

### 3. 3 断層活動履歴や平均変位速度の解明のための調査観測

#### 3. 3-1 陸上部の警固断層における最新活動時期の高精度化

##### (1) 業務の内容

(a) 業務題目 陸上部の警固断層における最新活動時期の高精度化

(b) 担当者

| 所属機関            | 役職     | 氏名     |
|-----------------|--------|--------|
| 独立行政法人産業技術総合研究所 | 研究チーム長 | 吉岡 敏和  |
| 独立行政法人産業技術総合研究所 | 主任研究員  | 宮下 由香里 |

(c) 業務の目的

陸上部分における警固断層の最新活動時期および複数回の層活動履歴をより高精度に求めることを目的に、既存の地形地質資料や埋蔵文化財発掘調査情報の収集整理を行う。また、平成 24 年度以降に実施するトレンチ調査の実施候補地点の選定を行うための事前ボーリング調査等を実施する。

(d) 3 ヶ年の年次実施業務の要約

1) 平成 23 年度：

警固断層帯（南東部）の陸上部分について、既存の地形地質資料および地表踏査結果に基づき、トレンチ調査用地選定のためのボーリング調査と地中レーダー探査を実施した。また、断層トレース沿いの埋蔵文化財発掘資料の収集・解析を行い、断層活動および液状化等の強震動イベントの抽出を行った。

2) 平成 24 年度：

警固断層帯（南東部）の陸上部分について、トレンチ調査用地選定のための調査を実施する。この際、サブテーマ 1-1 で得られた知見も参考にする。選定した複数地点においてトレンチ調査および年代測定を実施し、活動履歴を把握する。

3) 平成 25 年度：

補足トレンチ、ボーリング調査および年代測定を実施し、活動履歴の高精度化を図るとともに、これらのデータを整理検討し、断層帯全体の活動の時空分布図を作成する。

##### (2) 平成 23 年度の成果

(a) 業務の要約

警固断層帯（南東部）の陸上部分について、既存の地形地質資料および地表踏査結果に基づき、トレンチ調査用地選定のためのボーリング調査と地中レーダー探査を実施した。地中レーダー探査は、既存トレンチ調査等により地下構造のわかっている箇所を実施し、地下の様子が明瞭にイメージされていることを確認した後、他地点に展開した。その

結果、空中写真判読により推定されている断層通過位置についても、探査断面で断層が確認された箇所が複数存在する。以上より、ボーリング調査、地中レーダー探査および地形情報解析を組み合わせる手法が、平野部（都市部）におけるトレンチ掘削候補地選定に有効であることが判明した。また、断層トレース沿いの埋蔵文化財発掘資料の収集・解析を行い、断層活動および液状化等の強震動イベントの抽出を行った。その結果、従来推定されている警固断層の最新活動時期（約4千年前）以降の、警固断層に起因すると考えられる強震動イベントは抽出されなかった。

## (b) 業務の実施方法

### 1) ボーリング調査

ボーリング調査は、大野城市上大利地点と筑紫野市武蔵地点で実施した（図1）。



図1 調査地位置図

基図は20万分の1日本シームレス地質図<sup>®</sup>を用いた。

62

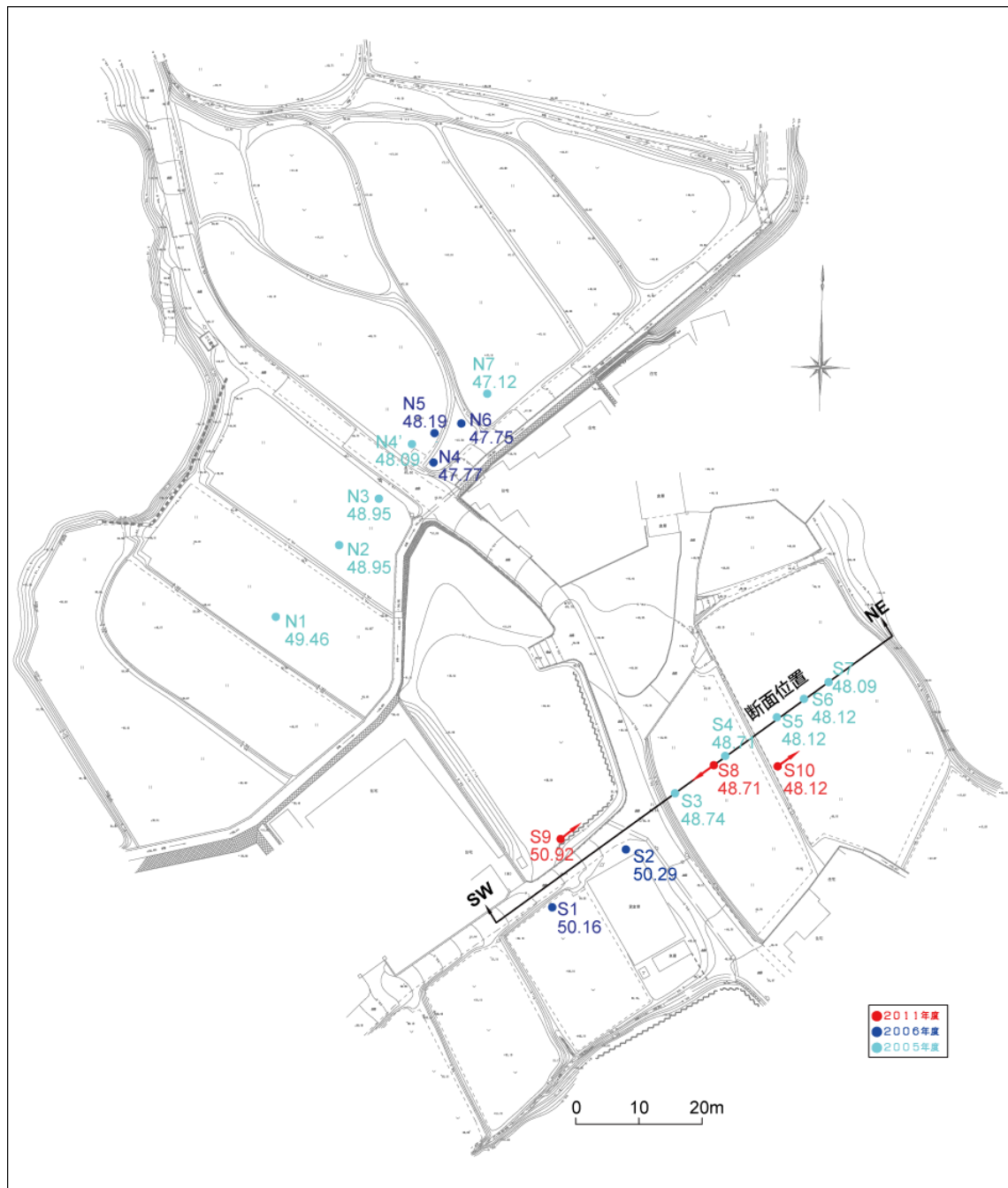


図3 武蔵地点ボーリング位置図

## 2) 地中レーダー探査

### a) 測線

地中レーダー探査は、大野城市上大利の2測線、水城跡近傍の2測線、太宰府市向佐野の3測線、太宰府市大佐野の3測線、筑紫野市塔原南（大門）の1測線および筑紫野市武蔵の3測線の合計14測線で実施した（図1および図11）。測線の地表面は、武蔵東側ー2測線が水田の耕作土である以外は、すべて舗装道路である。

### b) データの取得

地中レーダー探査のデータ取得の主な仕様を表1に示す。データ取得は、プロフィール



測定法（物理探査学会、2008）によって行った。本探査で用いた測定システムは GSSI 社製の SIR-3000 であり、送受信アンテナには GSSI 社製電磁シールド付き 100MHz アンテナ（Model-3207A）を使用した。

表 1 地中レーダー探査データ取得の主な仕様

|                   |                                            |
|-------------------|--------------------------------------------|
| Instrument        | SIR-3000 (Geophysical Survey Systems Inc.) |
| Antennae          | Model-3207A                                |
| Frequency         | 100 MHz                                    |
| Scan interval     | 0.0625m                                    |
| Data format       | DZT, 16 bit                                |
| No. of samples    | 512                                        |
| sampling interval | 0.391 nsec                                 |
| Recording length  | 200 nsec                                   |

測定は 2012 年 2 月 18 日および 2 月 19 日に実施した。測定では直径 400mm のサーベイホイールによってアンテナの移動距離と電磁波の送受信を同期させ、6.25cm 間隔のデータ取得を行った。測定の際には、アンテナの移動距離と地表位置や断層推定位置との関係を明確にするために、「マーカー」を設定した。また、再現性の確認のために各測線を往復して 2 回の測定を行った。

取得データのサンプリング間隔は 0.391nsec、記録長は 200nsec（512 サンプル）、記録データビット長は 16bit、記録ファイルフォーマットは DZT 形式である。

#### c) データ処理

本探査のデータ処理は、GSSI 社製の地中レーダー探査データ処理システム RADAN6.6 を用いて行った。データ処理の流れを表 2 に示す。各種フィルター処理や振幅調整を行い、各測線について往復走時 200nsec までの地中レーダー探査時間断面を得た。各断面にはマンホールや埋設管の影響を受けたノイズが認められる。マンホールの場合は直上を通らずとも影響を受けるので、ノイズを完全に回避することは困難である。システムノイズ等のランダムなノイズに関しては、Horizontal Stack によりノイズの低減を行った。

表 2 データ処理の流れ

|                      |
|----------------------|
| Data Edit            |
| Horizontal Stack     |
| Bandpass filter      |
| Linear Gain control  |
| Linear Color Scaling |

地中レーダー探査の往復走時に対する換算深度は、物質の比誘電率により異なり、実際の深度と対応させることは難しいため、目安の深度換算となる。今回の探査において、路面

下の想定される地盤の1 m当たりの換算往復走時は、物理探査学会（1999）によると、アスファルト 11nsec、碎石（乾燥砂に相当）11～16 nsec、平均的な表土 27 nsec、地山の砂（飽和）37 nsec、地山のシルト（飽和）21 nsec 等であり、おおよそ往復走時 25 nsec で深度 1 mに換算される。

### 3) 埋蔵文化財発掘資料の収集・解析

埋蔵文化財発掘資料の収集は、福岡県教育庁文化財保護課を通じて、警固断層が分布する福岡市，春日市，大野城市，太宰府市，筑紫野市，那賀川町，志免町，宇美町の8市町の埋蔵文化財担当部署に調査協力を依頼した。調査内容は、警固断層を中心として、概ね両側5km以内の範囲における埋蔵文化財発掘調査地をピックアップし、その調査報告書中に、地震の痕跡を示唆する記述があるか否かについての記載を求めた。

#### (c) 業務の成果

##### 1) ボーリング調査

大野城市上大利地点で掘削したボーリングコア写真と地質記載を図4および図5に、地質断面図を図6に示す。基盤岩である花崗岩の上面深度は、上大利No.3孔では5.9m、上大利No.4孔では2.4mであり、両者の間には約3.5mの高度差が認められる。しかし、空中写真判読では、上大利No.3孔の約10m東側に南側から流下する谷地形が認められ、断層トレースがここを通過する可能性もある。また、図6では、上記2孔の間に断層を推定しているが、この位置は現河床の攻撃斜面側に相当する（図2）ため、基盤上面の高度差は、現河床あるいは南側から流下する谷によって形成された浸食崖である可能性も否定できない。以上より、上大利地点では、ボーリング調査の結果のみからは、断層通過位置を特定することができなかった。しかし、基盤岩の上面深度および上位に分布する完新統の層相は、トレンチ調査地点として、適している条件を備えている。今後、後述する地中レーダー探査の追加探査と追加ボーリング調査、堆積物の放射性炭素年代測定を組み合わせることにより、トレンチ調査適地であるか否か判断できるものとする。

上大利 No.3 0.0m ~ 7.0m



図4 上大利No. 3孔のコア写真と地質記載

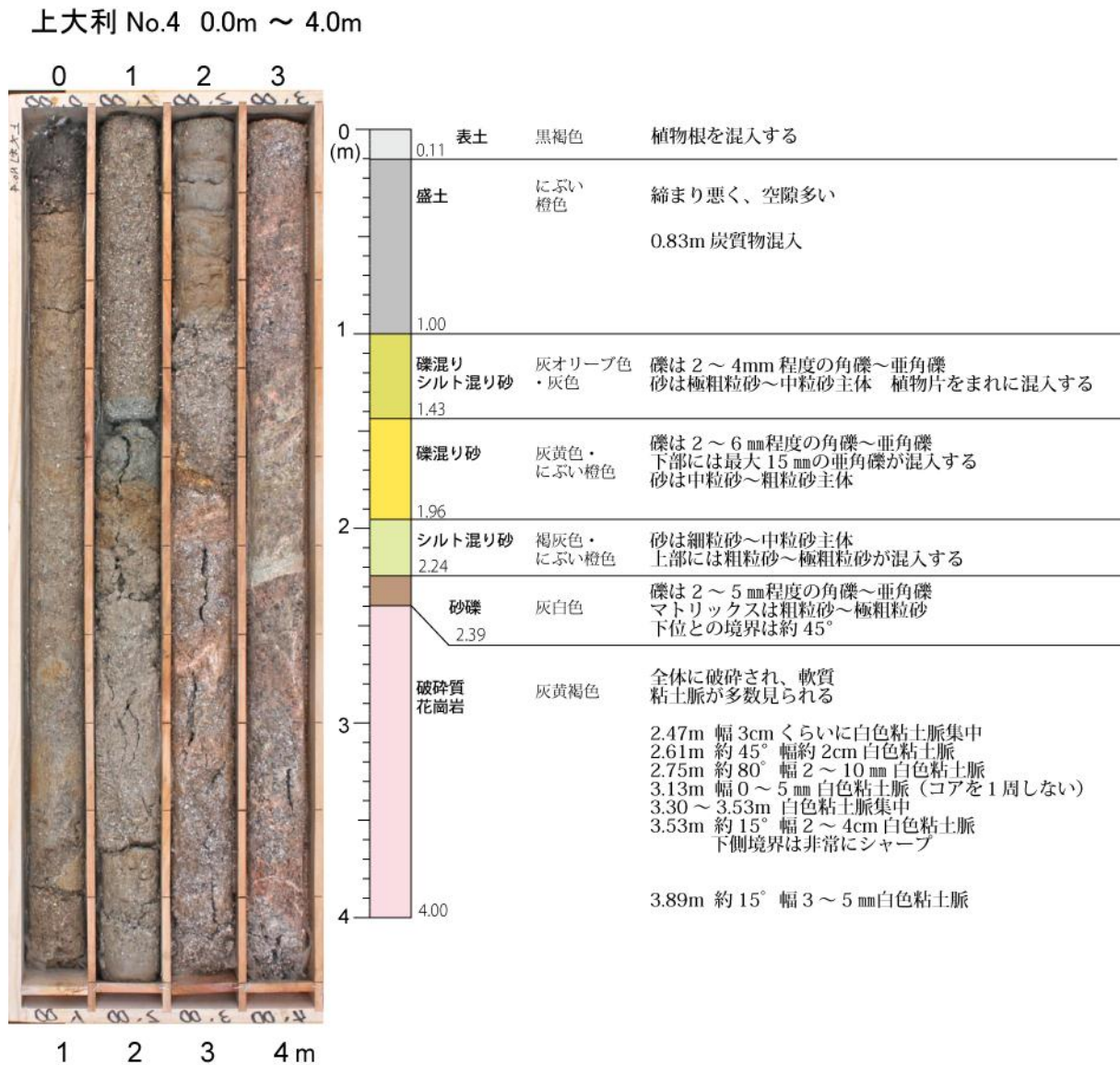


図 5 上大利No.4孔のコア写真と地質記載

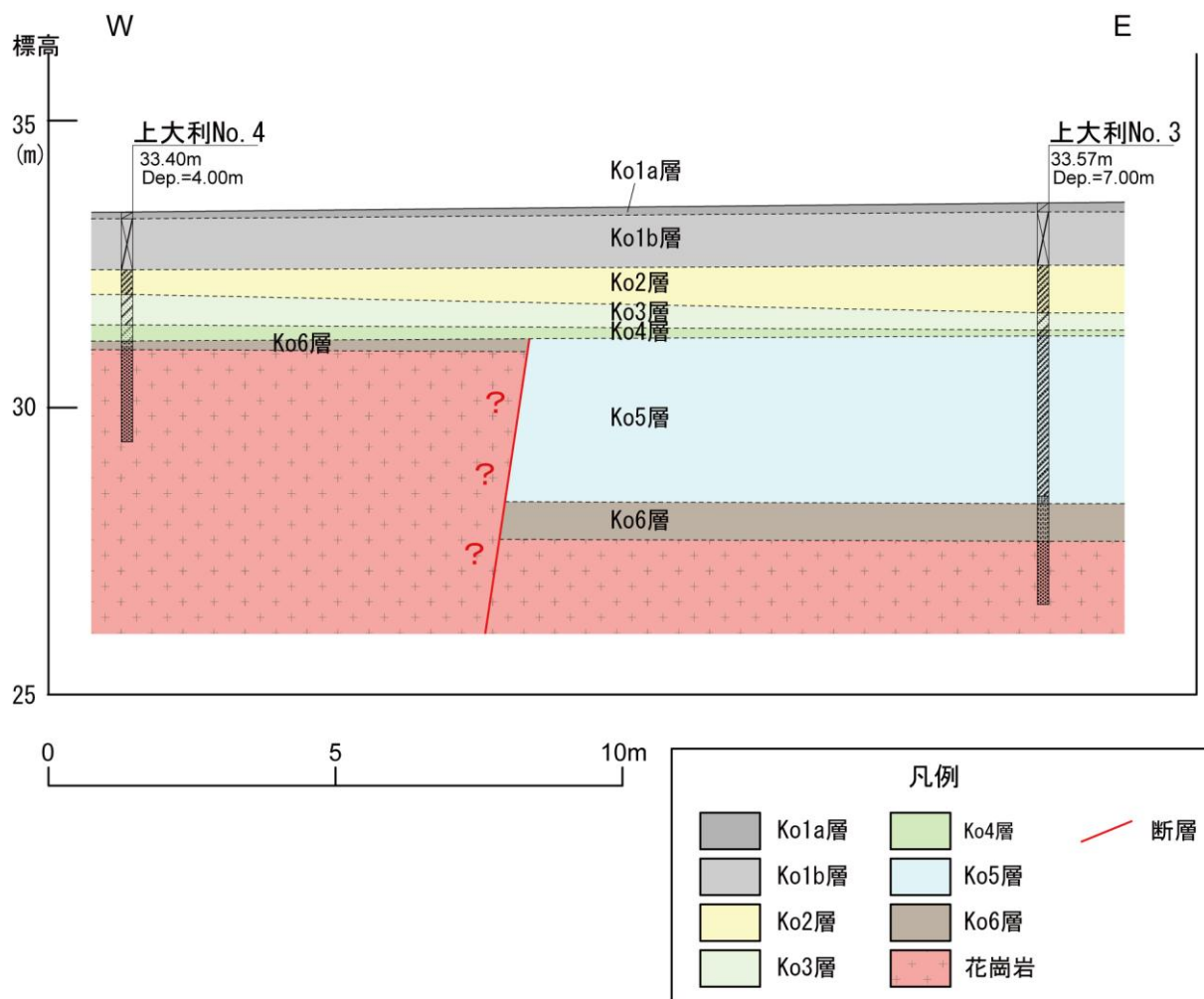


図6 上大利地点地質断面図

筑紫野市武蔵地点で掘削したボーリングコア写真と地質記載を図7～図9に、地質断面図を図10に示す。図10には、吾妻ほか（2007）のボーリング調査結果をあわせて示している。吾妻ほか（2007）では、空中写真判読結果と、S2孔とS3孔の間に3m程度の基盤岩の上面深度差があること等から、ここを断層が通過するものと推定している。そこで、本調査では、推定される断層通過位置の基盤花崗岩中に、断層粘土を伴うような断層破碎帯が存在するか否かを確認することを目的として、下方斜め45° 方向にS8孔およびS9孔を掘削した（図3）。両孔から得られたボーリングコアにおいて、花崗岩中には、割れ目や厚さ1m以下粘土脈は見られるものの、断層は認められなかった（図7および図8）。したがって、S2孔とS3孔の間に断層は存在しないと判断した。一方、本地点のS7孔の約10m北東側には、基盤花崗岩が露出する孤立丘が認められており、その背面（南西側）に断層トレースが通過する可能性が指摘されている（吾妻ほか、2007）。S10孔は、孤立丘の南西側基盤岩中に断層破碎帯が存在するか否かを確認することを目的として、下方斜め45° 方向に掘削した。S10孔から採取されたボーリングコアの花崗岩中において、深度21.2m以深から約20cmの間には白色粘土を伴うカタクレサイトが認められた。断層はこの地点を通過する可能性があるが、位置確認のためには、さらなる地形地質調査・解析が必要である。



武蔵 S8 0.0m ~ 25.0m

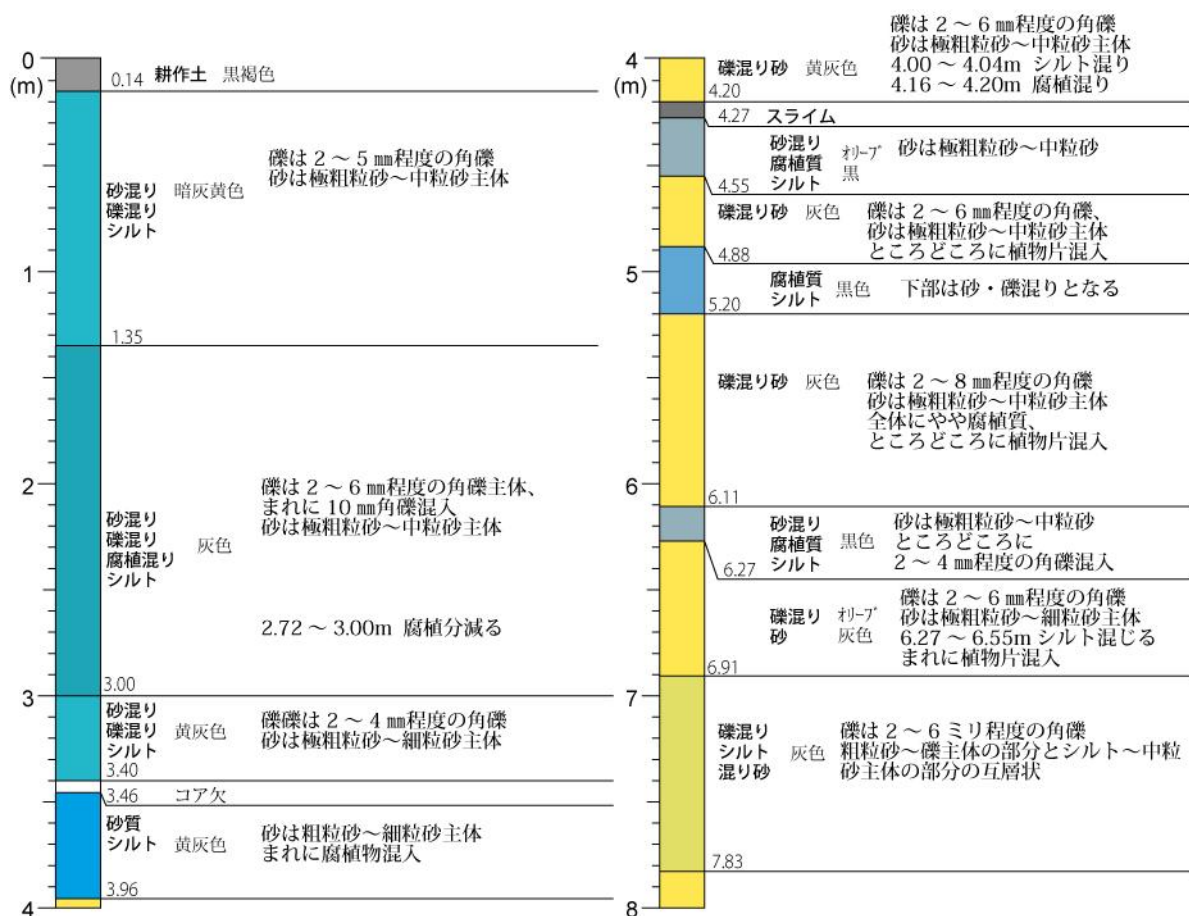
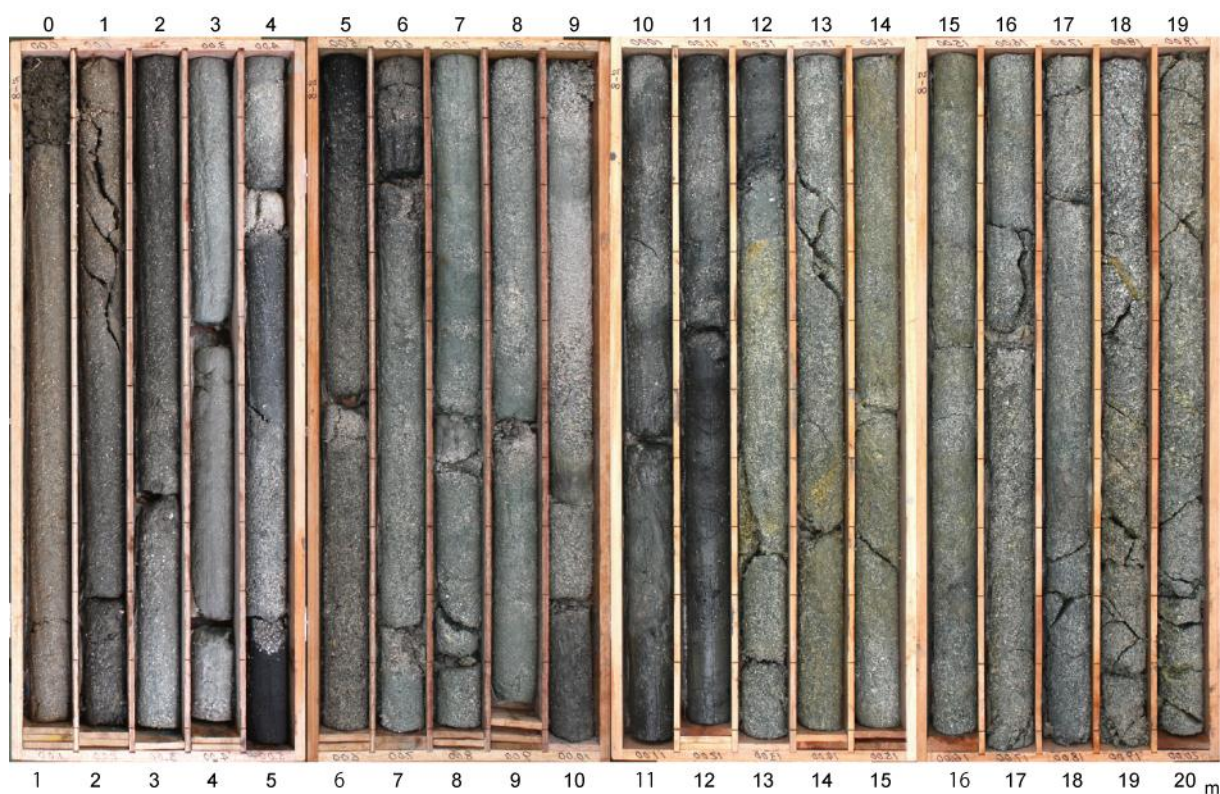


図 7 武蔵S8孔のコア写真と地質記載

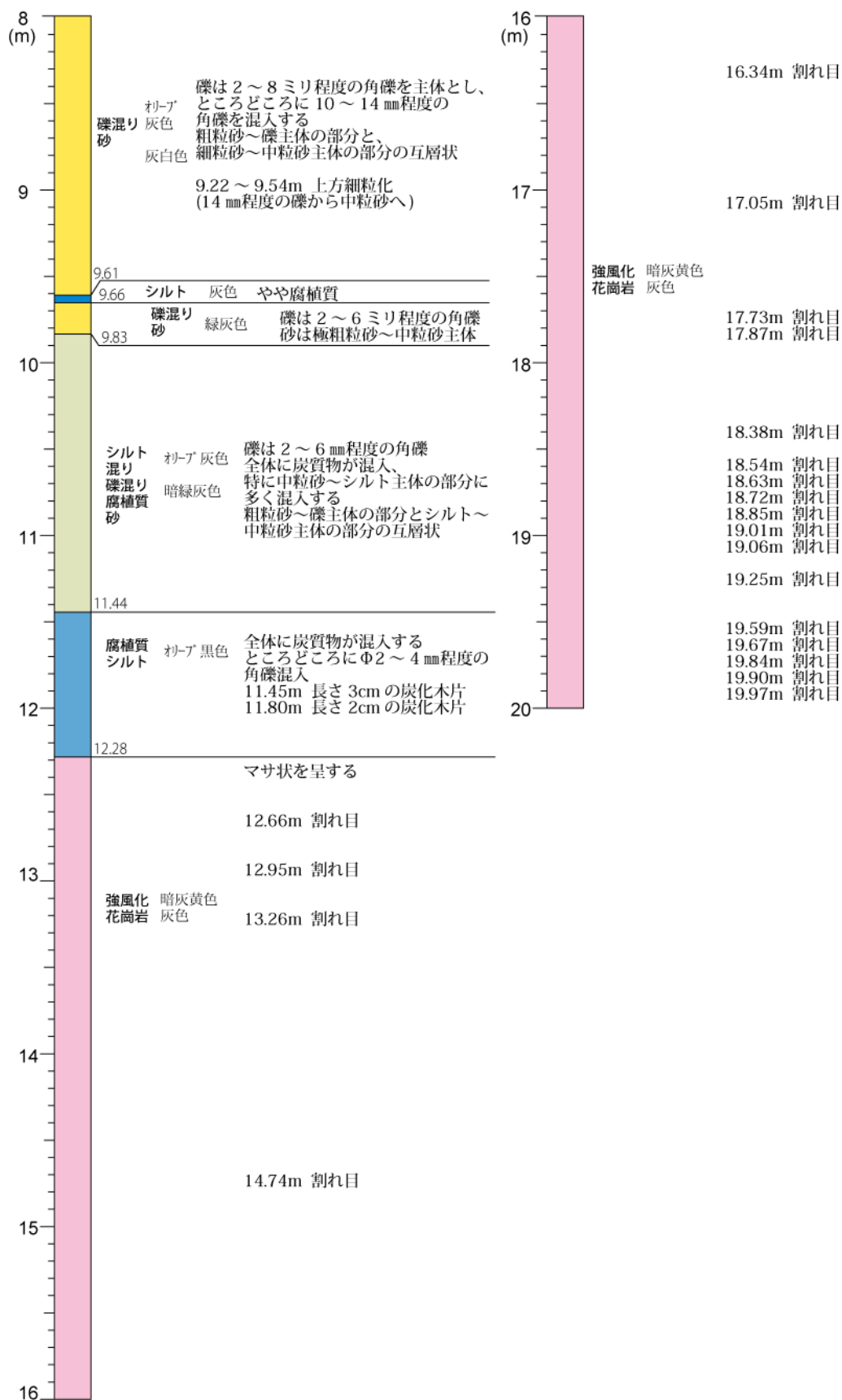


図7 武蔵S8孔のコア写真と地質記載 (つづき)



武蔵 S9 0.0m ~ 25.0m



図 8 武蔵S9孔のコア写真と地質記載

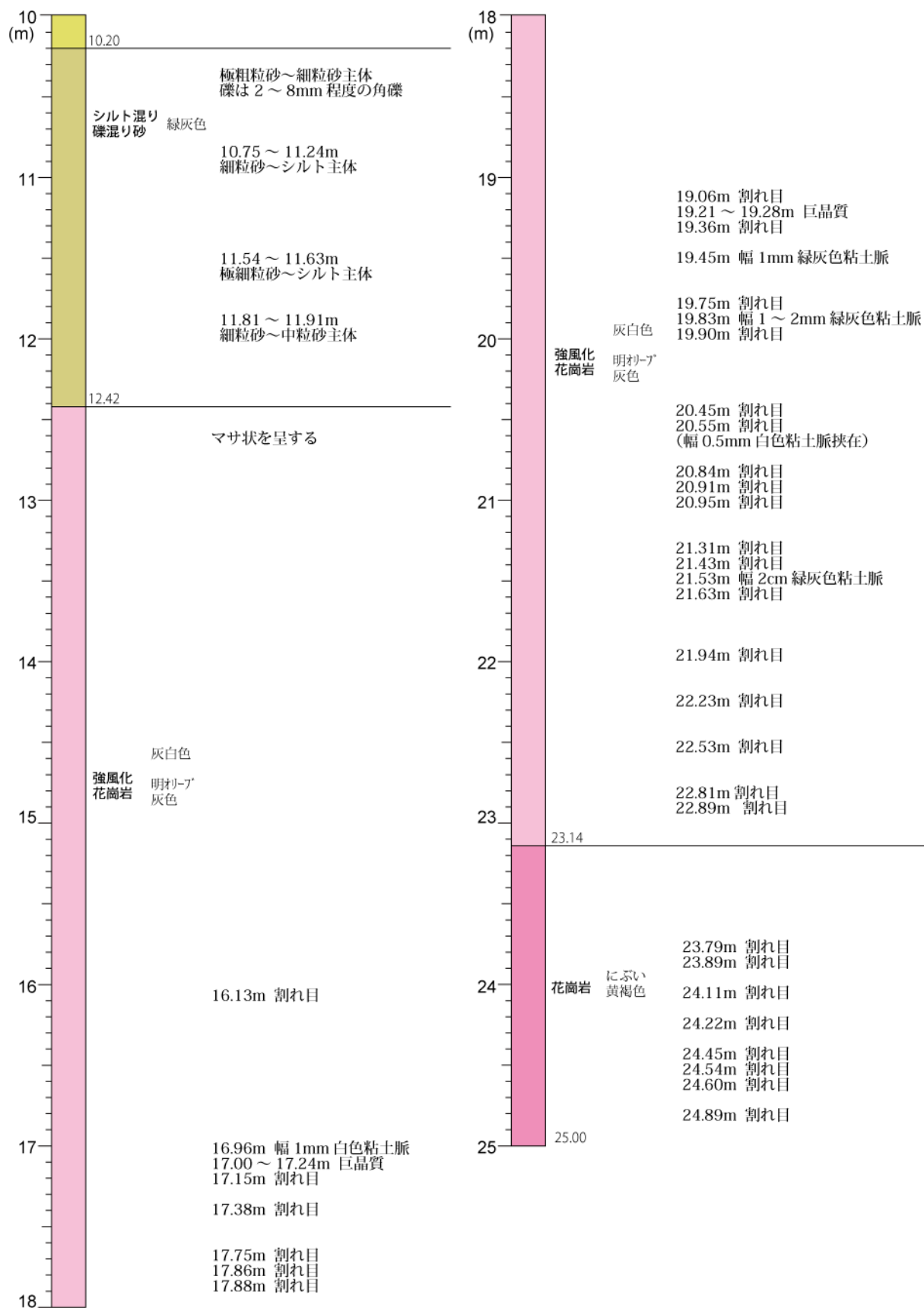


図 8 武蔵S9孔のコア写真と地質記載 (つづき)



武蔵 S10 0.0m ~ 25.0m

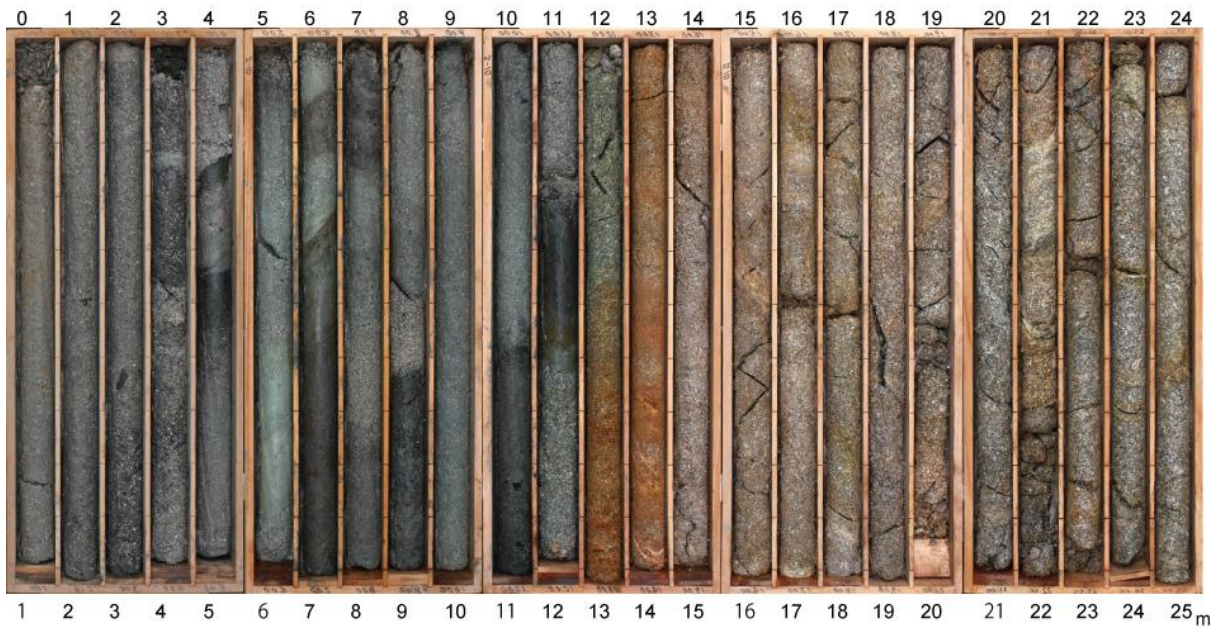


図9 武蔵S10孔のコア写真と地質記載



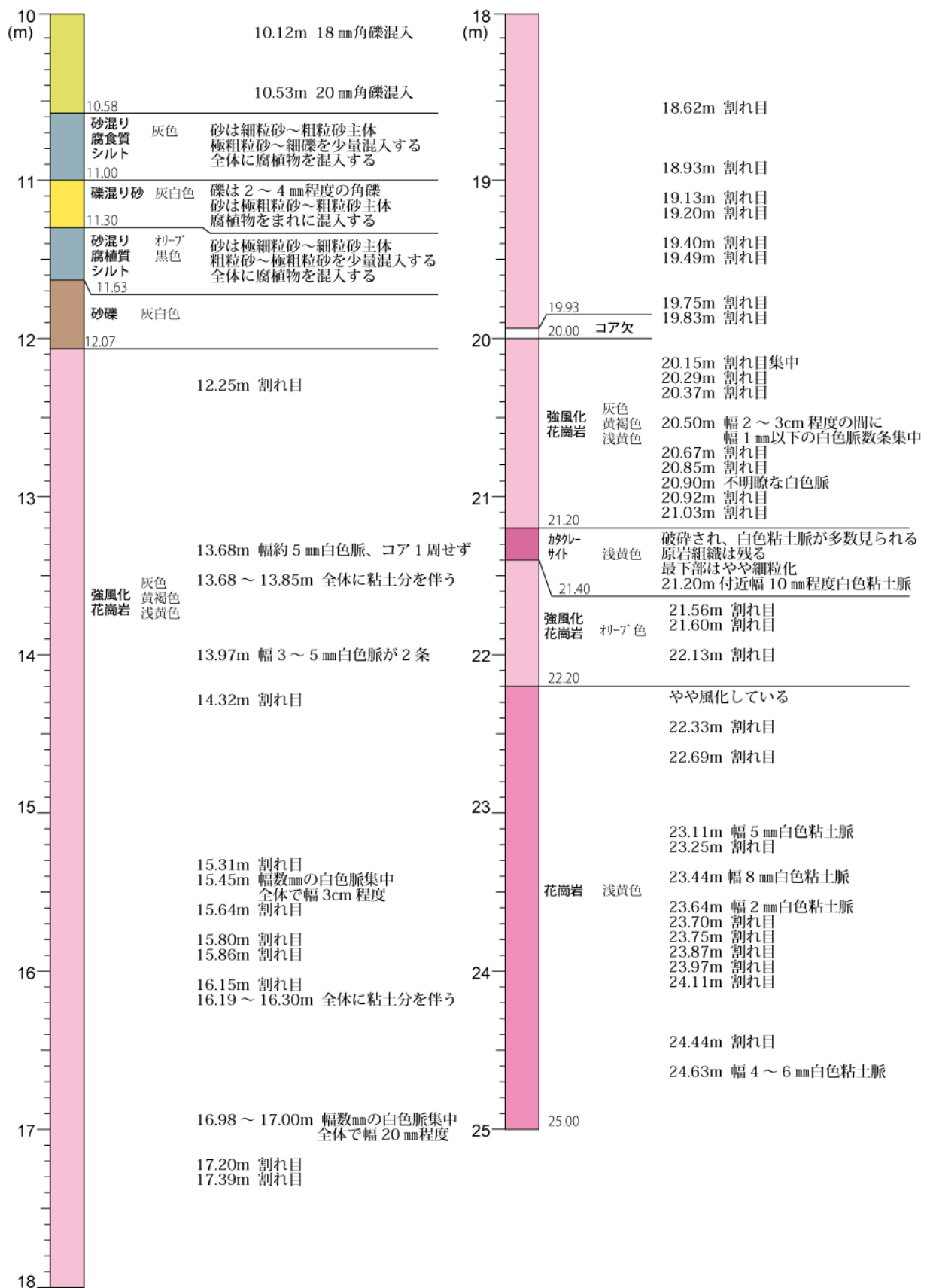


図9 武蔵S10孔のコア写真と地質記載（つづき）

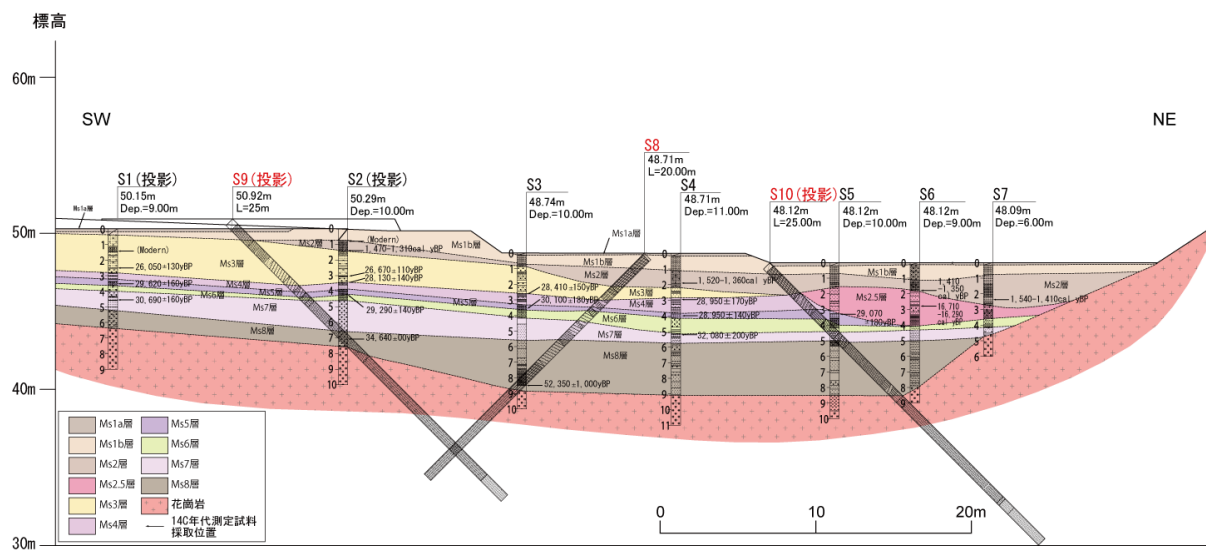


図10 武蔵地点地質断面図

## 2) 地中レーダー探査

地中レーダー探査は警固断層分布域のうち、大野城市上大利以南、筑紫野市武蔵以北の地域で実施した（図11）。

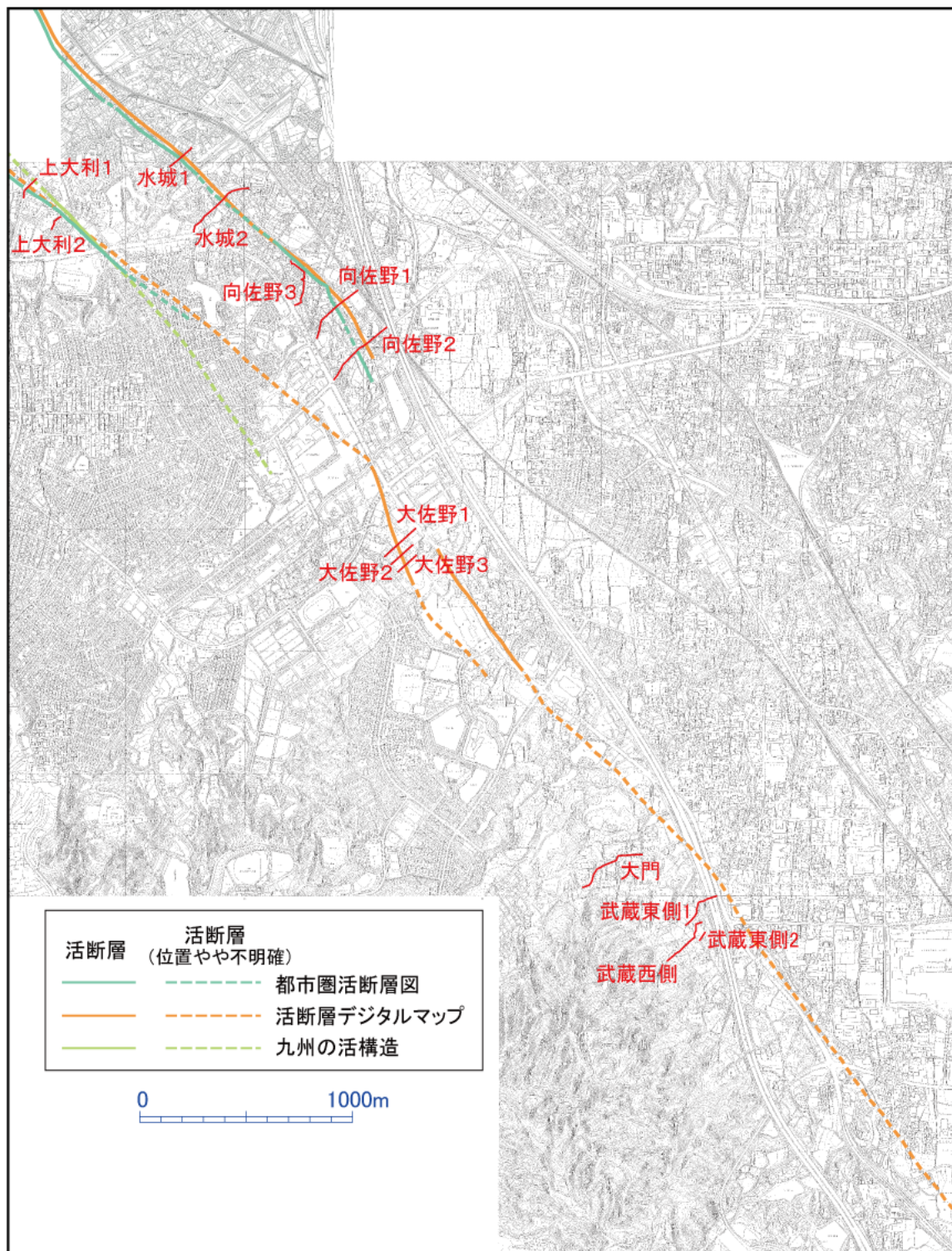


図11 地中レーダー探査測線図



大野城市上大利および水城測線の詳細位置図を図12に、探査結果を図13～図15に示す。すべての時間断面図において、往復走時約20 nsec～30 nsecより浅い部分は、地表面のアスファルトないしコンクリート舗装を見ているものと考えられる。

上大利-1 測線の時間断面図において、宮下ほか（2007）に示された断層トレースの延長はM1付近と通過すると考えられる。この部分では、往復走時約200 nsec付近まで、ほぼ垂直な断層面が明瞭にイメージングされている（図13）。断層面は上方に向かって複数条に分岐した形態を示すとともに、地表に向かって低角化する。トレンチ壁面に露出した地層との対応関係から、M1より南西側の反射面がやや薄い部分が花崗岩に、M1より北東側の明瞭な反射面群が腐植質シルト層および砂層にそれぞれ対比される。以上の特徴より、本測線の時間断面は、実際の地質構造を精度良く反映しているものと推察される。また、距離約50m付近の地下にも、明瞭な断層が認められる。上大利-2 測線の時間断面図においては、断層は認められない。本測線は、上大利ボーリング調査を実施した地点に隣接する道路上であるが、ボーリング調査から推定される位置に断層は認められない。

水城-1 測線の時間断面図では、距離20m付近の往復走時50 nsec以深に断層が認められる（図14）。また、M1付近には地表まで切るような断層が認められる。M1付近の断層は、大局的には、中田・今泉編（2002）あるいは千田ほか（1996）の断層トレースに一致する（図12）。水城-2 測線の時間断面図では、距離5m、90m、195m、215m、255m、270m付近に断層が認められる（図15）。これらのうち、距離5m地点の断層は谷口ほか（2008）の、距離195m地点の断層は中田・今泉編（2002）あるいは千田ほか（1996）の断層トレースに一致する（図12）。

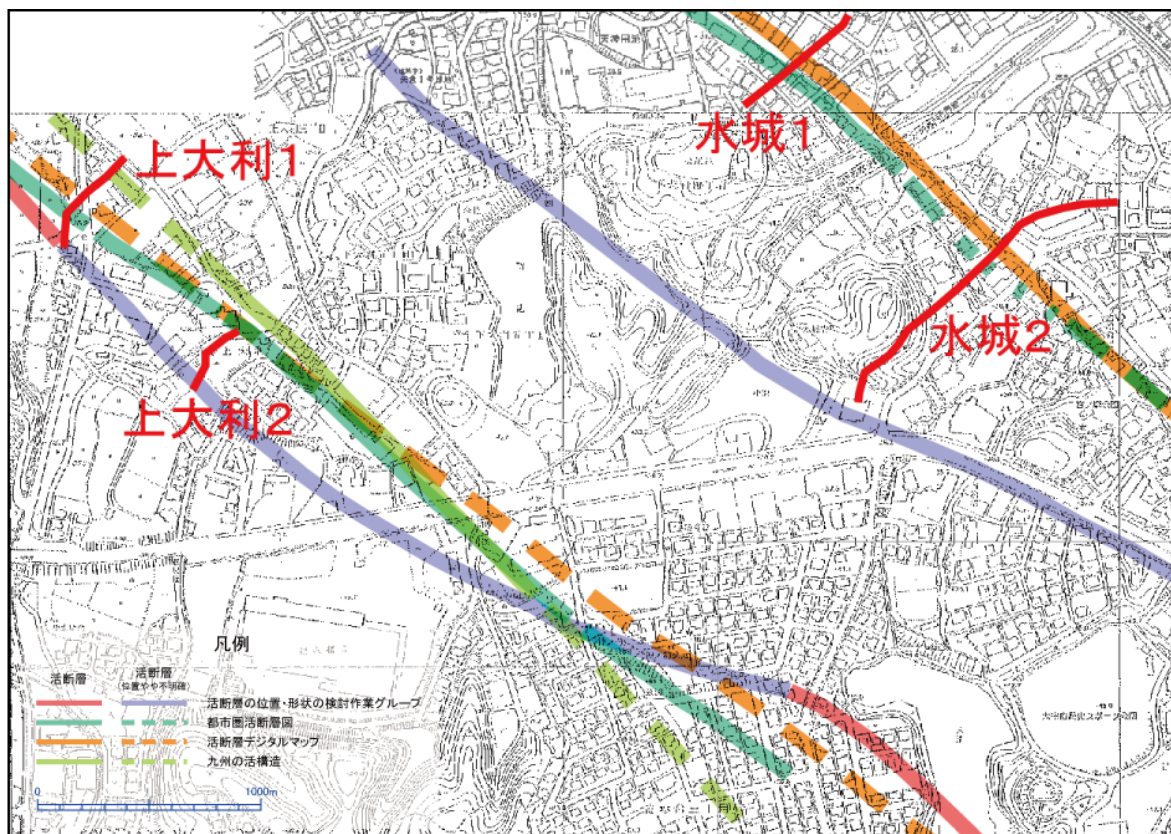


図12 上大利および水城測線詳細位置図



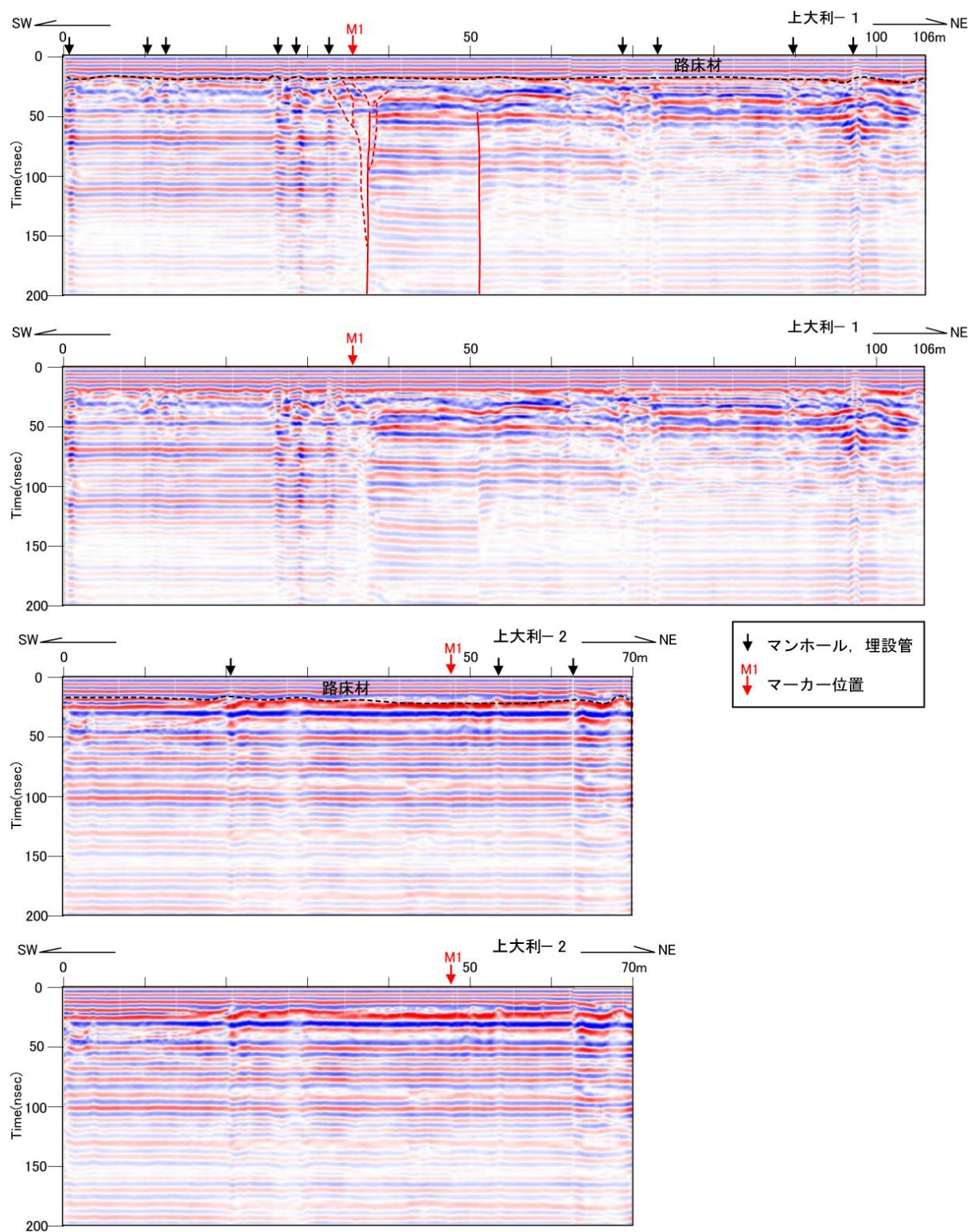


図13 上大利 1，2 測線の地中レーダー探査結果

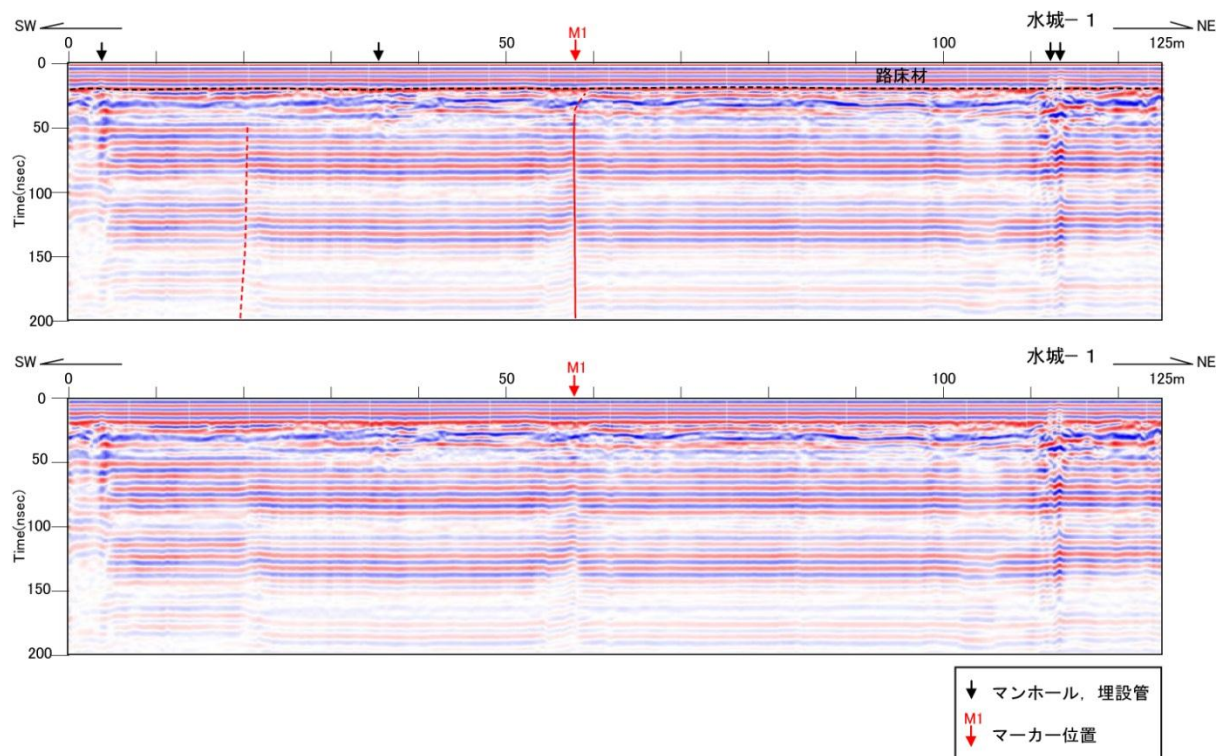


図14 水城1 測線の地中レーダー探査結果

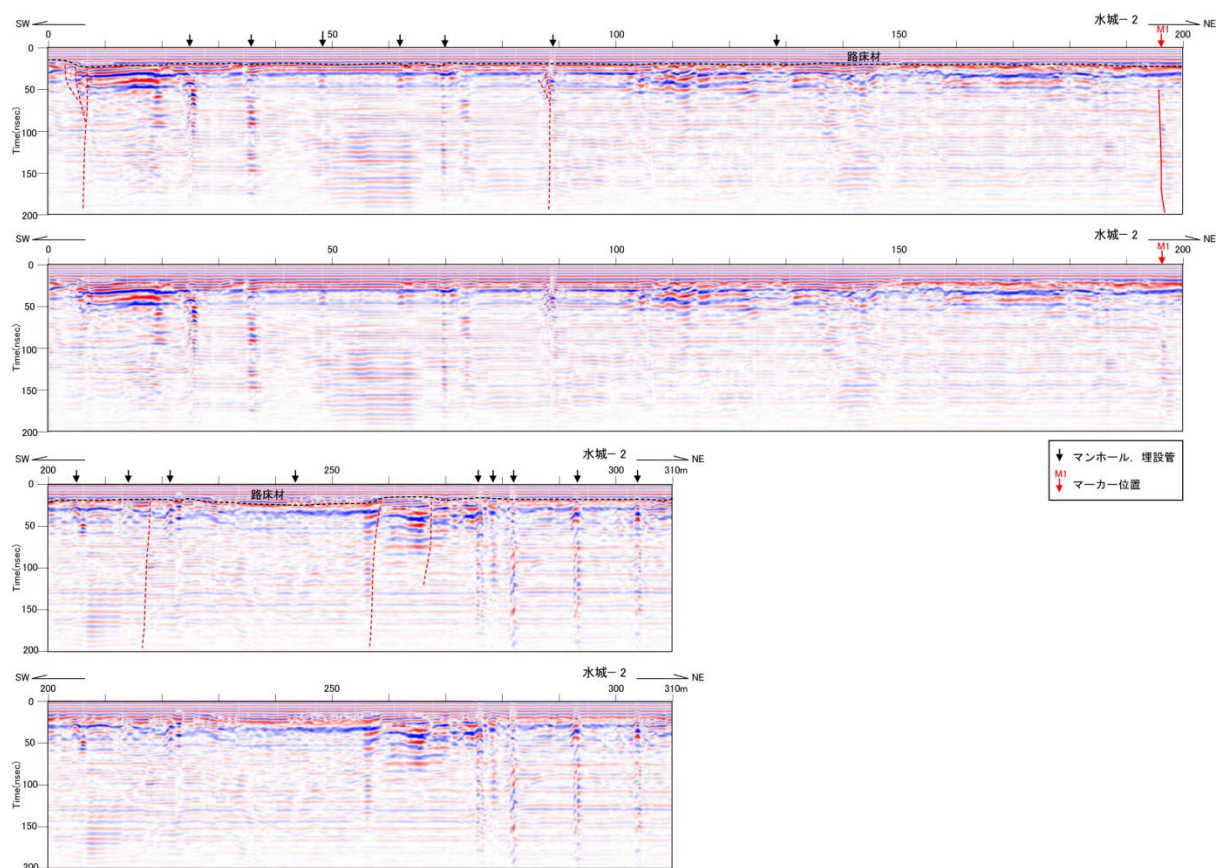


図15 水城2 測線の地中レーダー探査結果



太宰府市向佐野測線の詳細位置図を図16に、探査結果を図17～図19に示す。すべての時間断面図において、往復走時約20 nsec～30 nsecより浅い部分は、地表面のアスファルトないしコンクリート舗装を見ているものと考えられる。

向佐野-1 測線の時間断面図では、距離60m～100m付近に、凹地を埋積する形状を示す堆積層が認められる。また、距離167m地点に断層の可能性のある面が認められる（図17）。この地点は、千田ほか（1996）の断層トレース通過位置に一致する（図16）。向佐野-2 測線の時間断面図では、距離5m～55mおよび距離55m～140m付近に、凹地を埋積する堆積層が認められる。また、距離127m、138m、260m地点に断層面が認められる（図18）。距離138m地点の断層は、千田ほか（1996）の断層トレース通過位置に一致する（図16）。向佐野-3 測線の時間断面図では、全体にわたって、往復走時約50 nsec以浅に明瞭な反射面群が認められる。他測線との比較から、これらは堆積層を反映しているものと推定される、距離40m、55m、130m前後の地点に断層面が認められる（図19）。距離55m地点の断層は、谷口ほか（2008）の断層トレース通過位置に一致する（図16）。

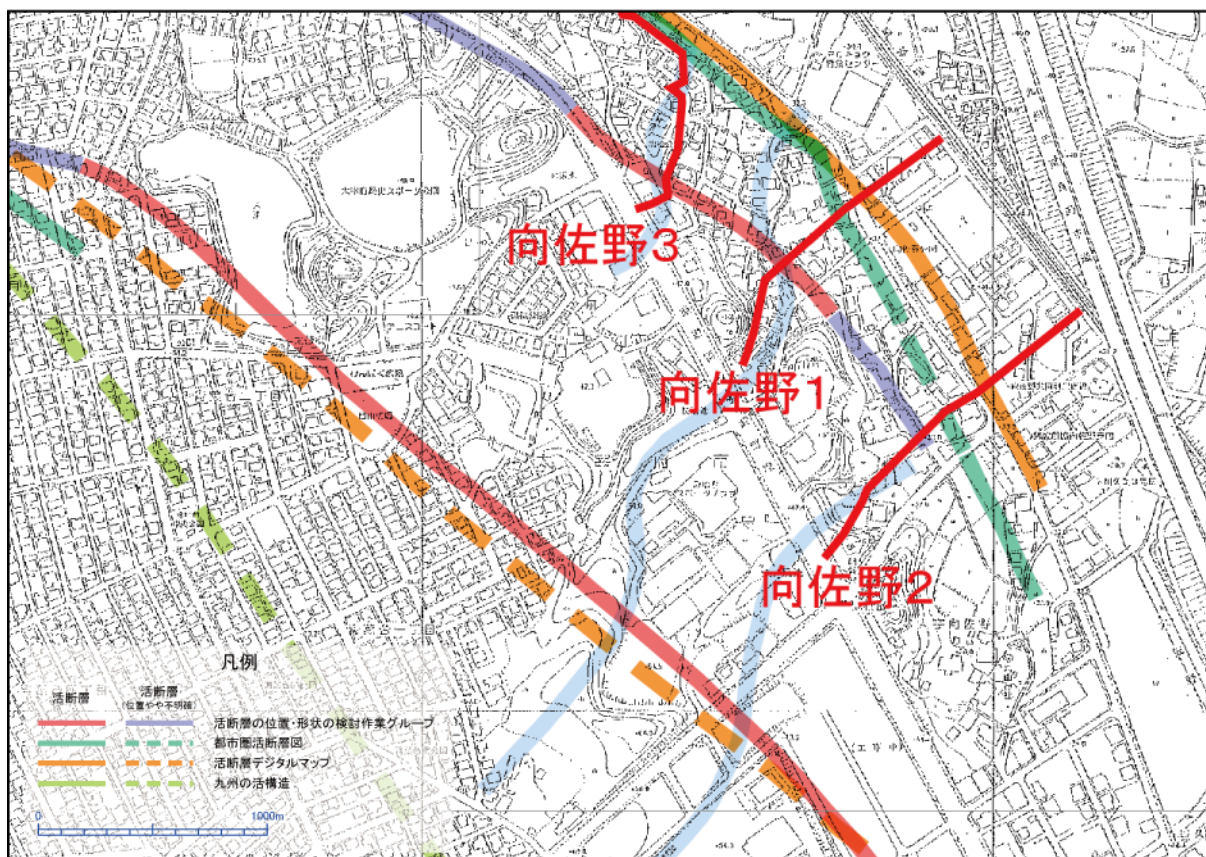


図16 向佐野測線詳細位置図



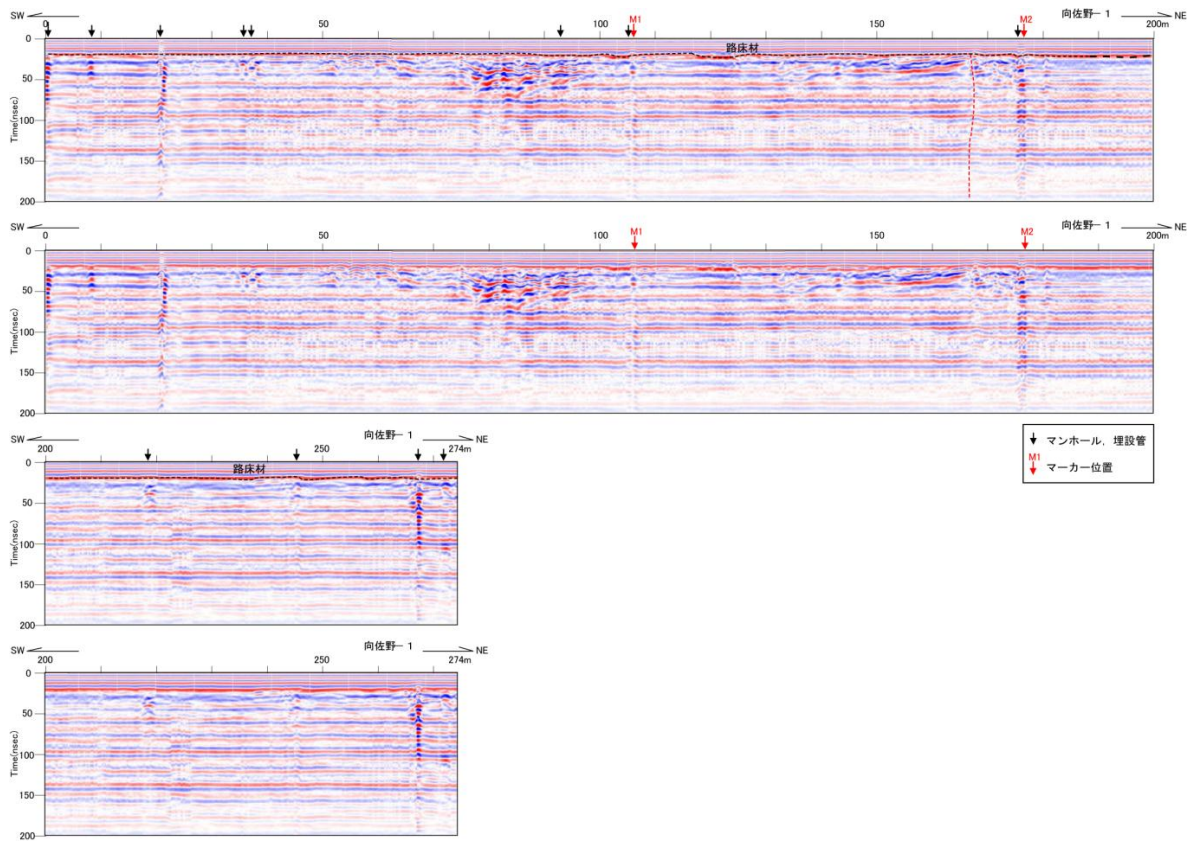


図17 向佐野 1 測線の地中レーダー探査結果

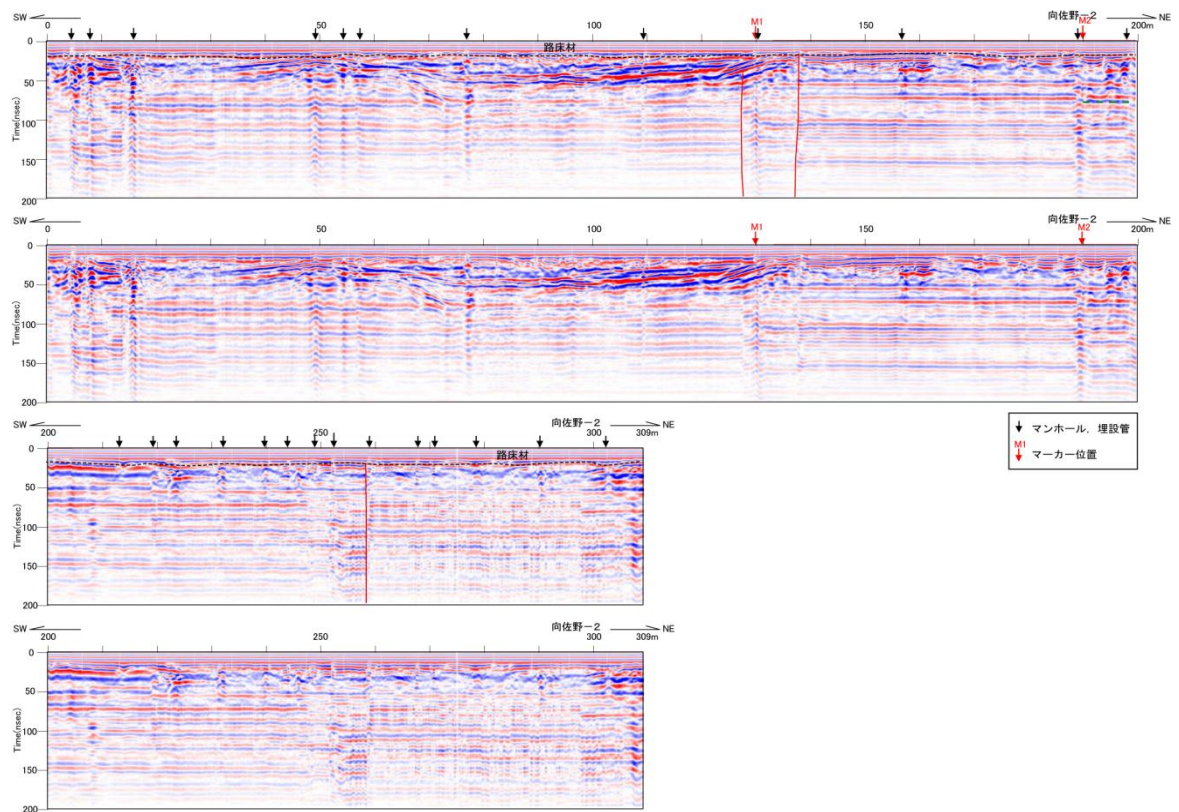


図18 向佐野 2 測線の地中レーダー探査結果

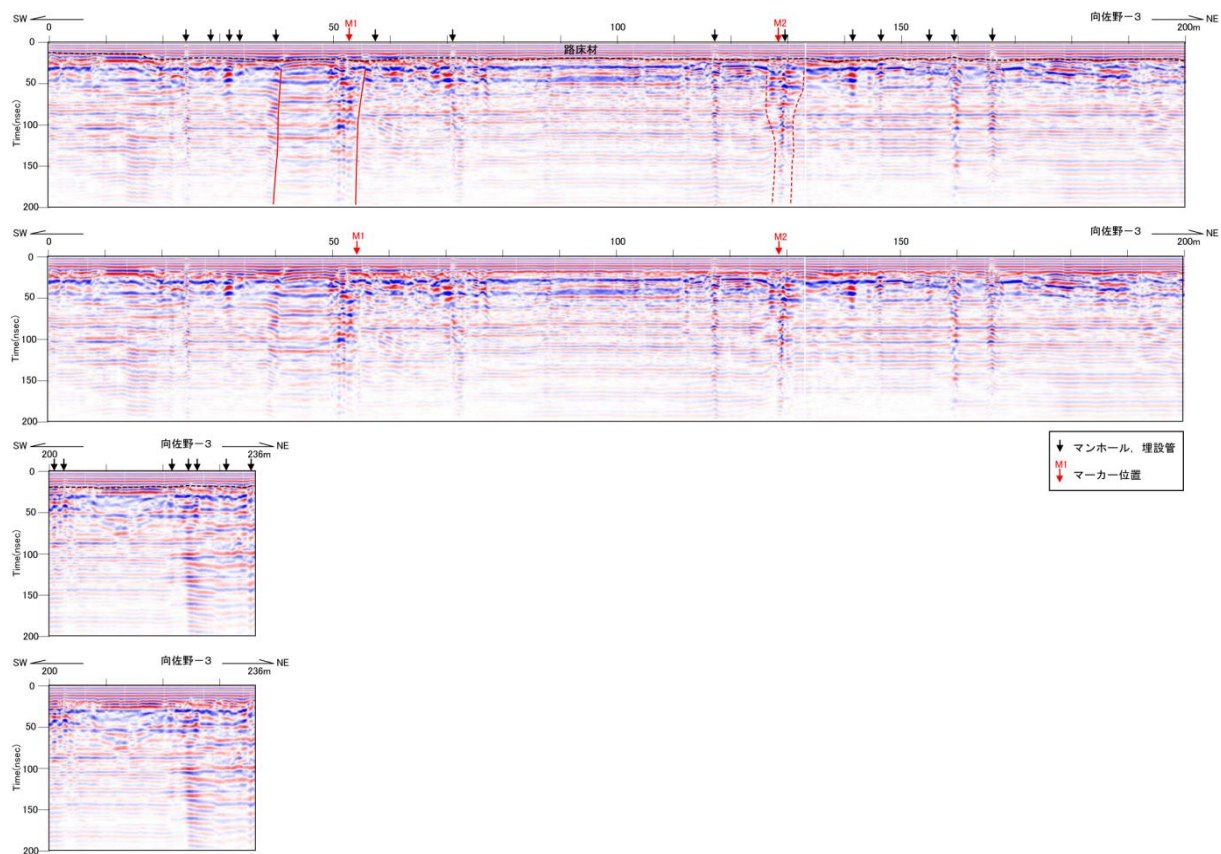


図19 向佐野3測線の地中レーダー探査結果



太宰府市大佐野測線の詳細位置図を図20に、探査結果を図21および図22に示す。両時間断面図において、往復走時約20 nsec～25 nsecより浅い部分は、地表面のアスファルトないしコンクリート舗装を見ているものと考えられる。また、往復走時約70 nsecより浅い部分は、造成の際の盛土であると推定される。

大佐野-1 および2 測線の時間断面図では、断層は認められない。大佐野-2 測線の南側では下山ほか（1999）が、北側では産業技術総合研究所（未公表資料）がそれぞれトレンチ調査を実施し、西側隆起成分を持つ断層の存在を確認しているが、時間断面図には現れていない（図21）。大佐野-3 測線の時間断面図では、M1付近にほぼ垂直な断層が認められる（図22）。この位置は、上記トレンチ調査結果から推定される断層通過位置と調和的である。

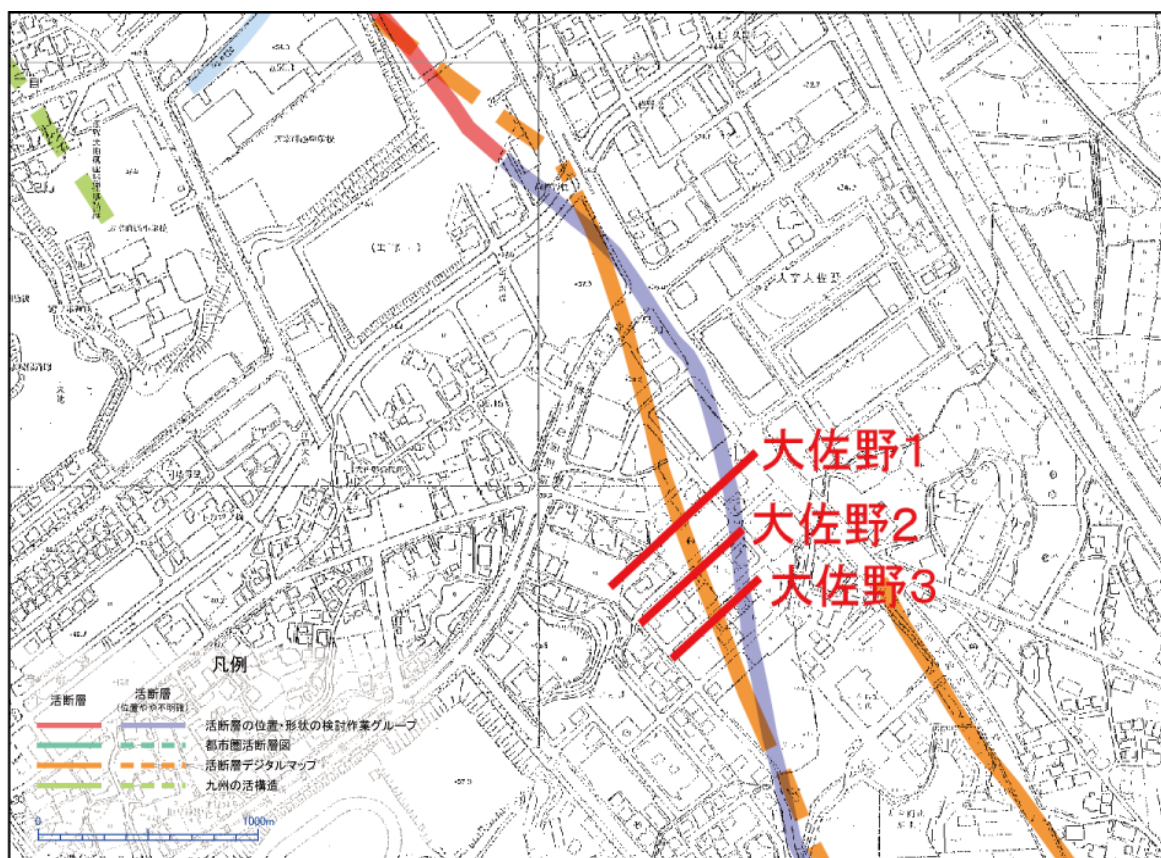


図20 大佐野測線詳細位置図



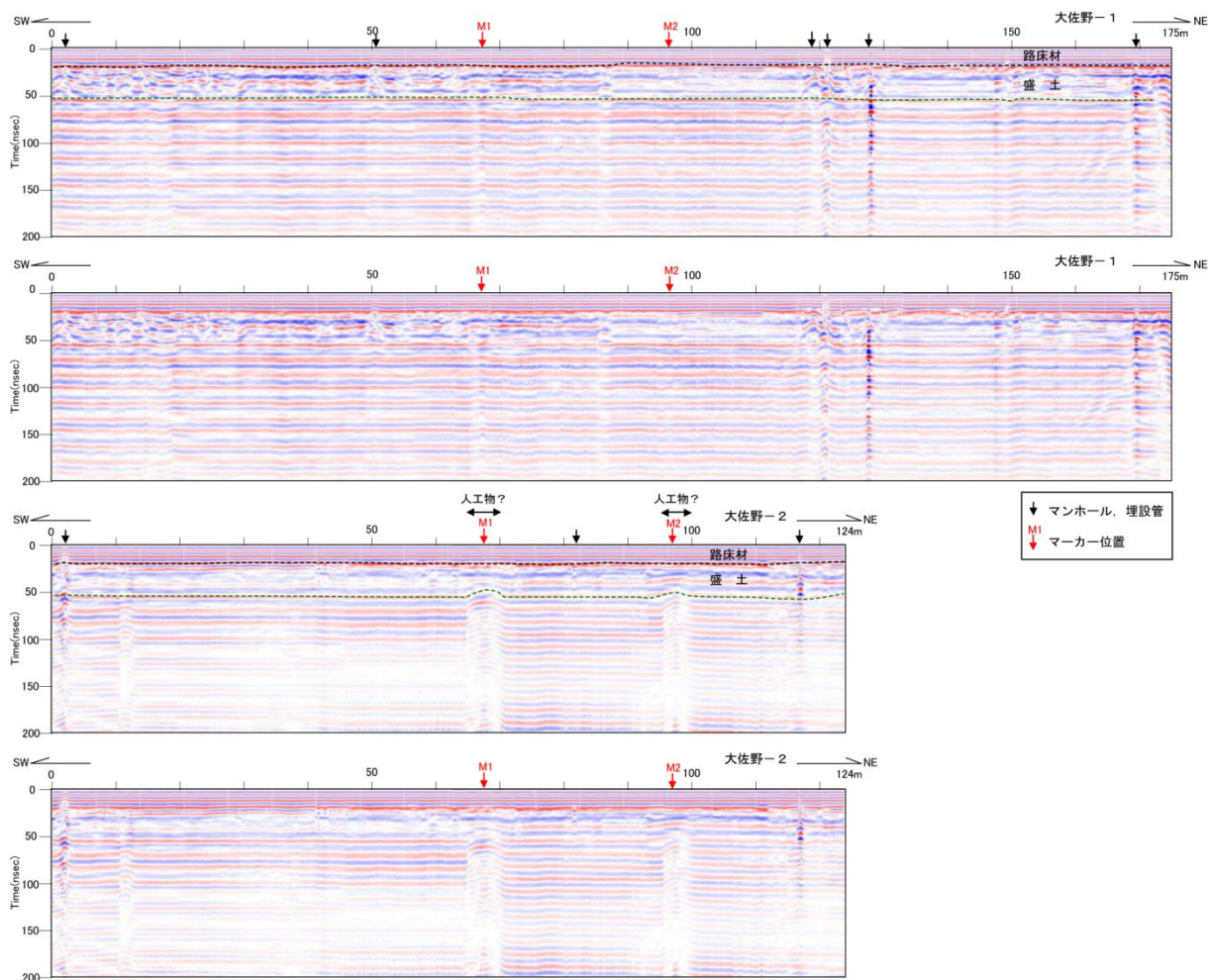


図21 大佐野 1，2 測線の地中レーダー探査結果

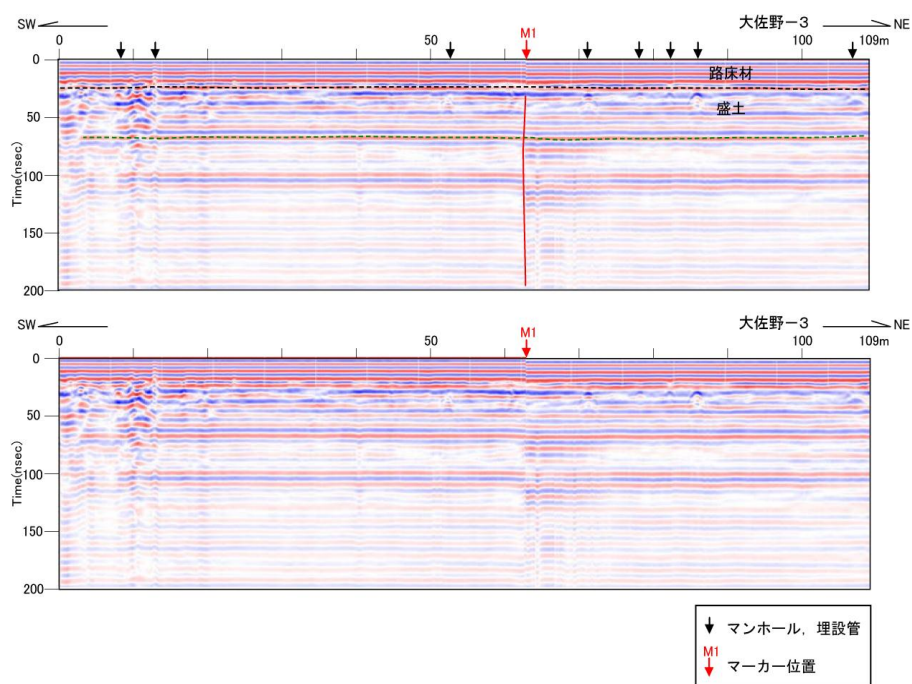


図22 大佐野 3 測線の地中レーダー探査結果

筑紫野市大門および武蔵測線の詳細位置図を図23に、探査結果を図24～図26に示す。すべての時間断面図において、往復走時約20 nsec～30 nsecより浅い部分は、地表面のアスファルトないしコンクリート舗装を見ているものと考えられる。

大門測線の時間断面図では、距離70m～130m付近に、凹地を埋積する形状を示す堆積層が認められる。また、距離100m、135m地点に断層の可能性のある面が認められる（図24）。距離100m地点の断層は、谷口ほか（2008）の断層トレース通過位置に一致する（図23）。

武蔵東側-1 および2、武蔵西側測線の時間断面図では、断層は認められない（図25および図26）。

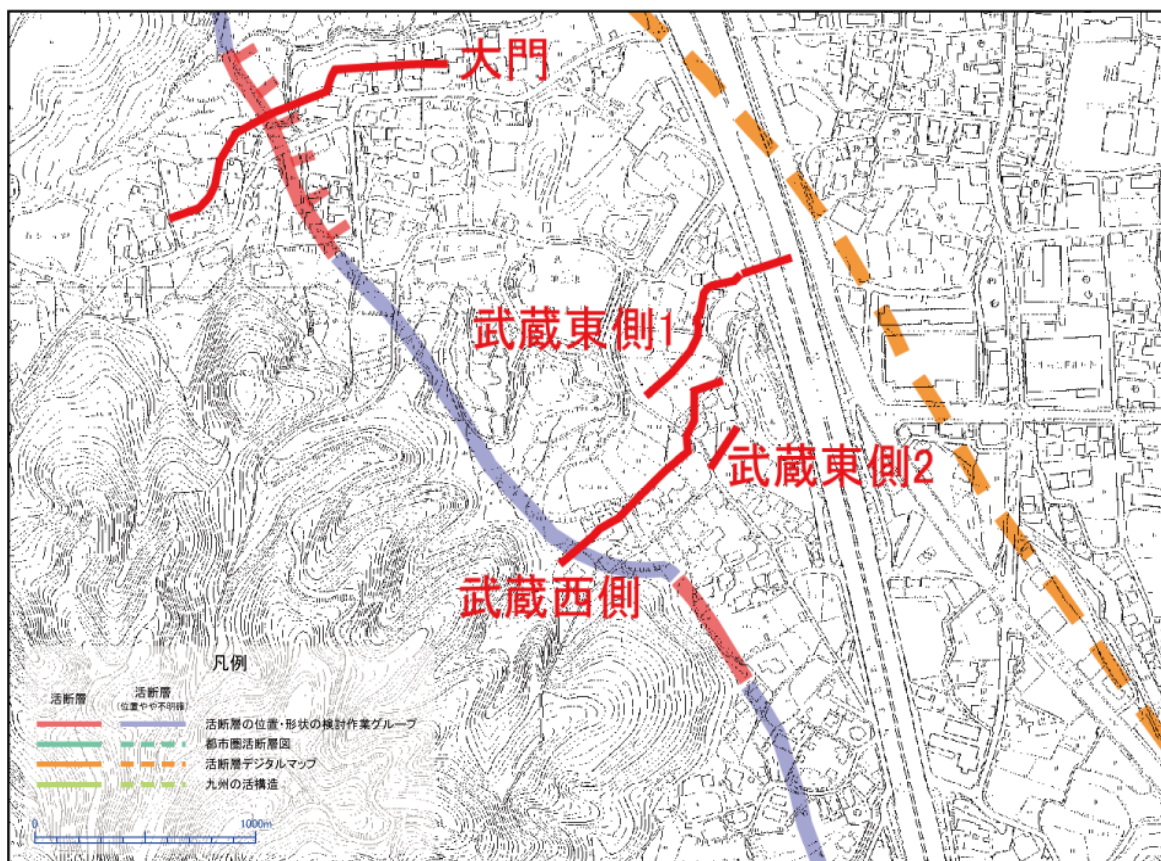


図23 大門および武蔵測線詳細位置図



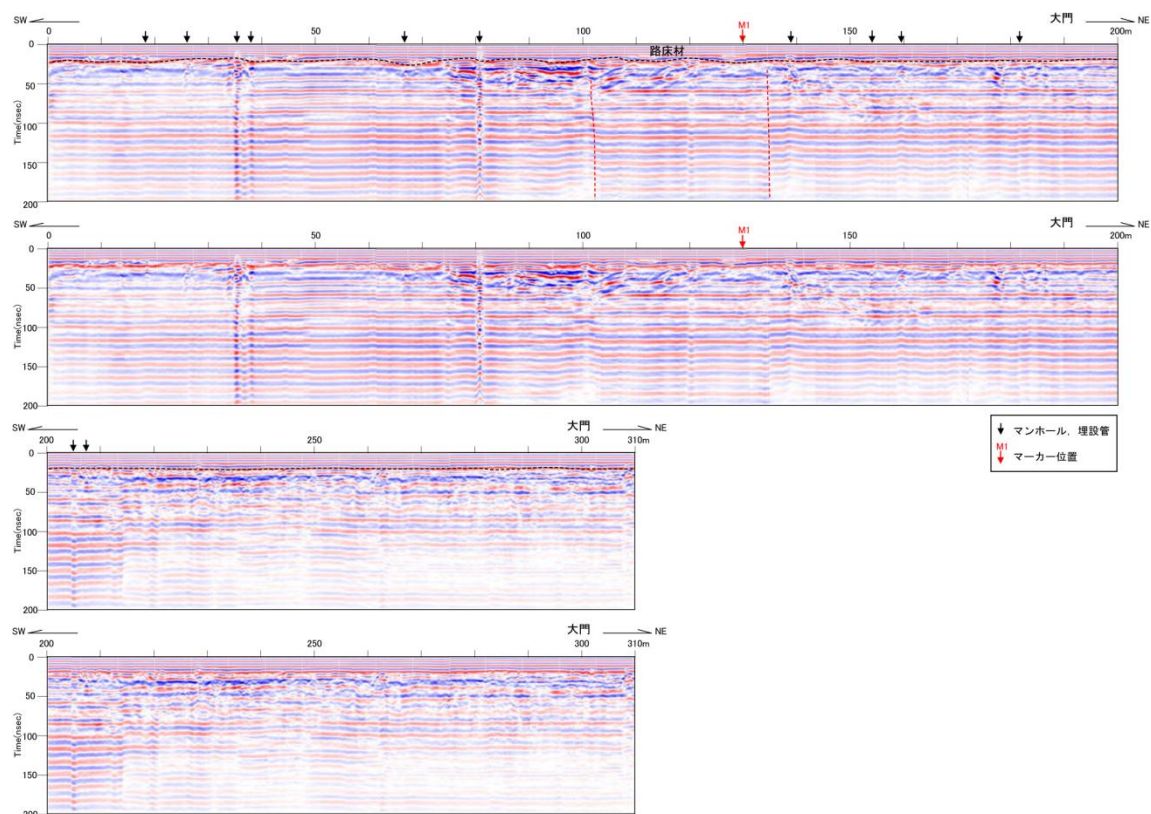


図24 大門測線の地中レーダー探査結果

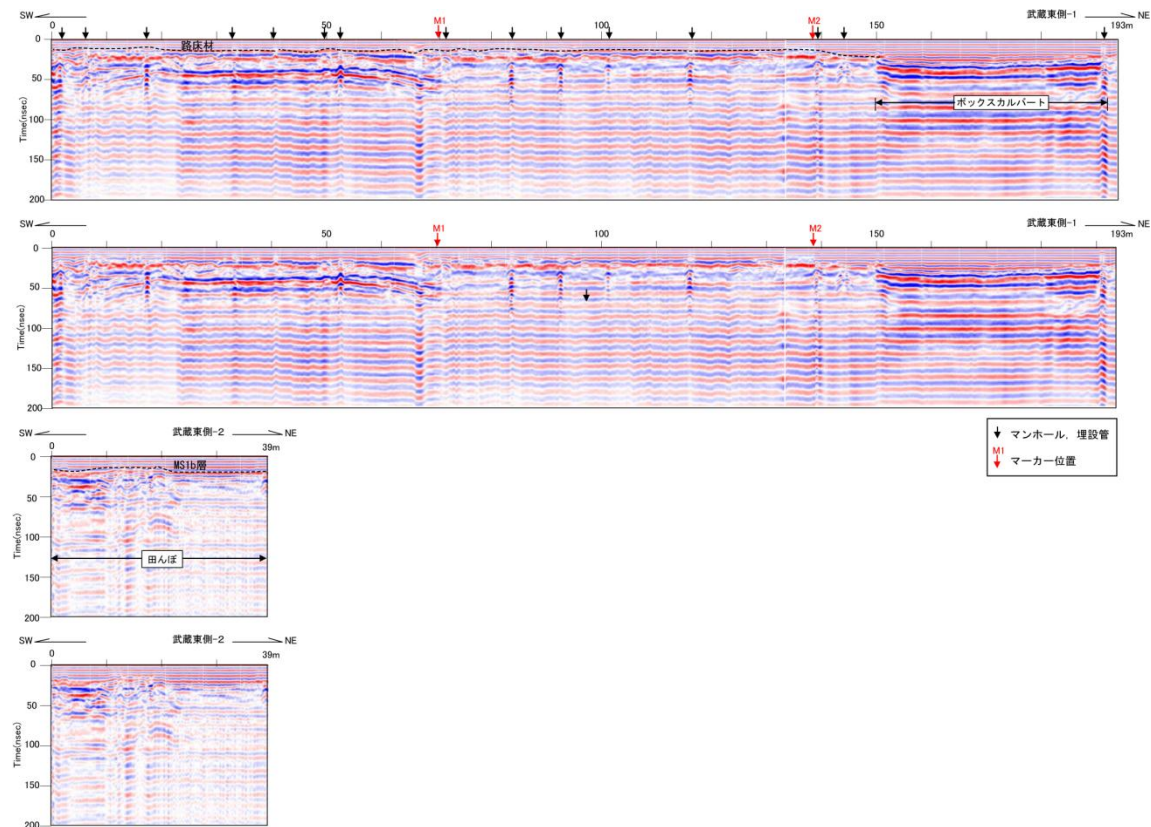


図25 武蔵東側1，2測線の地中レーダー探査結果



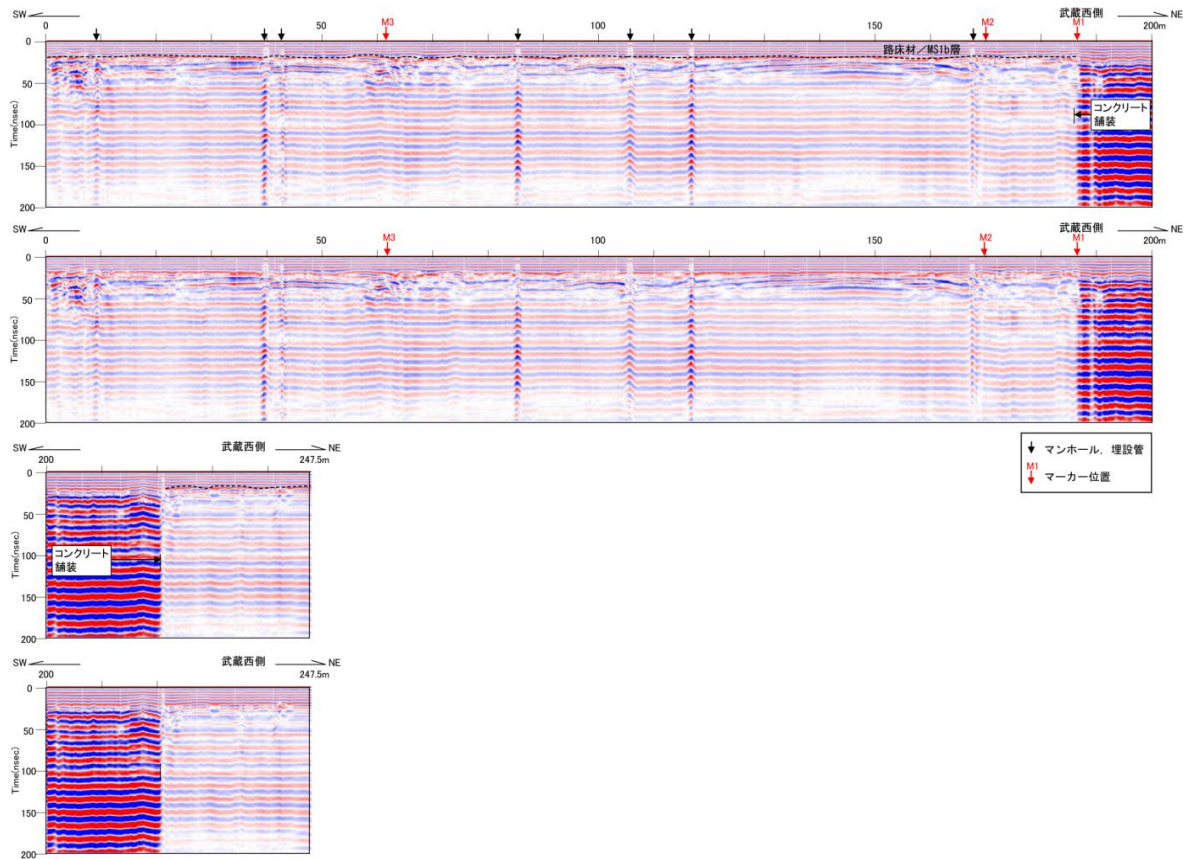


図26 武蔵西側測線の地中レーダー探査結果

### 3) 埋蔵文化財発掘資料の収集・解析

調査を依頼した8市町のうち、福岡市、大野城市、太宰府市から該当する遺跡がある旨の回答を得た。遺跡名、所在、地震痕跡の種類とその時代、遺跡の時代、参考事項、出典文献および検討結果の一覧を表3に示す。地震痕跡の検討に当たっては、出典文献の記述と周辺の地形状況、発掘担当者との面談に基づき、警固断層の活動を示すものか否かの判断を行った。

その結果、警固断層の活動による断層と認めたものは4事例であり、いずれも、警固断層の活動履歴調査によるものであった。大野城市本堂遺跡の発掘資料からは、谷埋め堆積層中液状化の痕跡が認められた。この地層の上下の地層に含まれる土器の年代から、この液状化は、679年筑紫地震の際に生じた可能性があるかと推定した。福岡市内の複数の遺跡では、「断層」と記述された地質構造が認められたが、これらは地すべり等重力性の崩壊によるものと判断した。これら重力性の崩壊の年代と歴史地震との関係および検討結果「不明」の遺跡については、引き続き解析を続ける必要がある。

表 3 埋蔵文化財発掘資料調査結果一覧表

| 市町名  | 遺跡名             | 所在           | 地震痕跡(断層・噴砂・地割れ・液状化など) | 地震痕跡の時代／遺跡の時代    | 参考                     | 文献                                | 検討結果             |
|------|-----------------|--------------|-----------------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------|
| 福岡市  | 鴻臚館跡<br>(23 次)  | 中央区城内        | 断層                    | 有史以前<br>／古代      | 地山に細かい断層確認             |                                   | 不明               |
|      | 桧原古墳群<br>2 号墳   | 南区桧原 5 丁目    | 断層                    | 古代か<br>／古墳       | 周溝埋め土に断層               | 「桧原遺跡」市報第 540 集 1997              | 断層ではない           |
|      | 和田 B 遺跡         | 南区野多目 3 丁目   | 断層                    | 古墳前期以降<br>／弥生～古墳 | 弥生貯蔵穴、前期古墳周溝を切る小断層     | 「野多目台」市報第 413 集 1995              | 重力性の崩壊           |
|      | 三苦永浦遺跡          | 東区三苦字平原      | 断層、地すべり               | 古墳後期以降、近世以前／古墳   | 古墳後期住居跡を寸断、沈下          | 「三苦永浦遺跡」市報第 476 集 1996            | 重力性の崩壊           |
|      | 那珂遺跡群<br>(67 次) | 博多区那珂 1 丁目   | 断層                    | 有史以前<br>／弥生      | 文献 P70 鳥栖ローム、八女粘土境界のずれ | 「那珂 27」市報第 672 集 2001             | 不明               |
|      | 卯内尺古墳           | 南区老司 3 丁目    | 断層、地割れ                | 古墳時代前期以降<br>／古墳  | 報文では地震ではなく、土取りによるものの   | 「卯内尺古墳」市報第 690 週 2001             | 重力性の崩壊           |
|      | 浜の町貝塚           | 中央区舞鶴 3 丁目   | 断層                    | 縄文早期以前<br>／縄文早期  | 警固断層調査時に発見             | 福岡市埋蔵文化財年報 Vol. 23 2008           | 警固断層の活動          |
| 大野城市 | 本堂遺跡 1 次調査      | 大野城市上大利 5 丁目 | 谷部堆積土の変形構造            | 6 世紀末～7 世紀初頭     | 堆積土中から遺物出土             | 『牛頸梅頭・本堂遺跡群～自然科学分析編～』市報 87 集 2008 | 679 年筑紫地震の際の液状化？ |
|      | 本堂遺跡 14 次調査     | 大野城市上大利 5 丁目 | 断層露頭                  | 不明               |                        | 『牛頸本堂遺跡群Ⅸ～第 14 次調査～』市報 83 集 2008  | 警固断層の活動          |
|      | 上園遺跡 10 次調査     | 大野城市上大利 4    | 断層                    | 不明               |                        | 平成 19 年 1 月産業技術総合                 | 警固断層の活動          |

|          |      |               |    |                           |  |                          |             |
|----------|------|---------------|----|---------------------------|--|--------------------------|-------------|
|          |      | 丁目            |    |                           |  | 研究所による<br>調査             |             |
| 太宰<br>府市 | 脇道遺跡 | 大字大佐<br>野 192 | 断層 | 旧石器時代<br>(13000 年前以<br>降) |  | 『太宰府市史<br>環境資料編』<br>2001 | 警固断層の<br>活動 |



(d) 結論ならびに今後の課題

既存の地形地質資料および地表踏査結果に基づき、トレンチ調査用地選定のためのボーリング調査と地中レーダー探査を実施した。既存トレンチ調査等により、地下構造のわかっている箇所では地中レーダー探査を実施した結果、地下の様子が明瞭にイメージングされていることが明らかとなった。また、空中写真判読により推定されている断層通過位置についても、探査断面で断層が確認された箇所が複数存在する。今年度を実施したボーリング調査のみからは断層通過位置を特定するには至らなかったが、今後、地中レーダー探査と追加ボーリング調査、サブテーマ1-1で得られた地形情報とを組み合わせることにより、トレンチ掘削候補地の選定が可能になると考える。また、断層トレース沿いの埋蔵文化財発掘資料の収集・解析を行い、断層活動および液状化等の強震動イベントの抽出を行った。その結果、警固断層の活動による地層のずれ以外に、筑紫地震の際の強震動イベントが新たに抽出された。引き続き、宮下ほか（2007）で指摘されている約4千年前以降という警固断層の最新活動時期以降に、警固断層が原因となった地震の痕跡の有無について、資料収集・解析を進め、データを充足させることを通じて、信頼性を向上させていきたい。

(e) 引用文献

- 吾妻 崇・宮下由香里・二階堂 学・松浦和樹，警固断層南端部，筑紫野市武蔵地区における群列ボーリング調査，活断層・古地震研究報告，産業技術総合研究所地質調査総合センター，no.7，231-239，2007.
- 物理探査学会，新版 物理探査適用の手引き-土木物理探査マニュアル2008-，物理探査学会，539p，2008.
- 物理探査学会編，物理探査ハンドブック，物理探査学会，1408p，1999.
- 千田 昇・岡田篤正・中田 高・渡辺満久・鬼木史子，1：25,000 都市圏活断層図「福岡」，国土地理院技術資料D・1-No.333，1996.
- 太宰府市教育委員会，太宰府・吉松地区遺跡群1，太宰府市の文化財第77 集，102p，2005.
- 福岡県，西山断層系，水縄断層系及び警固断層系に関する調査委託報告書 第IV 編 警固断層系についての調査結果，140p，1996.
- 池田安隆・千田 昇・越後智雄・中田 高，1：25,000 都市圏活断層図「太宰府」，国土地理院技術資料D・1-No.435，2004.
- 唐木田芳文・富田宰臣・下山正一・千々和一豊，福岡地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1 地質図幅），地質調査所，192p，1994.
- 活断層研究会編，新編日本の活断層—分布図と資料，東京大学出版会，437p，1991.
- 九州活構造研究会編，九州の活構造，東京大学出版会，553p，1989.
- 宮下由香里・吾妻 崇・二階堂 学・岡崎和彦，警固断層の活動履歴—大野城市上大利トレンチ調査結果—，月刊地球，29，133-138，2007.
- 中田 高・今泉俊文編，活断層詳細デジタルマップ，東京大学出版会，DVD-ROM 2 枚，付図1 葉，60p，2002.
- 下山正一・松田時彦・千田 昇・杉山雄一・磯 望・松村一良・鈴木貞臣・茂木 透・岡村 眞・松山尚典・黒木瑞昭・蚊爪康典，警固断層，大佐野地区（福岡県）でのトレンチ調査報告．活断層研究，18，55-64，1999.

谷口 薫・中田 高・渡辺満久・鈴木康弘・堤 浩之・後藤秀昭・活断層位置・形状検討グループ, 活断層の長期評価の改良に向けた主要活断層帯の位置・形状に関する検討-北部九州地域-, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集, J237-002, 2008.

### 3. 3-2 博多湾内および周辺海域の活断層の活動性及び活動履歴調査

#### (1) 業務の内容

- (a) 業務題目 断層活動履歴や平均変位速度の解明のための調査観測  
(博多湾内および周辺海域の活断層の活動性及び活動履歴調査)

#### (b) 担当者

| 所属機関         | 役職 | 氏名    |
|--------------|----|-------|
| 国立大学法人九州大学   | 助教 | 下山 正一 |
| 西南学院大学       | 教授 | 磯 望   |
| 国立大学法人大分大学   | 教授 | 千田 昇  |
| 国立大学法人高知大学   | 教授 | 岡村 眞  |
| 国立大学法人福岡教育大学 | 教授 | 黒木 貴一 |

#### (c) 業務の目的

博多湾域沿岸部での断層活動履歴を明らかにし、これまで博多湾域と陸域で異なった調査結果が得られていた警固断層帯南東部北部の最新活動時期を限定することを目標とする。また、その周辺地域で警固断層帯に隣接かつ類似する性質をもつ断層（日向峠-小笠木峠断層、石堂-海の中道断層など）についても断層活動履歴を明らかにすることをめざす。

#### (d) 3 ヶ年の年次実施業務の要約

##### 1) 平成 23 年度：

警固断層帯に 10km 以内で隣接し、かつ類似する日向峠-小笠木峠断層について空中写真判読と地形地質の現地踏査を実施し、その分布の確認と活動度を検討した。次に、日向峠-小笠木峠断層の北西延長上の地域（糸島市前原地域）に位置する前原断層とその周辺の空中写真判読を行い、地形地質の現地踏査を実施した。前原地域は都市化が進み、人工改変地が多く、地表での地形地質情報が不十分なため、既存ボーリング資料の収集を実施した。その結果、断層が想定される場所が 2 箇所特定できたので、さらにボーリング調査を実施して、地層のずれの有無から活断層の探索を行った。

##### 2) 平成 24 年度：

博多湾内において、警固断層帯南東部北端付近において海底音波探査による調査地の選定を行う（サブテーマ 1-2 と連動）。選定された調査地において断層を横切るジオスライサーあるいはピストンコアによるコアリングを実施する。採取された地層の堆積相解析、生痕相解析、化石相解析などの地層解析を実施する。石堂断層について空中写真判読と地表踏査を実施する。

##### 3) 平成 25 年度：

前年度に引き続き、採取された地層の堆積相・生痕相・化石相の解析を行う。さらに、火山灰分析、C14 年代測定、化石分析等を実施しする。得られたデータ等に基づ



づいて、断層帯上盤側の地層編年、断層帯下盤側における層序の再検討を行い、警固断層帯南東部北端での最新活動時期と鉛直方向の平均変位速度を検討する。

## (2) 平成 23 年度の成果

### (a) 業務の要約

警固断層帯南東部に 10km 以内で隣接し、かつ類似する性質を持つ可能性のある断層のうち、日向峠-小笠木峠断層（活断層の位置・形状の検討作業グループ（未発表）による）について詳細な通過位置を特定し、ストリップマップを作成した。現地調査では複数の断層露頭を発見した。段丘面と断層崖の関係から鉛直方向の平均変位速度を求め、水平方向の平均変位速度を検討した。一方、日向峠-小笠木峠断層の北西延長上には糸島半島沖断層群・前原断層（九州電力、2009a, b）が、直線的に並ぶ。これらの断層間の地域（前原地域）は人口密集地であるため、断層の連続性を検討する調査を行った。前原地域での詳細な地形地質調査の結果、断層が想定される地形、その延長部での既存ボーリング資料から地下の地層の著しいずれが検出された。このため、前原地域の 2 箇所、断層位置が想定される両側にボーリング調査を実施した。その結果、2 箇所とも第四紀層の垂直変位が確認された。したがって、この地域を活断層が通過している可能性が高い。ただし、今回判明したのは、地層のずれのみであり、活断層が確実に存在するという証拠は見いだせなかった。今後、更なる検討を行う必要がある。

### (b) 業務の実施方法

#### 1) 空中写真判読

日向峠 - 小笠木峠断層と前原断層、及びその間の地域において、事前調査として空中写真による断層変位地形の確認調査を行い、活断層の通過位置と断層変位地形を地形図上に記入した。さらに、断層変位地形と段丘面の形成年代の関係を明らかにするため、断層の周辺 500m を目安に段丘面区分を行った。なお一部地域の段丘面区分にあたっては、下山ほか（1984）や福岡市（1989）および国土地理院（2006）を参考にした。

#### 2) 現地調査

事前調査で明らかになった活断層の通過位置と断層変位地形区分を現地で確認する作業を行った。現地調査の主目的は、断層露頭を見つけること、空中写真による段丘面区分などの地形判読結果を現地の地形地質で検証することである。

#### 3) 既存ボーリング資料による地質の調査

平野など非常に若い時代の地層に覆われている地域や、市街地など人工改変が進んでいる地域では、断層変位地形が不明瞭で地形的に活断層の存在を確かめることがしばしば困難である。この場合、地下の構造を調べることによって活断層の存在を明らかにできることがある。本調査では、日向峠 - 小笠木峠断層と前原断層の間に位置する糸島市内の地域において、既存のボーリング資料を自治体などから収集して地質の調査を行った。

#### 4) ボーリングによる地層変位の有無・断層の活動履歴の調査

1) ～3) の調査の結果、活断層が通過している可能性が高いと判断された地点でボーリ

ング調査を実施した。この調査は、断層による地層変位の有無と断層の活動履歴を明らかにすることを目的として実施された。調査地は糸島市内の2か所で、それぞれの調査地内で数本のボーリング調査を実施した。そして得られたボーリングコアを観察し、土質柱状図と地質断面図の作成を行い、地層のずれや断層の有無について検討した。

以上 1) -4) の4つの手法を総合して断層の通過位置や断層変位地形、段丘面区分を決定し、国土地理院1:25,000地形図上に記入してストリップマップを作成した。

### (c) 業務の成果

業務の成果は多岐にわたるため、詳細を報告書最後の付録に記してここでは要約のみを報告する。

#### 1) 日向峠-小笠木峠断層のストリップマップ

図1のA-Mの区間毎に詳細調査を実施し、6枚のストリップマップを作成した(付図ストリップマップI~VI)。A-Mの区間の調査成果を述べる。



図1 調査地域と説明の地域区分

A- Mの区間毎に詳細調査を実施した。

#### a) 区間A：日向峠西側（糸島市大門～高祖）

この区間の西側には糸島平野（図1のJ、K、L、Mの区間部分）が広がっている。この平野には沖積面のほか、沖積面からの比高が5m以下の低位段丘面が広がっている。高祖山の南西斜面に旧扇状地と思われる緩傾斜面が存在する。これを中位段丘面として区分した。この区間は日向峠-小笠木峠断層の北西端にあたる。断層変位地形として、糸島市高祖から

大門にかけて、中位段丘面上からその段丘崖へと続くリニアメントが見られるが、段丘面上の変位が不明瞭なため推定活断層とした。高祖の宇土地区付近では、谷や尾根の左横ずれが見られる。これより西の日向峠にかけての区間では、断層変位地形は不明瞭である。

b) 区間 B：日向峠～室見川（福岡市西区金武<sup>かなたけ</sup>～早良区早良六丁目）

この区間には山地が広がっている。段丘面区分を行った範囲内に広い段丘面は見られないが、礫が載っている尾根上の緩傾斜面を比高に基づいて高位段丘と中位段丘に区分した。

沖積面から高位段丘構成層の上限までの比高は西区室見が丘<sup>むろみ おか</sup>より北西で 5～10m、室見が丘より南東で 10m～20m のものが多く認められる。高位段丘の麓側にはしばしば中位段丘が広がっている。

断層変位地形として、ところどころに尾根や谷の左横ずれが認められる。日向峠-小笠木峠断層は西入部五丁目の南西で尾根上の高位段丘面や中位段丘面を横切ることになるが、空中写真判読では明確な変位は見つからなかった。早良五丁目の南西では推定延長位置で断層露頭を発見した。風化花崗岩の中を通る未固結の断層粘土があり、走向・傾斜は N41° W、66° S である。この露頭から尾根を一つ挟んで北西の谷には明瞭な左横ずれが認められる。

早良区西入部四丁目<sup>にしている</sup>において、Aso-4 火砕流堆積物露頭とその堆積面（Aso-4 火砕流台地）を確認した。Aso-4 火砕流堆積物は著しく風化しており、火山ガラスは残っていないが角閃石や磁鉄鉱などの大きな自形結晶が確認できる。この露頭は、ほぼ礫層からなる高さ約 6m の崖で、その最上部を Aso-4 火砕流堆積物が占めている。したがって、この露頭最上部の平坦面は Aso-4 火砕流台地と考えられる。この堆積面の沖積面からの比高は露頭付近で約 5m である。

c) 区間 C：室見川～小笠木峠南（福岡市早良区内野二丁目～小笠木）

この区間の西側には広く段丘面が分布する。早良七丁目には沖積面からの比高約 20m～30m の高位段丘面が分布する。その南には沖積面からの比高 10～20m ほどの中位段丘面が広がっている。脇山付近には椎原川の旧扇状地が広がっている。この旧扇状地の段丘面区分にあたっては、まず沖積低地を区分し、それより高く中位段丘面より低い段丘面が 3 面認められ、これらを高いほうから低位段丘 L1 面と L2 面、沖積段丘面の 3 面に区分した（図 2）。脇山地区の L1 面の沖積面からの比高は、上流部で 5m、下流部で 3m ほどである。L2 面は上流部で 4m、下流部では 1～2m ほどである。椎原川や小笠木川、室見川沿いにある沖積地よりわずかに高い面（微高地）<sup>しいば</sup>を沖積段丘として区分した。



この区間は日向峠 - 小笠木峠断層のほぼ中央部にあたり、断層変位地形がもっとも明瞭に認められる。日向峠 - 小笠木峠断層は、早良六丁目付近から南東に続き、内野二丁目・三丁目付近では尾根や旧河道が左横ずれしている。内野六丁目・七丁目付近で高位段丘面と低位段丘面の境界を通り、脇山の扇状地へと続いている。



図 2 脇山付近の空中写真（圃場整備前）（地形区分を第 2 図に示す）  
赤い矢印で示した部分が直線的な低崖。1975、1983 年撮影の国土画像情報  
（簡易オルソ画像、電子 Web 国土システムで取得）

空中写真判読により脇山付近の断層変位地形を調べた結果、低位段丘 L1 面上に直線的な低崖が不明瞭なものを含めて 3 本確認された（図 2）。中央の低崖がもっとも明瞭で、南側の低崖は不明瞭である。段丘を横切る低崖は空中写真判読の解像度では L1 面上にのみ

確認され、L2 面上や沖積低地上には認められなかった。また、扇状地上のごく浅い開析谷がこの低崖の部分で左横ずれが認められた。このようなことから、この低崖は低断層崖の可能性があると判断し、詳細な調査を行った。

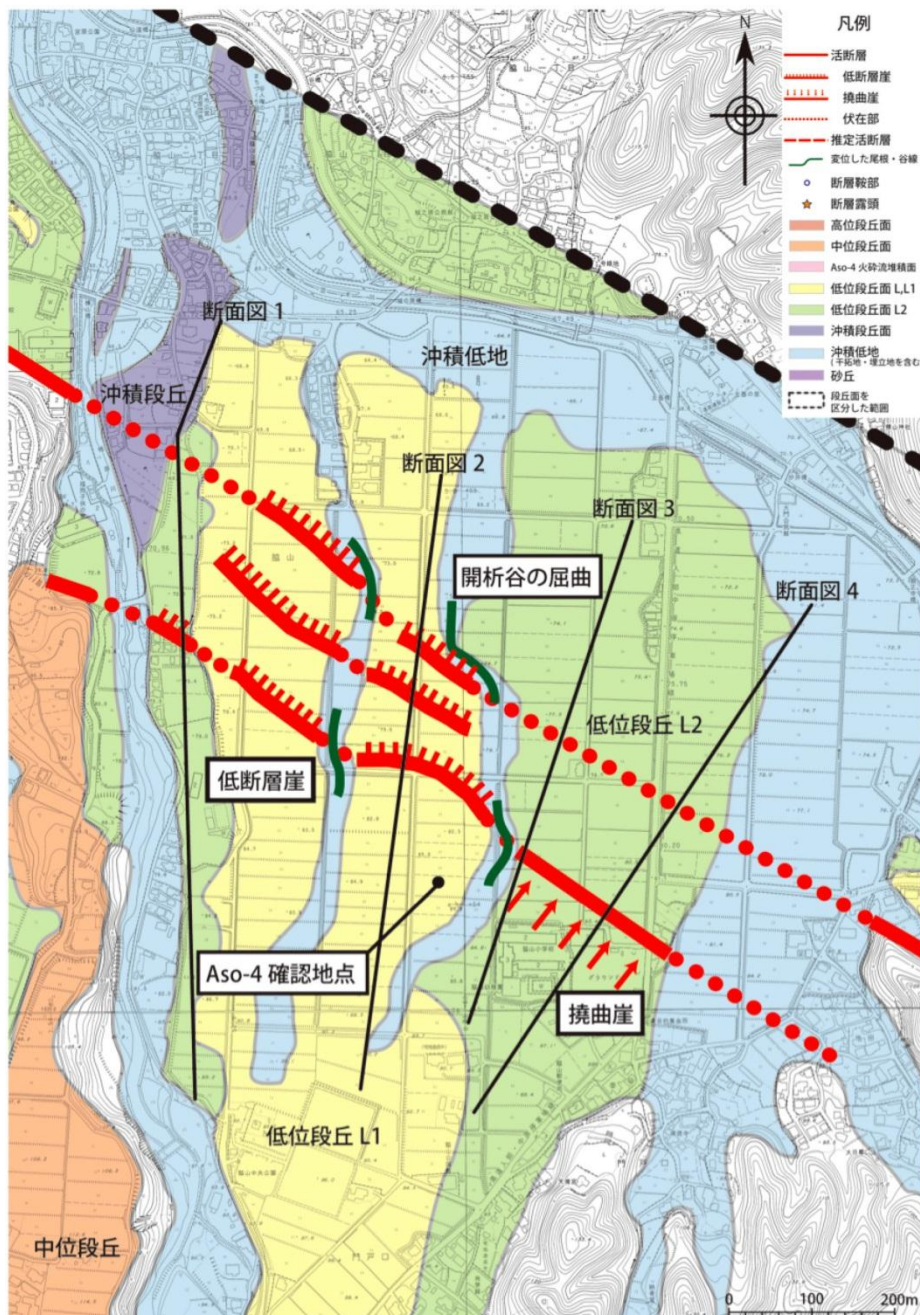


図3 脇山付近のストリップマップ拡大図

低位段丘 L1 面には低崖を明瞭な 3 本の低崖が横切っている。  
詳細に検討するため、4 本の測線にそって地形断面図を作成した。

脇山の低崖の高さについて詳細に検討するため、地形測量図に基づいて地形断面図を作成した。なお、脇山地区では 1990 年代に全面的な圃場整備事業が行われたため、現在この崖は残っていない。そのため地形断面図作成にあたり、この地区の埋蔵文化財発掘報告書（福岡市教育委員会、1990、1991、1992、1993）に掲載されている圃場整備前の詳細測量



図を用いた。地形断面図は、低崖とほぼ垂直な方向に4断面作成した(図3の実線)。地形断面図上で、低崖の南側と北側でそれぞれ地形面を示す線を引いて低崖の高さの合計を求めた。その結果 L1 面上の低崖の高さの合計は 3.5m、空中写真では低崖が認められなかった L2 面上の低崖も L1 面上にある南側の低崖の延長線上に 1m ほどの標高差で存在することがわかった。

さらに、脇山の扇状地の東に位置する小笠木の栗尾地区の南東側でも、低断層崖の可能性のある崖が見られた。また、その東側の山中には直線状の谷があり、その南側には系統的な尾根や谷の左横ずれが見られた。

d) 区間 D : 糸島峠北西 (糸島市 <sup>にしのどう</sup>西堂・末永～王丸)

この区間の西側には糸島平野が広がっている。糸島市王丸から西堂にかけて低位段丘が分布しており、その沖積面からの比高は 10m 程度である。明瞭な断層変位地形は認められないものの、糸島峠付近から北西にのびる直線状の谷があり、その延長部には山地と沖積低地・低位段丘の境界が直線的に連続している。この部分は比較的明瞭な断層変位地形がある石釜から飯場にかけての断層の北東延長部にあたることから、推定活断層とした。

e) 区間 E : 早良区曲淵付近 (福岡市早良区 <sup>いいば</sup>飯場～石釜)

福岡市早良区飯場から曲淵にかけては明瞭な段丘面はほとんど分布しない。しかし、石釜から広瀬にかけては数段の段丘面が分布している。このうち、高位段丘面の沖積面からの比高は 10～30m 程度、中位段丘面の沖積面からの比高は 5～10m 程度である。

この区間には北側と南側に平行する 2 本の線構造が認められ、両者とも断層変位地形と考えられる。南側の断層に沿って尾根や谷の屈曲、鞍部列などが明瞭に認められ、石釜の小原地区南では、高位段丘面に段差が認められ、低断層崖の可能性もある。西側の断層のやや北側にあたるものの、低断層崖の可能性が考えられる。北側の断層は、直線状の谷として認められるのみで、尾根や谷の屈曲は見られないため、推定活断層とした。

f) 区間 F : 那珂川町内北側 (那珂川町 <sup>うめがね</sup>西畑～埋金・市ノ瀬)

この区間には山地が広がっているが、那珂川町の那珂川沿いと南面里付近に段丘面が分布する。沖積面からの比高は那珂川沿いの低位段丘面が 5～10m、南面里の中位段丘面が 10～20m 程度である。

本区間では、<sup>げだいくじ</sup>下代久事地区の南東を除いて断層変位地形は不明瞭である。那珂川より北西では、山中を通る不明瞭な鞍部列を日向峠 - 小笠木峠断層の通過位置として推定した。南面里付近には、主断層の北側に 2 本の断層が認められる。もっとも北のものは、中位段丘面を変位させているように見える。那珂川より南東側では断層は直線状の谷を通過しているものと推定される。また、主断層の北側にも直線状の谷がある。下代久事地区の南東



では、系統的な尾根・谷の左横ずれが見られる。

なお、九州新幹線筑紫トンネル建設の際の地質調査資料（鉄道建設・運輸施設整備支援機構、2009）に断層の通過位置が示されている。このうち、主要な断層位置をストリップマップに記入した。

g) 区間 G：筑紫野市平等寺付近（筑紫野市平等寺～基山町園部）

この区間には広い段丘面はないが、筑紫野市平等寺付近に低位段丘が小規模に分布する。

北側の断層に沿ってところどころで尾根・谷の屈曲が見られる。またこの断層ライン上の2か所で断層露頭を発見した。1か所目は平等寺の内ノ尾地区の西の道路脇の露頭で、風化花崗岩中に断層と未固結の断層粘土が存在する。走向・傾斜は  $N66^{\circ} W 85^{\circ} S$  である。2か所目は天心園入口の土取り場跡の露頭で、花崗岩風化土を切る断層と幅約 10cm の断層破碎帯を発見した。断層の走向・傾斜は  $72^{\circ} W$ 、 $70^{\circ} S$  であった。この露頭では、未固結の断層粘土や横ずれを示すスリッケンラインが認められた。2つの断層露頭の位置はいずれも空中写真判読で断層が通過していると判断した線上にあり、断層の走向・傾斜はこの線とほぼ一致する。南側の断層は傾斜変換線の部分を通っており、リニアメントとして明瞭に認められる。一部の区間では尾根・谷の左横ずれが見られる。

h) 区間 H：鳥栖市河内町付近（那珂川町市ノ瀬<sup>こうのえまち</sup>～鳥栖市神辺町）

この区間には大谷川などに沿って沖積低地が分布するが、段丘面はほとんど分布しないが、北西-南東方向にのびる直線的な谷がある。尾根や谷の横ずれなどの明瞭な断層変位地形は認められないが、筑紫野市平等寺を通る断層に隣接し、走向が一致することから推定活断層とした。

i) 区間 I

この地域は低い丘陵地が広がっており、まとまった広がりをもつ段丘面は分布しない。

糸島市志摩<sup>しまはつ</sup>初付近から志摩稲葉にかけては丘陵の尾根上に狭い平坦面があり、中位段丘面に区分した。この中位段丘面の沖積面からの比高は 10m 程度である。志摩小金丸の海岸付近には海岸砂丘が広がっている。

この付近を通る前原断層の断層変位地形は不明瞭である。志摩小金丸付近では山中の不明瞭な鞍部列があるので、ここを通過していると推定した。なお、九州電力（2009b）において、西小金丸地区の北に位置する「鞍部及び直線状の谷」と示されている地形は、近年撮影の空中写真では認められるが 1961 年の空中写真では認められないため人工的なものである。志摩初から志摩稲葉付近にかけては、尾根の末端部分がほぼ直線状に並んでいる部分を断層が通過していると推定される。前原断層付近において現地調査を実施したが、宅地化が進んでいるため地層露出がなく、断層露頭は発見できなかった。

j) 区間 J：直線的に連続する崖（糸島市前原）

空中写真による地形判読の結果、糸島市前原付近に直線的に連続する崖が存在すること

が判明した（図4）。



図4 糸島市前原付近の空中写真と直線的に連続する崖  
赤い矢印で示す部分が直線的に連続する崖。Bor. 1、2 は図 3-14 に示す前原小学校内のボーリング位置。国土地理院所蔵空中写真 USA-R158-15（1947 年撮影）に加筆。

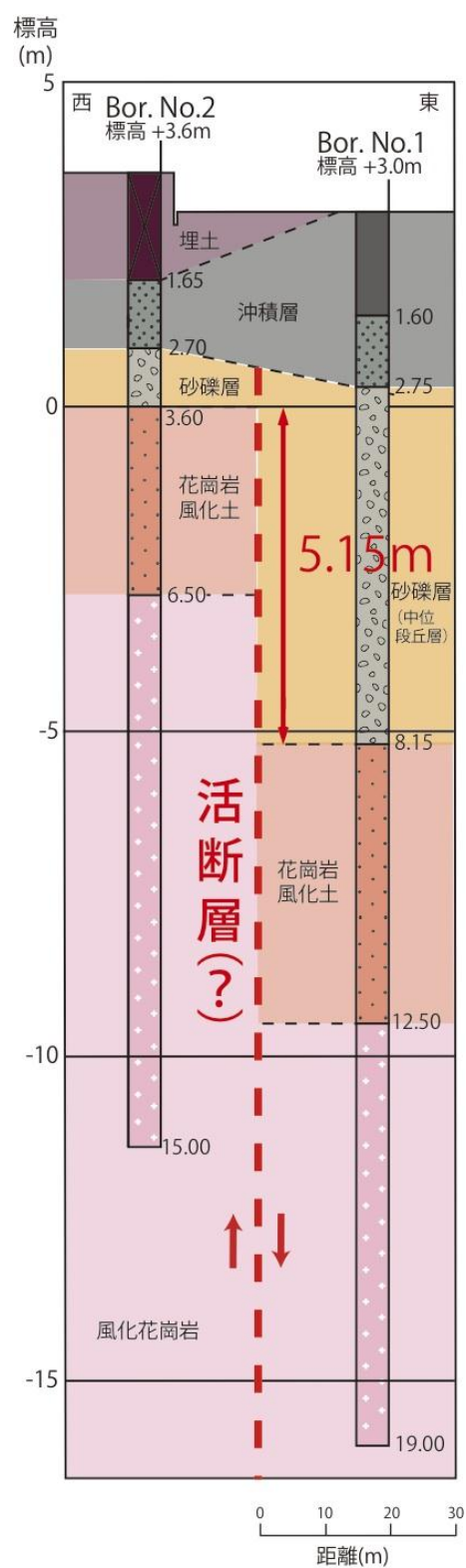


図5 糸島市立前原小学校敷地内の既存ボーリング（図4のBor. 1, 2）から想定される地層のずれ



この崖は北西-南東方向の走向で約 1.7 km 連続し、中位段丘と沖積低地との地形境界線にあたり、段丘崖となっている。比高は 3~6m である。直線的であることから断層変位でできた断層崖の可能性があるかと判断し、既存のボーリング資料を収集して地質的な調査を行った。

収集されたボーリング資料をみると、直線的に連続する崖の北東側では基盤岩深度が深く、南西側で基盤岩深度が浅い。ボーリング資料のうち、段丘崖の東南東延長部にあたる糸島市立前原小学校敷地内で施工された 2 本のボーリング資料で地層標高のずれが確認された(図 5)。2 本のボーリング資料のうち、ボーリング No.1 の地層は、上から 0~2.75m に黄褐色～黒褐色の軟弱な礫混じり泥層、2.75~8.15m に基質がマサ由来の締まった褐色灰色砂礫層、8.15~12.50m に黄褐色の強風化花崗岩(マサ)、12.50~19.00m が風化花崗岩と記述されている。これらの地層のうち、軟弱な礫混じり泥層は沖積層、N 値が 30 に達する締まった褐色灰色砂礫層は中位段丘層と考えられる。花崗岩は基盤岩である。ボーリング No.1 地点の西側水平距離 35m 離れた地点で得られたボーリング No.2 の記載での地層も同様であるが、ボーリング No.1 と比較すると中位段丘層基底=基盤岩上限標高に 5.15m の著しいずれが認められたため、断層を挟んでいる可能性が高い(図 5)。

#### i) 前原北一丁目(前原北調査地)でのボーリング調査

この直線的な崖の西北西の延長部付近の前原北一丁目(前原北調査地)で基盤のずれを確認するための群列ボーリング調査(Bor.No.1~Bor.No.4)を実施した。ボーリング位置を図 6 にしめす。前原北調査地ではコア長 5~6m 程度の 4 本のボーリングコアが得られた。

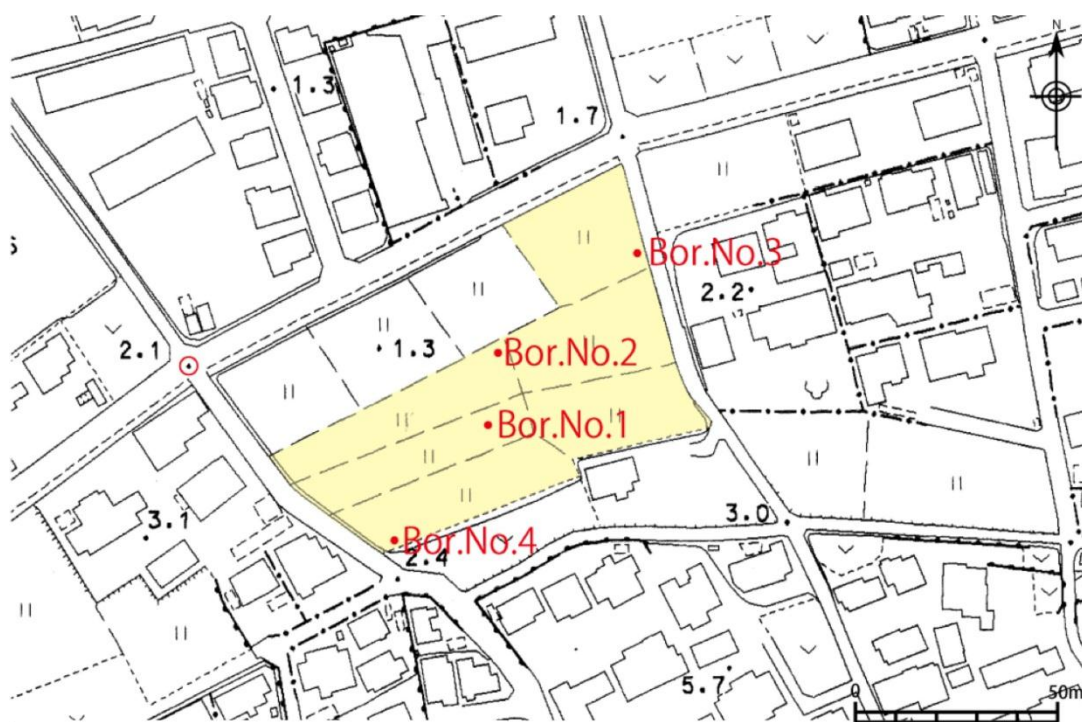


図 6 糸島市前原北調査地

黄色の調査領域内で 4 本のボーリング調査を実施した。

ボーリングコア観察の結果、コアの地層は上から N1 層、N2 層、N3 層、N4 層、N5 層、N6 層の 6 層が区分された（図 7）。N1 層は最表層にある暗灰色粘土層で、水田耕作土および水田床土の人工攪乱土層である。N2 層は暗灰色粗粒砂層で含水が多くゆるい地層である。N3 層はやや締まった暗緑灰色の粘土混じり砂礫層で直径 2～3cm の礫が多い。N4 層は暗褐色の風化砂礫層で直径 5～6cm の礫が多く基質は風化した砂である、N5 層は石英細礫を主体とした風化花崗岩風化土で均質である、N6 層は風化花崗閃緑岩（マサ）である。Bor. No. 2 の深度 4.4～4.8m 付近に基盤岩を切る傾斜 63° の断層と断層破碎帯が検出された（図 7）。Bor. No. 2～Bor. No. 3 間において、N4 層の基底=N5 層あるいは N6 層の花崗閃緑岩基盤の上限に 0.57m の地層のずれが認められた。

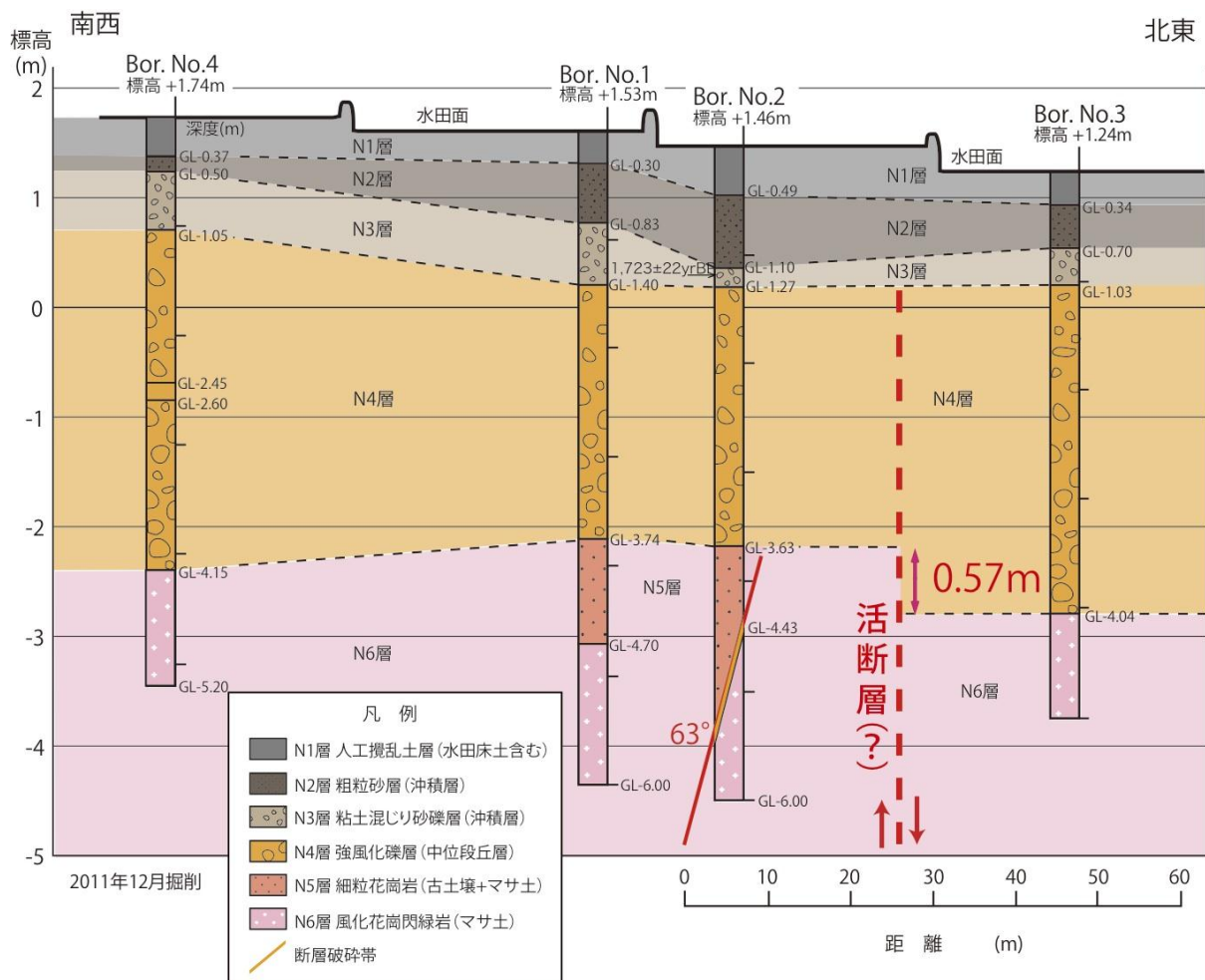


図 7 前原北調査地のボーリング調査結果に基づく想定地質断面図

0.57m の地層のずれが認められる。Bor. No. 2 で検出された傾斜 63° の断層破碎帯が延長するか Bor. No. 2～Bor. No. 3 間に断層（垂直に表現）がある可能性が高い。

#### k) 区間 K：系統的な谷の左横ずれ（糸島市前原）

中位段丘面を刻む開析谷が系統的に左横ずれを示す箇所が見いだされた（図 12）。これは、図 4 で示した直線的な崖の南側約 300m に位置し、ほぼ平行に屈曲した谷構造である。ここには活断層が通過している可能性がある。ただし、段丘面上に明瞭な標高差は見られなかった。現時点では、既存ボーリング資料の解析でも活断層が通過していると積極的に

1) 区間 L: 地層のずれ (糸島市<sup>しのわら</sup>篠原)

標高 (m) 東

30

20

10

0

-10

-20

20m

投影 No. 3 No.517+13.5  
No. 4 No.519+04.5  
(No. 5) 投影 No. 5 No.521+00  
No. 6 No.522+08 R-3  
No. 7 No.524+01 L-25

凡例

| 地質時代 | 記号  | 地層名  | 特徴                      |
|------|-----|------|-------------------------|
| 新第三紀 | bc  | 砂質粘土 | 礫質粘土を主体とする層で砂質粘土を主体とする。 |
| 第四紀  | dg  | 砂質粘土 | 礫質粘土を主体とする層で砂質粘土を主体とする。 |
| 現代   | WGr | 礫質粘土 | 礫質粘土を主体とする層で砂質粘土を主体とする。 |
| 現代   | WAp | 礫質粘土 | 礫質粘土を主体とする層で砂質粘土を主体とする。 |

「WAp」とされた N 値の低い部分が斜めに延びており、破碎帯の可能性はある。

i) 篠原（篠原調査地）でのボーリング調査

104



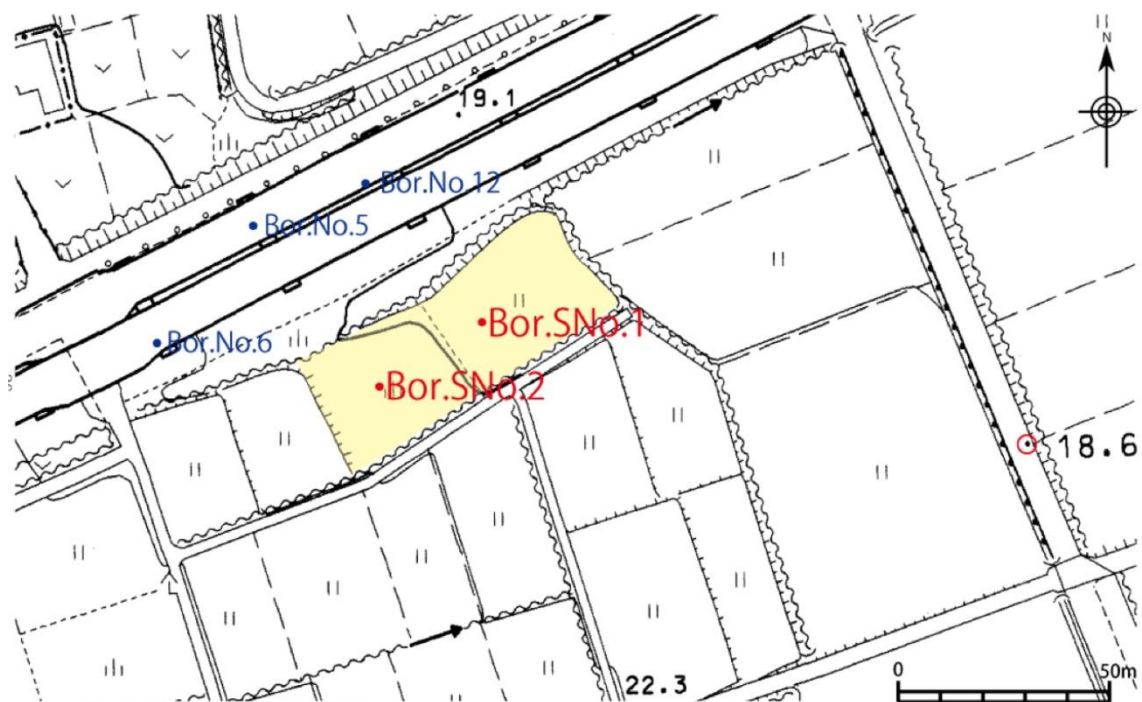


図9 糸島市篠原調査地

黄色で着色した部分が本調査領域、赤丸が今回実施したボーリング地点。青丸のボーリング位置は福岡前原道路建設の際のボーリング地点で、断面図を図8に示す。断層は Bor. No. 5 を通り、Bor. SNo. 1 と Bor. SNo. 2 との間を通過していると考えられる。

ボーリングコア観察の結果、コアの地層は上から S1 層、S2 層、S3 層、S4 層、S5 層、S6 層の 6 層が区分された。S1 層は最表層にある暗灰色粘土層で、水田耕作土および水田床土の層である。S2 層は暗褐灰色の泥層で、風成層と考えられる。S3 層は褐灰色の砂混じり泥層で、しばしば橙色の粘土を縞状あるいは散点的に含んでいる。S4 層は暗褐灰色の風化砂礫層で直径 2～3cm の礫が多い。S5 層は暗褐灰色の風化砂礫層で直径 5～6cm の礫が多く基質は風化した砂である。N6 層は風化花崗岩（マサ）である。SNo. 1 と SNo. 2 地点のコア間で S5 層の基底標高=基盤岩である N6 層の上限標高に 7.25m のずれが認められた。

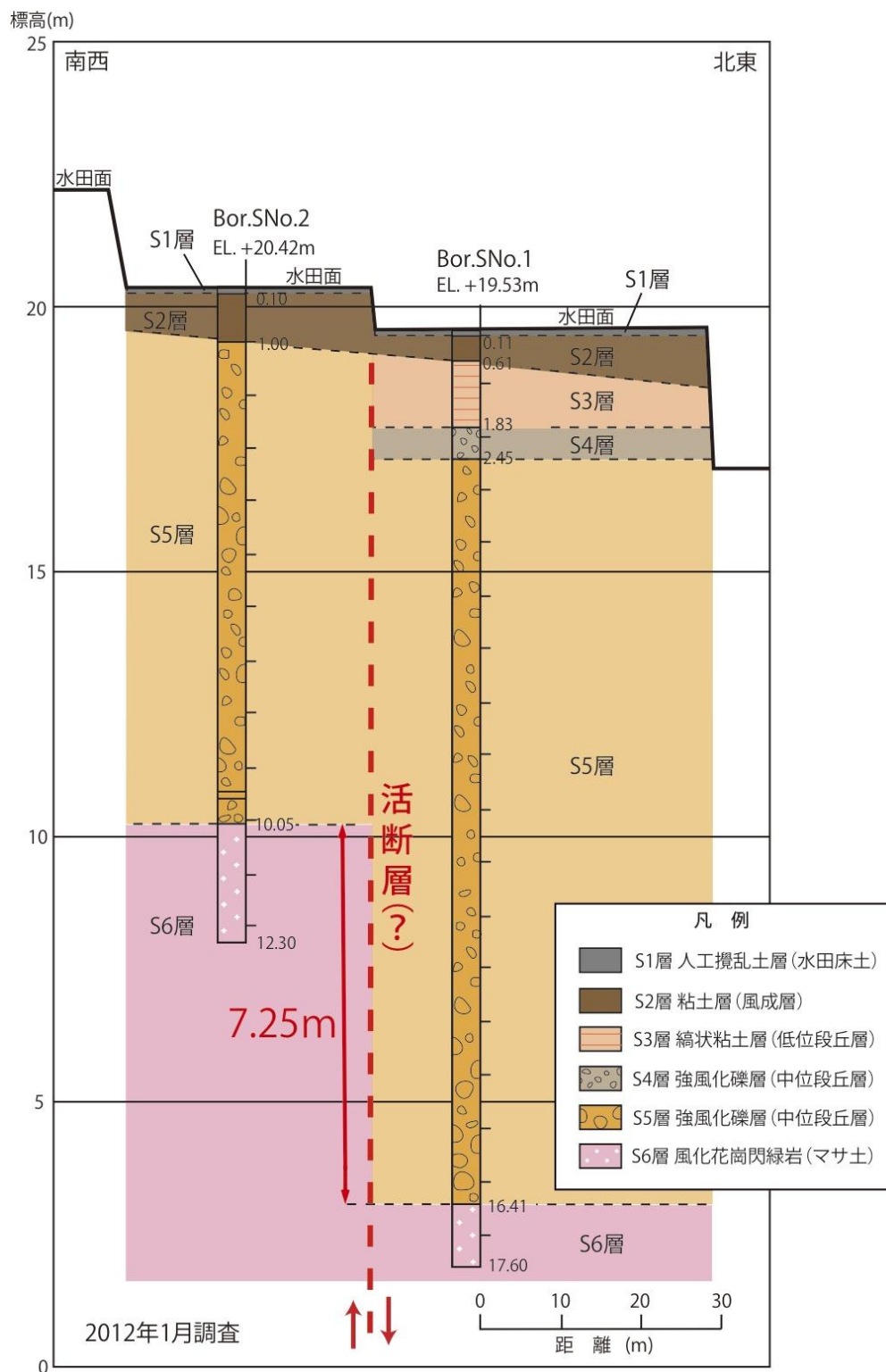


図 10 篠原調査地でのボーリングによる想定地質断面図

#### m) 区間 M : 糸島市内のその他の地域

上記 3 か所以外にも空中写真による地形判読を行った。糸島市曾根付近の中位～高位段丘からなる台地の最北部に尾根の左横ずれが見られた。また、高祖から波多江にかけて北西-南東走向の直線的な低崖が見つかった。ただし、延長距離が短く連続性は乏しい。

既存のボーリング資料による地質データの整理を行った結果、おおむね北から南に向かって基盤岩上限の標高が低くなる傾向が認められた。

#### 2) 日向峠-小笠木峠断層の通過位置と長さについて

本調査では、日向峠 - 小笠木峠断層について空中写真による地形判読と現地での地形・地質の調査を行った。その結果、付図ストリップマップⅡ～Ⅵに示すように、低断層崖（後述）、尾根・谷の左横ずれ、断層露頭を確認した。本調査で発見した低断層崖や尾根・谷の系統的な左横ずれは活断層に特有のものであり、その位置に活断層が通過していることが強く示唆される。また、本調査で発見した断層露頭 3 か所はいずれも空中写真判読で日向峠 - 小笠木峠断層が通過していると判断した地点で見いだされ、その走向も一致している。さらに未固結の断層粘土が見られたことから、いずれも活断層の存在を示している。このように、断層変位地形及び断層露頭を確認したことにより、活断層である日向峠 - 小笠木峠断層の詳細な通過位置が明らかになった。

日向峠-小笠木峠断層として認定できる区間は、糸島市高祖の宇土地区の南(付図ストリップマップⅢ)から基山町園部の柿ノ原地区(付図ストリップマップⅥ)にかけてで、その長さは約 23km である。

#### 3) 糸島市前原地域での断層の有無の検討

糸島市前原付近に直線的に連続する崖(図 4)が存在する。この崖ラインの東延長上である前原小学校で得られたボーリング資料では、中位段丘構成層と考えられる砂礫層基底=基盤岩上限標高で 5.15m の地層のずれが認められた(図 5)。さらに、今回この崖の西の延長部付近の前原北一丁目(前原北調査地)(図 6)で群列ボーリング調査を行った結果、Bor. No. 2～Bor. No. 3 間において、N4 層の基底=N5 層あるいは N6 層の花崗閃緑岩基盤の上限標高に 0.57m の地層のずれが認められた(図 7)。さらに、Bor. No. 2 コアの、標高 3.43～3.73m に断層破碎帯が発見された。Bor. No. 2 コアの破碎帯中の平行した 4 本の断層面の傾斜角度は 63° であった。ボーリング調査結果では、この断層で接していることが確認されたのは、N5 層と N6 層のみであった。これらの層はいずれも基盤岩の中のものである。したがって、その上位の地層にまで断層の影響が及んでいるか否かは、今回の調査では明確にできなかった。

上位の地層については、各層に含有される火山灰分析と N3 層中の木片の放射性炭素年代に基づいて地層の形成年代を検討してみた。その結果、K-Ah 火山灰を含んでいる N2 層は完新統と考えられる。さらにその下の N3 層中の木片の放射性炭素年代の値は 1,723±22yrBP (252calAD-387calAD) である。したがって、N1 層、N2 層、N3 層は完新統(沖積層)と考えられる。

一方、風化砂礫層である N4 層からは、火山ガラスは検出されず、そのほか火山由来と考えられるような自形結晶(角閃石、磁鉄鉱など)も検出されなかった。調査対象とした地



域は、Aso-4 以降の堆積物中には、Aso-4 火砕流由来の火山ガラスと角閃石や磁鉄鉱などの大きな自形結晶がごく普通に含まれる。このことから、N3 層及び N4 層は Aso-4 堆積以前の堆積物である可能性が極めて高い。町田・新井（2003）によれば、Aso-4 火砕流の噴出年代は 85-90ka であるため、N4 層は Aso-4 以前の更新統であると考えられる。したがって、N4 層は南側の中位段丘を構成する砂礫層に対比される。

Bor. No. 2 コアと Bor. No. 3 コアの間では、N4 層とした中位段丘層の基底=基盤岩上限標高に 0.57m の地層のずれが認められた（図 7）。このため No. 2 と No. 3 コアの間に断層が存在する可能性が高い。なお、N3 層の基底標高は、No. 1、No. 2 No. 4 ではほぼ同じであるため、少なくとも、N3 層以上の完新統は断層運動による変形を被っていないと思われる。

このボーリング調査で明らかになった中位段丘層の基底=基盤岩上限標高の垂直変位 0.57m は前原小学校での垂直変位 5.15m に比べて小さい。可能性として、この地域において活断層が「ミ」の字のような配置で分布しており、前原北の調査地が 1 本の活断層の末端付近であったためか、あるいは主断層ではなかったためであると考えられる。ただし、断層破碎帯が見いだされたことから、基盤岩上限の変位と関連する断層運動の可能性は、現時点では否定できない（付図ストリップマップⅡ）。

#### 4) 系統的な谷の左横ずれ（糸島市前原）

糸島市前原で中位段丘面上の開析谷が系統的な左横ずれが見いだされた（付図ストリップマップⅡ）。その走向方向は、断層崖の可能性が高い上記の直線的な崖（図 4）と一致するが、中位段丘面上に標高差は認められない。また、本地域内においては、地質ボーリング資料が不十分であるため、地下における地層分布の詳細把握が困難であることから、推定活断層とした。

#### 5) 地層のずれ（糸島市篠原）

今回の調査地に近接する福岡前原道路建設の際のボーリング調査資料（図 8）で、糸島市篠原地区において明瞭な地層の垂直変位が見られたため、今回、福岡前原道路に隣接する休耕田でボーリング調査を実施した。ボーリング調査で得られたコアの地層を検討した結果、基盤標高で 7.25m ものずれが確認された（図 10）。

火山灰に着目して地層の形成年代を検討した。火山ガラスの屈折率測定の結果、S2 層は K-Ah 火山灰起源と考えられる火山ガラスを含んでいることから、完新統の堆積物であると考えられる。

S3 層最上部には AT 火山灰由来の火山ガラスと K-Ah 火山灰由来の火山ガラスが少量含まれている。ただし、S3 層最上部には、上位の S2 層から達した植物根の痕跡（rootlet）が多数観察されるため、S3 層の最上部にのみ見られる火山ガラスは、植物の根によって S2 層から S3 層に供給されたと考えるのが妥当である。

S3 層中部には火山ガラスをほとんど含まない。S3 層下部には火山ガラスをほとんど含まない。ただし、少量の鬼界葛原（K-Tz）火山灰と Aso-4 火砕流堆積物由来と考えられる古い火山ガラスが検出されたほか、角閃石や磁鉄鉱などの大きな自形結晶を含んでいる。町田・新井（2003）によれば、K-Tz の噴出年代は 95ka、Aso-4 火砕流の年代は 85-90ka であ

る。したがって、S3 層は Aso-4 火砕流以後で AT 火山灰降灰までに形成された地層と考えられ、低位段丘層に相当する。

S4 層と S5 層は Aso-4 火砕流堆積物起源の鉱物を含んでいないので、Aso-4 火砕流以前に堆積した地層で、中位段丘層に相当すると考えられる。S5 層は西側の丘陵をつくっている中位段丘層の主部と考えられる。S4 層の礫径がやや細粒だが、S4 層も S5 層の一部で、中位段丘層と考えられる。花崗閃緑岩からなる S6 層は白亜紀の花崗岩類で、基盤岩である。

SNo.1 と SNo.2 地点間には、断層の存在が強く示唆される。その理由として、この 2 地点間では S5 層の基底標高=基盤岩上限標高に 7.25m と非常に大きなずれが認められること、低位段丘相当層の S3 層が下盤側の SNo.1 ボーリングコアにしか現れないこと、といった点が挙げられる。なお、風成層の S2 層は SNo.1 と SNo.2 の両地点で明瞭な岩相上の差異はなく、地表面の傾斜とほぼ平行であることから、断層変位は、完新統にまでは及んでいないと考えられる。

中位段丘層に大きなずれが認められたので、篠原調査地を活断層が通過している可能性が高い。既存のボーリング調査及び今回実施したボーリング調査の結果から想定される活断層の走向は、北西-南東方向となる。すなわち、既存ボーリング地点 Bor.No.5 と今回のボーリング地点 Bor.SNo.1 と Bor.SNo.2 との間を断層が延びていると考えられる。

#### 6) 前原地区における活断層分布の可能性について

今回、活断層が想定された箇所に沿って、再度空中写真による地形判読を実施した。前原北では中位段丘層の基底標高のずれが見つかった箇所に沿って直線的な崖が存在しており、これらは断層崖と考えられる。一方、篠原では直線で連続する明瞭な断層変位地形が見つからなかったが、図 11 のように、中位段丘の開析谷の左横ずれが追跡可能なため、東側の沖積低地にも沖積層に覆われた断層が延びている可能性がある。

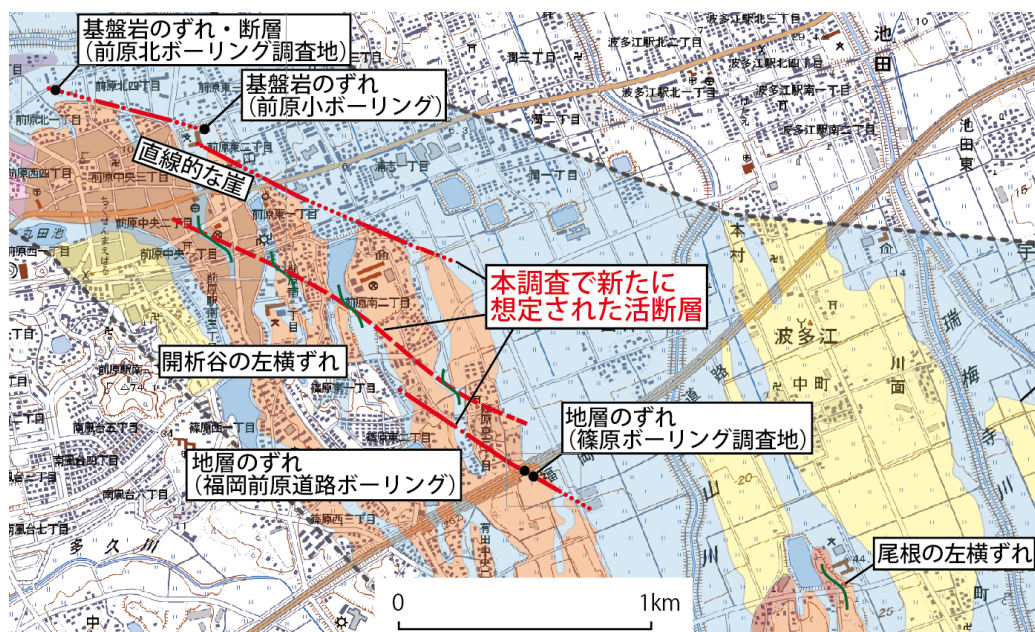


図 11 前原地区で新たに想定された活断層の位置（ストリップマップⅡの一部拡大）  
さらにこれらの断層に挟まれた地域にも開析谷の横ずれが認められ、これらの活断層が

「ミ」の字を描く系統的なずれを示している可能性がある(図 11、付図ストリップマップ II)。

#### 7) 糸島市内のその他の地域

今回見つかった断層と日向峠 - 小笠木峠断層の間の、糸島市篠原から高祖において、尾根の左横ずれや直線的な低崖が見いだされた(付図ストリップマップ II)。しかし、いずれも連続性に乏しく、積極的に断層が通過していると判断できる根拠はない。この地域に明瞭な断層変位地形が見られないのは、新しい時代にできた沖積低地面や低位段丘面が広がっているため、変位の累積が地形に現れにくいためと考えられる。つまり地形に基づく断層位置の推定は困難な地区である。地下の地質分布を知ることができる既存ボーリング資料についても、この地域では十分な資料が得られなかったため、断層の有無に関して十分な検討はできなかった。ただし、北から南に向かって標高が大きくなるという基盤岩の標高分布や、この地域を南西側隆起の活断層が通過している点を考慮すると、今後詳細な検討が必要な地域である。

#### 8) 日向峠-小笠木峠断層と糸島半島沖断層群・前原断層の関連性

警固断層帯(南東部)と糸島半島沖断層群、前原断層、日向峠-小笠木峠断層の位置関係をストリップマップ I ~ VI と図 12 に示す。

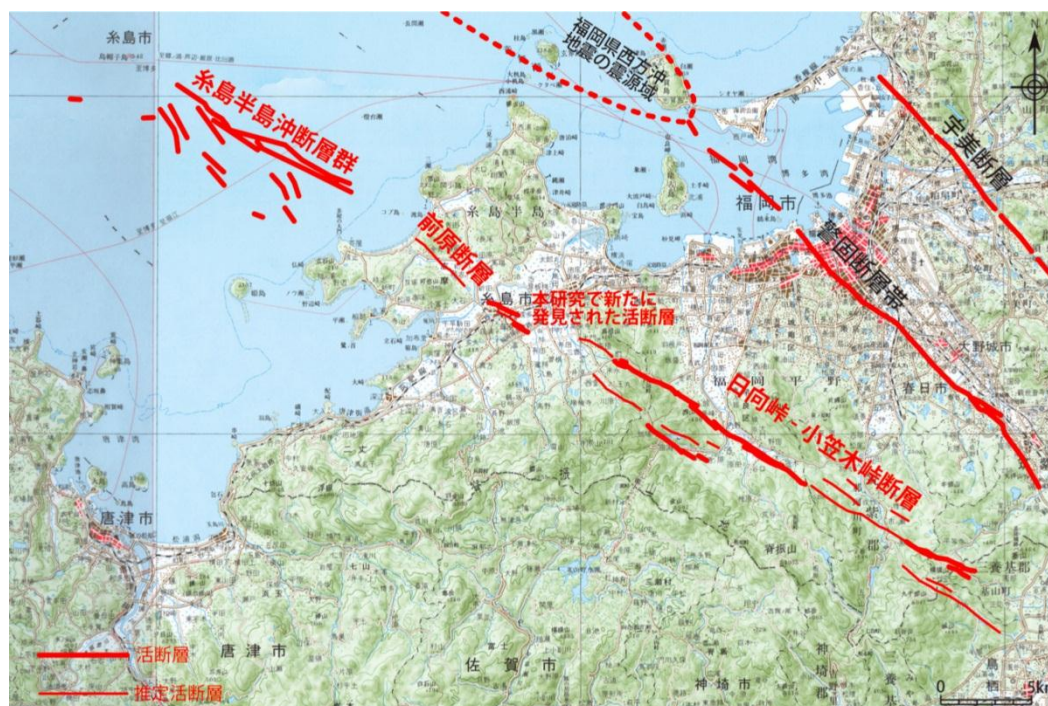


図 12 警固断層帯(南東部)と糸島半島沖断層群、前原断層、日向峠-小笠木峠断層の位置関係、および本研究で発見された断層の位置

糸島半島沖断層群と前原断層の位置は九州電力(2009a, b)による。本研究の成果を加えると、糸島半島沖断層群、前原断層、日向峠-小笠木峠断層の3断層帯はさらに緊密になる。

本研究の成果を加えると、糸島半島沖断層群、前原断層、日向峠-小笠木峠断層の3断



層帯はさらに緊密にみえる。ただし、日向峠-小笠木峠断層と糸島半島沖断層群・前原断層との関連性は、今回の調査では厳密には明らかにできなかった。仮にこれらの断層が一連のものであったとすると、今回検討が不十分であった箇所も含め、この2地点を両端とすると断層帯の長さは51kmとなる。この値に基づいて推定される地震の規模は、松田式(1975)によればM7.7となる。これらの断層が一連のものであると評価できるものか否かは今後の更なる調査・検討を実施し、慎重に考察する必要がある。

#### 9) 断層の活動性について

##### a) 福岡市早良区脇山の低崖について

図2に示した福岡市早良区脇山の低崖が低断層崖か河川浸食による低崖かを検討した。同様の低崖は河川の侵食によっても作られ、その場合、崖は河川とほぼ平行にできる。この低崖の付近には椎原川と小笠木川という2本の河川が流れている。椎原川はこの低崖とは平行な走向でないため、椎原川の侵食崖であるとは考えにくい。一方、小笠木川は低崖とほぼ平行する走向なため、河川との位置関係のみから見ると小笠木川の侵食崖の可能性が残る。しかし、この低崖は現在の小笠木川の河床から約10m高い位置にあり、小笠木川の規模を考えるとこの位置まで侵食が及ぶとは考えにくい。さらに、河川の侵食崖の場合、崖の高さは段丘面によらず一様であるはずであるが、低崖の高さに変位の累積性が見られること、さらに低崖の位置で開析谷の左横ずれが見られることから、この低崖は低断層崖であると判断した。低断層崖とする同様の見解は本調査に先立ってこの場所で行われた予察調査(水野ほか、2011)でも得られている。

##### b) 段丘面と低断層崖の高さの関係について

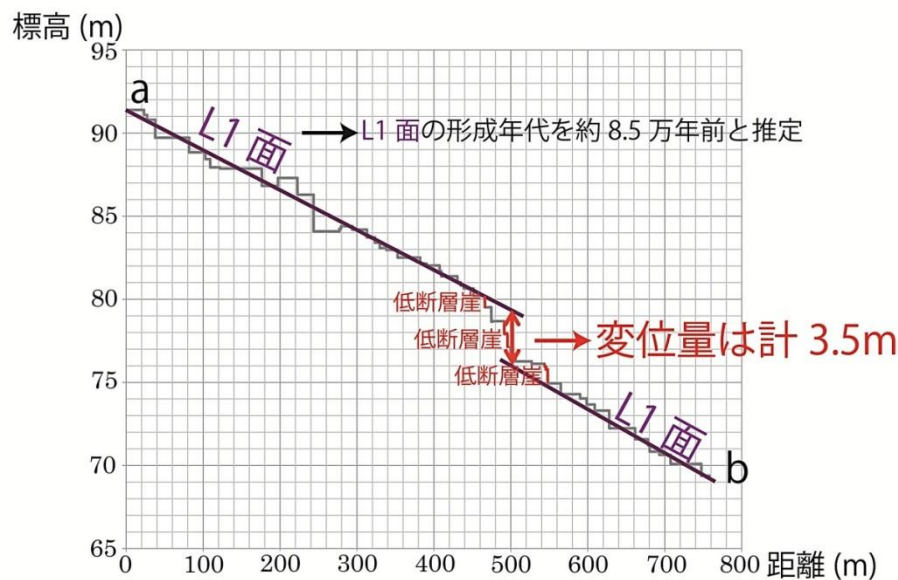
次に段丘面と低断層崖の高さの関係について考察する。低断層崖は空中写真判読ではL1面上に明瞭に認められる。水野ほか(2011)は圃場整備後の人工的な地形改変後にも低位段丘面のずれが残っていると仮定して現在の地形を測量した。その結果、2~4m程度の上下変位量を推定し、古い段丘面ほど変位が大きいことから、変位の累積性を指摘した。しかし、脇山地区では1990年代に圃場整備事業が広域に行われ、古い空中写真に認められた崖は圃場整備の工事によって失われ、現在残っていない。このため地形断面図作成にあたっては、より正確を期するため、この地区の埋蔵文化財発掘報告書(福岡市教育委員会、1990、1991、1992、1993)に掲載されている詳細地図を用いた。この地図には圃場整備前の田畑1枚1枚の標高が1cm単位で記入されているため、正確な地形断面図を作成することができた。地形断面図は低崖とほぼ垂直な方向に4本作って検討した(図3に測線を示す)。その結果、変位量はL1面で3.5m、L2面では1mとなり、L2面にも変位が認められた。古い段丘面ほど変位量が大きく、変位の累積性が認められる。これは活断層による変動地形に特有のものであることから、低崖が低断層崖であることを裏付けている。沖積面や沖積段丘面には変位が認められないため、断層の最終活動時期はL2面形成後かつ沖積面形成以前であると推定される。

#### 10) 日向峠-小笠木峠断層の平均変位速度について

低断層崖が切っている低断層崖の高さ(変位量)と段丘面の形成年代が分かれば、断層

の平均変位速度を求めることができる。段丘面のできた年代について検討する。Aso-4 火砕流堆積面が確認された早良区西入部四丁目付近と脇山付近の段丘面を比較した結果、L1 面の沖積面からの比高は Aso-4 火砕流堆積面とほぼ同じである。また、1990 年代に行われた脇山地区の埋蔵文化財調査の際に、L1 面構成礫層の直下に Aso-4 火砕流堆積物が確認されている（図 3 の Aso-4 確認地点）。これらのことから L1 面は Aso-4 火砕流の直後に形成されたラハール性の土石流堆積面と推定される。町田・新井（2003）によれば、Aso-4 火砕流の年代は 9～8.5 万年前とされているので、L1 面の形成年代を約 8.5 万年前と推定した。また、L1 面の変位量は 3.5m と求められている。

変位量と段丘面の形成年代が分かったので、これに基づいて鉛直方向の平均変位速度を算出した（図 13）。低断層崖の高さ 3.5m を段丘面の形成年代 8.5 万年で除して、断層の鉛直方向の平均変位速度は 4cm/1,000 年と求められる。したがって、（鉛直方向での）断層の活動度は C 級（平均変位速度：1cm～10cm/1,000 年）と推定される。



$$\text{鉛直方向の平均変位速度} = \frac{\text{低断層崖の高さ}}{\text{段丘面の形成年代}}$$

$$= \frac{3.5\text{m}}{8.5 \text{ 万年}} = 4\text{cm}/1000 \text{ 年}$$

→活動度はC級と推定される

| 平均変位速度<br>(1000年あたり) | 活動度 |
|----------------------|-----|
| 1m～10m               | A級  |
| 10cm～1m              | B級  |
| 1cm～10cm             | C級  |

図 13 断層の鉛直方向の平均変位速度の算出

上：脇山の低崖の地形断面図 2（図 2 の断面図 2 の実線）、

下：平均変位速度を求める計算、断層の平均変位速度と活動度の表

(d) 結論ならびに今後の課題

- 1) 地形的・地質的な追加調査を行った結果、日向峠 - 小笠木峠断層の存在と長さが確認され、詳細な通過位置が判明した。日向峠-小笠木峠断層は福岡県糸島市から佐賀県鳥栖市にかけてのびる南西側隆起、左横ずれ、長さ 23km の活断層である。
- 2) 日向峠-小笠木峠断層と前原断層の間に位置する糸島市前原から篠原にかけての地域(前原地域)に変形地形と地層のずれが認められたので、この地域を活断層が通過している。
- 3) 福岡市早良区脇山に認められた低崖は日向峠 - 小笠木峠断層の低断層崖である。この低断層崖の詳細な調査を行った結果、断層の鉛直方向の平均変位速度は 4cm/1,000 年と算出され、日向峠 - 小笠木峠断層の活動度は少なくとも C 級と推定される。

前原地域を活断層が通過していると考えられる。ただし、今回判明したのは、変形地形と地層のずれのみであり、活断層が確実に存在するという証拠は見いだせなかった。今後の課題として、直線的に並ぶ 3 つの断層群が連続しているかどうか、という大きな問題とも関係してくるため、更なる検討を行う必要がある。

今回の日向峠-小笠木峠断層の調査では、断層露頭を複数発見したほか、脇山において断層の鉛直方向の活動度を算出することができた。しかし、横ずれ量の正確な把握が難しかったため、地震発生確率を求める上で必要な、断層の詳細な活動履歴は依然として不明である。今後さらに詳細な活動履歴の調査が必要である。

(e) 引用文献

- 活断層の位置・形状の検討作業グループ(未発表)：北部九州地域活断層図(2.5 万分の 1)。  
九州電力(2009a)：玄海原子力発電所 敷地周辺の地質・地質構造の評価(合同 W3 5-2-1)、<http://www.nisa.meti.go.jp/shingikai/107/3/035/35-2-1.pdf>  
九州電力(2009b)：玄海原子力発電所 敷地周辺・敷地近傍の地質・地質構造(補足説明：その 7)、  
[http://www.nsc.go.jp/senmon/shidai/taishin\\_godo\\_WG3/taishin\\_godo\\_WG3\\_40/siryoo3.pdf](http://www.nsc.go.jp/senmon/shidai/taishin_godo_WG3/taishin_godo_WG3_40/siryoo3.pdf)  
国土交通省：国土画像情報閲覧システム、  
[http://w3land.mlit.go.jp/cgi-bin/ebGIS2/WF\\_AirTop.cgi?DT=n&IT=p](http://w3land.mlit.go.jp/cgi-bin/ebGIS2/WF_AirTop.cgi?DT=n&IT=p)  
国土地理院(2006)：1:25,000 土地条件図「福岡」。  
下山正一・亀山徳彦・宮田雄一郎・田代雄二(1984)：福岡県糸島平野の第四系、北九州大学文学部紀要(B 系列)、17、39-58。  
鉄道建設・運輸施設整備支援機構(2009)：九州新幹線(鹿児島ルート)筑紫トンネル、  
[http://www.Sagacat.or.jp/pdf/kenshukai/21-2\\_sagacat\\_y.pdf](http://www.Sagacat.or.jp/pdf/kenshukai/21-2_sagacat_y.pdf)  
土木研究所：国土地盤情報検索サイト KuniJiban、  
<http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/index.html>  
福岡市(1989)：福岡市都市分類(細部)調査 報告書、表層地質図、地形分類図。  
福岡市教育委員会(1990)：脇山 I - 県営圃場整備事業に伴う発掘調査報告一、福岡市埋蔵文化財報告書、236、8・16・24・44。



- 福岡市教育委員会（1991）：脇山Ⅱ－県営圃場整備事業に伴う発掘調査報告－（脇山 A 遺跡 4 次調査概報、谷口遺跡本報告）、福岡市埋蔵文化財調査報告書、269、13-14.
- 福岡市教育委員会（1992）：脇山Ⅳ－県営圃場整備事業に伴う脇山 A 遺跡 5 次調査報告－、福岡市埋蔵文化財報告書、312、6.
- 福岡市教育委員会（1993）：脇山Ⅴ－県営圃場整備事業に伴う脇山 A 遺跡 6 次調査報告－、福岡市埋蔵文化財報告書、344、6.
- 町田洋・新井房夫（2003）：新編火山灰アトラス - 日本列島とその周辺 - 、東京大学出版会、114.
- 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、第 2 輯、28、269 - 283.
- 松田時彦（1990）：最大地震規模による日本列島の地震分帯図、東京大学地震研究所彙報、65、289 - 319.
- 水野清秀・中村洋介・石原与四郎・田中甫脩・田辺 晋、中西利典・池田政人・細矢卓志（2011）：福岡県日本海沿岸域における低活動度の活断層と平野地下の第四紀堆積物に関する地質調査、地質調査総合センター速報 No. 56、平成 22 年度沿岸域の地質・活断層調査報告、27-40.