

天ヶ瀬ダム周辺の地質調査

国土交通省 近畿地方整備局

琵琶湖河川事務所

目次

1. はじめに	1
1-1. 背景	1
1-2. ダム建設における第四紀断層調査	1
2. 文献調査	2
3. 地形学的調査	8
4. 文献調査結果と地形学的調査結果の対比	11
5. 地質学的調査	12
5-1. 文献J-3断層に関する調査	12
6. 総合解析	14
7. まとめ	14

参考資料

参考資料1. 文献調査	15
参考資料2. 地形学的調査	17
参考資料3. 文献調査結果と地形学的調査結果の対比	19
参考資料4. 地質学的調査	20
参考資料4-1. 文献A-18に関する調査	20
参考資料4-2. F-0断層に関する調査	32
参考資料4-3. 東西系断層に関する調査	37
参考資料5. 総合解析	39
参考資料6. まとめ	41

付録

付録1. 淀川水系流域委員会および地質観察説明会での意見	42
付録2. 用語の説明	43
付録3. 本報告書作成に使用した図書	44

1. はじめに

1-1. 背景

天ヶ瀬ダム再開発事業では、平成14年度に第四紀断層調査を行い、天ヶ瀬ダムに影響を及ぼすような地盤変位を生じさせる断層がないという評価をしています。

今回、天ヶ瀬ダム再開発事業が、淀川水系河川整備計画(平成21年3月策定)に位置付けられたことから、事業を実施するにあたり、第四紀断層に関する最新の情報を収集・整理し、解析を行い、ダムに影響を及ぼす可能性のある第四紀断層の有無を精査しました。

「第四紀断層」と「活断層」の考え方について

「第四紀断層」とは、地質時代の第四紀に活動し、地表に変位を生じた断層のことです。すべての第四紀断層が必ずしも今後活動する訳ではないため、「活断層」と区分して表記されることがあります。

「活断層」とは、第四紀後期以降に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層のことです。ダム建設における断層調査は「第四紀断層」を対象としています*1。

1-2. ダム建設における第四紀断層調査

一般的に、活断層の調査は、主に地形・地質学的な手法で行われ、それには空中写真判読(航空写真による活断層の判読)、ボーリング調査、物理探査、トレンチ調査などがあります。これらの調査により、活断層の位置、長さ、ずれの量、過去の活動履歴などを把握し、次に地震が発生する可能性がどの程度あるのかを予測することが可能になります。

ダム建設において問題となる第四紀断層の影響は、地震動と地盤変位の二つに分けられます。地震動は耐震設計で対処可能ですが、地盤変位は基本的に設計では対処不可能です。したがって、ダム建設に問題のある第四紀断層はダムサイトとして避ける必要があります。

- 地盤変位に着目したダム建設における第四紀断層調査の目的は以下の通りです。
- ①第四紀断層と推定される線状模様、断層が本当に第四紀断層かどうかを明らかにすること
 - ②ダムの計画・設計をするのに必要な精度で第四紀断層の位置を明らかにすること

上記の目的を達成するために、ダム建設における第四紀断層の調査では、通常、図1-2.1に示すように「文献調査」、「地形学的調査」、「地質学的調査」が行われます(第四紀断層の地質調査で現地調査すべき線状模様⁽¹⁾より引用)。

本調査においては、図1-2.1に基づき調査を行ったところ、ダム敷近傍に第四紀断層が確認できなかったことから、図1-2.2に示す調査手順とし、「①文献調査」、「②地形学的調査」、「③地質学的調査」、「④総合解析」を実施しました。

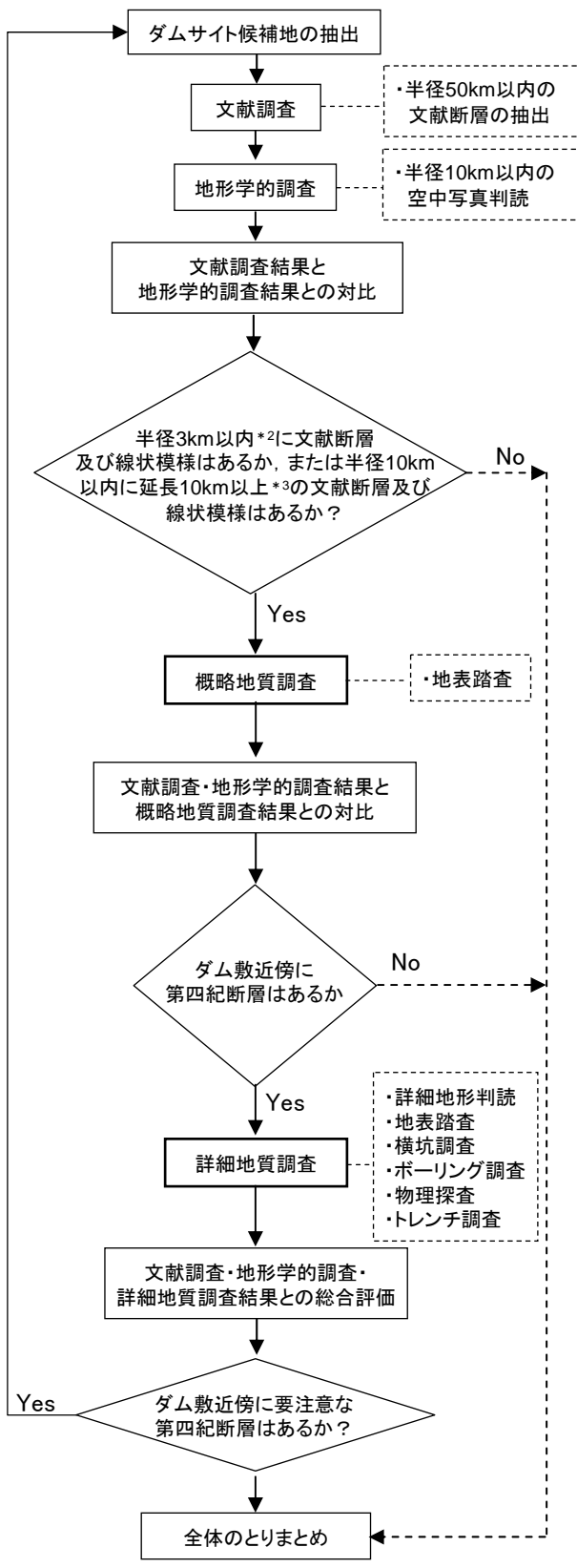


図1-2.1 ダムサイト選定段階における第四紀断層の調査の流れ

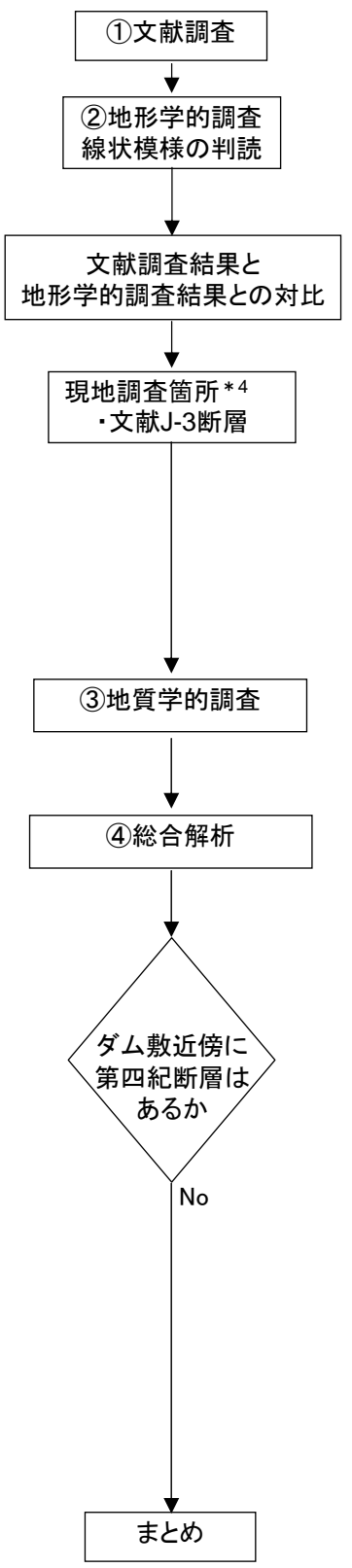


図1-2.2 本調査の流れ

* 1: ここでは文献で「活断層」としているもの以外、「第四紀断層」の名称を用います。

* 2: 活断層は断層群を形成することが多く、76.8%の断層が断層の中心から3kmの範囲内に分布することが報告されていることから、ダム敷から半径3km以内を調査すれば近接する断層群の全貌が把握できると考えられるため、半径3km以内を調査の対象とします(第四紀断層の地質調査で現地調査すべき線状模様⁽¹⁾より引用)。

* 3: 延長10km以上の文献断層と線状模様が第四紀断層であった場合、大きな地震(延長10kmの場合、地震の大きさはマグニチュード6.5)を起こす可能性があるため、延長10km以上のものを調査の対象とします(第四紀断層の地質調査で現地調査すべき線状模様⁽¹⁾より引用)。

* 4: 文献A-18, F-0断層、東西系の断層に関する調査結果は本報告書の参考資料としています。

2. 文献調査

●文献調査の方法

第四紀断層に関する文献調査の目的は以下の通りです。

- ①これから行う調査の参考のためにダムサイト周辺の広域的な第四紀断層の性質(分布, 方向性, 活動度, 変位の方向など)を把握すること
- ②ダムサイト周辺に第四紀断層が存在していないかどうかを, 既に行われた調査によって確認すること

本調査で用いた文献の内, 天ヶ瀬ダム周辺半径3km範囲の活断層に関する主要な5文献の記載をまとめ表2.1に示しています。

いずれの文献も, 最新の知見に基づき, 既存データと空中写真判読を中心として, 活断層の分布や性質が, 取りまとめられています。文献⑤を除くと, 全国や近畿地方等の広い範囲をほぼ同一の基準で活断層の分布と性状がまとめられています。文献⑤では京都盆地周辺を対象に活断層の分布が図示されています。それぞれの断層分布は次頁以降に示しています。

なお, これら5文献の他に次の文献も参考にしています。

- ・新編日本の活断層⁽⁷⁾
- ・三方・花折断層帯の長期評価について⁽⁸⁾
- ・京都盆地－奈良盆地断層帯南部(奈良盆地東縁断層帯)の評価について⁽⁹⁾
- ・50万分の1活構造図「京都」⁽¹⁰⁾
- ・活断層データベース 2009年7月23日版⁽¹¹⁾

●文献調査結果

文献調査でダム近傍において確認された活断層は, 黄檗断層と文献J-3断層です。

- ・黄檗断層は, すべての文献においてほぼ南北方向の活断層として記載されており, 南限は宇治市菟道(とどう)付近となっています。扇状地・段丘面に変位・変形を与えていることから, 第四紀後期にも繰り返し活動しています。活断層データベース⁽¹¹⁾によると平均活動間隔は約5千年とされています。
- ・文献J-3断層は「京都盆地の地震環境」⁽⁶⁾に「位置やや不明瞭な活断層」として図示されています。

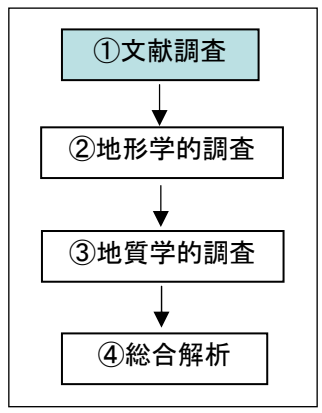
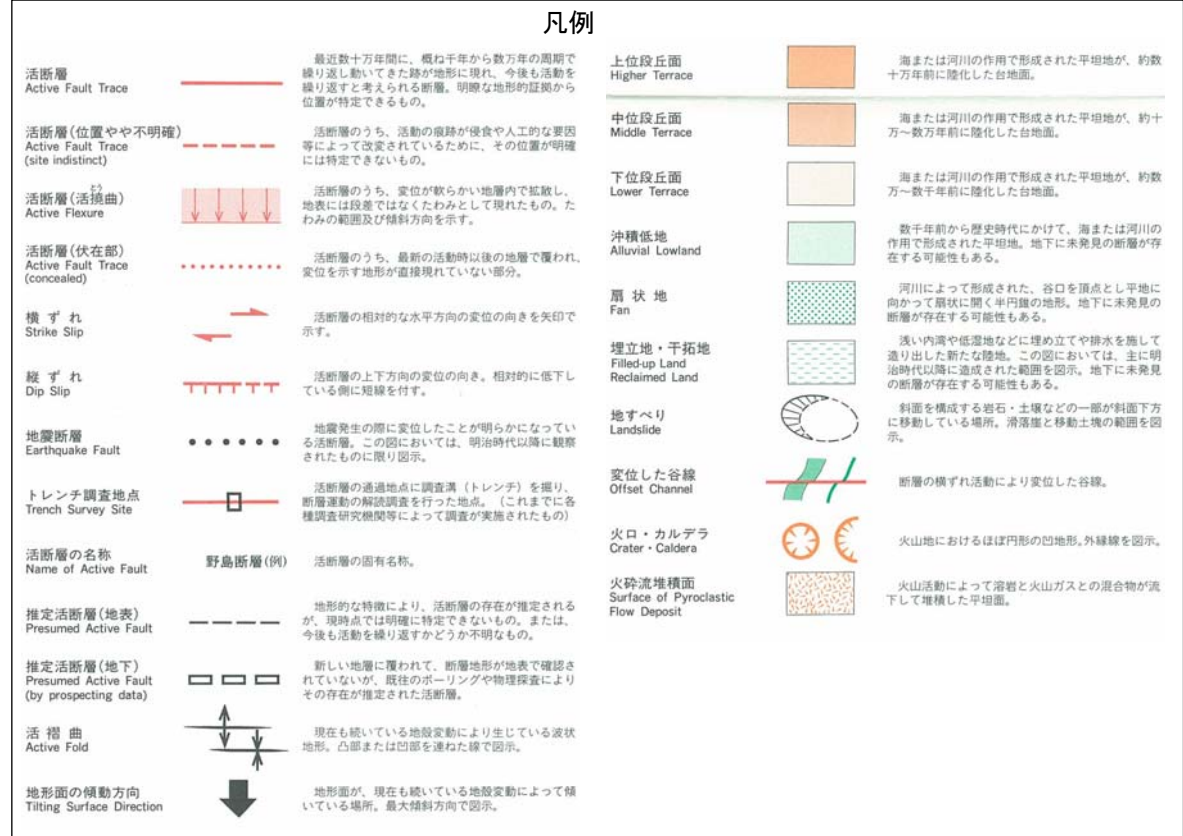
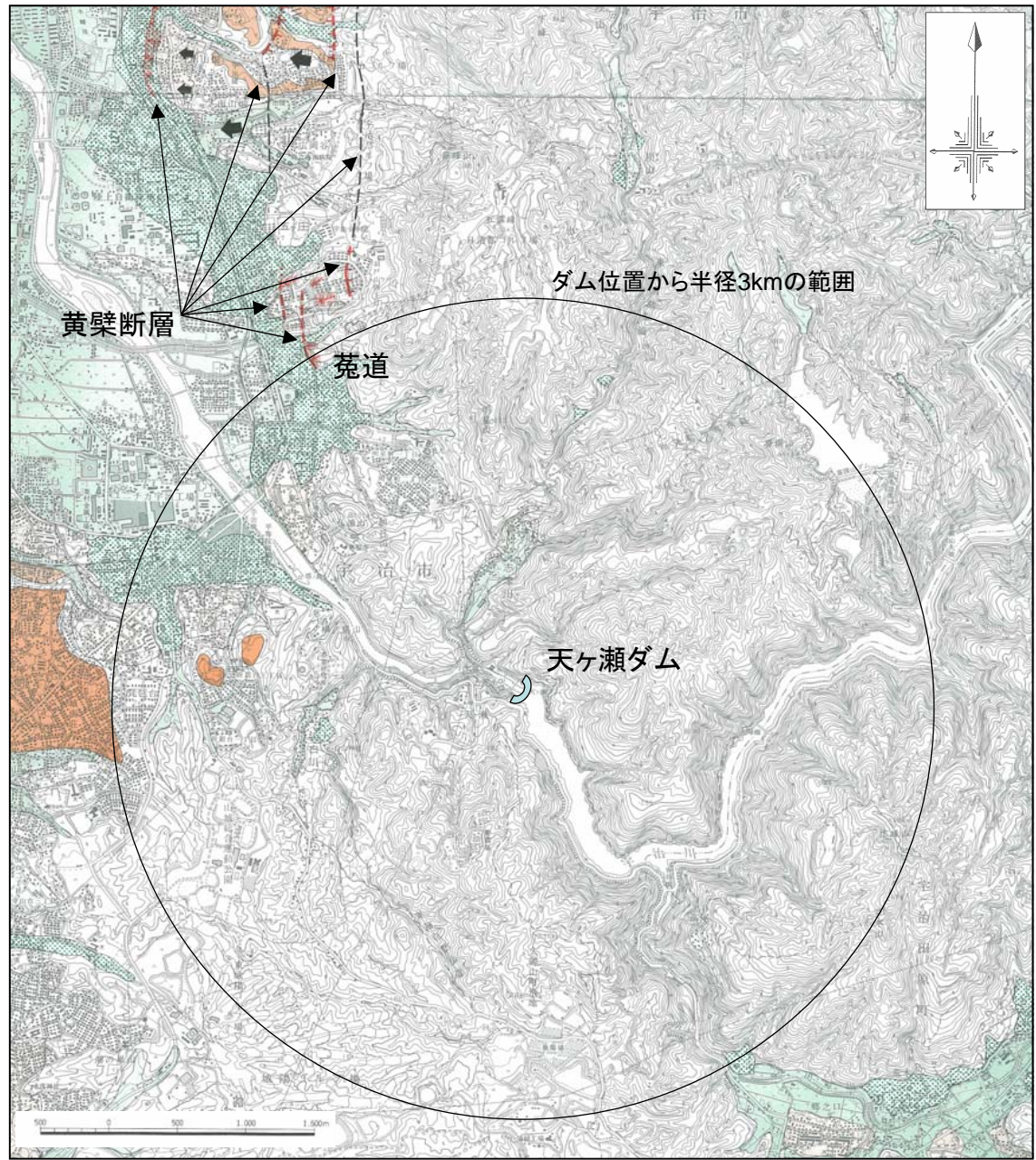


表2.1 天ヶ瀬ダム周辺半径3km範囲の活断層に関する主要文献調査結果一覧*3

文献名	縮尺	活断層の定義	断層名						
			黄檗断層					文献J-3断層	
			分類	方位(走向)	断層の型	変動地形	南限位置	分類	本文の記載内容
①都市圏活断層図「京都東南部」 ⁽²⁾	2.5万分の1	最近数十万年間に, 概ね千年から数万年の周期で繰り返し動いてきた跡が地形に現れ, 今後も活動を繰り返すと考えられる断層	活断層	ほぼ南北	縦ずれ	段丘面, 扇状地面に変位・変形	宇治市菟道付近まで	—	記載無し
②近畿の活断層 ⁽³⁾	5万分の1	最近の地質時代(約30万年以降)に繰り返し活動し, 将来も活動することが推定される断層	活断層	ほぼ南北	縦ずれ 東側隆起	段丘面に 変位・変形	宇治市菟道 付近まで	—	記載無し
③活断層詳細デジタルマップ ⁽⁴⁾	2.5万分の1	最近数十万年間に概ね千年から数万年の間隔で繰り返し活動し, その痕跡が地形に現れ, 今後も活動を繰り返すと考えられる断層	活断層	ほぼ南北	縦ずれ 東側隆起 逆断層	扇状地面に 変位・変形	宇治市菟道 付近まで	—	記載無し
④第四紀逆断層アトラス ⁽⁵⁾	2.5万分の1	活断層を特に定義していないが, 第四紀後期(約13万年前以降)以降に活動した逆断層に焦点を当て, 詳細に図示・記述しています	活断層	ほぼ南北	縦ずれ 東側隆起 逆断層	新旧の扇状地面に 変位・変形	宇治市菟道 付近まで	—	記載無し
⑤京都盆地の地震環境 ⁽⁶⁾	2.5万分の1	過去20~30万年間に活動したことが確実または可能性のある断層 今後も千年から数万年の間隔で繰り返し活動する可能性が高い断層	活断層	ほぼ南北	縦ずれ	扇状地面に 変位・変形	宇治市菟道 付近まで	西北西－東南東方向の位置やや不明瞭な活断層	図示のみ

*3: 本文に記載のないものは図から判読している

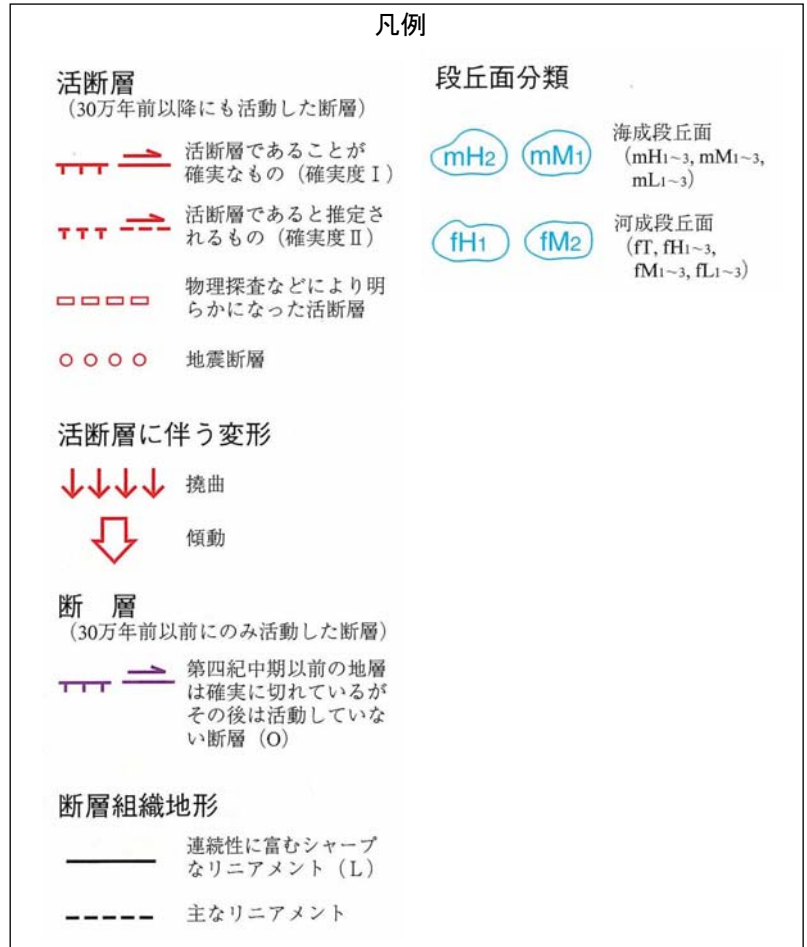
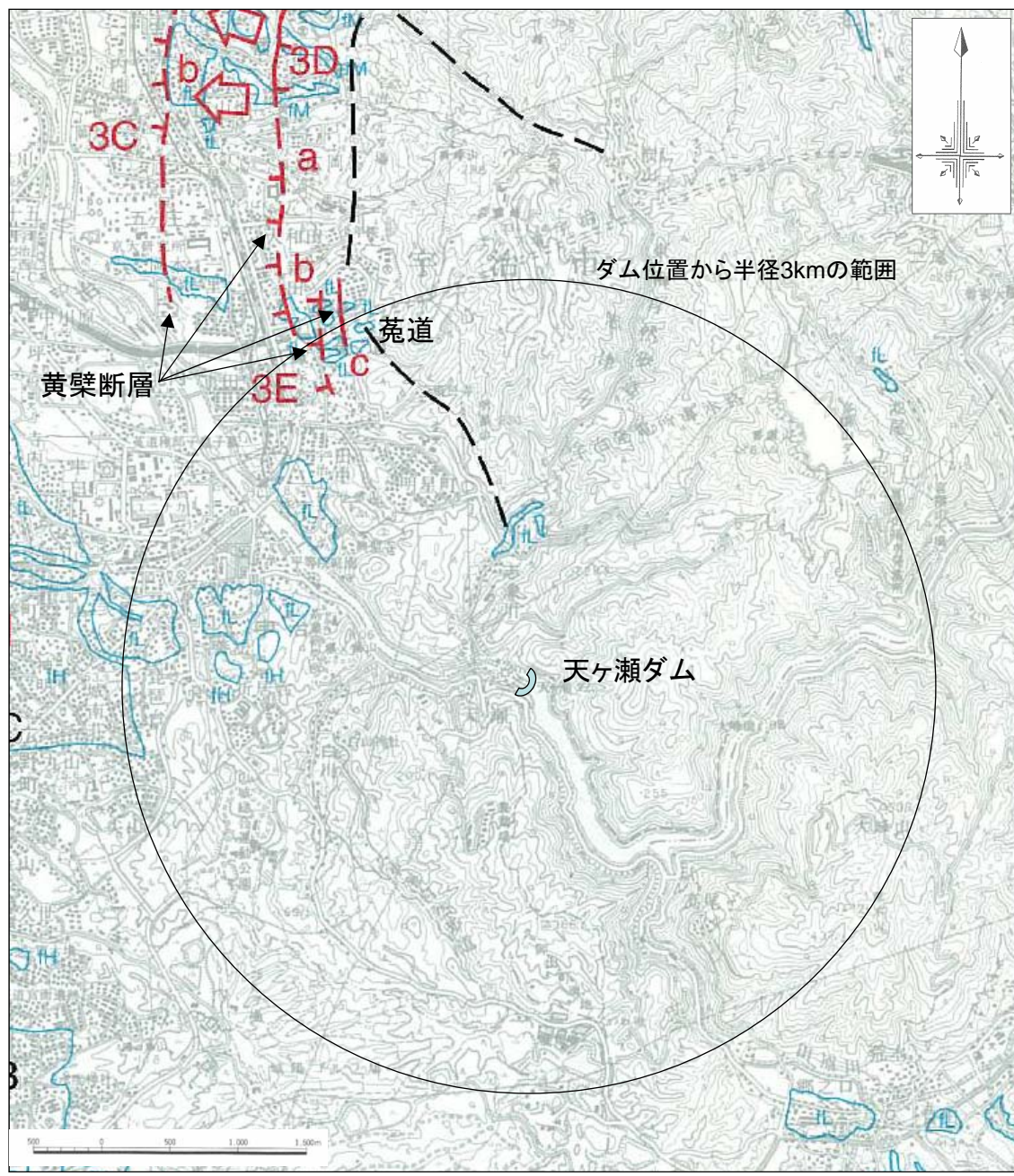
2. 文献調査 文献活断層分布図(その1)



天ヶ瀬ダム周辺半径3km範囲に記載されている活断層について
 黄檗断層は宇治市菟道付近以北に、南北系で縦ずれを示す複数の活断層群が図示されています。西側には活断層(活撓曲)、最東側に推定活断層(地表)が図示されています。
 文献J-3断層相当の活断層は図示されていません。

図2.1 都市圏活断層図「京都東南部」⁽²⁾に一部加筆

2. 文献調査 文献活断層分布図(その2)



天ヶ瀬ダム周辺半径3km範囲に記載されている活断層について
 黄檗断層は宇治市菟道付近以北に、南北系で縦ずれを示す2~3列の活断層群が黄檗断層として記載されています。西側には活断層に伴う変形(傾動)が図示されています。文献J-3断層相当の活断層は図示されていません。

図2.2 近畿の活断層⁽³⁾に一部加筆

2. 文献調査 文献活断層分布図(その3)

凡例

	活断層のトレース
	活断層のトレース(位置やや不明確)
	活断層のトレース(伏在部)
	推定活断層
	地下の推定活断層
	縦ずれ断層
	横ずれ断層の矢印
	河川の屈曲
	地形面の傾動
	活撓曲の矢印
	活撓曲の領域
	活褶曲(向斜軸)
	活褶曲(背斜軸)
	等高線 10m
	等高線 50m

天ヶ瀬ダム周辺半径3km範囲に記載されている活断層について
 黄檜断層は宇治市菟道付近以北に、南北系で縦ずれ断層を示す複数列の活断層群が黄檜断層として図示されています。南端の3列は活撓曲を伴うものと図示されています。
 文献J-3断層相当の活断層は図示されていません。

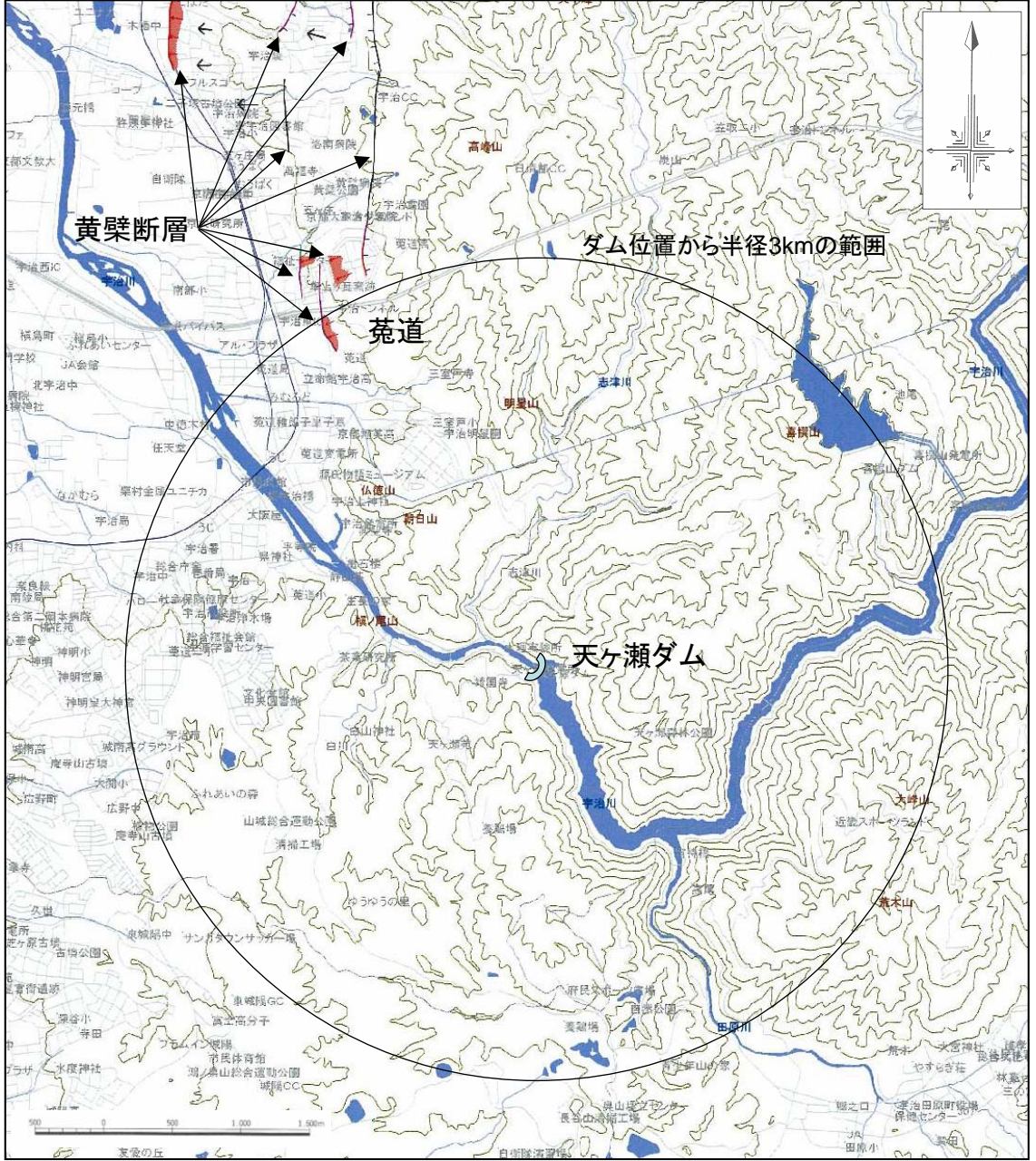
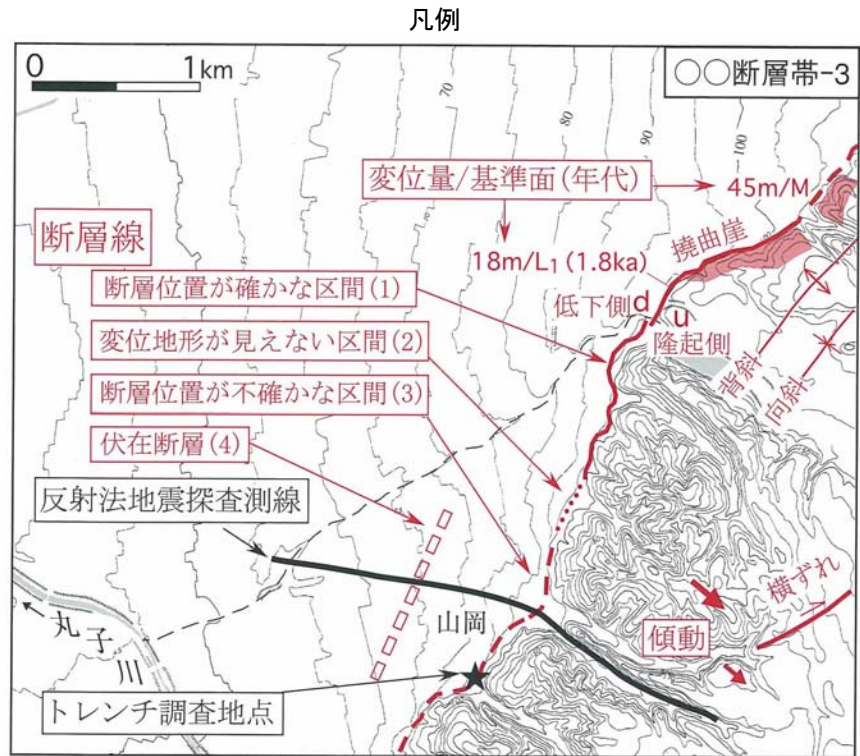
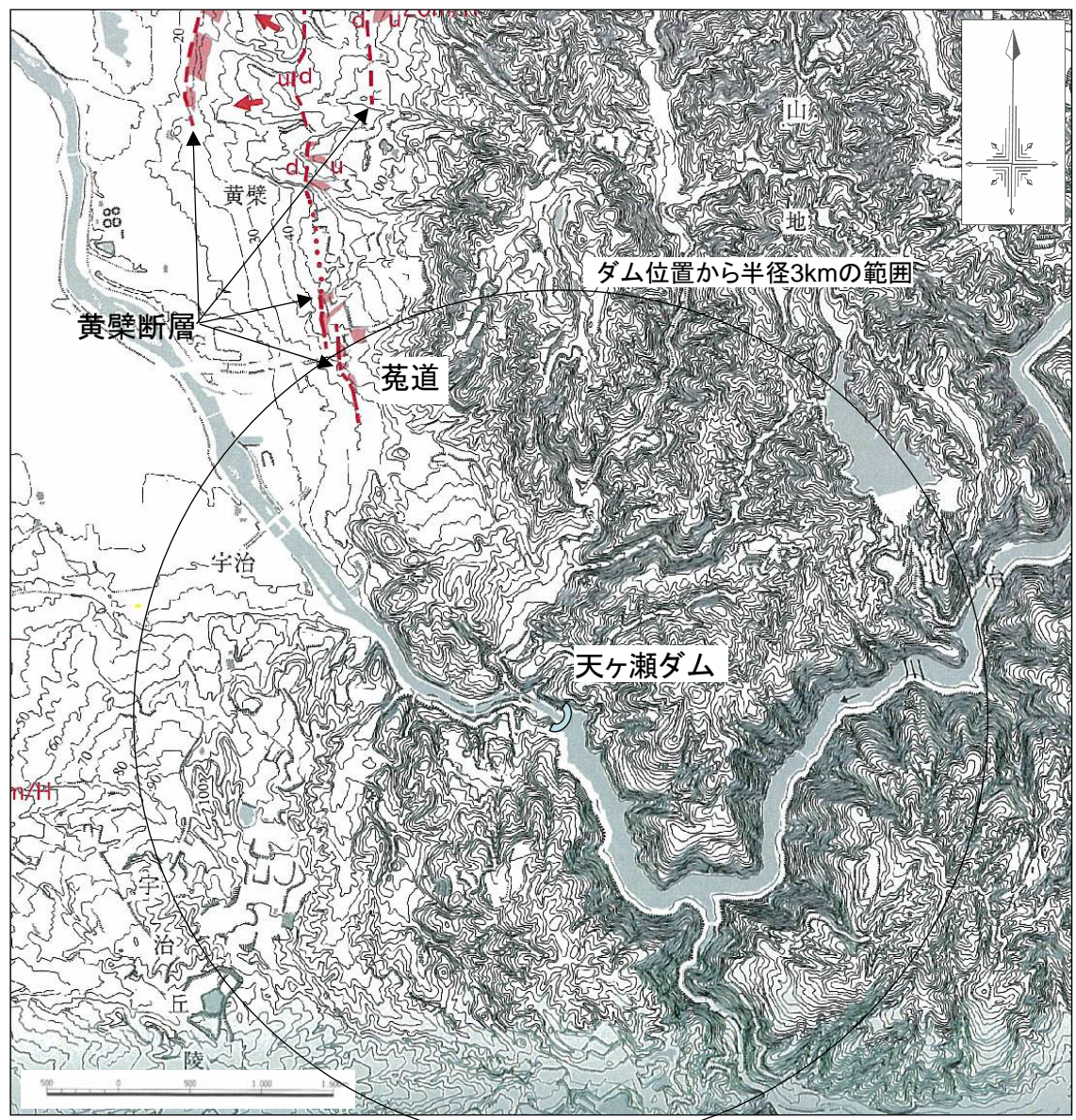


図2.3 活断層詳細デジタルマップ⁽⁴⁾に一部加筆

2. 文献調査 文献活断層分布図(その4)

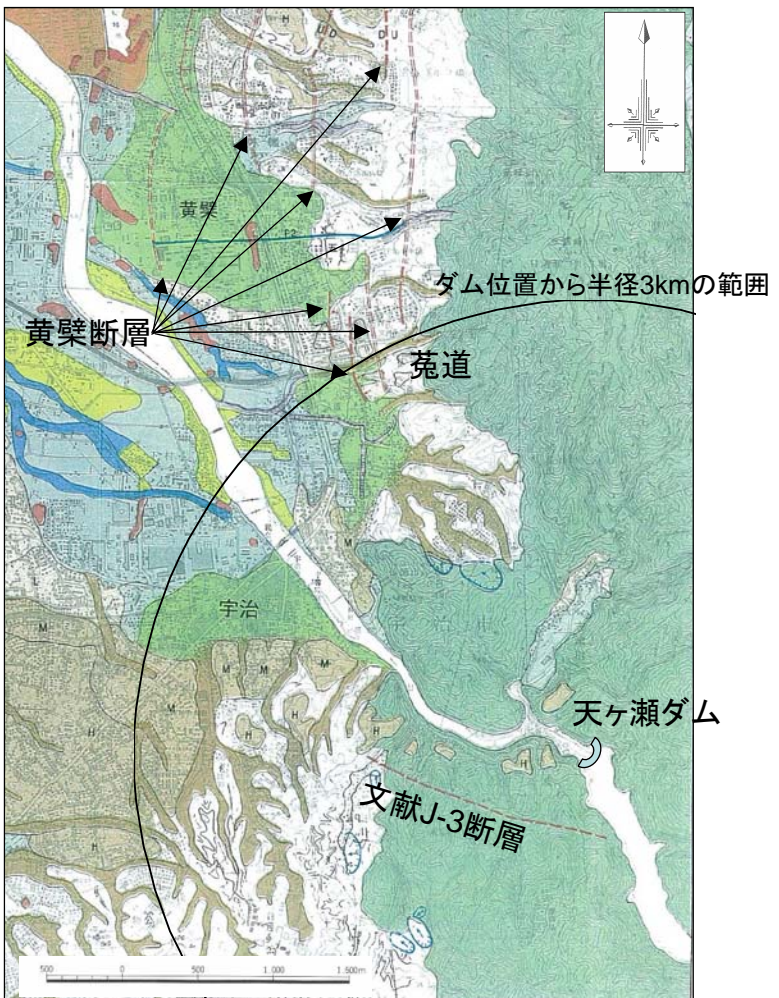


天ヶ瀬ダム周辺半径3km範囲に記載されている活断層について
 黄檗断層は宇治市菟道付近以北に、南北系で連続する撓曲崖が山科盆地東縁断層帯の一部(黄檗断層相当)として図示されています。
 文献J-3断層相当の活断層は図示されていません。

図2.4 第四紀逆断層アトラス⁽⁵⁾に一部加筆

2. 文献調査 文献活断層分布図(その5)

凡例

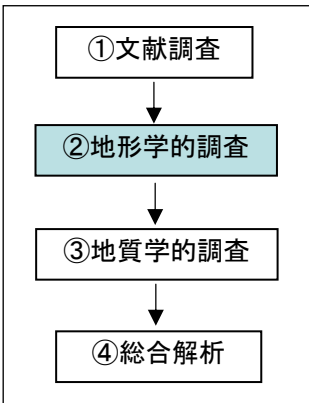


災害危険地形 Hazardous landform with earthquake damage		活断層 Active fault	
	溜池および水域の埋立地 Surface superimposed on former pond or swamp		活断層 (Uは隆起側, Dは低下側) Active fault trace
	干拓地 Reclaimed land		位置やや不明瞭な活断層 Active fault trace (site indistinct)
	排水不良の低湿地 Swampy area, due to poor drainage		推定活断層 Presumed active fault
	旧河道 Abandoned water channel		活撓曲 Active flexure
	低湿な谷底低地・盛土平坦化地 Wet valley bottom・Surface superimposed in places		トレンチ調査地点 Excavation site
	地すべり地形 Creeping slide		反射法探査測線 Seismic reflection survey line
	1:崩壊地・崩壊斜面 Land slide 2:谷頭急斜面 Steep slope at valleyhead		地震痕確認地点 Paleoseismic trace site
平野地形 Alluvial plain		台地・丘陵・山地 Terrace・Hill・Mountain	
	天井川沿いの微高地 Raised-bed river		低位段丘 Lower terrace
	自然堤防と古い盛土地 Natural levee and older superimposed surface		M:中位段丘 Middle terrace
	氾濫原 I および II Flood plain I (older) and II (younger)		H:高位段丘 Higher terrace
	谷底平野 Valley bottom plain		丘陵(大阪層群) Hill of the Plio-Pleistocene Series
	扇状地 I および II Fan I (older) and II (younger)		基盤山地 Mountain of Pre-Cenozoic Rock

天ヶ瀬ダム周辺半径3km範囲記載されている活断層について
 黄檗断層は宇治市菟道付近以北の醍醐山地西側山麓の丘陵(大阪層群)中に、南北方向の複数の活断層群が図示されています。
 文献J-3断層は天ヶ瀬ダム南西方に、西北西-東南東方向の「位置やや不明瞭な活断層」が図示されています。長さは2km弱です。

図2.5 京都盆地の地震環境⁽⁶⁾に一部加筆

3. 地形学的調査



●地形学的調査の目的

第四紀断層に関する地形学的調査の目的は以下の通りです。

- ①空中写真を用いた変動地形の判読から、ダムサイト周辺に分布する第四紀断層の可能性のある線状模様を抽出すること。さらに、線状模様の分布、明瞭度、基準地形面を基に変位・変形の方法や累積性を把握すること。
- ②文献調査で図示・記載されている第四紀断層を対象に、空中写真の判読から浸食地形では形成されない変動地形の要素を伴う断層であるのか否かの確認をすること。

●地形学的調査の方法

地形学的調査は、航空機を用いて上空から撮影した空中写真の実体視(三次元立体写真と同じ原理で、空中から高さを誇張した地形を見る)を利用し、線状模様や変動地形(断層変位地形、活断層地形)等を判読し、第四紀断層の位置、長さ、累積変位量などのデータを取得する方法です。

●使用した空中写真

空中写真判読には、以下の写真を使用しました。

表3.1 空中写真判読リスト

発行	国土地理院			
撮影者	米軍		国土地理院	国土地理院
年代	昭和20年代		1961年	1974年
縮尺	1万分の1	4万分の1	1万分の1	1万分の1

●判読作業

- ・変動地形(断層変位地形、活断層地形)の可能性のある線状模様を抽出しました。
- ・空中写真判読作業はマニュアル⁽¹²⁾に従って行い、個人差や見落としを無くすため、空中写真判読に数多くの経験を持つ複数の判読者で行いました。
- ・更に、活断層に精通する学識者に、判読結果について指導・助言を受け空中写真判読図を作成しました。

●地形学的調査結果


- ・図3.1の地形を見ると、宇治川以北ではほぼ東側から山地(醍醐山地)、丘陵(大阪層群)そして西側に現河川の作る低地が南北方向に配列しています。
- ・黄檗断層については、写真判読では宇治市菟道(とどう)付近から北側にほぼ南北方向を示す撓曲崖(とうきょくがい)や低断層崖列が複数認められます。扇状地あるいは段丘面に変位・変形が及んでいることから第四紀後期の活動が推定され、活断層が分布していると判断されます。この線状模様は、主要な文献が黄檗断層としているものと位置・分布がほぼ一致しています。


・図3.2のように、文献J-3断層は、第四紀断層を示唆する変動地形はもとより、断層組織地形を示す地形要素も判読できませんでした。

3. 地形学的調査



凡例


 :線状模様
 (短線は落ちの方向)
 (矢印は地形面の傾動方向)


 :線状模様(位置やや不明確)
 (短線は落ちの方向)
 (矢印は地形面の傾動方向)

●地形学的調査結果

- ・地形を見ると、宇治川以北ではほぼ東側から山地(醍醐山地), 丘陵(大阪層群)そして西側に現河川の作る低地が南北方向に配列しています。
- ・黄檗断層については、宇治市菟道付近から北側にほぼ南北方向を示す撓曲崖や低断層崖列が複数認められます。扇状地あるいは段丘面に変位・変形が及んでいることから第四紀後期の活動が推定され、活断層が分布していると判断されます。

この線状模様は、主要な文献が黄檗断層としているものと位置・分布がほぼ一致しています。

図3.1 天ヶ瀬ダム周辺 空中写真判読結果

3. 地形学的調査 文献J-3断層について

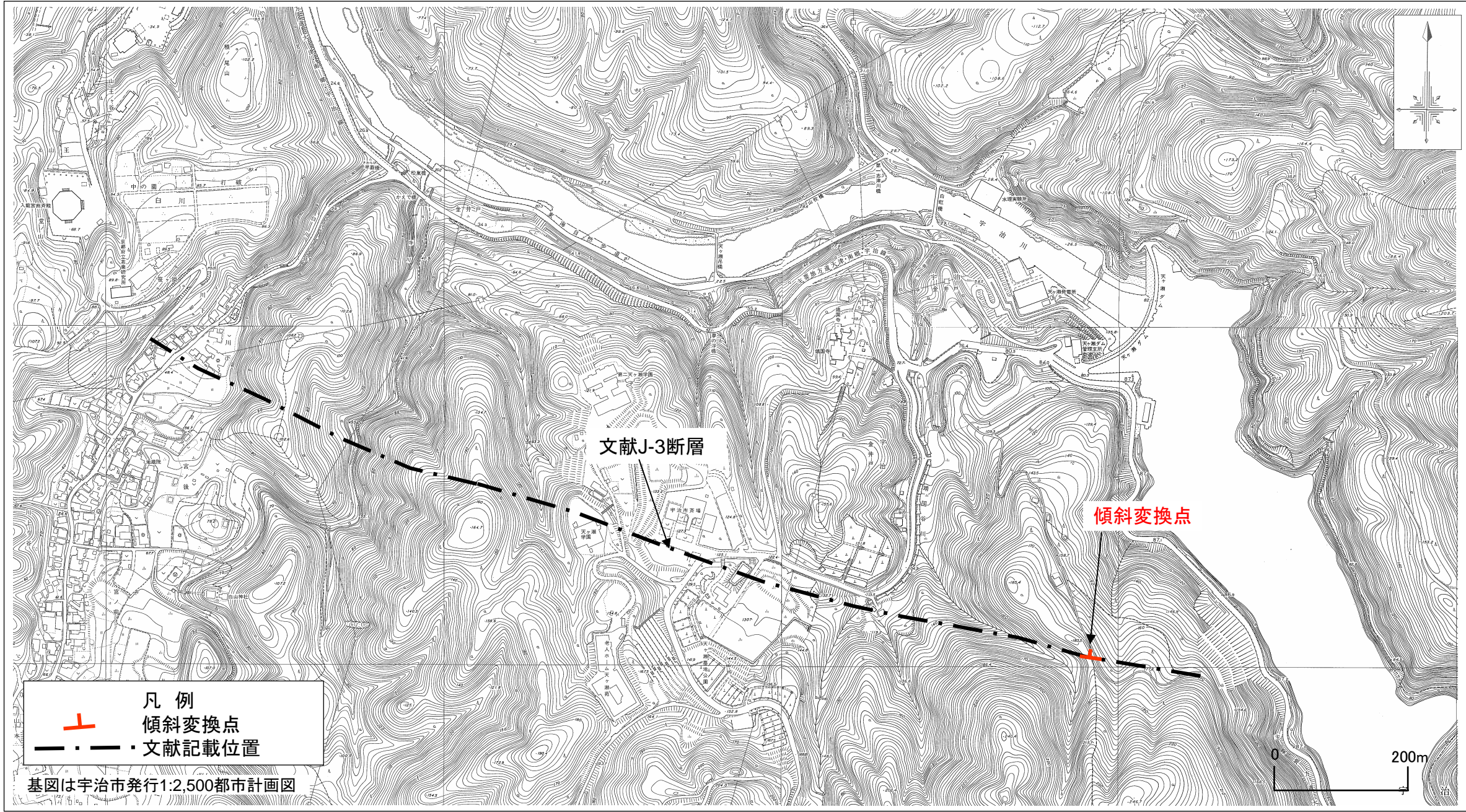


図3.2 文献J-3断層 空中写真判読結果

文献J-3断層付近の空中写真判読結果
 ・傾斜変換点を1箇所確認しました。それを赤記号で示しています。
 ・第四紀断層を示唆する変動地形はもとより、断層組織地形を示す地形要素も判読できませんでした。

4. 文献調査結果と地形学的調査結果の対比

文献調査結果と地形学的調査結果との対比を行い、地質学的調査実施箇所の検討を行いました。

表4.1 文献調査結果と地形学的調査結果との対比表

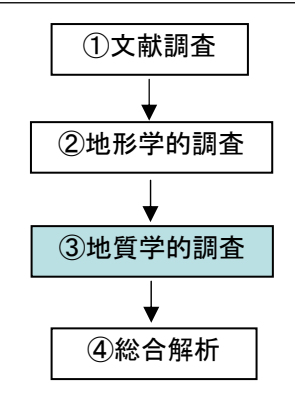
断層名	文献調査結果	地形学的調査結果	地質学的調査の可否
黄檗断層	<ul style="list-style-type: none"> ● ほぼ南北方向の活断層群からなり、文献間でほぼ同じ位置に記載されています。 ● 断層は東側隆起の逆断層です。 ● 断層の南端は、宇治市菟道付近までで、天ヶ瀬ダムに向かうものはありませんでした。 ● 扇状地・段丘面に変位・変形を与えていることから、第四紀後期にも繰り返し活動しています。 ● 活断層データベース⁽¹¹⁾によると平均活動間隔は約5千年とされています。 	<ul style="list-style-type: none"> ● ほぼ南北方向を示す撓曲崖や低断層崖列が複数認められます。扇状地あるいは段丘面に変位・変形が及んでいることから第四紀後期の活動が推定され、活断層が分布していると判断されます。 ● この線状模様は、主要な文献が黄檗断層としているものと位置・分布がほぼ一致しています。 	<p>文献調査や地形学的調査から、天ヶ瀬ダム敷近傍にないため、現地調査は行っていません。</p>
文献J-3断層	<ul style="list-style-type: none"> ● 「京都盆地の地震環境」⁽⁶⁾に「位置やや不明瞭な活断層」と図示されています。他の文献には記載されていません。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 空中写真判読では、第四紀断層を示唆する変動地形はもとより、断層組織地形を示す地形要素も判読できませんでした。 	<p>文献に記載があり、天ヶ瀬ダム敷近傍にあることから、現地調査を行いました。</p>

5. 地質学的調査

●地質学的調査の目的

第四紀断層に関する地質学的調査(現地調査)の目的は以下の通りです。

文献調査と地形学的調査の結果をもとに、線状模様や対象断層の分布域の山野を踏査して、線状模様や対象断層及び周辺の地質(断層の性質、地層の分布等)や地形(各種の変位地形や段丘等)に関する資料を収集すること。



5-1. 文献J-3断層に関する調査

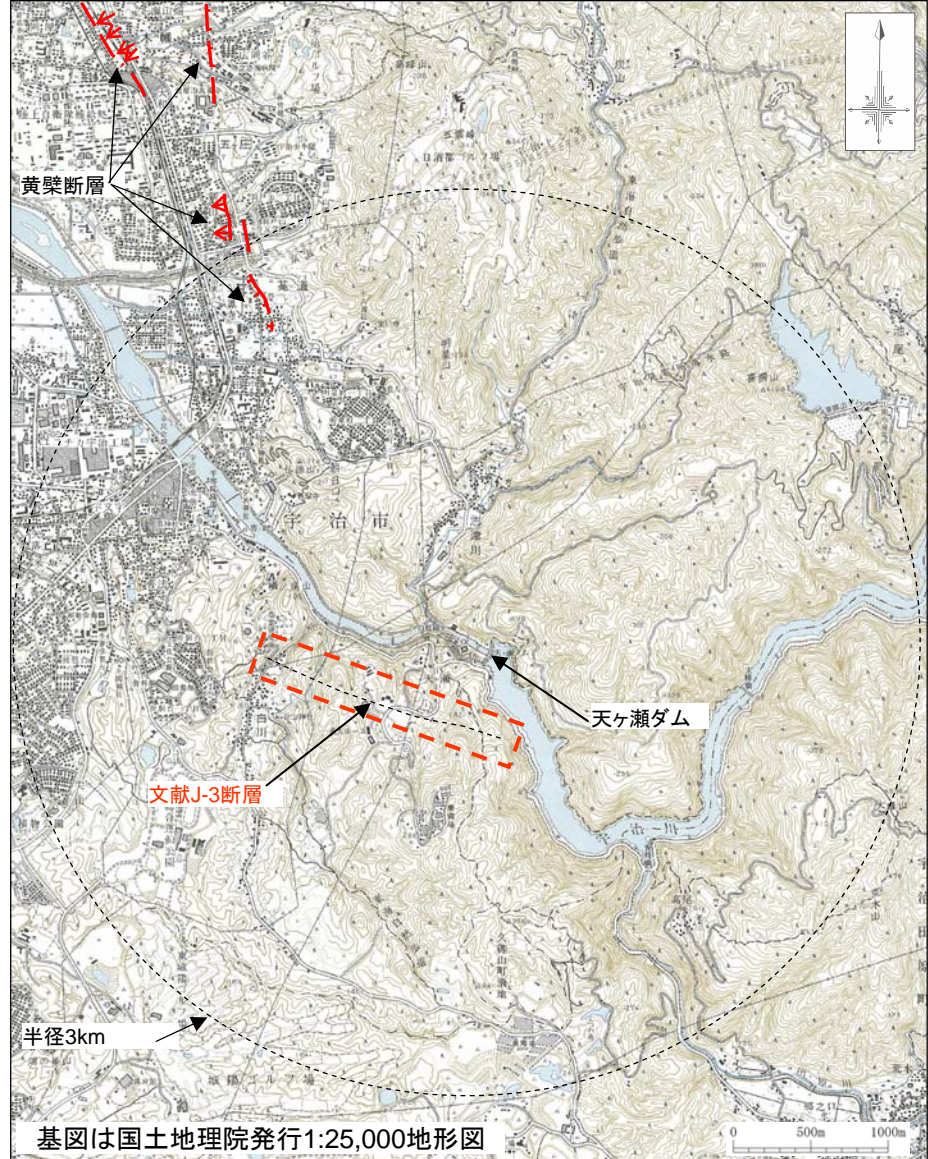


図5-1.1 全体調査位置図

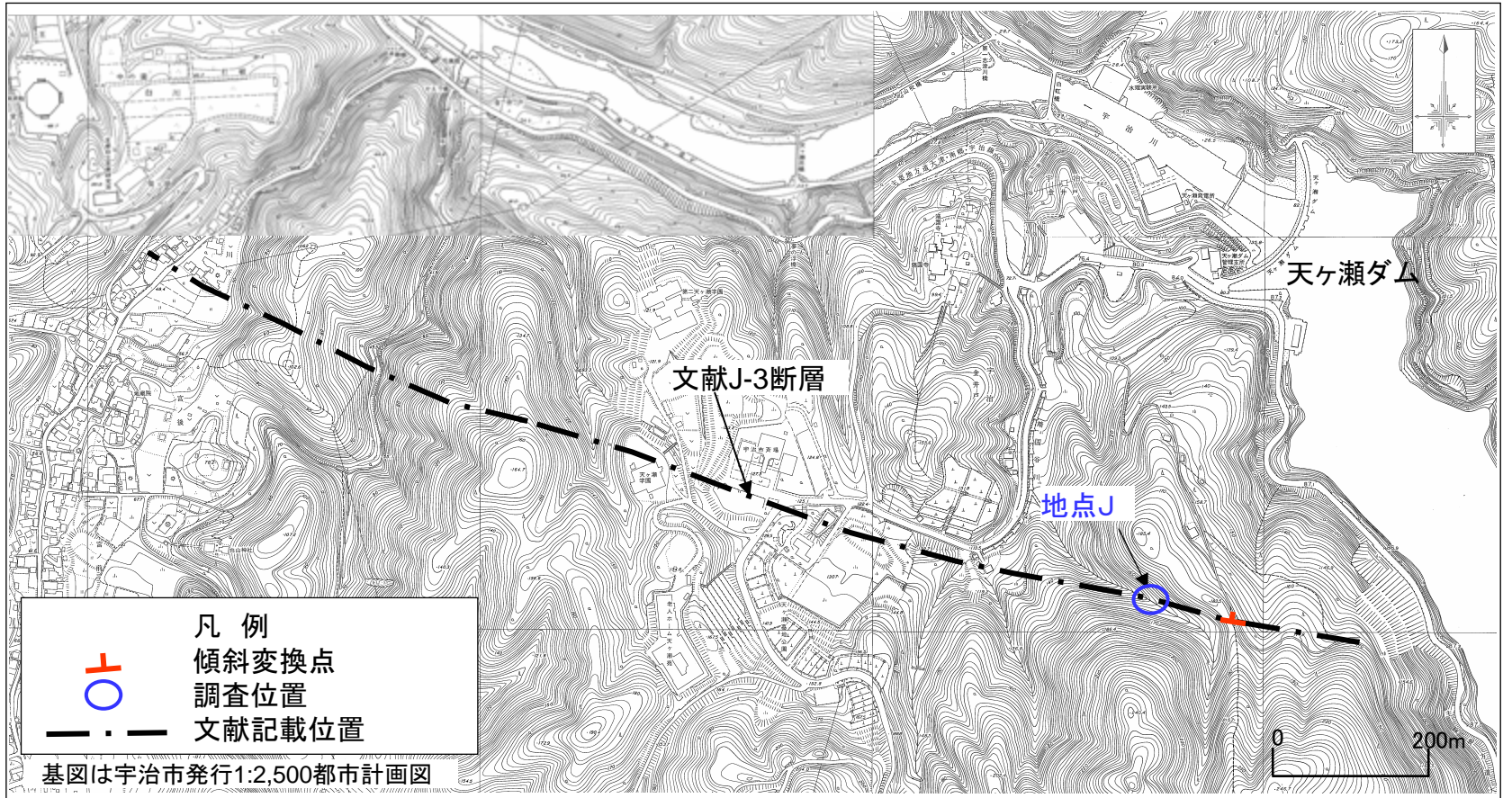


図5-1.2 文献J-3断層の調査位置図

表5-1.1 文献J-3断層に関する調査内容と調査結果

調査地点	調査箇所	調査内容	調査結果
地点J	文献J-3断層	断層の有無を確認するために、文献J-3断層が横断する箇所にて詳細スケッチを作成しました。	文献J-3断層周辺を踏査しました。その中の地点Jは、文献J-3断層の伸び方向と一致する峡谷で、谷底には丹波帯中生層砂岩の健岩が連続的に露出分布していました。ここに断層がないことを確認しました。 文献J-3断層直下付近の丹波帯中生層砂岩の層理面や節理面は、北西方向を示すものが多く、文献J-3断層や谷の流下方向と調和的でした。 このことから、文献J-3断層は第四紀断層ではなく、丹波帯中生層中の層理面や節理面の構造に起因する組織地形の可能性が高いと判断しました。

5-1. 文献J-3断層に関する調査

・地点J

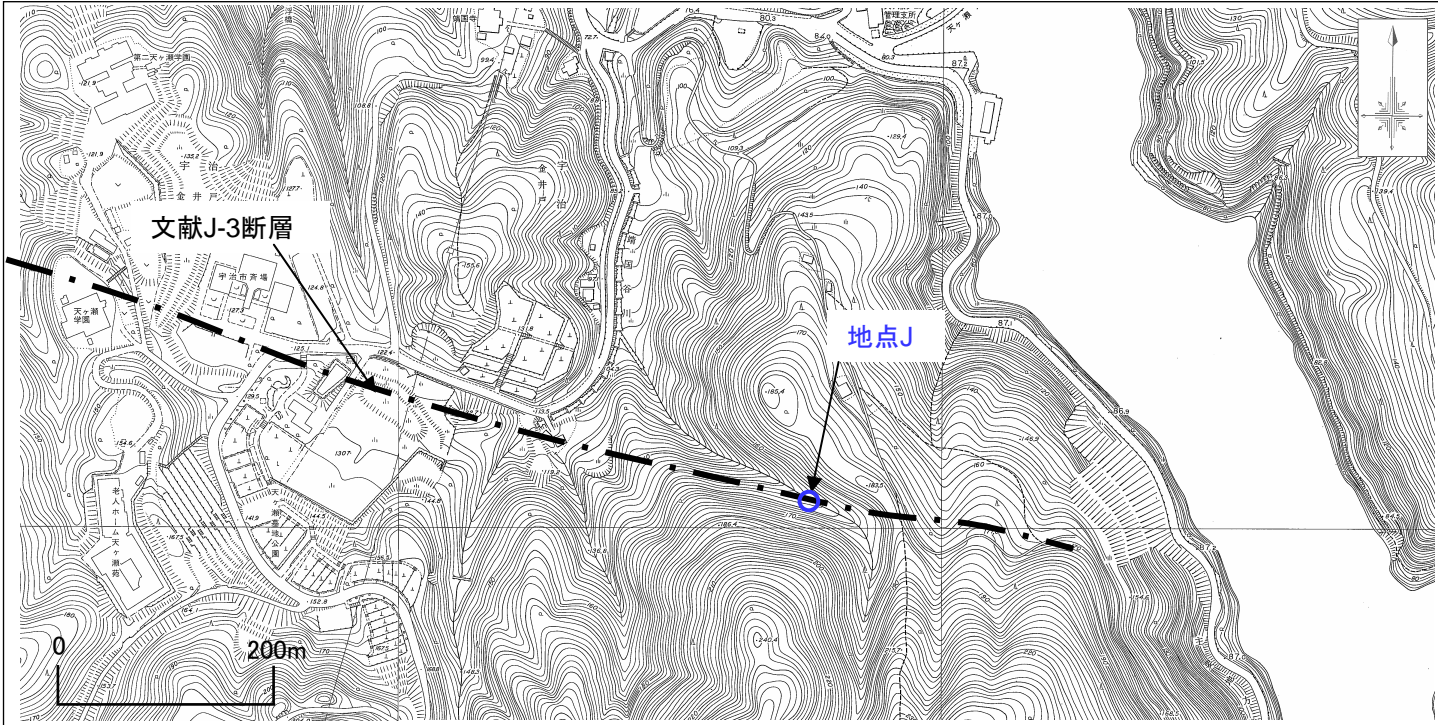


図5-1.3 調査位置図



写真5-1.1 地点J全景写真
下流側から望む

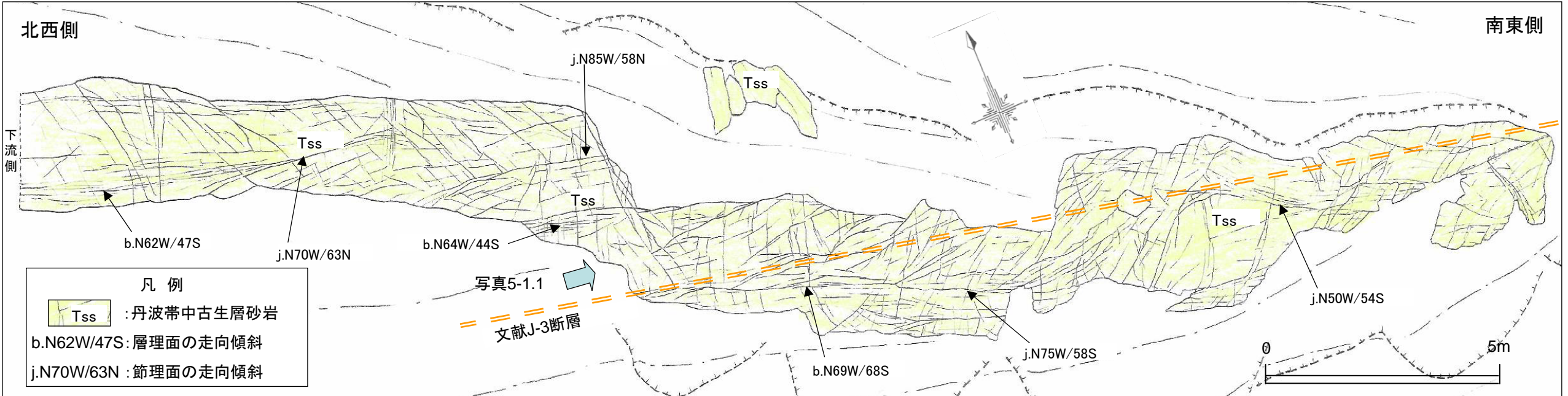


図5-1.4 地点J詳細スケッチ

文献J-3断層周辺を踏査しました。その中の地点Jは、文献J-3断層の伸び方向と一致する峡谷で、谷底には丹波帯中古生層砂岩の健岩が連続的に露出分布していました。ここに断層がないことを確認しました。
 文献J-3断層直下付近の丹波帯中古生層砂岩の層理面や節理面は、北西方向を示すものが多く、文献J-3断層や谷の流下方向と調和的でした。このことから、文献J-3断層は第四紀断層ではなく、丹波帯中古生層中の層理面や節理面の構造に起因する組織地形の可能性が高いと判断しました。

6. 総合解析

・文献J-3断層について

文献調査, 地形学的調査及び地質学的調査の結果をとりまとめ, 文献J-3断層について評価を行いました。

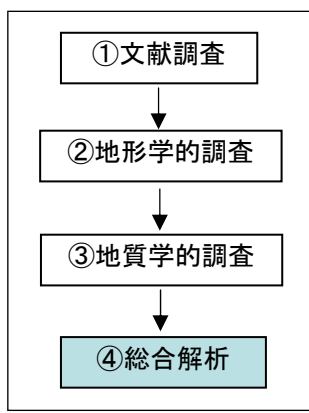


表6.1 文献J-3の総合解析結果

文献調査結果	地形調査結果	現地調査結果		総合評価
		調査箇所	調査結果	
●「京都盆地の地震環境」 ⁽⁶⁾ に「位置やや不明瞭な活断層」と図示されています。 ●他の文献には記載されていませんでした。	●空中写真判読では, 第四紀断層を示唆する変動地形はもとより, 断層組織地形を示す地形要素も判読できませんでした。	地点J	文献J-3断層周辺を踏査しました。その中の地点Jは, 文献J-3断層の延び方向と一致する峡谷で, 谷底には丹波帯中古生層砂岩の健岩が連続的に露出分布していました。ここに断層がないことを確認しました。 文献J-3断層直下付近の丹波帯中古生層砂岩の層理面や節理面は, 北西方向を示すものが多く, 文献J-3断層や谷の流下方向と調和的でした。 このことから, 文献J-3断層は第四紀断層ではなく, 丹波帯中古生層中の層理面や節理面の構造に起因する組織地形の可能性が高いと判断しました。	●文献J-3断層は, 地形学的調査及び地質学的調査から, 当該箇所には断層が無いことを確認しました。

7. まとめ

天ヶ瀬ダム再開発事業において, 活断層に関する最新の情報を収集・整理し, 解析を行った結果, 天ヶ瀬ダムに影響を及ぼす可能性のある第四紀断層はありませんでした。

參考資料

参考資料

参考資料1. 文献調査

●文献調査結果

- ・文献A-18は「近畿の活断層」⁽³⁾に「断層組織地形」として図示されています。
- ・F-0断層及び東西系断層(地点G)はいずれの文献にも記載はありませんでした。

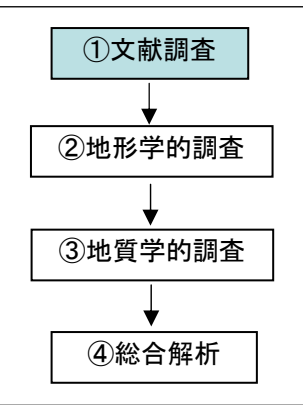
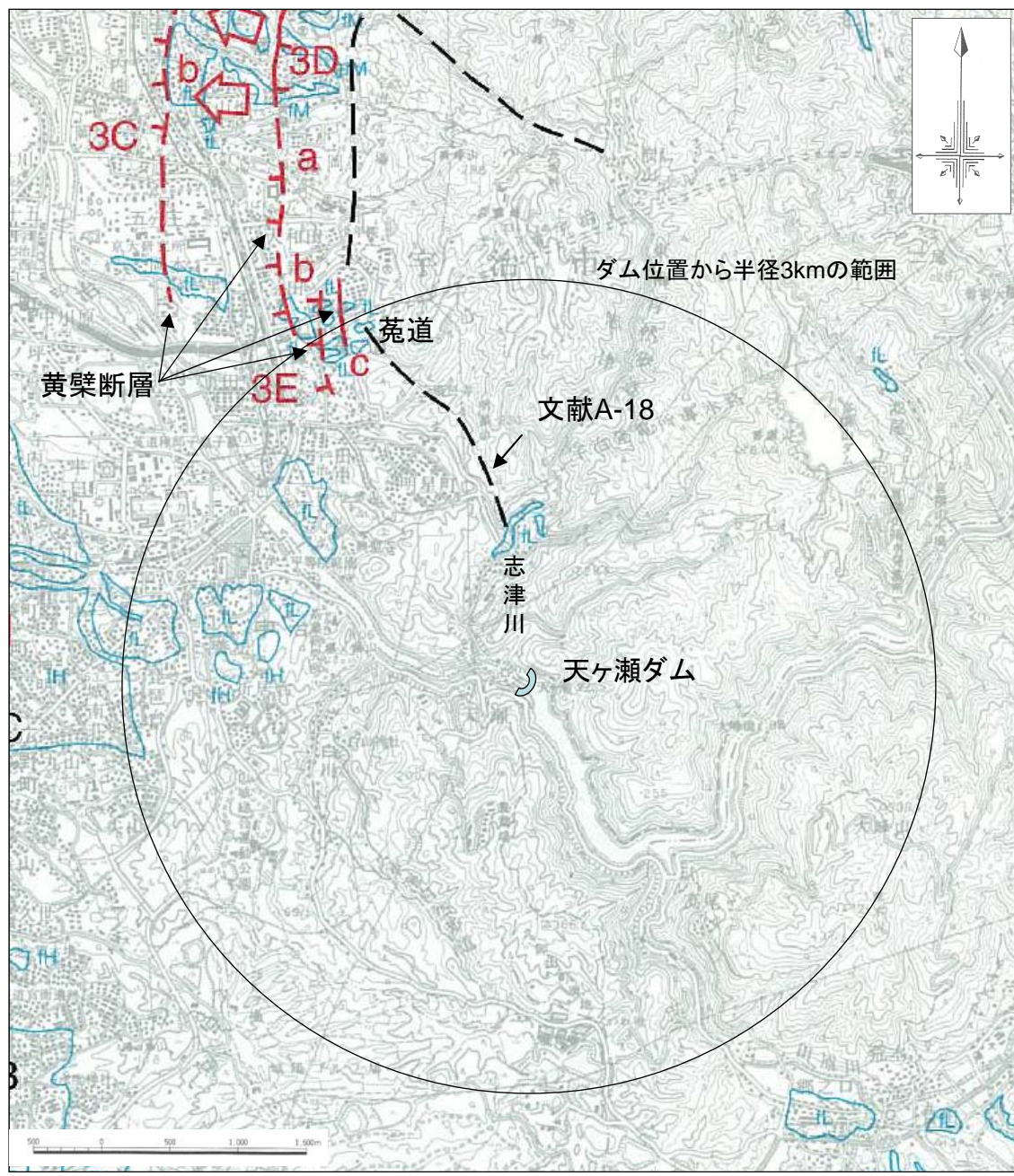


表 参考資料1.1 天ヶ瀬ダム周辺半径3km範囲の活断層に関する主要文献調査結果一覧*5

文献名	縮尺	活断層の定義	断層名			
			文献A-18		F-0断層	東西系断層(地点G)
			分類	本文の記載内容	本文の記載内容	本文の記載内容
①都市圏活断層図「京都東南部」 ⁽²⁾	2.5万分の1	最近数十万年間に、概ね千年から数万年の周期で繰り返し動いてきた跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる断層	—	記載無し	記載無し	記載無し
②近畿の活断層 ⁽³⁾	5万分の1	最近の地質時代(約30万年以降)に繰り返し活動し、将来も活動することが推定される断層	北西—南東方向の断層組織地形(主なりニアメント)	図示のみ	記載無し	記載無し
③活断層詳細デジタルマップ ⁽⁴⁾	2.5万分の1	最近数十万年間に概ね千年から数万年の間隔で繰り返し活動し、その痕跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる断層	—	記載無し	記載無し	記載無し
④第四紀逆断層アトラス ⁽⁵⁾	2.5万分の1	活断層を特に定義していないが、第四紀後期(約13万年前以降)以降に活動した逆断層に焦点を当て、詳細に図示・記述しています	—	記載無し	記載無し	記載無し
⑤京都盆地の地震環境 ⁽⁶⁾	2.5万分の1	過去20~30万年間に活動したことが確実または可能性のある断層 今後も千年から数万年の間隔で繰り返し活動する可能性が高い断層	—	記載無し	記載無し	記載無し

*5: 本文に記載のないものは図から判読している

参考資料1. 文献調査 文献活断層分布図



凡例

活断層
(30万年前以降にも活動した断層)

- 活断層であることが確実なもの(確実度Ⅰ)
- 活断層であると推定されるもの(確実度Ⅱ)
- 物理探査などにより明らかになった活断層
- 地震断層

断層
(30万年前以前にのみ活動した断層)

- 第四紀中期以前の地層は確実に切れているがその後は活動していない断層(O)

断層組織地形

- 連続性に富むシャープなリニアメント(L)
- 主なリニアメント

段丘面分類

- 海成段丘面 (mH1~3, mM1~3, mL1~3)
- 河成段丘面 (fH1~3, fM1~3, fL1~3)

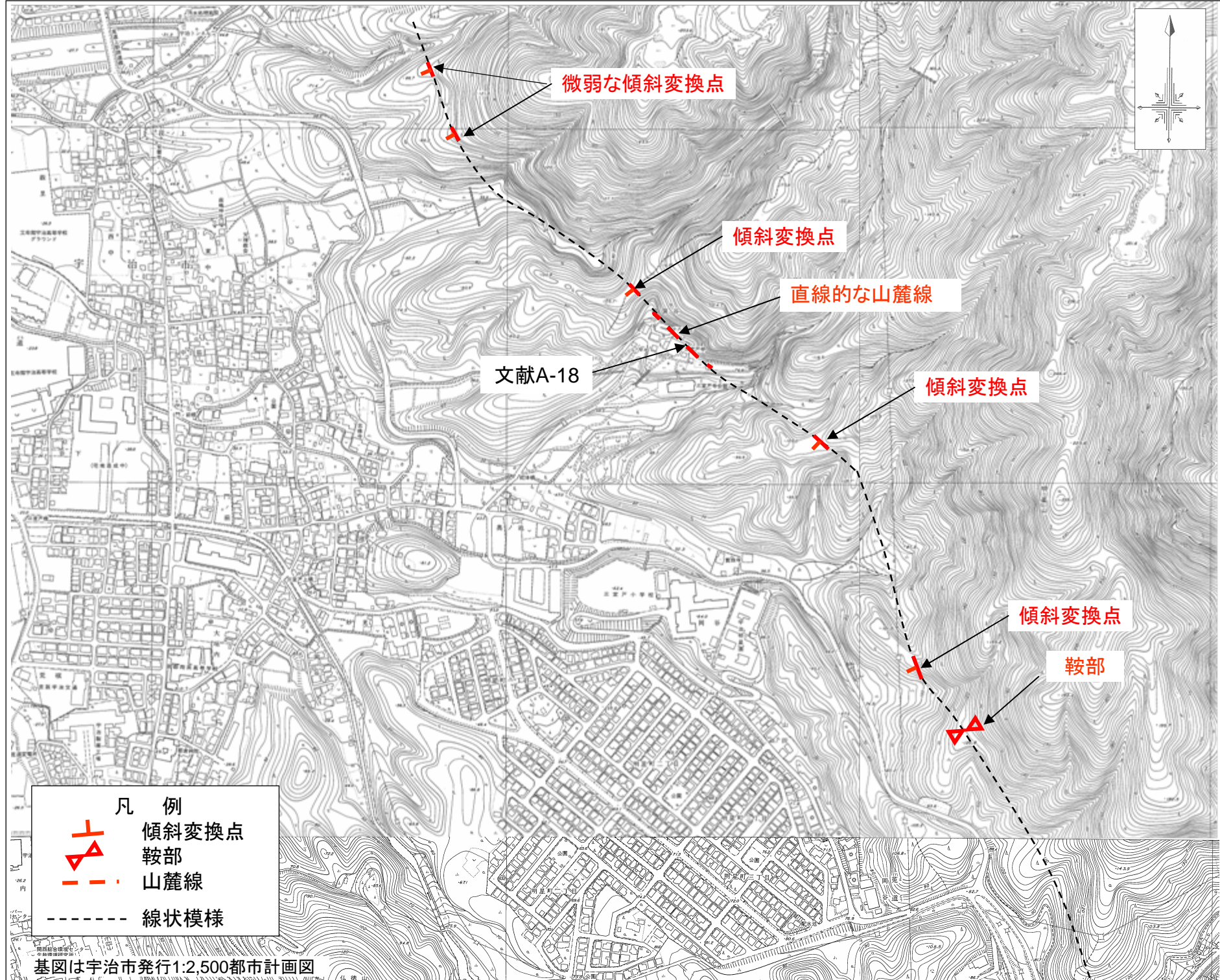
活断層に伴う変形

- 撓曲
- 傾動

・文献A-18は、菟道付近から南東、志津川まで延びる位置に「断層組織地形」(主なリニアメント)で図示されています。
 ・F-0断層、東西系断層相当の活断層は図示されていません。

図 参考資料1.1 近畿の活断層⁽³⁾に一部加筆

参考資料2. 地形学的調査 文献A-18について



基図は宇治市発行1:2,500都市計画図

文献A-18付近の空中写真判読結果

- ・ほぼ北西—南東方向に傾斜変換点(ここでは尾根の傾斜が急に緩くなる)や鞍部, 直線状の山麓線が配列します。それらを赤記号で示しています。
- ・黒破線は傾斜変換点や鞍部, 直線状の山麓線を谷や地形境界に沿って伸ばした線状模様で, その詳細な位置は文献A-18と一致します。
- ・黒破線は, 学識者に指導・助言をいただきながら, 本調査によって決定した線状模様です。
- ・この線状模様は, 断層組織地形を示すものであり, 第四紀断層の特徴を示す変動地形は判読できませんでした。

図 参考資料2.1 文献A-18 空中写真判読結果

参考資料2. 地形学的調査 F-0断層と東西系断層について

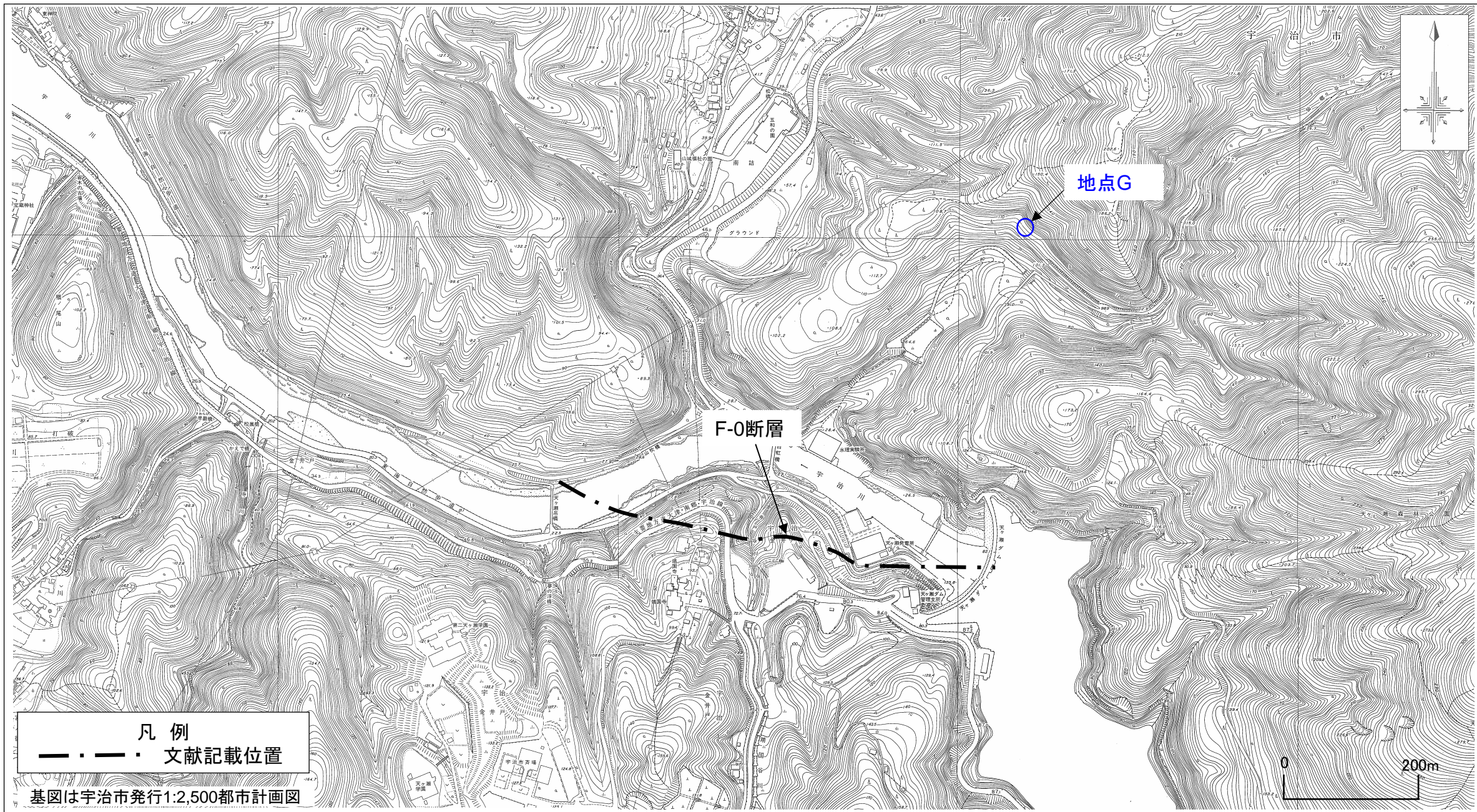


図 参考資料2.2 F-0断層と東西系断層 空中写真判読結果

F-0断層付近の空中写真判読結果
 ・F-0断層周辺は、第四紀断層を示唆する変動地形はもとより、断層組織地形を示す地形要素も判読できませんでした。
 また、F-0断層周辺の高位段丘面に変動地形要素の有無を詳細に判読しましたが、断層による地形面の屈曲、傾動、崖地形等の変位・変形要素は判読できませんでした。

東西系断層の空中写真判読結果
 ・東西系断層(地点G)周辺では、第四紀断層を示唆する変動地形はもとより、断層組織地形を示す地形要素も判読できませんでした。

参考資料3. 文献調査結果と地形学的調査結果の対比

文献調査結果と地形学的調査結果との対比を行い、地質学的調査実施箇所の検討を行いました。

表 参考資料3.1 文献調査結果と地形学的調査結果との対比表

断層名	文献調査結果	地形学的調査結果	地質学的調査の可否
文献A-18	<ul style="list-style-type: none"> ●「近畿の活断層」⁽³⁾に「断層組織地形」として図示されています。 ●「活断層」と図示・記載している文献はありませんでした。 ●黄檗断層に繋げている文献はありませんでした。 	<ul style="list-style-type: none"> ●ほぼ北西—南東方向に傾斜変換点(ここでは尾根の傾斜が急に緩くなる)や鞍部、直線状の山麓線が配列します。 ●断層組織地形を示す線状模様がみられますが、第四紀断層の特徴を示す変動地形は判読できませんでした。 	天ヶ瀬ダム敷近傍にあることを考慮し、現地調査を行いました。
F-0断層	<ul style="list-style-type: none"> ●「活断層」と図示、記載している文献はありませんでした。 	<ul style="list-style-type: none"> ●空中写真判読では、第四紀断層を示唆する変動地形はもとより、断層組織地形を示す地形要素も判読できませんでした。 ●周辺の高位段丘面に変動地形要素の有無を詳細に判読しましたが、断層による地形面の屈曲、傾動、崖地形等の変位・変形要素は判読できませんでした。 	天ヶ瀬ダム堤体付近にあることを考慮し、現地調査を行いました。
東西系断層	<ul style="list-style-type: none"> ●「活断層」と図示、記載している文献はありませんでした。 	<ul style="list-style-type: none"> ●空中写真判読では、第四紀断層を示唆する変動地形はもとより、断層組織地形を示す地形要素も判読できませんでした。 	天ヶ瀬ダム敷近傍にあることを考慮し、現地調査を行いました。

参考資料4. 地質学的調査

参考資料4-1. 文献A-18に関する調査

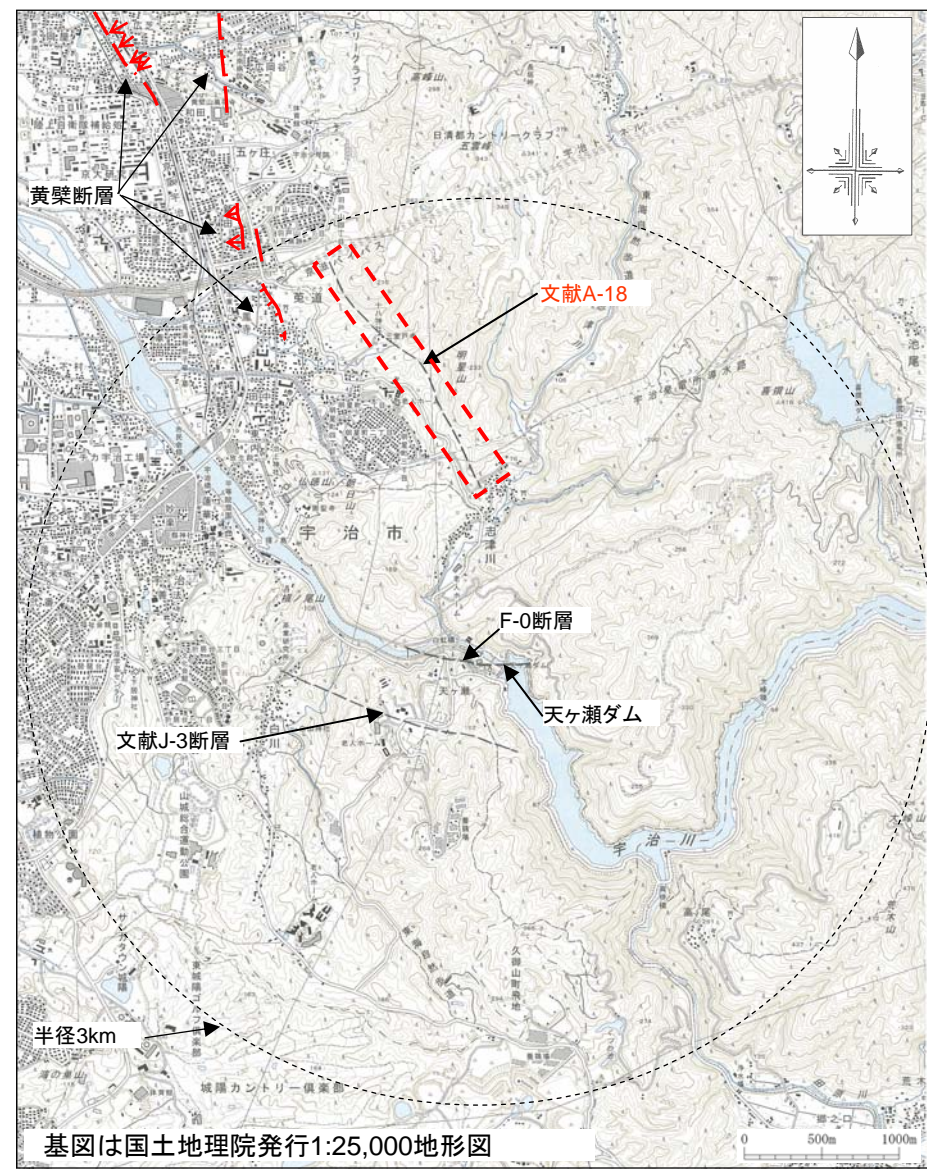
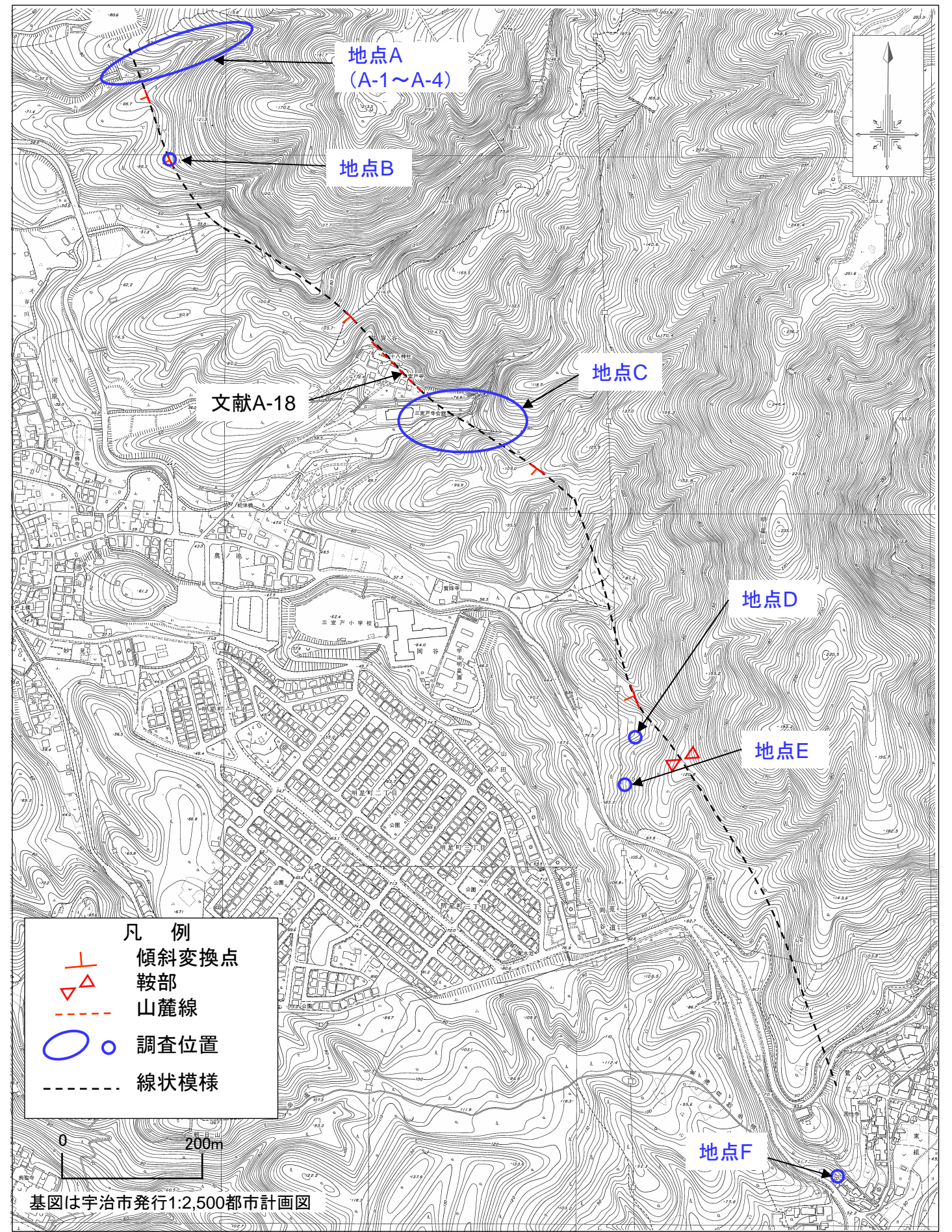


図 参考資料4-1.1 全体調査位置図



凡 例	
	傾斜変換点
	鞍部
	山麓線
	調査位置
	線状模様

基図は宇治市発行1:2,500都市計画図

図 参考資料4-1.2 文献A-18の調査位置図

参考資料4-1. 文献A-18に関する調査

地質平面図と断面図

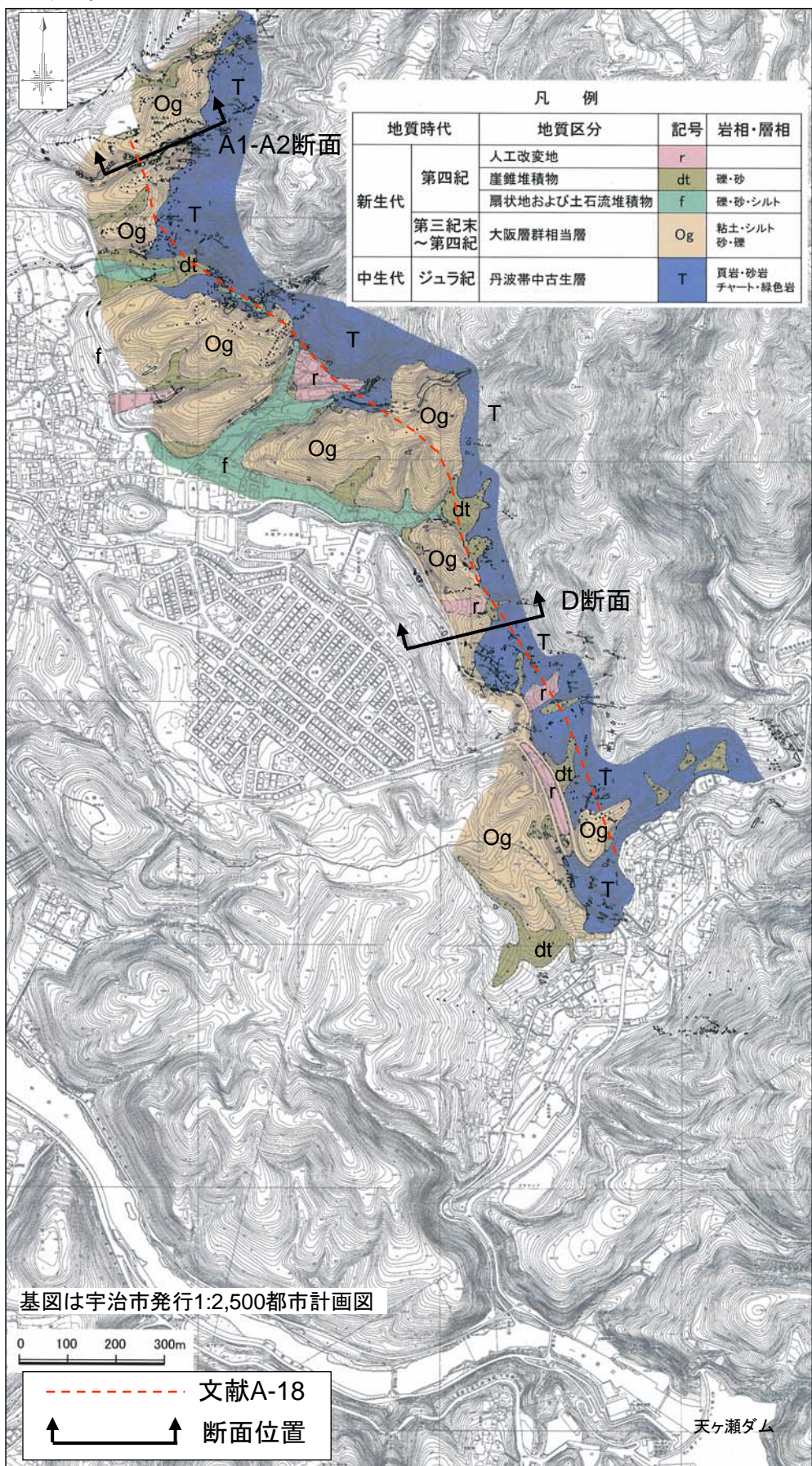


図 参考資料4-1.3 文献A-18周辺の地質図

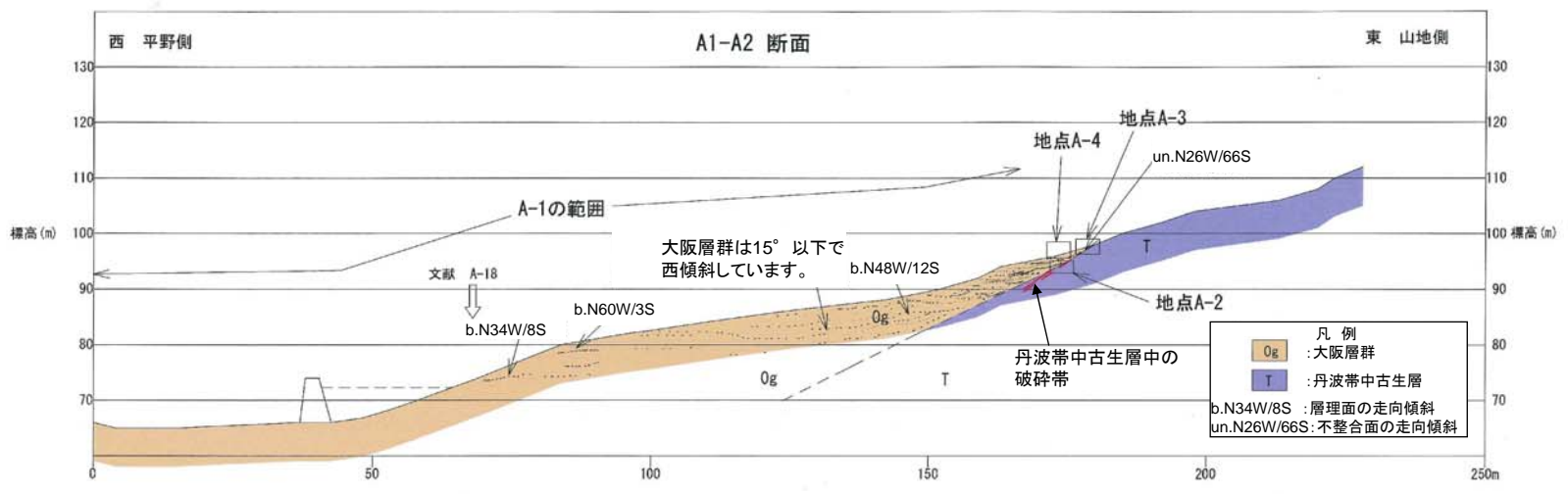


図 参考資料4-1.4 A1-A2断面

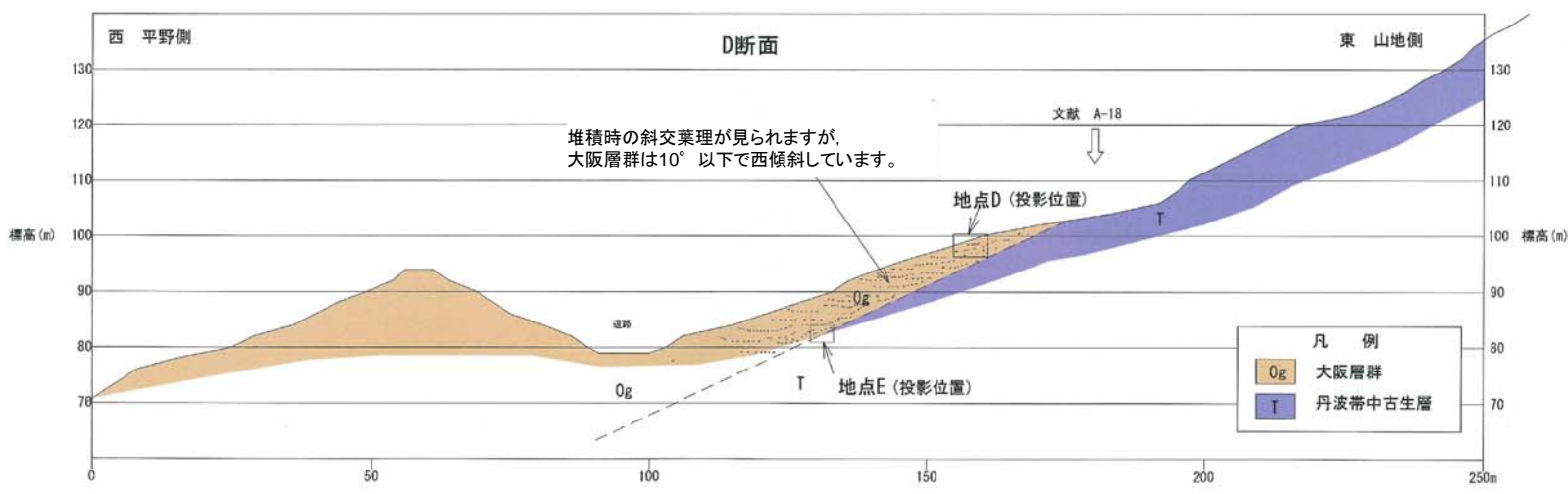


図 参考資料4-1.5 D断面

文献A-18周辺の踏査から、地質図と2つの測線(A1-A2断面, D断面)で断面図を作成しました。地質図からわかるように、東～北東側の醍醐山地に分布する丹波帯中古生層を覆って、西～南西側の山麓～丘陵付近に大阪層群の礫・砂・シルト層が分布しています。二つの地層の分布様式から両者の関係は不整合と判断されます。

また、大阪層群の構造を示す断面図でも、断層の存在を示唆する地層の急斜や変位・変形構造は認められませんでした。これらは露頭箇所での観察と一致しています。

丹波帯中古生層と大阪層群の境界は、文献A-18付近を通りますが、厳密には一致しません。文献A-18の成因の一つとして、両岩種の異なりによる浸食の差異(組織地形)によるものと考えられます。

参考資料4-1. 文献A-18に関する調査

表 参考資料4-1.1 文献A-18に関する調査内容と調査結果

調査地点	調査箇所	調査内容	調査結果
地点A (A-1～A-4)	文献A-18が横断する箇所(地点A-1)	横断する箇所に分布する大阪層群の地質構造を確認するために、幅広い区間で詳細なルートマップを作成しました。	地点A-1は文献A-18が横断する谷であり、右岸壁には大阪層群が約15°以下の西傾斜で、連続的に分布していました。 文献A-18付近に、断層の存在を示唆するような地層の変位・変形は認められませんでした。
	大阪層群と丹波帯中古生層が接する箇所(地点A-2, A-3, A-4)	大阪層群と丹波帯中古生層の関係と地質構造を確認するために、詳細スケッチを作成しました。	地点A-2は文献A-18通過位置から約120m北東に位置する露頭で、上位の大阪層群礫層と下位の丹波帯中古生層起源の固結した破碎帯が凹凸のある面で接していることから両者の関係を不整合と判断しました。なお、丹波帯中古生層中の破碎帯は固結していることや大阪層群に不整合で覆われることから、この付近の大阪層群堆積前の古い時代の断層と判断しました。 地点A-2で大阪層群の礫層の構造は明瞭でなく、20°程度で西に傾斜しているようにも見えますが、これは傾斜する基盤岩上に堆積した堆積構造と判断しました。さらに、大阪層群と丹波帯破碎帯との境界にせん断面は認められませんでした。
			地点A-3は地点A-2の対岸で、上位の大阪層群礫層・砂層と下位の丹波帯中古生層砂岩とが凹凸のある面で接しているため、両者の関係を不整合と判断しました。上位の大阪層群はほぼ水平に堆積していました。
			地点A-4は地点A-2で見られる丹波帯中の破碎帯の延長に位置しています。ここでは大阪層群の礫層が分布していますが、断層の活動による地層の変位・変形は認められないことから、丹波帯中の破碎帯は大阪層群に不整合で覆われ、第四紀前の活動で形成されたものと判断しました。
地点B	文献A-18が横断し、大阪層群と丹波帯中古生層が接する箇所	大阪層群と丹波帯中古生層の関係と地質構造を確認するために、詳細スケッチを作成しました。	地点Bは、文献A-18通過位置の露頭で、上位の大阪層群礫層と下位の丹波帯中古生層砂岩とが凹凸のある面で接しているため、両者の関係を不整合と判断しました。
地点C	文献A-18が横断する箇所	横断する箇所に分布する丹波帯中古生層の地質構造を確認するために、幅広い区間で詳細なルートマップを作成しました。	地点Cの文献A-18が通過する区間には、丹波帯中古生層の砂岩および頁岩の健岩が連続して分布していました。 文献A-18が通過するところに、断層はありませんでした。
地点D	文献A-18に近接する箇所	近接して分布する大阪層群の地質構造を確認するために、詳細スケッチを作成しました。	地点Dは、文献A-18の約20～30m南西に位置し、大阪層群シルト層、礫層及び砂層が分布していました。礫層中に斜交葉理や小規模なチャンネル構造が見られますが、断層による変位・変形は認められませんでした。 全体として、大阪層群は約10°以下で西に傾斜しているものと判断しました。 シルト層中に、断層の存在を示唆するようなせん断面や割れ目に沿った鏡肌は認められませんでした。
地点E	大阪層群と丹波帯中古生層が接する箇所	大阪層群と丹波帯中古生層の関係と地質構造を確認するために、詳細スケッチを作成しました。	地点Eは、文献A-18の約50～60m南西に位置し、上位の大阪層群礫層と下位の丹波帯中古生層砂岩が凹凸のある面で接しているため、両者の関係を不整合と判断しました。 大阪層群上位に地すべりが認められました。 大阪層群の堆積構造に、断層による変位・変形は認められませんでした。
地点F	文献A-18の南端から南方に位置する箇所	丹波帯中古生層中の破碎帯の詳細構造を確認するために、詳細スケッチを作成しました。	地点Fは、文献A-18の南端から約180mの南方に位置します。 丹波帯中古生層砂岩と丹波帯中古生層起源の固結した破碎帯が見られました。破碎帯と砂岩は硬く密着していることから、その活動を第四紀前と判断しました。

参考資料4-1. 文献A-18に関する調査

地点A(地点A-1)

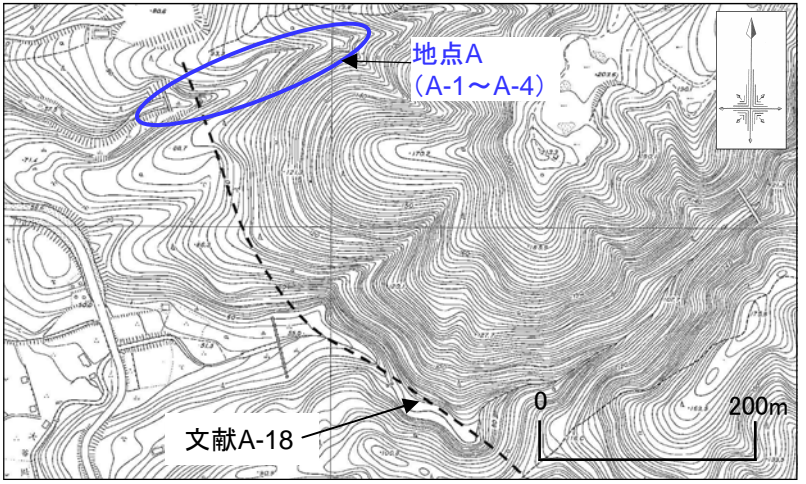


図 参考資料4-1.6 調査位置図

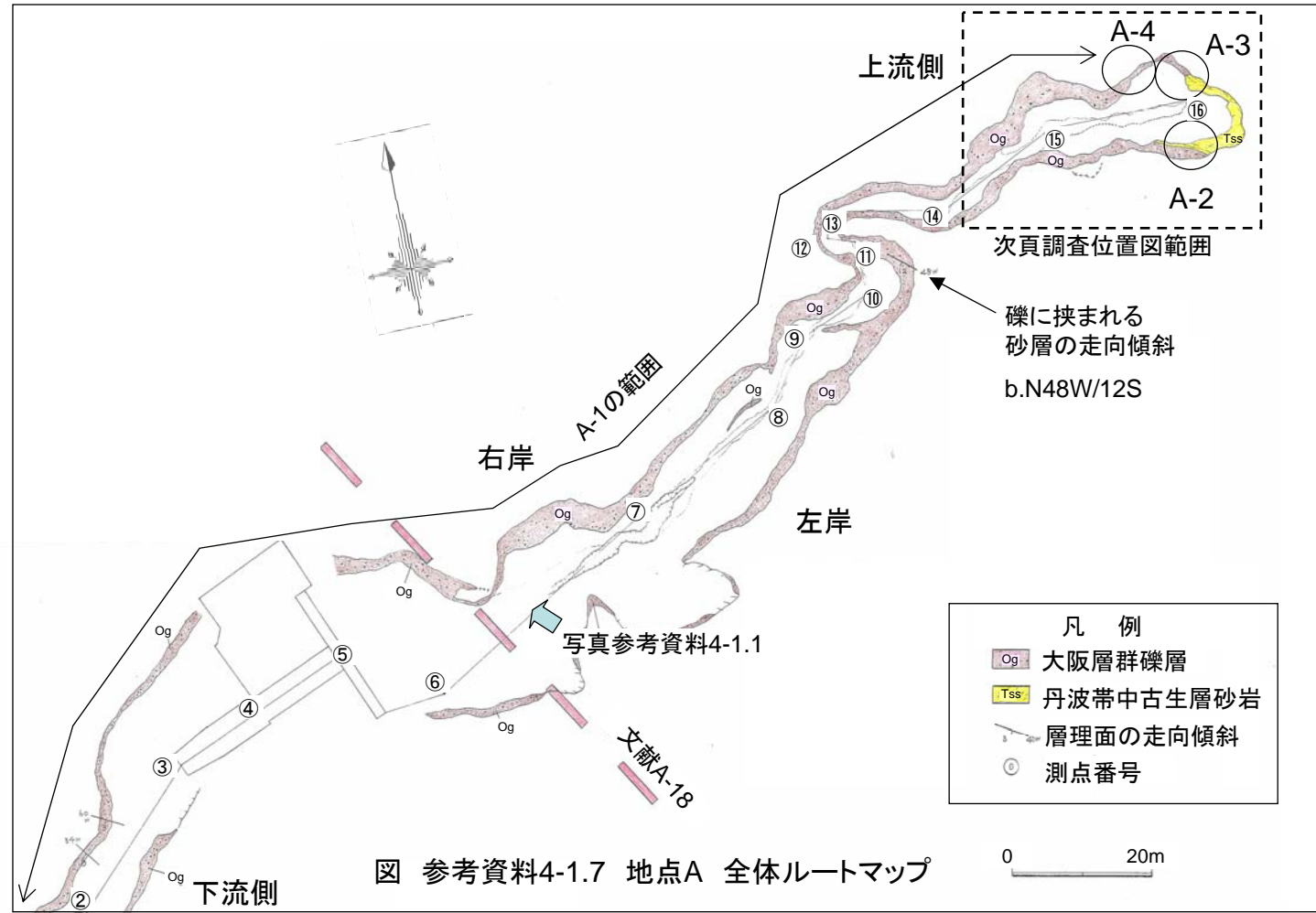


図 参考資料4-1.7 地点A 全体ルートマップ



写真 参考資料4-1.1 文献A-18通過位置付近の大阪層群礫層(右岸壁)の写真

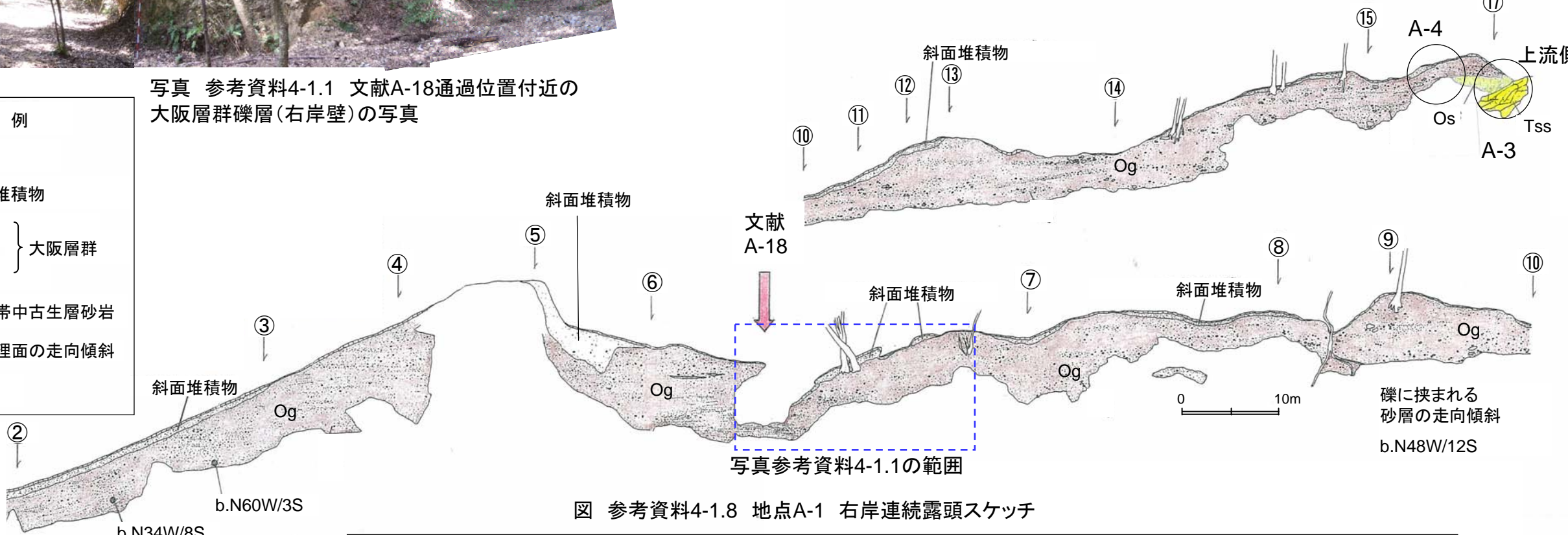
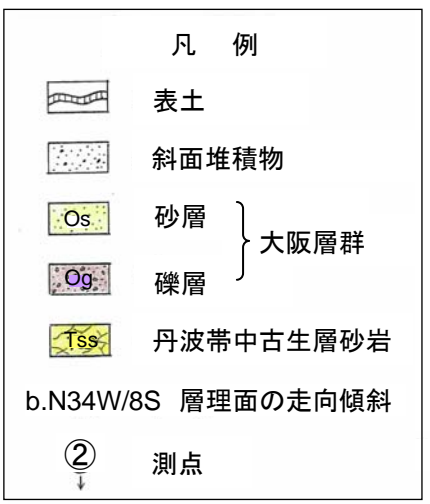


図 参考資料4-1.8 地点A-1 右岸連続露頭スケッチ

地点A-1は文献A-18が横断する谷であり、右岸壁には大阪層群が約15°以下の西傾斜で、連続的に分布していました。文献A-18付近に、断層の存在を示唆するような地層の変位・変形は認められませんでした。

参考資料4-1. 文献A-18に関する調査

・地点A(地点A-2)

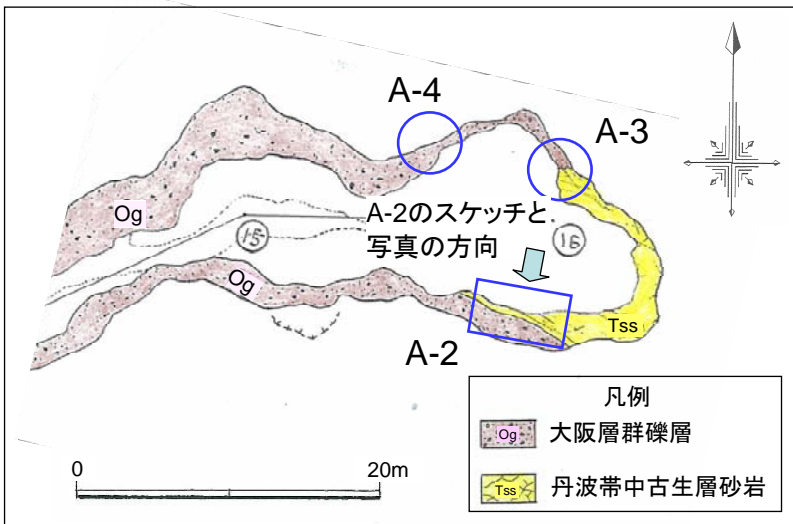


図 参考資料4-1.9 調査位置図

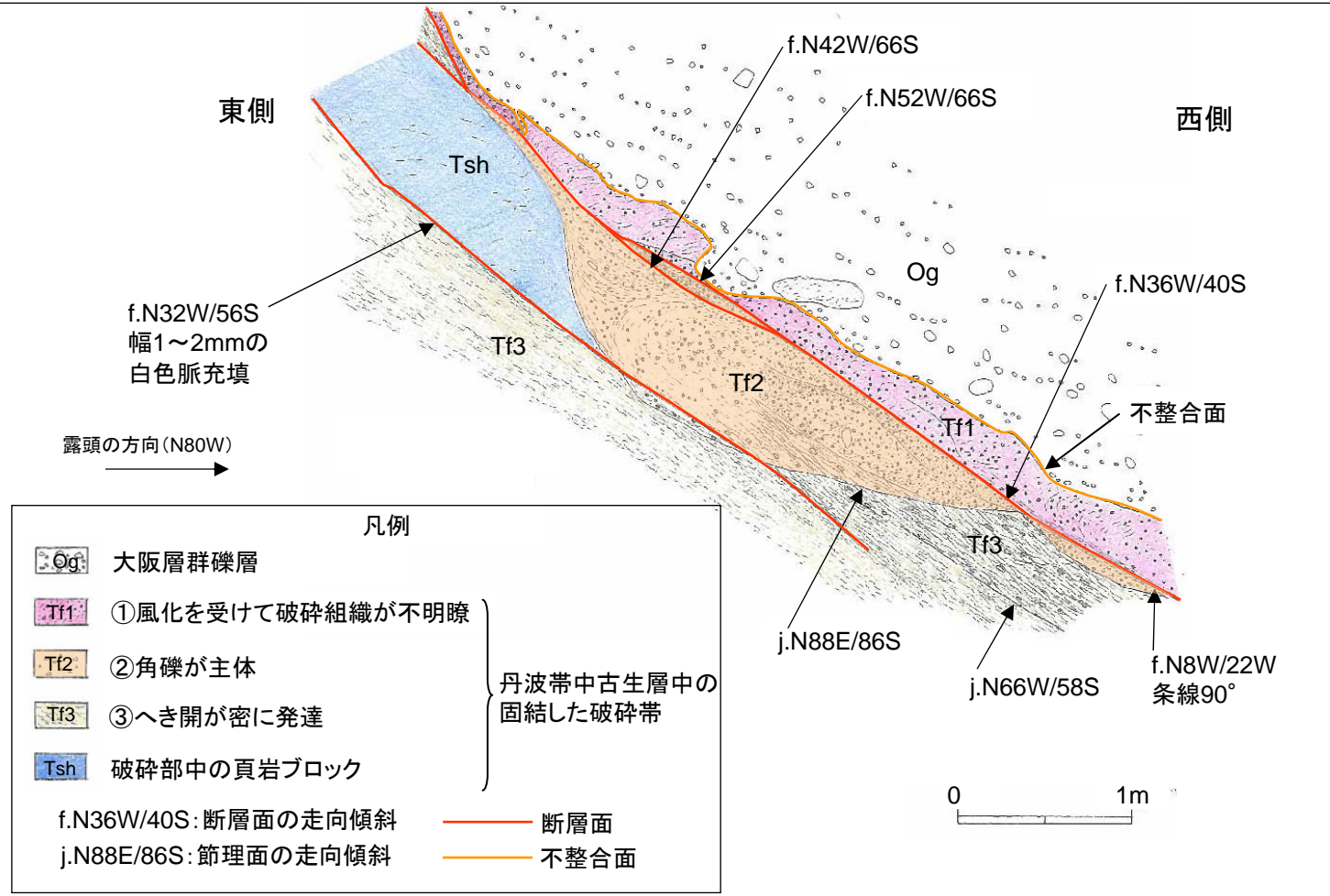


図 参考資料4-1.10 地点A-2 詳細露頭スケッチ

地点A-2で大阪層群の礫層の構造は明瞭でなく、20°程度で西に傾斜しているようにも見えますが、これは傾斜する基盤岩上に堆積した堆積構造と判断しました。さらに、大阪層群と丹波帯破碎帯との境界にせん断面は認められませんでした。

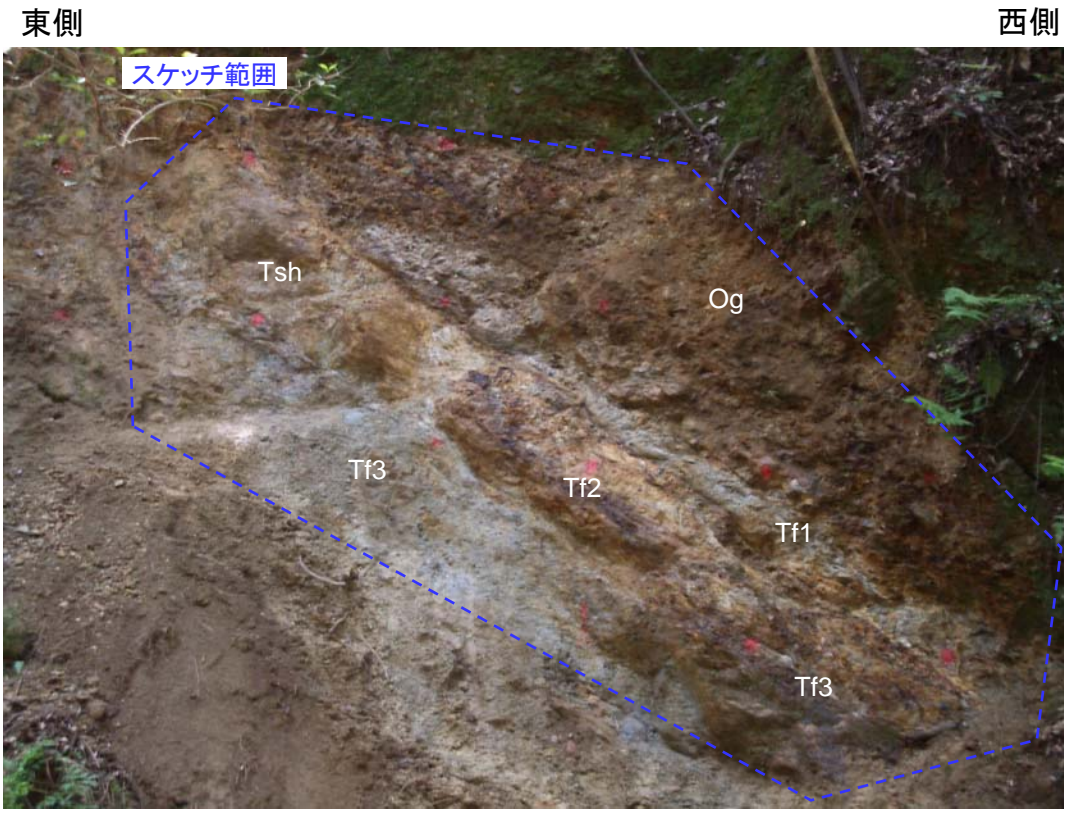


写真 参考資料4-1.2 地点A-2 露頭全景写真

地点A-2は文献A-18通過位置から約120m北東に位置する露頭で、上位の大阪層群礫層と下位の丹波帯中古生層起源の固結した破碎帯が凹凸のある面で接していることから両者の関係を不整合と判断しました。なお、丹波帯中古生層中の破碎帯は固結していることや大阪層群に不整合で覆われることから、この付近の大阪層群堆積前の古い時代の断層と判断しました。

参考資料4-1. 文献A-18に関する調査

・地点A(地点A-3)

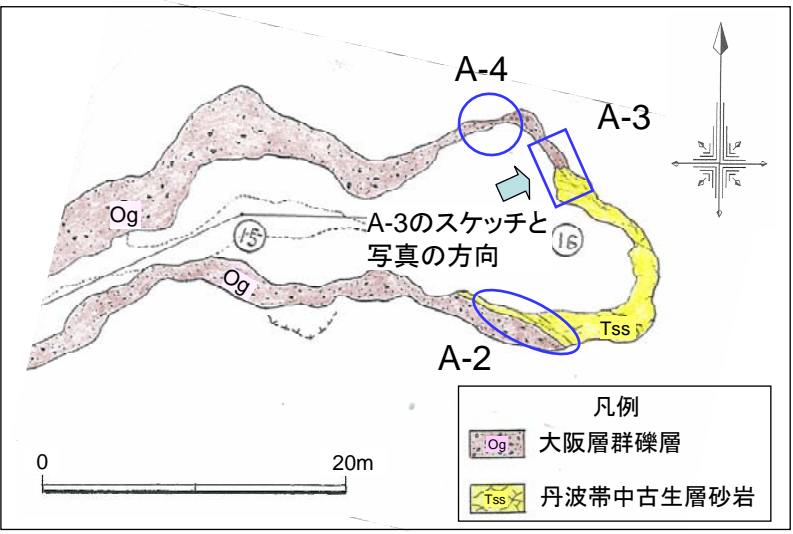


図 参考資料4-1.11 調査位置図

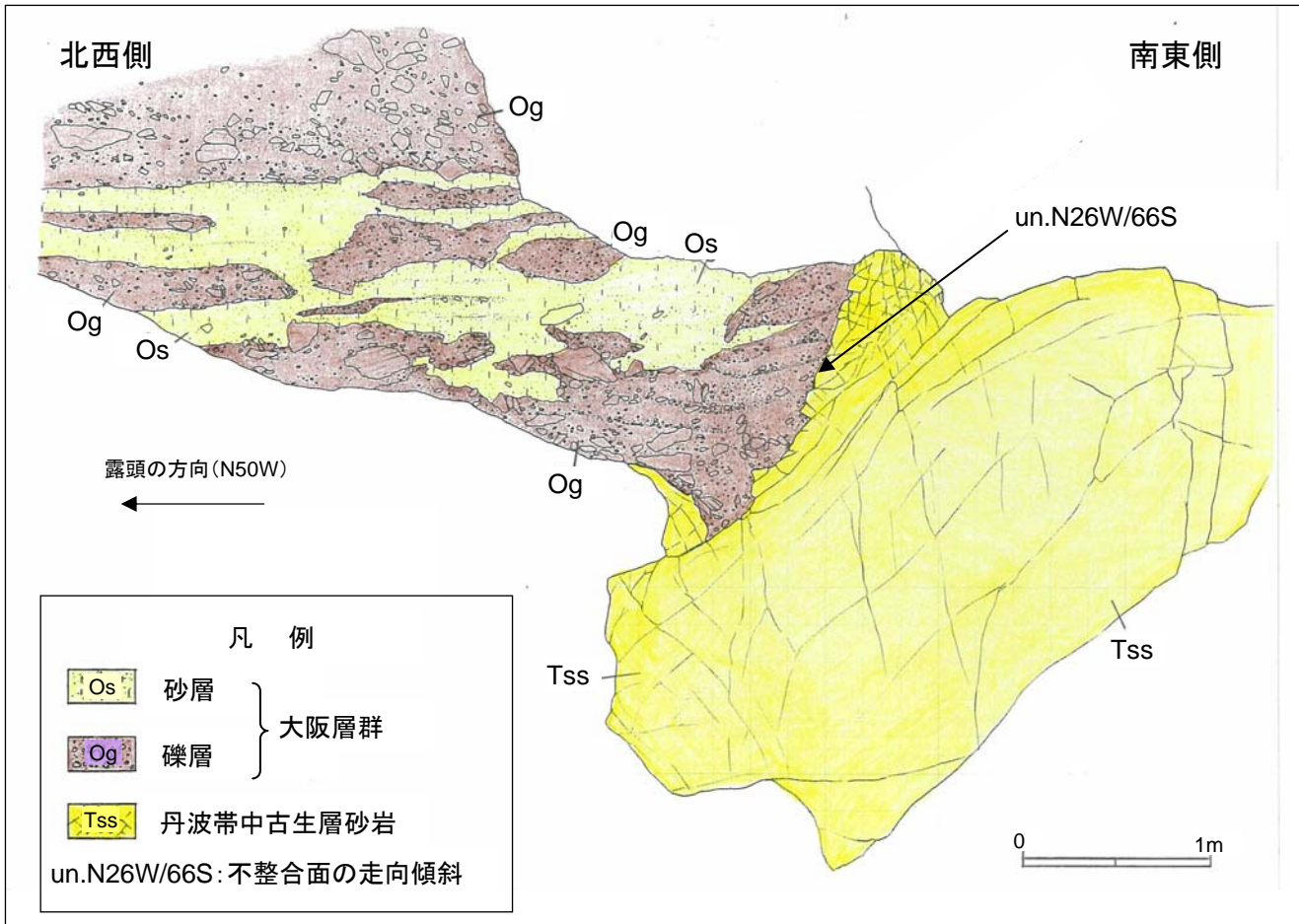
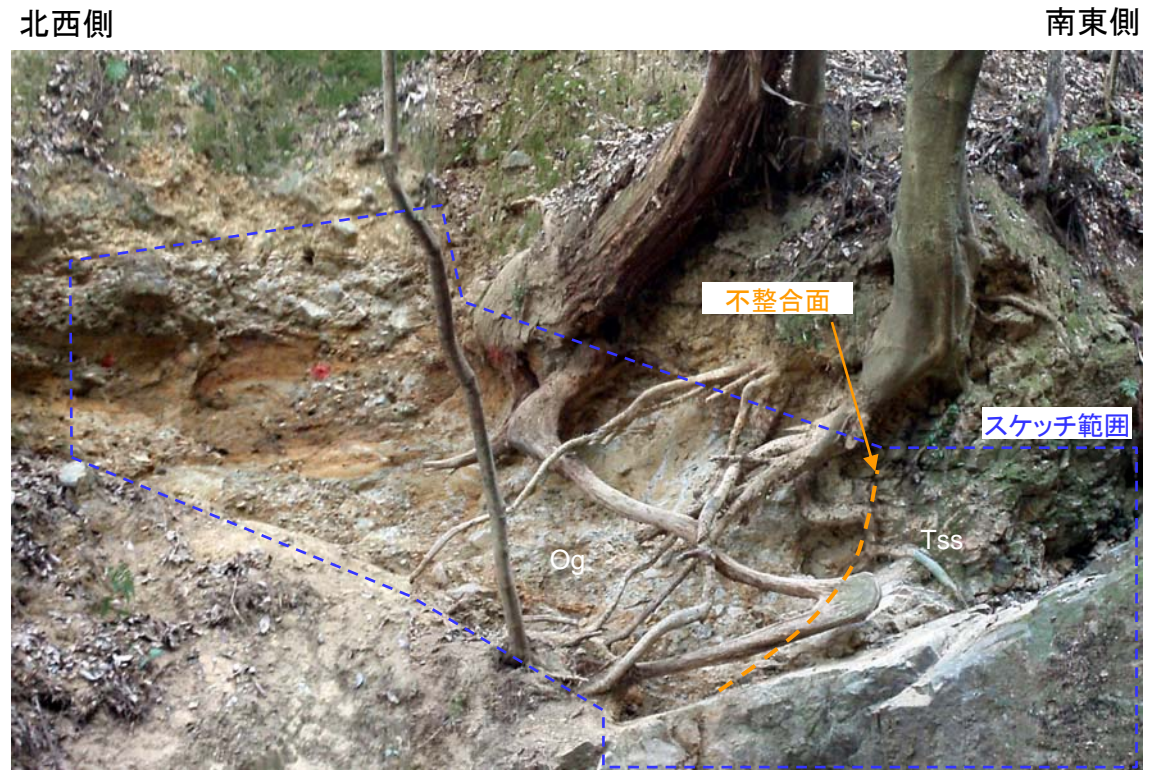


図 参考資料4-1.12 地点A-3 詳細露頭スケッチ



写真参考資料4-1.3 地点A-3 露頭全景写真

地点A-3は地点A-2の対岸で、上位の大阪層群礫層・砂層と下位の丹波帯中古生層砂岩とが凹凸のある面で接しているため、両者の関係を不整合と判断しました。上位の大阪層群はほぼ水平に堆積していました。

参考資料4-1. 文献A-18に関する調査

・地点A(地点A-4)

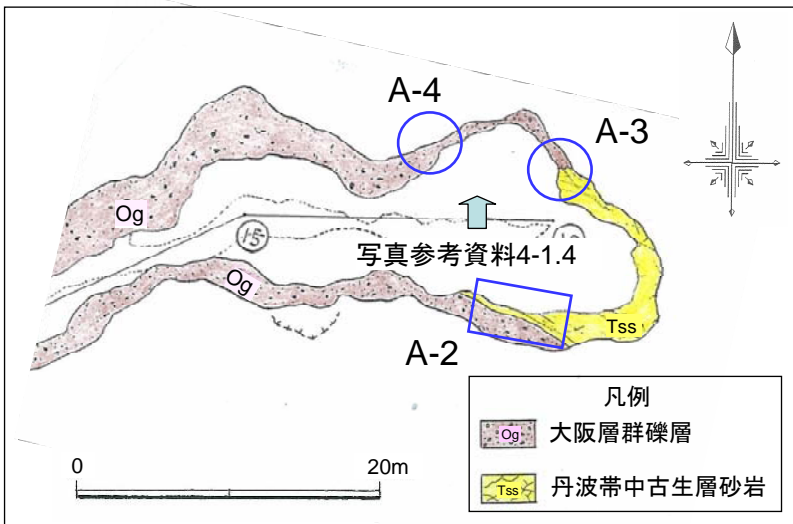


図 参考資料4-1.13 調査位置図

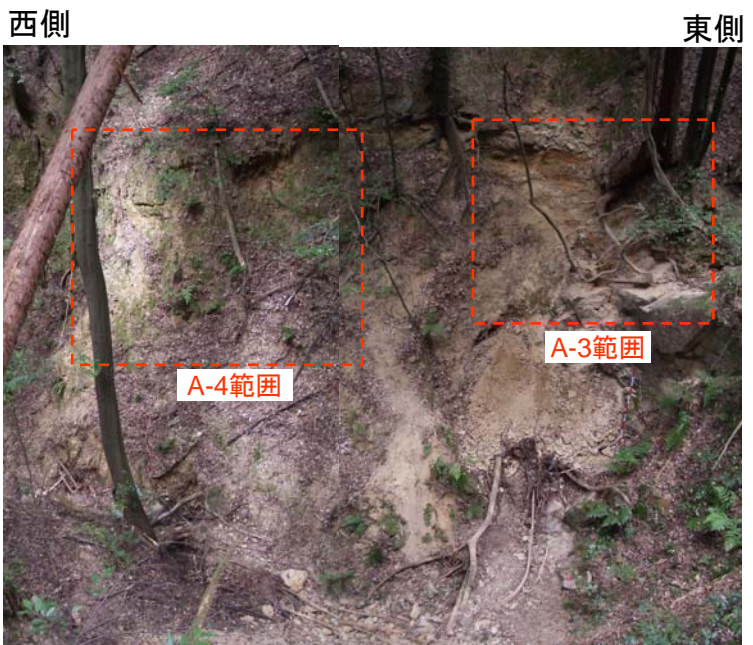


写真 参考資料4-1.4 地点A-3, A-4 露頭全景写真

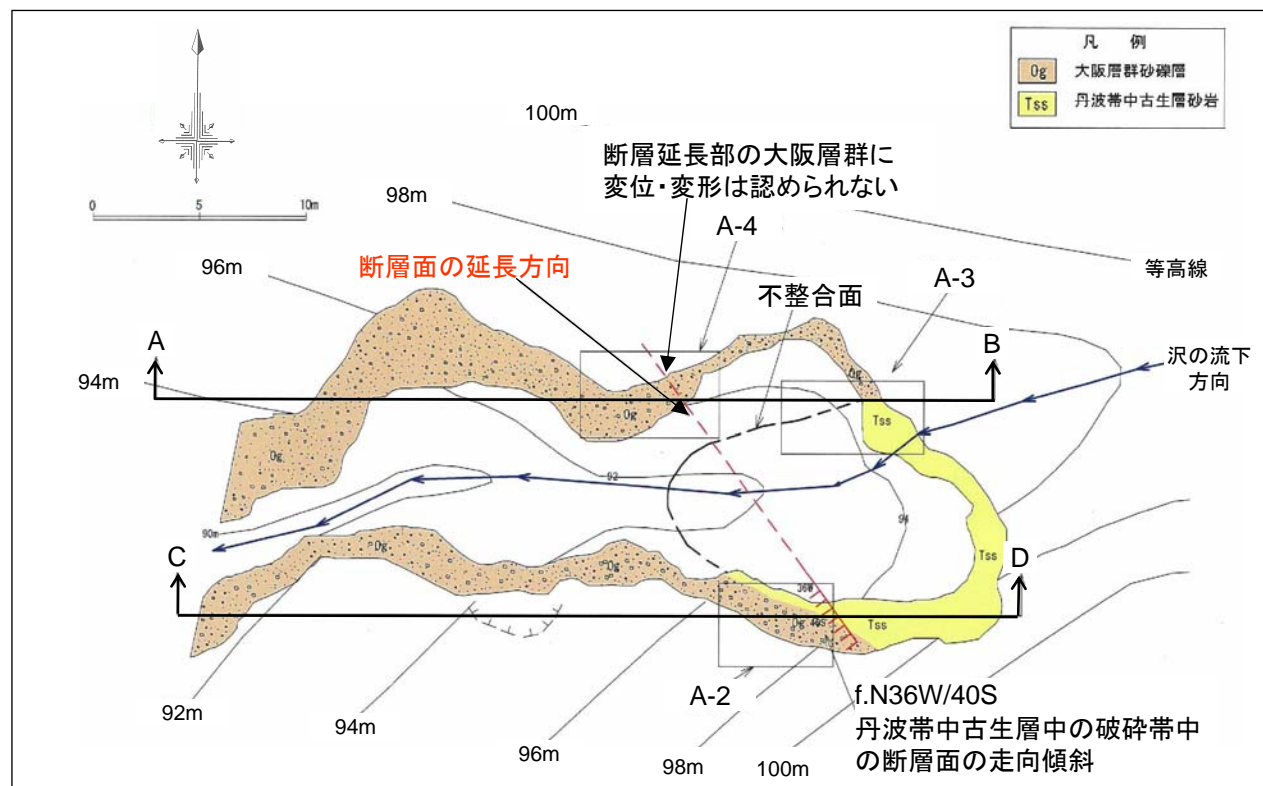


図 参考資料4-1.14 地点A-2, A-3, A-4の位置関係と地質分布

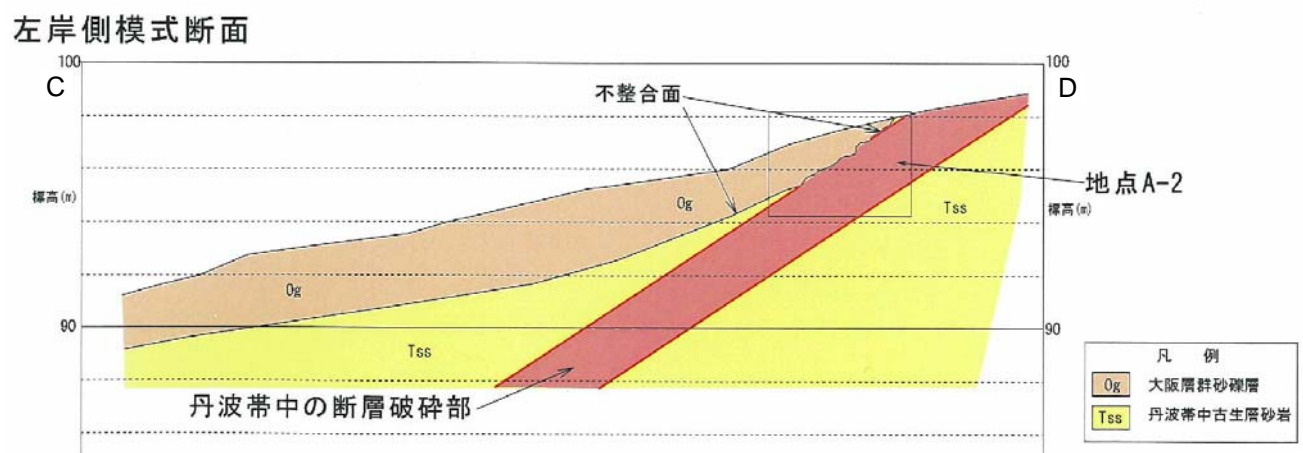
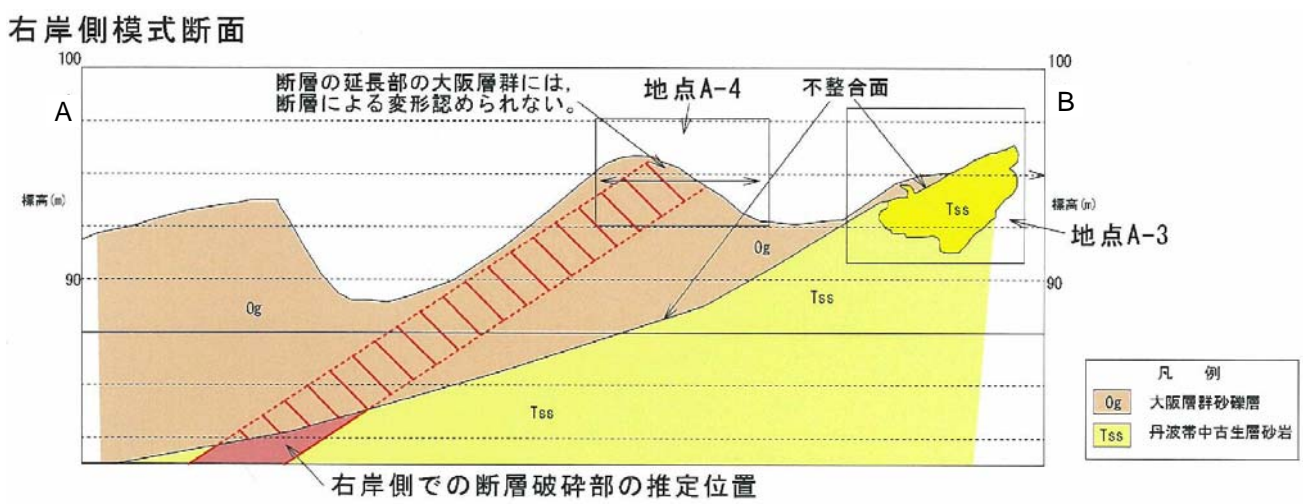


図 参考資料4-1.15 地点A-2とA-3, A-4の模式断面図

地点A-4は地点A-2で見られる丹波帯中の破砕帯の延長に位置しています。ここでは大阪層群の礫層が分布していますが、断層の活動による地層の変位・変形は認められないことから、丹波帯中の破砕帯は大阪層群に不整合で覆われ、第四紀前の活動で形成されたものと判断しました。

参考資料4-1. 文献A-18に関する調査

・地点B

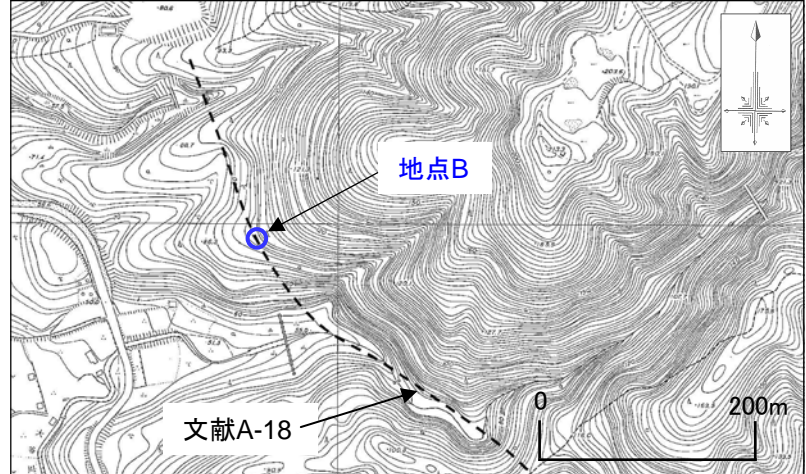


図 参考資料4-1.16 調査位置図

北西側 南東側



写真 参考資料4-1.5 地点B 露頭全景写真

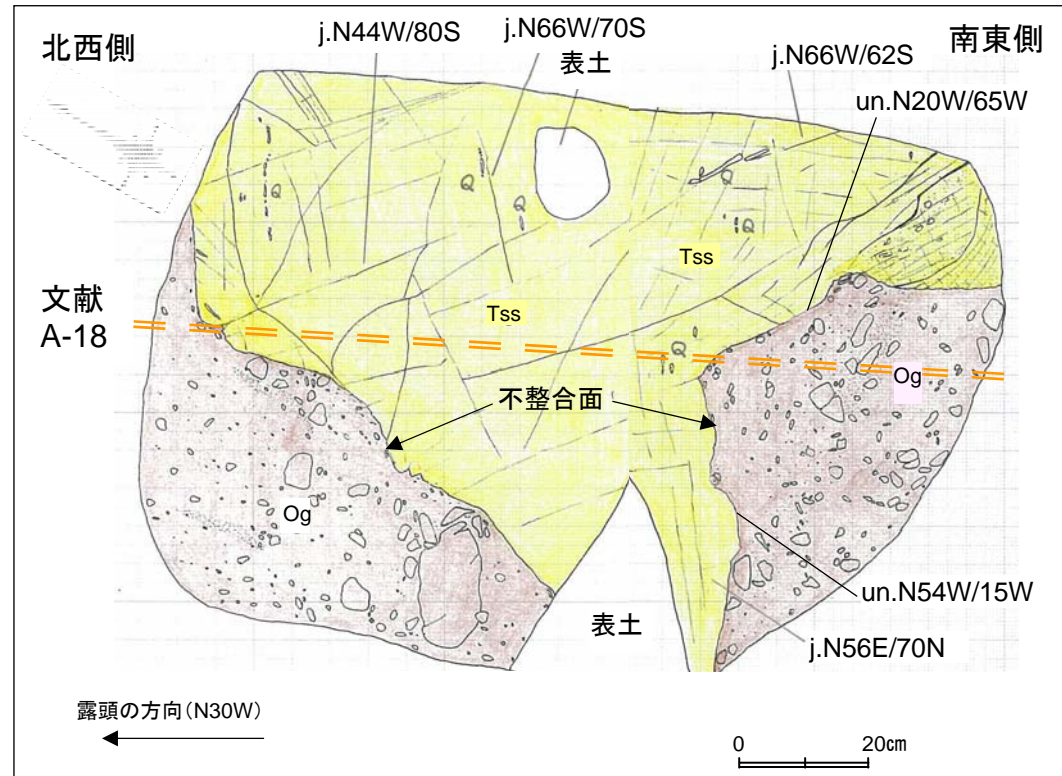


図 参考資料4-1.17 地点B 詳細露頭スケッチ

凡例	
	大阪層群礫層 (砂質部)
	丹波帯中古生層砂岩 (石英脈)
j.N66W62S: 節理面の走向傾斜	
un.N66W62S: 不整合面の走向傾斜	

北西側 南東側

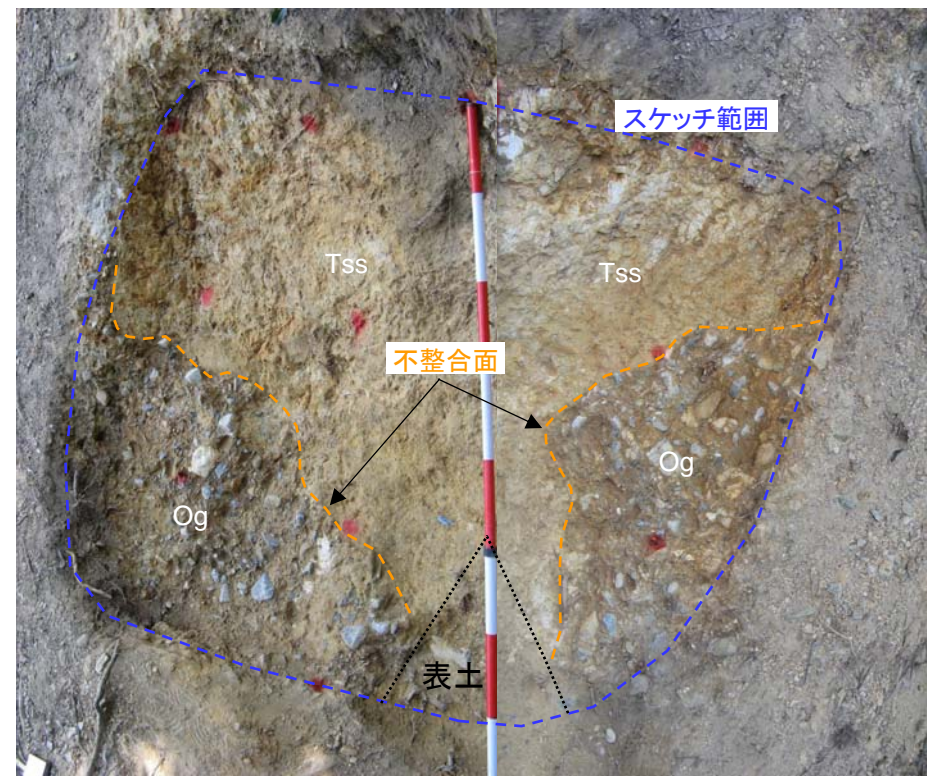


写真 参考資料4-1.6 地点B 露頭拡大写真

地点Bは、文献A-18通過位置の露頭で、上位の大阪層群礫層と下位の丹波帯中古生層砂岩とが凹凸のある面で接しているため、両者の関係を不整合と判断しました。

参考資料4-1. 文献A-18に関する調査

地点C

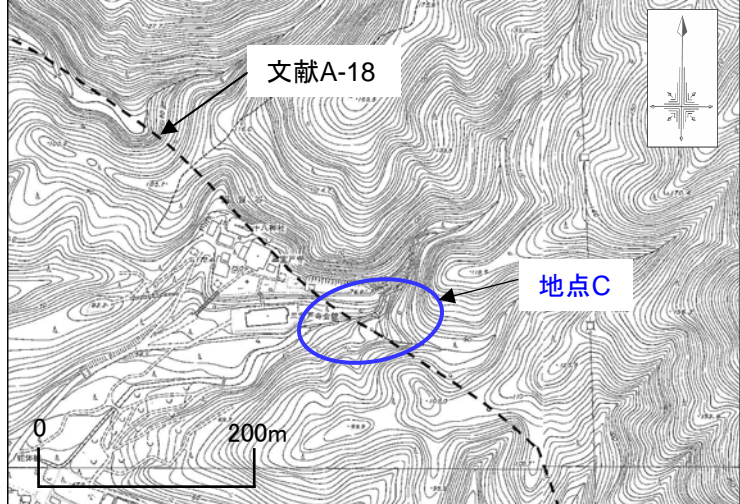


図 参考資料4-1.18 調査位置図

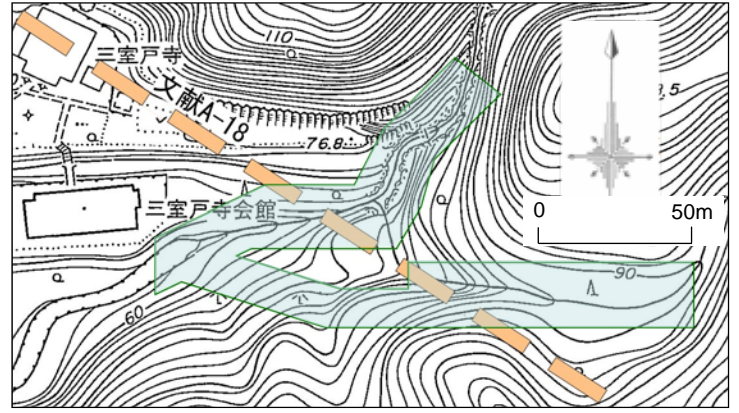


図 参考資料4-1.19 詳細ルートマップ範囲(着色部)

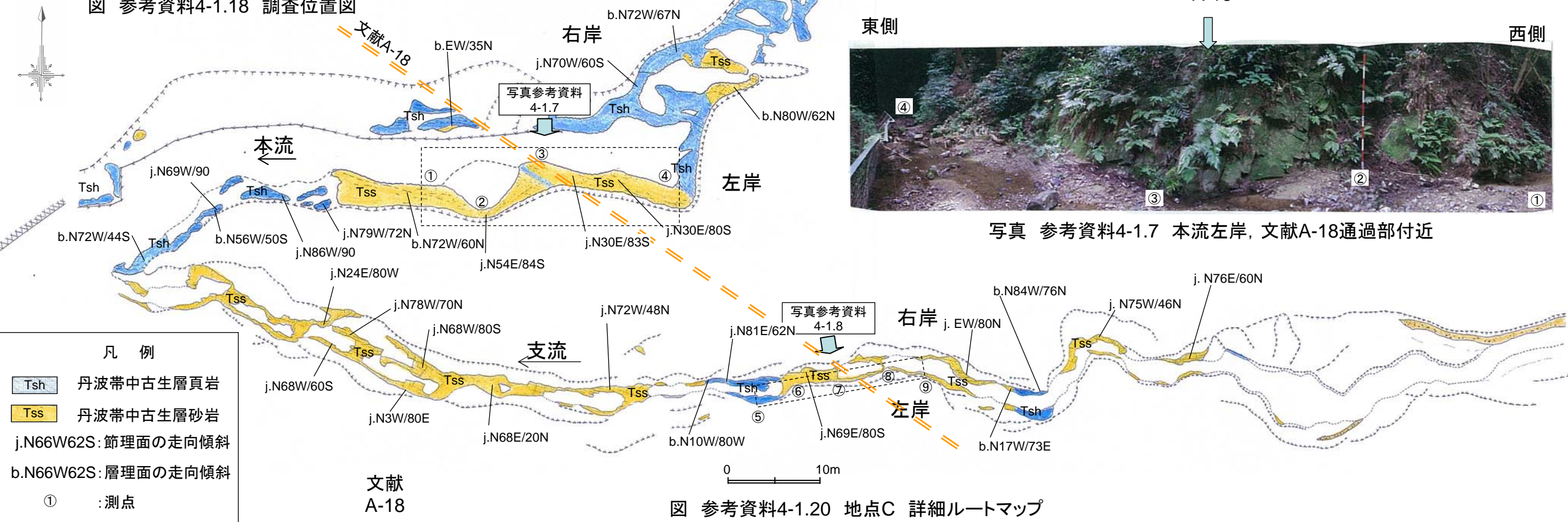


図 参考資料4-1.20 地点C 詳細ルートマップ



写真 参考資料4-1.7 本流左岸, 文献A-18通過部付近



写真 参考資料4-1.8 支流左岸, 文献A-18通過部付近

地点Cの文献A-18が通過する区間には、丹波帯中古生層の砂岩および頁岩の健岩が連続して分布していました。文献A-18が通過するところに、断層はありませんでした。

参考資料4-1. 文献A-18に関する調査

・地点D

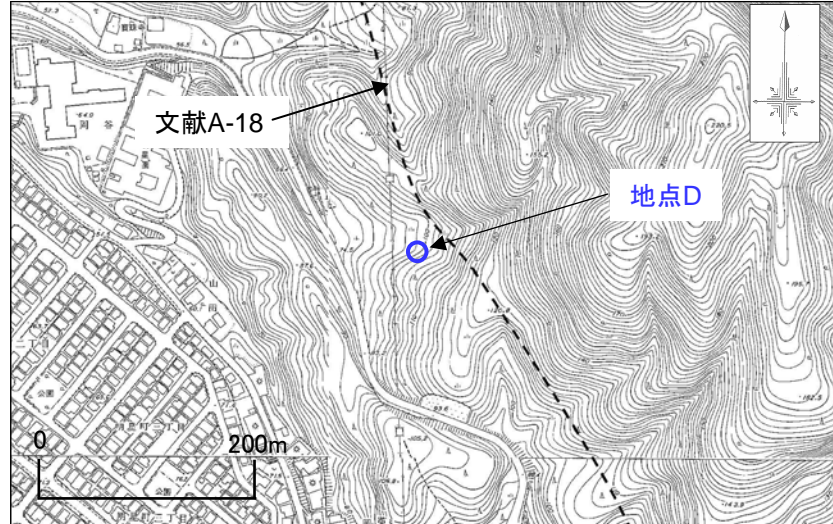


図 参考資料4-1.21 調査位置図

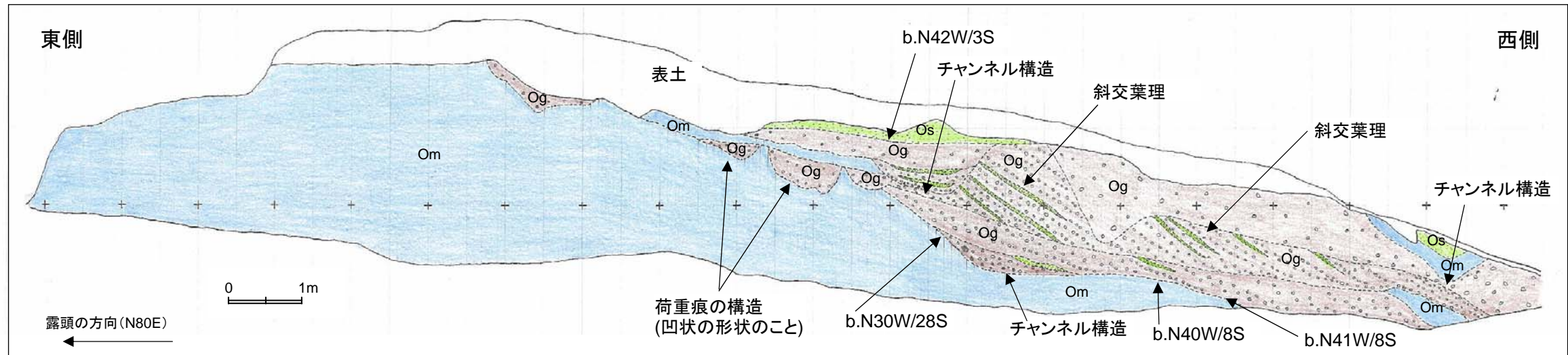
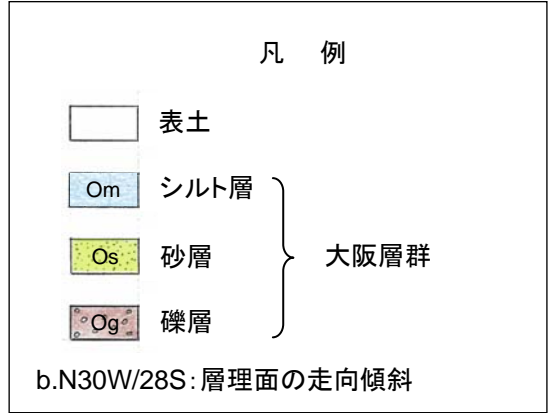


図 参考資料4-1.22 地点D 詳細露頭スケッチ



写真 参考資料4-1.9 地点D 露頭全景写真

シルト層中に、断層の存在を示唆するようなせん断面や割れ目に沿っての鏡肌は認められませんでした。

地点Dは、文献A-18の約20~30m南西に位置し、大阪層群シルト層、礫層及び砂層が分布していました。礫層中に斜交葉理や小規模なチャンネル構造が見られますが、断層による変位・変形は認められませんでした。全体として、大阪層群は約10°以下で西に傾斜しているものと判断しました。

参考資料4-1. 文献A-18に関する調査

・地点E

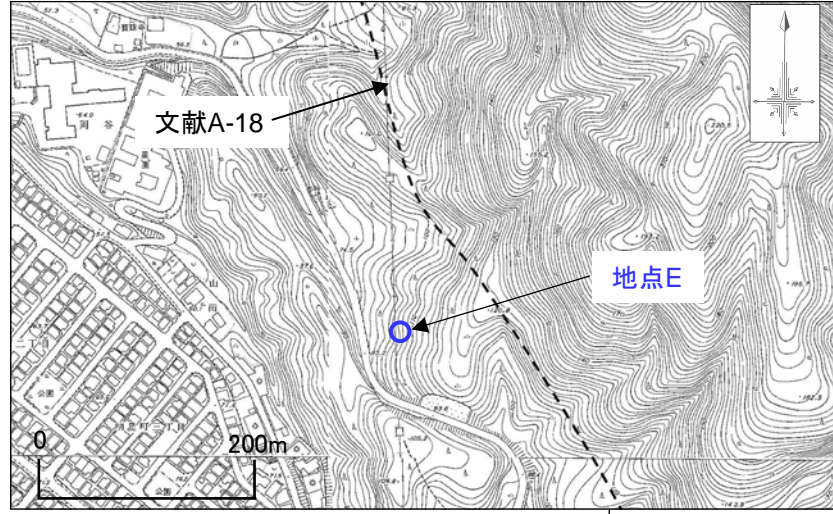


図 参考資料4-1.23 調査位置図

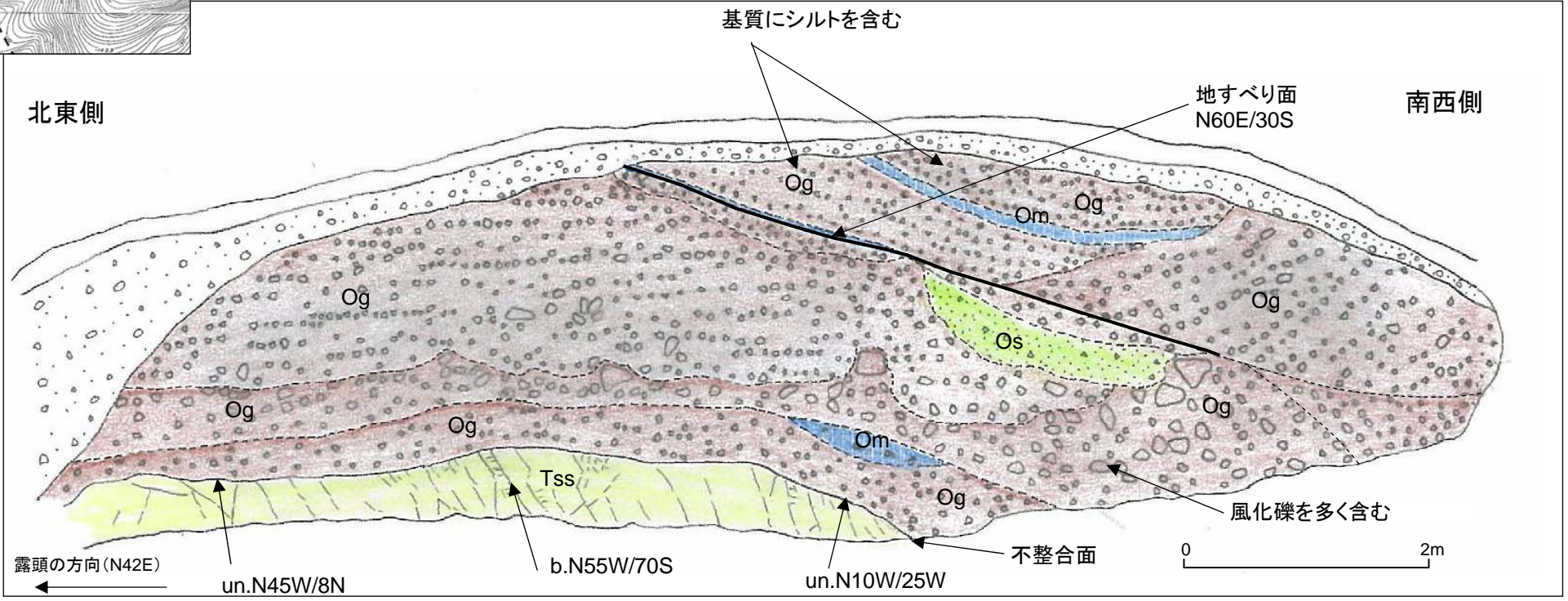
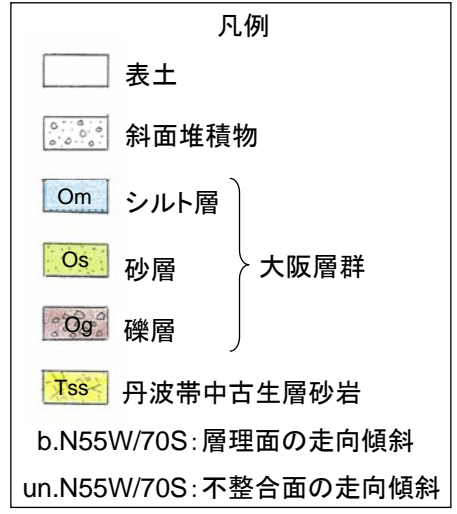


図 参考資料4-1.24 地点E 詳細露頭スケッチ



写真 参考資料4-1.10 地点E 露頭全景写真

地点Eは、文献A-18の約50～60m南西に位置し、上位の大阪層群礫層と下位の丹波帯中古生層砂岩が凹凸のある面で接しているため、両者の関係を不整合と判断しました。

大阪層群上位に地すべりが認められました。

大阪層群の堆積構造に、断層による変位・変形は認められませんでした。

参考資料4-1. 文献A-18に関する調査

・地点F

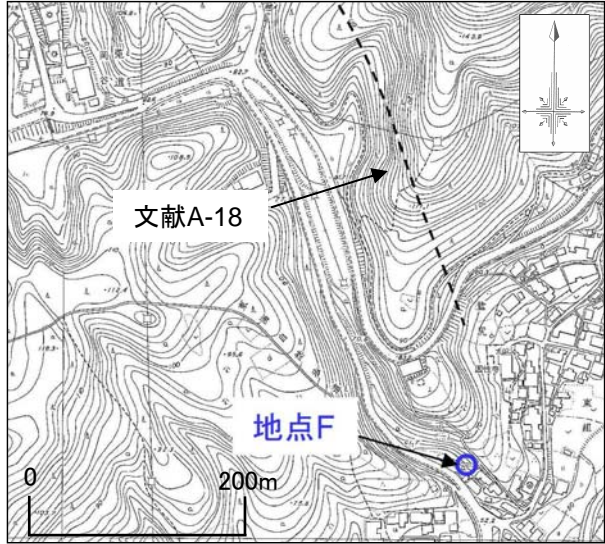


図 参考資料4-1.25 調査位置図

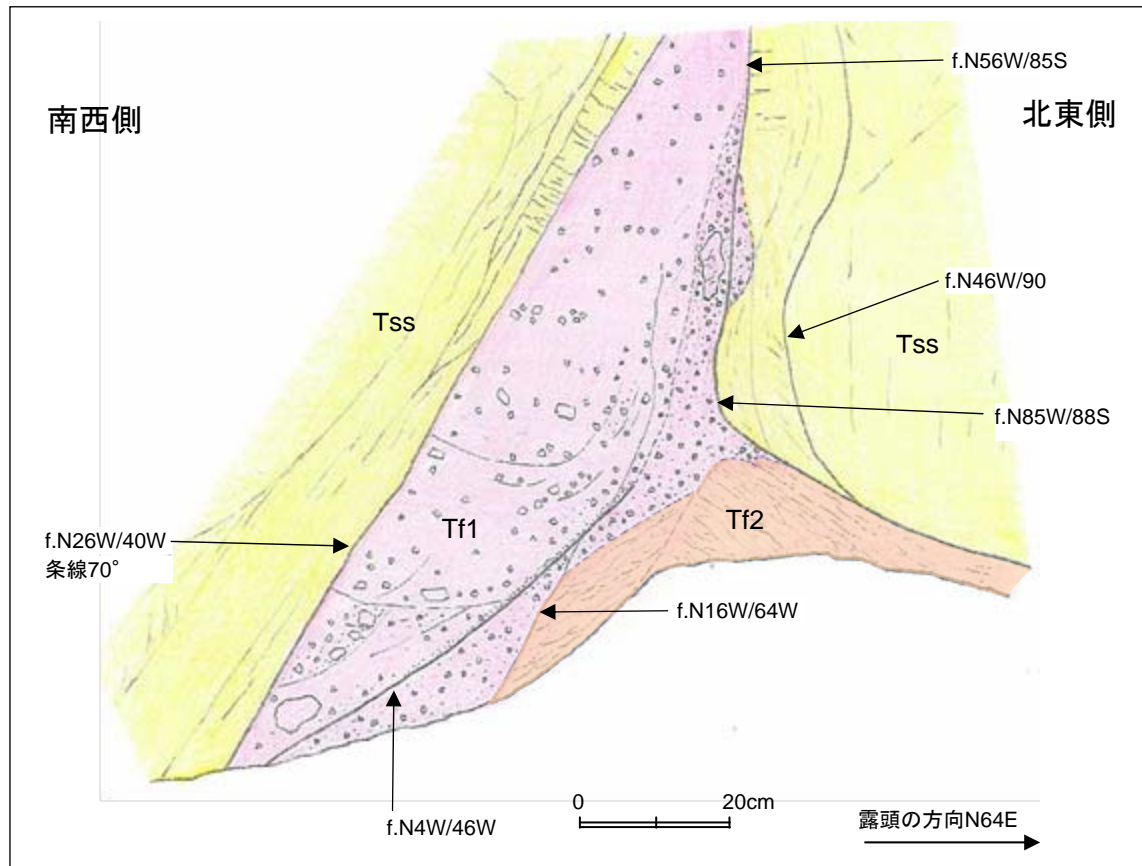


図 参考資料4-1.26 地点F 詳細露頭スケッチ

凡 例		
Tf1	①角礫と砂からなる	固結した小角礫状破碎部 風化を受けて褐色を帯びる
Tf2	②へき開が発達	
Tss	丹波帯中古生層砂岩(健岩)	
f.N26W/40W: 断層面の走向傾斜		

南西側

北東側

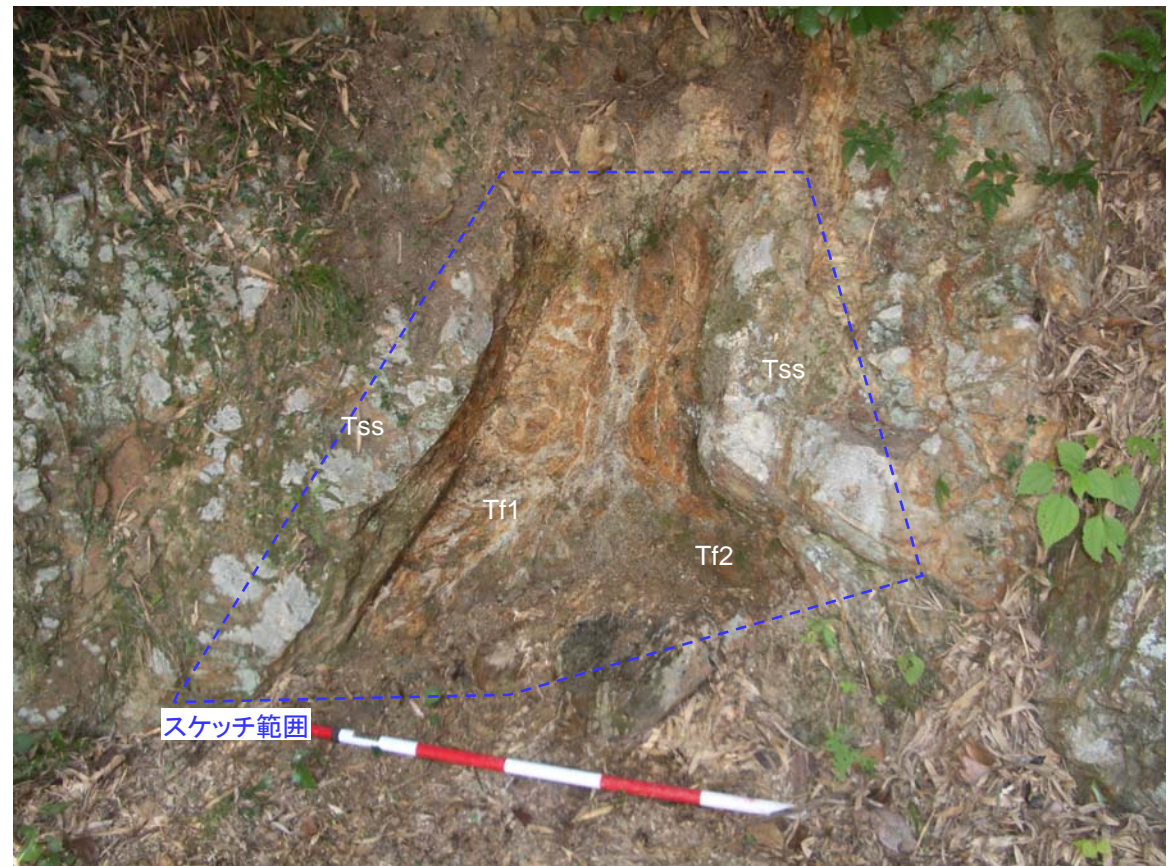


写真 参考資料4-1.11 地点F 露頭全景写真

地点Fは、文献A-18の南端から約180mの南方に位置します。
丹波帯中古生層砂岩と丹波帯中古生層起源の固結した破碎帯が見られました。
破碎帯と砂岩は硬く密着していることから、その活動を第四紀前と判断しました。

参考資料4-2. F-0断層に関する調査

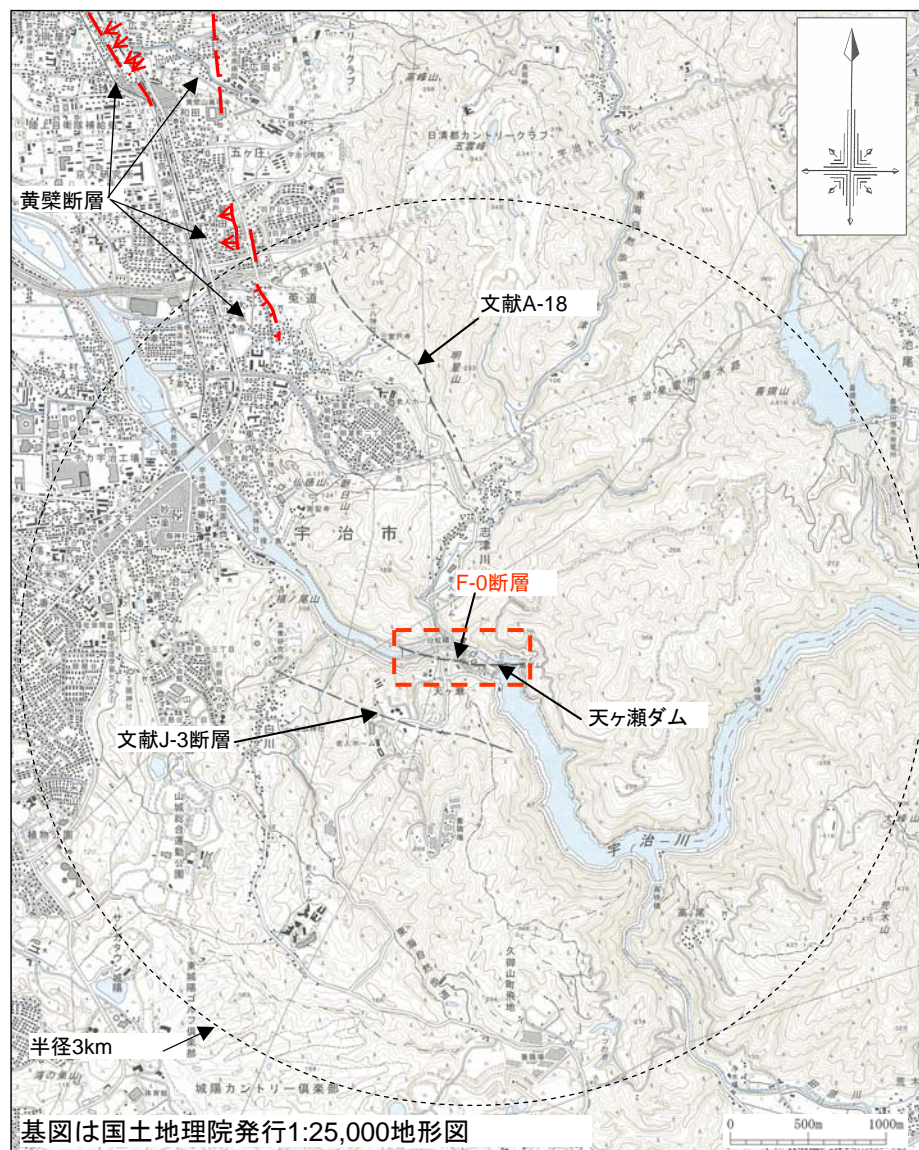


図 参考資料4-2.1 全体調査位置図

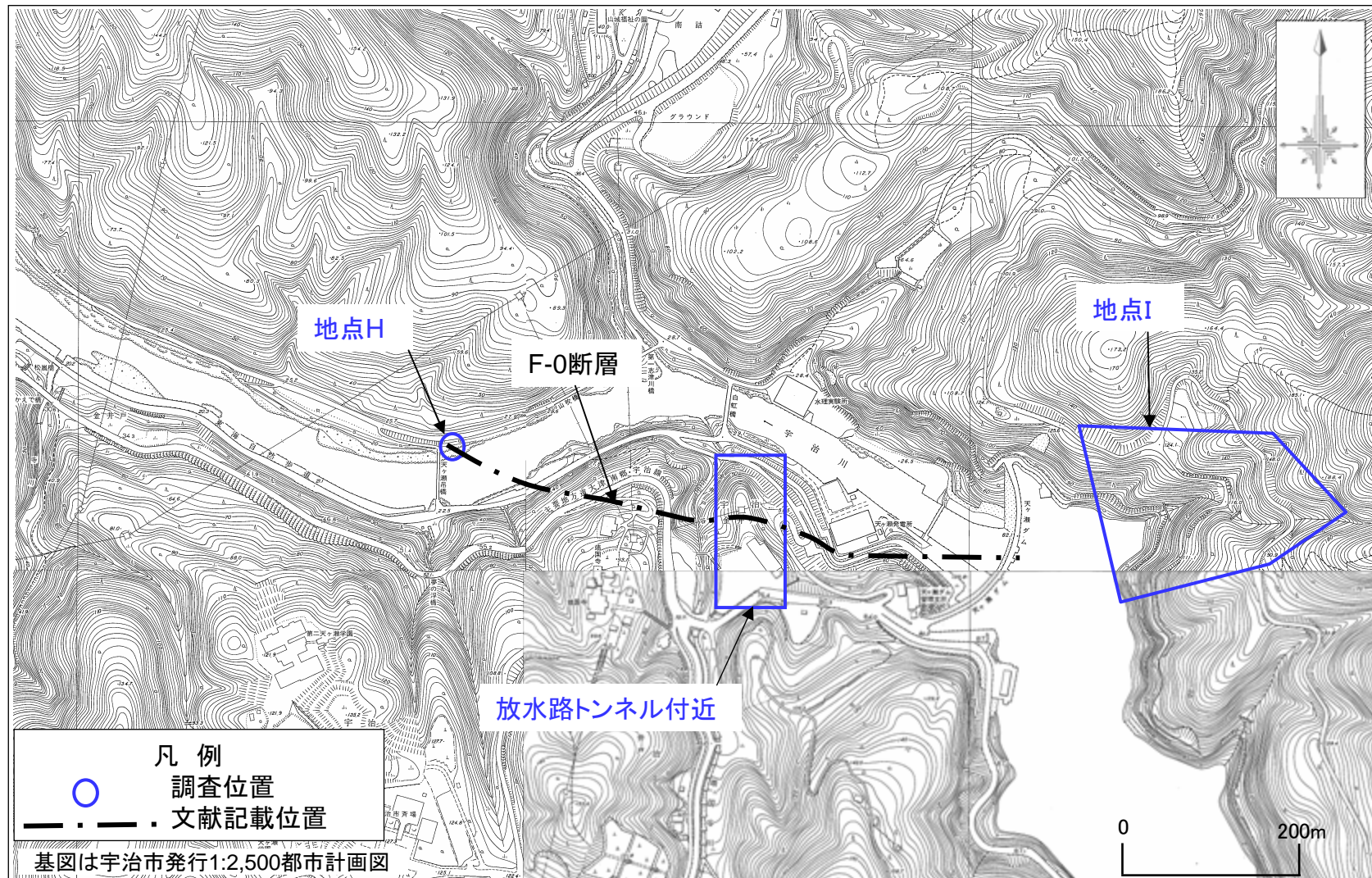


図 参考資料4-2.2 F-0断層の調査位置図

表 参考資料4-2.1 F-0断層に関する調査内容と調査結果

調査地点	調査箇所	調査内容	調査結果
F-0断層全体		F-0断層がどのように分布しているのかを確認するために、既往資料の整理と周辺踏査を行いました。	天ヶ瀬ダム建設時に基礎部で確認されたF-0断層は地点Hにつながると判断しました。
地点H	F-0断層の破碎帯露頭	丹波帯中古生層中の破碎帯の詳細構造を確認するために、詳細スケッチを作成しました。	地点HはF-0断層の西部に位置します。断層は幅約5mの固結した破碎帯からなり、最も強く破碎を受けた西側の部分(幅20~40cm)とさらにその西側の丹波帯中古生層頁岩の境界断層面は、ほぼ北西走向で、南に高角度で傾いています。断層面が湾曲し、軟質な断層粘土や軟質な破碎部がなく、全体に固結していることから、第四紀前に形成されたものと判断しました。
地点I	F-0断層の東側延長部	ダム東側のF-0断層延長部の地質状況を確認するために、踏査を行いました。	地点IはF-0断層の東部に位置しますが、現在は崖錐堆積物に覆われ、断層の存在は確認できませんでした。
放水路トンネル付近		放水路トンネル付近の調査ボーリングデータから高位段丘堆積物の分布を確認するために、既往資料の整理を行いました。	既往報告書のボーリングデータから、高位段丘堆積物の分布とその基底面深度を確認しました。断層を挟んで分布している高位段丘堆積物(礫層)は、丹波帯中古生層泥岩(頁岩)を不整合に覆っています。不整合面の分布を見ると、凹凸はあるものの、山側から川側に傾斜し、断層による鉛直変位は認められませんでした。地形学的調査から、F-0断層を覆う高位段丘面分布に断層による横ずれ・縦ずれの変位・変形は認められませんでした。以上から、F-0断層の活動は、約20万年前の高位段丘堆積前(「近畿の活断層」 ⁽³⁾)と推定しました。

参考資料4-2. F-0断層に関する調査

・F-0断層の分布の検討

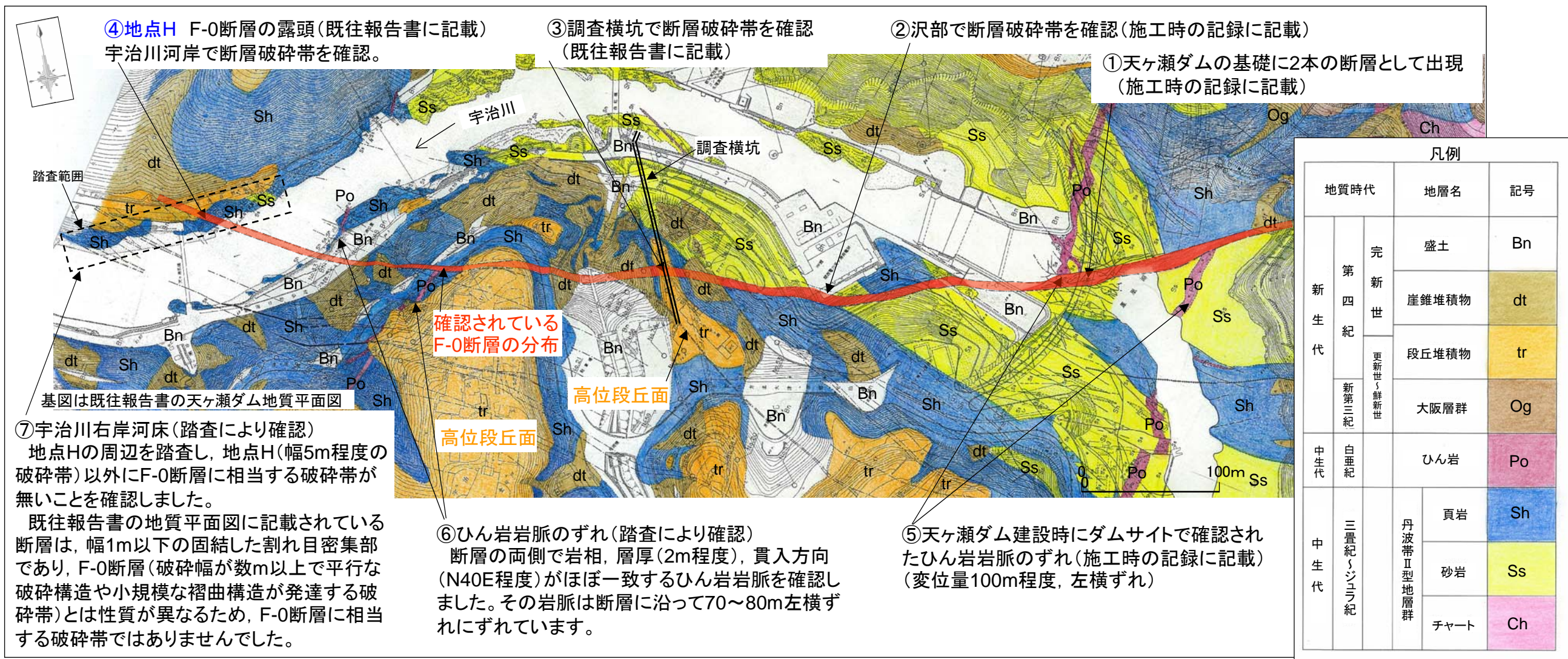


図 参考資料4-2.3 F-0断層の分布図(既往報告書⁽¹³⁾の地質平面図に追記)

F-0断層の調査箇所選定に際し、天ヶ瀬ダム施工時の記録⁽¹⁴⁾や放水路トンネルの既往報告書⁽¹³⁾を調べたところ、ダム周辺には下記に示す位置にF-0断層による破碎帯の記載がされています。図参考資料4-2.3にF-0断層の分布を示します。

- ①天ヶ瀬ダムの基礎部に2本の断層として出現(幅2m程度の2条の平行な断層、その間隔は約6mから最大15m、走向はN70W~N86W, N80E, 傾斜は60S~80S, 50N)
 - ②沢部で断層破碎帯を確認(破碎幅、走向傾斜の記載なし)
 - ③調査横坑で断層破碎帯を確認(坑口より95~103m区間で確認、幅8m程度、走向は概ねE-W, 傾斜は60S~70S)
 - ④本調査の地点Hで断層破碎帯を確認(幅5m程度、走向はN66W~N78W, 傾斜は64S~88S)
 - ⑤天ヶ瀬ダム建設時にダムサイトでひん岩岩脈のずれを確認(F-0断層に沿って変位量100m程度、左横ずれ)
- 破碎帯露頭の記載から、F-0断層の走向はE-W~WNW-ESE、傾斜は概ね60S~80Sを示します。

なお、調査横坑から西側は、地点HまでF-0断層に相当する破碎帯が確認されていませんが、以下に示す踏査結果から、地点Hで確認された断層露頭はF-0断層につながると判断いたしました。

- ・地点Hと調査横坑の間に分布する⑥のひん岩岩脈が、断層の両側で70~80m程度左横ずれにずらされていることを確認し、この変位量と変位方向がダムサイトで確認された⑤のひん岩岩脈のずれ(F-0断層に沿って変位量100m程度、左横ずれ)とほぼ一致することから、⑥のひん岩岩脈がF-0断層によりずれていると考えられること。
- ・⑦宇治川右岸河床に幅広く健岩露頭が分布し、地点H以外にF-0断層に相当する破碎帯が見られないこと。

参考資料4-2. F-0断層に関する調査

・地点H

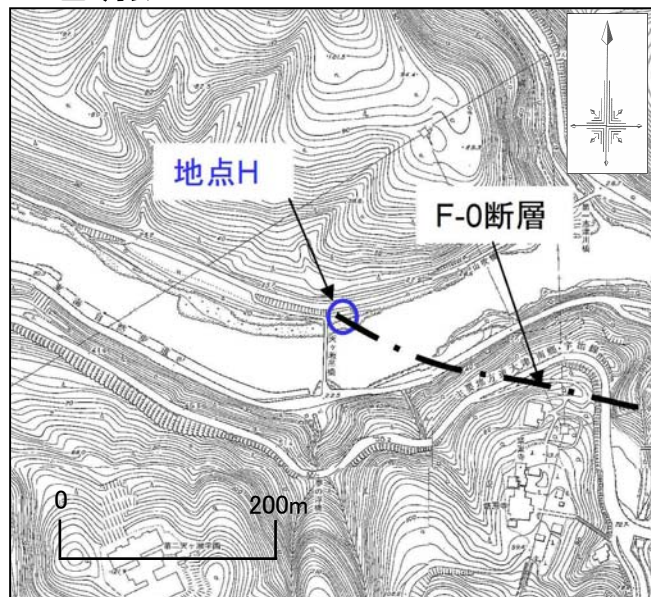


図 参考資料4-2.4 調査位置図

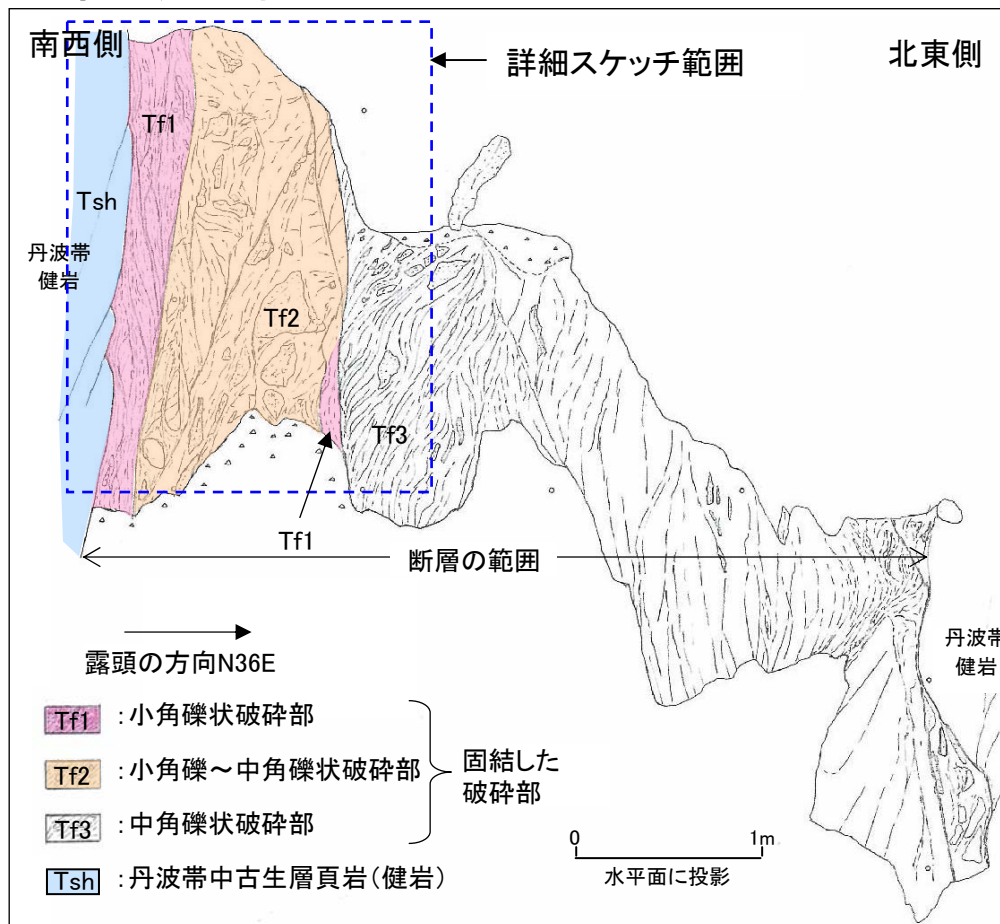


図 参考資料4-2.5 地点H 露頭全体スケッチ

Tf1(小角礫状破碎部)が最も強く破碎され、細粒となっています。幅は約40cm。軟質な粘土や軟質な破碎部はなく固結しています。南西側の頁岩とは密着した断層面(代表N66° W/82° S)で接しており、断層面は湾曲しています。

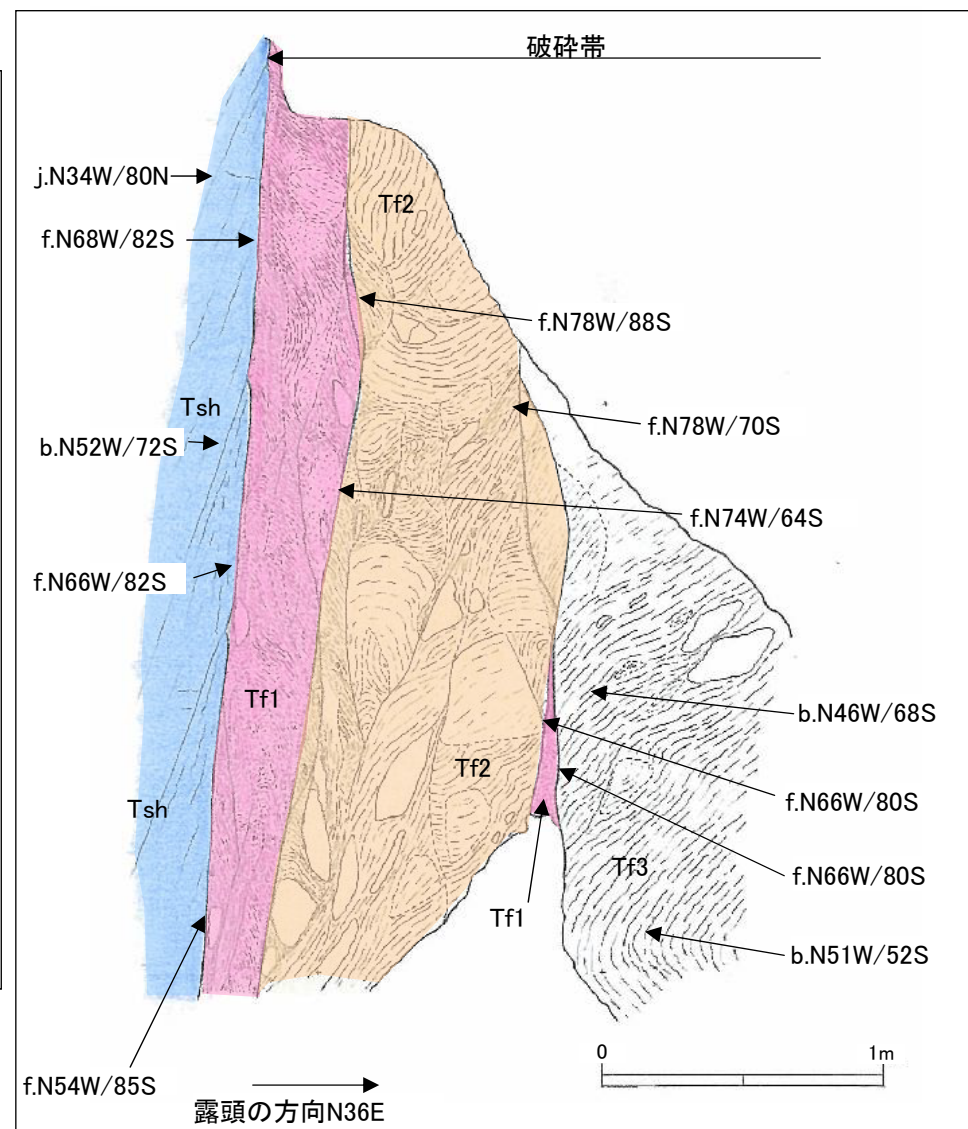


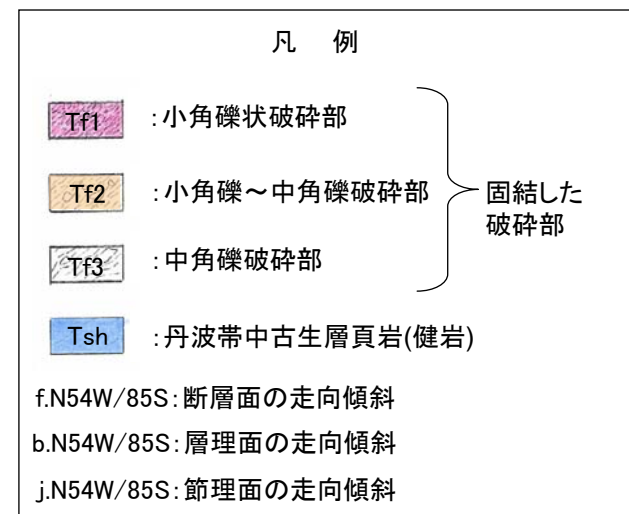
図 参考資料4-2.6 詳細スケッチ



写真 参考資料4-2.1 地点H 全景写真



写真 参考資料4-2.2 地点H ①周辺の写真



地点HはF-0断層の西部に位置します。断層は幅約5mの固結した破碎帯からなり、最も強く破碎を受けた西側の部分(幅20～40cm)とさらにその西側の丹波帯中古生層頁岩の境界断層面は、ほぼ北西走向で、南に高角度で傾いています。断層面が湾曲し、軟質な断層粘土や軟質な破碎部がなく、全体に固結していることから、第四紀前に形成されたものと判断しました。

参考資料4-2. F-0断層に関する調査

・地点I

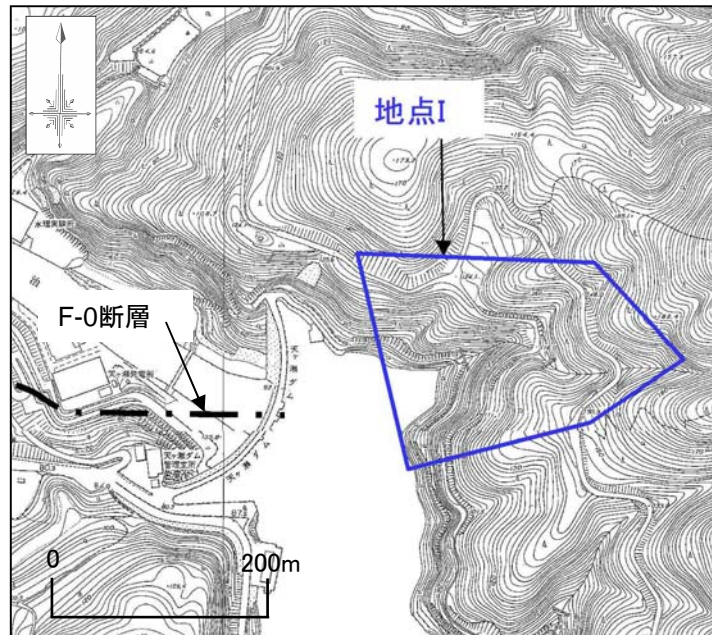


図 参考資料4-2.7 調査位置図

北東側



写真 参考資料4-2.3 F-0断層延長部の崖錐堆積物

南西側

北側



写真 参考資料4-2.4 F-0断層延長部の崖錐堆積物

南側

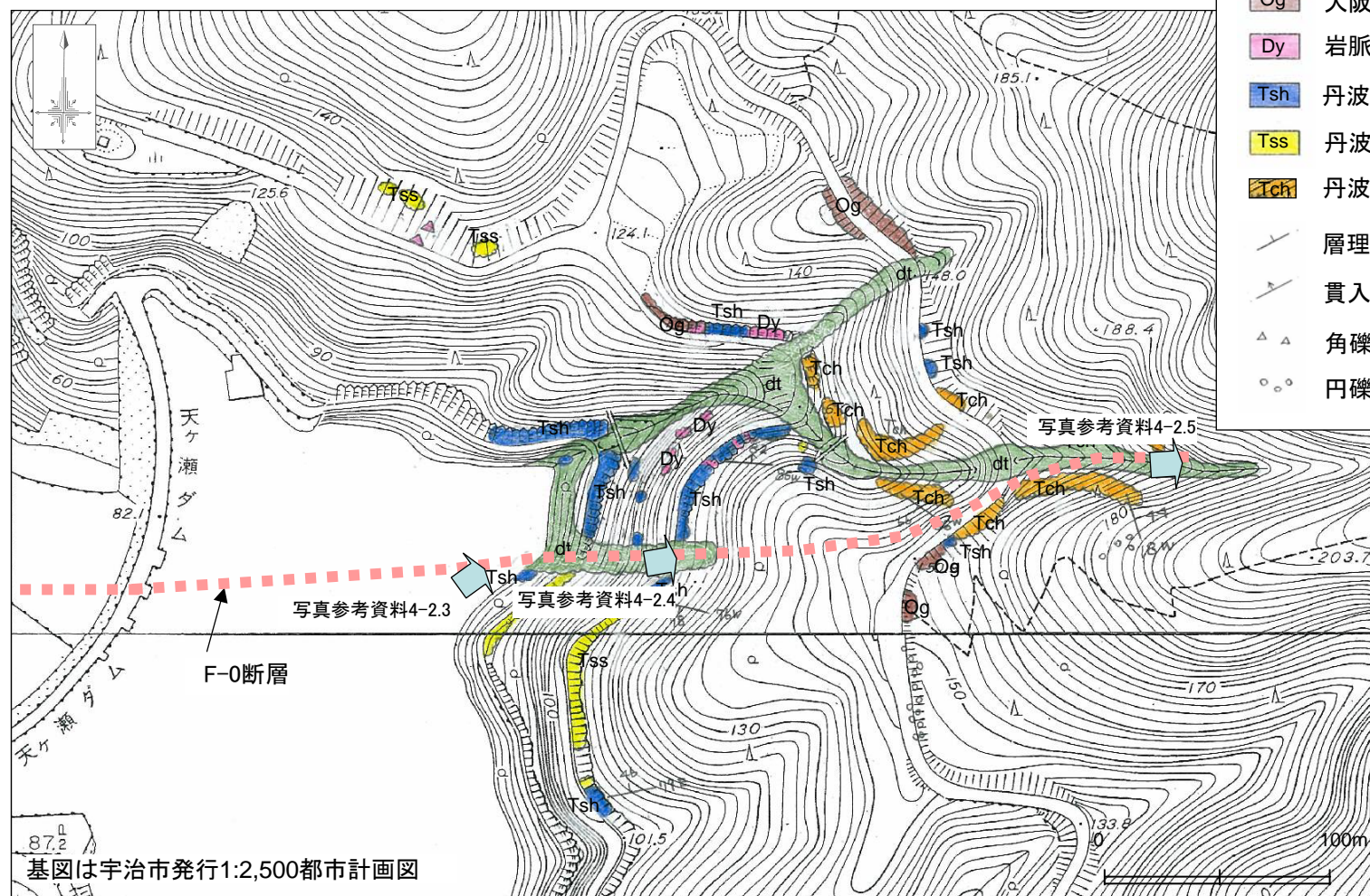


図 参考資料4-2.8 地点I周辺のルートマップ

凡例

- dt 崖錐堆積物
- Og 大阪層群礫層
- Dy 岩脈
- Tsh 丹波帯中古生層頁岩
- Tss 丹波帯中古生層砂岩
- Tch 丹波帯中古生層チャート
- 層理面の走向傾斜
- 貫入面の走向傾斜
- △△ 角礫
- 円礫

北側



写真 参考資料4-2.5 F-0断層延長部の崖錐堆積物

南側

地点IIはF-0断層の東部に位置しますが、現在は崖錐堆積物に覆われ、断層の存在は確認できませんでした。

参考資料4-2. F-0断層に関する調査

・放水路トンネル付近の高位段丘分布の検討

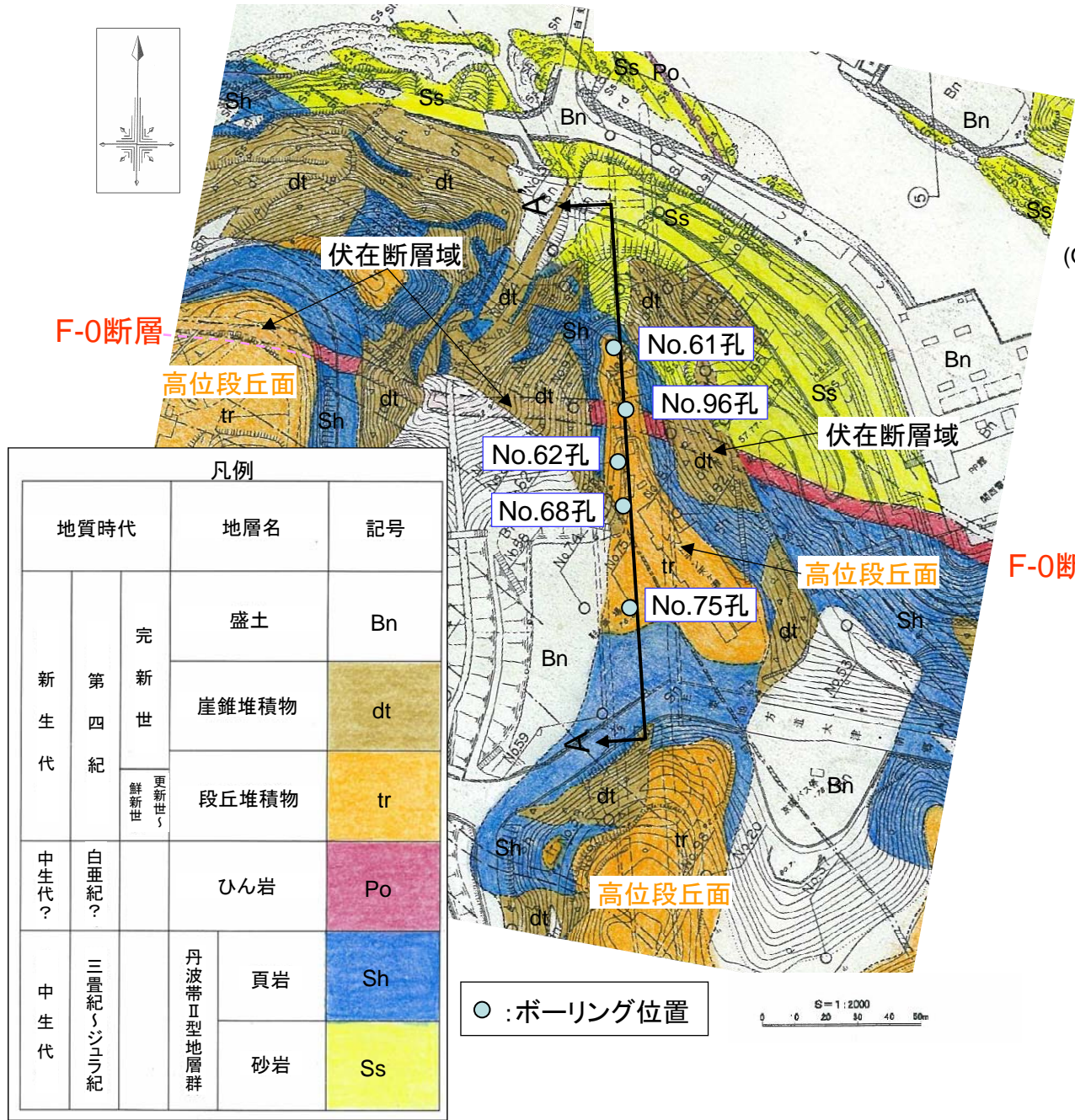


図 参考資料4-2.9 地質平面図

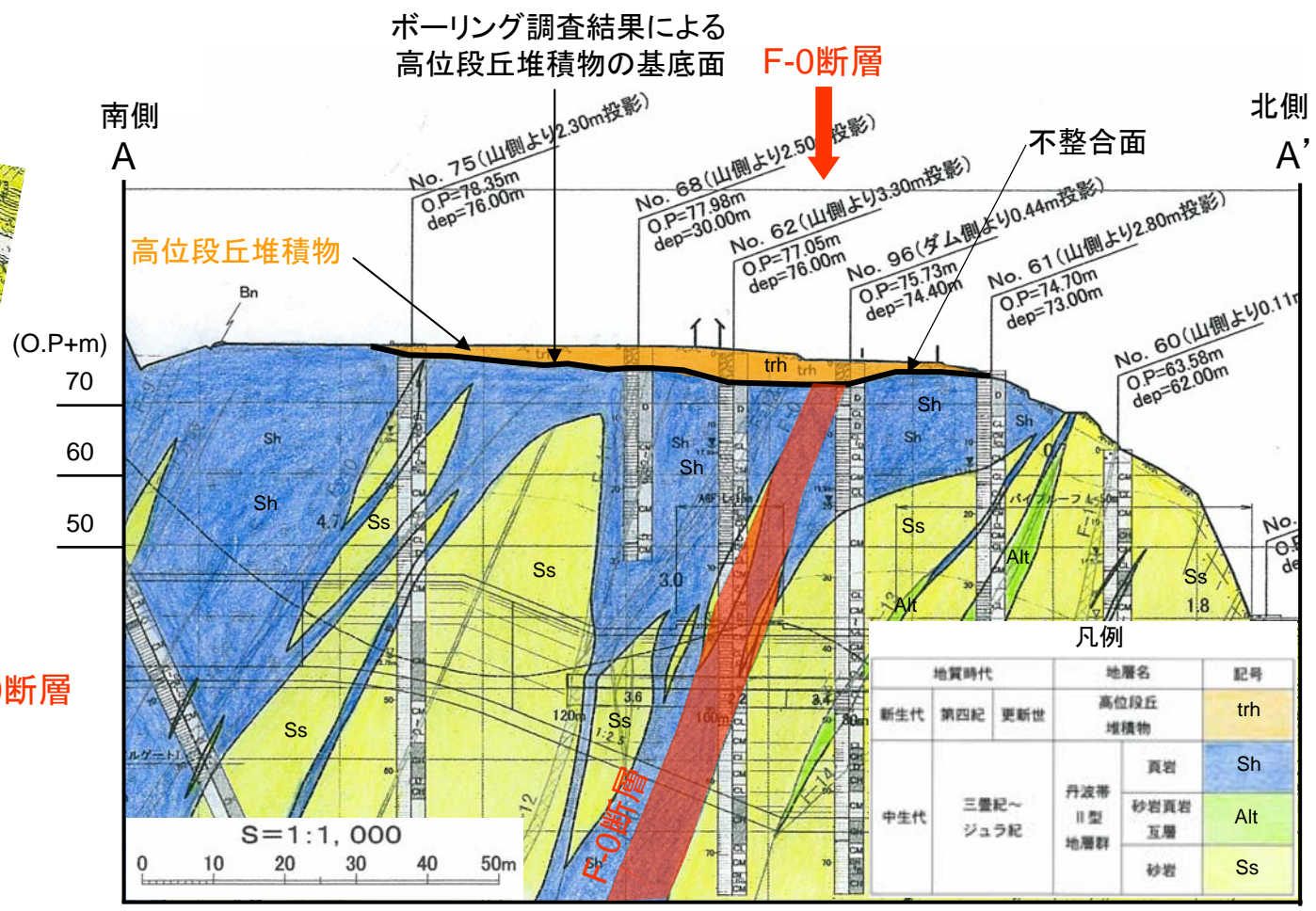


図 参考資料4-2.10 放水路トンネル地質断面図(A-A'断面)

F-0断層を覆う高位段丘堆積物(礫層)の基底面高度と分布に、断層による変位・変形があるかを以下の資料から検討しました。

- ・文献調査(既往報告書ボーリングデータ)
- ・地形学的調査

既往報告書のボーリングデータから、高位段丘堆積物の分布とその基底面深度を確認しました。断層を挟んで分布している高位段丘堆積物(礫層)は、丹波帯中生層泥岩(頁岩)を不整合に覆っています。不整合面の分布を見ると、凹凸はあるものの、山側から川側に傾斜し、断層による鉛直変位は認められませんでした。

地形学的調査から、F-0断層を覆う高位段丘面分布に断層による横ずれ・縦ずれの変位・変形は認められませんでした。

以上から、F-0断層の活動は、高位段丘堆積前と推定しました。高位段丘面形成時期は、「近畿の活断層」⁽³⁾を参考とすると約20万年前となります。

参考資料4-3. 東西系断層に関する調査

F-0断層と同じ東西方向に延びる活断層の有無について地質学的調査を行いました。



図 参考資料4-3.1 全体調査位置図

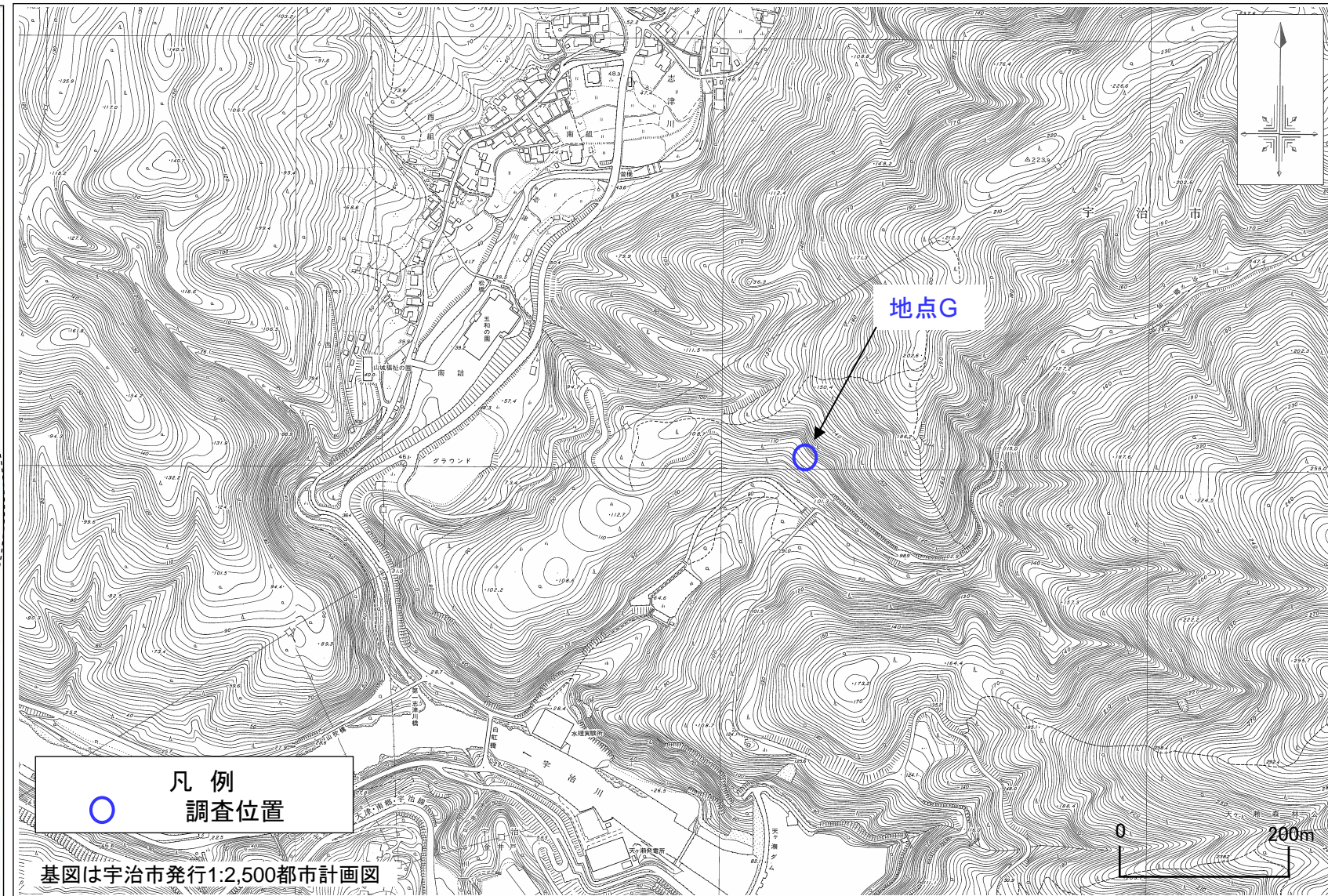


図 参考資料4-3.2 東西系断層の調査位置図

表 参考資料4-3.1 東西系断層に関する調査内容と調査結果

調査地点	調査箇所	調査内容	調査結果
地点G		大阪層群と丹波帯中古生層が接する箇所の地質構造を確認するために、詳細スケッチを作成しました。	地点Gでは、上位の大阪層群礫層と下位の固結した丹波帯中古生層頁岩が凹凸のある面で接しています。境界面にせん断面が認められないこと、上位の大阪層群礫層中に断層による変位・変形が認められないことから両者の関係を不整合と判断しました。 また、地質踏査結果から東西系の断層を推定することはできませんでした。

参考資料4-3. 東西系断層に関する調査

・地点G

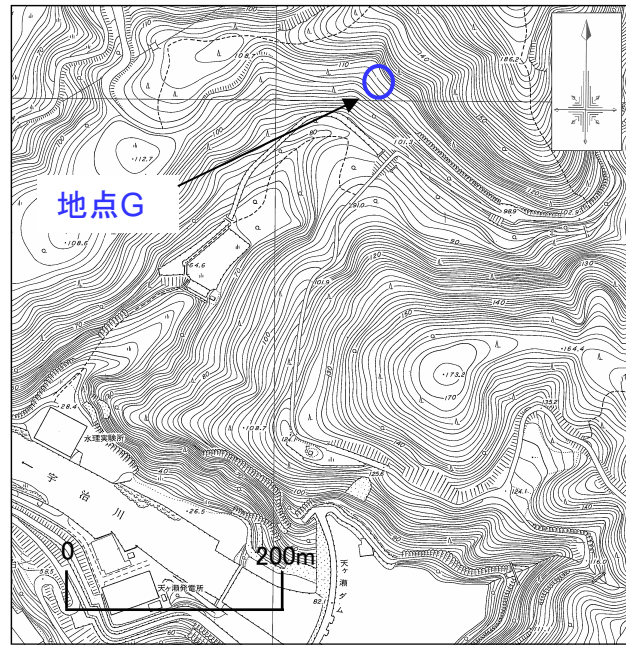
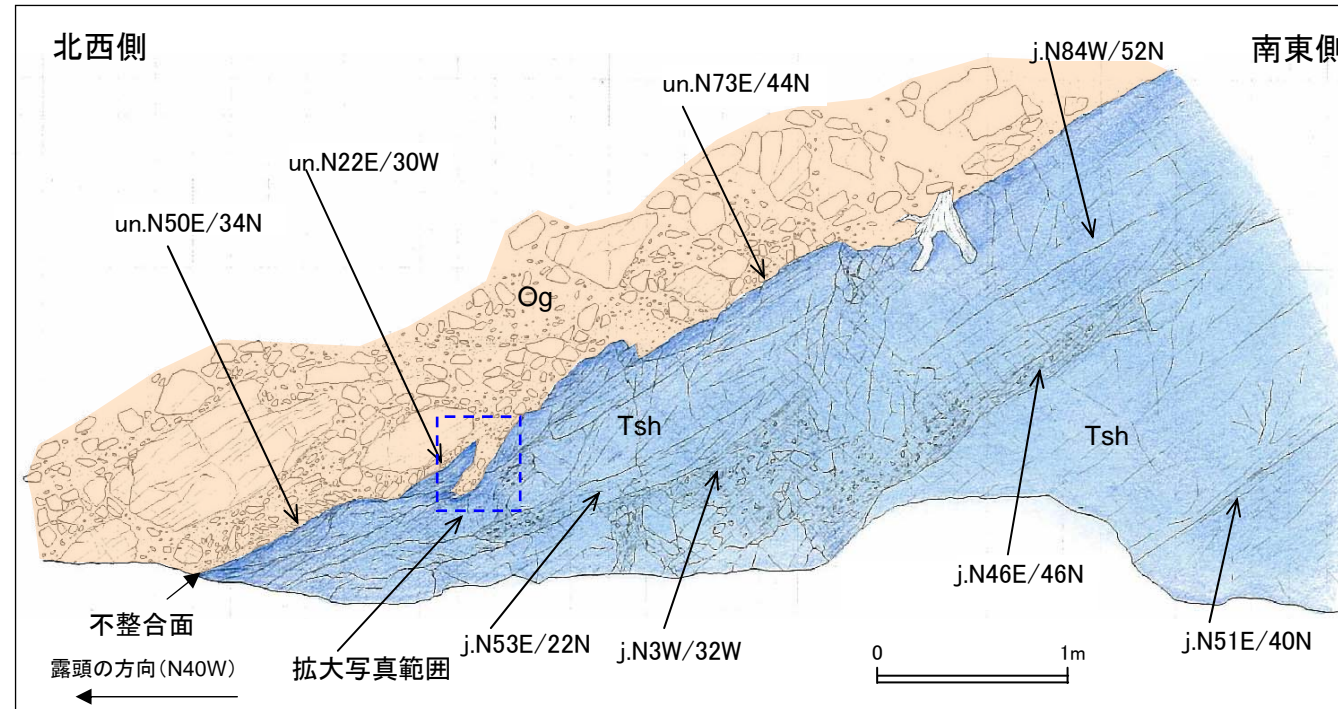


図 参考資料4-3.3 調査位置図



凡 例

Og	大阪層群礫層
Tsh	丹波帯中古生層頁岩 (混在岩様で固結している)
j.N22E/30W	節理面の走向傾斜
un.N22E/30W	不整合面の走向傾斜

図 参考資料4-3.4 地点G 詳細露頭スケッチ



写真 参考資料4-3.1 拡大写真



写真 参考資料4-3.2 地点G 露頭全景写真

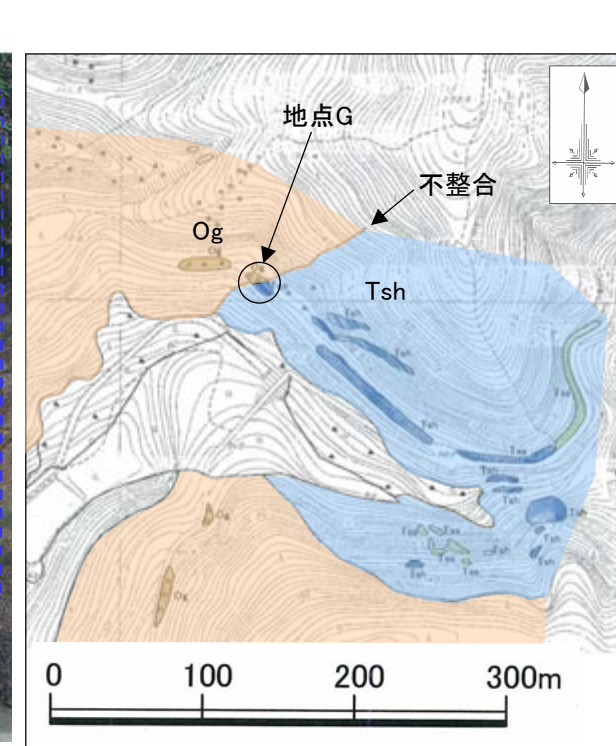


図 参考資料4-3.5 地点G周辺のルートマップ

地点Gでは、上位の大阪層群礫層と下位の固結した丹波帯中古生層頁岩が凹凸のある面で接しています。境界面にせん断面が認められないこと、上位の大阪層群礫層中に断層による変位・変形が認められないことから両者の関係を不整合と判断しました。
また、地質踏査結果から東西系の断層を推定することはできませんでした。

参考資料5. 総合解析

・文献A-18について

文献調査、地形学的調査及び地質学的調査の結果をとりまとめ、文献A-18について評価を行いました。

表 参考資料5.1 文献A-18の総合解析結果

文献調査結果	地形学的調査結果	地質学的調査		総合評価
		調査箇所	調査結果	
<p>●「近畿の活断層」⁽³⁾に活断層ではなく、「断層組織地形」として図示されています。</p> <p>●「活断層」と図示・記載している文献はありませんでした。</p> <p>●黄檗断層(帯)に繋げている文献はありませんでした。</p>	<p>●ほぼ北西—南東方向に傾斜変換点(ここでは尾根の傾斜が急に緩くなる)や鞍部、直線状の山麓線が配列します。</p> <p>●黒破線は傾斜変換点や鞍部、直線状の山麓線を谷や地形境界に沿って伸ばした線状模様(リニアメント)で、その詳細な位置は文献A-18と一致します。</p> <p>●黒破線は、学識者に指導・助言をいただきながら、本調査によって決定した線状模様です。</p> <p>●この線状模様は、断層組織地形を示すものであり、第四紀断層の特徴を示す変動地形は判読できませんでした。</p>	地点A-1	<p>地点A-1は文献A-18が横断する谷であり、右岸壁には大阪層群が約15°以下の西傾斜で、連続的に分布していました。</p> <p>文献A-18付近に、断層の存在を示唆するような地層の変位・変形は認められませんでした。</p>	<p>●文献調査から文献A-18を第四紀断層とする文献はありませんでした。</p> <p>●地形学的調査から文献A-18に沿って、第四紀断層の存在を示唆する変動地形は判読できませんでした。</p> <p>●地質学的調査から、文献A-18通過位置付近で、上位の大阪層群が下位の丹波帯中古生層を不整合に覆って分布しているのを確認しました。</p> <p>この付近の丹波帯中古生層の一部に破砕帯が見られましたが、固結していることから第四紀に活動した形跡はありませんでした。</p> <p>また周辺の大阪層群の堆積構造に断層の存在を示唆する変位・変形は見られませんでした。</p> <p>●以上から文献A-18は、成因の一つとして北東側の丹波帯中古生層と南西側の大阪層群との異なる岩体の境界を示す組織地形であると考えられます。</p>
		地点A-2	<p>地点A-2は文献A-18通過位置から約120m北東に位置する露頭で、上位の大阪層群礫層と下位の丹波帯中古生層起源の固結した破砕帯が凹凸のある面で接していることから両者の関係を不整合と判断しました。なお、丹波帯中古生層中の破砕帯は固結していることや大阪層群に不整合で覆われることから、この付近の大阪層群堆積前の古い時代の断層と判断しました。</p> <p>地点A-2で大阪層群の礫層の構造は明瞭でなく、20°程度で西に傾斜しているようにも見えますが、これは傾斜する基盤岩上に堆積した堆積構造と判断しました。さらに、大阪層群と丹波帯破砕帯との境界にせん断面は認められませんでした。</p>	
		地点A-3	<p>地点A-3は地点A-2の対岸で、上位の大阪層群礫層・砂層と下位の丹波帯中古生層砂岩とが凹凸のある面で接しているため、両者の関係を不整合と判断しました。上位の大阪層群はほぼ水平に堆積していました。</p>	
		地点A-4	<p>地点A-4は地点A-2で見られる丹波帯中の破砕帯の延長に位置しています。ここでは大阪層群の礫層が分布していますが、断層の活動による地層の変位・変形は認められないことから、丹波帯中の破砕帯は大阪層群に不整合で覆われ、第四紀前の活動で形成されたものと判断しました。</p>	
		地点B	<p>地点Bは、文献A-18通過位置の露頭で、上位の大阪層群礫層と下位の丹波帯中古生層砂岩とが凹凸のある面で接しているため、両者の関係を不整合と判断しました。</p>	
		地点C	<p>地点Cの文献A-18が通過する区間には、丹波帯中古生層の砂岩および頁岩の健岩が連続して分布していました。</p> <p>文献A-18が通過するところに、断層はありませんでした。</p>	
		地点D	<p>地点Dは、文献A-18の約20～30m南西に位置し、大阪層群シルト層、礫層及び砂層が分布していました。礫層中に斜交葉理や小規模なチャンネル構造が見られますが、断層による変位・変形は認められませんでした。</p> <p>全体として、大阪層群は約10°以下で西に傾斜しているものと判断しました。</p> <p>シルト層中に、断層の存在を示唆するようなせん断面や割れ目に沿っての鏡肌は認められませんでした。</p>	
		地点E	<p>地点Eは、文献A-18の約50～60m南西に位置し、上位の大阪層群礫層と下位の丹波帯中古生層砂岩が凹凸のある面で接しているため、両者の関係を不整合と判断しました。</p> <p>大阪層群上位に地すべりが認められました。</p> <p>大阪層群の堆積構造に、断層による変位・変形は認められませんでした。</p>	
		地点F	<p>地点Fは、文献A-18の南端から約180mの南方に位置します。</p> <p>丹波帯中古生層砂岩と丹波帯中古生層起源の固結した破砕帯が見られました。破砕帯と砂岩は硬く密着していることから、その活動を第四紀前と判断しました。</p>	

参考資料5. 総合解析

・F-0断層について

文献調査，地形学的調査及び地質学的調査の結果をとりまとめ，F-0断層について評価を行いました。

表 参考資料5.2 F-0断層の総合解析結果

文献調査結果	地形調査結果	地質学的調査結果		総合評価
		調査箇所	調査結果	
<p>●「活断層」と図示，記載している文献はありませんでした。</p>	<p>●F-0断層周辺の空中写真判読では，第四紀断層を示唆する変動地形はもとより，断層組織地形を示す地形要素も判読できませんでした。</p> <p>●F-0断層周辺の高位段丘面に変動地形要素の有無を詳細に判読しましたが，断層による地形面の屈曲，傾動，崖地形等の変位・変形要素は判読できませんでした。</p>	F-0断層全体	天ヶ瀬ダム建設時に基礎部で確認されたF-0断層は地点Hにつながると判断しました。	<p>●文献調査からF-0断層を第四紀断層とするものではありませんでした。</p> <p>●地形学的調査からF-0断層相当の変動地形要素は全く判読できませんでした。また，F-0断層通過付近の高位段丘面にも変動地形要素は判読できませんでした。</p> <p>●地質学的調査等から天ヶ瀬ダム基礎部で確認されたF-0断層は地点Hにつながり，F-0断層相当の破碎帯は固結しており，また高位段丘礫層に不整合で覆われること確認しました。</p> <p>●以上からF-0断層は，高位段丘堆積前に活動したことは確実で，さらに破碎帯が固結していることから第四紀前の活動で形成されたものと判断しました。</p>
		地点H	地点HはF-0断層の西部に位置します。断層は幅約5mの固結した破碎帯からなり，最も強く破碎を受けた西側の部分(幅20～40cm)とさらにその西側の丹波帯中生層頁岩の境界断層面は，ほぼ北西走向で，南に高角度で傾いています。断層面が湾曲し，軟質な断層粘土や軟質な破碎帯がなく，全体に固結していることから，第四紀前に形成されたものと判断しました。	
		地点I	地点IはF-0断層の東部に位置しますが，現在は崖錐堆積物に覆われ，断層の存在は確認できませんでした。	
		放水路トンネル付近	既往報告書のボーリングデータから，高位段丘堆積物の分布とその基底面深度を確認しました。断層を挟んで分布している高位段丘堆積物(礫層)は，丹波帯中生層泥岩(頁岩)を不整合に覆っています。不整合面の分布を見ると，凹凸はあるものの，山側から川側に傾斜し，断層による鉛直変位は認められませんでした。地形学的調査から，F-0断層を覆う高位段丘面分布に断層による横ずれ・縦ずれの変位・変形は認められませんでした。以上から，F-0断層の活動は，約20万年前の高位段丘堆積前(「近畿の活断層」 ⁽³⁾)と推定しました。	

・東西系断層について

文献調査，地形学的調査及び地質学的調査の結果をとりまとめ，F-0断層と同方向の東西系で活断層の疑いのあるものについて評価を行いました。

表 参考資料5.3 F-0断層と同方向の東西系で活断層の疑いのあるものの総合解析結果

文献調査結果	地形調査結果	現地調査結果		総合評価
		調査箇所	調査結果	
<p>●「活断層」と図示，記載している文献はありませんでした。</p>	<p>●空中写真判読では，第四紀断層を示唆する変動地形はもとより，断層組織地形を示す地形要素も判読できませんでした。</p>	地点G	<p>地点Gでは，上位の大阪層群礫層と下位の固結した丹波帯中生層頁岩が凹凸のある面で接しています。境界面にせん断面が認められないこと，上位の大阪層群礫層中に断層による変位・変形が認められないことから両者の関係を不整合と判断しました。また，地質踏査結果から東西系の断層を推定することはできませんでした。</p>	<p>●地点Gには，地形学的調査及び地質学的調査から，当該箇所に断層が無いことを確認しました。</p>

参考資料6. まとめ

文献A-18については、これまで線状模様(線状模様②と表現)として判読し、その北部で南北方向に伸びる“黄檗断層”と繋がることも読み取れる図示をしていました。また、文献A-18沿いに分布する大阪層群が西に30° 傾斜することを記載し、それが傾動によるものとも解釈できる表現をしていました。さらに、そのような性状を示す文献A-18の南東端を志津川付近としていました。

しかし、本調査では、有識者に意見を伺いながら調査を進めたところ、①地形調査から文献A-18に重複する線状模様沿いに、活断層の存在を示唆する変動地形要素が全く認められないこと、②現地調査では文献A-18沿いの大阪層群堆積物を変位・変形させる断層が存在しないこと、大阪層群の堆積構造も断層による傾動を示唆するものではなく、堆積時の堆積構造であることを明らかにしました。更に、文献A-18付近に分布する丹波帯中古生層中にも文献A-18と同方向の断層が認められず健岩が分布していました。文献A-18沿いでは、下位の丹波帯中古生層を上位の大阪層群が不整合で覆っている露頭を確認しており、文献A-18は成因の一つとして両地層の浸食の異なりによって生じた組織地形であると考えられます。

F-0断層については、高位段丘堆積以前に活動したことは確実で、さらに破砕帯が固結していることから第四紀前の活動で形成されたものと判断しました。

東西系の断層(地点G)については、地形学的調査及び地質学的調査から、当該箇所には断層が無いことを確認しました。

以上から、参考資料に記載している文献A-18、F-0断層、東西系の断層は、ダムに影響を及ぼす第四紀断層ではありません。

付 録

付録

付録1. 淀川水系流域委員会および地質観察説明会での意見

A. 淀川水系流域委員会(平成20年6月3日)での意見

1.活断層調査(第四紀断層調査)方法について

ここでなされました調査方法, 調査の手順が, かなりクラシックであります。

まずリニアメントを航空写真で探すということから始まるというのはある意味では確立した方法ですが, そこでリニアメントを見落としたりいたしますと, もうないことになってしまうと。例えばですよ。ですから, こういう順序での調査でいいのかどうかというのはそれ自体問題がございます。

2.文献A-18について

リニアメント②(文献A-18)ですね。これがこの図にありますところで, ここで終わるといふふうに見られるのは, 現地を知ってますから, ある意味でわかります。ですが, ここで終わっているのか, ほかへ飛んで行ってないのかと。横へずれてないのかと。つまり, 北東, 南西の断層でずれてないのかと, それらとが共役の関係にあって両方も同時にでも動く可能性があるというようなものでないのか等々, いろいろ問題がございます。

3.F-0断層について

天ヶ瀬ダムの直下に断層が通っているということは初めて公式に出てきたわけですが, 活断層でなかったら次のストレスがたまったときの動きをしないという保証はございません。近くの活断層が動くときというのは活断層が動くのではないんです。動くのは地盤でありまして, 断層というのはそのずれる境目です。ですから, 地盤にストレスがたまって古いた断層がありますと, かつその断層の破碎帯がもろくなっておりますと, そこでずれるということがあり得ます。むしろそういう場合, あるいは活断層が終わっていて, その先へ割れが進んでいく場合にそこでこそ震動が起こります。ぱっきりきれいに割れているところがずれましても大して震動は起こりません。そういうことも含めたテクニクスを解析する必要がありまして, そういう調査にはなっておりません。

線状模様⑤(文献J-3断層)というのは, これは前に出ていました天ヶ瀬ダムの地質についてというあの東西方向の断層のうちの1本に当たるわけですが, したがって, F-0断層もこの線状模様⑤(文献J-3断層)というものも同じ時期の可能性があるとこのことが言えると思います。ここでは, そういう意味で言えば, これは活断層の可能性があるとこのことを指摘したといふふうには言えると思います。

B. 地質観察説明会(平成20年7月3日)での意見

1.全体の意見

- ・第四紀断層の調査手法が古いのでは?
- ・調査半径3kmの根拠は?
- ・断層の上にダムを造る事はあるのか?
- ・黄檗断層が動いても天ヶ瀬ダムは大丈夫?
- ・岩手・宮城内陸地震が起こったら天ヶ瀬ダム周辺でも同じようなことが起こるのか?

2.文献A-18(志津川より北側のポイント, 地点①, 本調査の地点D)

- ・この断層は黄檗断層につながっている可能性があるのではないかという意見がありました。

3.文献A-18の延長部(志津川沿いのポイント, 地点④)

- ・段丘面が志津川に沿って連続している様子は, 現地から見た目にはわかりづらいので断層が段丘面をずらしているかどうかを評価するには, 調査を補充する必要があるのではないかという意見がありました。

4.F-0断層の露頭のポイント(地点⑤, 本調査の地点H)

- ・黄檗断層につながっていないのかという意見がありました。

5.F-0断層と同じ東西系の断層(志津川より南側のポイント, 地点⑥, 本調査の地点G)

- ・地質の見方によっては小さなズレがあるとも言えるので, 他の箇所でも確認した方がよいのではないか。これは黄檗断層につながっている可能性があるのではないかという意見がありました。

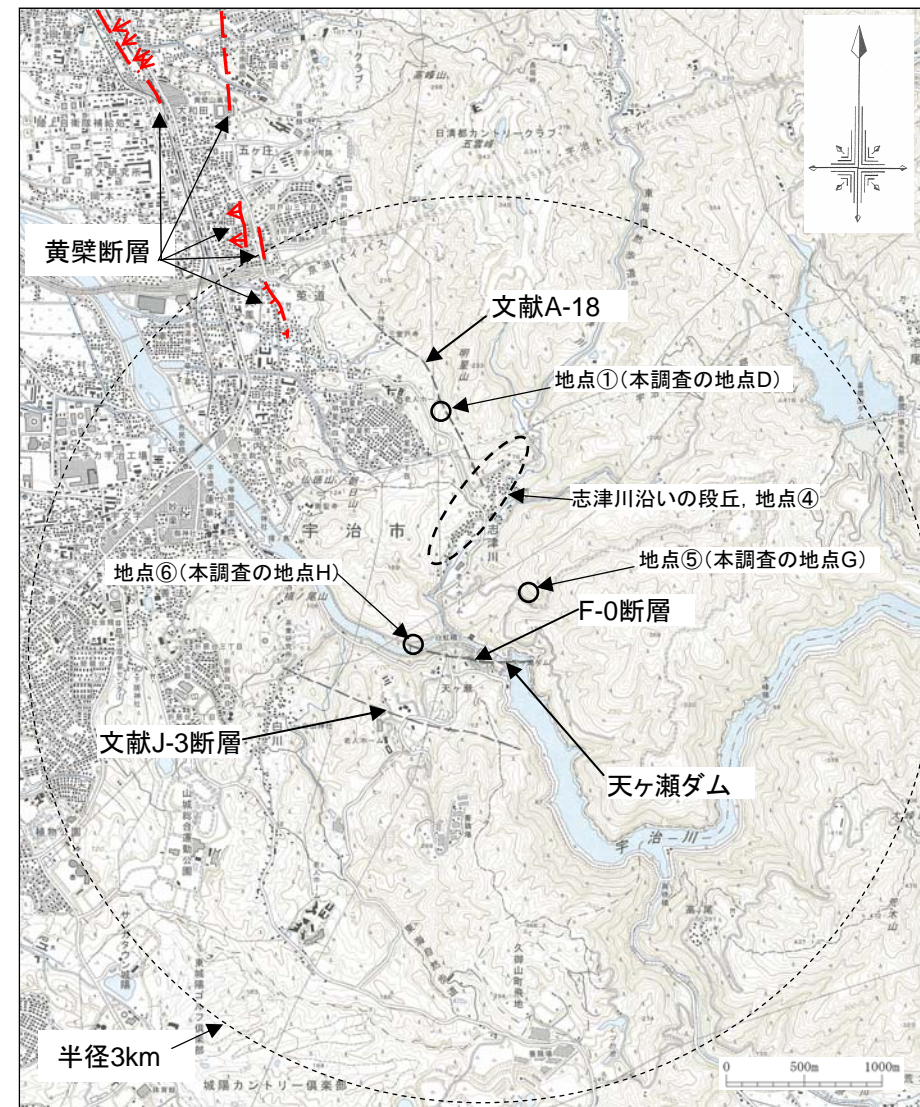


図 付録1.1 リニアメントおよび断層分布図

付録

付録2. 用語の説明

①空中写真判読

空中写真(飛行機等によって空中から撮影した地表面の写真)を観察することにより地表を立体的に見て地形等を判読します。空中写真判読により、活断層等の存在を判断する手掛かりとなる変動地形やリニアメント等の地形を見つけることができます(図 付録2.1)。

②リニアメント(線状模様)

リニアメントとは、崖、尾根の傾斜急変部、谷や尾根の屈曲部などの地形的特徴(図付録2.2)が、直線又はそれに近い状態に配列している場合、その線状の地形をリニアメントといいます。リニアメントの発見にはこれらの地形不連続性を見出すことが必要で、空中写真により判読する手法が取られています。リニアメントの要因には様々な場合が考えられるため、空中写真判読に加え、直接現地で調査することによって、当該リニアメントが活断層かどうか、また、活断層である場合のその活動性などが確認できます。

③第四紀

「第四紀」(だいよんき)とは、地球の46億年にわたる長い歴史の中で、現在を含む最も新しい時代で、地球上に人類が進化・拡散し、活動している時代である。年代的には約260万年前から現在までの期間で、大きく更新世(第四紀はじめから1.15万年前まで)と完新世(それ以後現在まで)に2分されます。

④断層

プレート運動による張力や圧縮の力は、地下の岩盤にひずみを蓄積させます。そのひずみに岩盤が耐え切れなくなると、ある面を境にして岩盤が急激に破壊されて地震が発生します。その破壊された面を断層面といい、既存の断層を動かしたり、新たに断層をつくったりする動きを、断層運動と呼びます。断層運動は「正断層」、「逆断層」、「横ずれ断層」の3つの基本的なタイプに分けることができます(図 付録2.3)。これは、地下の岩盤に働く力の向きの違いが、断層面を挟んだ両側の岩盤に異なる動きを生じさせるためです。

⑤第四紀断層、活断層

活断層とは、第四紀後期以降に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層のことである。「近畿の活断層」では第四紀後期を30万年前以降としています。また、(独)土木研究所(2006)は、地質時代の第四紀に活動し、地表に変位を生じた断層と定義しています。このうち全ての第四紀断層が必ずしも今後活動する訳ではないため、「活断層」と区別して表現している。

⑥不整合

ある地層や岩石を作る大地が隆起したり海面の低下を被ると、地層や岩石は風化されたり浸食されたりします。その後、その浸食面の上に新しい地層が堆積したときに、古い地層や岩石と新しくたまった地層の関係を、不整合といいます。また、両者の境界面を不整合面といいます。不整合面を挟んだ岩石・地層は、そのできた時期が大きく違っています(図 付録2.4)。

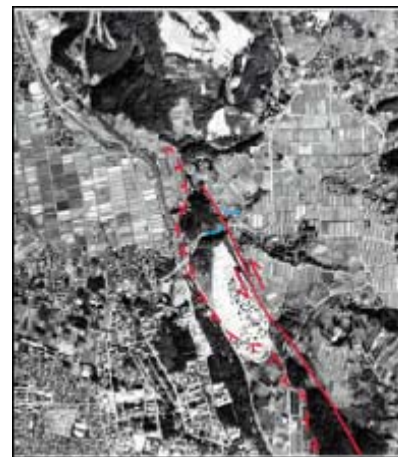


図 付録2.1 空中写真判読(牛伏寺断層、松本市南部)

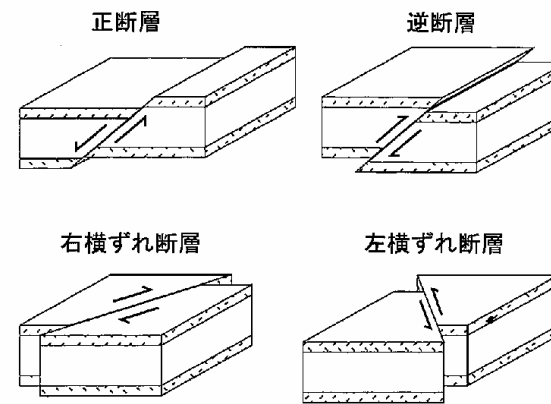


図 付録2.3 断層の種類

日本地質学会フィールドジオロジー刊行委員会編「フィールドジオロジー入門」より引用

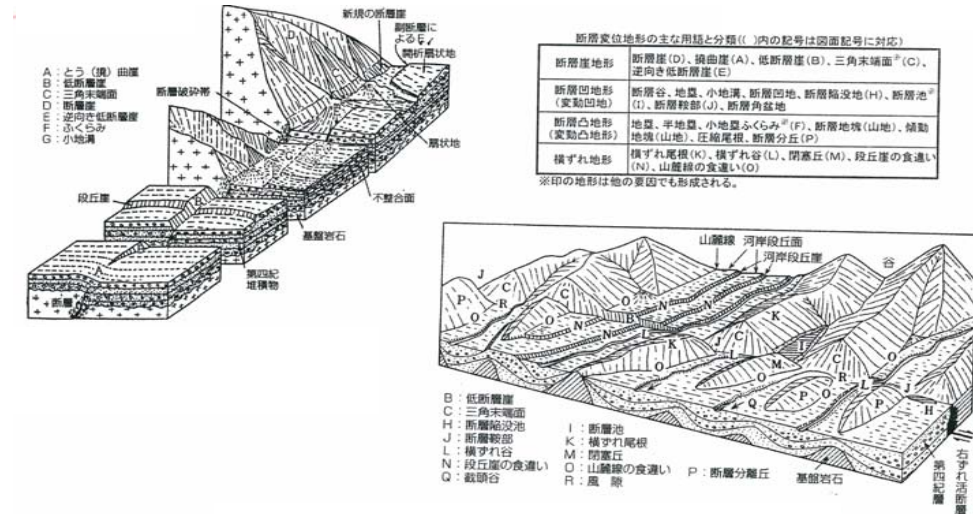


図 付録2.2 活断層により形成された地形の例(岡田(1984)より引用)

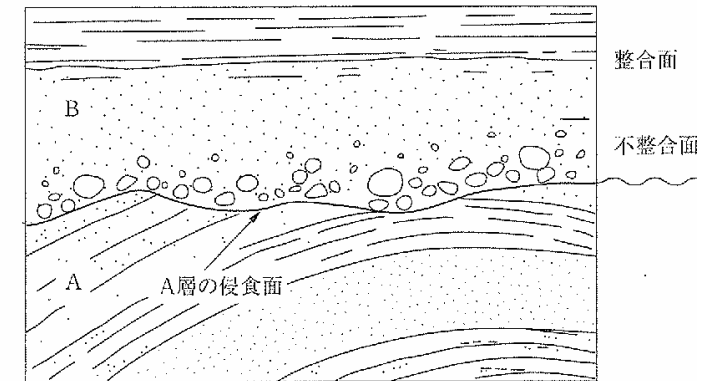


図 付録2.4 不整合の模式図(地盤工学会編「事例で学ぶ地質の話」より引用)

付録

付録3. 本報告書作成に使用した図書

- (1) 独立行政法人土木研究所材料地盤研究グループ地質チーム(2006)「第四紀断層の地質調査で現地調査すべき線状模様」. ダム技術No.235(2006.4)
- (2) 岡田篤正・東郷正美・中田高・植村善博・渡辺満久(1996)「都市圏活断層図」(京都東南部). 国土地理院
- (3) 岡田篤正・東郷正美編(2000)「近畿の活断層」. 東京大学出版会
- (4) 中田高・今泉俊文(2002)「活断層詳細デジタルマップ」. 東京大学出版会
- (5) 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平井一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志(2002)「第四紀逆断層アトラス」. 東京大学出版会
- (6) 植村善博(2000)「京都盆地の地震環境」. ナカニシヤ出版
- (7) 活断層会研究会編(1991)「新編日本の活断層」. 東京大学出版会
- (8) 地震調査委員会(2003)「三方・花折断層帯の長期評価について」
- (9) 地震調査委員会(2003)「京都盆地－奈良盆地断層帯南部(奈良盆地東縁断層帯)の評価について」
- (10) 水野清秀・寒川旭・関口春子・駒沢正夫・杉山雄一・吉岡敏和・佐竹健治・苅谷愛彦・栗本史雄・吾妻崇・須貝俊彦・栗田泰夫・大井田徹・片尾浩・中村正夫・森尻理恵・広島俊男・村田泰章・牧野雅彦・名和一成(2002)「50万分の1活構造図「京都」(第2版)及び同説明書」. 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- (11) 産業技術総合研究所(2009)「活断層データベース 2009年7月23日版」. 産業技術総合研究所研究情報公開データベースDB095
- (12) 独立行政法人土木研究所材料地盤研究グループ(地質)(2006)「活断層の位置及び規模の定量的認定方法に関する研究(4)活断層地形判読要素マニュアル」. 共同研究報告第338号
- (13) 平成10年度 天ヶ瀬ダム再開発事業地質解析その他業務報告書
平成14年度 天ヶ瀬ダム再開発事業地質総合解析他業務報告書
- (14) 天ヶ瀬ダム建設誌編集委員会(1966)「天ヶ瀬ダム建設誌」. 近畿地方建設局