については井野(1976)の報告がある。筆者(土, 1985, 1990)も富士山南東側の地下水についてその湧水のメカニズムを考察した。

3. 調査の方法

前述した本研究の目的を達成するため、以下の調査を実施した。

- 1) 地下水の流動は富士山の溶岩流および天子山地と密接に関係すると考えられるため、溶岩流を中心とした富士宮北部地域一帯の地質調査をおこなった。
- 2) 溶岩流の成層状態、溶岩中の地下水の流動状態を調査するため、猪之頭湧水を中心に6地点で全層採取のボーリング調査をおこなった。
- 3) 地下水は溶岩中を一樣に流れているのか、あるいは何層かにわかれてどの部分を流れているのかを明らかにするため、ボーリング孔内での地下水圧および微流速測定をおこなった。
- 4) 地下水の水系を検討するため自然湧水、ボーリング孔内地下水、周辺の深井戸地下水、周辺の表流水の水質分析をおこなった。
- 5) 地下水の水源の高さおよび流下速度を検討するため、自然湧水、ボーリング孔内地下水の酸素同位体 ($\delta^{18}O$) および、水素同位体 (3H) 濃度の測定をおこなった。
- 6) 降雨と地下水の関係を明らかにするため、ボーリング孔内の連続水位観測をおこなった。
- 7) 降水量、表流水、自然湧水、地下水の相互関係を明らかにするため、周辺地域の水収支を検討した。

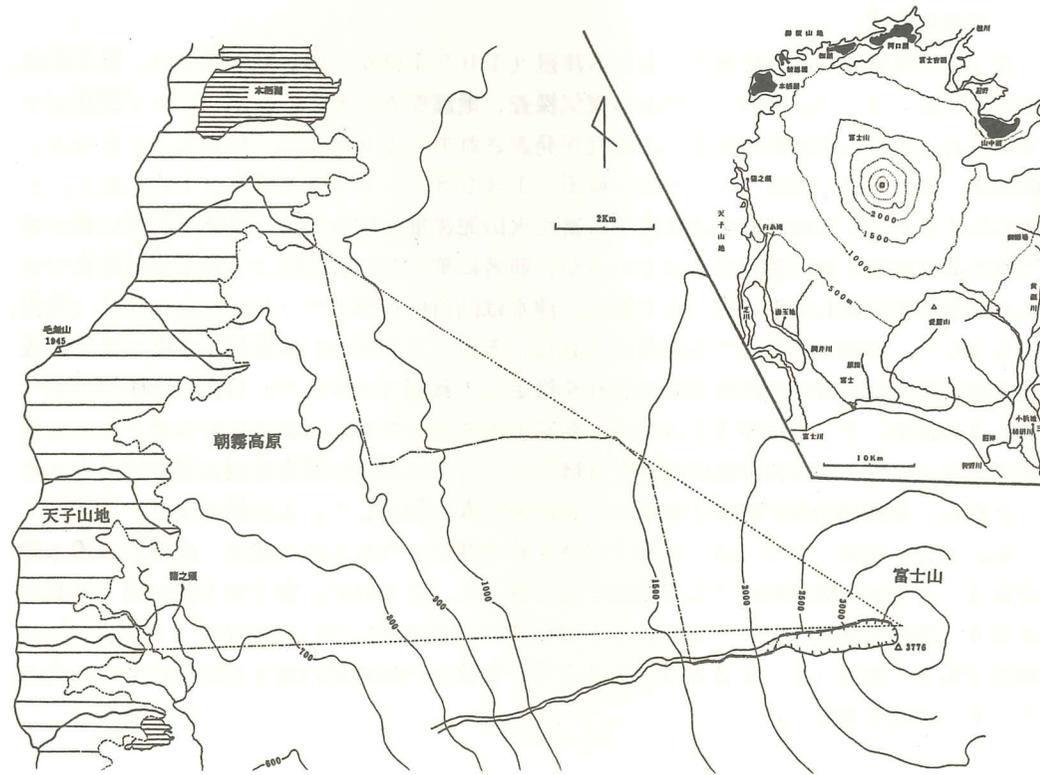


図1. 朝霧地域の位置と地形 (等高線は標高m)

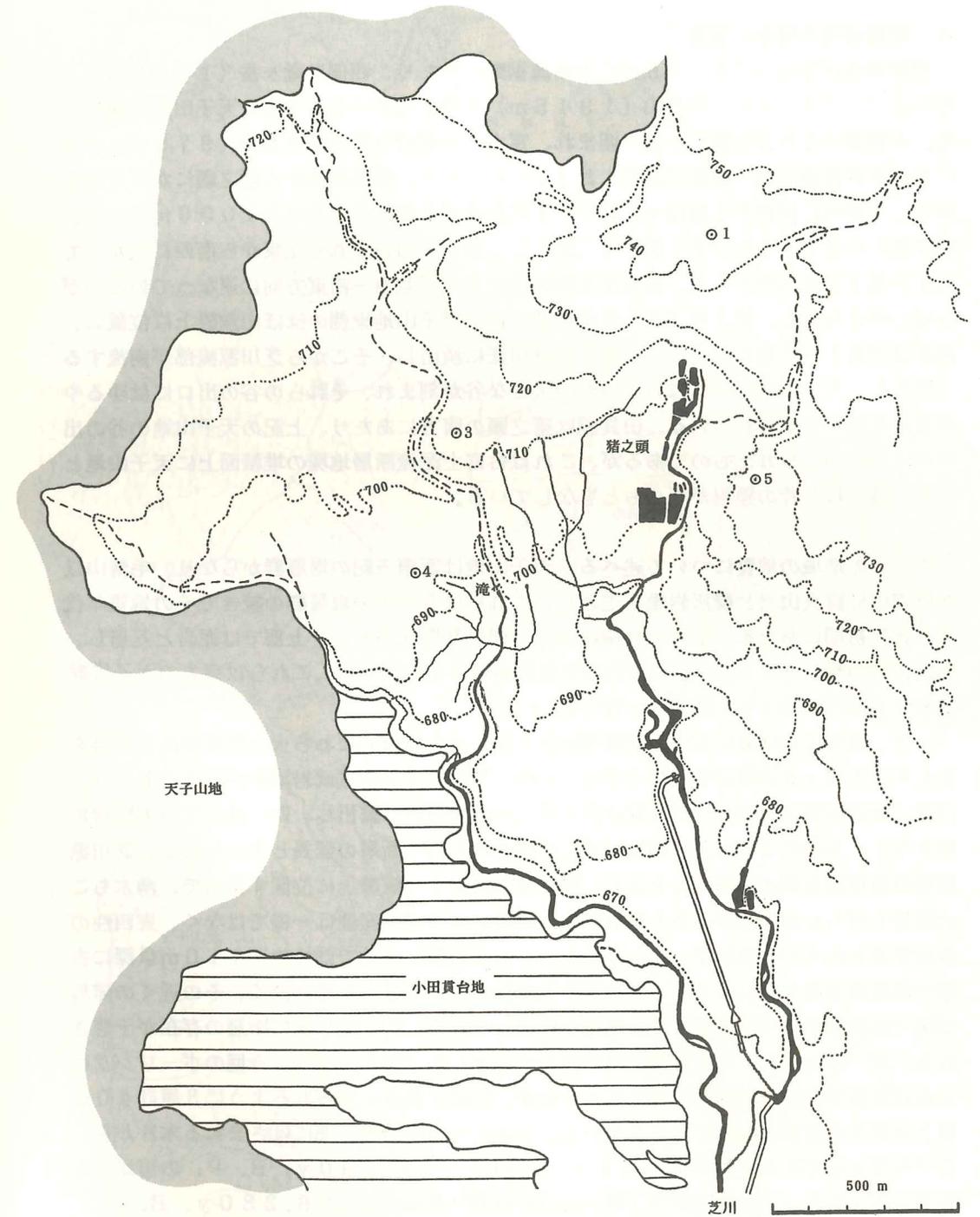


図2. 猪之頭付近の湧水分布図
ボーリング調査地点も示す

4. 朝霧地域の地形と地質

朝霧地域は富士山(3776m)の西麓裾野にあたり、西側は竜ヶ岳(1485m)、雨ヶ岳(1771m)、毛無山(1945m)を連ねる南北性の急峻な天子山地に限られる。本栖湖は竜ヶ岳北側に山地に囲まれ、富士山の裾野は県境の割石峠(978m)を境に北へ本栖湖側と南へ朝霧高原側におよそわけられる。朝霧高原から猪之頭にかけては全体として南西に傾斜する斜面からなり、上記県境では標高978mと1000m近いが、猪之頭にかけて700mまで低まる(図1)。溶岩流もいずれも北東から南西に向かって天子山地まで流れたようで、溶岩流末端の崖状地形が北西-南東方向に連なっているのがしばしば見られる。猪之頭、五斗目木の湧水群は天子山地東側のほぼ山麓線上に位置し、湧水は周囲より一段と低い崖下にあるいは川底に湧出し、そこから芝川源流部が南流する(図2)。天子山地東側にはいくつかの大きな谷が刻まれ、それらの谷の出口にはゆるやかな扇状地がつけられている。田貫湖は猪之頭の南方にあたり、上記の天子山地の谷の出口の1つにつくられたものであるが、これは古富士泥流断層地塊の堆積面上に天子山地との間に湛水した昔の狸沼がそのもとをなしている。

次にこの地域の地質について述べる。天子山地は新第三紀の地層群からなり、毛無山以北は安山岩質火山岩と凝灰岩類を主とし、これらは北方の御坂層群の続きでその地質年代は中新世初期にあたる。それより南は砂岩・礫岩互層を主とし、上部では泥岩と互層し、向斜構造の軸にあたる山頂部に安山岩質凝灰角礫岩を露出する。これらは南方の天子層群の続きで年代はおそらく鮮新世と若干新しい。

一方、富士山の南麓にあたる朝霧地域は下位に火山泥流すなわち火山灰質凝灰角礫岩を主とする古富士火山噴出物がひろがり、その上を新富士火山玄武岩溶岩がひろくおおう。古富士泥流は猪之頭南方の田貫湖の丘と平山の丘で地表に露出し、西に傾く2つの断層地塊を示し、東側の2つの急斜面はいずれも南方から続く断層の延長と考えられる。芝川源流部は田貫湖東側の断層線上を流れ、猪之頭もほぼその直線上に位置するので、湧水もこの断層と何らかの関係があると思われる。断層による垂直変位は一様ではなく、東西性の波状変形を示す。今回のボーリングによっても①の猪之頭北では地表下1110m以深に古富士泥流相当層が見られるが、③の五斗目木No.1では58m以深と浅く、その近くの陣馬の滝では滝壺崖の下半部は古富士泥流からなっていて、①と滝の間に断層の存在が予想される。ボーリングによる地質断面図ではこれを示した(図4, 5)。今回のボーリングによれば古富士火山堆積物は泥流を主とするが、⑤猪之頭東に見られるように3層計40m以上の厚さの玄武岩溶岩をはさんでいる。古富士火山堆積物上部にはさまれる木片から、C¹⁴年代としてそれぞれ23,814y. B. P., 21,190y. B. P. の値が得られている。また、①猪之頭北の下部の火山岩礫混り河川礫層は26,280y. B. P. の年代から考えて、古富士火山時代の天子山地山麓の扇状地堆積物と思われる。

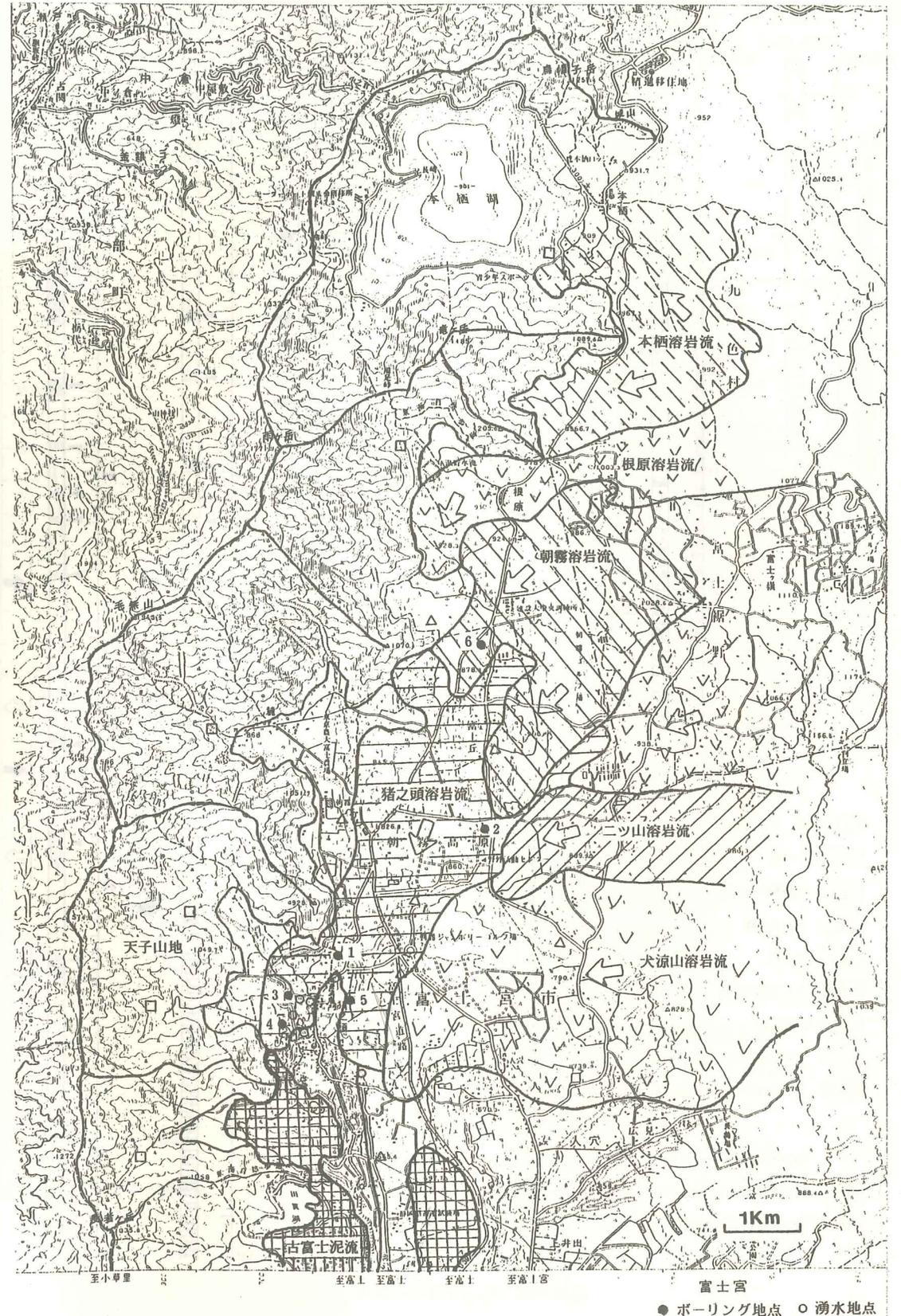


図3. 朝霧地域地質図

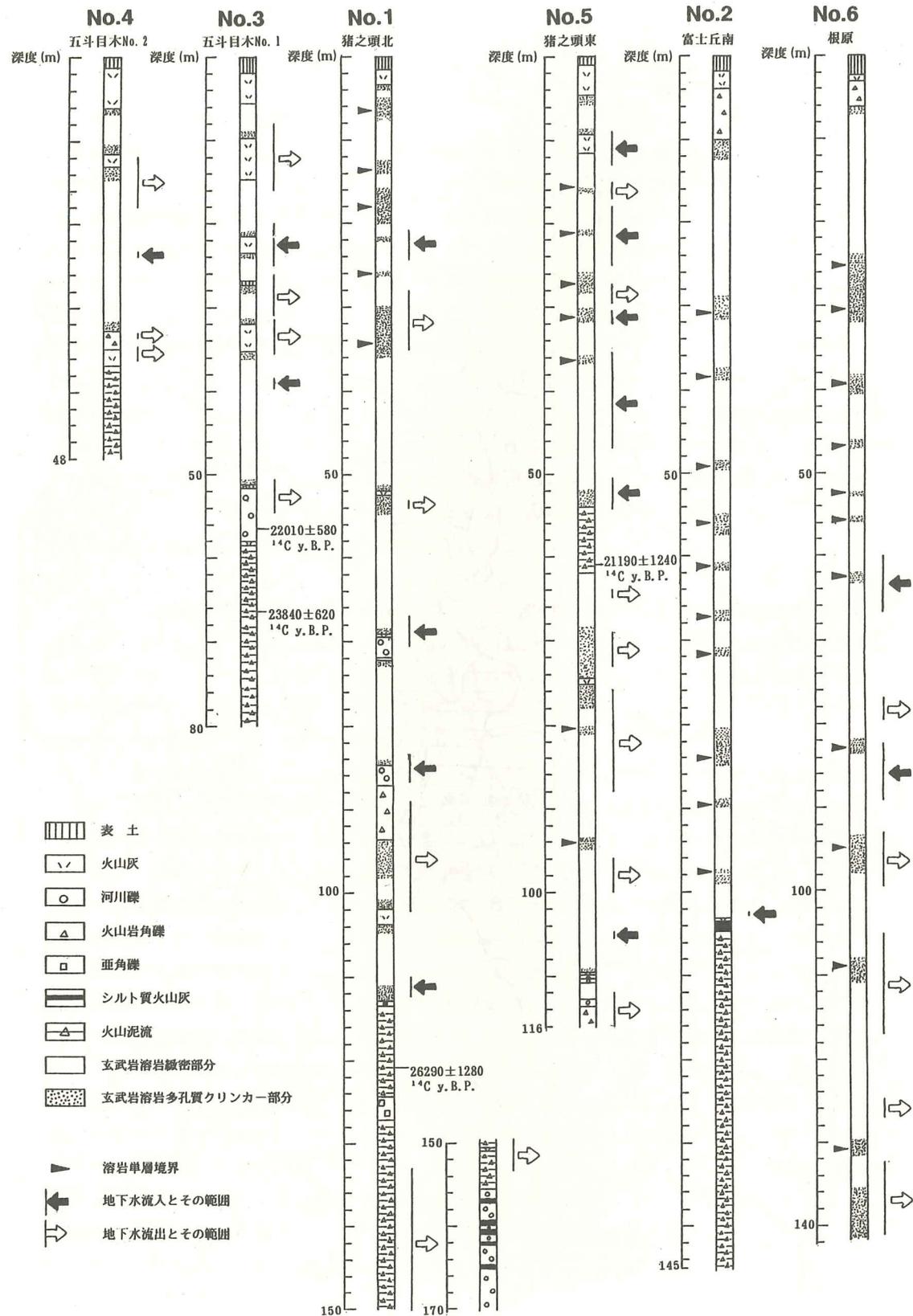


図4. 調査ボーリング地質・地下水柱状図

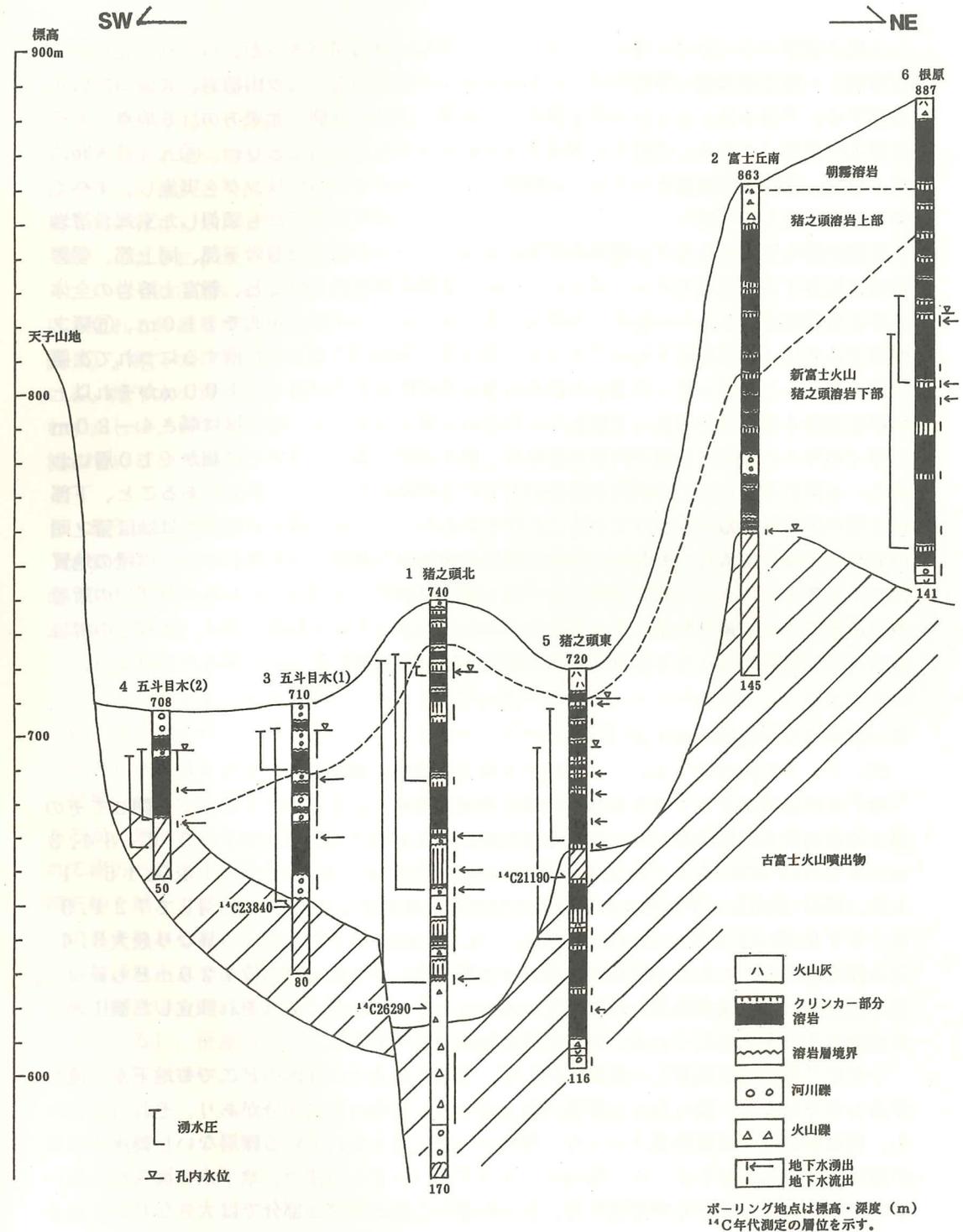


図5. 朝霧地域地質・地下水断面図

上位の新富士火山溶岩は津屋(1971)の詳しい分布図があるが、いずれも北東から西南流する猪之頭溶岩と朝霧溶岩、それに側火山の根原溶岩、ニツ山溶岩、犬涼山溶岩が分布する。今回のボーリングは猪之頭湧水の北側、西側、東側、北東方の計6地点、①猪之頭北で深度170m、②富士丘南で145m、③五斗目木No.1で80m、④五斗目木No.2で50m、⑤猪之頭東で116m、⑥根原で141mまでのボーリングを実施し、すべてのコアを採取した(図3, 4, 5)。ボーリングコアの対比は何れも類似した玄武岩溶岩で区別の難しい点もあるが、班晶の状態によって下位から猪之頭溶岩下部、同上部、朝霧溶岩に区別することができる。ボーリングによる地質断面図を見ると、新富士溶岩の全体の厚さは⑥根原で140m以上、②富士丘南で103m、①猪之頭北で110m、⑤猪之頭東で50m、③五斗目木No.1で48m、④五斗目木No.2で32mと南するにつれて次第に薄くなる。したがって、新富士の溶岩は富士宮道路地下ではおよそ100mかそれ以上の厚さであるが天子山近くでは30-50mと薄くなること、溶岩層は厚さ4-20mと様々の厚さの溶岩流単層が何層も重なり、例えば猪之頭北のコアでは細かく10層にわかれ、各溶岩単層の中心の緻密な部分の上下に自破碎のクリンカー部分があること、下部に2層の河川性礫層が挟まれていることなどがわかった。猪之頭付近の湧水はほぼ猪之頭溶岩流の末端に位置し、それらの湧水は溶岩流末端から湧出したと思われる。津屋の地質図(1971)によると猪之頭溶岩の一部と横手沢溶岩と名づけられたものが芝川の断層谷に沿ってさらに南へ分布するとされるが、あったとしてもきわめて薄く、新富士の溶岩は古富士の隆起地塊にさえぎられて猪之頭で大部分が末端となったと考えた方がよい。

5. ボーリング孔内の地下水

ボーリング孔内の地下水について地下水圧と微流速の測定をおこなった。

地下水圧は掘削をすすめながら、顕著に湧水が認められたとき、その上下を閉じてその部分の最高静水位を測定した。たとえば①猪之頭北では5区間(地表下29.6-34.3m, 51.0-55.4m, 66.0-70.6m, 82.0-87.1m, 110.15-115.9m)測定し、それぞれの最高静水位は孔口標高740.56mに対して721.35, 722.02, 721.80, 724.75, 722.48と少しづつ異なり最大3.4mの開きがある。これらの値はボーリングを掘り終わった後の静水位720mとも異なる。以上のことは、各湧水は互いにほぼ近い水圧をもっているが、それぞれ独立した被圧地下水であることを意味している。図5にその結果を示してある。

つぎに、微流速を測定した結果、例えば①猪之頭北では孔内のどこでも地下水の流れがあるのではなく、限られた5層準の湧水部分と5層準の流出部分があり、それらは何れも、溶岩単層間の自破碎状クリンカー部分か、間にはさまれている礫層ないし凝灰角礫岩の層準であることがわかった。他のボーリングについても同様で、地下水の流入流出はいずれもクリンカー部分か礫層部分で、溶岩単層中心部の緻密な部分では大きな割れ目のある場合以外は地下水の出入はないことがわかった。孔内から地下水が流出する部分は、地

下水圧が低い見掛け上流出するのか、もともと地下水のない空隙なので流出したのか、の何れかと思われるが今回は確かめることはできなかった。新富士溶岩の基底ではどこでも地下水の流入または流出が見られた。しかし、それぞれが最大の水圧を示すわけではない。この点で従来電気探査から推定された古富士泥流上の谷地形はあると思うが、それは地下水の主たる流路とはなっていない。また、古富士火山の堆積物中にも多くはないが地下水が存在している。

以上のように、地下水は溶岩中に一様に帯水して古富士泥流の上を流れているのではなく、いくつかの層にわかれ、溶岩流と溶岩流の間のクリンカー状破碎部分か、または間にはさまれる砂礫層中に充満し、被圧地下水としてゆっくり流動していることがわかった(図5)。地下水は大部分は猪之頭溶岩下部に見られたが、古富士泥流中にも若干含まれている。地下水の流れは各コアで同じようには見られないので、それぞれを対比することはむずかしい。いずれにしても、溶岩の間のある特定の間隙をえらび溶岩流の方向に沿って流れていると考えられる。

6. 地下水の水質分析

水質分析は深井戸7地点、湧水7地点、沢の水5地点、本栖湖1地点、ボーリング孔内の17層から採水し、富士宮市に分析を依頼した(表1)。その結果をヘキサダイアグラムにして表すと、この地域の地下水は富士山系の地下水と天子山系の地下水に明瞭に区別できる。自然湧水とボーリング孔内の地下水は両者の中間型を示すことや、ボーリング孔内の地下水は下位の層ほど富士山系により近い型を示すことなどがわかり、これは両系統の地下水が湧水地付近では混合しているものと思われる(図6, 7, 8)。混合の割合は猪之頭湧水地付近でおよそ50%ずつと推定される。

従来、朝霧から猪之頭にかけては本栖湖の水が地下水として流下しているという考えがあるが、地形的には水位標高約900mの本栖湖の水は天子山系の東西の尾根にへだてられて南方へは流下できそうもない。本栖溶岩は本栖湖方向と根原方向にわかれているが、割石峠を越えて根原まではきていない。割石峠付近の溶岩中の地下水水位は本栖湖と同じ位の高さにあるといわれるが、前にも述べたように、溶岩中の地下水は自由面地下水でなく、被圧地下水である。したがって、本栖湖の水は溶岩の地下水によって涵養されとしても、溶岩中を逆に流れることはできない。また、本栖湖の水質は猪之頭湧水とは全く異なっているし、根原ボーリング孔内の水質も直接富士山に由来する系統の水で、本栖湖の要素は見られない。

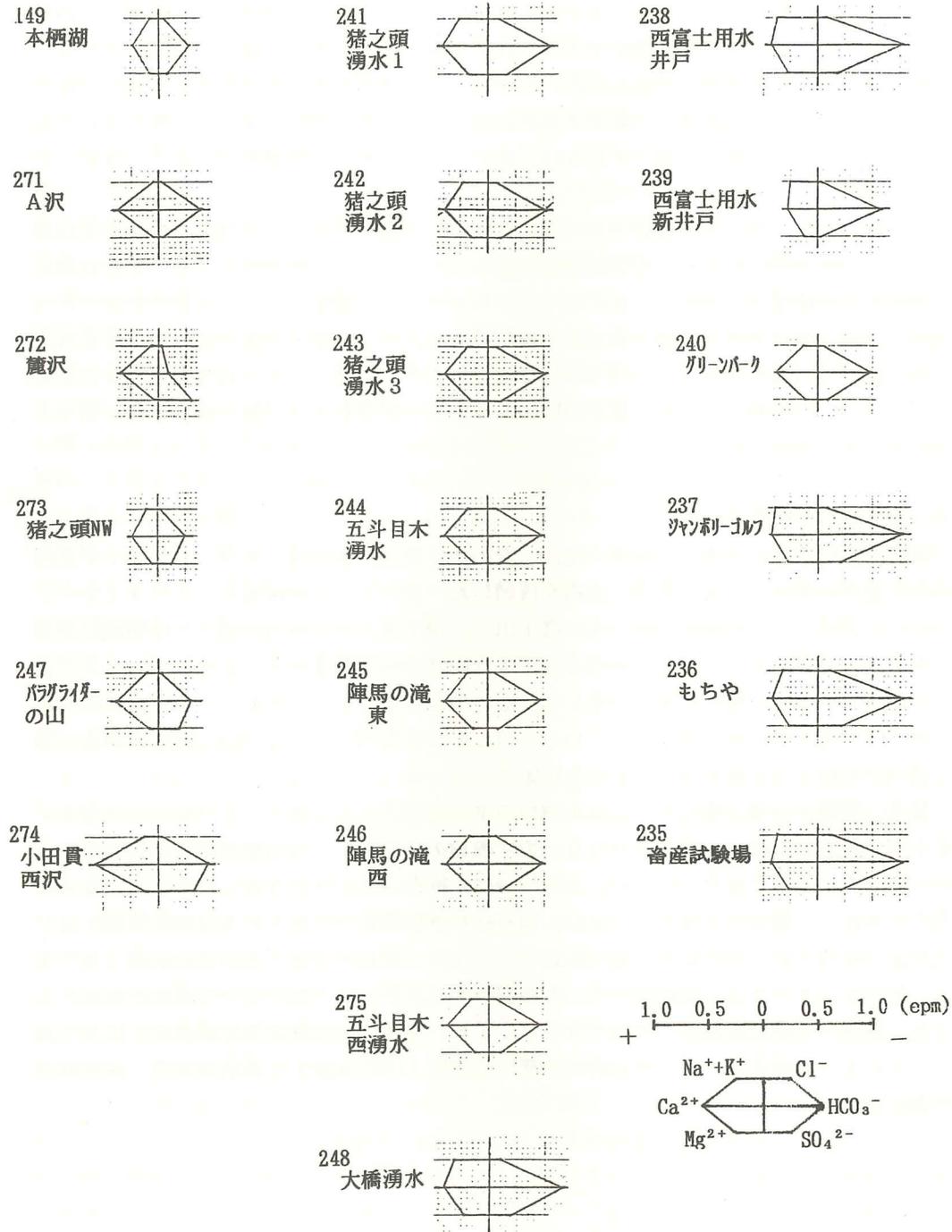


図6. 朝霧地域河川・湖水・湧水・深井戸の水のヘキサダイアグラム

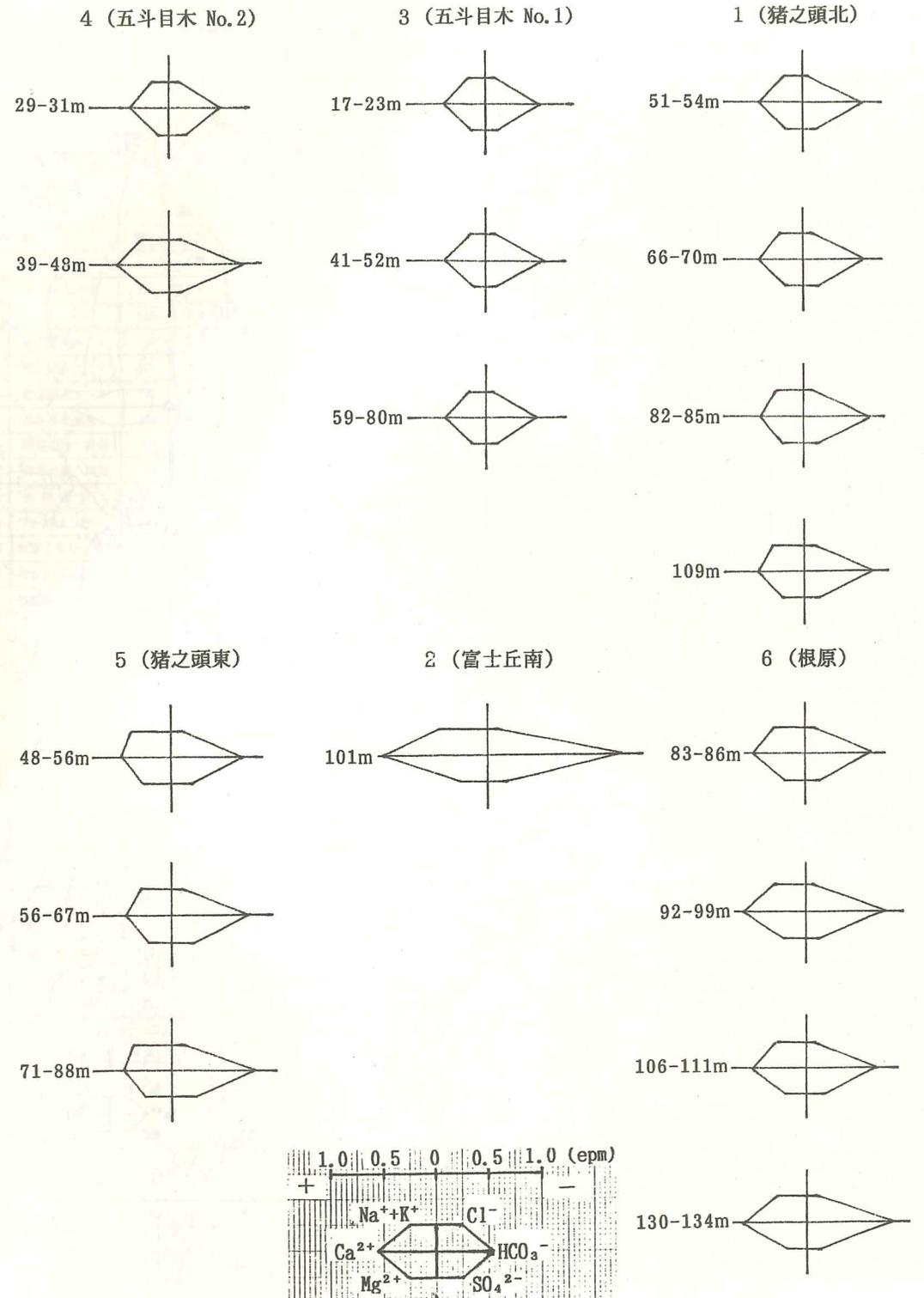


図7. 朝霧地域ボーリング孔内各層の水のヘキサダイアグラム

人 穴 A 沢 本 湖

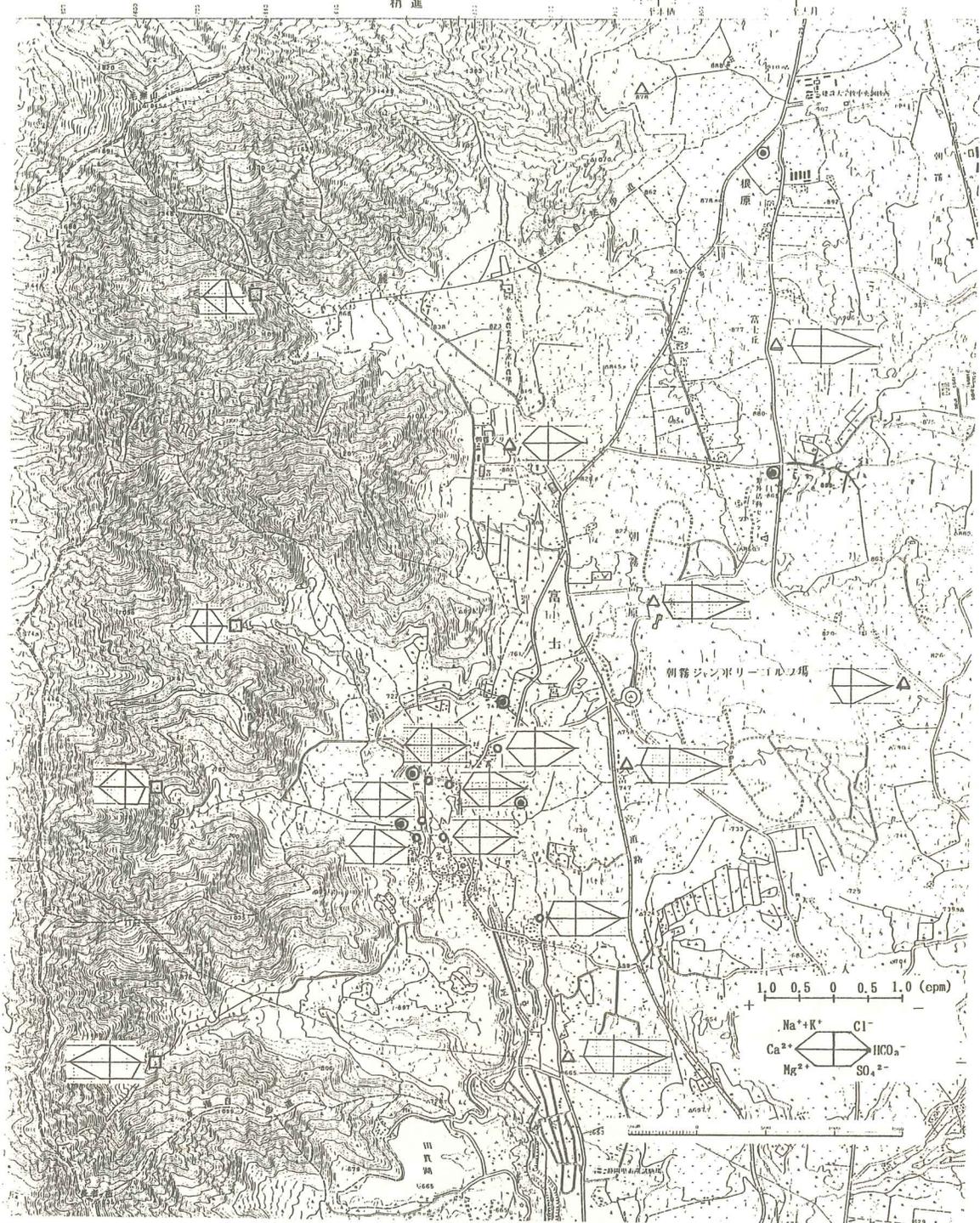


図8. 朝霧地域水質分布図 □河川水・湖水 ○湧水 △井戸水のヘキサダイアグラム (◎はボーリング地点を示す)

表1-1 朝霧地域 河川・湖・湧水・深井戸・ボーリング孔内水質分析一覧

1990年9月 採水

NO.	採水地	(m) 標高	(°C) 気温	(°C) 水温	pH	電 気 伝導度	(e p m)							δ ¹⁸ O	δ ² H	
							Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺			Na ⁺ +K ⁺
148	本 栖 湖	800			7.0		0.028	0.270	0.074	0.070	0.077	0.245	0.066	0.147		
171	A 沢	1,080	19.3	11.8	7.3		0.023		0.048	0.048	0.003	0.324	0.049	0.051		
172	麓 沢	970	18.8	12.7	7.1		0.020		0.254	0.057	0.010	0.225	0.033	0.067		
173	猪之頭NW沢	800	17.7	13.2	7.5		0.023		0.092	0.083	0.008	0.185	0.049	0.091		
147	ハクダゲ-山の谷	870	18.1	14.2	7.3	41.4	0.025	0.295	0.158	0.100	0.005	0.299	0.074	0.105	-9.4	
174	小田貫 西沢	840	15.3	12.7	7.6		0.023		0.212	0.083	0.005	0.454	0.099	0.088		
141	猪之頭湧水 1	720	21.4	10.2	7.2	64.8	0.099	0.583	0.133	0.222	0.028	0.434	0.189	0.250	-8.1	8.7±0.4
142	猪之頭湧水 2	705	24.6	10.8	7.0	52.3	0.073	0.547	0.110	0.187	0.026	0.384	0.156	0.213	-9	8.1±0.4
143	猪之頭湧水 3	712	22.2	11.0	7.0	52.4	0.065	0.520	0.102	0.165	0.023	0.384	0.148	0.188	-9	
144	五斗目木湧水 1	705	23.4	11.4	6.9	44.3	0.056	0.491	0.094	0.148	0.020	0.374	0.132	0.168	-9	7.1±0.4
145	陣馬の滝 東側	700	20.2	11.8	7.0	51.1	0.056	0.461	0.094	0.139	0.023	0.369	0.132	0.162	-9	
146	陣馬の滝 西側	700	20.2	12.1	7.2	51.8	0.051	0.480	0.094	0.135	0.023	0.369	0.123	0.158	-8.8	
148	大 橋 湧 水	675	21.6	10.6	7.1	67.8	0.099	0.626	0.018	0.300	0.031	0.379	0.238	0.331	-10.1	
140	リ-ン-パ-ク 井戸	814		12.1	7.0	48.3	0.051	0.583	0.077	0.117	0.018	0.374	0.107	0.135	-9	
138	西富士用水 井戸	875	26.5	10.7	7.2	75.2	0.079	0.728	0.185	0.352	0.031	0.394	0.271	0.383	-10.2	
138	西富士用水新井戸	792	23.8	12.1	7.5	50.1	0.031	0.575	0.040	0.235	0.023	0.264	0.132	0.258	-9.6	
137	朝霧ジャンボリー-ゴルフ井戸	805	28.4	10.9	7.2	81.7	0.090	0.756	0.192	0.378	0.033	0.394	0.271	0.411	-10.1	
136	もちや 井戸	785	25	11.1	7.3	84.8	0.090	0.693	0.185	0.344	0.031	0.379	0.255	0.375	-8.9	
135	県畜産試 井戸	665		11.7	7.3	83.3	0.099	0.724	0.187	0.357	0.036	0.399	0.271	0.393	-9.9	

表1-2 朝霧地域 河川・湖・湧水・深井戸・ボーリング孔内水質分析一覧

1991年 3/5 (241~248:271~274) 3/14 (235~240, 275) 採水

NO.	採水地	(m) 標高	(°C) 気温	(°C) 水温	pH	電 気 伝導度	(e p m)							δ ¹⁸ O	δ ² H	
							Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺			Na ⁺ +K ⁺
271	A 沢	1,080	5.3	4.5	7.5	30.1	0.023	0.381	0.056	0.048	0.003	0.369	0.049	0.051	-9.5	
272	麓 沢	970	6.9	2.5	7.0	30.9	0.023	0.097	0.306	0.061	0.008	0.324	0.041	0.067	-9.7	
273	猪之頭NW沢	800	16.4	6.5	7.4	26.1	0.028	0.240	0.133	0.096	0.005	0.235	0.058	0.101	-9.3	
247	ハクダゲ-山の谷	870	10.1	6.1	7.4	32.7	0.028	0.295	0.192	0.100	0.005	0.374	0.082	0.105	-9.1	
274	小田貫 西沢	840	11.8	6.2	7.6	32.7	0.028	0.448	0.314	0.096	0.026	0.579	0.123	0.122	-8.7	
241	猪之頭湧水 1	720	16.0	9.8	7.2	66.4	0.104	0.572	0.169	0.231	0.028	0.409	0.189	0.299	-9.5	
242	猪之頭湧水 2	705	15.7	10.4	7.1	58.5	0.085	0.526	0.135	0.187	0.023	0.394	0.156	0.210	-9.1	
243	猪之頭湧水 3	712	16.0	10.7	7.1	57.7	0.079	0.510	0.123	0.174	0.023	0.389	0.148	0.197	-9.0	
244	五斗目木湧水 1	705	17.4	11.0	7.0	54.2	0.068	0.485	0.112	0.157	0.020	0.379	0.132	0.177	-9.0	
275	五斗目木西湧水	705	4.8	10.9	7.0	70.2	0.065	0.466	0.106	0.139	0.020	0.364	0.123	0.159	-8.9	
245	陣馬の滝 東側	700	15.3	11.1	7.1	53.7	0.071	0.473	0.104	0.152	0.020	0.374	0.123	0.173	-9.0	
246	陣馬の滝 西側	700	15.3	11.1	7.3	53.0	0.068	0.471	0.108	0.148	0.020	0.374	0.123	0.168	-9.0	
248	大 橋 湧 水	675	18.7	9.7	7.2	73.6	0.099	0.661	0.198	0.296	0.031	0.399	0.238	0.303	-10.4	
240	リ-ン-パ-ク 井戸	814	4.1	11.8	7.0	65.2	0.054	0.479	0.080	0.113	0.018	0.374	0.107	0.131	-8.8	
238	西富士用水 井戸	875	8.2	10.7	7.4	113.9	0.085	0.785	0.194	0.344	0.031	0.424	0.280	0.374	-10.3	
238	西富士用水新井戸	792	7.4	10.9	7.9	66.5	0.031	0.598	0.033	0.231	0.023	0.274	0.132	0.254	-9.8	
237	朝霧ジャンボリー-ゴルフ井戸	805	3.6	10.4	7.3	115.7	0.096	0.776	0.210	0.365	0.031	0.414	0.271	0.396	-10.1	
236	もちや 井戸	785	4.5	10.2	7.5	115.2	0.102	0.762	0.202	0.352	0.031	0.424	0.280	0.383	-10.2	
235	県畜産試 井戸	665	6.5	10.5	7.8	114.8	0.107	0.764	0.202	0.348	0.031	0.424	0.280	0.379	-10.1	

表1-3 朝霧地域 河川・湖・湧水・深井戸・ボーリング孔内水質分析一覧

NO.	ボーリング井採水	(m) 標高	(m) 深さ	採水日	pH	(e p m)								$\delta^{18}O$	δ^2H
						Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺		
No.1	猪之頭 IK-1	740	51 - 54		7.0	0.071	0.574	0.133	0.191	0.023	0.394	0.165	0.214	-9.0	8.3±0.4
	猪之頭 IK-2	740	66 - 70.3		7.5	0.082	0.573	0.133	0.213	0.026	0.414	0.173	0.239	-9.3	8.6±0.4
	猪之頭 IK-3	740	82 - 85		7.4	0.087	0.639	0.156	0.244	0.028	0.394	0.197	0.272	-9.6	11.0±0.4
	猪之頭 IK-4	740	109		7.6	0.093	0.646	0.165	0.261	0.028	0.429	0.214	0.289	-9.6	11.0±0.4
No.2	富士丘南 F-1	863	103 - 145		8.2	1.362	1.864	1.924	2.384	0.074	1.587	0.913	2.458	-11.3	1.2±0.3
	富士丘南再 FS-1	863	101	9/23	7.1	0.109	1.309	0.199	0.387	0.082	1.003	0.246	0.469	-8.9	5.7±0.4
No.3	群衆 No.1 G-1	710	17.6-23.2	1/17	7.5	0.085	0.528	0.102	0.148	0.020	0.394	0.132	0.168	-8.8	7.5±0.4
	群衆 No.1 G-2	710	41.2-52.8	2/13	7.7	0.082	0.528	0.100	0.148	0.023	0.394	0.140	0.171	-9.0	7.7±0.4
	群衆 No.1 G-3	710	58.3-80.0	3/15	7.3	0.085	0.507	0.102	0.148	0.020	0.374	0.132	0.168	-8.9	7.5±0.4
No.4	群衆 No.2 G2-1	708	29.7-31.9	3/5	7.5	0.124	0.485	0.108	0.148	0.020	0.374	0.123	0.168	-9.0	8.4±0.4
	群衆 No.2 G2-2	708	39.9-48.0	3/15	8.6	0.054	0.730	0.127	0.231	0.036	0.494	0.173	0.267	-8.2	10.9±0.4
No.5	猪之頭東 IKE-1	720	48 - 56	8/1	7.6	0.099	0.674	0.206	0.358	0.033	0.454	0.263	0.389	-10.0	10.2±0.4
	猪之頭東 IKE-2	720	56 - 67	8/3	7.6	0.102	0.738	0.189	0.304	0.031	0.439	0.230	0.335	-10.3	11.1±0.4
	猪之頭東 IKE-3	720	71 - 86	8/25	7.8	0.099	0.785	0.208	0.352	0.031	0.469	0.271	0.383	-10.3	11.1±0.4
	猪之頭東 IKE-4	720	107 - 116	9/4	-	-	0.714	-	-	-	-	-	-	-10.3	10.7±0.4
No.6	根原 N-1	887	83 - 86	10/23	7.6	0.107	0.643	0.162	0.265	0.026	0.489	0.189	0.291	-9.5	8.8±0.4
	根原 N-2	887	92 - 99	11/5	7.8	0.107	0.789	0.169	0.265	0.026	0.609	0.197	0.291	-9.4	8.8±0.4
	根原 N-3	887	106 - 111	11/7	7.8	0.104	0.691	0.169	0.265	0.026	0.509	0.197	0.291	-9.3	9.8±0.4
	根原 N-4	887	130 - 134	11/12	7.8	0.107	0.831	0.173	0.265	0.026	0.629	0.197	0.291	-9.5	9.3±0.4
	根原 N-5	887	134 - 141	11/13	-	-	0.793	-	-	-	-	-	-	-9.8	11.1±0.4

水質分析のうち水源の高さを推測するための $\delta^{18}O$ の測定は名大理学部中井信之教授にお願いした。その結果、この付近の標高800-1000mの沢の水の $\delta^{18}O$ は-8.7~-9.7を示すが、湧水は675-712mとより低い標高にあるにもかかわらず $\delta^{18}O$ は-8.9~-10.4とより軽い値を示す。このことは湧水が沢の水の水源よりも高いところに由来する水を多く含むことを示している。深井戸の水(標高665-875m、 $\delta^{18}O$ は-8.8~-10.3)、ボーリング孔内の水(標高708-887m、 $\delta^{18}O$ は-8.9~-10.3)もほぼ同様である。また、ボーリング孔内の水は深くなるほど $\delta^{18}O$ の濃度はより軽くなっている。これらのことは湧水・井戸水・ボーリング孔内の水は富士山高所(標高約2000m以上)に由来する水を含むと考えるとよい(図9)。

水質分析のうち、トリチウム(3H)濃度測定は環境科研(東京)に依頼した。その結果、湧水は7.1~8.7 TU、ボーリング孔内の水は7.5-11.1 TUの値を得た(表1)。トリチウム(半減期12.26年)濃度による地下水の年令測定については地下水の経路が充分明らかではない等方法論がまだ確立していないが、これらを北岡(1983)のグラフにあてはめるとおよそ40-60年の年令が推定される。もしその通りとすれば、地下水の流動速度は1日につき70-90cmということになる。この値は通常の地下水の速度に近い。

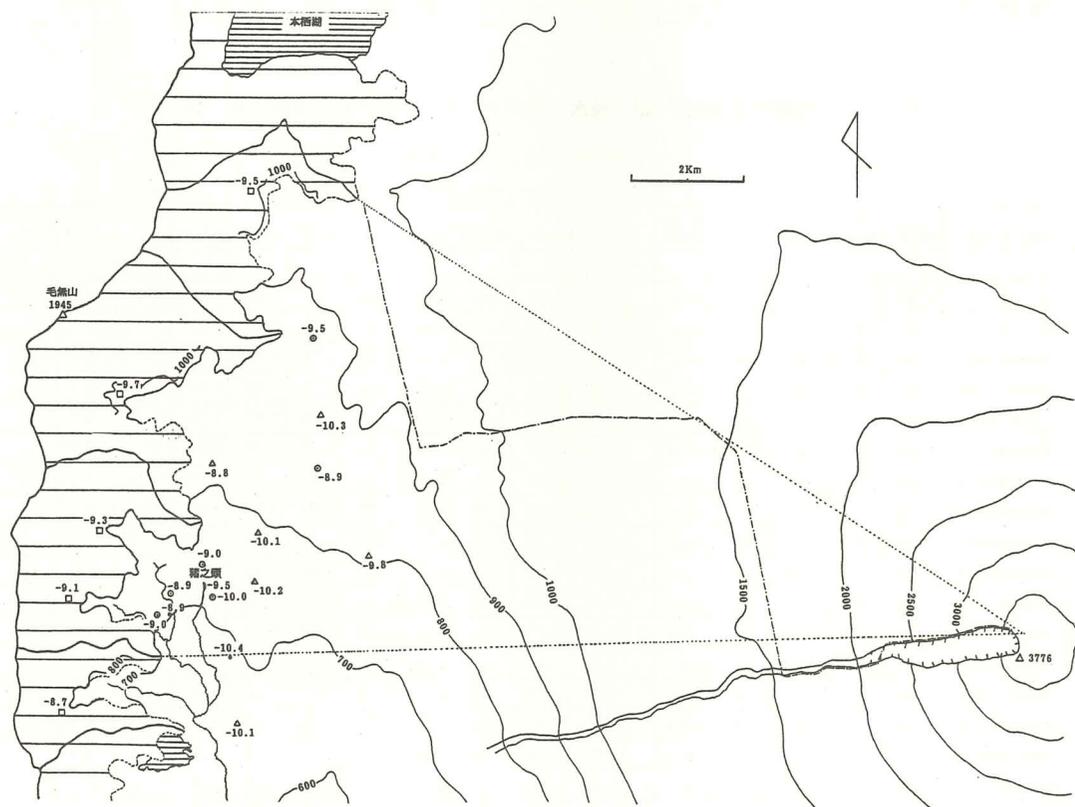


図9. 朝霧地域水質分布図

□河川水 ●湧水 △井戸水 ●ボーリング孔内上層地下水の $\delta^{18}O$ 濃度

7. 地下水位の連続観測

ボーリング孔内水位連続日観測結果を図10に示す。観測は全期間充分にはおこなえなかったが、猪之頭北はH3.4.1から1年間、上下の2層分離で観測結果が得られた。上層と下層の地下水はほぼ並行するものの、若干の地下水圧の差のあることがわかる。とりわけ平成3年9月19日の大雨時に即日大きな水位上昇があったが、この時は富士五湖異常増水の大雨で大量の雨が富士山高所に集中した。そしてこれは猪之頭北および富士丘南が天子山系に近い五斗目木よりはるかに強い影響を受けている。

つぎに、猪之頭観測井の水位連続日変化をS58年、59年、H元年の3年間について図11-1、2、3に示す。これによると、降雨による地下水位の即日顕著な増加がはっきりあらわされており、被圧地下水の性質をよく示している。また、猪之頭の水位は富士山頂の融雪によって顕著ではないが若干上昇するようと思われる。

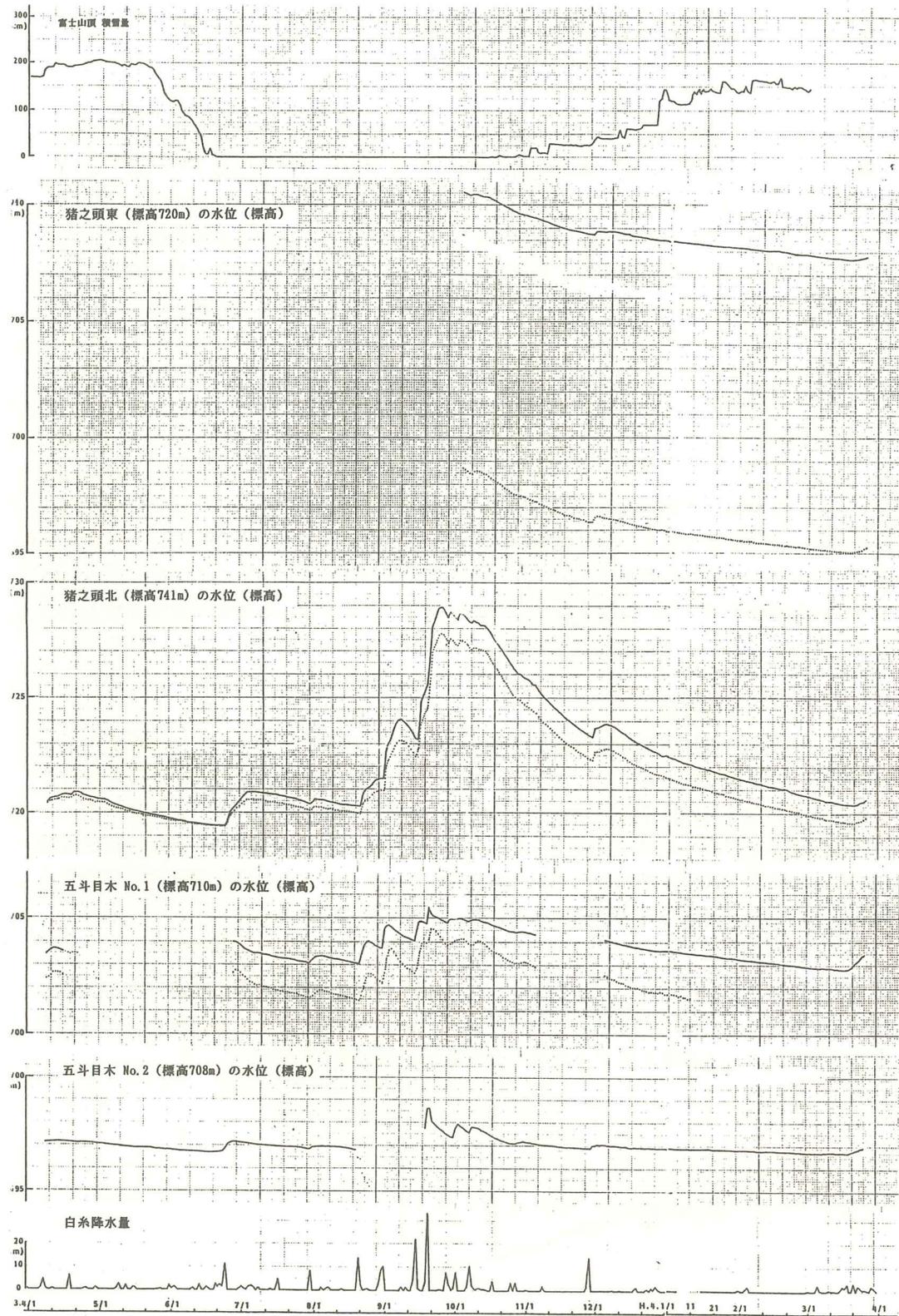


図10-1. 朝霧地域ボーリング孔内水位変化 (H3.4.1-H4.3.25)
 富士山積雪量、白糸降水量もあわせて示す。実線は上層、点線は下層地下水の水位を示す。

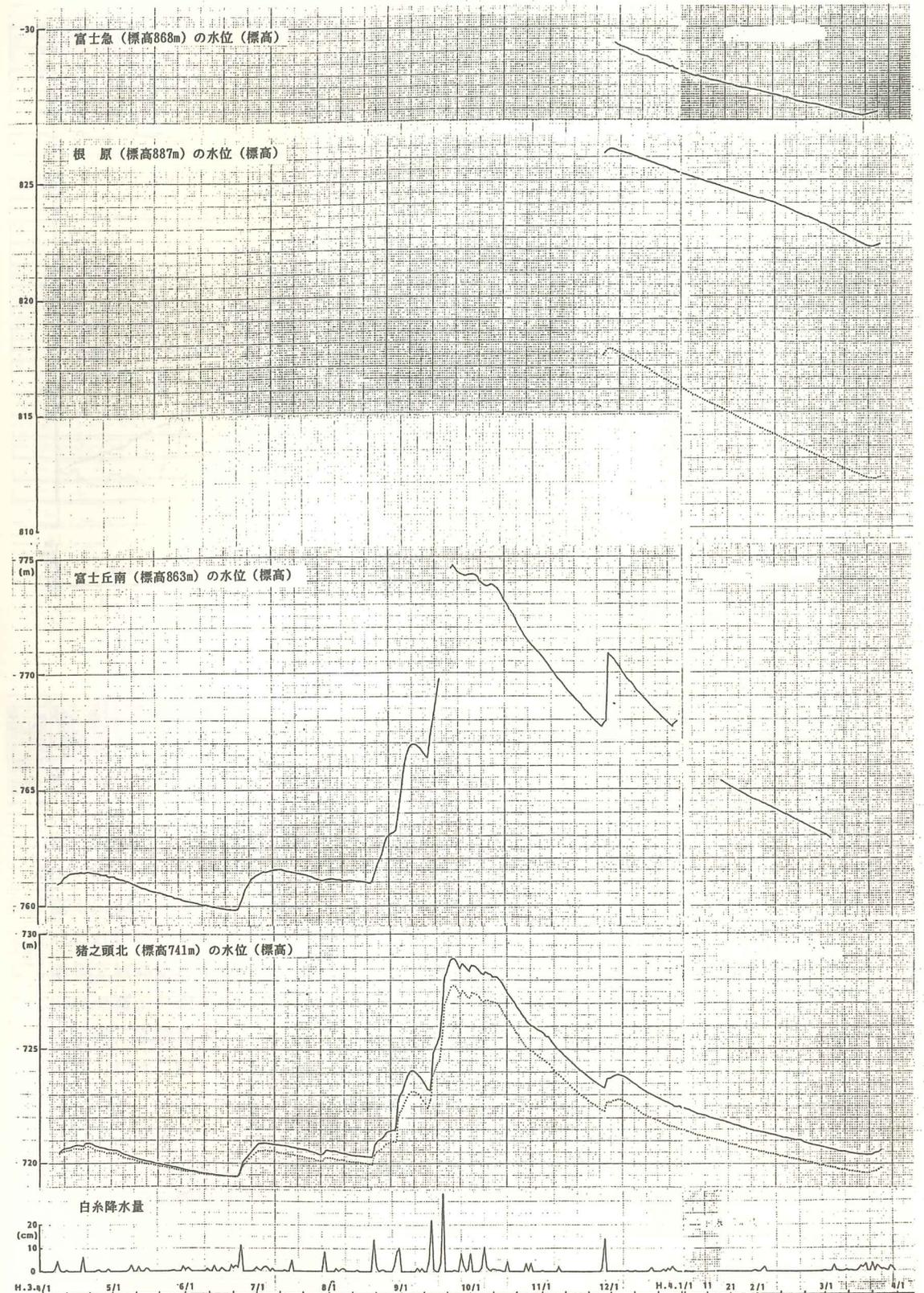


図10-2. 朝霧地域ボーリング孔内水位変化 (H3.4.1-H4.3.25)
 (根原については富士急調査用ボーリング孔も使用させて頂いた)

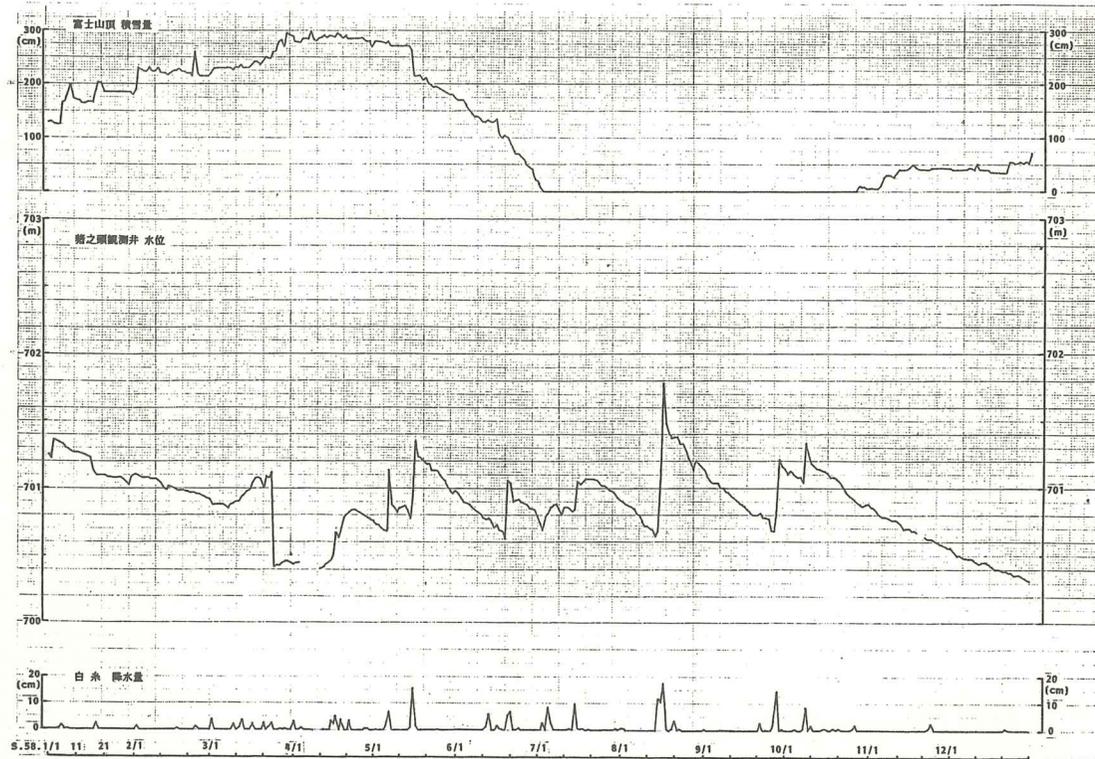


図11-1. 猪之頭観測井水位変化 (昭和58年)

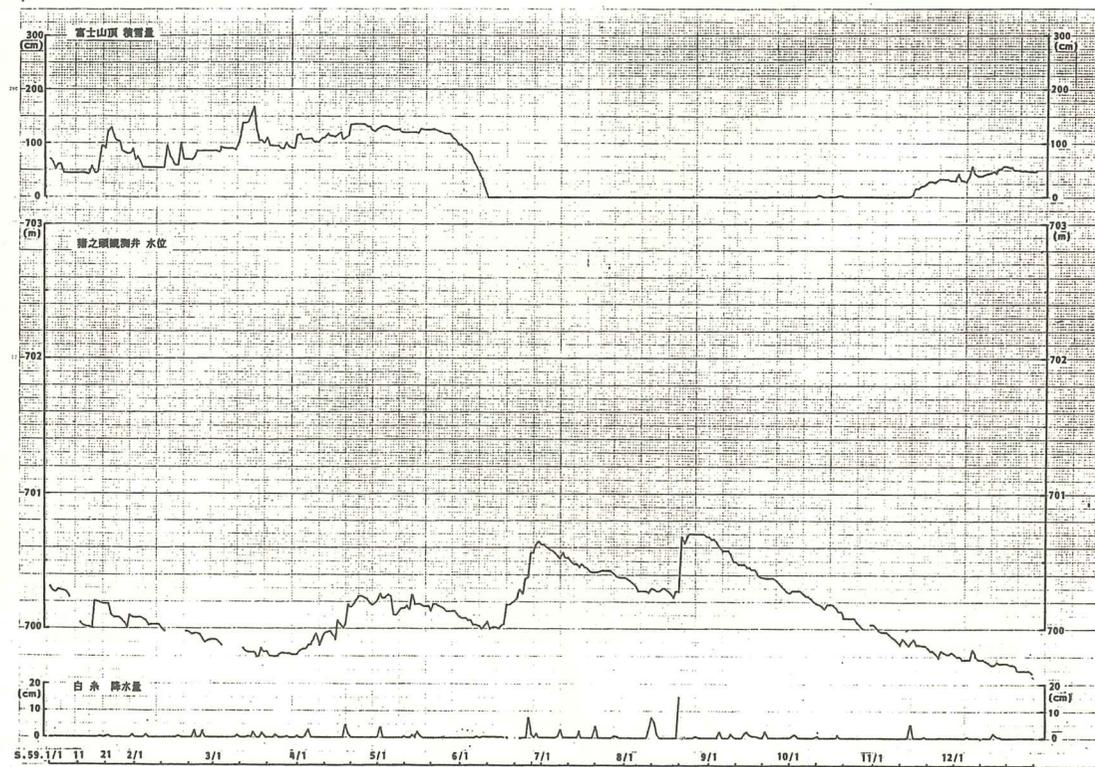


図11-2. 猪之頭観測井水位変化 (昭和59年)

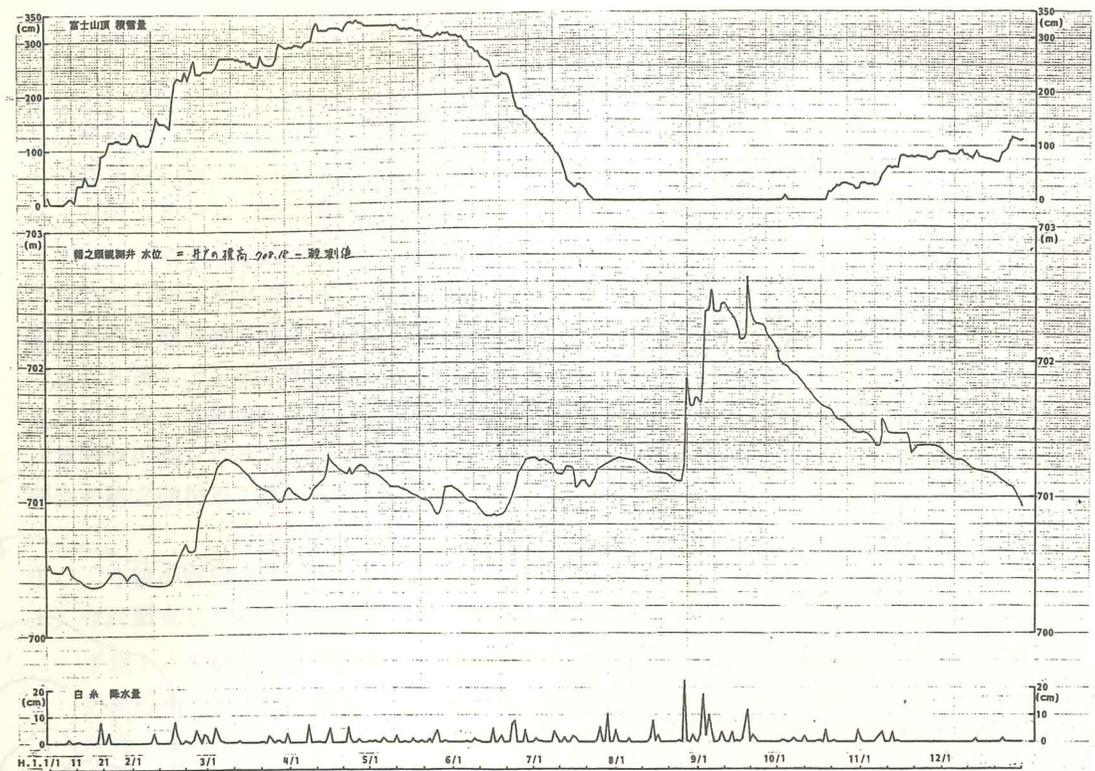
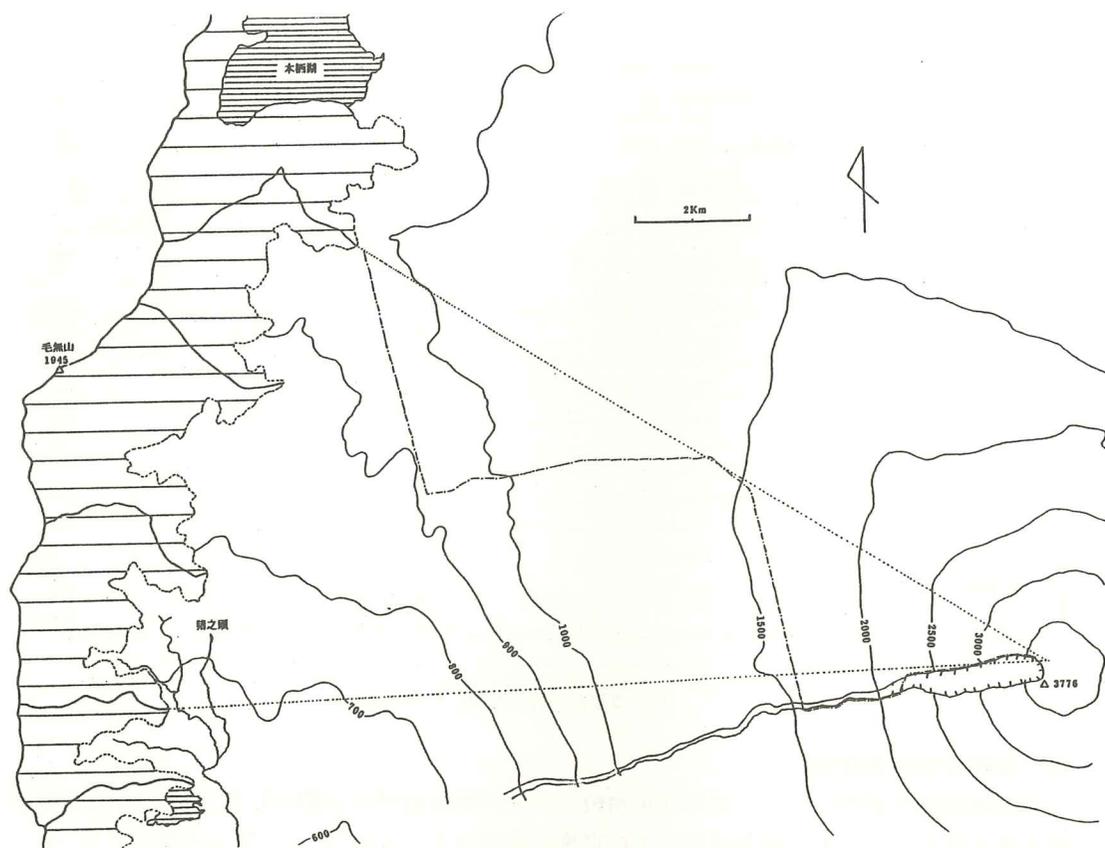


図11-3. 猪之頭観測井水位変化 (平成元年)

8. 朝霧地域の水収支

朝霧地域の水収支については静岡英和短大の北川光雄教授にお願いした。猪之頭の推定集水域を図12に示す。猪之頭湧水の推定集水面積は95 Km²、うち富士山は67%、天子山地は33%を占める。等高線をもとに計算した総降水量は年214,250,000トンとなり、降水量は年平均2255mmとなる。蒸発量を600mm/年とし、流出量を20%としてそれらを差し引けばこの地域の地下水量は34.4万トン/日となる。このうち富士山側は64%22万トン/日、天子山地側は36%12万トン/日が見積もられる。

これに対して湧水量は県の資料にもとづき猪之頭・五斗目木のS61年からH3年までの各2回測定の前平均をとれば日量19万トンとなり、それに西川6000トン/日とそれ以外の富士宮市の保存湧水分42,000トン/日を加えると日量24万トンとなり、これは地下水総量の70%に相当する。この地域の現在の地下水使用量は猪之頭簡易水道、西富士用水、ほかの深井戸からの揚水量等約1.2万トン/日とされ、現在のところそれほど多いとは思われないが、湧水量についてはS30年に猪之頭で51万トン/日の報告もあり、測定点より下流の湧水も加える必要があり、湧水量はさらにふえると予想される。また、流出量は20%としたが実際はより多い可能性もある。したがって、地下水の一部は地下深部を通ってさらに下流側に流れる可能性はあるが大部分の地下水は猪之頭で湧水するものと考えた方がよい。この点を明らかにするためには流出量と湧水量全体の見積もりをより一層確実にする必要がある。



集水面積	95 Km ²	富士山 67 %
		天子山地 33 %
総降水量	2億1425万トン/年 (年平均 2,255mm)	
蒸発量	600 mm/年	
流出量	20 %	
地下水量	34.4万トン/日	富士山 22万トン
		天子山地 12万トン

湧水量	26.4万トン/日
地下水利用量	1.2万トン/日
計	27.6万トン/日

図12. 朝霧地域猪之頭湧水群の推定集水域 (点線の範囲)
実線は等高線 (m) と天子山地の水系区分を示す

9. 結論

朝霧地域の地下水は、富士山西側斜面の降雨降雪に由来する地下水が溶岩中にはいり込み、何層も重なった溶岩層と溶岩層の間の自破碎クリンカー部分の間隙に充満し、被圧地下水としてゆっくり流下することがわかった。これら地下水は溶岩流末端で湧き出すと考えられる。地下水は溶岩流の方向に沿い、溶岩中のいくつかの間隙を満たして流下すると思われる。地下水は地下川として溶岩中に一様に帯水して流下しているとは思われない。

これら富士山に由来する地下水は天子山地近くで同山地に由来する地下水と混合して湧水している。本栖湖の水は溶岩中を朝霧地域へ流下しているとは考えられない。

水収支の観点からすると、朝霧地域の地下水は日量平均34万トンと推定され、その大部分が猪之頭付近で湧水すると考えられる。

10. 今後の課題と提言

- 1) 今回調査した朝霧地域は富士宮市北部にあたるが、地下水の保全と活用のためにはまず地下水の賦存量と流動状況を明らかにし、それに基づいて計画的に対策をすすめる必要がある。上述の結論を更に確かめ、富士宮市全域の地下水の状況を明らかにするために、今後市全域の地下水系区分、湧水量、水収支の関係を解明することが重要である。
- 2) 上記1)の精度を高めるため、雨量、湧水量、河川流量、水位変化、地下水利用量等の最低必要な観測体制を確立することが望ましい。
- 3) 朝霧地域の日量平均34万トンと推定される地下水の今後の保全と有効利用および良質地下水の保全対策を早急に検討することが望ましい。

文 献

- 井野盛夫 (1976) : 富士山南・西麓の湧水について、日本地下水学会誌, v.13(1), p.1-8.
- 岩井田黎一郎・佐々木実 (1951) : 富士宮市北部の地質と地下水、地質学雑誌, v.57(666), p.111-118.
- 北岡豪一 (1983) : トリチウムによる浅層地下水の滞留時間の推定、水温の研究, v.26(5), p.25-34.
- 蔵田延男 (1950) : 水理地質の基本的考察、地質学雑誌, v.56(657), p.323-330.
- 蔵田延男 (1965) : 富士の裾野の水探し、地学雑誌, v.76(6), p.31-46.
- 蔵田延男 (1967) : 富士山城水理地質図説明書—富士山の地下水・既往の調査成果の水理地質学的総括、日本水理地質図4、地質調査所, 31p.

宮本 昇 (1968) : 富士火山山麓の水理地質学的研究—火山地域地下水の代表例として—, 86p.

日本工業用水協会 (1972) : 富士宮地区地下水調査, 57p.

佐々木実 (1959) : 富士山西南麓の地質と地下水、地学雑誌, no. 713, p. 34-43.

志村 馨 (1960) : 富士山西麓および東麓地域における地質、地下水調査について、物理探鉱, v. 13(1), p. 46-64.

土 隆一 (1985) : 富士山三島溶岩の構造と地下水—楽寿園小浜池湧水の水質学的考察、三島市小浜池保存調査に関する報告書、三島市, p. 81-98.

土 隆一 (1990) : 富士山—その構造と特色—、土木施工, v. 1(1), p. 20-31.

津屋弘達 (1971) : 富士山の地形・地質、富士山、富士急行, p. 1-74.

山本荘毅 (1970) : 富士山の水文学的研究—火山体の水文学序説—、地理学洋論, v. 43(5), p. 267-284.

富士宮市北部の水収支

北 川 光 雄

静岡英和女学院短期大学

富士宮市北部の水収支に関する資料を収集し、その検討を行なった。水収支にかかわる水文的项目として、降水量、蒸発散量、表面流出量、地下流出量などの観測値を求めたが、既存の資料は十分でなく、推定をもとにした概数で代用させた場合も多い。以下、その手順や積算の根拠などをもとに水の流れに関する問題点もふくめて結果を述べる。

1. 集水範囲

猪之頭、五斗目木などが湧水量の多い代表的な湧水地点であるが、その地点に集まる地下水の範囲は図1のような範囲を推定した。その面積はほぼ95 Km²である。東側は富士火山の裾野の溶岩からなる小起伏の山麓面で、水系は発達するがその分水界を特定することは困難である。西側は天子山地の東斜面にあたり、山体を開析する樹枝状の水系を発達させている。猪之頭は富士火山と天子山地との境界にあたり、湧水地点は溶岩流末端の急斜面をもつ崖の下部に見られる。線状に湧水地点がひろがるが猪之頭の集落内にも小規模な湧水地点は点在する。五斗目木は陣馬滝西方の斜面から面的に湧出する特色をもち、河川水を涵養している。

この地域の地下水源としては富士山起源、天子山地起源の系統に区分できる。北方の本栖湖からの地下流出水が県境をこえて南流しているとの説明もあるがその実態は不明である。火山地域の地下水については分水界が不確定で一般にその集水範囲を決めるのが容易でない。表流水についても断続的な水系があり、定常流が見られないのでその限定は困難である。従って水収支の算定にあたっての範囲としては、富士山頂、県境の峠、天子山地の分水界、田貫湖北部の尾根から富士山頂へのびる線などをもとにその範囲を推定した。

2. 降水量

静岡県の資料*をもとに集水範囲内の等雨量線を求めたのが図2である。高度により雨量は増加傾向を示すが、裾合谷の谷底の降水量2000mmから3000mmまで200mm毎の線を示した。天子山地についての降水量の観測値は皆無であるために富士山斜面と同様にほぼ等間隔で増加すると仮定して2600mmの年降水雨量まで等値線をひいた。等値線の間面積と雨量の中間値をもとに面積雨量を求めた結果、2億1425万m³の水量が年間に与えられる水量となった。ちなみにこの範囲の年平均降水量は2255mmとなる。降水量は年変化が大きいのが特色であるが、根原の建設大学校の例で見ると1981年に2044mm、1982年の2903mm、1983年の2185mmと変動が大きく、降水量

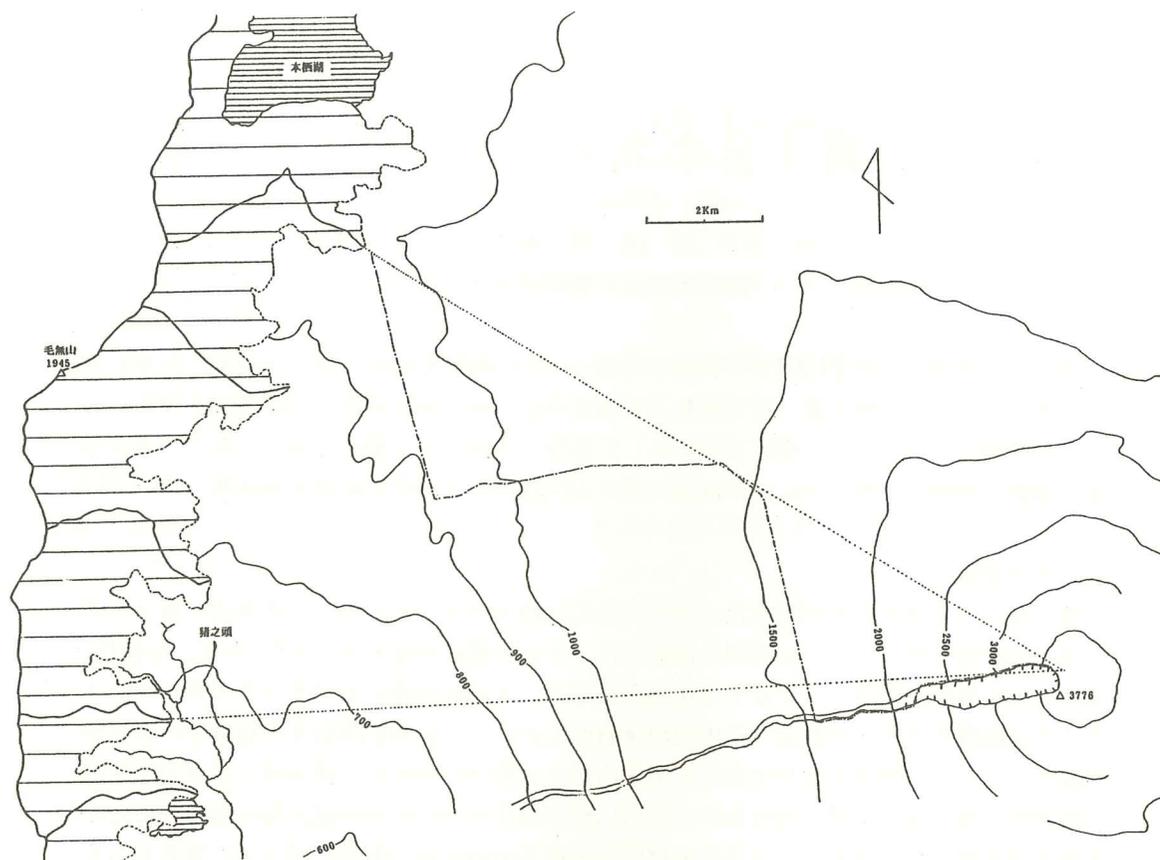


図1 猪之頭付近の湧水に関する集水範囲

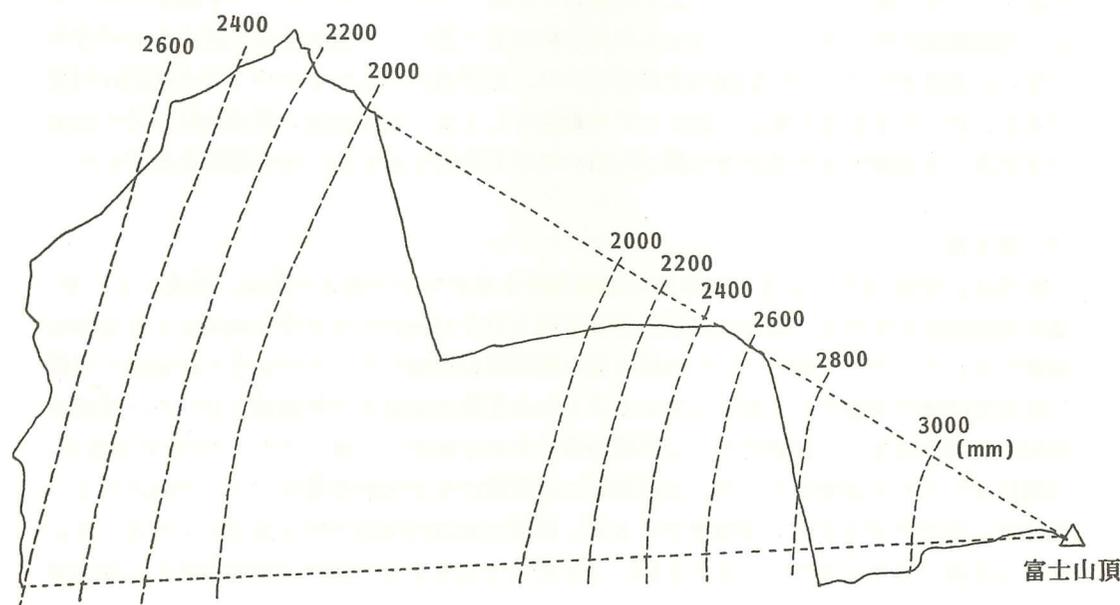


図2 富士宮市北部の等雨量線図

についてもその実態の把握は困難である。富士山全体の山麓限界内の面積約900 Km² に対して、年間総雨量22億m³という概数も知られている。それと比較して天子山地の面積が含まれるにしても、95 Km²の面積に対して2億1425万m³の値はいずれも全体の約1/10の値となっている。降水量に関連して富士山の場合は積雪量やその融雪と地下水との関係が深い。地下水の水位上昇や湧水量の増加が融雪時期と一致するなど雪との関係の解明は残されている。降雨量とともに降雪量も経年的な変動の大きいことも山頂の積雪深の観測値から推定され、その影響の考察も重要な課題である。

3. 蒸発量

観測値は皆無であるため、静岡県資料から年間平均蒸発量600mmの値を地域全体一律のものとして使用した。これは標高1000mの高度の平均蒸発量として推定された値になり、気温をもとにして求められている。これに面積を乗じると年間5700万m³の蒸発量が求められた。

4. 表面流出

富士山の裾野は溶岩からなり、小起伏の地形をつくるが、降水はほとんど地下に浸透してしまう。豪雨時を除いては表面流出は見られず地下水の涵養源となる。天子山地の谷も急流で裾谷に流下するために表流水はわずかである。流量の観測の値がないため流出等の実測はないが、火山裾野の表面流出率は一般に約20%と推定されている。従ってこの地域についても、年間の表面流出量は降水量の20%として概数を求めた結果、年間3145万m³なる。

5. 地下流出

表面流出を除いた80%分が地下流出として流下すると考えられ、その量は12580万m³が年間の値となる。その量は日量では34万m³が得られる。この値を富士山側と天子山地側に区分してみると、面積は富士山側が67%で面積比のみから推定すると地下水量は日量22万m³、天子山地側はその残部であり、面積比33%で、地下水量は日量12万m³となる。この34万m³と与えられた地下流出量のうちの程度がどこから湧出するのか、また地下水流として下流部に移動する流量等についての区分も問題となる。湧水として湧出し河川水を涵養するが再び地下水にもどる部分もあるためその循環の詳細の追跡も求められる。

6. 湧水量

湧水量については年変化のばらつきが大きく、1955年当時日量51万m³といった値もあるが、猪之頭と五斗目木について1986年までの年2回の測定値の平均を表1をもとに算定すると日量19万m³となる。そのほか陣馬滝付近、西川他に点在する一帯の

湧水量が加算される。量的に確定できないが5万m³程度が見込まれる。これらの湧出量は地下水量の約70%に相当する。残部は地下水として流下するとも考えられる。

表1 猪之頭と五斗目木における湧水量
(静岡県湧水量調査の資料をもとに作成)

	猪之頭 (m ³ /日)	五斗目木 (m ³ /日)	合計 (m ³ /日)
S. 30-11	518400		
43-11	271641		
50-11	94003	44755	138758
55-11	95904	47001	142905
57-11	114220	52012	166233
58-11	105840	27907	133747
59-11	27043	19958	47001
60-11	64368	72057	136425
61- 6	101088	80179	181267
61-11	51233	79574	130807
62- 7	45273	86745	132018
62-11	55650	79384	135034
63- 6	47606	104604	152212
63-10	126247	97200	223447
H. 1- 6	43122	111162	154284
1-11	192015	106280	298295
2- 6	77215	93614	170829
2-11	135561	98582	234143
3- 6	68472	80827	149299
3-11	215553	92594	308153

7. 揚水量

この地域の水使用量は、猪之頭簡易水道、西富士用水、他の深井戸等からの揚水量が日量1.2万m³程度と推定され、年間438万m³が見込まれる。地下水位等への影響は不明であるがそれほど大きいとは考えられない。これらの水の移動の諸量を求めた結果を模式的に示したのが図3である。

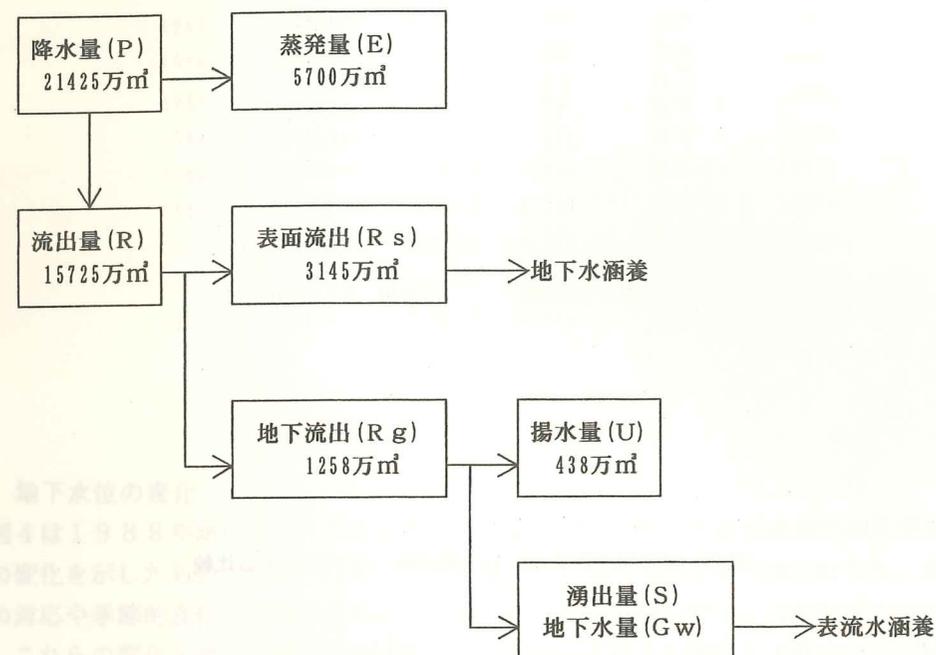


図3 水収支に関する諸量

8. 湧水量の変化

湧水量の季節的变化、経年変化を見ることは短期間の水収支の検討に必要な資料となる。その例として、表2は猪之頭にある県水産試験場の資料であり、降水量と湧水量の平均値により対応を示してある。湧水量は2月に最低値を9月に最大値を示し、降水量の変化のひと月遅れであらわれている。湧水量の平均値は51184m³/日でやや少なめであるが、観測地点や方法の確認が必要である。

表3は猪之頭の湧水について期間は異なるが県資源エネルギー課の湧水量調査結果と県水産試験場、富士宮市の調査結果を並記して比較した例であり、湧水量の確定の困難さと不確定さが知られる。

表4は同様に五斗目木の湧水量について月別の結果をもとにその変動の様子を示した例であり、富士宮市の資料によって整理した。このように湧水量については報告された値に大きな開きがあり、そのことを前提にして傾向を考慮する必要がある。

表2 静岡県水産試験場の資料による水量

1966-1984の降水量		1973-1984の湧水量
1月	74mm	32659m ³ /日
2月	92	21254
3月	185	24710
4月	225	39312
5月	206	45792
6月	292	61430
7月	263	52531
8月	380	73267
9月	288	81907
10月	192	75081
11月	126	60393
12月	60	44323
計	2383mm	平均 51148m ³ /日

表3 猪之頭の湧水についての資料のちがいによる比較

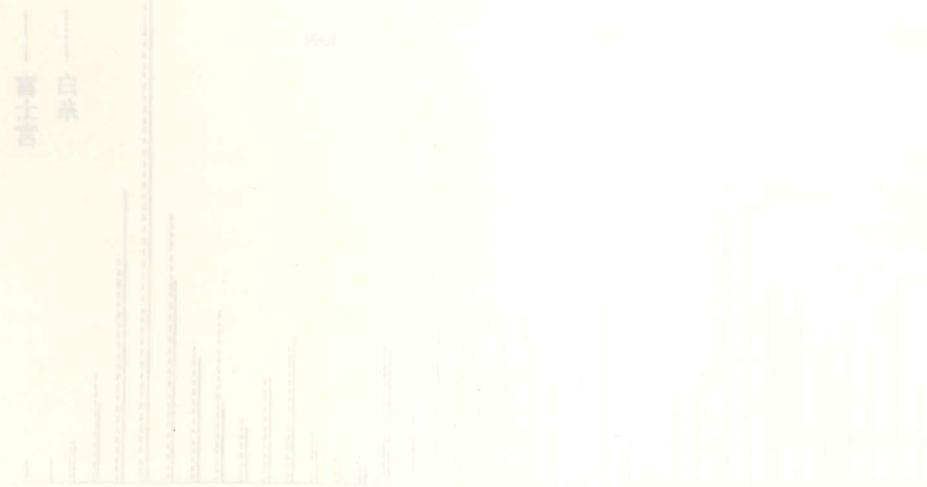
(A)			(B)		
	県	試験場		富士宮	県
1975-11	94003m ³	62208m ³	1986- 6	46136m ³	80179m ³
1980-11	95904	67392	11	27676	79574
1982-11	114220	66528	1987- 7	43673	86745
1983-11	105840	124416	11	41096	79384
1984-11	27043	15552	1988- 6	58643	104604
			10	60733	97200
			1989- 6	82252	111162
			11	58082	126200
			1990- 6	48292	93614
			11	63796	98582

表4 湧水量の月別変化(1988~1990) (富士宮市の資料による)

五斗目木 (単位 m ³)					
1988- 1	30195	1989- 1	30639	1990- 1	42065
1988- 2	28098	1989- 2	56133	1990- 2	50409
1988- 3	36166	1989- 3	74222	1990- 3	52396
1988- 4	62339	1989- 4	84570	1990- 4	59461
1988- 5	28664	1989- 5	56575	1990- 5	58496
1988- 6	58643	1989- 6	82252	1990- 6	48292
1988- 7	40770	1989- 7	71539	1990- 7	63503
1988- 8	57478	1989- 8	50563	1990- 8	68877
1988- 9	83953	1989- 9	82166	1990- 9	71754
1988-10	60733	1989-10	58787	1990-10	63733
1988-11	44090	1989-11	58082	1990-11	63796
1988-12	43187	1989-12	52723	1990-12	55270

9. 地下水位の変化

図4は1989年から1991年にかけての猪之頭と人穴における観測井の月平均の水位の変化を示したものである。なお、白糸と富士宮における降水量の値も記した。降水量との対応や季節的变化が人穴の場合には明瞭であるが猪之頭の場合には変動が不安定である。これらの変化と表4の値とを重ねあわせながら、水収支の検討を水収支の期間区分、地下水位と流量との関係などとの関連で今後すすめたい。



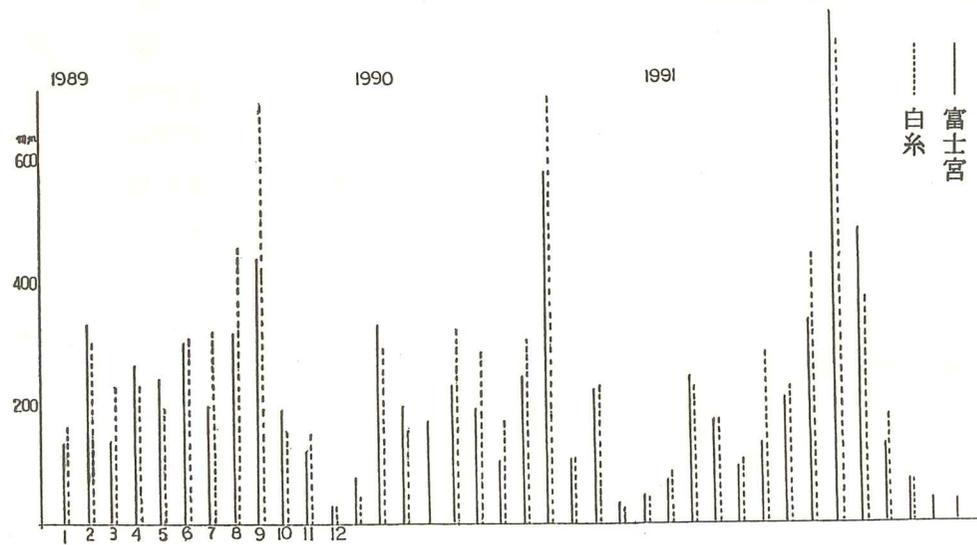
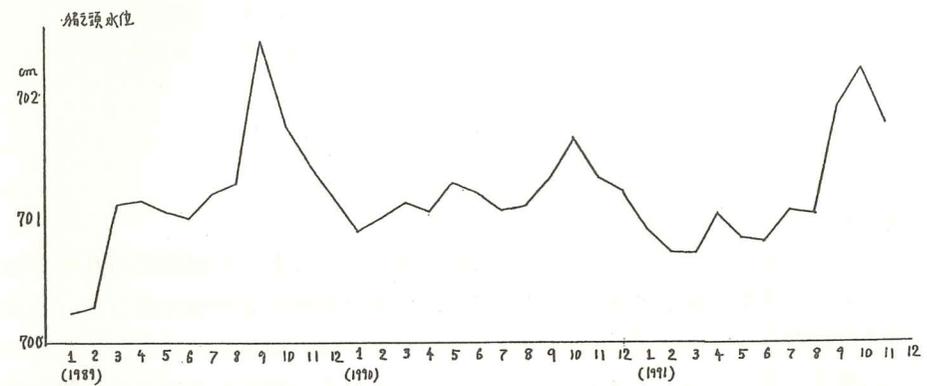
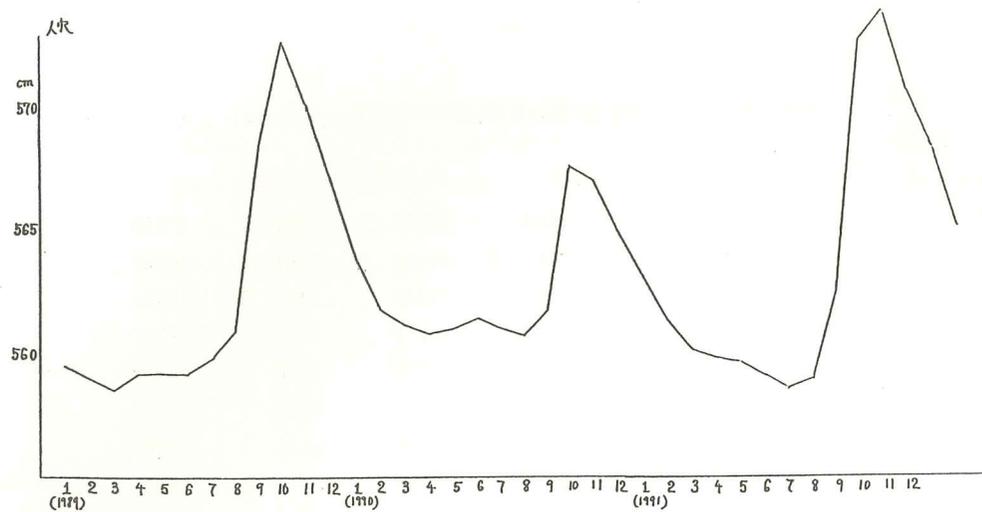


図4 人穴、猪之頭における水位変化と降水量

10. あとがき

水収支にかかわる諸量を求め、この地域の水の存在状況についての調査を行なった。実測値が限定されているために推定の範囲をこえないが、今後は地下水位の資料等も加えて水収支の実態の把握に努めたい。地下水流は分水界の確定が困難であり、湧水量の観測結果の幅も広いという不安定性を多く残すが諸項目の観測体制の整備が急務といえる。

天然水の同位体組成による 富士山周辺の地下水の研究

中井 信之
名古屋大学理学部地球科学教室

1. 天然水の安定同位体組成

天然水 (H_2O) の酸素・水素には質量の異なる同位体が存在する。すなわち、
酸素： ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O の3種類
水素： 1H (H), 2H (D), 3H (T) の3種類
が存在する。これらのうち、 3H (T) は放射性同位体で、その半減期は12.6年で地下水の年代測定に利用される。このトリチウム以外は、すべて安定同位体で、天然水の由来・供給源の追求のトレーサとして用いられる。

安定同位体に関しては、 $^{18}O/^{16}O$ 比
D/H比 が測定される。

これらの同位体組成は、次のように標準海水の同位体比との差として δO , δD として表現される。

$$\delta^{18}O \text{ 又は } \delta D = \frac{(R) - (R_0)}{(R_0)} \times 1,000 \quad (\text{単位: \%})$$

R : 試料の同位体比

R_0 : 世界共通の標準海水の同位体比

酸素同位体 $\delta^{18}O : R \equiv ^{18}O/^{16}O$

水素同位体比 $\delta D : R \equiv D/H$

これら δ 値が大きい値を示すほど-----重い同位体 (^{18}O , D) が多く、重い水
小さい値を示すほど-----軽い同位体 (^{16}O , H) が多く、軽い水
であることを意味する。

2. 天然水の安定同位体組成を支配する要因

地表水や地下水の源である降水の $\delta^{18}O$, δD 値は次の要因によって決まる。

1) 緯度効果 [温度効果]

降水の $\delta^{18}O$, δD 値は共に、その地域の緯度または年平均気温によって決まる。

2) 高度効果

降水の δ 値は、その地域の高度(標高)に大きく支配される。高度が高いほど、 δ 値の小さい軽い降水が降り、高度が低い所程 δ 値の大きい降水が供給される。

富士山の場合

$\delta^{18}\text{O}$ の高度効果は $-0.4\%/100\text{m}$ [100m高度が増す毎に0.4%軽くなる]

δD の高度効果は $-3.2\%/100\text{m}$ [100m高度が増す毎に3.3%軽くなる]

3) 内陸効果

大陸の場合、内陸ほど(海岸から離れるほど)降水の δ 値は小さく、軽い降水になる。

4) $\delta^{18}\text{O}$ と δD との関係

降水または降水源の天然水の $\delta^{18}\text{O}$ と δD の間には次の直線がある。

$$\delta\text{D} = 8 \cdot \delta^{18}\text{O} + 10$$

3. 富士山周辺の“湧水”、“地下水”の $\delta^{18}\text{O}$ 、 δD

1) 湧水・地下水の供給源と同位体組成

富士山周辺の豊富な地下水の涵養源は、恵まれた広い山腹の降水である。従って、幅広い標高差のある地域に供給された降水によって涵養されていることになる。

このことは、2. 2)の降水の同位体高度効果から地下水の $\delta^{18}\text{O}$ または δD を測定することにより滞水層別に涵養地域の高度を推定することができることを意味する。

2) 富士山の降水の δ 値

現在までに測定された降水の $\delta^{18}\text{O}$ ・ δD 値は次の通りである。 $\delta^{18}\text{O}$ ・ δD 共に同じ傾向を示すので、ここでは $\delta^{18}\text{O}$ 値についてのみ述べる。すなわち、

$$\text{富士山の頂上} \quad \delta^{18}\text{O} = -21.2\%$$

↓低高度

↓連続的に大きな値をとり、重い降水になる

$$\text{富士山の山麓} \quad \delta^{18}\text{O} = -6.5\%$$

従って、標高 $H\text{m}$ の所に供給される降水の $\delta^{18}\text{O}_h$ 値は

$$\delta^{18}\text{O}_h = -0.4\text{m} - 6.5$$

で表すことができる。

3) 富士山周辺の湧水・地下水の同位体組成

未だ限られた数の測定値しかないが、2)で予想した通り湧水や地下水の $\delta^{18}\text{O}$ 値は非常に幅が広く、 $-1.2\% \sim 1.7\%$ を示している。 $\delta^{18}\text{O}$ の測定誤差は $\pm 0.1\%$ であることからみても、また筆者の日本各地の地下水の δ 値測定経験からも、この富士山周辺の地下水の値の幅は異常に大きく、広範囲の高度で涵養された地下水の存在を反映しているといえる。

4) 富士山周辺の河川水の同位体組成

潤川・芝川・黄瀬川のそれぞれの河川水について上流→下流への $\delta^{18}\text{O}$ ・ δD の変

化を追跡してみると、その変化は一方向的な変化ではない。これも、富士山周辺の河川の特徴である。すなわち、一河川についての上流→下流への変化で、ある部分では富士山の高標高で涵養された地下水が湧水の供給のあることが明確に示されている。

4. 今後の課題

1) 湧水・地下水の $\delta^{18}\text{O}$ ・ δD の測定～ボーリングによる滞水層別の $\delta^{18}\text{O}$ ・ δD の測定

富士山周辺の全域について、湧水、地下水の同位体組成分布図を完成する。この分布図の完成により、将来の湧水量変化と涵養源の変化の関連を把握する基礎資料となる。

2) 沢水・流入支流を含む河川水の $\delta^{18}\text{O}$ ・ δD の測定

1)と同様分布地図を完成し、将来の河川水の水量変化と涵養源変化の関係を把握する基礎資料とする。

3) 化学成分の分析

1)・2)による涵養源の区別をした上で、各涵養源についての化学的特徴を把握する。

4) トリチウム(T)、 ^{36}C 1、 ^{14}C の測定

トリチウムでは数十年の年令まで測定可能である。それ以上の年令の場合、 ^{36}C 1により約三百年の年令の測定が可能である。トリチウムが測定限界以下である場合、段階的に他の核種へと年代測定の方法を変え、色々試みることも必要である。

富士宮市北部朝霧地域地下水調査研究報告書

平成4年3月30日

編集兼発行人：静岡市大谷 836

静岡大学理学部教授

土 隆 一

印 刷：黒船印刷株式会社

静岡市登呂 2-4-25