

2. 調査内容及び調査の流れ

1) 調査対象活断層名

- 山崎断層系琵琶甲断層《断層番号 6 e : 新編日本の活断層 (活断層研究会編, 1991)》
- 山崎断層系三木断層 《断層番号 6 f : 新編日本の活断層 (活断層研究会編, 1991)》
- 山崎断層系暮坂峠断層《断層番号 6 d : 新編日本の活断層 (活断層研究会編, 1991)》
- 草谷断層《平成 10 年度山崎断層帯に関する調査 (1999) により明らかにされた断層》

2) 調査項目

① 地形地質調査 (ピット調査)

事前の地形・地質調査, ボーリング調査などによっても, 断層伏在位置が精度良く決められない草谷断層において, トレンチ調査位置を決定するため, 稲美町古垣内において, ピット調査を実施した。

ピット調査は, 断層推定範囲を跨ぐ格好で, 深さ 2.5 m, 幅 2 m の浅いトレンチを掘削し, 断層の有無を確認しながら掘進した。長さは, 最終的には断層位置が確認された 42m となった。

② 物理探査

事前の地形・地質調査, ボーリング調査, ピット調査などによっても, 断層伏在位置決定が困難と考えられる琵琶甲断層—三木断層において, 断層伏在位置を明らかにし, トレンチ調査位置を決定するため, 小野市大島町において物理探査 (反射法地震探査 (S 波)) を実施した。

調査位置は, 断層が伏在している可能性が高いこと, 新しい活動時期の特定に必要な地層が分布している可能性が高いこと, トレンチ調査実施のためのスペースが確保されること等の条件を考慮し, 最終的に小野市大島町に決定した。探査側線は, 断層推定範囲が幅広いこと, 道路事情等により 2 側線 (延長 490m) とした。

③ ボーリング調査

トレンチ調査実施箇所において, 事前にトレンチ掘削場所, 掘削深度などを決定する目的で, 下表の要領でボーリング調査を実施した。また, 併せて地層の年代推定に必要な資料分析を実施した。

表 2.1 ボーリング調査 (掘進・試料分析) 数量

調査場所	数量	微化石総合	火山灰分析	花粉分析	年代測定
加西市琵琶甲町	20m (2 本)	2	0	0	3
夢前町護持	40m (4 本)	0	0	0	0
稲美町古垣内	21m (5 本)	0	0	0	0

※ (掘削仕様) 掘削径は ϕ 86mm。オールコアボーリング。

④ トレンチ調査

断層が最近いつ頃活動したのかを明らかにし、各断層の最新活動時期、活動間隔などを検討するため、下記の3箇所においてトレンチ調査を実施した。また、併せて地層の年代推定に必要な資料分析を実施した。

表2-2. トレンチ調査(掘削・試料分析)数量

調査場所	数量	微化石総合	火山灰分析	花粉分析	年代測定
加西市琵琶甲町	1本延長 16.0m (深さ 3.0m) 《掘削土量 261m ³ 》	3	0	2	18
夢前町護持	4本延長 55.5m (深さ 1.5~3.0m) 《掘削土量 239m ³ 》	0	0	0	16
稲美町古垣内	2本延長 14.0m (深さ 3.0~4.0m) 《掘削土量 146m ³ 》	0	0	0	14

なお、琵琶甲断層、草谷断層のトレンチ調査では、壁面の剥ぎ取り(琵琶甲断層は6m²、草谷断層は4m²)を行ない、その成果は兵庫県立人と自然の博物館に納めた。

⑤ 総合解析

今回の調査結果を総合的に整理・検討し、山崎断層帯東部を構成する各活断層の位置、活動性等について解析する。また、以下に示す図表を作成する。

- ・ボーリング調査結果解釈断面図
- ・その他甲が指示する図面

また、ガイドラインに基づき、以下の報告書等を作成する。

- ・報告書(A₄版) : 15部
- ・報告書(概要版)の原稿 : 一式
- ・CD-R : 5組

3) 調査の経緯

① 山崎断層帯に関する既存情報

イ) 山崎断層帯と周辺の地震活動

山崎断層系は、岡山県勝田郡勝田町から兵庫県三木市にかけ北西-南東方向に延びる活断層系であり、総延長は87kmに達する(活断層研究会, 1991)。この断層系は、西暦868年の播磨地震(M7.0以上)のさい活動して以来1000年以上も大きな被害地震を起こしていないといわれており、近い将来に内陸地震が発生する候補地ともいえる「第三種地震空白域」にあまっているとの指摘もある(石川, 1996)。

山崎断層の周辺では、微小地震をはじめ地震活動が活発であり(図2.1)、地震の観測結果から以下のことがわかっている。

- ・震源は地殻上部に限られており、ほとんどが20kmまでの間で起っている。
- ・地震は東西水平圧縮の応力場で発生しており、山崎断層のずれの方向と調和的である。
- ・1984年の山崎地震(M5.6)は、暮坂峠断層直下で発生し、余震も暮坂峠断層沿いに集中している。

なお、山崎断層は、1995年兵庫県南部地震で活動した淡路-六甲断層系とは、互いの方向はほぼ直交するが運動のセンスが逆であることから、両者は共役の関係にあり、同じ東西水平圧縮応力場で活動することから、両者は密接に関係している可能性がある。

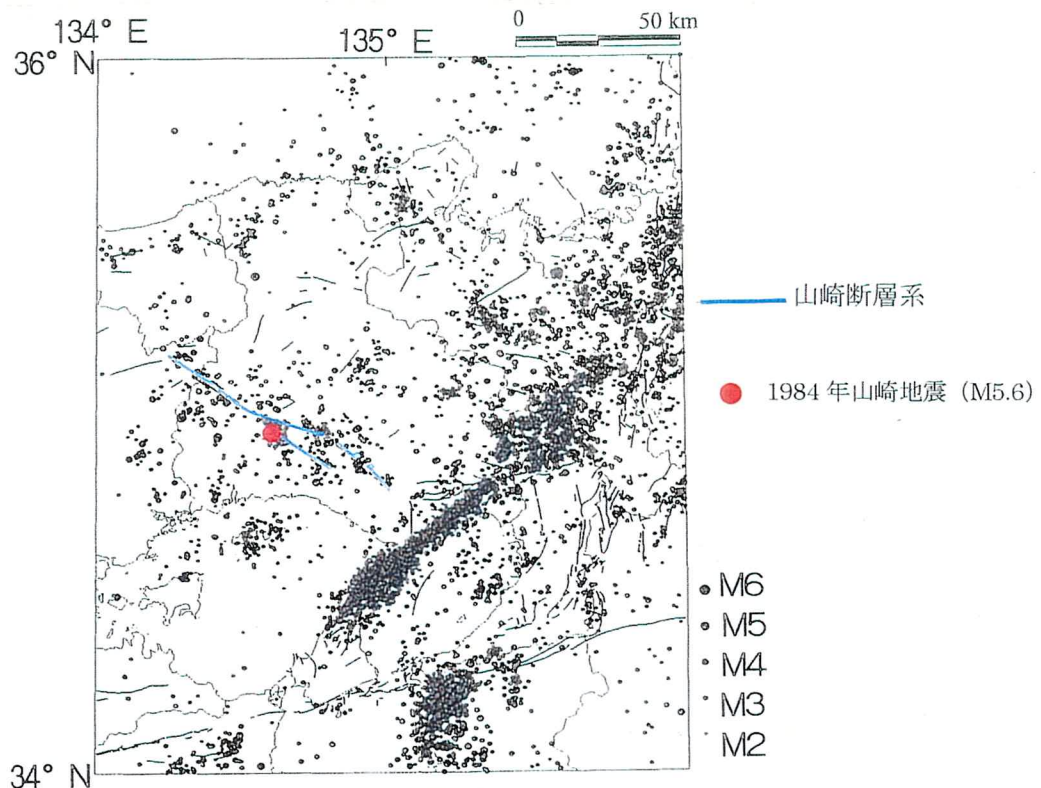


図 2.1 兵庫県とその周辺における小さな地震まで含めた最近の浅い地震活動
(M2以上, 1976年~1995年, 深さ30km以浅) [京都大学データから作成]

六甲・淡路島断層帯に沿って、1995年の兵庫県南部地震(M7.2)の余震活動が顕著に見られる。山崎断層帯に沿って、ところどころで地震活動が見られる。また、県中部の篠山盆地では、定常的に地震活動が見られる。(赤と茶色の線は確実度I, IIの活断層)

ロ) 活動性評価に関する情報

活断層としての山崎断層は、1991年に発刊された新編日本の活断層に総括されている(活断層委員会, 1991)。新編日本の活断層に収録されている山崎断層の評価と、トレンチ調査や新編日本の活断層発刊後実施された活断層調査の成果などについて、以下に要約する。

《新編日本の活断層(活断層研究会, 1991)》

山崎断層系は、岡山県勝田郡勝田町から兵庫県三木市にかけ北西-南東方向に延びる活断層系であり、総延長は87kmに達する。山崎断層系は、西から大原断層、土方断層、安富断層、暮坂峠断層、琵琶甲断層、三木断層から構成される(表 2.3, 図 2.2)。

そのうち大原、土方、安富、琵琶甲の各断層は、系統的な尾根・谷の屈曲(左横ずれ型)が直線状に連続するなど変位地形が明瞭であることから確実度Ⅰの活断層、暮坂峠、三木断層は変位地形がやや不明瞭なことから確実度Ⅱと評価されている。一方、活動度に関しては、直接的な証拠には欠けるが、高位段丘などを変位基準として求めた平均変位速度値から判断し、B級(0.1~1.0m/1000年)と評価されている(表 2.3)。

《安富断層のトレンチ調査(岡田ほか, 1979), (佃ほか, 1979), (岡田ほか, 1987)》

安富町安志地区において、安富断層を対象としたトレンチ調査が実施された。

その結果、安富断層の最新活動時期は、7世紀後期から12世紀の間に起っていることが判明した。このイベントは868年の播磨地震(M 7.0以上)である可能性が高い。また、この活動以前にも2回の活動履歴が読み取られたものの、活動時期は不明確であり、活動間隔は短くて1000年程度であるが、数千年程度の可能性が高いと評価された。

《大原断層のトレンチ調査(遠田ほか, 1995)》

大原町古町地区において、大原断層を対象としたトレンチ調査が実施された。

その結果、大原断層の最新活動時期は、1299年前から164年前の間であることから、868年の播磨地震(M 7.0以上)である可能性が高いと判断された。また、この活動以前にも3回の活動履歴が読み取られ、活動間隔は不明確ではあるが2500年程度と推定された。

《平成7年度 山崎断層に関する調査(兵庫県, 1996)》

安富断層は、安富町安志地区でのトレンチ調査により、約24000年前のAT火山灰層が、何回もの断層活動により、上下に約2m変位していることが判明した。最新活動時期は、1600年前以降、710年前以前とみられることから、岡田ほか(1979)の結果と同じく、868年の播磨地震の可能性が高いことがわかった。一方、活動間隔は千数百年~二千数百年程度とみられる。

土方断層は、山崎町青木地区でのトレンチ調査により、45000年前以前に地層から2000年前より新しい地層まで出現し、様々な層準で液状化や小断層による地層の擾乱が確認された。しかし、主断層とみられる断層をとらえることはできなかつたため、最新活動時期や活動間隔を求めることはできなかつた。

一方、これまで確実度Ⅱとされていた暮坂峠断層については、夢前町護持地区で左横ずれを示す明瞭な変位地形が観察されたことから、当断層も活断層である可能性が高いと評価された。

《平成7年度 山崎断層系大原断層に関する調査（岡山県, 1996）》

大原町西町地区でのトレンチ調査では、大原断層の最新活動は、1260年前から910年前の間に生じていることが判明し、868年の播磨地震である可能性が高いと評価された。また、1回前の活動は、断層に沿う地層の変形を判断して、1570年前から4820年前の間に推定された。

また、トレンチ底面に表われた砂礫層の左横ずれ量から判断し、断層の単位変位量は1.6～2.0m、活動間隔は1600～2600年と評価している。

一方、大原断層西部の大原町金谷地区と勝田町豊成地区におけるトレンチ調査では、約1万年前以降の地層を切る断層は確認されなかった。大原断層に沿うリニアメントはこの地区でも明瞭であることから、以下の可能性を指摘している。

- ・トレンチ調査場所とは少し離れた位置に断層が存在する。
- ・断層としては連続するものの、最新の活動はこの地域まで及ばなかったか、断層末端付近で変位量が小さく地表には明瞭な形で現れなかった可能性がある。

《平成10年度 山崎断層帯に関する調査（兵庫県, 1999）》

琵琶甲断層、三木断層など山崎断層帯東部を構成する断層に関しては、安富断層など西部の断層系との連続性や活動性に関する情報が得られていなかったため、当調査では、山崎断層帯東部地域を対象とし、詳細な地形・地質調査が実施された。

その結果、琵琶甲断層、三木断層とも高位段丘面上の低断層崖（北側上がりのセンスを持ち左横ずれを示す）にそって高位段丘を構成する地層を切る断層が確認されるとともに、山崎断層方向とほぼ直交する位置に新たに活断層（草谷断層と命名）が見つかった。この結果をうけ、これら活断層の最新活動時期などの活動履歴を明らかにするための調査が提案された。

なお、地層や地形の変位量から判断して、琵琶甲断層の平均変位速度は0.20～0.75m/1000年、三木断層と草谷断層の平均変位速度は0.20m/1000年程度と推定された。

表 2.3 山崎断層系を構成する断層の諸元 (活断層研究会, 1991)

断層番号	断層名	図幅番号	確実度	活動度	長さ km	走向	傾斜	断層形態	変位基準	年代 10 ⁴ 年	断層変位			平均変位速度 m/ 10 ³ 年	備考・文献
											上成隆起 m	下分側 m	横ずれ m		
⑥+山崎断層系*			I	B	87	NW		高度不連続 屈曲	山地斜面 谷・尾根			N	L		* 1)3)4)8)~10)
a (大原断層)*		10	I		34	NW		高度不連続 屈曲	山地斜面 谷・尾根			N(200)	L(400)		* 9)の佐用断層
b (土方断層) ⁵⁾⁶⁾		10	I		18	NW		高度不連続 屈曲	山地斜面 谷・尾根			N(200)	L(70~200)		
c (安富断層)		7	I	B	18	WNW		高度不連続 屈曲*	山地斜面 谷・尾根		20	N(200)	L(50~150)	0.3	* トレンチ周辺(図 2参照) * 破碎幅数十 m. ほぼ垂直とみられる
d (若坂峠断層)*		7	II	C	18	NW		断層露頭 ⁵⁾ * 断層露頭 ⁶⁾¹⁰⁾	高位段丘 ³⁾ 沖積層 ⁶⁾¹⁰⁾			NE	L(200)		* 9)の護持断層
e 琵琶甲断層*		3	I	B	10	NW		鞍部線状配列 屈曲	山地 谷		20 15	NE(15) NE(5)	0.075 0.03	* 8)参照	
f (三木断層)		3	II		22	NW	N*	屈曲 断層露頭 高度不連続 ²⁾	谷 大阪層群下部 明美面 ²⁾	15		N NE*	L(80~120) L(500) ²⁾	0.5~ 0.8	* 断層面. N50°W, 50°N * 三木市付近

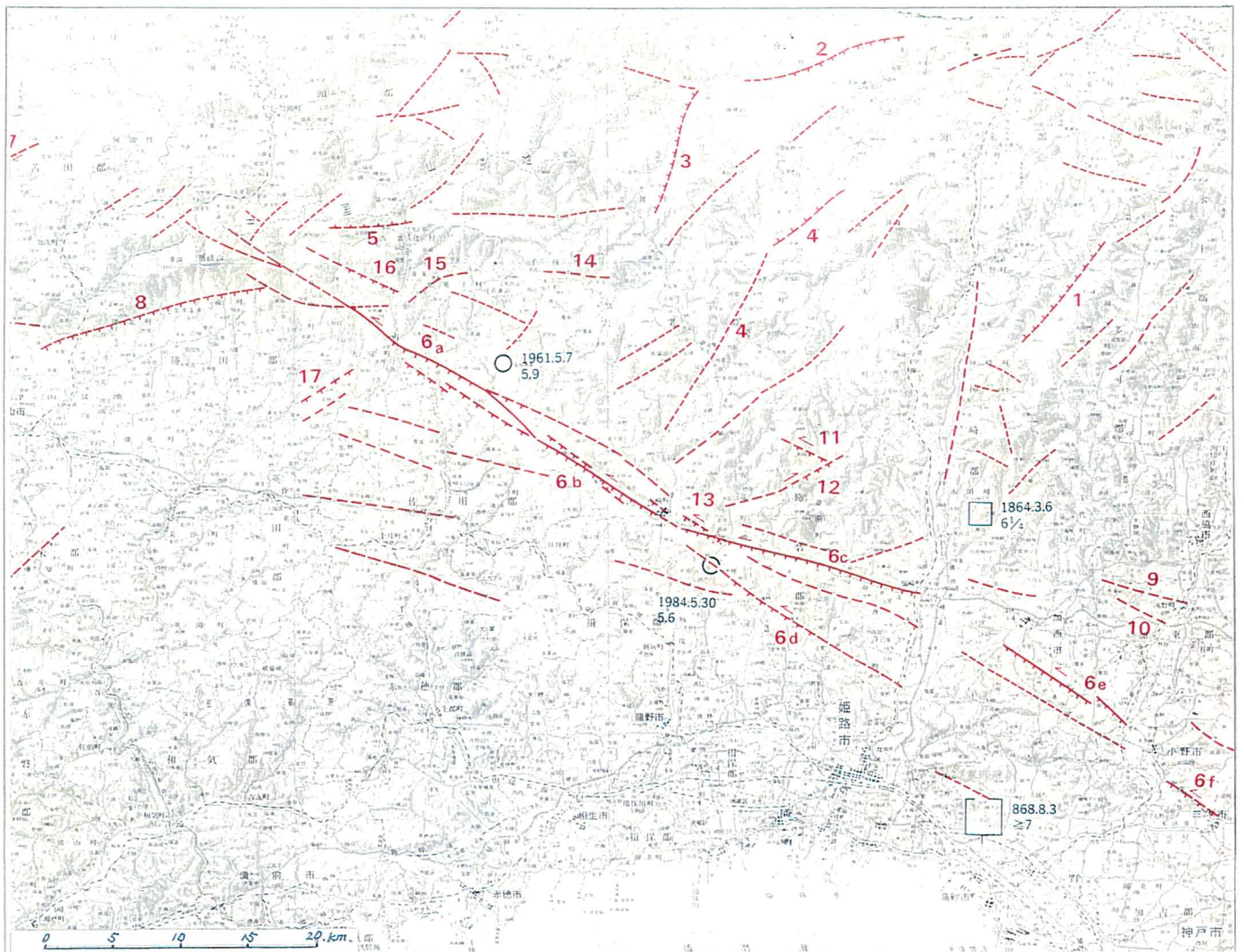


図 2.2 山崎断層系を構成する活断層 (活断層研究会, 1991)

② 調査フロー

山崎断層帯西部の断層については、平成7年度に岡山県（大原断層）と兵庫県（土万断層・安富断層）で、断層位置の詳細な把握、活動履歴解明のための調査が実施された。

調査は、まず地形・地質調査により活断層の推定位置を詳しく把握し、得られた地形・地質情報からトレンチ調査に適した地点を絞り込み、次いでトレンチ掘削範囲を決めるため、トレンチ掘削に先立ち物理探査（電気探査や浅層反射法地震探査）やボーリング調査を現場状況に応じて行ない、その結果に基づきトレンチ調査を実施し断層の活動履歴を評価する、という流れで行なわれた。

これらの調査の結果、大原断層、土万断層、安富断層は、最新活動時期が868年の播磨地震の可能性が高いこと、活動間隔が千数百年～二千数百年程度の可能性があることなどがわかってきた。また、確実度Ⅱとされていた暮坂峠断層も活断層である可能性が高くなってきた。

一方、これまで活動性に関する情報がほとんど得られていなかった東部の断層系については、平成10年度の地形・地質調査により、第四紀後半も活動的な可能性があること、琵琶甲断層と三木断層は連続する可能性があること、これまで知られていなかった山崎断層系とほぼ直交する草谷断層の存在が明らかにされるなど、当初予想以上に活動的な可能性があることが判明した。

平成11年度調査では、主に東部活断層系の活動履歴を明らかにする目的で、暮坂峠断層、琵琶甲断層、草谷断層においてトレンチ調査を実施するとともに、琵琶甲断層と三木断層の連続性と位置確認のための物理探査（反射法地震探査）を図2.3のフローにしたがって実施した。

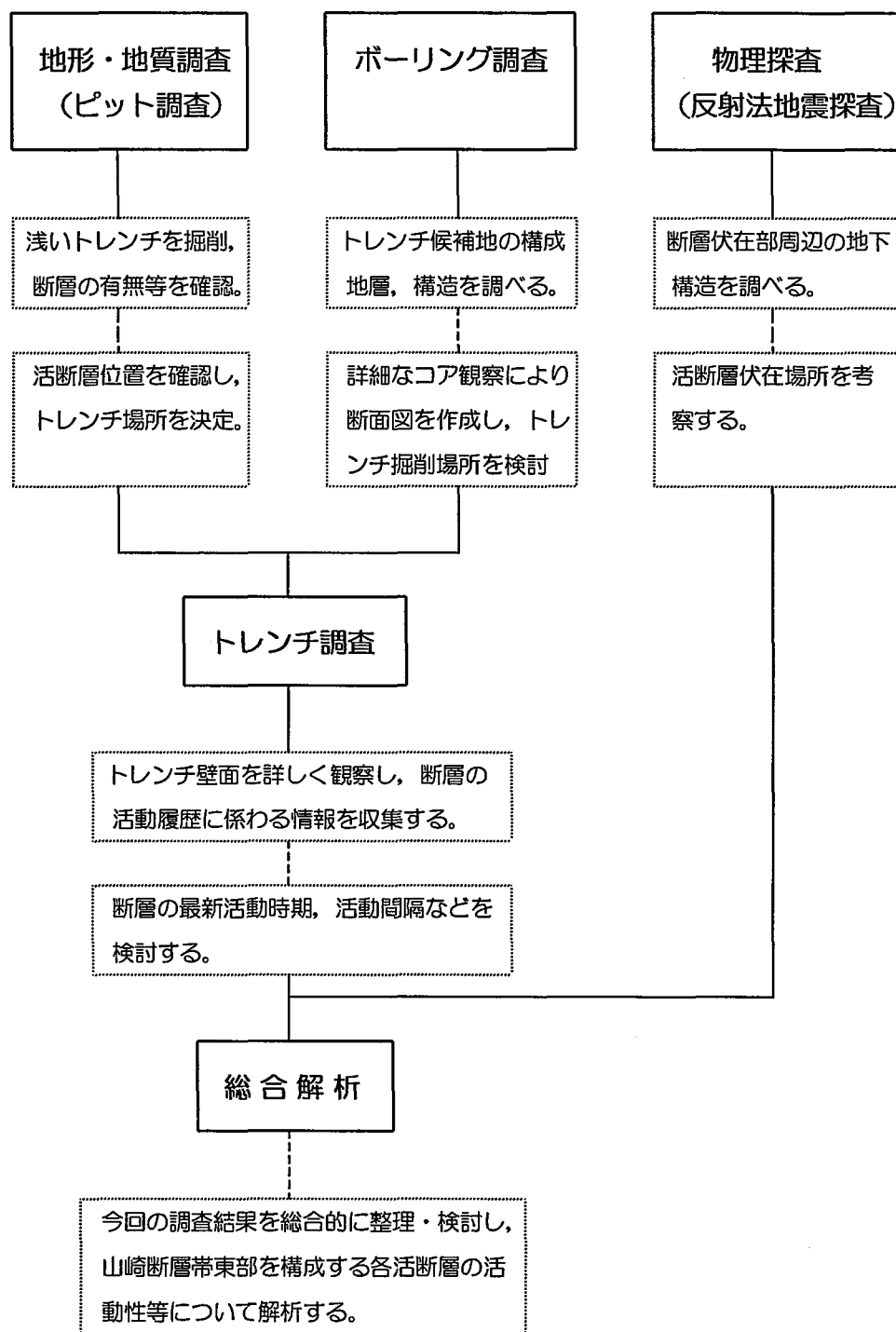
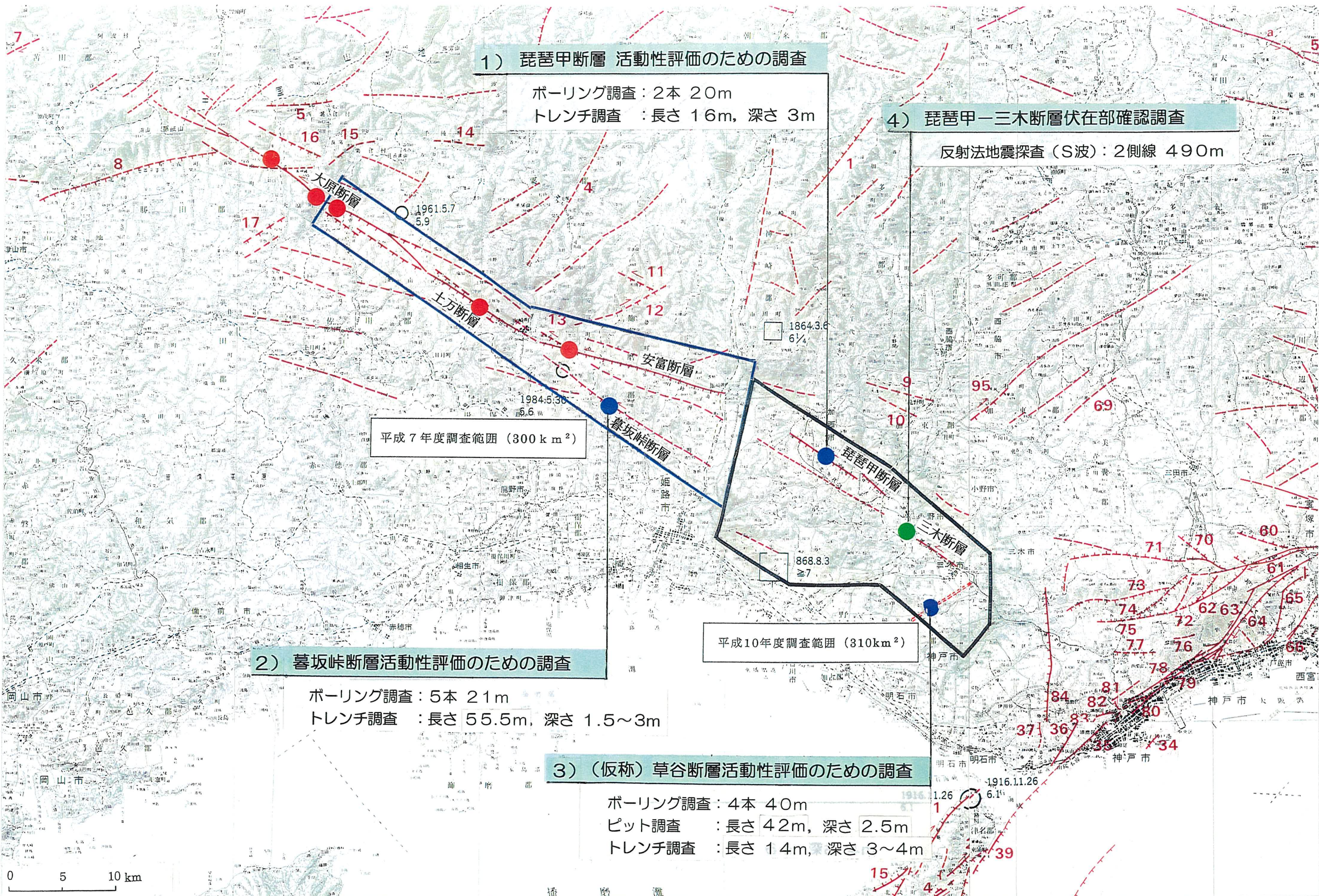


図 2.3 平成 11 年度山崎断層帯に関する調査のフロー

4) 調査地点及び調査範囲

調査地点及び調査範囲については、図 2.4 に示した。

なお、詳しい位置や、調査位置の設定については、それぞれの項目の所で述べる。



新編日本の活断層 (活断層研究会編, 1991) より引用

図 2.4 山崎断層帯調査位置図