

長崎県生月島における地すべりの地下水について

大久保太治

地質調査所応用地質部

On the Groundwater in the Landslides on Ikitsuki Island, Nagasaki Prefecture

By

Taiji Okubo

Geological Survey of Japan, Tokyo

Abstract

On Ikitsuki Island having many landslides, the hydrological investigation of groundwater has been carried out to clarify the occurrence, flowing state and other characteristics in the areas of landslides.

Measurements of groundwater for electrical conductivity were done at about 120 spots, where natural springs, ordinary wells, drainage wells and drainage horizontal drillings existed. The number of water samples taken is 48, and for these samples conventional chemical analyses have been conducted, the results being plotted on a rhombic diagram for classification of the groundwater characters.

目次

1. まえがき.....	45	2.4 山田・佳路地区.....	51
2. 生月の地下水.....	46	3. 結果と考察.....	51
2.1 松本地区.....	46	3.1 電導度.....	51
2.2 里塚目地区.....	48	3.2 水質組成の変化と特徴.....	55
2.3 森岳崎地区.....	48	3.3 地下水と地すべり.....	56

1. ま え が き

北松型地すべりの発生機構に関する研究の一環として、長崎県北松浦郡生月島の地すべりを調査した。この論文は、そのうちの地下水に関する部分のみをとりまとめたものである。水露頭約120点について調査し、代表的な水試料48点の水質分析を行なった。地質と地すべりおよび地すべりの

地下構造については別報*にとりまとめられている。ここでは、おもに地下水の賦存と流動の特徴を考察した。

調査に際しては、県の生月耕地事務所および生月町役場の関係者から便宜をいただいた。ここに厚く感謝の意を表する。

*長崎県生月島における地すべりの構造特性について

2. 生月の地下水

地下水にめぐまれた島であり、地すべり地帯には数多くの自然湧水が散在する。自然湧水は玄武岩台地と地すべり地帯との境付近、中位と下位地すべり帯との地形変換点付近および下位地すべり帯の傾斜地にみられる。

最近では、町営の簡易水道、家庭用ポンプの利用による堀り井戸が多くなっているが、いまでも自然湧水の共同利用はさかんである。湧水地点には水神が祭られ、多くの人々が自然湧水にたよっていたもので、いかに大切であったかを現わしている。



写真-1 生月の湧水

島の生活と結びついたこのような湧水が多く、湧水地点はすべて水神様が祭られている。



写真-2 湧水地点の水質・水量調査

大規模な玄武岩質崩積層の地すべりによって島は地下水に恵まれている。

地下水の賦存・流動の状態および地すべりとの関係を知るため、自然湧水・井戸・ボーリング排水・集水井排水などの水露頭について調査した。調査は45年3月に実施したものであり、この時期は平常の渇水期に相当している。

2.1 松本地区

この地区では15地点の調査を行なった。調査地点は図-1、調査地点の概要は表-1に示した。水質分析は表-2に、これの水質組成は図-2に現わした。最上部の崖下(Na11地点)には「うその湧水」とよばれるものがある。これは、どこからともなく湧き出してくる大きな湧水であり、乾季と雨季とは相違するが、総湧出量は100~300 l/minである。この水は、地表水処理として1号幹線水路に流されるが、かんがい用水として重要なものであり、また一部は崩積層を流動して下部の地すべりに影響を与えている。

うその湧水は生月でもっとも低い電導度を示す溶存成分量が少ないものである。崩積層を流動してきた水は、ボーリング排水などにとると、140~300 μSの電導度を示している。一方、1967年滑動地内の集水井では、500~685 μSのもっとも高い電導度を示している。これは基岩と崩積層の境ないし基岩の新第三系内に存在する地下水である。



写真-3 松本地区の滑落崖と集水井

1967年滑動地区の後方滑落崖は高さ約30m、崖下の地帯に集水井を施工した。

水質組成は図に示したごとくⅠ、Ⅱ、ⅢおよびⅣの区分に属するいろいろなものがある。集水井の横孔ボーリングから採取した水試料Na4は、重碳酸塩および硫酸塩の含有量が多く、かつ水質組成は重碳酸アルカリの区分に属する。これは基岩内の水質を示す代表的なものであり、泥岩風化の地化学的特徴を現わしている。

Na14およびNa15の湧水は割り合いに量が多く、また季節による湧出量の変化が少ないといわれている。

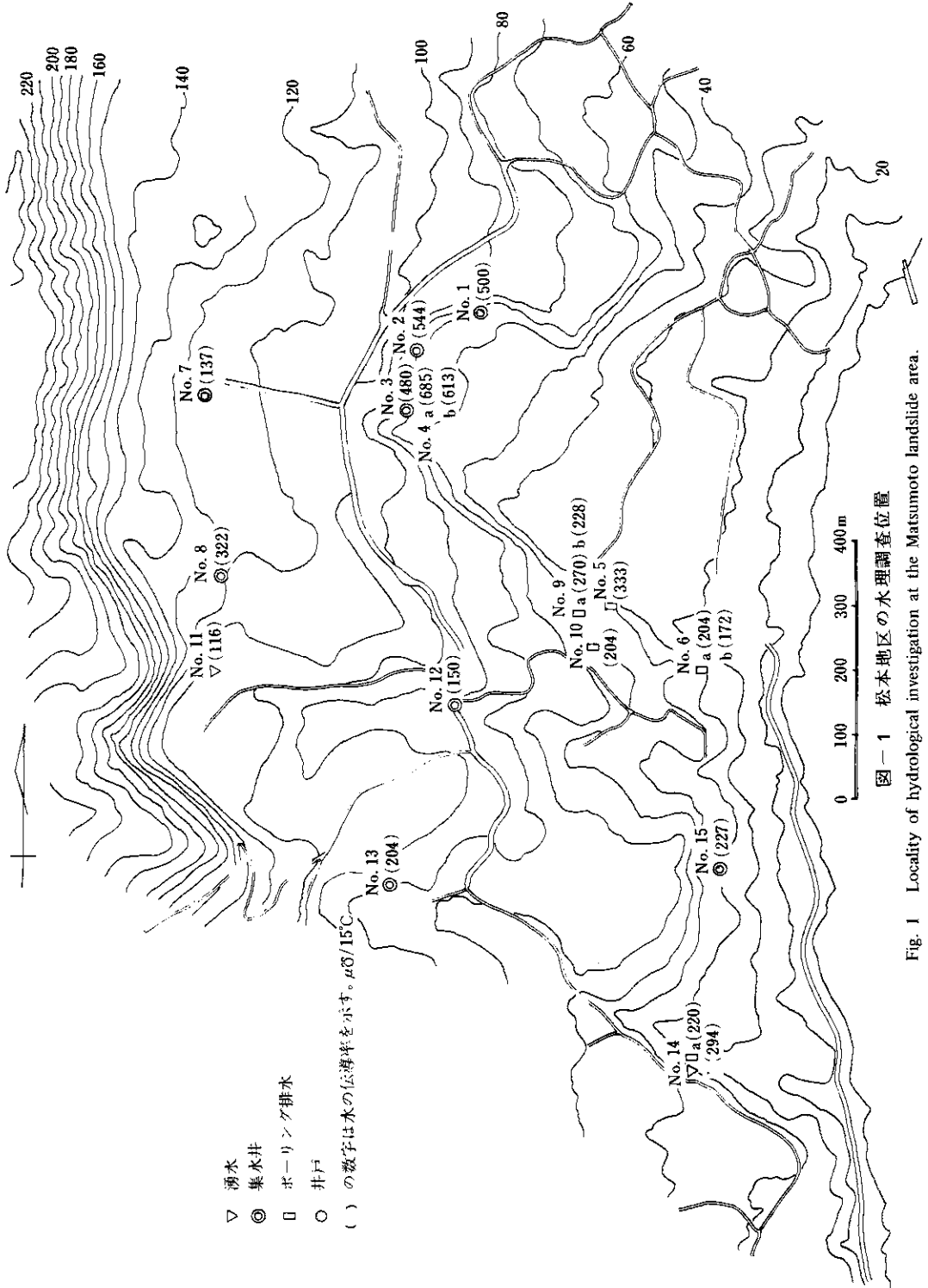


図-1 松本地区の水利調査位置

Fig. 1 Locality of hydrological investigation at the Matsumoto landslide area.

表-1 松本地区の水利調査
Table 1 Characteristics of groundwater at Matsumoto landslide area.

調査地点	水温(°C)	電導度(μS)	種 別	採取試料No	備 考
1	13	500	集 水 井 ③	Ma- 1	深さ14 m, 水位7 m 崩落崖の下部
2	12	540	" ②	2	" 15 m, " 7 m "
3	11	476	" ①	3	" 15 m, " 12 m 地表水の一部流入
4 a	15	685		4	①内のボーリング排水 東側(下)
b	15	612			" 西側(上)
5	16	333	ボーリング排水	5	8.4 ℓ/min
6 a	15	204	"	6	左0.82 ℓ/min
b	15	173	"		中 小量
c			"		右 滴下
7	15	137	5号集水井	7	深さ15 m 約30 ℓ/min
8	16	322	4号 "	8	" 25 m 約6 ℓ/min
9 a	16	270	ボーリング排水	9	3.6 ℓ/min
b	16	227	"		約5.2 ℓ/min
10	16	204	"	10	
11	15	116	自然湧水	11	約200 ℓ/min 「ウソの湧水」
12	16	149	3号集水井	12	
13	16	204	2号 "	13	
14 a	15	220	自然湧水		25.8 ℓ/min
b	16	294	ボーリング排水	14	2.34 ℓ/min
15	17	228	1号集中井	15	約36ℓ/min 生月町上水道に利用, 変化少なし

2.2 里塚目地区

この地区では23地点の調査を行なった。調査地点は図-3, 調査地点の概要は表-3に示した。水質分析は表-4に、これらの水質組成は図-4に現わした。水の電導度は100 μSから625 μSの範囲に変化しているが、180~250 μSのものが多く、No.19, 20, 23などの井戸水は割合に溶存成分量が多い。これらは馬蹄形の低地部の地下水であり、塩化物が多くなお硫酸塩あるいは重炭酸塩を多く含有する。この地区の水質組成はほとんど非炭酸塩硬度の区分に属する。

2.3 森岳崎地区

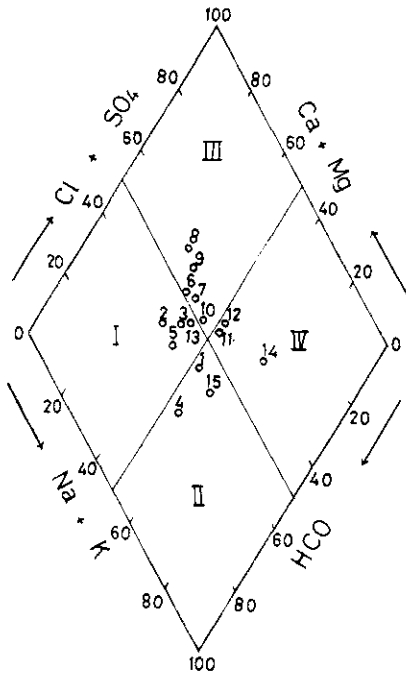
この地区では19地点の調査を行なった。調査地点は図-5, 調査地点の概要は表-5に示した。水質分析は表-6に、水質組成は図-6に現わした。水の電導度は130 μSから410 μSの範囲である。180 μS以下の成分量が少ないグループと250 μS以上の割合に成分量が多いグループとにわけられる。水質組成は一般に非炭酸塩硬度の区

分に属するがNo.5の井戸水とNo.6のボーリング排水は炭酸アルカリの区分に属する。No.5は地面から深さ20.1mのつるべ井戸であるが、この井戸は玄武岩質の崩積層を掘り抜いてほぼ基岩に達している。調査時の地下水水位は-19.3mであったが、豊水期には-1m付近まで上昇することがあるといわれる。この地点では、湧水期と豊水期では18m前後の大きな水位変動が認められた。この地下水は明らかに基岩と崩積層の境付近を流動してきたものであり、水質はHCO₃⁻の多い重炭酸アルカリ系であることが注目される。No.4は水平ボーリングの排水であるが、No.5から水平距離で約20mはなれた地点で湧出している。No.5の井戸水位とNo.4の湧水の間には垂直的に20数mの差が認められた。このことや地形・地質(BV12, 13, 15など)からみて、このボーリング排水は宙水(perched water)と認めざるを得ない状態にあった。同様に、No.6, 7, 8, 9などのボーリング排水は宙水の性質をもっているものとみなされる。これらのなかには、湧水期でも多量に排水されているものが

表-2 松本地区の水質分析表

Table 2 Chemical composition of groundwaters at Matsumoto landslide.

No.	試料	pH	HCO ₃ ⁻ ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ⁻² ppm	Ca ²⁺ ppm	Mg ²⁺ ppm	total Fe ppm	SiO ₂ ppm	NH ₄ ⁺ ppm	P ppm	NO ₂ ⁻ ppm	アルカリ度 ppm	全硬度 ppm
1	3号集水井	7.3	214.0	46.2	69.5	45.2	9.5	0.30	17.0	0.8	0.18	0.97	175.0	154.0
2	2号 "	7.4	262.0	37.0	91.7	60.8	20.4	0.35	12.0	0.85	0.04	0.00	215.0	236.0
3	1号 "	7.0	238.0	59.8	83.0	64.5	13.3	1.78	14.0	0.77	0.18	0.22	195.0	216.0
4	①内のボーリング横孔	7.4	421.0	49.4	85.0	86.4	2.9	4.2	16.4	0.8	0.02	0.00	345.0	228.0
5	ボーリング排水	7.3	141.5	39.0	24.6	34.8	6.5	1.78	16.4	0.7	0.00	0.00	116.0	114.0
6	" "	7.2	67.3	33.8	20.1	14.9	8.5	0.10	12.0	1.19	0.14	0.00	55.0	72.7
7	西部5号集水井	7.2	68.4	42.3	6.17	14.9	9.0	0.10	17.0	0.8	0.41	0.00	56.0	74.8
8	" 4号 "	7.2	80.5	67.7	5.35	23.8	14.0	0.10	42.0	0.8	0.10	0.90	66.0	117.0
9	ボーリング排水	7.3	75.7	54.6	7.0	19.8	11.3	0.00	36.4	0.77	0.18	0.00	62.0	96.0
10	" "	7.3	83.0	37.7	22.2	18.1	8.2	0.10	28.0	1.03	0.29	0.00	68.0	79.0
11	自然湧水	7.1	41.5	24.7	5.75	9.3	3.3	0.14	18.8	0.8	0.12	0.00	34.0	37.1
12	南部3号集水井	7.2	56.2	33.8	11.9	11.7	5.4	0.25	17.4	1.03	0.10	0.00	46.0	57.5
13	" 2号 "	6.5	83.0	41.6	6.17	21.0	5.7	0.00	32.0	1.06	0.37	0.04	68.0	76.2
14	ボーリング排水	6.5	34.2	68.3	12.3	6.45	6.1	0.10	25.0	0.8	0.32	0.00	28.0	41.2
15	南部1号集水井	7.2	99.0	37.0	9.45	13.3	7.9	0.10	43.8	0.85	0.62	0.00	81.0	66.0



- I Carbonate Hardness
- II Carbonate Alkali
- III Non Carbonate Hardness
- IV Non Carbonate Alkali

図-2 松本地区の水質組成

を示すダイヤグラム

Fig. 2 Key diagram for groundwater at Matsumoto landslide

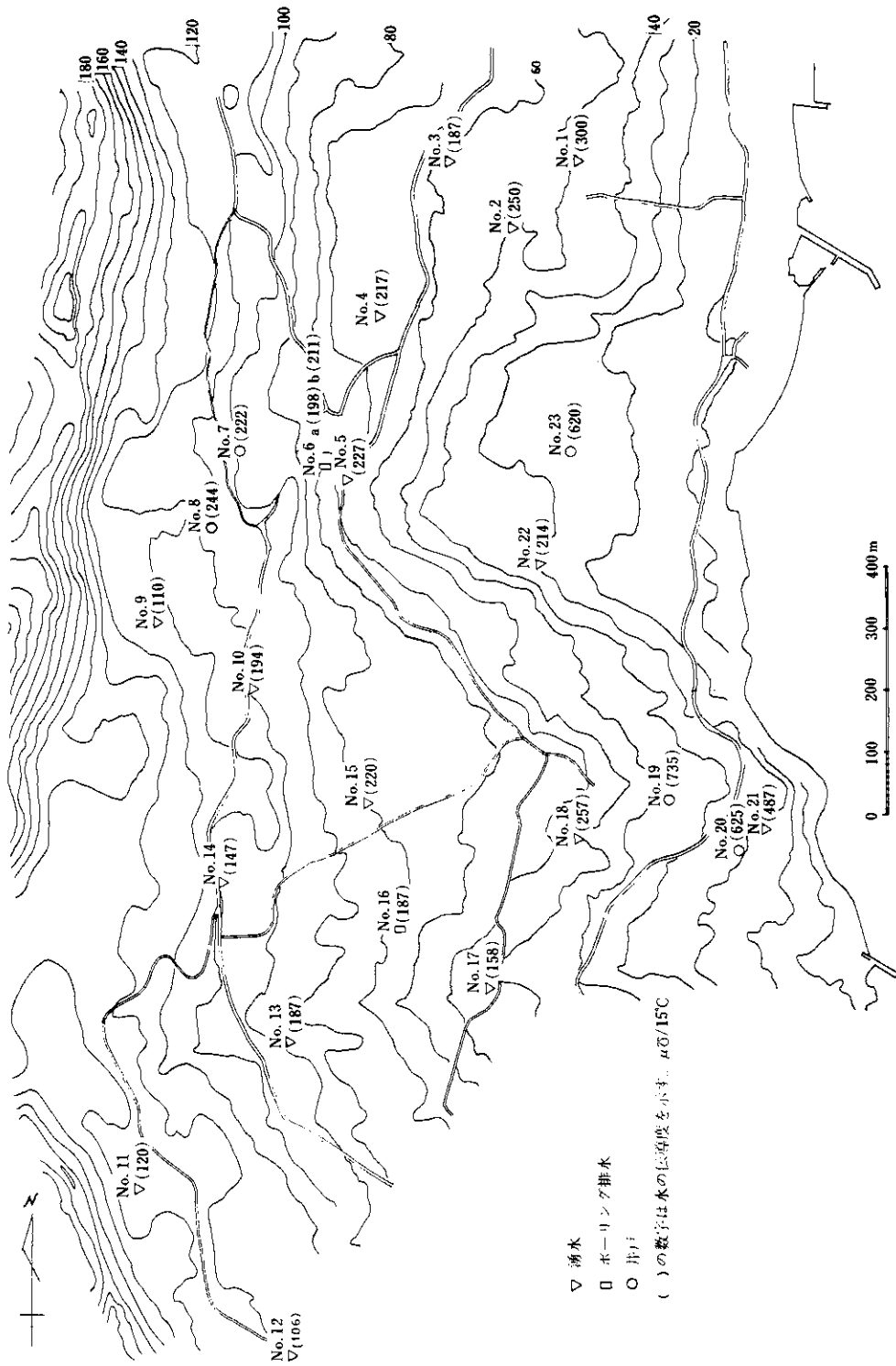


図-3 里境目地区の水利調査位置
 Fig. 3 Locality of hydrological investigation at the Sato-Sakaime landslide area.

表-3 里塚目地区水理調査

Table 3 Characteristics of groundwater at the Sato-Sakaime landslide area.

調査地点	水温(°C)	電導度(μσ)	種 別	採取試料	備 考
1	17	294	自 然 湧 水	Ss-1	共同利用
2	15	250	"		約60ℓ/min 15軒で共同利用
3	16	187	"		共同利用
4	16	217	"	2	"
5	11	227	"		流出なし
6a	16	196	ボーリング排水	3	右1.45ℓ/min
b		210	"		左1.07ℓ/min
7	11	220	井 戸		
8	15	244	"	4	水位6m
9	11	100	自 然 湧 水		流出なし
10	11	192	"		"
11	8	104	湧 水 池		
12	15	106	自 然 湧 水	5	少量湧出
13	16	187	"	6	"
14	17	146	"		相当量流出
15	14	220	"		
16a	15	204	ボーリング排水	7	1.9ℓ/min 3本中の1本流出
b	15	266	"		少量
17	12	158	自 然 湧 水		
18	14	256	"		
19	15	735	井 戸	8	
20	14	625	"		水位3.8m
21	10	439	自 然 湧 水		流出なし
22	7	182	"		"
23	13	617	井 戸		

ある。

表-7は森岳崎地区の排水ボーリング資料を取りまとめたものである。たとえば、Na 3-1では最大湧水量 400ℓ/min…2時間後に 120ℓ/min…3時間後に 80ℓ/min…5時間後に 40ℓ/minに減少し、その後 18ℓ/minにほぼ安定した。これは貯留状の地下水が存在したことを示唆するようである。Na 8-2では 25ℓ/minの湧水があり、その後漸増して 40ℓ/minに達した。

2.4 山田・佳路地区

この地区では33地点の調査を行なった。調査地点は図-7、調査地点の概要は表-8に示した。水質分析は表-9に、水質組成は図-8に現わした。水の電導度は 90μσから 680μσの範囲であ

る。水質組成は図に示したごとく、非炭酸アルカリないし非炭酸硬度の区分に属し、炭酸アルカリの区分に属するものは認められなかった。

3. 結果と考察

3.1 電 導 度 (Electrical Conductivity)

水の電気電導度(導電率あるいは比導電率ともいう)は、コウラルシュブリッジにより現地でも水比抵抗値(Specific Resistance)を測定したものである。電導度は比抵抗の逆数であり、水質一般ではmicro mhoの単位で現わす。

$$E_c(\mu\sigma) = \frac{SR(\Omega\text{cm})}{1} \times 10^{-6}$$

表-4 里塚目地区水質分析表

Table 4 Chemical composition of groundwater at the Sato-Sakaime landslide.

No.	試料	pH	HCO ₃ ⁻ ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	Ca ²⁺ ppm	Mg ²⁺ ppm	total Fe ppm	SiO ₂ ppm	NH ₄ ⁺ ppm	P ppm	NO ₂ ⁻ ppm	アルカリ 度 ppm	全硬度 ppm
Ss-1	自然湧水	7.1	52.7	44.2	19.7	18.1	9.0	0.10	30.0	0.85	0.16	0.87	59.0	82.4
2	"	7.1	37.9	37.0	20.2	13.7	7.15	0.00	18.8	0.7	0.12	0.00	31.0	63.8
3	ボーリング排水	6.8	82.0	34.4	14.8	15.7	6.7	0.10	43.4	0.8	0.18	0.00	67.0	67.0
4	井戸	6.5	25.6	46.2	10.07	11.7	6.15	0.10	14.4	0.7	0.07	0.00	21.0	58.7
5	自然湧水	6.4	17.0	21.4	8.65	4.84	3.31	0.10	16.4	0.85	0.11	0.00	14.0	25.7
6	"	7.0	50.0	37.0	3.28	10.9	6.13	0.00	29.0	0.77	0.2	0.00	41.0	52.5
7	ボーリング排水	7.0	35.4	47.5	11.1	10.0	7.13	0.00	14.4	0.88	0.2	0.00	29.0	54.5
8	井戸	7.1	47.6	133.0	81.5	62.8	28.3	1.0	17.4	0.95	0.04	0.00	39.1	273.0
9	"	7.2	97.7	122.0	39.9	35.0	21.2	0.10	25.0	0.85	0.34	0.00	80.0	172.0

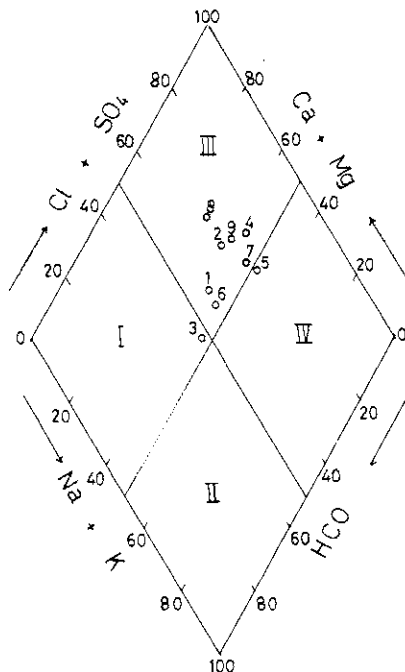


図-4 里塚目地区の水質組成を示すダイヤグラム

Fig. 4 Key diagram for groundwater at Sato-Sakaime landslide.

電導度の (E_c μB) と溶存成分濃度 (T_{ppm}) との間には一定の相関係数が存在するため、電導度から溶存成分総量の概略を推定するのに有効である。とくに地域的な水理調査では、少量の誤差範囲で水質を比較することができる。

$$T_{ppm} = E_{c18} \times 0.6 \sim 0.8$$

濃度と種類による水質組成によって乗ずる係数に差異を生ずるが、ここではKey diagramによる組成および分析からみた場合に、係数として0.7を使用すればほぼ溶存成分総量を現わすものとみ

てきしつかえない。

測定したときの温度 (E_t) は、つぎの式で温度補正を行なうことができる。

$$E_{ct} = E_{c18} \{ 1 + \alpha(t-18) \}$$

α の値は温度がいちじるしく高いか低いかによって相違するが、通常の地下水では $\alpha = 0.022$ とみなすことができる。この調査では、相対的な成分量の多寡を知ることによって、水のあり方や流動に関する概要が推測された。

表-5 森岳崎地区水理調査

Table 5 Characteristics of groundwater at the Moritakezaki landslide area.

調査地点	水温(°C)	電導度(μS)	種別	採取試料No.	備考
1	10	294	自然湧水	Mo-1	2.62 ℓ/min コンクリートタンク設置して共同利用
2	12	400	ボーリング排水		コンクリートタンク設置利用, 3本中2本流出
3	13	175	"		0.91 ℓ/min 3本中の1本流出
4a	15	133	"		8.4 ℓ/min
b			"		滴下
c	16	339	"	2	2.28 ℓ/min
5	12	175	井戸	3	水位19.3m 水深0.8m
6a	15	128	ボーリング排水	4	13 ℓ/min
b	14	149	"		中1.18 ℓ/min
c	14	143	"		左 少量
7a	15	130	ボーリング排水		右23 ℓ/min
b			"		中 流出なし
c			"		左 滴下
8a	16	146	ボーリング排水		右3.52 ℓ/min
b	16	137	"	5	中23.8 ℓ/min
c			"		左2.72 ℓ/min
9a					流出なし
b	16	162	ボーリング排水	6	23.8 ℓ/min
c	15	364	"	7	0.88 ℓ/min
10	17	185	自然湧水		
11a					右 流出なし
b	17	170	ボーリング排水		中7.12 ℓ/min
c	17	175	"		左4.21 ℓ/min
12	8	146	井戸		
13	17	157	自然湧水		
14	12	204	"		流出なし
15	17	266	"	8	
16	17	384	"	9	
17	17	409	ボーリング排水		0.93 ℓ/min
18	16	256	自然湧水	10	
19	15	198	"		

表-6 森岳崎地区水質分析表

Table 6 Chemical composition of groundwaters at the Moritakezaki landslide.

No	試料	pH	HCO ₃ ⁻ ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	Ca ²⁺ ppm	Mg ²⁺ ppm	total Fe ppm	SiO ₂ ppm	NH ₄ ⁺ ppm	P ppm	NO ₂ ⁻ ppm	アルカリ 度 ppm	全硬度 ppm
Mo-1	ボーリング排水	7.2	52.5	80.5	17.7	25.0	12.2	0.10	32.8	0.98	0.2	0.00	43.0	113.0
2	"	6.9	61.0	57.2	28.8	23.2	11.5	0.00	17.4	0.77	0.25	0.00	50.0	106.0
3	井	7.0	476.0	35.8	8.64	14.5	5.65	0.10	20.0	0.88	0.16	0.00	390.0	59.7
4	ボーリング排水	6.7	78.2	26.7	5.76	7.65	2.84	0.00	18.0	0.80	0.18	0.00	64.0	30.9
5	"	6.9	36.9	26.0	7.0	9.35	3.86	0.20	22.0	1.02	0.14	0.00	22.0	39.1
6	"	6.5	30.6	40.3	2.88	8.87	4.38	0.00	20.0	0.85	0.12	0.00	25.0	40.2
7	"	7.2	55.0	88.0	15.2	20.2	11.3	0.10	29.0	0.91	0.07	0.00	45.0	96.8
8	自然湧水	7.3	107.0	46.2	17.2	21.8	16.4	0.00	35.8	0.80	0.25	0.00	88.0	122.0
9	"	7.1	82.0	58.0	20.5	24.2	13.2	0.10	30.0	1.02	0.14	0.00	62.0	115.0
10	"	6.7	47.6	40.3	15.2	15.3	7.45	0.00	22.0	0.80	0.18	0.00	39.0	69.0

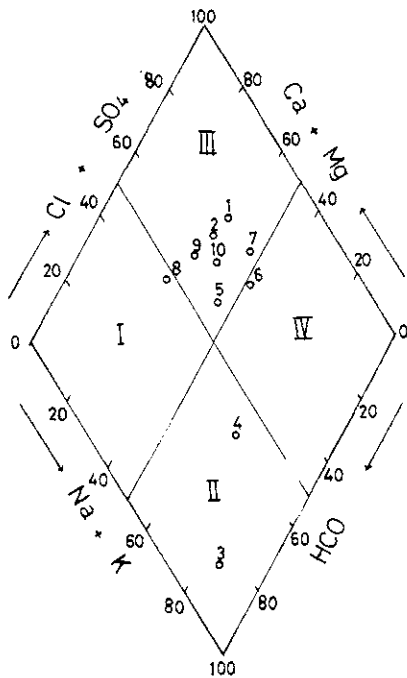


図-6 森岳崎地区の水質組成を示すダイヤグラム

Fig. 6 Key diagram for groundwater at the Maritakizaki landslide.

3.2 水質組成の変化と特徴

溶存成分については水質分析表および水質組成図に示したごとくである。Cl⁻は25ppmから130ppmであり、SO₄²⁻は数ppmから85ppmの範囲であり、HCO₃⁻はかなり高いものが多い。Cl⁻が多いことは、海にかこまれた離島(面積16.5km²)であるため、おもに風送塩としてもたらされている。SO₄²⁻は基岩からもたらされ、HCO₃⁻は地化学的な水質変化に関連する。

天水が地下に浸透した初期の段階では、水質組

成は非炭酸アルカリ(IV)である。このことは、一般的な陸水とは性格を異にしている。この水が崩積層を流動する過程でアルカリ土類を溶出し、水質組成は通常炭酸塩硬度(I)に移行する。しかし、崩積層の下部、すなわち基岩の近くを流動した水は硫酸塩が増加し、水質組成は非炭酸硬度(II)に移行する傾向をおびる。炭酸塩硬度の水は、おもに崩積層上部を流動したとみなされるものであり、非炭酸塩硬度の水は相対的に前者より深い所を流動したか、あるいはすべり面付近の

表-7 森岳崎地区のボーリング排水

Table 7 Groundwater drainage of horizontal drilling at the Moritakezaki area.

横孔 No	孔深 (m)	試錐地 点の標高 (m)	地質の状況			湧水地点と湧水量 m-ℓ/min	終了後の 湧れ量 ℓ/min	工率 年月	備 考
			崩積層 (m)	新第三系 (m)	玄武岩 (m)				
1-1	100	40	100	—	—	40→0.5	—	36・3	
1-2	"	"	100	—	—		—	"	
1-3	"	"	100	—	—	82→0.5	—	"	
2-1	80	36	36.6	15	38.4	32→2	2	36・1	
2-2	"	35	28	52	—	15→15	15	"	
2-3	"	"	57.6	22.4	—	52→2 70→10	10	"	
3-1	80	"	20.4	52	7.6	72.4→400	18	36・2	最大湧出量400 ℓ/min 2時間後120 ℓ/min 3時間後50 ℓ/min 5時間後40 ℓ/min
3-2	"	"	19.3	60.7	—	75→1	1	"	
3-3	"	"	24.2	42.2	136	66.4→80	10	"	最大湧出量80 ℓ/min 18時間後40 ℓ/min 2時間後10 ℓ/min
4-1	90	32	90	—	—	57→1.5	—	"	
4-2	"	"	90	—	—		—	"	
4-3	"	"	90	—	—	70→73→2 87→90 →2	2	"	
5-1	80	30	18.6	61.4	—	38→1.5	1.5	36・1	
5-2	"	"	27.1	52.9	—	15→1.5	1.5	"	
5-3	"	"	33.5	46.5	—	65→1.5	—	"	
6-1	120	18	120	—	—	8→逸れ 38→逸れ	—	36・3	
6-2	"	"	120	—	—	19→1 54→4 82→15 64→10	20	"	
6-3	"	"	56	64	—	22.8→10 46.8→6	7	"	22.8mで10 ℓ/min 1 ℓ/minに減水 46.8mで6 ℓ/min
7-1	70	20	22.6	47.4	—	10.5→10.5	0.5	"	
7-2	"	"	19	51	—	40.5→0.5	0.5	"	
7-3	"	"	15	52	—	15→10.5	0.5	"	
8-1	90	16	90	—	—	51→18 53→17	35	"	
8-2	"	"	90	—	—	43→2 71.2→25	40	"	71.2mで25 ℓ/min 最終40 ℓ/minに増水
8-3	"	"	110	—	—	74.5→0.2	0.2	"	
9-1	110	15	22.9	—	—	20→0.5 51.5→ 0.5	1	"	
9-2	"	"	22.9	87.1	—		0.5	"	
9-3	"	"	18	92	—		廣下	"	

ものが加わったとみなされることである。新第三系内の地下水、あるいはすべり面の水は水質組成の変化によって炭酸アルカリ (Ⅱ) になっている。すなわち、水質組成の変化を要約すると基本的に次のようである。

非炭酸アルカリ (降雨～地下水の初期)

- 玄武岩質崩積層 { →上層部流動
- { →下層部流動
- [すべり面]
- 基岩 (泥質岩) →流動ないし賦存

→炭酸塩硬度 (Ⅰ)
→非炭酸塩硬度 (Ⅱ)
→炭酸アルカリ (Ⅱ)

細部については、各成分の相関関係・全硬度と全アルカリ度の関係などを検討したが、成分量の

増加と水質組成の変化から地下水のあり方や流動が考察された。しかし、ここでは硬度の増加やアルカリ度の変化に関する水理化学的な問題は略した。

3.3 地下水と地すべり

地すべりと水の関係はきわめて重要であり、誘因あるいは素因として多くの問題をもっている。地すべりの発生機構を力学的に考える場合、せん断力の増加あるいはせん断抵抗力の減少には土の問題とともに水の問題が常にからんでいる。水加重によって加わる圧力は大きな誘因であり、生月地すべりでは季節による水位の変動が大きく、また豪雨時には急激に水位が上昇している。生月の地すべりはいずれも雨期ないし豪雨時に発生して

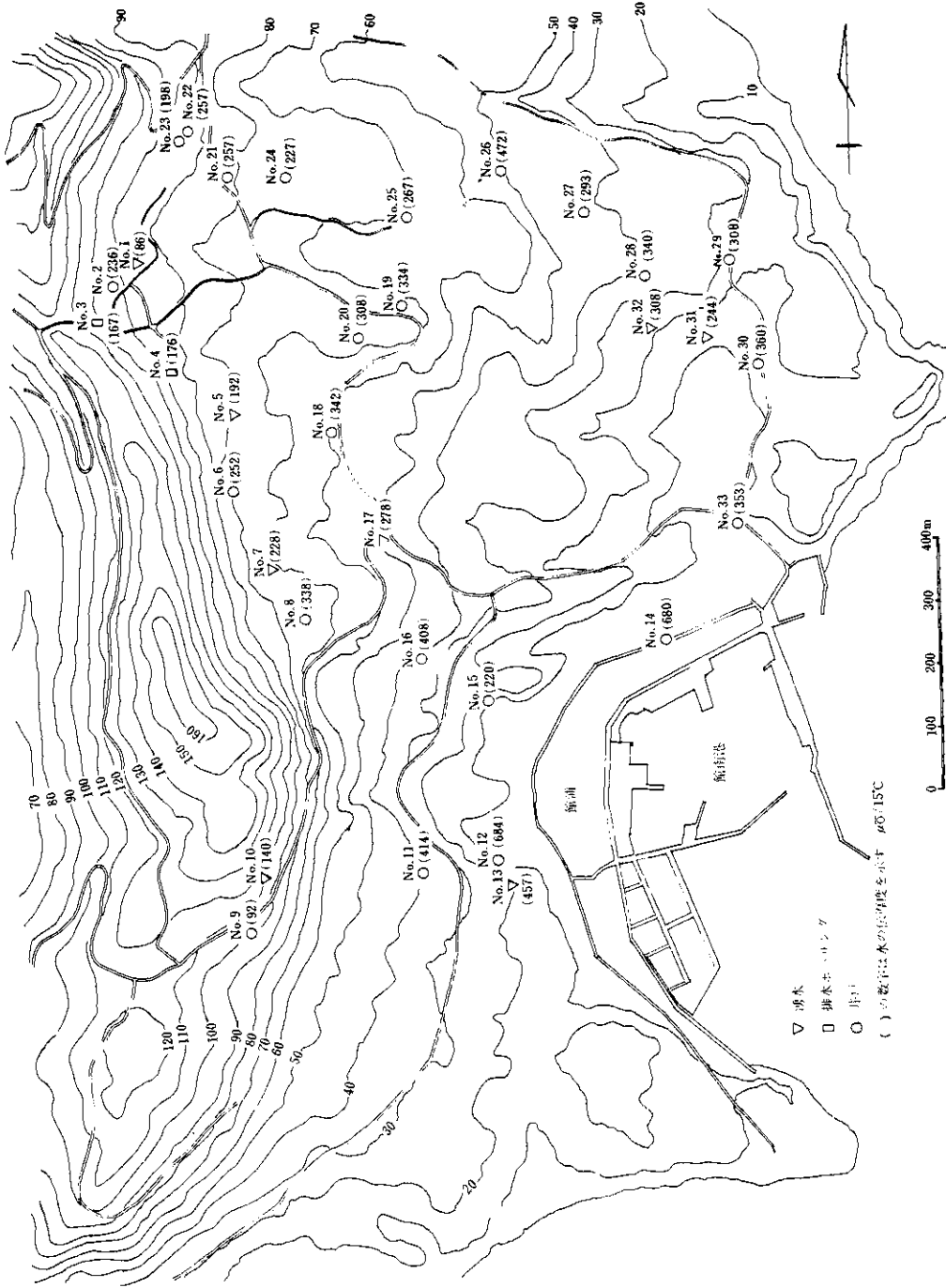


図 7 山田・佳路地区の水利調査位置

Fig. 7 Locality of Hydrological investigation at the Yamada and Caro landslide area.

表-8 山田佳路地区水理調査

Table 8 Characteristics of groundwater at the Yamada and Garo landslide area.

調査地点	水温(°C)	電導度(μS)	種 別	採取試料No	備 考
1	15	86	自 然 湧 水	Ya-1	上田池
2	16	235	井 戸	2	水位4.7 m
3	15	167	ボーリング排水		1.14 l/min 3本中1本が流出
4 a	16	175	”		0.37 l/min 右
b					滴下 中
c					湧水なし 左
5	9	170	自 然 湧 水		流出なしたまり状
6	12	227	井 戸		水位4 m
7	14		自 然 湧 水		
8	15	339	井 戸	3	水位7 m
9	12	91	”		” 5 m
10	12	139	自 然 湧 水		
11	10	339	井 戸	4	水位0.1 m
12	12	680	自 然 湧 水	5	流出なくたまり状
13	12	455			
14	15	680	井 戸		
15	15	408	”	6	水位1 m
16	15		”	7	
17	14	278	自 然 湧 水		
18	15	343	井 戸	8	水位0.3 m
19	14	333	”	9	” 8.5 m
20	14	308	”		” 8~9 m
21	15	256	”		” 4.7 m
22		256	”		
23	14	198	”		水位1.4 m
24	10	204	”		
25	15	268	”	10	
26	15	471	”	11	水位6.6 m
27	15	292	”		” 5.6 m
28	15	340	”		” 17.5 m
29	15	308	”	12	” 6.3 m
30	16	360	”	13	” 4.1 m
31	14	244	自 然 湧 水	14	水量割合に多く共同利用
32	14	308	”		”
33	11	351	井 戸		

表-9 山田佳路地区の水質分析表

Table 9 Chemical composition of groundwaters at the Yamada and Garo landslide.

No.	試料	pH	HCO ₃ ⁻ ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	Ca ²⁺ ppm	Mg ²⁺ ppm	total Fe ppm	SiO ₂ ppm	NH ₄ ⁺ ppm	P ppm	NO ₂ ⁻ ppm	アルカリ 度 ppm	全硬度 ppm
Yk-1	井	7.1	53.7	42.0	7.82	13.3	9.95	0.10	24.0	0.98	0.18	0.04	44.0	74.2
2	ボーリング排水	7.1	53.7	33.2	6.58	11.3	7.9	0.10	36.4	0.98	0.21	0.00	44.0	60.7
3	井	6.9	48.8	117.0	2.05	21.8	15.5	0.15	29.0	0.88	0.21	0.00	40.0	118.0
4	"	7.3	143.0	32.7	168.0	30.3	29.4	0.00	11.0	0.95	0.02	0.01	117.0	160.0
5	自然湧水	7.1	90.5	106.0	53.8	56.6	31.2	0.10	32.6	0.92	0.21	0.00	74.0	284.0
6	井	7.3	66.0	39.7	16.3	14.1	5.92	0.15	41.0	0.85	0.21	0.00	54.0	59.0
7	"	7.3	118.0	54.0	12.3	23.0	16.6	0.10	41.0	0.92	0.14	0.00	97.0	126.0
8	"	6.5	134.0	91.6	10.03	31.0	14.6	0.10	39.0	0.88	0.14	1.12	110.0	138.0
9	"	6.0	23.2	105.0	2.05	92.6	11.9	0.10	19.4	1.32	0.27	1.50	19.0	72.0
10	"	5.7	12.2	85.0	0.82	5.63	5.1	0.10	16.4	0.85	0.05	0.00	10.0	35.0
11	"	6.4	77.0	132.0	13.5	30.3	20.5	0.14	34.0	0.80	0.14	0.63	63.0	160.0
12	"	6.5	50.0	74.8	2.86	13.0	4.65	0.10	32.6	0.85	0.29	0.91	41.0	51.5
13	"	5.5	11.0	67.7	7.4	7.67	12.6	0.10	13.4	0.85	0.02	0.00	9.0	71.0
14	自然湧水	7.1	45.2	66.3	14.4	14.1	8.9	0.00	28.0	0.70	0.20	0.00	37.0	72.0

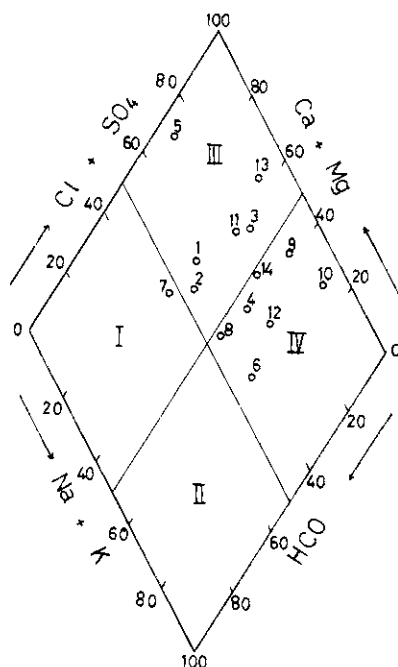


図-8 山田・佳路地区の水質組成を示すダイヤグラム

Fig. 8 Key diagram for groundwater at the Yamada and Garo landslide.

いることが注目される。雨量と水位の関係・間隙水圧の測定などはまだ実施されていないが、今後の課題であろう。素因としてみた地下水の作用は風化をうながすものである。水の化学的作用は成分を溶出するとともにmaterialの性質をより軟弱な状態に変えていく。

玄武岩台地に降った天水は節理などの割れ目にそって浸透し、浸透水は玄武岩中に貯留され、大きな水タンクの役割をなしている。多量の地下水を含んでいるものは台地の玄武岩と上位地すべり

帯の風化玄武岩であるが、これらの水は玄武岩質崩積層に流入し、新第三系を受け盤として海岸に向かって流動している。地すべり地帯に降った雨は、地形や表土の性質からみて、ごく一部は地下に浸透しているが、大部分は表面流出を行なっている。上位地すべり帯ないし中位地すべり帯の一部では、森岳崎地区でのべたように、かなりの宙水が存在するものとみなされた。地下水の賦存状態は地下構造断面図に現わしたごとくである。