

『川上ダムは安全か』〔改訂 第3版 原版='04・8・31〕

〔'05・12・5〕

自然愛・環境問題研究所
総括研究員 浅野 隆彦

〔B〕活断層の発見へ

1.) 私のように専門知識も乏しく、本格的な調査資金を有しないものは、先ず資料（水資源機構の調査報告書）と文献に喰らいつくことであった。

その中で大きな観点から推理を行ない、大断層形成の必然性をもった地質及び地形の特徴を掴むことを出発点とした。

内陸部の地質及び地形は、全て「プレートテクトニクス」の影響を反映しており、活断層の形態や変位についてもそれ以外のものではない。ここでは「プレートテクトニクス」についての詳しい説明を省き、参考文献（A）及び（B）をご紹介しますに止める。

近畿トライアングルと呼ばれる丹波、美濃地塊の東西水平圧縮と、紀伊地塊の北々西に向う圧縮を受け、「伊賀盆地」の最南端に位置するのが、この旧青山町であり、そして「布引山地」丘陵の標高 300m 付近が「古伊賀湖」（古琵琶湖の南半分を指す）を切る縁であることが明らかになっている。

<資料 1>に示されているように、C（琵琶湖層群）の存在は、接峰面 300（m）位以下に限られ、青山高原から北の南北走向脊梁である鈴鹿山脈沿いでは、ほぼ 400（m）位で限られている。

「布引山地」や「大和高原」などの丘陵は、170 万年前位に隆起しはじめ、「古伊賀湖」に礫や土砂がどんどん流れ込んで堆積していったのである。その後、130 万年前頃、地殻の大変動期が訪れ、鈴鹿山脈が隆起したり、周囲の丘陵なども隆起して立派な山地を成し、大量の砂礫を流し込んだ為に、「古伊賀湖」を含む「古琵琶湖」は埋没し、消滅へと向ったと言われている。

「プレートテクトニクス」に対応する以上に述べた当地方の地質史から、<資料 1>「広域地質平面図」に表われているように、「古琵琶湖層群」を東で、ほぼ南北で切る「頓宮断層」、南で北東から南西に切る「前深瀬川断層」（これこそ、新しく発見した活断層である）と、室生火山岩類曾爾層と片麻状花崗岩を切って北上し、前深瀬川合流部を横断する「長瀬断層」が“地質構造的断層”として特徴的に認められたのである。

上の認識を一步進める為に、<資料 2>「水系図および断層分布図」で検討してみると、「頓宮断層」は「勝地断層」を切り、（イ）のように「長瀬断層」の延長部と思われる地質構造線に連続するか、南下を続け、（ハ）のように「福川断層」に到達しているのではない

かとも思われる。(ロ)は「前深瀬川断層」であるが、「阿波断層」と連続するリニアメントを示し、「旧川上・上集落」の裏山で「長瀬川断層」延長部と斜交し、滝之原を通り、下比奈知の「名居神社」南方を抜け、近鉄「三本松」駅南側で「初瀬（与喜浦）断層」に連なっていると考えられる。このルートで「古琵琶湖層群」南端を規制しているリニアメントであることは間違いない。＜資料 4＞「広域地質平面図」（1983.3）で確認できる。

2) さて、広域に於て「前深瀬川断層」に該当するリニアメントの概線が抽出された。活断層の定義については、水資源機構は「地質第四紀以降に形成され、今後も断層活動が引き起される可能性がある断層」としているが、その時期は約 200 万年前以降とするのか、約 170 万年前あるいは 180 万年前以降とするのか学説も定まっていないというところである。が、「古伊賀湖」は、170 万年前位から隆起した「布引丘陵」（褶曲山地）に、砂礫・土砂の供給を受けているから、約 170 万年前以降に「規制する断層」が形成されたと考えるのが順当ではないだろうか。5～600 万年前頃から「太平洋プレート」の西向の圧迫が優越してきた為、この「フィリピン海プレート」の北北西から北西方向への圧迫から生じた褶曲面を持つ「布引丘陵」は、130 万年前の「地殻大変動」により、多くの東北東から西南西、あるいは北東から南西への走向を示す横ずれ、逆断層、衝上断層を生じさせたのである。それが、「小波田断層」「福川断層」「霧生断層」などであり、「前深瀬川断層」がほぼ平行して並ぶのである。それらは全て褶曲軸に平行するヒンジ部であり、東西圧縮により「せん断」された形となっている。

3) 広域での感じは掴めた。具体的に何処にどの様に存在し、何故「活断層」と言えるのか。

「活断層」と思えるリニアメントは、先ず、「空中（航空）写真の判読」から入る。はじめの頃は、1 枚の写真を食い入るように見つめ、釘で引っ搔いた様な、長く連続する直線、弧状的な曲線を探したと言う。今では写真を 2 枚並べ、専用のスコープで立体視し、判定し易くなる方法が使われている。

＜資料 4＞「ダムサイト周辺のリニアメント」（S56 年 1 月）を示す。他に 2 社、空中写真判読の報告図があるが、テンデンバラバラのリニアメントで信頼できるものではなかった。朱線で強調したものが、これ以降の調査で断層として確認されている概線で、おおむね当たっている。

ダムサイト右岸の鞍部附近から「旧川上・上集落」を抜ける 5 本のリニアメントが、この図だけから言っても何かしらイワクあり気な集合的雰囲気を見せている。

「空中写真の判読」から選定した概線をつなぎ、地形図上で断層変位により形成された後の浸食地形の特徴を見出そうとする。

当地のような多雨温暖気候と花崗岩類基盤地質の山地では、断層崖のような地表断層の露頭など殆どなく、①直線的に延びる谷や流路、②一定方向に連なる尾根上の鞍部、③山地の小起伏に関係なく一定方向に延びる崖や三角末端面、④直線的に連なる沢筋や山腹斜

面の傾斜変換点、⑤起伏量や水系パターン・密度の直線的な境界。など、大部分が断層に沿う部分が選択的に浸食を受けた二次的なものであり、断層の両側で大きく異なる地質構成・構造が地形に反映されたものである。〔坂・2002/10/10〕

上記のような地質学者の教えに従い、そして水資源機構の地表踏査での露頭断層がどのような走向・傾斜を示しているか、又、その推定破碎巾や断層ガウジの生成岩質、巾、軟質か固結か、あるいはボーリング調査結果、そして弾性波探査から出た断層の走向や傾斜、破碎巾などを解析し、地形図に描いたのが、＜資料 5＞「川上ダム周辺断層平面図」である。

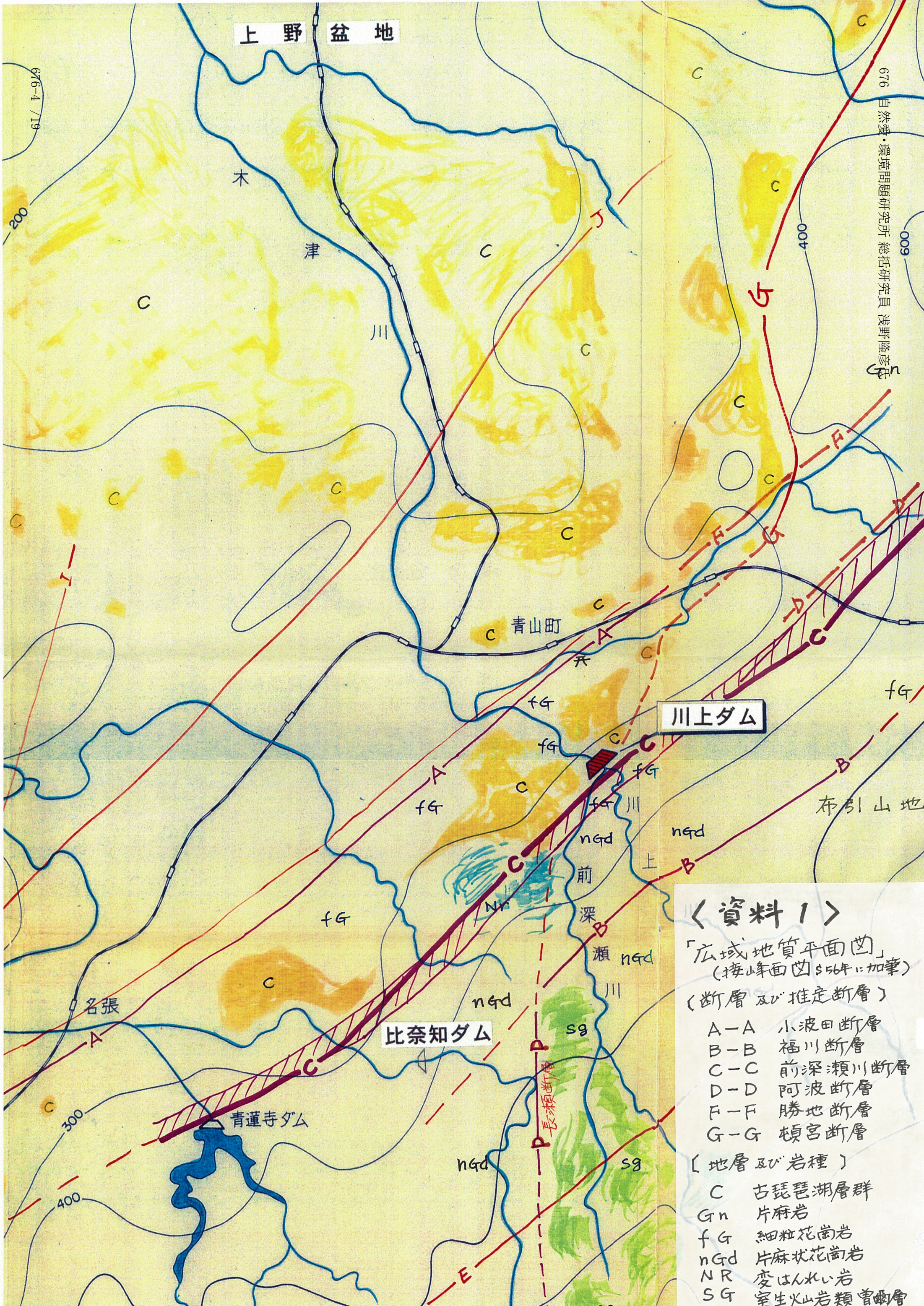
断層は、露頭にある多くの場合、走向・傾斜はほぼ見当がつくけれど、粉碎巾が不明である。これを補えるのはボーリング調査と弾性波探査による解析である。又、露頭そのものも、強い侵食、崩壊・埋没とかで地表で発見することもなかなか困難であろう。

とりあえず、水資源機構の「現調査済資料」をつなぎ合わせるつもりで解析し、求めた推定断層が「川上ダム周辺断層平面図」に記入されたものである。ダムサイト以外は、そう本格的にボーリング調査及び弾性波探査がなされたとは言い難いので、まだまだ断層の数や大規模断層の詳細について、明確に把握している訳ではない。ましてや、資料のインペイ・カイザンと思われる疑わしき証拠もあるので、「明確性」について今後の検証も必須事項である。（この内容及び小波田断層、福川断層等に関わる活断層調査への疑問は、本論文の〔A〕及び〔C〕に記述されているが、両篇を今回同時に発表すると参考資料を合せ、20 数枚増加する事になるので時機を得て、「流域委員会への意見書」として提出することにした。）

4.) ＜資料 5＞中の赤丸の記号は、その断層の存在を証明する「露頭断層の走向・傾斜」「ボーリング名」「弾性波探査測線番号又は低速度帯分布図あるいは、それらの解析結果を示す図書などの＜資料番号＞」などを表示する＜資料 6＞「川上ダム周辺断層証拠リスト」と照合しながら追って載きたい。

5.) 右岸鞍部から合流部原石山を通る推定断層が「活断層」であることは、既に淀川水系流域委員会への「意見書 No.661」に於いて論じている。参照を乞う。

＜注記＞参考文献については、全篇の最後に記載しているのでこの篇ではご勘弁願いたい。



676-4/19

676 自然変・環境問題研究所 総括研究員 浅野隆彦氏

〈資料1〉

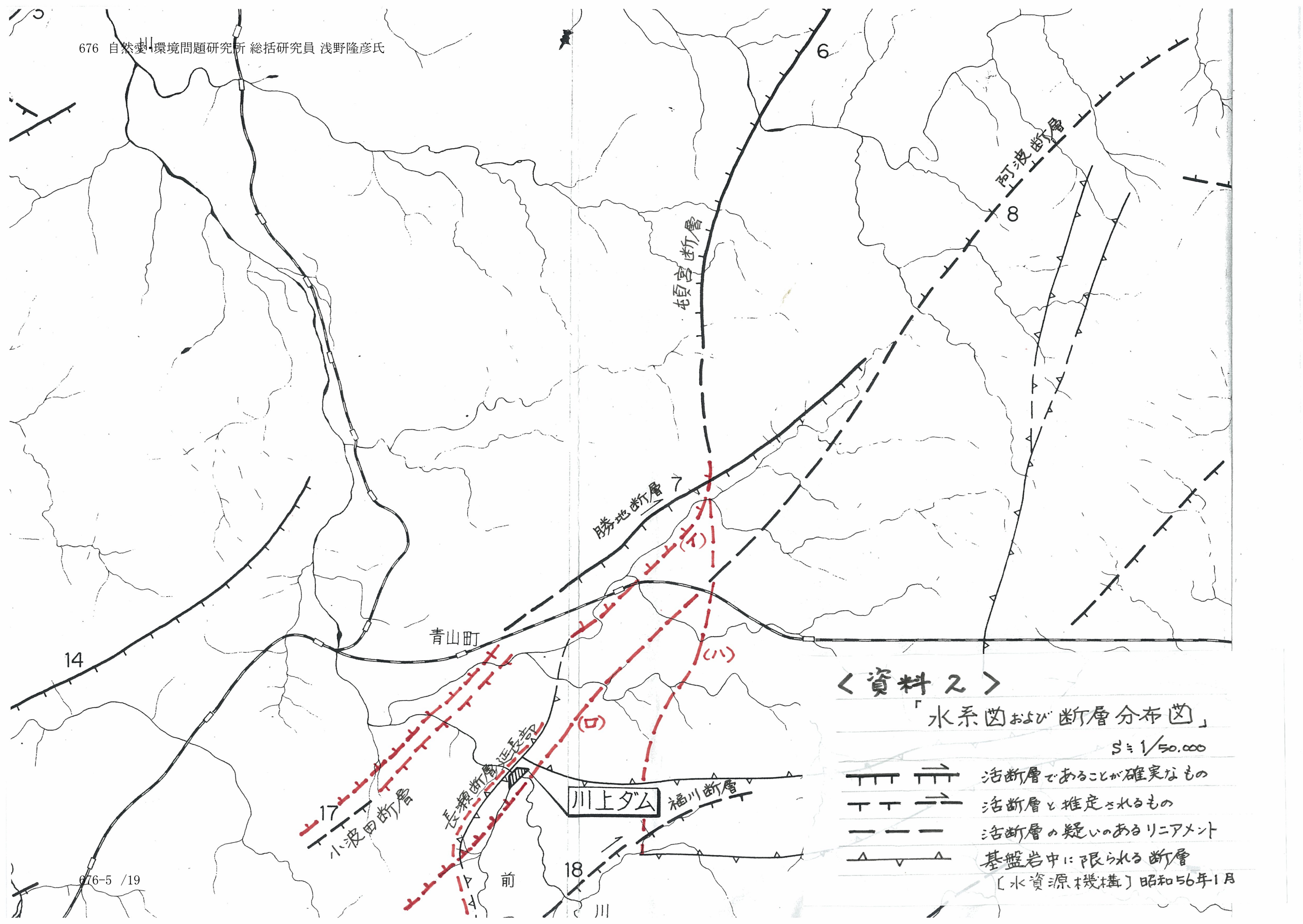
「広域地質平面図」
(接峰面図55年に加筆)

(断層及び推定断層)

- A-A 小波田断層
- B-B 福川断層
- C-C 前深瀬川断層
- D-D 阿波断層
- F-F 勝地断層
- G-G 頓宮断層

(地層及び岩種)

- C 古琵琶湖層群
- Gn 片麻岩
- fg 細粒花崗岩
- ngd 片麻状花崗岩
- NR 変はんれい岩
- sg 室生火山岩類 曾爾層



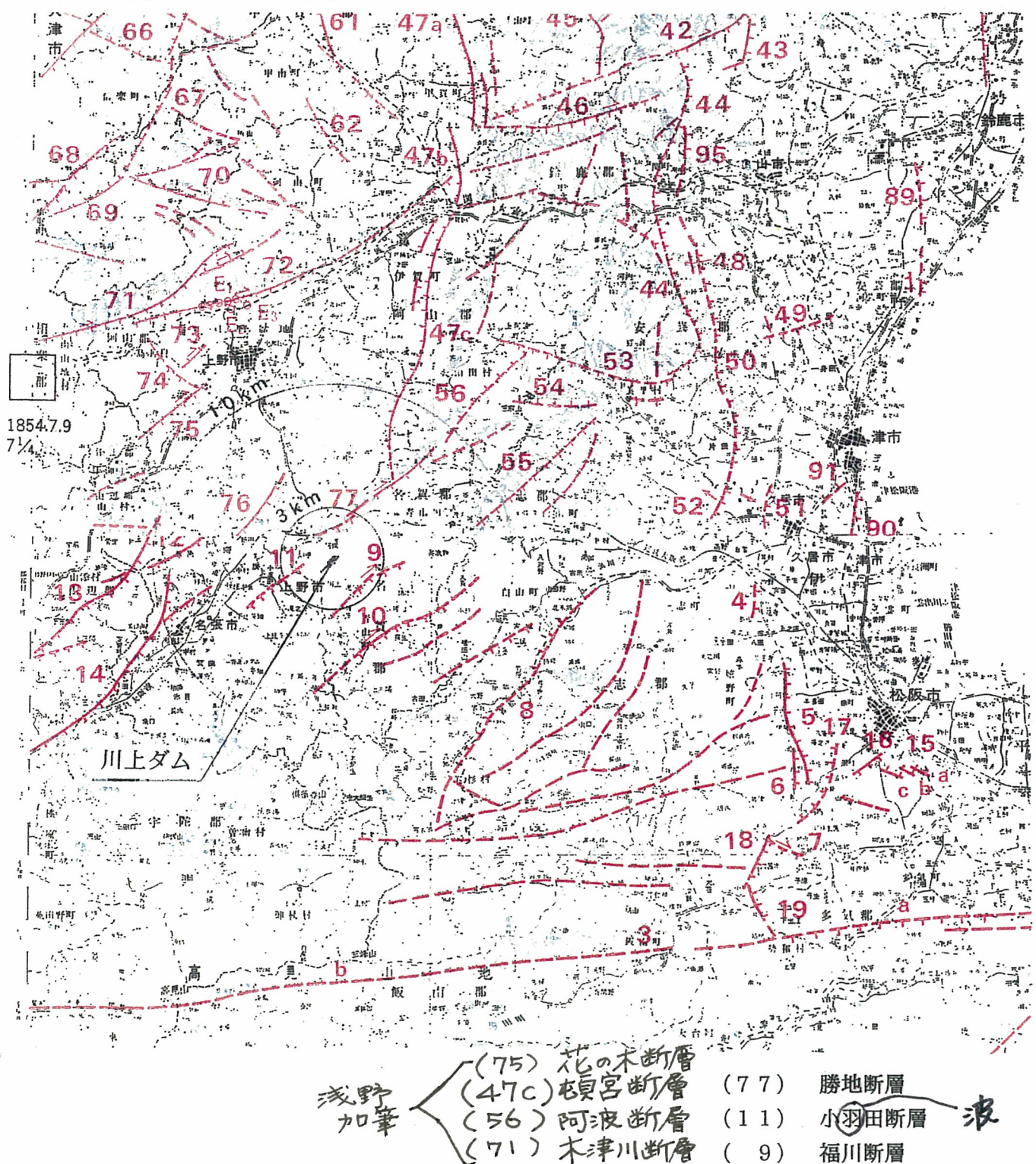
＜資料エ＞

「水系図および断層分布図」

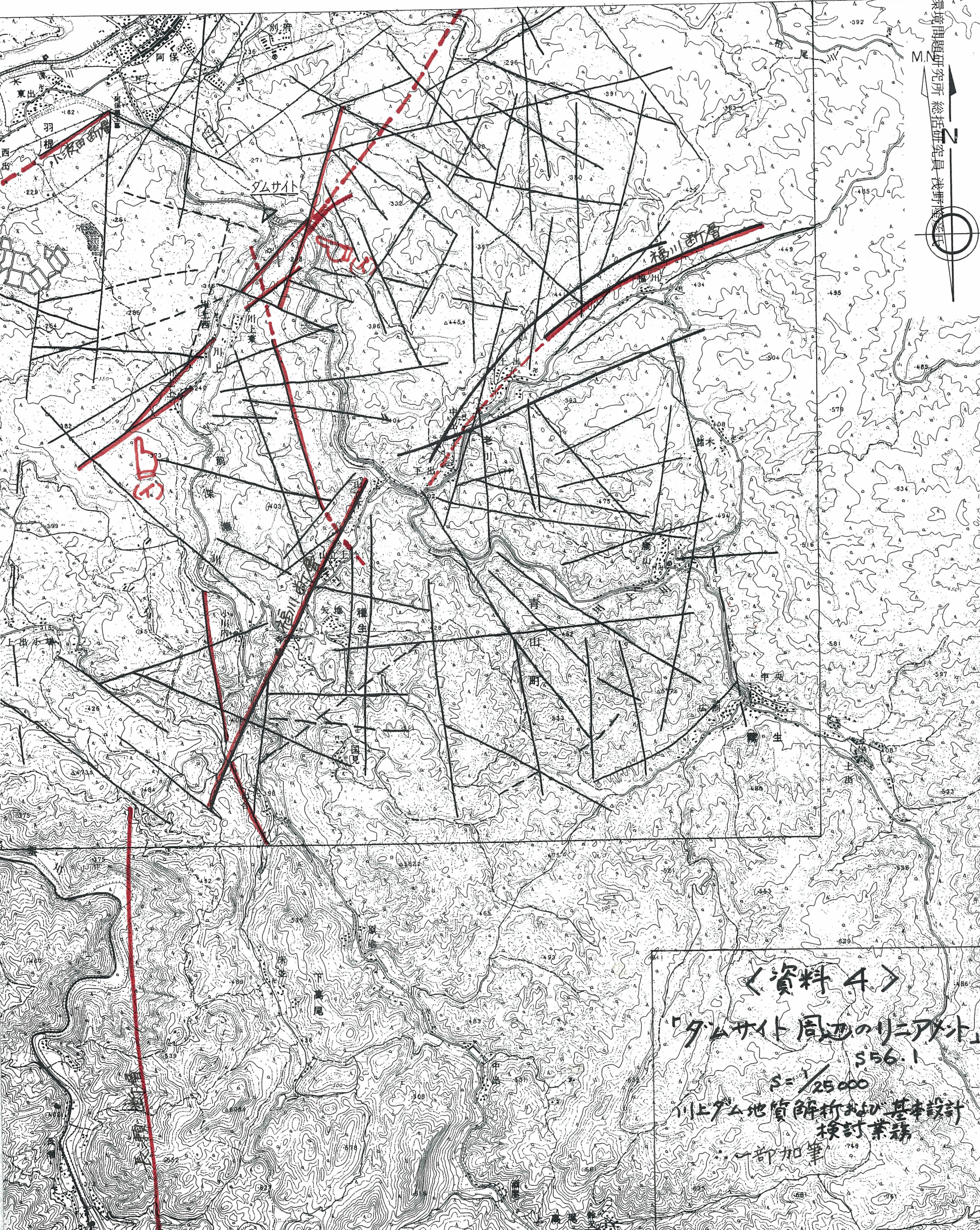
S=1/50,000

- | | |
|--|-----------------|
| | 活断層であることが確実なもの |
| | 活断層と推定されるもの |
| | 活断層の疑いのあるリニアメント |
| | 基盤岩中に限られる断層 |
- 〔水資源機構〕昭和56年1月

◆川上ダム周辺の第四紀断層



※ [出典：活断層研究会「新編日本の活断層」(東京大学出版会発行) に一部加筆]



＜資料 4＞

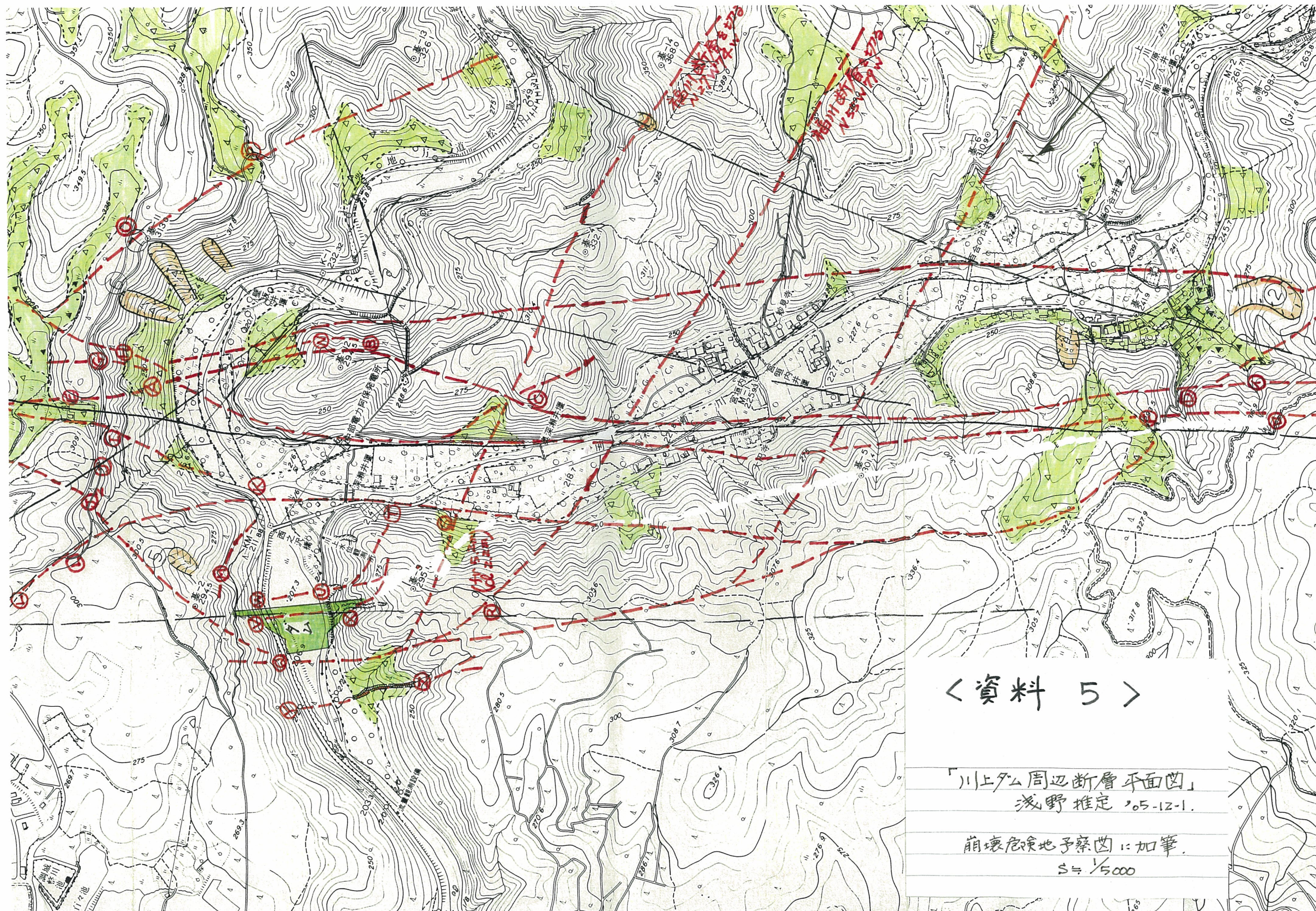
「ダムサイト周辺のリエクト」

S56.1

S=1/25000

川上ダム地質解析および基本設計
検討業務

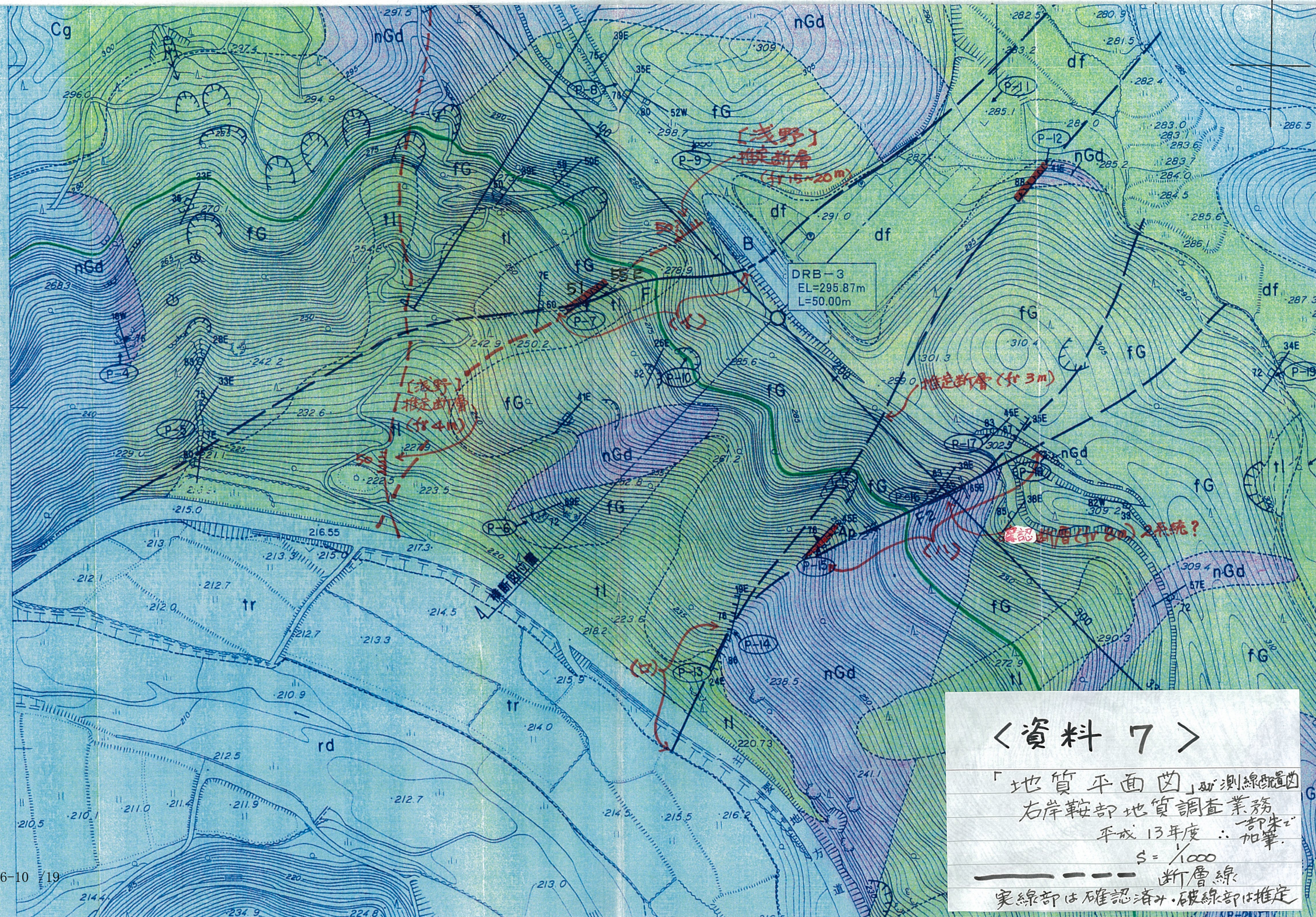
一部加筆



<資料 6>

「川上ダム周辺断層証拠リスト」

記号	露頭断層の走向・傾斜／ボーリング名・弾性波探査測線〈資料 No.〉
A	<資料 7>N24E86E、N19E76W、41E88W <資料 7> (1) ～ (3)
B	<資料 8><資料 8'><資料 8''><資料 8'''>
C	<資料 9>他に (ロ) — (ロ) 線は N5E70～90E
D	<資料 10>TCD-2 測線、TCB-2(fr16m≦?)
E	<資料 7><資料 7> (1) ～ (3)、N41E88W (fr3m)
F	TCD-1 測線、TCD-3 測線、TCB-1、N30E80W (fr2.3m)
G	<資料 7><資料 7'>N13E67W (cl30cm)、N35E67W
H	<資料 7><資料 7'> N65E45W (複合的 fr8m)
I	<資料 7><資料 7'> N55E51W、N55E50? W (fr15～20m)
J	<資料 7><資料 7'> (1) ～ (2) N55E50? W (fr 複合的? 15～20m)
J2	<資料 7><資料 7'>N45E50? W (fr4m)
K	N22E80W (マサ化 50 cm)、N38E64W (シャーズン 1.5m) N72E72W (マサ化 50 cm) 主断層は N22E80W (全体で 2.2～2.5m)
L	小地溝が古琵琶湖層群の端で 200m 以上続いている。
M	NW70E (fr40cm～100cm)
N	<資料 8>N38E45W
O	N27E59W (fr50cm)
P	N24E60W
Q	N40E74W (マサ化 3m)
R	DLB-11、B-5 (fr5.2m、cl2.2m)
S	N28E74W
T	N50E65S
U	N2E70W、N14E88W
V	N20E70W
W	N32E70W
X	N2E70W、N24E80W、N60E68W
Y	N32E77W (fr50～100cm)
Z	N5E87W (マサ化 50～100cm)
イ	マサ化著しい
ロ	マサ化著しく、巾は 20m 以上



<資料 7>

「地質平面図」の測線位置
 右岸鞍部地質調査業務
 平成13年度 一部朱子
 加筆
 $S = 1/1000$
 断層線
 実線部は確認済み・破線部は推定

資料 7 (1)

「総合解析」

右岸鞍部地質調査業務
平成13年度

5. 総合解析

5.1 右岸鞍部の地質・地下水性状

今回の弾性波探査・地表地質踏査結果と既往のボーリング調査結果及びダムサイト周辺の地質解析結果とを総合的に考察し以下に述べる。

(1) 地質構成

地表地質踏査ならびに既往ボーリング調査結果によれば、基盤岩岩種の分布割合として、片麻状花崗閃緑岩 (nGd) より、細粒花崗岩 (fG) の分布が多くなっており、その境界面の構造は、既往のダムサイト地質解析によれば、走向が東～西方向で、傾斜が南へ $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ということであり、それに従って、地質縦断図・地質横断図に示した。

しかしながら地表踏査結果では、このような接触部が確認される機会が少なく、片麻状花崗閃緑岩 (nGd) と細粒花崗岩 (fG) との境界が小断層で接している場合が多く見られ、一部ドーム状に細粒花崗岩 (fG) が進入した構造も見られた。したがって、(nGd) と (fG) との関係は、不規則な箇所も多く見られるのではないかと考えられる。

弾性波探査測線を配置した尾根部より北東方へ 80m ～ 160m 離れた沢部には、最大層厚 4 ～ 5m と推定される透水性の高い砂礫を主体とする土石流・溪流堆積物が幅 20m ～ 50m の規模で分布している。

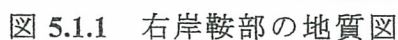
当該鞍部地区で見られる断層については、2箇所考えられる。

断層 F1 は、地表露頭において弾性波探査測線距離程 130m 南西 40m 付近に見られるもので、破碎幅 40cm 以上で走向・傾斜が $N55^{\circ} E, 51^{\circ} N$ を示す。

弾性波探査の結果、 $V_p=4.4\text{km/s}$ 層上面にて距離程 85m ～ 110m 区間で検出された低速度帯との関係を検討すると、測線距離程 100m 付近の細粒花崗岩 (fG) 露頭にて、走向 $N30^{\circ} \sim 50^{\circ} E$ 、北西へ $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 傾斜した節理面が多く発達していることから、地表部では測線距離程 120m ～ 140m 区間付近に走向が北東～南西で、北西へ 50° 程度傾斜したキレツの多いゾーン（破碎部）の存在が推定され、前述の地表で見られる断層 F1 は幅 15m ～ 20m の破碎部本体からの分岐断層あるいは随伴断層と考えられる。

そして、北東側への延長部は、昭和 55 年度に実施された弾性波探査測線 D の

断層 F2 は、弾性波探査測線距離程 225m ～ 250m の低速度帯部に推定されるもので、地表踏査では、断層面の走向が N20° ～ 40° E、傾斜が 90° に近い高角度のものと、走向が N40° ～ 60° E、傾斜が北西へ 45° ～ 65° のものとが相当している。したがって、これらの両系統のものが複合したキレツの多いゾーン（破砕部）ではないかと考えられる。



<資料 7> (3)

(2) 電気探査結果

○低比抵抗ゾーンの分布

電気探査は、右岸鞍部に推定される断層の走向・傾斜を把握する目的で実施した。従って、ここではまず、解析結果で現れた低比抵抗ゾーンに着目して結果をまとめる。図 5.2.3「二次元比抵抗探査断面図」を示す。

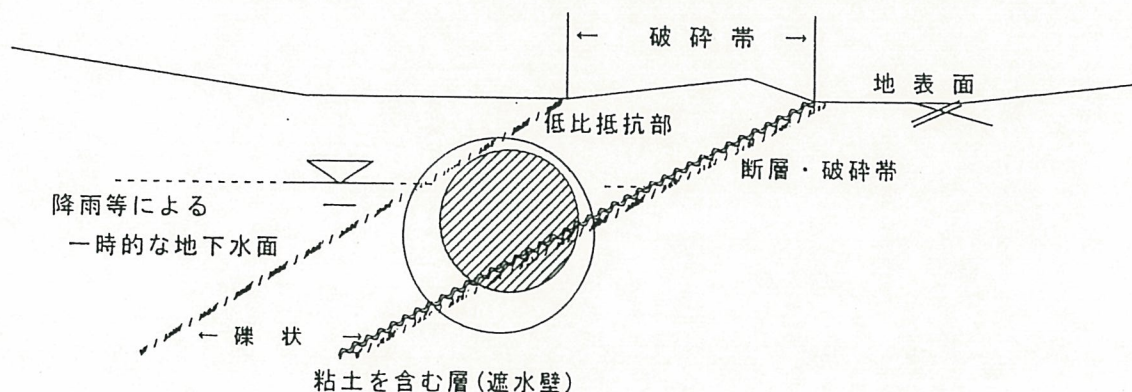
これによれば、断層もしくは破砕帯と推定される低比抵抗ゾーンは、5箇所解析された。比抵抗コンターの分布形状から、解析された断層・破砕帯の傾斜方向を推定して、図 5.2.3 に示し、表 5.2.3 に「電気探査結果から予想される断層・破砕帯の位置」として整理した。

なお、断層・破砕帯を推定するに際しては、次の点に留意した。

「一般に断層や破砕帯は粘土を含んでいると考えられ、地下においてはこの粘土を含む層が遮水壁となって、地下水を遮断していることが考えられる。よって、低比抵抗ゾーンは、図 5.2.2 に示すように、断層や破砕帯の上側に分布していることが予想される。」

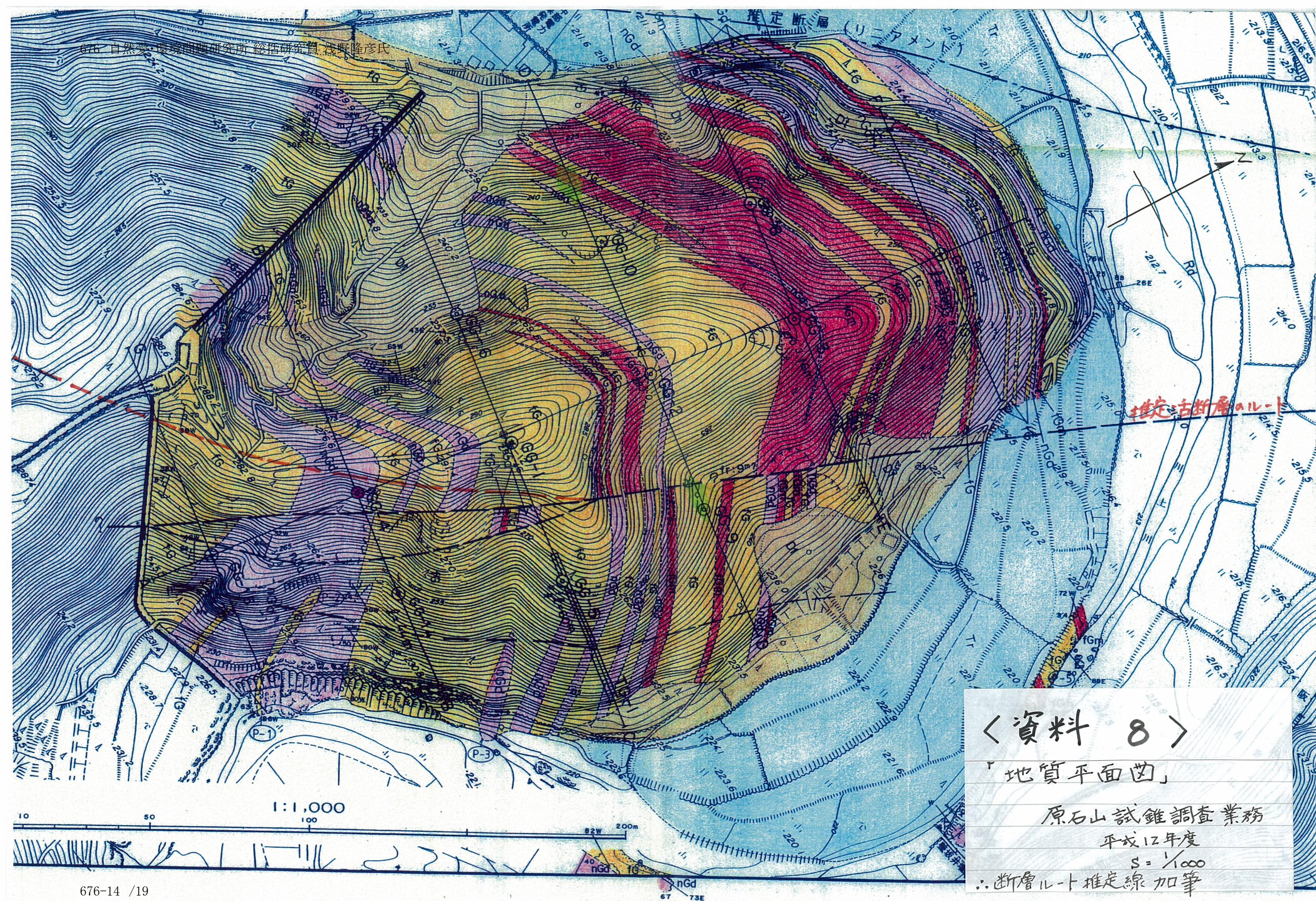
表 5.2.3 電気探査結果から予想される断層・破砕帯の位置

	測線距離程 測点 (m)	標 高 (m)	推定される傾斜方向など
E1	20 ~ 24	280	北西方へ 50° 幅 4m
E2	110 ~ 130	280	北西方へ 50° 幅 20m 特に測点 120 ~ 130m は破砕度大
E3	145 ~ 150	285	北西方へ 50° 幅 5m
E4	220 ~ 223	285	南東方へ 85° か鉛直 幅 3m
E5	240 ~ 248	280	北西方へ 60° 幅 8m



『粘土を含む層に地下水が遮断され、礫状を示す破砕部に地下水が一時的に貯留されやすいものと考えられ、その結果低比抵抗ゾーンが解析されるものと推定する。』

図 5.2.2 低比抵抗ゾーンの解析例



<資料 8>

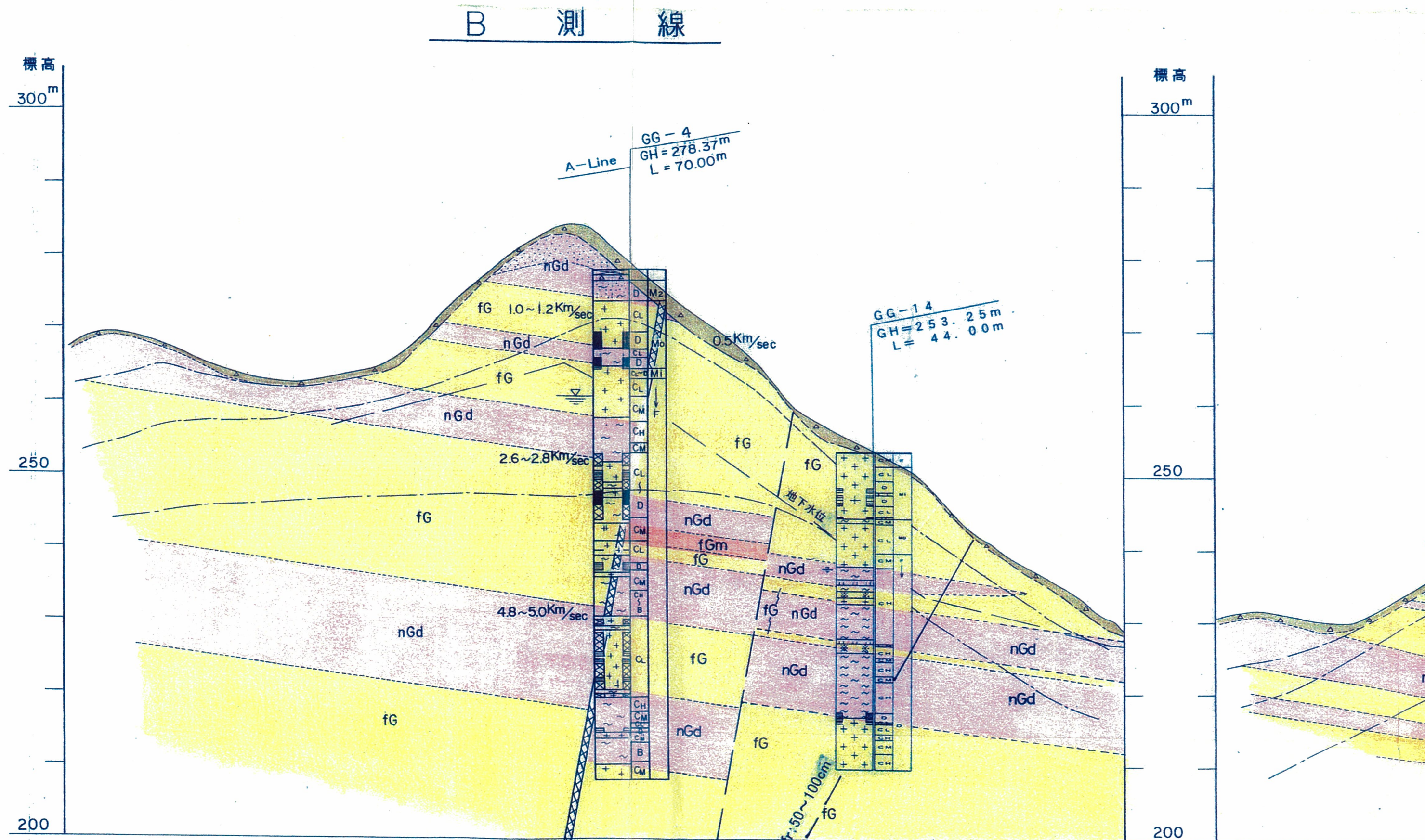
「地質平面図」

原石山試錐調査業務

平成12年度

$S = 1/1000$

∴断層ルート推定線加筆



この図は、W傾斜としているが、
 鞍部の弾性波探査の解析によれば、
 これに対応する断層・破碎帯は南東方へ「地質推定断面図」
 85°が鉛直で中3mしか出ていない。
 こゝでは傾斜は85°~90°Eでないか。
 この高角度での実際破碎巾は3m未満であろう。

<資料 8'>
 合流部 原石山試錐調査
 平成4年度
 S=1/500 ∴一部加筆

ボーリング柱状図

JACIC 様式 Ge-102

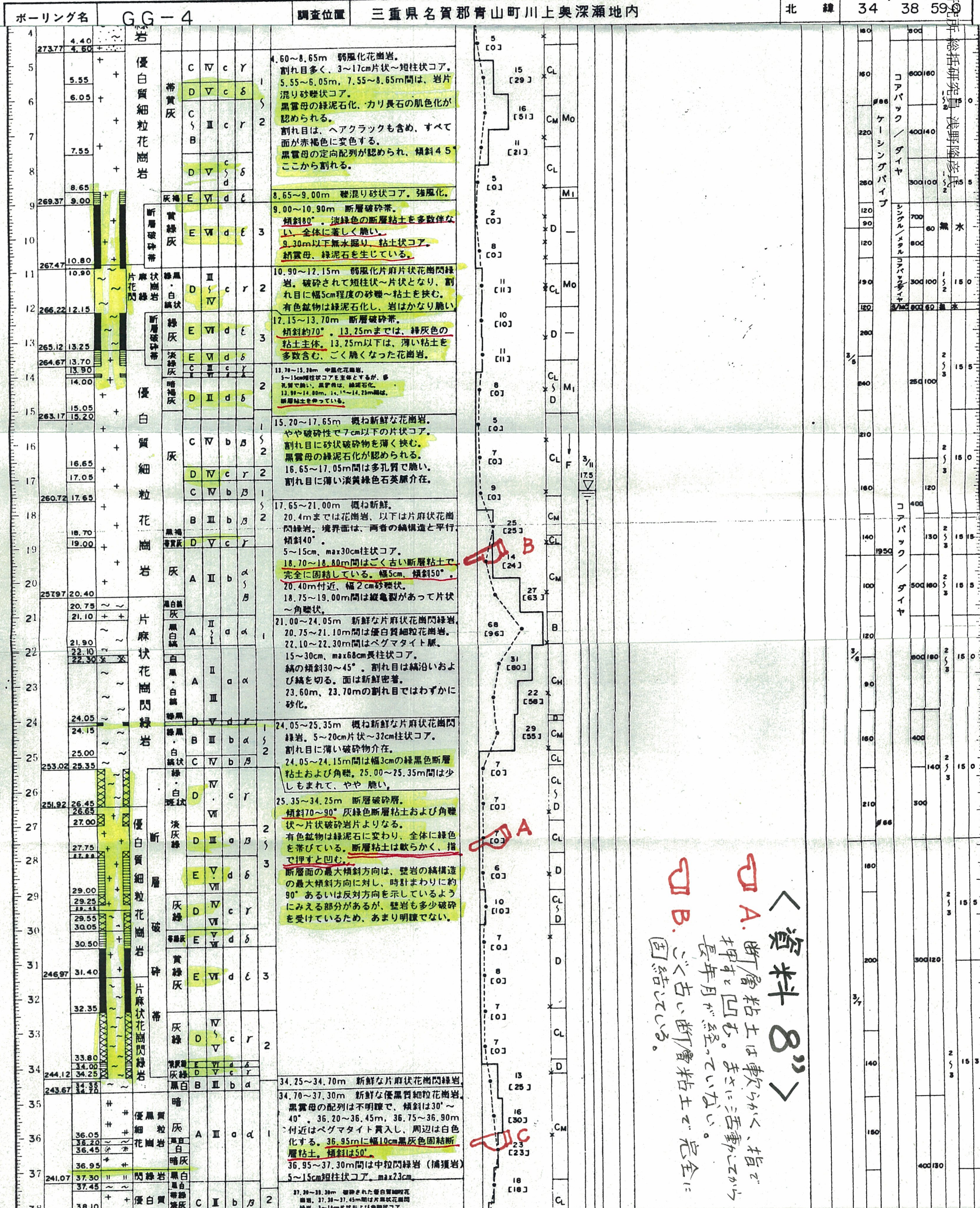
調査名 合流部原石山試錐調査 (その2)

事業・工事名 淀川水系川上ダム原石山地質調査

ボーリングNo

シートNo

北緯 34° 38' 59"



<資料 8>

3. 3 地質構造

調査地周辺には、いくつかの活断層が知られており、いずれも北東－南西の走向と北西傾斜を示す逆断層とされている（図3. 4）。

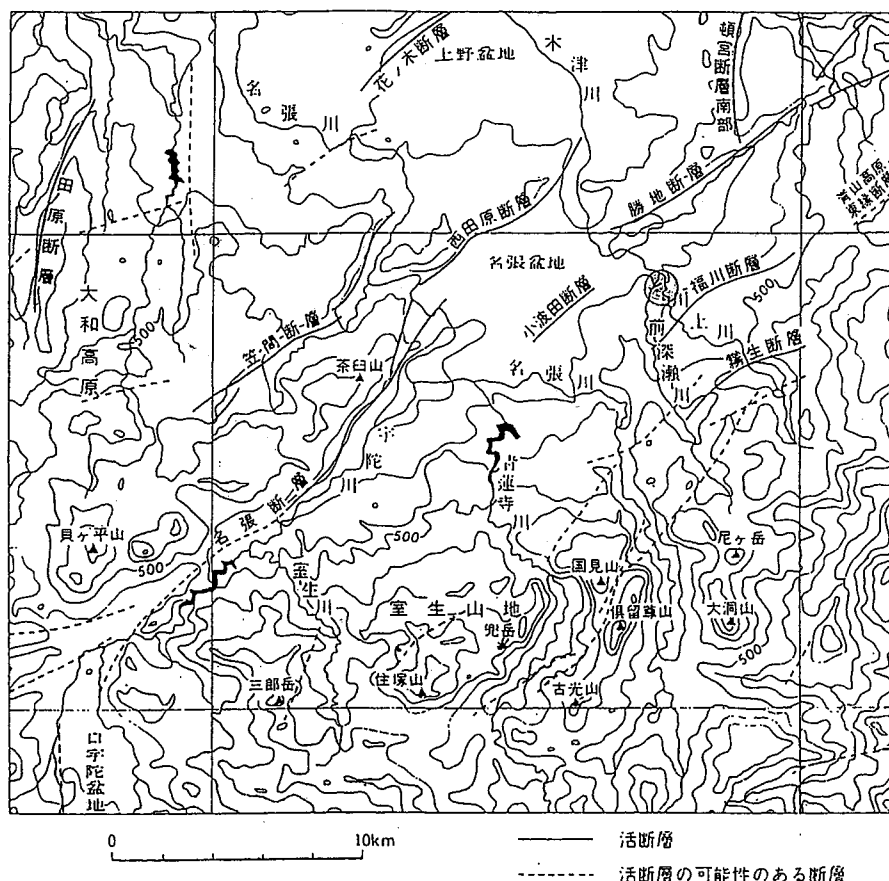


図3. 4 調査地周辺の活断層の分布 ㊦：調査地

5 万分 1 地質図幅 名張地域の地質(1998年)地質調査所

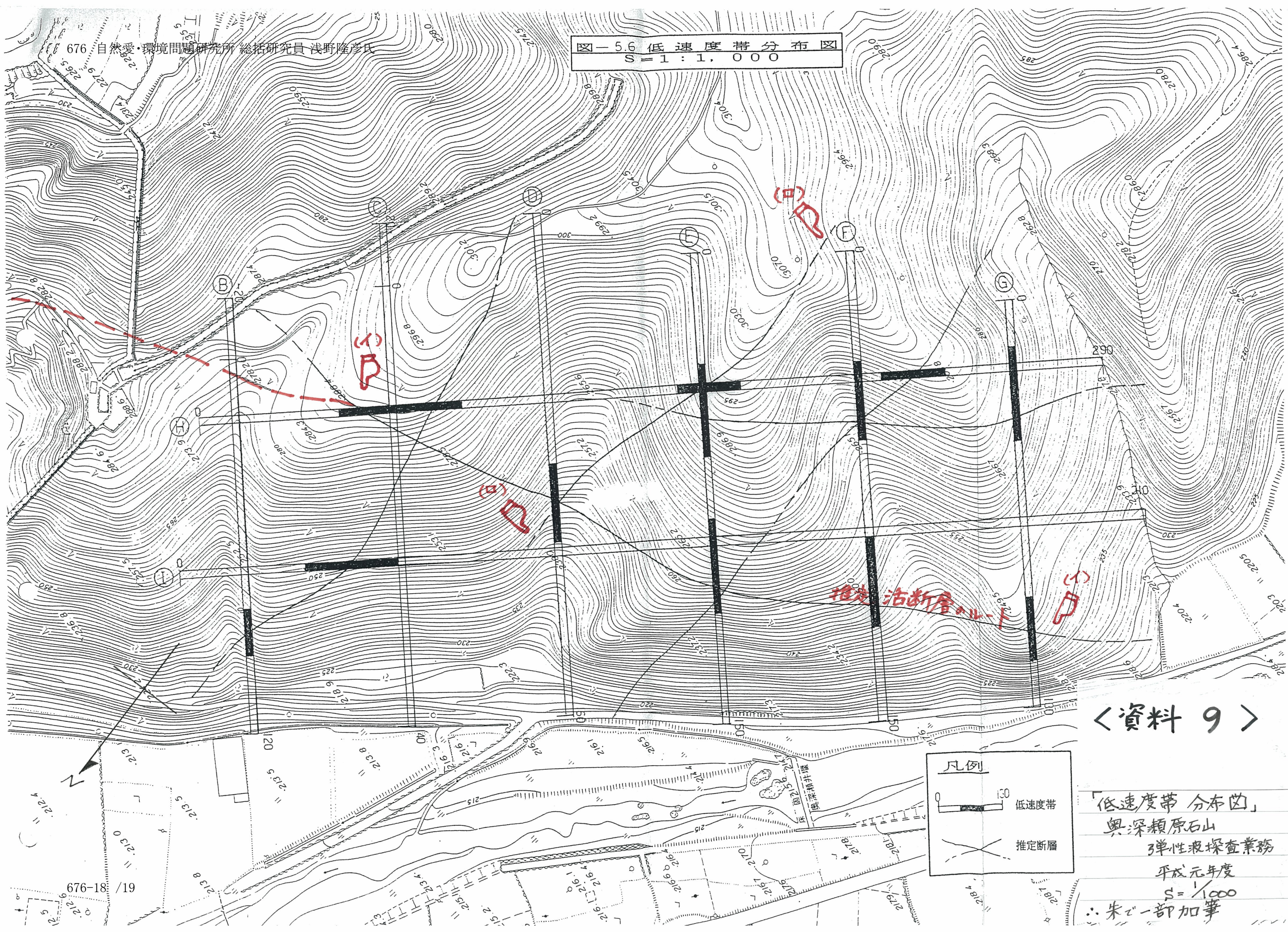
上記の断層は調査地から数 km 以上離れた位置であるが、原石山の尾根に近接して北東－南西方向のリニヤメント（昭和 6 2 年度川上ダム貯水池周辺地質踏査）の存在や、ボーリング調査と露頭観察により北北東－南南西方向に断層が推定されている（合流部原石山試錐調査（その 3））。

この推定断層は、既存のボーリング G G - 4 から原石山尾根突端部の東側を通過し、川上川右岸の主要地方道松坂・青山線北側山腹の露頭に連続するものとされている。この露頭では、優白質細粒花崗岩と片麻状花崗閃緑岩の境界部分が、幅 5 0 c m にわたり灰白～緑灰色を示すシルト～細砂状の破碎質な性状となっている（P - 6）。特に優白質細粒花崗岩との境界部は幅 1 5 c m 間は軟質な粘土となっている。また、この周囲の岩盤も優白質細粒花崗岩には亀裂が見られるがハンマーにて濁音を発し、片麻状花崗閃緑岩はマサ化の進行が大きい。

この露頭からは破碎幅は不明であるが、ボーリングでは硬質な岩片を途中に挟むものの、破碎幅は約 9 m 程度と推定されている。

〔川上ダム周辺断層調査業務 平成 11 年度〕

図-5.6 低速度帯分布図
S=1:1,000



<資料 9>

凡例

0 100 低速度帯

推定断層

低速度帯 分布図

奥深瀬原石山

弾性波探査業務

平成元年度

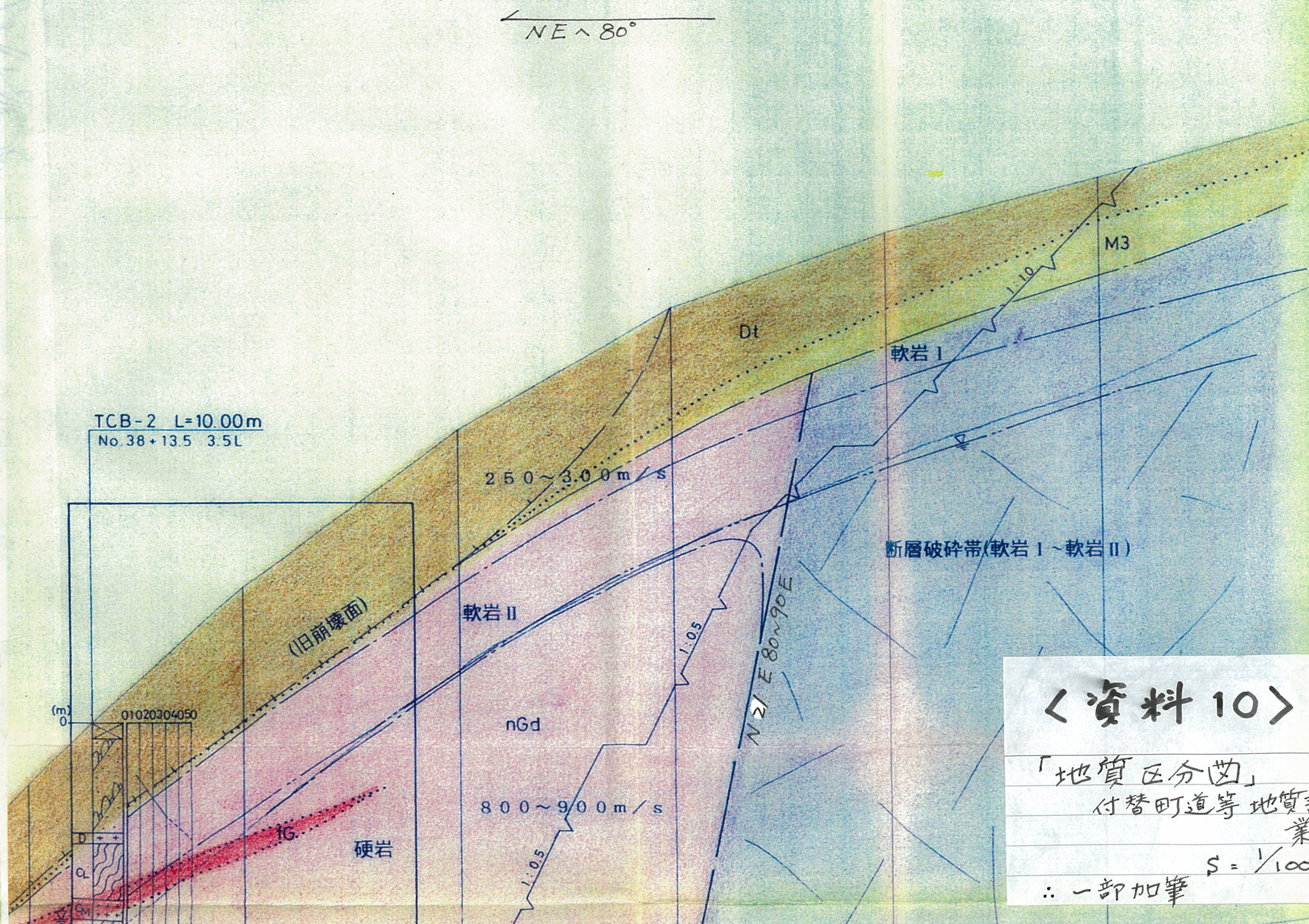
S=1/1000

朱一部加筆

図5 地質区分図

(TCD2断面)

S=1:100



〈資料 10〉

「地質区分図」
付替町道等地質調査(地質)
業務

∴ 一部加筆 S = 1/100