

表層水理現地調査に基づく
水理地質構造の解析

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)

1991 年 7 月

アジア航測株式会社

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

Inquires about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,

Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2000

1991 年 7 月

表層水理現地調査に基づく水理地質構造の解析

村田正敏* 安野雅満*

若松尚則* 鹿野浩司*

小林公一*

要旨

本研究の1つの柱は、地表踏査結果と主に鉱山付近でのボーリングデータに基づいた当地域の地質構造の解明である。当地域内で行われた透水試験結果をもとに水理地質学的単位を識別し、その区分に従って地質図および地質断面図を作成することにより地質構造を表現した。本地域は起伏に富んだ大きなチャンネル構造をもつ基盤の花崗岩と、それを埋積した中新統（瑞浪層群）、さらにその上を覆う砂礫層（瀬戸層群）からなる。花崗岩の風化部と割れ目系の分布の推定を行った結果、風化部は瑞浪層群堆積前の基盤地形に沿うと考えられる分布を示し、浅部での水平方向の割れ目と深部での鉛直方向の割れ目の卓越が認められた。

もう1つの柱は、河川水の褐色期の流量と水質の測定ならびにそれらと地形・地質要素との相関の解明である。その結果、流出高は、流域の傾斜の増大により減少し、瀬戸層群の平均層厚の増大により増加する傾向が見られた。また、瑞浪層群の分布が大きい流域では溶存物質量が大きなことが分かった。これらの点から、瀬戸層群の貯水層としての働き、瑞浪層群中での遅い地下水の動きが推定された。

こうして解明した地質構造とその中の地下水流動の概要をモデル図として表した。

本報告書は、アジア航測株式会社が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究の成果である。

契約番号：020D0113

事業団担当部課室および担当者：環境技術開発推進本部地層科学研究グループ 喜多治之

*：アジア航測株式会社 コンサルタント事業部防災・地質部

Clarifying Near-surface Hydrogeological Structure by In-situ Research

Masatoshi Murata* Masamitsu Yasuno*

Hisanori Wakamatsu* Hiroshi Shikano*

Kouichi Kobayashi*

abstract

This study is comprised of two part. One is to clarify the geological structure of this area, based on data obtained from survey on surface and boring.

Preferable hydrogeological unit was distinguished by the result of permeability test in this area, and, according to this division, geological structure was shown in geological maps and sections. This area comprises granite (basement) showing channel-like topography on its surface, Miocene deposits (Mizunami Group) which piled up the channel, and Pliocene sandy and conglomeratic deposits (Seto Group) covering the underlying rocks.

Distribution of weathered layer of granite is roughly parallel to the inferred general surface existed before the deposition of Mizunami Group, and crack in the granite is generally horizontal near surface and vertical in deeper part.

The other part of the study is to know the relationships between height of runoff or chemical composition of water in dry season and topographic or geological conditions in each drainage basin.

It was suggested that height of runoff tends to decrease along increasing of the proportion of dipping area, and increases along increasing of average thickness of Seto Group, and that more substances are dissolved in water in the drainage basins where Mizunami Group is dominantly exposed.

These facts suggest high strativity of Seto Group and slow groundwater flow in Mizunami Group. As a result of this study, outline of geological structure and groundwater flow inferred are figured.

Work performed by Asia Air Survey Co., Ltd under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

PNC Liaison : Radioactive Waste Management Project, H. Kita

* : Asia Air Survey Co., Ltd., Dept. of Environmental Geology.

「表層水理現地調査に基づく水理地質構造の解析」

担 当 者 一 覧

	実施責任者	実施担当者	研 究 業 務 担 当
アジア航測㈱	村田 正敏	山井 忠世	安野 雅満 若松 尚則 鹿野 浩司 小林 公一

目 次

1. はじめに	1
1.1 研究の目的	2
2. 調査範囲と本年度業務の概要	3
2.1 調査範囲	3
2.2 本年度業務の概要	3
3. 水理地質構造のモデルの作成	7
3.1 当地域の地質構造に関する従来の研究	7
3.1.1 土岐・瑞浪地域の地質	7
3.1.2 土岐・瑞浪地域の構造発達史および古地理の変換	18
3.2 透水試験結果と地質区分	23
3.2.1 透水性を考えた地質区分	23
3.2.2 本モデルにおける水理地質区分	30
3.3 地質構造の推定	31
3.3.1 花崗岩の分布と構造	31
3.3.2 花崗岩と透水係数	59
3.3.3 瑞浪層群の分布と構造	67
3.3.4 瀬戸層群の分布と構造	84
4. 流量・水質調査と浅層部の地下水挙動の把握	88
4.1 基本的な考え方と調査項目	88
4.2 渇水期の流量・電気伝導度	89
4.2.1 流量・電気伝導度の調査法	89
4.3 渇水期の流出高と表層地質	95

4.4	渇水期の電気伝導度と表層地質	107
4.5	水質分析値と地質	112
4.6	地形特性	114
4.6.1	傾斜区分	114
4.6.2	水系図	141
4.6.3	地形分類	144
4.6.4	瀬戸層群の平均層厚と流出高の関係	149
5.	地質構造モデルと地表付近での地下水挙動	151
6.	問題点と課題	155

図 目 次

図-2.1.1	調査範囲	4
図-2.2.1	水理地質構造解析の流れ	5
図-3.1.1	西南日本の地体構造	8
図-3.1.2	東濃～三河地方の花崗岩類の分布	8
図-3.1.3	東濃地方の地質概略図	10
図-3.1.4	穿孔性貝類の生痕化石の産出層準	14
図-3.1.5	瑞浪盆地の地質構造	16
図-3.1.6	瀬戸層群の分布	18
図-3.1.7	瑞浪層群堆積時の古地理	21
図-3.2.1	累層別の透水性	28
図-3.2.2	累層別・岩相別の透水性	29
図-3.3.1	断面図作成に用いたボーリング柱状図の位置	33
図-3.3.2	割れ目の方向のステレオ投影（北側地域）	35
図-3.3.3	割れ目の方向のステレオ投影（南側地域）	35
図-3.3.4	割れ目の方向のステレオ投影（各ボーリング孔）	36～39
図-3.3.5	調査地域における割れ目の方向	41
図-3.3.6	地表に露出している花崗岩の風化状況	43
図-3.3.7	三河高原における風化断面図	44
図-3.3.8	立坑周辺ボーリング孔の位置と花崗岩の風化状況	55
図-3.3.9	立坑周辺の花崗岩深度と風化	56～58
図-3.3.10	地表に露出している花崗岩の風化状況	60
図-3.3.11	調査地域の花崗岩の風化概念図	61
図-3.3.12	割れ目密度と透水係数	65
図-3.3.13	花崗岩における深度と透水係数	65
図-3.3.14	透水係数が 10^{-5} である区間周辺の割れ目の方向	66
図-3.3.15	土岐夾炭累層の基底面標高とチャンネル断面の位置図	70
図-3.3.16	チャンネル断面図	72～74
図-3.3.17	坑道のスケッチ	76
図-3.3.18	土岐夾炭累層と明世累層の区分	78
図-3.3.19	盆地周縁部での生俵累層の岩相	78
図-3.3.20	瑞浪層群の累層と高透水部の分布可能性の概念図	84
図-3.3.21	瀬戸層群の基底面標高	85

図-4.3.1	表層地質と流出高	96
図-4.3.2	瀬戸層群の分布面積割合と流出高の関係	104
図-4.3.3	流域の地質と流出高	105
図-4.3.4	流域の地質と流出高	106
図-4.4.1	表層地質と電気伝導度の関係	108
図-4.4.2	瀬戸層群と瑞浪層群の分布割合と電気伝導度の関係	110
図-4.6.1	流域図	115
図-4.6.2	平均傾斜と流出高の関係	140
図-4.6.3	1次谷密度と流出高の関係	143
図-4.6.4	地形分類模式断面図	147
図-4.6.5	瀬戸層群平均層厚と流出高の関係	150
図-5.1.1	調査地域の地質構造と地下水挙動の概略	153

表 目 次

表-3.1.1	瑞浪層群の層序	10
表-3.2.1	原位置透水試験結果（その1～4）	24～27
表-3.1.1	野外における肉眼観察を主とする風化分帯表	43
表-3.3.2	花崗岩の風化区分基準	46
表-3.3.3	コア風化区分表	47
表-3.3.4	コア割れ目状態判定表	47
表-3.3.5	コア状況風化区分との対応関係	47
表-3.3.6	立坑周辺のボーリング孔における花崗岩の状況	48～53
表-3.3.7	透水係数と花崗岩の状況	64
表-3.3.8	風化区分と透水係数	64
表-4.2.1	流量観測総括表	90
表-4.2.2	流量観測総括表	91
表-4.2.3	流量観測総括表	92
表-4.2.4	流量観測総括表	93
表-4.2.5	流量観測総括表	94
表-4.3.1	流出高と表層地質および該当流域	98
表-4.3.2	地質構造モデルと渇水期の流出高概念図表	102
表-4.3.3	流出高の測定流域と地質構造モデル対応表	103
表-4.4.1	表層地質と電気伝導度	111
表-4.5.1	水質分析結果	113
表-4.6.1	流域別諸特性一覧表（1～22）	117～138
表-4.6.2	微地形区分の定義	114
表-4.6.3	谷密度と流出高の相関性	142
表-4.6.4	地形分類判読基準	146
表-4.6.5	地形要素と流出高の関係	148

1. はじめに

わが国は、地質構造が複雑で結晶質岩中に割れ目が多いことや地下水が豊富であるといった理由から、わが国の水理地質状況に基づいた独自の地下水流動評価が必要となる。このためには地下水流動の場の条件、すなわち水理地質学的条件を明らかにする必要がある。

地下水流動系には、調査対象近傍の局所流動系から日本全国にわたる広域流動系まで様々なスケールがあるが、選定するスケールに応じて要求される水理地質構造の精度は異なってくる。

本研究では「水理地質構造解析に関する研究」として、昭和 63 年度より東濃鉾山周辺の約 3×4 km の地域を対象に、おもに地質構造と河川流量に関する原位置データの収集とその解析を行ってきた。

本年度はこれらの結果を踏まえ、従来の研究結果のまとめと再検討および新たなデータに基づいた検討を行い、地質構造と地下水流動の概略モデルを作成する。

本報告書の執筆にあたっては、村田が総括的にまとめ、若松・小林が 3. 水理地質構造モデルの作成を、安野・鹿野が 4. 流量・水質調査と浅層部の地下水挙動の把握を担当した。

1.1 研究の目的

本研究は、東濃鉱山周辺の地域を対象として、この領域における地下水流動を予測するため水理地質構造モデルを作成することを目的とする。

本研究において作成された水理地質構造モデルは、地下水流動の予測を行うための解析シミュレーションの基礎となるものである。

さらに、地下深部に至る地下水流動の解明のためには、深部での地質構造に関する調査（深層ボーリング調査など）や深部での地下水についての調査（MPシステムによる観測など）の結果までも合わせた総合的な解析が行われるが、本研究の結果は、このときに地表付近での地質構造・地下水流動に関するデータを提供することになる。

また、同時に本研究には、水理地質構造モデル作成のための手法の開発という目的もある。

2. 調査範囲と本年度業務の概要

2.1 調査範囲

本研究で対象とする調査範囲は、土岐市賤洞の東濃鉱山周辺の南北約 3.5km、東西約 3 kmの範囲である（図-2.1.1）。

範囲の北西端に柄石峠があり、ここから南方の土岐市泉町河合へ続く尾根を範囲西端とする。東縁はほぼ日吉川に沿う。北端は柄石川左岸の斜面にあり、南部では土岐川を境界とする。大まかに言って、尾根と河川に囲まれた領域である。

2.2 本年度業務の概要

本年度の研究のフローを、図-2.2.1 に示す。

本年度の研究は、(1) 水理地質構造の把握 (2) 流量・水質調査に基づく地下水挙動の把握 という2つの柱よりなる。

(1) 水理地質構造の把握

対象領域の地下水の流動する場としての地質構造を明らかにする。

(a) 土岐・瑞浪地域の地質に関する従来の研究のまとめ

本領域とその周辺地域の地質についての従来の研究を、とくに地史・古地理の点からまとめ、本領域での地質構造解明のための資料とする。

(b) 透水試験結果と地質区分

対象領域内で行われた透水試験結果をもとに岩相または累層ごとの透水性をまとめ、水理地質学的に適切な地質单元について検討する。

(c) 対象地域の地質構造

(b) で行った地質单元の区分に基づき、地表踏査結果およびボーリング資料をもとに対象領域内の地質構造を明らかにし、地質図および断面図に表現する。この中でとくに当地域の基盤をなしている花崗岩については、風化部や割れ目の存在が水理学的特性に関係していると予想されるため、風化部および割れ目系の分布についての検討を行う。

(2) 水理・水文学的調査観測による地下水挙動の把握

本領域（およびその東側の領域）において実際に流れる水の流量・水質を観測し、流動経路について考察する。

水理地質構造の把握

水理・水文学的調査による地下水挙動の把握

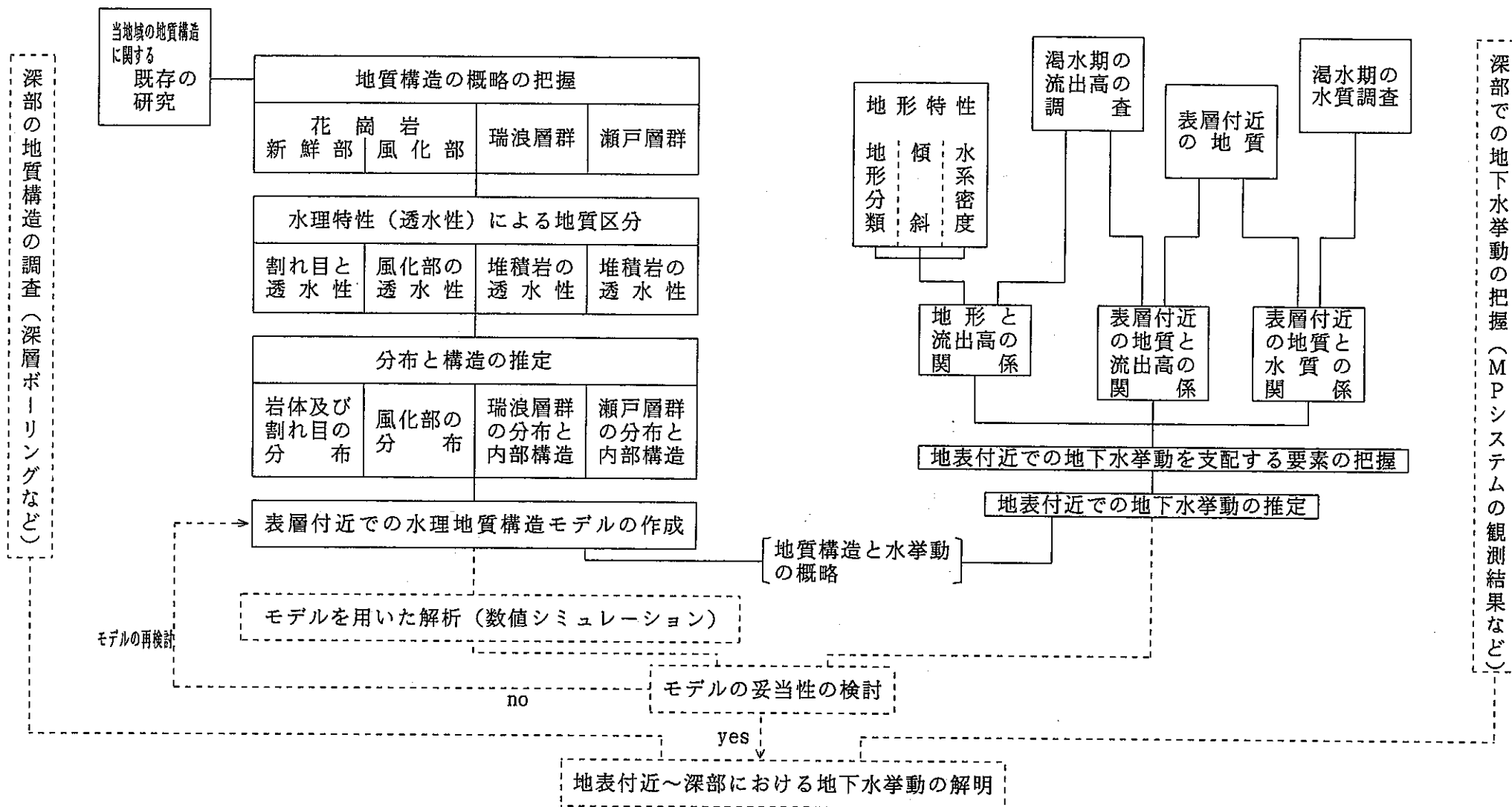


図-2.2.1 水理地質構造解析の流れ

実線部が本年度の調査項目を示す

(a) 流域ごとの流出高と水質の測定

対象領域を流域に区分し、各々の流域ごとに、その流域での地下水の貯留量を表すと考えられる渇水期の流出高と、流域での地下水の流動経路を表すと考えられる水質（電気伝導度）を測定する。

(b) 地質条件と流出高・水質の関係

(a) で測定した各流域での流出高・水質と地質条件との関係を検討する。

(c) 地形条件と流出高・水質の関係

各流域での流出高・水質と地形条件との関係を検討する。地形条件として、地形区分、傾斜、谷密度をとり上げ、それぞれについて定量化する。

(3) 地質構造モデルと地表付近での地下水挙動

(1)(2)で得られた結果から予想される当領域での地質構造と地下水流動の概念図（モデル図）を作成する。

3. 水理地質構造モデルの作成

3.1 当地域の地質構造に関する従来の研究

3.1.1 土岐・瑞浪地域の地質

調査地域の地質構造を知るために、従来の研究結果に基づいて、調査地域の地質構造の背景となる土岐・瑞浪地域の地質について概説する。

東濃地域の地質構造は、おおまかに言って、古生代～中生代の堆積岩類と中生代～新生代初めの火成岩類（花崗岩、流紋岩）、それらの上に堆積した第三紀の地層（瑞浪層群、瀬戸層群）からなる。

(1) 美濃帯の堆積岩類

おもに岐阜県南部から福井県にかけての石炭紀～白亜紀最前期の地層群の分布する地帯は美濃帯と呼ばれる。土岐・瑞浪地域は美濃帯の南縁にあたり、南側の領家帯との境界付近にあたる（図-3.1.1）。

土岐・瑞浪付近の美濃帯の堆積岩類は、西方の多治見市付近によく現れており、おもに砂岩・泥岩・チャートからなる。砂岩と泥岩はしばしば互層し、中には級化層理や葉理などの堆積構造が見られることもある。礫岩も見られる。黒色泥岩のまとまった分布もあり、チャートや石灰岩のレンズ状岩体を含むこともある。これらの堆積岩類は、花崗岩類の貫入により接触変成作用を受けていることが多い¹⁾。多治見市西縁の内津峠付近には背斜構造が、春日井市外之原付近には向斜構造があり²⁾、褶曲軸はほぼ東北東－西南西の方向である。

(2) 領家帯の花崗岩類

美濃帯の南側の地帯は領家帯とよばれる。領家帯の北縁は美濃帯から漸移し、南縁は中央構造線によって三波川帯と境される。領家帯はおもに花崗岩類、変成岩類、塩基性岩類よりなり、大半を花崗岩類が占める。

土岐・瑞浪地域に主に分布するのは土岐花崗岩と呼ばれる花崗岩である。南東部の屏風山およびそのさらに南東には澄川花崗岩と呼ばれる花崗岩が分布する（図-3.1.2）。

土岐花崗岩は細粒～粗粒で、部分的に斑状となる黒雲母花崗岩である。土岐盆地・瑞浪盆地周辺に分布し、北東の苗木・上松花崗岩の岩体から連続するものである。

澄川花崗岩は長野－岐阜－愛知県境に広く分布する粗粒の角閃石黒雲母花崗岩－花

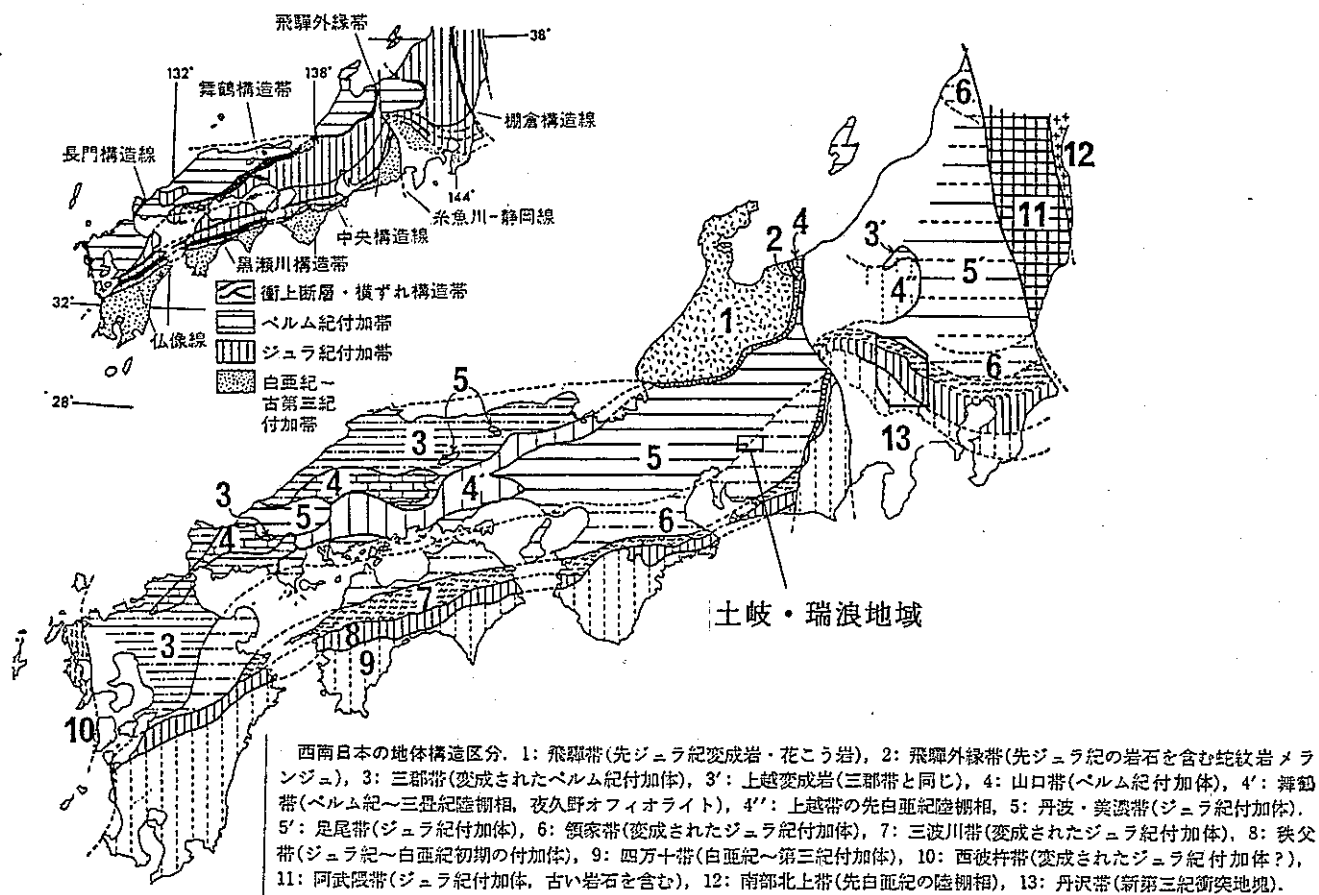


図-3.1.1 西南日本の地体構造 (小澤ほか, 1985)³⁾

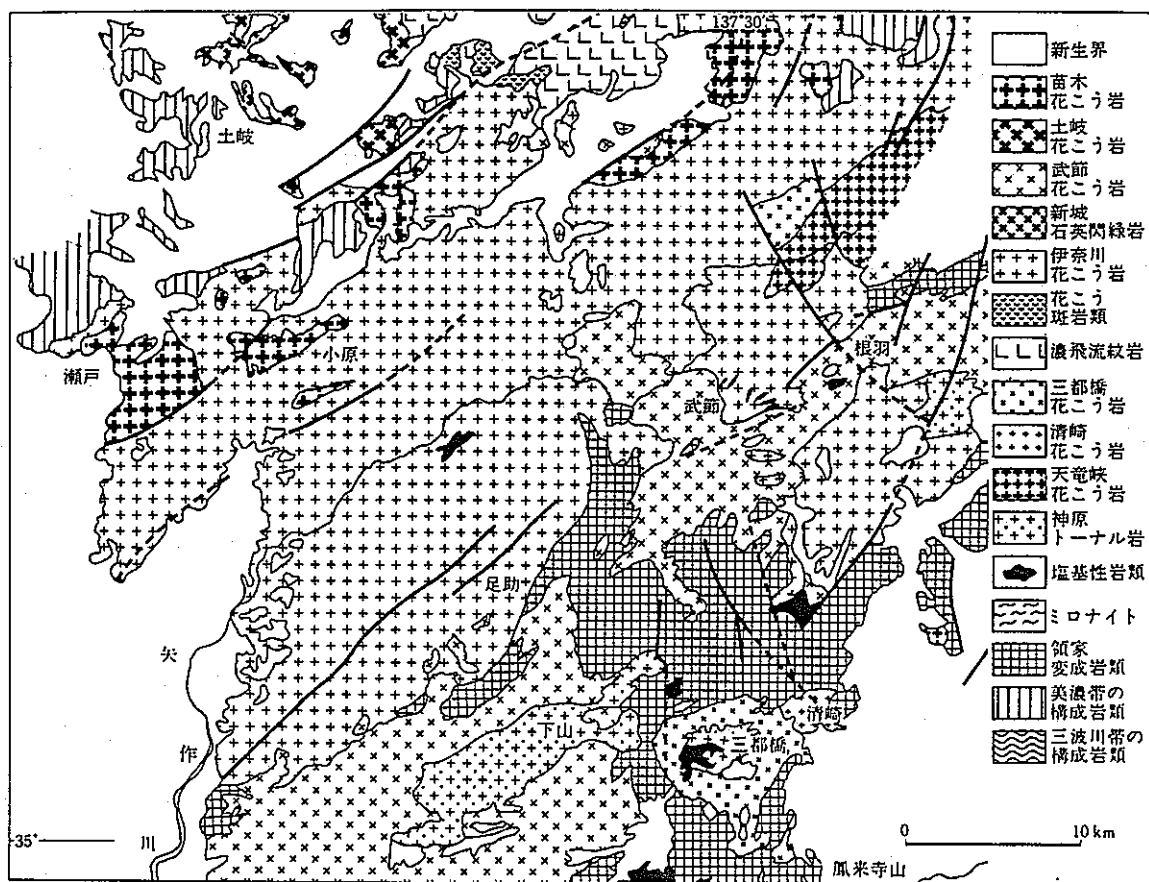


図-3.1.2 東濃～三河地方の花崗岩類の分布 (仲井, 1988)⁴⁾

崗閃緑岩の一部で、全体は伊奈川花崗岩と呼ばれている。塊状を示すことが多い。風化してマサに変化しやすい。

(3) 濃飛流紋岩類

濃飛流紋岩類は、富山県西南部から中央アルプス西南端の恵那山付近までの大規模な分布をもつ火成岩類（主要部分は流紋岩～流紋石英安山岩質の溶結凝灰岩）で、時代は白亜紀後期と推定されている。

土岐・瑞浪地域では、瑞浪市釜戸駅付近より北東の恵那市・蛭川村方面にかけて分布する。

(4) 瑞浪層群

東濃地方の中新統のおもな分布は、可児、瑞浪、岩村の3つの盆地にある（図-3.1.3）。これらの堆積盆は相互に関連性が強く一連の堆積盆と考えられるため⁵⁾、3つの盆地の中新統はまとめて瑞浪層群と呼ばれる。以下、Itoigawa, (1960)⁶⁾に基づいて表-3.1.1 に示した糸魚川(1974)の層序区分に従い、瑞浪層群について記述する。

(a) 土岐夾炭累層

主として泥岩、砂岩、角礫岩からなり、凝灰質、亜炭質のことがある。数層の亜炭および凝灰岩をはさむ。泥岩および砂岩は、新鮮な場合は濃い緑灰色を呈するが、乾燥すると暗灰色～灰色となる。

本累層の基部には礫岩が発達する。基盤の花崗岩・濃飛流紋岩の礫や、美濃帯由来のチャート・ホルンフェルスなどの細礫岩・角礫岩などで、基質はアルコース質砂岩である。礫種のちがいは、基盤の岩種の違いによると考えられる。ボーリング資料によれば、礫岩は盆地の各地の基盤上に広く発達し、ときに厚さ50mに達する。

主要部は泥岩を主とする地層で、砂岩との互層や亜炭層、凝灰岩層、細礫岩層を夾むことがある。夾炭部は2～3の層準に認められる。地表での主な分布は日吉町地域、土岐町鶴城～山田町～土岐市妻木・駄知地域である。ボーリング資料によれば分布は堆積盆地のほぼ全域におよび、層厚も地表で70m前後、地下では鶴城や小田町で約140 mに達する。

土岐夾炭累層からは、海成である証拠が発見されていない。植物化石が多く、哺乳類化石も含まれている。

動燃事業団による地下等高線図⁸⁾によると、この地域の土岐夾炭累層の基底面は、

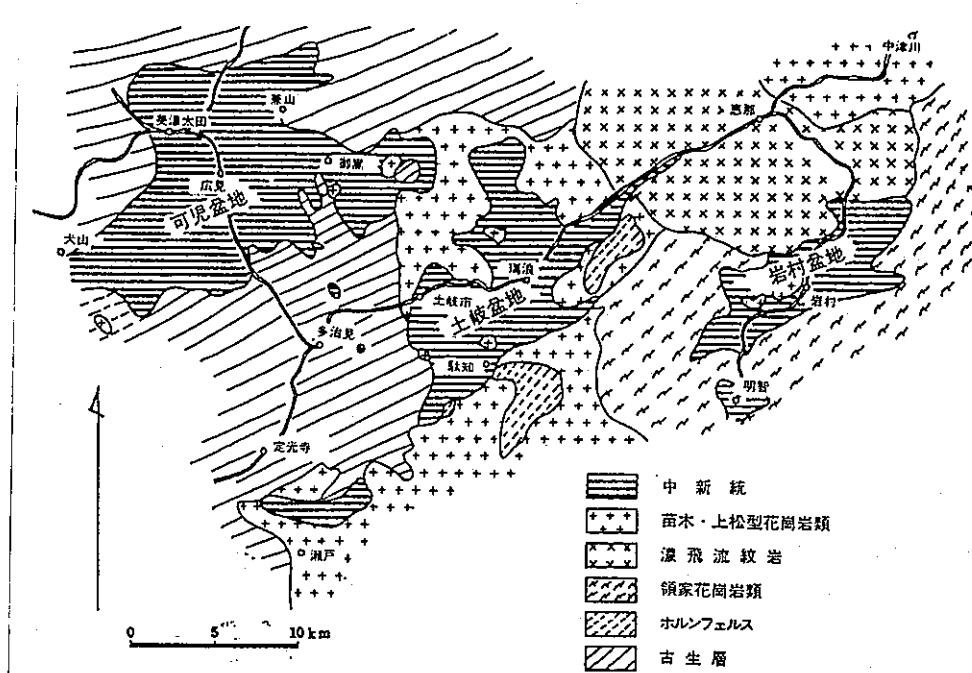


図-3.1.3 東濃地方の地質概略図 (Uemura, 1961⁷⁾に基づく)

表-3.1.1 瑞浪層群の層序 (糸魚川, 1974)

瑞浪層群	生俵累層		生俵泥岩層		名滝礫岩層	
	明世累層	上部	肥田相	狹間層	宿洞砂岩相	
		中部	久尻相	山野内層	桜堂相	
		下部	浅野層	戸狩層		
				月吉層		
			本郷累層			
土岐夾炭累層						

日吉町深沢から白倉一本郷一本暮へ連続するものと、賤ヶ洞から月吉一瑞浪駅付近へのびる2つの大きな谷地形を示している。全体として北が高く南へ低いこの谷は、土岐夾炭累層堆積以前に、基盤の花崗岩に刻まれたもので、川の流路を思わせる。この谷を埋めて基底部の礫岩をはじめ、地層が堆積したのである。同様の谷は御嵩町東部、土岐市定林寺にも見られる。盆地全体を見たとき、中央線以南で谷地形はほとんどみられなくなり、南へ下るほぼ東西の等高線となる。最深部は土岐市中肥田の南で、海拔-179mである。山田断層帯より南はさらに複雑であるが、資料が少ない。

(b) 本郷累層

礫岩、軽石凝灰岩、砂岩、シルト岩、泥岩からなり、全般に著しく凝灰質である。主体となる地層は黄緑色一黄灰色の凝灰質砂岩・シルト岩・泥岩の互層で、軽石粒を多く含む。基底部にある礫岩は美濃帯由来のチャートや砂岩、領家帯の花崗岩などの中一巨礫よりなり、亜円～円礫である。日吉町本郷～白倉において、かつて白倉礫岩⁹⁾と呼ばれたものがそれである。また、本累層の比較的下部に、軽石およびスコリアを大量に含む火山礫凝灰岩がある。厚さは10m内外で、可児地区の津橋凝灰岩相当層と考えられる。

本累層の主な分布地は瑞浪盆地北部の日吉町本郷一本倉地域、東部の土岐町木暮地域で、そのほか、山田町、明世町月吉、稲津町小里、土岐市賤ヶ洞などにも見られる。木暮付近の地層は、下位に凝灰質のシルト岩があり、軽石を含む。その上位に凝灰質中粒砂岩と角礫岩（軽石、チャートなどからなる）の互層が重なる。この層にはクロスミナが発達する。

層厚は地表および地下で最大70m前後である。厚さは地域によって異なり、明世累層の厚さと密接に関連している。全体として、北一東北部（本郷一本暮線）で厚く、南西は薄くなる。瑞浪市小田町では20m前後で、土岐市付近では分布がなく、明世累層が直接土岐夾炭累層をおおう。

多くの植物片、炭質物、珪化木を含み、植物化石を産する。

(c) 明世累層

おもに砂岩・泥岩・凝灰岩よりなるが、側方への岩相変化が大きい地層である。瑞浪市明世町から小田町へいたる盆地中心部を模式として、下位より月吉層・戸狩層、山野内層、狭間層に区分されている。この地層区分は盆地の中心部から離れると適用

できなくなり、それぞれの地域で、桜堂相、久尻相、浅野相、肥田相とよばれる別々の岩相が見られる（表-3.1.1 参照）。

盆地中心部の層序を主として、各地層の特徴を述べる。

- ・月吉層

明世町月吉正馬様洞に模式的に発達する。凝灰質の無層理泥質細粒砂岩を主とする。石灰質の貝化石を含むノジュールがあり、また、3層の凝灰岩をはさみ、月吉付近でよく連続する。下部では砂岩および泥岩が不規則に互層し、基底部にはクロスラミナの発達した細礫岩が発達することがある。土岐町清水～木暮では、おもに細粒砂岩～砂質シルト岩が発達し、層厚1m、ときに2mに達する軽石凝灰岩をはさむ。層厚は30m以内で、上位の戸狩層とは漸移する。ビカリア等の多数の貝化石が含まれる。

- ・戸狩層

無層理またはクロスラミナをもつ凝灰質砂岩を主とし、砂質シルト岩をはさむ。砂岩は粗粒～中粒、軽石を含み、新鮮なときは緑灰色、風化すると黄灰色～灰白色を呈する。石灰質ノジュールを含み、貝化石を多産する。砂質シルト岩にはラミナが発達し、炭質物やサンドパイプを多く含む。本層の上限付近に2枚の、いずれも厚さ30cm以下のよく連続する白色細粒凝灰岩層（アベックタフ）と、*Felaniella usta*（ウソシジミ）の化石層があり、よく連続する。本層は層厚30m、月吉断層以南の明世町月吉～中央道瑞浪インター付近～戸狩～清水～桜堂へかけて分布する。東および北東部へ薄くなり、尖滅する。

- ・山野内層

無層理の凝灰質シルト岩～細粒砂岩で、青灰色～灰色で、軽石粒、植物片が多い。約10層のよく連続する凝灰岩層をはさみ、ノジュールもある。上位に泥岩層が何層かはさまれる。多くの貝化石がシルト含中に点在し、凝灰岩層の下位にはしばしば生痕化石を含む。ほかの部分でもみられる。層厚は約30m、戸狩層とほぼ同じ分布を持つ。下位の戸狩層および上位の狭間層とは漸移関係になる。

- ・狭間層

山野内層のシルト岩の上にのる。明世町戸狩狭間洞付近が模式地で、模式地付近では層厚20m以下の軽石礫を主とする地層である。それより南では、軽石凝灰岩と細粒凝灰岩～凝灰質泥岩との互層となる。

- ・宿洞砂岩相

瑞浪市日吉町宿洞に、有孔虫やウニなどの化石を豊富に含む中粒砂岩があり、宿洞砂岩相とよばれている。基底部に厚さ30～50cmの礫岩があり、チャート・砂岩、濃飛流紋岩礫からなる。その上位には約4mの中粒砂岩がのる。無層理で暗緑灰色～青灰色、炭質物を多く含む。

- ・その他の地域の明世累層

このほか、盆地中央部以外の地域では、桜堂相（土岐町桜堂の桜堂薬師より南の道路が模式地、砂岩・泥岩互層、層厚43m）、久尻相（主に久尻・定林寺に分布、主に砂岩よりなる、層厚35m以上）、浅野相（肥田町の旧浅野炭坑に見られ、含礫砂岩を主とする、層厚約20m）、肥田相（土岐市土岐津野南の丘陵北端に露出、砂岩・泥岩互層で凝灰岩をはさむ、190m以上）といった地層が地域別に識別され、土岐夾炭累層・生俵累層との関係や凝灰岩の対比により盆地中央部の明世累層に相当する地層であることがわかっている。

(d) 生俵累層

土岐夾炭累層～明世累層を覆って広く分布する。主に凝灰質泥岩よりなり、均一で無層理である。色は青灰色であるが、風化すると灰白色～黄白色になる。200m以上の水深を示す軟体動物化石が認められる。

基底部は普通、礫岩・砂岩を伴う。盆地中心部では、砂岩・シルト質砂岩中に細～中礫が点在し、厚さは数m程度である。チャート・ホルンフェルス、花崗岩・流紋岩や、土岐夾炭累層の泥岩・シルト岩の礫からなる。ふつう垂円～垂角礫、中～大礫であるが、土岐夾炭累層由来の礫は大～巨礫、垂角礫である。局所的に化石を含む。生俵累層の基底部より数mの間には3枚の凝灰岩層が発達し、よく連続する。

生俵累層の層厚は、日吉町本郷の東南で最大160m以上ある。生俵累層の基底は、本郷付近で約300mの高さにあり、南へ高度を減じ、小田町付近で170m近くになる。

(e) 累層間の関係

瑞浪層群は、層序学的に大きく3つのユニットに分けられる。すなわち、①土岐夾炭累層（淡水成層）、②本郷累層（おそらく淡水成層）と明世累層（海成層）、③生俵累層（海成層）である。これら3つのユニットの境界はいわゆる非整合（不整合よりも1つ低いオーダーの堆積間隙によって上下の地層が接すること）である。

糸魚川(1974) は、ユニット間の非整合の証拠として、侵食とそれによる地層の欠如、基底礫岩の存在、そして穿孔性貝類の生痕化石をあげている。

①と②のユニットの間の非整合は著しく、盆地内の多くの地域で認められる。特に本郷累層が欠如して明世累層が土岐夾炭累層を直接覆う場合は、境界直下に穿孔性貝類の生痕化石がしばしばみられる。

②と③のユニットの間の非整合は、盆地の周辺部では侵食が著しい。明世累層を欠如して本郷累層、土岐夾炭累層、花崗岩の上に直接生俵累層がのることが多く、化石の破片を多く含む礫岩が発達することが多い。盆地の中心部では わずかな侵食面と生俵累層基底部に小礫が散点する程度である。

穿孔性貝類は、潮間帯付近の比較的硬い岩石に下広がりの穴を開けて住んでいる貝

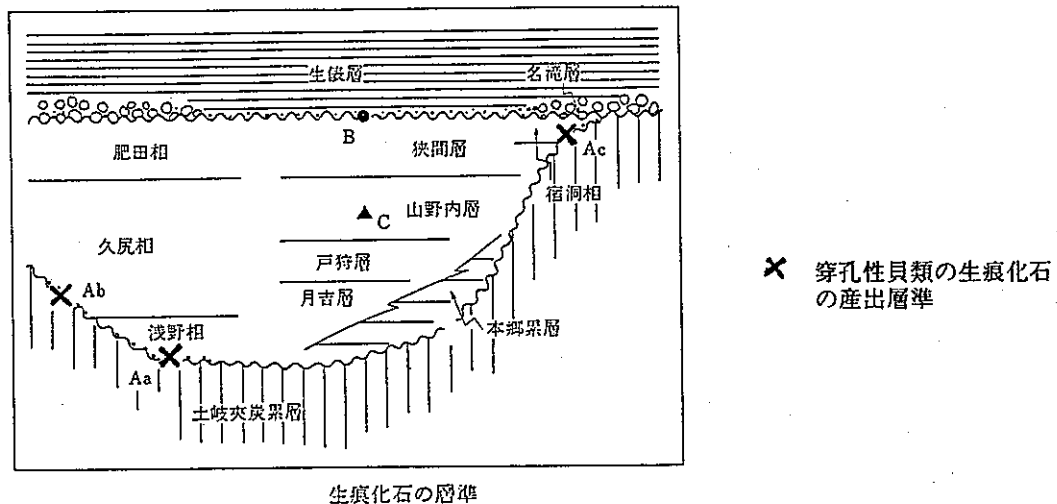


図-3.1.4 穿孔性貝類の生痕化石と産出層準 (糸魚川, 1986) ¹⁰⁾

類である。地層の境界の直下にそのような生痕化石が見られることは、上位に乗る地層の堆積前に下の地層がすでにある程度固結していたことを示し、下位の地層が堆積してから上位の地層が堆積するまでの間に時間的な隔たりあったことを表す。穿孔性貝類の生痕化石の確認された層準を図-3.1.4 に示す。

(f) 地質構造

Uemura (1961)、Matsuzawa and Uemura (1967)¹¹⁾ によると、瑞浪盆地は地質構造上、北部をほぼ東西に走る月吉断層と南部を北東-南西方向に走る山田断層帯とによって、北部・中部・南部の3地域に区分される(図-3.1.5)。

北部地域では、瑞浪層群は基盤の凹所を埋めており、10°内外の傾斜で南から南西方向へ傾く。一部の局部的断層を除いて、概して単調な同斜構造である。

中部地域北縁部の中新統は月吉断層によって浅く盛り上がり、再び10°以下の傾斜で南から南東方向へ傾く。中部地域の南縁では、いくつかの向斜構造があり山田断層帯に接する。この向斜構造は山田断層帯側のほうが急傾斜の非対称構造を示す。山野内から和合にかけて基盤の花崗岩が半島状に高まりをつくっている。

南部地域では基盤岩類が盛り上がり、各地に点在し、瑞浪層群はその間の凹地を埋めて分布する。南部地区の地質構造はさらに細かな地区ごとに分けられる。

瑞浪盆地の基本構造は、瑞浪層群の堆積期間を通じて行われた南から南東に傾く基盤の傾動運動により生じたと考えられる。その理由として次のことがあげられる。

- ① 瑞浪層群の走向が全体として北東-南西方向で、基盤岩類の構造方向と一致する。
- ② 明世累層中・下部の分布が中部地域に中心をおく。
- ③ 明世累層上部が山田断層帯の前面できわめて厚くなる。

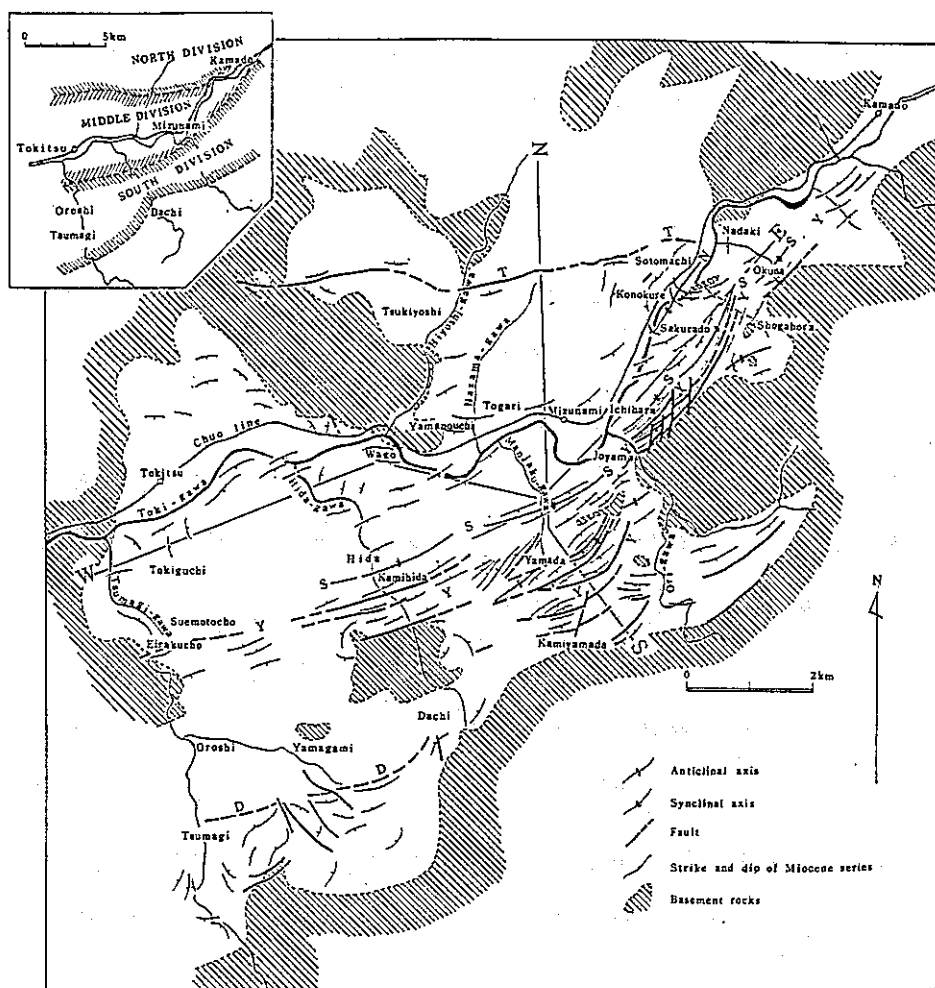


FIG. 5. Tectonic map. T: Tsukiyoshi fault, Y: Yamada fault zone, S: Shōgahora-Kamihida synclinal fold zone, D: Dachi-Tsumagi tectonic zone, N: Nadeki pitching anticline.

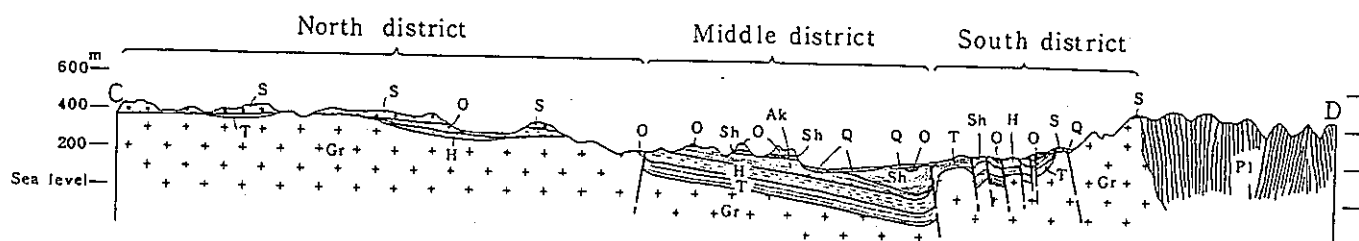


図-3.1.5 瑞浪盆地の地質構造 (Uemura, 1961)

(5) 瀬戸層群

東濃地方には、花崗岩・流紋岩・瑞浪層群などを不整合で覆って砂礫層が広く分布する。また、その砂礫層の下位には、ところによって陶土層が存在する。この地層は、木曽川中流の坂下町付近から名古屋市の東方におよんで分布し（図-3.1.6）、瀬戸層群¹²⁾と呼ばれている。同様の地層は広く伊勢湾周辺の丘陵を構成し、知多半島では常滑層群、三重県側では奄芸層群と呼ばれ、また、濃尾平野や伊勢湾中北部の地下にも最大層厚 1,000m 以上で分布する。これらは“東海湖”に堆積した一連の地層で東海層群¹³⁾として一括する考えもある

土岐・瑞浪地域の瀬戸層群は下位の土岐口陶土層と上位の土岐砂礫層に二分される。陶土層の分布は局所的であるが、土岐砂礫層は丘陵部に広く分布する。

(a) 土岐口陶土層

土岐口陶土層は、いくつかの小凹地に堆積した地層の集合体からなり、層厚30m以下である。花崗岩質岩石の風化物である珪砂（石英砂）、木節粘土（炭質物に富む粘土）、蛙目粘土（含石英・長石粒粘土）、キラ（含む風化雲母・砂質粘土）を主体とする。物質は著しく風化した花崗岩から供給されて十分に風化・淘汰作用をうけており、堆積と運搬の繰返しによりゆっくりと堆積したと考えられている。土岐盆地には蛙目粘土が小規模に分布する。土岐口陶土層中の植物化石はPinus trifolia群としてまとめられ、氾濫原で水位がかなり幅広く変動した場所であったことを示す¹⁴⁾。

土岐口陶土層に堆積期には、少なくとも中新世後期（700万年前頃）と鮮新世中期（3～4万年前）の2時期があったことが認められている。

(b) 土岐砂礫層

土岐口陶土層の上に重なる地層であるが、より分布が広く、基盤の岩石を直接覆うことが多い。陶土層との間は、局地的な不（非）整合か漸移関係である。主としてチャート・砂岩・ホルンフェルス（以上中・古生層起源）・花崗岩・濃飛流紋岩などの円礫からなり、くさり礫となっていることが多い。ふつう30cm以下の大きさである。基質は花崗質砂（アルコース）である。古生層を基盤とするところでは、直径2m前後の古生層の角礫からなる場合もある。厚さは瑞浪市町屋で120m以上、中部に4～5mの厚さの砂層をはさむこともある。

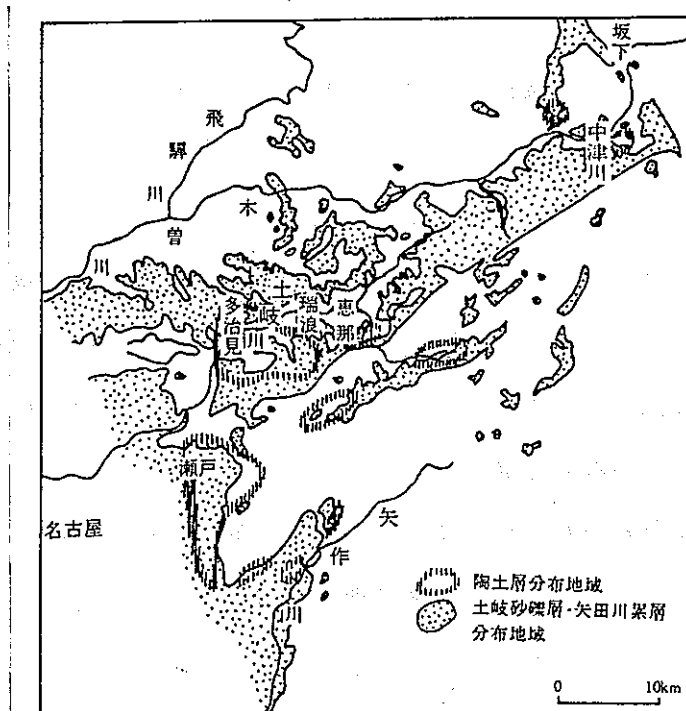


図-3.1.6 瀬戸層群の分布

瑞浪地域の土岐砂礫層については下位の細粒相である稲津累層と上位の砂礫層である屏風山累層とに分ける見解もある¹⁵⁾。

3.1.2. 土岐・瑞浪地域の構造発達史および古地理の変遷

本地域の構造発達史と古地理の変遷を、時間に沿って述べる。

(1) 美濃帯、領家帯の形成

プレートテクトニクスの考えによれば、石炭紀（約3億年前）以降、海山や海洋底に堆積したチャート・珪質頁岩などはプレートにのって移動し、ジュラ紀後期に当時のアジア大陸の縁辺部（海溝）にたどりついた。ここで大量の陸源物質と混然となり、これらの堆積物は陸側に付加した。美濃帯はこうして形成されたと考えられている。

白亜紀後期には地上では濃飛流紋岩の噴出が起こり、地下からは領家帯の花崗岩類が貫入し、その花崗岩はジュラ紀に付加した堆積物に変成作用を与えた。東濃地域で

が貫入し、その花崗岩はジュラ紀に付加した堆積物に変成作用を与えた。東濃地域では、まず濃飛流紋岩類の溶結凝灰岩が堆積し、その後、新期領家花崗岩類である小原花崗岩・澄川花崗岩・土岐花崗岩の貫入がおこった。それらの花崗岩によって美濃帯の岩石は、熱変成作用を受けた。

この後、これらの堆積岩や花崗岩は、おそらく古第三紀の大部分の期間において陸上にあり、風化・侵食を受けていたと考えられる。

(2) 瑞浪層群の堆積

中新世になると当地域では瑞浪層群が堆積する。ここでは、Uemura (1961) による構造発達史上の5つのステージ区分に従い、柴田・糸魚川 (1980) ¹⁶⁾ による古地理の復元に基づいて述べる。地層名等は糸魚川 (1974) に従う。

・第1ステージ

まず、可児盆地の北西部で沈降がおこり、蜂屋累層の火砕流堆積物が堆積した（約2200万年前）。つづいて、沈降域は東へ拡大し、瑞浪盆地に達した。この時期の堆積盆地を埋める形で、可児盆地では中村累層が、瑞浪盆地では土岐夾炭累層が堆積した（1800～1700万年前？：図-3.1.7 a）。

・第2ステージ

東濃地域全体におよぶ隆起によって堆積の中断がおこった。土岐夾炭累層と本郷累層の間の非整合がこの時期にあたる。その後、岩村盆地で沈降がおこり、西から東へ向かって進んだ堆積盆地の形成が完了した。このステージにおいて瑞浪盆地は再び沈降し始め、盆地の中央部に湖が出現した（本郷累層の堆積）。本郷累層の分布範囲からみて、この湖は土岐夾炭累層が堆積した湖より小さなものであったと推定される（図-3.1.7 b）。

・第3ステージ

瑞浪盆地では、最初盆地中部の狭い地域で沈降がおこり、それにつづいて沈降地域は中部地域全体に広がった（図-3.1.7 c）。この時期と次の第4ステージは、明世累層の堆積期にあたる。

最初の沈降のとき、南から北に向かって海水が進入し始め、この時期には、南部は浅野相によって代表される深さ数十m程の砂泥底の浅海となり、西部は久尻相によって示される10m以浅の砂底よりなる浅海となった。中部では、海は月吉の北付近まで

達し、ここを湾奥部とする浅い入り江が形成され、月吉層の貝類群集（ビカリア等を含む）によって示される砂泥底の汽水域となった。北部地域は基盤岩の障壁のため海水の侵入が妨げられ、淡水域であった。

ひきつづいておこった沈降のために海水は更に侵入し、盆地中央部において戸狩層、山野内層が堆積した。そこでの貝化石群集の変化は、この地域が比較的緩やかな海進を受け水深を増していったことを示している。

・第4ステージ

瑞浪盆地の南部地域で隆起がおこったが、南部地域の北縁では急速な沈降がおこり（図-3.1.7 d）山田断層帯の形成が始まった。この運動によって、南部地域北縁部に沿う非対称の向斜構造が形成された。狭間層堆積時には、このように断層に向かって深くなる盆地(fault-angle basin) が形成されていた。この海進は明世累層下部の堆積時よりも少し規模が大きく、新たに海進を受けて汽水域となった所もある。狭間層堆積末期には海退がおこり、盆地北部に宿洞相が堆積した。

海退は進行し、宿洞相堆積後陸化した。これが、明世累層と生俵累層の間の堆積間隙（非整合）の時期にあたる。

・第5ステージ

瑞浪盆地の中心で沈降がはじまり、生俵累層が堆積した。山田断層帯の隆起と盆地南東縁の断層系がこの時期に形成された（図-3.1.7 e）。

生俵累層堆積初期には、沿岸浅海岩礁～砂底性の貝類化石群集を産する礫岩（名滝礫岩）が堆積した。その後急激に海進を受け生俵泥岩層が堆積した。この泥岩層は瑞浪層群中で最も広い分布範囲を持ち、下位の地層の分布のない場所では基盤の花崗岩を直接覆っている。貝類化石群集からは、盆地中心部では水深 200mを越え、暖水系外洋水の頻繁な流入があったと考えられる。

(3) 瀬戸層群の堆積

瑞浪層群生俵累層の堆積後、東濃地域は長い間陸化し、風化侵食にさらされた。地表に露出していた花崗岩にはおそらくこの時期に厚い風化殻ができ、瑞浪地域では月吉断層が形成された。後期中新世になると、東濃地方の各地に断層崖で囲まれた小盆地が発生し、局所的に陶土層が形成された。しかし、瑞浪地域では陶土層の分布はほとんどなく、花崗岩・瑞浪層群はさらに風化侵食を受けた。

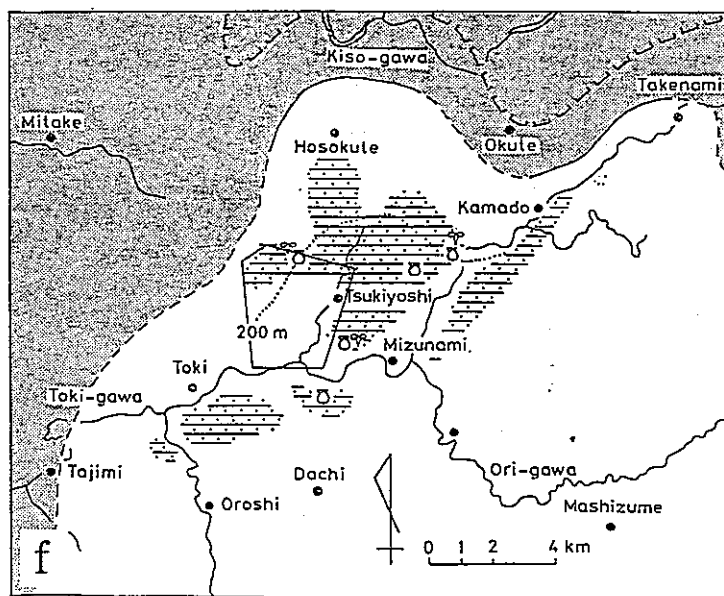
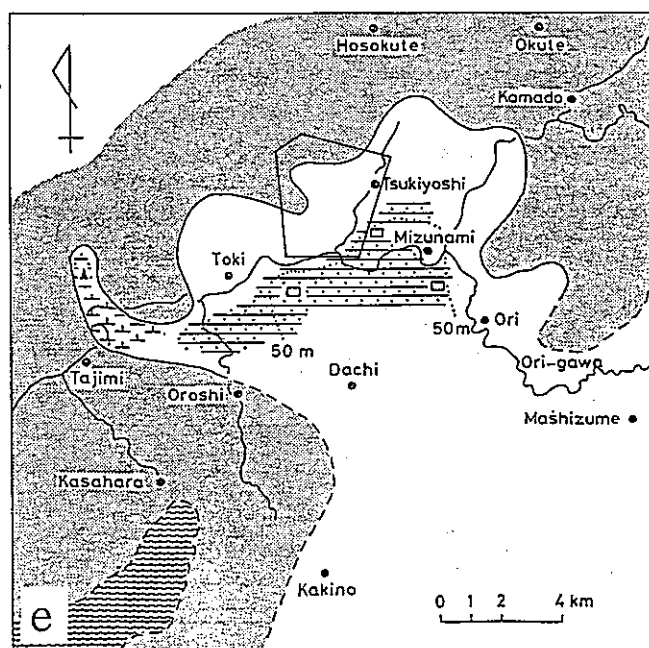
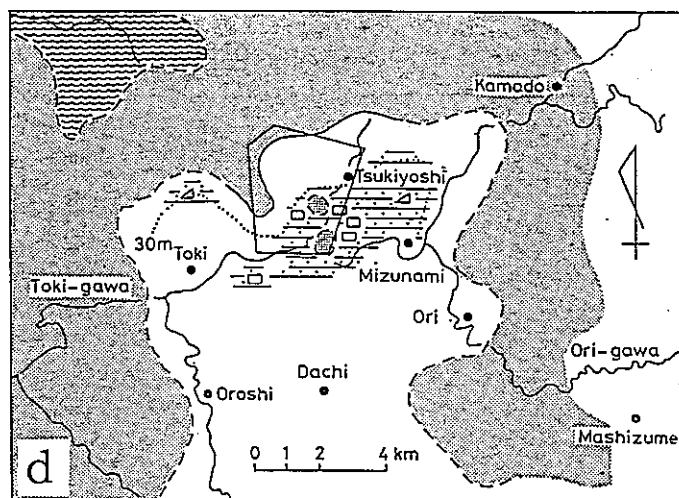
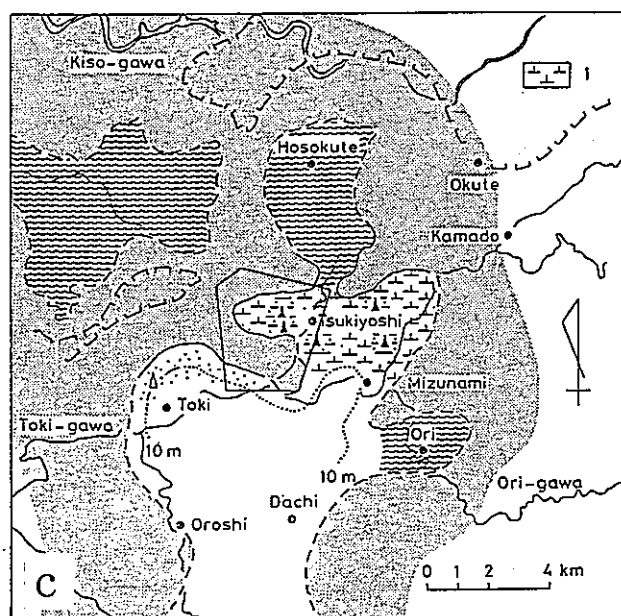
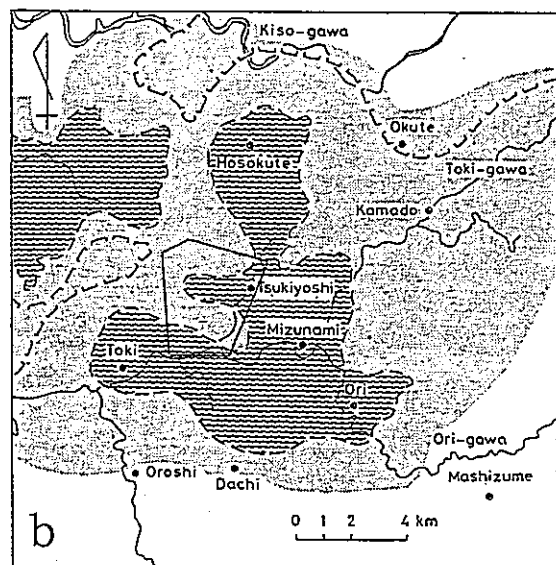
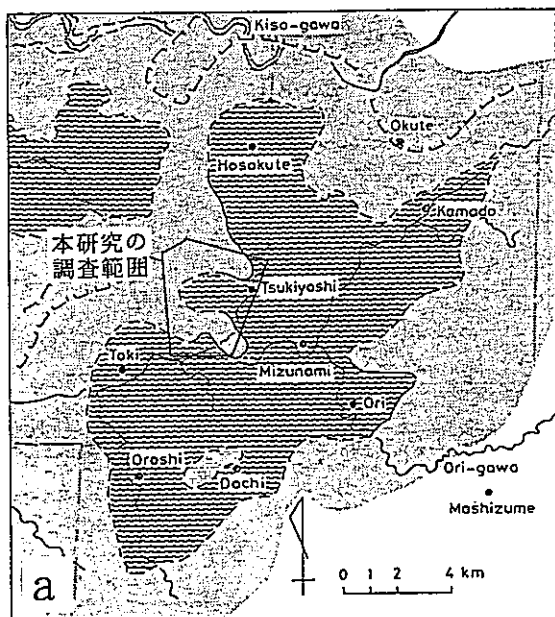


図-3.1.7 瑞浪層群堆積時の古地理 (糸魚川, 1974)

瑞浪地域では、陶土層の堆積に遅れて、鮮新世になると土岐砂礫層の堆積がおこった。これらは、“東海湖”に注ぐ河川の堆積物と考えられている。

(4) 東濃鉾山の古地理

東濃鉾山は瑞浪盆地の地質構造区分では、中部地区の北縁部に位置する。図-3.1.7の古地理図には各ステージにおける東濃鉾山の位置を示してある。

基盤は領家帯の花崗岩からなり、瑞浪層群堆積以前は侵食により起伏に富んだ基盤地形が形成されていた。瑞浪層群堆積時の第4ステージまでは、ほとんどの時期に盆地の縁辺部に位置していた。第5ステージの生俵泥岩層の堆積期には水深 200m 近い深い海になったと考えられる。この間、大きな構造運動を受けることはなく地層は堆積した。その後、月吉断層の活動により、断層南側の中部地域が北部地域よりも相対的に上昇し、東濃鉾山の南側では明世累層上部から上位の地層は削剥された。鮮新世になると東海湖に注ぐ河川の氾濫原となり、瀬戸層群（土岐砂礫層）が堆積した。

3.2 透水試験結果と地質区分

3.2.1 透水性を考えた地質区分

水理地質構造モデルを作成する上では、地下水流動上意味のある地質単元が識別されていなければ、できあがったモデルは意味のないものとなる。

そこで本項では調査域内で行われた透水試験結果をもとに、どのような地質単元に区分するのが適当かについて検討する。

検討に用いたのは、立坑周辺で掘削された以下のボーリング孔での原位置透水試験結果である¹⁷⁾。

TT-1, TH-2, TH-3, TH-4, TH-4-2, TH-5,
TH-5-2, TH-6, TH-7-1, TH-7-2, TH-8,
TH-8-2, AN-6, SN-4

(ボーリング地点の位置については図-3.3.5 を参照)

表-3.2.1 に、原位置透水試験の結果を示す。

(1) 累層別の透水性

累層ごとの透水係数の分布を図-3.2.1 に示す（ここではあるまとまった地質単元という意味で、花崗岩や瀬戸層群についても便宜的に「累層」という言葉を用いる）岩相には関係なく、試験区間がどの累層に属するかのみによって表してある。

この結果をみると、瑞浪層群内の累層においては大部分が透水係数 $10^{-8} \sim 10^{-6}$ の範囲に入り、累層別の大きな差はない。すなわち、瑞浪層群内では水理地質特性（透水性）を累層単位で表すことは難しいといえる。

しかし、花崗岩は瑞浪層群に比べてやや高い傾向を示している。また、透水試験の行われていない瀬戸層群の砂礫岩はこれらの岩石に比べて大きな透水性を示す可能性もある。このように、層群レベルでの違いはありそうである。

(2) 累層別・岩相別透水性

累層ごとに岩石の透水係数分布を表すと図-3.2.2 のようになる。区間に単一の岩石が現れるとは限らないので、試験区間内の最も占有率の高いもので代表させてある。

各々の岩石での試験データの数で十分でないが、生俵累層ではシルト岩が $10^{-8} \sim 10^{-7}$ 、細～中粒砂岩は $10^{-8} \sim 10^{-7}$ と $10^{-6} \sim 10^{-5}$ にばらつき、中～巨礫岩がほぼ $10^{-6} \sim 10^{-5}$ の透水係数である。明世累層の細～中粒砂岩は $10^{-8} \sim 10^{-5}$ 、土岐夾炭累層では細

表-3.2.1 原位置透水試験結果 (その1)

主な岩相	他 の 岩 相	累 層	ボーリング番号 , 透水試験深度 (m)	17欠損	透 水 係 数 (cm/sec)	R Q D (%)
シルト岩	-----	生俵	TH-6 , 55~ 60	-----	3.20×10^{-8}	62
細~中砂岩	-----	生俵	TH-6 , 66~ 71	-----	3.16×10^{-6}	86
	-----		TH-6 , 79~ 84	一部	2.16×10^{-6}	95
	泥 岩		TH-8-2, 32~ 37	-----	1.02×10^{-8}	87
	-----	明世	TH-3 , 51~ 56	-----	2.29×10^{-6}	94
	-----		TH-3 , 57~ 62	-----	1.54×10^{-6}	90
	-----		TH-3 , 62~ 67	-----	8.23×10^{-6}	74
	-----		TH-5-2, 34~ 39	-----	6.28×10^{-7}	88
	-----		TH-8 , 60~ 65	-----	1.59×10^{-7}	98
	-----		SN-4 , 5~ 10	-----	1.70×10^{-8}	—
	-----		TH-4-2, 67~ 72	-----	5.26×10^{-8}	87
	-----		TH-5-2, 65~ 70	-----	4.18×10^{-8}	68
	-----		TH-7-2, 65~ 70	-----	4.20×10^{-8}	96
	-----		TH-8 , 74~ 79	-----	8.18×10^{-8}	99
	粗粒砂岩		TH-7 , 86~ 91	-----	4.17×10^{-6}	77
	//		TH-3 , 69~ 74	-----	4.39×10^{-7}	94
	//		TH-4-2, 74~ 79	-----	5.15×10^{-8}	94
	粗砂岩・泥岩		SN-4 , 31~ 36	-----	8.80×10^{-7}	—
	泥岩		SN-4 , 5~ 10	-----	2.90×10^{-8}	—
	-----	土岐	TH-5-2, 78~ 83	-----	1.39×10^{-7}	41
	-----		TH-3 , 85~ 90	-----	3.69×10^{-8}	77
	-----		TH-5 , 96~101	-----	3.44×10^{-8}	88

表-3.2.1 原位置透水試験結果 (その2)

主な岩相	他の岩相	累層	ボーリング番号 透水試験深度 (m)	17欠損	透水係数 (cm/sec)	RQD (%)
細～中砂岩	礫岩	土岐	AN-6 , 74～79	-----	8.24×10^{-9}	99
	礫岩・細礫岩		TH-4 , 122～127	-----	4.96×10^{-8}	83
	礫岩・粗砂岩		TH-7-2, 75～80	-----	2.73×10^{-7}	82
	//		AN-6 , 64～69	-----	5.90×10^{-8}	98
	粗粒砂岩		AN-6 , 50～55	-----	5.06×10^{-8}	96
粗粒砂岩	-----	土岐	TH-3 , 119～124	-----	8.21×10^{-8}	84
	-----		TH-4 , 105～110	-----	3.24×10^{-8}	78
	礫岩・中砂岩		TH-3 , 97～102	-----	3.87×10^{-8}	80
	中粒砂岩		AN-6 , 34～39	-----	1.35×10^{-6}	89
細礫岩	-----		SN-4 , 51～56	一部	6.80×10^{-6}	——
	粗粒砂岩		TH-5 , 151～156	-----	1.74×10^{-5}	89
	泥岩		SN-4 , 56～61	-----	2.50×10^{-6}	——
中～巨礫岩	中粒砂岩	生俣	TH-8-2, 46～51	-----	3.67×10^{-6}	59
	細粒砂岩		TH-6 , 85～90	-----	6.18×10^{-6}	48
	粗粒砂岩	明世	SN-4 , 36～41	-----	7.60×10^{-7}	——
	-----	土岐	TH-4 , 162～167	一部	1.17×10^{-5}	28
	-----		TH-3 , 178～183	-----	6.54×10^{-6}	5
	-----		TH-5 , 160～165	-----	5.64×10^{-7}	15
	-----		TH-7 , 104～109	-----	1.31×10^{-7}	90
	-----		TH-8 , 119～124	-----	7.06×10^{-7}	81
	-----		AN-6 , 104～109	-----	1.35×10^{-7}	32
	-----		TH-4 , 140～145	-----	3.60×10^{-8}	88

表-3.2.1 原位置透水試験結果 (その3)

主な岩相	他の岩相	累層	ボーリング番号 , 透水試験深度 (m)	欠損	透水係数 (cm/sec)	RQD (%)
中～巨礫岩	細礫岩	土岐	SN-4 , 61～66	一部	2.20×10^{-6}	—
	//		SN-4 , 69～74	//	5.65×10^{-8}	—
	礫岩砂岩互層		TH-5 , 119～124	-----	1.28×10^{-7}	77
	//		TH-4 , 116～121	一部	2.49×10^{-8}	45
	粗粒砂岩		TH-5 , 144～149	//	9.38×10^{-6}	72
	粗・中粒砂岩		AN-6 , 94～99	-----	5.65×10^{-8}	78
	中粒砂岩		AN-6 , 14～19	-----	1.94×10^{-5}	94
	//		TH-4 , 91～96	-----	7.41×10^{-6}	66
	粗砂・凝灰岩		TH-8 , 104～109	-----	5.28×10^{-7}	82
	凝灰質砂岩		TH-8 , 129～134	-----	1.50×10^{-5}	84
	//		TH-7 , 131～136	-----	1.73×10^{-6}	80
	//		TH-7 , 126～131	-----	5.78×10^{-7}	81
	花崗岩		TH-8 , 135～140	一部	3.30×10^{-5}	29
凝灰岩 (鬼サバ)	粗粒砂岩	明世	TH-6 , 110～115	-----	4.60×10^{-8}	94
	-----	土岐	TH-6 , 133～138	一部	2.23×10^{-7}	55
	-----		TH-4 , 80～85	-----	2.11×10^{-8}	51
	-----		TH-6 , 127～132	-----	2.08×10^{-8}	89
	礫岩		TH-6 , 157～162	-----	1.80×10^{-7}	90
	粗・中粒砂岩		TH-7 , 115～120	-----	4.78×10^{-7}	95
花崗岩	-----	基盤岩	TH-4 , 176～181	-----	1.69×10^{-5}	16
	-----		TH-4 , 189～194	-----	1.77×10^{-5}	23
	-----		TH-4 , 197～201	-----	2.07×10^{-5}	51

表-3.2.1 原位置透水試験結果 (その4)

主な岩相	他の岩相	累層	ボーリング番号 , 透水試験深度 (m)	17欠損	透水係数 (cm/sec)	RQD (%)
花崗岩	-----	基盤岩	TH-8 ,159~164	-----	3.01×10^{-5}	95
	-----		TH-8 ,171~176	-----	3.63×10^{-5}	90
	-----		SN-4 , 80~ 85	一部	3.00×10^{-6}	—
	-----		SN-4 , 89~ 94	-----	2.10×10^{-6}	30
	-----		SN-4 ,121~126	-----	1.14×10^{-6}	65
	-----		TH-6 ,175~180	-----	2.24×10^{-6}	97
	-----		TH-6 ,187~192	-----	1.61×10^{-6}	69
	-----		SN-4 , 95~100	-----	5.50×10^{-7}	64
	-----		SN-4 ,104~109	-----	8.34×10^{-7}	60
	-----		AN-6 ,110~115	-----	2.09×10^{-7}	69
	-----		AN-6 ,120~125	-----	2.27×10^{-7}	75
	-----		AN-6 ,129~131	-----	2.19×10^{-7}	22
	-----		TH-3 ,162~167	-----	2.73×10^{-7}	7
	-----		TH-5 ,170~175	-----	2.52×10^{-7}	20
	-----		TH-5 ,182~187	-----	5.44×10^{-7}	8
	-----		TH-7 ,175~180	-----	8.79×10^{-7}	77
	-----		TH-7 ,175~187	-----	6.11×10^{-7}	85
	-----		SN-4 ,116~121	-----	8.05×10^{-8}	96
	-----		TH-7 ,162~167	-----	5.69×10^{-8}	66
	礫岩		SN-4 , 74~ 78	一部	5.50×10^{-6}	—
	粗砂岩・断層		TH-3 ,168~173	-----	3.76×10^{-6}	10
	緑色岩		TH-7 ,140~145	-----	1.84×10^{-6}	20

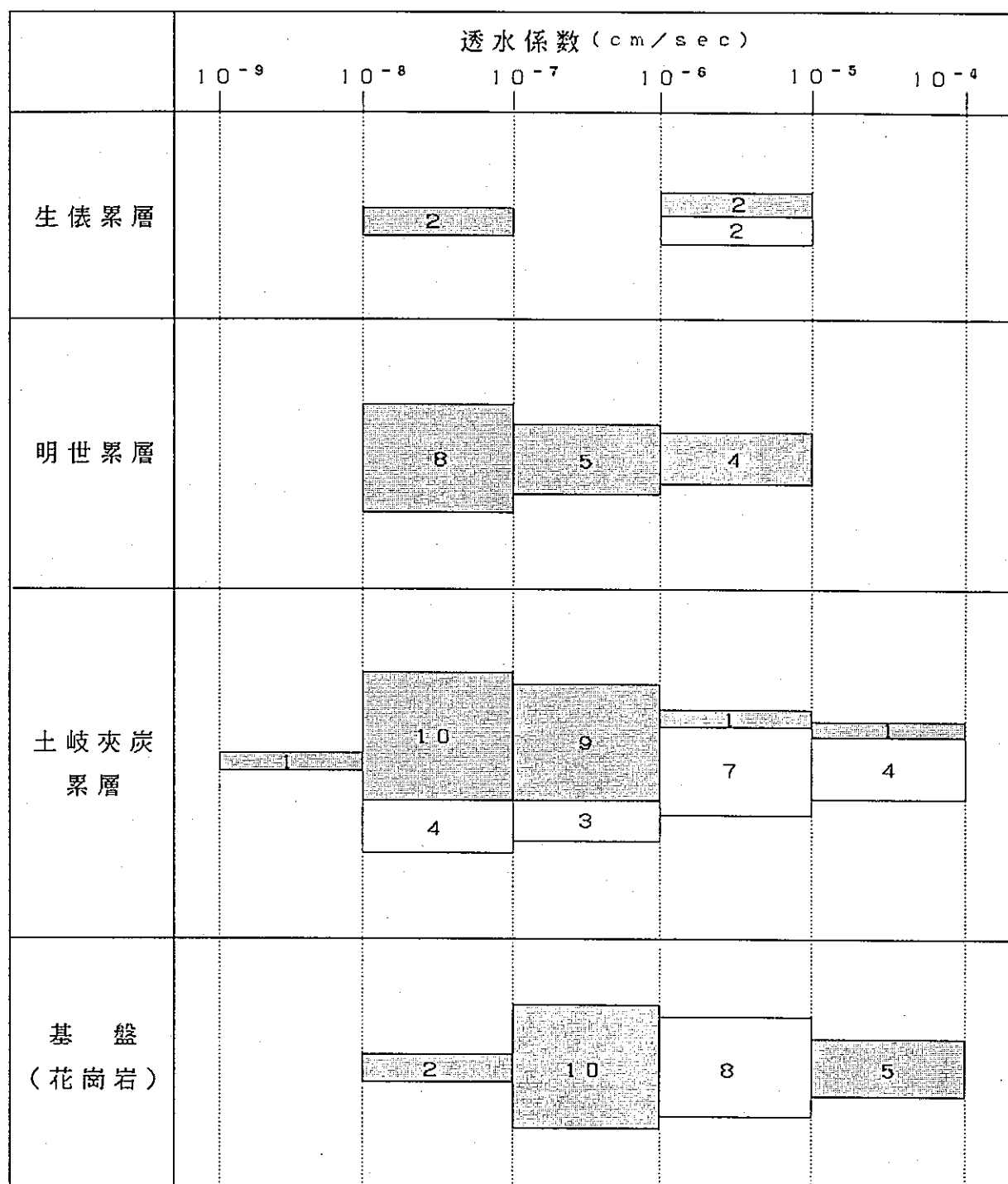


図-3.2.1 累層別の透水性

- *  の幅及びその中の数字は透水試験のデータの個数を示す。
- *  は透水試験区間にコア欠損部が存在する場合があることを示す。

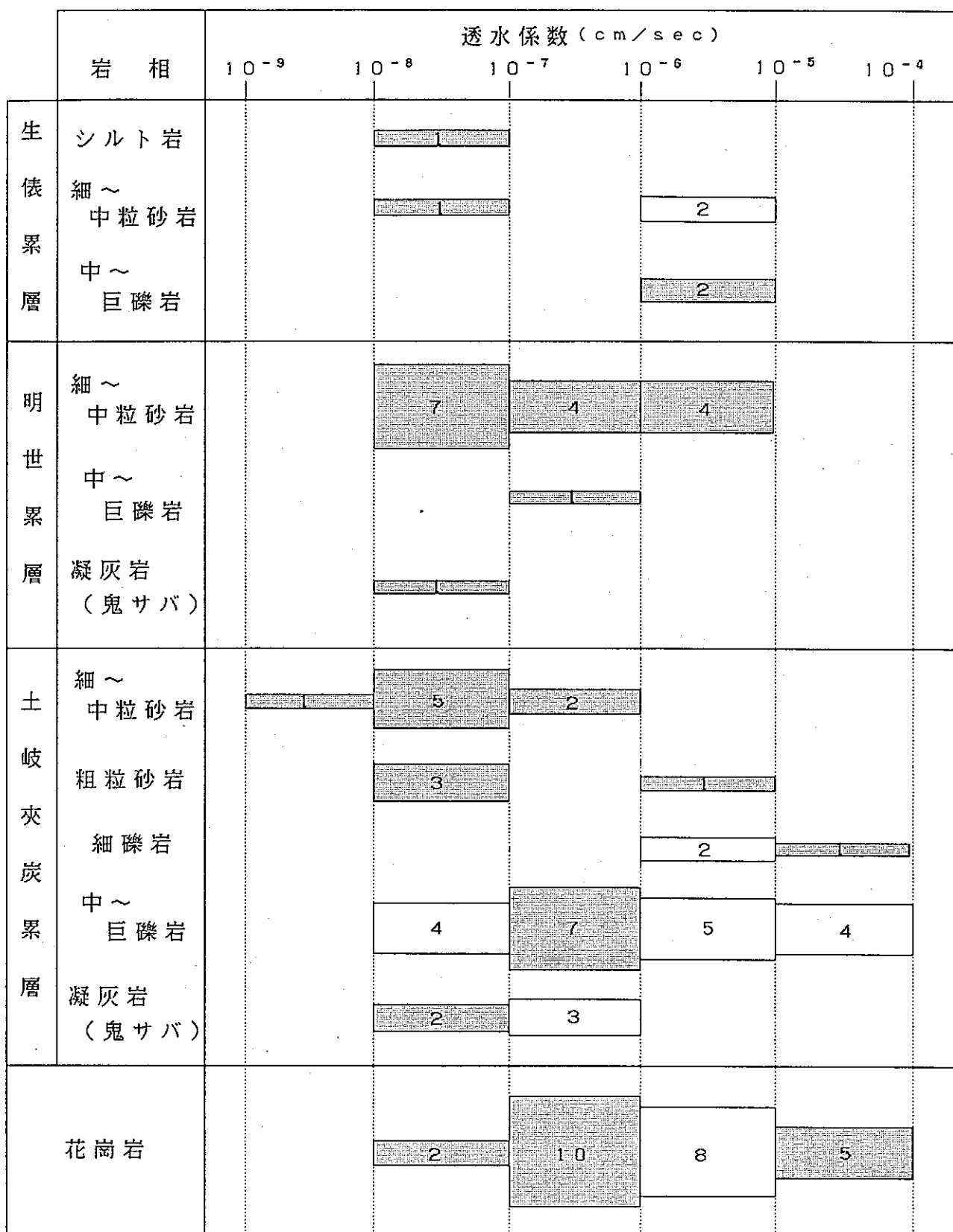


図-3.2.2 累層別・岩相別の透水性

～中粒砂岩が $10^{-9} \sim 10^{-6}$ 、粗粒砂岩が $10^{-8} \sim 10^{-7}$ および $10^{-6} \sim 10^{-5}$ を、また凝灰岩が $10^{-8} \sim 10^{-6}$ を示す。これらに比べて土岐夾炭層の礫岩（細礫岩、中～巨礫岩）は、 10^{-5} におよぶ比較的大きな透水係数を示す（ただし中～巨礫岩には 10^{-8} といった低い透水性のところもある）。花崗岩は $10^{-8} \sim 10^{-4}$ の広い範囲にわたっている。

このように、累層中の岩相のレベルで見ると、単に累層単位で比較した場合よりも透水性の差が明瞭になる。

3.2.2 本モデルにおける水理地質区分

前節で述べたことから、水理地質構造モデルを考えるうえでの適当な地質単元の選び方について考える。

累層別に見た場合には透水性の違いが明瞭でないことから、累層単位の水理地質区分では不十分である。

岩相別に見ると透水性の違いがより明瞭になるため、岩相別に水理地質構造の単位をとることが適当であるといえる。ただし、本地域のように岩相が複雑に変化する地層の場合は、個々の岩質によって分けるとモデルが著しく複雑になるおそれがある。

このように考えると、現在の透水試験の結果では層群レベルでの区分にとどめざるを得ない状況にある。すなわち、層序学的単位としては、花崗岩、瑞浪層群、瀬戸層群の3つに分ける。

なお、後述するように、瑞浪層群の各累層の下端には礫岩・砂岩といった粗粒堆積物が分布するため、水理地質構造を表す上では累層区分の有効性も予想される。

また、水理地質学的特性は岩相・累層よりもそれぞれの岩石中の割れ目や風化状態に支配されている可能性もある。この点に関して、特に花崗岩については次節において述べる。

3.3 地質構造の推定

ここでは、当地域の地質構造を、水理地質的観点まで含めて再検討を行う。

まず、地表踏査とボーリングデータに基づき、付図－１に示す 1/5,000 の地質図を作成した。

付図－２，３は、調査地域を横切る東西方向 8 本、南北方向 7 本の測線で設定・作成した断面図である。隣り合う測線の間隔は、いずれも 500m である。断面図の作成には、本調査の地表踏査の結果、鉾山周辺のボーリングデータを用いた(図－3.3.1)。なお、基盤の花崗岩と瑞浪層群(土岐夾炭累層)の間の不整合面に関しては、動力炉・核燃料事業団(1988)の月吉鉾床不整合面地下等高線図も用いて描いた。ボーリングデータは測線上または測線のごく近傍に位置するもののみを用い、その位置とそこで層序を図上に表した。測線付近にボーリング地点がない場合は、測線の両側に位置するボーリングデータを内挿して用いた。

このようにして作成した地質図、断面図をもとに以下の議論をすすめる。

3.3.1 花崗岩の分布と構造

(1) 当地域の花崗岩の特徴

本調査地域に分布する花崗岩は、領家帯の新期花崗岩で、土岐花崗岩と呼ばれる¹⁸⁾細粒～粗粒の黒雲母花崗岩で、ところによっては角閃石を含む花崗閃緑岩質になる。また、黒雲母花崗岩中にも径 1～2 m のゼノリスとしてもこのような閃緑岩質のブロックが見られる。

(2) 花崗岩中の割れ目系について

ここでは、月吉断層を境に構造的差異がある可能性を考慮に入れ、月吉断層の上盤である南側地域と、下盤である北側地域とに分けて解析、検討する。用いるデータは立坑周辺の試錐である SN－4，AN－6，TH－3，TH－4，TH－5，TH－6，TH－7，TH－8 におけるボアホールカメラによって得られた割れ目の走向・傾斜である。これらのデータは次式の通りに遭遇率を考慮しているが、簡便的に各々の傾斜に応じた重み係数を小数点第一位で四捨五入した整数を処理上の本数とした。すなわち傾斜 0° の割れ目は 1 本につき 1 倍に、85° は 11 倍にして処理を行った。

なお、90° は 89° として扱った。

遭遇率を考慮した重み付け

$$W = \frac{1}{\cos \theta}$$

W：重み係数 θ ：節理の傾斜角

図－3.3.2～4に割れ目のステレオ投影を示す。

北側地域では最も集中しているピークは N30° E90° で、その他に NS 系 80° W、EW 系 20° S のものが見られ、概して NS ないし NE-SW 方向で高角のものと緩く南に傾斜する割れ目の2系統に分けられる。NS ないし NE-EW 方向のものはいずれの試錐にも見られ、この地域での一般的な構造と考えられる。一方、緩く南に傾斜するものは TH－8 のほとんどの標高(136m～76m)で見られるが、TH－6では標高128m～118m 付近に比較的多い傾向にあるものの、高角割れ目に対する頻度は低く、TH－5(標高124m～87m)ではほとんど見られない。

南側地域は、北側地域よりばらついた傾向にあるが、N25°・W85° W の高い集中のほか、N60° E70° S などの高角割れ目や N35° E10° W のピークのほぼ水平な割れ目が見られる。N60° E70° S の割れ目系は月吉断層の方向・傾斜と調和しており、おそらく月吉断層に伴う亀裂系統であると考えられる。とくに、月吉断層を貫通する TH－3 では、EW 系南傾斜の割れ目が卓越している。N35° W85° W の亀裂系は、位置が比較的離れている AN－6を除いた SN－4、TH－4、TH－7に見られ、一般的な構造方向と考えられる。水平に近い割れ目はその集中度に差があるものの、TH－3を除けば認められる。

北側、南側の両地域とも水平割れ目が見られ、地表付近に見られるシーティングジョイントの連続したものと想像される。その場合、標高あるいは不整合面(古地形面)からの花崗岩の厚さとの間に何らかの関係があると予想されるが、観測された深度までのデータでは、地下方向への割れ目密度変化、不整合面との関係は検討できない。動力炉・核燃料事業団(1988)¹⁹⁾などによれば、AN－1でのボーリングコアの深度25m～75m 付近には高角度の割れ目が、また深度150m～200m 付近には水平方向の割れ目が、それぞれの区間に分布する亀裂の中において卓越する傾向が認められる。

この深度を標高に改めると、前者は191m～141m で不整合面直下に位置し、後者

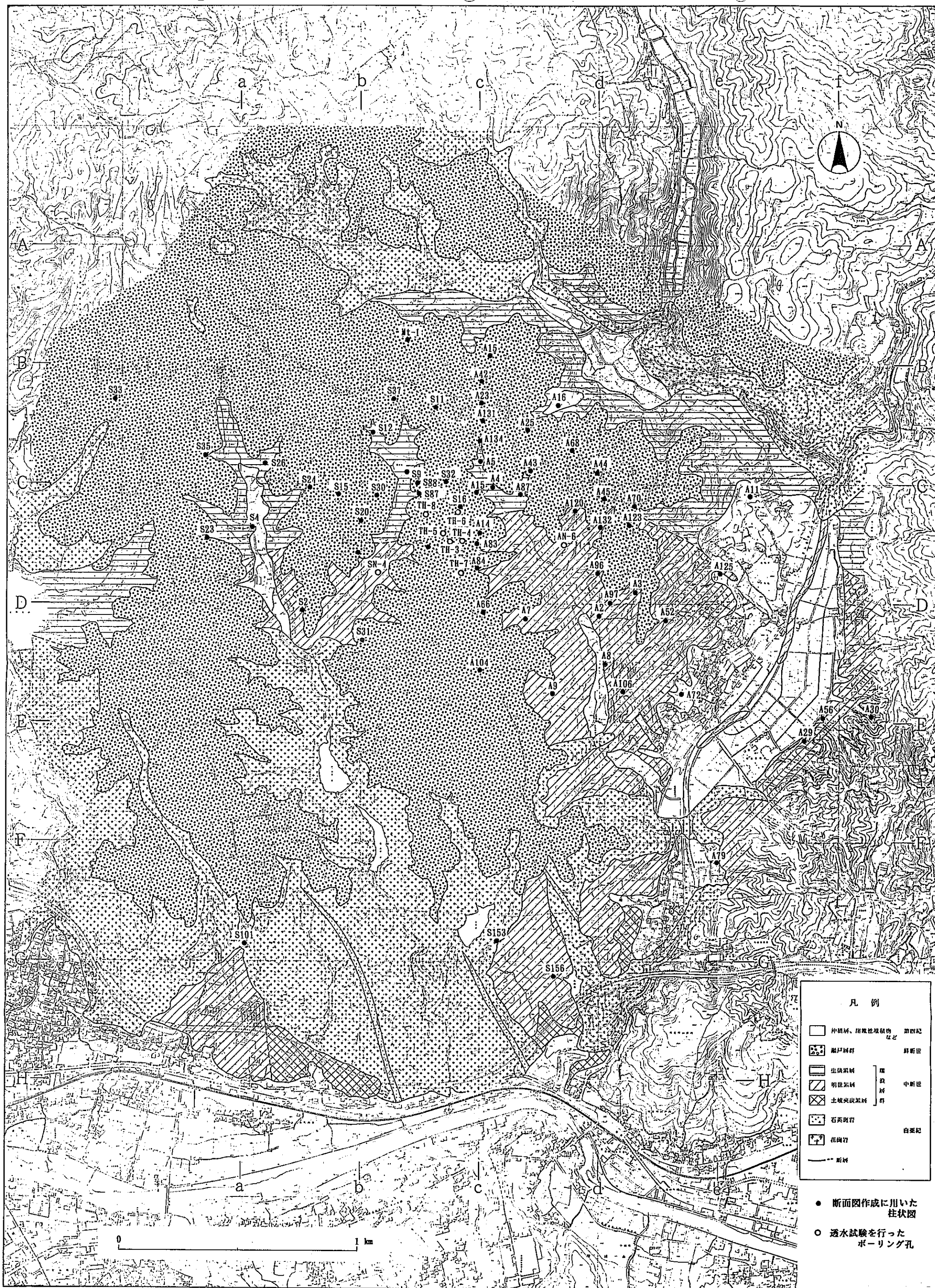


図-3.3.1 断面図作成に用いたボーリング柱状図の位置

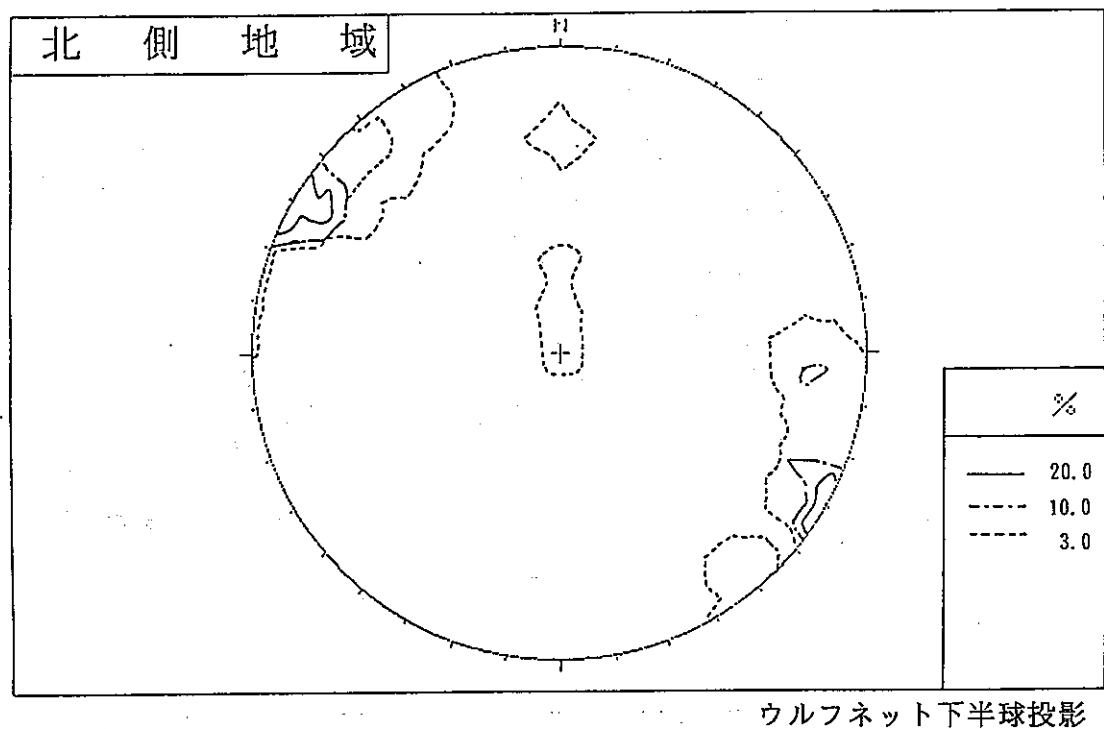


図-3.3.2 割れ目の方向のステレオ投影（北側地域）

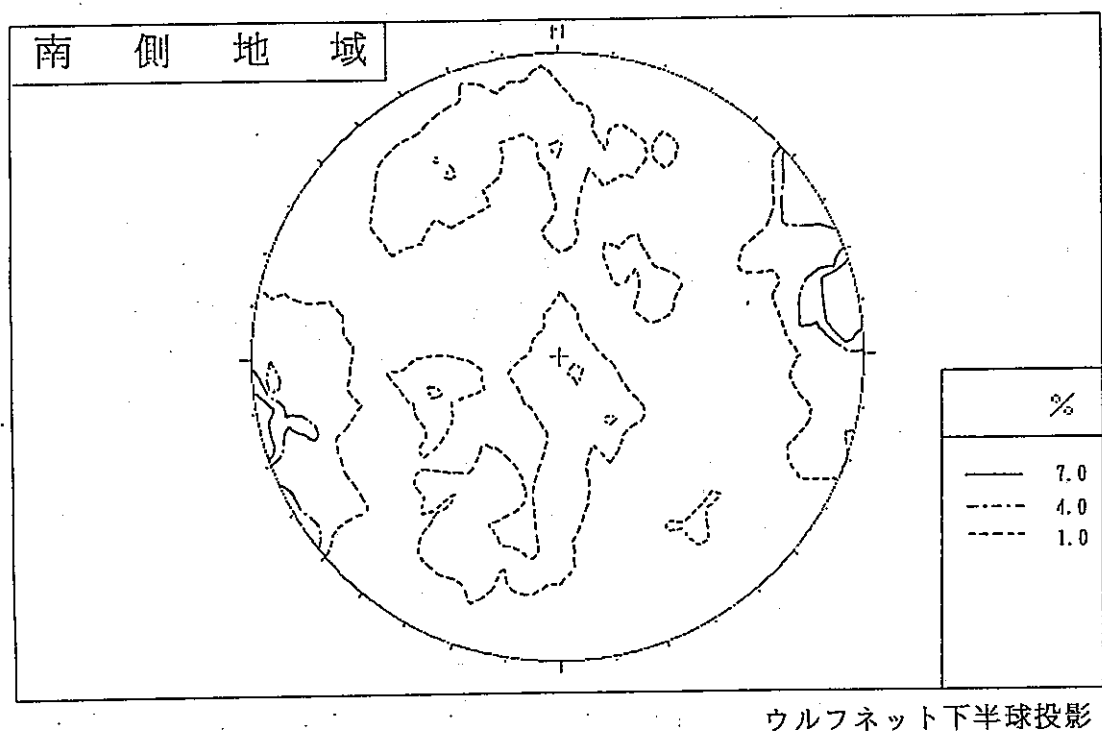
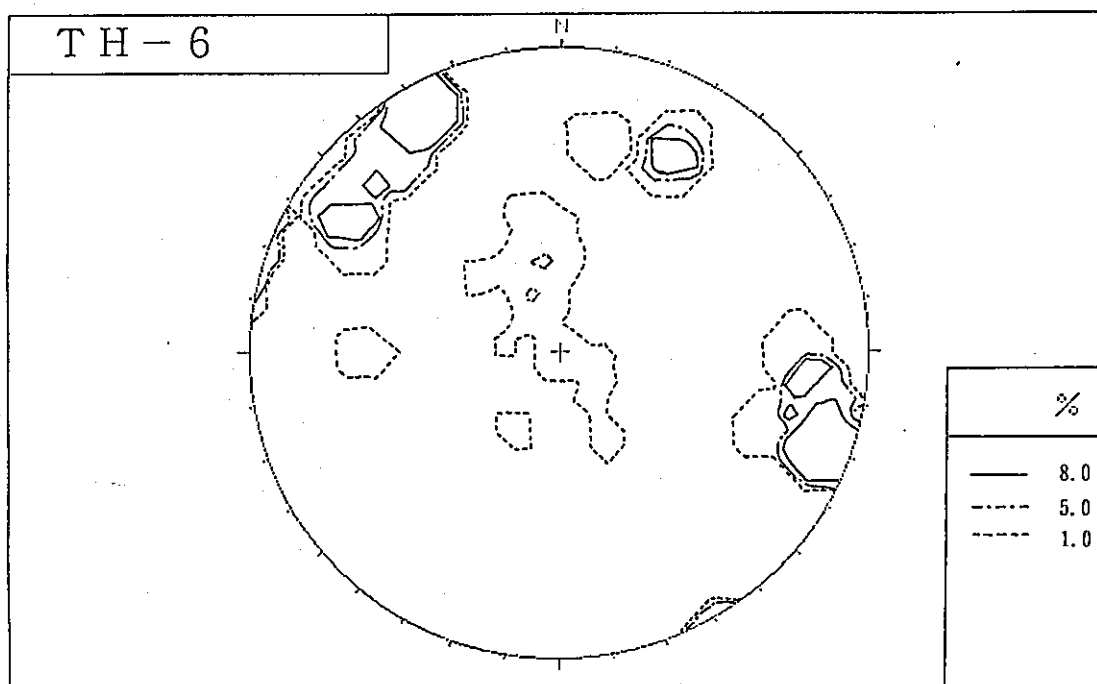
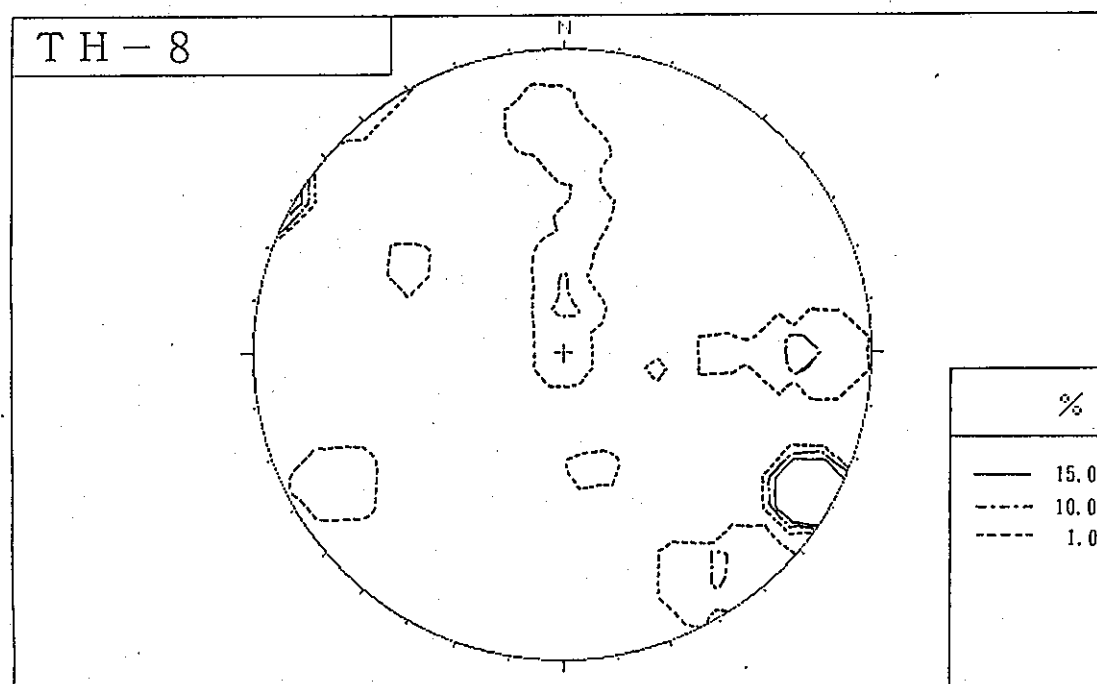


図-3.3.3 割れ目の方向のステレオ投影（南側地域）

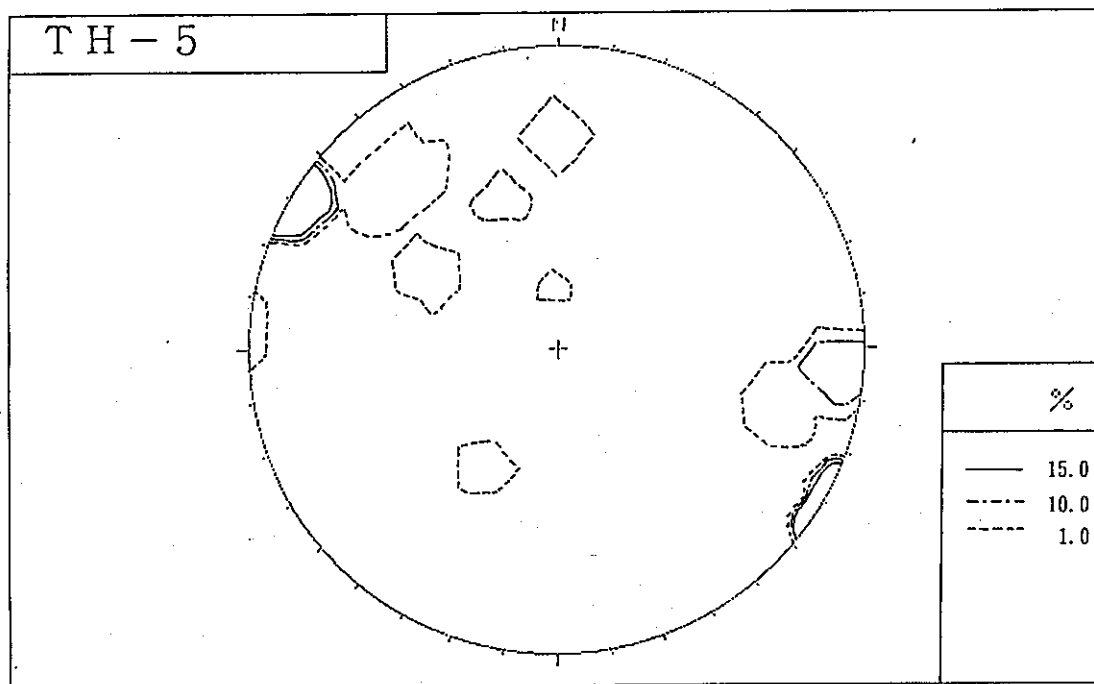


ウルフネット下半球投影

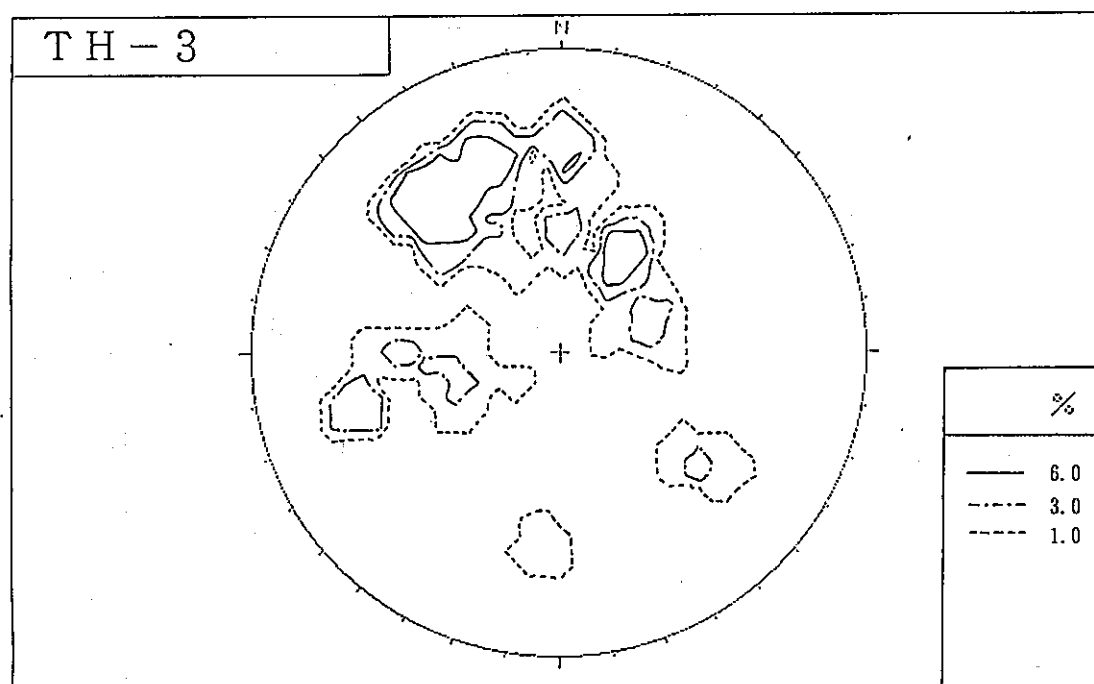


ウルフネット下半球投影

図-3.3.4 割れ目の方向のステレオ投影 (各ボーリング孔その1)

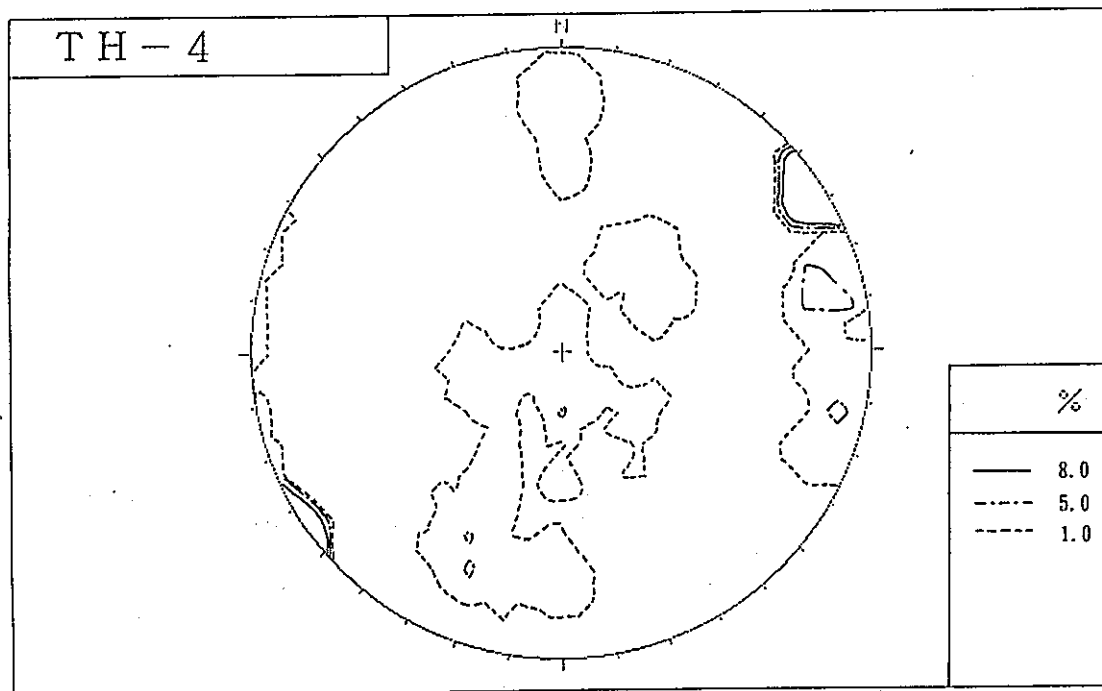


ウルフネット下半球投影

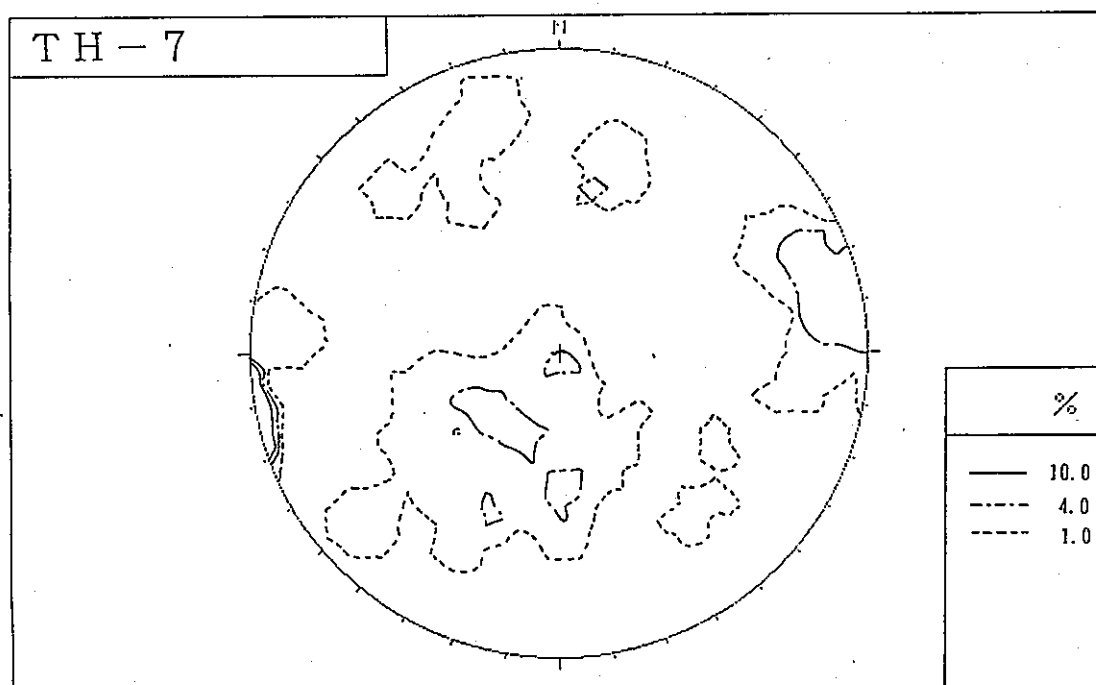


ウルフネット下半球投影

図-3.3.4 割れ目の方向のステレオ投影 (各ボーリング孔その2)

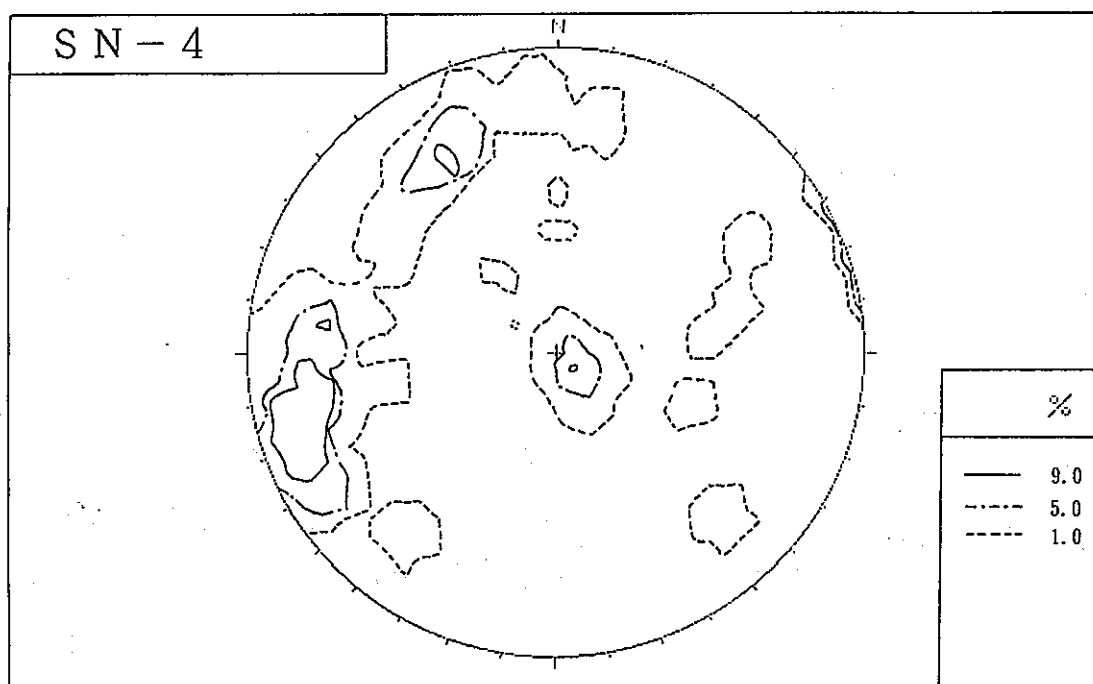


ウルフネット下半球投影

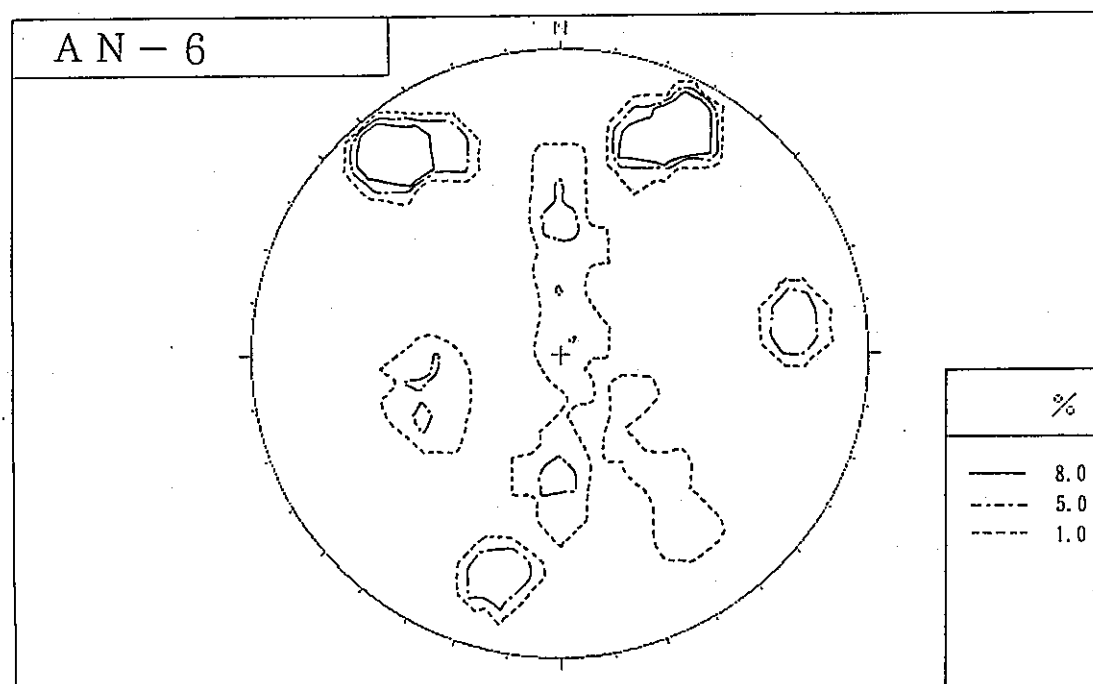


ウルフネット下半球投影

図-3.3.4 割れ目の方向のステレオ投影 (各ボーリング孔その3)



ウルフネット下半球投影



ウルフネット下半球投影

図-3.3.4 割れ目の方向のステレオ投影（各ボーリング孔その4）

は66~16mになり、不整合面の確認されている最も低い標高である約90mよりも低い。そのため水平割れ目は、この深度まで及んでいる可能性を否定出来ない。

図-3.3.5にはこの地域の割れ目の方向特性を示す。本地域は大局的に、水平方向、NNE-SW方向、NW-SE方向に集約される²⁰⁾が、立坑周辺の割れ目方向もこれに調和している。また、立坑周辺では月吉断層を境にして割れ目方向に差異があるように感じるが、より広域な視点でみると月吉断層を境にした構造方向に違いは認められない。

(3) 花崗岩の風化帯の分布と構造

風化作用とは岩石がその位置で、水・大気・生物などの関与のもとで性質が変わっていく現象である。その原因は岩石が形成された条件とは異なる地表の様々な条件下に置かれてその条件で安定なものに変わっていくところにある。風化作用により形成された風化殻（風化作用によって変質した部分。露頭に置いては“風化帯”として認識される。）は、原岩・気候条件によっていくつかのタイプがある。通常風化帯は肉眼的特徴によっていくつかの変質帯に区分され、さらに変質鉱物の組合わせによる「鉱物帯」に分帯される²¹⁾。

風化がどの位の深さまで及んでいるかは、風化作用と侵食作用の強弱による。Ollier (1965)²²⁾ は、オーストラリアで 900フィート (274m) までの花崗岩の風化を報告している。また、F.C.Beavisは同じくオーストラリアで 400フィート (122m) までの花崗閃緑岩の風化を確認している²³⁾。

本地域と類似した地質状況での研究例としては、三河高原での領家帯の花崗岩を対象にした風化殻の形成について論じたものがある。この研究では表-3.3.1の基準に基づいて風化分帯をおこない、その鉱物組成、風化系列を検討して^{24) 25)}、風化殻の厚さ（分布）、風化の時代を推定している²⁶⁾。各分帯ごとの鉱物組成を図-3.3.6に示すが、これらから

- ① この地域での風化は、湿潤気候下における一般的な花崗岩の風化である。
- ② 野外観察による風化分帯は化学的、鉱物学的変化と良く対応するので、十分意味のある分帯である。
- ③ 風化殻の分布形態は、現在の地形面の起伏にはよらず過去の小起伏地形に平行に分布している（図-3.3.7）。



表-3.3.1 野外における肉眼観察を主とする風化分帯表

第1表 野外における肉眼観察を主とする風化分帯表

(木宮, 1975a)

風化分帯	野外での特徴	平均的厚さ
zone VI 土壌 (soil)	露頭最上部に存在し草や木の根が密集している。マサBとの間にクリービングマサ*の存在する場合もある。	1 m以下
zone V マサB (masa B)	全体が一様に風化し砂状を呈する。長石、黒雲母はかなり粘土化しているので、軽く手で握るとかたまりとなる。本帯を欠く場合もある。マサAとの境ははっきりしている。	2 m以下
zone V マサA (masa A)	全体が一様に風化し砂状を呈する。粘土分はマサBにくらべて少なく、軽く手で握ってもかたまりとならない。節理面の跡は厚さ1cm程度の粘土層となっている。風化花こう岩Bとの境ははっきりしている。	10~20m 時に40~50m
zone IV 風化花こう岩B (weathered granite B)	長石は指頭で粉砕できるほど風化し、岩石全体としてもかなり風化しているが、一様な風化ではなく、節理面は残っている。粘土分はほとんどなく、ハンマーで軽くたたくと砂状となり、岩塊とならない。風化花こう岩Aとは漸移する。	5~10m
zone III 風化花こう岩A (weathered granite A)	長石は白濁するが、岩盤としての組織を残しており、節理面もはっきりしている。ハンマーで軽打してもくずれず、軟かい部分は砂状になるが、硬い部分は10cm程度の岩塊となる。花こう岩Bとは漸移する。	20~30m
zone II 花こう岩B (granite B)	黒雲母の周辺に鉄サビ色のくまが生じているが、ハンマーで軽打したくらいでは割れない。花こう岩Aとは、漸移する。	20~40m
zone I 花こう岩A (granite A)	新鮮なもので、風化作用の影響を全くまたはほとんど受けていない。	

* マサがクリービングにより移動したもの、または地表水、風などの営力によりリワークして再堆積したもの

	zone I	zone II	zone III	zone IV	zone V	zone VI	zone VII
quartz							
K-feldspar							
plagioclase							
biotite							
chlorite							
illite							
hydro-biotite							
vermiculite							
kaoline-minerals							
gibbsite							

第10図 各風化分帯における鉱物組成の変化

(木宮, 1975a)

図-3.3.6 地表に露出している花崗岩の風化状況

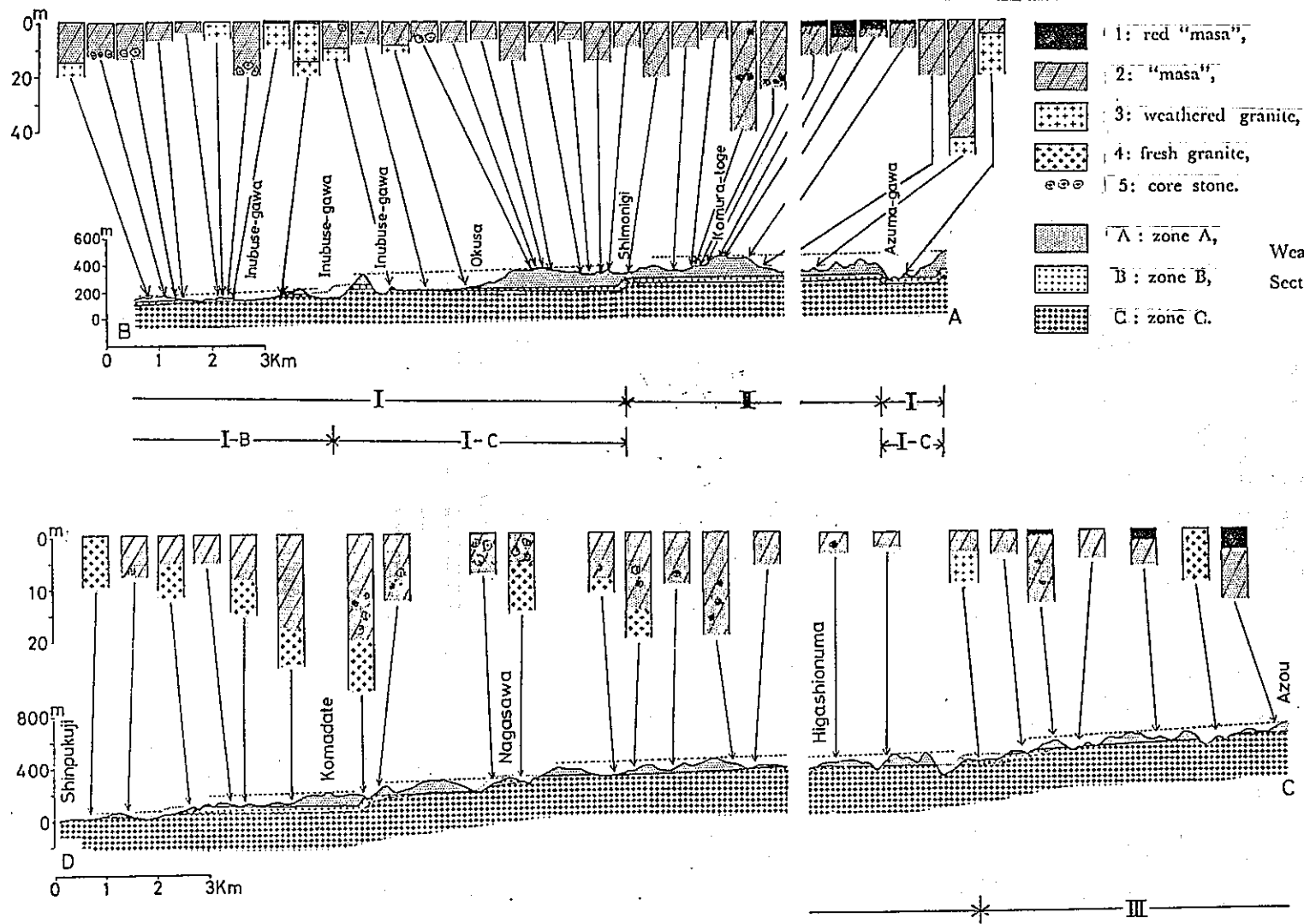


Fig. 8. Weathering section of Azou—Shin-pukuji area.
 Sectional line is shown in Fig. 3.
 The legend is the same as in Fig. 7.

(木宮, 1988)

図-3.3.7 三河高原における風化断面図

- ④ この小起伏面は瑞浪層群堆積後、瀬戸層群堆積前に形成されたと考えられ、風化殻はこの小起伏面が形成されつつある時期、あるいは形成時からの風化作用による。と結論している。

これらの成果に基づいて、本地域においても同様の手法で花崗岩の風化殻の分布について検討できると予想されるが、露頭やボーリングコアを新たに風化分帯することは時間的な問題などで現実的ではないため、主として立坑周辺の試錐データ、地表踏査結果をもとに、土木地質で一般に用いられている岩盤分類に沿って風化を区分した。岩盤分類そのものは、岩盤の耐荷性、遮水性の工学的性状を把握することを目的としているため、直接風化分帯に当てはまるわけではないが、花崗岩のような硬質塊状岩盤の場合、風化変質状態や岩盤としての強度と割れ目の密度、連続性、開口度および挟在物によって岩盤分類がなされていることが多いため、割れ目の密度、連続性、開口度などの岩盤の不連続性に関わる基準を除いたものを花崗岩の風化分帯基準として用いることは可能と考えられる。この方法のメリットは、岩盤分類をベースにしているため、試錐データとの対比が行いやすいことにある。特に立坑周辺の試錐データは、建設省のボーリング柱状図作成要領（案）に従ってまとめてあり、この内の風化の程度、割れ目の状態の2項目をパラメータにして簡便に風化区分ができる。

表-3.3.2 は広がりを持った岩盤面についての岩盤等級区分基準²⁷⁾ の硬質岩の等級区分の基準から節理の密度、開口度に関する事項を消して、新たに定義した花崗岩の風化区分基準である（風化帯を分けることを一般には風化分帯といているが、ここでは岩盤等級区分基準を基にしているため、風化分帯ではなく風化区分という表現を用いる）。表-3.3.3、4 にボーリング柱状図作成要領（案）²⁸⁾ のコア風化区分表、コア割れ目状態判定表を示す。これらのコア状況の判別基準と先の風化区分基準をすりあわせて、表-3.3.5 に示す対応関係を定義して試錐データから風化区分を行った。

なお、試錐データには岩種の記載があり、弱風化、強風化といった表記が見られるが、風化に対する基準がはっきりしていないため考慮していない。また、地表の露頭での風化区分は表-3.3.2 の風化区分基準によっておこなっている。

(4) 本地域における花崗岩風化部の分布

各ボーリング孔での花崗岩の状況を表-3.3.6 に示す。

上記の基準によって区分された花崗岩の分布について以下に述べるが、ここでは風化区

表-3.3.2 花崗岩の風化区分基準

風化 区分	対応する 岩盤等級	岩 盤 の 一 般 的 性 状
I	A	岩質はきわめて新鮮で、火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は全く風化変質しておらず、岩盤としてはきわめて堅牢、固密である。
II	B	岩質は新鮮で、火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子はほとんど風化変質していない。岩盤としては堅牢、固密である。
III _H	C _H	岩質はおおむね新鮮、堅硬であるが、火成岩では造岩鉱物中、長石類および雲母角閃石などの有色鉱物がわずかに風化変質している場合もあり、また、堆積岩類では構成粒子として二次的に存在する長石類および有色鉱物がわずかに風化変質している場合もある。節理面は風化変質を受けて変色汚染されている場合が多く、ときには風化物質がうすく付着していることもあるが、一般にはおおむね密着している。岩盤としては堅固である。
III _M	C _M	岩質は一般にやや風化変質している。このうち火成岩では石英を除き、長石類および有色鉱物は風化を受け、しばしば褐色あるいは赤褐色を呈している。また、堆積岩類では構成粒子として二次的に存在する長石類および有色鉱物は風化変質し、火成岩の場合と同様、しばしば褐色あるいは赤褐色を呈している。節理は開口し、しばしば粘土あるいは風化物質を挟在している。このクラスの岩石中には細かな毛髪状割れ目が多量にはい胎していることが多い。
III _L	C _L	火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は著しく風化を受けているために、岩石全体としても一般に褐色あるいは赤褐色を呈する。節理は開口し、粘土および風化物質の挟在が著しい。このクラスの岩石では細かな毛髪割れ目の分布が著しく、さらに、この割れ目に沿って風化も進んでいる。
IV	D	火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は著しく風化を受けしばしば砂状および粘土状を呈する部分が見られる。このクラスの岩盤では節理の分布はむしろ不明瞭である。

菊池（1990）を一部修正

表-3.3.3 コア風化区分表（花崗岩の例）

記号	風化の程度
α	非常に新鮮である。造岩鉱物の変質はまったくない。
β	新鮮である。有色鉱物の周辺に赤褐色化がある。長石の変質はない。
γ	弱風化している。有色鉱物の酸化汚染がある。長石の部分的な変質（白色化）がある。
δ	風化している。有色鉱物が黄金色あるいは周辺が褐色粘土化している。長石の大部分が変質している。
ϵ	強風化している。石英および一部の長石を除きほとんど変質し原岩組織は失われている。

ボーリング柱状図作成要領（案）より

表-3.3.4 コア割れ目状態判定表

記号	割れ目状態区分
a	密着している、あるいは分離しているが割れ目沿いの風化・変質は認められない。
b	割れ目沿いの風化・変質は認められるが、岩片はほとんど風化・変質していない。
c	割れ目沿いの岩片に風化・変質が認められ軟質となっている。
d	割れ目として認識できない角礫状、砂状、粘土状コア。

ボーリング柱状図作成要領（案）より

表-3.3.5 コア状況風化区分との対応関係

	コア風化区分				
	α	β	γ	δ	ϵ
コア	I	II	III _H		
割れ目		II	III _M	III _M	
状態		III _H	III _M	III _L	
			III _L	IV	IV

表-3.3.6 (1) 立坑周辺のボーリング孔における花崗岩の状況

試錘地点 SN-4

標高 (m)	厚さ (m)	岩種 記載	色調	割れ目 の状態	コアの 風化区分	風化区分	割れ目密度 (本/m)
180.40	2.0	マサ?	—	—	—	—	0
178.40	12.4	花崗岩	—	—	—	—	5.6
166.00	4.9	新鮮	灰	a	β	II	5.5
161.10	6.0	新鮮	灰	a	β	II	4.7
155.10	11.6	新鮮	灰	a	β	II	4.9
143.50	2.5	新鮮	灰	b	β	II	3.6
141.00	1.4	新鮮	灰	c	β	III _H	7.9
139.60	5.6	新鮮	灰	b	β	II	2.5
134.00	2.0	新鮮	灰	c	γ	III _M	10.0
132.20	6.2	新鮮	灰	a	β	II	3.6
126.00							

試錘地点 AN-6

標高 (m)	厚さ (m)	岩種 記載	色調	割れ目 の状態	コアの 風化区分	風化区分	割れ目密度 (本/m)
143.80	17.87	風化	灰～褐灰	b	γ	III _M	2.8
125.93	0.55	風化	褐灰	b	γ	III _M	5.5
125.38	1.94	風化	灰	b	γ	III _M	3.1
123.44	0.44	風化	褐灰	b	δ	III _M	13.6
123.00	1.65	風化	灰	b	δ	III _M	8.9
121.35	0.35	風化	灰	b	δ	III _M	—
121.00							

* 割れ目密度は遭遇率を考慮している。

表-3.3.6 (2) 立坑周辺のボーリング孔における花崗岩の状況

試錘地点 TH-1

標高 (m)	厚さ (m)	岩種 記載	色調	割れ目 の状態	コアの 風化区分	風化区分	割れ目密度 (本/m)
124.75	4.5	花崗岩	淡灰～灰白	d	γ	Ⅲ _L	—
120.25	0.85	細粒閃緑岩	暗緑	d	γ	Ⅲ _L	—
119.40	2.3	花崗岩	淡灰～灰白	b	β	Ⅱ	—
117.10	6.75	花崗岩	暗灰～緑灰	b	β	Ⅱ	—
110.35	3.85	閃緑岩(dk)	暗緑灰	c	δ	Ⅲ _L	—
106.50							

試錘地点 TH-2

標高 (m)	厚さ (m)	岩種 記載	色調	割れ目 の状態	コアの 風化区分	風化区分	割れ目密度 (本/m)
121.30	6.7	花崗岩	淡灰～淡緑	b	β	Ⅱ	—
114.60	1.4	閃緑岩(dk)	暗緑灰	d	δ	Ⅳ	—
113.20							

試錘地点 TH-3

標高 (m)	厚さ (m)	岩種 記載	色調	割れ目 の状態	コアの 風化区分	風化区分	割れ目密度 (本/m)
135.50	9.1	風化	淡灰	c	γ	Ⅲ _M	9.6
126.40							
107.20	1.8	風化	淡灰	c	γ	Ⅲ _M	—
105.40	8.9	花崗岩	淡灰	c	β	Ⅲ _H	—
96.50							

* 割れ目密度は遭遇率を考慮している。

表-3.3.6 (3) 立坑周辺のボーリング孔における花崗岩の状況

試錘地点 TH-4

標高 (m)	厚さ (m)	岩種 記載	色調	割れ目 の状態	コアの 風化区分	風化区分	割れ目密度 (本/m)
134.60	21.5	風化	淡灰	c	γ	III _M	13.3
113.10	4.1	花崗岩	淡灰	c	γ	III _M	8.1
109.00							

試錘地点 TH-5

標高 (m)	厚さ (m)	岩種 記載	色調	割れ目 の状態	コアの 風化区分	風化区分	割れ目密度 (本/m)
124.80	5.8	風化	暗灰	d	δ	IV	3.1
119.00	5.5	風化	淡褐灰	c	γ	III _M	0
113.50	1.5	風化	暗褐灰	d	δ	IV	1.3
112.00	8.6	風化	暗褐灰	c	δ	III _L	8.4
103.40	8.8	風化	淡灰	c	γ	III _M	1.4
94.60	6.6	新鮮	淡灰	b	γ	III _M	0
88.00	1.4	アプライト	淡灰	c	γ	III _M	0
86.60							

* 割れ目密度は遭遇率を考慮している。

表-3.3.6 (4) 立坑周辺のボーリング孔における花崗岩の状況

試錘地点 TH-6

標高 (m)	厚さ (m)	岩種 記載	色調	割れ目 の状態	コアの 風化区分	風化区分	割れ目密度 (本/m)
149.00	2.1	中風化	白色	c	γ	Ⅲ _M	0
146.90	0.95	中風化	緑色	c	γ	Ⅲ _M	1.1
145.95	4.95	中風化	灰	c	γ	Ⅲ _M	1.6
141.00	12.52	弱風化	緑色	b	γ	Ⅲ _M	1.0
128.48	6.48	弱風化	青灰	b	γ	Ⅲ _M	2.2
122.00	1.2	強風化	緑色	d	ε	Ⅳ	5.0
120.80	2.6	弱風化	青灰	b	γ	Ⅲ _M	0.8
118.20	3.8	弱風化	青灰	c	δ	Ⅲ _L	7.4
114.40	2.8	弱風化	青灰	c	δ	Ⅲ _L	9.6
111.60	3.0	弱風化	青灰	b	γ	Ⅲ _M	—
108.60							

* 割れ目密度は遭遇率を考慮している。

表-3.3.6 (5) 立坑周辺のボーリング孔における花崗岩の状況

試錘地点 TH-7

標 高 (m)	厚 さ (m)	岩 種 記 載	色 調	割 れ 目 の 状 態	コ ア の 風化区分	風化区分	割れ目密度 (本/m)
174.00	6.7	強風化	淡褐色	d	ε	IV	5.2
167.30	1.37	緑色岩	緑灰	b	δ	III _M	9.5
165.93	4.63	強風化	淡褐色	d	δ	IV	6.0
161.30	3.35	中風化	灰	b	δ	III _M	5.7
157.95	1.45	弱風化	灰	b	δ	III _M	3.4
156.50	1.6	強風化	淡褐灰	c	δ	III _L	13.2
154.90	3.0	弱風化	灰	c	δ	III _L	3.3
151.90	1.5	強風化	淡褐灰	c	δ	III _L	12.7
150.40	7.1	弱風化	灰～青灰	c	δ	III _L	6.2
143.30	3.8	中風化	灰	c	δ	III _L	4.2
139.50	2.4	強風化	淡褐灰	c	δ	III _L	3.8
137.10	1.1	中風化	灰	c	δ	III _L	5.5
136.00	0.75	弱風化	灰	b	δ	III _M	5.3
135.25	1.15	中風化	灰	b	γ	III _M	6.1
134.10	0.8	弱風化	灰	c	γ	III _M	5.0
133.30	6.0	強風化	淡褐灰	c	δ	III _L	6.9
127.30	11.9	弱風化	灰～青灰	b	γ	III _M	3.4
115.40	1.5	中風化	灰	c	γ	III _M	8.7
113.90	0.6	弱風化	灰	b	γ	III _M	1.7
113.30	3.9	強風化	淡褐灰	c	γ	III _M	21.8
109.40							

*割れ目密度は遭遇率を考慮している。

表-3.3.6 (6) 立坑周辺のボーリング孔における花崗岩の状況

試錘地点 TH-8

標 高 (m)	厚 さ (m)	岩 種 記 載	色 調	割 れ 目 の 状 態	コ ア の 風化区分	風化区分	割れ目密度 (本/m)
136.90	11.9	中風化	灰～褐灰	c	γ	Ⅲ _M	0.5
125.00	0.38	強風化	褐灰	c	δ	Ⅲ _L	2.6
124.62	10.12	弱風化	灰～青灰	b	β	Ⅱ	1.7
114.50	0.5	中風化	灰	c	γ	Ⅲ _M	0
114.00	2.3	弱風化	灰～青灰	c	β	Ⅲ _H	7.8
111.70	0.4	中風化	灰	b	γ	Ⅲ _M	15.0
111.30	2.4	弱風化	灰～青灰	b	β	Ⅱ	2.5
108.90	0.4	中風化	灰	b	β	Ⅱ	0
108.50	0.5	弱風化	灰	b	β	Ⅱ	0
108.00	0.5	中風化	灰	a	β	Ⅱ	0
107.50	11.5	弱風化	灰～青灰	b	β	Ⅱ	3.2
96.00	1.0	中風化	灰	b	γ	Ⅲ _H	0
95.00	12.5	弱風化	灰～青灰	a	β	Ⅱ	2.6
82.50	7.2	中風化	灰～褐灰	c	γ	Ⅲ _M	2.4
75.30							

* 割れ目密度は遭遇率を考慮している。

分のⅢ_M～Ⅳを風化部とし、Ⅰ～Ⅲ_{II}を新鮮部として扱う。Ⅲ_{II}は風化部と新鮮部との遷移部にあたると考えられるが、便宜上新鮮部とした。

立坑周辺の試錐データと月吉鉾床区不整合面地下等高線図（古賀、1982）によれば、瑞浪層群・瀬戸層群と花崗岩との不整合面（以下単に不整合面とする）は、TH-1、TH-2、TH-3、SN-4といった谷沿いでは風化部が0～10m程度の厚さであるのに対して、TH-6、TH-8などの斜面、尾根では10～40mの厚さになる。（図-3.3.8）また、TH-7は尾根に位置するものの65mの厚さになっている。ここでは高角割れ目（N10°W87°SW）の密度が高いことから、この割れ目に沿った風化が進んだためと推定される。TH-5は、月吉チャネルを挟んでTH-1、TH-2、TH-3の反対側の谷沿いに位置し、かつ不整合面標高、地形状況ともに大きな差はないが、風化部は約40mの厚さがある。TH-5では割れ目が特に多いとは認められないため、その北側のTH-6にみられる風化部が薄化せずにそのまま連続すると推定するのが妥当である。TH-1、TH-2、TH-3は南側で月吉断層に近接しているため断層形成前の地形状況を推定することは難しいが、比較的大きな谷に挟まれた小尾根と仮定すればTH-5より激しい侵食を受けて風化部が削剥されたとも考えられる。しかし、TH-5の風化部が月吉チャネルの谷底から20m以上の深部にまで及んでいるため、風化部の分布はチャネルを挟んで異常に非対称な形状を示す（図-3.3.9）。このような風化部分布形態の解釈は、考えられるケースとして

① TH-1、TH-2、TH-3とTH-5の間には風化部形成後に活動した断層があり、谷の南側が選択的に侵食された。

② 風化部形成期の谷部が今の月吉チャネルより北側に寄っていた。

などが上げられる。

以上の考察に基づいて立坑周辺の風化部の分布を示したのが図-3.3.9である。断面①、②は、月吉チャネルをほぼ横断方向に、断面③は月吉チャネルをほぼ縦断方向に取っている。月吉断層の北側ではチャネルの右岸側が左岸側に比べ風化部が極めて薄い。TH-2では風化区分Ⅱの花崗岩が分布しているのに対してTH-5では標高87mまで風化区分Ⅲ_Mが見られる。

これらから次の考察ができる。

① マサに近いような著しい風化は現在の地表面付近だけでなく、瑞浪層群に覆われ

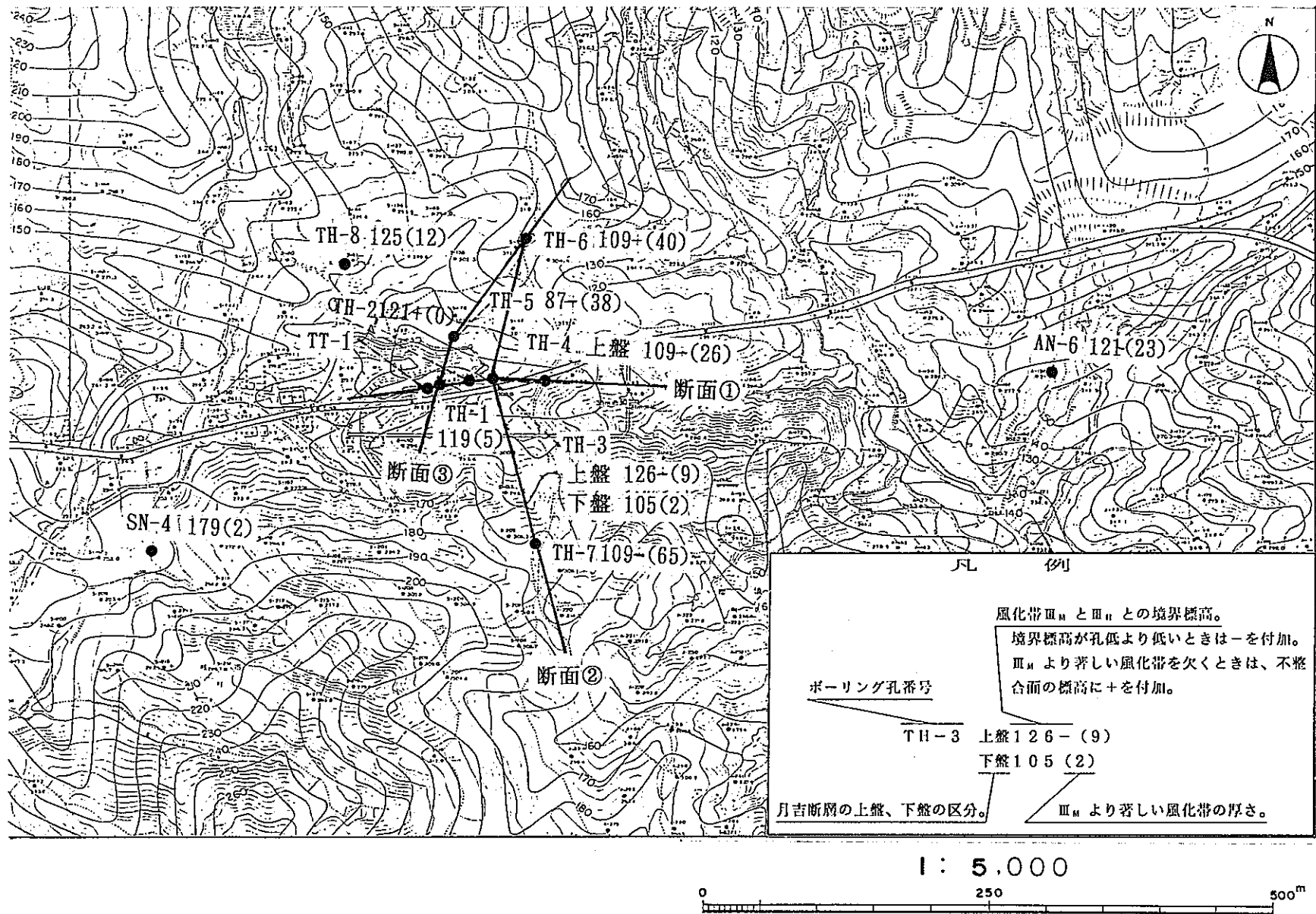
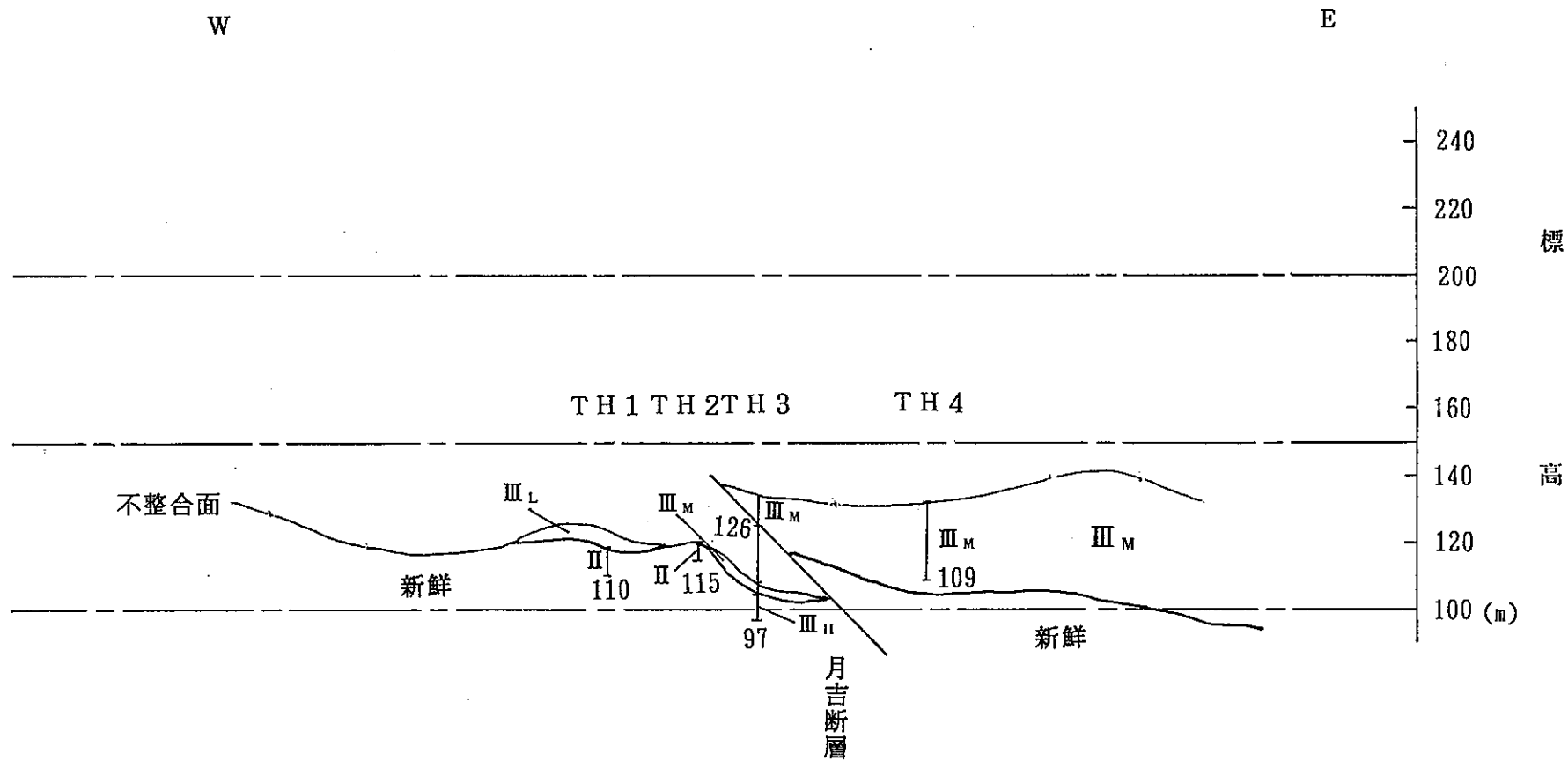
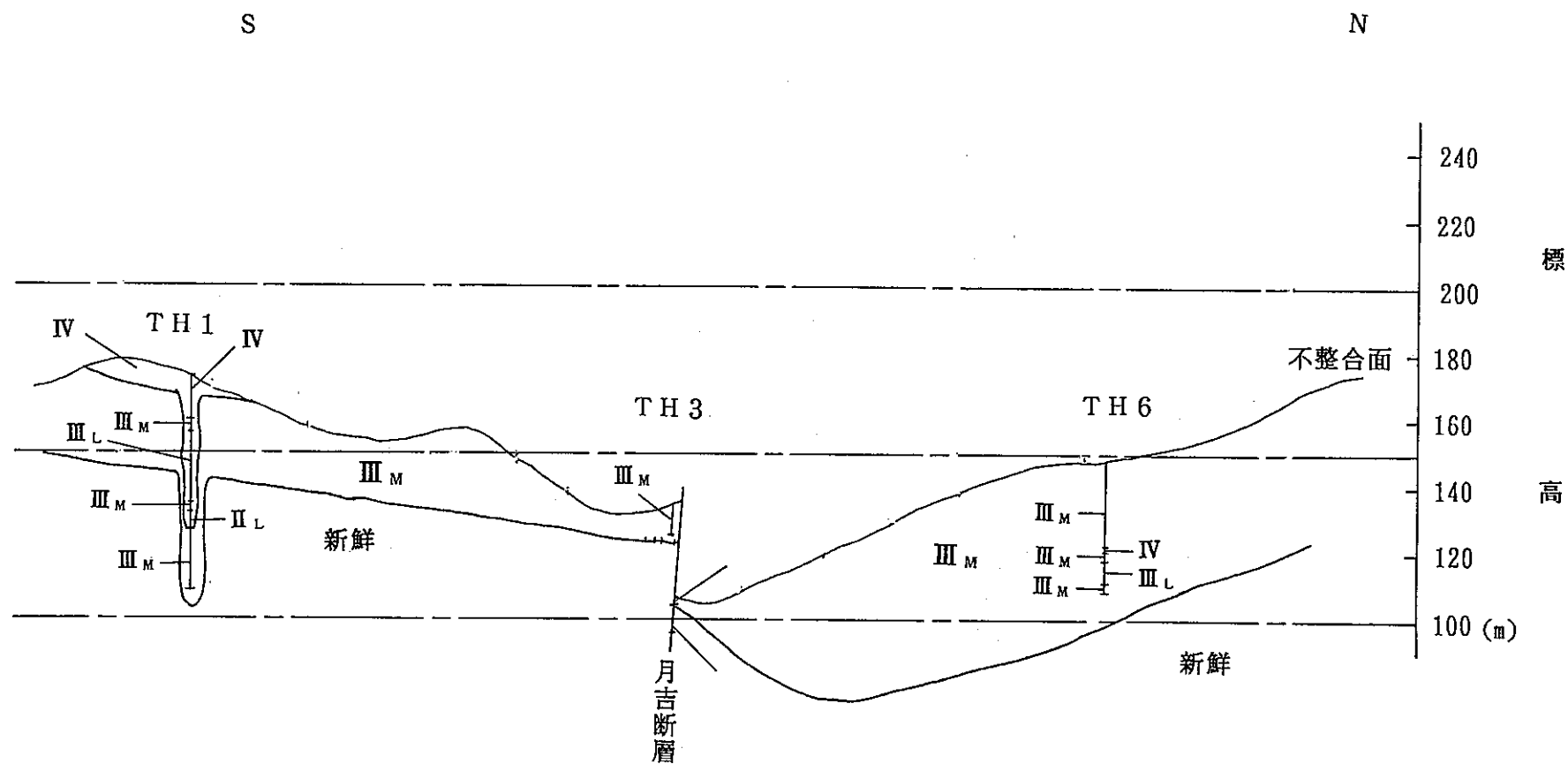


図-3.3.8 立坑周辺ボーリング孔の位置と花崗岩の風化状況



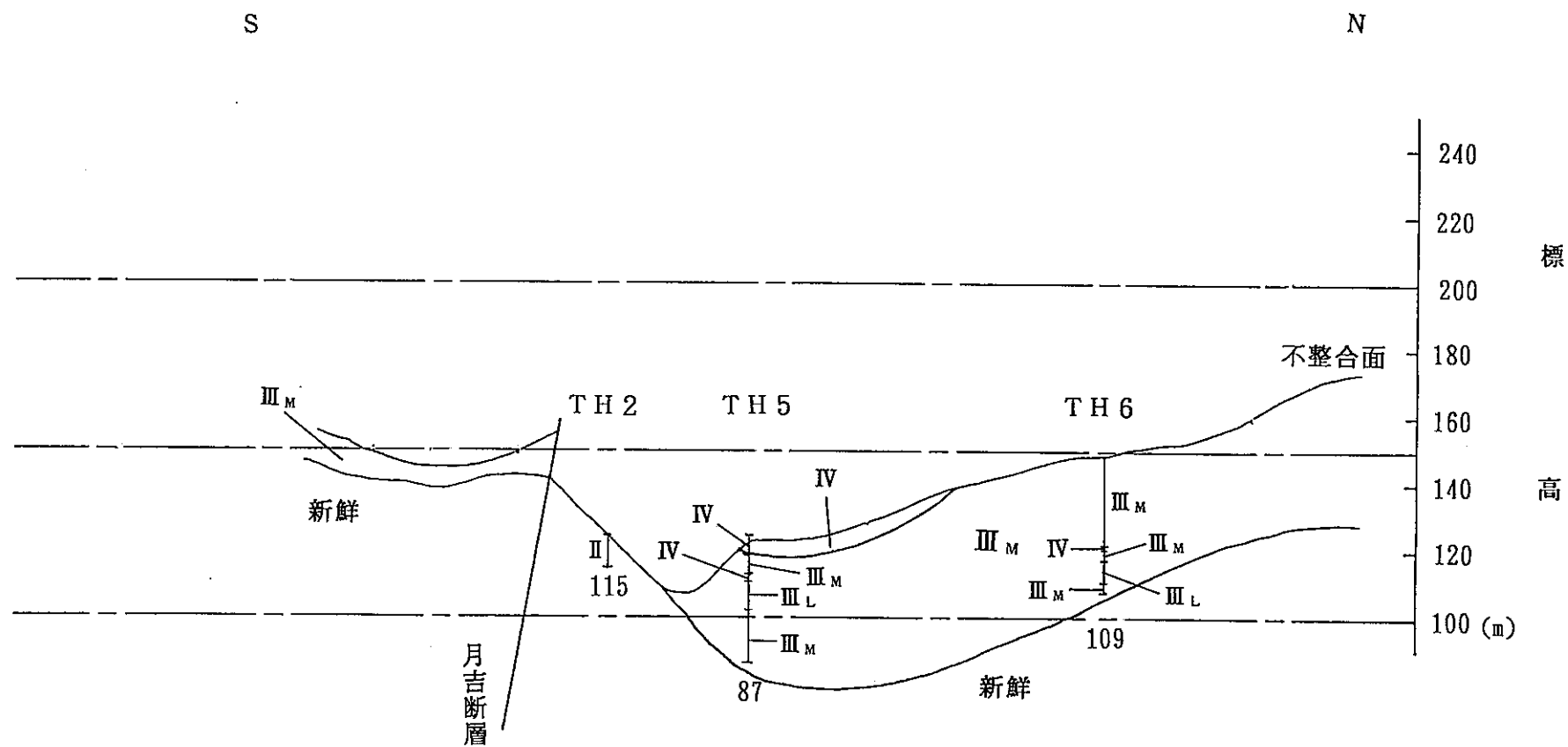
立坑周辺の風化部（断面①）

図-3.3.9 (1) 立坑周辺の花崗岩深度と風化



立坑周辺の風化部 (断面②)

図-3.3.9 (2) 立坑周辺の花崗岩深度と風化



立坑周辺の風化部（断面③）

図-3.3.9 (3) 立坑周辺の花崗岩深度と風化

た月吉チャネル周辺にも認められ、不整合面の谷部では風化部がないか、薄くなっている。

- ② 現在見られる風化殻は、瑞浪層群堆積前のまだ陸化していて月吉チャネル付近が緩やかな凹地状になっていた時代に形成された。その後谷沿いの風化殻は削剥を受けたが、尾根の風化殻が削剥され尽くす前に瑞浪層群に埋積された。

以上の結果と地表の花崗岩の露頭を風化区分した結果（図-3.3.10）をもとに風化部の分布特性を推定したのが付図-4、5および図-3.3.11である。

瑞浪層群堆積後、さらに瀬戸層群によって侵食された花崗岩では風化部が削剥され、風化区分Ⅲ_L～Ⅳは不整合面の斜面や小尾根に残る程度になっていると思われる。また、風化区分Ⅲ_Mと新鮮部との境界は、風化作用を受けていた時期の古地形面を反映していると思われる。

3.3.2 花崗岩と透水係数

硬質塊状岩盤である花崗岩の透水性は、母岩の性質（結晶の大きさ、有色鉱物の量比）とその風化状態や割れ目の発達状況により左右される。これまでの調査結果から、本地域における花崗岩の透水係数は、 10^{-8} ～ 10^{-5} の間でばらついていることが知られている（動燃ほか、1990）。本調査では、立坑周辺の透水試験を行ったボーリング孔について、透水係数と花崗岩の風化・割れ目状況との対比を試みているが、透水係数はその試験方法と結果に特に大きな問題はなく、少なくとも指数オーダーでは原位置の状況を正しく反映していることを前提にしている。

表-3.3.7には21点の透水係数とその試験区間の花崗岩の状況を示す。なお、試験区間に瑞浪層群などの他の地層が含まれるものはデータから除外し、風化区分については試験区間に対する割合の大きい方を取り、他の風化区分を含んでいる場合は備考欄に記した。割れ目密度は試験区間を中心とする10mの区間について求めている。試験区間より長めにしたのは、高角な割れ目がボーリングでは現れにくいことと、ネットワーク系を形成している割れ目を考慮したためであるが、10mという数値そのものは試験区間をただ単純に2倍しただけで特に根拠はない。なお、瑞浪層群基底面直下や、孔底付近などでは試験区間を中心とする10mの区間がとれないため、それより短い区間で算出している。

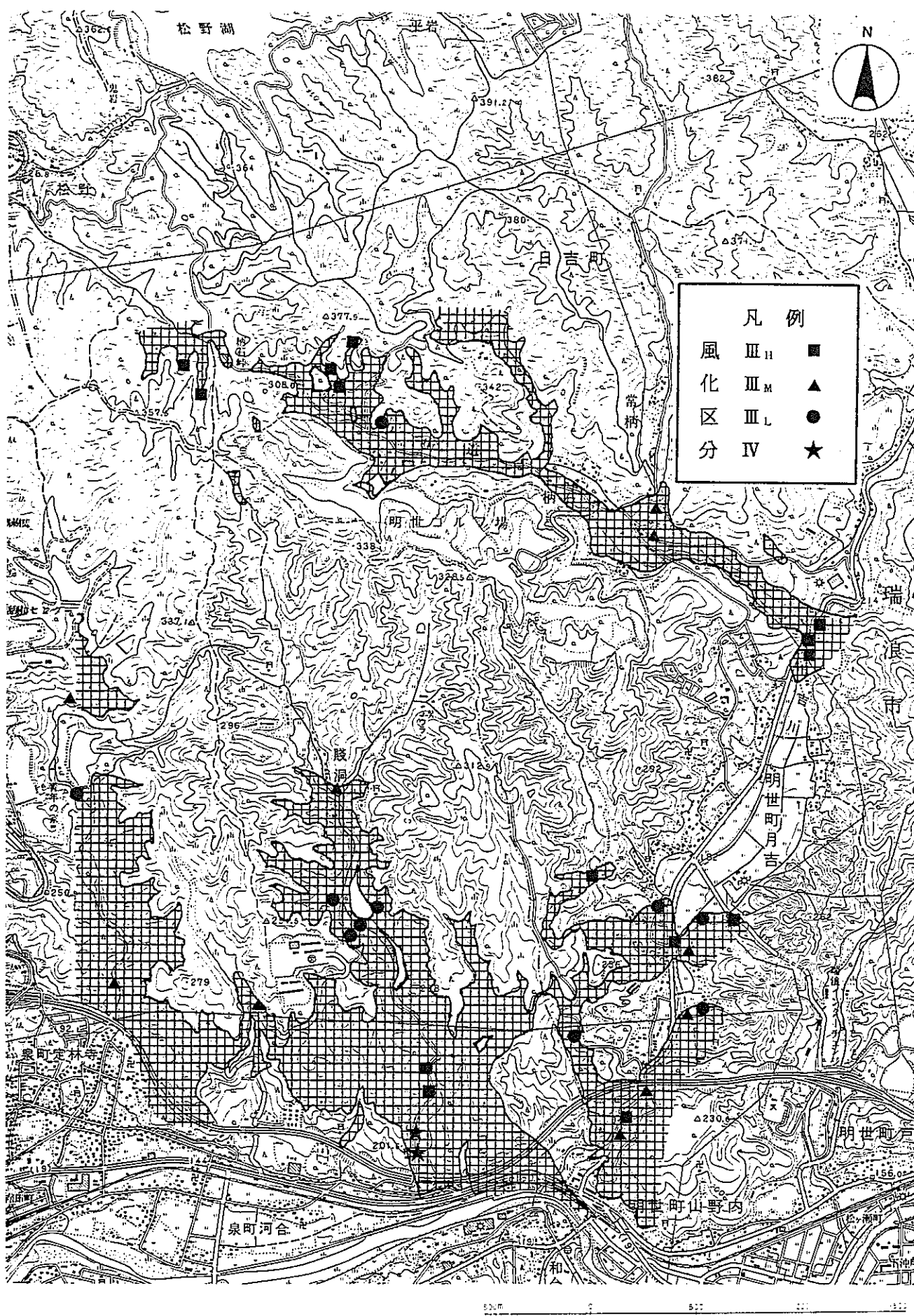
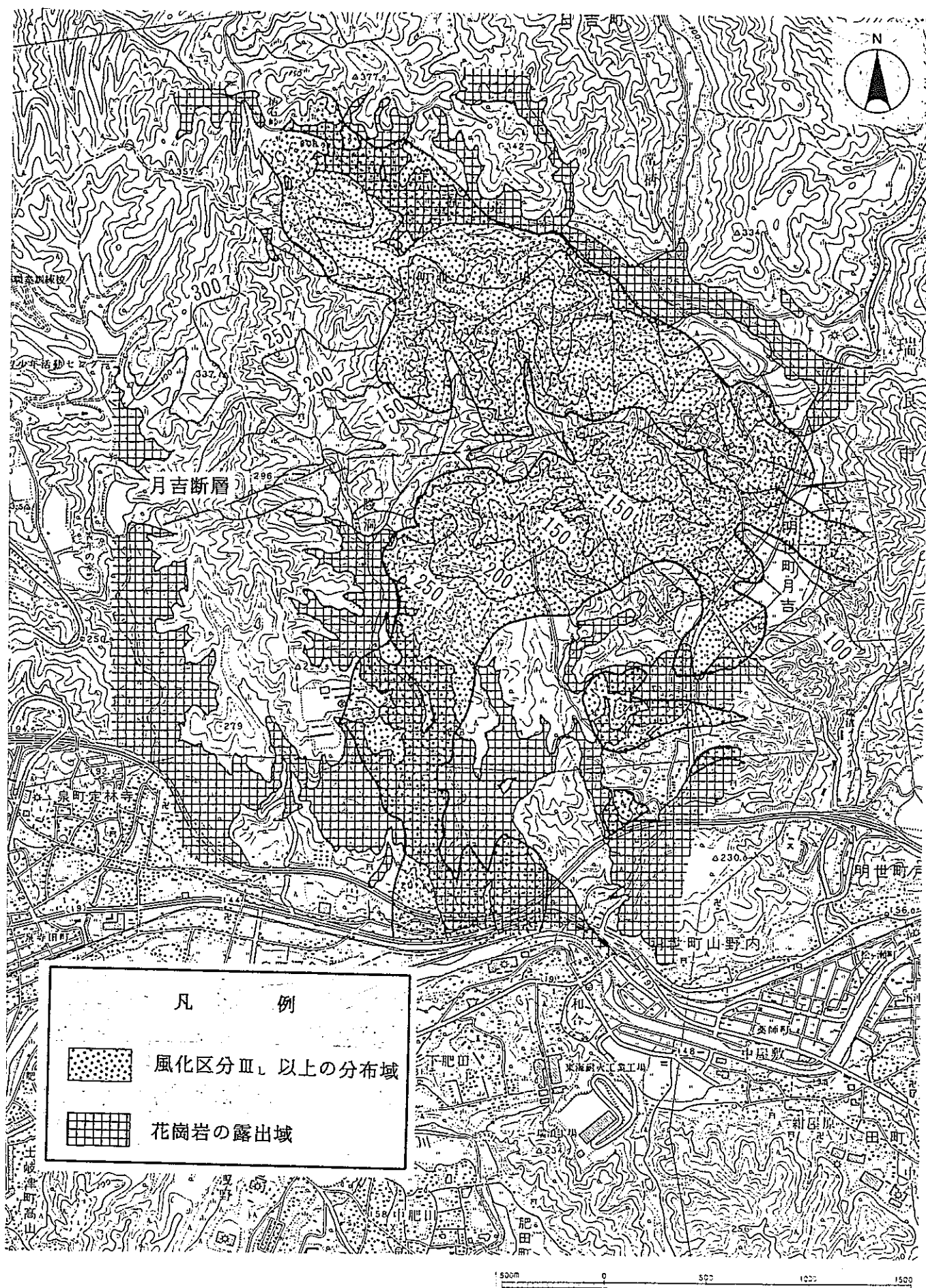


図-3.3.10 地表に露出している花崗岩の風化状況



この表では、透水係数の深度、標高はともに試験区間の中心の数値を1 m単位に四捨五入し、透水係数の高い順に並べてある。

TH-8、TH-4での透水係数は、いずれも 10^{-5} を示し、SN-4やTH-7は $10^{-8} \sim 10^{-6}$ で比較的ばらついている。

表-3.3.8に風化区分と透水係数との比較を示す。Ⅲ_HとⅠは該当するデータはない。風化Ⅲ_L、Ⅳはサンプル数に問題があるが、 $10^{-8} \sim 10^{-6}$ を示す。風化Ⅲ_M、Ⅱは、 $10^{-8} \sim 10^{-5}$ にばらついている。

図-3.3.12、13に透水係数と関係が予想される割れ目密度、深度との関係を示した。透水係数と割れ目密度とは明瞭な相関は見られず、割れ目密度が0~10本/mの間で団塊状になっている。

一方、透水係数と深度との関係では、透水係数が、深度90~120mまでは減少傾向になり、それ以深では透水係数は発散しながらも逆に増加傾向を示しているようにも見えるが、はっきりしたことはわからない。

以上の解析から考察すると次のようにまとめられる。

- ① 風化部Ⅲ_L、Ⅳといった風化の著しいところでは、一般的に高透水性が予想されるが、割れ目は特に多い傾向はなく、透水係数も他の風化部と比べて特になくなっていない。この風化部は深度140~190mに位置していることから、一つの仮説として、風化が進み割れ目や粒子間の空隙が粘土鉱物などで適度に充填された後で、瑞浪層群、瀬戸層群の堆積物の載加によってさらに空隙が小さくなり、結果として 10^{-6} 程度の透水係数となったのではないかと考えられる。
- ② 風化部Ⅱ、Ⅲ_Mでは透水係数に幅があるが、風化による粒子間の空隙より割れ目による影響が大きいと考えられる。また割れ目密度との相関でも特に関係がないため、ある特定の割れ目が水ミチとなっていると考えるのが妥当である。このことは透水係数が 10^{-5} の5地点のうち、3地点に電気検層の比抵抗値にピークが認められることから裏付けられる。また、割れ目の種別はTH-8ではほとんどが充填物を伴うもの(Jc)で、TH-4では試験区間ごとに充填物を伴うもの(Jc)や密着ないし剥離の割れ目(Wc、Wf)が多く認められる。
- ③ 図-3.3.14に透水係数が 10^{-5} の区間周辺(10m)の割れ目のステレオ投影を示す。月吉断層の北側にあるTH-8ではNS系西傾斜、EW系南傾斜、緩い南傾

斜のものが卓越方向としてみられる。また断層の南側のTH-4には、NNW系西傾斜が多いが、この方向はこの地域の一般的な構造方向になっているため、透水係数との関係は不明である。

表-3.3.7 透水係数と花崗岩の状況

透水係数(cm/sec)	ボーリング番号	深度(m)	標高(m)	割れ目密度(本/m)	風化区分	備考
3.63E-05	TH-8	173	103	3.0	II	
3.01E-05	TH-8	161	115	4.2	IIIM	
2.07E-05	TH-4	199	111	7.5 *	IIIM	
1.77E-05	TH-4	191	119	17.3	IIIM	
1.69E-05	TH-4	178	132	8.3	IIIM	
2.24E-06	TH-6	177	135	0.4	IIIM	
2.10E-06	SN-4	91	165	5.4	II	
1.84E-06	TH-7	142	168	6.6	IV	IIIM含む
1.61E-06	TH-6	189	123	2.4	IV	IIIM含む
1.14E-06	SN-4	124	132	5.2	II	IIIM含む
8.34E-07	SN-4	106	150	9.3	II	
6.11E-07	TH-7	177	133	6.4	IIIL	
5.50E-07	SN-4	97	159	5.9	II	
5.44E-07	TH-5	184	106	4.0	IIIL	
2.73E-07	TH-3	164	133	8.5 *	IIIM	
2.52E-07	TH-5	172	118	7.3	IIIM	IV含む
2.27E-07	AN-6	122	131	3.0	IIIM	
2.19E-07	AN-6	130	123	6.5 *	IIIM	
2.09E-07	AN-6	112	141	3.2 *	IIIM	
8.05E-08	SN-4	119	137	4.8	II	
5.69E-08	TH-7	164	146	5.6	IIIL	

*マークは10mより短い区間での割れ目密度

表-3.3.8 風化区分と透水係数

風化区分	サンプル数	透水係数 (cm/sec)			
		平均	最大	最小	分散
IV	2	1.73E-06	1.84E-06	1.61E-06	1.32E-14
IIIL	3	4.04E-07	6.11E-07	5.69E-08	6.10E-14
IIIM	11	8.18E-06	3.01E-05	2.09E-07	1.09E-10
IIIH	0	-	-	-	-
II	5	7.97E-06	3.63E-05	8.05E-08	2.01E-10
I	0	-	-	-	-

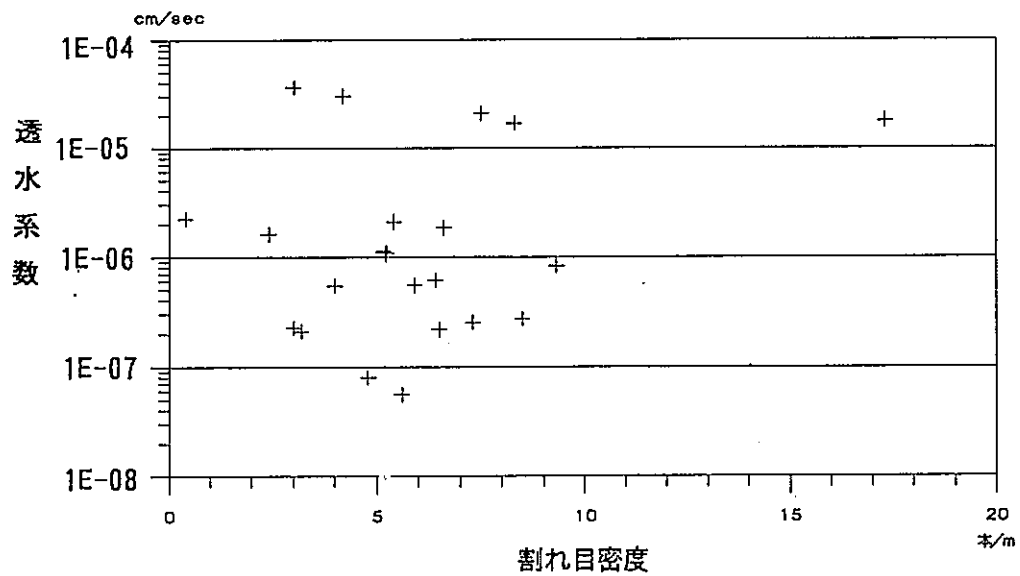


図-3.3.12 割れ目密度と透水係数

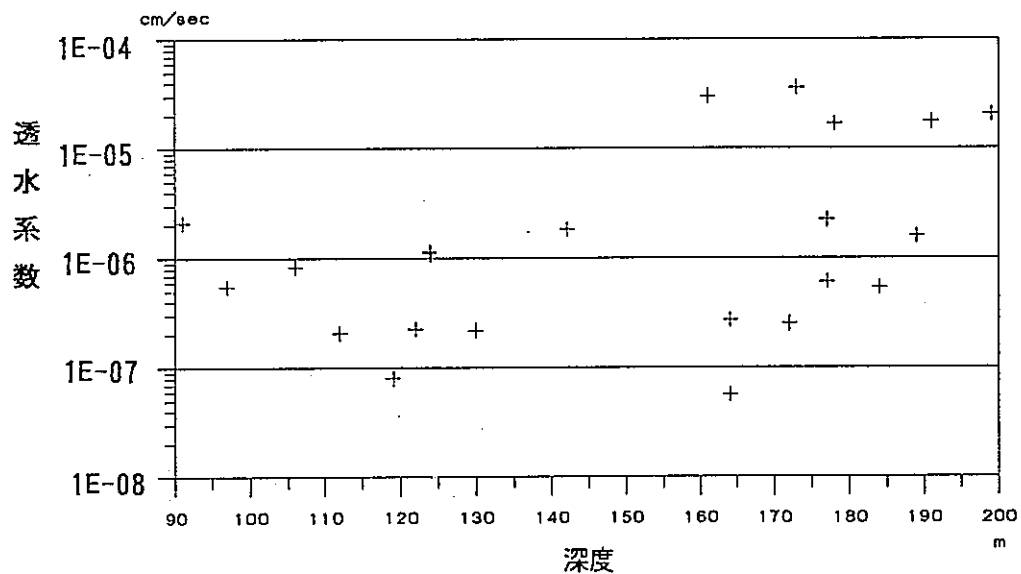


図-3.3.13 花崗岩における深度と透水係数

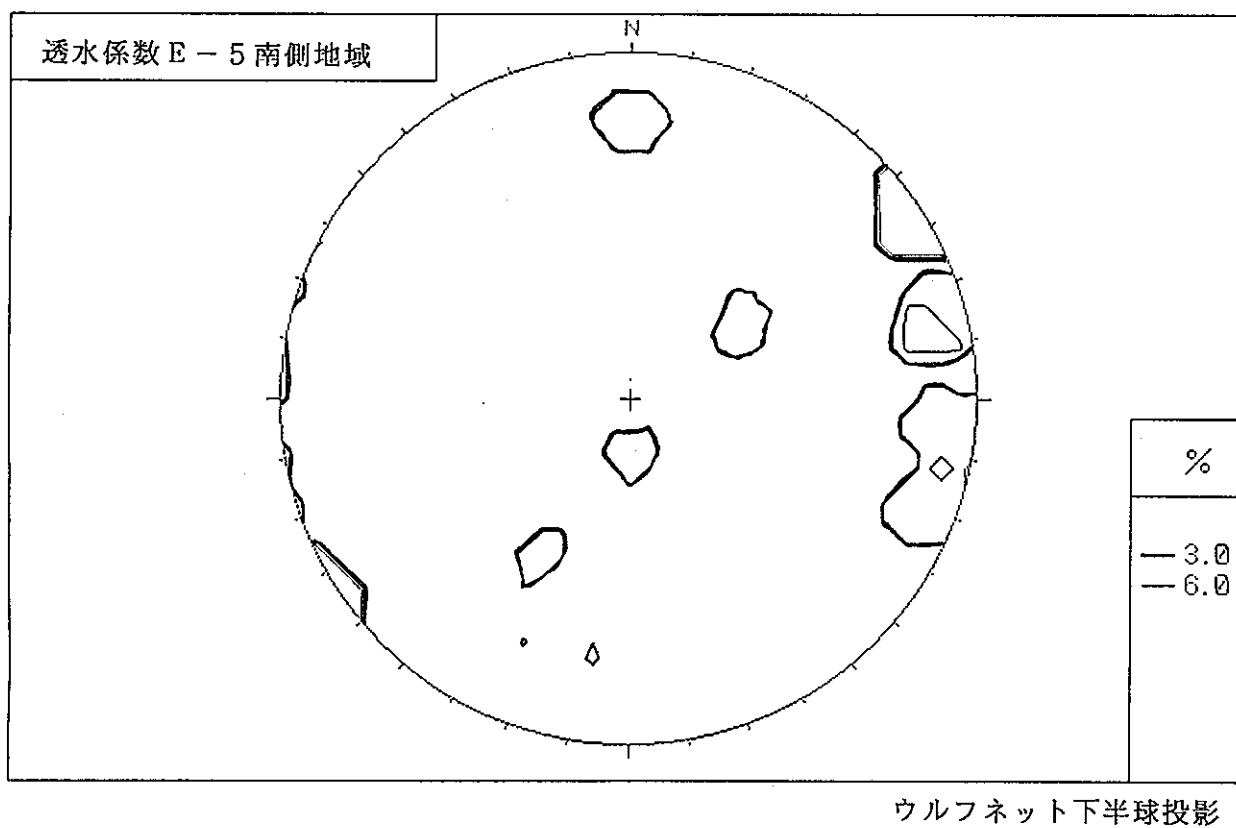
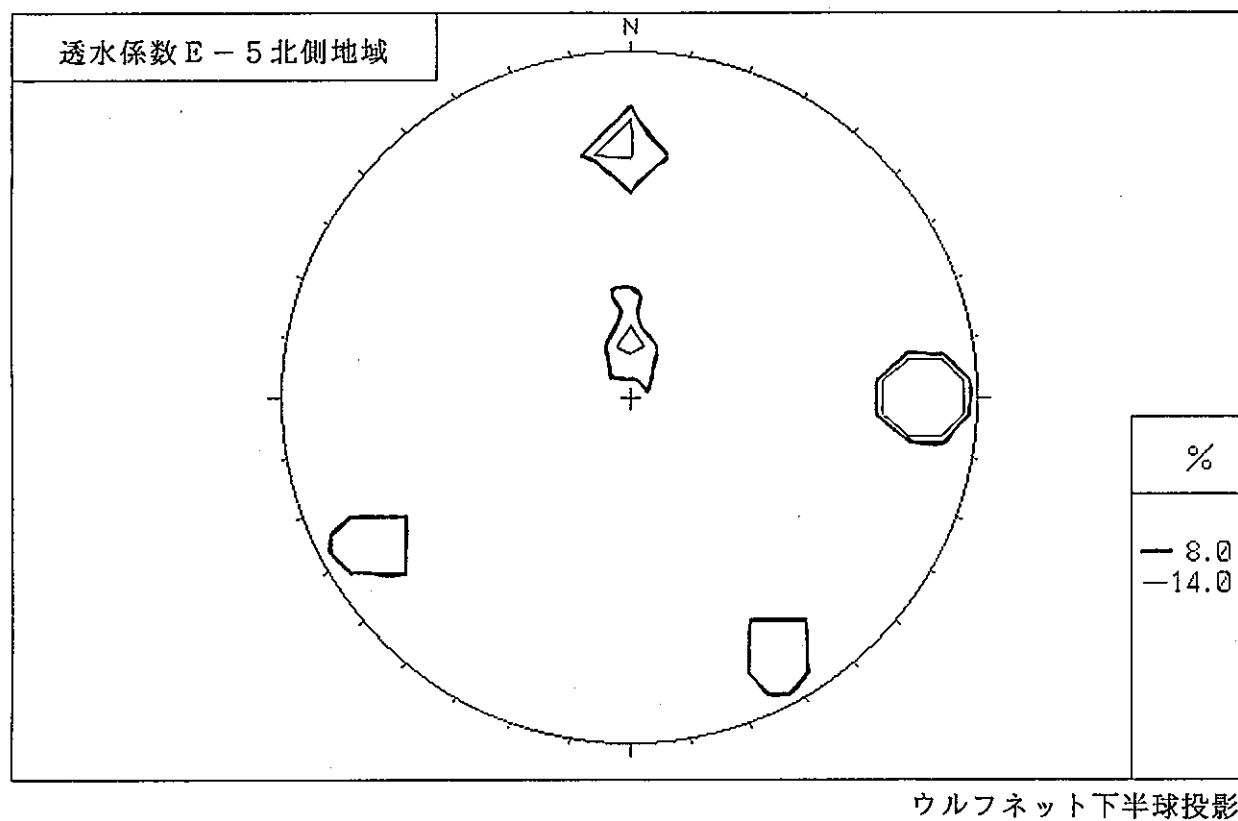


図-3.3.14 透水係数が 10^{-5} である区間周辺の割れ目の方向

3.3.3 瑞浪層群の分布と構造

(1) 瑞浪層群の層序と構造の検討

3.2.2 節で述べたように、透水性の点からは瑞浪層群は一括されるが、ここでは瑞浪層群中の構造を表すために土岐夾炭累層、明世累層（および本郷累層）、生俵累層に分けて述べる。

瑞浪層群は地表にも露出するが、より新しい堆積物（瀬戸層群や沖積層など）に覆われている部分も少なくないため、地質断面図に基づいて構造を推定した。現在までに得られている地表踏査データとボーリングデータが対象範囲のすべてをカバーしているわけではないため、不明の部分は推定によることになる。このとき、既存の研究による土岐・瑞浪盆地全体の地質構造・層序に関する調査結果から以下の点に基づいて推定した。

- ① 瑞浪層群堆積時には海進が進み、時間とともに堆積深度は増大し堆積域が広がった。これに対応して、上位層ほど堆積物は細粒化し、層相の側方変化の少ない安定した堆積物が広範囲に分布することとなる。
- ② 当地域の瑞浪層群のとくに下部にある礫岩層は、その供給源である基盤の花崗岩から近い位置で堆積したため、細かな堆積環境（基盤の起伏など）によって層相が側方に変化する。とくに基盤の地形面（花崗岩との間の不整合面）の起伏の大きなところでは、急激に変化すると考えられ、ある地点での層序を他の地点に援用することが難しい。
- ③ 瑞浪層群は花崗岩にアバットする形で堆積しているので、時間面と層相の境界面が斜交する、すなわち場所が異なると同じ岩相の地層が異なる層準に分布することがある。
- ④ このような層相の側方変化の多い地層では、同時間面を表すものとして凝灰岩層が有効な鍵層となると考えられる。

本調査地域の大半は瑞浪層群堆積域の縁辺部にあたり、盆地中央部における瑞浪層群の模式的層序区分が適用できないこともある。ボーリング地点の比較的多い鉾山近傍でのデータをもとに、周辺地域の構造の予測を行う。

(2) 瑞浪層群の構造

地質図（付図－１）に示すように、地表で瑞浪層群が分布するのは、おもに日吉川右岸（西岸）から正馬様洞（神之本川）にかけての対象範囲東部である。地下の分布まで見ると（付図－２、３の断面図）、北部の柄石峠付近と南部の土岐北高校付近～河合では花崗岩が直接露出して（または花崗岩が直接瀬戸層群に覆われて）瑞浪層群が欠如しているが、その他の領域には瑞浪層群が分布している。

以下に述べる検討の結果、瑞浪層群内で透水性の高い部分である礫岩層は、各々の累層の基底部に位置していることがわかった。このため、瑞浪層群の水理地質構造を明らかにするためには、層序学的な検討、その中でも特に累層の下端の位置を知ることが重要といえる。

以下に、本調査で明らかになった本調査地域の瑞浪層群の特徴を、下位より順に述べる。ここでは、主として比較的ボーリングデータの多い鉾山近傍において地質構造上の特徴を捉え、周辺地域に関してはその結果や地表での観察結果から推定している。

(a) 瑞浪層群の基底面の形状

動燃（1985）により描かれている花崗岩と土岐夾炭累層の不整合面の等高線図（図－3.3.12 参照）は、瑞浪層群（土岐夾炭累層）の堆積開始時の古地形を表す。この図から、基盤地形の特徴として次の点があげられる。

- ① 基底面は範囲北部および西部において高い。南または東に向かって低くなる傾向がある。ただし、範囲南部地域では花崗岩が広く露出しており（あるいは花崗岩を瀬戸層群が直接覆っており）、瑞浪層群の基底面は本来は現地表面よりも高い位置にあったことも予想される。その南（土岐川沿い）では再び深くなる。
- ② 範囲中央部から東部には基盤の明瞭な谷地形「月吉チャンネル」がある。チャンネルの形状や上位に重なる土岐夾炭累層が淡水成の地層である点から考えて、月吉チャンネルは基盤が陸化した時期の川の侵食により形成された地形と考えられる。月吉チャンネルは東濃鉾山から東方約500mの正馬様洞へ伸び、正馬様洞から南東の瑞浪市街地の方向へ向かって流下する谷である。鉾山より上流ではいくつかのチャンネルに枝分かれしている。

(b) 土岐夾炭累層下部の礫岩

土岐夾炭累層の下部は、起伏に富んだ花崗岩の基盤の直上に堆積したもので、瑞浪層群全体の基底部の粗粒部分である。

最下部は花崗岩の巨礫を含む礫岩で、瑞浪層群中で最も粗粒の部分である。地表踏査では径数mに達する花崗岩の巨礫も確認されている。基質は花崗岩起源の粗粒碎屑物すなわちアルコース質砂岩であり、花崗岩表面の風化部分（マサ）との区別が難しいこともある。基底部付近ではボーリングコアが欠損することがあり、粗粒砂岩を基質とする礫岩（あるいはマサ）と推測される。

図-3.3.16に、チャンネルの横断面を示す（断面の位置は図-3.3.15に示す）。これらの断面図をみると、土岐夾炭累層下部の礫岩について次のことがわかる。

- ① この礫岩は基盤の谷を埋めて厚く堆積し、そこには巨礫が多く存在する（A217など）。
- ② 大きく見て、不整合面から離れて上位にゆくほど全体に細粒部が増え、泥岩や炭質物を頻繁に挟むようになる。しかしすべての場所において上方へ向かって単純に細粒化するわけではなく、最下部に砂岩がありその上に礫岩が存在したり、砂岩層と礫岩層が繰り返すこともある。
- ③ 場所によっては基底部の礫岩が極めて薄いあるいは欠如する部分があるが（図-3.3.13に示す S93, A3, A106, A267など）が、このような部分は基盤地形の尾根部または斜面にあたる。
- ④ 断面図⑤はチャンネルのいくつかの支流の出口付近の比較的平坦な部分の、⑥はその下流の狭窄部の断面であるが、明らかに⑤の方が基底部の巨礫岩が厚く発達する。

これら①～④の事実から、この礫岩はチャンネル上流や斜面から供給された粗粒碎屑物が谷底を埋積してできたものであり、大量の碎屑物が一度に供給され、それが繰り返しておこなわれたと考えられる。また、チャンネル内での位置により堆積物の量に違いがあることがわかる。

礫岩層の内部構造は、鉾山坑道の壁においてよく観察される（図-3.3.17）。礫は一樣に分布するわけではなく、また、基質の粒度の違いにより何枚かの「層」が識別されることがある。礫は極めて淘汰が悪い。礫岩「層」の境界が瑞浪層群全体の層理



図-3.3.15 土岐炭層の基底面標高とチャンネル断面の位置図
(動燃, 1985 に加筆)

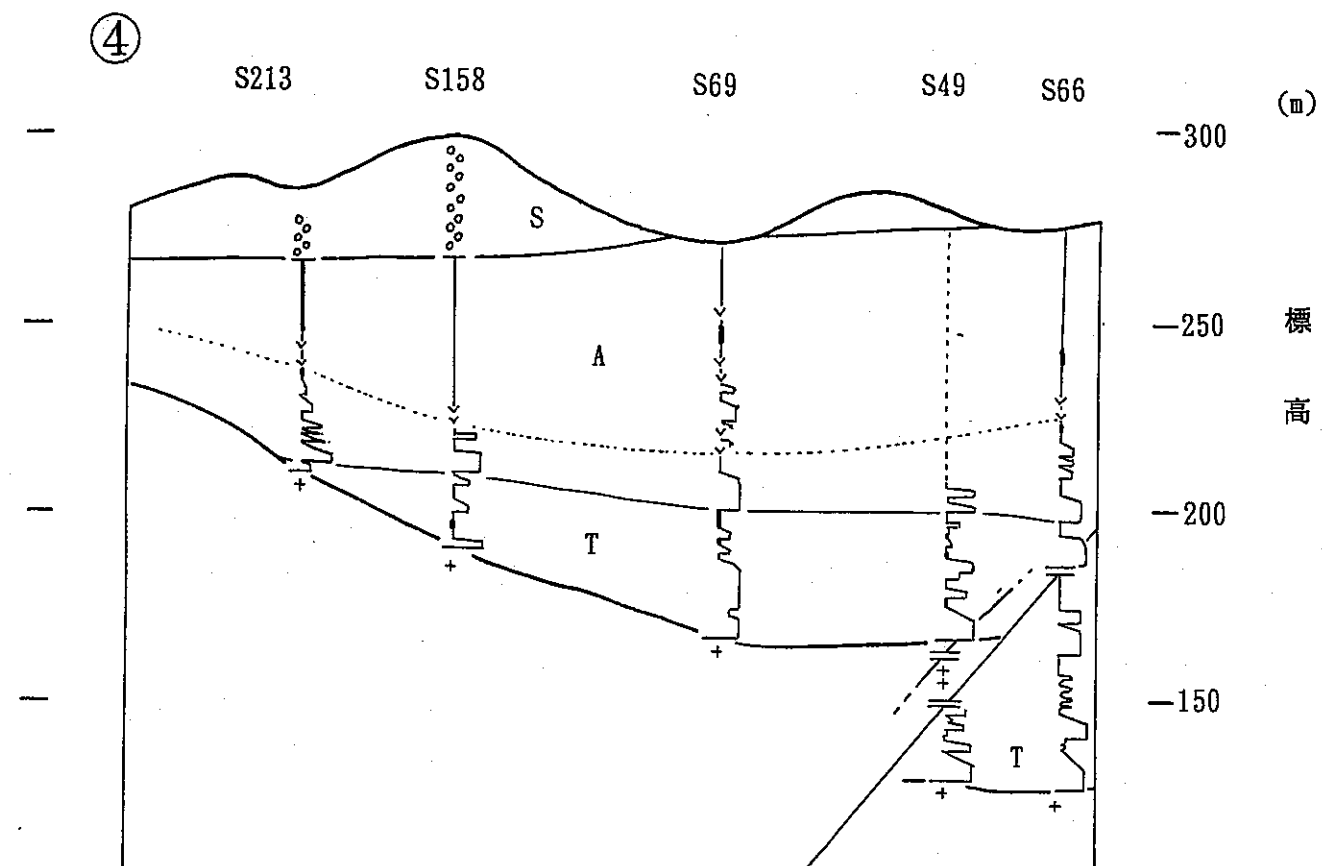
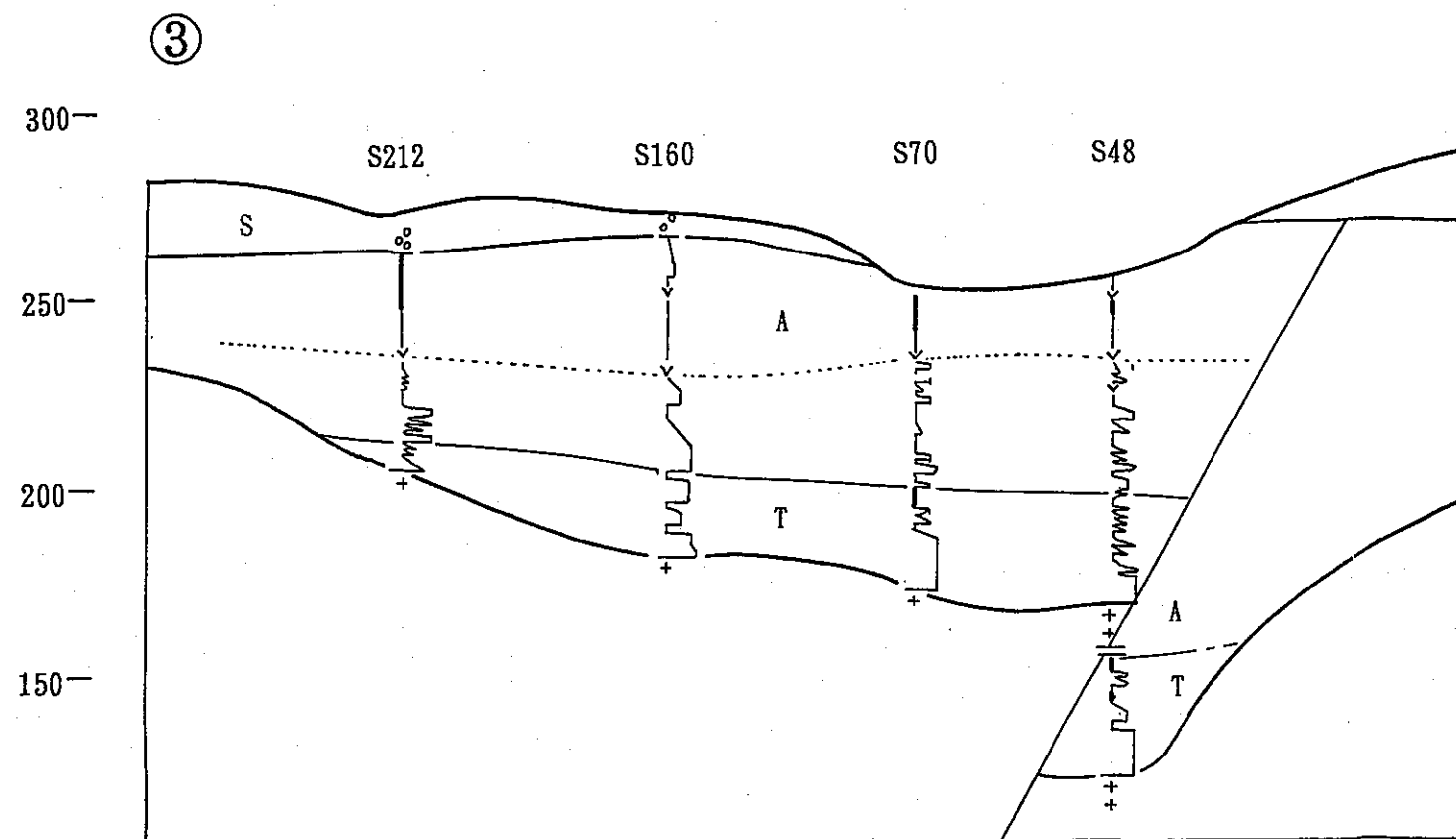
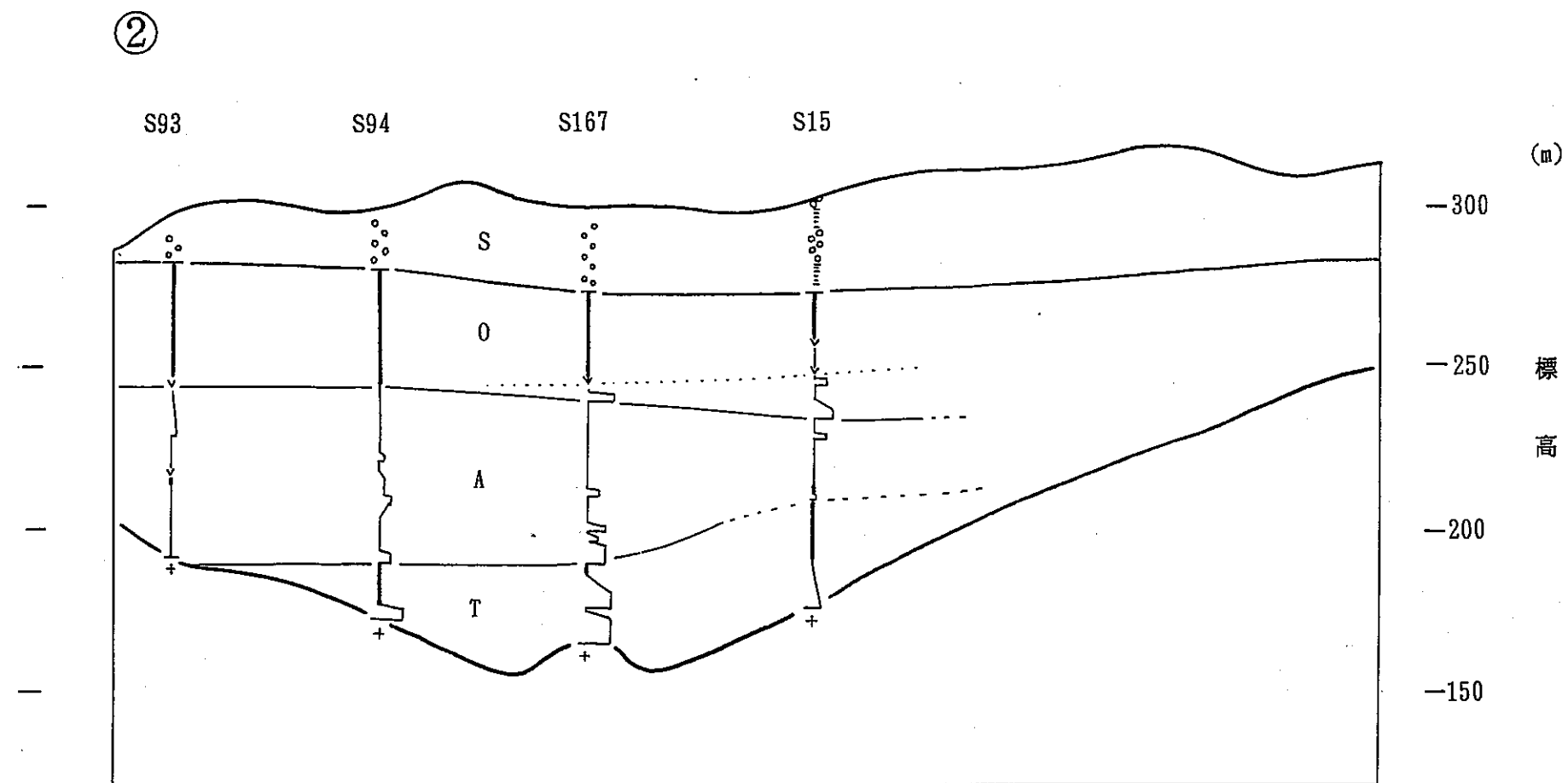
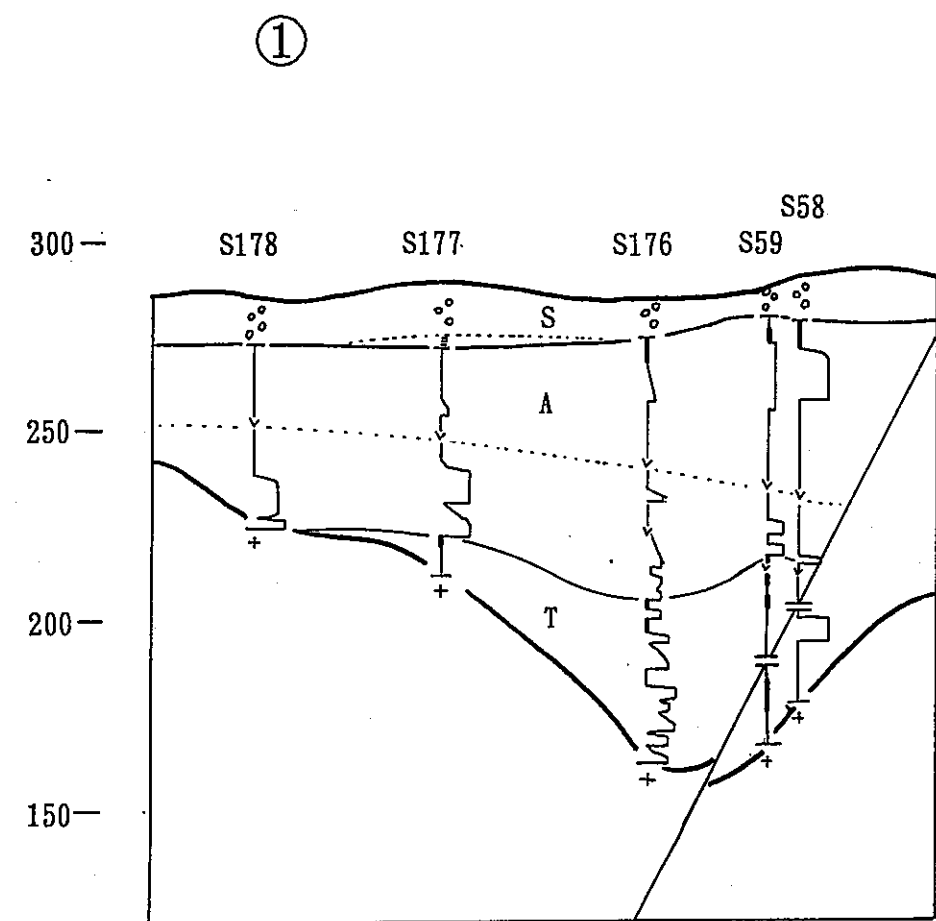
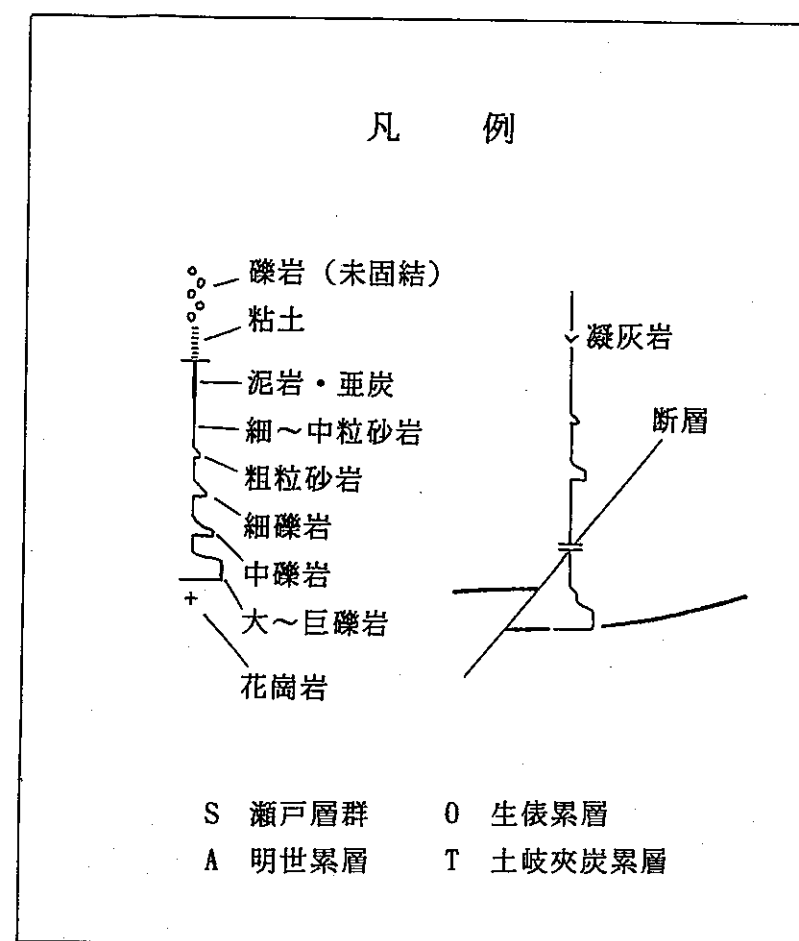
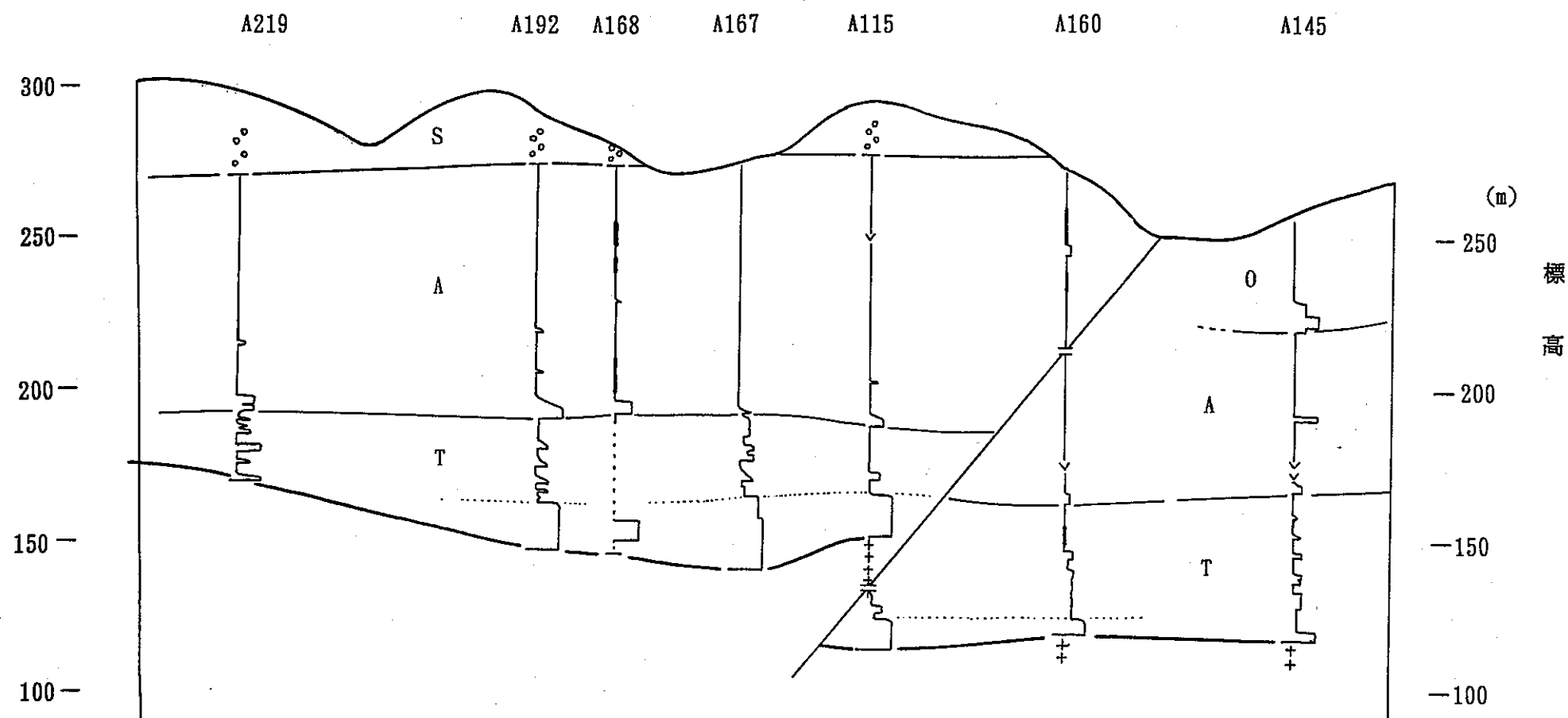


図-3.3.16 チャンネル断面図 (その1)

⑤



⑥

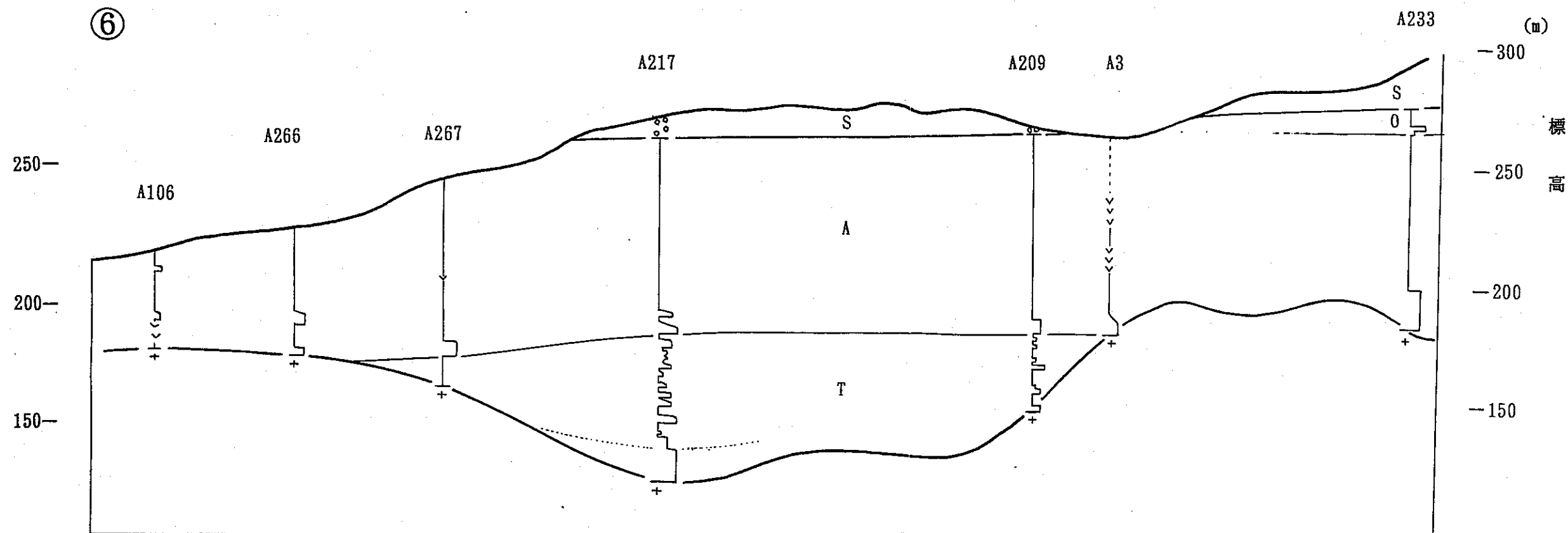


図-3.3.16 チャンネル断面図 (その2)

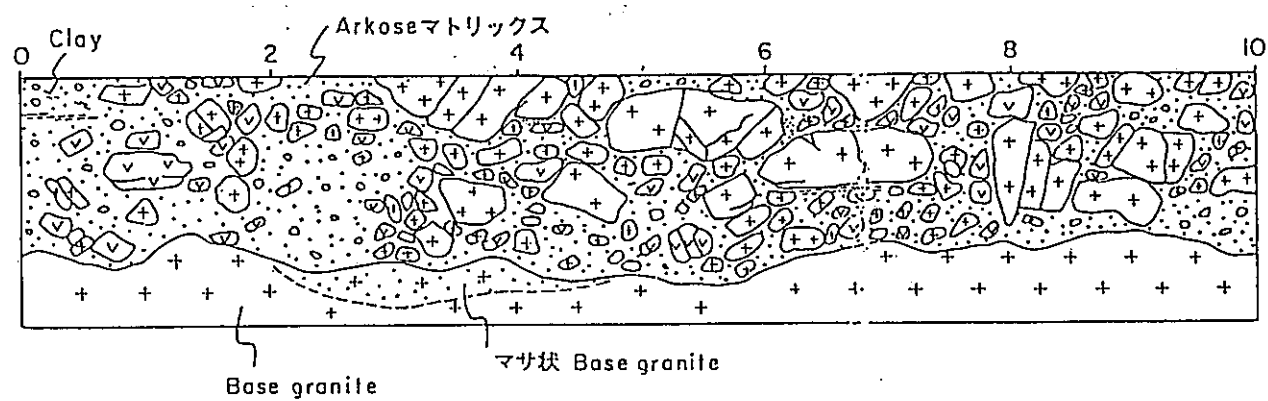


図-3.3.17 坑道のスケッチ

面の向き（ほぼ水平）に対して大きく傾いており、堆積後に地層が傾斜していないとすれば、この礫岩層は傾斜した不安定な場所に堆積したものと考えられる。また、1枚の礫層の最下部と最上部に巨礫を含むことなどから、現在見られる土石流堆積物の形状を示す。

これら土岐夾炭累層下部の礫岩の透水性については、前節で述べたように、基質の岩相によるといえるが、検討したコア観察結果に必ずしも基質の岩相について十分な記載がされていないことや、コアが欠損して岩相が不明の箇所があることがある。このような場合、孔内での放射能検層の結果から透水性の予測を試みた。ウラン鉱床がその位置の花崗岩起源であるか他地域より運搬され堆積したものであるかは不明であるが、いずれの場合でもウランが地下水に溶け込んで移動し礫岩中に集積したと考えられるため、透水部には放射能のピークが現れ、その上位の難透水部では放射能値は低いものと予想される。この考えに従って、放射能検層において値の高い部分の上端を透水部の上端とみなし、断面図（水理地質断面図）上に表した。

(c) “土岐夾炭累層上部層”について

動燃（1985）を初めとする東濃鉾山周辺の地質構造に関する研究では、主に浮石質砂岩からなり貝化石を含まない部分が“土岐夾炭累層上部層”として識別されている。土岐夾炭累層上部層は下位の土岐夾炭累層下部層とは礫岩をもって境し、上位の明世累層へは岩相的に漸移するため貝化石の産出下限をもって境界とするものとしてある。

しかし、岩相的に見て土岐夾炭累層上部層は、土岐夾炭累層下部層（おもにアルコース質の砂岩・礫岩、炭質部からなる）とは異なり、むしろ浮石質という点では上位の明世累層と共通する。また、土岐夾炭累層下部層との間には顕著な礫岩が発達するのに対し、明世累層との間には一部の地域を除いて礫岩が発達せず連続的に移化する（図-3.3.18）。これらの事実は、土岐夾炭累層上部層が明世累層とつながりが深いことを示す。

土岐夾炭累層上部層の中には、場所によっては厚さ10mを越え有効な鍵層となる浮石質凝灰岩層がある。この凝灰岩は、動燃（1985）にも述べられているように、土岐夾炭累層上部層と明世累層の両層中に見られる。このことは、時間的にも土岐夾炭累層上部層と明世累層は重なりがあることを示している。

これらの事実から、土岐夾炭累層上部層と明世累層の間に累層境界を置くことは適

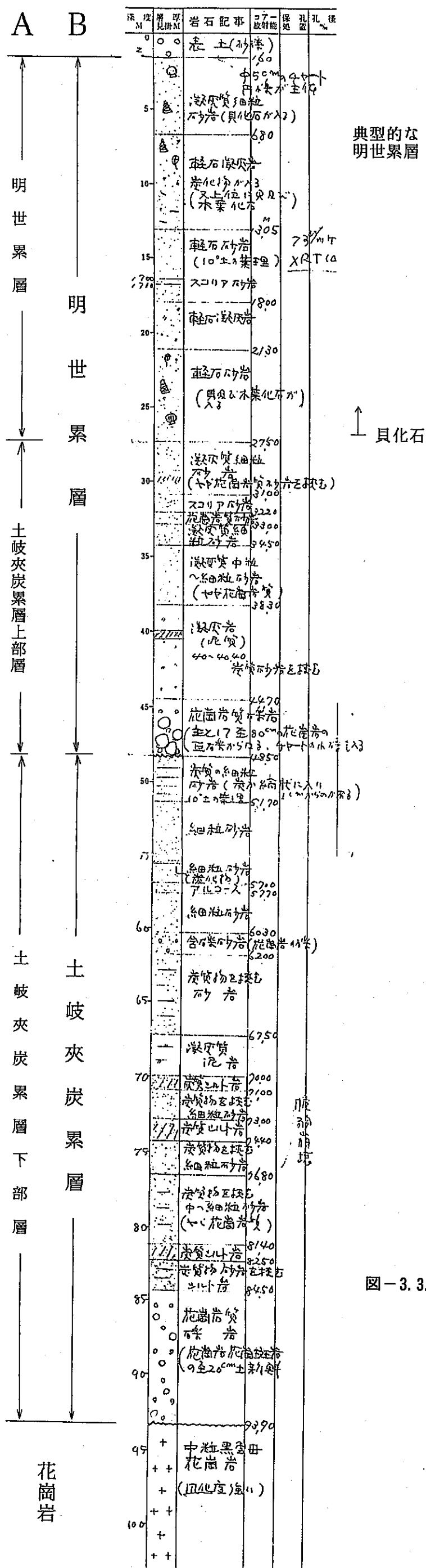


図-3.3.18 土岐夾炭累層と明世累層の区分
(A2孔のボーリング柱状図)
A : 動燃 (1985) に基づく区分
B : 本研究における区分

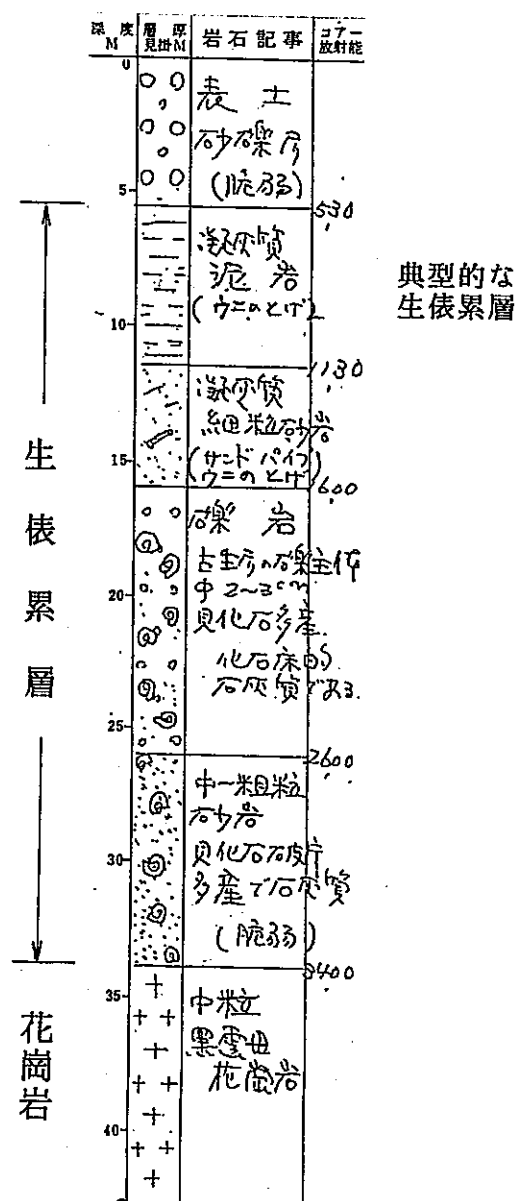


図-3.3.19 盆地周縁部での生俵累層の岩相
(S23孔のボーリング柱状図)

当でなく、土岐夾炭累層下部層と土岐夾炭累層上部層の間により大きな地層間のギャップ（境界）があるといえる。よって、ここでは従来土岐夾炭累層下部層と呼ばれてきた部分のみを改めて土岐夾炭累層とし、土岐夾炭累層上部層と呼ばれてきた部分は本郷累層として、明世累層の同時異相として扱う。

(d) 明世累層

明世累層はおもに凝灰質の細～中粒砂岩からなる地層で、貝などの化石を豊富に含む。前述のように、本郷累層も含める。本調査地域でも盆地中央部での模式的な部層区分が適用できることも多いが、基盤のごく近傍すなわち花崗岩との不整合の直上では粗粒の周縁相を呈する。

主体を占めるのは凝灰質細～中粒砂岩、泥岩である。大部分が軽石などの凝灰質物質からなる部分もある。堅固に固結した部分は少ない（ノジュールや凝灰岩の一部のみが堅固）。砂岩は淘汰が悪いが、これは元来泥分を多く含むことに加えて、細粒の凝灰質物質（火山ガラス）が粒子間をうめていることも考えられる。

明世累層の下限を識別するのに、凝灰質物質（浮石）に富む部分の最下部にある礫岩を本累層の基底礫岩とした。この方法によると、この基底礫岩はほとんどのコアにおいて識別され、ボーリングデータからも明世累層を土岐夾炭累層と区別することの妥当性が支持されるといえる。ただし、すぐ下位の土岐夾炭累層が礫質で多くの礫岩層がある場合、どれが明世累層の基底礫岩かを識別することが難しいこともある。

明世累層の基底面は、動燃（1985）による明世累層基底面等高線図にもあるように、土岐夾炭累層の基底面に比べて起伏は小さいものの基盤花崗岩の面に調和的な起伏がある。すなわち、基盤のチャンネル構造は明世累層の堆積開始時にも残っていたといえる。本累層下部の礫岩は、チャンネル部で厚さ25mに達することもあるが、チャンネルの中心部を離れると特に厚い礫岩は見られなくなる。

本累層下部にある浮石質凝灰岩は、場所により側方によく連続し、対比に有効である。

なお、基盤花崗岩の表面の高いところでは土岐夾炭累層が欠落し、明世累層が直接花崗岩を覆うことがある（A3, A106, S30 など）。この不整合面直上の礫岩が明世累層の基底礫岩であり土岐夾炭累層の礫岩でないことは、上位の貝化石を含む典型的な明世累層の凝灰質砂岩に移化することから明らかである。この礫岩は基盤近くでは基

質がアルコース質となり、土岐夾炭累層下部の礫岩との区別が難しいので、地層の対比の上で注意を要する。

(e) 生俵累層

当地域に分布する生俵累層は大部分が塊状の泥岩よりなる。全体に凝灰質であるが、明世累層同様堅固に固結した部分は少ない。当地域では下部にしばしば礫岩や砂岩を伴う。

断面図（付図－2、3）を見ると、鉾山の北側の月吉チャンネルを中心に分布し、A4、A45 地点では最大50mの厚さが確認される。調査域北部の柄石川付近では、花崗岩を生俵累層が直接覆う。

断面図に表されるように、生俵累層は主に月吉断層以北に分布する。基底面の標高は、鉾山北側では 230m 付近にあるが、北部に向かってわずかに高くなる。柄石付近の柄石川河床では約 280m の位置に花崗岩が現れ、不整合面がそれ以上の位置にあることがわかる。月吉チャンネルよりも北では基盤標高が高くなり、土岐夾炭累層および明世累層がなく、生俵累層は基盤にアバットする形で分布している。動燃（1985）による生俵累層基底面の等高線図を見ても、土岐夾炭累層の基底面にくらべて起伏が少なく、生俵累層堆積時にはそれ以下の堆積物により基盤の明瞭な谷地形は消失していたことがわかる。

明世累層同様、生俵累層が標高の高い所で基盤花崗岩を直接覆うところ（S4、S23、S34 など範囲北西部）では、基底部が粗粒化し礫質や砂質となる（図－3.3.19）。貝化石を豊富に含む部分もある。これらの砂岩・礫岩は、明世累層の基底部の砂岩・礫岩と岩相上区別が難しいが、盆地縁辺部という堆積の中断がおりやすい地域において礫層等を挟むことなく上位の典型的な生俵累層の泥岩へ続くことは、この砂岩・礫岩が生俵累層基底部の周縁粗粒相であることを示している。

S88 のように、基盤地形（明世累層の上面）のやや窪んだところでは、基底部に亜炭層を挟むこともある。

従来の研究により生俵累層は海進期の堆積物で瑞浪盆地全体に広く分布していることがわかっているが、当地域南部で標高が低いにもかかわらず生俵累層を欠くことは、堆積後の削剥により失われたことを示している。

(f) 月吉断層

当調査地域内の大きな断層として、東濃鉾山の北側をほぼ東西方向に通る月吉断層があげられる。

調査域内の地表では明世町月吉の日吉川沿いでのみ露出する。鉾山の立坑内壁では、アルコース質砂岩・炭質砂質泥岩の中に断層粘土が観察される。また、S48, S185, TH-3, TT-2孔その他のボーリングコアでも断層破碎帯（断層粘土）が観察される。これらの地点の位置関係より、東西方向に伸びる断層であることが確認される。

月吉断層は、花崗岩、瑞浪層群の土岐夾炭累層・明世累層を切ることが確認されている。生俵累層に及ぶという観察結果は得られていないが、生俵累層の地表での分布が断層の推定位置により限られていることやボーリング孔において生俵累層の基底面の高さが断層の両側で異なることから、断層は生俵累層を切っているものと考えられる。瀬戸層群中の断層については、瀬戸層群が固結度の低い礫岩であり断層の存在を確認しにくいものの、その内部に現在までに断層が確認されていないことや瀬戸層群の基底面がほぼ平坦な面であることより、瀬戸層群には及んでいないといえる。よって月吉断層は生俵累層堆積後、瀬戸層群堆積前に活動したものと予想される。月吉断層が瀬戸層群に及んでおらず、調査域の広い範囲を瀬戸層群が覆っていることは、断層の地表での観察を難しくしている。

月吉断層が北落ちの断層であることは、A122やA132のような断層南側のボーリング地点にくらべてA120やA45のような断層北側の地点では対応する地層境界（花崗岩と土岐夾炭累層の境界、土岐夾炭累層と明世累層の境界）が低い位置にあることから明らかである。また、S48, S49, TH3孔において、断層の下に土岐夾炭累層が、上に花崗岩が存在する事実は、月吉断層が逆断層であることを示している。変位量は、TH3孔では花崗岩と土岐夾炭累層の境界面（不整合面）のずれから約20m、S48孔では40m以上と推定される。ただし場所によってはこれ以下のところも多い。断層の方向に関しては、S73孔とS45孔での断層の深度（位置は図-3.3.15参照）から、この位置では南へ約45°傾斜していることが推定される。このことは坑道内での観察結果からも支持される。動燃（1985）によれば、石英斑岩脈の水平ずれがないことから断層の横ずれ成分はないものといわれている。

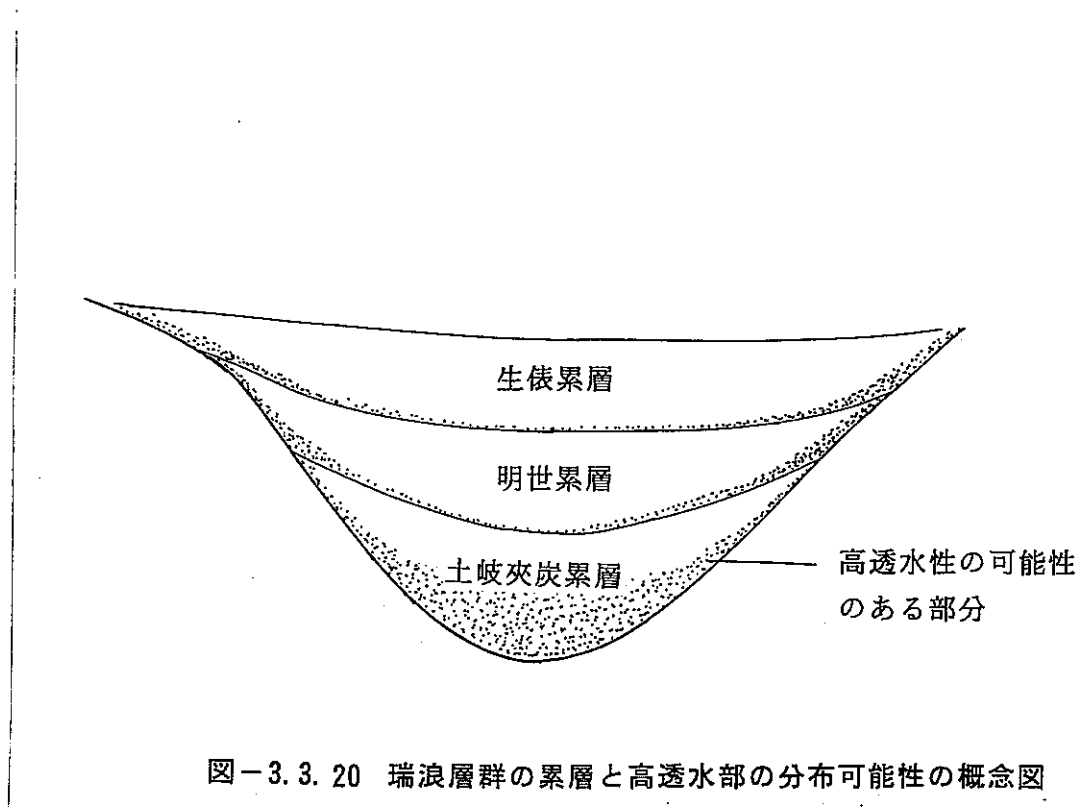
月吉断層が側方にどこまで延長するかは現在ではわかっていない。地表に露出する

部分がほとんどないのでボーリングデータによって存在を確認する必要があるが、ボーリング地点が密集するのは鉾山近傍に限られることから、延長の範囲の確認は難しい。動燃（1985）や糸魚川（1980）^{29）}の地質図では、断層は東方へは本調査範囲外の瑞浪市鶴城付近まで、西方へは定林寺湖まで延長すると推定されている。それらに従えば、少なくとも本調査範囲を東西に横断する断層であるといえる。

なお、月吉断層に遭遇するボーリングコアのうち、S49孔には断層破碎帯が2か所に見られるものの、その他の孔では1か所ずつしか認められていない。この事実は、月吉断層が少なくとも鉾山付近では枝分かれの少ない、おそらく多くの部分で1本の断層であることを示唆している。

このように当地域の瑞浪層群は、大局的には北部（月吉断層以北）では南へ、西部では東へそれぞれ緩く傾く構造を示し、下部層ほど基盤のチャンネル構造に調和的な構造を示しているといえる。また、断層の南側ではチャンネルの地形に沿って北側に傾くところもあり、これも下位層ほど顕著である。月吉断層による後生変形を除くと、瑞浪堆積盆北西部において基盤に刻まれた谷地形（古地理的には湾入部）が埋積されてゆく過程の地層が現れているといえる。

瑞浪層群中の比較的透水性の高い部分は、土岐夾炭累層の礫質部と明世累層・生俵累層の基底部と縁辺部の粗粒相にあると考えられる。礫岩の基質の粒度は規則的に変化するわけではないので高透水部を側方に追跡することは難しいが、現段階では累層間の不整合面（非整合面）をキーにして、主にその直上に分布すると考えるのが妥当であろう。この点については、図-3.3.20に模式的に示す。また、断面図（付図-2、3）にもコアで観察された粗粒部分（基質が粗粒な部分）が示してある。



3.3.4 瀬戸層群の分布と構造

本地域の瀬戸層群はほとんどが未固結の礫層からなる。礫種はチャート、花崗岩、石英斑岩で、数mm～10cm大の円礫が大部分である。基質は砂であるが、部分的に粘土質になるところもある。範囲内において、場所による層相の顕著な違いは見られない。最下部に粘土を伴うことがある（賤洞の S15など）。

地質図（付図-1）をみると、範囲の東部および南部では谷の侵食が進み瀬戸層群が削剥されて、下位の瑞浪層群または花崗岩が現れている。ボーリングおよび地表踏査から深さ方向の分布を見ると、東濃鉾山の南および北の尾根部において瀬戸層群の厚さは最大50mに達し三次元的に大きな分布を示す（断面図参照）。

瀬戸層群は下位の花崗岩・瑞浪層群を不整合に覆い、範囲の中のおよそ標高 260m 以上の高所の地表部に現れている。地表踏査結果およびボーリングデータに基づいて描いた瀬戸層群の基底面標高（瀬戸層群と下位の岩体との不整合面の標高）を図-3.3.21に示す。

柄石峠周辺や定林寺湖北側では、花崗岩との不整合面の直上に直径数mに達する花崗岩の円～角礫が含まれる。

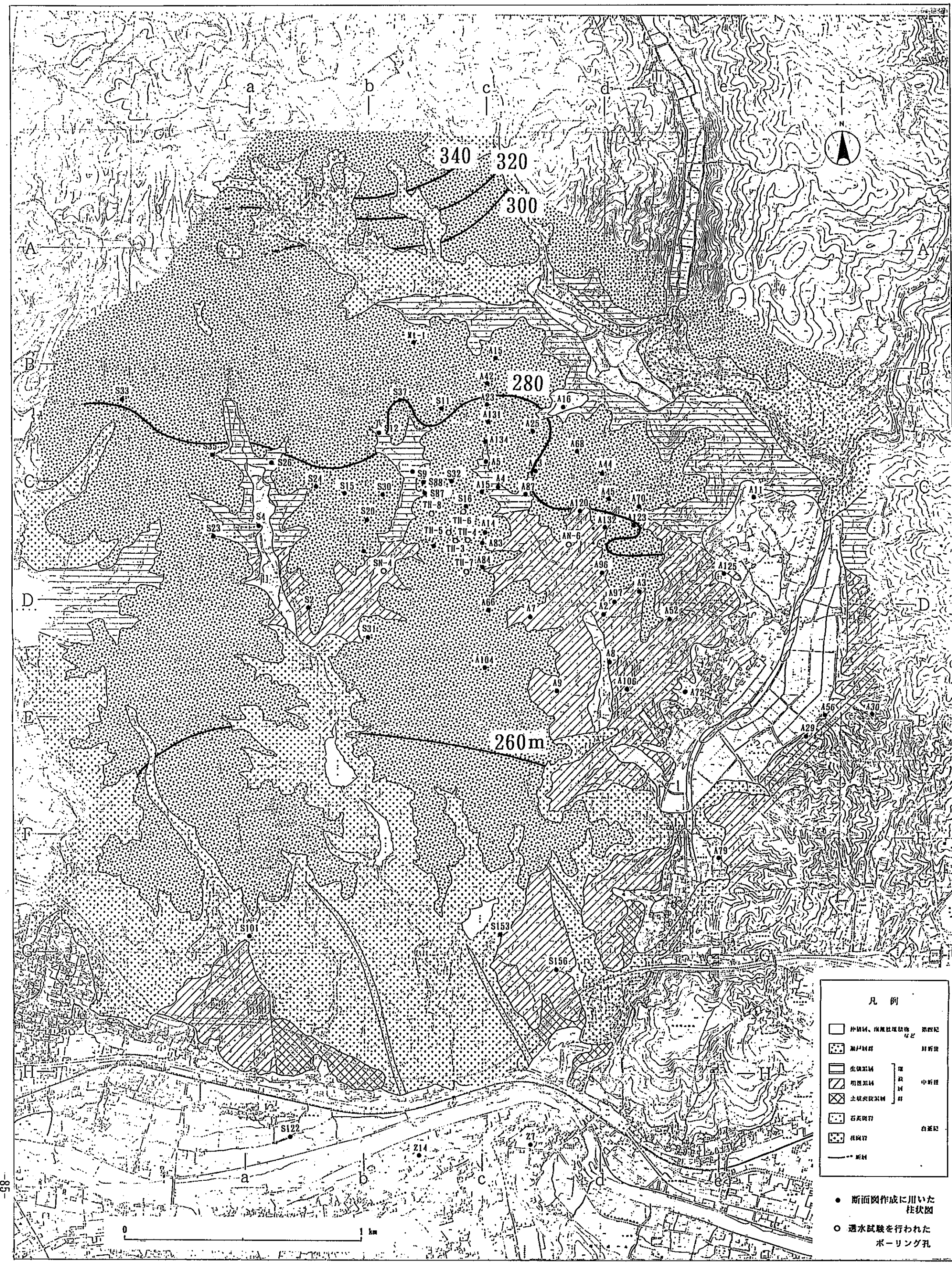


図-3.3.21 瀬戸層群の基底面標高

範囲内の大部分の流域では、瀬戸層群の基底面は標高 260 ～ 280m 付近にあり、瑞浪層群の基底面に比べるとその起伏が少ない。また瀬戸層群の基底面は、基盤の花崗岩上端面の起伏すなわち瑞浪層群の基底面の形状には関わりなく、ほぼ平坦な分布をしている。このことは、瀬戸層群の堆積時には基盤岩(花崗岩)のチャンネル構造は消失していたことを示す。また、下位に花崗岩、瑞浪層群のいずれが分布する場合も瀬戸層群の基底面の標高には大きな差異がないため、瀬戸層群堆積前には平坦な(少なくとも瑞浪層群堆積時に比べて平坦な)地形であったといえる。

この不整合面は北西部で高くなり、柄石峠付近では標高 340m の地表で観察される。瀬戸層群の堆積後(約 2 百万年前以降)に大きな変動を受けてはいないとすれば、堆積時にも範囲北西部の基盤の高まりが存在し、南に広がった堆積域(従来の研究からは湖といわれている)があったことが推定される。

瀬戸層群より新しい堆積物

瀬戸層群の分布の周囲の斜面には、瀬戸層群より二次的に堆積したと考えられる礫層が、表層部を覆って分布することが多い。瀬戸層群そのものに比べて固結度が低くて崩れやすく、沖積層や崖錐堆積物と基本的に変わらないものと言える(地質図では沖積層とともに表現してある)。

本地域の沖積層は、主要な河川沿いに分布する。月吉川沿いには広く分布するが、河床にはしばしば下位の地層(瑞浪層群)が露出するので、沖積層厚はおそらく数m以下であると考えられる。。

4. 流量・水質調査と浅層部の地下水挙動の把握

4.1 基本的な考え方と調査項目

不飽和帯を含めた浅層部の地下水について把握することは、浅層部の地下水が深層部の地下水に関与しつつ流動系を形成していること、河川への流出のほとんどが浅層部の地下水からによるものであることなどから、生活圏に直接的に関与し漏出・希釈・集積といった観点からも重要であると言える。

流域に降った降水は、その一部が蒸発散によって大気に還元され、また一部は表面流として河川へ直接流出する。残りの部分は、土中に浸透し不飽和帯を移動した後に地下水面に達し、その後水文地質・地形条件に応じた地下水流動系により、谷底部等の流出域から地表に湧出し河川水となる。短い経路で河川に流出する地下水の他、一部はさらに深部に浸透し広域的な地下水流動系を移動する地下水もある。

したがって、河川水の地下水成分の流量や水質を解析することは、地下水の挙動を把握する上で間接的な調査資料となりえる。概査段階としては有効な調査であると考えられる。

また、自然流域における河川の総流出(全期間)に占める地下水の流出成分の割合は、60～90%であり、流出ピーク時においてさえも60～80%が地下水流出成分によって占められることが、最近の調査研究によって明らかになっている¹⁾。特に、長期間無降水が続き、なお、河川流量が維持されている渇水期の河川流出は、地下水によって涵養されている状態(基底流出)である。このことから、渇水期の河川流出は、流域の地下水流動を含めた水文特性を概査的に把握する上で最も望ましい期間であると言える。

本報告においては、渇水期の流量や水質が地質や地形条件によって流域毎にどのように相違するのかを把握することにより、渇水期の流量や水質から流域の水文特性を把握手法を検討した²⁾。あわせて、浅層部における地下水の挙動を推定し、流域の水理地質構造モデルを作成する資料とすることを目的とした。

なお、このような概査的調査から、調査地域の水文特性の概要を明らかにし、調査が精査段階に進んできた場合における水文観測機器の適正な設備・配置計画の立案を可能とすること念頭に置いている。

注) 流出高：流量測定地点において、一日の総流量換算値を流域面積で割った値で、単位は mm / 日である。

以上のような考え方を基に、渇水期の流量測定および水質の調査を行った。なお、流量は流出高に換算し基準化を行い、水質としては電気伝導度の測定を行っている。

4.2 渇水期の流量・電気伝導度

河川水が基底流出のみにより涵養されていることが、本報告の目的上望ましいものであるが、調査地域においては「航空写真等による水理地質構造の解析」（昭和62年6月、動力炉・核燃料開発事業団）の調査により、12月～2月に渇水期が想定されることが明らかにされている。これに基づき「現地調査による水理地質構造の解析」（昭和63年7月、動力炉・核燃料開発事業団）において、1月下旬から2月上旬に実施した河川流量調査の結果は、渇水状態であると判定されるため、このデータを解析に供した。なお、調査結果は、表4.2.1～5に示した。

流量・電気伝導度調査は、平成元年度および平成2年度にも測定を行っているが、調査前および調査期間中に降水があり、渇水状態とは判定されなかった。ただし、渇水期のデータとの比較により水質的には人工的な汚染が考えられる流域を除いて大きな変化が認められないことなどが明らかになっている。

4.2.1 流量・電気伝導度の調査法

測定地点は地層の境界付近、河川の合流部で岩盤が露出し伏流が生じにくく、河床に落差・勾配がある地点を選定するように努め、流量および電気伝導度の測定を行った。

このうち流量の多い地点については、河川の断面測量と流速計を用い流量を求めた。その際、乱流が生じないように河川断面型を整形し、流速計による測定精度の向上を図った。また、流速の測定は1点につき3回以上行い、安定した値が得られたことを確認した上で終了した。また、比較的流量の少ない溪流については、容積法を用いて流量の測定を行った。容積法は河床にビニールシートを敷きつめたうえで、粘土等を用い漏水を防ぎ、流水を一点に導いてバケツ・ポリ袋への注水時間および水量を測定して、流量を求めた。測定は1点につき5回以上行い、安定した流量が得られたことを確認した上で終了した。この方法によれば、流速および、断面積から流量を計算する手法に比較し、流量を直接的に計測することから、測定精度はかなり高いものとなる。

なお、電気伝導度はセントラル科学製のUCメーターを用い現場測定を行い、水温25℃換算値を掲載している。

表 4. 2. 1 流量観測総括表

番 号	日 付	流 量		流域面積 (km ²)	電気伝導度 (μ S/cm)	流 出 高 (mm/day)	区間流出高 (mm/day)	測定地点の河床概況等
		(l/s)	(m ³ /day)					
A-1	1/30	14.15	1,222.55	1.2310	14	0.9932		中・古生層の基盤上、礫が多く分布する。流速計使用
B-1	1/29	0.71	61.38	0.2263	12	0.2713		瀬戸礫層上
B-21		(0.51)	(44.15)	0.3345	—		0.1320	(測点 B 1 と B 2 間の区間流出高)
B-2	1/30	1.22	105.50	0.5607	15	0.1881		中・古生層の岩盤上
C-1	1/29	—	—	0.4363	12	—		瀬戸礫層上・湿原
C-2	1/29	3.26	281.23	0.4994	10	0.5631		中・古生層の岩盤上・流速計使用
C-32		(0.35)	(30.48)	0.9725	—		0.3134	(測点 C 3 と C 2 間の区間流出高)
C-3	1/30	6.78	586.04	1.4720	18	0.3981		中・古生層の岩盤上・流速計使用
D-1	1/26	0.25	21.34	0.0677	12	0.3152		砂礫混じり粘土上
D-2	1/26	1.44	124.28	0.3472	12	0.3579		粘土混じり砂礫上 (溜池底堆積物)
D-3	1/26	0.87	75.43	0.1144	11	0.6596		砂礫混じり粘土上
D-4	1/26	0.27	23.54	0.1625	14	(0.1448)		瀬戸礫層上・湿原 (伏流が考えられる)
D-5	1/26	1.16	100.14	0.2839	19	0.3528		花崗岩岩盤上・巨礫分布
D-6	1/25	13.36	1,153.96	1.3640	18	0.8463		花崗岩岩盤上・巨礫分布
D-7	1/25	0.36	31.19	0.1105	(53)	0.2824		砂混じり粘土上 (人為汚染)
D-8	1/26	26.21	2,264.80	3.2815	(62)	0.6901		礫が多く分布する。(人為汚染)
E-1	1/25	1.13	97.55	0.3314	18	0.2943		花崗岩岩盤上・巨礫分布 (やや伏流あり?)
E-21	1/25	(0.33)	(28.43)	0.0626	—		0.4542	(測点 E 1 と E 2 間の区間流出高)
E-2	1/25	1.46	125.97	0.3940	19	0.3197		花崗岩岩盤上・巨礫分布
F-1	1/28	0.98	84.33	0.2316	(54)	0.3641		花崗岩岩盤上 (測定点上流に学校があり人為的汚染→高電導度)

表 4. 2. 2 流量観測総括表

番 号	日 付	流 量		流域面積 (k m ²)	電気伝導度 (μ s/cm)	流 出 高 (mm/day)	区間流出高 (mm/day)	測定地点の河床概況等
		(l/s)	(m ³ /day)					
G-1	1/24	-	-	-	17	-		砂礫混じり粘土上 (溜池底堆積物)
G-2	1/24	-	-	-	27	-		砂礫混じり粘土上 (溜池底堆積物)
G-3	1/24	-	-	-	18	-		砂礫混じり粘土上 (溜池底堆積物)
G-4	1/24	-	-	-	19	-		砂礫混じり粘土上 (溜池底堆積物)
G-5	1/24	0.23	20.13	0.0602	19	0.3344		砂礫混じり粘土上 (溜池底堆積物)
G-6	1/24	0.12	10.63	0.0422	18	0.2518		砂礫混じり粘土上 (溜池底堆積物)
G-7	1/24	0.05	4.72	0.0189	30	0.2496		砂礫混じり粘土上
G-87	1/24	(0.54)	(46.48)	0.2339	-		0.1995	(測点 G 7 と G 8 間の区間流出高)
G-8	1/24	0.59	51.24	0.2528	34	0.2027		粘土混じり砂礫上・水路利用
G-9	1/24	4.69	404.87	1.5589	(121)	0.2597		粘土混じり砂礫上・水路利用 (人為汚染)
G-10	1/24	-	-	2.3793	(78)	-		花崗岩岩盤上 (流量測定不能・人為汚染)
H-1	1/21	0.33	28.86	0.0572	15	0.5043		瀬戸礫層上、これより上流に湿地が分布する。
H-2	1/21	0.40	34.94	0.0650	15	0.5377		花崗岩岩盤上、上流は礫が分布 (瀬戸礫層・花崗岩境界付近)
H-31	1/21	(0.07)	(5.88)	0.0112	-		0.5236	(測点 H 1 と H 3 間の区間流出高)
H-3	1/21	0.40	34.73	0.0684	16	0.5074		花崗岩岩盤上、礫分布
H-4	1/21	0.94	81.04	0.1637	16	0.4949		花崗岩岩盤上、礫分布
H-5	1/21	1.34	115.78	0.2322	16	0.4986		花崗岩岩盤上、礫分布 (H 3 と H 4 の合流部・流量合計)
H-65	1/21	(0.34)	(29.72)	0.0779	-		0.3815	(測点 H 5 と H 6 間の区間流出高)
H-6	1/21	1.68	145.50	0.3101	16	0.4691		花崗岩岩盤上、花崗岩巨礫地帯 (やや伏流あり?)
H-7	1/19	0.19	16.13	0.1754	-	(0.0920)		瀬戸礫層、湿原 (伏流が考えられる)
H-87		(0.23)	(19.70)	0.0082	-		(2.4023)	(測点 H 7 と H 8 間の区間流出高、伏流が流出すると考えられる)
H-8	1/21	0.42	35.86	0.1836	15	0.1953		花崗岩岩盤上、花崗岩巨礫地帯
H-98		(-0.05)	(-4.58)	0.0164	-		-0.2792	(測点 H 8 と H 9 間の区間流出高)
H-9	1/19	0.36	31.25	0.2001	-	0.1562		花崗岩岩盤上、花崗岩巨礫地帯 (やや伏流あり?)
H-19		(-0.07)	(-5.79)	0.0203	-		-0.2852	(測点 H 9 と H 10 間の区間流出高)
H-10	1/19	0.29	25.47	0.2203	-	0.1156		花崗岩岩盤上、花崗岩巨礫地帯 (やや伏流あり?)
H-11	1/19	1.99	171.63	0.7279	21	0.2358		花崗岩岩盤上、花崗岩巨礫地帯
H-20		(0.01)	(0.69)	0.1975	-		0.0035	(測点 H 6・H 10 と H 11 間の区間流出高) (H 11-H 6-H 10)

表 4. 2. 3 流量観測総括表

番 号	日 付	流 量		流域面積 (k m ²)	電気伝導度 (μs/cm)	流 出 高 (mm/day)	区間流出高 (mm/day)	測定地点の河床概況等
		(l/s)	(m ³ /day)					
I-1	2/1	0.02	1.79	0.0194	137	0.0924		粘土上、谷底の棚田周囲の排水路利用
I-2	2/1	0.01	0.80	0.0111	102	0.0722		粘土上、谷底の棚田周囲の排水路利用
J-1	1/24	—	—	0.0062	(122)	—		瀬戸層群砂泥層上(谷頭部で礫層が多段滝・人為汚染)
J-2	1/24	0.02	1.63	0.0185	(50)	(0.0880)		砂礫上(伏流が考えられる・分水界にゴルフ場・人為汚染)
J-3	1/24	—	—	0.0075	(77)	—		砂礫上(伏流が考えられる・分水界にゴルフ場・人為汚染)
J-4	1/24	0.03	2.94	0.0351	(48)	(0.0837)		砂礫上(伏流が考えられる・分水界にゴルフ場・人為汚染)
J-54	1/24	(0.15)	(13.05)	0.0050	—		(2.5885)	(測点J4とJ5間の区間流出高、伏流が流出すると考えられる)
J-5	1/24	0.19	15.98	0.0402	62	0.3978		生儀泥岩岩盤上
J-6	1/24	0.16	14.08	0.0405	48	0.3473		生儀泥岩層・明世砂岩層境界付近、岩盤上
J-7	1/24	1.65	142.13	0.4653	88	0.3055		明世砂岩岩盤上、礫分布あり
J-87		(0.35)	(30.15)	0.0696	—		0.4332	(測点J7とJ8間の区間流出高)
J-8	2/1	1.99	172.24	0.5349	75	0.3220		明世砂岩岩盤上
J-98		(1.30)	(111.89)	0.2815	—		0.3975	(測点J8とJ9間の区間流出高)
J-9	1/24	3.29	284.17	0.8164	78	0.3481		砂礫層上、電磁流速計使用
K-1	1/27	0.09	8.10	0.0865	322	0.0936		花崗岩岩盤上
L-1	1/27	—	—	0.0197	513	—		砂混じり粘土上
L-2	1/27	0.08	6.91	0.0396	448	0.1746		粘土上
M-1	1/27	—	—	0.0064	211	—		流水はほとんど認められない
N-1	1/27	0.004	0.38	0.0049	430	0.0772		明世砂岩岩盤上
O-1	1/27	—	—	0.0185	31	—		明世砂岩滑滝下
P-1	1/27	0.24	20.48	0.0743	50	0.2757		休耕田脇ヒューム管利用

表 4. 2. 4 流量観測総括表

番 号	日 付	流 量		流域面積 (km^2)	電気伝導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	流 出 高 (mm/day)	区間流出高 (mm/day)	測定地点の河床概況等
		(l/s)	(m^3/day)					
Q-1	1/27	0.55	47.87	0.1696	49	0.2822		生儀泥岩岩盤上
Q-21	1/27	(0.35)	(30.50)	0.0792	—		0.3851	(測点Q1とQ2間の区間流出高)
Q-2	1/27	0.91	78.36	0.2488	49	0.3149		生儀泥岩岩盤上
Q-32		(0.30)	(25.83)	0.0704	—		0.3668	(測点Q2とQ3間の区間流出高)
Q-3	1/31	1.21	104.20	0.3193	50	0.3264		砂防ダム建設現場ヒューム管利用
Q-4	1/28	0.46	39.48	0.1326	38	0.2977		明世砂岩岩盤上
Q-5	1/28	0.08	6.86	0.0742	45	0.0925		明世砂岩岩盤上水田排水路利用
Q-64		(1.02)	(88.47)	0.5156	—		0.1716	(測点Q4、Q3とQ6間の区間流出高) Q6-Q4-Q3
Q-6	1/31	2.69	232.15	0.9675	68	0.2399		粘土混じり砂層上
R-1	1/20	0.16	13.82	—	285	—		へそ山のトンネルからの水
S-1	1/28	0.75	64.37	0.2184	44	0.2947		砂礫上
T-1	1/29	—	—	0.0087	18	—		柄石峠付近の泉
T-2	1/29	0.56	48.56	0.2101	18	0.2311		花崗岩岩盤上、ヒューム管利用
T-3	1/29	9.13	788.57	2.2115	(68)	0.3566		砂礫上、2河川合流部、流速計使用(人為汚染)
T-4	1/29	0.45	39.30	0.0897	(197)	0.4381		ゴルフ場井戸横の雨水溝、ゴルフ場排水が含まれる(人為汚染)
U-1	1/25	0.39	33.26	0.1228	18	0.2709		花崗岩岩盤上
U-21	1/25	(1.96)	(168.91)	0.5561	—		0.3037	(測点U1、U2間の区間流出高)
U-2	1/25	2.34	202.18	0.6790	15	0.2978		花崗岩岩盤上
V-1	1/26	0.89	76.55	0.2103	18	0.3639		花崗岩岩盤上
W-1	1/26	6.10	526.69	0.6375	(94)	0.8262		花崗岩岩盤上、流速計使用、ゴルフ場による改変あり(人為汚染)
X-1	1/30	1.81	156.54	0.4007	24	0.3907		砂礫上、流速計使用

表 4. 2. 5 流量観測総括表

[illegible]

4.3 渇水期の流出高と表層地質

流域相互の性状を比較するため図4.3.1 に東濃地域地質鉱床図（動力炉・核燃料開発事業団中部探鉱事務所、1984）に測定した流出高の分布を示した。

渇水期の河川涵養源のほとんどが地下水であると考えられることから、流出高の大小は、単位面積あたりの河川への地下水流出量（地下水の賦存量）の大小を表していると考えられる。また、地質・地形・植生・気象等の諸条件の相違により、地下水涵養量、貯留量、流動速度、流動量、地下水流動系等が変化する結果、地下水の河川への流出パターンに相違が生じるため、流域ごとの流出高に格差が生じると考えられる。本項においては、このうち表層地質と流出高の関係を検討する。

地質条件が均質等方であり、気象条件が一定であれば、地下水の流動形態は、地形に依存することになるが、本調査地域は、美濃帯の中・古生層とそれに貫入した苗木・上松花崗岩を基盤とし、その基盤岩の盆状構造の部分に瑞浪層群が堆積し、さらに、それらを不整合に覆って地形的な高所に瀬戸層群が分布している。これらの地質は、水理的に不均質・不連続であり水理的な物理特性（割れ目密度・方向、透水性、間隙率等）を異にし、地下水の挙動に相違のあることが予測される。

以上のような観点から、流出高 $0\sim0.2(\text{mm}/\text{日})$, $0.2\sim0.4(\text{mm}/\text{日})$, $0.4(\text{mm}/\text{日})$ 以上の3ランクに区分すると表4.3.1 のようになる。

注) 【電気伝導度】

電気伝導度は、断面積 1 cm^2 、距離 1 cm の相対する電極間にある水が持つ電気抵抗の逆数で、水が電流を伝導する能力を示すものである。

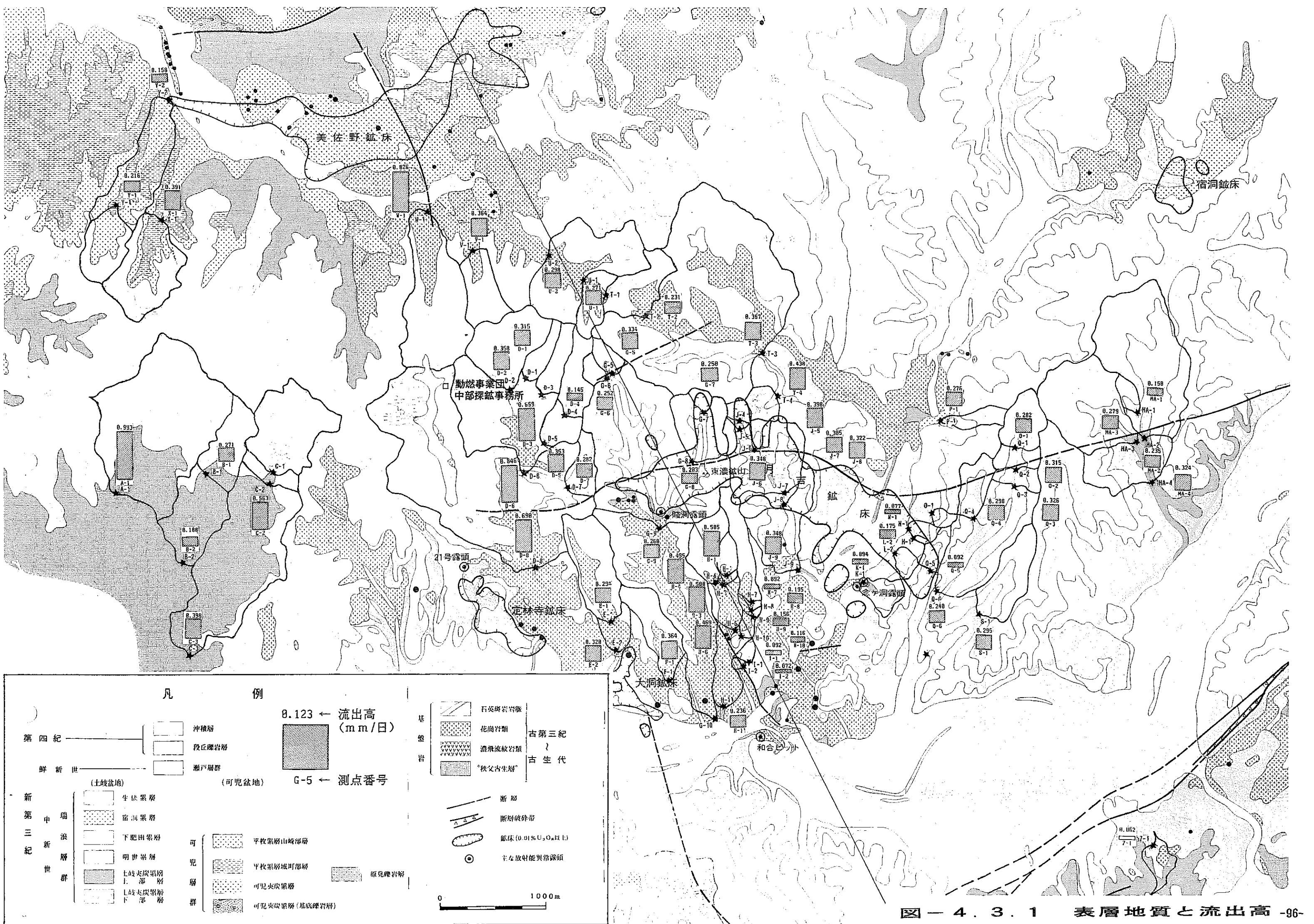


図-4.3.1 表層地質と流出高 -96-

表4.3.1 流出高と表層地質および該当流域

流出高	該当する流域	流域の表層地質
0~0.2 mm/日	I-1, K-1, L-2, N-1 Q-5, Y-2, Z-1	80%以上、瑞浪層群が分布
	I-2	花崗岩と瑞浪層群が分布
	MA-1	40~80%、瀬戸層群が分布 (うち下部に瑞浪層群が分布)
	H-8~10	(うち下部に花崗岩が分布)
	B-2	(うち下部に中・古生層が分布)
0.2 ~0.4 mm/日	G-5, G-8, J-5, Q-1~2 V-1	80%以上、瀬戸層群が分布
	D-5, D-1~2, G-6~7	(うち瀬戸層群のみ分布)
	P-1, J-6~9, MA-2~4	40~80%、瀬戸層群が分布 (うち下部に瑞浪層群が分布)
	S-1, Q-6, Q-3~4	
	D-7, G-9, Y-1, X-1	
	U-1~2, T-2~3	(うち下部に花崗岩が分布)
	F-1, H-11, E-1~2	
	B-1, C-3	(うち下部に中・古生層が分布)
0.4 mm/日 以上	C-2, D-8, T-4 D-6, H-1~2, H-4~6 W-1	80%以上、瀬戸層群が分布
	D-3	(うち瀬戸層群のみ分布)
	H-3	40~80%、瀬戸層群が分布 (うち下部に花崗岩が分布)
	A-1	(うち下部に中・古生層が分布)

▼ 流出高0.2mm/日 以下の流域

流出高0.2mm/日 以下の測点は、流域の80%以上に瑞浪層群が分布する流域（I-1、K-1、L-2、N-1、Q-5、Y-2、Z-1）、花崗岩と瑞浪層群が分布する流域（I-2）等瀬戸層群に比し、透水性の低い地質からなる。ただし、B-2、H-8～10、MA-1は、流域の40～80%に瀬戸層群が分布している（ただしH-9～10は伏流が考えられる）。このうち、B-2については、B-1とB-2間の区間流出高* が0.132mm/日 と小さく、この間で地下水の河川への流出が少ない為であると考えられる。また、この間の流域は中・古生層が流域の92%、瀬戸層群が8%分布することから、古生層の流出高が低いことが原因であると推察される。

また、H-8～10は、同一河川を100～200mの間隔で甘草池流入口から、上流に向かって測点を設定した流域であり、西側に隣接するH-1～6の流域に比し流出高がかなり小さい。さらに、区間流出高は負の値を示している（下流へ行くほど流量が少ない）。これは、測定地点が、花崗岩の巨礫地帯であり、河川水が伏流するためであろうと思われるが、この区間で、河川から地下水への涵養が認められる可能性もある。

流域の形状が非常に細長い（流路長の割に流域面積が小さい）こと、地形的に起伏の小さな流域であること等から、地形的分水界と地下水分水界の不一致や地下水流動系が他地域と異なることが想定される。

MA-1（0.15mm/日）も同様に、地形的分水界と地下水分水界の不一致や地質構造、瀬戸層群のボリュームとの関係等による原因が考えられる。

注 *) [区間流出高]

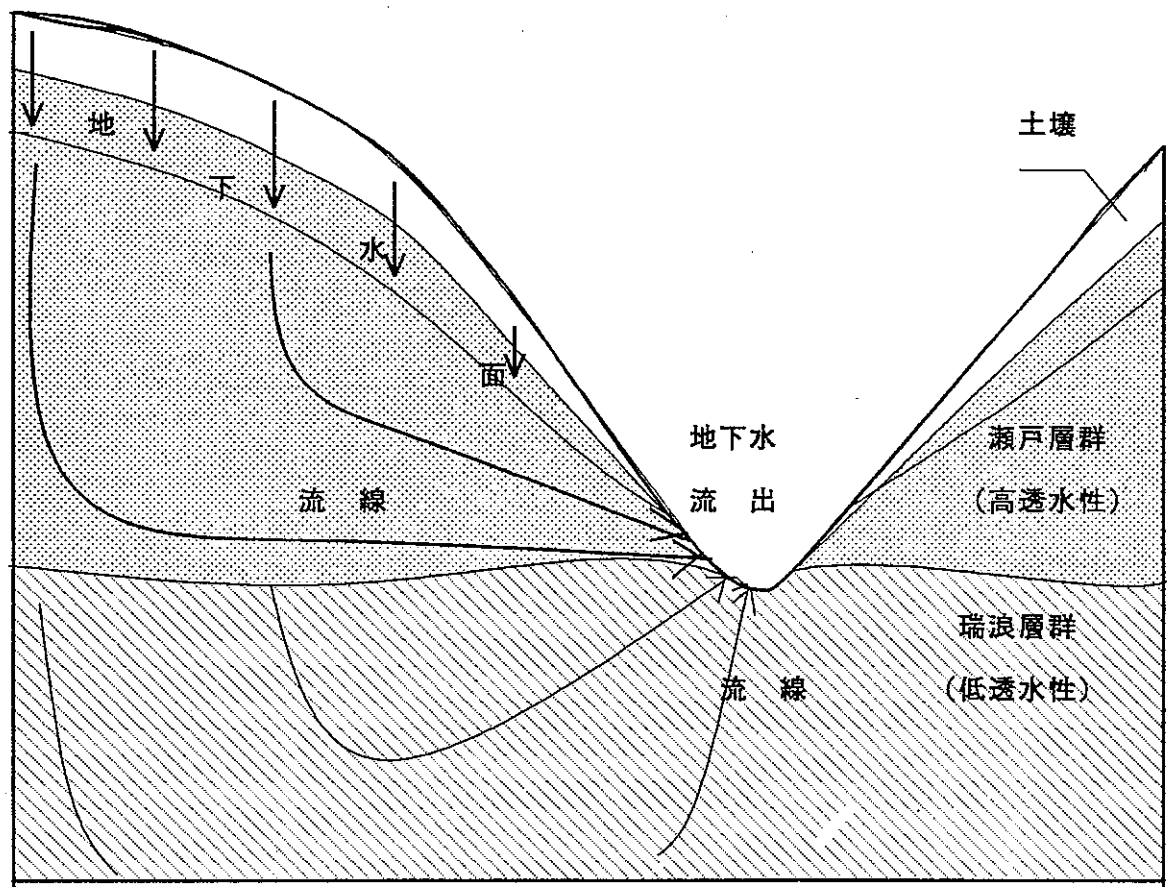
区間流出高（ R_A : mm/日）は、下流側の測点での流量（ Q_2 ）から、上流側の測点での流量（ Q_1 ）を減じたものを、下流側の測点での流域面積（ A_2 ）から、上流側の測点での流域面積（ A_1 ）を減じたもので除したもので、

$$R_A = (Q_2 - Q_1) / (A_2 - A_1)$$

▼ 流出高0.4mm/日 以上の流域

流出高が、0.4mm/日 以上の測点は、H-3、A-1を除き流域の80%以上に瀬戸層群が分布している。また、下部には瀬戸層群に比し透水性の低い地層が分布する。また、これらの河川の流量測点は、瀬戸層群と下部の地質の境界の下流部直下にある。

これらの流域で流出高が高いのは、下図のモデルで示すように透水性が高く地下水貯留量の多い瀬戸層群中の地下水が、下部の透水性の低い基盤との境界で湧出するためと考えられる。また、地質構造、透水性の不均一性等による他流域からの地下水の流入に、その原因が求められる場合もあり得よう。



高流出高流域の機構モデル図

▼ 流出高0.2~0.4mm/日 の流域

流出高が、0.2~0.4mm/日 の測点は、前述してきた流出高が0.2mm/日 以下の流域と0.4mm/日 以上の流域の中間的性質を持つ。多くの流域は、瀬戸層群と下部に花崗岩、中・古生層あるいは瑞浪層群からなり、それらの流域に占める瀬戸層群の分布割合は、流出高0.2mm/日 以下の流域に比べ高く、0.4mm/日 以上の流域に比し低いという特徴がみられる。ただし、G-8、Q-1、G-5、J-5、Q-2、V-1、D-1~2、G-6~7は、瀬戸層群が流域の80%以上に分布しているにもかかわらず流出高は、中間的な値を示している。

以上のような調査解析結果から表-4.3.2 に地質構造モデルを想定し降雨時と渇水期の流出高について概念的な模式図を示した。

この内タイプⅠは、表層が全く浸透性を持たず、降雨がすべて流出するような極端な例を想定した。

また、タイプⅡは、流域に瑞浪層群が広く分布する場合、このタイプに該当する。

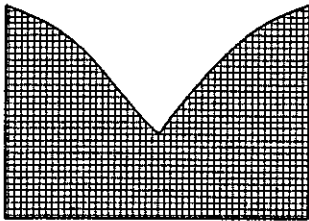
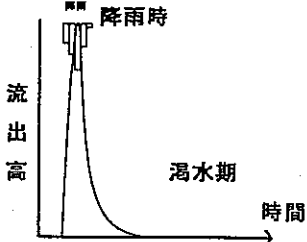
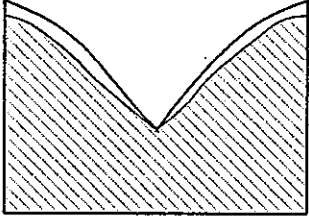
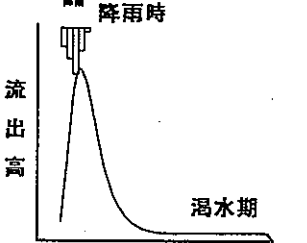
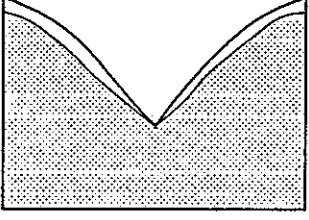
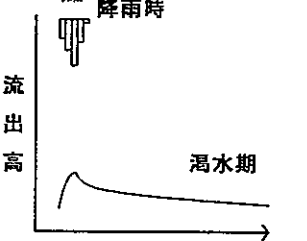
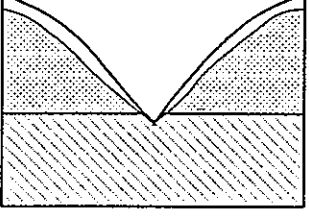
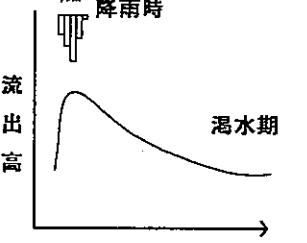
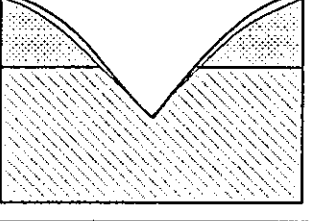
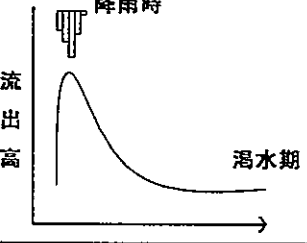
タイプⅢは、流域に瀬戸層群が広く分布する場合、このタイプに該当する。

タイプⅣは、流域に瀬戸層群が広く分布するとともに、下部に瑞浪層群や新鮮な花崗岩等難透水層が分布する場合、このタイプに該当する。

タイプⅤは、瑞浪層群や新鮮な花崗岩等の難透水層の上部に瀬戸層群が部分的に分布する場合、このタイプに該当する。

それぞれの流域がどのタイプに該当するかは表-4.3.3 にまとめた。

表-4.3.2 地質構造モデルと渇水期の流出高概念図表

水 文 特 性	地 質 構 造 モ デ ル	流 出 高 変 化 の 概 念 図
I 不浸透性の地層が地表に分布していると仮定した場合、降雨は地表面を流れいききに河川に流出する。また、渇水期には、地下水流出がないため河川に流水はみとめられなくなる。		
II 難透水層が表層に分布する場合、降雨は表面流や土壌層を通して、岩体部に浸透しなかった地下水が中間流出等の形で河川に流出するほか岩体部から地下水が相対的に少量であるが流出する。また、渇水期には、地下水の流出が少ないため流出高も低い。		
III 透水性の地層が表層に分布する場合、降雨時に中間流出等で河川流量は若干増加するが、大部分が地下に浸透し、一時的に貯留あるいは地下水として域外に流出するため、流出高は相対的に低い。渇水期にも比較的安定的な地下水流出が続くが、I、IIに次いで相対的に流出高は低い。		
IV 透水層の下部に難透水層が分布する場合は、降雨時に境界部からの地下水流出が増加する。しかし、透水層が浸透した降雨を一時的に貯留するため、IIに比較しピークは低いものとなる。渇水期には下部への地下水浸透量も少なく境界部から地下水が安定的に流出し、相対的に高い流出高を示す。		
V 難透水層の上部に透水層が部分的に分布する場合、降雨時、渇水期ともIIとIVの中間的な水文特性を示し、IIほど降雨時の流出ピークは増大しないが、IVほど渇水期の流出高が高くない。IIIとVの渇水期の流出高の大小は、条件により左右される。		

凡 例 :  不浸透層・不透水層  難透水層  透水層  土壌

表4.3.3

流出高の測定流域と地質構造モデル対応表

流出高	該 当 す る 流 域	モデル タイプ
0~0.2 mm/日	I-1, K-1, L-2, N-1, Q-5, Y-2, Z-1 I-2	II
	MA-1, H-8~10, B-2	V
0.2 ~0.4 mm/日	G-5, G-8, J-5, Q-1~2, V-1	IV
	D-5, D-1~2, G-6~7	III
	P-1, J-6~9, MA-2~4, Q-6, Q-3~4 S-1, D-7, G-9, Y-1, X-1	V
	U-1~2, T-2~3, F-1, H-11, E-1~2 B-1, C-3	
0.4 mm/日 以上	C-2, D-8, T-4, D-6, H-1~2, H-4~6 W-1	IV
	D-3	III
	H-3, A-1	V

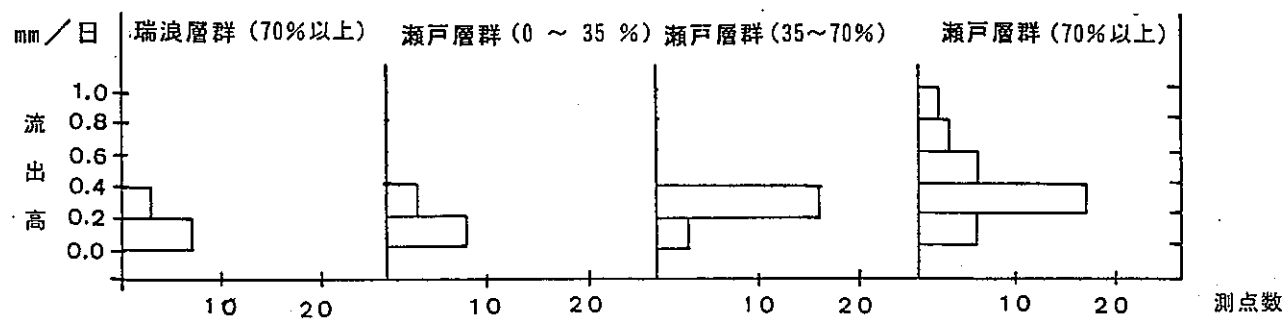


図-4. 3. 2 瀬戸層群の分布面積割合と流出高の関係

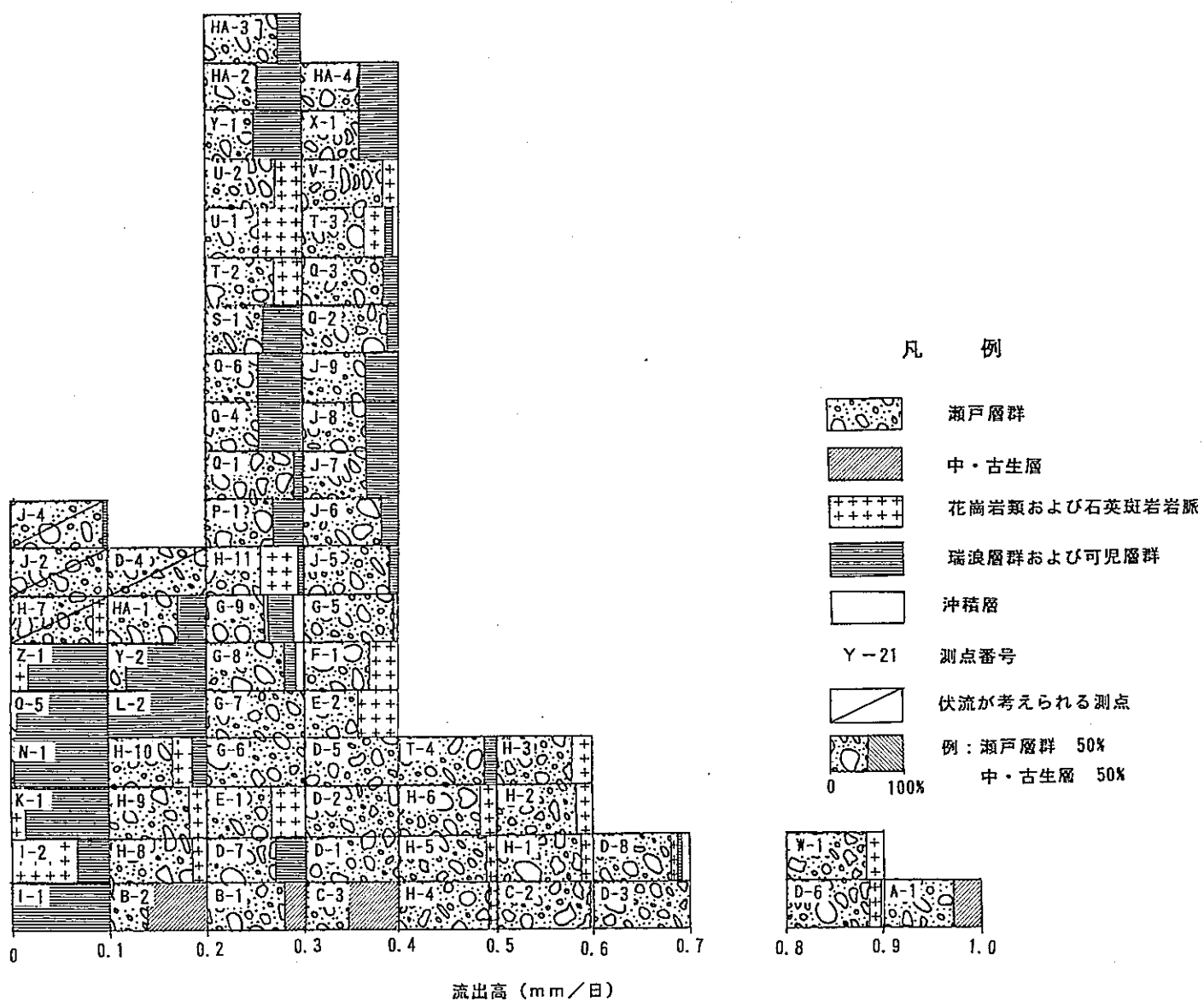


図-4. 3. 3 流域の地質と流出高

4.4 渇水期の電気伝導度と表層地質

図-4.4.1調査地域の電気伝導度測定結果を示す（水温25°Cの場合に換算）。

図-4.4.2で示すように電気伝導度と地質は密接な関係にあるようである。また、図で瀬戸層群が流域の70%以上に分布する流域で電気伝導度が80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上を示したのは、T-4（197 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）、MA-3（113 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）、W-1（94 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）の3点であり、これらは、人工的な汚染が考えられる流域である。一方、瑞浪層群が流域の70%以上に分布する流域のうち電気伝導度が60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下を示したのは、Q-5（45 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）、Y-2（40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）の2点であり、Y-2は可児層群の分布地域である。

表-4.4.1に表層地質と電気伝導度の関係及び該当する流域を示した。表層地質の分布別に電気伝導度をみると、

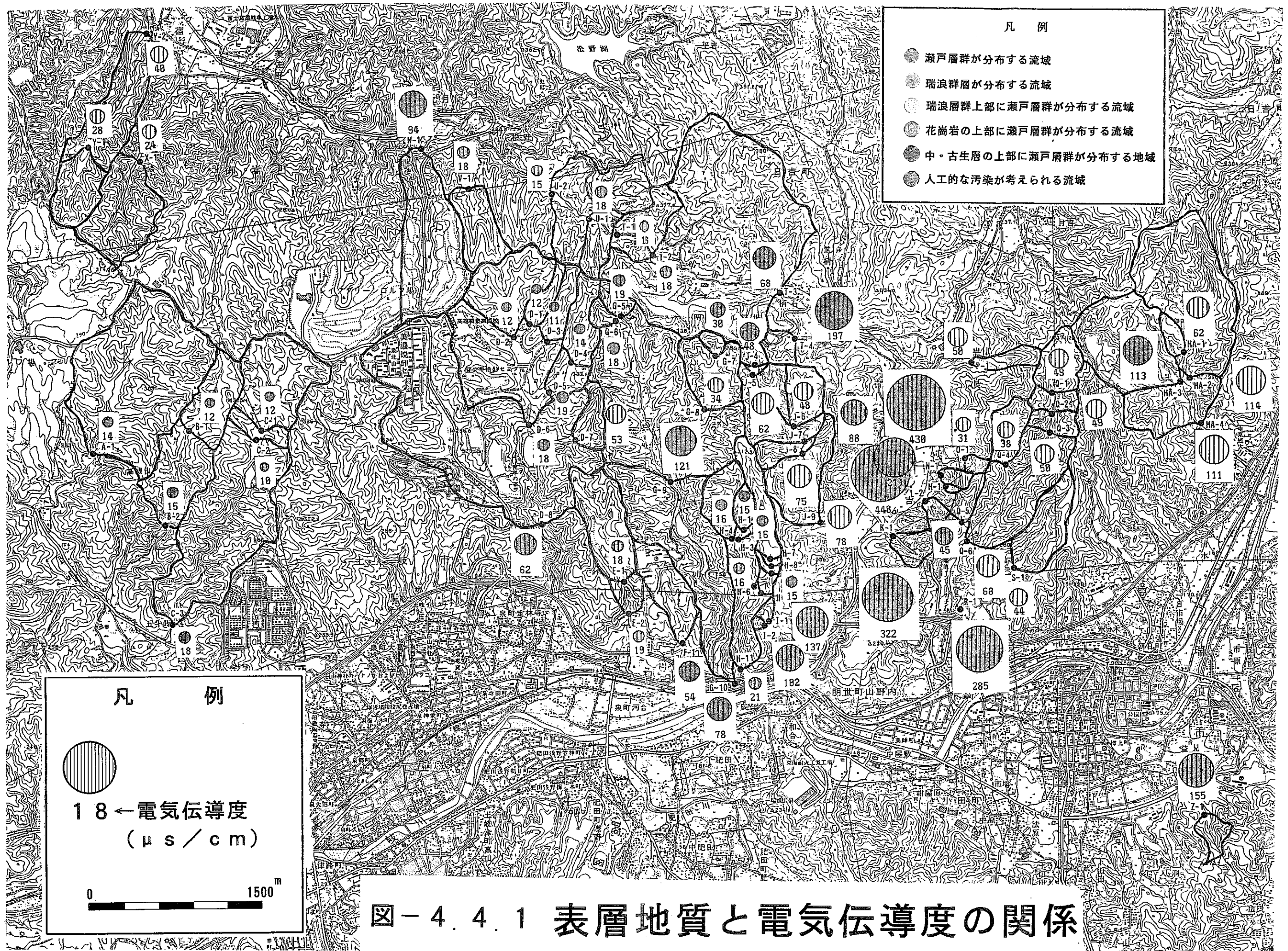
I. 瀬戸層群が流域に広く分布する流域では、20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下と降雨程度の小さな値が測定され、溶存電解質の量が少ないことを示している。

II. 瑞浪層群が流域に広く分布する（80%以上）流域では、100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上の測定値が得られる地点が多く、溶存電解質の量が多いことがわかる。ただし、測点Q-5（流出高0.092mm/d）は、瑞浪層群が広く分布するが、IVに近い電気伝導度を示した。これはQ-5流域の瑞浪層群からの地下水流出が少ないか電気伝導度が低いものと考えられる。

III. 花崗岩および中・古生層の上部に瀬戸層群が分布し、低い電気伝導度（14～21 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）を示す。これは、瀬戸層群から流出する地下水が、流出高の低い花崗岩（流出高0.2～0.5 mm/day程度）および中・古生層（流出高0.1～0.4mm/day程度）から流出する地下水を稀釈するか、花崗岩および中・古生層から流出する地下水の電気伝導度が低いとめと考えられる。

IV. 瑞浪層群の上部に瀬戸層群が分布し電気伝導度がIに比較し高く、IIに比較し低い値を示す。ただし、可児層群の分布する流域では電気伝導度が比較的低い。

ただし、Y-2流域では、可児層群が流域の80%に分布するにもかかわらず、電気伝導度は、40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と比較的低いことから、可児層群から流出する地下水は、瑞浪層群から流出する地下水に比較して電気伝導度が低いと推定される。これは、可児層群中の被溶存物質（例えば貝化石）の量が少ない、あるいは、水質の違いが存在する（pH、Eh等）などの理由が考えられるほか、透水性の差異による流動時間の相違（浸透から流出までの時間が短い）、地形的、地質構造的差異による流動経路の相違（浸透から流出までの距離が短い）などの原因も考えられる。



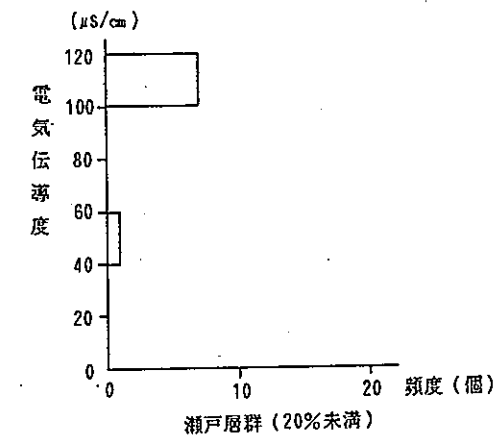
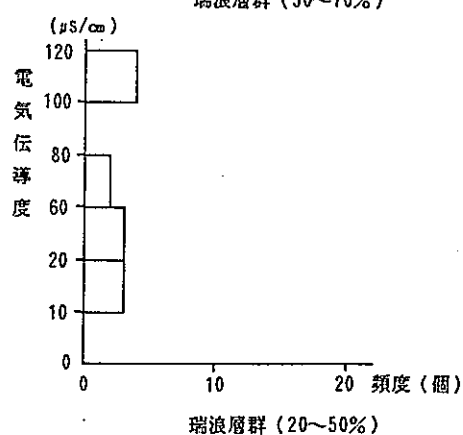
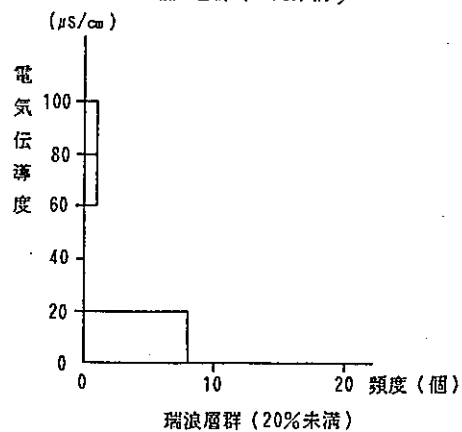
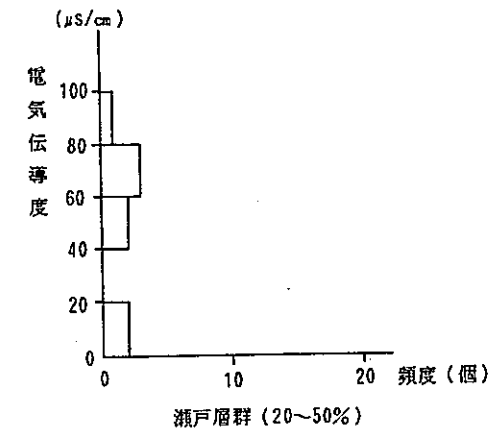
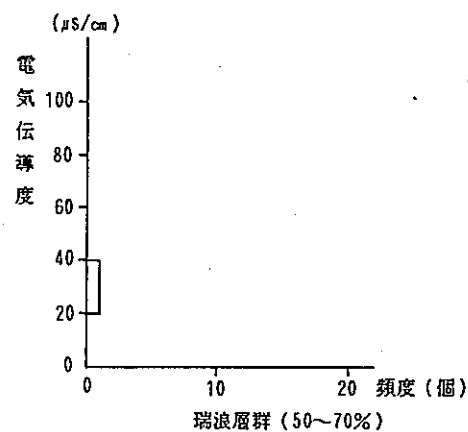
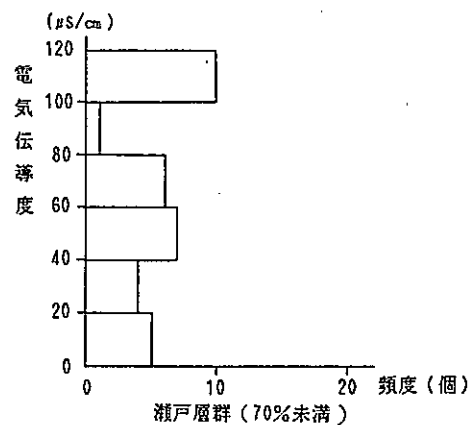
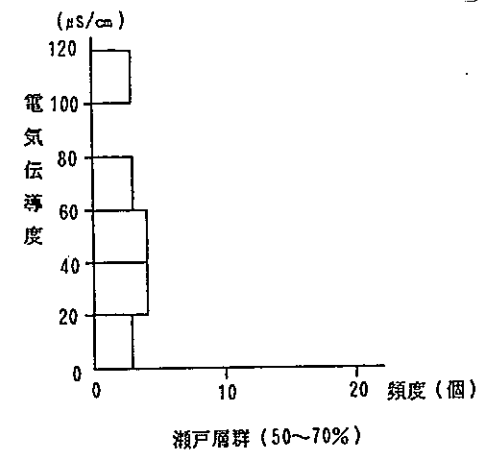
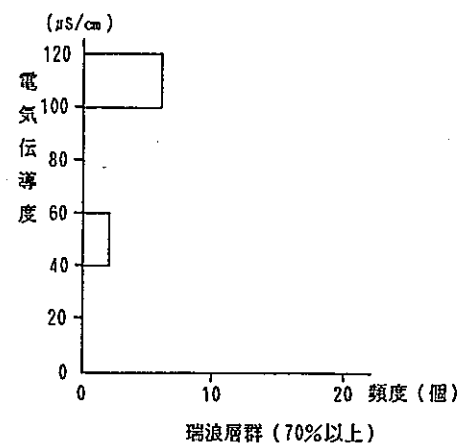
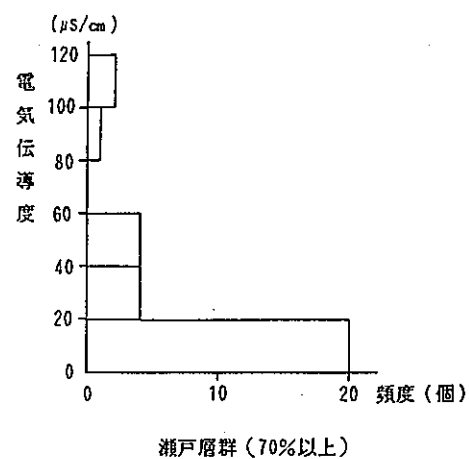


図-4. 4. 2 瀬戸層群と瑞浪層群の分布割合と電気伝導度の関係

表-4.4.1 表層地質と電気伝導度

区分	表層地質と電気伝導度	該当する流域
I	瀬戸層群が流域に広く分布し（70%以上）、電気伝導度が20 μ S/cm以下と小さな値を示す。 (G-7は30 μ S/cm, 分岐上にゴルフ場)	B-1, C-1~2 D-1~6, G-1~7 H-1~5, H-8
II	瑞浪層群が流域に広く分布し（80%以上）、電気伝導度が100 μ S/cm以上の相対的に高い値を示す。 ただし、Q-5は、瑞浪層群が流域に広く分布するが、IVに近い電気伝導度を示す。	I-1, K-1 L-1~2, M-1 N-1, Q-5 (45 μ S/cm) Z-1
III	花崗岩および中・古生層の上部に瀬戸層群が分布し、電気伝導度が14~21 μ S/cmの範囲を示す。 瀬戸層群から流出する電導度の低い水が、流出高の低い花崗岩（0.2~0.5 mm/day程度）および中・古生層（0.1~0.4mm/day程度）から流出する水を稀釈するか、花崗岩および中・古生層から流出する水の電導度が低いことが考えられる。	A-1, B-2, C-3 E-1~2, H-6 H-11, T-1, T-2 U-1~2, V-1
IV	瑞浪層群の上部に瀬戸層群が分布し、電導度がIに比較し高く、IIに比較し低い値を示す。 ただし、可児層群の分布する流域では電気伝導度が比較的低い。	D-7, G-8 J-5~9, O-1 P-1, Q-1~4 Q-6, S-1 X-1（可児層群） Y-1~2（可児層群） MA-1~2, MA-4
	人工的な汚染が考えられる流域ー〔測点番号後のカッコ内は、該当する流域および予想される汚染源を示す〕	
	D-8（Ⅲ+Ⅳ、事業所等）、F-1（Ⅲ、学校等）、G-9（Ⅳ、鉱山）、G-10（Ⅲ+Ⅳ、鉱山・集落等）、J-1~4（Ⅰ、ゴルフ場）、T-3（Ⅲ+Ⅳ集落・事業所等）、T-4（Ⅳ、ゴルフ場）、W-1（Ⅲ、ゴルフ場）、MA-3（Ⅳ、清掃センター等）	

Y-1（可児層群46%、電気伝導度28 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）、X-1（可児層群41%、電気伝導度24 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）もY-2に同様であろう。

このほか、ゴルフ場・集落等の人工的な汚染が影響を与えていると考えられる流域が認められた。

電気伝導度の測定結果から、瀬戸層群中での地下水の動きは速く、浸透した雨水が比較的短時間で流出する（滞留時間が短い）環境にあると考えられる。瑞浪層群等の堆積岩地域で電気伝導度が高いのは、貝化石等を多く産出する地層が多いことから Ca^{2+} などの溶存成分が強く影響していること、堆積岩の内部で地下水の流速が遅いこと、流動経路が長い（滞留時間が長い）ことなどが考えられる。

4.5 水質分析値と地質

表-4.5.1に平成元年2月上旬に採水した河川水の化学分析結果を示す。また、付図-12に表層地質とヘキサダイアグラムを示す。前項で電気伝導度の低いとされた流域については、化学分析の結果も溶存成分の量も少なくヘキサダイアグラムも面積が小さく表されている。流出高が低く電気伝導度が高い流域は溶存成分量も多い。これは、溶存成分量の多い地下水の流出成分の割合が高いためと考えられる。特にNo. 23, 24（I流域）では Ca^{2+} 、 HCO_3^- の濃度が高い。また、各流域の Cl^- の濃度は大きな格差はみられない。ただし、人工的な汚染が考えられる流域は相対的に高い濃度を示すようである。

表-4.5.1 水質分析結果

平成元年 場所名	昭和63年 対応測点	pH (-)	Fe++ (ppm)	Fe+++ (ppm)	T-Fe (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	F- (ppm)	Cl- (ppm)	NO2- (ppm)	Br- (ppm)	NO3- (ppm)	SO4- (ppm)	SO3-- (ppm)	PO4-- (ppm)	I- (ppm)	CO3-- (ppm)	HCO3- (ppm)	COND (μ S/cm)	Eh (mv)
D-7-1	D-7	6.58	<0.03	<0.03	-	0.75	2.68	1.73	1.06	0.04	1.77	<0.01	<0.02	0.96	9.62	<0.1	<0.1	<0.05	<3	8	34	198
D-7-2	D-7	6.66	<0.03	<0.03	-	0.75	2.73	1.59	1.02	0.04	1.72	<0.01	<0.02	0.93	9.64	<0.1	<0.1	<0.05	<3	7	34	205
D-7-3	D-7	6.74	<0.03	<0.03	-	0.70	2.79	1.65	1.03	0.05	1.72	0.01	<0.02	0.84	9.67	<0.1	<0.1	<0.05	<3	7	34.3	212
D-7-4	D-7	6.84	<0.03	<0.03	-	0.69	2.74	1.62	0.98	0.04	1.72	0.01	<0.02	0.70	9.54	<0.1	<0.1	<0.05	<3	8	33.7	221
D-7-5	D-7	6.74	<0.03	<0.03	-	0.76	2.78	1.64	1.06	0.04	1.71	<0.01	<0.02	0.86	9.55	<0.1	<0.1	<0.05	<3	7	35	215
D-7-6	D-7	6.49	<0.03	<0.03	-	0.91	3.35	1.62	1.27	0.03	1.75	<0.01	<0.02	1.44	13.1	<0.1	<0.1	<0.05	<3	6	40	231
D-7-7	D-7	6.54	<0.03	<0.03	-	0.68	2.56	1.47	1.02	0.03	1.67	<0.01	<0.02	1.47	9.37	<0.1	<0.1	<0.05	<3	7	33	231
NO.1	NO.1-G	6.42	<0.03	<0.03	-	0.11	0.31	1.02	1.09	0.02	1.07	<0.01	<0.02	<0.02	1.54	<0.1	<0.1	<0.05	<3	5	11	244
NO.2	NO.2-G	7.06	<0.03	<0.03	-	0.42	3.77	1.20	1.19	0.03	2.03	<0.01	<0.02	0.12	5.52	<0.1	<0.1	<0.05	<3	12	33.7	247
NO.3	G-9	7.17	<0.03	<0.03	-	0.49	7.14	3.04	1.27	0.09	2.80	0.01	<0.02	0.61	16.5	<0.1	<0.1	<0.05	<3	13	58	253
NO.4	NO.4	6.55	<0.03	<0.03	-	0.10	0.46	1.37	0.59	0.03	1.33	<0.01	<0.02	<0.02	1.98	<0.1	<0.1	<0.05	<3	4	11.3	275
NO.5	G-7	7.02	<0.03	<0.03	-	0.18	0.54	2.59	1.15	0.02	1.63	<0.01	<0.02	0.44	2.32	<0.1	<0.1	<0.05	<3	9	21.2	255
NO.6	G-8	6.67	<0.03	<0.03	-	0.24	0.99	2.05	0.96	0.03	1.48	<0.01	<0.02	0.15	3.88	<0.1	<0.1	<0.05	<3	7	22	248
NO.7	NO.7-G	6.64	<0.03	<0.03	-	0.11	0.44	1.64	0.79	0.02	1.06	<0.01	<0.02	<0.02	2.08	<0.1	<0.1	<0.05	<3	9	14.2	263
NO.8	G-10	6.71	<0.03	<0.03	-	0.48	4.73	4.32	1.66	0.07	3.82	<0.01	<0.02	3.24	11.9	<0.1	<0.1	<0.05	<3	6	51	275
NO.9	NO.9-G	6.11	<0.03	<0.03	-	0.16	0.52	1.23	0.66	0.01	1.39	<0.01	<0.02	<0.02	3.56	<0.1	<0.1	<0.05	<3	6	15.5	290
NO.10	NO.10-J	6.86	<0.03	<0.03	-	0.62	2.29	3.31	1.99	0.02	3.01	<0.01	<0.02	3.85	5.67	<0.1	<0.1	<0.05	<3	10	41	282
NO.11	J-4	6.90	<0.03	<0.03	-	0.75	3.49	3.81	2.35	0.07	4.06	<0.01	<0.02	3.65	9.19	<0.1	<0.1	<0.05	<3	12	56.2	208
NO.12	NO.12-J	6.85	<0.03	<0.03	-	1.46	8.94	4.23	4.56	0.19	7.93	<0.01	<0.02	2.07	29.8	<0.1	<0.1	<0.05	<3	10	98.5	246
NO.13	J-5	6.80	<0.03	<0.03	-	0.62	2.86	3.67	1.98	0.10	3.38	<0.01	<0.02	3.82	8.19	<0.1	<0.1	<0.05	<3	10	45.5	248
NO.14	NO.14-J	6.81	<0.03	<0.03	-	0.21	0.78	2.26	0.86	0.03	1.44	<0.01	<0.02	0.37	2.59	<0.1	<0.1	<0.05	<3	8	20.2	240
NO.15	J-6	6.86	<0.03	<0.03	-	0.42	1.98	4.47	1.03	0.04	2.29	<0.01	<0.02	2.64	7.16	<0.1	<0.1	<0.05	<3	8	37.5	236
NO.16	J-8	6.98	<0.03	<0.03	-	0.50	3.11	3.87	1.12	0.05	2.10	<0.01	<0.02	1.37	8.39	<0.1	<0.1	<0.05	<3	11	40	243
NO.17	NO.17-J	7.20	<0.03	<0.03	-	0.31	1.83	3.47	0.85	0.02	1.26	<0.01	<0.02	1.11	3.95	<0.1	<0.1	<0.05	<3	14	29	241
NO.18	J-7	6.89	<0.03	<0.03	-	0.52	3.11	3.89	1.18	0.06	2.24	<0.01	<0.02	1.61	8.61	<0.1	<0.1	<0.05	<3	10	40.5	264
NO.19	J-9	7.04	<0.03	<0.05	-	0.81	4.79	3.96	1.14	0.06	2.05	<0.01	<0.02	1.05	14.5	<0.1	<0.1	<0.05	<3	10	51	259
NO.20	E-1	6.30	<0.03	<0.05	-	0.15	0.27	1.06	0.54	0.02	1.26	1.83	<0.02	<0.02	1.82	<0.1	<0.1	<0.05	<3	3	10.3	308
NO.21	E-2	6.60	<0.03	<0.05	-	0.13	0.68	1.31	0.56	0.02	1.25	<0.01	<0.02	0.04	2.66	<0.1	<0.1	<0.05	<3	6	14	300
NO.22	F-1	7.11	<0.03	<0.03	-	0.14	1.23	2.90	0.69	0.01	1.69	<0.01	0.02	0.14	2.47	<0.1	<0.1	<0.05	<3	11	22.8	276
NO.23	I-1	7.68	<0.03	<0.05	-	1.93	27.1	5.83	0.57	0.10	2.29	0.02	<0.02	5.03	21.0	<0.1	<0.1	<0.05	<3	7	160	263
NO.24	NO.24-I	7.42	<0.03	<0.05	-	0.91	11.2	3.84	0.88	0.05	2.04	0.01	<0.02	2.44	10.7	<0.1	<0.1	<0.05	<3	30	74.8	258
NO.25A	T-4	6.77	<0.03	<0.05	-	0.74	3.13	3.40	1.54	0.02	2.40	<0.01	<0.02	3.43	10.3	<0.1	<0.1	<0.05	<3	7	43.5	284
NO.25B	NO.25-N	6.61	<0.03	<0.03	-	0.17	0.58	1.88	0.54	0.02	1.44	<0.01	<0.02	0.06	3.38	<0.1	<0.1	<0.05	<3	5	16.5	286
NO.26	T-2	6.57	<0.03	<0.05	-	0.12	0.55	1.49	0.53	0.03	1.22	<0.01	<0.02	0.02	1.89	<0.1	<0.1	<0.05	<3	4	14.8	291
NO.27	T-3右	6.77	<0.03	<0.05	-	0.17	0.80	1.72	0.86	0.02	1.37	<0.01	<0.02	0.38	1.97	<0.1	<0.1	<0.05	<3	8	17.5	291
NO.28	T-3左	6.15	<0.03	<0.05	-	0.96	7.09	3.04	1.86	0.09	3.39	0.09	<0.02	1.18	14.1	<0.1	<0.1	<0.05	<3	13	62	283
NO.29	NO.17-J	7.07	<0.03	<0.03	-	0.79	4.26	3.76	1.62	0.05	2.36	0.01	<0.02	2.40	13.7	<0.1	<0.1	<0.05	<3	94	50.2	276
NO.30	J-7	7.14	<0.03	<0.05	-	0.59	3.38	3.80	1.34	0.05	2.32	0.01	<0.02	2.02	9.68	<0.1	<0.1	<0.05	<3	10	44.1	268
NO.31	NO.17-J	7.22	<0.03	<0.05	-	0.53	2.26	3.74	1.06	0.02	1.36	0.01	<0.02	1.25	8.07	<0.1	<0.1	<0.05	<3	11	34.8	271
NO.32	E-1	6.22	<0.03	<0.05	-	0.14	0.28	1.03	0.59	0.02	12.80	<0.01	<0.02	<0.02	1.91	<0.1	<0.1	<0.05	<3	3	10.2	308

4.6 地形特性

地形特性調査として傾斜区分図、水系図、地形分類図を東濃鉾山周辺とその東側の流域に絞って作成した。以下に、これらと水文地質特性の関わりについて調査結果を述べる³⁾。

4.6.1 傾斜区分

(1) 傾斜区分の考え方

傾斜は、降雨時の河川流出に密接な関係を持つことが一般にいられている。表層の風化・浸食速度および堆積速度のバランスにより傾斜と風化残積土・堆積物の厚さとの関係が成り立つと考えられるが、傾斜および風化残積土・堆積物の厚さは、地表浸透能等の涵養機構や地下水貯留とも密接につながりを持ち、地下水の動水勾配とも関連があると考えられる。

傾斜区分は、地形分類図との整合性を考慮にいて、作成するようにした。

作成後、流域単位で面積測定をプランメーターによりを行い、傾斜ごとの占有面積および占有率を計算した。流域ごとの傾斜別占有面積、占有率を表-4.6.1(1)～(22)に、図-4.6.1に流域図を示す。

表-4.6.2 微地形区分の定義

微地形区分	流出機構	説明
頂部斜面	涵養域	水の下方浸透が卓越し、地形プロセスとしては、風化、クリープのみが見られる。
谷壁斜面	移動域	降雨時に側方流が卓越し、動水勾配の増加に伴いパイピング現象と、斜面崩壊が発生する可能性を有する。
谷頭凹部		
谷底面	流出域	涵養域，移動域，を通過してきた地下水の流出の場であり、土層の水文特性や地下水の流出形態の違いにより浸食が卓越するか、堆積域として機能し谷底の平坦部を形成する。
水路		



図-4. 6. 1 流域図

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(1)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
D-4	流域面積 (km ²)	0.1625	10° 未満	0.0338	20.8	1 次谷	1.689	10.39	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0032826	10° ~15°	0.0069	4.3	2 次谷	0.525	3.23	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0556	34.2	3 次谷	0.184	1.13	// 内の谷低平坦面	0.0000	12.9
			20° ~25°	0.0661	40.7	4 次谷	0.616	3.79	段丘	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	25° ~30°	0.0000	0.0	5 次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/26	0.1448	30° ~35°	0.0000	0.0	6 次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0210	12.9
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	3.014	18.55	崖錐	0.0040	2.5
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0007	0.4
			平均傾斜	16.7					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0486	29.9
									斜面 a	0.0023	1.4
									斜面 b	0.0859	52.9
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0
D-7	流域面積 (km ²)	0.1105	10° 未満	0.0028	2.5	1 次谷	2.1740	19.67	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.002081	10° ~15°	0.0140	12.6	2 次谷	0.6670	6.04	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0159	14.3	3 次谷	0.4300	3.89	// 内の谷低平坦面	0.0033	3.0
			20° ~25°	0.0329	29.7	4 次谷	0.0000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	25° ~30°	0.0178	16.1	5 次谷	0.0000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/25	0.2824	30° ~35°	0.0191	17.2	6 次~	0.0000	0.00	谷底平坦面	0.0053	4.8
			35° ~40°	0.0055	4.9	総長	3.271	29.60	崖錐	0.0008	0.7
			40° 以上	0.0029	2.6				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	23.8					地すべり	0.0049	4.4
	備考								凸型尾根斜面	0.0268	24.3
									斜面 a	0.0039	3.5
									斜面 b	0.0687	62.2
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(2)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
E-1	流域面積 (km ²)	0.3314	10° 未満	0.0380	11.5	1次谷	4.1340	12.47	山頂平坦面	0.0054	1.6
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.005873	10° ~15°	0.0271	8.2	2次谷	1.4730	4.44	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0767	23.1	3次谷	0.5920	1.79	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.1325	40.0	4次谷	0.5400	1.63	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/25	0.2943	25° ~30°	0.0538	16.2	5次谷	0.0000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0033	1.0	6次~	0.0000	0.00	谷底平坦面	0.0340	10.3
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	6.739	20.33	崖錐	0.0593	17.9
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	19.4					地すべり	0.0010	0.3
	備考								凸型尾根斜面	0.1152	34.8
									斜面a	0.0038	1.1
									斜面b	0.1107	33.4
									湖, 池等	0.0013	0.4
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0007	0.2
E-2	流域面積 (km ²)	0.394	10° 未満	0.0439	11.1	1次谷	4.9180	12.48	山頂平坦面	0.0107	2.7
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.006096	10° ~15°	0.0414	10.5	2次谷	1.7730	4.50	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0799	20.3	3次谷	0.5920	1.50	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.1395	35.4	4次谷	0.8020	2.04	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/25	0.3197	25° ~30°	0.0713	18.1	5次谷	0.0000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0171	4.4	6次~	0.0000	0.00	谷底平坦面	0.0355	9.0
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	8.085	20.52	崖錐	0.0611	15.5
			40° 以上	0.0008	0.2				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	19.9					地すべり	0.0010	0.3
	備考								凸型尾根斜面	0.1280	32.5
									斜面a	0.0038	1.0
									斜面b	0.1518	38.5
									湖, 池等	0.0013	0.3
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0007	0.2

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(3)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
G-5	流域面積 (km ²)	0.0602	10° 未満	0.0082	13.7	1次谷	1.43	23.75	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体积 (km ³)	*0.0012618	10° ~15°	0.0021	3.5	2次谷	0.385	6.40	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0075	12.5	3次谷	0.33	5.48	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	電気伝導度 (μS/cm)	20° ~25°	37.1	4次谷	0.09	1.50	段丘	0.0000	0.0
				25° ~30°	33.3	5次谷	0	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/24	0.3344	19	30° ~35°	0.0000	6次~	0	0.00	谷底平坦面	0.0042	7.0
				35° ~40°	0.0000	総長	2.235	37.13	崖錐	0.0047	7.8
				40° 以上	0.0000				沖積錐	0.0000	0.0
				平均傾斜	20.8				地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0152	25.2
									斜面 a	0.0000	0.0
									斜面 b	0.0359	59.6
									湖, 池等	0.0002	0.3
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
G-6	流域面積 (km ²)	0.0422	10° 未満	0.0049	11.6	1次谷	0.863	20.45	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体积 (km ³)	0.001075	10° ~15°	0.0037	8.8	2次谷	0.211	5.00	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0007	1.7	3次谷	0.162	3.84	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	電気伝導度 (μS/cm)	20° ~25°	59.7	4次谷	0	0.00	段丘	0.0000	0.0
				25° ~30°	18.0	5次谷	0	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/24	0.2518	18	30° ~35°	0.0000	6次~	0	0.00	谷底平坦面	0.0027	6.4
				35° ~40°	0.0000	総長	1.236	29.29	崖錐	0.0000	0.0
				40° 以上	0.0000				沖積錐	0.0000	0.0
				平均傾斜	20.4				地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0116	27.5
									斜面 a	0.0003	0.7
									斜面 b	0.0276	65.4
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(4)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
G-7	流域面積 (km ²)	0.0189	10° 未満	0.0020	10.6	1 次谷	0.374	19.79	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.0003105	10° ~15°	0.0038	20.1	2 次谷	0.137	7.25	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0004	2.1	3 次谷	0.126	6.67	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0050	26.5	4 次谷	0	0.00	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/24	0.2496	25° ~30°	0.0039	20.6	5 次谷	0	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0038	20.1	6 次~	0	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	0.637	33.70	崖錐	0.0047	24.9
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	21.6					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0000	0.0
									斜面 a	0.0027	14.3
									斜面 b	0.0114	60.3
									湖, 池等	0.0001	0.5
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
G-8	流域面積 (km ²)	0.2528	10° 未満	0.0400	15.8	1 次谷	4.5460	17.98	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.004645	10° ~15°	0.0292	11.6	2 次谷	1.7790	7.04	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0492	19.4	3 次谷	0.9510	3.76	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0649	25.7	4 次谷	0.2570	1.02	段丘	0.0057	2.3
	S63/1/24	0.2027	25° ~30°	0.0438	17.3	5 次谷	0.1650	0.65	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0240	9.5	6 次~	0.0000	0.00	谷底平坦面	0.0085	3.4
			35° ~40°	0.0017	0.7	総長	7.698	30.45	崖錐	0.0116	4.6
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0017	0.7
			平均傾斜	19.5					地すべり	0.0028	1.1
	備考								凸型尾根斜面	0.0566	22.4
									斜面 a	0.0284	11.2
									斜面 b	0.1343	53.1
									湖, 池等	0.0022	0.9
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0003	0.1
									人工地形	0.0007	0.3

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(5)

地点No	流域面積，流出高等		傾斜特性			水系			地形特性			
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	
G-9	流域面積 (km ²)	1.5589	10° 未満	0.3054	19.6	1次谷	27.4510	17.61	山頂平坦面	0.0011	0.1	
	瀬戸層群体积 (km ³)	0.0254255	10° ~15°	0.1727	11.1	2次谷	26.5880	17.06	// 内の緩斜面	0.0000	0.0	
			15° ~20°	0.2168	13.9	3次谷	6.8570	4.40	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0	
	測定日	流出高 (mm/day)	電気伝導度 (μS/cm)	20° ~25°	0.4998	32.1	4次谷	1.5000	0.96	段丘	0.1202	7.7
				25° ~30°	0.2447	15.7	5次谷	1.8680	1.20	山麓緩斜面	0.0282	1.8
	S63/1/24	0.2597	121	30° ~35°	0.0901	5.8	6次~	0.0749	0.05	谷底平坦面	0.0428	2.7
				35° ~40°	0.0293	1.9	総長	64.33893	41.27	崖錐	0.3075	19.7
				40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0107	0.7
				平均傾斜	18.9					地すべり	0.0380	2.4
	備考									凸型尾根斜面	0.2924	18.8
										斜面a	0.0987	6.3
										斜面b	0.5852	37.5
										湖，池等	0.0068	0.4
										崩壊地，崩壊跡地	0.0003	0.0
G-10	流域面積 (km ²)	2.3793	10° 未満	0.4116	17.3	1次谷	41.2410	17.33	山頂平坦面	0.0425	1.8	
	瀬戸層群体积 (km ³)	0.027492	10° ~15°	0.2733	11.5	2次谷	30.3130	12.74	// 内の緩斜面	0.0000	0.0	
			15° ~20°	0.3507	14.7	3次谷	10.8960	4.58	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0	
	測定日	流出高 (mm/day)	電気伝導度 (μS/cm)	20° ~25°	0.6861	28.8	4次谷	1.6380	0.69	段丘	0.1360	5.7
				25° ~30°	0.4004	16.8	5次谷	4.0660	1.71	山麓緩斜面	0.0282	1.2
	S63/1/24	---	78	30° ~35°	0.1080	4.5	6次~	2.2424	0.94	谷底平坦面	0.0450	1.9
				35° ~40°	0.1258	5.3	総長	90.39643	37.99	崖錐	0.3612	15.2
				40° 以上	0.0232	1.0				沖積錐	0.0119	0.5
				平均傾斜	19.844374					地すべり	0.0451	1.9
	備考									凸型尾根斜面	0.4598	19.3
										斜面a	0.1295	5.4
										斜面b	1.0334	43.4
										湖，池等	0.0357	1.5
										崩壊地，崩壊跡地	0.0003	0.0
									人工地形	0.0310	1.3	

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(6)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
H-1	流域面積 (km ²)	0.0572	10° 未満	0.0479	83.8	1次谷	0.811	14.18	山頂平坦面	0.0225	39.3
	瀬戸層群体积 (km ³)	*0.0012899	10° ~15°	0.0058	10.2	2次谷	0.424	7.41	// 内の緩斜面	0.0226	39.5
			15° ~20°	0.0024	4.1	3次谷	0.042	0.73	// 内の谷低平坦面	0.0034	5.9
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0011	1.9	4次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/21	0.5043	25° ~30°	0.0000	0.0	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0000	0.0	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	1.277	22.33	崖錐	0.0000	0.0
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	6.6					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0065	11.4
									斜面a	0.0005	0.9
									斜面b	0.0017	3.0
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
H-3	流域面積 (km ²)	0.0684	10° 未満	0.0511	74.6	1次谷	0.868	12.69	山頂平坦面	0.0241	35.2
	瀬戸層群体积 (km ³)	0.001102	10° ~15°	0.0058	8.5	2次谷	0.424	6.20	// 内の緩斜面	0.0240	35.1
			15° ~20°	0.0088	12.9	3次谷	0.072	1.05	// 内の谷低平坦面	0.0034	5.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0027	3.9	4次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/21	0.5074	25° ~30°	0.0000	0.0	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0000	0.0	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	1.364	19.94	崖錐	0.0000	0.0
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	7.9					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0075	11.0
									斜面a	0.0016	2.3
									斜面b	0.0078	11.4
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(7)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
H-4	流域面積 (km ²)	0.1637	10° 未満	0.0503	30.7	1次谷	1.775	10.84	山頂平坦面	0.0387	23.6
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.003017	10° ~15°	0.1039	63.4	2次谷	0.800	4.89	// 内の緩斜面	0.0920	56.2
			15° ~20°	0.0096	5.8	3次谷	0.416	2.54	// 内の谷低平坦面	0.0134	8.2
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0000	0.0	4次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/21	0.4949	25° ~30°	0.0000	0.0	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0000	0.0	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	2.991	18.27	崖錐	0.0000	0.0
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	10.5					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0115	7.0
									斜面a	0.0006	0.4
									斜面b	0.0075	4.6
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
H-6	流域面積 (km ²)	0.3101	10° 未満	0.1253	40.4	1次谷	3.376	10.89	山頂平坦面	0.0869	28.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.004584	10° ~15°	0.1211	39.0	2次谷	1.504	4.85	// 内の緩斜面	0.1160	37.4
			15° ~20°	0.0331	10.7	3次谷	0.488	1.57	// 内の谷低平坦面	0.0178	5.7
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0202	6.5	4次谷	0.461	1.49	段丘	0.0006	0.2
	S63/1/21	0.4691	25° ~30°	0.0104	3.4	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0000	0.0	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	5.829	18.80	崖錐	0.0030	1.0
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	11.2					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0342	11.0
									斜面a	0.0057	1.8
									斜面b	0.0458	14.8
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4. 6. 1 流域別諸特性一覧表 (8)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
H-7	流域面積 (km ²)	0.1754	10° 未満	0.1304	74.3	1 次谷	1.848	10.54	山頂平坦面	0.0338	19.3
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.003566	10° ~15°	0.0236	13.5	2 次谷	0.420	2.39	// 内の緩斜面	0.0910	51.9
			15° ~20°	0.0214	12.2	3 次谷	1.007	5.74	// 内の谷低平坦面	0.0295	16.8
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0000	0.0	4 次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/19	0.092	25° ~30°	0.0000	0.0	5 次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0000	0.0	6 次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	3.275	18.67	崖錐	0.0000	0.0
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	7.5					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0144	8.2
									斜面 a	0.0013	0.7
									斜面 b	0.0054	3.1
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0
H-8	流域面積 (km ²)	0.1836	10° 未満	0.1386	75.5	1 次谷	1.848	10.07	山頂平坦面	0.0357	19.4
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0039224	10° ~15°	0.0236	12.9	2 次谷	0.420	2.29	// 内の緩斜面	0.0937	51.0
			15° ~20°	0.0214	11.7	3 次谷	1.068	5.82	// 内の谷低平坦面	0.0315	17.2
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0000	0.0	4 次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/21	0.1953	25° ~30°	0.0000	0.0	5 次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0000	0.0	6 次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	3.336	18.17	崖錐	0.0000	0.0
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	7.4					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0149	8.1
									斜面 a	0.0013	0.7
									斜面 b	0.0065	3.5
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表 (9)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
H-9	流域面積 (km ²)	0.2001	10° 未満	0.1517	75.8	1 次谷	2.097	10.48	山頂平坦面	0.0414	20.7
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0039533	10° ~15°	0.0259	12.9	2 次谷	0.420	2.10	// 内の緩斜面	0.0977	48.8
			15° ~20°	0.0225	11.3	3 次谷	1.164	5.82	// 内の谷低平坦面	0.0341	17.0
	測定日	流出高 (mm/day)	電気伝導度 (μS/cm)	20° ~25°	0.0000	4 次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
				25° ~30°	0.0000	5 次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/19	0.1562	---	30° ~35°	0.0000	6 次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
				35° ~40°	0.0000	総長	3.681	18.40	崖錐	0.0000	0.0
				40° 以上	0.0000				沖積錐	0.0000	0.0
				平均傾斜	7.4				地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0159	7.9
									斜面 a	0.0013	0.6
									斜面 b	0.0097	4.8
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
H-10	流域面積 (km ²)	0.2203	10° 未満	0.1579	71.7	1 次谷	2.418	10.98	山頂平坦面	0.0448	20.3
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0039563	10° ~15°	0.0345	15.7	2 次谷	0.420	1.91	// 内の緩斜面	0.0977	44.3
			15° ~20°	0.0225	10.2	3 次谷	1.335	6.06	// 内の谷低平坦面	0.0341	15.5
	測定日	流出高 (mm/day)	電気伝導度 (μS/cm)	20° ~25°	0.0053	4 次谷	0.000	0.00	段丘	0.0009	0.4
				25° ~30°	0.0000	5 次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/19	0.1156	---	30° ~35°	0.0000	6 次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
				35° ~40°	0.0000	総長	4.173	18.94	崖錐	0.0000	0.0
				40° 以上	0.0000				沖積錐	0.0000	0.0
				平均傾斜	7.9				地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0216	9.8
									斜面 a	0.0016	0.7
									斜面 b	0.0196	8.9
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(10)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
H-11	流域面積 (km ²)	0.7279	10° 未満	0.3109	42.7	1次谷	8.334	11.45	山頂平坦面	0.1444	19.8
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.008545	10° ~15°	0.1849	25.4	2次谷	2.598	3.57	// 内の緩斜面	0.2137	29.4
			15° ~20°	0.0835	11.5	3次谷	2.001	2.75	// 内の谷低平坦面	0.0558	7.7
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0495	6.8	4次谷	1.084	1.49	段丘	0.0092	1.3
	S63/1/19	0.2358	25° ~30°	0.0408	5.6	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0389	5.3	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
			35° ~40°	0.0132	1.8	総長	14.017	19.26	崖錐	0.0099	1.4
			40° 以上	0.0060	0.8				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	13.1					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0947	13.0
									斜面a	0.0126	1.7
									斜面b	0.1744	24.0
									湖, 池等	0.0129	1.8
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0002	0.0
									人工地形	0.0000	0.0
I-1	流域面積 (km ²)	0.0194	10° 未満	0.0093	47.93	1次谷	0.254	13.09	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0	10° ~15°	0.0000	0	2次谷	0.070	3.61	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0026	13.16	3次谷	0.012	0.62	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0000	0	4次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	S63/2/1	0.0924	25° ~30°	0.0014	7.44	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0000	0	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0039	20.1
			35° ~40°	0.0018	9.16	総長	0.336	17.32	崖錐	0.0000	0.0
			40° 以上	0.0043	22.32				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	19.1					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0055	28.4
									斜面a	0.0000	0.0
									斜面b	0.0100	51.5
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(11)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
I-2	流域面積 (km ²)	0.0111	10° 未満	0.0001	1.1	1次谷	0.547	49.28	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体积 (km ³)	*0.0	10° ~15°	0.0017	15.5	2次谷	0.110	9.91	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0000	0.0	3次谷	0.116	10.45	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
			20° ~25°	0.0002	2.1	4次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	25° ~30°	0.0041	36.9	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/2/1	0.0722	30° ~35°	0.0049	44.4	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0014	12.6
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	0.773	69.64	崖錐	0.0004	3.6
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	27.0					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0027	24.3
									斜面 a	0.0005	4.5
									斜面 b	0.0060	54.1
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(12)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
J-4	流域面積 (km ²)	0.0351	10° 未満	0.0000	0.0	1次谷	0.786	22.39	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0009987	10° ~15°	0.0000	0.0	2次谷	0.148	4.22	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0233	66.3	3次谷	0.033	0.94	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0000	0.0	4次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/24	0.0837	25° ~30°	0.0045	12.8	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0057	16.3	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0004	1.1
			35° ~40°	0.0016	4.7	総長	0.967	27.55	崖錐	0.0007	2.0
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	22.2					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0033	9.4
									斜面a	0.0024	6.8
									斜面b	0.0110	31.3
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0174	49.6
J-5	流域面積 (km ²)	0.0402	10° 未満	0.0000	0.0	1次谷	0.997	24.80	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.000863	10° ~15°	0.0000	0.0	2次谷	0.148	3.68	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0257	64.0	3次谷	0.089	2.21	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0000	0.0	4次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/24	0.3978	25° ~30°	0.0067	16.6	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0057	14.2	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0007	1.7
			35° ~40°	0.0021	5.1	総長	1.234	30.70	崖錐	0.0013	3.2
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	22.3					地すべり	0.0002	0.5
	備考								凸型尾根斜面	0.0036	9.0
									斜面a	0.0033	8.2
									斜面b	0.0138	34.3
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0174	43.3

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(13)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
J-6	流域面積 (km ²)	0.0405	10° 未満	0.0038	9.4	1次谷	0.852	21.04	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.000559	10° ~15°	0.0030	7.4	2次谷	0.178	4.40	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0047	11.5	3次谷	0.000	0.00	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
			20° ~25°	0.0170	42.0	4次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	25° ~30°	0.0027	6.7	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/24	0.3473	30° ~35°	0.0082	20.2	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
			35° ~40°	0.0011	2.8	総長	1.030	25.43	崖錐	0.0000	0.0
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	22.3					地すべり	0.0012	3.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0085	21.0
									斜面a	0.0082	20.2
									斜面b	0.0169	41.7
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0056	13.8
J-7	流域面積 (km ²)	0.4653	10° 未満	0.0253	5.4	1次谷	9.226	19.83	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.006256	10° ~15°	0.0557	12.0	2次谷	2.632	5.66	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0699	15.0	3次谷	1.778	3.82	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
			20° ~25°	0.0901	19.4	4次谷	0.526	1.13	段丘	0.0122	2.6
	測定日	流出高 (mm/day)	25° ~30°	0.1024	22.0	5次谷	0.199	0.43	山麓緩斜面	0.0011	0.2
	S63/1/24	0.3055	30° ~35°	0.0626	13.4	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0101	2.2
			35° ~40°	0.0421	9.0	総長	14.361	30.86	崖錐	0.0180	3.9
			40° 以上	0.0172	3.7				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	24.1					地すべり	0.0101	2.2
	備考								凸型尾根斜面	0.1038	22.3
									斜面a	0.0791	17.0
									斜面b	0.1739	37.4
									湖, 池等	0.0006	0.1
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0564	12.1

表-4. 6. 1 流域別諸特性一覧表 (14)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
J-8	流域面積 (km ²)	0.5349	10° 未満	0.0257	4.8	1次谷	10.926	20.43	山頂平坦面	0.0005	0.1
	瀬戸層群体积 (km ³)	0.006627	10° ~15°	0.0613	11.5	2次谷	3.207	6.00	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0709	13.3	3次谷	2.092	3.91	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
			20° ~25°	0.0959	17.9	4次谷	0.526	0.98	段丘	0.0128	2.4
	測定日	流出高 (mm/day)	25° ~30°	0.1543	28.8	5次谷	0.287	0.54	山麓緩斜面	0.0037	0.7
	S63/2/1	0.3220	30° ~35°	0.0641	12.0	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0134	2.5
			35° ~40°	0.0442	8.3	総長	17.038	31.85	崖錐	0.0206	3.9
			40° 以上	0.0185	3.5				沖積錐	0.0017	0.3
			平均傾斜	24.3					地すべり	0.0132	2.5
	備考								凸型尾根斜面	0.1178	22.0
									斜面a	0.0838	15.7
									斜面b	0.2105	39.4
									湖, 池等	0.0006	0.1
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
L-1	流域面積 (km ²)	0.0197	10° 未満	0.0009	4.7	1次谷	0.289	14.67	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体积 (km ³)	*0.0	10° ~15°	0.0033	16.5	2次谷	0.180	9.14	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0000	0.0	3次谷	0.052	2.64	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
			20° ~25°	0.0003	1.7	4次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	25° ~30°	0.0000	0.0	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/27	0.0197	30° ~35°	0.0023	11.7	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
			35° ~40°	0.0012	6.1	総長	0.521	26.45	崖錐	0.0000	0.0
			40° 以上	0.0117	59.2				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	32.5					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0045	22.8
									斜面a	0.0034	17.3
									斜面b	0.0118	59.9
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(15)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性			
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	
L-2	流域面積 (km ²)	0.0396	10° 未満	0.0023	5.7	1次谷	0.629	15.88	山頂平坦面	0.0000	0.0	
	瀬戸層群体积 (km ³)	*0.0	10° ~15°	0.0067	16.8	2次谷	0.314	7.93	// 内の緩斜面	0.0000	0.0	
			15° ~20°	0.0000	0.0	3次谷	0.197	4.97	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0	
	測定日	流出高 (mm/day)	電気伝導度 (μS/cm)	20° ~25°	0.0010	2.5	4次谷	0.014	0.35	段丘	0.0003	0.8
				25° ~30°	0.0000	0.0	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/27	0.1746	448	30° ~35°	0.0058	14.5	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
				35° ~40°	0.0075	19.0	総長	1.154	29.14	崖錐	0.0000	0.0
				40° 以上	0.0164	41.4				沖積錐	0.0000	0.0
				平均傾斜	31.4				地すべり	0.0000	0.0	
	備考								凸型尾根斜面	0.0097	24.5	
									斜面a	0.0053	13.4	
									斜面b	0.0244	61.6	
									湖, 池等	0.0000	0.0	
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0	
人工地形									0.0000	0.0		
M-1	流域面積 (km ²)	0.0064	10° 未満	0.0001	1.6	1次谷	0.153	23.91	山頂平坦面	0.0000	0.0	
	瀬戸層群体积 (km ³)	*0.0	10° ~15°	0.0000	0.0	2次谷	0.022	3.44	// 内の緩斜面	0.0000	0.0	
			15° ~20°	0.0000	0.0	3次谷	0.043	6.72	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0	
	測定日	流出高 (mm/day)	電気伝導度 (μS/cm)	20° ~25°	0.0000	0.0	4次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
				25° ~30°	0.0000	0.0	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	63/1/27	認められず	211	30° ~35°	0.0000	0.0	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0002	3.1
				35° ~40°	0.0000	0.0	総長	0.218	34.06	崖錐	0.0000	0.0
				40° 以上	0.0063	98.4				沖積錐	0.0000	0.0
				平均傾斜	39.4435				地すべり	0.0000	0.0	
	備考								凸型尾根斜面	0.0015	23.4	
									斜面a	0.0002	3.1	
									斜面b	0.0046	71.9	
									湖, 池等	0.0000	0.0	
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0	
人工地形									0.0000	0.0		

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(16)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
N-1	流域面積 (km ²)	0.0049	10° 未満	0.0001	2.4	1次谷	0.137	27.96	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.000005	10° ~15°	0.0006	12.1	2次谷	0.044	8.98	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0000	0.0	3次谷	0.000	0.00	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0000	0.0	4次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/27	0.0772	25° ~30°	0.0000	0.0	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0000	0.0	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0001	2.0
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	0.181	36.94	崖錐	0.0000	0.0
			40° 以上	0.0042	85.5				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	35.8					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0009	18.4
									斜面a	0.0005	10.2
									斜面b	0.0034	69.4
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
P-1	流域面積 (km ²)	0.0743	10° 未満	0.0000	0.0	1次谷	0.855	11.51	人工地形	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0054495	10° ~15°	0.0171	23.0	2次谷	0.186	2.50	山頂平坦面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0088	11.9	3次谷	0.452	6.08	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0058	7.7	4次谷	0.000	0.00	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	S63/1/27	0.2757	25° ~30°	0.0120	16.1	5次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0185	25.0	6次~	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			35° ~40°	0.0031	4.2	総長	1.493	20.09	谷底平坦面	0.0037	5.0
			40° 以上	0.0091	12.2				崖錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	25.7					沖積錐	0.0000	0.0
	備考								地すべり	0.0000	0.0
									凸型尾根斜面	0.0125	16.8
									斜面a	0.0008	1.1
									斜面b	0.0573	77.1
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(17)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性			
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	
Q-1	流域面積 (km ²)	0.1696	10° 未満	0.0257	15.1	1次谷	2.071	12.21	山頂平坦面	0.0000	0.0	
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0032698	10° ~15°	0.0054	3.2	2次谷	1.028	6.06	// 内の緩斜面	0.0000	0.0	
			15° ~20°	0.0418	24.7	3次谷	0.334	1.97	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0	
			20° ~25°	0.0285	16.8	4次谷	0.227	1.34	段丘	0.0000	0.0	
	測定日	流出高 (mm/day)	電気伝導度 (μS/cm)	25° ~30°	0.0124	7.3	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/27	0.2822	49	30° ~35°	0.0205	12.1	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0000	0.0
				35° ~40°	0.0287	15.7	総長	3.660	21.58	崖錐	0.0026	1.5
				40° 以上	0.0086	5.1				沖積錐	0.0000	0.0
				平均傾斜	23.1					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0541	31.9	
									斜面a	0.0112	6.6	
									斜面b	0.1017	60.0	
									湖, 池等	0.0000	0.0	
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0	
									人工地形	0.0000	0.0	
Q-2	流域面積 (km ²)	0.2488	10° 未満	0.0326	13.1	1次谷	2.433	9.78	山頂平坦面	0.0000	0.0	
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.004001	10° ~15°	0.0054	2.2	2次谷	1.028	4.13	// 内の緩斜面	0.0000	0.0	
			15° ~20°	0.0584	23.5	3次谷	0.334	1.34	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0	
			20° ~25°	0.0376	15.1	4次谷	0.227	0.91	段丘	0.0000	0.0	
	測定日	流出高 (mm/day)	電気伝導度 (μS/cm)	25° ~30°	0.0124	5.0	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/27	0.3149	49	30° ~35°	0.0441	17.7	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0010	0.4
				35° ~40°	0.0427	17.2	総長	4.022	16.17	崖錐	0.0038	1.5
				40° 以上	0.0156	6.3				沖積錐	0.0000	0.0
				平均傾斜	24.5					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0751	30.2	
									斜面a	0.0200	8.0	
									斜面b	0.1489	59.8	
									湖, 池等	0.0000	0.0	
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0	
									人工地形	0.0000	0.0	

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(18)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
Q-3	流域面積 (km ²)	0.3193	10° 未満	0.0396	12.4	1 次谷	3.252	10.18	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0043449	10° ~15°	0.0081	2.5	2 次谷	1.524	4.77	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0704	22.1	3 次谷	0.438	1.37	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0410	12.8	4 次谷	0.371	1.16	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/31	0.3264	25° ~30°	0.0124	3.9	5 次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0624	19.5	6 次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0031	1.0
			35° ~40°	0.0670	21.0	総長	5.585	17.49	崖錐	0.0043	1.3
			40° 以上	0.0183	5.7				沖積錐	0.0004	0.1
			平均傾斜	25.3					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型屋根斜面	0.0919	28.8
									斜面 a	0.0248	7.8
									斜面 b	0.1948	61.0
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
Q-4	流域面積 (km ²)	0.1326	10° 未満	0.0143	10.8	1 次谷	1.890	14.25	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0005536	10° ~15°	0.0094	7.1	2 次谷	0.923	6.96	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0160	12.0	3 次谷	0.333	2.51	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0177	13.4	4 次谷	0.306	2.31	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/28	0.2977	25° ~30°	0.0164	12.4	5 次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0349	26.3	6 次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0003	0.2
			35° ~40°	0.0160	12.0	総長	3.452	26.03	崖錐	0.0000	0.0
			40° 以上	0.0079	5.9				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	25.4					地すべり	0.0015	1.1
	備考								凸型屋根斜面	0.0341	25.7
									斜面 a	0.0058	4.4
									斜面 b	0.0909	68.6
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(19)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
Q-5	流域面積 (km ²)	0.0742	10° 未満	0.0061	8.2	1次谷	1.327	17.88	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0000261	10° ~15°	0.0132	17.8	2次谷	0.435	5.86	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0094	12.7	3次谷	0.288	3.88	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
			20° ~25°	0.0073	9.8	4次谷	0.083	1.12	段丘	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	25° ~30°	0.0081	10.9	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/28	0.0925	30° ~35°	0.0083	11.1	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0029	3.9
			35° ~40°	0.0116	15.7	総長	2.133	28.75	崖錐	0.0061	8.2
			40° 以上	0.0102	13.8				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	25.1					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0115	15.5
									斜面a	0.0042	5.7
									斜面b	0.0494	66.6
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
Q-6	流域面積 (km ²)	0.9675	10° 未満	0.1029	10.6	1次谷	6.370	6.58	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0058640	10° ~15°	0.0610	6.3	2次谷	4.828	4.99	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.1786	18.5	3次谷	1.711	1.77	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
			20° ~25°	0.1142	11.8	4次谷	1.449	1.50	段丘	0.0251	2.6
	測定日	流出高 (mm/day)	25° ~30°	0.0573	5.9	5次谷	0.846	0.87	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/1/31	0.2399	30° ~35°	0.2034	21.0	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0066	0.7
			35° ~40°	0.1799	18.6	総長	15.204	15.71	崖錐	0.0193	2.0
			40° 以上	0.0701	7.2				沖積錐	0.0070	0.7
			平均傾斜	25.5					地すべり	0.0066	0.7
	備考								凸型尾根斜面	0.2186	22.6
									斜面a	0.0434	4.5
									斜面b	0.6403	66.2
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(20)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
S-1	流域面積 (km ²)	0.2184	10° 未満	0.0230	10.6	1 次谷	5.225	23.92	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	*0.0021955	10° ~15°	0.0016	0.7	2 次谷	1.233	5.65	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0282	12.9	3 次谷	0.781	3.58	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0129	5.9	4 次谷	0.086	0.39	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/28	0.2947	25° ~30°	0.0491	22.5	5 次谷	0.244	1.12	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0478	21.9	6 次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0027	1.2
			35° ~40°	0.0505	23.1	総長	7.569	34.66	崖錐	0.0049	2.2
			40° 以上	0.0052	2.4				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	27.1					地すべり	0.0026	1.2
	備考								凸型尾根斜面	0.0525	24.0
									斜面 a	0.0153	7.0
									斜面 b	0.1405	64.3
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0
T-2	流域面積 (km ²)	0.2101	10° 未満	0.0390	18.6	1 次谷	6.045	28.77	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体積 (km ³)	0.00243	10° ~15°	0.0226	10.8	2 次谷	1.955	9.31	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0492	23.4	3 次谷	0.158	0.75	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0634	30.2	4 次谷	0.217	1.03	段丘	0.0000	0.0
	S63/1/29	0.2311	25° ~30°	0.0358	17.0	5 次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
			30° ~35°	0.0000	0.0	6 次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0142	6.8
			35° ~40°	0.0000	0.0	総長	8.375	39.86	崖錐	0.0000	0.0
			40° 以上	0.0000	0.0				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	17.8					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0625	29.7
									斜面 a	0.0111	5.3
									斜面 b	0.1222	58.2
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(21)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
MA-1	流域面積 (km ²)	0.0495	10° 未満	0.0173	35.0	1次谷	0.670	13.54	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体积積 (km ³)	*0.0003465	10° ~15°	0.0051	10.3	2次谷	0.216	4.36	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.0003	0.7	3次谷	0.322	6.51	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
			20° ~25°	0.0032	6.4	4次谷	0.000	0.00	段丘	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	25° ~30°	0.0011	2.2	5次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/2/2	0.1496	30° ~35°	0.0017	3.5	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0033	6.7
			35° ~40°	0.0175	35.4	総長	1.208	24.40	崖錐	0.0000	0.0
			40° 以上	0.0033	6.7				沖積錐	0.0000	0.0
			平均傾斜	22.3					地すべり	0.0000	0.0
	備考								凸型尾根斜面	0.0173	34.9
									斜面a	0.0000	0.0
									斜面b	0.0289	58.4
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0
MA-2	流域面積 (km ²)	0.7928	10° 未満	0.0827	10.4	1次谷	15.007	18.93	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体积積 (km ³)	*0.01543.87	10° ~15°	0.0700	8.8	2次谷	5.503	6.94	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.1178	14.9	3次谷	2.415	3.05	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
			20° ~25°	0.1531	19.3	4次谷	0.833	1.05	段丘	0.0017	0.2
	測定日	流出高 (mm/day)	25° ~30°	0.1046	13.2	5次谷	1.226	1.55	山麓緩斜面	0.0000	0.0
	S63/2/2	0.2348	30° ~35°	0.1035	13.1	6次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0254	3.2
			35° ~40°	0.0804	10.1	総長	24.984	31.51	崖錐	0.0085	1.1
			40° 以上	0.0808	10.2				沖積錐	0.0026	0.3
			平均傾斜	24.3					地すべり	0.0018	0.2
	備考								凸型尾根斜面	0.1928	24.3
									斜面a	0.0700	8.8
									斜面b	0.4901	61.8
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0000	0.0

表-4.6.1 流域別諸特性一覧表(22)

地点No	流域面積, 流出高等		傾斜特性			水系			地形特性		
			傾斜区分	面積 (km ²)	占有率 (%)	水系区分	流路長 (km)	谷密度	地形区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
MA-3	流域面積 (km ²)	0.5469	10° 未満	0.0885	16.2	1 次谷	2.403	4.39	山頂平坦面	0.0000	0.0
	瀬戸層群体积 (km ³)	*0.0167686	10° ~15°	0.1199	21.9	2 次谷	2.717	4.97	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.1223	22.4	3 次谷	1.493	2.73	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.0381	7.0	4 次谷	0.000	0.00	段丘	0.0001	0.0
	S63/2/2	0.2787	25° ~30°	0.0317	5.8	5 次谷	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0090	1.6
			30° ~35°	0.0392	7.2	6 次~	0.000	0.00	谷底平坦面	0.0170	3.1
			35° ~40°	0.0677	12.4	総長	6.613	12.09	崖錐	0.0048	0.9
			40° 以上	0.0395	7.2				沖積錐	0.0008	0.1
			平均傾斜	20.5					地すべり	0.0022	0.4
	備考								凸型尾根斜面	0.1077	19.7
									斜面 a	0.0309	5.7
									斜面 b	0.3310	60.5
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
MA-4	流域面積 (km ²)	1.6191	10° 未満	0.2000	12.4	1 次谷	20.597	12.72	人工地形	0.0435	8.0
	瀬戸層群体积 (km ³)	*0.0342016	10° ~15°	0.2317	14.3	2 次谷	9.773	6.04	山頂平坦面	0.0000	0.0
			15° ~20°	0.2977	18.4	3 次谷	4.404	2.72	// 内の緩斜面	0.0000	0.0
	測定日	流出高 (mm/day)	20° ~25°	0.2191	13.5	4 次谷	1.163	0.72	// 内の谷低平坦面	0.0000	0.0
	S63/2/2	0.3244	25° ~30°	0.1574	9.7	5 次谷	1.816	1.12	段丘	0.0132	0.8
			30° ~35°	0.1712	10.6	6 次~	0.000	0.00	山麓緩斜面	0.0365	2.3
			35° ~40°	0.1918	11.8	総長	37.753	23.32	谷底平坦面	0.0439	2.7
			40° 以上	0.1504	9.3				崖錐	0.0143	0.9
			平均傾斜	22.9					沖積錐	0.0076	0.5
	備考								地すべり	0.0078	0.5
									凸型尾根斜面	0.3458	21.4
									斜面 a	0.1206	7.4
									斜面 b	0.9861	60.9
									湖, 池等	0.0000	0.0
									崩壊地, 崩壊跡地	0.0000	0.0
									人工地形	0.0435	2.7

傾斜区分図は作成に際し、まず最初に降雨・流出機構に関する土層構造について想定し、流域単位で微地形区分を行った。区分の基準は基本的に田村(1974)⁴⁾に従った。

田村によると、谷頭部の微地形を、頂部斜面、谷壁斜面、谷頭凹部、谷底面、水路の5つに区分している。この区分に従って表-4.6.2のように定義し、涵養域、流動域、流出域の3つに区分した。

次にこの地形区分の結果をさらに細かく傾斜の変換線で斜面を区切り、その区域の傾斜の主方向に沿う傾斜角を計測した。計測は、比高差 h と傾斜の主方向の水平距離 l を求め、次式に代入し傾斜角 θ を求めた。

$$\theta = \tan^{-1} (h / l)$$

一般に、地形分類において平坦とされる基準は、傾斜が10度以下である。よってそれ以上の傾斜角 θ を便宜的に5度ずつ分級し、40度以上は急斜面として一括した。

作成した傾斜区分図を付図-6, 7に示す。

(2) 傾斜と流出高の関係

傾斜と流出高の関係を見るために、以下の方法で平均傾斜を計算した。計算結果は、表-4.6.1(1) ~ (22)に示した。

$$\text{平均傾斜} = \Sigma (\text{各区分の傾斜角} \times \text{占有率}) \div 100$$

※ 40度以上は40度で計算した。

これをもとに、流出高との相関を見るために、一次回帰分析を行った。計算結果および、平均傾斜と流出高の関係を図-4.6.2に示す。なお、データのプロットをする際、流量観測で伏流等の影響があると考えられる流域は除外した。

また、地質との関係を把握するため、傾斜区分を作成した流域について流域を以下に示した4つのグループ分類をおこなった。

Aグループ：瀬戸層群と花崗岩が広く分布する流域

Bグループ：瑞浪層群と花崗岩が広く分布する流域

Cグループ：瀬戸層群と瑞浪層群が広く分布する流域

Dグループ：瀬戸層群のみが分布する流域

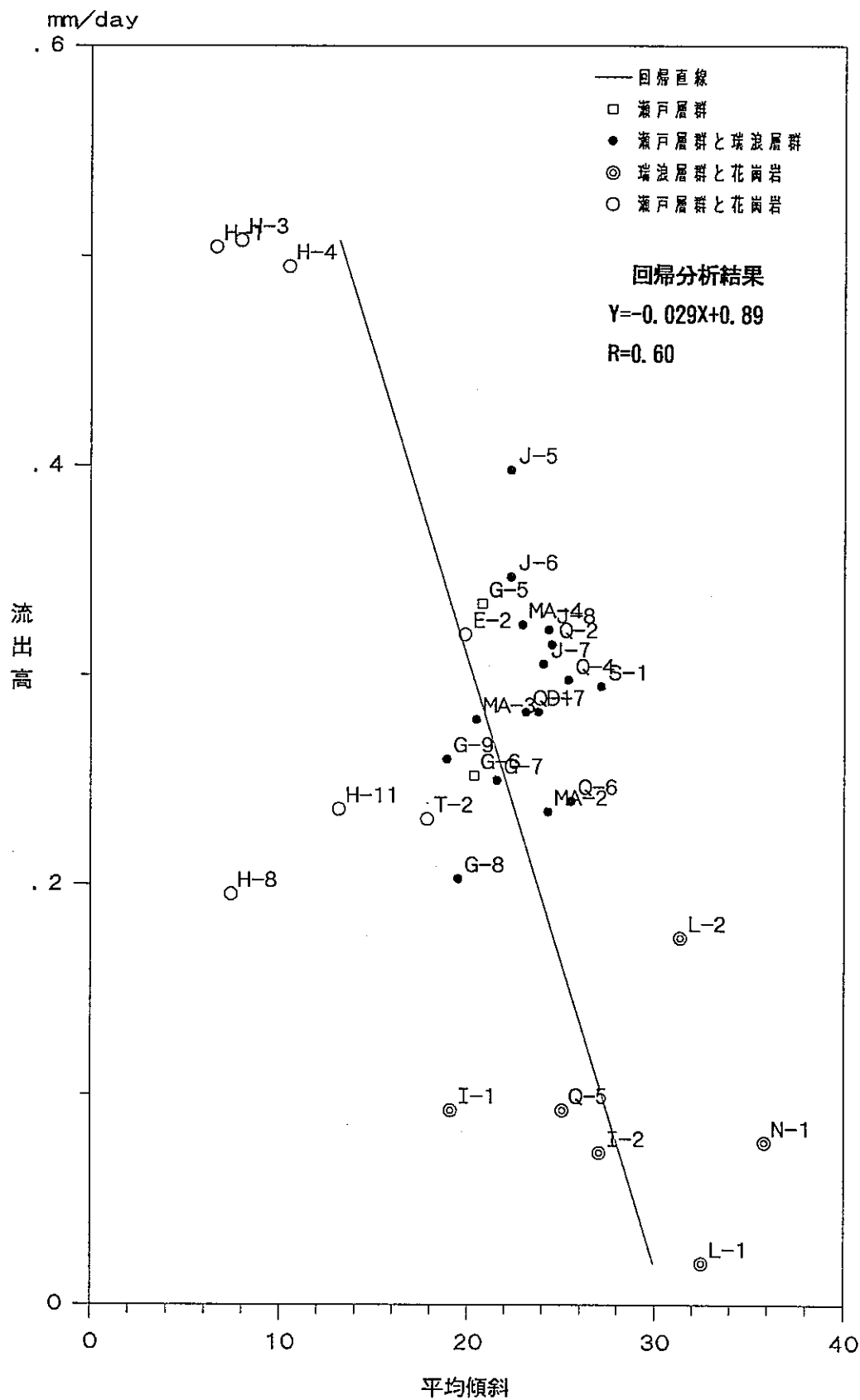


図-4. 6. 2 平均傾斜と流出高の関係

図-4.6.2に見る通り、全体的な傾向として平均傾斜が増すと渇水期の流出高は減少する傾向がある。相関係数は0.6であるが、自然界という事を考慮に入れると平均傾斜と流出高は相関があるといえる。

地質と平均傾斜の関係では、瀬戸層群が流域に広く分布し下部に花崗岩が分布しているH流域などで、平均傾斜は小さい。これは、浸食前線のおよんでいない平坦面が広く分布していること、未固結の砂礫を主体とした瀬戸層群が、安息角の関係や崩壊の多発などから急傾斜地になりにくいためであると考えられる。

また、瑞浪層群と花崗岩が広く分布する流域では、平均傾斜は大きい。これは、流域に固結した岩石が広く分布し、斜面が急傾斜地として平衡を保っているためだと考えられる。流出高が小さいのは、これら岩石の地下水貯留機能が低いためと考えられる。

瀬戸層群と瑞浪層群の両者が分布するJ流域等では、中間的な傾斜を示す。

瀬戸層群のみが占める流域で、傾斜が中間的な値を示す流域がある。これらの流域では流出高が相対的に小さい傾向があり、その流域に分布する瀬戸層群は、他の地域のものと比較し固結度が高い、粘土分が多いなどの透水性が低い状態にある可能性がある。

4.6.2 水系図

(1) 水系図の考え方

水系図は一般的に水系密度や水系模様が地域の地質・地形条件を反映するといわれている。特に低次谷は対象とする表層部の地質の浸透能をよく反映するようである。

透水性の高い砂、礫等からなる地質域では低次谷からなる水系の密度は低く、岩石の透水性が低くなると水系密度は相対的に高くなる傾向が見られる。

作図においては、Strahlerの次数区分に従って1次、2次、3次、……と谷の描画方法を分けて区分する。

谷の判定は、地形図上で等高線が2本以上にわたって谷状を呈するものを谷とした。以上の作図法による水系図は、低次谷の密度、水系模様が表層地質の透水性を反映し有効であると考えられる。

水系図は、傾斜区分図と同一地域について作成した。

作成後、谷次数ごとの流路長をプランメーターにより測定し、谷次数ごとの集計および谷密度を計算した。作成した水系図を付図－8，9に示す。流域ごとの計算結果を表－4.6.1(1)～(22)に示した。

(2) 谷密度と流出高の関係

谷密度と流出高について一次回帰分析を行った結果を表－4.6.3、図－4.6.3に示した。

表－4.6.3 谷密度と流出高の相関性

谷次数	相関係数	Xの係数
全次数	0.34	－0.032
一次谷	0.29	－0.050
二次谷	0.22	－0.200
三次谷	0.30	－0.185

表にみるとおり相関係数は低いを負の相関を示し、谷密度が高いと流出高が小さくなるという傾向は伺える。

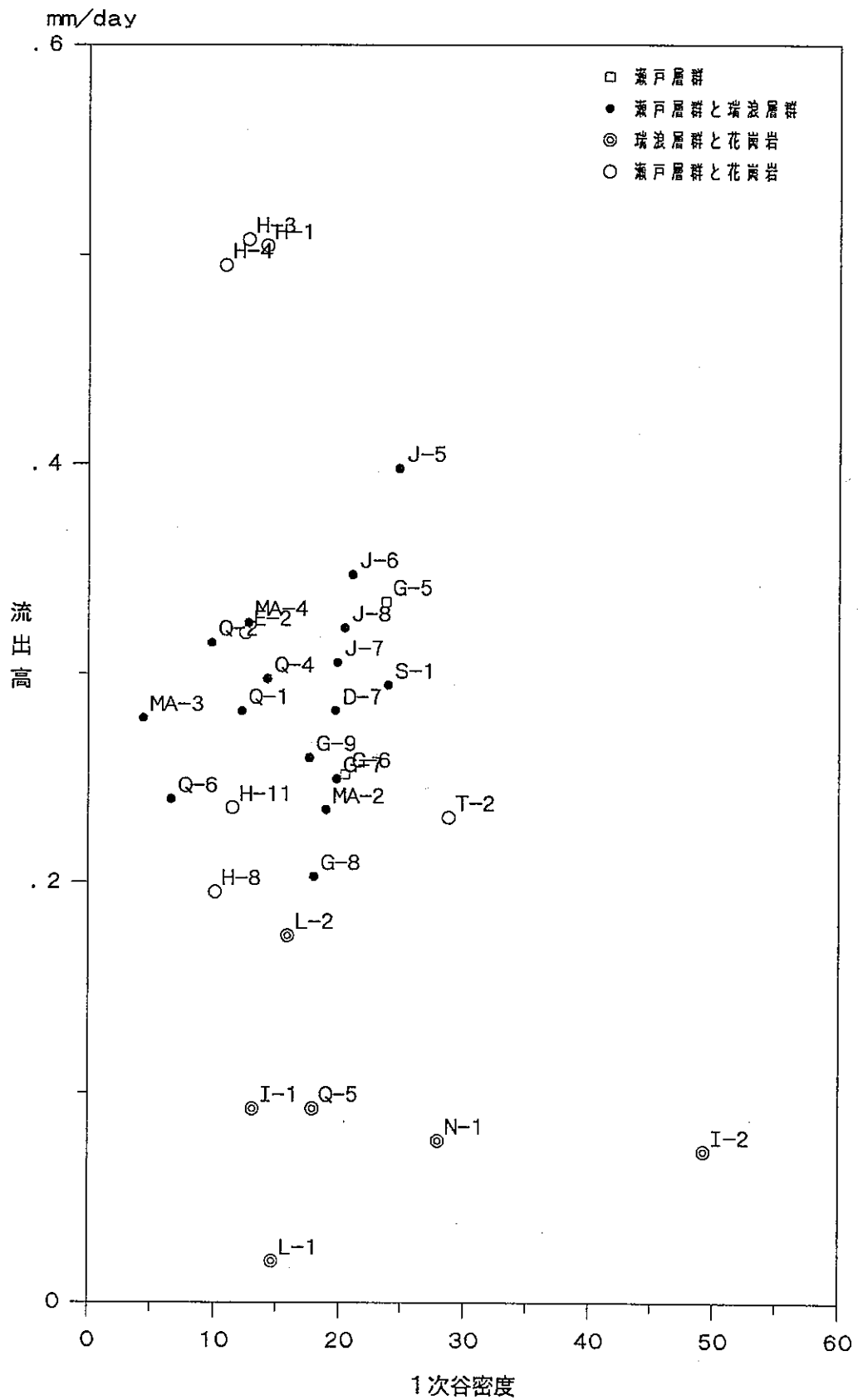


図-4. 6. 3 1次谷密度と流出高の関係

4.6.3 地形分類

(1) 地形分類の考え方

地形分類は対象地域の堆積地形、浸食地形の区分、風化残積土の厚さの相違等、水文条件が異なる地形及び地形境界を知る基礎資料となる。

地形分類図は、上記の地形単位に基づき水文的条件の違う地域を区分可能にすることにおいて重要な役割をもっている。すなわち、地形が特定されれば経験的に水文条件が特定可能となる。また、傾斜区分と合わせて地域の水文条件の相違を区分するという意味で有効である。

地形分類図は航空写真、地形図をもとに傾斜区分図および水系図と同一の範囲で作成した。作成した地形分類図を付図-10,11 に示す。

作成後、傾斜区分と同様に流域単位で面積測定をプランニメーターによりを行い、地形ごとの占有面積および占有率を計算した。面測をする際、谷埋堆積面は谷底平坦面にいれて測定をした。

流域ごとの地形別占有面積、占有率を表-4.6.1(1)～(22)に示す。

判読基準は、平成元年度調査の判読基準の内、段丘高位面群から段丘・低位面群は、まとめて段丘とし、また新しいカテゴリー（地すべり地形、ガリー谷）を追加した。

また、判読基準を表-4.6.4に、模式断面図を図-4.6.4に示す。

(2) 地形特性

(a) 日吉川以東の地域（東側地域）

本地域は狭間川流域と豆沢川流域、日吉川本流域の3地域に区分することが可能である。

・豆沢川流域

上流は尾根に比較的広く平坦面が残存するいわゆる幼年期の地形を呈する。水系の発達には樹枝状～格子状である。緩傾斜の上流付近で浅い谷を形成した支谷は遷移点(nick-point)を形成し本流に至る。本流は急なV字型の谷壁を形成している。比高が大きく斜面長も長いので大規模な谷が多い。これらの地形は、何回かの浸食期があったために形成されたと考えられる。傾斜変換線も何本か引くことができ、丘陵地の小流域より発達

史は複雑である。豆沢川は侵食が活発で本流沿いの斜面は急な谷壁を形成していることから比較的最近に下方侵食が活発化したことが考えられる。

・狭間川流域

起伏量は豆沢川流域より小さくいわゆる丘陵地内の谷に近い。平坦面の残存はあまりよくない。谷壁斜面は急で浅いガリー谷の入った斜面が多い。崩壊地も多く。土砂生産の活発な流域といえよう。また、競技場上流の谷頭部には規模の小さい谷頭凹地が連続しているのが観察される。

・日吉川本流域

樹枝状に発達した小溪流が発達する。谷壁斜面は非常に急傾斜であるが、谷底面は比較的ゆるやかである。頂部平坦面の残存はよくない。

(b) 日吉川以西地域

賤洞川流域と大洞川、定林寺川、柄石川の4地域に区分できる。

・賤洞川

上流は頂部平坦面の残存は悪く、樹枝状の谷が発達する。各支谷は3～4次谷の規模を持ち、谷底面の発達もよい。賤洞第1池より下流では、頂部平坦面が広く残り、賤洞川は急傾斜の谷壁が連なるV字状の谷を呈しながら流下する。そのため支谷は本流の谷壁斜面に形成された急傾斜の1～2次谷が多い。溪床には崖錐が堆積し、側壁からの土砂生産の活発さをうかがわせる。

・大洞川

直線的な谷である。なだらかな尾根と堆積物に覆われた谷底からなる。

・定林寺川

北側の支流は、大洞川上流と同様である。南側の支流は崩壊地が多く、浸食の活発な流域である。

・柄石川上流

比較的平坦面の残存する尾根部を有する。谷底には比較的新しい谷埋め堆積物がみられる。採石場、ゴルフ場があり、人工改変が進んでいる。

表-4.6.4 地形分類判読基準

区 分		判 読 基 準
山頂平坦面・緩斜面		山頂部に広がる平坦面及び小起伏の緩斜面
山頂平坦面内の緩斜面		山頂平坦面と谷底平坦面の間に広がる緩斜面
段 丘		海岸や河岸の付近に位置する段化した平坦な地形面
崖 錐		急斜面で下方に発達する直線上の縦断図形を呈する斜面。 斜面は安息角で沖積錐、山麓斜面より急。
沖 積 錐		支谷の出口に発達する扇形の平面形を呈する堆積地形。開析されたものも含む。
山麓緩斜面		谷壁斜面と最低位、低位の段丘面群、現河床の間に発達する相対的に緩い傾斜な斜面。高位面群の段丘崖も含む。
崩 壊 地		無植被の崩壊地
谷底平坦面	谷底平坦面	谷埋堆積面、段丘以外の谷底に分布する平坦面。
	谷埋堆積面	本流と段丘の関係が不明瞭なもの及び、相対的に小規模なもの（幅が狭く、上・下流への連続性の悪いもの）を谷埋堆積面として表示。本流の段丘にスムーズに連続する場合には、段丘面として表示。下流の段丘面に連続するが、傾斜や形態から段丘面と表示するのが適当でない場合には、それより上流側を谷埋め堆積面とした。
	山頂平坦面内の谷底平坦面	山頂平坦面に囲まれ、明瞭な遷急点より上流側に分布する谷底平坦面。
開 析 前 線 1		明瞭な遷急線（現河川を取り囲むように分布）。
開 析 前 線 2		稜線付近の凸型斜面と谷壁斜面を区切る遷急線。開析前線1に比べて不明瞭。
斜 面 a		開析前線1と現河床（谷底）の間の斜面。
斜 面 b		開析前線1と2の間に広がる斜面。縦断面形は平滑～凹型
凸型尾根斜面		凸型の縦断面形を呈する尾根上の斜面。下限は開析前線
ガ リ ー 谷		非恒常的な水路で、源頭は崩壊地や跡地で現在崩壊地が見られるわけではない。
地 す べ り 地		いわゆる「地すべり地域」（三紀層等の）ではなくともある程度比高を持った斜面にはgravity stressによる地すべりが見られることが多い。谷壁斜面がずり下がったような重力すべりによる押し出し地形

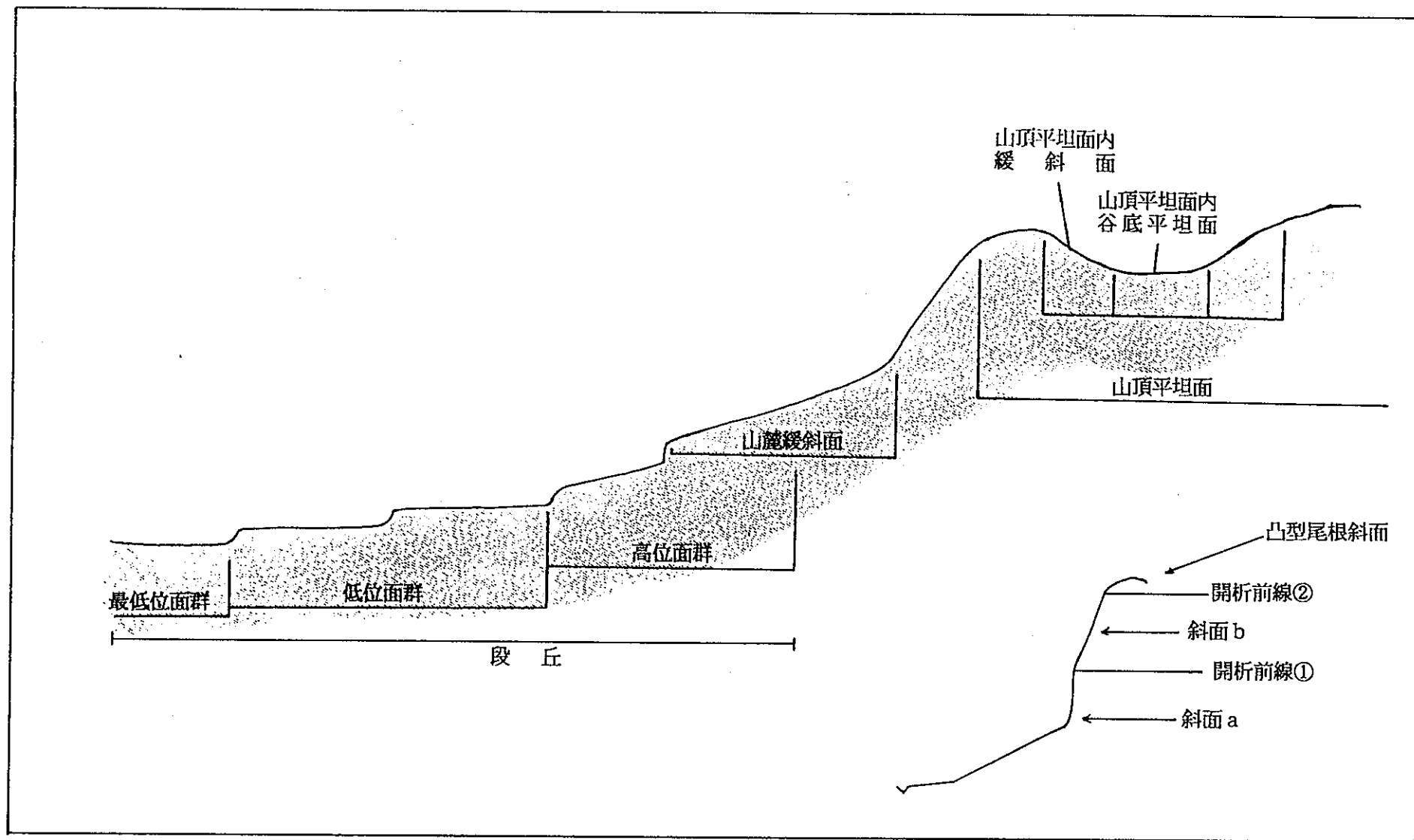


圖-4.6.4 地形分類模式断面図

(3) 地形と流出高の関係

分類した地形要素から、以下の基準で、流出高の関係を見るために占有率を集計した。

A : 涵養域	B : 移動域	C : 流出域
山頂平坦面	斜 面 a	段丘
山頂平坦面内の緩斜面	斜 面 b	谷底平坦面
凸型尾根斜面		谷埋堆積面

Aの要素は平坦面を多く含む地形で、Bの要素は斜面で、Cの要素は谷底の平坦面で構成される。この占有率と流出高との相関分析の結果を表-4.2.5に示す。

表-4.6.5 地形要素と流出高の関係

地形要素	相 関 係 数	Xの係数
A : 涵 養 域	0. 4 9	0. 0 0 2
B : 移 動 域	0. 2 3	- 0. 0 1 9
C : 流 出 域	0. 3 7	- 0. 0 1 0

表に見るとおり、相関係数は低いですが、Xの係数をみると涵養域は流出高に正に寄与し、移動域、流出域は負に寄与する傾向は伺える。

4.6.4 瀬戸層群の平均層厚と流出高の関係

本調査地域の地質は、瀬戸層群と沖積層以外、瑞浪層群の堆積岩、花崗岩と難透水性の地質で占めている。よって、瀬戸層群の流域に占める割合は、本調査地域においては、各流域毎の浸透能、保水能力等を決定するものとなろう。よって、瀬戸層群の平均層厚を計算し流出高との関係を見るために一次回帰分析を行った。瀬戸層群の平均層厚は、昭和63年度『現地調査による水理地質構造の解析』⁵⁾、平成元年度『精密現地調査による水理地質構造の解析』⁶⁾で計算している体積を流域面積で割って求めた。平均層厚の計算結果は表-4.6.1(1)～(22)に示す(表の結果で*が付いているものは、昭和63年度のデータをもとに計算している)。

図-4.6.5に計算結果と瀬戸層群平均層厚と流出高の関係を示す。図に見る通り瀬戸層群が厚く堆積していると流出高は高くなり、相関係数は0.63と自然界では、比較的高い相関を示し、瀬戸層群のボリュームが流出高に大きく寄与していることが判る。

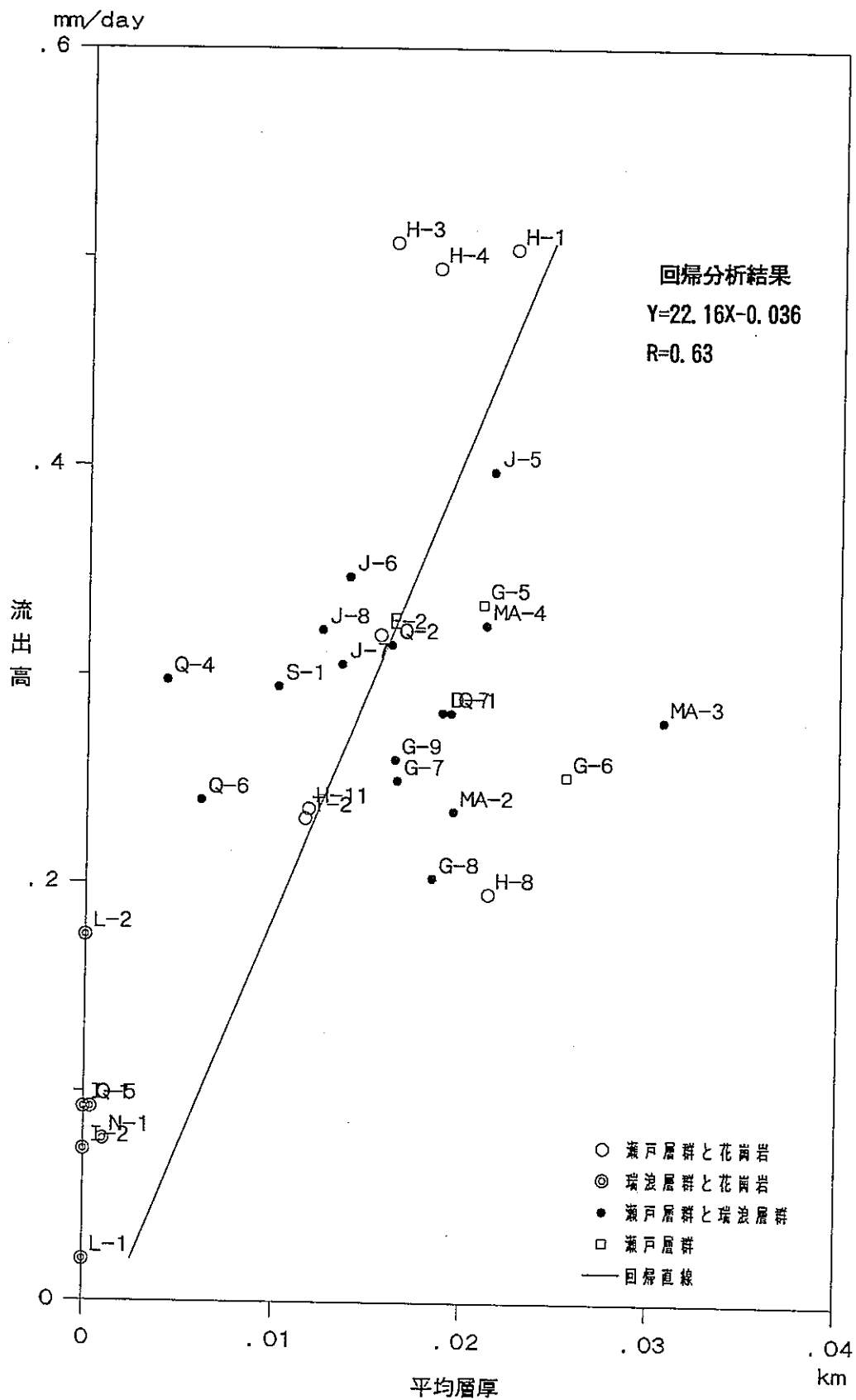


図-4.6.5 瀬戸層群平均層厚と流出高の関係

5. 地質構造モデルと地表付近での地下水挙動

前章までに述べてきた本調査地域の地質構造と流出高・水質観測結果をまとめ、当地域の表層付近における地下水の流動機構を推定する。

大局的に見た地質構造は次のようである。

基盤は花崗岩よりなる。この花崗岩の表面は起伏に富み、東濃鉾山の位置を通り東へ流下するチャンネル構造（月吉チャンネル）がある。花崗岩体の上部には風化部が認められ、この風化部は花崗岩の上に地層が堆積するよりも前に存在していたと考えられる基盤の地形にほぼ平行に分布する。新鮮な花崗岩の中には割れ目が発達し、浅部では水平方向（地表に平行）の、深部では鉛直方向の割れ目が卓越する¹⁾。新鮮花崗岩中の割れ目の存在が岩体の透水性を支配している可能性が高い。

花崗岩表面の起伏を埋積する形で、主に礫岩～砂岩～シルト岩からなる瑞浪層群が分布する。上位層ほど広い範囲に分布する。基盤地形の凹部では礫岩が厚く発達し、また、それほど厚くないものの、各累層の基底部や基盤との境界部（アバットする部分）にはしばしば礫岩（および粗粒砂岩）が存在する。これらの粗粒岩は、瑞浪層群中では比較的透水性が高いが、基質が細粒であれば透水性は低いと予想され、瑞浪層群全体は透水性は低いものと考えられる。

これらの岩体の上には、平坦な境界面をもって、主に未固結の砂礫からなる瀬戸層群が広く覆う。

調査範囲の各流域において渇水期の流量および水質を測定し、地形要素（地形分類・傾斜・谷密度）や地質要素（表層地質の分布割合）との比較を行った。

その結果、流出高（流域の地下水の貯留量の大小を示すと考えられる）は傾斜の急な流域ほど小さく、瀬戸層群の分布割合の大きな流域ほど大きくなる傾向が示された。このことは、地形の急な流域では降水の多くが表流水として流出するため浸透量が小さく、また、瀬戸層群がそれよりも下位の瑞浪層群・花崗岩に比べて大きな浸透能・貯留能をもつことを示している。

水質に関しては、一般に瑞浪層群の露出する流域で溶存物質の濃度が高く、瀬戸層群

に覆われたり花崗岩の露出する流域では低い。電気伝導度も瑞浪層群の露出域では高くなる。このことは、瑞浪層群中では地下水の流動速度が小さく滞留時間が長いいため比較的多量の物質が溶存していると考えたと説明がつく。

これらの結果から予想される地質構造と地下水の流動機構を図-5.1.1 に示す。

地表に降った降水は、その大部分が一度は地表下に浸透するが、傾斜の急なところでは短期間に多くが流出し、傾斜の緩やかなところでは流出が遅延する。このとき、瀬戸層群が地表を覆っている場所では、浸透量が大きいものと推定され、さらに瀬戸層群の砂礫は大きな貯留能をもつが、地下水の動きは速く、多くの物質を溶解することなく、比較的短時間で地表に流出する。また、主に流出する場所は、下位の瑞浪層群や花崗岩といった難透水性基盤（瀬戸層群に比べて難透水性）との境界の直上である。

地下に浸透した地下水の一部は、瀬戸層群から下部の瑞浪層群中へ浸透する。瑞浪層群は瀬戸層群に比べて透水性が低く、浸透量は少ないものと考えられる。瑞浪層群中の粗粒部には透水性が高い部分もあるが、透水体としての空間的な連続性は不明である。瑞浪層群中での流動速度は低く、滞留する間に多くの物質が地下水中へ溶解する。こうして、高イオン濃度（電気伝導度が高い）の少量の地下水が流出する。瀬戸層群からの地下水の流出もあるところでは、瑞浪層群中の地下水からの流出水は希釈される。

花崗岩中にも地下水は浸透するが、このうち花崗岩上部の風化層を水みちとして多くの地下水が流動することが考えられる。ただし、透水試験のデータからは瑞浪層群の砂岩と透水性に大きな違いはないものと見られ、一部は割れ目を通して深部に浸透していると考えられるが、この種の調査によって明らかにすることは困難である。

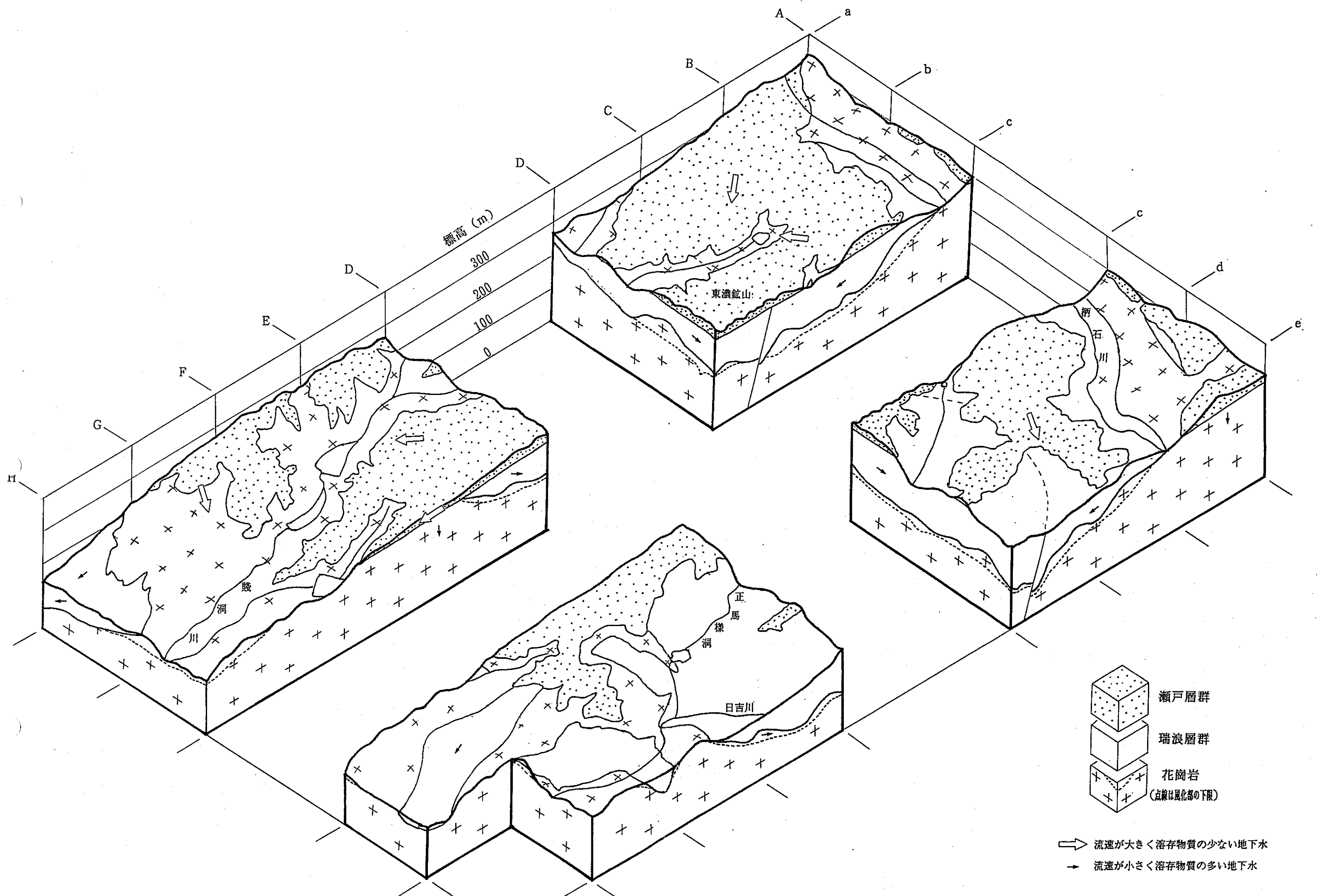


図-5.1.1 調査地域の地質構造と地下水挙動の概略

6. 問題点と課題

今後表層部でのより確かなモデルを作成するために、本研究で直接扱った調査項目およびそれ以外の項目も加えて、以下のような課題があげられる。

(1) 地質構造解析に関するデータ

- ① 地層間の関係を直接得るためには、より細かな地表踏査を必要とする。
- ② 当地域のボーリングは東濃鉾山のウラン鉾探査として行われてきたため、水理地質学的に見た場合コア記載が十分でないことがある。例えば、透水性に大きく影響すると思われる礫岩の基質の粒度に関する記載がないこともある。この点については、水理的観点からのボーリングコアの見直しを行うほかない。
- ③ 不整合面とその直上の礫岩層を追跡するためには、地層の適確な対比が必要となる。このとき鍵となるのは凝灰岩と累層の基底礫岩そのものである。本文中で述べたように、縁辺相の考えを用いた構造の推定を行うべきである。
- ④ 今回透水性の高い部分を識別するのに放射能ピークの位置を用いているが、今までに透水試験と放射能検層が同時に行われたことはなく、それぞれは岩相との比較において述べられている。今後同一孔の同一部分で、透水性と放射能の両方の試験を行い、関係を直接確認することが必要とされる。
- ⑤ 花崗岩風化部の分布に関しては、現在までに得られているボーリングデータからは対象範囲全域の分布を知るのに十分でない。瑞浪層群を欠く南部の丘陵地（土岐北高校～山野内）では、電気探査が風化部の分布の把握に有効となるかもしれない。ただしこの場合も、何地点かのボーリング調査により実際の風化殻の存在を確認することは必要となる。
- ⑥ 花崗岩の風化区分は、ボーリング柱状図の記載を基に本調査で新たに定義付けしているが、玉石状の岩芯を含む強風化帯がある場合、ボーリング調査では岩芯を礫と見誤り、土岐夾炭層に区分している可能性もある。

(2) 透水試験に関する問題点

- ① 当地域で透水試験の行われた岩種が比較的透水性の高いものに偏っており、透水性の低い泥質岩や凝灰岩についての試験結果の蓄積が待たれる。
- ② 砂岩や礫岩のように、地質学的には同一の岩石名で表されるものの粒子の淘汰度（分級）により透水性が大きく変化すると予想される岩石については、基質の淘汰度別に透水試験を行うことが必須である。
- ③ 立坑周辺での透水試験区間は5 mであるが、本地域の地層、とくに瑞浪層群は岩相変化が細かく、5 mの試験区間では複数の岩石の透水性をまとめて測定していることが多い。これが岩相別の透水試験結果がばらつくことの原因の1つと考えられる。岩相別の透水性は、単一の岩石にあたるような短い試験区間をとることによって、傾向が明瞭に現れるものと期待される。
また、互層のように単一の岩石の試験を行うことが難しい部分では、「互層」を1つの岩石ユニットとして捉えた透水係数を求める方が有効であろう。
- ④ 花崗岩の透水性に関しては、風化の程度、割れ目といった要素がどの程度透水性に影響を与えるか、透水試験から明らかにしなければならない。特に花崗岩の風化区分Ⅲ_Mより新鮮な岩盤での透水性は、風化状況、割れ目密度によらず、その“場”での割れ目そのものの特性によると推定される。また、本調査では割れ目の開口性について考慮していないため、今後の課題となる。
- ⑤ 花崗岩にはペグマタイトの産状をなすところや、石英斑岩、アプライトの岩脈があるが、データが少ないこともあり、これらに対する透水性の検討が不十分である。

(3) 水文調査結果と地形・地質条件に関する問題点と今後の課題

本調査では、地形・地質と渇水期の流出高の関係から、浅層部の地下水について推定を試みた。

その結果として、

- ①地域的な水文特性や概念的なモデルを作成することを可能にした。
- ②調査地域全体の特性を把握する上では非常に有効な調査手法を確立し、直接的な地下水調査や水収支調査といった精査への指針を与えた。
- ③精査段階から特定の地形・地質条件における地下水の挙動について明らかにされれば、それを面的な広がりをもって外挿することを可能にする必要不可欠な調査として位置づけた。

本調査の成果はこれらの点では一定の評価が得られるものと思われる。

しかしながら、現実の自然界における流域は、純粋な(単純で画一的な)地形・地質条件によって構成されているわけではなく、不均質な地質や複合的な地形からなっており条件が複合している。このことから、流出高等の間接的な調査から、地下水の状態を克明に把握することは不可能である。

したがって今後は、直接的な地下水調査(例えば、観測井での地下水位観測や動水勾配・透水係数・有効空隙率測定、流向流速測定)や水収支観測といった精査を、モデル流域毎に行い、地下水の浸透・涵養・流出のメカニズムを明らかにし、地域的な地下水の流れを把握する手法を確立する必要がある。

また、より詳細な調査による成果から地下水のシュミレーションモデルをステップアップすることが可能になる。感度解析等のシュミレーション結果の検証のためにも各モデル流域における精査が必要であると考えられる。

3 章参考文献

- 1) 近藤直門：日本の地質 5 中部地方Ⅱ：初版，共立出版 東京 pp.45-46 (1988)
- 2) Mizutani, S. : Superficial folding of the paleozoic system of central Japan.
Jour. Earth Sci. Nagoya Univ., 12, pp.17-83 (1964)
- 3) 小澤智生、平 朝彦、小林文夫：西南日本の帯状地質構造はどのようにしてできたか。
科学, 55, pp.4-13 (1985).
- 4) 仲井 豊：花崗岩類. 日本の地質 5 中部地方Ⅱ, pp.97-99 (1988).
- 5) 糸魚川淳二：瑞浪層群の地質. 瑞浪市化石博物館研究報告, 1, pp.1-50 (1974)
- 6) Itoigawa, J. : Paleocological studies of the Miocene Mizunami Group, central Japan.
Jour. Earth Sci., Nagoya Univ., 8 (2), pp.246-300 (1960)
- 7) Uemura, T.: Tectonic development of the Miocene sedimentary basins of east Mino, Central Japan. Jour. Earth Sci. Nagoya Univ., 9, pp.394-417 (1961).
- 8) 動力炉・核燃料事業団：日本のウラン資源 (1988)
- 9) 藤田和夫・生越 忠：岐阜県瑞浪町北方の新生代層の岩相的分類－濃尾地方新生代層の地質学的研究 (第 1 報)－. 地質雑, 56, pp.481-492 (1950) .
- 10) 糸魚川淳二：生痕化石－個体古生態学の一例－. 図説古生態学, pp.57-64, 朝倉書店 (1986).
- 11) Matsuzawa, I. and Uemura, T. : Geotectonic Studies on the Toki Miocene sedimentary Basin, Central Japan. Jour. Earth Sci., Nagoya Univ., 15, pp.35-79 (1967) .
- 12) 槇山次郎：中部地方. 233p., 朝倉書店 (1950)
- 13) 石田志郎・横山卓雄：近畿・東海地方の鮮新・更新統火山灰層序及び古地理・構造発達史を中心とした諸問題－近畿地方の新期新生代層の研究その 10－. 第四紀研究, 8, pp.31-43 (1969) .
- 14) Miki, S. : On the remains of *Pinus trifolia* n.sp. in the upper Tertiary from central Honshu in Japan. Bot. Mag. Tokyo, 53, pp.239-246 (1939).
- 15) 陶土団体研究グループ：岐阜県瑞浪市南部の瀬戸層群. 地団研専報, 24, pp.143-155 (1982)
- 16) 柴田 博・糸魚川淳二：瀬戸内区の中新世古地理. 瑞浪市化石博物館研究報告, 7, pp.1-51 (1980)
- 17) 清水建設, 鹿島建設, 大成建設, 大林組, 立坑掘削影響試験のための水理事前調査 (I)－試験データ集－: PNC SJ7449 89-001 (3)～(9)
- 18) 石原舜三, 鈴木淑夫, 東濃地方ウラン鉱床の基盤花崗岩類: 地質調査所報告, 232, pp.113-127 (1969)
- 19) 動力炉・核燃料事業団：東濃鉱山周辺における花崗岩の水理学的特性調査 (その 2)－A N－1, 3 号孔の割れ目特性調査－ PNC SN7420 89-009 (1988)

- 20) 動力炉・核燃料事業団, アジア航測: 現地調査による水理地質構造の解析 (1990)
- 21) 勘米良亀齡, 水谷伸治郎, 鎮西清高, 歌田実, 岩波講座 地球化学 5 巻 地球表を宇
の物質と環境: 2 版, 岩波書店, 東京 (1982)
- 22) Ollier, C.D., Some features of granite weathering in Australia :Zeit.f.Geomorph., 9, pp.285-304
(1965)
- 23) Ollier, C.D., 松尾新一郎監訳, 風化—その理論と実態: 初版, ラティス, 東京 (1971)
- 24) 木宮一邦, 花こう岩類の物理的風化指標としての引張強度—花こう岩の風化・第 1 報
—地質雑, 81, pp.349-364 (1975a)
- 25) 木宮一邦, 三河・富草地域の花こう岩礫の風化速度—花こう岩の風化・第 2 報—地質
雑, 81, pp.683-696 (1975b)
- 26) 木宮一邦, 三河・富草地域の風化殻とその形成時期—花こう岩の風化・第 3 報—地質
雑, 87, pp.91-102 (1981)
- 27) 菊池宏吉, 地質工学概論: 初版, 土木工学, 東京 (1990)
- 28) 豊田高司, 西修二郎, 大木達夫, 桑原啓三, 市川慧, 久楽勝行, 平野勇: ボーリング
柱状図作成要領(案) 解説書: 初版, 日本建設情報総合センター, 東京 (1986)
- 29) 糸魚川淳二, 瑞浪層群の地質: 瑞浪化石博物館専報, 1, pp.1-40 (1980)

4 章参考文献

- 1) 田中 正: 流出、気象研究ノート、vol.167、PP.67-89 (1989)
- 2) 動力炉・核燃料事業団, アジア航測: 現地調査による水理地質構造の解析 (1990)
- 3) 安野雅満、長岡正利: 山地丘陵地域における地形学的観点からの地下水開発調査手
法の検討—吉備丘陵花崗岩地域を例として—、Association of Precise Survey &
Applied Technology (A P A)、vol.45、PP.51-68 (1989) .
- 4) 田村俊和: 谷頭部の微地形構成、東北地理、vol.26-4、PP.189-199、(1974).
- 5) 動力炉・核燃料開発事業団, アジア航測: 昭和 63 年度 現地調査による水理地質構
造の解析、(1989).
- 6) 動力炉・核燃料開発事業団, アジア航測: 平成元年度 精密現地調査による水理地質
構造の解析、(1990).

5 章参考文献

- 1) 安野雅満、長岡正利: 山地丘陵地域における地形学的観点からの地下水開発調査手法
の検討—吉備丘陵花崗岩地域を例として—、Association of Precise Survey &
Applied Technology (A P A)、vol.45、PP.51-68 (1989) .