

本資料は2000年3月21日付けで登録区分  
変更する。

東濃地科学センター [研究調整グループ]

## 東濃鉾山周辺における堆積岩の水理学的特性調査(その1)

### — 現地調査による水理地質構造の解析 —

(昭和62年度成果報告)

1988年11月

動力炉・核燃料開発事業団  
中部事業所 環境地質課

本文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下さい。

〒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

Inquiries 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)  
1988

~~この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、限られた関係者だけに配布するものです。従って、その取扱には十分注意を払って下さい。なお、この資料の供覧、複製、転載、引用等には事業団の承認が必要です。また今回の配布目的以外のことには使用しないよう注意して下さい。~~

~~This document is not intended for publication. No public reference nor disclosure to the third party should be made without prior written consent of Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.~~

~~本資料についての問い合わせは下記に願います。~~

~~〒107 東京都港区赤坂 1-9-13~~

~~動力炉・核燃料開発事業所~~

~~技術協力部 技術管理室~~

# 東濃鉦山周辺における堆積岩の水理学的特性調査 (その1)



## 一現地調査による水理地質構造の解析一

### 目 次

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1. 調査の概要                         | 1  |
| 1.1 調査の目的                        | 1  |
| 1.2 調査地域                         | 1  |
| 1.3 調査の概要                        | 1  |
| 2. 調査地域の地質                       | 1  |
| 2.1 各流域毎の地質                      | 3  |
| 2.1.1 D-6                        | 3  |
| 2.1.2 G-8                        | 8  |
| 2.1.3 H-6・H-10流域                 | 11 |
| 2.1.4 J-8流域                      | 14 |
| 2.1.5 L-2流域                      | 19 |
| 3. 節理・割れ目系                       | 23 |
| 4. 渇水期の河川流量および電気伝導度              | 29 |
| 4.1 調査方法                         | 29 |
| 4.2 渇水期の流量測定結果                   | 37 |
| 4.2.1 電気伝導度                      | 37 |
| 4.2.2 流出高                        | 44 |
| 4.2.3 渇水期の流量と流域面積および瀬戸層群の体積との関係  | 51 |
| 5. 地質調査6流域と水文特性                  | 55 |
| 5.1 地質調査6流域の流量と流域面積および瀬戸層群体積との関係 | 55 |
| 6. 水文観測地点の選定と水文観測モニタリングシステムの構築   | 62 |
| 6.1 水文観測地点の選定                    | 62 |
| 6.2.1 水文観測モニタリングシステムの構築          | 65 |
| 6.3 観測各論                         | 67 |
| 6.3.1 浸透能(浸潤能)調査                 | 67 |
| 6.3.2 地質(土層)構造調査                 | 67 |
| 6.3.3 地質(土層)別水文学的物理解特性調査         | 68 |
| 6.3.4 地下水位・間隙水圧の観測               | 68 |
| 6.3.5 土壌水分張力の観測                  | 68 |
| 6.3.6 水文気象観測                     | 69 |
| 6.3.7 河川流量観測                     | 69 |
| 7. まとめと今後の課題                     | 70 |

## 1. 調査の概要

### 1.1 調査の目的

本調査は、昭和61年度に実施「航空写真等による水理地質構造の解析」を踏まえて、月吉鉾床付近を対象として水理地質踏査、褐水期の流量測定、電気伝導度の測定等の現地調査およびボーリングコアの観察、ボーリングデータの検討・整理等の既存資料調査を行った。これにより、「調査地域の浅層部の水理地質構造、地下水の流動機構解明の概査段階における解析、水文観測システムの構築等を行うとともに今後の調査指針を得ることを目的とする。

### 1.2 調査地域

月吉鉾床を中心とする東西10km、南北6kmの約60km<sup>2</sup>を対象とする。

### 1.3 調査の概要

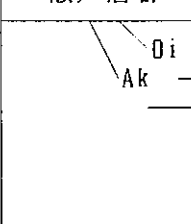

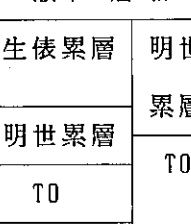
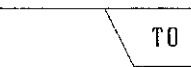
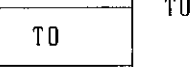
本調査は次の調査を行った（図1.1参照）

- (1) 褐水期の流量および、電気伝導度の測定（約80測点）
- (2) 表層地質と流出高および、電気伝導度の関係の検討
- (3) ボーリングコアの観察、ボーリングデータの検討・整理
- (4) 6流域の水理地質踏査
- (5) 6流域の表層水理地質構造解析
- (6) 水文観測地点の選定・水文観測モニタリングシステムの構築

## 2. 調査地域の地質

後述する表層の地質（構造）と水文特性との関係を明らかにするため、流量及び電気伝導度を測定した流域の中から6流域を選び出し、地質踏査トボーリングデータの解析を行った。対象とした6流域は、D-6、G-8、H-6及びH-10、J-8、並びにL-2流域であり（図2.1）、各流域の地質層序は表2.1のように模式的に示される。

表2.1 各流域の模式的な地質層序

| 流域名              | D - 6   | G - 8   | H - 6<br>H - 10   | J - 8   | L - 2 |
|------------------|---|---|---|---|-------|
| 地<br>質<br>層<br>序 | 瀬戸層群  | 瀬戸層群  | 瀬戸層群  | 瀬戸層群  | 瀬戸層群  |
|                  |  | 生俵累層  |  |  | 生俵累層  |
|                  |   | 明世累層  |   | 明世累層  | 明世累層  |
|                  | 花崗岩   |  | 花崗岩   |  | 明世累層  |
|                  | 花崗岩   |   | 断層  | 土岐夾炭累層  |       |
|                  |   |   |   | 断層  | 花崗岩   |

Oi:生俵累層 Ak:明世累層 To:土岐夾炭累層

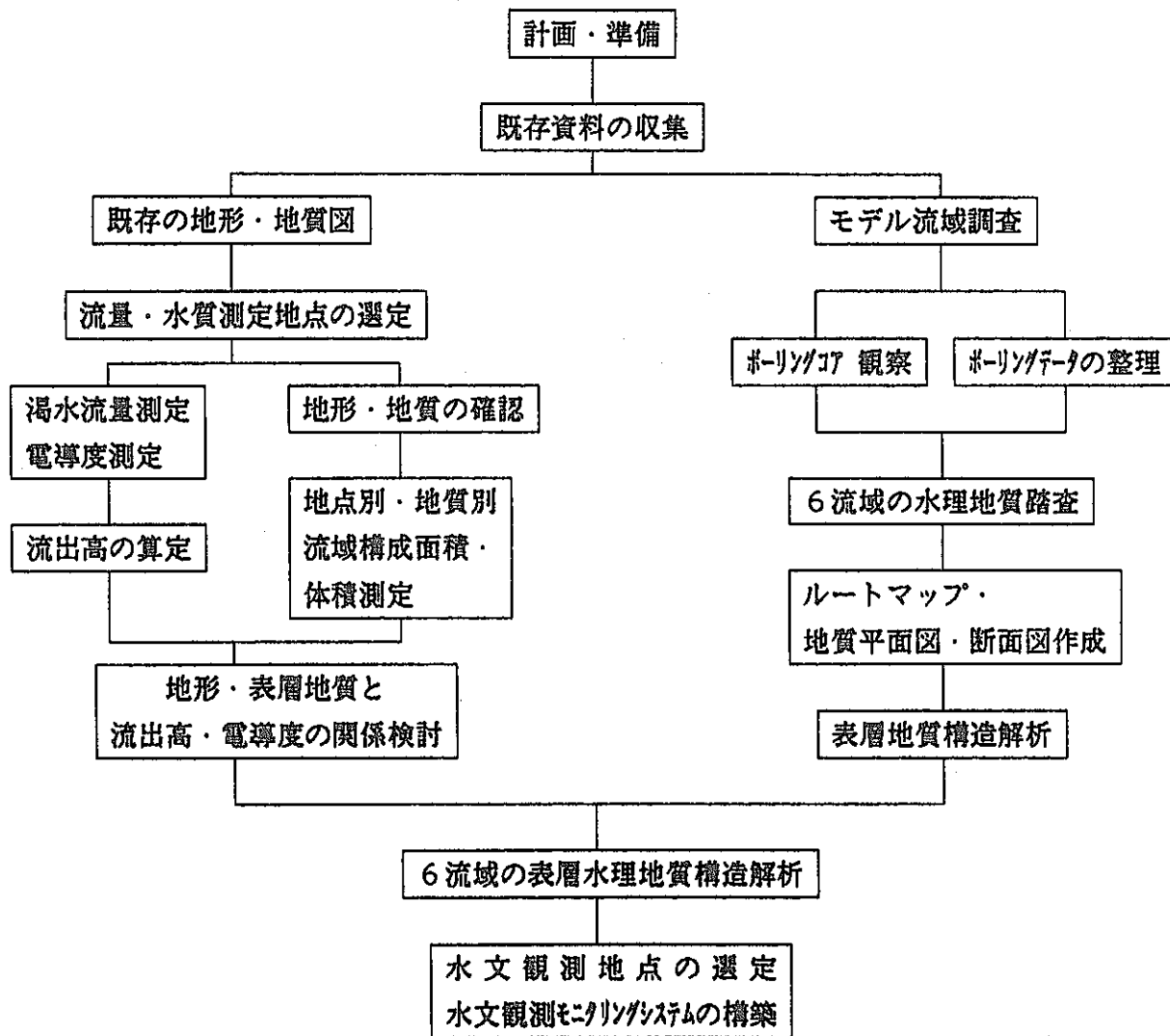


図1.1 調査の流れ

以下には、各流域毎の地質状況について述べ、また代表的に測定した節理・割れ目の方向特性について述べる。

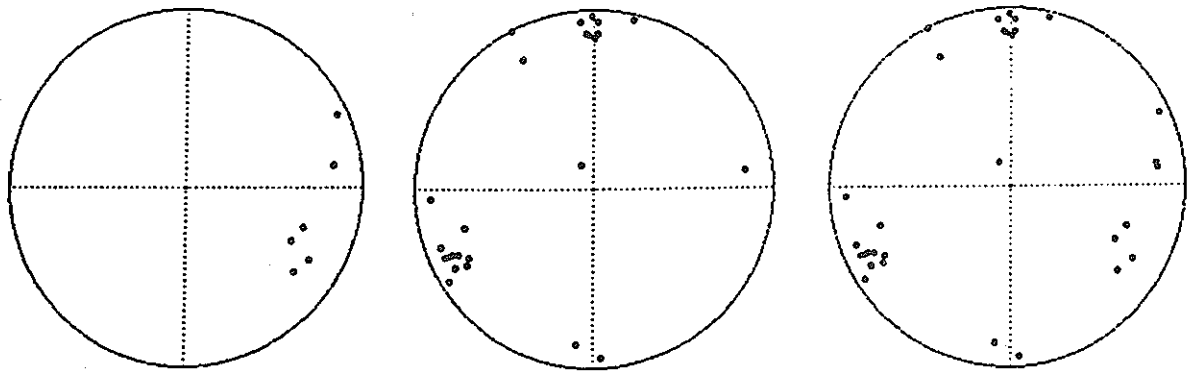
## 2.1 各流域毎の地質

### 2.1.1 D-6 流域

D-6 流域の地質は、図 2. 2、図 2. 3(1)、図 2. 3(2)に示されるように、下位より花崗岩、瑞浪層群明世累層・生俵累層、瀬戸層群及び沖積層からなる。

花崗岩は主に細粒～粗粒の黒雲母花崗岩である。流域南端部の河床にのみ露出するが、ボーリングデータ、流域外の踏査データから考えると、流域内に広く伏在して分布すると推定される。河床露頭の花崗岩は、比較的堅硬であり、弱く風化しているもののマサ化した部分はない。

花崗岩の 2 か所の河床露頭（露頭番号 TOUNOU 1、TOUNOU 2、地点位置は図 2. 15に示す）において、節理面の測定を実施した。そのシュミット・ネット図（下半球投影）を図 2. 4(1)～(3)に示す。露頭 TOUNOU 1、TOUNOU 2はともにほぼ水平の露頭面である、露頭 TOUNOU 1では 6、露頭 TOUNOU 2では、走向は  $N30^{\circ}E$  及び  $N20^{\circ}W$ 、傾斜は  $60^{\circ} \sim 80^{\circ}W$  方向の 2 方向に集まる。節理面間隔は、最小 45cm、最大 75cm、平均 57.5cm である。露頭 TOUNOU 2では、 $N25^{\circ}W \cdot 70^{\circ}E$  及び  $E-W \cdot 80^{\circ}S$  の 2 方向に集中する傾向がある。節理面かんかは、最小 20cm、最大 136cm、平均 44.2cm である。



(1)露頭TOUNOU 1      (2)露頭TOUNOU 2      (3)TOUNOU 1および 2

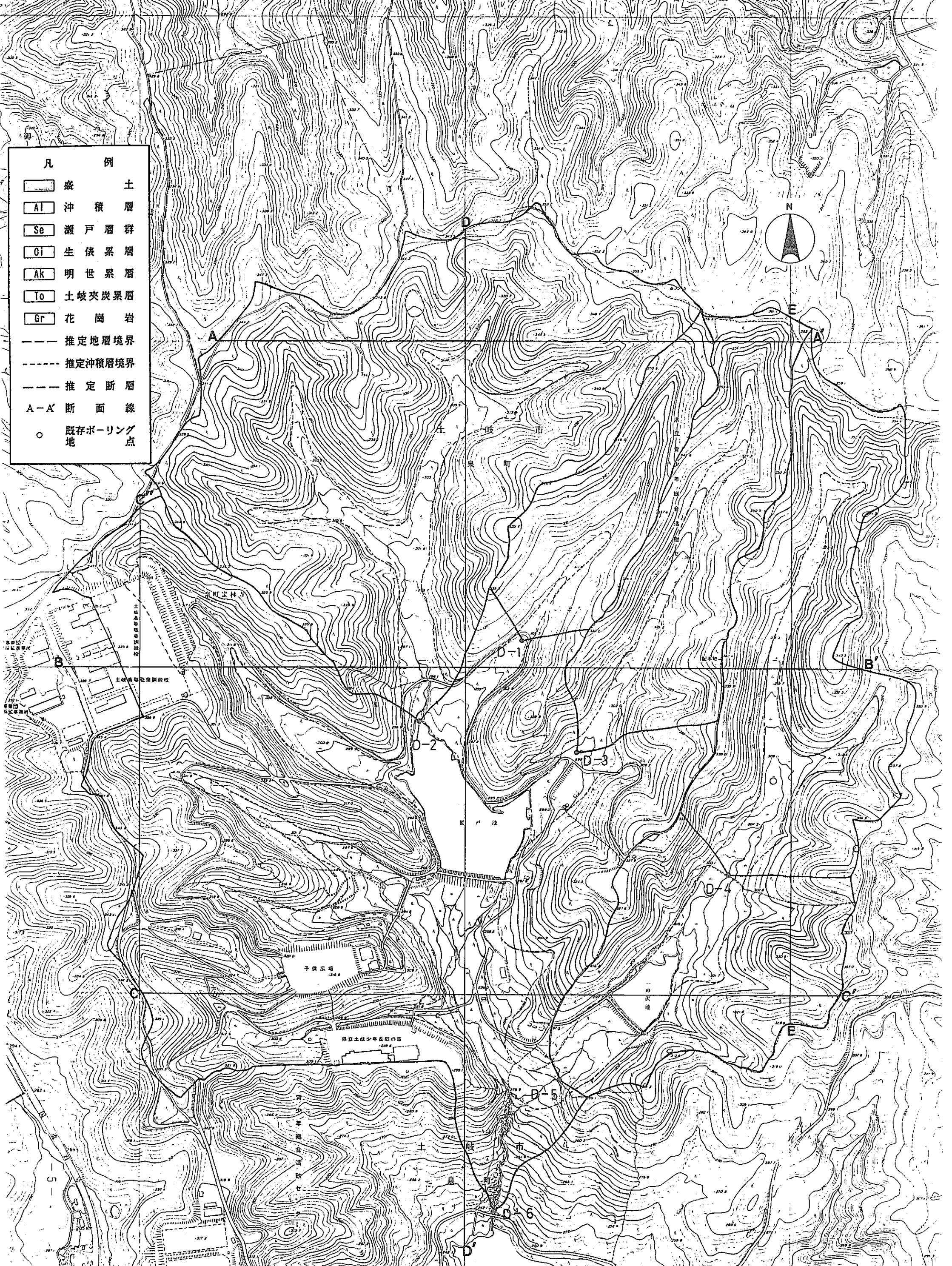
図 2. 4 節理面のシュミット・ネット投影図（下半球投影）

瑞浪層群・明世累層は流域内に露出しないが、ボーリングデータによると、流域東部で局所的に花崗岩を不整合に覆って伏在する。その層厚は 0 m～15m と考えられ、西及び北に薄化尖滅する。本累層は基盤の花崗岩の傾斜によって、東及び南へ緩く傾斜するものと考えられる。岩相は、ボーリングデータによると、凝灰質砂岩である。

瑞浪層群・生俵累層も明世累層同様流域内に露出しないが、ボーリングデータによると、流域東南端で明世累層を不整合に覆って伏在する。層厚は 0 m～5. m と考えられ、西に薄化尖滅する。不整合面は東に緩傾斜する。岩相は、ボーリングデータによると、基底礫岩及び粗粒砂岩である。

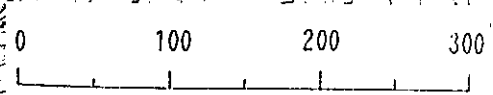


図 2. 1 調査流域位置図



| 凡 例 |               |
|-----|---------------|
|     | 土 層           |
|     | 沖 積 層         |
|     | 瀬 戸 層 群       |
|     | 生 依 累 層       |
|     | 明 世 累 層       |
|     | 土 岐 夾 炭 累 層   |
|     | 花 崗 岩         |
|     | 推 定 地 層 境 界   |
|     | 推 定 沖 積 層 境 界 |
|     | 推 定 断 層       |
|     | A-A 断 面 線     |
|     | 既 存 ボーリング 地 点 |

図 2. 2 D-6 流域地質図





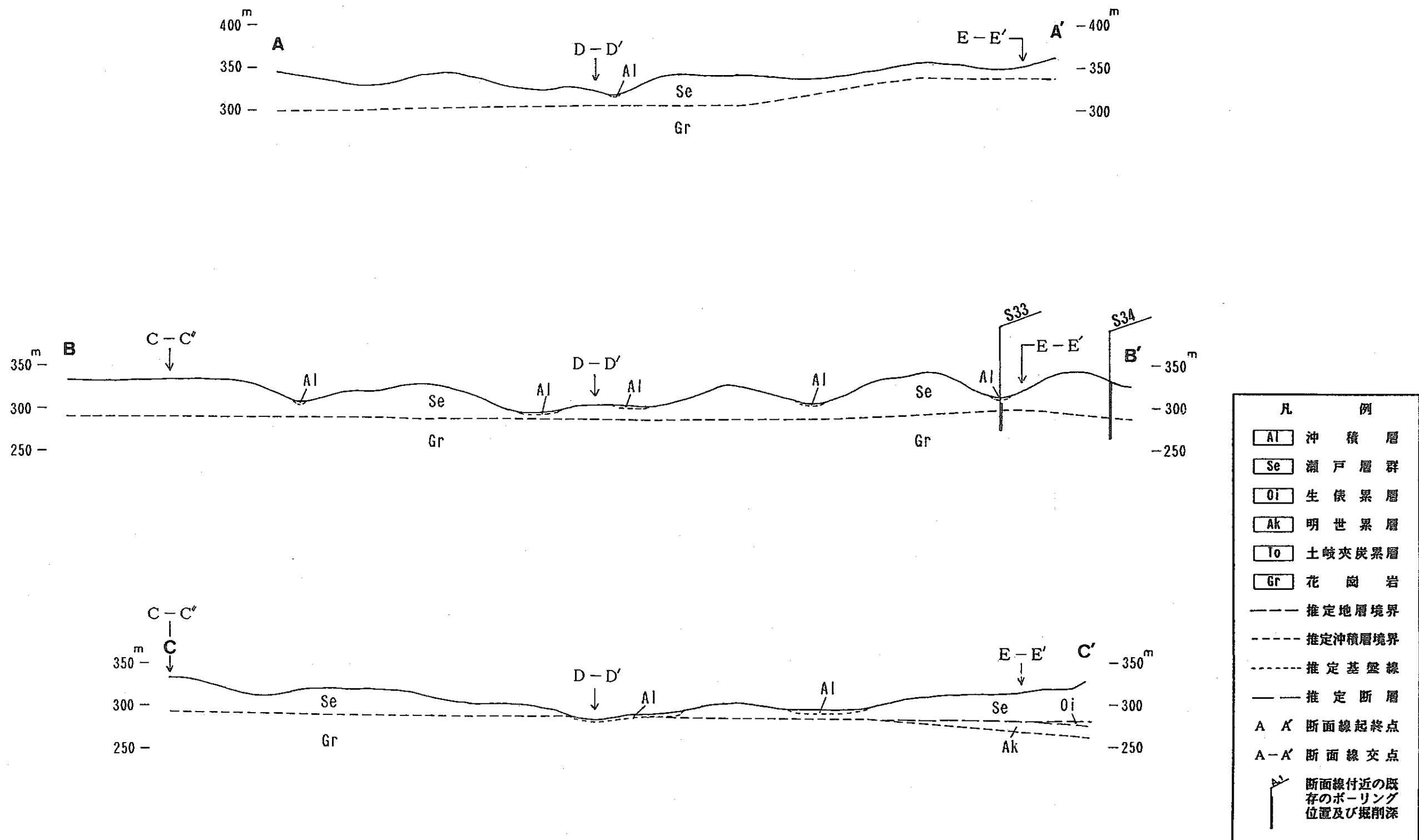
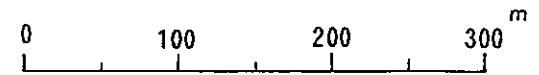


図2.3 (1) D-6 流域断面図



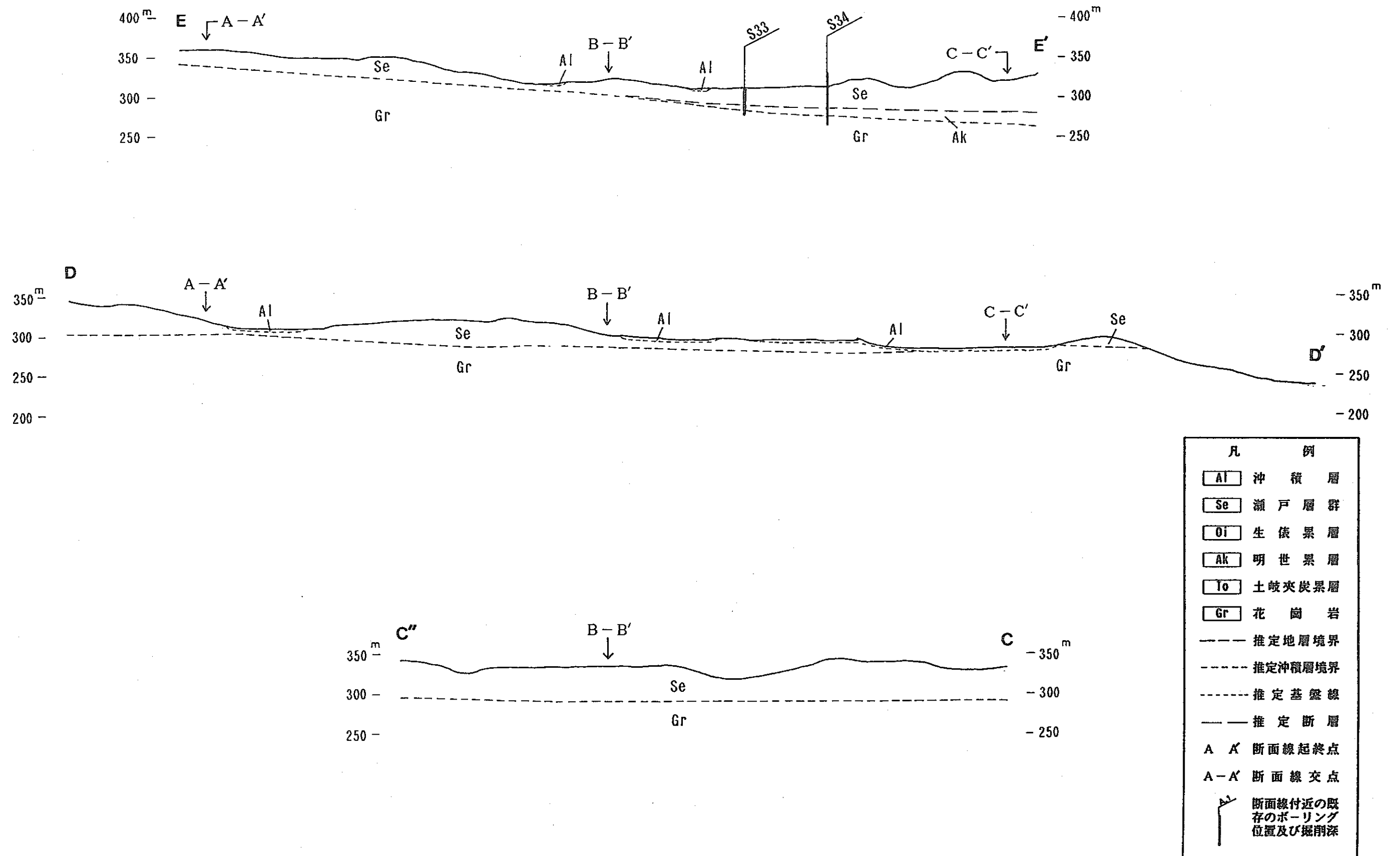


図2.3(2) D-6 流域断面図



瀬戸層群は、本流域内の地形的高所を占めて広く分布する。礫及び砂を主体とする土岐累層である。含まれる礫は、チャート、花崗岩、及び濃飛流紋岩の円磨された中礫～大礫であり、その多くはクサリ礫となっている。基質は中～粗粒の花崗岩質の砂であり、暗褐色から暗褐灰色を呈し、礫と膠着している。地点により礫の大きさ、含有率、基質の粒度などに差異があり、上下方向、水平方向ともに岩相変化が著しいことが推定される。下位の花崗岩、明世累相及び生俵累相とは不整合関係をなす。不整合面の標高は、本流域南部で約 285m、中部の園戸池の下流では約 288mであり、北へ向って標高がやや上昇する傾向にあり、流域北東部に基盤の高まりがあると推定される。不整合面は、全体には東西方向にごく緩い起伏をもちつつ  $1^{\circ}$  ～  $6^{\circ}$  の南傾斜をなすものと考えられる。花崗岩との不整合面上には、花崗岩の風化残留礫と推定される直径 1 m ～ 2 m の垂円礫が点在する。本層群の層厚は、本流域内では約 50m+ と推定される。

沖積層は礫、砂及び粘土からなり、埋谷堆積物として谷底平坦面を形成して主に谷沿いに分布する。部分的に瀬戸層群の岩相と非常に類似している所があるが、固結度、礫の膠結度に差異があり、またクサリ礫を含まないことから、瀬戸層群が侵食・運搬されて二次堆積したものと考えられる。上流部の谷底で湧水に富む箇所では、本層が泥質の湿地を形成したり、基質が洗い流されて礫だけが残留して一面に散在するといった状況を呈する。この湿地内の水流は枝分れや伏流となって不明瞭になり、一部には溜水が形成されている。本層の厚さは 1 m ～ 3 m と推定される。

### 2.1.2 G-8 流域

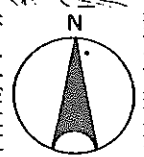
G-8 流域の地質は、図 2. 5、図 2. 6 に示されるように、下位より花崗岩、瑞浪層群土岐夾炭累層・明世累層・生俵累層、瀬戸層群、及び沖積層からなる。これらのうち、花崗岩、土岐夾炭累層、及び明世累層は本流域内には露出せず、ボーリングデータによって存在が確認されている。

花崗岩は、ボーリングデータによると本流域の基盤として全域に伏在する。細粒～中粒の黒雲母花崗岩であり、上位層との不整合面直下の厚さ数 m 部分は、マサ化あるいは礫化している。瑞浪層群堆積時の旧地形である不整合面は著しく凹凸に富む。

土岐夾炭累層は、同じくボーリングデータによると、本流域中部から東部にかけて花崗岩の旧チャンネルを埋積して伏在する。そのため層厚の変化は著しく、0 m ～ 65 m と推定される。岩相は、凝灰質泥岩、砂岩、及び礫岩であり、所々に垂炭を挟在する。礫岩層を頻繁に挟み、特に下位の花崗岩とは不整合であるため、最下部には大礫からなる基底礫岩層が 4 m ～ 15 m の厚さで存在する。

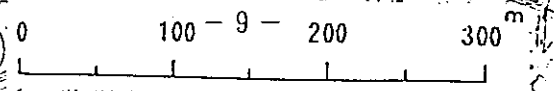
明世累層は、ボーリングデータによると、層厚 10 m ～ 60 m で広く伏在する。岩相は主に凝灰質の砂岩であり、部分的に直径 1 mm ～ 3 mm の軽石を含んだり、細粒凝灰岩を挟むことがある。凝灰質砂岩には貝化石や炭質物が多く含まれる。本累層の下位層は、流域中部から東部では土岐夾炭累層であるが、西部では花崗岩と推定され、その両者を不整合で被覆する。基底部には層厚 1 m ～ 4 m の粗粒砂岩層及び細粒礫岩層が分布する。不整合面は、土岐夾炭累層とは起伏をほとんど持たない緩い東傾斜（約  $2^{\circ}$ ）をなすと考えられるが、花崗岩とはその起伏に沿った凹凸をなしている。

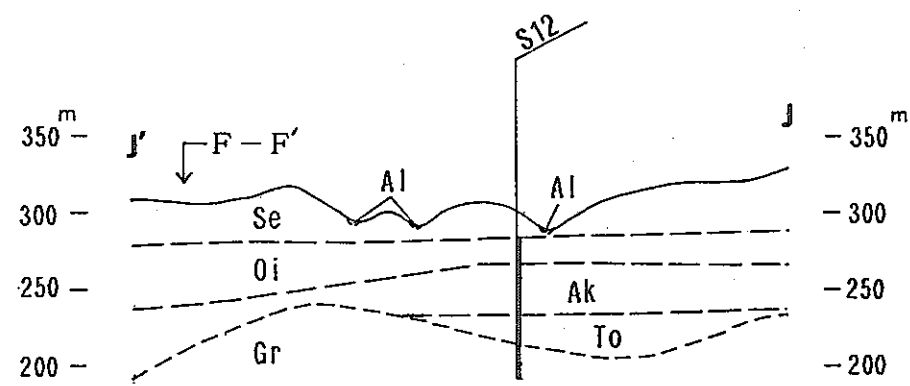
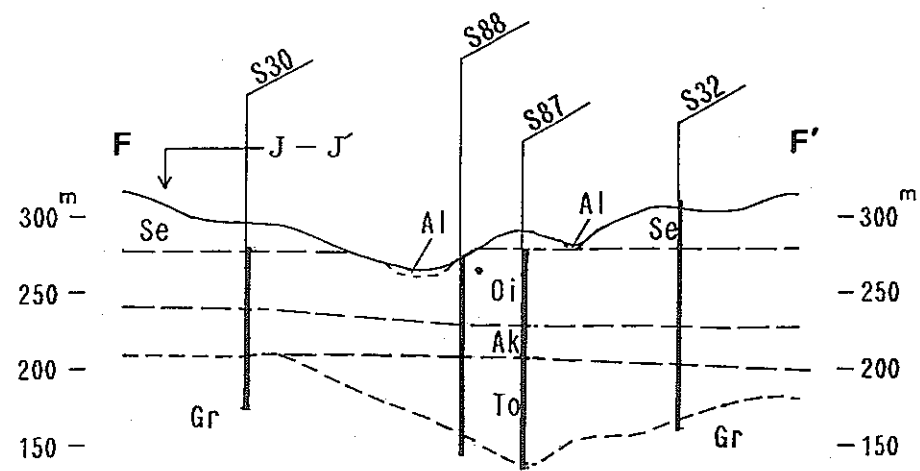
生俵累層は東洞池下流に僅かに露出するが、ボーリングデータによると本流域全域に及ぶと推定される。岩相は主に凝灰質泥岩及びシルト岩であり、サガリテス化石を含む。



| 凡 例 |               |
|-----|---------------|
|     | 盛 土           |
|     | 沖 積 層         |
|     | 瀬 戸 層 群       |
|     | 生 俣 累 層       |
|     | 明 世 累 層       |
|     | 土 岐 夾 炭 累 層   |
|     | 花 崗 岩         |
|     | 推 定 地 層 境 界   |
|     | 推 定 沖 積 層 境 界 |
|     | 推 定 断 層       |
|     | A-K 断 面 線     |
|     | 既 存 ボーリング 地   |

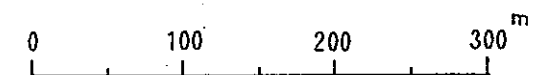
図 2. 5 G-8 流域地質図





| 凡 例    |                                       |
|--------|---------------------------------------|
| Al     | 沖 積 層                                 |
| Se     | 瀬 戸 層 群                               |
| Oi     | 生 依 累 層                               |
| Ak     | 明 世 累 層                               |
| To     | 土 岐 夾 炭 累 層                           |
| Gr     | 花 崗 岩                                 |
| ---    | 推 定 地 層 境 界                           |
| - - -  | 推 定 沖 積 層 境 界                         |
| · · ·  | 推 定 基 盤 線                             |
| — — —  | 推 定 断 層                               |
| A A'   | 断 面 線 起 終 点                           |
| A - A' | 断 面 線 交 点                             |
| ┆      | 断 面 線 付 近 の 既 存 の ボーリング 位 置 及 び 掘 削 深 |

図 2. 6 G-8 流 域 断 面 図



また暗褐色～暗灰褐色を示し、塊状無層理である。下位層は明世累層であり、不整合関係で接する。基底には層厚1m～9mの礫岩層及び粗粒砂岩層を伴う。不整合面は南及び東へ傾斜し、南へは約7°、東へは1°～5°の傾斜をなす。本累層の厚さは20m～50m+と推定される。

瀬戸層群は本流域内の地形的高所を占めて広く分布する。礫及び砂を主体とする土岐累層である。花崗岩、濃飛流紋岩及び古生層起源のチャートの礫を含むが、チャート礫を除いてクサリ礫とになっている。基質は中粒から粗粒の花崗岩質の砂である。東洞池北西法の谷沿いでは、瀬戸層群の最下部に泥岩が分布する。礫岩との境界標高は288m付近にある。下位の生俵累層の泥岩・シルト岩とは、サガリテス化石を含まないことによって区別される。露出する厚さは2m程度であり、基底の不整合面が確認されないためその層厚は不明であるが、少なくとも数mはある。生俵累層との不整合面は、流域北部では標高約280mにあるが、南に向って高度を下げ、流域南西部で約275m、南東部で約268mとなる。不整合面は、流域全体を通して水平ではなく、南～東は2°～4°の角度で傾斜すると考えられる。本層群の厚さは5m～50m+と推定される。

沖積層は本流域内では埋谷堆積物として谷沿いに分布する。層相は礫、砂、及び泥の集積体であり、半固結から未固結状態である。瀬戸層群の風化物が二次的に堆積したものが多く、チャート礫を頻繁に含む。基質は花崗岩質の細粒～粗粒の砂である。泥はハンマーが深くつきささる程度の軟質度をもつ。層厚は谷底部で1m～3mと推定される。

### 2.1.3 H-6・H-10流域

本流域の地質は、図2.7、図2.8に示されるように、下位より花崗岩、瑞浪層群土岐夾炭累層・明世累層、瀬戸層群、及び沖積層からなる。これらのうち、瑞浪層群は本流域内には露出せず、ボーリングデータによって存在が確認されている。

花崗岩は、本流域中部から南部にかけて露出しており、またボーリングデータによると本流域の基盤として全域に伏在する。細粒～粗粒の黒雲母花崗岩である。露頭では数本の節理が観察され、NW走向・70°前後NE傾斜、NS走向・50°前後E傾斜、あるいは同走向でほぼ垂直のものが卓越する、ボーリングデータによれば、花崗岩とその上位層との境界から深度10m程度はコア採取できていない箇所があり、花崗岩の旧地形面に相当する表層部には風化が著しくマサ化した部分があると考えられる。風化層が流域内に広く存在するかどうかは、ボーリングデータが乏しく不明である。花崗岩の基盤面は、地表面が南傾斜であるのとは反対に鉦床に向う北斜面をなし、かつ東傾斜の成分をもつものと推定される。

土岐夾炭累層は地表に露出しないが、ボーリングデータによると、花崗岩の旧チャンネル部を埋めるようにそれを不整合に覆って、本流域の北部に伏在する。そのため層厚は変化に富み、5m～40mと推定される。岩相は凝灰質砂岩、細粒～粗粒砂岩、礫岩であり、炭質砂岩、炭質泥岩を伴う。基底には層厚2m～7mの礫岩層が発達する。

明世累層は土岐夾炭累層と同様地表には露出しないが、ボーリングデータによると、流域の中部から北部にかけての東側、つまりH-10流域の中～上流部に伏在する。暗褐色～灰褐色を呈す細粒～粗粒の凝灰質砂岩が主体であり、軽石粒、貝化石、及び炭質物を含む。上下方向、水平方向ともに岩相変化が著しい。本累層の下位層は、流域の中流部では花崗岩であるが上流部では土岐夾炭累層であり、いずれに対しても不整合である。

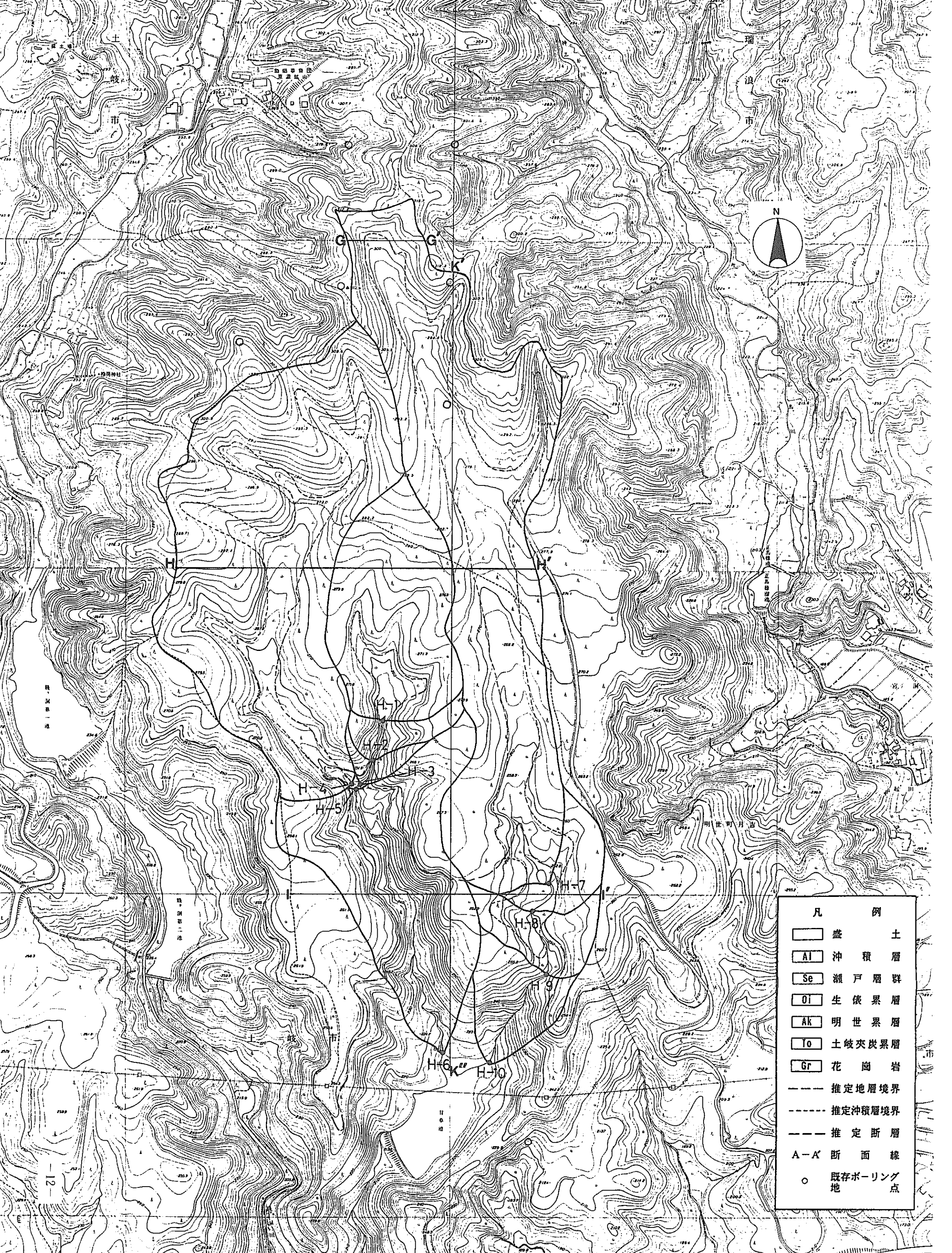


図2.7 H-6・10流域地質図

0 100 200 300 m

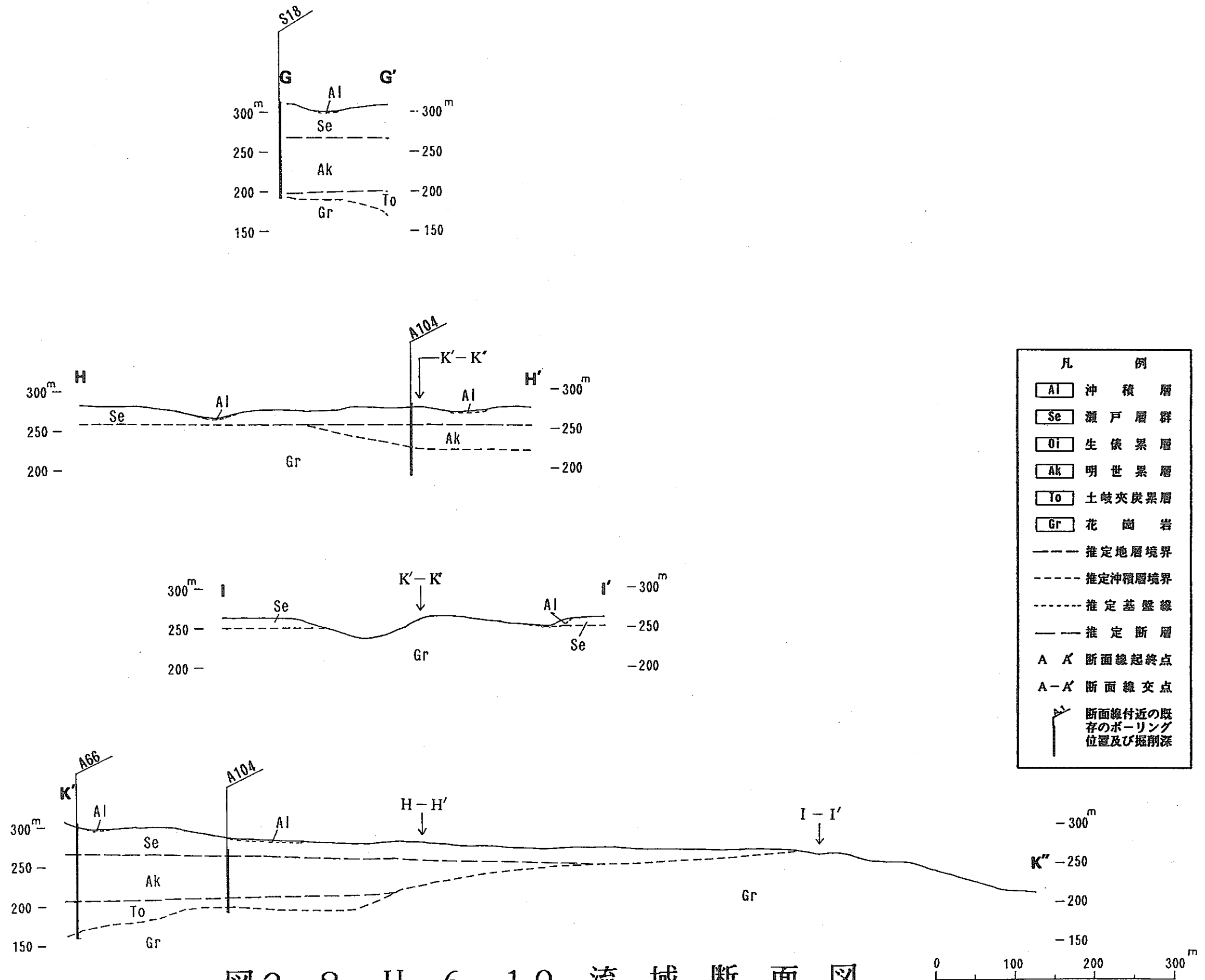


図 2. 8 H-6・10 流域断面図



花崗岩との不整合面は、北へ約 $8^{\circ}$ 、東へ約 $1^{\circ}$ ～ $11^{\circ}$ の傾斜をなし、比較的平坦である。土岐夾炭累層とのそれはほとんど水平に近く、北へは約 $1^{\circ}$ であるが、花崗岩との場合と異なって西へ約 $2^{\circ}$ で傾斜する。本累層の層厚は30m～70mと推定される。

瀬戸層群は、本流域内の地形的高所を占めて広く分布する。礫及び砂を主体とする土岐累層である。含まれる礫は、チャート、花崗岩、及び濃飛紋岩の中礫～大礫、時には巨礫大のものもある。円磨度はよいが、その多くはクサリ礫となっている。基質は細粒～粗粒の花崗岩質の砂であり、固結している。露頭毎に構成礫種の比率が異なることから、岩相変化が著しいと考えられる。花崗岩、明世累相を不整合に覆って分布するが、不整合面は下位相の違いには関係なくほぼ水平に近く、約 $1^{\circ}$ の南傾斜をもつにすぎない。

沖積層の分布は谷沿い及び山腹斜面下部に限られ、本流域では谷底の埋谷堆積物及び崖錐性堆積物として存在する。礫、砂、及び泥の未固結な堆積物であり、含まれる礫は圧倒的にチャート礫が多いが、本層の下位に花崗岩が分布する地域では、直径1m～2mの花崗岩の巨礫が点在することがある。砂は粗粒～細粒の花崗岩質である。層厚は、谷底部で1m～3mと推定される。

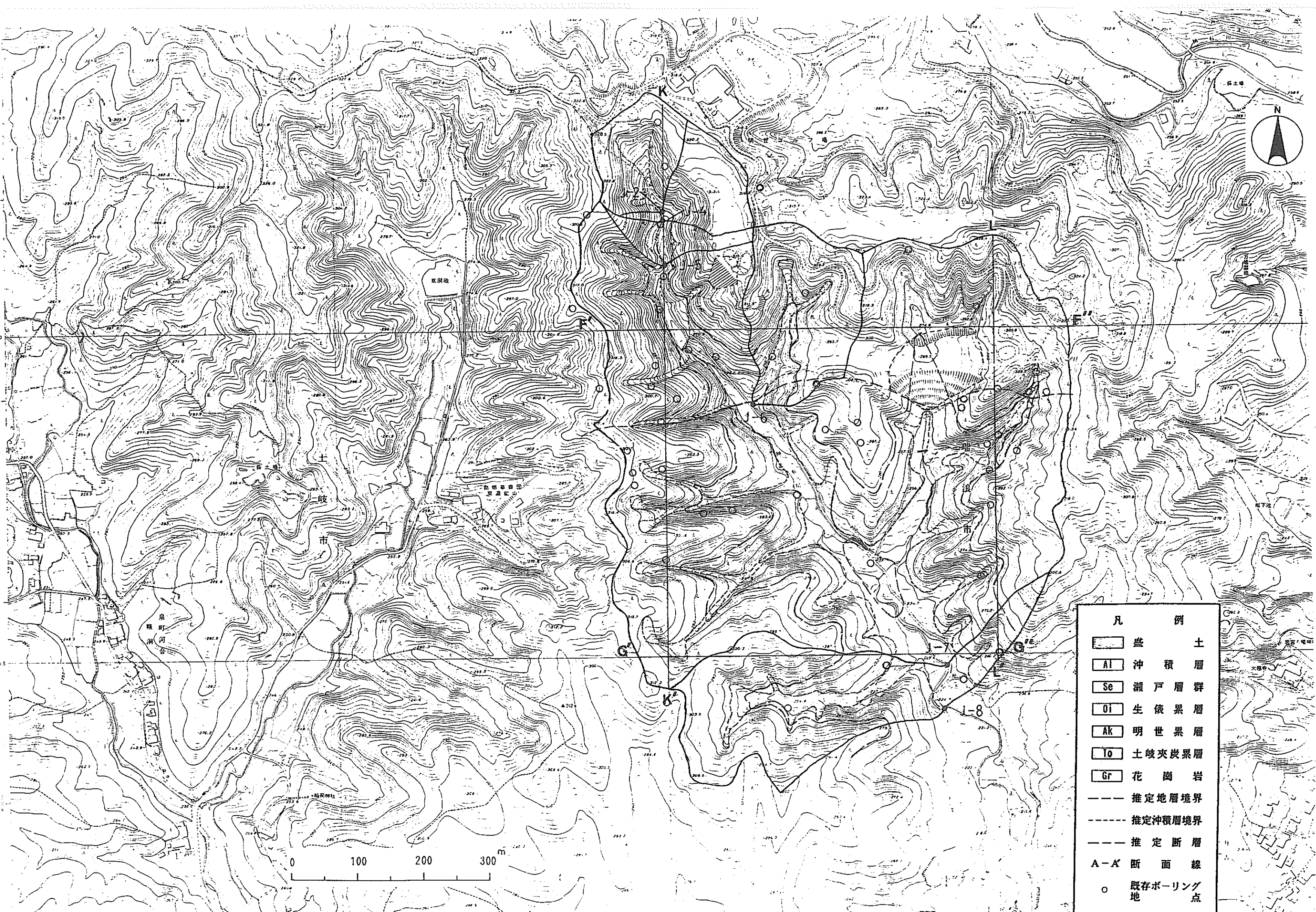
#### 2.1.4 J-8 流域

本流域の地質は、図2.9、図2.10に示されるように、下位より花崗岩、瑞浪層群土岐夾炭累層・明世累層・生俵累層、瀬戸層群、及び沖積層からなる。これらのうち、花崗岩は本流域内には露出せず、ボーリングデータによって存在が確認されている。

花崗岩はボーリングデータによると、本流域の基盤として全域に伏在する。中粒の黒雲母花崗岩であり、最上部の厚さ4m～10mの部分は風化が著しい。基盤面は起伏に富み、比高50m程度の凹凸が形成されている。旧チャンネルが流域南部を東西～北西-南東に横断しているため、基盤面はそれに向かって傾斜する傾向にあり、旧チャンネルの北側にあたる流域北部では南方に下降し、その南側にあたる流域南部では北方に下降する。

土岐夾炭累層は流域下流部の河床付近にのみ露出するが、ボーリングデータではほぼ全域に伏在する。本累層は、河床に露出するものは粗粒の軽石を含む凝灰岩であるが、ボーリングデータによると、この他に砂岩、礫岩、泥岩から構成され、凝灰質な部分を伴い、垂炭、あるいは炭質の砂岩や泥岩を挟む。岩相変化が著しく、また礫岩を頻繁に挟むことが特徴的である。基盤の花崗岩との不整合面は、前述したように起伏に富み、その直上部には層厚3m～14mの礫岩層が発達する。本累層の層厚は、10m～90mと推定される。

明世累層は月吉断層の南側に露出するが、ボーリングデータによると流域の全域に伏在する。暗灰色～暗灰褐色を呈する細粒～粗粒の凝灰質砂岩を主体とし、軽石粒、炭質物、ノジュール、貝化石を含有する。白色の細粒凝灰岩を挟むことがある。本累層の基底層には、層厚0.5m～3mの粗粒砂岩及び礫岩層が発達するところがある。本礫層の下位層はほとんどの地域で土岐夾炭累層であるが、流域北東端では花崗岩を直接覆う。その不整合面は、下位層が花崗岩の場合はそれが旧チャンネルへ傾斜する約 $6^{\circ}$ のほぼ一様な傾斜面をなすが、土岐夾炭累層の場合はやや凹凸をもちつつ南方へ緩傾斜する。本累層の層厚は10m～70mと推定される。



| 凡 例         |               |
|-------------|---------------|
| [Blank box] | 盛 土           |
| [AI]        | 冲 積 層         |
| [Se]        | 瀬 戸 層 群       |
| [Oi]        | 生 俵 累 層       |
| [AK]        | 明 世 累 層       |
| [To]        | 土 岐 夾 炭 累 層   |
| [Gr]        | 花 崗 岩         |
| ---         | 推 定 地 層 界 界   |
| ----        | 推 定 冲 積 層 界 界 |
| ---         | 推 定 断 層       |
| A-A'        | 断 面 線         |
| ○           | 既 存 ボーリング 地 点 |

図 2. 9 J-8 流 域 地 質 図

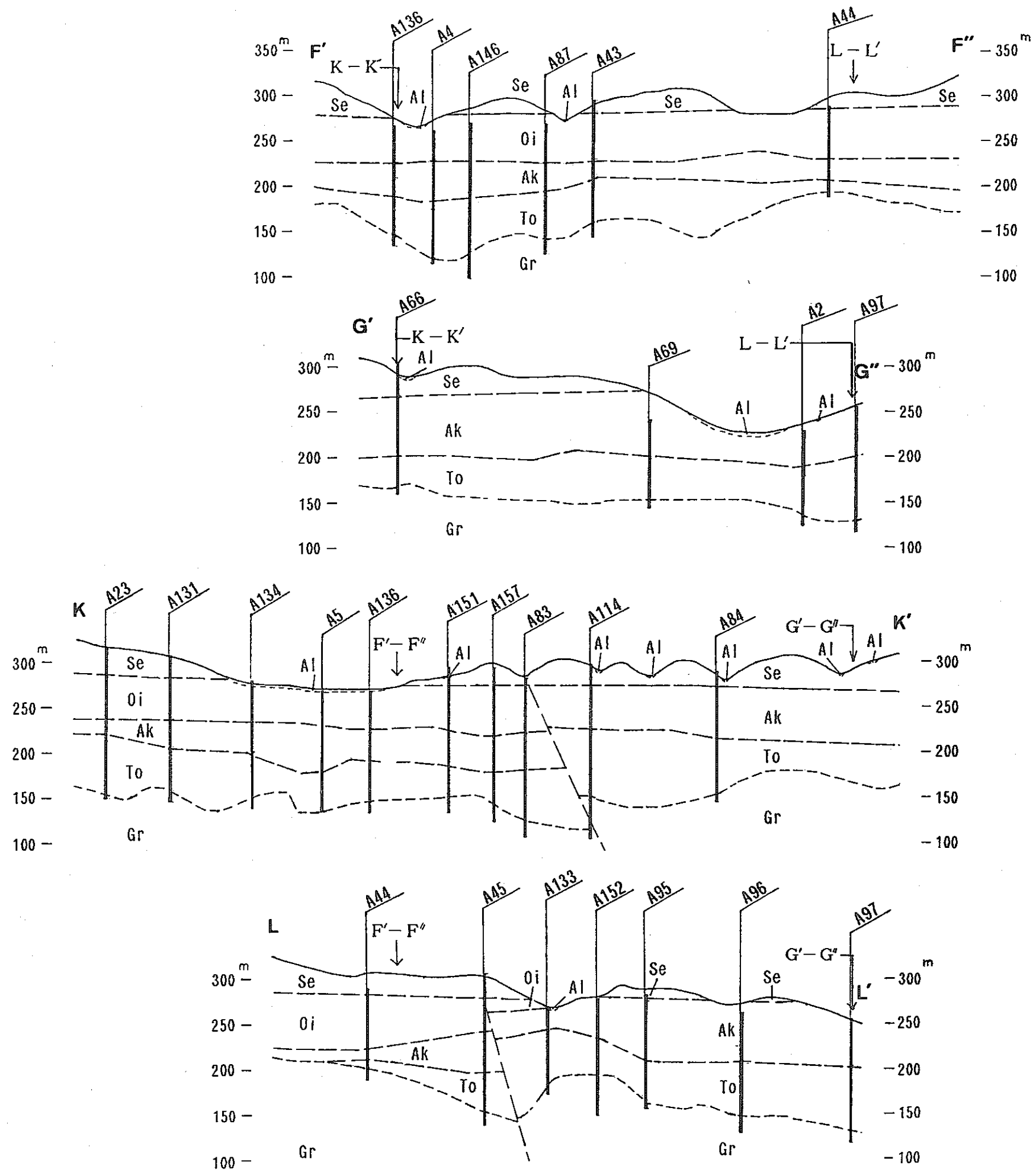


図2.10 J-8 流域断面図

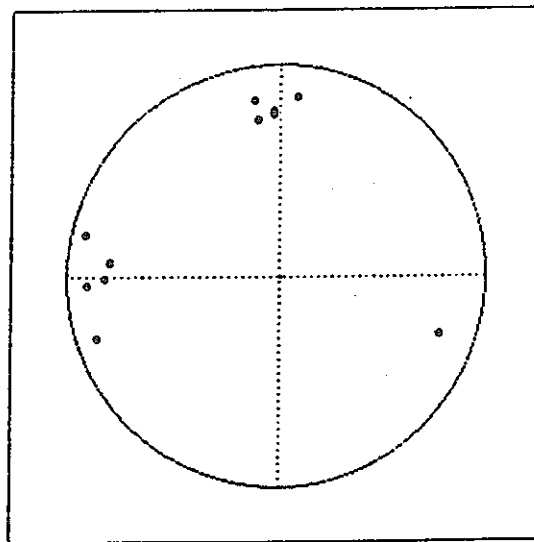


図2.11 明世累層のシュミット・  
ネット下半球投影図

本流域中流部の明世累層・凝灰質砂岩のほぼ垂直の露頭面において、11本の割れ目を測定した。そのシュミット・ネット下半球投影図 2. 11に示す。データ数が少ないが、割れ目の走向・傾斜は、ほぼ E-W・70°~80° S と N-S・70°~80° E の2方向に区分される。露頭近傍には月吉断層が存在するとされており、その走向・傾斜は N70° E・62° S をなす（坑道内のデータ）。E-W 走向・南傾斜の割れ目は断層と類似した方向をなすが、関連性については断定できない。

生俵累層は主に月吉断層の北側に露出・分布するが、流域東部では月吉断層の南側にも僅かに分布する。凝灰質泥岩及びシルト岩が主体であるが、基底には層厚 2 m~9 m の礫岩層及び砂岩層が分布する。基底の粗粒部はボーリングデータによると、厚さは変化するが流域のほぼ全域に存在する。本累層の下位層である明世累層とは不整合関係で接する。不整合面は月吉断層の北側ではほぼ月吉断層に向かって僅かな起伏をもちながら南へ緩傾斜するが、流域東部では断層に近づくと逆に北傾斜となる。この付近では、断層の南側でも若干の北傾斜をなす。本累層の層厚は、月吉断層の北側では 50 m~60 m、南側では 10 m 前後と推定される。

瀬戸層群は、本流域内の地形的高所を占めて広く分布する。礫及び砂を主体とする土岐累層である。含まれる礫は、チャート、花崗岩、及び濃飛流紋岩の中礫~大礫であり、円磨度はよい。その多くはクサリ礫となっている。基質は細粒~粗粒の花崗岩質の砂であり、固結している。流域上流部では、本層群の最下部に炭質物を伴う細粒~粗粒砂岩、泥岩、泥岩が分布する。伴う細粒~粗粒砂岩、泥岩が分布する。

最上流部では礫岩層の下位に、細粒~中粒砂岩層及び泥岩層が 5 m 以上の厚さで認められる（図 2. 12）。境界面は標高約 290 m 付近にある。この細粒部分の厚さは、下位層である生俵累層との不整合面が確認されないため正確には不明であるが、最大でも 10 m と推定される。J-6 地点から本流上流約 180 m の左岸側溪流では、標高約 280 m 付近に上位の礫岩層と下位の厚さ 5 m 前後の泥岩層との境界がある。境界面は N54° E・15° N の走向・傾斜を有する。また、J-6 流域の上流部においても炭質物を伴うルーズな細粒~粗粒砂岩が礫岩層の下位に分布する。その境界は標高約 290 m 付近にあり、細粒部分の厚さは約 10 m 前後である。G-8 流域上流部や本流域北側のゴルフ場内道路には同様の細粒~粗粒砂岩や泥岩の露出があり、この付近一帯には礫岩層の下位に細粒~粗粒砂岩及び泥岩からなる細粒部が、

最大 10 m の厚さで分布すると考えられる。その標高と細粒部の厚さの変化から、細粒部は明世ゴルフ場から G-8 流域上流部にかけて東西方向に一つの堆積地を形成していると推定される。東濃鉦山沈澱池脇切取りにも細粒部の露出がある

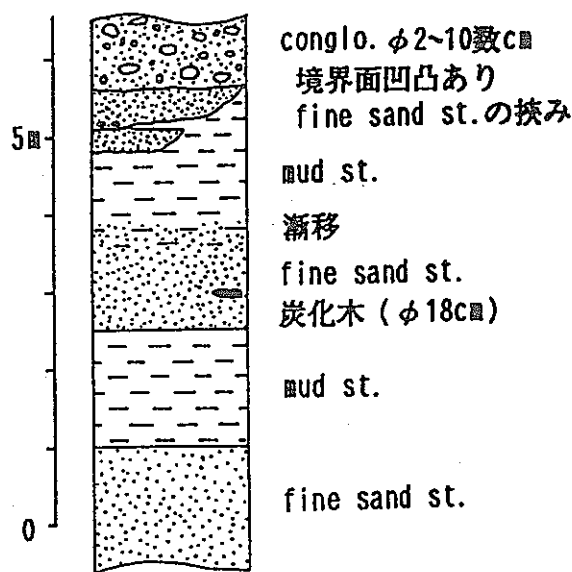


図 2. 12 瀬戸層群最下部の細粒部層

が、ゴルフ場付近の細粒部とは別の堆積地に堆積した層と考えられる。なお、細粒部の露出は断片的であり、また、走向は10m以下と推定され、厚さの変化もあることから、地質図及び断面図には図示していない。本層群の層厚は、礫岩層とその下位の細粒部をあわせて10m～50mと推定される。

沖積層は本流域中では埋谷堆積物として谷沿いに分布する。礫、砂、及び泥の集積体からなる。含まれる礫の種類はチャートが圧倒的に多く、基質を構成する砂及び泥は未固結状態で、ハンマーがつきささる程度に軟質である。本層は中～下流部で幅25m～50mの谷底平坦面を形成している。本層の層厚は本流域内では1m～3m+と推定される。

#### 〔月吉断層〕

月吉断層が本流域のほぼ中央部を東西方向に伸びて通っている。ボーリングデータと東濃鉦山坑道内で確認されているが、本調査ではその露頭を確認できなかった。坑道内での断層の走向・傾斜は、N70° E62° Sであり、断層の南側が北側に対して約30m上昇した逆断層とされている。また、花崗岩と瑞浪層群とが変位しているのみであり、瀬戸層群は影響を受けていないとされている。

### 2.1.5 L-2 流域

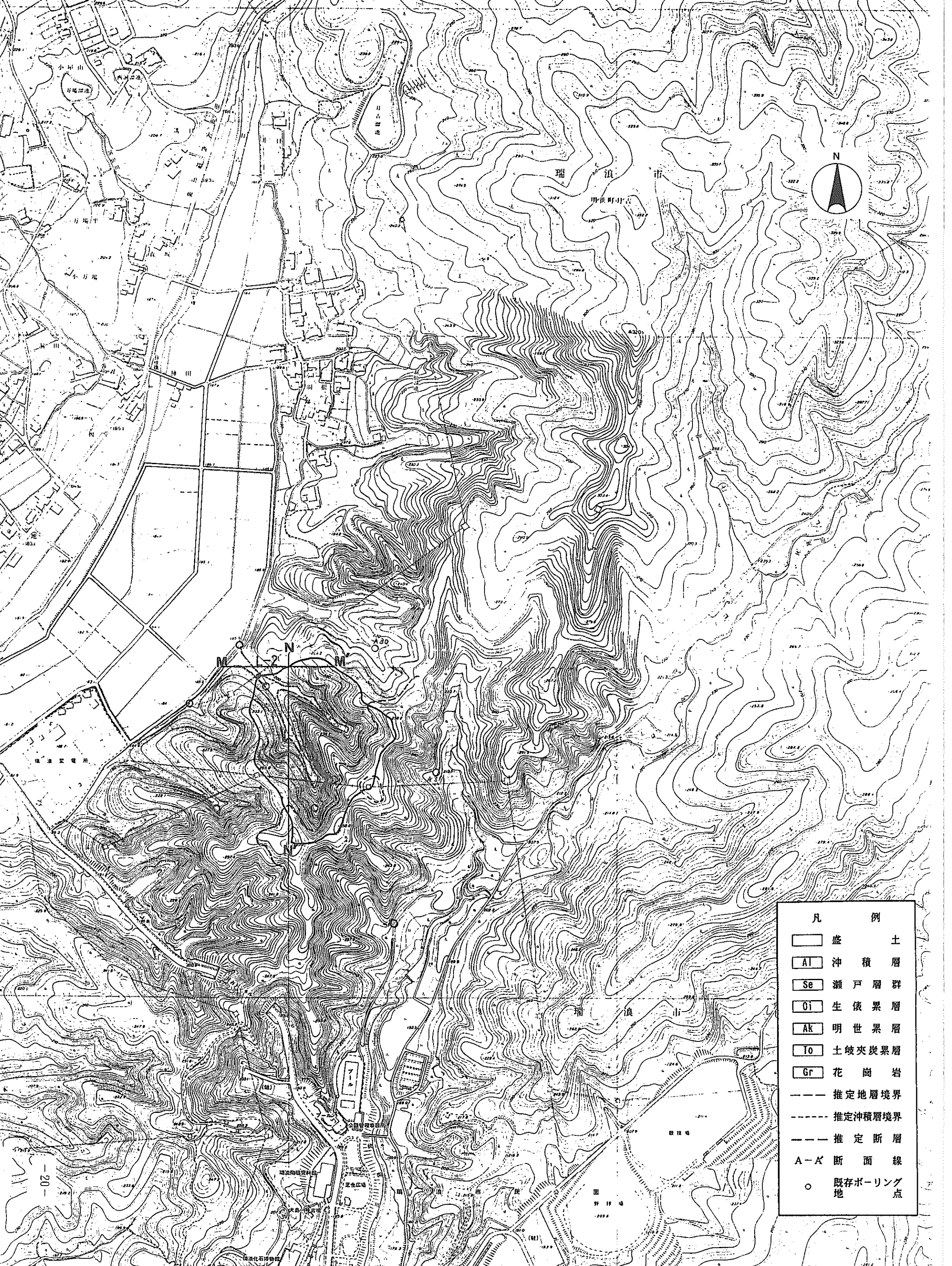
本流域の地質は、図2.13、図2.14に示されるように、下位より花崗岩、瑞浪層群、土岐夾炭累層・明世累層・生俵累層、瀬戸層群、及び沖積層からなる。これらのうち、花崗岩及び土岐夾炭累層は本流域内には露出せず、ボーリングデータによって存在が確認されている。

花崗岩はボーリングデータによると、本流域の基盤として全域に伏在する。中粒の黒雲母花崗岩であり、最上部の厚さ5～10mの部分はコア採取率が悪く、風化が著しいと推定される。基盤面は比較的平坦な面で緩く傾斜するが、南支谷直下で最も深くなることから、南支谷位置にちょうど一致するように、旧チャンネルが存在すると考えられる。

土岐夾炭累層は花崗岩と同様本流域内には露出せず、ボーリングデータによると、ほぼ流域全域に伏在する。本累層は、泥岩、砂岩、及び礫岩から構成され、凝灰質あるいは炭質な部分がある。また、数枚の垂炭層を挟む。水平方向、上下方向に岩相変化が著しい。基盤の花崗岩を不整合で覆い、基底部には層厚10m～28mの基底礫岩層が発達する。本累層の層厚は50m以上あり、旧チャンネル部で最も厚く、100m前後であると推定される。

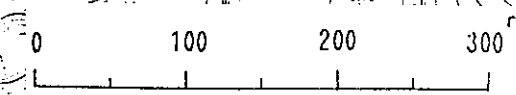
明世累層は流域内の山腹斜面に広く露出する。細粒～粗粒の凝灰質砂岩を主体とし、軽石粒、炭質物、貝化石を含有する。ボーリングデータによると、凝灰質泥岩、軽石凝灰岩を伴う。水平方向、上下方向に岩層変化が著しい。本累層の下位層は土岐夾炭累層であり、それを不整合で覆う。本累層の基底部には、層厚0.3m～3mの基底礫岩層が分布する。不整合面は基盤の花崗岩の傾斜傾向とよく似ており、南支直下で最も深くなると推定される。本累層の層厚は50m～100mと推定される。

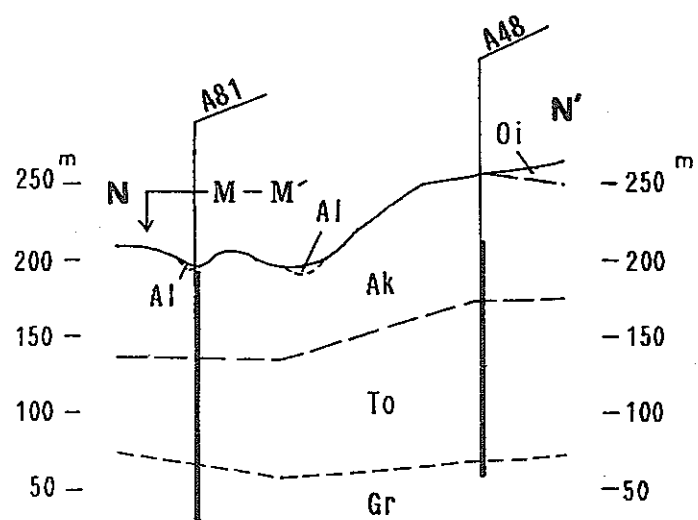
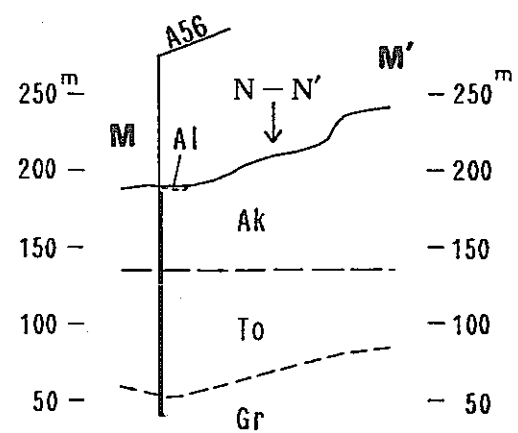
生俵累層は狭間川との分水嶺をなす流域南部の尾根に分布する。主に塊状無層理の凝灰質泥岩であり、暗褐色～暗灰褐色を呈する。サガリテス化石を頻りに含む。風化・乾燥すると細片化し崩れやすくなる。凝灰質泥岩には厚さ2cmの細粒凝灰岩層が挟まれており、その層理面H A N38° E・11Eの走向・傾斜をなす。本累層の下位層である明世



| 凡 例               |                   |
|-------------------|-------------------|
| [Blank Box]       | 盛 土               |
| [Box with 'Al']   | 冲 積 層             |
| [Box with 'Se']   | 瀬 戸 層 群           |
| [Box with 'Oi']   | 生 俵 累 層           |
| [Box with 'Ak']   | 明 世 累 層           |
| [Box with 'To']   | 土 岐 夾 炭 累 層       |
| [Box with 'Gr']   | 花 崗 岩             |
| [Dashed Line]     | 推 定 地 層 界 界       |
| [Dotted Line]     | 推 定 冲 積 層 界 界     |
| [Dash-dot Line]   | 推 定 断 層           |
| [Line with 'A-A'] | 断 面 線             |
| [Circle]          | 既 存 ボ ー リ ン グ 地 点 |

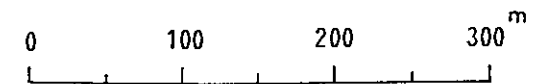
図 2.13 L-2 流域地質図





| 凡 例  |   |
|------|---|
| Al   | 沖 積 層                                     |
| Se   | 瀬 戸 層 群                                   |
| Oi   | 生 俵 累 層                                   |
| Ak   | 明 世 累 層                                   |
| To   | 土 岐 夾 炭 累 層                               |
| Gr   | 花 崗 岩                                     |
| ---  | 推 定 地 層 界 界                               |
| ---  | 推 定 沖 積 層 界 界                             |
| ---  | 推 定 基 盤 線                                 |
| ---  | 推 定 断 層                                   |
| A A' | 断 面 線 起 終 点                               |
| A-A' | 断 面 線 交 点                                 |
| ↓    | 断 面 線 付 近 の 既 存 の ボ ー リ ン グ 位 置 及 び 掘 削 深 |

図2.14 L-2 流域 断面 図





累層とは不整合関係で接し、基底部には層厚約 0.5mの基底れきがんそうが分布する (図 2. 15)。不整合面は数cmオーダーで凹凸をもつもののほぼ平坦であり、凝灰質泥岩に挟まれる細粒凝灰岩の層理面と同一の南西方向に傾斜すると考えられる。本累層の層厚は、約 7 mと推定される。瀬戸層群は、本流域内南東部の尾根上にチャートの円礫が二次的に分布していることから、この付近に局所的に分布すると推定される。礫及び砂を主体とし、層厚は 2 m~3 mと推定される。また、下位の生俵累層との不整合面はほぼ水平と推定される。

沖積層は埋谷堆積物として、谷底に幅 5 m~15m、厚さ 1 m~4 mで分布する。砂及び泥を主体とし、青灰色~黒灰色を呈し、未固結である。本流域の沖積層は、明世累層・生俵累層の風化物をその供給源としているため、礫をほとんど含まない。

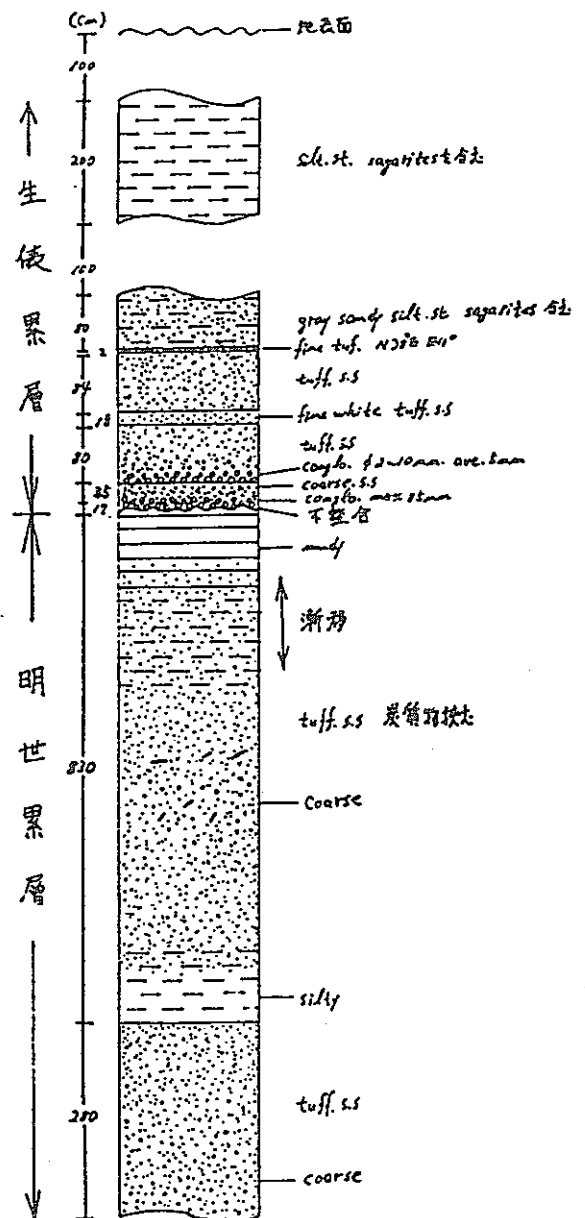


図 2. 15 L-2 流域地質柱状図 (明世累層・生俵累層境界付近)

### 3.1 節理・割れ目系

本調査地域内における数箇所の露頭を対象に、節理・割れ目系の測定を試みた。対象とした露頭は花崗岩4箇所、明世層群2箇所である（図3.1）。表3.1には測定露頭の一覧表を示す。

表3.1 節理・割れ目系測定露頭一覧表

| 露頭番号     | 露頭位置                        | 露頭の地質            | 露頭面の方向      | 節理・割れ目測定数 | 備考      |
|----------|-----------------------------|------------------|-------------|-----------|---------|
| TOUNOU 1 | D-6流域内<br>園戸池下流河床           | 花崗岩              | ほぼ水平        | 6         |         |
| TOUNOU 2 | D-6流域内<br>定林寺湖上流河床          | 花崗岩              | N48° W14° S | 25        |         |
| TOUNOU 3 | D-10流域内賤ヶ<br>洞川中流、道路の<br>り面 | 花崗岩              | N28° W垂直    | 23        | 任意の5m区間 |
| TOUNOU 4 | G-10流域内賤ヶ<br>洞川中流、道路の<br>り面 | 花崗岩              | N4° W垂直     | 22        | 任意の5m区間 |
| TOUNOU 5 | 日吉川東方、L-<br>2北方のN-1流<br>域内  | 明世累層<br>凝灰質砂岩    | N42° W垂直    | 18        | 任意の5m区間 |
| TOUNOU 6 | J-8流域内神之<br>木川沿岸            | 明世累層<br>含軽石凝灰質砂岩 | N39° W垂直    | 11        |         |

測定された節理・割れ目系は、角露頭毎にシュミット・ネット（下半球）に投影して整理した（図3.2）。

#### 1) TOUNOU 1 (図3.2(1))

D-6流域内の園戸池下流、標高約287mの河床に位置する。主要方向は走向N20°W及びN30°Eであり、この2方向の節理がお互いに切断関係にある。節理相互の間隔は、N30°E方向で最大75cm、N20°W方向で47cmである。傾斜はすべて60°~80°Wである。

#### 2) TOUNOU 2 (図3.2(2))

露頭はD-6流域・定林寺湖上流の標高約275mの河床に位置する。露頭面の方向は、N48°W・14°Sの走向・傾斜をなすが、ほぼ水平面である。節理相互の関係をみると、N25°W方向の節理が優勢であり他の節理を切っている。本数的にはN70°~85°W方向の節理が多い。節理が多い。節理相互の間隔は、N25°W方向の節理とそれに平行するものは25cm~136cmであり、N70°~80°Wの節理とそれに平行するものは20cm~65cm、平均で40cmである。

ステレオ投影によると、N25°W・75°EとEW・80°Sに点集中がある。

### 3) TOUNOU 3 (図3. 2(3))

露頭はG-10流域・賤ヶ洞河に沿う道路の切土のり面である。露頭面は垂直3m・水平7mの規模をもつ凹凸はあるがほぼ垂直の面であり、N28°W方向をなす。

シュミット・ネット図にも示すように、N70°~80°E、70°~80°Sの走向・傾斜をもつ節理が優勢である。これに切られる節理はN5°~15°E、80°~85°Nの走向・傾斜を示す。節理間隔は、EW系では約30cm間隔、これに切られる節理では約60cm間隔である。

### 4) TOUNOU 4 (図3. 2(4))

この露頭はTOUNOU 3の上流側100mに位置し、同じく道路沿いの切土のり面である。露頭面はN4°Wの方向をなすほぼ垂直な面であり、その規模は垂直方向約3m・水平方向約15mである。本地点では投影図に示すように、3系統をすべて切っており、ENE-WSSW方向をなす他の2系統では、南傾斜の節理が北傾斜のものを切っている。なお、NW系の節理は10°Wと非常に緩い傾斜をなしている。節理間隔は、ENE-WSSW方向のうち南傾斜のものは9cm~15cm、北傾斜のものは10cm~110cmであり、平均38cmである。

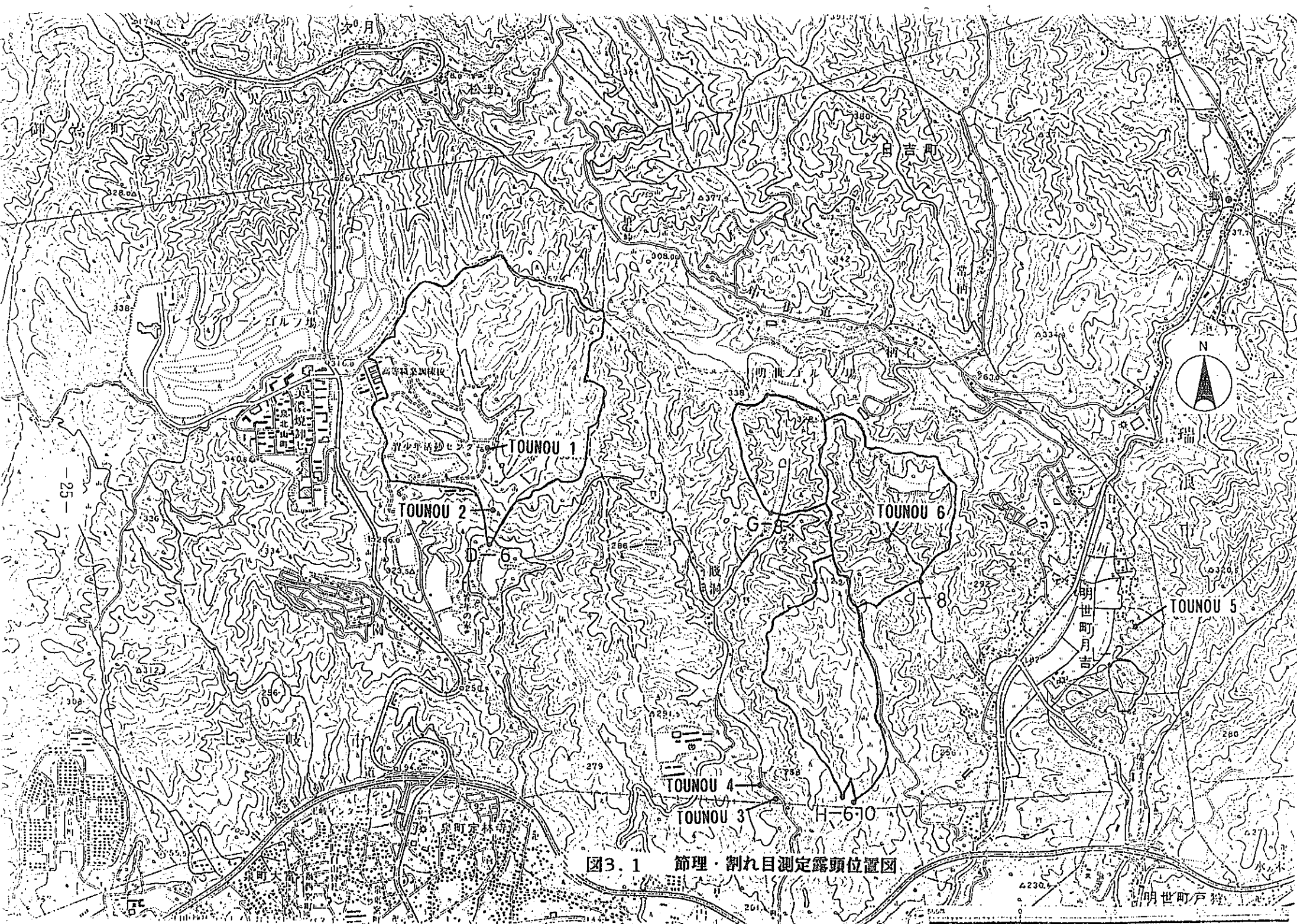
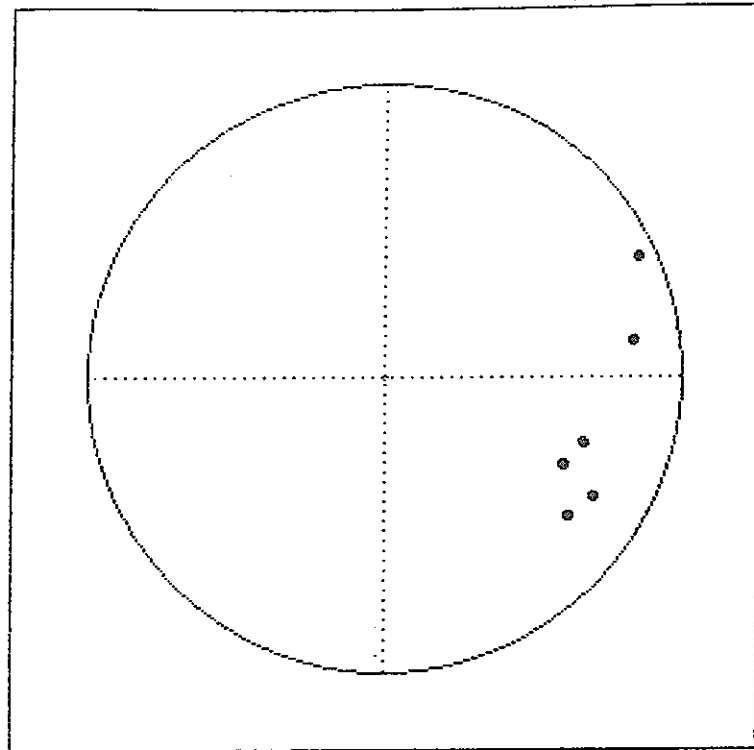


図3.1 節理・割れ目測定露頭位置図

( TOUNOU.1 )

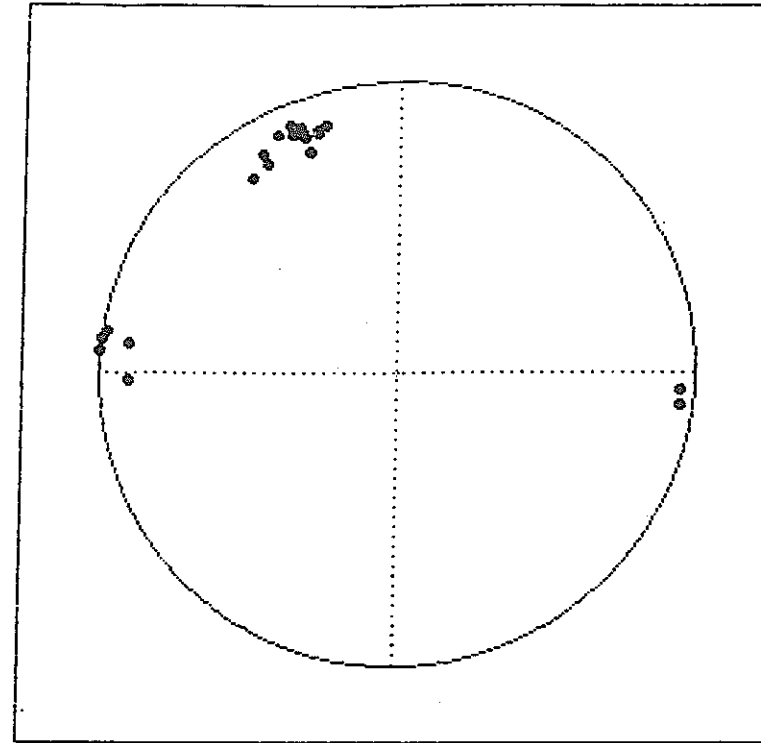
データ総数 6



(1)

( TOUNOU.3 )

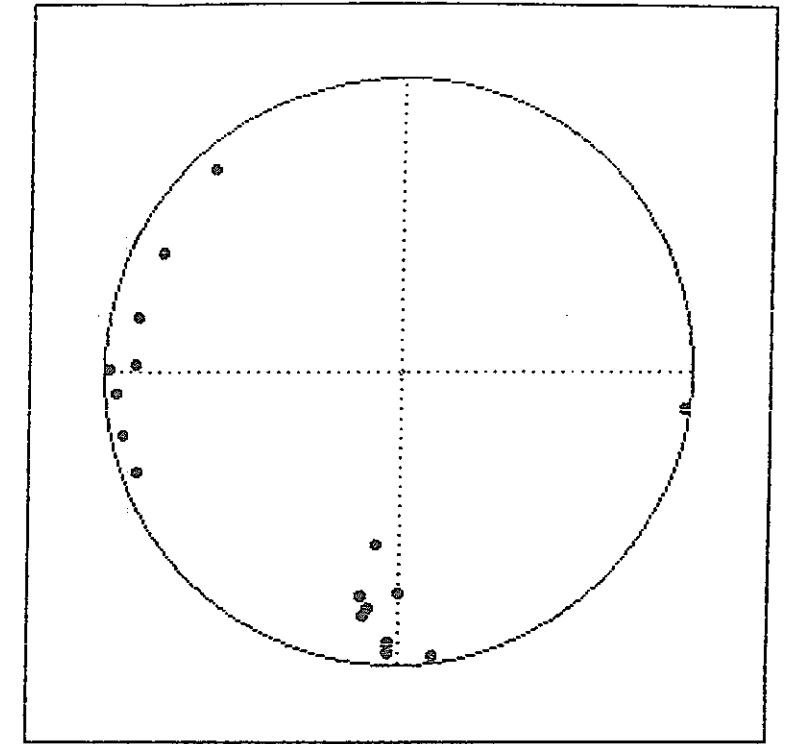
データ総数 23



(3)

( TOUNOU.5 )

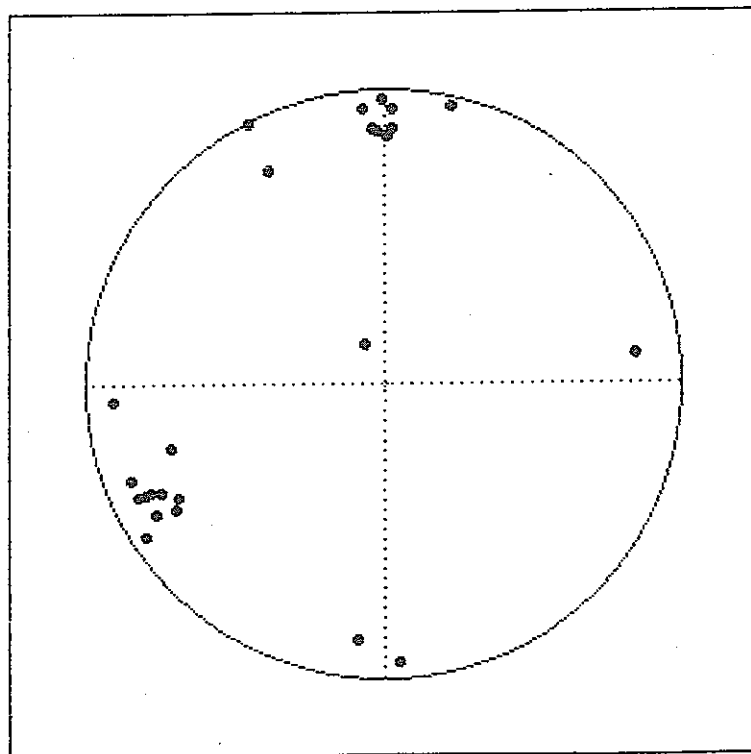
データ総数 18



(5)

( TOUNOU.2 )

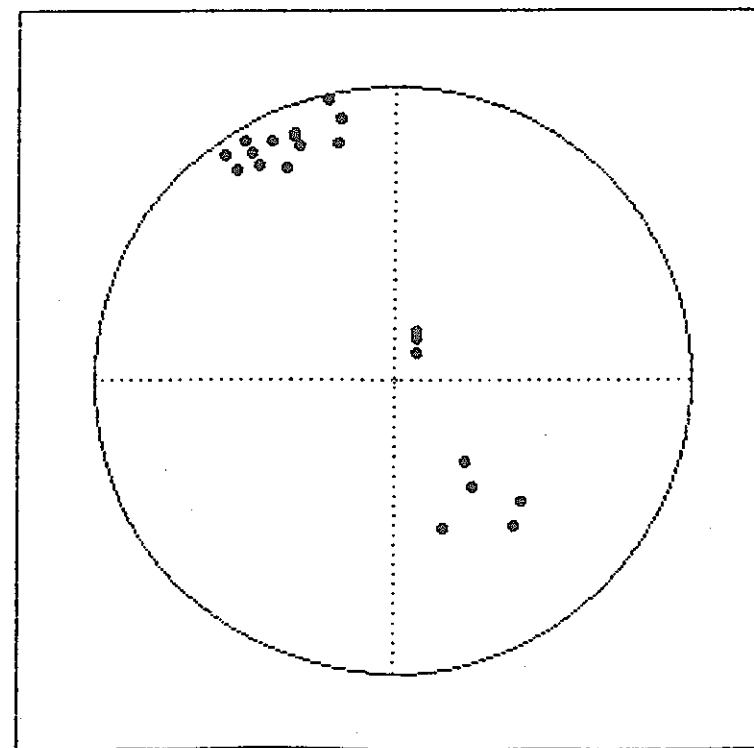
データ総数 25



(2)

( TOUNOU.4 )

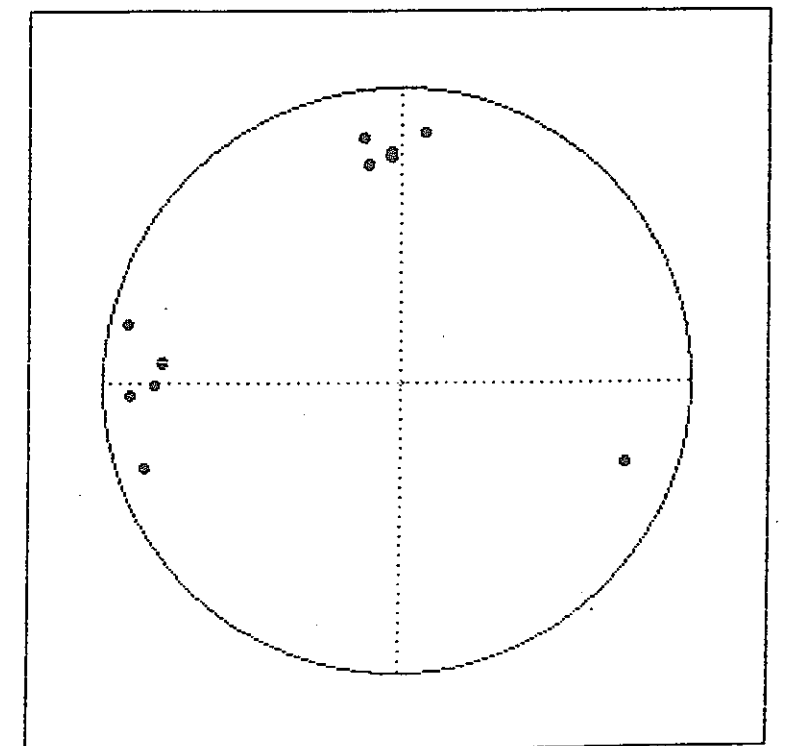
データ総数 22



(4)

( TOUNOU.6 )

データ総数 11

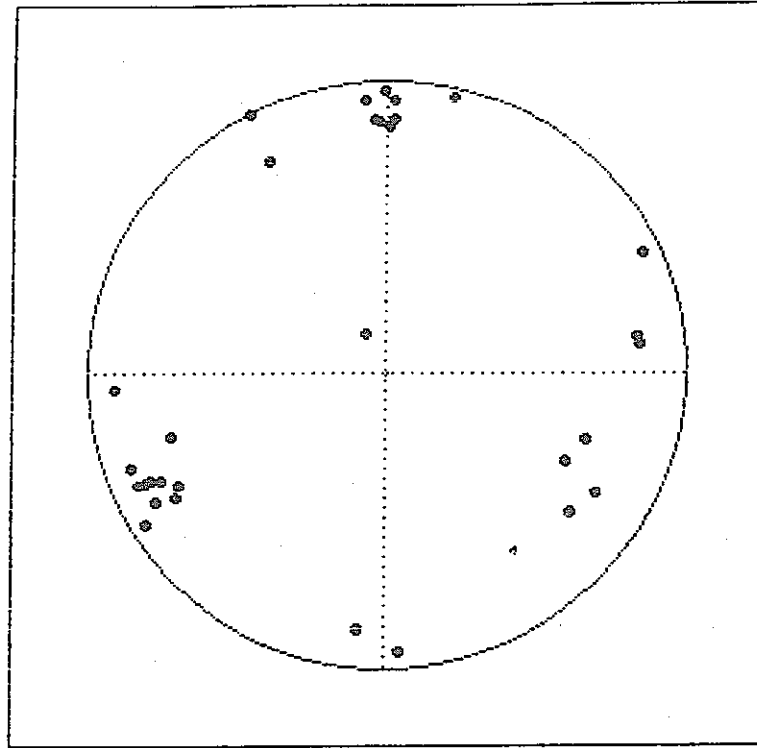


(6)

図3.2 露頭ごとの節理・割れ目のステレオ投影図

( TOUNOU.A )

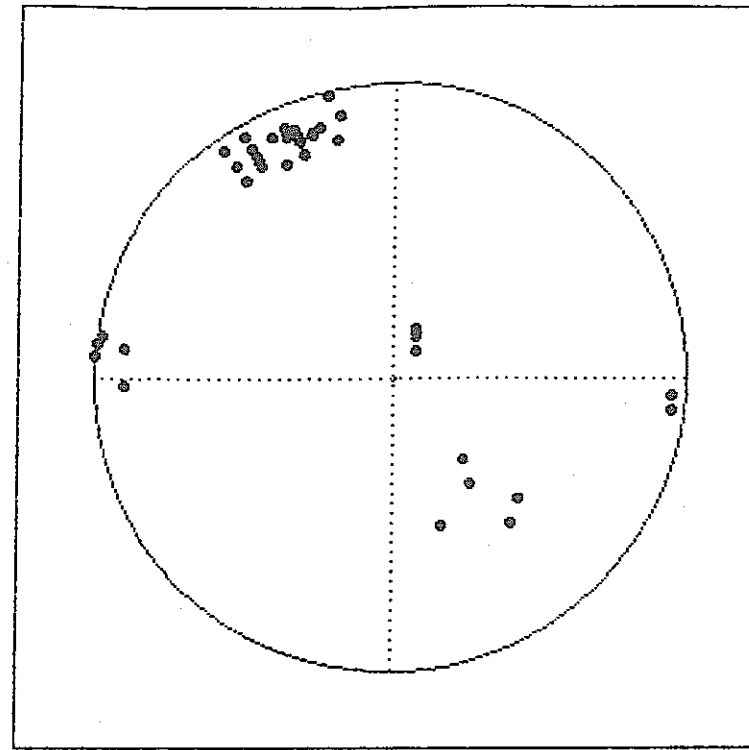
データ総数 31



(1)

( TOUNOU.34 )

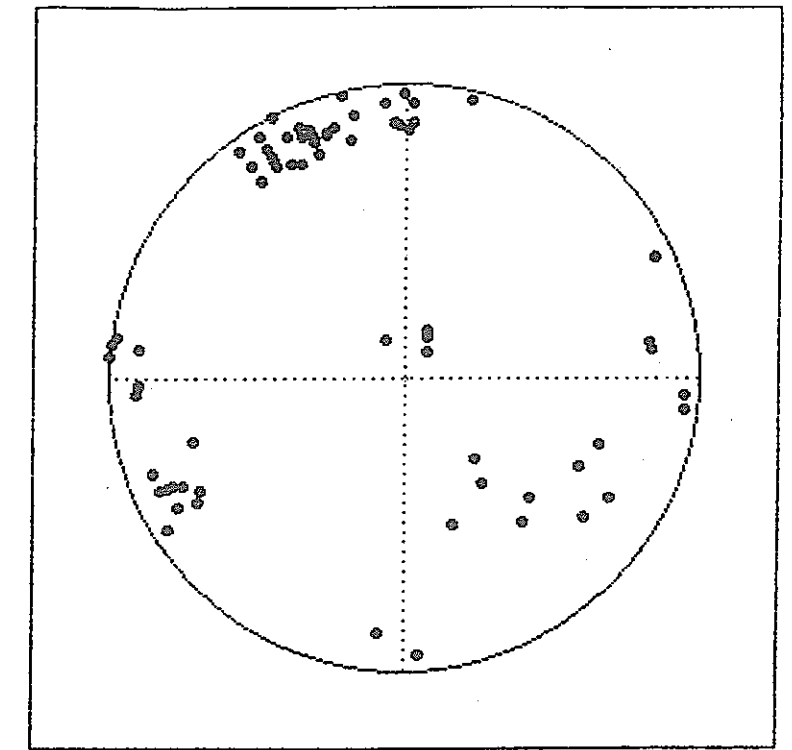
データ総数 45



(2)

( TOUNOU.C )

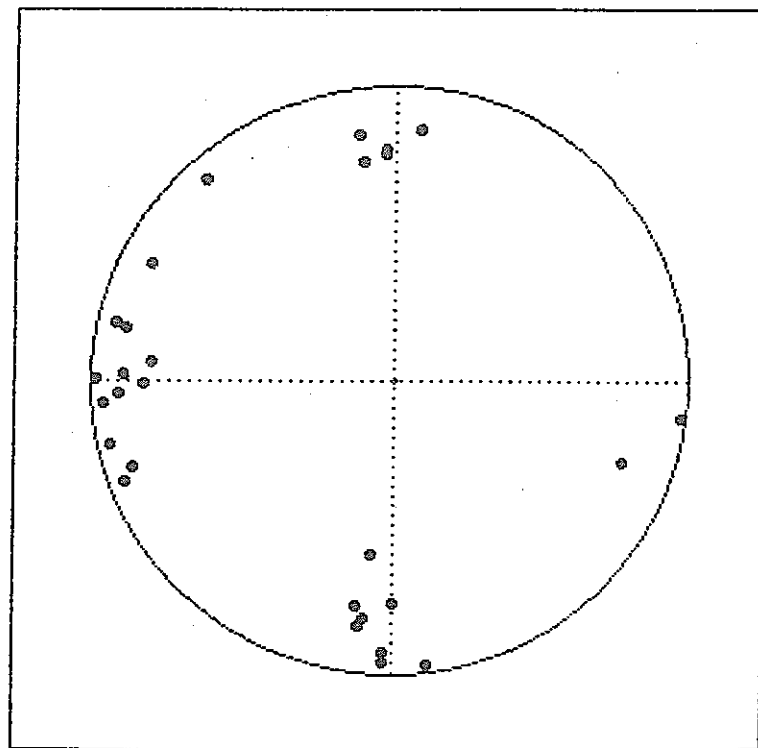
データ総数 76



(3)

( TOUNOU.56 )

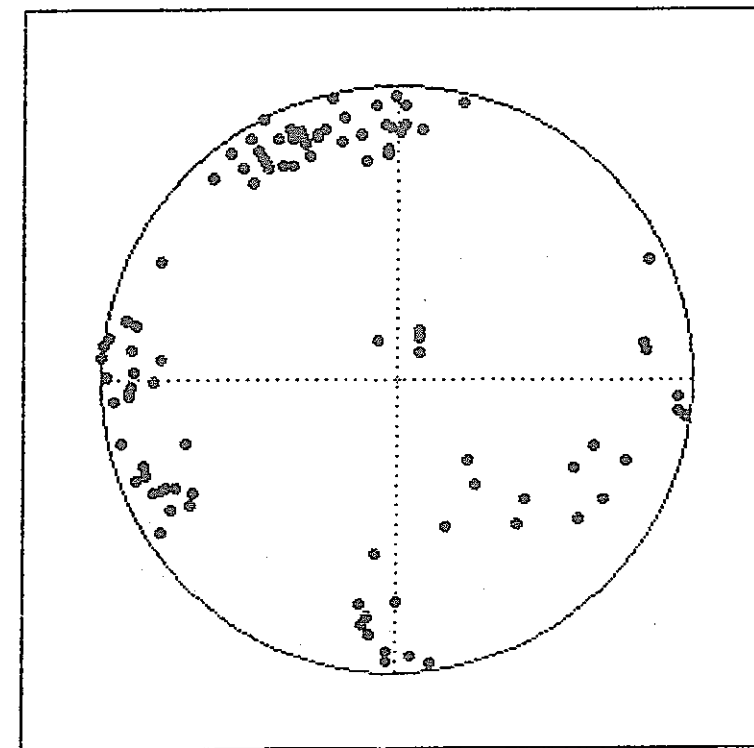
データ総数 29



(4)

( TOUNOU.D )

データ総数 105



(5)

図3.3 露頭を共通点でまとめた節理・割れ目のステレオ投影図

5) TOUNOU 5 (図3. 2(5))

この露頭は、L-2流域の北約250mにあるN-1流域に位置し、明世累沿うの凝灰質砂岩からなる。露頭面は、ほぼ垂直な面であり、 $N42^{\circ}W$ の方向をなす。本露頭における優勢な割れ目はNS方向で東へ急傾斜するものであり、この他にはEW方向・ $50^{\circ}N$ ～垂直のものがある。投影図に示すように、NS方向の割れ目はあまり集中性がない。割れ目相互の間隔は、NS方向では12cm～115cm、平均約60cm、EW方向では25cm～125cm、平均で約70cmである。

6) TOUNOU 6 (図3. 2(6))

この露頭は、J-8流域中流部に位置し、明世累層中の含軽石凝灰質砂岩からなる。露頭面 $N39^{\circ}W$ の方向をなし、露頭面は垂直である。投影図に示すように、EW走向・ $70^{\circ}$ 前後S傾斜と、NS走向・ $70^{\circ}$ 前後E傾斜の2つの系統に大別される。

以上、各露頭毎の節理・割れ目系の傾向を述べたが、次に互いに共通点を持つ露頭の節理を組み合わせた結果を示す(図3. 3)。露頭相互との共通点としては、次に示す①～⑤の項目を設定した。

- ① ほぼ水平面を示す花崗岩の露頭に現れる節理……TOUNOU A (TOUNOU 1及び2)
- ② ほぼ垂直面を示す花崗岩の露頭に現れる節理……TOUNOU 34 (TOUNOU 3及び4)
- ③ 花崗岩に現れる節理……TOUNOU C (TOUNOU 1～2)
- ④ 明世累層の凝灰質砂岩に現れる割れ目……TOUNOU 56 (TOUNOU 5及び6)
- ⑤ 節理・割れ目を測定した6露頭のデータを  
全てまとめたもの……TOUNOU D (TOUNOU 1～6)

① TOUNOU A (図3. 3(1))

節理数は31本である。 $N30^{\circ}W \cdot 80^{\circ}E$ 、 $E-W \cdot 80^{\circ}S$ に点集中がある。 $N-S \cdot 60^{\circ}W$ 付近にも数点あるが集中性には欠ける。

② TOUNOU 34 (図3. 3(2))

節理数は45本である。測定数の40%が $N65^{\circ}E \cdot 80^{\circ}S$ に集中し、この他に $N-S \cdot 90^{\circ}$ 前後に点集中がある。 $40^{\circ}$ 以下の比較的緩傾斜の節理が数点あるが、露頭面が垂直であるために測定できた面である。

③ TOUNOU C (図3. 3(3))

花崗岩での測定節理を合算したものであり、節理数は合計76本となる。TOUNOU34で著しい $N65^{\circ}W \cdot 80^{\circ}S$ や、TOUNOU Aの $E-W \cdot 80^{\circ}S$ と一緒にあって一群を形成し、 $E-W \sim WNW-ESE$ 方向の集中域となる。TOUNOU Aの $N30^{\circ}W \cdot 80^{\circ}E$ はそのまま集中域を形成しているが、 $N-S$ 方向があわさることにより、明瞭性はやや落ちる。この他に $NE-SW$ 方向・ $30^{\circ} \sim 80^{\circ}NW$ 傾斜の節理が散在する。

④ TOUNOU 56 (図3. 3(4))

明世累層で測定した割れ目を合算したものであり、測定数は29本である。 $N-S \cdot 80^{\circ}E \sim 90^{\circ}$ 、 $E-W \cdot N$ 及び $S$ に急傾斜、に集中域がある。

⑤ TOUNOU D (図3. 3(5))

本調査で測定した節理・割れ目系をすべて図示した。測定数は合計105本である。 $E-W \sim WNW-ESE$ 方向と $N-S \sim NNW-SSE$ 方向に集中域があるが、やや幅をもっている。明世層群で測定された割れ目方向は、花崗岩の節理と傾向的には類似す

るが、走向方向でやや東 ( $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ) へ振っているといえる。

月吉断層の走向・傾斜は、抗内で  $N70^{\circ} E \cdot 62^{\circ} S$  とされている。TOUNOU Cで顕著に現われる節理面の点集中は  $N66^{\circ} E \cdot 80^{\circ} S$  であり、月吉断層の面方向と比較的良く一致する。明世層群のそれとは走向方向で  $20^{\circ}$  のずれがあり、やはり東へ振っている。

測定数が少ないため確定的なことはいえないが、花崗岩と明世累層における類似性、あるいは調和的な東へのずれ、月吉断層と花崗岩節理のうちの一方向との類似性、明世累層中を月吉断層が通るとされる推定地点近傍における割れ目と断層方向との違い、の3点が、鉱床周辺地域に共通することであるか、あるいはサンプルの質・量に問題があることなのか、今後解明していく必要がある。

#### 4. 渇水期の河川流量および電気伝導度

流量調査および電気伝導度の測定は、降水量が本地域で最も少ない時期で、天候の安定する1月下旬から2月上旬にかけて実施した。(測定結果および、測点から上流の流域面積の計測値、流出高等を表4.1 (1)～(5)まとめた。)

昭和62年の年間降水量 (1383mm) は、美濃加茂地方で平年の6割程度と、昨年 (昭和62年) は降水量の少ない年であった。

今後、水循環を考える上で重要である降水量および、蒸発散量を把握するため、気象観測データの積み上げが必要となる。また、流出解析等をおこなっていく上でも気象観測データは欠くことが出来ない。具体的には、雨量計、温度計、湿度計、風速計、日射日照計等が必要であり、特に雨量計については、地形条件 (例えば斜面の向き、高度、尾根部、谷部) 等により雨の降り方が異なること、集中豪雨時等には雨量の偏在性が顕著な場合がある等の事実から、ある程度の密度で設置する必要がある。また、蒸発散量を直接計測する方法にライシメータを使う方法があるが、地下水面との位置関係、植生の違い等による土壌水分量の相違により、測定値も異なってくるため、様々な条件でライシメータを設置する必要性が生じる。

##### 4.1 調査方法

測定地点は、地層の境界付近、河川の合流部等を選び、流量の多い8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。測定は一点につき3回以上行い、安定した流速が得られたことを確認した上で終了した。

その他の比較的流量の少ない溪流については、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び、河床にビニールシートを敷きつめ、河床とシートの間を粘土で埋めて漏水を防ぎ、流水を一点に導いたうえで、バケツ・ポリ袋で流水を受け、注水時間を計時し、採水した水量をビーカー・メスシリンダーで計量し、流量を求めるという方法を用いた (図4.2)。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、断面層から流量を計算する手法と比較し、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。



表 4. 2 (1) 流量測定結果総括表

| 番 号  | 日 付  | 流 量    |                       | 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 電気伝導度<br>( $\mu$ s/cm) | 流出高<br>(mm/day) | 区間流出高<br>(mm/day) | 比 流 量<br>(m <sup>3</sup> /sec/100km <sup>2</sup> ) | 瀬戸層群体積<br>( $\times 10^{-5}$ km <sup>3</sup> ) | 沖積層体積<br>( $\times 10^{-5}$ km <sup>3</sup> ) |
|------|------|--------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|--|--|---|
|      |      | (l/s)  | (m <sup>3</sup> /day) |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| A-1  | 1/30 | 14.15  | 1,222.55              | 1.2310                     | 14                     | 0.9932          |                   | 1.1495   | 2925.77  | 0.00  |
|      |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| B-1  | 1/29 | 0.71   | 61.38                 | 0.2263                     | 12                     | 0.2713          |                   | 0.3137   | 226.28   | 0.00  |
| B-21 |      | (0.51) | (44.15)               | 0.3345                     | —                      |                 |                   | 0.1525   |  |   |
| B-2  | 1/30 | 1.22   | 105.50                | 0.5607                     | 15                     | 0.1881          | 0.1320            | 0.2176   | 247.87   | 0.00  |
|      |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| C-1  | 1/29 | —      | —                     | 0.4363                     | 12                     | —               |                   |  | 787.56   | 0.00  |
| C-2  | 1/29 | 3.26   | 281.23                | 0.4994                     | 10                     | 0.5631          |                   | 0.6528   | 897.68   | 0.00  |
| C-32 |      | (0.35) | (30.48)               | 0.9725                     | —                      |                 | 0.3134            | 0.0360   |  |   |
| C-3  | 1/30 | 6.78   | 586.04                | 1.4720                     | 18                     | 0.3981          |                   | 0.4606   | 1057.61  | 0.00  |
|      |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| D-1  | 1/26 | 0.25   | 21.34                 | 0.0677                     | 12                     | 0.3152          |                   | 0.3693   | 141.68   | 0.17  |
| D-2  | 1/26 | 1.44   | 124.28                | 0.3472                     | 12                     | 0.3579          |                   | 0.4147   | 898.80   | 4.15  |
| D-3  | 1/26 | 0.87   | 75.43                 | 0.1144                     | 11                     | 0.6596          |                   | 0.7605   | 194.63   | 1.04  |
| D-4  | 1/26 | 0.27   | 23.54                 | 0.1625                     | 14                     | (0.1448)        |                   | 0.1662   | 328.26   | 1.97  |
| D-5  | 1/26 | 1.16   | 100.14                | 0.2839                     | 19                     | 0.3528          |                   | 0.4086   | 749.89   | 5.31  |
| D-6  | 1/25 | 13.36  | 1,153.96              | 1.3640                     | 18                     | 0.8463          |                   | 0.8749   | 3773.23  | 27.34   |
| D-7  | 1/25 | 0.36   | 31.19                 | 0.1105                     | (53)                   | 0.2824          |                   | 0.3258   | 314.90   | 0.00  |
| D-8  | 1/26 | 26.21  | 2,264.80              | 3.2815                     | (62)                   | 0.6901          |                   | 0.7609   | 1,0012.44                                      | 71.00   |
|      |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |

表4.2 (2) 流量測定結果総括表

| 番号   | 日付   | 流量     |                       | 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 電気伝導度<br>( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | 流出高<br>(mm/day) | 区間流出高<br>(mm/day) | 比流量<br>(m <sup>3</sup> /sec/100km <sup>2</sup> ) | 瀬戸層群体積<br>( $\times 10^{-5}\text{km}^3$ ) | 沖積層体積<br>( $\times 10^{-5}\text{km}^3$ ) |
|------|------|--------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------|--|---|--|
|      |      | (l/s)  | (m <sup>3</sup> /day) |                            |                                      |                 |                   |  |   |  |
| E-1  | 1/25 | 1.13   | 97.55                 | 0.3314                     | 18                                   | 0.2943          |                   | 0.3410   | 510.76                                    | 0.00                                     |
| E-21 | 1/25 | (0.33) | (28.43)               | 0.0626                     | —                                    |                 | 0.4542            | 0.5272   |   |  |
| E-2  | 1/25 | 1.46   | 125.97                | 0.3940                     | 19                                   | 0.3197          |                   | 0.3706   | 525.98                                    | 0.00                                     |
|      |      |        |                       |                            |                                      |                 |                   |  |   |  |
| F-1  | 1/28 | 0.96   | 84.33                 | 0.2316                     | (54)                                 | 0.3641          |                   | 0.4231   | 334.42                                    | 0.00                                     |
| G-1  | 1/24 | —      | —                     | —                          | 17                                   | —               |                   |  | 0.00                                      | 0.00                                     |
| G-2  | 1/24 | —      | —                     | —                          | 27                                   | —               |                   |  | 0.00                                      | 0.00                                     |
| G-3  | 1/24 | —      | —                     | —                          | 18                                   | —               |                   |  | 0.00                                      | 0.00                                     |
| G-4  | 1/24 | —      | —                     | —                          | 19                                   | —               |                   |  | 0.00                                      | 0.00                                     |
| G-5  | 1/24 | 0.23   | 20.13                 | 0.0602                     | 19                                   | 0.3344          |                   | 0.3821   | 126.18                                    | 0.00                                     |
| G-6  | 1/24 | 0.12   | 10.63                 | 0.0422                     | 18                                   | 0.2518          |                   | 0.2844   | 76.15                                     | 0.00                                     |
| G-7  | 1/24 | 0.05   | 4.72                  | 0.0189                     | 30                                   | 0.2496          |                   | 0.2757   | 42.42                                     | 0.10                                     |
| G-87 | 1/24 | (0.54) | (46.48)               | 0.2244                     | —                                    |                 | 0.1995            | 0.2406   |   |  |
| C-8  | 1/24 | 0.59   | 51.24                 | 0.2528                     | 34                                   | 0.2027          |                   | 0.2334   | 487.53                                    | 6.20                                     |
| C-9  | 1/24 | 4.69   | 404.87                | 1.5589                     | (121)                                | 0.2597          |                   | 0.3009   | 3127.15                                   | 61.20                                    |
| C-10 | 1/24 | —      | —                     | 2.3793                     | (78)                                 | —               |                   |  | 4139.63                                   | 0.00                                     |
|      |      |        |                       |                            |                                      |                 |                   |  |   |  |
| H-1  | 1/21 | 0.33   | 28.86                 | 0.0572                     | 15                                   | 0.5043          |                   | 0.5769   | 128.99                                    | 0.33                                     |
| H-2  | 1/21 | 0.40   | 34.94                 | 0.0650                     | 15                                   | 0.5377          |                   | 0.6154   | 138.91                                    | 0.34                                     |
| H-31 | 1/21 | (0.07) | (5.88)                | 0.0112                     | —                                    |                 | 0.5236            | 0.6250   |   |  |
| H-3  | 1/21 | 0.40   | 34.73                 | 0.0684                     | 16                                   | 0.5074          |                   | 0.5848   | 141.52                                    | 0.34                                     |
| H-4  | 1/21 | 0.94   | 81.04                 | 0.1637                     | 16                                   | 0.4949          |                   | 0.5742   | 387.12                                    | 2.76                                     |
| H-5  | 1/21 | 1.34   | 115.78                | 0.2322                     | 16                                   | 0.4986          |                   | 0.5771   | 528.64                                    | 3.10                                     |

表 4. 2 (3) 流量測定結果総括表

| 番 号  | 日 付  | 流 量     |                       | 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 電気伝導度<br>( $\mu$ s/cm) | 流出高<br>(mm/day) | 区間流出高<br>(mm/day) | 比 流 量<br>(m <sup>3</sup> /sec/100km <sup>2</sup> ) | 瀬戸層群体積<br>( $\times 10^{-5}$ km <sup>3</sup> ) | 沖積層体積<br>( $\times 10^{-5}$ km <sup>3</sup> ) |
|------|------|---------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|--|--|---|
|      |      | (l/s)   | (m <sup>3</sup> /day) |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| H-65 | 1/21 | (0.34)  | (29.72)               | 0.0779                     | —                      |                 | 0.3815            | 0.4365   |  |   |
| H-6  | 1/21 | 1.68    | 145.50                | 0.3101                     | 16                     | 0.4691          |                   | 0.5418   | 574.45   | 3.58  |
| H-7  | 1/19 | 0.19    | 16.13                 | 0.1754                     | —                      | (0.0920)        |                   | 0.1083   | 385.67   | 5.48  |
| H-87 |      | (0.23)  | (19.70)               | 0.0082                     | —                      |                 | (2.4023)          | 2.8049   |  |   |
| H-8  | 1/21 | 0.42    | 35.86                 | 0.1836                     | 15                     | 0.1953          |                   | 0.2288   | 392.24   | 5.84  |
| H-98 |      | (-0.05) | (-4.58)               | 0.0164                     | —                      |                 | -0.2792           | -0.3049  |  |   |
| H-9  | 1/19 | 0.36    | 31.25                 | 0.2001                     | —                      | 0.1562          |                   | 0.1799   | 395.33   | 6.21  |
| H-19 |      | (-0.07) | (-5.79)               | 0.0203                     | —                      |                 | -0.2852           | -0.3448  |  |   |
| H-10 | 1/19 | 0.29    | 25.47                 | 0.2203                     | —                      | 0.1156          |                   | 0.1316   | 395.63   | 6.21  |
| H-11 | 1/19 | 1.99    | 171.63                | 0.7279                     | 21                     | 0.2358          |                   | 0.2734   | 970.08   | 3.27  |
| H-20 |      | (0.01)  | (0.69)                | 0.1975                     | —                      |                 | 0.0035            | 0.0051   |  |   |
|      |      |         |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| I-1  | 2/1  | 0.02    | 1.79                  | 0.0194                     | 137                    | 0.0924          |                   | 0.1031   | 0.00   | 0.00  |
| I-2  | 2/1  | 0.01    | 0.80                  | 0.0111                     | 102                    | 0.0722          |                   | 0.0901   | 0.00   | 0.00  |
|      |      |         |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| J-1  | 1/24 | —       | —                     | 0.0062                     | (122)                  | —               |                   |  | 0.00   | 0.00  |
| J-2  | 1/24 | 0.02    | 1.63                  | 0.0185                     | (50)                   | (0.0880)        |                   | 0.1081   | 53.10  | 0.19  |
| J-3  | 1/24 | —       | —                     | 0.0075                     | (77)                   | —               |                   |  | 0.00   | 0.00  |
| J-4  | 1/24 | 0.03    | 2.94                  | 0.0351                     | (48)                   | (0.0837)        |                   | 0.0855   | 99.87  | 0.23  |
| J-54 | 1/24 | (0.15)  | (13.05)               | 0.0050                     | —                      |                 | (2.5885)          | 3.0000   |  |   |
| J-5  | 1/24 | 0.19    | 15.98                 | 0.0402                     | 62                     | 0.3978          |                   | 0.4726   | 112.83   | 0.43  |
| J-6  | 1/24 | 0.16    | 14.08                 | 0.0405                     | 48                     | 0.3473          |                   | 0.3951   | 62.65  | 0.41  |
| J-7  | 1/24 | 1.65    | 142.13                | 0.4653                     | 88                     | 0.3055          |                   | 0.3546   | 648.03   | 7.08  |

表 4. 2 (4) 流量測定結果総括表

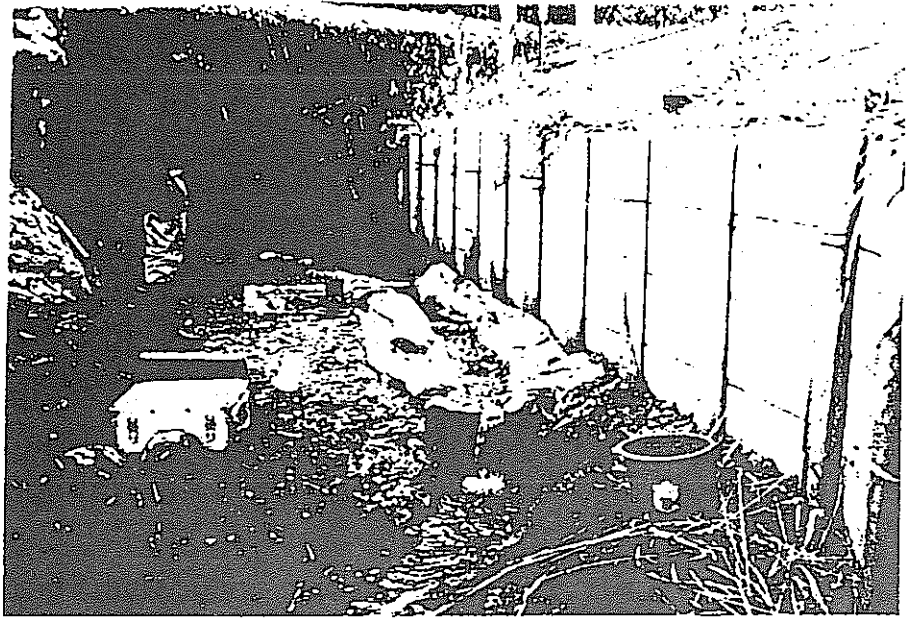
| 番 号  | 日 付  | 流 量    |                       | 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 電気伝導度<br>( $\mu$ S/cm) | 流出高<br>(mm/day) | 区間流出高<br>(mm/day) | 比 流 量<br>(m <sup>3</sup> /sec/100km <sup>2</sup> ) | 瀬戸層群体積<br>( $\times 10^{-5}$ km <sup>3</sup> ) | 沖積層体積<br>( $\times 10^{-5}$ km <sup>3</sup> ) |
|------|------|--------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|--|--|---|
|      |      | (l/s)  | (m <sup>3</sup> /day) |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| J-87 |      | (0.35) | (30.15)               | 0.0696                     | —                      |                 | 0.4332            | 0.5029   |  |   |
| J-8  | 2/1  | 1.99   | 172.24                | 0.5349                     | 75                     | 0.3220          |                   | 0.3720   | 728.18   | 8.43  |
| J-98 |      | (1.30) | (111.89)              | 0.2815                     | —                      |                 | 0.3975            | 0.4618   |  |   |
| J-9  | 1/24 | 3.29   | 284.17                | 0.8164                     | 78                     | 0.3481          |                   | 0.4030   | 2016.52  | 10.75   |
|      |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| K-1  | 1/27 | 0.09   | 8.10                  | 0.0865                     | 322                    | 0.0936          |                   | 0.1040   | 0.00   | 0.00  |
|      |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| L-1  | 1/27 | —      | —                     | 0.0197                     | 513                    | —               |                   |  | 0.00   | 0.00  |
| L-2  | 1/27 | 0.08   | 6.91                  | 0.0396                     | 448                    | 0.1746          |                   | 0.2020   | 0.00   | 0.30  |
|      |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| M-1  | 1/27 | —      | —                     | 0.0064                     | 211                    | —               |                   |  | 0.00   | 0.00  |
|      |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| N-1  | 1/27 | 0.004  | 0.38                  | 0.0049                     | 430                    | 0.0772          |                   | 0.0816   | 0.50   | 0.00  |
|      |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| O-1  | 1/27 | —      | —                     | 0.0185                     | 31                     | —               |                   |  | 12.92  | 0.00  |
|      |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  | 0.00   | 0.00  |
| P-1  | 1/27 | 0.24   | 20.48                 | 0.0743                     | 50                     | 0.2757          |                   | 0.3230   | 53.10  | 0.19  |
|      |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  | 0.00   | 0.00  |
| Q-1  | 1/27 | 0.55   | 47.87                 | 0.1696                     | 49                     | 0.2822          |                   | 0.3243   | 99.87  | 0.23  |
| Q-21 | 1/27 | (0.35) | (30.50)               | 0.0792                     | —                      |                 | 0.3851            | 0.4419   |  |   |
| Q-2  | 1/27 | 0.91   | 78.36                 | 0.2488                     | 49                     | 0.3149          |                   | 0.3658   | 400.10   | 0.00  |
| Q-32 |      | (0.30) | (25.83)               | 0.0704                     | —                      |                 | 0.3668            | 0.4261   |  |   |
| Q-3  | 1/31 | 1.21   | 104.20                | 0.3193                     | 50                     | 0.3264          |                   | 0.3790   | 434.49   | 0.00  |

表4.2 (5) 流量測定結果総括表

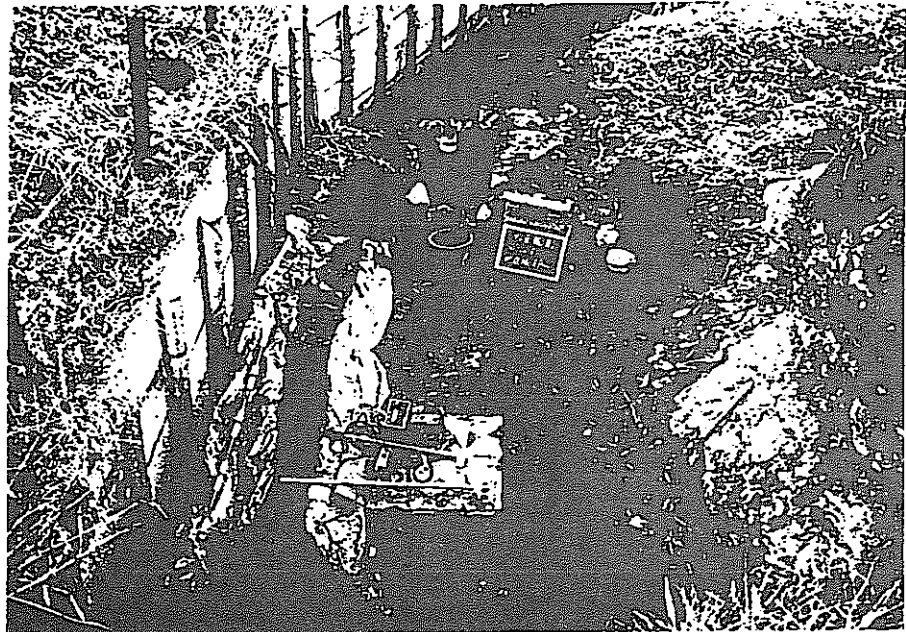
| 番 号  | 日 付  | 流 量    |                       | 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 電気伝導度<br>( $\mu$ S/cm) | 流出高<br>(mm/day) | 区間流出高<br>(mm/day) | 比 流 量<br>(m <sup>3</sup> /sec/100km <sup>2</sup> ) | 瀬戸層群体積<br>( $\times 10^{-5}$ km <sup>3</sup> ) | 沖積層体積<br>( $\times 10^{-5}$ km <sup>3</sup> ) |
|------|------|--------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|--|--|---|
|      |      | (l/s)  | (m <sup>3</sup> /day) |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| Q-4  | 1/28 | 0.46   | 39.48                 | 0.1326                     | 38                     | 0.2977          |                   | 0.3469   | 55.36  | 0.00  |
| Q-5  | 1/28 | 0.08   | 6.86                  | 0.0742                     | 45                     | 0.0925          |                   | 0.1078   | 2.61   | 0.00  |
| Q-64 |      | (1.02) | (88.47)               | 0.5156                     | —                      |                 | 0.1716            | 0.1978   |  |   |
| Q-6  | 1/31 | 2.69   | 232.15                | 0.9675                     | 68                     | 0.2399          |                   | 0.2780   | 586.40   | 0.48  |
| R-1  | 1/20 | 0.16   | 13.82                 | —                          | 285                    | —               |                   |  |  |   |
| S-1  | 1/28 | 0.75   | 64.37                 | 0.2184                     | 44                     | 0.2947          |                   | 0.3434   | 219.55   | 0.00  |
| T-1  | 1/29 | —      | —                     | 0.0087                     | 18                     | —               |                   |  | 0.00   | 0.00  |
| T-2  | 1/29 | 0.56   | 48.56                 | 0.2101                     | 18                     | 0.2311          |                   | 0.2665   | 486.93   | 0.00  |
| T-3  | 1/29 | 9.13   | 788.57                | 2.2115                     | (68)                   | 0.3566          |                   | 0.4128   | 3898.67  | 39.57   |
| T-4  | 1/29 | 0.45   | 39.30                 | 0.0897                     | (197)                  | 0.4381          |                   | 0.5017   | 70.98  | 0.00  |
| U-1  | 1/25 | 0.39   | 33.26                 | 0.1228                     | 18                     | —               |                   | 0.3176   | 42.59  | 0.00  |
| U-21 | 1/25 | (1.96) | (168.91)              | 0.5561                     | —                      |                 | 0.3037            | 0.3525   |  |   |
| U-2  | 1/25 | 2.34   | 202.18                | 0.6790                     | 15                     | 0.2978          |                   | 0.3446   | 1612.73  | 0.00  |
| V-1  | 1/26 | 0.89   | 76.55                 | 0.2103                     | 18                     | 0.3639          |                   | 0.4232   | 393.33   | 0.00  |
| W-1  | 1/26 | 6.10   | 526.69                | 0.6375                     | (94)                   | 0.8262          |                   | 0.9569   | 1583.70  | 0.97  |
| X-1  | 1/30 | 1.80   | 156.54                | 0.4007                     | 24                     | 0.3907          |                   | 0.4517   | 653.78   | 0.00  |

表4.2 (6) 流量測定結果総括表

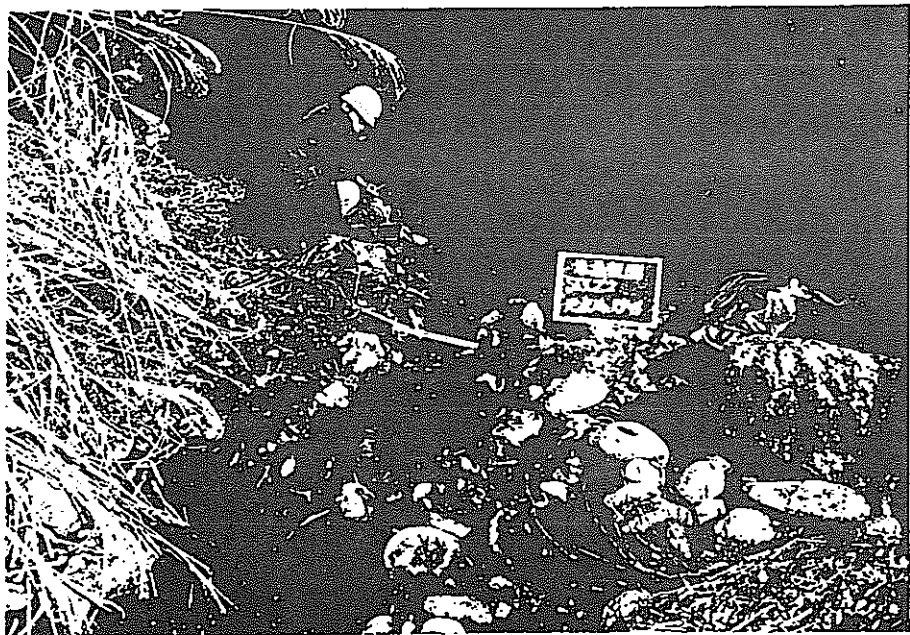
| 番号    | 日付   | 流量     |                       | 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 電気伝導度<br>( $\mu$ s/cm) | 流出高<br>(mm/day) | 区間流出高<br>(mm/day) | 比流量<br>(m <sup>3</sup> /sec/100km <sup>2</sup> ) | 瀬戸層群体积<br>( $\times 10^{-5}$ km <sup>3</sup> ) | 沖積層体积<br>( $\times 10^{-5}$ km <sup>3</sup> ) |
|-------|------|--------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|--|--|---|
|       |      | (l/s)  | (m <sup>3</sup> /day) |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| Y-1   | 1/30 | 0.54   | 46.98                 | 0.2175                     | 28                     | 0.2160          |                   | 0.2483   | 210.55   | 0.00  |
| Y-21  | 1/30 | (0.54) | (46.48)               | 0.3753                     | —                      |                 | 0.1239            | 0.1439   |  |   |
| Y-2   | 1/30 | 1.08   | 93.45                 | 0.5928                     | 40                     | 0.1576          |                   | 0.1822   | 217.68   | 0.00  |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| Z-1   | 1/31 | 0.05   | 4.36                  | 0.0704                     | 155                    | 0.0620          |                   | 0.0710   | 0.00   | 0.00  |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
| MA-1  | 2/2  | 0.09   | 7.41                  | 0.0495                     | 62                     | 0.1496          |                   | 0.1818   | 34.65  | 0.00  |
| MA-2  | 2/2  | 2.15   | 186.18                | 0.7928                     | 114                    | 0.2348          |                   | 0.2712   | 1543.87  | 0.00  |
| MA-3  | 2/2  | 1.76   | 152.41                | 0.5469                     | (113)                  | 0.2787          |                   | 0.3218   | 1676.86  | 0.00  |
| MA-4  | 2/2  | 6.08   | 525.20                | 1.6191                     | 111                    | 0.3244          |                   | 0.3755   | 3420.16  | 0.00  |
| MA-42 | 2/2  | (2.16) | (185.76)              | 0.2795                     | —                      |                 | 0.6677            | 0.7728   |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |
|       |      |        |                       |                            |                        |                 |                   |  |  |   |



ビニールシート及びビーカーによる測定（1）



ビニールシート及びビーカーによる測定（2）



流速計による測定（河床を整形している）

図4-2 測定状況

## 4.2 濁水期の流量測定結果

### 4.2.1 電気伝導度

図 4.2.1 に調査地域の電気伝導度測定結果を示す。(水温25℃の場合に換算)。

図 4.2.1(2) に電気伝導度と流量の関係を示す。図 4.2.1(3) で示すように瀬戸層群が70%以上を占める流域および、瑞浪層群が70%以上を占める流域で電気伝導度の測定点の頻度分布が異なることから、むしろ地質と密接な関係がある。また、図 4.2.1(3) で瀬戸層群が流域の70%以上を占める測点のうち電気伝導度が $80\mu\text{s}/\text{cm}$ 以上を示したのは、T-4 ( $197\mu\text{s}/\text{cm}$ )、MA-1 ( $113\mu\text{s}/\text{cm}$ )、W-1 ( $94\mu\text{s}/\text{cm}$ ) の3点であり、これらは、人口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%以上を占める測点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 に関しては後述するように可児層群の影響が考えられた。

表層地質の分別に電気伝導度をみると、

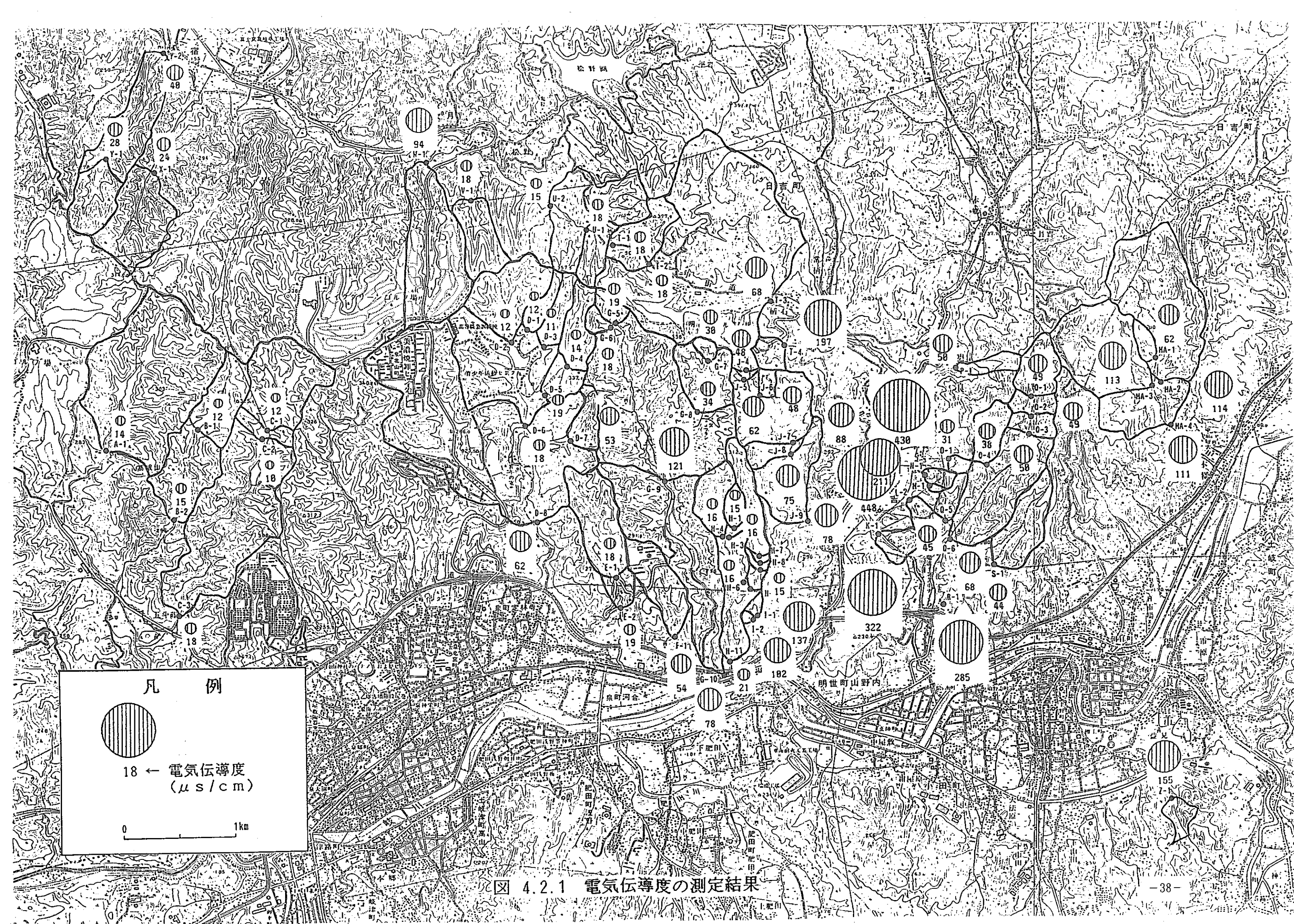
#### I. 主に砂礫層からなる瀬戸層群が流域を広く占める測点

このタイプの流域では、 $20\mu\text{s}/\text{cm}$ 以下と非常に小さな値が測定され、浴存電解質の量が少ないことを示している。


—該当する流域 I—

B 1, C 1, C 2, D 1, D 2, D 3, D 4, D 5, D 6, G 1, G 2, G 3, G 4,  
G 5, G 6, G 7, ( $30\mu\text{s}/\text{cm}$ , 分水界上にゴルフ場有), H 1, H 2, H 3, H 4,  
H 5, H 8





凡 例


  
 18 ← 電気伝導度 (μs/cm)

0 ————— 1km

図 4.2.1 電気伝導度の測定結果

|                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| X NAME . . . 流量     | Y NAME . . . 電気伝導度           |
| X 単 位 . . . l /Sec  | Y 単 位 . . . $\mu\text{s/cm}$ |
| X 平 均 . . . 2.08919 | Y 平 均 . . . 68.4762          |
| X MAX . . . 26.213  | Y MAX . . . 448              |
| X MIN . . . .004    | Y MIN . . . 10               |
| X 分 散 . . . 17.5905 | Y 分 散 . . . 8195.48          |
| X 標準偏差 . . . 4.1941 | Y 標準偏差 . . . 90.5289         |

\*\*\*一次回帰計算\*\*\*

DATA数 . . . . . 63  
 共 分 散 . . . . . -36.7551  
 相関係数 . . . . . -.0968036  
 回帰係数 . . . . .  $Y = A * X + B$   
     A = -2.08949  
     B = 72.8415  
 T検定 . . . . .  
     T = -.759628  
 自由度 = 61

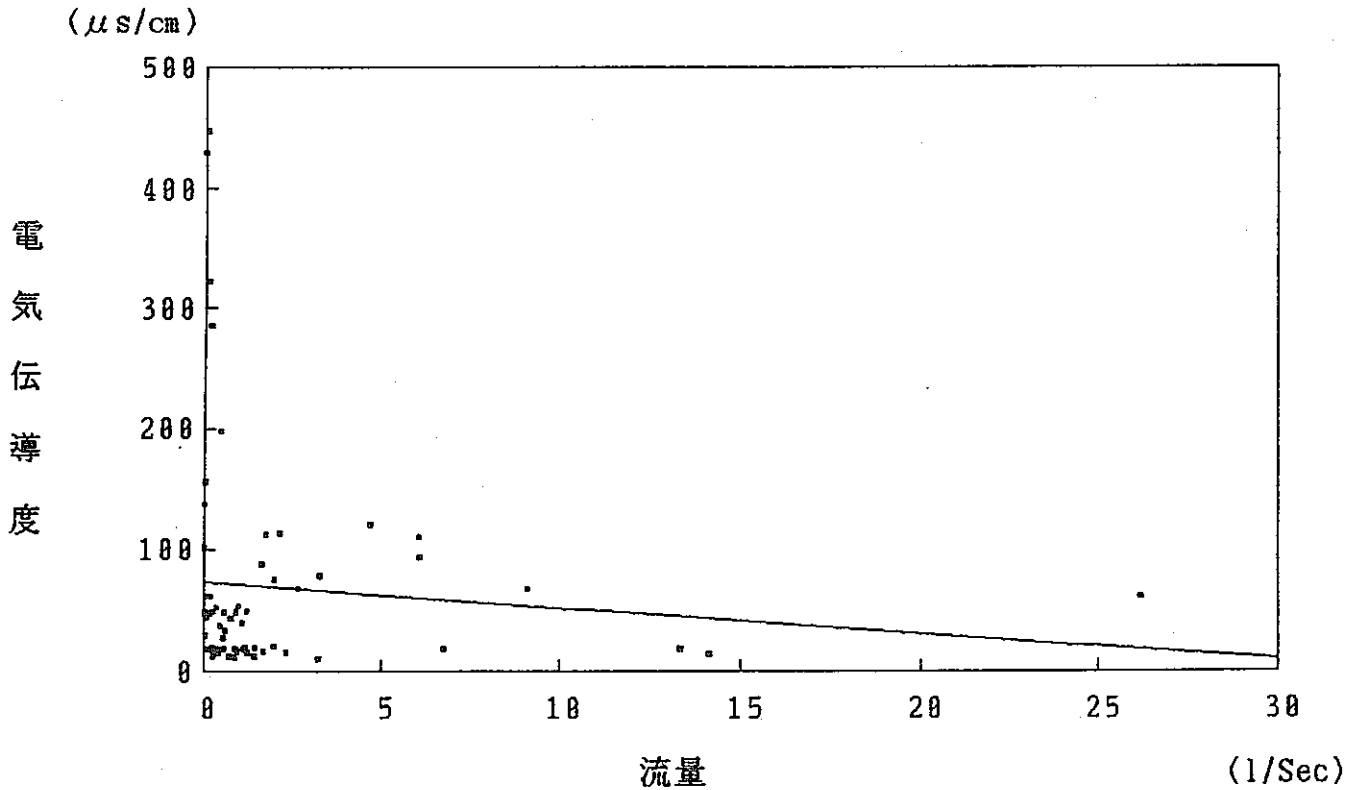
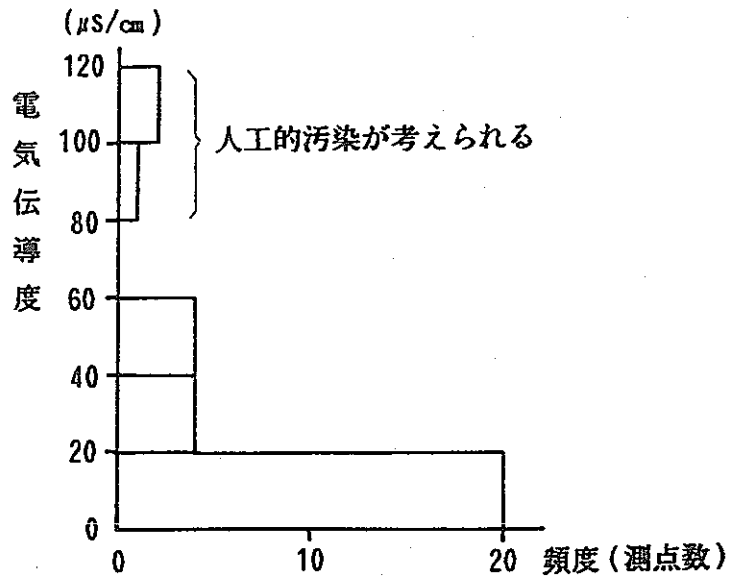
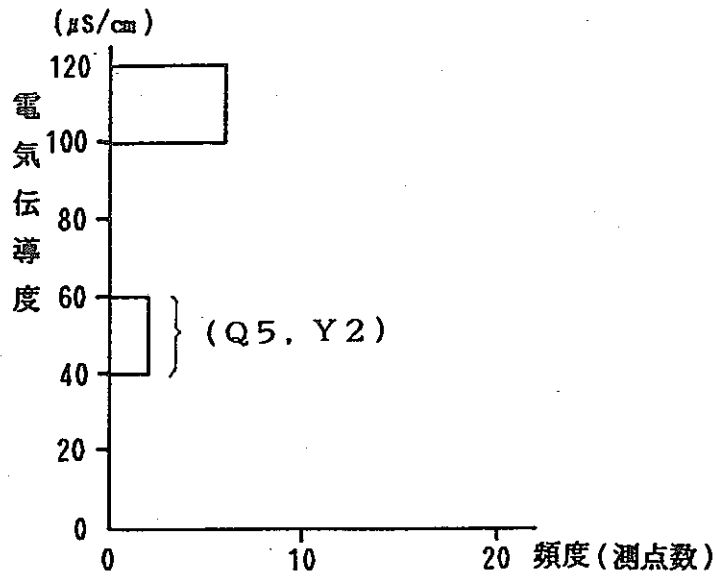


図4. 2. 1(2) 電気伝導度と流域面積の関係



瀬戸層群 (70%以上)



瑞浪層群 (70%以上)

図4. 2. 1 (3) 電気伝導度と地質の関係

II. 明世累層たおう瑞浪層群の主に砂岩・泥岩からなる堆積岩が流域を広く占める（80%以上）測点

タイプの流域では、 $100\mu\text{s}/\text{cm}$ 以上の測定値が得られる地点が多く、浴存電解質の量が多いことがわかる。ただし、測点Q5は、地質図上は瑞浪層群が流域を広く占めるが、IVに近い電気伝導度を示した。また、流出高は、 $0.092\text{mm}/\text{日}$ で、他の瑞浪層群が流域を広く占める測点と同様、低い値を示している。この原因に関しては、

1) Q5流域の瑞浪層群に含まれる化石の量が少ない。

2) 瑞浪層群からは地下水の流出がほとんどみられず流域の9.7%のみを占める瀬戸層群からの流出が流量の多くを占めている。

3) 地下水の流動時間および流動経路が短い。

等の原因が考えられるが、特定は今後の調査に委ねられる。

—該当する流域 II—

I 1, K 1, L 1, L 2, M 1, N 1, Q 5 ( $45\mu\text{s}/\text{cm}$ ), Z 1

III. 花崗岩および秩父古生層の上部に瀬戸層群が分布し、表層地質の分布が、花崗岩あるいは秩父古生層と瀬戸層群からなる流域の測点

このタイプの流域では、低い電気伝導度の測定値 ( $14\sim 21\mu\text{s}/\text{cm}$ ) が得られた。

これは、瀬戸層群から流出する電気伝導度の低い地下水が、瀬戸層群に比較し流出高の低い花崗岩（流出高  $0.2\sim 0.5\text{mm}/\text{day}$ 程度）および秩父古生層（流出高  $0.1\sim 0.4\text{mm}/\text{day}$ 程度）から流出する地下水を希釈する結果として、電気伝導度が低下するほか、花崗岩および秩父古生層から流出する地下水そのものの電気伝導度が低いために、花崗岩および秩父古生層の上部に瀬戸層群が分布する流域では、比較的低い電気伝導度が測定されるものと考えられる。

—該当する流域 III—

A 1, B 2, C 3, E 1, E 2, H 6, H 1 1, T 1, T 2, U 1, U 2, V 1

IV. 明世累層等瑞浪層群の堆積岩の上部に瀬戸層が分布し表層地層の分布が、この両者からなる流域

このタイプの流域では、瑞浪層群の堆積岩から供給されると考えられる地下水起源の河川水の影響で瀬戸層群のみが分布する流域に比較して高く、瑞浪層群が流域を広く占める流域に比して低い電気伝導度が測定された。ただし、Y2流域では、瀬戸層が流域の22%、可児層群が78%を占めるにもかかわらず、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(浴存する電解質の量が少ない)と推定される。

これは、可児層群中の被浴存物質(例えば貝化石)の量が少ない、あるいは、質の違いが存在する(地下水のPH、Eh等の水質が異なる)等の理由が考えられるほか、透水性の差異等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)などの原因が考えられるが、原因特定は、今後詰めていかなければならない問題である。

Y1(瀬戸層群54%、可児層群46%、電気伝導度 $28\mu\text{s}/\text{cm}$ )、X1(瀬戸層群59%、可児層群41%、電気伝導度 $24\mu\text{s}/\text{cm}$ )もY2に同様である。

—該当する流域 III—

D7, G8, J5, J6, J7, J8, J9, O1, P1, Q1, Q2, Q3, Q4, Q6, S1, X1(可児層群), Y1(可児層群), Y2(可児層群), MA1, MA2, MA4

このほか、ゴルフ場・集落等人口的な汚濁が影響を与えていると考えられる流域が認められた。

—人口的な汚濁が考えられる流域—〔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濁源を示す〕

D8(Ⅲ+Ⅳ、事業所等), F1(Ⅲ、学校等), G9(Ⅳ、鉱山), G10(Ⅲ+Ⅳ、鉱山・集落等), J1~J4(Ⅰ、ゴルフ場), T3(Ⅲ+Ⅳ、集落・事業所等) T4(Ⅳ、ゴルフ場), W1(Ⅲ、ゴルフ場)、MA3(Ⅳ、清掃センター等)

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、貝化石等を多量に産出する地層が広く分布することから $\text{Ca}^{++}$ などの浴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。

このような流動系が想定された場合、放射性廃棄物から漏出した核種が瑞浪層群中を移行経路とし、流速の遅い地下水により移行してきても、瀬戸層群中の流速の早い大量な地下水の流れにより放射性物質の濃度が環境に影響を与えない程度に十分希釈されるというシナリオが考えられる。

ぼんごは、濁水期のみではなく、数時間において、同様な測定を実施し、季節的な変動が生ずるのかを比較検討し、併せて浴存成分の化学分析をおこない、そのメカニズムを調査する必要がある。また、数地点のモニタリング流域を選定し、連続観測の必要がある。

地下水の滞留時間については、今後明らかにしなければならない問題の一つであり、調査方法には、トリチウムを用い計測する方法、流域の貯留量を求め流出量との関係から推定する方法などがある。トリチウムの場合は湧水地点や採取用の観測井からの採水が必要であり、貯留量と流出量から求める方法では、気象観測を含めた貯留量と流出量を求める測定および観測が必要になる。この場合の算出される滞留時間は、流域の平均された滞留時間となる。滞留時間は、地形、地質の構造、水理的な物理特性（割れ目密度、透水性、間隙率等）等により決定されるため、これらの要素を明らかにしつつ調査を今後行っていく必要がある。

#### 4.2.2 流出高

流域相互の性状を比較するため図4.2.2に渇水期の流出高を図示した。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、流出高は、地質・地形・植生・気象等の諸条件により変化すると考えられるが、地質・地形・植生・気象条件は、そうど依存性があり、各因子を定量的、複合的に解析することは、今後実施しなければならない課題であり、地形別、地質別のモデル流域での継続的な水文観測・調査等を通じたデータの積み上げを行っていかなければならない。

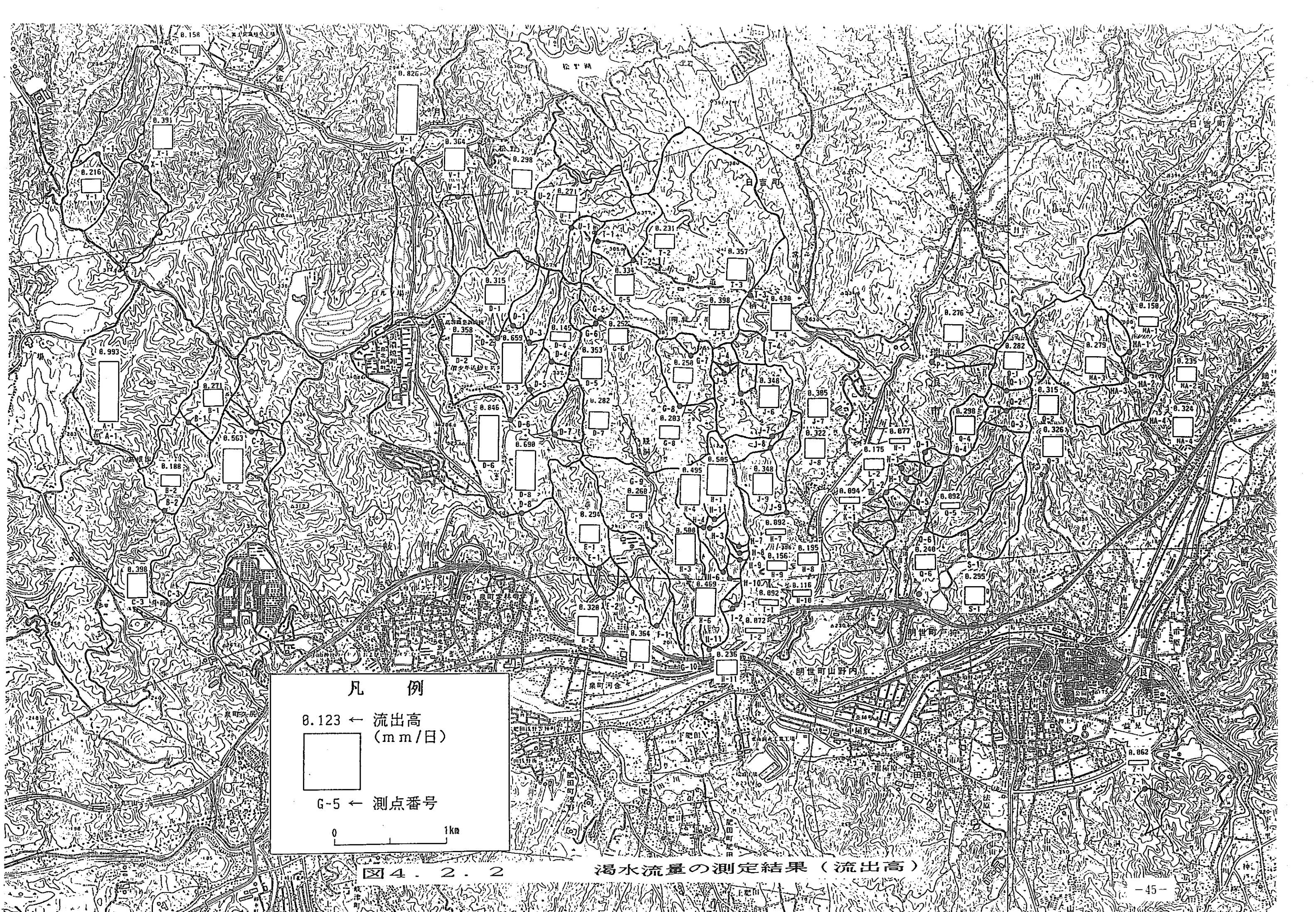
地質条件が均質等方であり、気象条件が一定であれば、地下水の流動形態は、地形に依存することになるが、本調査地域の地質状況は、水理的に均質等方な地下水の媒体とはいえず、不均質・不連続であり水理的な物理特性（割れ目密度、透水性、間隙率等）を異にしている。（瑞浪層群等の堆積岩においても露頭の割れ目より水が流出していることが認められる地点が存在していることから割れ目が水みちになっていることが考えられる。したがって、固結した岩石のみではなく、半固結岩を含めて水みちとしての割れ目系を把握することは重要である）。

地質の違いによる地下水の流動形態の相違が大きいことは明らかである。そこで、本調査においては、最も流出高に寄与していると思われる地質との関係を検討した。

（図4.2.3、4.2.4）

#### I 流出高 0.2mm/日以下の流域測点

このタイプの流域は、主に瑞浪層群で占められた流域（I-1、K-1、L-2、N-1、Q-5、Y-2、Z-1）。花崗岩と瑞浪層群で占められた流域（I-2）等瀬戸層群に比し、透水性の低い固結した岩石からなる流域であり、このような流域で流出高が低くなっている。ただし、B-2、H-8、H-9、H-10、MA-1等は、流域の40～80%程度を瀬戸層群に覆われているにもかかわらず、流出高が低くなっていることは注目される。



**凡 例**

0.123 ← 流出高  
(mm/日)

□

G-5 ← 測点番号

0 ————— 1km

図 4 . 2 . 2

湯水流量の測定結果 (流出高)



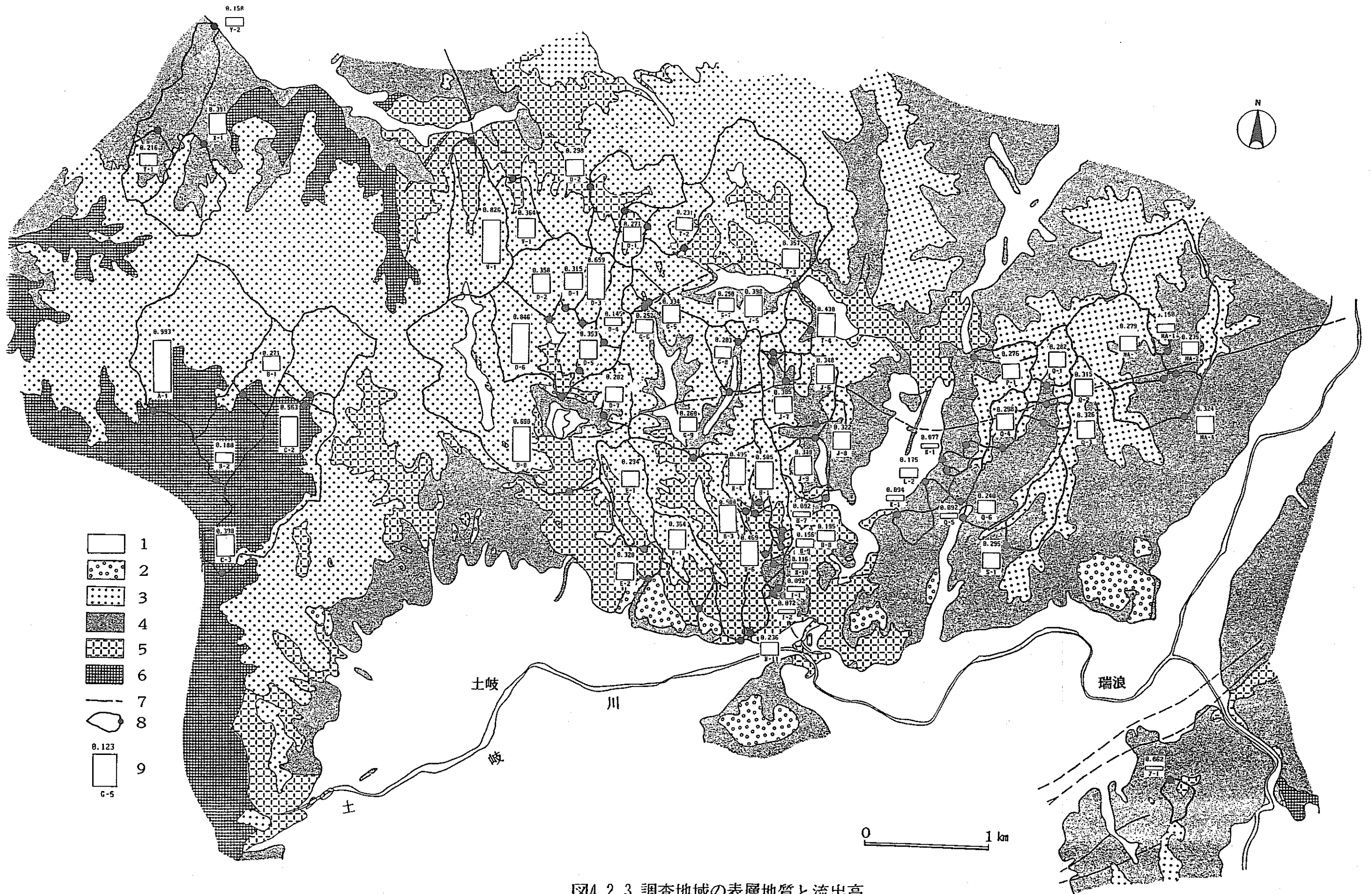
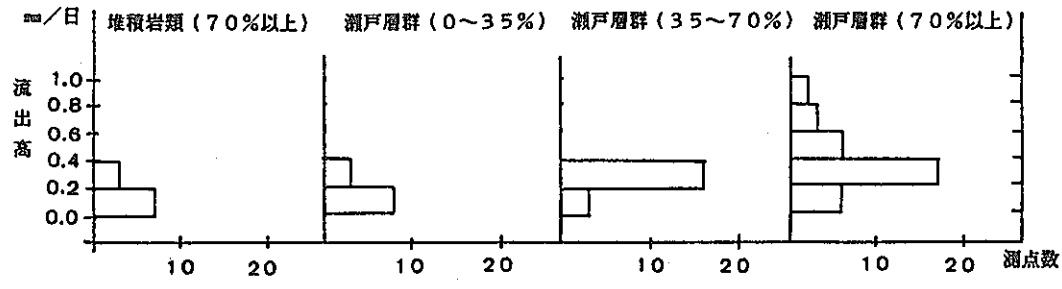


図4.2.3 調査地域の表層地質と流出高

1 : 沖積層 2 : 段丘砂礫層 3 : 瀬戸層群 4 : 瑞浪層群・可児層群 5 : 花崗岩 6 : 古生層 7 : 断層  
 8 : 流域界及び湧水流量測定地点 9 : 流出高 (ボックスの高さと上側数字は流出高・mm/日、下側数字は測点番号)



瀬戸層群の面積割合と流出高 (左は堆積岩地域の流出高)

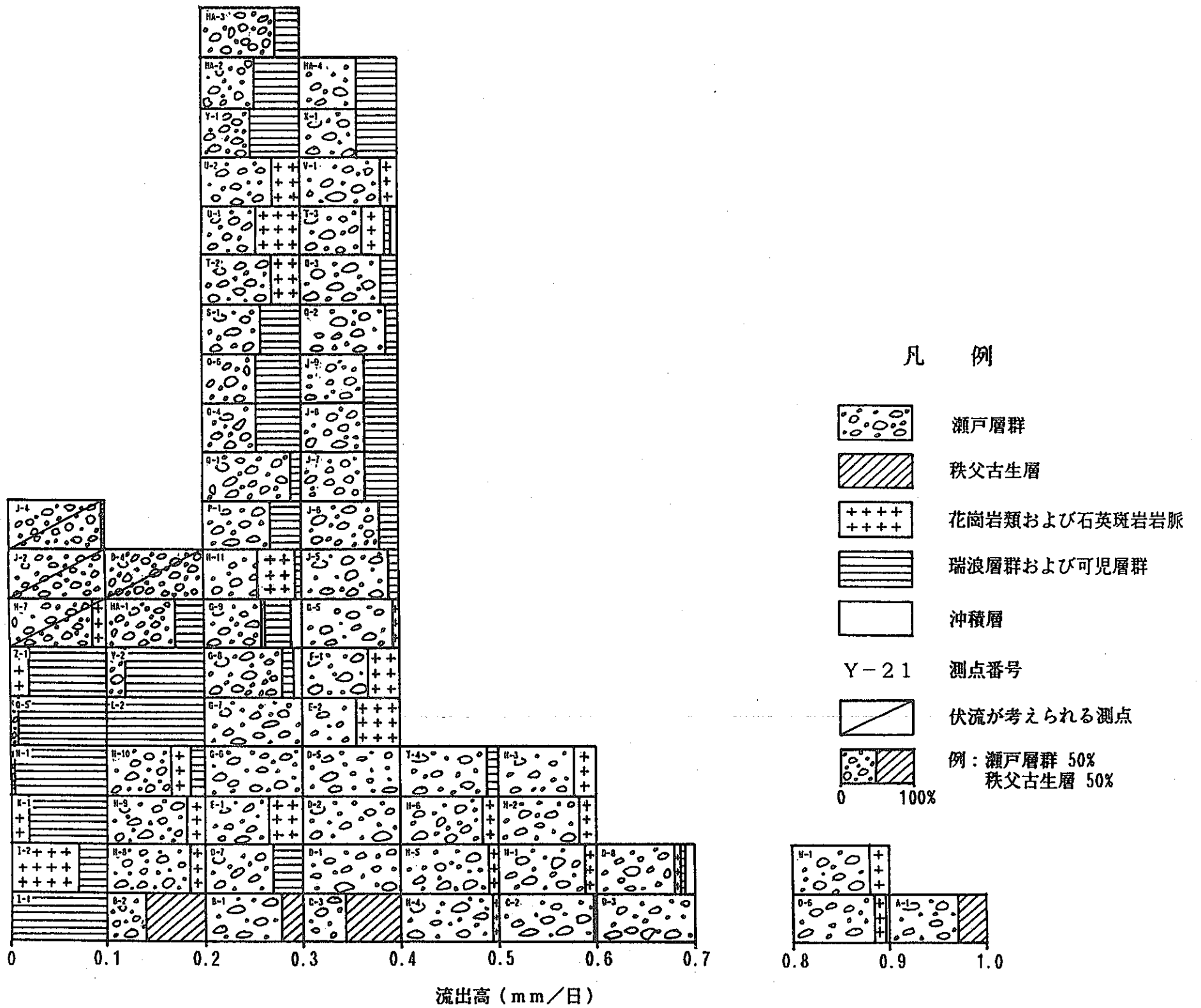


図4.2.4 流域の地質と流出高

これは、B-1とB-2間の区間流出高<sup>\*</sup>が0.132mm/日と小さく、B-1とB-2間で地下水の河川への供給が少ない貯めであると考えられる。この区間で流出高が小さいのは、B-1とB-2間の流域では、秩父古生層が流域の92%を占め、残りの8%が瀬戸層群が占めるという背景から、古生層の流出高は小さく、その流出高の低い古生層が広い面積を占めることによると考えられる。さらに、B-1(0.27mm/日)の流域では、瀬戸層群分布地域においてA-1に比し、地形の起伏がなだらかで、谷の深さが浅く、西側に隣接するA-1の流域では、開析が進んだ結果、谷がB-1流域に比し深く、谷底の標高も相対的に低くなっている。その結果としてB-1流域から、A-1流域へ地下水の流れが生じ(図4.2.5に示すいわゆる地形的な分水界と地下水の分水界の不一致)B-1流域へ流出する地下水の量が減少していると考えられる。このことは、A-1の流出高が、0.99mm/日と測定流域中最も高い流出高を示したことも整合性を持つ。また、地質構造、瀬戸層群とのボリューム等との関係も考えられるが、流域の地質精査、物理探査等を行い地質構造を検討しなければならない。

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、また、流域面積に占める地質の割合を2万分の1地質図から計測しているため、小さな流域では地質分布が正確に表現しきれていないための瀬戸層群分布面積の測定誤差(過大評価)等による原因が考えられるが、これも、今後の精査に持たねばならない。

次に、H-8、H-9、H-10の流域であるが、西側に隣接し、同様な地質条件を持つH-1、H-2、H-3、H-4、H-5、H-6等の流域に比し流出高が極端に小さい。

- 
- \* ) 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、

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

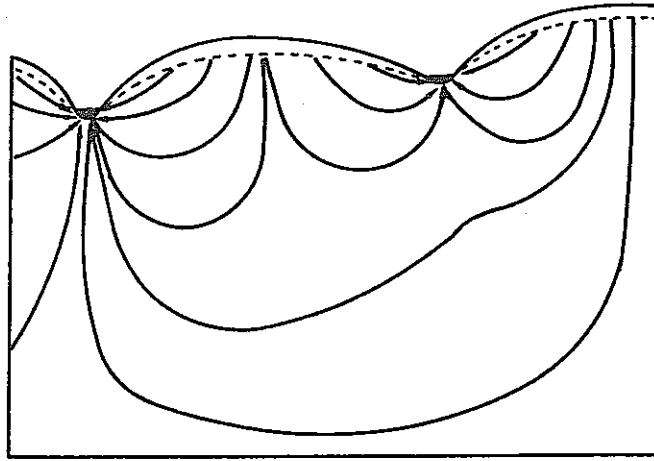


図4. 2. 5(1) 地形的な分水界と地下水の分水界の不一致  
地形に起因するもの  
(矢印は想定される流線)

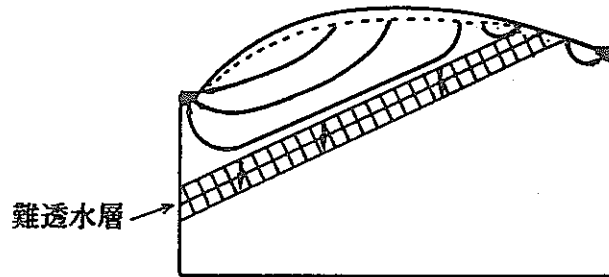


図4. 2. 5(2) 地形的な分水界と地下水の分水界の不一致  
地質構造に起因するもの  
(矢印は想定される流線、難透水層中の矢印は  
上部層から地下水が供給されることを意味する。)

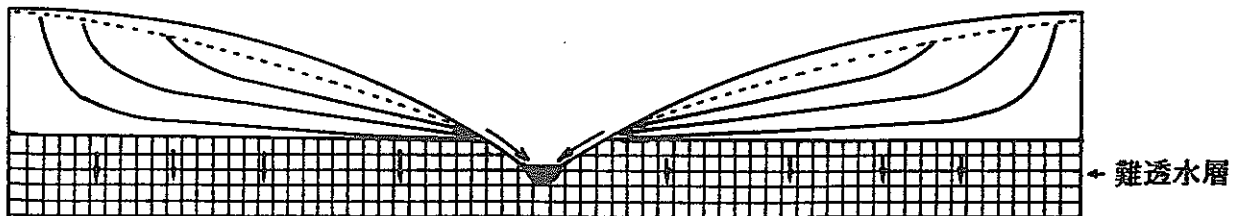


図4. 2. 6 瀬戸層群と透水性の低い下部地質が存在する場合の想定される流線  
(矢印は想定される流線、難透水層中の矢印は  
上部層から地下水が供給されることを意味する。)

この地域で、流出高が低いのは、地形的に起伏の小さな流域であり、

- 1) 同じ地質条件でも動水勾配が小さく、地下水の流動が不活発なため流出が少ない。
- 2) 流域の形状が非常に細長いことから、西側の谷に河川争奪を受けつつあり、地下水流動も他流域へと向かっている（地形的分水界と地下水分水界の不一致）。

等が原因として考えられる。これは、H-1～H-6の流域、J-8、J-9の流域が相対的に谷底標高が低く地形が急峻であり、H-1～H-6の流出が大きいこと、J-8、J-7間の区間流出高（J87）およびJ-8、J-9間の区間流出高（J98）が瑞浪層群が流域を比較的広く占めているにもかかわらず大きいということと整合性がある。

## II 流出高が、0.4mm/日異常の流域の測点

このタイプの流域は、H1～H6、D6、W1の流域のように花崗岩の上に瀬戸層群が分布し、瀬戸層群と花崗岩の地質境界付近に測点を設けた流域。A1およびC2のように秩父古生層の上に瀬戸層群が分布し、瀬戸層群ぶね地下流の秩父古生層上および、瀬戸層群と秩父古生層の地質境界付近に測点を設けた流域。T4のように瑞浪層群の上に瀬戸層群が分布し、瀬戸層群と瑞浪層群の地質境界付近に測点を設けた流域。D8のように月基地断層を介して南は花崗岩の上に瀬戸層群が分布し北は、瑞浪層群の上に瀬戸層群が分布する流域で測点は花崗岩上にある流域。また、D3は流域のすべてが瀬戸層群からなる流域である。

これらの流域の特徴は、流域が広く瀬戸層群で覆われており、下部に瀬戸層群に比し地下水の透水性、貯留量等について劣る固結した岩盤が分布することである。また、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設定している。これは、図4.2.6に示すように、透水性および、地下水貯留量の高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に集中し、流出するためと考えられる。また、H1～H6、A1の流域については、他流域の地下水の流入も寄与していると思われる。D3については、昭和62年度に試験的に行った流量測定に際しても高い流出高を示しており、周辺流域からの地下水の流入が考えられた。ただし周辺流域に比して相対的に谷底の標高が低いという事実が認められないことから、この場合地形的な要因による地下水の流入は考えずらく、むしろ、地質構造、透水性の不均一性等から、D3に向かう水みちが形成されるなどの地質的要因に、その原因が求められると考えられる。

### Ⅲ 流出高が、0.2～0.4mm/日の流域の測点

このタイプの流域は、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ち、瀬戸層群とその下部の花崗岩、秩父古生層および瑞浪  
層群からなり、それらの流域に占める面積割合が流出高0.2mm/日以下の流域に比べ  
て瀬戸層群が多く、0.4mm/日以上流域に比べれば瀬戸層群の割合が少ないという  
特徴がみられる。ただし、G8、Q1、G5、J5、Q2、V1、等は、瀬戸層群が  
流域を広く占め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。これは、  
流量測定を実施した全ての流域に共通して成り立つことであるが、瀬戸層群のポリ  
ュームの違い、地形、地質の構造、水理的な物理特性等によるのではないかと考えられ  
る。すなわち瀬戸層群が厚く覆っている場合には瀬戸層群が地下水貯留層の役割を果  
たし、渇水期にも高い流出高を保つ。地形的な相違が存在すれば、動水勾配・流出経  
路が違い、流動・流出に相違を生じる。地質構造の違いは、地下水の流動方向を制約  
する。

地質の水理的物理特性の相違は、地下水貯留量、滞留時間等に影響を与える。これ  
らの複雑多岐な要因が相互依存性をもって作用しあい、流域の水文特性を決定してい  
ると考えられる。今回の調査では、地形的な解析は、実施していないため今後地形的  
な調査も実施していくべきである。また、D1、D2、D5、G6、G7流域は、流  
域の100%を瀬戸層群が覆っている。これらの流域では、地下水が地形的分水界を越  
えて、他流域へ流出することや流域面積が小さいために十分な流出域が得られない  
(測定地点が涵養域にある)こと、伏流が存在するなどの原因が考えられる。

以上のように本調査地域では、渇水流量・水質(電導度)と地質が密接な関係にあ  
り、特に瀬戸層群は高い地下水貯留能・透水性をもち、渇水流量に大きく寄与し、地  
域の地下水流動系を制約していることが判明した。

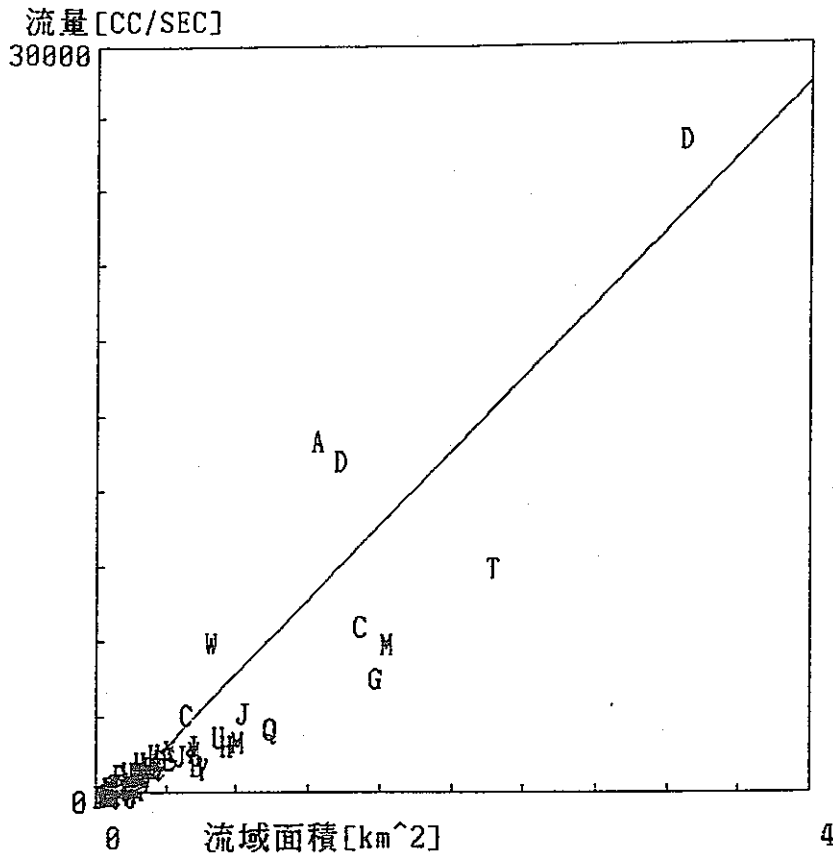
#### 4.2.3 渇水期の流量と流域面積および瀬戸層群体積との関係

渇水期の流量測定から、調査地域の地下水流動系(特に流量)を制約し、高い地下  
水貯留能を持つことが判明した瀬戸層群の体積と水文特性の関係を考察する。

図4.3(1)、(2)に調査流域の流域面積と流量の関係を示した。また、図4.4(1)、(2)瀬  
戸層群の流域中の体積と流量の関係を示した。両者とも相関性は非常に高い。ただし、  
ばらつきが認められるのは流域の地質・地形等の条件の相違による地下水流動系への

影響の結果であろう。

今後渇水期の流量調査を行った流域について一流域ごとの地形的調査・考察も含めた地質精査を行い検討する必要がある。

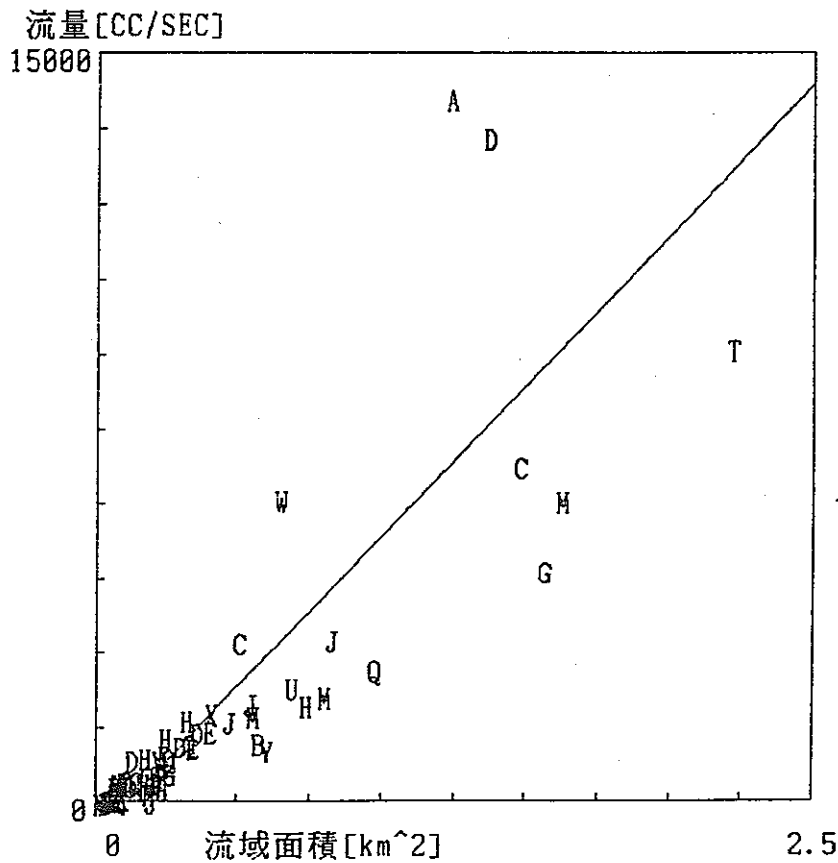


<< T地区 相関図 >>

R = 0.9897, N = 67

$$Y = (7377.65000) * X + (-1131.3300)$$

図 4.3(1) 流量面積と流域の関係



<< T地区 相関図 >>

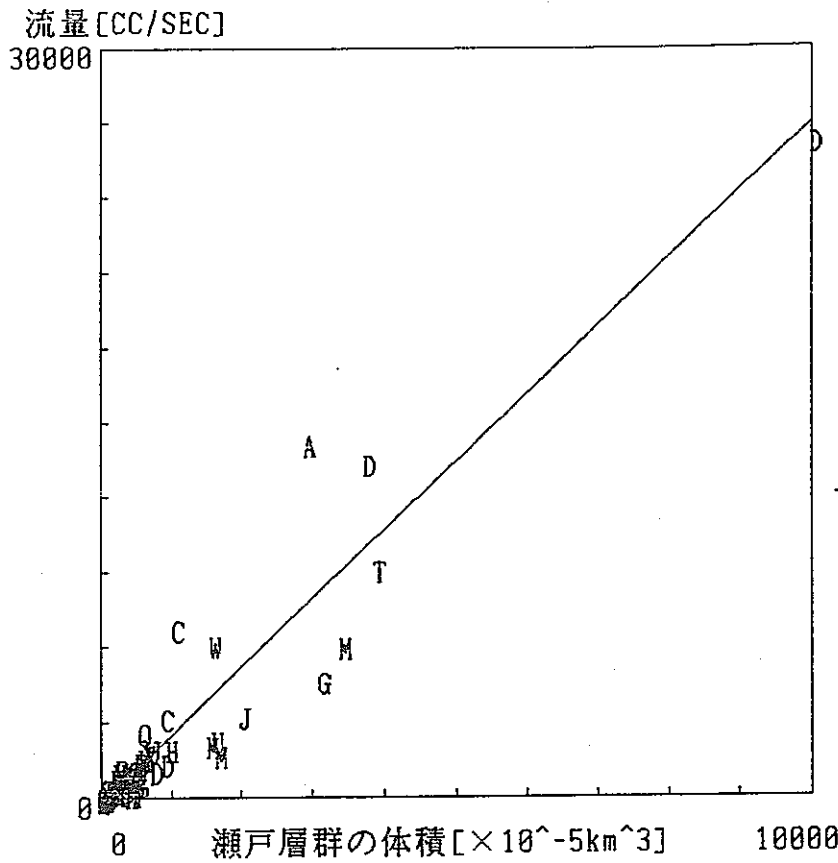
R = 0.8675, N = 66

$$Y = (6026.97000) * X + (-699.1950)$$

図 4.3(2) 流量面積と流域の関係

(D-8を除く) -53-



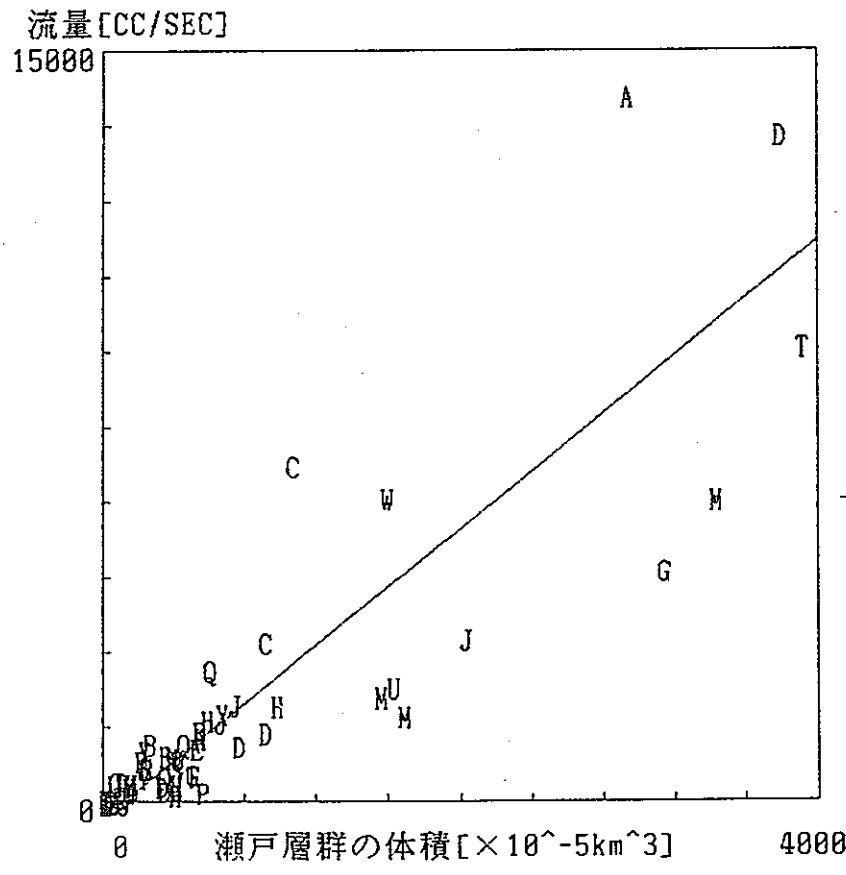


<< T地区 相関図 >>

R = 0.9577, N = 67

$$Y = (2.71963) * X + (-244.8750)$$

図 4.4(1) 瀬戸層群の体積と流量の関係



<< T地区 相関図 >>

R = 0.8841, N = 66

$$Y = (2.88533) * X + (-335.1800)$$

図 4.4(2) 瀬戸層群の体積と流量の関係

(D-8を除く) -54-

## 5. 地質調査6流域と水文特性

地質精査を行った6流域について、各流域の瀬戸層群の体積、沖積層の体積を計測し、流域の瀬戸層群の厚さの平均値（瀬戸平均厚）、流域全体に瀬戸層群が分布した場合の厚さ（瀬戸流域平均）等を算出し、6流域の諸元として表5.1にまとめた。

「瀬戸平均厚」（D）は、瀬戸層群の体積を流域中の瀬戸層群分布面積で除した値で、瀬戸層群の平均厚さを示す。また、「合計体積」（G）は、瀬戸層群の体積（F）と沖積層の体積（E）を合計したもので、地下水貯留能の高い部分の体積を示す。

「瀬戸流域平均」は、瀬戸層群の体積（F）を流域全体の面積（B）で除した値で、流域全体に瀬戸層群を押し開いた場合の厚さに相当する。また、表中の最後の欄の $G/B$ は、瀬戸層群の体積（F）と沖積層の体積（E）を合計したものを流域全体の面積（B）で除した値で流域全体に瀬戸層群と沖積層を押し開いた場合の厚さに相当する。

表5.1の各要素のうち、流量、流域面積、流出高、瀬戸平均厚、合計体積、 $G/B$ の相対値を図5.1(1)のレーダーチャートに示した。

ただし、調査流域の内、D4およびH7に関しては、伏流が顕著であったため、解析資料から削除した。

### 5.1 地質調査6流域の流量と流域面積および瀬戸層群体積との関係

図5.1(2), (3)に地質調査6流域の流域面積と流量の関係を図示した。図5.1(3)は、流域面積が他の流域に比し1オーダー大きいD6流域のデータを削除し図示したものである。

本調査流域に関しては、流量と流域面積の相関性は非常に高いことがわかる。ただし、図5.1(3)を注視すると、流域面積に比し流量の多い（流出高の大きい）流域と少ない（流出高の小さい）流域が存在することがわかっていく。（図中に示す直線は、回帰直線その他、流出高0.14mm/day, 0.29mm/day, 0.58mm/day, を示す直線である）。

次に、図5.1(4), (5)に瀬戸層群の流域中の体積と流量の関係を示した。流域面積との関係と同様に相関性は非常に高く、流域の瀬戸層群体積が増加するにともない流量も増加していることは明らかである。ただし、図5.1(4)から、瀬戸層群の体積に比し流量の多い流域と少ない流域が存在することがわかる（図中に示す直線は、回帰直線その他、瀬戸層群の単位体積あたりの流出量 0.00864 l/m<sup>3</sup>/day, 0.01728 l/m<sup>3</sup>/day, 0.03456 l/m<sup>3</sup>/dayを示す直線である）。瀬戸層群の体積の割合に比し流量が少ない

表5.1 地質調査6流域の諸元

| 番号   | A<br>流量<br>(CC/SEC) | B<br>流域面積<br>(m <sup>2</sup> ) | C<br>流出高<br>(mm/DAY) | D<br>瀬戸平均厚<br>(m) | E<br>沖積体積<br>(m <sup>3</sup> ) | F<br>瀬戸体積<br>(m <sup>3</sup> ) | G = E + F<br>合計体積<br>(m <sup>3</sup> ) | F / B<br>瀬戸流域平均<br>(m) | G / B<br>(m) | H<br>A / F<br>(X 1000) | I<br>瀬戸面積<br>(m <sup>2</sup> ) |
|------|---------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|------------------------|--------------|------------------------|--------------------------------|
| D-1  | 247                 | 67,700                         | 0.3152               | 21.90             | 1,650                          | 1,416,800                      | 1,418,450                              | 20.9276                | 20.9520      | 0.17                   | 64,700                         |
| D-2  | 1,438               | 347,200                        | 0.3579               | 28.75             | 41,500                         | 8,787,996                      | 8,829,496                              | 25.3110                | 25.4306      | 0.16                   | 305,700                        |
| D-3  | 873                 | 114,400                        | 0.6596               | 19.52             | 10,350                         | 1,946,250                      | 1,956,600                              | 17.0127                | 17.1031      | 0.45                   | 99,700                         |
| D-5  | 1,159               | 283,900                        | 0.3528               | 33.22             | 53,100                         | 7,498,866                      | 7,551,966                              | 26.4138                | 26.6008      | 0.15                   | 225,700                        |
| D-6  | 13,356              | 1,364,000                      | 0.7557               | 34.21             | 273,350                        | 37,732,270                     | 38,005,620                             | 27.6630                | 27.8634      | 0.35                   | 1,103,100                      |
| J-5  | 185                 | 40,200                         | 0.3978               | 32.52             | 4,300                          | 1,128,333                      | 1,132,633                              | 28.0680                | 28.1750      | 0.16                   | 34,700                         |
| J-6  | 163                 | 40,500                         | 0.3473               | 19.70             | 4,050                          | 626,463                        | 630,513                                | 15.4682                | 15.5682      | 0.26                   | 31,800                         |
| J-7  | 1,645               | 465,300                        | 0.3055               | 21.76             | 70,800                         | 6,480,331                      | 6,551,131                              | 13.9272                | 14.0794      | 0.25                   | 297,800                        |
| J-8  | 1,994               | 534,900                        | 0.2496               | 21.63             | 84,300                         | 7,281,752                      | 7,366,052                              | 13.6133                | 13.7709      | 0.27                   | 336,600                        |
| G-7  | 55                  | 18,900                         | 0.1662               | 25.10             | 1,000                          | 424,200                        | 425,200                                | 22.4444                | 22.4974      | 0.13                   | 16,900                         |
| G-8  | 593                 | 252,800                        | 0.2027               | 25.67             | 61,950                         | 4,875,294                      | 4,937,244                              | 19.2852                | 19.5302      | 0.12                   | 189,900                        |
| H-1  | 334                 | 57,200                         | 0.5043               | 25.39             | 3,200                          | 1,289,933                      | 1,293,133                              | 22.5513                | 22.6072      | 0.26                   | 50,800                         |
| H-2  | 404                 | 65,000                         | 0.5377               | 23.87             | 3,400                          | 1,389,146                      | 1,392,546                              | 21.3715                | 21.4238      | 0.29                   | 58,200                         |
| H-3  | 402                 | 68,400                         | 0.5074               | 23.28             | 3,400                          | 1,415,213                      | 1,418,613                              | 20.6902                | 20.7400      | 0.28                   | 60,800                         |
| H-4  | 938                 | 163,700                        | 0.4949               | 30.48             | 27,600                         | 3,871,233                      | 3,898,833                              | 23.6483                | 23.8169      | 0.24                   | 127,000                        |
| H-5  | 1,340               | 232,200                        | 0.4986               | 28.15             | 31,000                         | 5,286,446                      | 5,317,446                              | 22.7668                | 22.9003      | 0.25                   | 187,800                        |
| H-6  | 1,684               | 310,100                        | 0.4949               | 25.40             | 35,800                         | 5,744,486                      | 5,780,286                              | 18.5246                | 18.6401      | 0.29                   | 226,200                        |
| H-8  | 415                 | 183,600                        | 0.1953               | 35.53             | 58,410                         | 3,922,439                      | 3,980,849                              | 21.3640                | 21.6822      | 0.11                   | 110,400                        |
| H-9  | 362                 | 200,100                        | 0.1562               | 32.97             | 62,110                         | 3,953,279                      | 4,015,389                              | 19.7565                | 20.0669      | 0.09                   | 119,900                        |
| H-10 | 295                 | 220,300                        | 0.1156               | 32.62             | 62,110                         | 3,956,265                      | 4,018,375                              | 17.9585                | 18.2405      | 0.07                   | 121,300                        |
| L-2  | 80                  | 39,600                         | 0.1746               | 0.00              | 3,000                          | 0                              | 3,000                                  | 0.0000                 | 0.0758       | -                      | 0                              |
| 平均   | 1,331               | 241,429                        | 0.3709               | 25.79             | 42,685                         | 5,191,762                      | 5,234,446                              | 19.9412                | 20.0840      | 0.2091                 | 179,476                        |

-56-

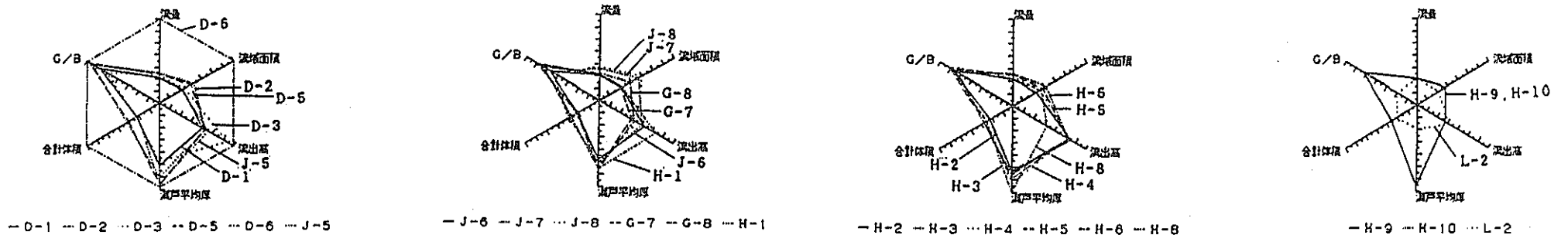
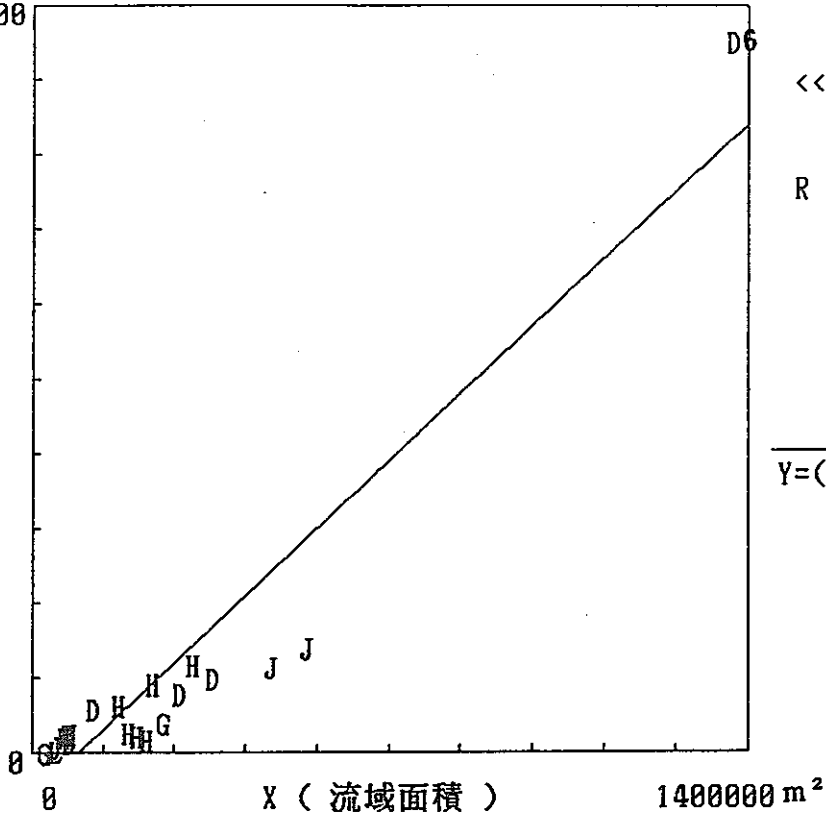


図5.1(1) 上表の各要素の相対値(レーダーチャート)

CC/SEC  
Y (流量)

14000



<< T地区 相関図 >>

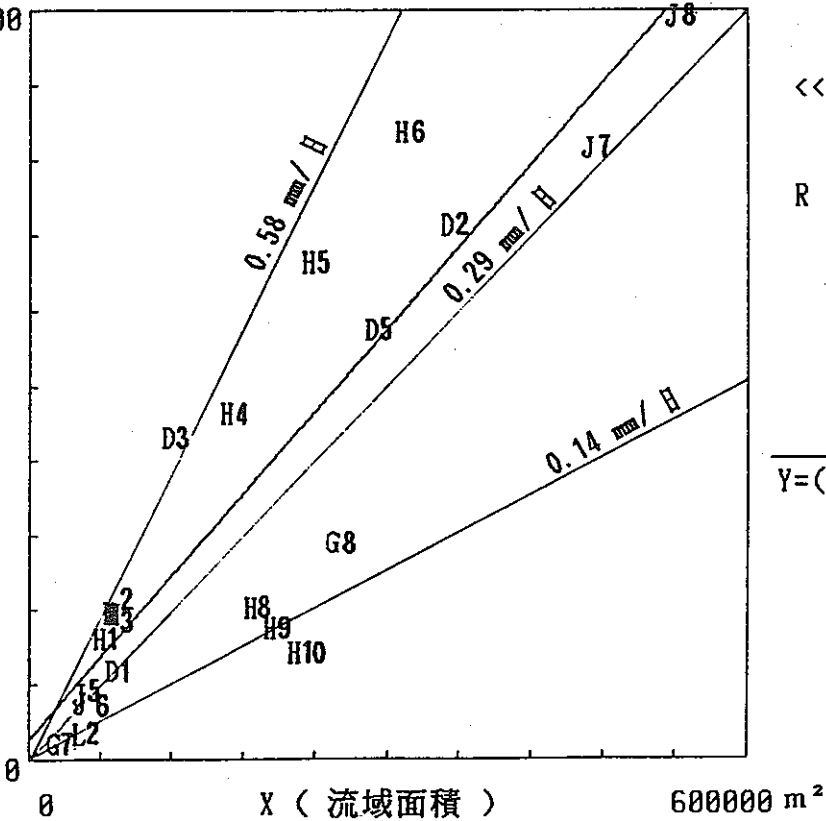
R = 0.9426, N = 21

$$Y = (0.00895) * X + (-813.0610)$$

図5. 1(2) 地質調査6流域の流域面積と流量の関係

CC/SEC  
Y (流量)

2000



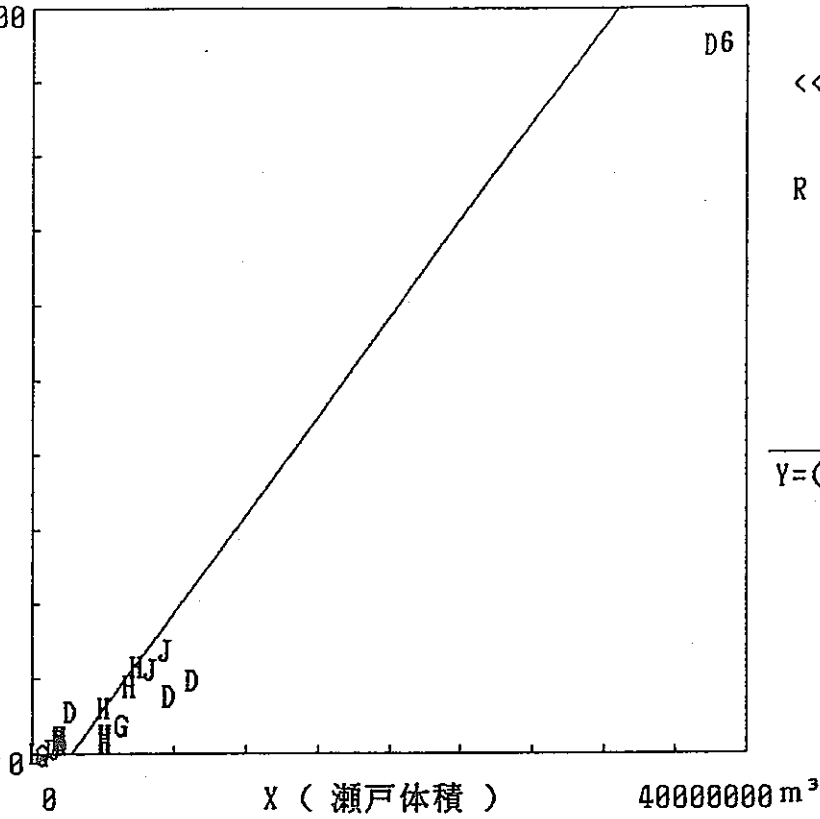
<< T地区 相関図 >>

R = 0.8912, N = 20

$$Y = (0.00365) * X + (54.1458)$$

図5. 1(3) 地質調査6流域の流域面積と流量の関係 (D-6を除く)

CC/SEC  
Y ( 流量 )  
14000



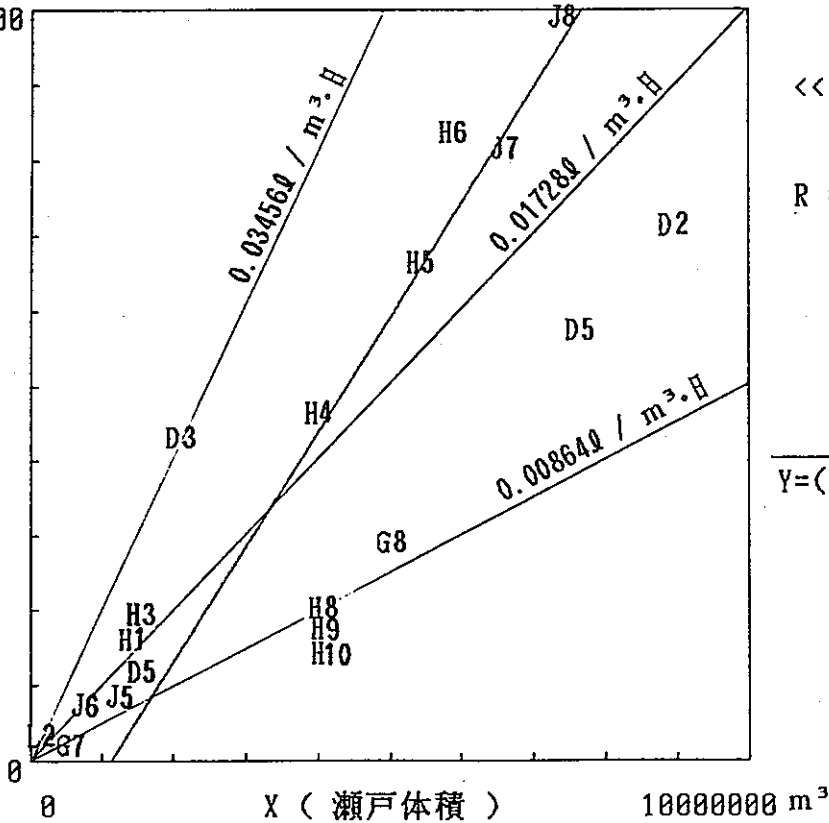
<< T地区 相関図 >>

R = 0.9813, N = 21

$$Y = (0.00046) * X + (-1027.3800)$$

図5. 1(4) 瀬戸層群の流域中の体積と流量

CC/SEC  
Y ( 流量 )  
2000



<< T地区 相関図 >>

R = 0.8521, N = 20

$$Y = (0.00031) * X + (-350.1860)$$

図5. 1(5) 瀬戸層群の流域中の体積と流量 (D-6) を除く

流域として、H10, H9, H8, G8, G7, F5, D2, J5, D1があげられ、瀬戸層群の体積の割合に比し流量が多い流域(L2を除く)としてD3, D6, H2, H6, H3, J8などがあげられる。H10, H9, H8は4.2.2項で前述した理由から小さな値となりG8, G7では伏流が考えられる他、鉾山の影響等により周辺地下水値の低下が認められるならば、その結果として地下水流動系が変化し、河川への流出量が減少しているということも考えられる。また、D3は、他流域からの地下水が集中する流域であると考えられる。D5, D2, D1等の上流流域が小さな値となっているのと対照的にD6が大きな値を示しているのは上流の瀬戸層群上で伏流していた地下水が花崗岩との境界付近で多量に湧出してきた結果であろう。

地質調査をおこなった流域は、瑞浪層群からなるL2流域を除いては、瑞浪層群あるいは花崗岩を覆って瀬戸層群が分布し、J流域以外では流域のほとんどが瀬戸層群に覆われているというのが共通した特徴である。また、地質調査流域においては、今回の地質調査ならびにボーリングデータの解析からは、瀬戸層群の基底部がほぼ水平に近いという結果が得られ、この両者の理由から、流域面積と瀬戸層群の体積は図5.1(6), (7)に示すように、瑞浪層群からなるL2流域を除いて、J7, J8といった他の地質調査流域に比較し瑞浪層群の流域に占める割合がやや大きな流域を含めて相関性が非常に高くなっている。今回地質調査を行った流域では、流域面積と瀬戸層群の体積の相関性が非常に高かったことから、流量と流域面積および瀬戸層群の体積との相関性も非常に高く、図5.1(6), (7)に示したように瀬戸層群の体積が、流域面積に比しないJ7, J8といった流域に関しても、図5.1(4), (5)に示したように瀬戸層群との体積と流量の関係で捕らえれば標準的な流量が流出していることから、瀬戸層群の体積は渇水期の地下水流出量を最も制約する要因の一つになっていることがわかる。すなわち、本地域において瀬戸層群上に降った降雨の大部分は、瀬戸層群中に浸透し、地下水として一時貯留され、谷底部や瀬戸層群とその下部の地質境界部付近がおもな流出域となって河川に流出するという流動経路が想定される。したがって本調査地域の特有の条件として、瀬戸層群中の地下水流動系が最も支配的な位置を占めており、地層処分において放射性廃棄物から漏出した放射性核種が地下水の流れによって下部地層から地表部に移行してきた場合、地表付近を循環する瀬戸層群中の地下水がこれを希釈し、濃度を下げ、環境に影響を与えることはないという効果が期待できる。また、4章で述べたとおり、電気伝導度の測定結果および流出高の値から、瀬戸層群以

外の瑞浪層群等から流出してくる地下水も確実に河川水に含有しており、瀬戸層群から、下部の地層へ地下水が浸透していることも明らかである。その量ともども今後継続的水文観測等により、定量的に把握することが望まれる。

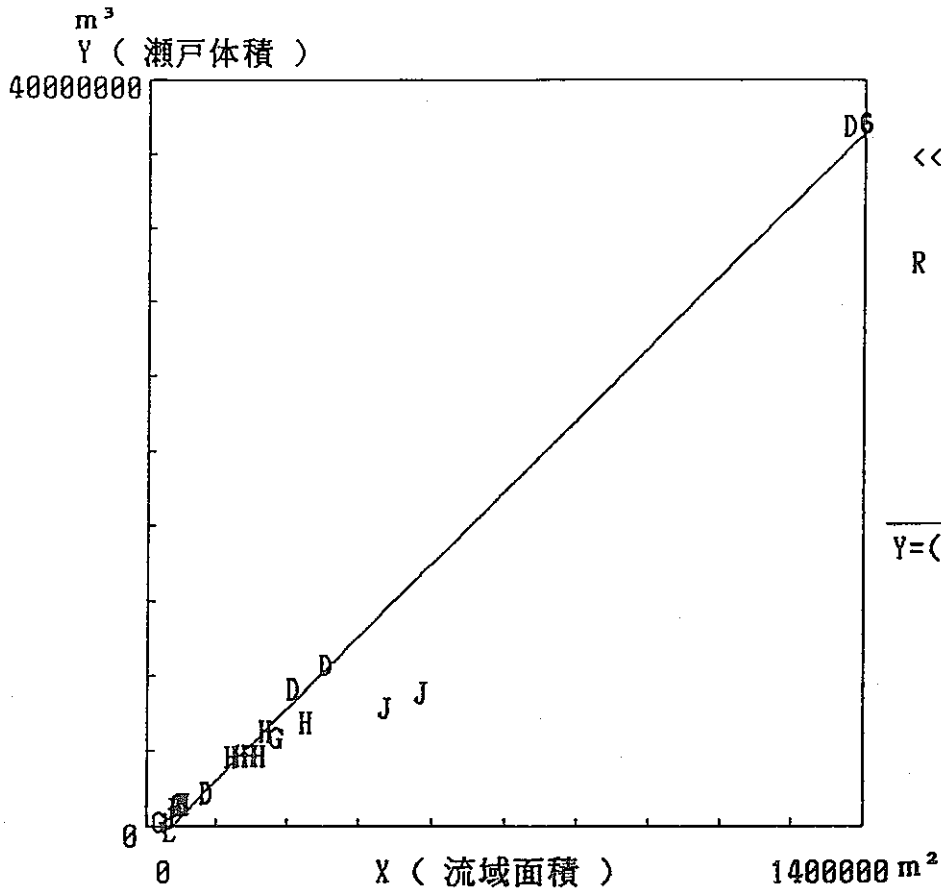


図5.1(6) 流域面積と瀬戸層群の体積の関係

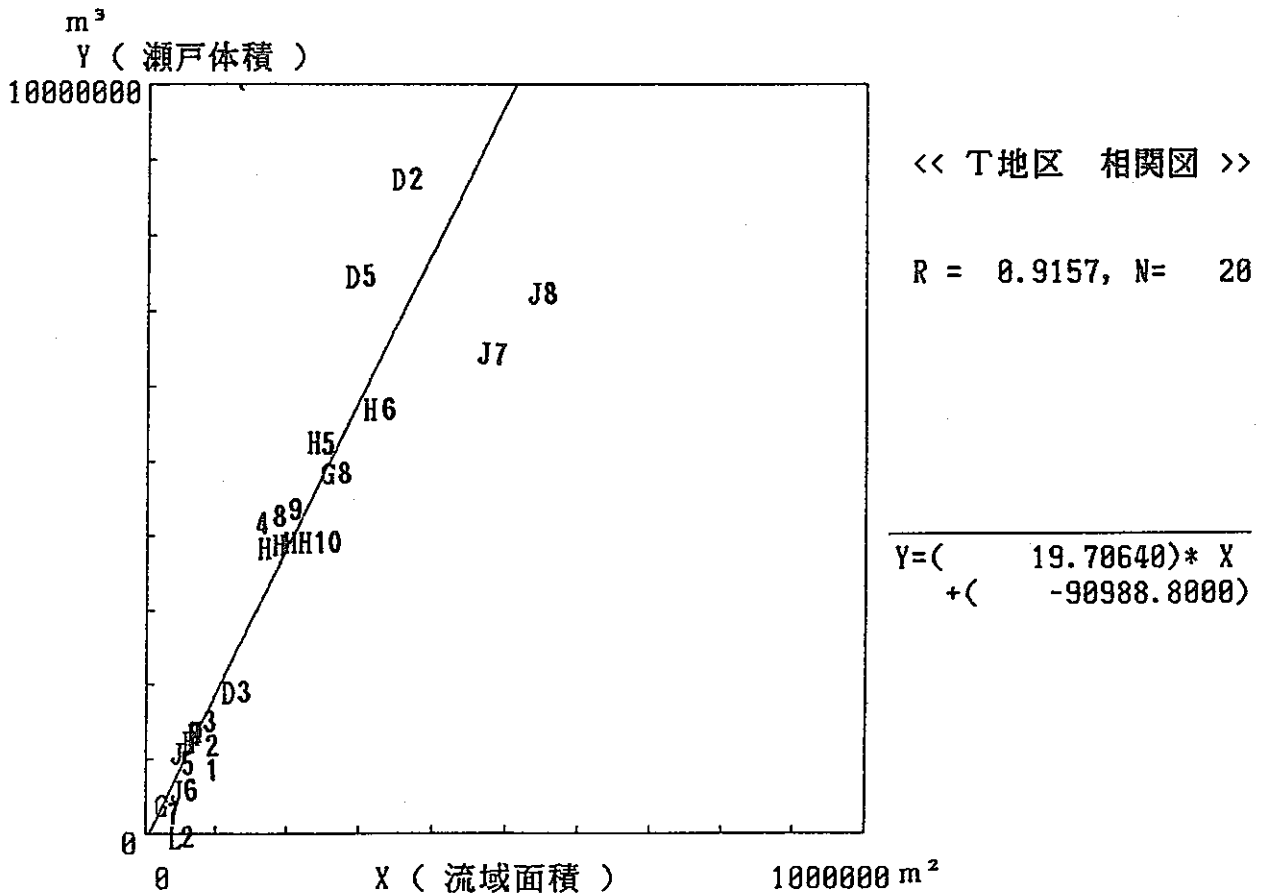


図5.1(7) 流域面積と瀬戸層群の体積の関係 (D-6) を除く



## 6. 水文観測地点の選定と水文観測のモニタリングシステムの構築

### 6.1 水文観測地点の選定

本調査により、流域の地質構成の違いが表層付近の地表水・地下水の流動系に大きく関与し、特に瀬戸層群は、本調査地域の表層付近の地下水流動系を最も支配しており、瀬戸層群中の大きな地下水の流れと、その下部の花崗岩、瑞浪層群等の相対的に小さな地下水の流れがあることが判明してきた。今後この両者の関係（流動系・浸透量等）を定量的に把握する観測が望まれる。そのためには本調査であきらかになってきたタイプの違う数流域について連続観測を行うとともに、渇水期以外にも本調査で行った流量観測地点において流量、水質の測定を行い季節変動をおさえ、本調査地域の水文現象をより明確に把握しておく必要があると考えられる。

連続観測（モニタリング）を行う地点としては、本調査地域の代表的地質構成からなる流域を選定することが望ましい。

- ① 瑞浪層群からなる流域
- ② 瑞浪層群とその上部に瀬戸層群が堆積する流域
- ③ 花崗岩とその上部に瀬戸層群が堆積する流域
- ④ 瀬戸層群からなる流域
- ⑤ 古生層からなる流域
- ⑥ 古生層とその上部に瀬戸層群が堆積する流域
- ⑦ 可児層群とその上部に瀬戸層群が堆積する流域

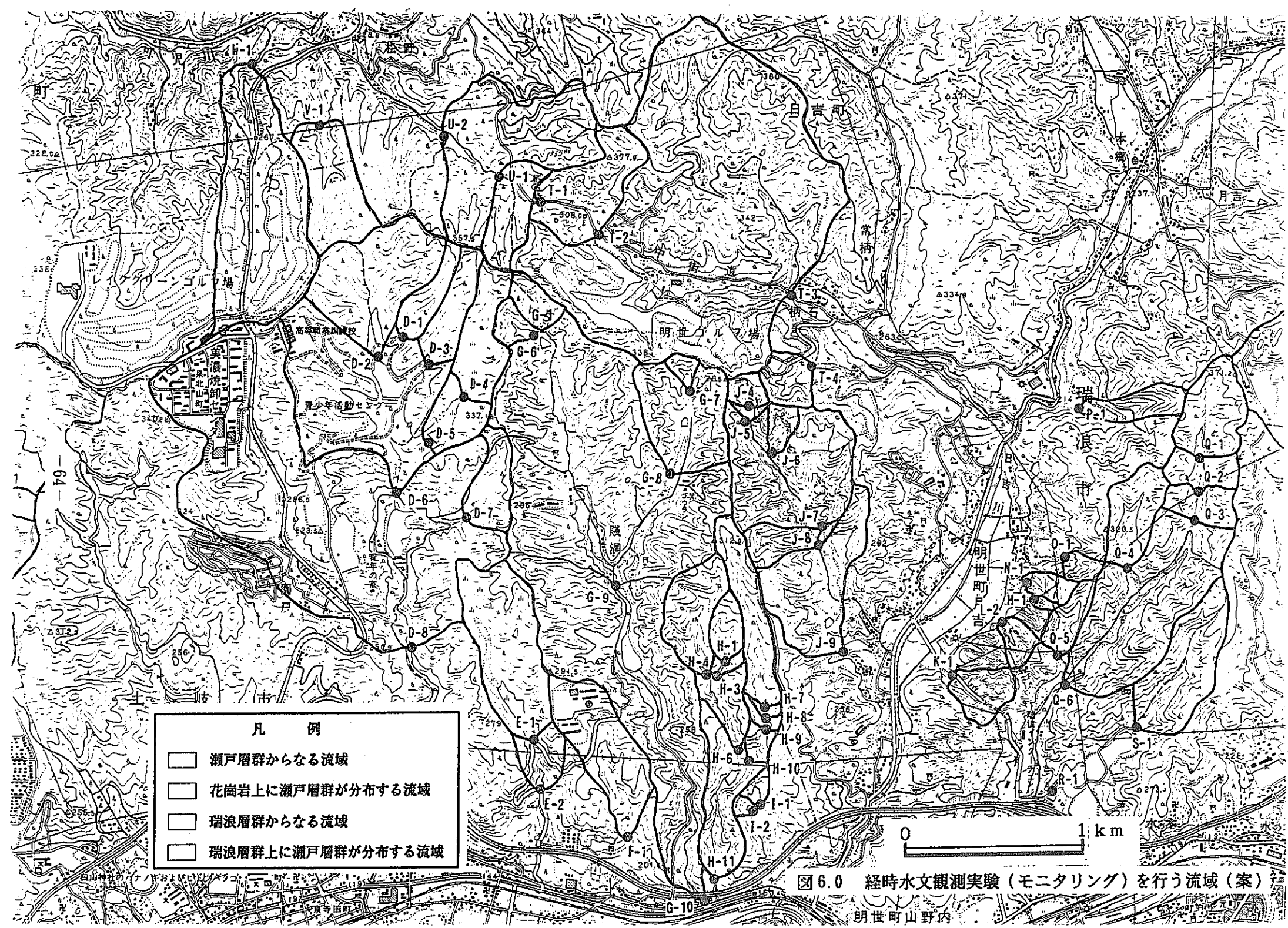
等が調査地域にみられる流域の地質構成であるが、このうち、優先的に行うべき地質構成としては、本地域に広くみられる。①、②、③、④のタイプであろう。本調査地域にみられるそれぞれの代表的流域は以下のとおり

- ① I 1、K 1、L 1、L 2、M 1、N 1、Q 5、Z 1
- ② D 7、G 8、J 5、J 6、J 7、J 8、J 9、O 1、P 1、Q 1、Q 2、Q 3、  
Q 4、Q 6、S 1、MA 1、MA 2、MA 4
- ③ E 1、E 2、H 6、H 1 1、T 1、T 2、U 1、U 2、V 1
- ④ B 1、C 1、C 2、D 1、D 2、D 3、D 4、D 5、D 6、G 1、G 2、G 3、  
G 4、G 5、G 6、H 1、H 2、H 3、H 4、H 5、H 8

このうち、自然条件、土地利用等を勘案して観測候補を絞り出すと（図 6. 0）

- ①に関しては、谷底部に杉の植林があるものの他流域に比較し、人工改変の度合いも少なく、測定機器の設置の容易さからも L 2 流域が妥当であろう。
- ②に関しては G、J、Q、S、MA 等の流域が代表的であるが、月基地鉱床周辺ということも加味すれば J 流域が妥当であろう。
- ③に関しては、流域がとなり合うにもかかわらず流出高が異なるという調査結果の得られた H 流域が妥当である。
- ④に関しては、D 流域、G 流域、H 流域のそれぞれ上流部が上げられるが③と合わせて H 流域上部での観測が妥当であろう。

また、流出高の大きい D 3 流域についても観測を行いおのメカニズムを明らかにすべきであろう。



凡 例

- 瀬戸層群からなる流域
- 花崗岩上に瀬戸層群が分布する流域
- 瑞浪層群からなる流域
- 瑞浪層群上に瀬戸層群が分布する流域

図6.0 経時水文観測実験(モニタリング)を行う流域(案)

明世町山野内

### 6.2.1 水文観測モニタリングシステムの構築

浅層部の地下水流動系を把握するためには、地表浸透能、地質（土層）構造、地層（土層）深、各地層（土層）の水文学的物性特性である、透水係数、体積含水率、間隙率、飽和度等を測定し、各地層（土層）の水分特性、地下水位等を特定することが肝要である。不飽和帯については、深さ別、場所別のテンシオメーターによる土壌水分張力の測定、地下水面下の飽和帯については、深さ別、場所別のピエゾメーターによる地下水位あるいは間隙水圧の測定により、それぞれ水理水頭の分布を求める必要がある。また、それらのデータを収集した上で水収支上の検討を行う。

水収支上の検討には、降水量、蒸発散量、河川の流入・流出量等を調べる必要がある。降水量の測定には、雨量計の設置が、蒸発散量については、乾湿計、風速計、日射計といった気象観測施設が必要である。流入流出量については、河川に流量観測堰を設け流量をモニタリングし流出解析を行うことが必要となる。

これらの設定・調査・解析を水文的な条件の異なる地質・地形構成要素別に行うことにより、地下水浸透量および、地表浅層部の地下水貯留能・地下水貯留量の定量的評価、地下水流動系の把握といった調査流域の水の循環過程を明らかにすることが可能となる。

以下の調査・解析によりモデル流域から得られた結果・蓄積データは、シミュレーションモデルの構築に使用され、現象を再現することが可能になった段階でモデルの組合せにより調査地域全域の表層付近の地下水流動のシミュレーションを行うことになる。

水文観測モニタリングシステムは、図6.1に地下水・地表水流動系観測システムとしてその概念図を示すが、測点数、センサー数等は多ければ多いほど解析の精度が向上することはいうまでもない。また、機器の故障、異常現象の生起にそなえてデータをオンラインによりリアルタイムで解析センターに転送することが理想である。

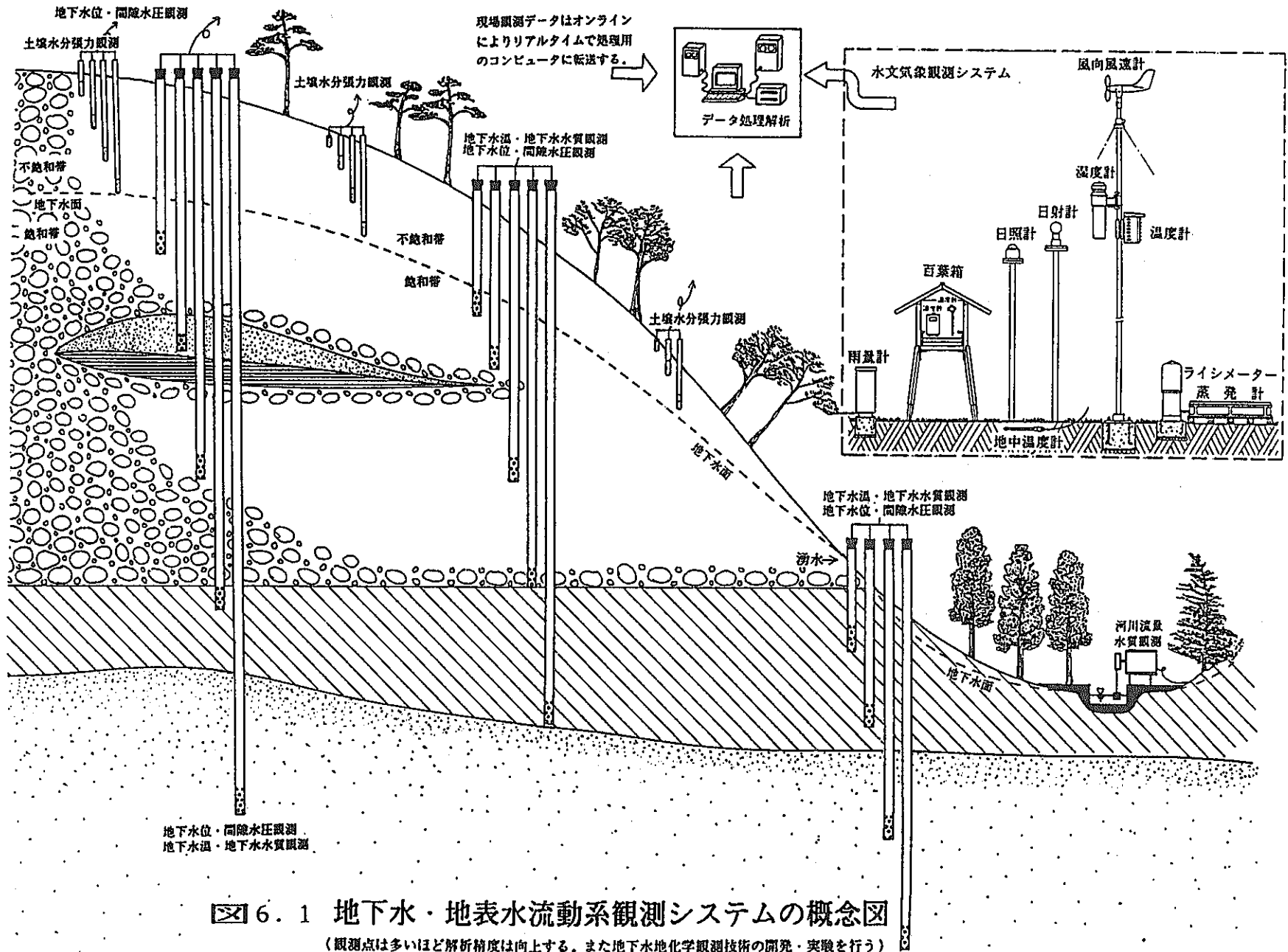


図 6.1 地下水・地表水流動系観測システムの概念図

(観測点は多いほど解析精度は向上する。また地下水地化学観測技術の開発・実験を行う)

### 6.3 観測各論

浸透能、地質（土層）構造、および各地層（土層）の水文学的物理特性の測定・調査については、水文現象のモニタリングを行う予備段階で実施し、地下水位・間隙水圧、土壤水分張力、水文気象観測等は予備調査後に行う。

#### 6.3.1 浸透能（浸潤能）調査

自然植生地域においては、一般に土壤の発達が良好であり、土壤の終期浸透能は、100mm～400mm/hr程度と通常の降雨強度を上回ることは希であり、ホートン型の地表流が発生することはないが、流域の浸透能の面的な分布傾向を捕らえる事は、流域の水循環を考察する上で重要である。

以上の観点から、浸透計を用いて、終期浸透能の面的な分布を求め、地形（尾根部、斜面部、谷部）、地形勾配、植生、地表被覆、土層構造、土層深、各土層の水文学的物理特性との相関性を検討する。

測点は斜面の最大傾斜方向に沿って、尾根から谷底に至る測線を設け、測線上に測点を設定する。

#### 6.3.2 地質（土層）構造調査

山地・丘陵地域の水野循環において、入出力に相当する降水量や河川流出量は比較的測定し易く、降水量と河川流出量を用いた流出解析を行った研究は多い。しかし、多くの場合、流域の地下水貯留量・地下水流動はブラックボックスとして解析が行われているのが現状である。水循環の大部分が地中での現象であることから、地質（土層）構造、土層深、流域の貯留量を実測によって明らかにすることは重要である。

以上の測点から、地質（土層）構造、土層深の調査を行う。地質（土層）構造については、浸透能調査を実施した周辺地点において、ボーリング調査を実施し、地質（土層）構造の調査を行う。また、Nc値の測定を行い、土層構造および土層深の面的把握を行う。但し、Nc値の測定は、実施可能な深度までとする。また、地表地質踏査を行い、地質（土層）構造を把握する。

### 6.3.3 地層（土層）別水文学的物理特性調査

地下水の流動系や流域の貯留量等を実測により把握するためには、地質（土層）構造や土層深を測定するほか、各地層（土層）の水文学的物理特性である、体積含水率、間隙率、飽和度等を測定するとともに、地下水位の確認による地下水面の面的分布を特定する必要がある。また、各土層の透水係数を測定することは地下水の流動系を把握する資料となる。

測定は、ボーリング調査を実施した地点において、地層の層相別・土層別に・土壌のサンプリングあるいはコアサンプリングを行い原位置試験・室内実験によって、体積含水率、間隙率、飽和度、透水係数を計測する。

以上のデータから、流域の貯留量は次式をもちいて算出できる。

$$S = \sum_{i=1}^n Z_i \theta_i$$

$S$  : 流域の貯留量 (mm)  
 $Z_i$  : 各地層（土層）の平均地層（土層）厚 (mm)  
 $\theta_i$  : 各地層（土層）の平均体積含水率 (%)  
 $i$  は地層（土層）区分を表す。

### 6.3.4 地下水位・間隙水圧の観測

地質構造および各地層の水文学的物理特性を把握した上で、地点別、地層別、深さ別の水理水頭を観測する。この観測により、地下水のポテンシャル分布が明らかとなり、透水係数、間隙率と合わせて地下水の流動方向、地下水の実流速等が解析可能となる。概念図では、深さ別井戸を示してあるが十分な遮水が施されれば一本の井戸で深さ別に井戸を開口し、水圧を測定することも可能である。

### 6.3.5 土壌水分張力の観測

地表に降った雨は、表層付近が不飽和であれば水分の圧力は負圧となり、地下水面下のような井戸による観測は、不可能になる。したがって不飽和帯ではテンシオメーターを用い土壌水分張力を観測し、不飽和流動解析を行う。不飽和帯の水の流動解析を行うことにより、不飽和帯から飽和帯への水分の移動形態およびその量を明らかにすることが可能になり、地下水流動シミュレーションの降雨応答モデル構築の基礎資料となる。

### 6.3.6 水文気象観測

図6.2 に水収支の概念図を示すが、地域の水収支を検討するためには、水文的気象観測が必要である。降水量については、雨量計によって、また蒸発散量についてはPenmanの方法により気温、湿度、風速、日照率のパラメーターから蒸発散量を計算する。また、蒸発計やライシメーターを用い実測する方法も併用する。

### 6.3.7 河川流量観測

調査流域からの河川流出量を観測する。一般的には河川に堰を設け、水位を観測し水位と流量の関係から、流量を算出する。

以上の測定・観測によりデータを積み上げ、順次モデル流域の地表水・地下水流動解析を総合的に行う。また、調査井等を用い河川、地下水の水質について地化学的研究を同時に行う。

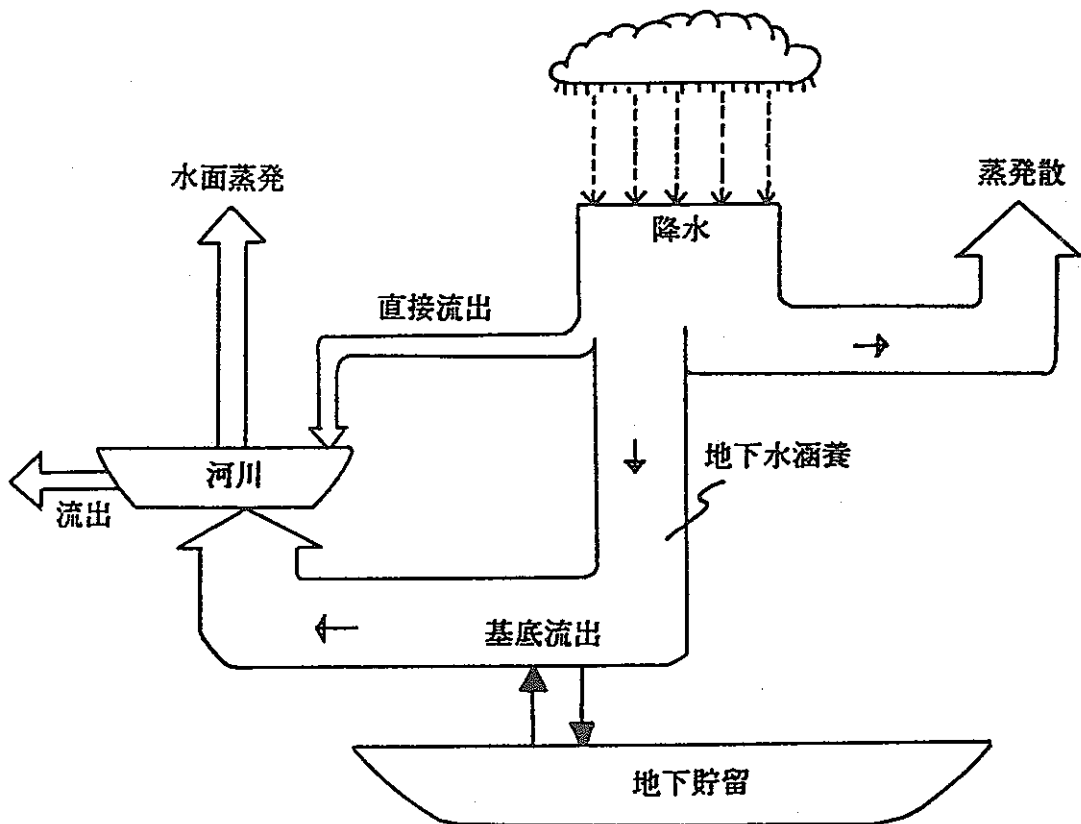


図6.2 水収支の概念図



## 7. まとめの今後の課題

- 1) 地質調査を実施した6溪流における瀬戸層群の性状・分布についてはほぼ押さえられた。その性状は、主として数cm～数10cmの円礫と花崗岩質の砂からなる砂礫層であるが、局所的には細粒～粗粒砂岩層、泥岩層が分布し、炭質物を伴うことがある。これらは、南～西方向に数度以下で緩傾斜して分布し、ほとんど水平となっているところもある。

細粒～粗粒砂岩層、泥岩層からなる細粒部は、その露出が極めて限られていること、既応のボーリングにおいてもまったくといっていいほどコアが採取されていないことから、その分布を推定することが非常に困難である。

上部の砂礫層とは透水性状が明らかに異なるため、水理地質特性を解明する上での分布を把握する必要が生ずる。

- 2) 同じく6溪流の調査から、瀬戸層群の下位層は、表2. 1に示したように、瑞浪層群の生俵累層、明世累層、あるいは花崗岩であることが明らかとなった。また、その流域の水理地質特性は、既存の瀬戸層群、生俵累層、明世累層、あるいは花崗岩といった区分の分布状況に、大局的にはほぼ一致するとされた。しかし、瀬戸層群の下位層に着目した場合でも、瀬戸層群同様透水性状の異なる部分が含まれている(図2. 15)。新第三紀層ではシルト岩・泥岩等に比べより粗粒の部分であり、花崗岩においてはマサがこれに当る。

流域の水理地質特性は、流域の地形的な位置や、瀬戸層群内の層相の繁華及び下位層(各々の地質区分及びその岩相)によって決定されるため、透水性状の異なる部分の分布を把握する必要がある。

- 3) 花崗岩における試行的な節理の測定から、E-W～WNW-ESE方向とN-S～NNW-SSE方向の2方向が卓越することが判明した。東西方向は、既存の報告(山本・他, 1974)ではENE～WSW方向とやや東に振っており、不一致がある。測定点・測定資料数ともに少ないことによるものであるか、今後の検討を必要とする。

明世累層の割れ目は、花崗岩における節理とよく類似した方向をなすが東へ10~20°振っているとみえる。これを同一方向の範囲にあると判断するか、花崗岩と明世累層に何等かの差があると判断するかは、測定点・測定資料数ともに少なく、この点についても今後の課題となる。

節理・割れ目の存在は地下水の流動に大きく影響するが、本調査ではその方向についてのみ試行的に測定した。方向、密度、開口幅、連続性の把握は地域の水理地質特性を検討する上で重要であるため、今後理論的な組み立てに基づいた調査が必要である。

地質的調査としては以下にあげる調査を今後実施すべきである。

- ・瀬戸層群の最下部付近に局所的に分布する細粒部の把握。……電気探査、地震探査、ボーリング・コア採取精度の向上、既応ボーリング・コアの再鑑定。
- ・瀬戸層群とその下位層との境界面の分布形状、下位層の岩相・岩質、特に花崗岩の旧地形面における風化状況と、傾斜方向の把握。及び異なる透水特性を持つ下位層との接地割合。……地震探査、既応ボーリング・コアの再鑑定。
- ・瀬戸層群に含まれる礫種・礫構成等の変化を詳細に把握することによって、瀬戸層群体積場の復元を行うとともに、瀬戸層群の透水特性変化を評価する。……礫種・礫構成等の変化を地質踏査により把握。また、電気探査・比抵抗値により判定する。
- ・谷底を埋積する沖積層の流域涵養量への寄与度。……L-2流域と同様にほぼ瑞浪層群のみからなりなるが、沖積層がほとんど分布しない流域を選定して、濁水流量・電気伝導度の測定を実施する。
- ・節理・割れ目の理論的な組み立てに基づく系統的な測定。……現地露頭、坑道、ボーリング孔での節理・割れ目測定。

- 4) 浅層部の地下水流動機構を明らかにすることは、表層部地下水と深部地下水との関連および地層処分において、核種移行により放射性物質が地表付近へ漏出してきた場合、それを希釈・移動し直接的に環境に影響を与える部分であるので、他の環境要素の解析とともに重要な位置を占めるものである。

4章においては、調査地域のモデル化を行うための基礎資料の把握・蓄積を念頭において河川水の涵養源のほとんどが地下水からなると考えられる、濁水期の河川水を計る

いう間接的な方法で、調査地域の「地下水」について観察をおこなった。これにより、今後調査地域の地下水流動機構を明らかにするため、地下水を直接計る本格的な観測をどのように行っていくべきなのか、また、どの流域で観察することが望ましいのかといった観点で検討をくわえた。

地域の気候、流出解析および水収支を検討するため、水文気象観測を実施し気象データを積み上げる必要がある。

河川水の涵養源のほとんどが地下水からなると考えられる、渇水期河川水の電気伝導度の測定から、調査地域は4つのタイプと人工的な汚染が認められる流域に分けられることが判明し、地質構成により水質が異なり、地下水の流動形態も異なることが推定された。地質による河川水の電気伝導度の大小関係は以下のとおり。

電気伝導度・・・(小) 瀬戸層群<秩父古生層<花崗岩<可児層群<瑞浪層群(大)

経時的な水質分析をおこない、浴存成分を特定し、その化学的特性を把握するとともに水質形成のメカニズムを明らかにし、地層中の地化学的な条件および地下水流動系を把握するための基礎資料とすることが望まれる。あわせて浅層地下水の滞留時間をトリチウム法等を用いて明らかにしていくべきである。

渇水期の河川流量の測定から、調査地域は地質構成により流出高が異なり、特に瀬戸層群の分布状況が流出高を大きく制約していることが明らかになった。すなわち、瀬戸層群中の多量で平均流速が早く電気伝導度の低い地下水と、瑞浪層群・秩父古生層・花崗岩中の少量で平均流速の遅い地下水とが存在し、河川はこれらの地下水が流出混合したものとなっている。

地質別の渇水期の流出高は、概ね以下のとおりであり、本地域の動水勾配での各地層別の平均的流速を反映しているものと思われる。ただし実際の流速は各地層の間隙率や割目系が水みちになることを勘案する必要があり、場所によってはこれらの値よりもかなり大きな実流速を示す部分が想定される。また、古生層や花崗岩のように固結した岩石においては水みちとしての割目系が重要視されているが、瑞浪層群の露頭観察から、固結度の比較的低い岩石においても割目系が水みちとなる場合もあることが確認された。

|              |       |         |      |         |
|--------------|-------|---------|------|---------|
| 流出高 (mm/day) | 瀬戸層群  | 0.2~1.0 | 花崗岩  | 0.2~0.5 |
|              | 秩父古生層 | 0.1~0.4 | 瑞浪層群 | 0.1~0.2 |

平面的な地質構成がほぼ同様な流域においても、流出高の相違が認められた。この原因として、地質構造の相違による地下水的分水界と地形的分水界の相違、地下水貯留層の物性・体積の相違等が想定されたが、特に流域そのものの地形条件の相違による地下水流動系への影響や、隣り合う流域間での地形的關係上現れる地下水流動系への影響が大きいと推定された。本調査においては、地下水と地質の關係を中心に觀察を行ったが、今後地下水の媒体としての地質とともに地下水流動のエネルギーポテンシャルを制約する地形（広域流動系に係る地形および局地流動系に係る地形）についても解析を行っていくことが強く求められよう。

- 5) 地質精査を行った6流域について、地質（特に瀬戸層群）と流量測定結果とを併せて検討を行った。その結果、調査流域では流量と流域面積の相関性が非常に高いこと、瀬戸層群と流量の相関性も非常に高いことがわかった。ただし、瀬戸層群の体積に比し流量の多い流域と少ない流域が存在し、地形・地質構造あるいは、鉾山による地下水位の低下等の原因が想定された。また、地質精査流域においては、瀬戸層群の基底面がほぼ水平であり、流域に瀬戸層群が比較的広く分布し、流域面積と瀬戸層群の体積との相関性が非常に高くなったため、昭和62年度の報告書中で推論した流出量が瀬戸層群の体積に強く制約されているという仮説を裏付けるには至らなかったが、瀬戸層群のポリュームは地下水貯留量を左右することからも地下水の流出量に大きく関与していると考えられた。

本調査地域の広い部分で瀬戸層群が分布しており、瀬戸層群上に降った降雨は瀬戸層群中に浸透し、一時貯留され、瀬戸層群からなる谷底部や瀬戸層群とその下位の透水性が相対的に低い地層との境界付近が主な流出域となって河川に流出するという流出経路が大きな地下水の流れとして想定された。また、量的には僅少であるが、河川水の電気伝導度と流出高の測定結果から、河川水には瀬戸層群から流出した地下水の他に、その下位の地層からの地下水も確実に含まれており、瀬戸層群と下部地層との間に地下水の流動があることも明らかであり、今後経時的水文観測（モニタリング）等を行い、これ

らを定量的把握し、そのメカニズムを解明することが望まれる。

- 6) 本調査地域に代表的な地質構成である①瑞浪層群からなる流域、②瑞浪層群とその上部に瀬戸層群が分布する流域、③花崗岩とその上部に瀬戸層群が分布する流域、④瀬戸層群からなる流域の4タイプについて優先的にモニタリングを行うべきである。その候補流域として、①についてL2流域、②についてJ流域、③についてH流域、④についてH流域上流部を提案した。

地表水・浅層部の地下水流動系を把握するため、地表水・地下水の直接的・定量的な観測システムを構築した。得られたデータの蓄積・解析により調査地域の水の循環過程を明らかにするとともに、調査地域のモデル化を行う基礎資料とし、地下水流動系のシミュレーションを将来的に実行し、地層処分に係る性能評価を行う材料とする。また、河川水、地下水の水質についても並行して測定を行い地化学的検討を行う。

調査・観測内容は以下のとおり

- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| ・浸透能（浸潤能）調査        | ・地質（土層）構造調査   |
| ・地質（土層）別水文学的物性特性調査 | ・地下水位・間隙水圧の観測 |
| ・土壌水分張力の観測         | ・水文気象の観測      |
| ・河川流量観測            | ・地下水、河川水の水質観測 |