

**ミダック最終処分場
第四紀断層調査業務
報告書（概要版）**

平成 26 年 3 月

株式会社環境地質

目次

1. 第四紀断層調査	1
1. 1. 第四紀断層調査.....	1
(1) 第四紀断層調査とは.....	1
(2) 指針（案）で示されている「要注意な第四紀断層」とは	1
1. 2. 活動的な断層の特徴と第四紀断層調査	3
1. 3. 第四紀断層調査の流れ.....	5
2. 総合調査結果.....	6
2. 1. リニアメントの抽出.....	6
(1) 文献調査及び地形調査の結果	6
(2) 抽出したリニアメントの特徴	7
2. 2. リニアメント L-21 について.....	10
(1) 地質境界	10
(2) 地形観察	12
(3) 河川縦断	17
(4) 断層露頭観察	18
(5) 調査のまとめ	18
(6) 「要注意な第四紀断層」としての評価.....	19
2. 3. リニアメント L-20 について.....	21
(1) 地質境界	21
(2) 地形観察	23
(3) 河川縦断	26
(4) 断層露頭観察	27
(5) 調査のまとめ	27
(6) 「要注意な第四紀断層」としての評価.....	28
2. 4. まとめ.....	30
補足：第四紀断層調査における「要注意な第四紀断層」について	35
＜別添資料：処分場候補地内の断層の概略調査結果＞	38
資料－1. はじめに.....	38
資料－2. 処分場候補地内の調査結果	38
(1) 処分場候補地周辺のリニアメント	38
(2) 処分場候補地の断層	40

1. 第四紀断層調査

1. 1. 第四紀断層調査

(1) 第四紀断層調査とは

最終処分場の貯留構造物は、「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010 改訂版」(社団法人全国都市清掃会議)でも「種類・構造形式が類似した構造物の指針や基準に準拠して行うものとする」(要領 p.200)とされているように、構造形式が類似しているダムに準拠した設計が行われている。

ダム建設においては、「ダム建設における第四紀断層の調査と対応に関する指針(案)」(以下、指針(案)という)により、第四紀断層の調査と対応に関する考え方が述べられている。ここでは、最終処分場の第四紀断層調査として、この指針(案)に準拠した調査を行う。

第四紀断層調査の目的は、断層活動に対する地盤の変位(ずれ)により対象構造物が破壊・破損される恐れがないかを評価しようとするものである。そのため、地盤の変位(ずれ)をもたらすような第四紀断層を特に「要注意な第四紀断層」(後述(2)参照)とし、そのような断層を、広域な範囲から絞り込み、対象構造物の近傍(半径 300m 以内)にその「要注意な第四紀断層」が存在するの可否かを調査する。

しかし、この第四紀断層調査で「要注意な第四紀断層」が対象構造物近傍になく、地盤の変位(ずれ)によって対象構造物が破壊・破損する恐れがないと判断されても、日本においては、地震はどこでも起こりうるので、地震力による「揺れ」の工学的な検討を設計段階では別途行う必要がある。具体的には、「どこでも起こりうる地震」として処分場候補地直下(例えば、震央の深度 10km 程度、長さ 10km 程度)の地震などを想定し、その地震に対しても対応できる構造物とするような検討を行うことで、工学的な安全性が、より確保できることになる。

(2) 指針(案)で示されている「要注意な第四紀断層」とは

第四紀断層調査では、繰り返し活動し、将来も活動する可能性の大きな断層(活断層)の活動により、将来地盤の変位(ずれ)が生じる恐れがあるか否かを検討評価する。指針(案)では、地盤に変位(ずれ)をもたらすような「要注意な第四紀断層」としては、次のいずれかに該当するもの、としている。

- ① 最終活動時期が 10,000 年前以降の断層
- ② 最終活動時期が 10,000 年前～30,000 年前の断層、またはこの時代に変位を起こしたことが地層や地形から推定される断層で、且つ長さが長いもの(10km 程度以上の長さを持つ断層)
- ③ 第四紀後期に繰り返し活動した規模の大きい断層

言い換えれば、上記の①～③のいずれにも該当しないもの、すなわち「要注意な第四紀断層」でないものとは、第四紀後期（概ね後期更新世（十数万年前程度）から現在まで¹⁾）に活動していない断層であり、これらは地盤の変位が生じる恐れのある断層ではないとして、断層活動に対する地盤の変位（ずれ）により構造物が破壊・破損される恐れはないと評価する。

¹「小池一之・町田洋編(2001)：日本の海成段丘アトラス，東京大学出版会(p.4)」に、後期更新世と完新世を第四紀後期として一括して呼ぶ、と示されているように、一般的に後期更新世以降(約 13 万年前以降)を第四紀後期あるいは後期第四紀と呼んでいる(補足も参照)。

1. 2. 活動的な断層の特徴と第四紀断層調査

一般に、活動的な断層による地震は、内陸直下型の地震であり、海洋プレートの沈み込みによるプレート型の地震と比較すれば、マグニチュードの比較的小さい地震となる。地震の規模としては比較的小さいものではあるが、直下型の地震で地盤に大きな変位をもたらすことがあり、構造物の安定性に影響を及ぼす場合がある。また、工学的に「要注意な第四紀断層」は、「今後も活動する可能性が大きい」活断層である。

活動的な断層は、これまでの研究から、以下の性質があることがわかっている(小出ほか, 1995; 地盤工学会, 2005)。

- ①変位の累積性：各々の活動的な断層は、最近の地質時代（一般に第四紀全体もしくは第四紀後期を指す）では同じ向きに動いており、変位は累積している。これは、広域的かつ継続的な応力場を反映したものである。
- ②変位の間欠性：日本の活動的な断層は地震時のみ変位し、普段は全く変位がない。
- ③ほぼ規則的な活動性：固有地震説と呼ばれる地震の物理モデルで、各々の活動的な断層ごとにばらつきはあるものの、ほぼ同程度の大きさの地震がほぼ同程度の間隔で発生する。

こうした性質を図化すると、図 1-2-1 のようになる。

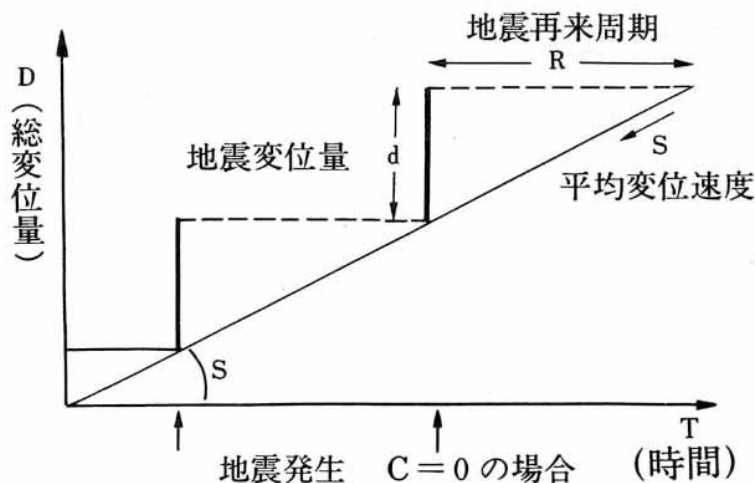


図 1-2-1 平均変位速度と 1 回の地震変位量・再来周期の関係 (小出ほか(1995)より)

図中の地震再来周期 R は、これまでの研究から日本では数万年以下のものが多く、活動的な断層は“繰り返し”活動し、後期更新世以降の時間スケールの中では、少なくとも数回は変位が生じて地形等にその変位の累積した痕跡を残す。こうした繰り返しのある活動的な断層が、将来も活動する可能性が大きな断層(活断層)であり、地盤に変位(ずれ)をもたらすような要注意となる断層である。

こうした繰り返す地震再来周期は、平均変位速度 S 、断層の長さ L から、新編日本の活

断層では、

$$\log R = \log (L/S) + 1.9$$

の関係が示されているが、いくつか例を示すと、

- ・ 長さ 80km、平均変位速度 5.0mm/年の活断層：
(a) M8 の地震を 1,300 年に一度
- ・ 長さ 20km、平均変位速度 0.8mm/年の活断層：
(a) M7 の地震を 2,000 年に一度
- ・ 長さ 10km、平均変位速度 0.05mm/年の活断層：
(a) M6.5 の地震を 16,000 年に一度

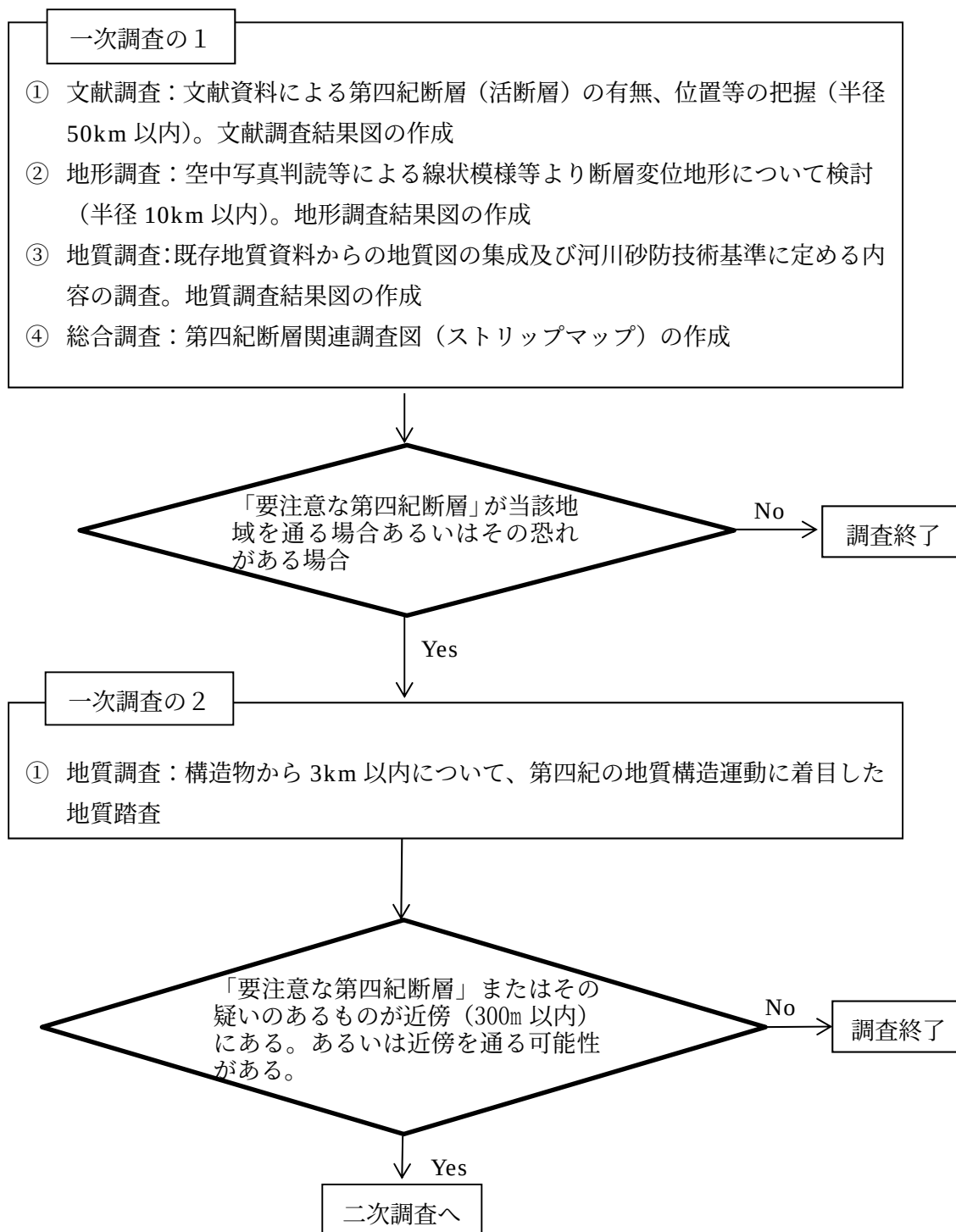
となる。たとえば、平均変位速度の小さい（活動度の低い）活断層では、数万年に 1 度地震が起きるので、十数万年程度の間には少なくとも数回は地盤が変位することになり、その痕跡が地形等に残るものと考えられる。また、上記に見られるように、活動度の高い活断層ほど、地震再来周期は短く、地震の規模は大きなものになってくる傾向がある。逆に、より短い断層のマグニチュードは小さく、地表に変位（ずれ）をもたらす量は小さくなると共に地震再来周期は長くなる。

第四紀断層調査では、こうした活動性（将来も活動する可能性）を評価するために、断層の活動経歴をチェックする。活動的な断層は、数万年以下の繰り返しで断層運動を起こしているので、地表の地形等に何らかの累積的な変位（ずれ）をもたらすため、その痕跡が残っているか否かを調査することで、断層の活動経歴をチェックすることができる。具体的には、後期更新世以降から堆積した段丘堆積物などに変位をもたらしているか否かをチェックする。こうした段丘堆積物等に変位をもたらしていなければ、第四紀後期に繰り返し活動している活断層（第四紀断層）ではない、すなわち、将来も活動する可能性が大きく、地盤の変位（ずれ）が生じる恐れのある断層ではないことになる。したがって、こうした断層（一般的にみられる地質断層）は、断層活動により構造物を破壊・破損させる恐れがある断層ではないと評価する。

以上のことから、一般的に第四紀断層調査では、第四紀と冠しているものの、断層の「活動時期」については第四紀とされる約200万年間の全体にわたる活動経歴を確認するのではなく、第四紀後期から現在まで“繰り返し”活動したかどうかを判断することが重要になる。言い換えれば、上記の累積性、間欠性、ほぼ規則的な活動性の特性から考えると、後期更新世から現在までに活動した経歴があるかないかを確認できれば、その判断も可能となることがわかる。

1. 3. 第四紀断層調査の流れ

第四紀断層調査は、以下のような流れで実施する。なお、ここでは、一次調査までの調査を想定している。



（本フローチャートは、指針案に基づき作成された「建設省土木研究所：ダム建設における第四紀断層の調査成果の取りまとめについて、昭和 62 年 9 月」を基に、調査内容をわかりやすくまとめたものである）

2. 総合調査結果

2. 1. リニアメントの抽出

(1) 文献調査及び地形調査の結果

文献調査では、半径 10km 以内には「新編日本の活断層(1991 年)」により L-21 と L-20 の 2 つのリニアメントが抽出された。しかも、抽出されたリニアメントも確実度Ⅲの活断層（第四紀断層）と判断されており、活断層としての確実度は低く、地質の硬さの違いによる組織地形などを判読している可能性が高い。その後に掲載された「中部地方土地地質図（1992 年）¹」においても、この 2 つのリニアメントについては活断層から除外されているほか、「活断層詳細デジタルマップ（2002 年）」でも活断層からは除外されている。なお、これら 2 つのリニアメントの他に、半径 10km 以内（10km 圏内）に第四紀断層に関する記載のあった文献は存在しなかった。

さらに、今回の地形調査では、10km 圏内の地形について、「独立行政法人土木研究所（2006）：活断層地形要素判読マニュアル」を基本的に参考として、水系や稜線、鞍部や低崖などを詳細に検討・調査を行った。その結果、細かいリニアメント（長さ 10km に満たないもの）は 10km 圏内に極めて多く分布するものの、最終的に地質調査で確認すべきリニアメントとしては、文献調査で示された 2 つのリニアメントとほぼ一致するものを、地形要素の観点から抽出することができた。

本地域（10km 圏）の地形的な特徴は、以下のとおりである（図 2-1-1 参照）。

鞍部は本地域全体に広く分布する。最終的に抽出した線状模様（2 つのリニアメント）以外にも、例えば、竜ヶ石山付近に鞍部や遷緩線が比較的密に配列するが、その地形要素は連続性に乏しく、長さは短いため、最終的には線状模様（リニアメント）からは除外した。本地域の地質帯は、東北東－西南西の方向に並列な構造を示すが、それに並行するような配列で地形要素が並んでいる。しかし、崖地形、凹地形（溝状地）、凸地形、谷・尾根の屈曲などは少なく、連続性に乏しい。

このように本調査による判読では、本調査地域内に第四紀断層（活断層）であることの確実度が高い線状模様をみつけることができなかったが、その結果は、文献調査で示した「新編日本の活断層」の見解（確実度Ⅲ）と同じである。

以上のような特徴を示すものの、本地域の中では、比較的疎ではない地形要素の部分として、主稜線と並走する比較的連続性の良い線状模様（リニアメント）L-20、線状模様（リニアメント）L-21 を、第四紀断層（活断層）の可能性がある線状模様として抽出した。

これらの 2 つのリニアメント沿いの地形は開析され、比較的不明瞭な線状模様であり、尾

¹ 土地地質図は、大規模な土木施設や都市施設の計画・建設にあたって必要な地質情報、あるいは、地震災害や火山活動等に伴う災害への対策に必要な地質情報の内、基本的な情報の提供を目的として作成されたものである。したがって、地震災害への対策として必要な活断層の評価も地質工学的に行っている。

根や谷は屈曲していないため、地形調査の観点の確実度としては、L3 ランクと最も低い確実度と判断される。特に、第四紀始めからの累積的な地形変位（尾根や谷の屈曲）が認められないことが特徴である。

表 2-1-1 に示すように、文献調査及び地形調査の観点からは、抽出されたリニアメント L-20 及び L-21 は、活断層（第四紀断層）ではない古い時代の地質断層で、地盤の変位が生じる恐れのある「要注意な第四紀断層」ではない可能性が高いが、地質調査では、これらの 2 つのリニアメントの周辺の地質状況を、段丘堆積物や断層露頭の観察等を通して確認した。これらの詳細については、後述する。

（２）抽出したリニアメントの特徴

リニアメント L-21 は、当該最終処分場候補地の約 750m 程(最も近づいた距離)南に位置する（表 2-1-1）。主に直線状谷、鞍部、遷緩線、崖または低崖、三角末端面の直線状のならびから判読される、2 本のリニアメントである。最も長いリニアメント（主断層（主リニアメント））L-21-1 は、最終処分場候補地の約 750m 南に位置する約 13.9km の長さのリニアメントである。一方、主断層からの派生であるリニアメント L-21-2 の長さは 4.4km 程度であり、候補地からは 4km 離れた東方に位置する。

本リニアメントは、東北東－西南西方向に走り、東北東端はいなさ湖（都田川ダム）付近、西南西端は釣橋川に沿う低地内にある。地形要素の明瞭度と連続性は比較的低い部分が多い。リニアメントを横切る井伊谷川、神宮寺川、釣橋川に沿った低地内には、リニアメントの地形要素が認められない部分が大半を占め、少なくとも比較的直線的な断層崖や、断層の変位に伴って物質が粗になり形成される凹地等の明瞭な断層変位地形は認められない。リニアメントを横切る谷として、以上に挙げた河川に沿った谷と、富幕川上流の谷、川名宮川上流の谷があるが、系統的な谷の屈曲は認められない。以上のことから、線状模様の地形要素の明瞭度・連続性・系統性は低く、線状模様の確実度は L3 に区分される。

リニアメント L-20 は、当該最終処分場候補地の約 6km 北に位置するリニアメントである（表 2-1-1）。約 4.3km の長さを持ったリニアメントであり、主に崖または低崖、鞍部、遷緩線の直線状のならびから判読される。

本リニアメントは、北東－南西方向に走り、北東端は阿寺川の蛇行部、南西端は黄柳川に沿う低地付近にある。地形要素の明瞭度と連続性は低い部分が多い。線状模様の地形要素の明瞭度・連続性・系統性は低く、線状模様の確実度は L3 に区分される。

表 2-1-1 最終処分場候補地周辺のリニアメント一覧表

リニアメント名	文献による抽出						地形調査結果						最終処分場候補地との関係			
	文献名	断層名	確実度	活動度	長さ(km)	要約	方向	延長	候補地からの距離	リニアメントの状況			半径 3km 以内	延長 10km 以上	半径 300m 以内に至る方向	地表踏査
										明瞭度	特徴	分類				
L-21	新編 日本 の活断層	—	Ⅲ	—	16 (主部：L-21-1) 東部で 6km の 派生リニアメント (L-21-2)有	「新編日本の活断層(1991 年)」にのみ抽出され、活断層としての確実度は低く、地質の硬さの違いによる組織地形などを判読している可能性が高い。その後に出版された「中部地方土木地質図（1992 年）」においても、活断層から除外されているほか、「活断層詳細デジタルマップ（2002 年）」でも活断層から除外されている。	ENE -WSW	13.9km 東 部 の 派生リニアメントは 4.4km	750m 東部の派 生リニアメント は 4.0km	不明瞭	崖、鞍部、直線谷 三角末端面、溝状地（凹地）も連続的に配列。しかし、配列は必ずしも直線的ではなく、所々凹凸のある配列で、疎な配列のため線状模様の補助区間（断層の地形要素が数百 m に渡って見られないが、周辺の地形要素の関係からつなげた区間）も所々に見られる。	L3	○	○ （新編日本の活断層では、16km であるが、地形調査結果からは 13.9km であり、やや短く抽出されるが、共に延長は 10km 以上である）	× （過去の調査で処分場内の通称 F-5 断層が派生断層であるとする見解があったが、別添資料に示すように要注意な第四紀断層ではない。また、その他、300m 以内に至る要注意な第四紀断層はみられない）	○ （リニアメント沿いに地表踏査を実施し、断層破碎帯露頭 3 か所の詳細調査を実施）
L-20	新編 日本 の活断層	—	Ⅲ	—	13	「新編日本の活断層(1991 年)」にのみ抽出され、活断層としての確実度は低く、地質の硬さの違いによる組織地形などを判読している可能性が高い。その後に出版された「中部地方土木地質図（1992 年）」においても、活断層から除外されているほか、「活断層詳細デジタルマップ（2002 年）」でも活断層から除外されている。	NE-S W	4.3km	6.0km	不明瞭	崖、鞍部、直線谷 不明瞭の線状模様の部分が 65% を占める。	L3	×	△ （新編日本の活断層では、13km であるが、地形調査結果からは 4.3km である。中部地方土木地質図でも約 4km の地質断層である）	× （当該最終処分場候補地からははるかに離れている）	△ （新編日本の活断層に示されるリニアメント沿いに地表踏査を実施）

2. 2. リニアメント L-21 について

(1) 地質境界

リニアメント L-21 は、「新編日本の活断層」に確実度Ⅲという低い確実度で示されたリニアメントで三波川帯と秩父帯のほぼ境界部分に位置する。この境界部は、地質断層であり、周辺よりも浸食されやすい特性を示す。図 2-2-1 に示されるように中部地方土木地質図ではこのリニアメントにほぼ沿って活断層(第四紀断層)でない古い時代の地質断層が記載され、南側にチャート主体(Jcc)の秩父帯が、北側に緑色岩主体(msb)の三波川帯(御荷鉾緑色岩類)が分布する。処分場候補地の東側には、伊平層(中生代前期白亜紀)の砂岩・泥岩(Kta)が分布する。実際に、現地踏査でも、図 2-2-2 に見られるように南側にチャートを多く含む秩父帯が分布し、北側に緑色岩(緑色片岩に近いものも含む)などの三波川帯と砂岩・泥岩(粘板岩)の伊平層が分布している。

これら大きな地質帯を境とする地質断層は、一般的には、それに派生する断層群が認められることがあり、ここでも地質帯境界及びその付近に派生断層が認められ、大きく 2 つの地質断層が中部地方土木地質図では描かれている。地形調査でも、地質帯境界付近のリニアメント L-21 は、L-21-1 と L-21-2 の 2 つのリニアメントに分けられる。なお、これらのリニアメント L-21 群は、活断層詳細デジタルマップには活断層としては除かれている。

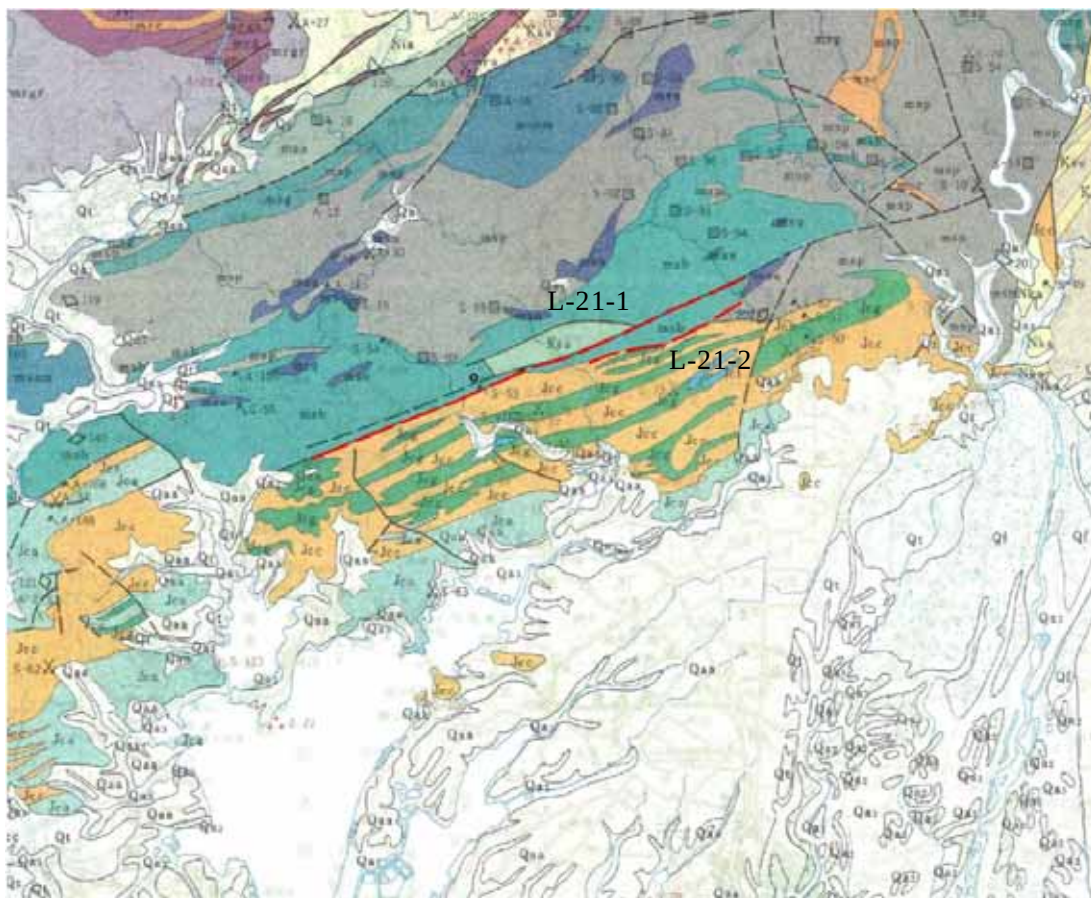


図 2-2-1 リニアメント L-21 と中部地方土木地質図との関係

全体として、リニアメント L-21-1 は、南西部分（神宮寺川から釣橋川）で、土质地質図で示される秩父帯（Jcc）と三波川帯（msb）（部分的には伊平層(Kta)）との境界に位置する地質断層となり、北東部分（いなさ湖から神宮寺川）で伊平層（Kta）と三波川帯(msb)との境界をなす地質断層となり、いなさ湖に近い部分で三波川帯内の地質断層となっている。また、L-21-2 は、L-21-1 から派生した地質断層で、秩父帯（Jcc）と三波川帯（msb）との境界に位置する古い時代の地質断層と言える。

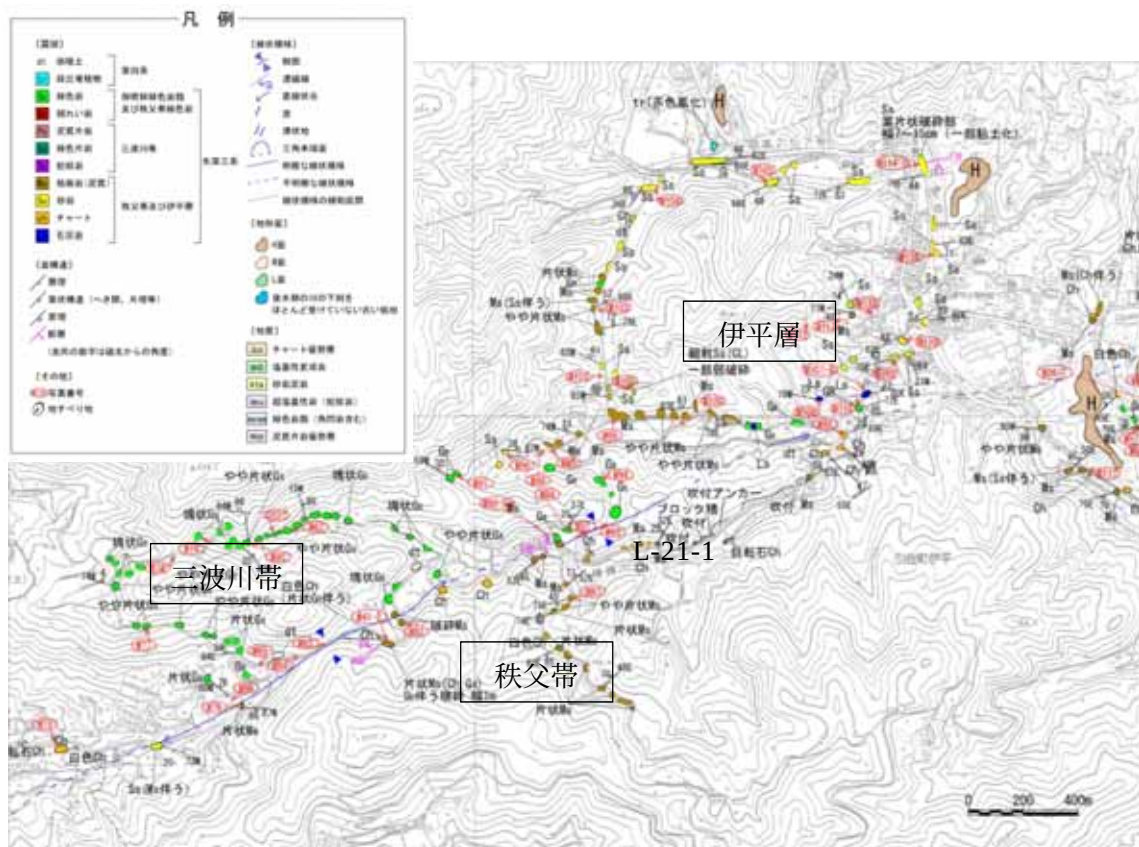


図 2-2-2 リニアメント L-21-1 周辺のルートマップ

リニアメント北側：三波川帯（御荷鉾緑色岩や結晶片岩）と伊平層（白亜紀：砂岩・泥岩）

リニアメント南側：秩父帯（チャートや粘板岩（泥岩）が主体）

このリニアメントは、地質境界（断層）の差別浸食による組織地形を判読している。

すなわち、侵食に対する抵抗性の弱い断層破碎帯が周辺よりも先に浸食されることによって、地表に断層線谷等を形成することとなった。

(2) 地形観察

リニアメント L-21-1 の測線上には、段丘堆積物（H 面や M 面¹）が見られる。

リニアメント南西部の釣橋川地区では、H 面、M 面、M 面を開析した谷が分布し、処分場候補地の西の神宮寺川地区では、H 面とリニアメントを横切る谷が分布する。処分場候補地の東の井伊谷川地区では、H 面の段丘堆積物が分布する（図 2-2-3）。

これらの地区の段丘堆積物等の特徴を表 2-2-1 に示す。

釣橋川地区は、リニアメント L-21-1 の西端が一部含まれる地区で、断層崖などの浸食が進んでいること、厚い堆積物に覆われていること等、線状模様の地形要素を観察できない部分が多い他、H 面や M 面に累積的な変位をもたらした痕跡は見られない。（図 2-2-4）

神宮寺川地区は、リニアメント L-21-1 の両側に H 面が分布するが、それら H 面に、変位（特にリニアメントを境に顕著な高低差）は認められない。（図 2-2-5）

井伊谷川地区では、リニアメント L-21-1 が H 面を通るが、変位は認められない。（図 2-2-6）

以上より、**リニアメント L-21-1 は、H 面の形成時期を考慮すると、少なくとも約 13 万年前より以降は活動した形跡が認められない断層である。**

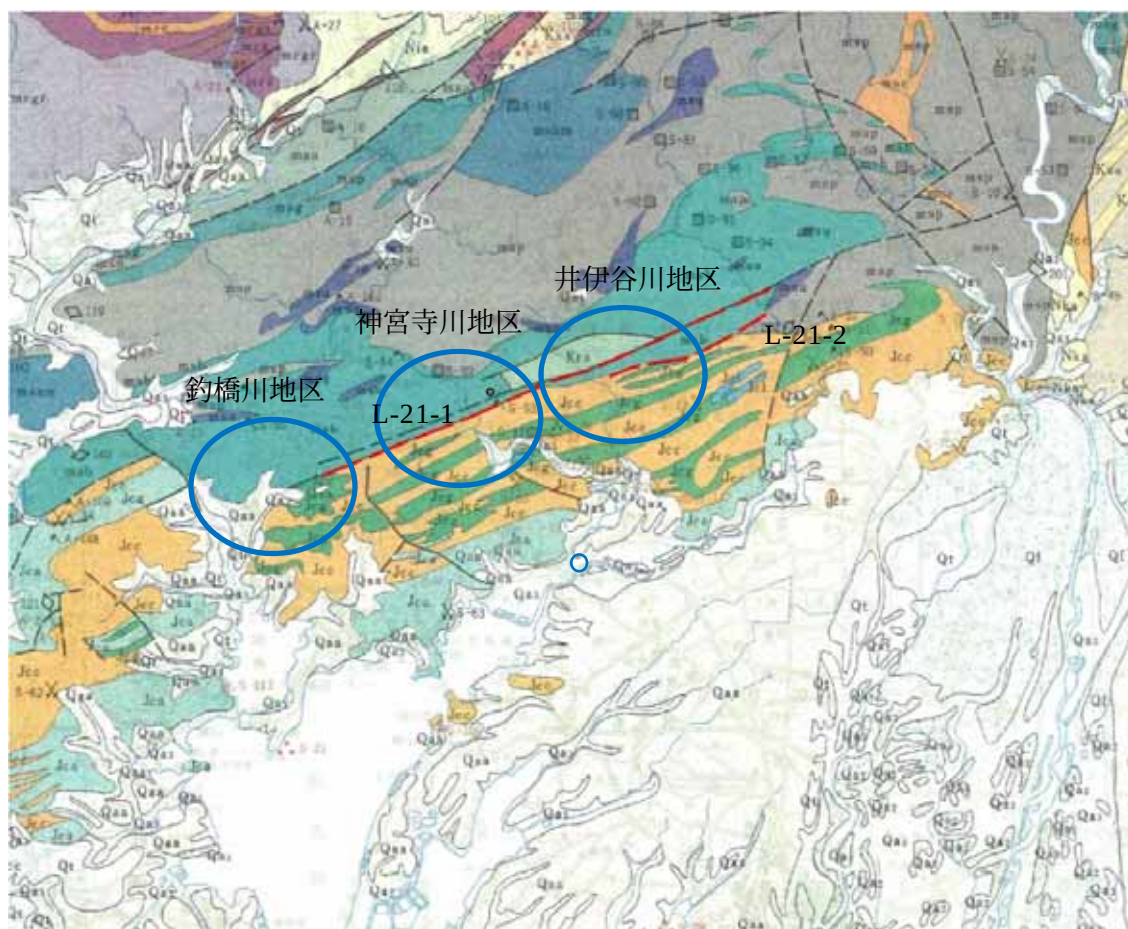
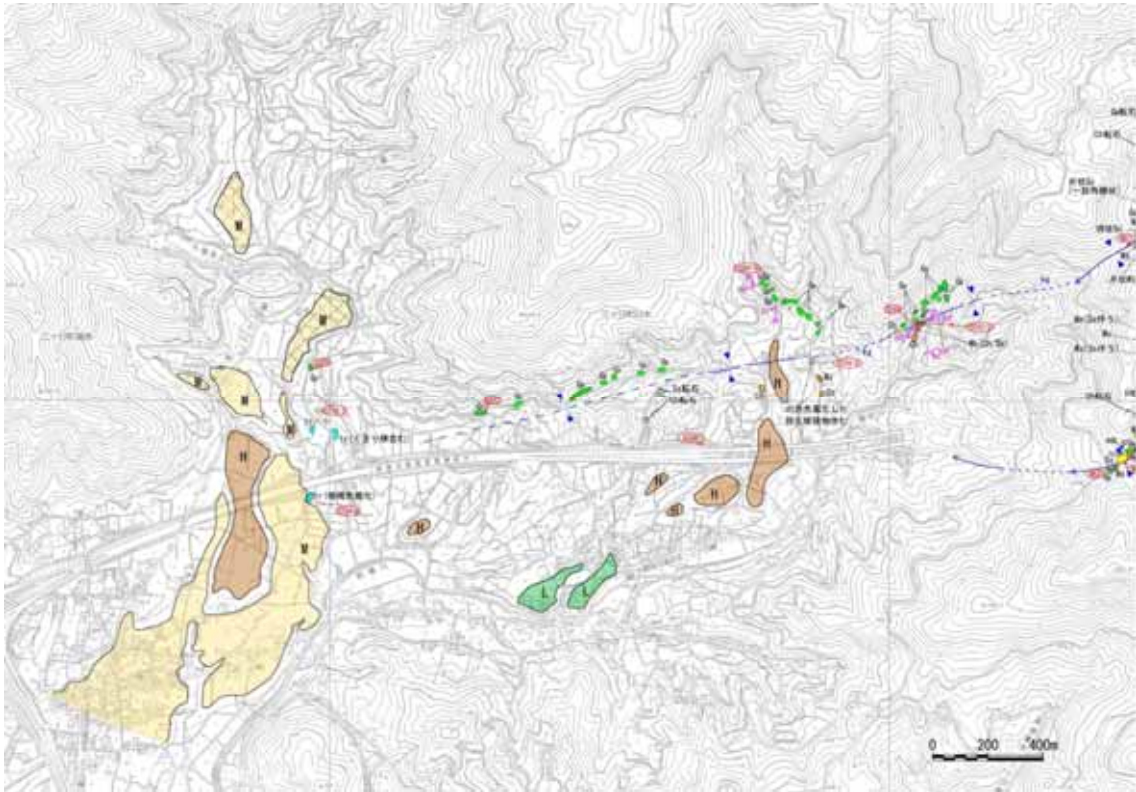


図 2-2-3 リニアメント L-21 の段丘堆積物等の分布地域

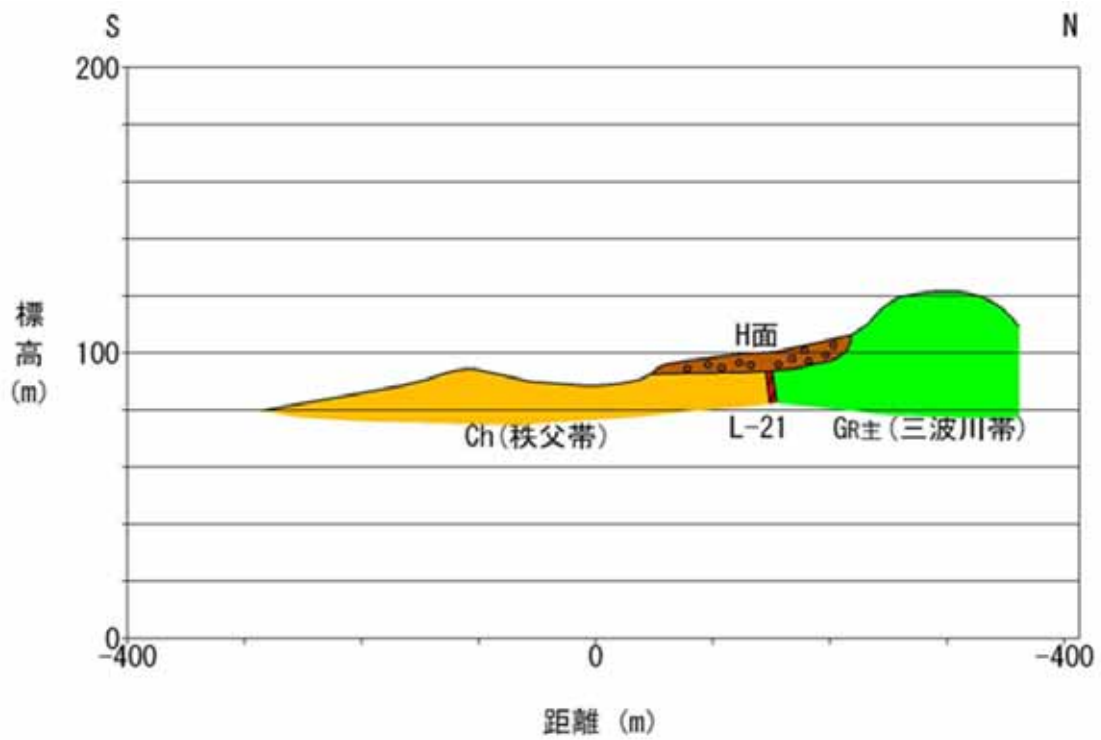
¹ 詳細には、古い方から M1 面、M2 面、M3 面に分けられる。

表 2-2-1 リニアメント L-21 沿いの段丘堆積物等の状況

地区	段丘面等	堆積状況	推定年代	変位状況
釣橋川地区	H 面	クサリ礫を含み赤色に風化，基質支持。	13 万年前より以前	累積的な変位なし
	M 面	橙褐色に風化，礫支持，堆積段丘	6～13 万年前	累積的な変位なし
	M 面を開折した谷	—	不明	系統的な屈曲地形は認められない
神宮寺川地区	H 面	クサリ礫を含み赤色に風化，基質支持。	13 万年前より以前	リニアメントを境に顕著な高低差は認められない
	リニアメントを横切る谷	—	不明	系統的な屈曲地形は認められない
井伊谷川地区	H 面	クサリ礫を含み赤色に風化，基質支持。	13 万年前より以前	累積的な変位なし

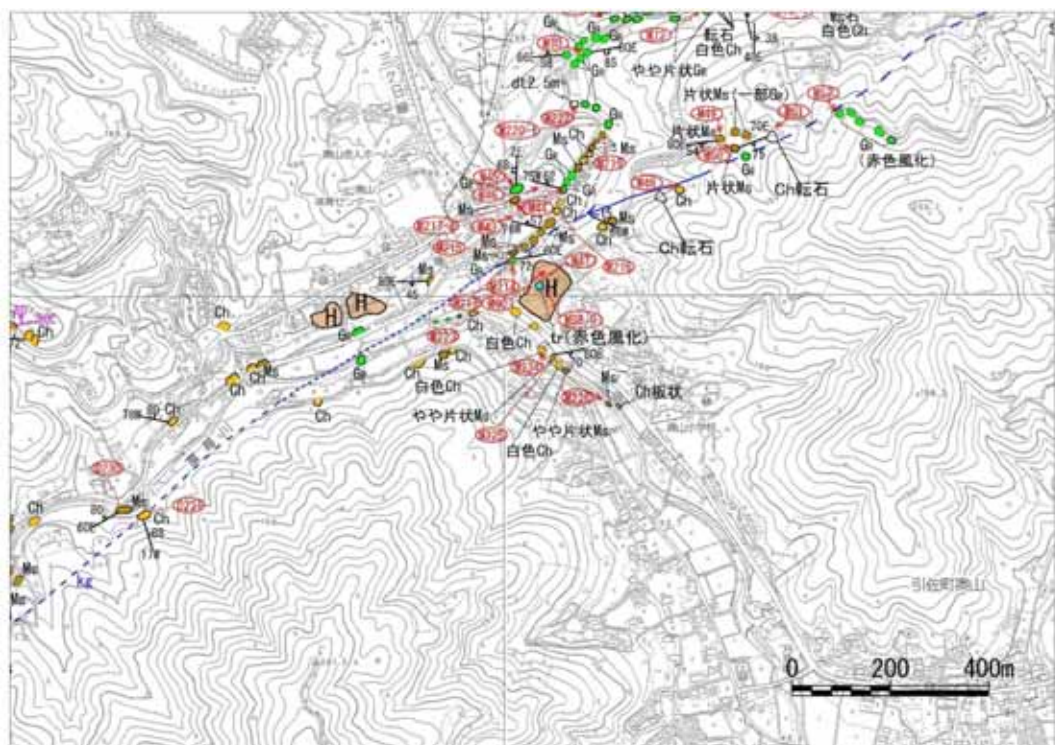


(a) 平面図

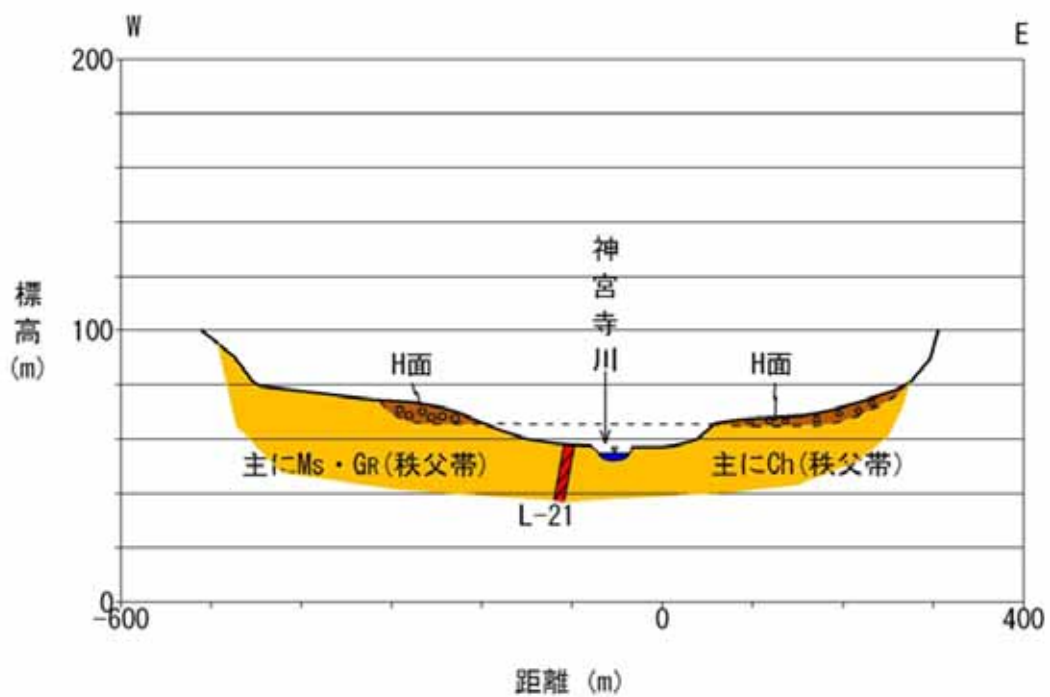


(b) 南北断面図（リニアメントは H 面に変位を与えていない）

図 2-2-4 釣橋川地区の H 面・M 面・L 面の分布

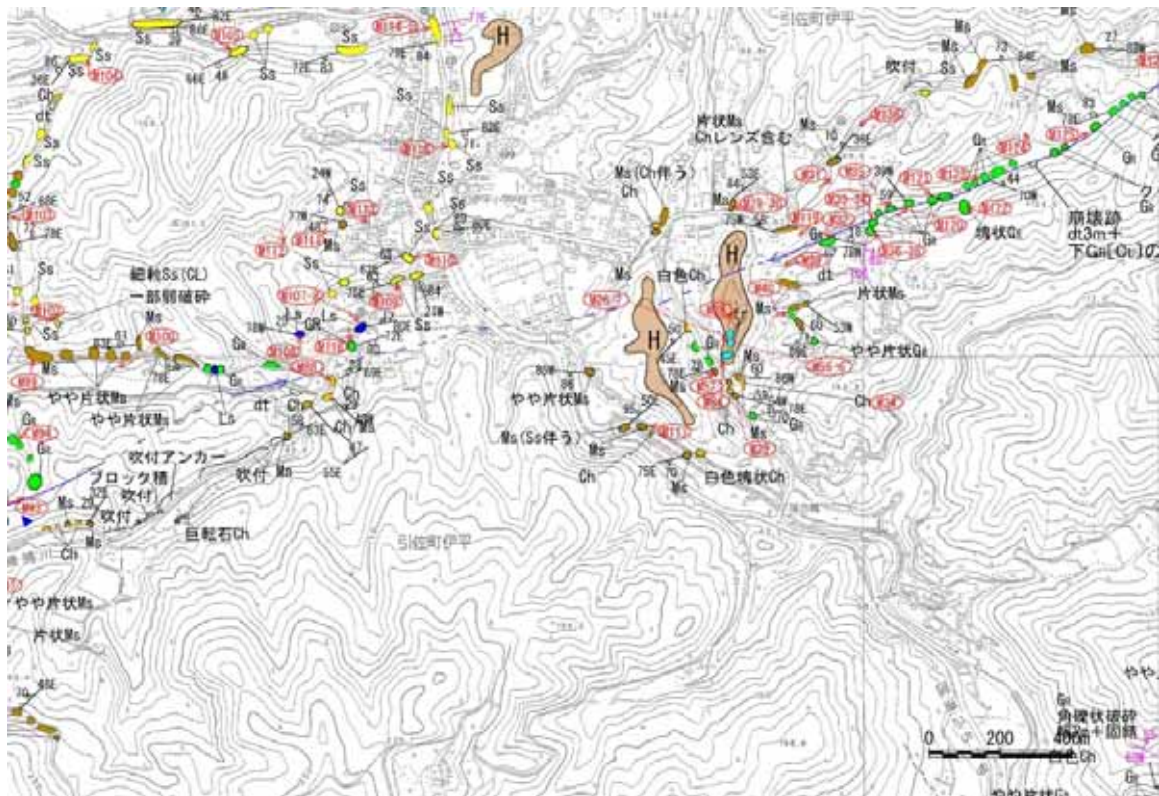


(a) 平面図

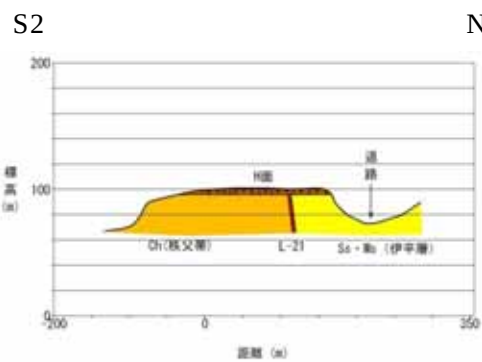


(b) 東西断面図(リニアメントは両側に分布する H 面に変位を与えていない)

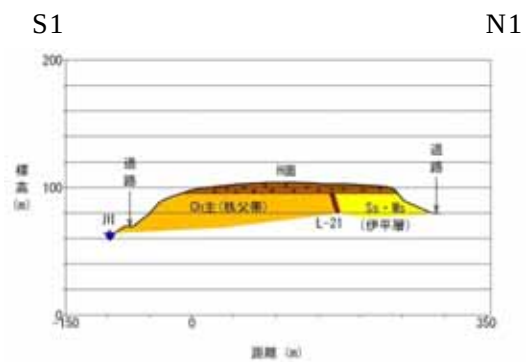
図 2-2-5 神宮寺川地区の H 面の分布



(a) 平面図



(b) 段丘(西側の H 面)の南北断面図
(H 面に変位なし)



(c) 段丘(東側の H 面)の南北断面図
(H 面に変位なし)

図 2-2-6 井伊谷川地区の H 面の分布

(3) 河川縦断

井伊谷川沿いと釣橋川沿いの河川縦断と段丘面投影図を、図 2-2-7 に示す。

これらの図に示されるように、河川勾配に対してほぼ平行に同じ標高差で段丘面が分布している。このことから、河川形成後に段丘面を局地的に変位させるような断層活動は起きていないことがわかる。

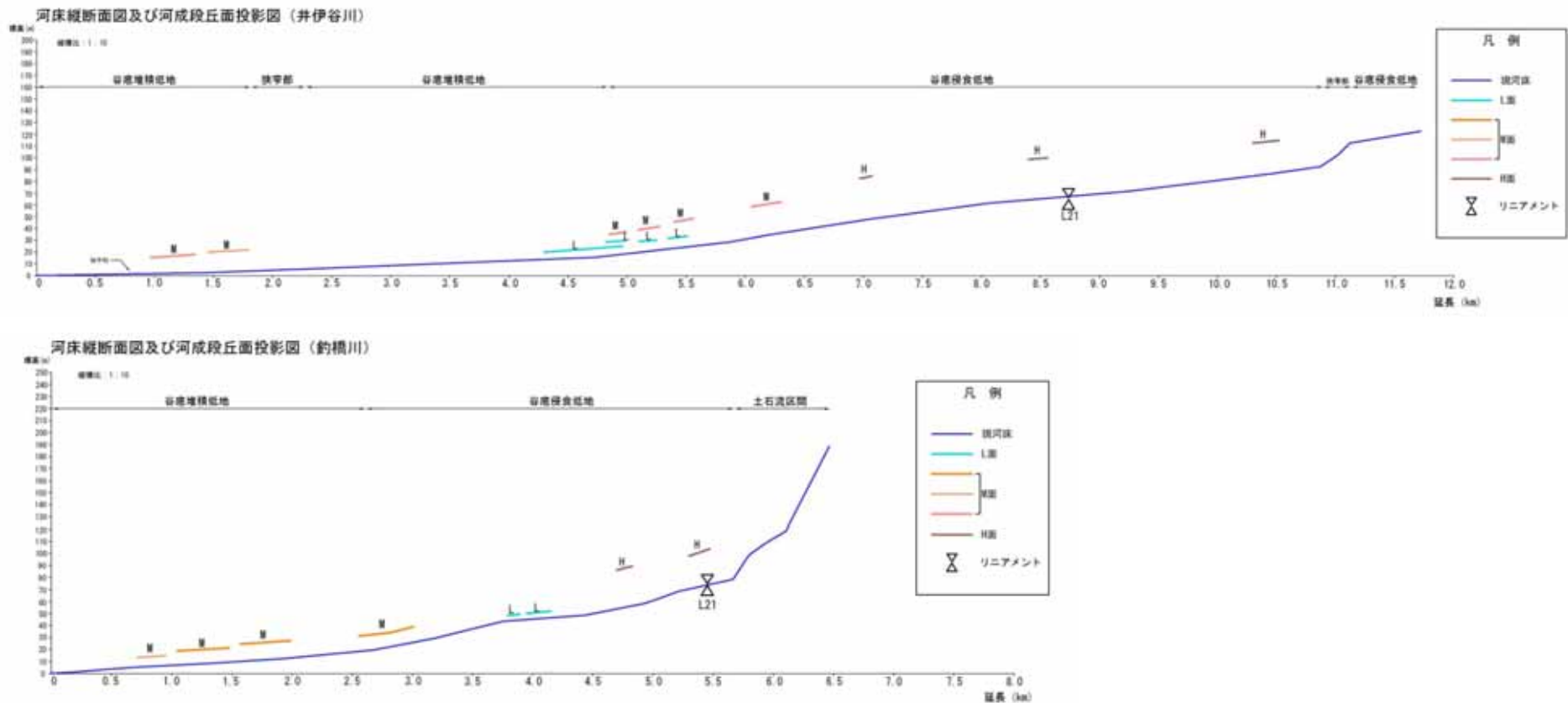


図 2-2-7 井伊谷川（上）および釣橋川（下）沿いの河川縦断と段丘面投影図：リニアメントの上下流で段丘面の高さの変化はない

(4) 断層露頭観察

リニアメント L-21-1 にほぼ沿った位置で、断層破碎帯の露頭が 3 か所確認できた。それぞれの露頭観察の特徴を表 2-2-2 に示す。断層露頭は、葉片状あるいは角礫状の破碎部となっているものの、破碎帯内に厚い粘土は含まず、全体として固結した破碎帯である。断層の上を覆う被覆層の年代は不明であるが、それらを切った痕跡はなく、断層としての最近の活動はない。また、これら 3 か所以外にも断層破碎帯露頭がいくつか確認されたが、固結した破碎帯となっている。

表 2-2-2 リニアメント L-21-1 に沿った断層破碎帯の露頭の観察結果

位置	破碎帯中軸部	ずれのセンス	被複層との関係
Loc.1 地点	葉片状破碎部(固結)	左横ずれ	盛土を切らない (盛土年代不明)
Loc.2 地点	葉片状破碎部(固結)	左横ずれ(中軸部)	崖錐堆積物を切らない
Loc.3 地点	角礫状破碎部(固結)	不明	段丘化した崖錐堆積物を切らない

(5) 調査のまとめ

以上の調査結果を図 2-2-8 に示す。

リニアメント L-21 は、

- ・ 中部地方土木地質図上において活断層（第四紀断層）ではない古い時代の地質断層として記載されていること
- ・ 活断層詳細デジタルマップにおいても活断層から除かれていること
- ・ リニアメントを形成した断層破碎帯が固結していること
- ・ リニアメントを横切る段丘および谷を基準としたとき、縦ずれあるいは横ずれ方向の変位が累積した形跡は認められず、第四紀始めからの累積的な地形変位（尾根や谷の屈曲など）も認められないこと

などから、第四紀断層である可能性は低く、少なくとも後期更新世以降（約 13 万年前～現在）活動した痕跡は認められず、繰り返し活動している断層ではない。

リニアメント L-21 は、三波川帯と秩父帯の境界あるいは境界付近の古い時代の地質断層であり、差別侵食による組織地形を判読したものである。すなわち、古い時代の地質断層が、破碎に伴う弱線で長期間侵食され続けたことにより、結果として地表に線状の模様として出現したものである。

(6)「要注意な第四紀断層」としての評価

リニアメント L-21 は、後期更新世以降活動した痕跡がなく、繰り返し活動していないことから、「**要注意な第四紀断層**」ではなく、「**古い時代の地質断層**」である。したがって、**断層活動に対する地盤の変位（ずれ）により対象構造物（堰堤や遮水工など）が破壊・破損される恐れはないと評価される。**

(1) 地質境界

[illegible]

リニアメント L-20 は、中部地方土木地質図で示される三波川帯（msp と msam）内の活断層（第四紀断層）ではない古い時代の地質断層として示されている。

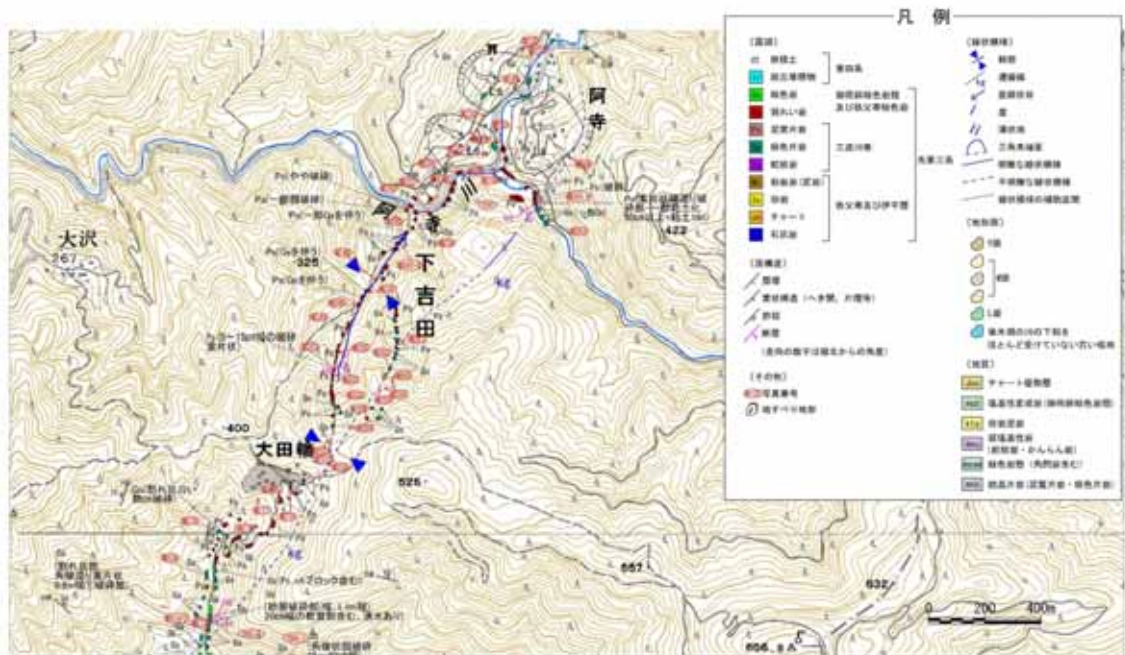


図 2-3-2 リニアメント L-20 北東部域のルートマップ

リニアメントの北西側に三波川帯（泥質片岩主体）が分布し、南東側に三波川帯の緑色岩類（角閃岩含む）が見られる。

このリニアメント L-20 は、地質境界（断層）の差別浸食による組織地形として判読したものである。

(2) 地形観察

リニアメント L-20 の測線上には、段丘堆積物（H 面）が見られる。判読した L-20 は本地域の北東部域（阿寺地区から小阿寺川河口部にかけての地域）に分布するが、「新編日本の活断層」に記載されている L-20 はそれよりも南西に延びているので、中央部域（愛知県新城市の吉川峠から黄柳川の大蛇行付近の地域）と南西部域（愛知県新城市の吉川峠より西側の地域）の状況についても表 2-3-1 に示した。

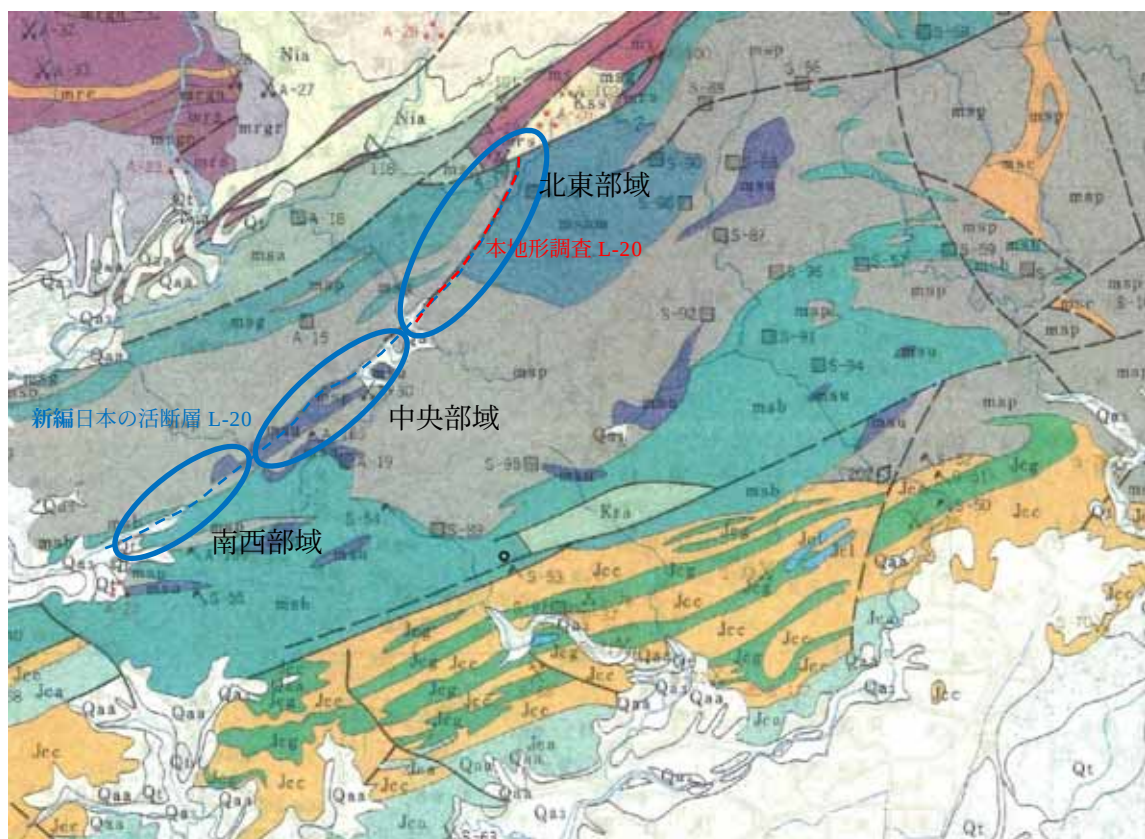


図 2-3-3 リニアメント L-20 の地域区分

リニアメント北東部域の南西端に H 面を構成する段丘堆積物が分布するが、この H 面に累積的な変位をもたらした痕跡は見られない（図 2-3-4）。

リニアメント L-20 沿いの本地域全体に、後氷期の川の下刻をほとんど受けていない古い低地（すなわち、1～2 万年前より古い）が広く分布するが、この低地を大きく屈曲させるような断層変位地形は見られない。

黄柳川沿いの中央部域は、大きく蛇行し線状模様としての地形要素を持った部分が存在するが、この部分は蛇紋岩(Sp)が分布した地域であり、比較的軟質な部分が地質構造に規制され線状模様が形成されたものと考えられる。

南西部域は、より不明瞭な線状模様となり、鞍部などには葉片状の緑色岩が分布し、軟質

な部分を差別浸食したことがわかる。

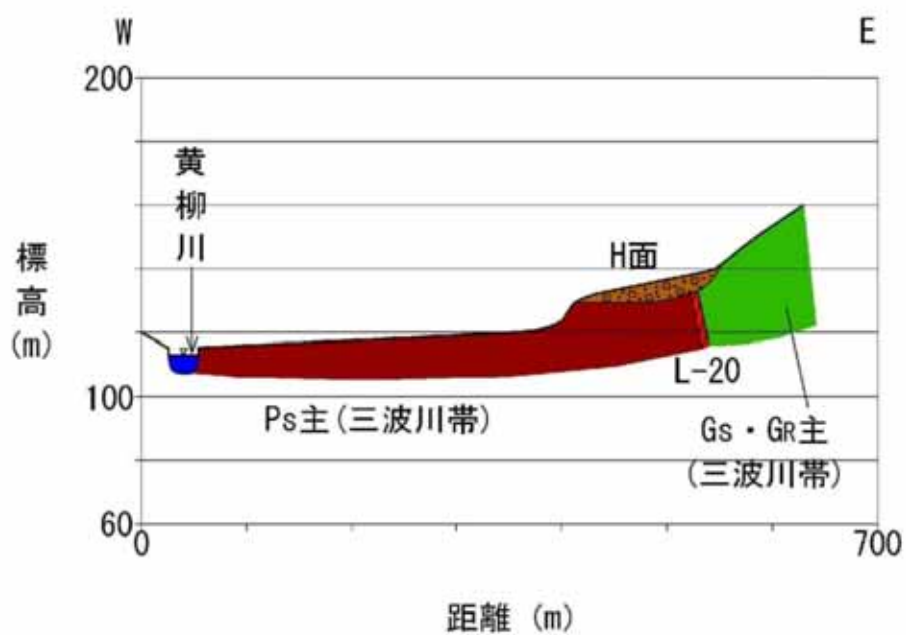
以上より、リニアメント L-20 は、H 面の形成時期を考慮すると、少なくとも約 13 万年前より以降は活動した形跡が認められない断層である。

表 2-3-1 リニアメント L-20 沿い(延長部含む)の段丘堆積物等の状況

地区	段丘面等	堆積状況	推定年代	変位状況
北東部域 (リニアメント判読部)	H 面	クサリ礫を含み赤色に風化，基質支持。	13 万年前より以前	累積的な変位なし
	古い低地	不明	1-2 万年前より以前	系統的な屈曲地形は認められない
中央部域 (延長部)	古い低地	不明	1-2 万年前より以前	系統的な屈曲地形は認められない
南西部域 (延長部)	古い低地	不明	1-2 万年前より以前	系統的な屈曲地形は認められない



(a) 平面図



(b) 南側の段丘の東西断面図（リニアメントは H 面に変位を与えていない）

図 2-3-4 リニアメント L-20 北東部域の H 面の状況

(3) 河川縦断

黄柳川沿いの河川縦断と段丘面投影図を、図 2-3-5 に示す。

この図に示されるように、河川勾配に対してほぼ平行で標高差が同じ段丘面が分布している。このことから、河川形成後に段丘面を局地的に変位させるような断層活動は起きていないことがわかる。

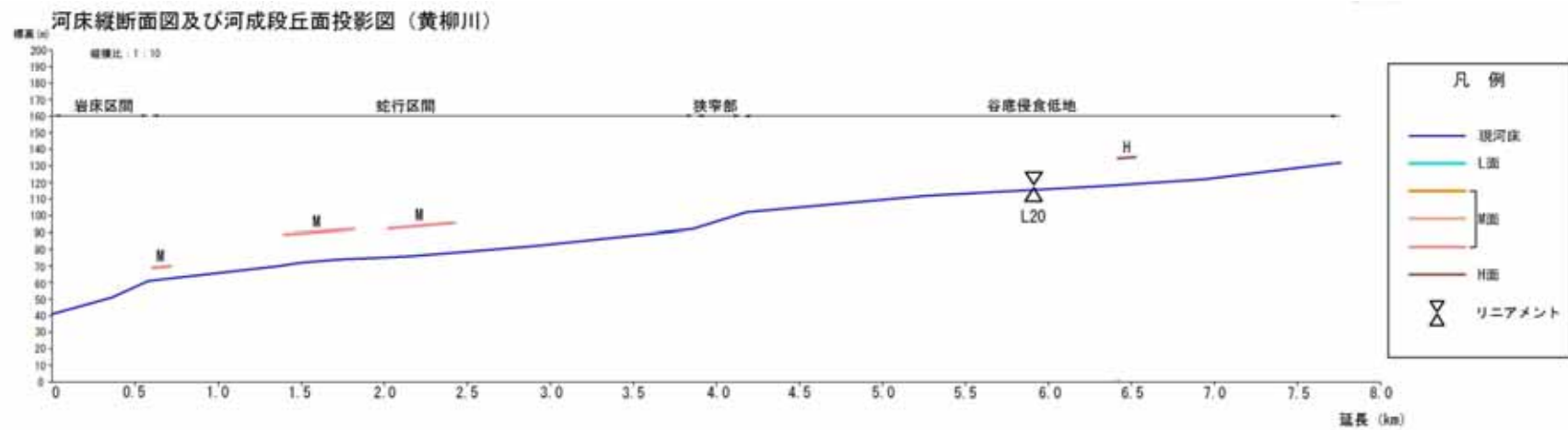


図 2-3-5 黄柳川沿いの河川縦断と段丘面投影図：リニアメントの上下流で段丘の高さの変化はない

(4) 断層露頭観察

リニアメント L-20 にほぼ沿った位置で、断層破碎部の露頭が 2 か所観察された。その特徴を表 2-3-2 に示す。断層露頭は、葉片状の破碎部となっているものの、厚い粘土は含まず、全体として固結した破碎帯である。断層の上を覆う被覆層の年代は不明であるが、それらを切った痕跡はなく、断層としての最近の活動はない。また、中央部域、西南部域では断層破碎帯は確認されず、蛇紋岩等の浸食されやすい部分が差別浸食されたもので、短いリニアメントである。

表 2-3-2 リニアメント L-20 に沿った断層破碎帯の露頭の観察結果

位置		破碎帯中軸部	ずれのセンス	被複層との関係
北東部域 (リニアメント判読部)	Loc.1 地点	葉片状破碎部 (固結)	不明	崖錐堆積物を切らない
	Loc.2 地点	葉片状破碎部 (固結)	不明	不明
中央部域 (延長部)	—	断層破碎帯未確認	—	—
西南部域 (延長部)	—	断層破碎帯未確認	—	—

(5) 調査のまとめ

以上の調査結果を図 2-3-6 に示す。

リニアメント L-20 は、

- ・ 中部地方土木地質図上において活断層（第四紀断層）ではない古い時代の地質断層として記載されていること
- ・ 活断層詳細デジタルマップにおいても活断層から除かれていること
- ・ リニアメントを形成した断層破碎帯が固結していること
- ・ リニアメントを横切る段丘および谷を基準としたとき、縦ずれあるいは横ずれ方向の変位が累積した形跡は認められず、第四紀始めからの累積的な地形変位（尾根や谷の屈曲など）も認められないこと

などから、第四紀断層である可能性は低く、少なくとも後期更新世以降（約 13 万年前～現在）活動した痕跡は認められず、繰り返し活動している断層ではない。

リニアメント L-20 は、三波川帯内の古い時代の地質断層であり、差別浸食による組織地形を判読したものである。すなわち、古い時代の地質断層が、破碎に伴う弱線で長期間侵食され続けたことにより、結果として地表に線状の模様として出現したものである。

(6)「要注意な第四紀断層」としての評価

リニアメント L-20 は、後期更新世以降活動した痕跡がなく、繰り返し活動していないことから、「**要注意な第四紀断層**」ではなく、「**古い時代の地質断層**」である。したがって、**断層活動に対する地盤の変位（ずれ）により対象構造物（堰堤や遮水工など）が破壊・破損される恐れはないと評価される。**

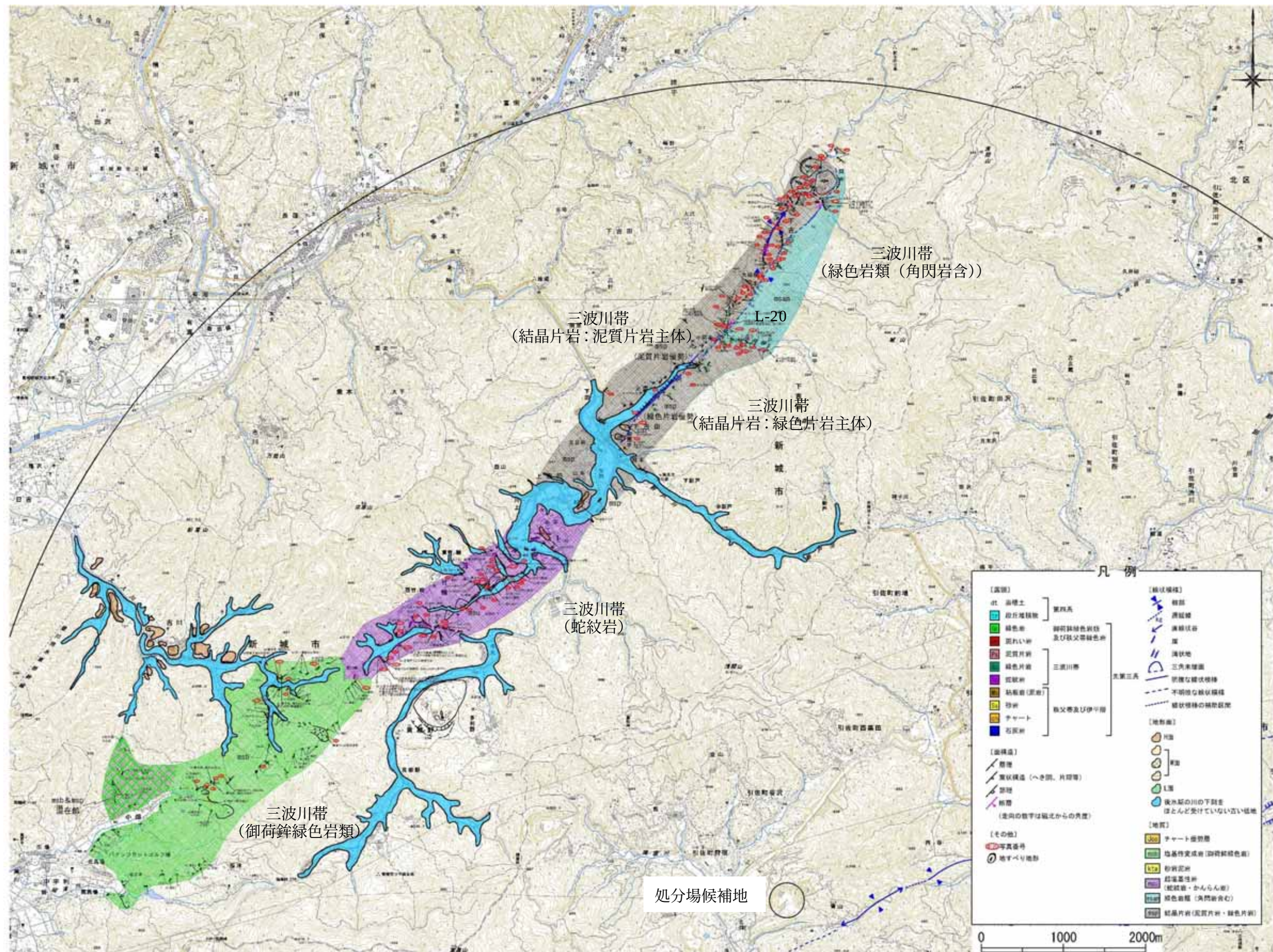


図 2-3-6 本調査に基づくリニアメント L-20 周辺の地質調査結果図

2. 4. まとめ

本調査に基づく第四紀断層関連調査図(ストリップマップ)を図 2-4-1～図 2-4-3 に示す。これらの図に見られるように、リニアメント L-21 及び L-20 は、それぞれ秩父帯と三波川帯の地質境界あるいはその付近の地質断層及び三波川帯内の地質断層である。

各々のリニアメントの評価表を表 2-4-1 に示す。

この表に示されるように、リニアメント L-21 と L-20 は、古い「新編日本の活断層」だけに活断層（第四紀断層）として示され、その後の中部地方土木地質図には古い時代の地質断層として示され、活断層詳細デジタルマップや活断層データベースでは活断層から除外されていること、地形的にも第四紀の始まりからの累積した地形変位は認められず、少なくとも約 13 万年前以降に活動した痕跡は認められず、繰り返し活動していないこと、そして断層破碎帯が固結していること、などから、「**要注意な第四紀断層**」ではなく、「**古い時代の地質断層**」である。したがって、断層活動に対する地盤の変位（ずれ）により対象構造物（堰堤や遮水工など）が破壊・破損される恐れはないと評価される。

なお、全調査をまとめた総括表を表 2-4-2 に示す。

以上のことから、当該地域を通る、あるいは通る恐れのある「要注意な第四紀断層」は“存在しない”ことから、本調査では「1.3 第四紀断層調査の流れ」で示す「一次調査の 1」で「調査終了」となり、「二次調査」の必要はない。

今後は、地盤の変位（ずれ）はないものの、候補地直下の地震等を想定した耐震性の検討が設計段階において別途必要である。こうした調査・検討により、工学的な安全性をより確保できることになると考える。

表 2-4-1 要注意な第四紀断層としての評価

リニアメント 名	新編 日本の活断層 (1991 年)	中部地方 土木地質図 (1992 年)	活断層詳細 デジタルマップ ^o (2002 年)	産総研活断層 データベース (Web 公開)	今回調査 (2014 年)
L-21	△	× 地質断層で記載	×	×	要注意な第四 紀断層ではな い
L-20	△	× 地質断層で記載	×	×	要注意な第四 紀断層ではな い

△：活断層でない可能性が大きいと評価（確実度Ⅲ）

×：活断層として除外

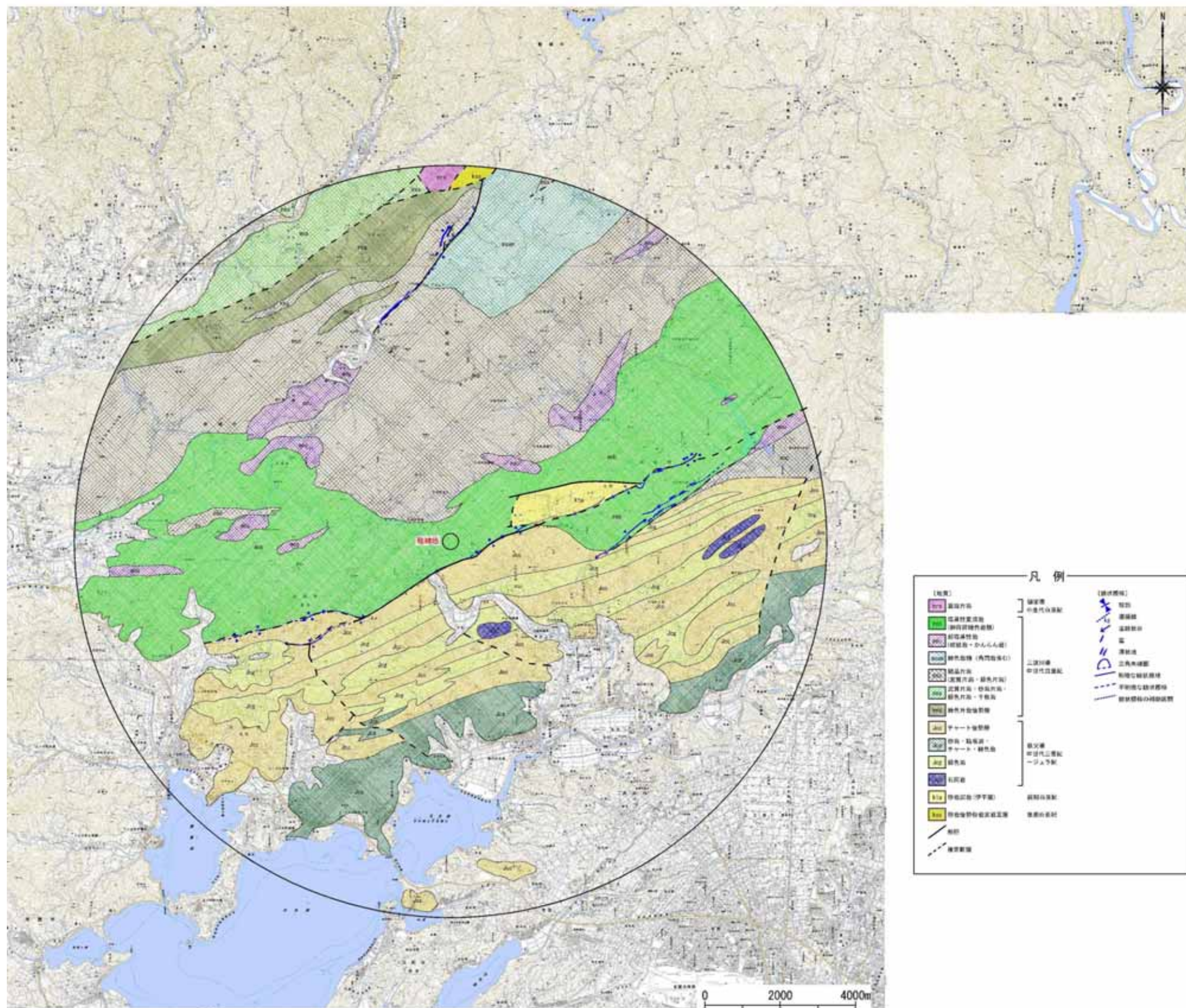


図 2-4-1 第四紀断層関連調査図（全体図）

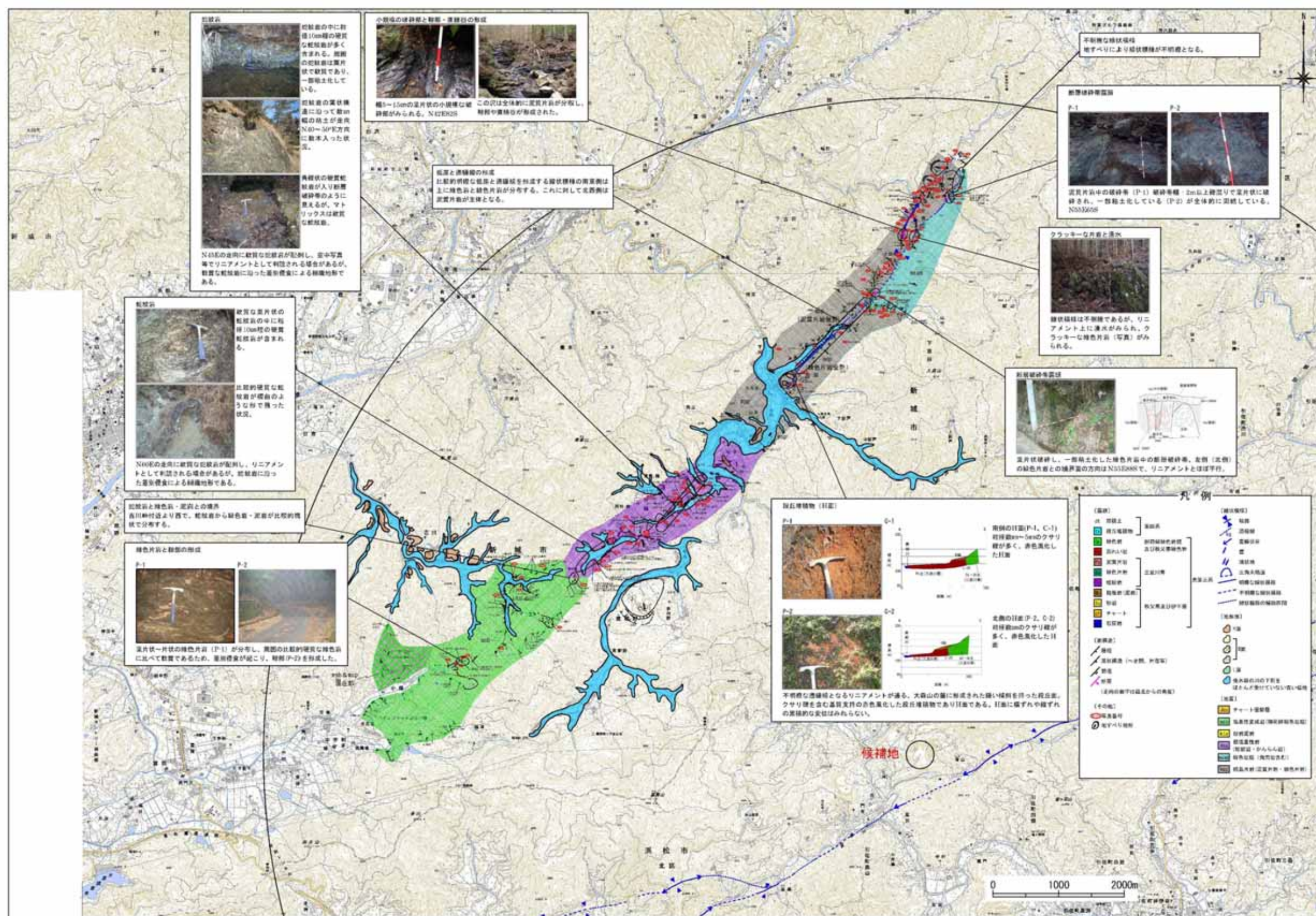


図 2-4-3 第四紀断層関連調査図（リニアメント L-20 ストリップマップ）

表 2-4-2 最終処分場候補地周辺の第四紀断層調査総括表

リニアメント (線状模様)名		L-21	L-20
文献調査	新編日本の活断層	確実度Ⅲの活断層 長さ：16km（主部）、6km（東部の派生断層） 活動度：－ 注)確実度Ⅲは活断層である可能性が半ば以下のもの	確実度Ⅲの活断層 長さ：13km 活動度：－ 注)確実度Ⅲは活断層である可能性が半ば以下のもの
	中部地方 土木地質図	活断層(第四紀断層)でない古い時代の地質断層 秩父帯と三波川帯の境界及びその周辺の地質断層 長さ：14km	活断層(第四紀断層)でない古い時代の地質断層 三波川帯内の地質断層 長さ：4km
	活断層詳細 デジタルマップ	記載なし 活断層でないと判断され除外。 注) デジタルマップでは、 新編 日本の活断層の確実度Ⅱ・Ⅲの活断層 に対して 、断層変位地形の有無と活動時期をより厳密に検討することによって、活断層の可否の識別を明確にした。	記載なし 活断層でないと判断され除外。 注) デジタルマップでは、 新編 日本の活断層の確実度Ⅱ・Ⅲの活断層 に対して 、断層変位地形の有無と活動時期をより厳密に検討することによって、活断層の可否の識別を明確にした。
	その他資料	記載なし 浜岡原子力発電所の公開資料では、本線状模様の記載はない。Web 公開の産総研の活断層データベースに本線状模様の記載はない。	記載なし 浜岡原子力発電所の公開資料では、本線状模様の記載はない。Web 公開の産総研の活断層データベースに本線状模様の記載はない。
地形調査	方向	ENE-WSW	NE-SW
	延長	13.9km(L-21-1) 東部の派生 4.4km(L-21-2)	4.3km
	候補地からの距離	750m（L-21-1） 東部の派生 4.0km（L-21-2）	6.0km
	線状模様の状況	特徴	不明瞭な線状模様。 一部明瞭な、崖又は低崖、鞍部、直線状谷、遷緩線、三角末端面が配列
		結果	L3 開析され、不明瞭である。尾根や谷は屈曲しない。 活断層(第四紀断層)でない古い時代の地質断層の可能性が高い。
地質調査	段丘調査	3 地区の高位段丘堆積物（H 面） クサリ礫を含む基質支持の赤色風化した高位段丘（H 面）堆積物（約 13 万年前より以前に形成）を確認。 地形的に横ずれ・縦ずれの累積的な変位は見られない。	北東部域の高位段丘堆積物（H 面） クサリ礫を含む基質支持の赤色風化した高位段丘（H 面）堆積物（約 13 万年前より以前に形成）を確認。 地形的に横ずれ・縦ずれの累積的な変位は見られない。
	断層破碎帯 露頭	3 か所の断層破碎帯露頭の詳細観察 Loc.1&2 地点の断層のずれのセンスは左横ずれであり、破碎帯は固結している。Loc.3 地点のずれは不明。 断層は新しい堆積物（崖錐）を切らない。	2 ヶ所の断層破碎帯露頭の確認 破碎幅 1.1m と 2m の破碎帯を 2 ヶ所で確認。破碎帯は固結している。 断層は新しい堆積物（崖錐）を切らない。
	地表地質踏査 結果	地質断層と判断 リニアメント沿いの段丘堆積物（H 面）に累積的な変位は認められない。 リニアメント部では、南側にチャート主体の秩父帯が分布し、北側に緑色岩（緑色片岩も含む）などの三波川帯と砂岩・泥岩（粘板岩）の伊平層が分布している。 大きな地質帯の境あるいはその付近の古い時代の地質断層である。	地質断層と判断 断層破碎帯の露頭がリニアメントの南西部に観察され、段丘堆積物（H 面）に累積的な変位は見られない。 リニアメント部の周辺には、結晶片岩（緑色片岩(Gs)や泥質片岩(Ps)が主体）や緑色岩類（角閃岩含む）が広く分布し、三波川帯内の古い時代の地質断層である。
総括		要注意な第四紀断層ではなく、古い時代の地質断層の差別浸食による組織地形。ゆえに、断層活動に対する地盤の変位による対象構造物の破壊・破損はない。 補足)処分場候補地内の通称 F-5 断層は、周辺の地形や踏査の結果、小規模の古い時代の地質断層と判断。 （候補地内） 長さ：百数十m 性状：全体としてほぼ固結(一部粘土化) （周辺） 節理や葉状構造の差別浸食による組織地形	要注意な第四紀断層ではなく、古い時代の地質断層の差別浸食による組織地形。ゆえに、断層活動に対する地盤の変位による対象構造物の破壊・破損はない。

補足：第四紀断層調査における「要注意な第四紀断層」について

第四紀断層調査における「要注意な第四紀断層」の考え方は、以下の通り。

- 羽田(1985)は、「土木工学で、地震にともなう検討事項は、地震動に対する安全性（耐震性）の検討と、断層活動に対する地盤のずれ、変形によって構造物が破壊することに対する検討である。」と述べている。ダム建設における第四紀断層調査は、指針(案)にもあるように、この断層活動に対する地盤のずれ、変形によって構造物が破壊することに対する検討の調査である。
- 「極めて近き時代まで地殻運動をくりかえした断層であり、今後も活動すべき可能性の大きい断層」と、多田(1927)が活断層を初めて定義したが、この“近き時代”は定性的であり、この時代が具体的にいつなのか、ということが議論になる¹。しかし、羽田(1985)は、「土木工学の分野から活断層に対する関心は、『今後も活動すべき可能性が大であるかどうか』という点に限られる。」と述べているように、工学的には、時代がいつであるのか、という点に重きはおかれず、今後の活動の可能性の有無に重きをおく。
- 松田他(1977)は、「活断層という用語は今後も活動する可能性のある断層という点にその意義があるから、たとえ第四紀またはその後期に活動していても将来は活動しないと考えられる資料がある場合には、それを活断層から除くことがのぞましい。たとえば、火山の成長に伴って生じた断層や地汙り性～重力性の断層あるいは大きな活断層系を構成する個々の断層などの中には、再活動しないと考えられるものがある。」と述べ、今後も活動する可能性のある断層が重要と説いている。
- 中田・今泉(2002)は、「最近の研究では、日本の主要な活断層は、概ね千年から数万年の間隔で繰り返し活動する断層が多いと考えられるようになってきた。したがって、過去数十万年間にわたって活動した痕跡が認められない断層については、今後も活動する可能性がきわめて低いと考えることができる。」と述べ、今後の活動性という点では数十万年程度前以降に活動した痕跡があるかどうかことが重要となる。さらに、中田・今泉(2002)は、「後期更新世以降（最近の数十万年間）の断層変位を特に重視して」詳細活断層デジタルマップを作成している。
- 渡辺・鈴木（1999）は、「（断層の）直上に位置する地形面が全く変位していない場合には、その地形面の形成期以降には変位がないことが明確に示されている。地形面の年代が、例えば十万年程度前に形成された地形面であれば、最近十万年間変位していないことになり、今後に活動する可能性は相当低いと判断できる。平均的な活動間隔が十万年を超える活断層は、今のところ見つかっていないし、想定もしにくいとため

¹ この近き時代は、現在も議論が続いており、現在は、10 万年くらいになってきている。

である。このようなもので活断層であるとするのは、不適当であると言わざるを得ない。」と述べている。つまり、第四紀断層調査での「要注意な第四紀断層」も、第四紀後期に活動した活断層である。

- 羽田(1985)は、「活断層調査は、(中略)長さ 10km 以上のものについて、地表調査により確認を行う。長さ 10km 以上を選んだのは、松田時彦(1975)による地震断層と地震規模の関係式 $\log L = 0.6M - 2.9$ (L は断層の長さ、単位は km。 M は地震のマグニチュード) において、 $M = 6.5$ になる断層長さが 10km になるからである。 $M = 6.5$ 以下の地震は我国において何時何処に起きても不思議はないという前提がある。」と述べており、長さ 10km 以下のものは、指針(案)でも、**将来地表に変位を生じる確率は極めて少ない**、と判断し、第四紀断層調査で要注意とする断層から除外している。
- 羽田(1981)や中村(1980)は、「活動的な断層とは、完新世(過去 1 万年)に活動したものに限ってよく、安全をみても 14C 法によって決定される年代(過去約 3 万年)までに最新活動があったものと定義すれば、建築・土木構造物の耐用年数からみて、この定義より古い活断層の再活動に遭遇する可能性(確率)は、極めて少ないと判断される。」と述べている。また、林(1981)は、耐震工学上の意義と対策として活断層について「活断層は、第四紀の後期(更新世最後期と完新世)の活動を主として、工学上の活断層の概括的な範囲とし、現実的には、完新世、とくに歴史時代の活動に最も注目したい」と述べている。第四紀断層調査でも「要注意な第四紀断層」の年代は、古いもので第四紀の後期の活動が確認された断層である。
- 羽田(1981)は、北伊豆地震(1930 年)によって変位が生じた丹那断層により、工事中の丹那トンネルの覆工に被害をもたらした事例を検討し、「丹那断層のような A 級の活動度の活断層では、断層線上から数 100m の範囲まで重要施設の建設は避けたほうが望ましいということになる。」と述べている。第四紀断層調査でも、対象施設から半径 300m 以内に要注意な第四紀断層が存在する場合、位置の変更も含めた適切な措置をとる、としている。
- 羽田(1981)は、「工学において活断層を配慮する場合は、活断層の活動経歴のチェックがなされた確実な活断層に限るべきである。活断層の経歴のチェックとは、活動の繰り返しがいっただけ続いたか、最終活動(もしくは最新活動)の時期の決定である。」と述べている。つまり、第四紀断層調査において、活断層の経歴のチェックが段丘面の調査などの年代の基準となるものにより行われる。

<参考文献>

- 松田時彦(1975): 活断層から発生する地震の規模と周期について, 地震, Vol.28, pp.269-283.
松田時彦・太田陽子・岡田篤正・清水文健・東郷正美(1977): 空中写真による活断層の認定と実例, 地震研究所彙報, Vol.52, pp.461-496.

- 渡辺満久・鈴木康弘(1999)：活断層地形判読－空中写真による活断層の認定，古今書院，178p.
- 多田文男(1927)：活断層の二種類，地理学評論，第3巻，pp.60-63.
- 羽田忍(1981)：いわゆる活断層の工学的問題点と取扱い，応用地質，第22巻，第1号，pp.17-31.
- 羽田忍(1985)：活断層から見た地質学と土木工学との間，地学雑誌，Vol.94, No.7, pp.85-92.
- 林正夫(1981)：地学上の活断層に関する工学的な意義と対策，電力土木，No.170，pp.134-138.
- 中田高・今泉俊文編(2002)：活断層詳細デジタルマップ，東京大学出版会，60p.
- 中村康夫(1980)：活断層の評価に関する諸問題，土木技術資料，Vol.22, No.3, pp.115-120.

＜別添資料：処分場候補地内の断層の概略調査結果＞

資料－１．はじめに

処分場候補地内の断層調査は、本第四紀断層調査とは異なるが、処分場内の断層が活断層であるというような議論があり、その点を受けて実施した。ここでの調査は、活断層に係る地形要素と断層との位置関係や断層の連続性を主眼とした調査である。

これは、「ダム建設における第四紀断層の調査と対応に関する指針(案)」にもあるように、**長さが 10km 以下の断層は将来地表に変位を生じる確率は極めて少ない**ためである。

資料－２．処分場候補地内の調査結果

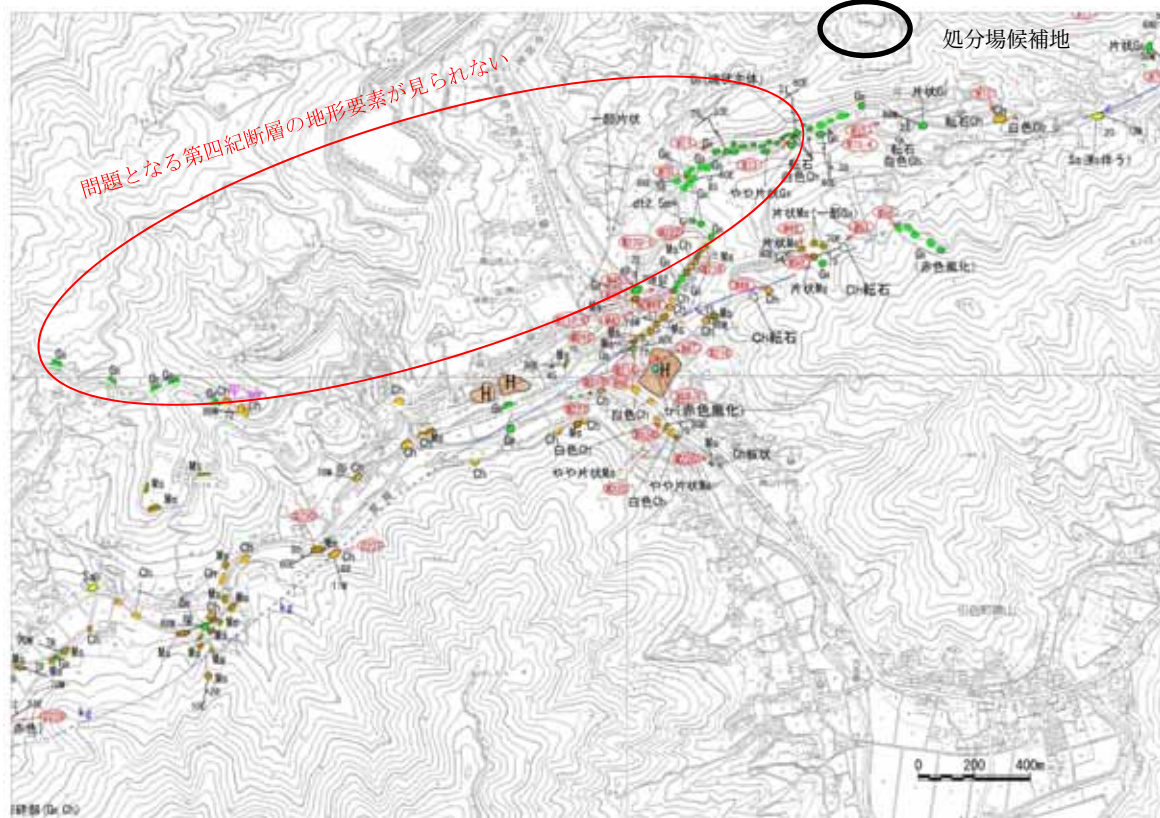
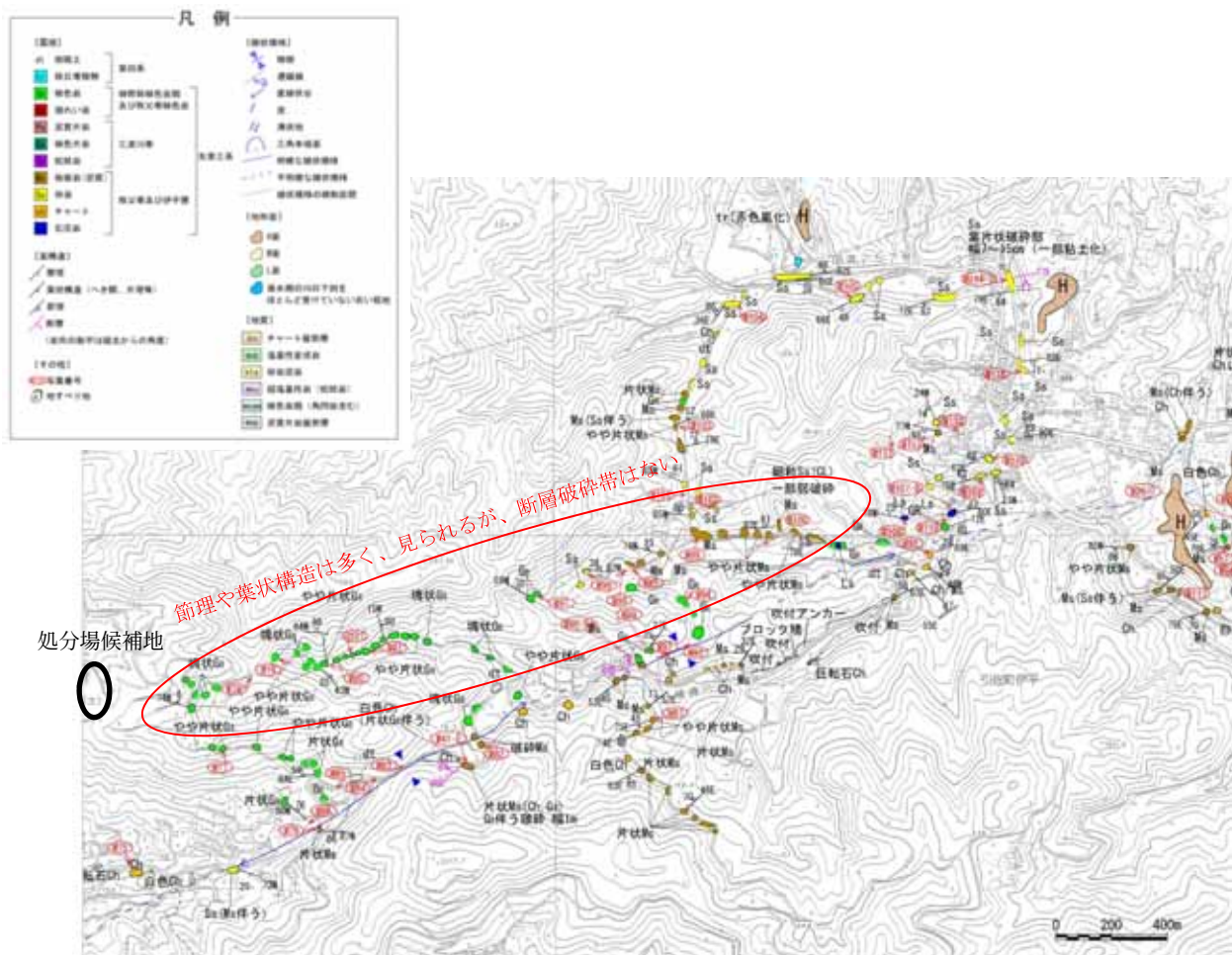
(１) 処分場候補地周辺のリニアメント

処分場候補地につながる可能性のあるリニアメントについての地質調査を周辺で行った。その結果、処分場の東側は緑色岩や砂岩・泥岩が分布した部分で断層破碎帯は見られなかった(資料図 2-1-1)。この部分は、資料写真 2-1-1 に示すように、割れ目(劈開や亀裂)が発達し、その走向に並行した割れ目によって、差別浸食が起きた組織地形が形成され、過去の調査でごく短いリニアメントと判断されてしまったものである。本来の第四紀断層調査では、このようなごく短く、断層変位を示さないリニアメントは抽出しない。

さらに、処分場候補地の西側は、リニアメントと判断されるような地形要素は見られない。また、現地踏査においても、断層破碎帯を形成しているような箇所はなかった。(資料図 2-1-2)



資料写真 2-1-1 候補地東側の沢の状況：割れ目が発達し（左写真）、部分的に細かい片状の緑色岩（右写真）が分布する。



(2) 処分場候補地の断層

当該最終処分場候補地内の調査結果を資料図 2-2-1 に示す。

この図に示されるように、通称 F5 断層と呼ばれる断層は、その走向が N18~25 ° E で、リニアメント L-21 と並行するような断層ではないと考えられるとともに、北東側（地形的には切土面の上部）にいくと、断層が不明瞭となる。

また、断層の破碎部の性状を見ると、数 cm 幅のやや軟質な半固結部が存在するものの、全体的にはカルサイト(方解石)を含む角礫状を呈する破碎部はよく固結した状態を示す(資料写真 2-2-1 参照)。



資料写真 2-2-1 通称 F5 断層の破碎部の状況（資料図 2-2-1 の P14）

さらに、この通称 F5 断層は、切土法面下部において F5 断層の北西側に存在する断層と法面の中段で結合する。この F5 断層と結合する断層の下段での性状も一部軟質で葉片状～角礫状ではあるものの全体としては固結している。

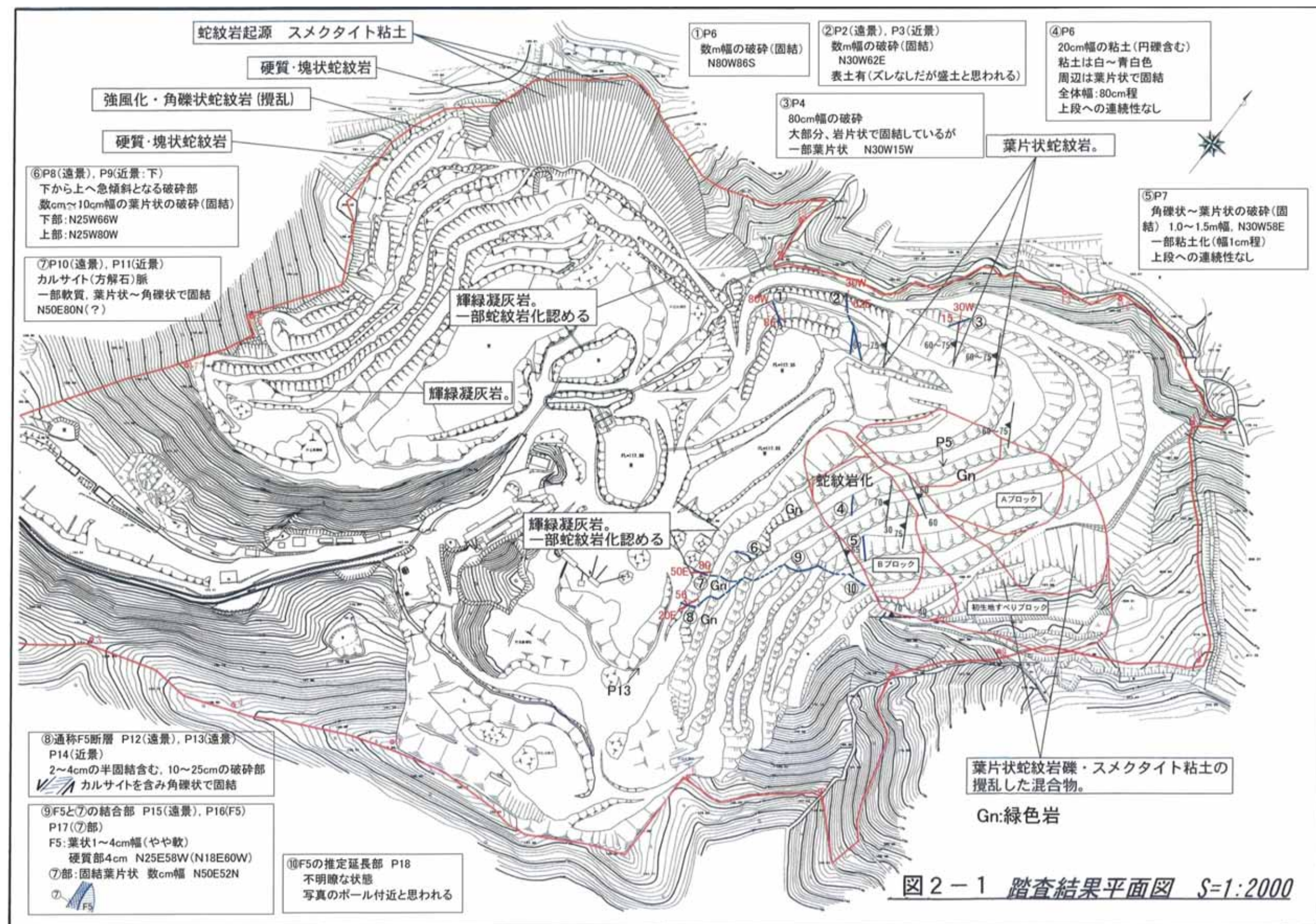
以上より、**通称 F-5 断層は、延長百数十 m で、連続性に乏しく、リニアメント L-21 との関連性もない古い時代の地質小断層であり、断層自体もほぼ固結していることから、将来地表に変位を与える断層ではない。**



資料写真 2-2-2 切土法面下段では通称 F5 断層の北西部断層の状況(資料図 2-2-1 の P11)



資料写真 2-2-3 切土法面中段の F5 断層とその北西部断層の結合部(資料図 2-2-1 の P15)



資料図 2-2-1 最終処分場対象地内の調査結果 (基図は過去の調査平面図を利用)