

目 次

序 章	1
第1章 調査の概要	2
第2章 神戸の活断層	4
2.1 地形・地質概要	4
2.2 調査結果	7
2.2.1 概要	7
2.2.2 神戸市域の伏在活断層	12
2.2.3 陸上に現れている活断層	29
第3章 ま と め —神戸の活断層評価に向けて—	43
3.1 神戸市域の活断層評価	43
3.2 今後の課題	46
(巻末資料)	
活断層についての質問と答え	49

序 章

1995年1月17日未明に発生した兵庫県南部地震は、明石海峡直下を震源とし、淡路島北部から神戸・阪神地域を中心に大きな被害を与えた。この地震では、淡路島北西部の野島断層が活動し、既存の断層に沿って明瞭な地震断層が出現した。これに対し、神戸側では、市街地の真中を北東－南西に伸びる“震災の帯”と称される激震地域が生じたにもかかわらず、野島断層のような明瞭な地震断層は現れなかった¹⁾。これまで、神戸市街地と六甲山地との境界付近には、諏訪山断層、五助橋断層などの活断層が知られていたが、これら既知の活断層が活動した明瞭な証拠は認められなかった。そのため、市街地直下に伏在する未知の活断層が活動したのではないかと指摘もなされてきた¹⁾。しかし一方では、震災の帯の原因は地下の段差構造によるフォーカシング現象によって説明できるとの考えも提唱されている²⁾。

このような経緯から、兵庫県南部地震以後、地震の発生源となった活断層に着目し、兵庫県、地質調査所などの機関で数多くの調査が実施され、その結果、地下に伏在する活断層の実態が概ね明かにされてきた³⁾。また一方では、主に地形情報にもとづいた活断層の再評価も行われ、都市圏活断層図(縮尺1/25,000)が発刊された⁴⁾。これまで一般に第四紀(およそ200万年前)以降に活動した証拠のある断層が活断層と定義されてきたが、都市圏活断層図では、第四紀後期(およそ十数万年前以降)に活動した形跡の明瞭な断層が区別して表現されている。

神戸市では、これらの成果を実際の防災対策に役立てるためには、さらに詳しい調査を行い、活断層位置と活動度をより鮮明に把握することが必要であると考え、平成8年度と平成9年度の2年間にわたり、神戸市地域活断層委員会を組織し調査を行ってきた。その結果、神戸市街地に伏在する活断層を含め、神戸市域に存在する活断層の位置や活動性がほぼ明らかになってきた。本書では、神戸市地域活断層調査の具体的な成果を報告するとともに、既存資料・文献も参考にして作成した活断層評価図(縮尺1/25,000)を添付した。

第1章 調査の概要

兵庫県南部地震以後に実施された調査により、神戸・阪神地域の地下には、厚い堆積層（市街地直下で数100m～1,000m以上）が分布し、その中に堆積層の上部にまで影響を及ぼしている活断層が伏在していることが明らかにされてきた³⁾。そして、当地域の活断層が、淡路島北部から六甲南麓にかけてのびる活断層系（須磨断層・会下山断層・諏訪山断層・五助橋断層・岡本断層とその南側をこれらにほぼ並行して延びる仮屋沖断層・大倉山断層）と大阪湾断層系に大きく分かれ、その間を和田岬断層が、大阪湾断層から分岐するように六甲南麓の活断層系へと延びてゆく様子もわかってきた³⁾。

しかし、実際に反射法地震探査を行い、地下構造がとらえられたのは、神戸市の中心部から東部にかけてであり、西部の須磨区、長田区での詳しい調査は行われていなかったため、地図上に伏在活断層位置を表すまでにはいたっていなかった。神戸周辺の伏在活断層の全体像を把握し地図上に表現するためにも、神戸市西部での反射法地震探査（P波）による活断層調査は是非とも必要であり、今回の調査に盛りこんだ。

一方、伏在活断層が地表付近の新しい堆積層に変形を与え、最上位の沖積層にまで影響を与えている可能性があることも示唆されているが、陸上部に表れている活断層も含めて長期的な活動予測に向けての情報については、ほとんど得られていなかった。そのため、伏在活断層の地表への延長部を対象として、反射法地震探査（S波）、高密度ボーリング調査などを実施するとともに、陸上の活断層については詳細な露頭観察を行ない、第四紀後期の活動性把握につとめた。

以上の調査内容については、流れ図（図-1.1）、調査内容一覧（表-1.1）、調査位置図（図-1.2）に示す。

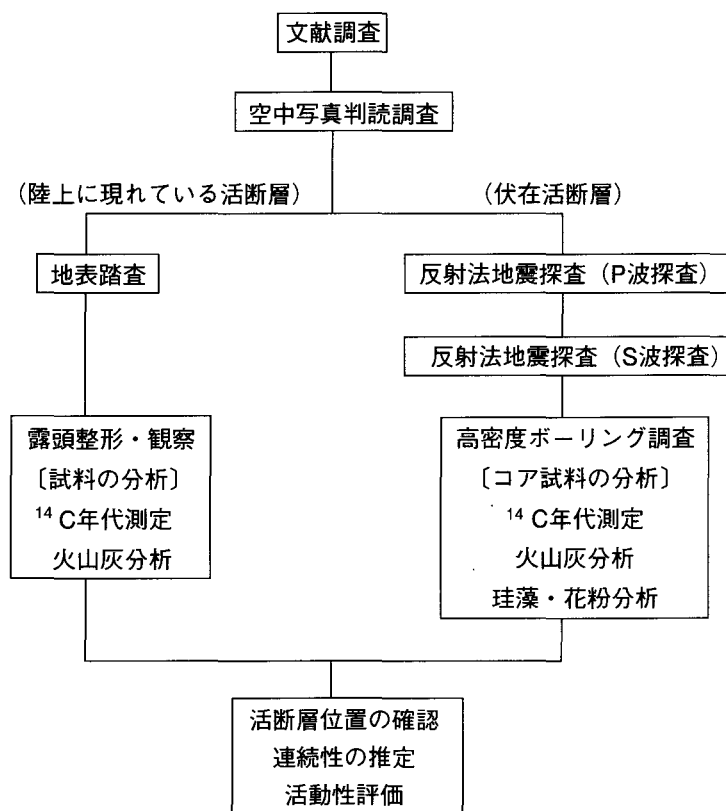


図-1.1 神戸市地域活断層調査のフロー

表-1.1 神戸市地域活断層調査の内容

調査場所	調査目的	主な調査内容
須磨区東部～ 長田区南西部	仮屋沖断層－大倉山断層の伏在位置と活動度調査	反射法地震探査（P波） 1測線 2.3km ボーリング調査 8孔 162m
中央区湊川神社	大倉山断層の伏在位置と活動度調査	反射法地震探査（S波） 1測線 200m ボーリング調査 6孔 124m
灘区都賀川下流	和田岬断層延長部の伏在活断層の活動度調査	ボーリング調査 6孔 120m
東灘区岡本	岡本断層推定部における活動度調査	ボーリング調査 7孔 135m
住吉川上流	五助橋断層の第四紀後期の活動状況の把握	露頭整形・観察調査 2箇所
総合解析	神戸地域の活断層評価	活断層評価図（縮尺 1：25,000）及び報告書の作成



図-1.2 神戸市地域活断層調査位置図

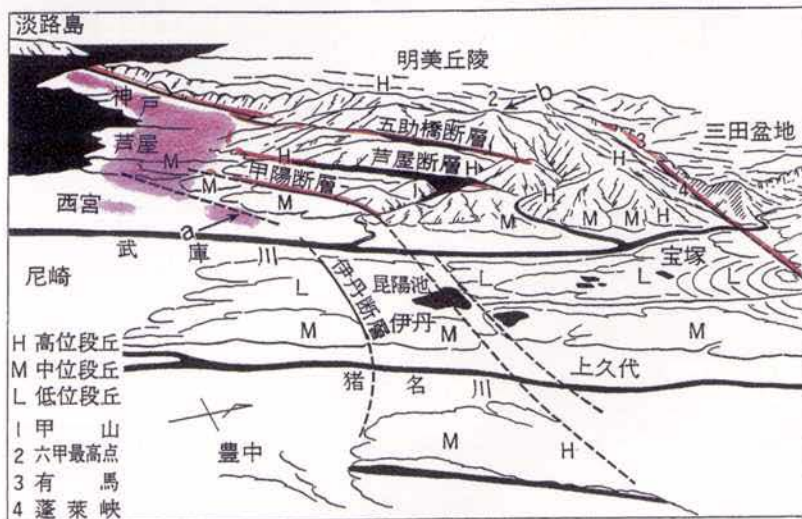
〔この地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の5万分の1地形図を複製したものである。(承認番号 平11近複, 第143号)〕

第2章 神戸の活断層

2.1 地形・地質概要

背後に標高1000m近い六甲山地がそびえ前面を大阪湾に接する神戸市は、風光明媚な国際港湾都市として発展しているが、その反面1938年の阪神大水害をはじめ幾多の風水害・土砂災害を被ってきた。六甲山地は、主に白亜紀後期に形成された花崗岩類から構成され、山頂部は平滑な隆起準平原面状態を呈する一方、神戸市街地に面する南側斜面は急峻であり、風化・破碎の著しい花崗岩類が随所に露出している。

六甲山地が、第四紀の地殻変動により形成された新しい山地であることが明らかにされたのは今から30年以上も前のことであり、藤田和夫らはこれを六甲変動とよんだ⁵⁾。六甲山地の南麓には、諏訪山断層・五助橋断層・甲陽断層などの活断層があり、これらの活断層の運動により六甲山地側が隆起、神戸市街地側が沈降し、図-2.1.1にみられるような階段状の地形が形成された。



震災の帯

図-2.1.1 千里丘陵上空からみた神戸・六甲方面と「震災の帯」
上の写真は昭和32年神戸新聞社撮影，下のスケッチは藤田・前田 (1971)⁶⁾による。

図-2.1.2は、昭和43年頃の神戸の市街地を現在のポートアイランド上空付近から撮影した写真であり、市街地背後に六甲山地がせまっている様子がよくわかる。また、山麓部に活断層が位置していることは、空中写真でみるとさらに良くわかる（図-2.1.3）。

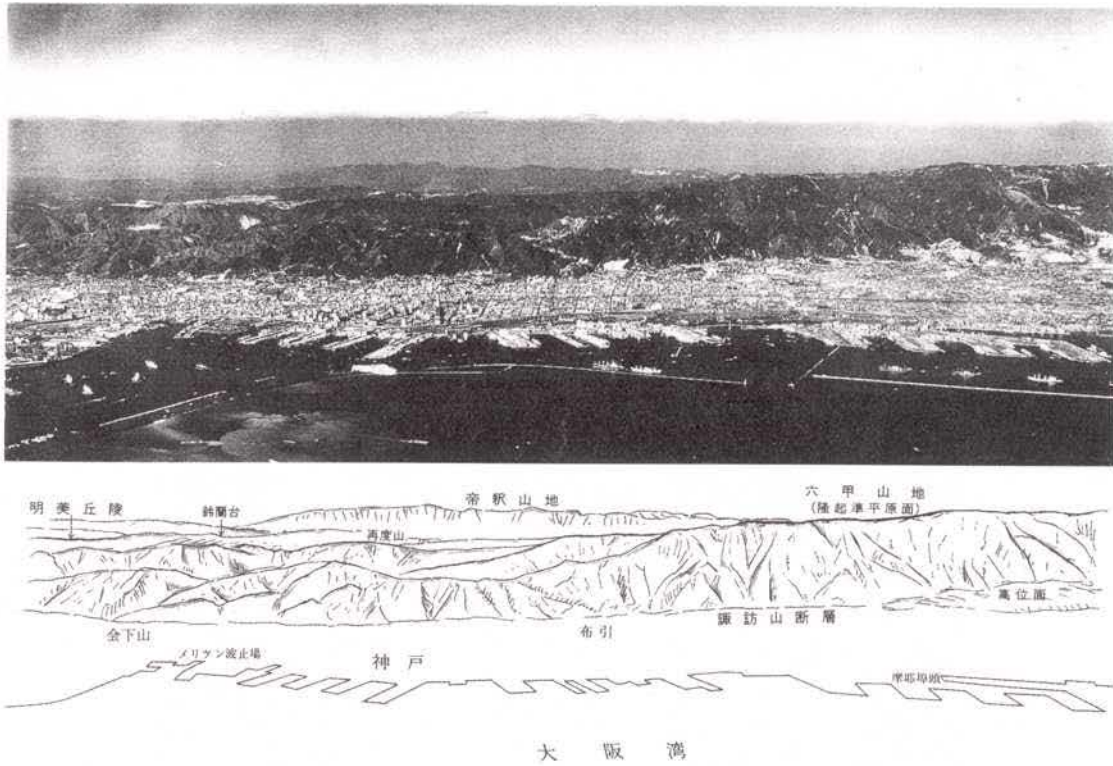


図-2.1.2 神戸港沖上空からみた六甲山地南麓の断層崖
(昭和43年神戸新聞社撮影)



図-2.1.3 諏訪山断層に沿ってみられる明瞭なリニアメント

「この写真は、米軍撮影の空中写真を建設省国土地理院長の承認を得て、掲載したものである。(承認番号 平11近複, 第146号)」

1995年1月17日未明に発生した兵庫県南部地震では、神戸側には明瞭な地震断層こそ出現しなかったが、六甲側の隆起（図-2.1.4 (a)）⁷⁾や北東方向への移動といった広域的な変動パターン、地震記録から求められた断層モデルなどからみて、六甲変動の一環である可能性が高いと考えられている⁸⁾。六甲変動は、六甲山地が隆起する一方、神戸市街地から大阪湾にかけての低地部が沈降する運動に象徴され、沈降側には六甲をはじめ隆起する周辺山地から供給された土砂が厚く堆積している。神戸市街地や大阪湾の地下に伏在する堆積層は、一部に神戸層群などの古第三紀の地層が残存している可能性はあるが、基本的には新第三紀末以降に堆積した大阪層群を主体としている（図-2.1.4 (b)）。

このような神戸市街地をはじめ、大阪湾・大阪盆地下に広く分布する堆積層は、約300万年前に堆積しはじめたことが知られている。堆積層は、下位より大阪層群下部亜層群、同中部亜層群、同上部亜層群に分けられ、さらにその上位は中・低位段丘を構成する段丘層に相当する段丘相当層、最終氷期最寒冷期以降の堆積層である沖積層に区分されている。年代や特徴については、表-2.1.1に示した。

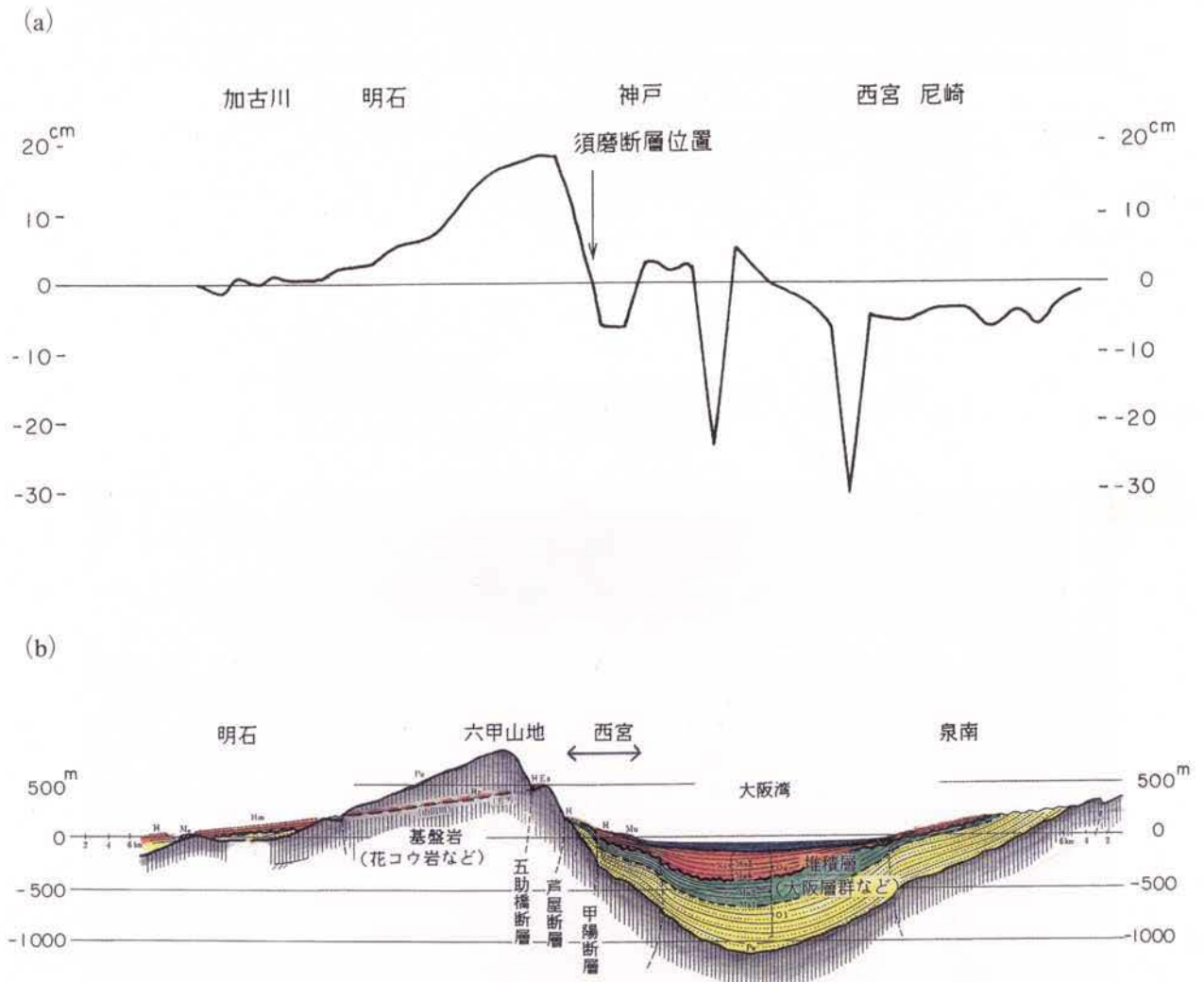


図-2.1.4 兵庫県南部地震による上下変動パターン (a) と六甲山地-大阪湾断面 (b)

(a) 水準測量により得られた高砂-神戸-大阪間の上下変動 (国土地理院, 1995)⁷⁾

(b) 明石-六甲山地-西宮-大阪湾-泉南地域を結ぶ断面 (藤田和夫, 1979)⁹⁾

表-2.1.1 大阪盆地周辺に分布する新第三紀末以降の堆積層

地質時代		絶対年代 (万年)	地質区分	地質の特徴
第 四 紀	完新世	1 (2)	沖積層	軟弱な粘性土層、ゆるい砂・砂礫層からなり、沖積低地、微高地（砂堆、砂州、自然堤防など）、扇状地などを形成する。海成粘土層のMa13層準が沖積層に相当する。また、大阪湾の周囲には人工の埋立地が造成されている。
			* 段丘層及び 段丘相当層	海成の粘土・砂層と淡水性の砂礫・砂・粘土層の互層。ただし、山地に近い地域では非海成層のみとなる。海成粘土層では、Ma11から12層準が本層に相当する。
	更新世	13 (20)	上部 亜層群	海成の粘土・砂層と淡水性の砂礫・砂・粘土層の互層。山地に近い地域では全体的に砂礫層が優勢となる一方で、現在の堆積盆地より内陸地域にまで広く分布している。海成粘土層のMa6からMa10層準までが、上部亜層群に相当する。
			中部 亜層群	海成の粘土・砂層と淡水成の砂礫・砂・粘土層の互層。山麓付近あるいは、基盤山地内にまで海成層が広がっている。海成粘土層の最下位の層準（Ma-1層）からMa5層準までが、中部亜層群に相当する。
新 第三 紀	鮮新世	70 (120) 170 (300)	下部 亜層群	淡水成の砂礫・砂・粘土の互層からなり、海成層はみられない。粘性土は一般に固く締まり軟岩状を呈する。現在山地となっている基盤の小起伏面上にも、わずかながら残存しており、現在の山地を越えて広範囲に堆積していたとみられる。
大阪層群堆積以前は、基盤岩類が長期にわたって侵食され、小起伏面を形成していた。				

*地盤工学の分野では、“上部洪積層”を用いられることがある。

2.2 調査結果

2.2.1 概要

2年間にわたる調査の結果、神戸を中心とした市街地の地下構造がかなり鮮明にわかってきた。図-2.2.1は、兵庫県南部地震以後に実施された反射法地震探査と、深さ数100m以上の調査ボーリング、あるいは活断層評価を目的とした高密度ボーリング地点などの位置を示した図である。一方、図-2.2.2, 2.2.3, 2.2.4は、図-2.2.1に示した各種の調査結果や地形・地質調査の結果をとりまとめた図面であり、それぞれ基盤岩等深度線、地質平面、地質断面を表したものである。

図-2.2.2の基盤岩等深度線図は、六甲・神戸地域の基盤を構成する花崗岩類の深度を100mピッチのコンターで表現した図である。コンターが密集している所に活断層が存在していることは、図-2.2.3, 2.2.4と比較してみるとよくわかる。これらの図により、当地域の活断層が、六甲山南麓付近に位置する淡路-六甲活断層系と大阪湾断層系に大きく分かれ、その間に大阪湾断層から分岐するかたちで和田岬断層が北ないし北東方向に延びていることがわかる。また、神戸市街地~大阪湾の地下には、大阪層群を主体とした未固結堆積層が厚さ数100m~2000m以上堆積しており、図-2.2.3に示した伏在活断層は地表付近では明瞭な断層線として表れず、ゆるやかな撓曲構造を示すこともわかってきた。

以上のように神戸周辺の活断層の全体像が解明されてきたと同時に、神戸市地域活断層調査では、市街地に伏在する活断層の地表付近の様子や活動性、六甲断層系の主要断層のひとつとして知られる五助橋断層の活動時期についての知見も得られた。これらの成果については、次項で詳しく報告する。

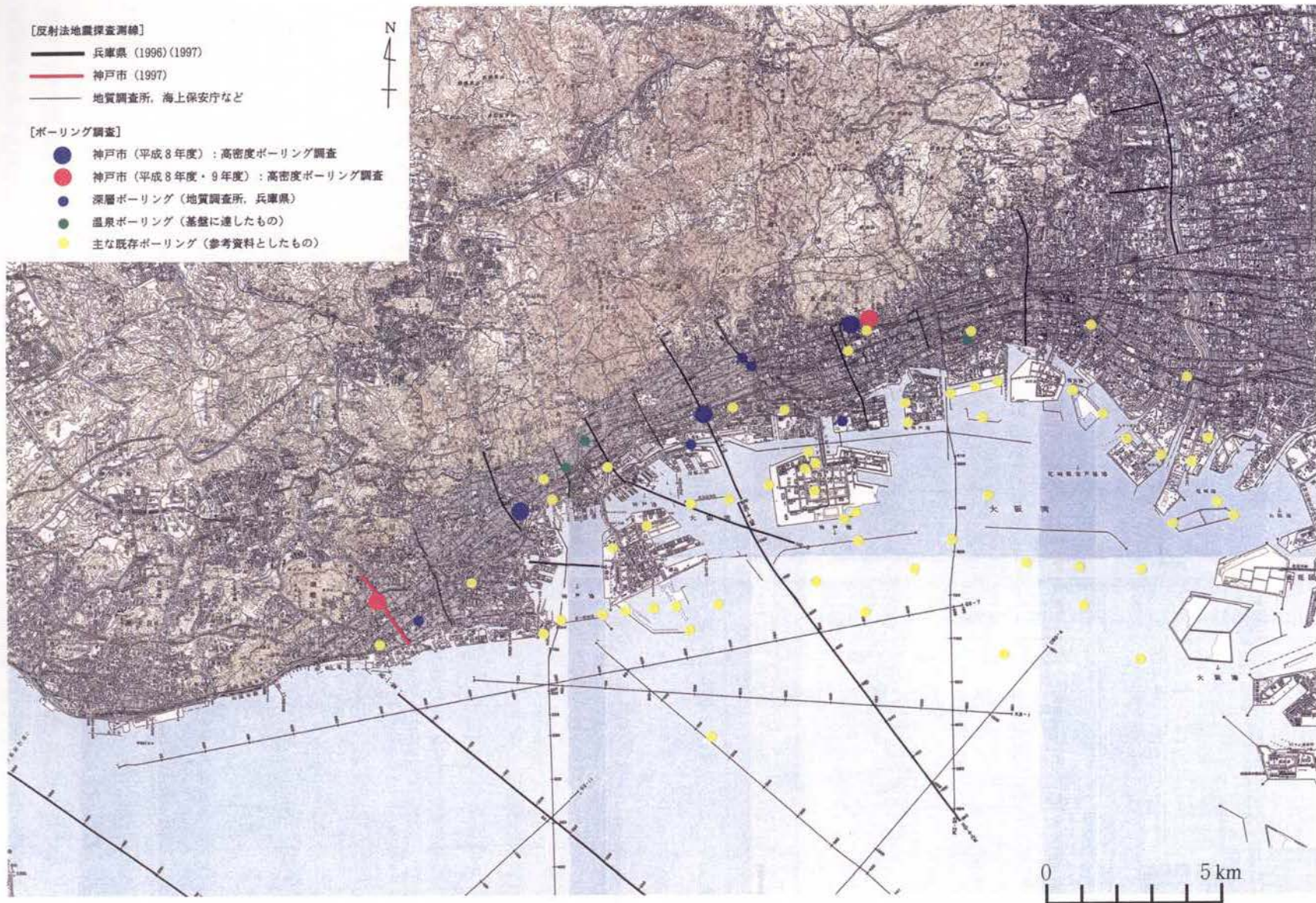


図-2.2.1 神戸市地域活断層調査とりまとめに用いた主な資料の調査位置

「この地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の5万分の1地形図を複製したものである。(承認番号 平11近複、第143号)」

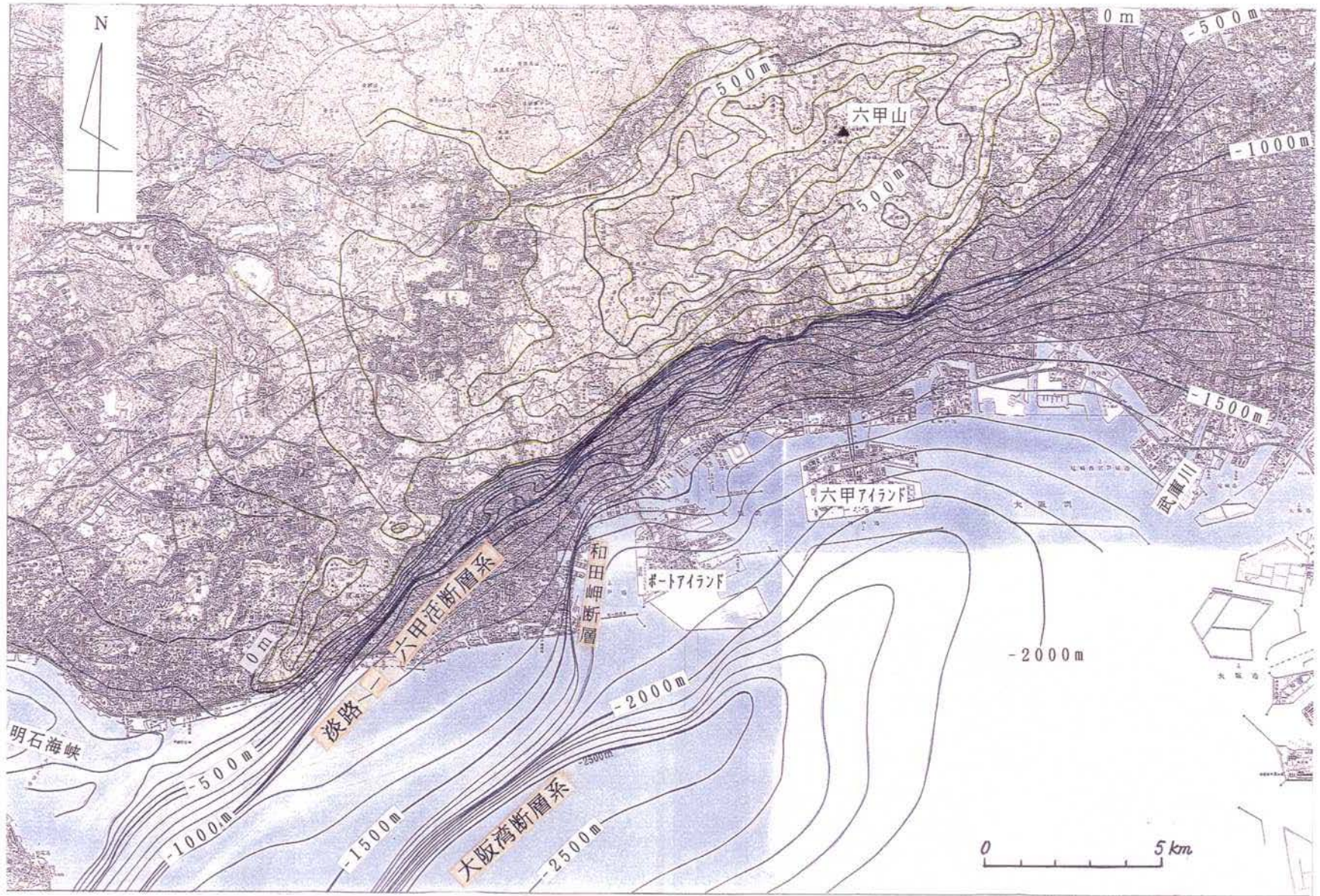


図-2.2.2 基盤岩等深度線図

「この地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の5万分の1地形図を複製したものである。(承認番号 平11近複, 第144号)」

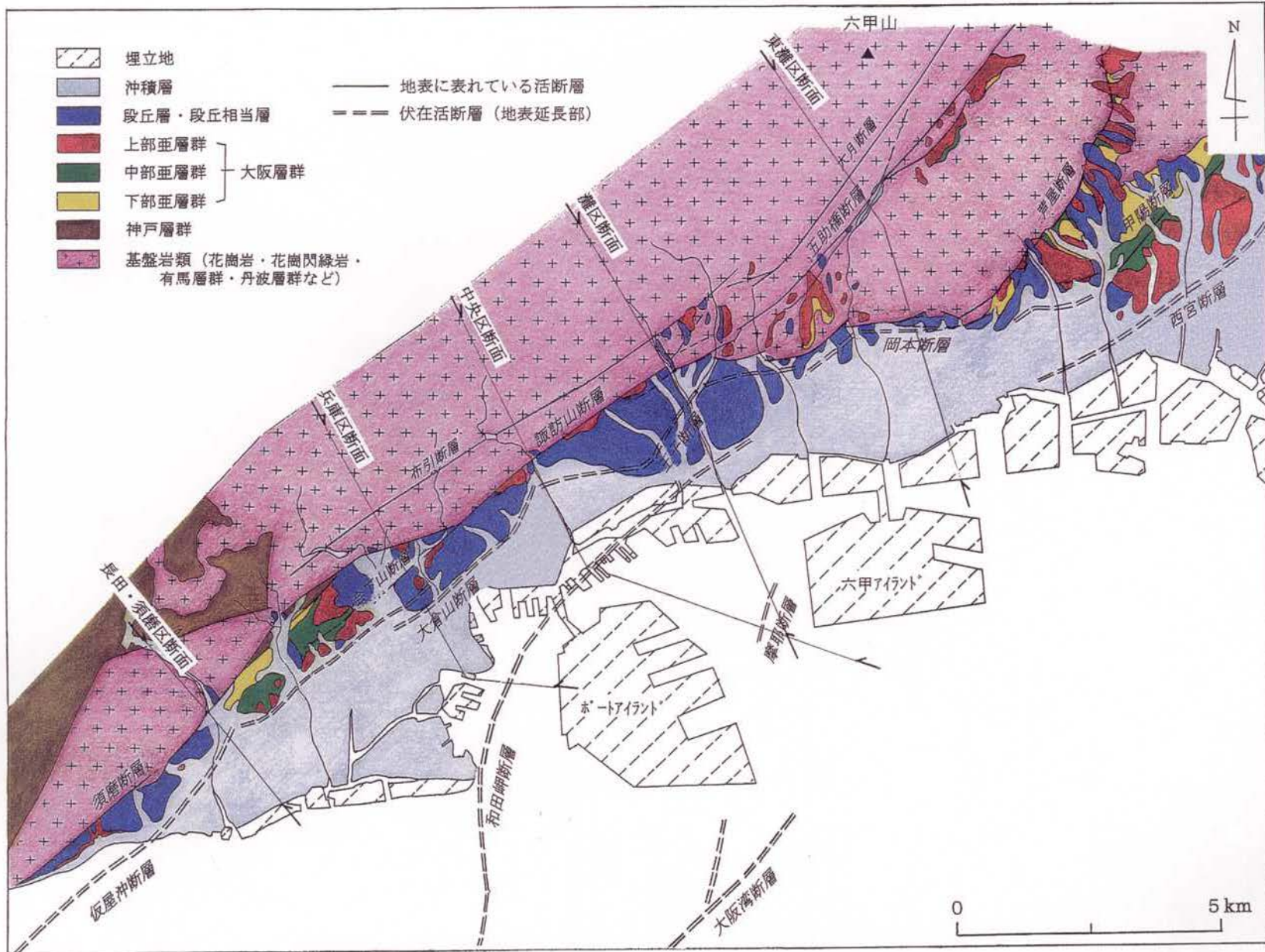


図-2.2.3 神戸・阪神地域の地質と活断層概略図

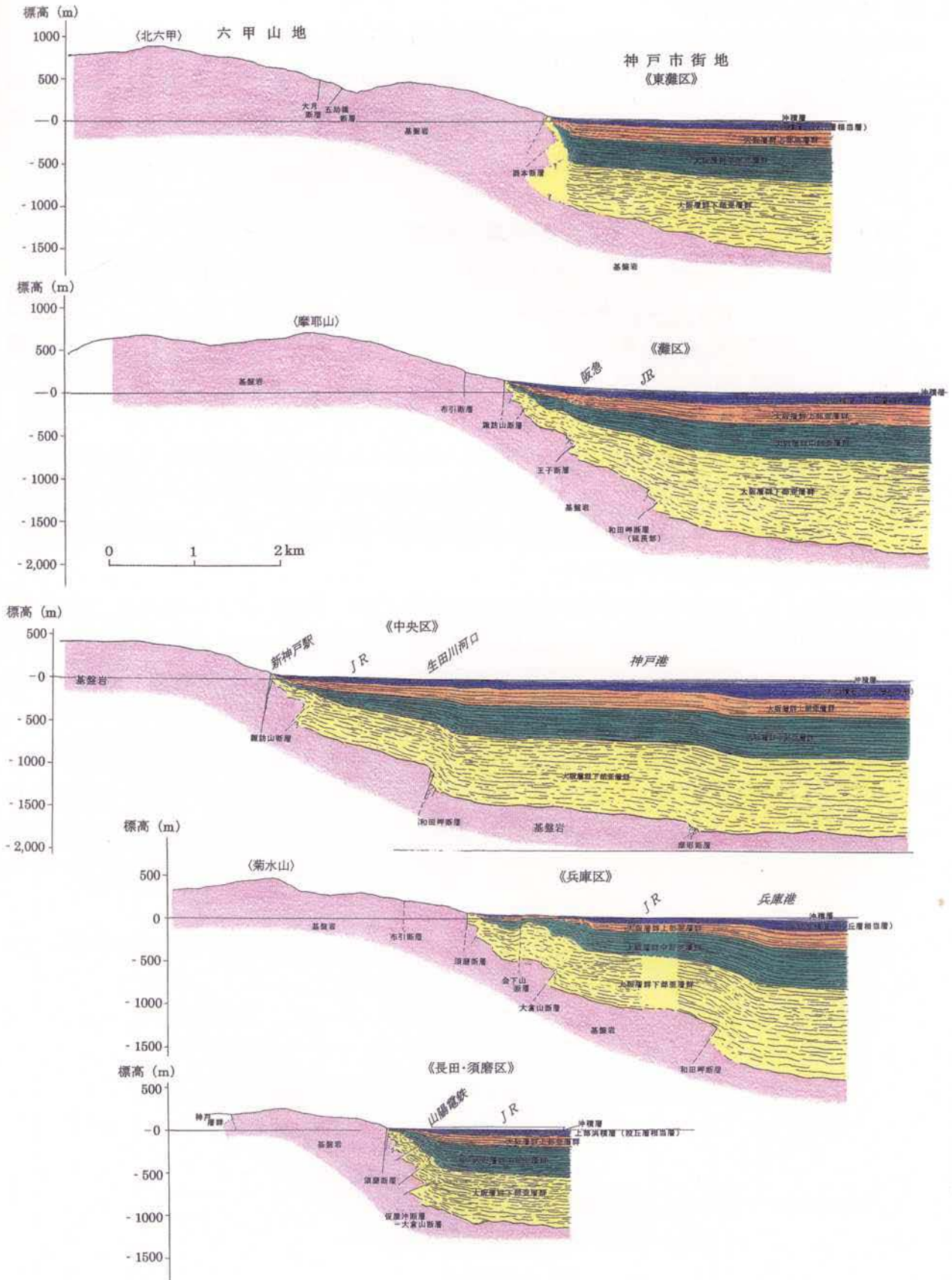


図-2.2.4 神戸地域の地質断面

六甲山麓から神戸市街地の地下にかけ複数の活断層が認められる。各断面ごとに地下構造は異なっているが、基本的には傾動を伴う基盤の階段状の構造を示している。

2.2.2 神戸市域の伏在活断層

神戸市地域活断層調査により、神戸市西部地域の地下構造と伏在活断層の位置・形態が明らかになるとともに、伏在活断層が地表付近の段丘相当層あるいは沖積層にまで変形を及ぼし、第四紀後期以降も活動していることもわかってきた。ここでは、調査を実施した4地区（図-1.2及び2.2.1）の成果について報告する。

(1) 須磨区東部～長田区南西部における伏在活断層と地盤構造

当地区では、反射法地震探査（P波）の結果、須磨断層からその南側約500mの範囲に活断層が伏在していることがわかった（図-2.2.5, 2.2.6, 2.2.7）。伏在活断層は、数本に分かれており、この間で断層による基盤の落差は1000m近くに達する。なお、基盤の上に堆積している大阪層群をはじめとする被覆層の層序区分（図-2.2.7）は、反射法地震探査測線の近傍で実施されたGS-K4ボーリング（掘削深度545m）¹⁰⁾を参考とした。

反射法地震探査によってとらえられた伏在活断層は、基盤中ではみかけ上逆断層であり、基盤付近を除き堆積層中では撓曲構造として表れ、地表付近まで明瞭な断層としては延びていない（図-2.2.6中のF-3, 4, 5）。山側の断層（須磨断層とみられるF-1やF-2）については、堆積層の反射構造が不鮮明であり断層の詳しい性状は不明である。

伏在活断層により、大阪層群中部亜層群以上の地層が大きく変形（撓曲）している範囲は、反射法地震探査側線のCMP No.580から690付近であり、その直下に伏在する断層（F-4）が最も活動的とみられる。これに対し、最も海側の断層（F-5）は、大阪層群下部亜層群に影響を与えているものの、大阪層群中部亜層群以上には影響を及ぼしていないように見える。

一方、断層の表層部への影響を明らかにするために実施された高密度ボーリング調査の結果、アカホヤ火山灰（K-Ah：約6,300年前の広域テフラ）が、No.①-7の深度7.8～7.9mおよびNo.①-6の深度8.05～8.10mで確認された。また、AT火山灰（約24,000年前の広域テフラ）は、No.①-8の深度17.2～17.3mで確認された。これらの火山灰層準を、各ボーリング地点の土層の特徴、火山ガラスの混入層準、腐植土層の¹⁴C年代などを参考に作成した推定断面図が、図-2.2.7(a)である。この結果、アカホヤ火山灰層準とAT火山灰層準が、ボーリングNo.①-7とNo.①-6の間で、それぞれ上下方向に約2m、約6m食い違っている可能性の高いことが明らかになった（図-2.2.7(a)）。

以上を総合すると、伏在活断層のうち最も活動的な断層はF-4であり、この断層が仮屋沖断層から大倉山断層に連続する一連の活断層の主体である可能性が高い。またF-4断層は、図-2.2.7(b)に示したように基盤中ではみかけ上逆断層であり、大阪層群などの被覆層に入ると断層変位は撓曲構造へと変化しつつも変位は地表付近の沖積層にまで及んでおり、現在も活動的な断層であると判断される。

(2) 中央区湊川神社付近における伏在活断層と地盤構造

当地区では、反射法地震探査（S波）と高密度ボーリング調査などにより、大倉山断層の地表付近（段丘層および沖積層）における変形構造が明らかになった。

S波探査では、既存の反射法地震探査（P波探査）により明らかにされた大倉山断層の直上部において、およそ60万年前以降に堆積した大阪層群上部亜層群から表層部の地層にまで撓曲構造が及んでいることが判明した（図-2.2.9, 2.2.10）。

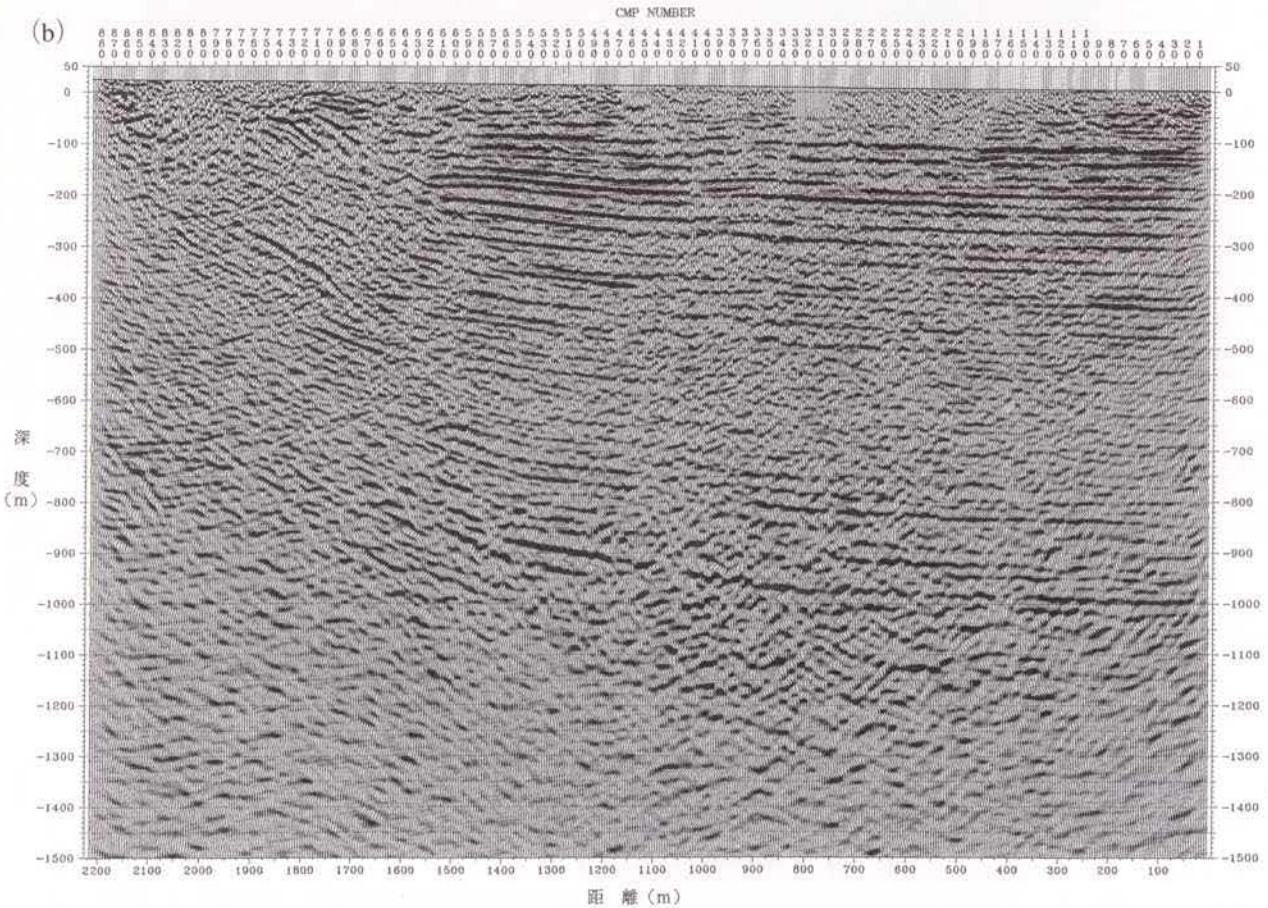


図-2.2.5 須磨区東部～長田区南西部の調査位置 (a) と P 波反射断面 (b)

(a) 調査位置図

「この地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の5万分の1地形図を複製したものである。(承認番号 平11近複, 第143号)」

(b) P 波反射断面 (深度断面)

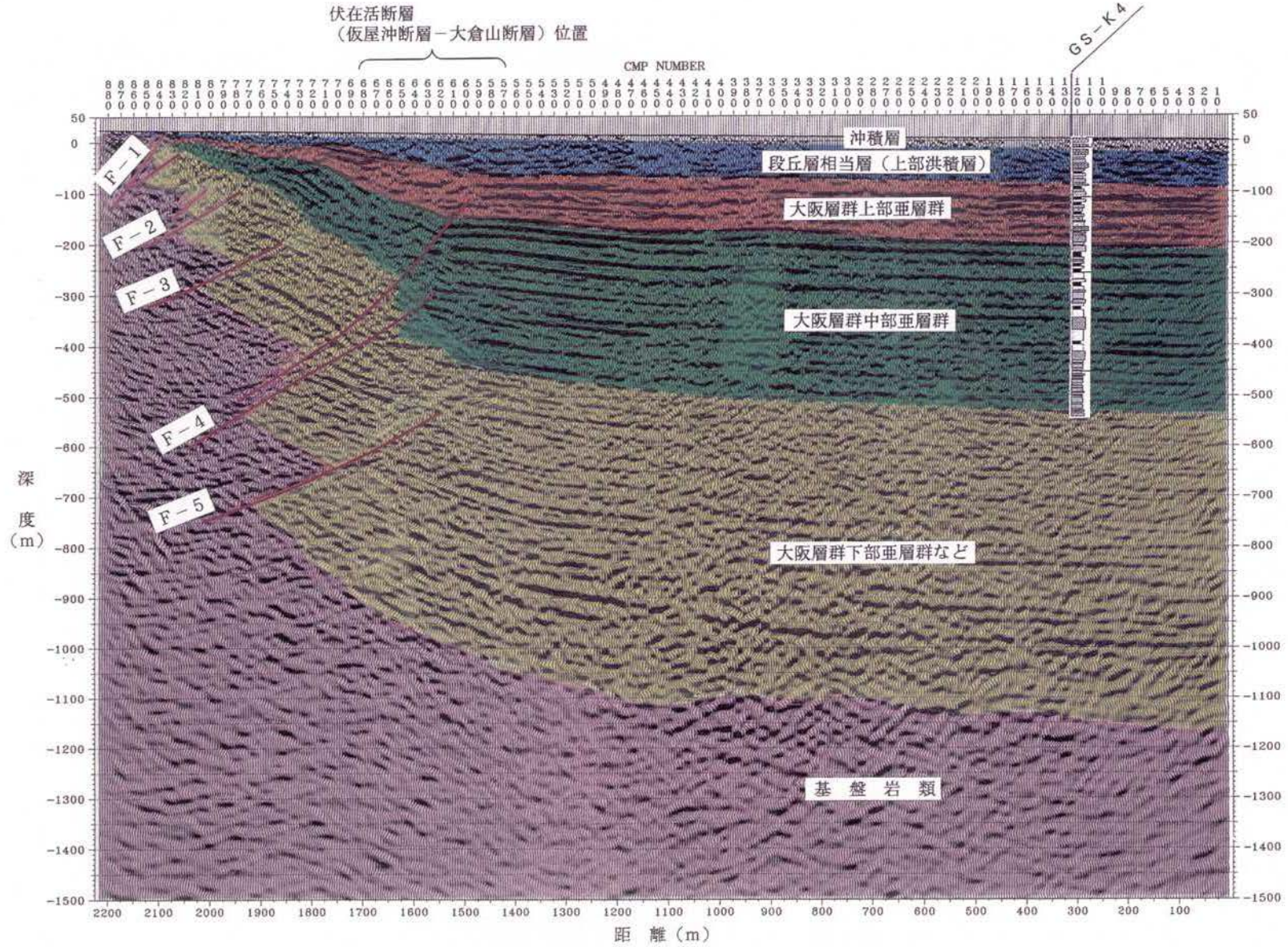
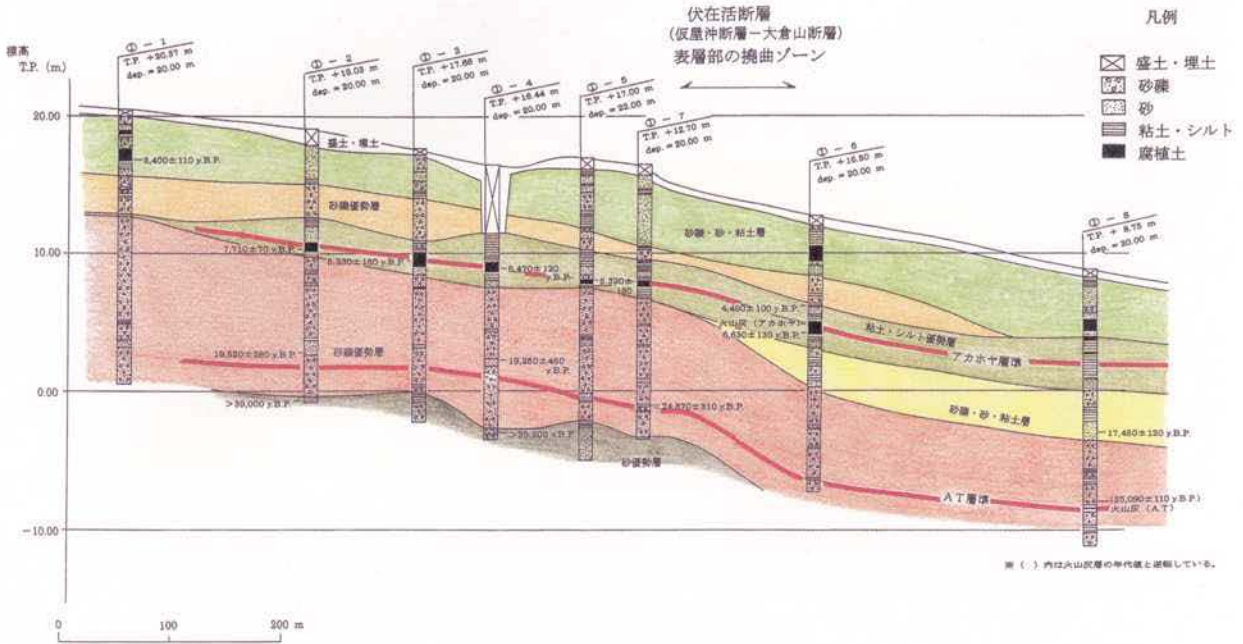


図-2.2.6 須磨区東部～長田区南西部の反射断面解釈図
 反射面の層構造, 速度値, GS-K4¹⁰⁾などのボーリング情報から, 地層区分を行なった。

(a)



(b)

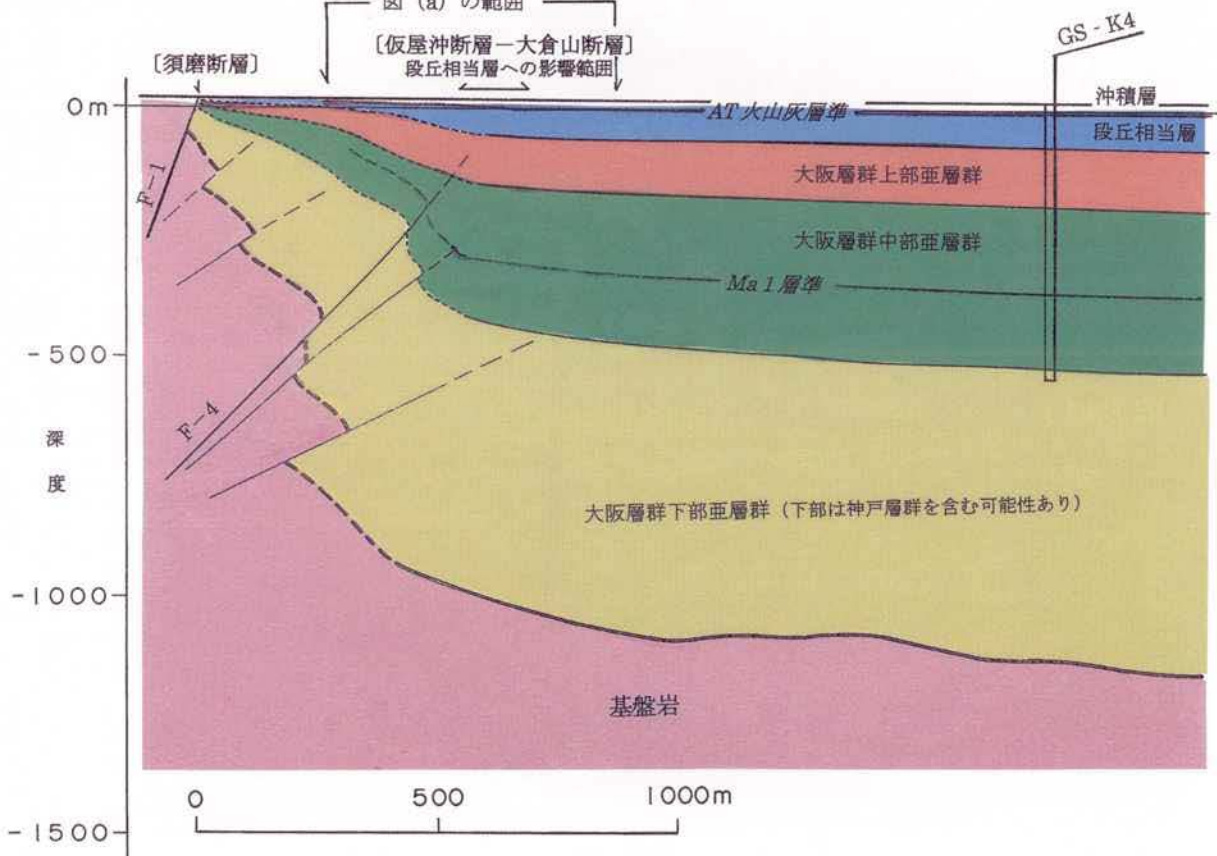


図-2.2.7 須磨区東部～長田区南西部のP波断面に基づく伏在活断層の形態 (a) と高密度ボーリング調査により推定された地表付近の拗曲構造 (b)

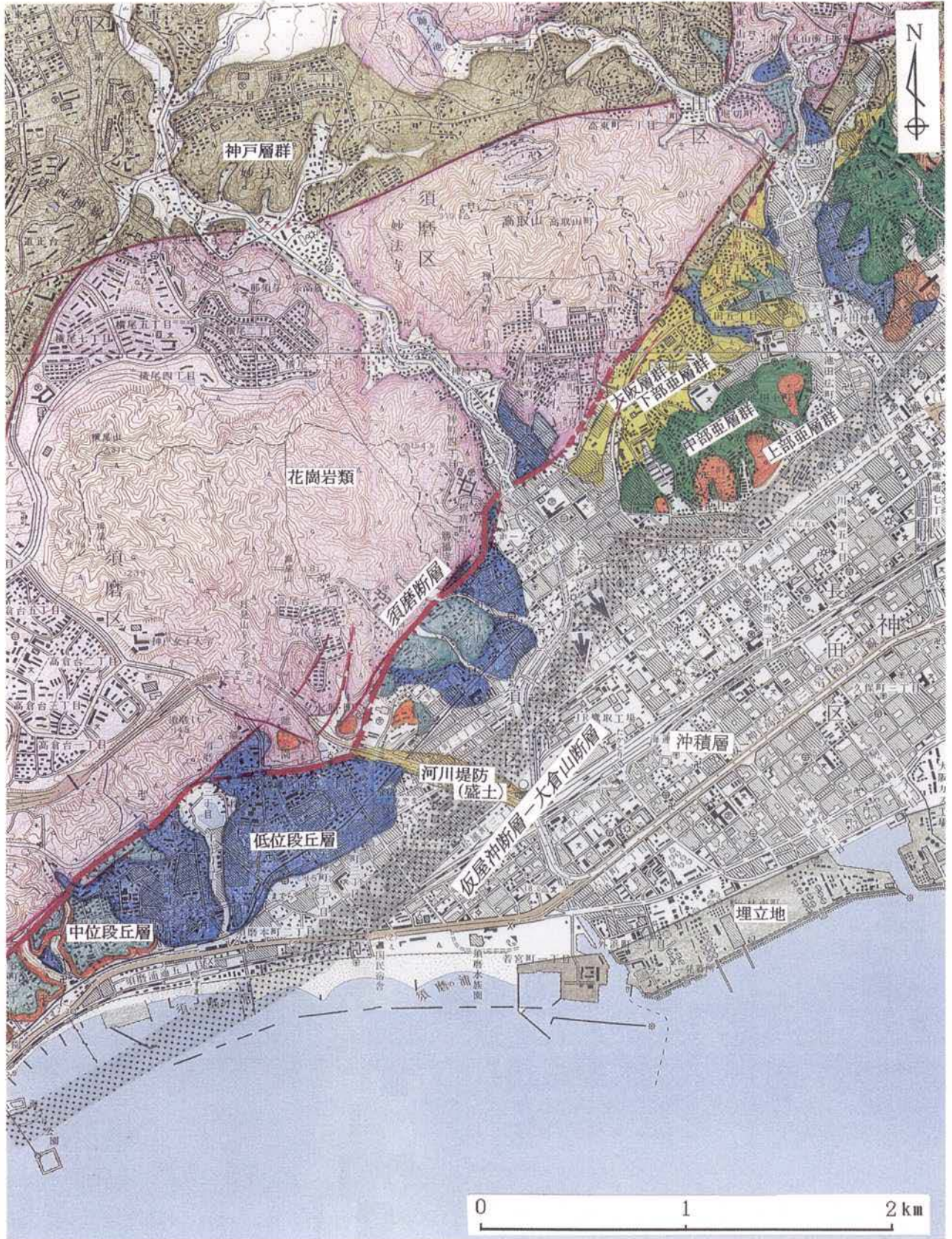
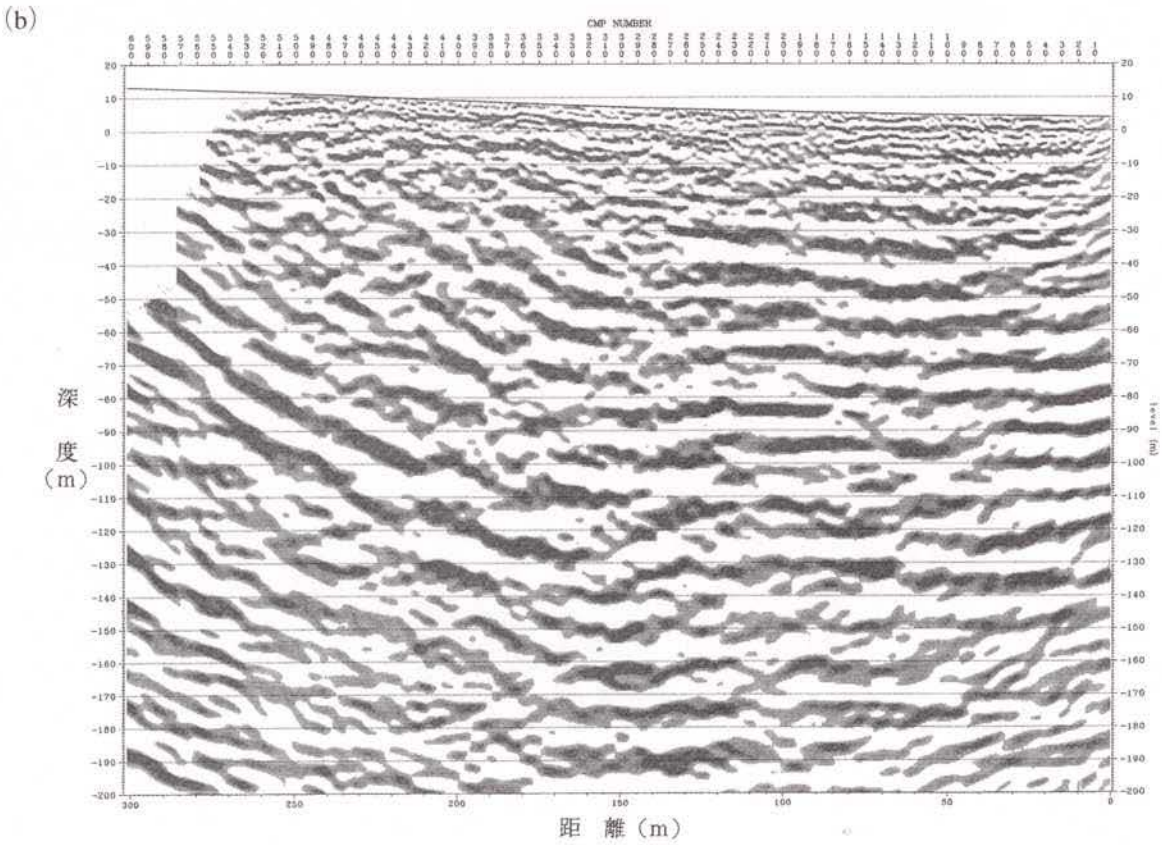


図-2.2.8 須磨区東部～長田区南西部の地質と伏在活断層位置

「この地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分の1地形図を複製したものである。
(承認番号 平11近複, 第142号)」



図一2.2.9 中央区湊川神社付近における調査位置 (a) と S 波反射断面 (b)
 (a) 調査位置図 (神戸市発行2,500分の1地形図を使用) (b) S 波反射断面 (深度断面)

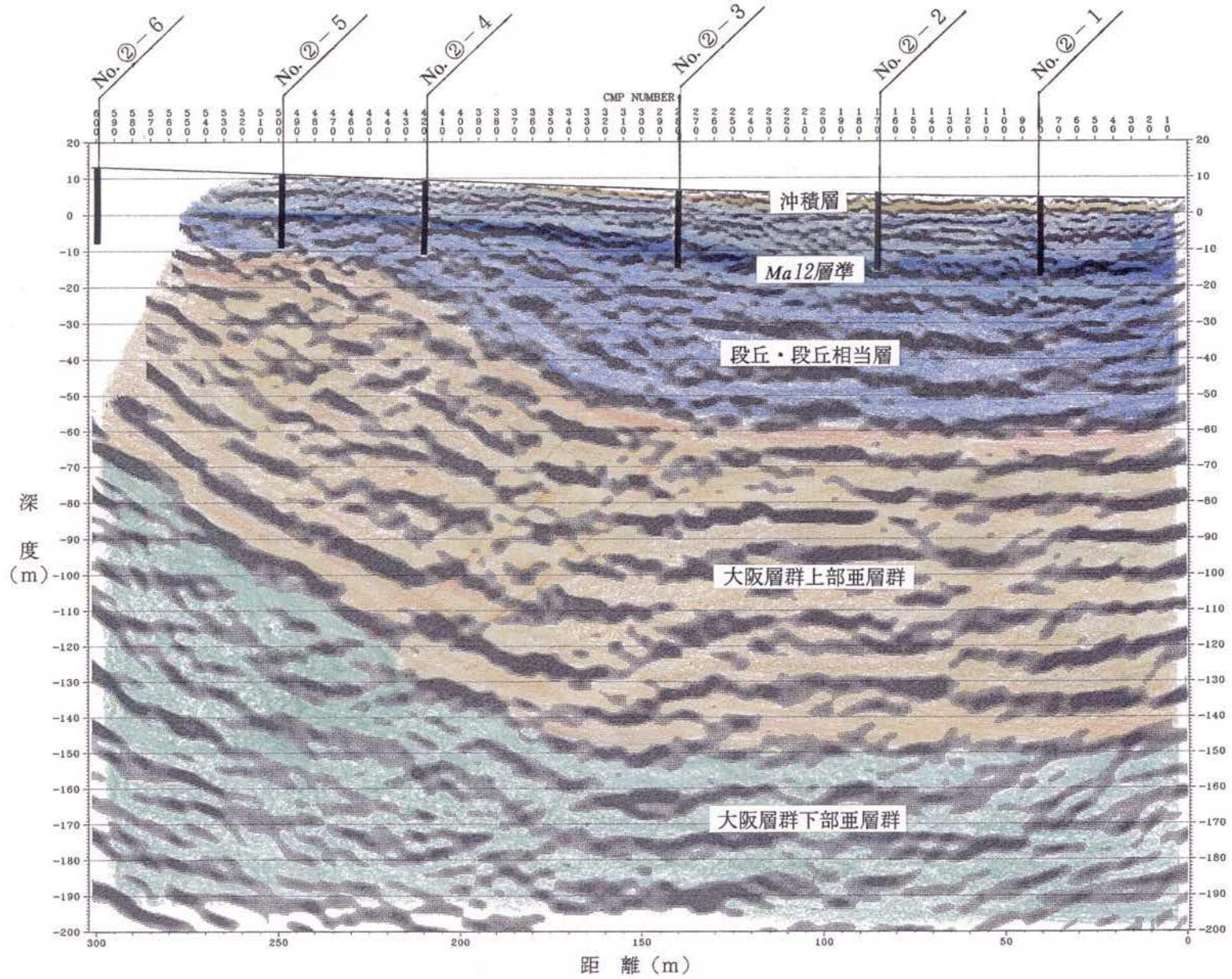


図-2.2.10 S波反射断面に表れた伏在活断層による撓曲構造

高密度ボーリング調査の結果、伏在活断層直上の地質断面は、土質区分、土質試料を用いた¹⁴C年代測定、珪藻・花粉分析などにより、図-2.2.11(a)のように推定される。

本断面における土層構成は、上位より、盛土・埋土層（Ⅰ層）、砂優勢層（Ⅱ層）、砂礫優勢層（Ⅲ層）、砂優勢層（Ⅳ層）、粘土・シルト優勢層（Ⅴ層）、砂礫優勢層（Ⅵ層）に区分される。このうち、砂主体のⅡ層は¹⁴C年代（ボーリング No. 3 における3,880±100年前）から沖積層、砂主体のⅣ層からシルト・粘土主体のⅤ層にかけては、¹⁴C年代がスケールオーバーすること（約40,000年前より古い）、花粉分析の結果、P3帯（卓越する属・科はニヨウマツ、モミ、ツガ、コウヤマキ、アカガシ、特徴的な属・科としてサルスベリを含む。Ma12層準を含む中位段丘相当層に対応する¹¹⁾に属すると見られることから、この層準がMa12層準に相当する可能性が高い。砂礫主体のⅢ層は、直接の証拠は得られなかったが、Ⅱ層とⅣ層の形成時期から推定して、低位段丘相当層の可能性はある。

この結果、約10万年前のMa12層準が上下方向に10~15m変位していることが明らかになるとともに、さらにMa12層準より上位の地層（低位段丘層から沖積層に相当）もゆるやかながら変形していることがわかった（図2.2.11(a)）。

以上を総合すると、大倉山断層は、図-2.2.11(b)に示したように基盤中ではみかけ上逆断層と推定され、大阪層群などの被覆層にはいると基盤の断層変位が撓曲構造へと変化している。また、変位は地表付近のMa12層準以上にまで及んでおり、現在も活動的な断層であると判断される。なお、明石海峡からのびる仮屋沖断層からの延長は、湊川付近でステップし、大倉山断層に続くものと推定される（図-2.2.12）。

(3) 灘区都賀川下流地区における伏在活断層と地盤構造

当地区では、和田岬断層の延長にあたる伏在活断層を対象とした高密度ボーリング調査（図-2.2.13(a)）により、極めてゆるやかではあるが、地表付近の低位段丘相当層にまで変形が及んでいることが明らかになった。

図-2.2.13(b)は、都賀川沿いで実施された反射法地震探査、深層ボーリング調査の結果明らかにされている地質断面であり、いずれも阪神地域活断層調査委員会（1996）の調査によるものである¹²⁾。このうち和田岬断層の延長部とみられる伏在活断層は、地質断面図で最も海側の断層にあたり、その地表延長部は、ほぼ段丘地形と沖積低地との境界にあたっている。

地表延長部における高密度ボーリング調査から、伏在活断層直上の地質断面は、土質区分、土質試料を用いた¹⁴C年代測定、火山灰分析などにより、図-2.2.14のように推定される。本断面における土層構成は、上位より、盛土・埋土層（Ⅰ層）、砂礫層（Ⅱ層）、砂層（Ⅲ層）、砂・砂礫層（Ⅳ層）に区分される。このうち、Ⅲ層とⅣ層の境界付近では、調査した6本のボーリング孔全てにおいてAT火山灰層が確認された。また、¹⁴C年代測定結果から、Ⅲ層は低位段丘相当層に対比されること、Ⅱ層は直接の年代情報は得られなかったが、Ⅲ層最上部の年代からみて沖積層の可能性が高いことなどがわかった。

地質断面で見ると、地層の傾斜はゆるやかであり目立った撓曲構造は認めがたい。しかし、深部地下構造と比較してみると、AT火山灰層の層準はゆるやかではあるが、図-2.2.15に示すように地下の伏在活断層の撓曲構造に応じた変形を被っていることが見えてくる。変形がゆるやかなため、AT火山灰層準の上下方向の変位量を正確に求めることは困難であるが、No.③-6~③-2の幅広いゾーンに及んでおり、その上下変位量は4m程度とみられる。

調査の結果を総合すると、和田岬断層は、今回確認できた伏在断層位置をとおり、沖積低地と低位段丘境界に沿ってさらに東方へ延びていると推定される（図-2.2.16）。

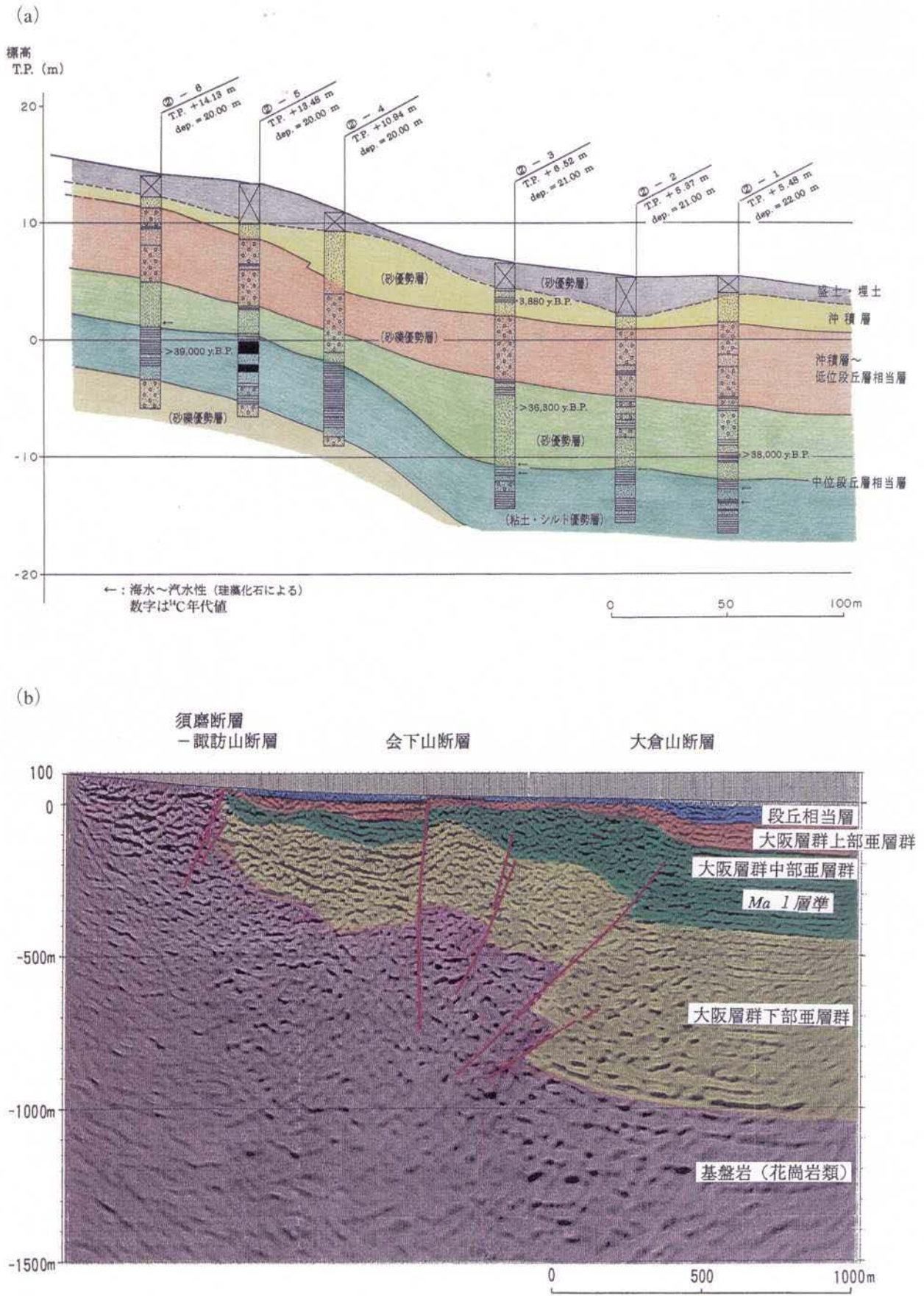


図-2.2.11 中央区湊川神社付近のS波断面に基づく伏在活断層の形態 (a)と高密度ボーリング調査により推定された地表付近の撓曲構造 (b)¹²⁾

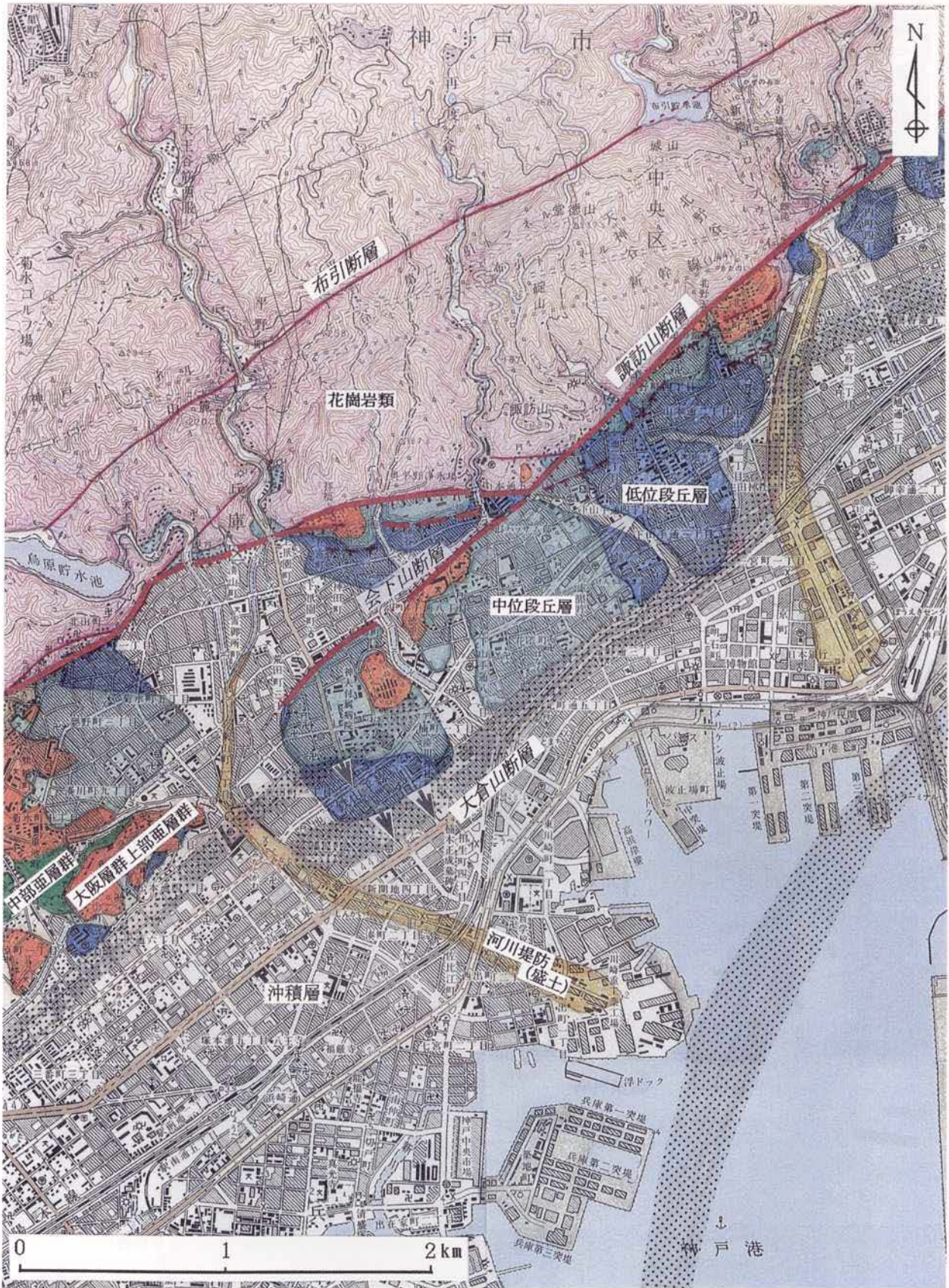


図-2.2.12 中央区湊川神社付近の地質と伏在活断層位置

〔この地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分の1地形図を複製したものである。
(承認番号 平11近複, 第142号)〕

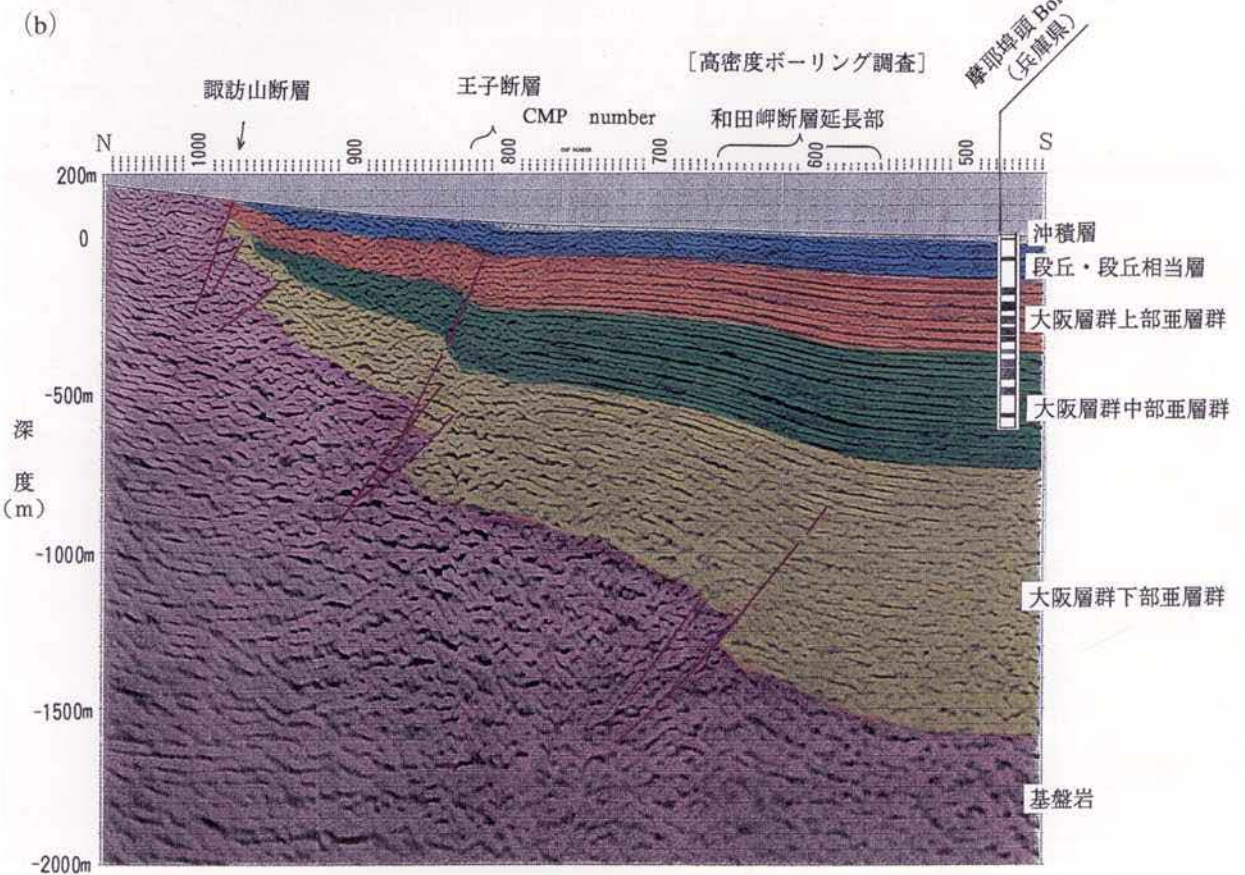


図-2.2.13 灘区都賀川下流地区の調査位置 (a) と P 波反射断面 (b)

(a) 調査位置図 (神戸市発行10,000分の1地形図を使用)

「この地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の1万分の1地形図を複製したものである。(承認番号 平11近複, 第145号)」

(b) P 波反射断面 (深度断面)¹²⁾ 解釈図

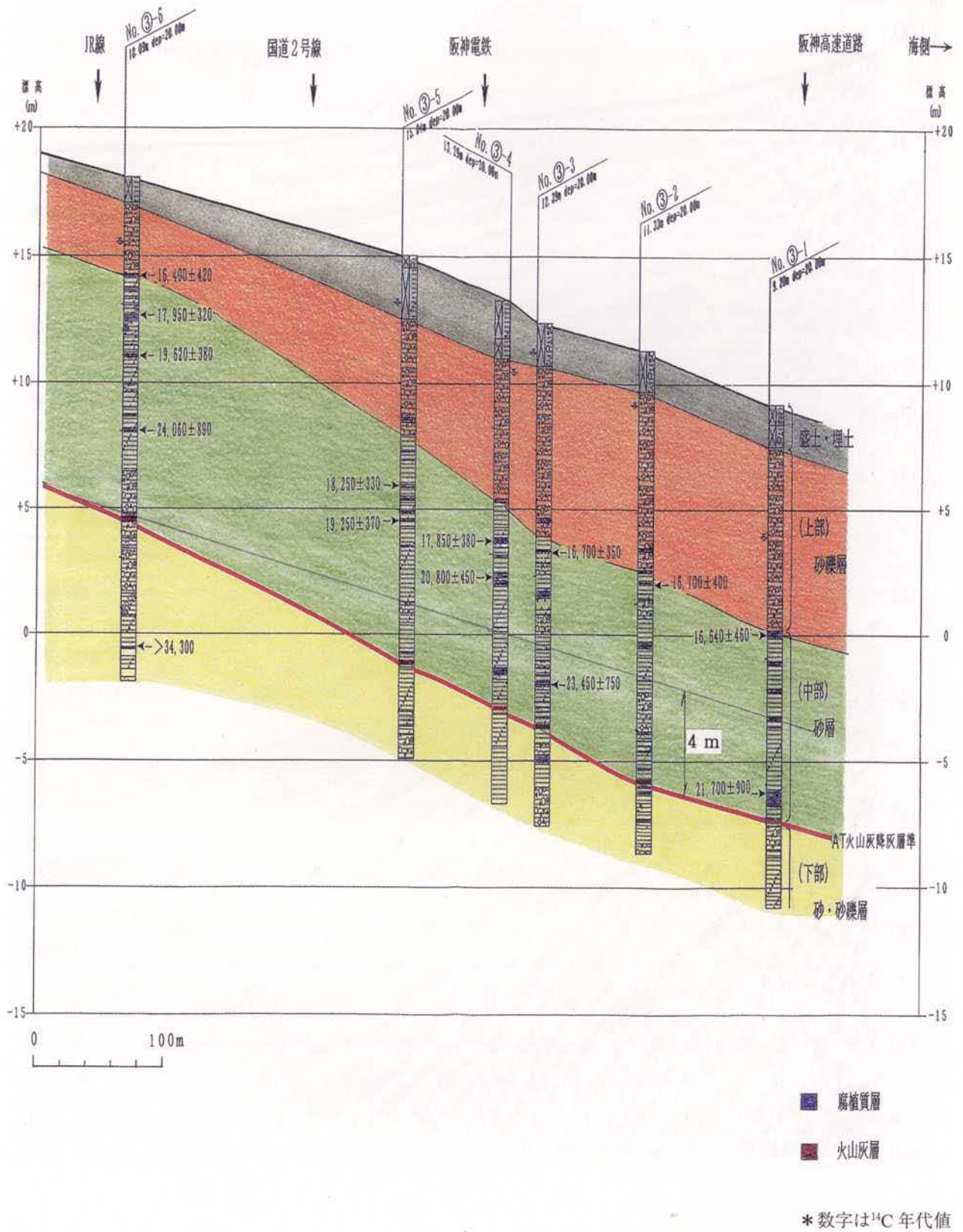


図-2.2.14 灘区都賀川下流地区の高密度ボーリング調査により推定された地表付近の撓曲構造

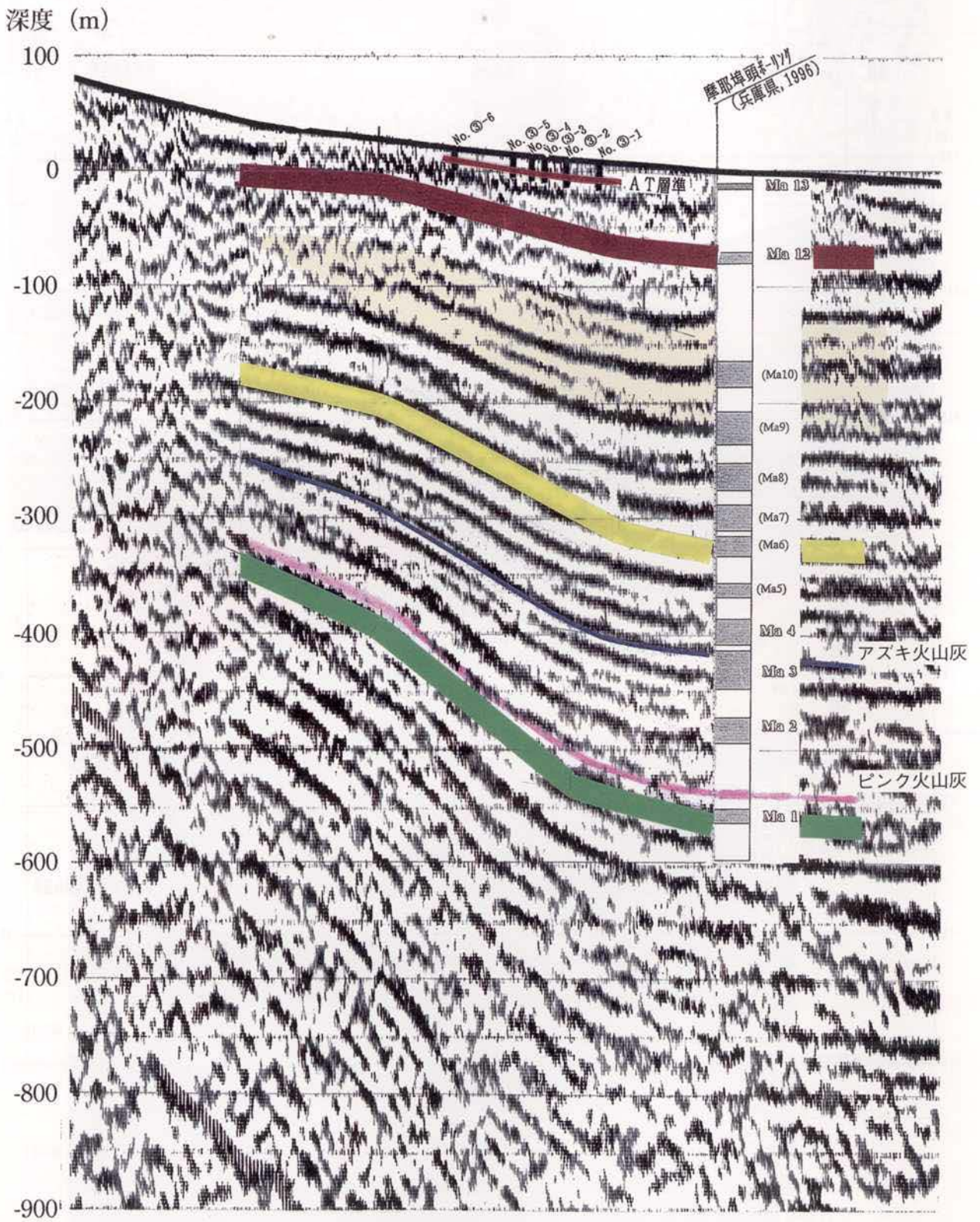


図-2.2.15 灘区都賀川下流地区の伏在活断層¹²⁾と地表付近の地盤構造

(注) 縦方向に4倍拡大

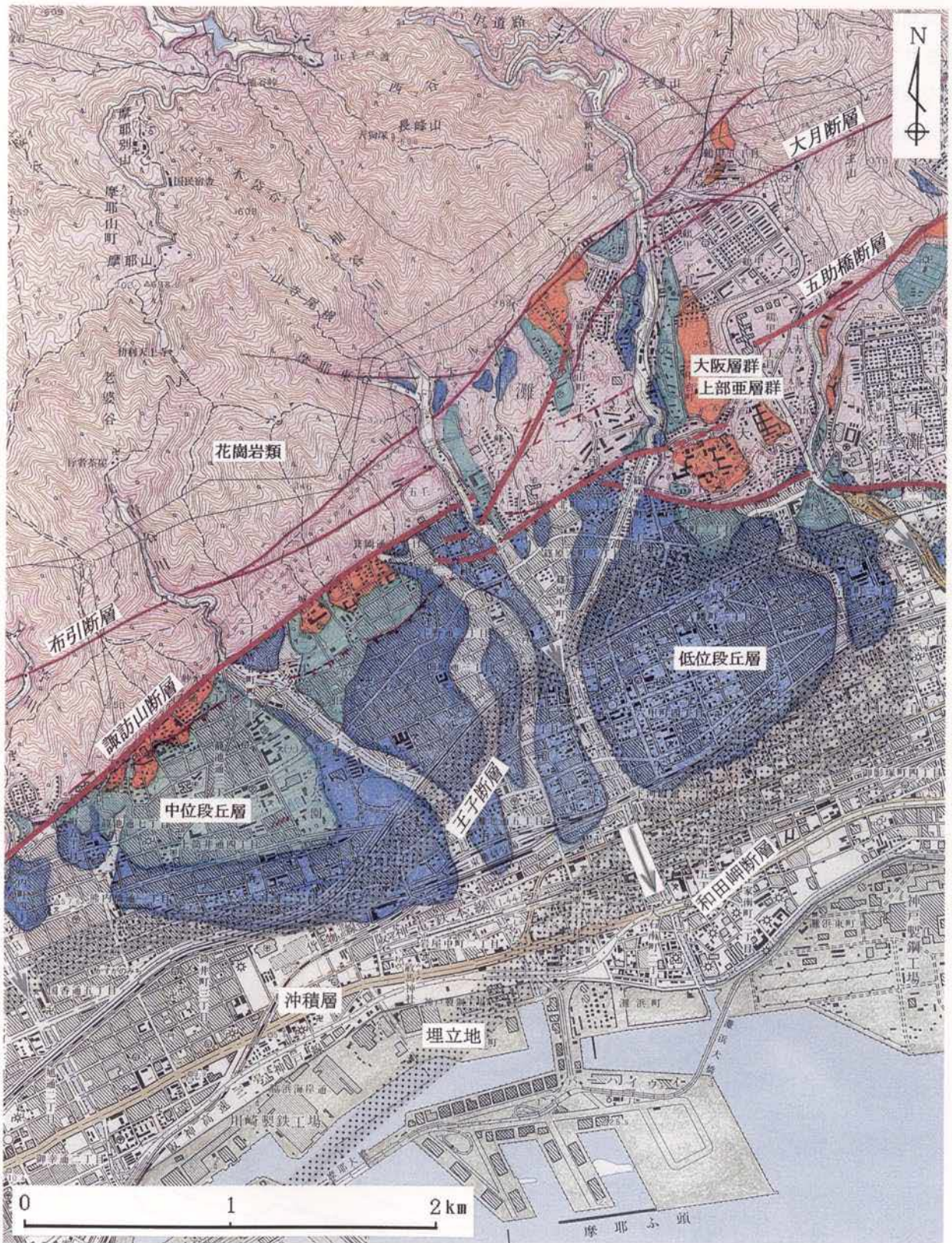


図-2.2.16 灘区都賀川下流地区の地質と伏在活断層位置

「この地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分の1地形図を複製したものである。
(承認番号 平11近複, 第142号)」

(4) 東灘区岡本地区における活断層調査

当地区では、阪神地域活断層調査委員会あるいは都市圏活断層図において東灘区岡本付近の山麓部に推定されている岡本断層を対象として、高密度ボーリング調査を実施した(図-2.2.17)。その結果、表層部の地層(低位段丘層及び沖積層)を切る断層が存在することがわかった。

当地区では、平成8年度から平成9年度にかけ計7本のボーリング調査を実施した。ボーリング調査の結果、断層推定位置をはさんで山側(隆起側)では、地表付近まで大阪層群に相当するとみられる良くまとまった砂・シルト層が出現したのに対し、海側(沈降側)では、AT火山灰を含む締まりの緩い砂礫層が分布していることが確かめられた(図-2.2.18)。

AT火山灰層は7孔の中で低地側の4本で確認された。¹⁴C年代測定結果とともに断面図にプロットすると、AT火山灰層の分布深度は、No.④'-2ではGL-15m付近であるのに対し、5m程山側に寄ったNo.④'-6ではGL-6m、さらに2m山側に寄ったNo.④'-4ではGL-3m程度と急速に浅くなる。また、No.④'-5とNo.④'-6では、AT火山灰層が繰り返し出現していることから、これらボーリング孔をとる逆断層成分を持つ断層により、AT火山灰層が変位しているものと推定される。また、¹⁴C年代測定の結果得られた地層の年代値もAT火山灰層の層準と矛盾しない。

周辺で実施されている反射法地震探査結果¹²⁾などに基づいて想定される地下構造(図-2.2.19)と比べると、高密度ボーリング調査でとらえられた断層は、この断面図の山麓部に位置する基盤の落差1,000m近くに達する岡本断層の延長にあたる可能性が高く、しかもAT火山灰層を上下方向に12m以上も食い違わせている活動的な活断層であると位置づけられる。

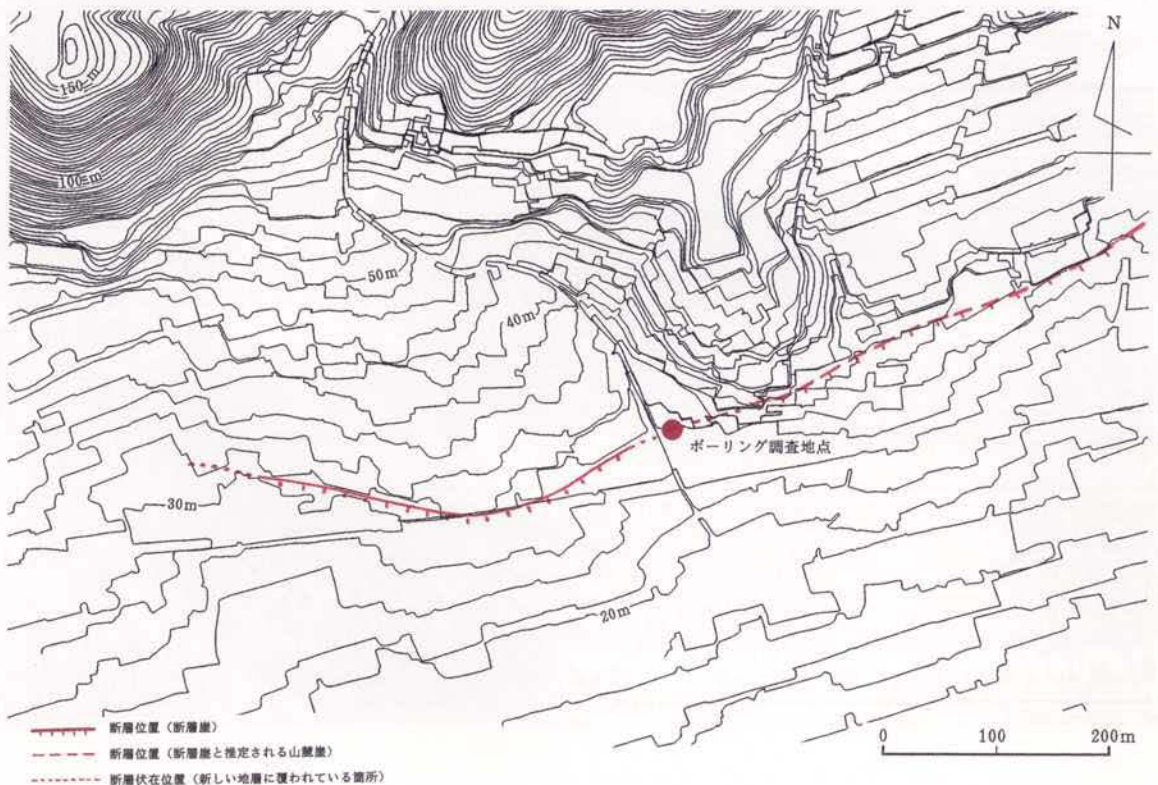
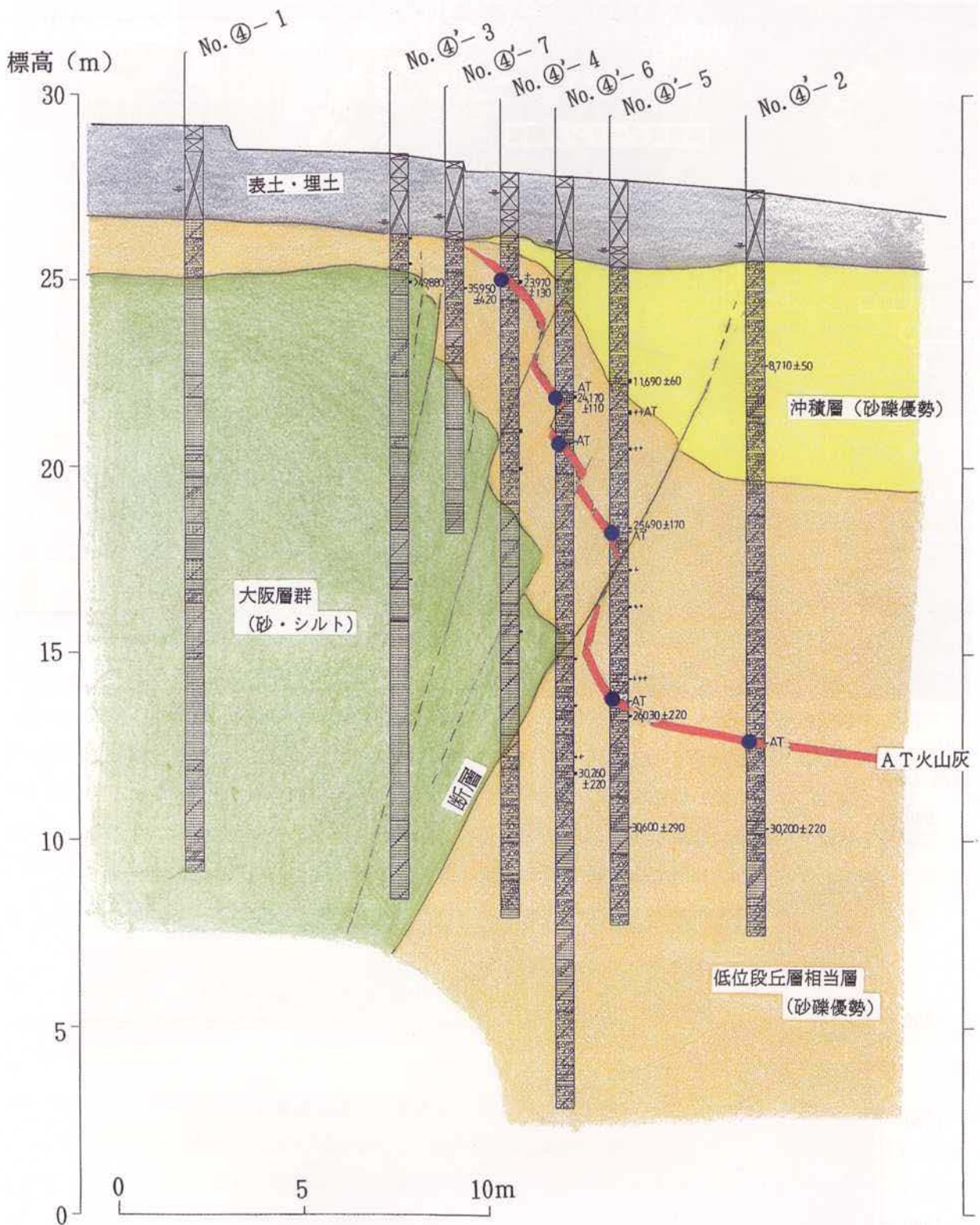


図-2.2.17 岡本断層推定位置と東灘区岡本地区の高密度ボーリング調査位置

等高線の間隔は2mであり、神戸市発行の2,500分の1地形図より抽出した。



* 数字は¹⁴C年代値

図-2.2.18 東灘区岡本地区の高密度ボーリング調査により推定される地表付近の撓曲・断層構造

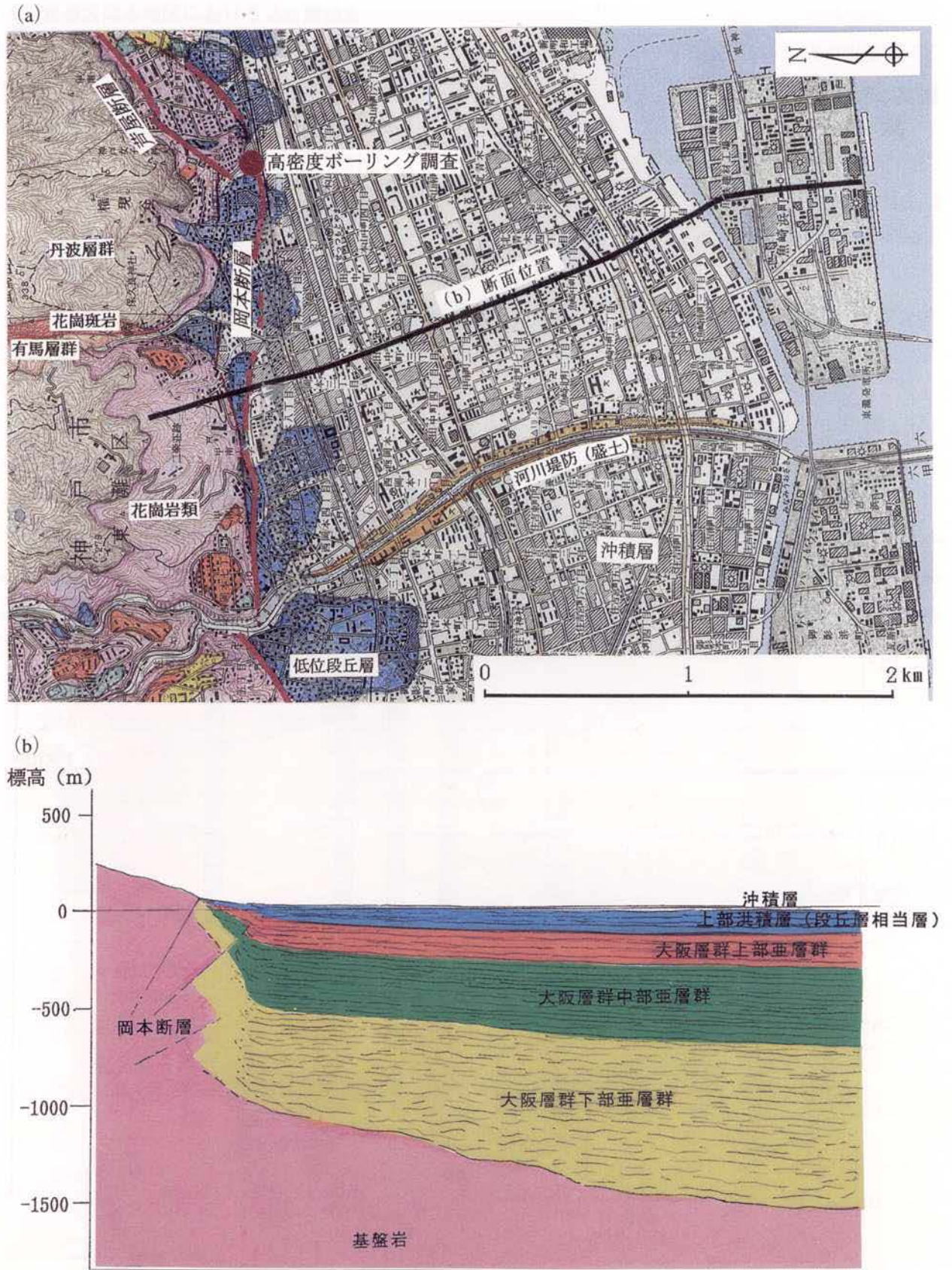


図-2.2.19 東灘区岡本地区の地質と伏在活断層位置

(a) 位置図「この地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分の1地形図を複製したものである。(承認番号 平11近複, 第142号)」

(b) P波反射断面(深度断面)¹²⁾解釈図

2.2.3 陸上に現れている活断層

神戸市域の陸上に現れている活断層のうち六甲断層帯の主部を構成し、第四紀後期にはいっても活動的とみなされる活断層は、西から須磨断層、諏訪山断層、五助橋断層であり、これらの断層の位置、活動性評価にかかわる情報について以下に報告する。

(1) 須磨断層

須磨断層は、六甲山地西部の山麓崖に沿って、北東-南西方向に約8kmにわたって延びる确实度I、活動度B級の活断層とされている¹³⁾。須磨断層そのものは、扇状地性の段丘堆積物や崩壊層で覆われており露頭が確認しにくい。西須磨では花崗岩が約70°の傾斜で大阪層群上に衝上している様子が観察されている¹⁴⁾。また、さらに西方の須磨浦公園南西では、花崗岩を被覆する中位段丘相当層に対比される砂礫層に変形を与えている露頭も確認されている。

空中写真の判読結果では、妙法寺川左岸の低位段丘面上に比高5m程度の低断層崖が認められるほか、明瞭な変位地形は認めにくい。これは、須磨断層が山地と低地の地形境界となっているためとみられる。また、須磨断層に沿っては、谷筋の系統的な屈曲など横ずれ変位を示す証拠も明瞭でない。

(2) 諏訪山断層

諏訪山断層は、神戸市市街地と六甲山地の中央部とを境する确实度I、活動度B級の活断層とされている¹³⁾。地形的にはみごとな直線状の断層崖をつくってNE-SW方向に延びており、この断層線に沿って川谷の系統的な屈曲（右横ずれのセンス）が認められる（図-2.2.20）。

諏訪山断層の露頭は、山陽新幹線新神戸駅建設のさい、基盤の花崗岩と未固結の礫層が接する明瞭な垂直の断層面が現れた（図-2.2.21）¹⁴⁾。同図に示したように、破碎された花崗岩と断層面を介して接する河床礫の幅30cmにわたる部分で礫の長軸が垂直に立ち、明らかに礫が断層運動に伴って回転したことを物語っている。この河床礫は生田川の扇状地の礫とみられ、これによって諏訪山断層が沖積層をも切断していることが明らかにされている。今回の調査でも、灘区の県立神戸高校北東の山麓部で、図-2.2.22の諏訪山断層の露頭（高角度で花崗岩と中位段丘相当の礫層が接する露頭）が確認された。

(3) 五助橋断層

五助橋断層は、諏訪山断層とともに六甲断層系の主要断層のひとつとされているが、兵庫県南部地震では目立った動きは認められず、都市圏活断層図でも第四紀後半の活動性は低いと評価されている。しかし一方では住吉川上流でアカホヤ火山灰層（約6,300年前の広域テフラ）が断層変位している露頭が丸山ほか（1997）により報告され、五助橋断層が活動的な断層として評価されている¹⁵⁾。このような経緯から、当委員会では、五助橋断層の活動性を明らかにするため、西滝ヶ谷地点と五助ダム上流地点の2箇所の露頭を整形し、詳しい観察を行った（図-2.2.23, 2.2.24）。

【五助ダム上流地点】

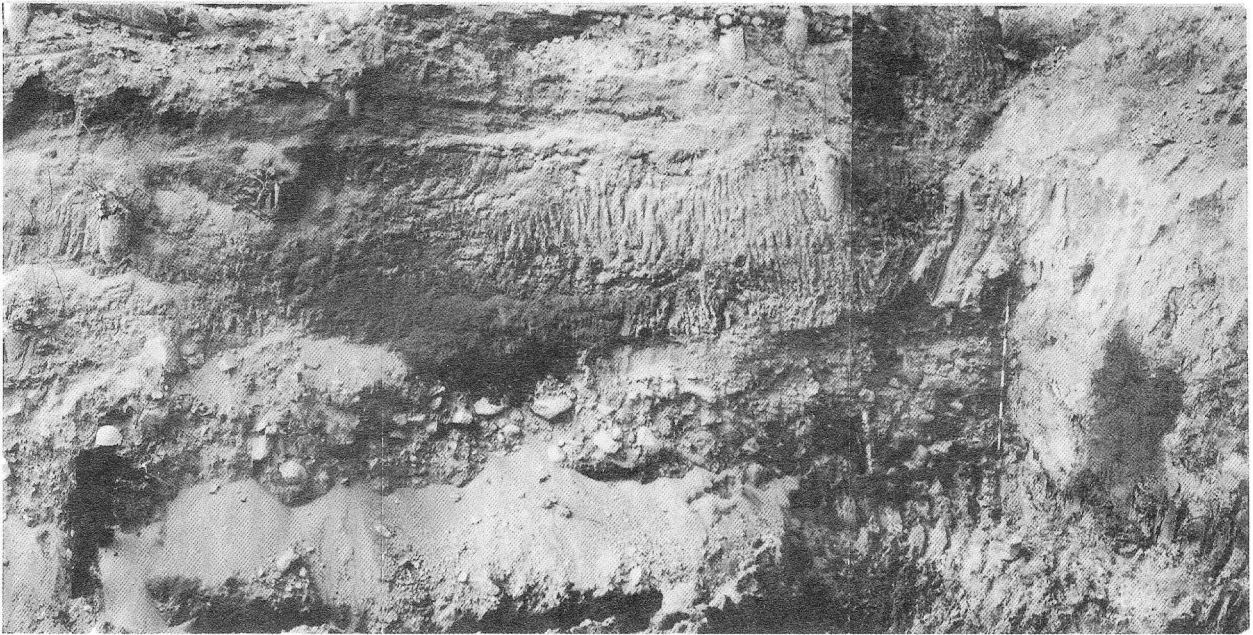
五助ダム上流地点は、五助橋断層の代表的な露頭として、従来から良く知られていた場所である¹⁶⁾。この露頭では、圧碎された花崗岩が未固結の砂礫層に逆断層で乗り上げているが、これまで詳しい記載や活動時期についての検討は加えられていなかった。今回の調査では、断層が通過する斜面（高さ25m程度）を整形することにより、これまで斜面の一部にしか表れていなかった断層を、上下方向にわたって追跡す



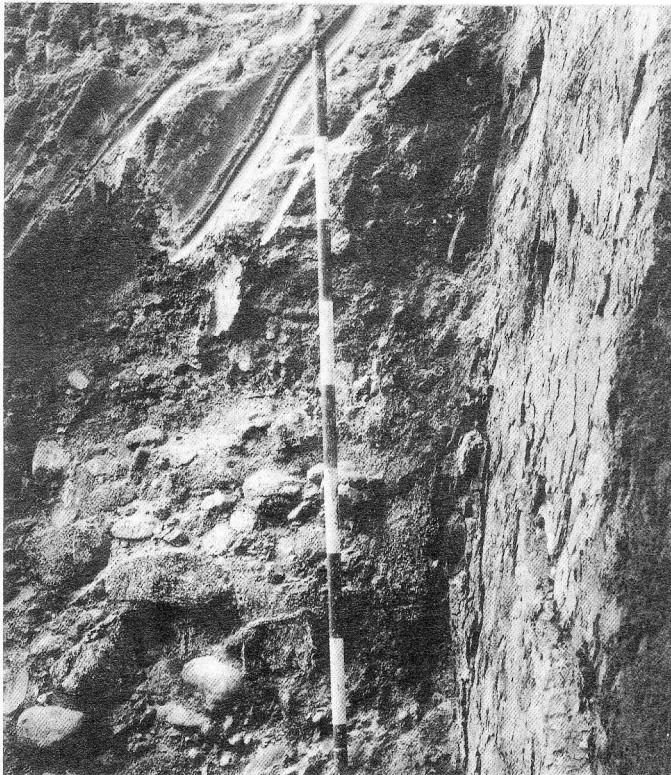
図-2.2.20 空中写真に表れた諏訪山断層と露頭確認地点

「この写真は、米軍撮影の空中写真を建設省国土地理院長の承認を得て、掲載したものである。(承認番号 平11近複、第146号)」

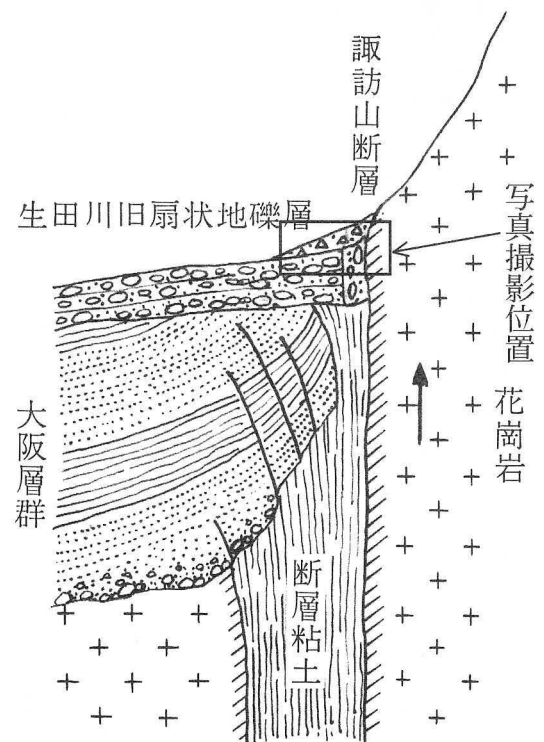
(a)



(b)

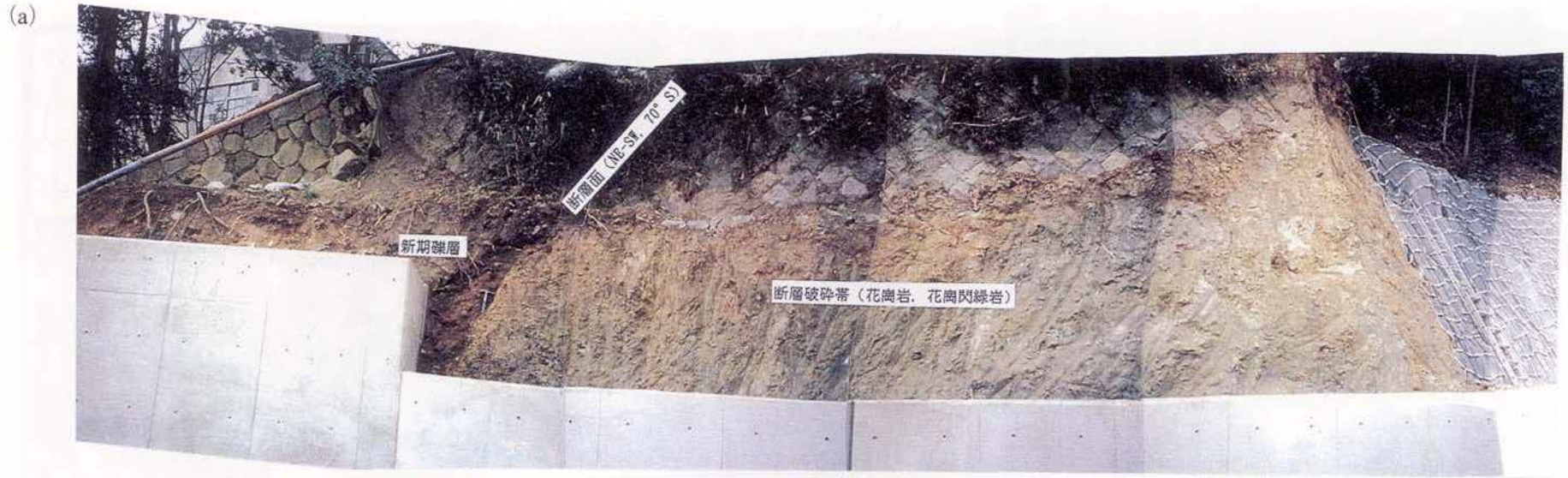


(c)



図一2.2.21 諏訪山断層露頭（昭和45年，新神戸駅建設現場，藤田和夫氏提供）

- (a) ポール位置をはさんで右側が破碎された花崗岩，左側が礫層。
- (b) 断層面付近のようす。写真右手垂直の断層面をはさんで河床礫と接する。
- (c) 露頭付近の模式断面図。



図一2.2.22 諏訪山断層露頭

(神戸市灘区県立神戸高校北東部)

(a) 写真右に圧砕された花崗岩類, NE SW, 70°Sの断層面を挟んで新期の礫層と接する。

(b) (a)写真の断層付近のようす。

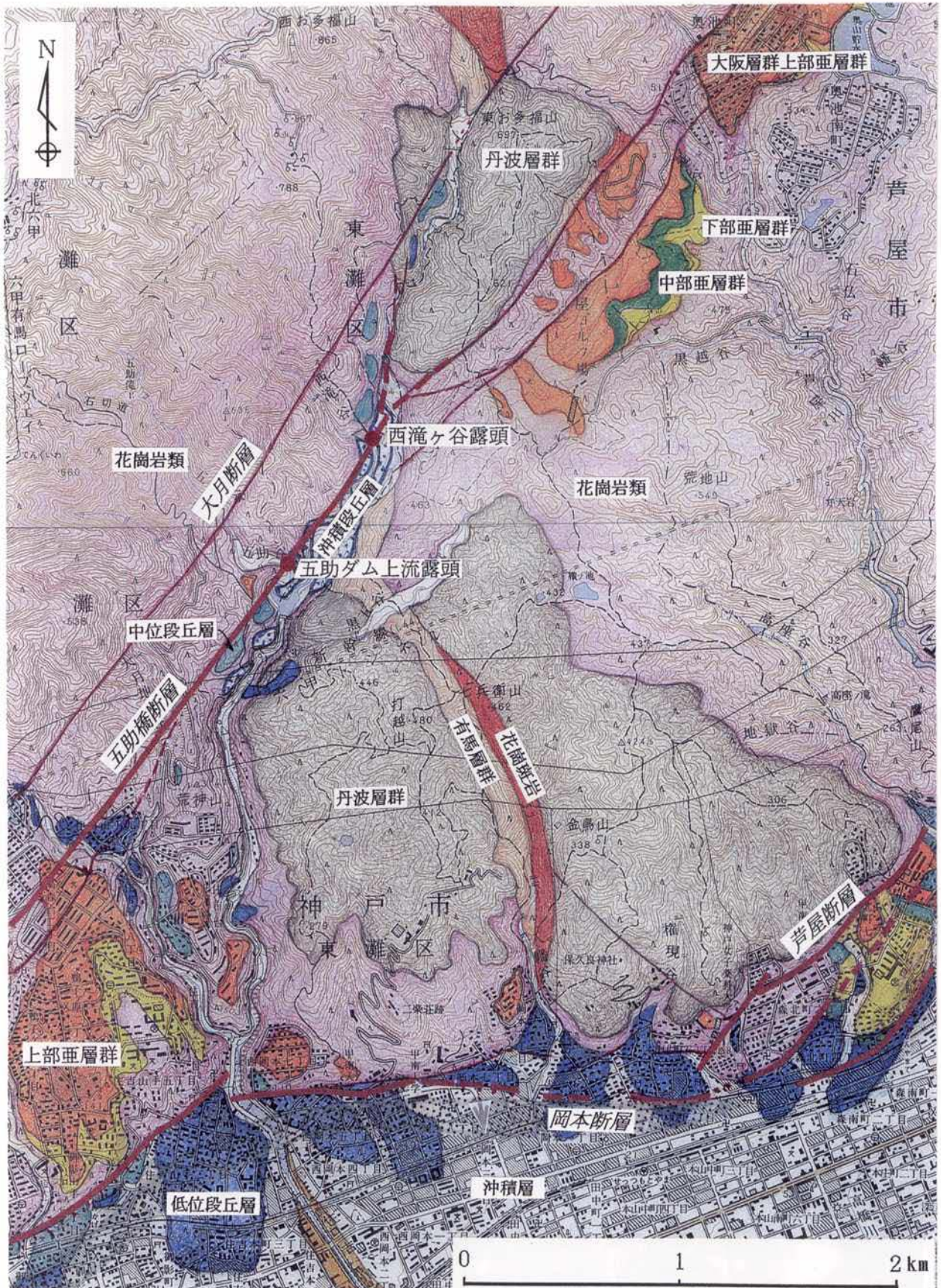


図-2.2.23 五助橋断層露頭調査位置

「この地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分の1地形図を複製したものである。
 (承認番号 平11近複、第142号)」

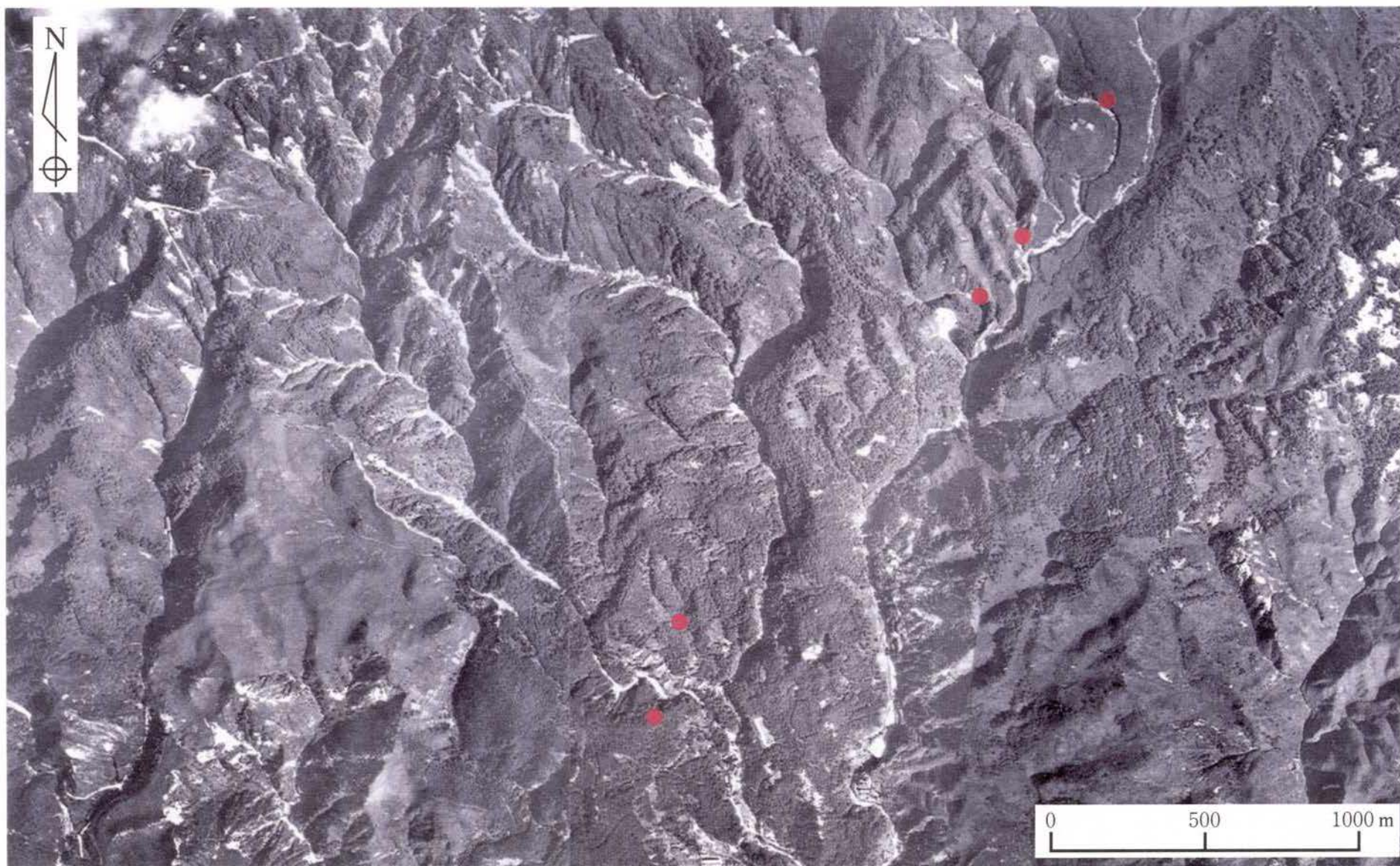


図-2.2.24 空中写真に表れた五助橋断層と露頭確認地点

「この写真は、米軍撮影の空中写真を建設省国土地理院長の承認を得て、掲載したものである。(承認番号 平11近複, 第146号)」

ることができ、活動性に関する情報を得ることができた。

露頭観察の結果、五助橋断層は図-2.2.25, 2.2.26に見られるようにNE-SW~N20°Eの走向で、50°~60°北傾斜した主断層のほか、いくつかに分岐する副断層がみられる複雑な形態を示すことがわかった(図-2.2.27, 2.2.28)。断層により図-2.2.26右側(南東側)の砂礫~砂層は大きく引きずられ南東側に傾斜しており、この断層が大きな上下成分をもった断層であることもわかった。断層により範囲をうけた砂礫~砂層は、断層近傍では含有炭化物が極めて少なく、¹⁴C年代測定により、堆積時期を特定するにはいたらなかった。一方、断層周辺の砂礫~砂層を広く観察した結果、図-2.2.25に示したように、断層近傍の砂礫~砂層は断層から離れるにつれ水平になり、層の中位に腐植土層が挟まれることがわかった。この腐植土層は、腐植土(¹⁴C年代:AMS)及び材化石(同:β線)とも約32,000年前の年代を示すこと、この層が下流部でアカホヤ火山灰を含みいわゆる沖積層に不整合に覆われることなどから、低位段丘層に相当する地層の可能性が高いと判断された。

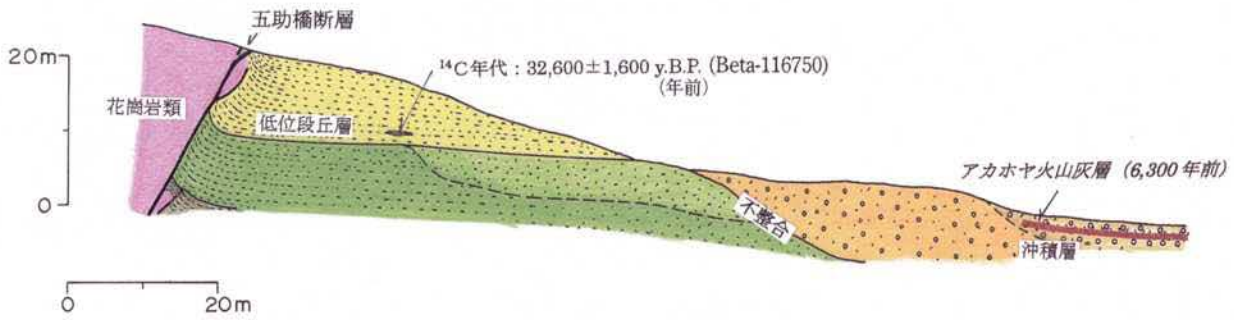


図-2.2.25 五助ダム上流地点露頭の模式断面

【西滝ヶ谷地点】

五助ダム上流地点のさらに上流部に位置する西滝ヶ谷地点では、アカホヤ火山灰層が断層変位しているようすが丸山正ほか(1997)により報告されている¹⁵⁾。しかし、断層の大部分が草木により覆い隠されていたため、今回の調査では、露頭を整形し、詳細な観察および火山灰分析などを実施した。

図-2.2.29は、露頭整形後の全景を写したものであり、写真中央部には明瞭な逆断層が表れた(図-2.2.30)。露頭の詳しい観察記録は、図-2.2.31に示したとおりであり、基盤上の堆積層がA~G層までの7層に分けられ、堆積層を切る3本の断層を確認することができた。

断層Ⅰは、E層以上には変位を与えていないのに対し、断層Ⅱは、E層からアカホヤ火山灰層を含むC層にまで変位を与えている。ただし、A、B層には変位を与えていない可能性が高い。断層Ⅲは、アカホヤ火山灰層まで変位をあたえているものの変位量は0.5m以下と小さく、副断層の可能性がある。この中で注目されるのは断層Ⅱであり、E層とD層境界を約3m、アカホヤ火山灰を約1.5m上下方向に変位させている。E層とD層境界は、アカホヤ火山灰の2倍の変位量をもっていることから、この断層はD層堆積以後に少なくとも2回活動した可能性が高いと判断される(図-2.2.32)。

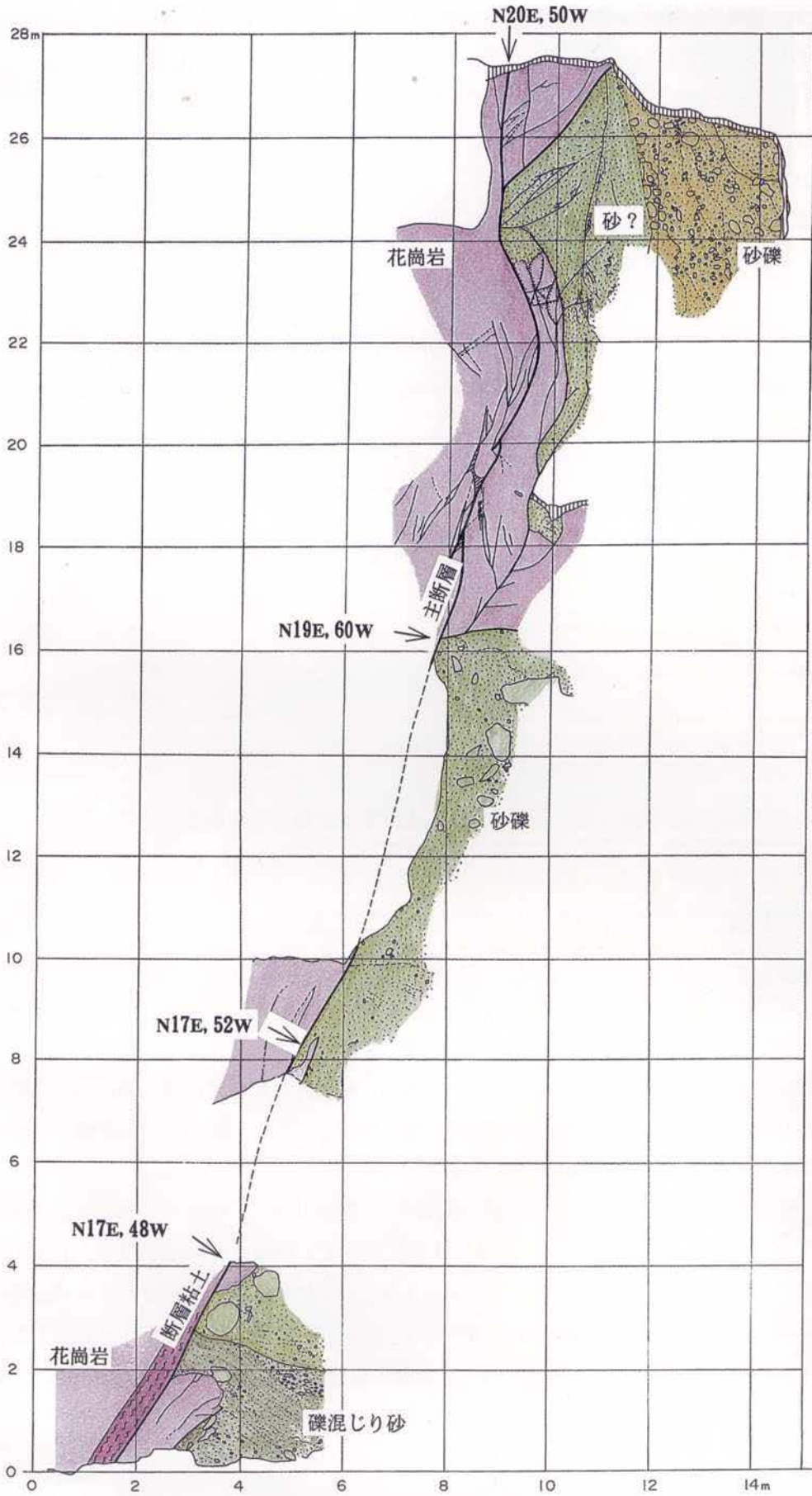


図-2.2.26 五助ダム上流地点露頭のスケッチ



図-2.2.27 五助ダム上流地点露頭下部の露頭写真

圧碎され幅40cmにわたって粘土化した花崗岩が、写真右の砂礫層に乗り上げている。

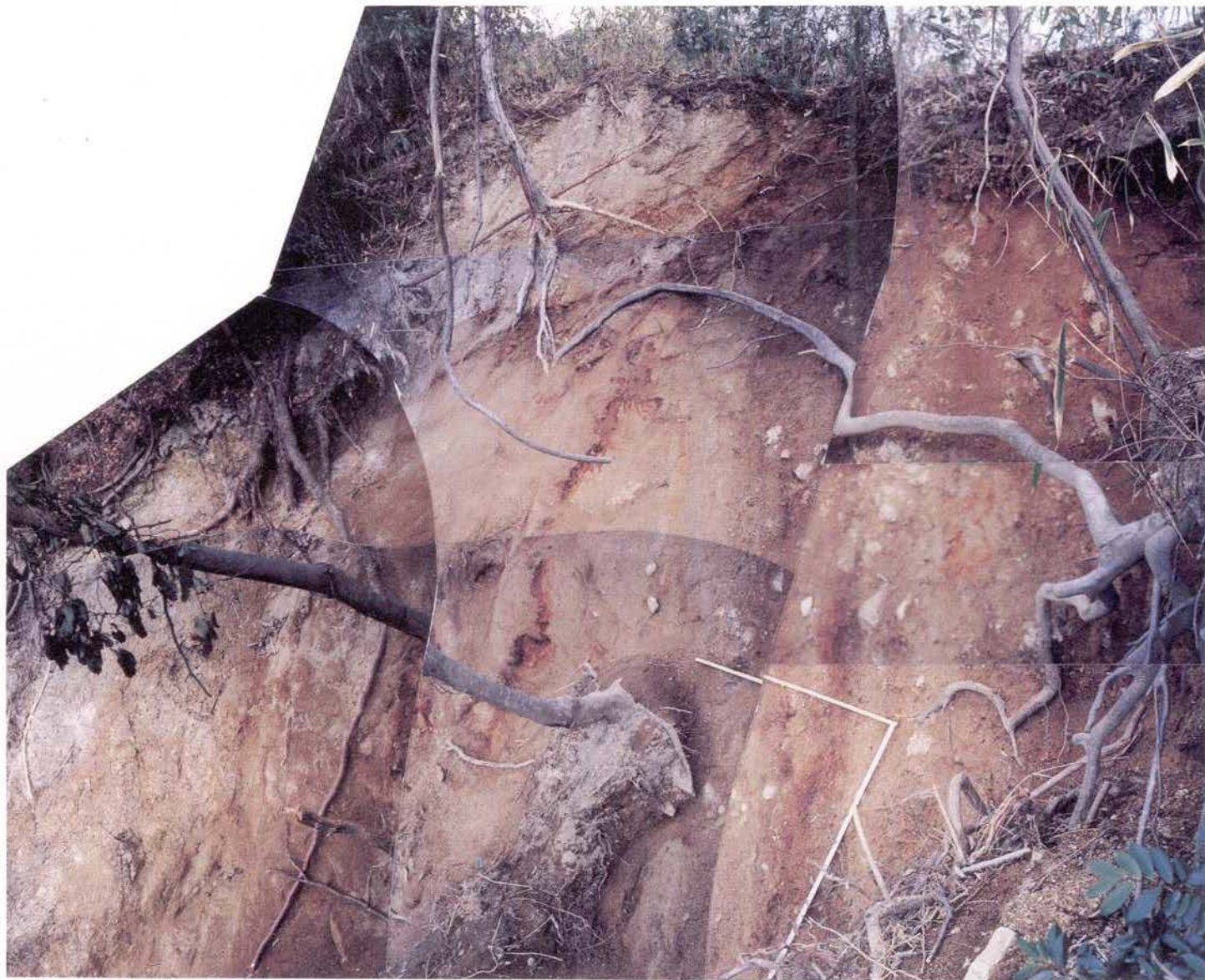


図-2.2.28 五助ダム上流地点露頭上部の露頭写真

圧碎された花崗岩と砂礫層を切る断層が地表にまで延びている。



図-2.2.29 西滝ヶ谷地点露頭整形後の全景（向かって左が上流でほぼ北の方向）
写真中央に花崗岩が新期砂礫層に断層で乗り上げ、砂礫層中に挟まれるアカホヤ火山灰層を变形させている。



図-2.2.30 西滝ヶ谷地点露頭断層近傍の状況

写真中央の断層（断層Ⅱ）と中央下部の断層（断層位置）のようす。

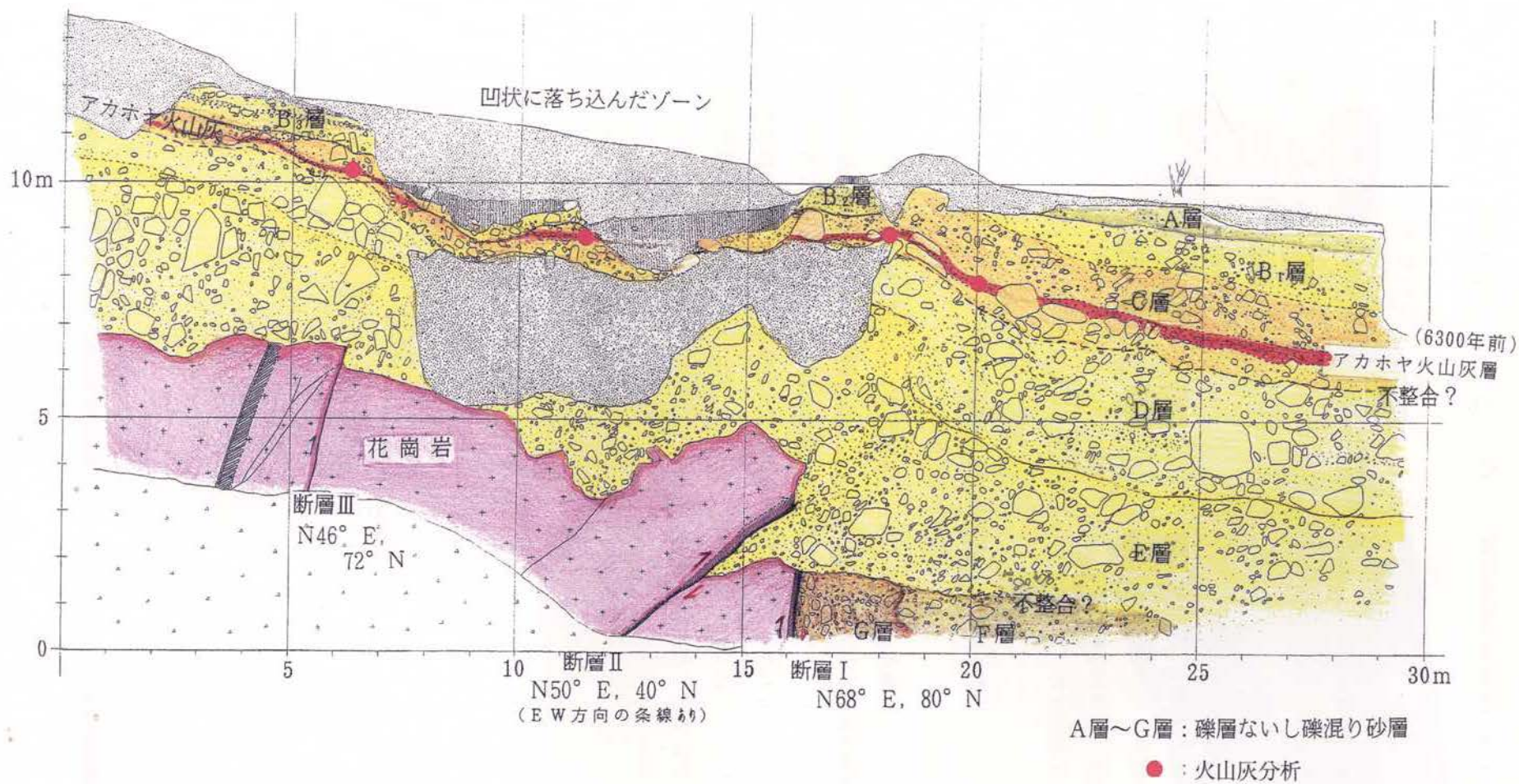


図-2.2.31 西滝ヶ谷地点露頭のスケッチ

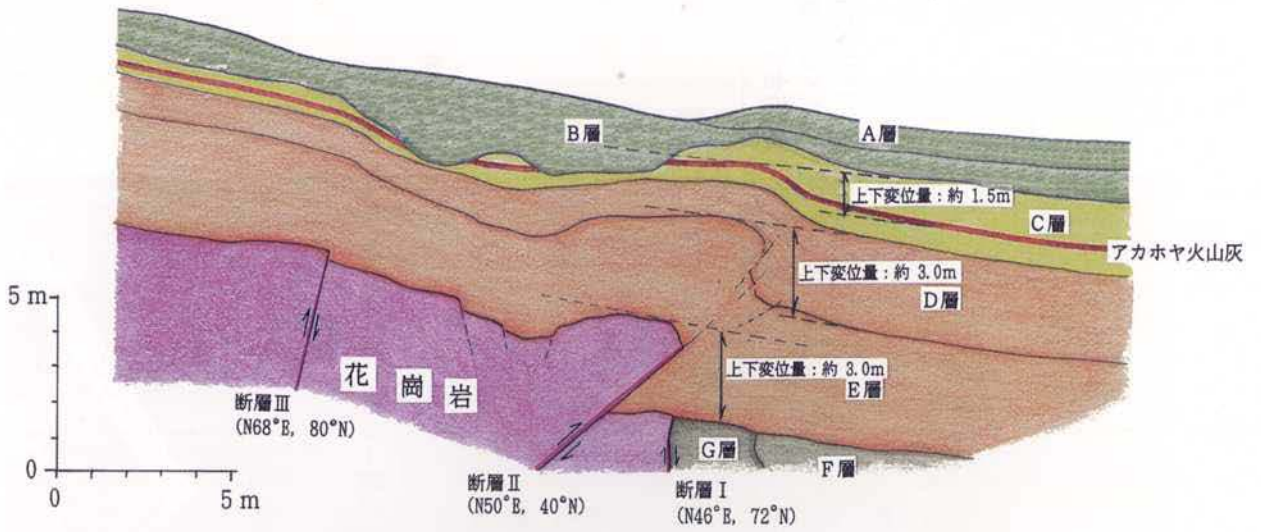


図-2.2.32 西滝ヶ谷地点露頭模式図

今回の調査では、五助ダム上流地点の調査により、五助橋断層が低位段丘層を見かけ上、上下方向に10 m以上変位させており、第四紀後半にも繰り返し活動している活動的な断層であることが明確になった。また、西滝ヶ谷地点の調査からも、アカホヤ火山灰堆積以降に活動したことが明確になるとともに、複数の活動を示す可能性が高いこともわかった。ただし、基盤を覆う堆積物が全体に粗粒な砂礫層であるため、活動時期を特定するために必要な詳しい年代情報は得られなかった。そのため、詳しい最新活動時期、活動間隔についてまで明らかにすることはできなかった。