

跡津川断層帯の長期評価について

平成16年9月8日
地震調査研究推進本部
地震調査委員会

地震調査研究推進本部は、「地震調査研究の推進について ―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」（平成11年4月23日）を決定し、この中において、「全国を概観した地震動予測地図」の作成を当面推進すべき地震調査研究の主要な課題とし、また「陸域の浅い地震、あるいは、海溝型地震の発生可能性の長期的な確率評価を行う」とした。

地震調査委員会では、この決定を踏まえつつ、これまでに陸域の活断層として、59断層帯の長期評価を行い公表した。

今回、引き続き、跡津川断層帯について現在までの研究成果及び関連資料を用いて評価し、とりまとめた。

評価に用いられたデータは量及び質において一様でなく、そのためにそれぞれの評価の結果についても精粗がある。このため、評価結果の各項目について信頼度を付与している。

<修正履歴>

- ・平成17年1月12日 経験式を用いた場合のマグニチュード表記の変更

跡津川断層帯の評価

跡津川（あとつがわ）断層帯は、飛騨高地の北部の富山県南部から岐阜県北部にかけて分布する活断層帯である。ここでは、これまでに行われた調査研究成果に基づいて、この断層帯の諸特性を次のように評価した。

1. 断層帯の位置及び形態

跡津川断層帯は、富山県中新川（なかにいかわ）郡立山町から同県上新川（かみにいかわ）郡大山（おおやま）町、岐阜県飛騨市を経て同県大野郡白川村に至る断層帯である。全体の長さは約 69km で、ほぼ東北東－西南西方向に延びる。本断層帯は、右横ずれを主体とする断層帯で、北西側隆起成分を伴う（図 1、2 及び表 1）。

2. 断層帯の過去の活動

跡津川断層帯の平均的な右横ずれの速度は約 2－3m/千年と推定され、最新の活動は 1858 年（安政 5 年）の飛越地震であったと推定される。その際には、約 4.5－8 m の右横ずれが生じた可能性がある。また、平均活動間隔は約 2 千 3 百－2 千 7 百年と推定される（表 1）。

3. 断層帯の将来の活動

跡津川断層帯全体が 1 つの活動区間として活動する場合、マグニチュード 7.9 程度の地震が発生すると推定される。その際には、約 4.5－8 m の右横ずれが生じる可能性がある。本断層帯の最新活動後の経過率及び将来このような地震が発生する長期確率は表 2 に示すとおりである。

4. 今後に向けて

跡津川断層帯の活動区間については、さらに精度良く明らかにすることが望ましい。また、活動に伴う 1 回のずれの量について、精度の良い資料を得ることが望ましい。

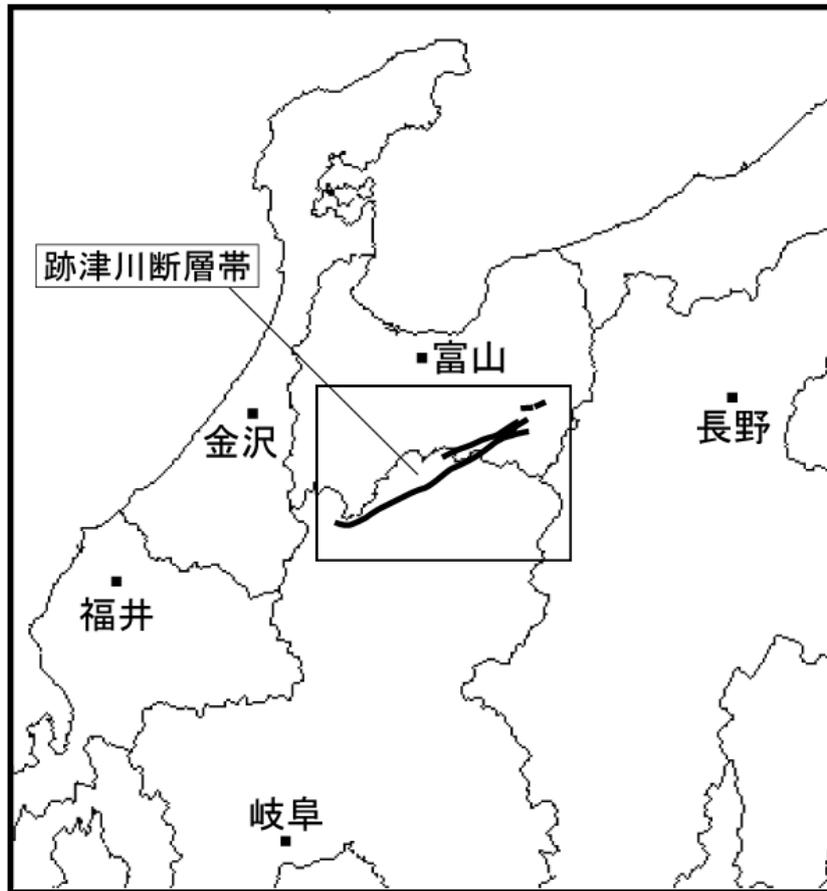


図1 跡津川断層帯の概略位置図
(長方形は図2の範囲)

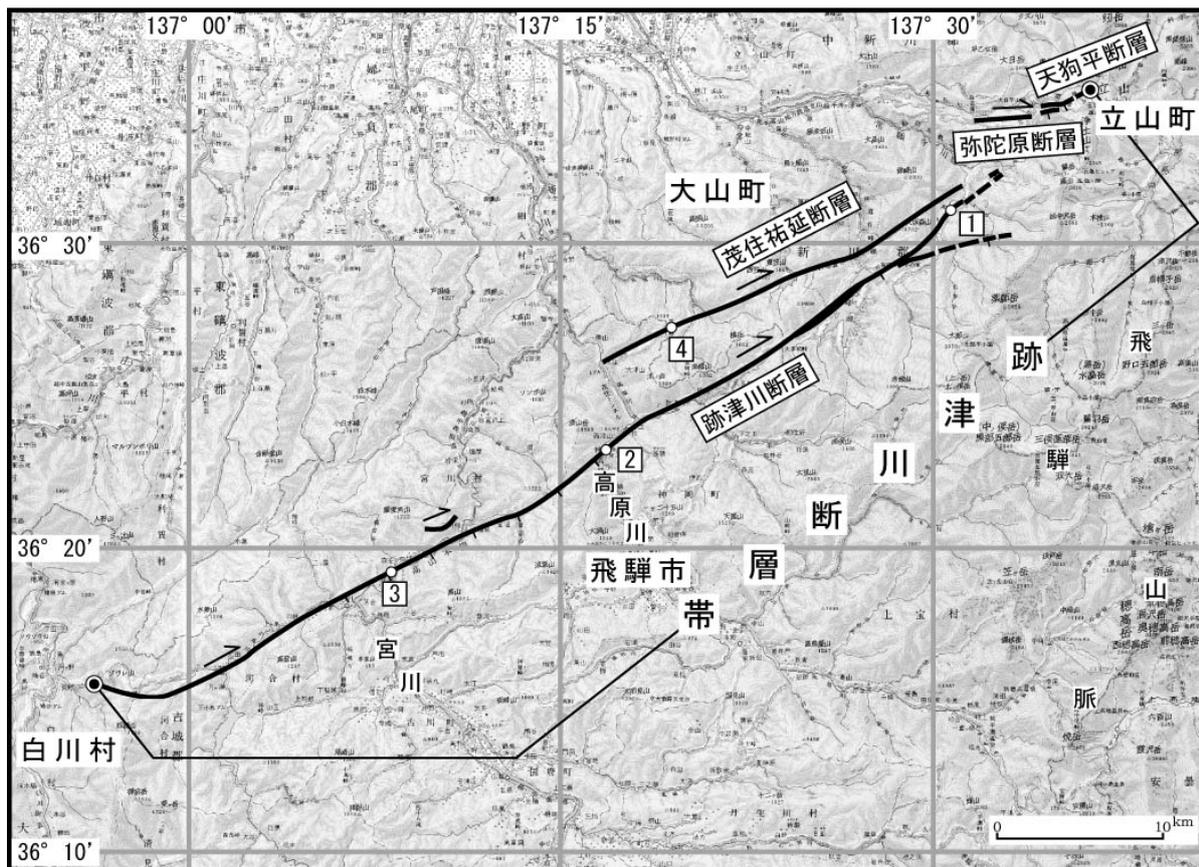


図2 跡津川断層帯の位置と主な調査地点

1：真川地点 2：東漆山地点 3：野首地点 4：茂住峠地点

◎：断層帯の北東端と南西端

断層の位置は文献7及び8に基づく。

基図は国土地理院発行数値地図200000「高山」「金沢」を使用。

表 1 跡津川断層帯の特性

項目	特性	信頼度 (注3)	根拠 (注4)
1. 断層帯の位置・形態			
(1) 断層帯を構成する断層	跡津川断層、弥陀原(みだかはら)断層、天狗平断層、茂住祐延(もずみすけのぶ)断層		文献6等による。
(2) 断層帯の位置・形状	地表における断層帯の位置・形状 断層の位置 (北東端)北緯36° 35′ 東経137° 36′ (南西端)北緯36° 16′ 東経136° 56′ 長さ 約69km	○ ◎ ○	文献6、7による。位置及び長さは図2から計測。
	地下における断層面の位置・形状 長さ及び上端の位置 地表での長さ・位置と同じ 上端の深さ 0km 一般走向 N60° E 傾斜 ほぼ垂直 幅 約15km	○ ◎ ○ ○ ○	上端の深さが0kmであることから推定。 一般走向は、断層の両端を直線で結んだ方向(図2参照)。 傾斜は文献8、10等 に示された断層露頭、 文献11による微小地震の震源分布による。 幅は、傾斜と地震発生層の下限の深さ(約15km)から推定。
(3) 断層のずれの向きと種類	右横ずれ断層 (北西側隆起成分を伴う)	◎	文献6、7等 に示された地形の特徴、断層露頭による。
2. 断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	約2-3m/千年(右横ずれ成分)	○	文献4に示された資料等から推定。 評価文2.2(1)参照。
(2) 過去の活動時期	活動1(最新活動) 1858年(安政5年)飛越地震 (地形・地質調査では17世紀以後)	○ (◎)	文献1-3、9及び10等 に示された資料から推定。
	活動2(1つ前の活動) 約4千3百年前以後、1858年以前	△	
	活動3(2つ前の活動) 約5千3百年前以後、約4千年前以前	◎	

	活動4（3つ前の活動） 約8千1百年前以後、約7千5百年前以前 活動5（4つ前の活動） 約1万1千年前以後、約9千3百年前以前 活動6（5つ前の活動） 約1万1千年前以前	△ ◎ ○	
(3) 1回のずれの量と平均活動間隔	1回のずれの量 約4.5－8 m (右横ずれ成分) 平均活動間隔 約2千3百－2千7百年	△ ○	文献4に示された資料から推定。 最近5回の活動から推定。
(4) 過去の活動区間	断層帯全体で1区間	△	断層の位置関係、形状、活動性等から推定。
3. 断層帯の将来の活動			
(1) 将来の活動区間及び活動時の地震の規模	活動区間 断層帯全体で1区間 地震規模 マグニチュード7.9程度 ずれの量 約4.5－8 m (右横ずれ成分)	△ ○ △	断層の位置関係、形状、活動性等から推定。 断層の長さから推定。 過去の活動から推定。

表2 跡津川断層帯の将来の地震発生確率等

項目	将来の地震発生確率等 (注5)	信頼度 (注6)	備考
地震後経過率(注7)	0.05－0.06		
今後30年以内の地震発生確率	ほぼ0%	a	発生確率及び集積確率は文献5による。
今後50年以内の地震発生確率	ほぼ0%		
今後100年以内の地震発生確率	ほぼ0%		
今後300年以内の地震発生確率	ほぼ0%		
集積確率(注8)	ほぼ0%		

注 1：我が国の陸域及び沿岸域の主要な 98 の活断層のうち、2001 年 4 月時点で調査結果が公表されているものについて、その資料を用いて今後 30 年間に地震が発生する確率を試算すると概ね以下になると推定される。

98 断層帯のうち約半数の断層帯：30 年確率の最大値が 0.1%未満

98 断層帯のうち約 1/4 の断層帯：30 年確率の最大値が 0.1%以上－3%未満

98 断層帯のうち約 1/4 の断層帯：30 年確率の最大値が 3%以上

(いずれも 2001 年 4 月時点での推定。確率の試算値に幅がある場合はその最大値を採用。)

この統計資料を踏まえ、地震調査委員会の活断層評価では、次のような相対的な評価を盛り込むこととしている。

今後 30 年間の地震発生確率(最大値)が 3%以上の場合：

「本断層帯は、今後 30 年の間に発生する可能性が、我が国の主な活断層の中では高いグループに属することになる」

今後 30 年間の地震発生確率(最大値)が 0.1%以上－3%未満の場合：

「本断層帯は、今後 30 年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属することになる」

注 2：1995 年兵庫県南部地震、1858 年飛越地震及び 1847 年善光寺地震の地震発生直前における 30 年確率と集積確率（うち、1995 年兵庫県南部地震については「長期的な地震発生確率の評価手法について」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2001）による暫定値）は以下のとおりである。

なお、「地震発生直前における 30 年確率と集積確率」算出の目的は、地震発生前に本評価と同様な評価を行ったと仮定したときに、地震発生直前にどのような確率値が得られていたはずかを示すことにある。このような観点から、本評価で得られた過去の活動時期（活動 2－5）に基づき、飛越地震（活動 1）を含めずに平均活動間隔を約 1 千 7 百－3 千 6 百年と求め、飛越地震直前の確率値を算出していることに留意が必要である。

地震名	活動した活断層	地震発生直前の 30 年確率 (%)	地震発生直前の 集積確率 (%)	断層の平均活動 間隔 (千年)
1995 年兵庫県南部地震 (M7.3)	野島断層 (兵庫県)	0.4%－8%	2%－80%	約 1.8－約 3.0
1858 年飛越地震 (M7.0－7.1*)	跡津川断層帯 (岐阜県・富山県)	ほぼ 0%－13%	ほぼ 0%－ 90%より大	約 1.7－約 3.6
1847 年善光寺地震 (M7.4)	長野盆地西縁断層帯 (長野県)	ほぼ 0%－20%	ほぼ 0%－ 90%より大	約 0.8－約 2.5

「長期的な地震発生確率の評価手法について」に示されているように、地震発生確率は前回の地震後、十分長い時間が経過しても 100%とはならない。その最大値は平均活動間隔に依存し、平均活動間隔が長いほど最大値は小さくなる。平均活動間隔が 2 千年の場合は 30 年確率の最大値は 10%程度、3 千年の場合は 30 年確率の最大値は 8%程度である。

*被害記録から想定される地震の規模は M7.0－7.1（宇佐美，1996 など）と、断層長から推定される地震規模（M7.9 程度：本評価文参照）とは有意な差異が認められる。ただし、飛越地震によって震度 V の揺れに見舞われたとされる地域は、京都府宮津市から長野県大町市までと非常に広範囲にわたる（宇佐美，2003）ことから、飛越地震の規模は M7.0－7.1 より有意に大きいものと考えられる。

注 3：信頼度は、特性欄に記載されたデータの相対的な信頼性を表すもので、記号の意味は次のとおり。

◎：高い、○：中程度、△：低い

注4：文献については、本文末尾に示す以下の文献。

- 文献1：跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか（1989）
- 文献2：栗田・佃（1993）
- 文献3：ハスパートルほか（2000）
- 文献4：磯ほか（1980）
- 文献5：地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）
- 文献6：活断層研究会編（1991）
- 文献7：中田・今泉編（2002）
- 文献8：岡田・熊木（1983）
- 文献9：竹内（1990）
- 文献10：宇佐美（2003）
- 文献11：和田・伊藤（1995）

注5：評価時点はすべて2004年1月1日現在。「ほぼ0%」は 10^{-3} %未満の確率値を示す。

注6：地震後経過率、発生確率及び現在までの集積確率（以下、発生確率等）の信頼度は、評価に用いた信頼できるデータの充足性から、評価の確からしさを相対的にランク分けしたもので、aからdの4段階で表す。各ランクの一般的な意味は次のとおりである。

a：（信頼度が）高い b：中程度 c：やや低い d：低い

発生確率等の評価の信頼度は、これらを求めるために使用した過去の活動に関するデータの信頼度に依存する。信頼度ランクの具体的な意味は以下のとおりである。分類の詳細については付表を参照のこと。なお、発生確率等の評価の信頼度は、地震発生の切迫度を表すのではなく、発生確率等の値の確からしさを表すことに注意する必要がある。

発生確率等の評価の信頼度

- a：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が比較的高く、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性が高い。
- b：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が中程度で、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性が中程度。
- c：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が低く、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性がやや低い。
- d：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が非常に低く、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性が低い。このため、今後の新しい知見により値が大きく変わる可能性が高い。または、最新活動時期のデータが得られていないため、現時点における確率値が推定できず、単に長期間の平均値を確率としている。

注7：最新活動（地震発生）時期から評価時点までの経過時間を、平均活動間隔で割った値。最新の地震発生時期から評価時点までの経過時間が、平均活動間隔に達すると1.0となる。今回の評価した数字のうち0.05は146年を2700年で割った値であり、0.06は146年を2300年で割った値である。

注8：前回の地震発生から評価時点までの間に地震が発生しているはずの確率。

(説明)

1. 跡津川（あとつがわ）断層帯に関するこれまでの主な調査研究

跡津川断層帯の存在や特性については、初めに村田（1912）、辻村（1943）及び前田・武南（1957）などにより記載された。また、河合・野沢（1958）、野沢ほか（1975）などは5万分の1地質図幅において、該当地域の地質構造と本断層帯を構成する断層について記述を行った。

本断層帯を構成する断層のうち跡津川断層に関しては、松田（1966）により詳細な地質・地形調査が行われ、その活断層としての全体像が明らかにされた。その他にも、野沢（1978）、藤井・竹村（1979a, b）、野沢ほか（1981）、東郷・岡田（1983）及び竹村・藤井（1984）などが跡津川断層について記載を行った。竹村・藤井（1984）は立山カルデラから原山本谷に至る茂住断層を右横ずれの活断層とした。また、跡津川断層の北東に位置する弥陀原（みだがはら）断層と天狗平断層については、熊木（1983）などが記載している。

活断層研究会編（1980, 1991）はこれらの研究を総括した形で、跡津川断層、茂住祐延（もずみすけのぶ）断層、弥陀原断層及び天狗平断層を第四紀に活動を繰り返した活断層として図示した。また中田・今泉編（2002）は、跡津川断層、弥陀原断層を活断層、茂住祐延断層を推定活断層として図示している。

本断層帯の第四紀後期の特性に関する調査としては、跡津川断層発掘調査団（1983, 1986）、跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか（1989）、跡津川断層トレンチ発掘調査団（1990）、栗田・佃（1993）、ハスパートルほか（2000）及び Takeuchi et al.（2003）などによるトレンチ調査及び地層抜き取り調査などがある。

また、跡津川断層と茂住祐延断層を対象として、断層ガスの連続観測、微小地震観測、ブーゲー異常観測、精密変歪測量、GPS 観測などが行われ、活断層の歪や応力の蓄積過程、破碎帯の形成過程などの研究が進んでいる（和田・伊藤, 1994, 1995；多田, 1991, 1998；和田ほか, 1996；安藤, 1998；伊藤・和田ほか, 1998；平原, 1998 など）。

2. 跡津川断層帯の評価結果

跡津川断層帯は、飛騨高地北部の富山県中新川（なかにいかわ）郡立山町から同県上新川（かみにいかわ）郡大山（おおやま）町、岐阜県飛騨市を経て同県大野郡白川村に至る断層帯である（図1、2）。

本断層帯の北側には約5－12kmの間隔をおいて牛首断層と万波峠断層が並走するが、これらの断層は別途「牛首断層帯」として評価を行うため、本評価では扱わない。また、本断層帯の南側には約5－10kmの間隔で古川断層帯（松田, 1990）が並走するが、本断層帯に関しては「高山・大原断層帯の評価」において検討済みであるため、ここでは評価は行わない。

2. 1 跡津川断層帯の位置及び形態

(1) 跡津川断層帯を構成する断層

跡津川断層帯は、跡津川断層及びその北東延長方向に分布する弥陀原断層、天狗平断層と、跡津川断層の北東部に約2－4kmの間隔で並走する茂住祐延断層とからなる。

断層帯の位置については、活断層研究会編（1991）、中田・今泉編（2002）などで概ね良い一致をなす。ただし、中田・今泉編（2002）では、跡津川断層の北東端の約3km区間と天狗平断

層については、最近数十万年間に繰り返し活動したことを示す地形的な特徴を認めていない。

ここでは、本断層帯の位置は主に中田・今泉編（2002）に基づき、跡津川断層の北東端付近、弥陀原断層及び天狗平断層に関しては活断層研究会編（1991）に従った。断層帯を構成する各断層の名称は活断層研究会編（1991）によった。

（2）断層面の位置・形状

跡津川断層帯の長さ及び一般走向は、天狗平断層の北東端を本断層帯の北東端とみなし、本地点と跡津川断層の南西端を結んで計測すると約 69km、N60° E となる（図 2）。

断層面上端の深さは、変位地形や断層露頭が認められていることから 0 km とした。

断層面の傾斜は、微小地震の震源分布（伊藤・和田ほか, 1998 など）に基づくと、地下 15km 以浅では断層面はほぼ垂直と推定される。また、断層露頭やトレンチ壁面の観察結果（跡津川断層発掘トレンチ調査団ほか, 1989 など）から、地表付近では高角であると推定される。

断層面の幅は、地震発生層の下限の深さが約 15km であること（後述）及び断層面の傾斜がほぼ垂直と推定されることから、約 15km と推定される。

（3）断層の変位の向き（ずれの向き）（注 9）

活断層研究会編（1980, 1991）や中田・今泉編（2002）などに示された谷地形の右方向への系統的な屈曲や、竹村・藤井（1984）をはじめとする断層露頭の観察結果などに基づくと、跡津川断層帯は右横ずれを主体とし、北西側隆起成分を伴うと考えられる。

2. 2 跡津川断層帯の過去の活動

（1）平均変位速度（平均的なずれの速度）（注 9）

跡津川断層帯中央部の、高原川中流の飛騨市東漆山（ひがしうるしやま）地点には、中越・殿・坂巻・見座の各段丘面が分布し、跡津川断層の活動に伴う段丘面の累積変位が認められる（松田, 1966）。このうち最も古い中越段丘面の変位量は、北西側隆起成分で 14.5m、中越段丘面と下位の殿段丘面を分ける段丘崖の右横ずれ量は 20–30m である（磯ほか, 1980）。中越段丘面の上下変位量（14.5m）は殿段丘面の上下変位量（10.8m）の 1.3 倍であることから、中越段丘面離水後の右横ずれ量は殿段丘面離水後の右横ずれ量（20–30m）より大きく、26–39m 程度と推定できる。中越段丘面の年代は、上地ヶ根泥流（11,300±170yBP；小池, 1978）に対比され約 1 万 3 千年前とされている（磯ほか, 1980）ことから、この地点での平均右横ずれ変位速度は 2.0–3.0m/千年、平均上下変位速度は 1.1m/千年と推定される。

また、断層帯北東端付近の弥陀原断層では、立山火山第 II・III 期の溶岩・火砕流堆積物（大町 Epm；60–75ka；町田・新井, 2003）で構成され、大山倉吉火山灰（DKP；≥55ka；町田・新井, 2003）により覆われる面を開析する谷の右横ずれが最大 40m とされている（熊木, 1983）。よって、弥陀原断層の平均右横ずれ変位量は 0.5–0.7m/千年と推定される。

ここでは、本断層帯のほぼ中央に位置する東漆山地点の値を用いて、跡津川断層帯の平均右横ずれ変位速度を約 2–3 m/千年、平均上下変位速度を約 1 m/千年と推定する。

なお、断層帯南西部の飛騨市野首（のくび）地点ではトレンチ調査が実施されており、岡田・熊木（1983）は、約 1 万–1 万数千年前に形成された段丘面が 9 m、また段丘堆積物の基底面が 10m 上下方向に変位していることに基づき、断層面の条線が 15° 傾斜すると仮定してネット方向

の平均変位速度を 2.5–3.7m/千年と求めている。

(2) 活動時期

a) 地形・地質的に認められた過去の活動

① 跡津川断層野首地点 (トレンチ調査)

跡津川断層の南西部の飛騨市野首地点では、跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか (1989) 及び栗田・佃 (1993) によりトレンチ調査が行われている。

跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか (1989) は、宮川流域の低位段丘面に認められる低断層崖上でトレンチ調査を実施した。また、栗田・佃 (1993) は、最近の活動の再来間隔をより正確に求めるため、跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか (1989) のトレンチ掘削地点に隣接して小規模なトレンチ調査を実施した。両トレンチ壁面には高角度の断層とほぼ同様の地質構造が確認され、跡津川断層の活動に関して整合する結果が得られた (図 3、4)。

a) 活動 1 (最新活動)

跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか (1989) のトレンチ壁面では、11–13 世紀の水路に堆積した 1 層 (腐植土層) を切る断層が確認された。これに対比されるものとして、栗田・佃 (1993) のトレンチ壁面では 17–20 世紀の B 層 (腐植土層) を切る断層が確認されている。これらに基づくと、本断層の最新活動は 17 世紀以後と考えられる。

なお、トレンチ壁面に認められた砂脈の残留磁化方位測定結果からは、AD1800 年頃に地震動があったことが推定されている (跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか, 1989)。

b) 活動 2

栗田・佃 (1993) のトレンチ壁面では、断層の下盤側近傍において腐植土層である B 層と D 層の間に、断層崖の崩壊を示唆する C 層 (砂礫層) が挟まれる産状が確認されている。C 層の年代は、上下の腐植土層の年代から約 4 千 3 百年前–20 世紀と推定される。本イベントの層準は、跡津川断層発掘トレンチ調査団ほか (1989) のトレンチ壁面では、1 層と 2 層との間の大きな時間間隙を伴う層準に相当し、その間に 1 回以上の活動があった可能性が指摘されている。これらのことから、この断層活動は約 4 千 3 百年前以後に生じた可能性があると判断した。

c) 活動 3

跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか (1989) のトレンチ壁面では、4-1 層 (腐植土層) を切り、3 層 (砂層) ないし上位の 2 層 (腐植土層) に覆われる断層が確認されている。これに対比されるものとして、栗田・佃 (1993) のトレンチ壁面では、少なくとも F 層 (腐植土層) と E 層 (砂層) の下半部を切り、上位の D 層 (腐植土層) に覆われる断層が確認されている。これらから、本活動は 4-1 層あるいは F 層堆積より後、2 層あるいは D 層堆積より前に生じたと考えられ、その年代は約 5 千 3 百年前以後、約 4 千年前以前である。

d) 活動 4

跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか (1989) のトレンチ壁面では、4-3 層 (腐植土層) を切り、上位の 4-2 層 (砂層) に覆われる断層が認められている。この 4-2 層 (砂層) は断層近傍に分布し、楔状の断面を示すことから、断層の活動に伴う崩壊堆積物と推定されている。一方、栗田・佃 (1993) のトレンチ壁面では、4-3 層に対比される H 層 (腐植土層) とその上位の 4-1 層に対比される F 層 (腐植土層) に挟まれる G 層 (砂層) が断層近傍で見かけ上層厚を増すが、これが断層変形によるものかどうかの判断はできない。

以上のことから、H 層あるいは 4-3 層堆積より後、G 層あるいは 4-2 層堆積より前に活動が

あった可能性がある。その年代は約8千1百年前以後、約7千5百年前以前である。

e) 活動5

跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか(1989)のトレンチ壁面では、下盤側の5層の分布を途切れさせ、上位の4-3層に覆われる断層が認められる。4-3層下部には、5層起源と考えられる角礫が多量に混じることから、4-3層下部は、崩積性堆積物と推定されている(跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか,1989)。また、栗田・佃(1993)のトレンチ壁面でも、J層(腐植土層)を切り、さらに上位のI層(砂層)の少なくとも一部を切るが、さらに上位のH層(腐植土層)には変位を与えていない断層が認められている。

よって、5層あるいはJ層堆積より後、4-3層あるいはH層堆積より前に断層活動があったと考えられる。その年代は約1万1千年前以後、約9千3百年前以前である。

f) 活動6

跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか(1989)のトレンチ壁面では、71層(砂層)を切り、その上位の7u層(砂層)の少なくとも一部を切るが、さらに上位の6層(腐植土層)には変位を与えていない断層が推定されている。よって、71層堆積より後、6層堆積より前に断層活動があったと推定される。その年代は約1万1千年前以前である。

以上の検討結果から、本地点における最新の活動は、17世紀以後であったと考えられる。また、1つ前の活動は約4千3百年前以後であった可能性があり、2つ前の活動は約5千3百年前以後、約4千年前以前であったと考えられる。さらに、3つ前の活動は約8千1百年前以後、約7千5百年前以前であった可能性があり、4つ前の活動は約1万1千年前以後、約9千3百年前以前であったと考えられる。そして、5つ前の活動は約1万1千年前以前であったと推定される。

なお、跡津川断層トレンチ発掘調査団ほか(1989)は、71層よりもさらに下位の地層において、段丘構成層である礫層の上位に細粒砂層に挟まれる中粒-粗粒砂層を見出し、この中粒-粗粒砂層が断層の活動によってもたらされた崩壊堆積物である可能性を指摘して、さらに5回の断層活動があった可能性も指摘した。しかし、それらの砂層を断層活動に伴う崩壊堆積物とする根拠は乏しい。

②跡津川断層真川(まかわ)地点(断層露頭調査)

跡津川断層の東部の富山県大山町真川地点では、複数の断層露頭が確認されている。このうち、竹村・藤井(1984)、竹内ほか(1990)などが記載した谷底付近の露頭において、断層活動の年代が推定されている。同露頭では、走向N42-45°E、傾斜87°SEの断層が認められる。

露頭上部に分布する低位段丘面(L5面)の構成層には、北西上がり0.5-1mの変位が認められている(竹内ほか,1990)。また、段丘構成層の最上部のg1礫層が断層に切られており、断層による裂溝を埋めて崖錐堆積物が堆積している(竹内ほか,1990)。g1礫層に挟まれるS2砂層の年代が14世紀と推定されていることから、ここでの最新の活動は14世紀以後にあったと考えられる。

また、G1礫層及びg0礫層は断層の南東側にのみ分布しており、その下位のG0礫層には断層の両側で顕著な層厚差は認められない(竹内ほか,1990)。このことからG0礫層堆積以後、g1礫層堆積以前にも断層活動があったと推定される。なお、竹内ほか(1990)は、段丘構成層の下部を占めるG1層及びG0層の厚さが断層を境に急変することから、これら段丘構成層の堆積中に2

回の断層活動があった可能性も指摘している。そして、活動時期をそれぞれ G0 層直上の S0 砂層の堆積時（約 2 千 8 百－2 千 2 百年前）直後、G1 礫層直上の S1 砂層の堆積時（6－8 世紀）直後の可能性があるとして指摘した。しかし、G0 礫層と G1 礫層の区分は明確ではなく、活動時期が S0 砂層及び S1 砂層の堆積直後であるとする根拠は明らかではない。

ところで、L5 面には緩やかな窪地が認められるものの断層を挟んだ両側に変位は認められないとする見解、あるいは g1 礫層相当層を切る断層は見出し難いとする見解もある（片川ほか, 2002）。しかし、片川ほか（2002）では、最新時期の断層活動がないとする根拠は十分には示されていない。

③跡津川断層真川地点（トレンチ調査）

上述の断層露頭の約 700m 東北東において、真川右岸の標高 1,200m 付近の顕著な断層地形を横切って掘削された T1 トレンチ（Takeuchi et al., 2003）では、土壤層やシルト及び砂層が断層に切られている。

このうち、約 2 千 8 百年前－14 世紀の年代を示す土壤層（G 層）が断層に切れ、その断層を上位のシルト及び腐植質土層（約 2 千 5 百－2 千 3 百年前）が覆っている。したがって、ここでの最新活動時期は 14 世紀以後と推定され、上位のシルト及び腐植質土層は土壤層（G 層）の再堆積によるものと考えられる。

また、約 5 千－4 千 3 百年前の年代を示すシルト及び腐植質土層（F 層）を切り、土壤層（G 層）、シルト及び腐植土層に覆われる別の断層も認められる。しかし、断層を覆う土壤層（G 層）は著しく変形しており、得られている年代値の幅も広いため、この断層を直接覆う堆積物の年代は不明である。また、土壤層（G 層）より上位のシルト及び粘土層は前述したように再堆積したものと推定される。したがって、本地点での活動層準は F 層堆積より後（約 5 千年前以後）にあったことは確実であるが、その年代の上限は押さえられない。

なお、Takeuchi et al.（2003）は、約 2 千 8 百年前以後、14 世紀以前にも断層活動があったとしているが、その層準や根拠が示されておらず、詳細は不明である。さらに、Takeuchi et al.（2003）は、T1 トレンチの南東側で掘削した T2 トレンチにおいて、砂礫層に認められる液状化層準、及び堆積物の地すべりによる変形などを根拠として、6 層準で断層活動があったとしている。ただし、これらの液状化や地すべりが本断層帯の活動に関係したものかどうかは不明であり、個々の断層活動との対応関係は必ずしも明らかではない。

なお、片川ほか（2002）は、上記 T1 トレンチの直下にあたる標高 1,190m 付近に分布する露頭の調査から、真川湖成層を切る断層を覆って地すべりによる擾乱帯が分布し、この擾乱帯の楔型凹地を埋積して最新期の腐植土層（1－4 世紀）が堆積していることを報告している。しかし、この露頭と近傍の T1 トレンチとの関係は明らかではない。

④茂住祐延断層茂住峠地点（地層抜き取り調査）

ハスバートルほか（2000）は、富山・岐阜県境の茂住峠から東方（富山県側）約 200m の地点において、沢の系統的な右横ずれが認められる推定断層線上をまたいで地層抜き取り調査を行った（図 5）。

採取された抜き取り試料には、砂礫層（IV 層：16－17 世紀）と腐植土層（III 層）を切って、礫

混じり粘土-砂層（Ⅱ層：modern）に覆われる断層が認められている。したがって、本地点での最新活動時期は16世紀以後と推定される。

また、断層に伴う地割れを埋積する細礫混じり有機質シルト層（Ⅷ層：約3万1千-2万年前）を覆って、中-粗粒砂層（Ⅶ層：約2万年前）、さらに砂礫層（Ⅵ層：約2万-1万5千年前）が楔状に堆積する。このうち、Ⅷ層の変形とⅥ-Ⅶ層境界の変形度合いを比較すると、Ⅷ層の変形が大きいと推定できることから、Ⅷ層とⅥ層基底部との間に断層活動があった可能性があり、その年代は約2万年前以後、約1万5千年前以前である。

さらに、断層沿いで急傾斜する有機質細粒-中粒砂層（Ⅸ層）と上位の有機質シルト層（Ⅷ層）との間に顕著な傾斜不整合が認められる。したがって、Ⅸ層堆積以後-Ⅷ層堆積以前に断層活動があったと推定でき、その年代は約3万1千年前である。

⑤茂住祐延断層長棟川地点（断層露頭調査）

長棟川地点では、1-3世紀の年代を示す礫層などから構成される堆積物が、断層によって、上下に2m以上引きずられている（ハスパートルほか, 1999）。このことから、本地点での最新活動は1世紀以後にあったと推定される。

b) 先史時代・歴史時代の活動

1858年（安政5年）の飛越地震（M7.0-7.1：宇佐美, 2003）では、本断層帯に沿う集落で被害率が高く、跡津川断層及び茂住祐延断層に沿う集落、あるいは各断層から20数km以内に分布する家屋の被害率は50-100%に達している（宇佐美・松田, 1979）。このうち、本断層帯の南側では、断層帯から離れるに従って被害率が急に小さくなる（距離2kmで25%以下）。以上の被害状況と地形・地質学的に確認された最新活動時期（17世紀以後）から、本断層帯の最新活動時期は1858年（安政5年）の飛越地震であったと推定される。

以上の調査結果をまとめると、跡津川断層帯の最新活動時期は1858年（安政5年）の飛越地震であったと推定される（地形・地質調査結果からは、17世紀以後と考えられる）。また、1つ前の活動は約4千3百年前以後、1858年以前の可能性があり、2つ前の活動は約5千3百年前以後、約4千年前以前と考えられる。さらに、3つ前の活動は約8千1百年前以後、約7千5百年前以前の可能性があり、4つ前の活動は約1万1千年前以後、約9千3百年前以前であったと考えられる。そして5つ前の活動は、約1万1千年前以前であったと推定される（図6）。

さらに、約2万年前以後、約1万5千年前以前にも断層活動があった可能性があり、約3万1千年前にも活動が推定される。ただし、最近5回の活動時期から推定される平均活動間隔（約2千3百-2千7百年：後述）を考慮すると、これら2つの活動時期の間にも複数の断層活動があったと推定される。

(3) 1回の変位量（ずれの量）（注9）

前述したように、跡津川断層帯では約1万1千年前以後に5回の断層活動があったと推定される。また、跡津川断層の東漆山地点付近では、約1万3千年前以後に形成された中越段丘面が上下に14.5m変位している。本断層帯の活動時期と後述の平均活動間隔を考慮すると、この上下変位量は5-6回の断層活動によるものであり、1回あたりの上下変位量は2.4-2.9mであったと

推定される。また、殿段丘面の変位量からは、この地点における上下成分と右横ずれ成分との比は1 : 1.9–2.8 と求まる。したがって、1 回の変位量の右横ずれ成分は4.4–8.1m、ネット成分で5.0–8.6mである可能性がある。

一方、本断層帯は長さが約69kmであることから、松田(1975)の経験式(1)、(2)を用いると、跡津川断層帯における1回の活動に伴う変位量は約5.5mと計算され、上記の段丘の変位量と断層活動回数から求めた変位量の範囲内に収まる。

用いた経験式は、次の式である。ここで、Lは1回の地震で活動する断層の長さ(km)、Mはその時のマグニチュード、Dは1回の活動に伴う変位量(m)である。

$$\text{Log } L = 0.6M - 2.9 \quad (1)$$

$$\text{Log } D = 0.6M - 4.0 \quad (2)$$

以上の検討から、1回の活動に伴う跡津川断層帯の右横ずれ変位量は約4.5–8m、上下変位量は約2.5–3mであった可能性があると判断する。

(4) 活動間隔

跡津川断層帯では、最新活動時期が1858年(安政5年)の飛越地震と推定され、4つ前の活動時期が約1万1千年前以後、約9千3百年前以前と考えられることから、平均活動間隔は約2千3百–2千7百年と推定される。

なお、跡津川断層帯の平均変位速度(右横ずれ成分)は約2–3m/千年、1回の活動に伴う右横ずれ変位量は約4.5–8mと求められていることから、跡津川断層帯の平均活動間隔は1千7百–4千4百年程度と計算され、上述のように推定された活動間隔と整合する。

(5) 活動区間

跡津川断層帯は並走する複数の断層から構成され、松田(1990)の基準に基づくと、全体が1つの活動区間として活動してきた可能性がある。

なお、茂住祐延断層に関しては、変動地形の特徴を考慮すると跡津川断層より活動度(注10)が小さく(活断層研究会編, 1991)、過去の活動において跡津川断層と同時に動かなかった可能性もある。しかし、過去の活動時期が異なるとする直接の証拠が無いため、ここでは断層帯全体が1つの活動区間を形成してきたとみなす。

(6) 測地観測結果

跡津川断層帯周辺における1994年までの約100年間の測地観測結果では、断層帯周辺で北西–南東方向の縮みが見られ、西部で北東–南西方向のわずかな伸びが見られる。

また、1985年からの約10年間では、北西–南東方向のわずかな縮みが見られる。

最近5年間のGPS観測結果では、周辺で北西–南東方向のわずかな縮みが見られ、西部で北東–南西方向の伸びが見られる。

過去20年間の精密辺長測量によると、本断層帯の一部で右横ずれと調和するようなわずかな変化が観測されており、変動がクリープ的に生じていることを示唆している可能性がある。

(7) 地震観測結果

跡津川断層帯周辺の最近約6年間の地震観測結果によると、本断層帯付近の地震活動は活発であり、地震発生層の下限の深さは約15kmである。本断層帯付近で発生した地震の発震機構は、東南東-西北西に圧力軸を持つ横ずれ断層型が多い。

2. 3 跡津川断層帯の将来の活動

(1) 活動区間と活動時の地震の規模

跡津川断層帯は断層帯全体が1つの活動区間として活動する場合、長さが約69kmと推定されることから、前述の経験式(1)を用いると、発生する地震の規模はマグニチュード7.9程度と推定される。また、過去の事例に基づくと、その際には4.5-8m程度の右横ずれが生じ、断層の北西側が相対的に2.5-3m程度隆起する可能性がある。

なお、2.2.(2)に記述したように、跡津川断層帯の最新活動は1858年(安政5年)の飛越地震であったと推定されるが、被害記録から想定される地震の規模はM7.0-7.1(宇佐美, 1996など)と、断層長から推定される地震規模(M7.9程度)とは有意な差異が認められる。ただし、飛越地震によって震度V相当の揺れに見舞われたと推定される地域は、京都府宮津市から長野県大町市までと非常に広範囲にわたる(宇佐美, 2003)ことから、1858年(安政5年)の飛越地震の地震規模はM7.0-7.1より有意に大きいものと考えられる。

(2) 地震発生の可能性

跡津川断層帯は、平均活動間隔が約2千3百-2千7百年、最新活動時期が1858年(安政5年)の飛越地震と推定されていることから、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率は0.05-0.06となる。地震調査研究推進本部地震調査委員会(2001)に示された手法(BPT分布モデル、 $\alpha=0.24$)によると、今後30年以内、50年以内、100年以内、300年以内の地震発生確率は、いずれもほぼ0%である。また、現在までの集積確率はほぼ0%となる。表3にこれらの確率値の参考指標(地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会, 1999)を示す。

3. 今後に向けて

跡津川断層帯の活動区間については、さらに精度良く明らかにすることが望ましい。また、活動に伴う1回のずれの量については、精度の良い数値が得られていない。よって、本項目に関して信頼度の高い資料を得ることが望ましい。

注9:「変位」を、1頁の本文及び4、5頁の表1では、一般にわかりやすいように「ずれ」という言葉で表現している。ここでは専門用語である「変位」が、本文や表1の「ずれ」に対応するものであることを示すため、両者を併記した。以下、文章の中では「変位」を用いる。なお、活断層の専門用語では、「変位」は切断を伴う「ずれの成分」と、切断を伴わない「撓(たわ)みの成分」よりなる。

注10:活断層の活動の活発さの程度を示す指標として、活動度が定義されている(松田, 1975)。

- ・ 活動度がAの活断層は、1千年あたりの平均的なずれの量が1m以上、10m未満であるものをいう。
- ・ 活動度がBの活断層は、1千年あたりの平均的なずれの量が0.1m以上、1m未満であるものをいう。
- ・ 活動度がCの活断層は、1千年あたりの平均的なずれの量が0.01m以上、0.1m未満である

ものをいう。

注 11: 10,000 年 BP よりも新しい炭素同位体年代については、Niklaus (1991) に基づいて暦年補正し、原則として 1σ の範囲の数値で示した。このうち 2,000 年前よりも新しい年代値は世紀単位で示し、2,000 年前よりも古い年代値については、百年単位で四捨五入して示した。また、10,000 年 BP より古い炭素同位年代については、Kitagawa and van der Plicht (1998) のデータに基づいて暦年補正し、四捨五入して千年単位で示した。

文 献

- 安藤雅孝 (1998) : 活断層帯での地殻活動研究 (地震フロンティア研究) 概要. 月刊地球, **20**, 127-132.
- 荒川洋二 (1982) : 岐阜県北部の飛騨変成岩類の形成史. 地質学雑誌, **88**, 753-767.
- 跡津川断層発掘調査団 (1983) : 跡津川断層におけるトレンチ掘削調査 (速報). 月刊地球, **5**, 335-340.
- 跡津川断層発掘調査団 (1986) : 1982 年跡津川断層 (野首地区) トレンチ調査. 活断層研究, **5**, 59-64.
- 跡津川断層トレンチ発掘調査団 (1990) : 跡津川断層のトレンチ調査地点でみられた小構造. 活断層研究, **8**, 23-29.
- 跡津川断層トレンチ発掘調査団・岡田篤正・竹内 章・佃 為成・池田安隆・渡辺満久・平野信一・升本真二・竹花康夫・奥村晃史・神嶋利夫・小林武彦・安藤雅孝 (1989) : 岐阜県宮川村野首における跡津川断層のトレンチ発掘調査. 地学雑誌, **98**, 440-463.
- 栗田泰夫・佃 栄吉 (1993) : 最近 1 万年における跡津川断層の活動. 日本地震学会講演予稿集, **2**, 199-199.
- 土居 光・中山 武・加藤正明・和田安男・和田博夫・田中寅夫・三雲 健 (1986) : 跡津川断層西端上 (天生) における地磁気全磁力連続観測. 京都大学防災研究所年報, 29B-1, 77-84.
- Forster, Craig B., Caine, Jonathan Saul and 山崎真一 (1998) : 断層帯の構造と活断層における流体の流動様式. 月刊地球, **20**, 165-171.
- 藤井昭二 (1965) : 富山堆積盆地の第四系. 第四紀研究, **4**, 40-41.
- 藤井昭二・相馬恒雄・後藤道治・神嶋利夫・清水正之・金子一夫・河野芳輝 (1992) : 10 万分の 1 富山県地質図説明書. 富山県, 112-123.
- 藤井昭二・竹村利夫 (1979a) : 富山県とその周辺の活断層. 富山県地震対策基礎調査報告書, 39-72.
- 藤井昭二・竹村利夫 (1979b) : 富山堆積盆地とその周辺の活断層. 日本地理学会予稿集, **17**, 62-63.
- 深井三郎 (1958a) : 神通川及びその支流高原川の河岸段丘. 富山大学教育学部紀要, **6**, 31-46.
- 深井三郎 (1958b) : 有峰盆地とその地形発達史. 富山大学教育学部紀要, **6**, 51-61.
- 後藤忠徳・大志万直人・和田安男・住友則彦 (1995) : 跡津川断層周辺の地下電気伝導度構造 (1). 地球惑星科学関連学会 1995 年合同大会予稿集, 506-506.
- 後藤忠徳・大志万直人・和田安男・住友則彦・山口 覚 (1996) : 跡津川断層周辺の地下比抵抗構造と地震活動. 地球惑星科学関連学会 1996 年合同大会予稿集, 151-151.
- ハスバートル・竹内 章・伊藤谷生・迫垣内 薫・武部晃充・新見 健・木下博久・野原 壯 (1999) : 跡津川断層系, 茂住祐延断層の活動履歴. 日本地質学会第 106 年学術大会講演要旨, 294-

294.

- ハスバートル・竹内 章・迫垣内 薫・武部晃充・伊藤谷生・新見 健・木下博久・野原 壯 (2000) : 跡津川断層系・茂住祐延断層の活動性. 月刊地球, 号外, **28**, 113-118.
- 羽田野誠一 (1974) : 飛騨山脈の変動地形と崩壊地形—写真判読調査—. 日本地理学会予稿集, **7**, 110-110.
- Hashimoto, M. and Jackson, David D. (1993) : Plate Tectonics and Crustal Deformation Around the Japanese Islands. *J. Geophys. Res.* **98**, 16149-16166.
- 平原和朗・安藤雅孝・細 善信・和田安男・中野健秀 (1998) : GPS 観測から断層の動きを追う. 月刊地球, **20**, 149-153.
- 磯 望・山川克己・米沢 宏・松原敏子 (1980) : 岐阜県高原川流域における土石流による岩屑供給と沖積錐の成長速度. 地理学評論, **53**, 699-720.
- 磯見 博・野沢 保 (1957) : 5 万分の 1 地質図幅「船津」および同説明書. 地質調査所, 1-43.
- 伊藤久男・西上鉄也・桑原保人 (1998) : トラップ波から断層のつながりを追う. 月刊地球, **20**, 154-159.
- 伊藤 潔・和田博夫・和田一成 (1998) : 地震活動で断層の動きを追う. 月刊地球, **20**, 136-141.
- 伊藤谷生・竹内 章・田中秀美・西川有司・迫垣内薫・岡田洋一 (1998) : 活断層地下観測場・茂住祐延断層調査坑道 (速報). 月刊地球, **20**, 182-187.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会 (1999) : (改定試案)「長期的な地震発生確率の評価手法について」. 74p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2001) : 「長期的な地震発生確率の評価手法について」. 46p.
- 神嶋利夫 (1990) : 跡津川断層系の西方延長、荒谷断層について. 日本地質学会第 97 年学術大会講演要旨, 371-371.
- 金折祐司 (1984) : カソードルミネッセンスによる断層活動性評価 (その 1) 跡津川断層中の石英粒子像の歪解析. 電力中央研究所報告, 383062, 1-27.
- 金折祐司 (1987) : カソードルミネッセンスによる断層活動性評価 (その 3) 跡津川断層周辺花崗岩中の石英像による歪解析. 電力中央研究所報告, U86019, 27p.
- 金折祐司・猪原芳樹・宮腰勝義・佐竹義典 (1981) : 跡津川断層に伴なう断層内物質の特性. 電力中央研究所報告, 381001, 1-38.
- 金折祐司・猪原芳樹・宮腰勝義・佐竹義典 (1982 a) : 跡津川断層に伴なう断層内物質 (その 1). 応用地質, **23**, 137-155.
- 金折祐司・猪原芳樹・宮腰勝義・佐竹義典 (1982 b) : 跡津川断層に伴なう断層内物質 (その 2). 応用地質, **23**, 201-213.
- 金折祐司・猪原芳樹・宮腰勝義・佐竹義典 (1983) : 跡津川断層に伴なう断層内物質 (その 2) —粒度別鉱物組成及び化学組成—. 電力中央研究所報告, 382050, 1-23.
- Kanaori, Y., Tanaka, K. and Miyakoshi, K. (1985) : Further studies on the use of quartz grains from fault gouges to establish the age of faulting. *Engineering Geology*, **21**, 175-194.
- 金折祐司・田中和広・宮腰勝義 (1986) : 断層粘土中の石英粒子の表面構造— その 4 跡津川断層における表面構造の分類と電子スピン共鳴法による絶対年代との対比. 電力中央研究所報告, 385016, 1-26.

- 金折祐司・矢入憲二・宮腰勝義 (1988a) : 跡津川断層北東部真川付近における花崗岩類の微視的な変形構造と形成過程. 日本地質学会第 95 年学術大会講演要旨, 447-447.
- 金折祐司・矢入憲二・宮腰勝義 (1988b) : 跡津川断層北東部における花崗岩類の微小変形構造とその形成過程. 地質学雑誌, **94**, 887-901.
- Kanaori, Y., Kawakami, S. and Yarii, K. (1992) : The block structure and quaternary strikeslip block rotation of central Japan. *Tectonics*, **11**, 47-56.
- 片川秀基・穴田文浩・吉田 進・伊藤 孝 (2002) : 跡津川断層東端付近の最新活動時期について. 第四紀研究, **41**, 73-83.
- 加藤正明 (1983) : 跡津川断層における光波測量と地殻変動連続観測. 月刊地球, **5**, 341-345.
- 加藤正明・土居 光・和田安男・三雲 健・田中寅夫・津嶋吉男・小泉 誠 (1979) : 跡津川断層付近におけるボアホール型傾斜計による観測 (1). 京都防災研究所年報, 22B-1, 45-54.
- 活断層研究会編 (1980) : 「日本の活断層—分布図と資料—」. 東京大学出版会, 363p.
- 活断層研究会編 (1991) : 「新編日本の活断層—分布図と資料—」. 東京大学出版会, 437p.
- 河合正虎・野沢 保 (1958) : 五万分の一地質図幅「東茂住」および同説明書. 地質調査所, 1-76.
- 川崎一郎・竹本 浩 (1983) : 北陸地方における地震の発生様式. 月刊地球, **5**, 377-383.
- Kitagawa, H. and van der Plicht, J. (1998) : Atmospheric radiocarbon calibration to 45,000yr B.P. : Late Glacial fluctuations and cosmogenic isotope production. *Science*, **279**, 1187-1190.
- 小池一之 (1978) : 高原川・神通川に見られる段丘の分布とその形成過程. 駒沢地理, **14**, 29-53.
- 河野芳輝 (1983) : 中部日本北部の重力異常 (2) —地形活動、地震活動、活断層、構造との比較—. 地震, 第 2 輯, **36**, 247-253.
- 河野芳輝・加藤純子 (1983) : 中部地方北部における重力異常と地形・活断層、地震活動. 月刊地球, **5**, 388-393.
- 河野芳輝・岡田篤正・佃 為成 (1983) : 概説・跡津川断層. 月刊地球, **5**, 320-325.
- 国土地理院 (1991) : 中部地方の地殻変動. 地震予知連絡会会報, **45**, 422-424.
- 国土地理院 (1994) : 中部地方の地殻変動. 地震予知連絡会会報, **51**, 631-639.
- 国土地理院 (1997) : 中部・北陸地方の地殻変動. 地震予知連絡会会報, **57**, 520-524.
- 熊木洋太 (1983) : 跡津川断層周辺の活断層に関する二、三の知見. 月刊地球, **5**, 549-552.
- 楠瀬勤一郎・長秋雄 (1998) : コア応力測定. 月刊地球, **20**, 188-191.
- 京都大学防災研究所 (1983) : 跡津川断層のトレンチ発掘調査. 地震予知連絡会会報, **30**, 376-381.
- 京都大学防災研究所 (1987) : 中部地方西部 (飛騨地方北部、富山湾及び能登半島周辺) の地震活動 (1986 年 1 月-6 月), 地震予知連絡会会報, **37**, 305-310.
- 京都大学防災研究所 (1987) : 中部地方西部 (飛騨地方北部、富山湾及び能登半島周辺) の地震活動 (1986 年 7 月-12 月), 地震予知連絡会会報, **38**, 410-413.
- 京都大学防災研究所地震予知センター (1991) : 飛騨地方周辺の最近の地震活動. 地震予知連絡会会報, **45**, 395-400.
- 京都大学防災研究所地震予知センター (1995) : 跡津川断層南西端付近の地震活動 (1993 年 11 月 23 日、M=4.4). 地震予知連絡会会報, **53**, 598-601.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) : 「新編 火山灰アトラス」, 東京大学出版会, 336p.
- 前田四郎・武南 馨 (1957) : 富山県南部の手取層群の層序と構造. 地質学雑誌, **63**, 273-288.
- 升本真二・竹花康夫 (1983) : γ 線探査による跡津川断層. 月刊地球, **5**, 436-440.

- 松田時彦 (1966) : 跡津川断層の横ずれ変位. 地震研彙報, **44**, 1179-1212.
- 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. 地震研究所彙報, **65**, 289-319.
- 松田時彦・恒石幸正 (1970) : 岐阜県中部地震—1969年9月9日—被害地調査報告. 地震研彙報, **48**, 1267-1279.
- 松田時彦・岡田篤正・藤田和夫 (1976) : 日本の活断層分布図およびカタログ. 地質学論集, **12**, 185-198.
- 三雲 健 (1983) : 富山県内の地震による地震動予測に関する研究. 富山県地震対策基礎調査報告書, 1-30.
- 三雲 健・小泉 誠・和田博夫 (1985) : 飛騨地方北部の地震活動 : 地震メカニズム及びテクトニクス. 地震, 第2輯, **38**, 25-40.
- 三雲 健・佃 為成・岡田篤正・竹内 章・竹村利夫・池田安隆・奥村晃史・渡辺満久・小林武彦・升本真二・竹花康夫 (1982) : 跡津川断層のトレンチ発掘調査・序報. 地震学会講演予稿集, No.2, 53.
- 三雲 健・和田博夫 (1983) : 跡津川断層と地震活動. 月刊地球, **5**, 325-334.
- Mikumo, T., Wada, H. and Koizumi, M. (1987) Seismotectonics of the Hida region, central Honshu, Japan. *Tectonophysics*, **147**, 95-119.
- 宮腰勝義・佐竹義典・猪原芳樹 (1982) : 跡津川断層の分布・性状と活動性—断層露頭の調査と解析. 電力中央研究報告(381029), 1-169.
- 水田義明 (1998) : 地殻応力は計らなければわからない. 月刊地球, **20**, 177-181.
- 村田 析 (1912) : 跡津の大断層. 地質学雑誌, **21**, 206-208.
- 中田 高・今泉俊文編 (2002) : 「活断層詳細デジタルマップ」. 東京大学出版会. DVD-ROM 2枚・60p. 付図1葉.
- 中山 武・下畑五夫 (1983) : 跡津川断層における地電流観測. 月刊地球, **5**, 352-358.
- 中山 武・加藤正明・土居 光・和田安男・三雲 健 (1986) : 跡津川断層上(天生・宮川)における地電流の観測. 京都大学防災研究所年報, **29B-1**, 67-76.
- 中山 武・酒井英男・小林 剛 (1991) : 跡津川断層と阿寺断層における電磁気観測. 地震学会講演予稿集, **1**, 76-76.
- 中山 武・酒井英男・小林 剛・加藤正明・三雲 健 (1991) : 跡津川断層と阿寺断層における電磁気観測. 京都大学防災研究所年報, **34B-1**, 351-363.
- Niklaus, T. R. (1991) : CalibETH version 1.5, ETH Zurich, 2disketts and manual, 151p.
- 野沢 保 (1978) : 跡津川断層最近の話題から. 地質ニュース, **283**, **1**, 28-36.
- 野沢 保・河田清夫・河合正虎 (1975) : 飛騨古川地域の地質 (5万分の1地質図幅). 地域地質研究報告, 地質調査所, 1-68.
- 野沢 保・坂本 亨 (1960) 五万分の一地質図幅「五百石」および同説明書. 地質調査所, 1-68
- 野沢 保・坂本 亨・加納 隆・稲月恒夫 (1981) : 白木峰地域の地質. 地質調査所, 1-85.
- 岡田篤正・熊木洋太 (1983) : 宮川の段丘と跡津川断層の変位. 月刊地球, **5**, 411-416.
- 岡田篤正・佃 為成・三雲 健・竹内 章・小林武彦・竹村利夫・平野信一・升本真二・竹花康夫・池田安隆・渡辺満久・奥村晃史 (1983) : 跡津川断層のトレンチ発掘調査. 日本地理学会予稿集, **23**, 40-41.

- 奥村晃史 (1996a) : 富山県真川上流部における跡津川断層の露頭と真川湖成層. 第四紀露頭集—日本のテフラ, 252.
- 奥村晃史 (1996b) : 跡津川断層・岐阜県宮川村野首地区トレンチ発掘調査. 第四紀露頭集—日本のテフラ, 259.
- 大久保義弘・古瀬慶博・河野芳輝 (1983) : 跡津川断層周辺の重力異常と地殻構造. 月刊地球, **5**, 425-430.
- 大久保義弘・古瀬慶博・河野芳輝 (1988) : 跡津川断層周辺のブーケ異常と地殻構造. 地震, 第2輯, **41**, 97-102.
- 大村一夫・伊藤俊幸・藤井昭二・竹内 章・神嶋利夫・中村俊夫・鈴木三男・竹内貞子 (1990) : 跡津川断層東端部に分布する真川湖成層の形成年代について. 日本地質学会第97年学術大会講演要旨, 231-231.
- 酒井英男・広岡公夫 (1983) : 古地磁気・岩石磁気からみた断層運動. 月刊地球, **5**, 394-399.
- 坂本 亨 (1966) : 富山積成盆地南半分の新生界とその構造発達史. 地質調査所報告, **213**, 1-27.
- 先名重樹・和田博夫・古本宗充 (1992) : 跡津川断層におけるb値の時空間分布. 地震学会予稿集, **1**, 185185.
- 佐竹 洋・林 美光 (1983) : 跡津川断層・牛首断層における断層ガスの連続観測. 月刊地球, **5**, 366-372.
- 佐竹 洋・大橋雅彦・水谷義彦 (1984) : 跡津川断層・牛首断層における水素放出の同時性. 東京大学理学部地殻化学実験施設彙報, **3**, 55-56.
- 佐竹 洋・田村正信 (1998) : 地下水から見る断層周辺の水の動き. 月刊地球, **20**, 160-164.
- 佐竹義典 (1987) : 跡津川断層の変位計測. 電力中央研究所報告, U86023, 1-31.
- 佐竹義典・角田隆彦・宮腰勝義・金折裕司・猪原芳樹・田中和広・緒方 正 (1984) : 中央構造線と跡津川断層の分布性状と活動性—地表調査と断層内物質分析による総合検討—. 電力中央研究所報告, 384017, 1-32.
- 鈴木 守 (1956) : 富山県西南部水無付近における地質構造単位と変成岩類との関係について (第1報). 地質学雑誌, **62**, 8-19.
- Sugimura, A. and Matsuda, T. (1965) : Atera fault and its displacement vectors. Geol. Soc. Amer. Bull., **76**, 509-522.
- 多田 堯 (1991) : 跡津川断層のクリープ変動. 地球惑星科学関連学会 1991年合同大会予稿集, 253-253.
- 多田 堯 (1998) : 跡津川断層における地殻変動. 月刊地球, **20**, 142-148.
- 竹花康夫・升本真二 (1983) : 跡津川断層における γ 線の測定. 地震, 第2輯, **36**, 259-262.
- 竹村利夫 (1980) : 新たに確認または推定された活断層. 富山県地震対策基礎調査報告書, 12-22.
- 竹村利夫 (1983) : 富山県の活断層. 月刊地球, **5**, 431-436.
- 竹村利夫・藤井昭二 (1984) : 飛騨山脈北縁部の活断層群. 第四紀研究, **22**, 297-312.
- 竹村利夫・藤井昭二・竹内 章 (1981) : 跡津川断層と加須良断層. 日本第四紀学会講演要旨集, **11**, 92-93.
- Takenami, K. and Maeda, S. (1959) : Geology of the Arimine district, Toyama prefecture, with special reference to the Tetori Group. Journal. Coll.Arts Science, Chiba Univ. **2,3**, 309-320.
- 竹内 章 (1983) : 跡津川断層のルーツ. 月刊地球, **5**, 373-377.

- 竹内 章 (1998) : 跡津川断層と茂住祐延断層. 月刊地球, **20**, 133-136.
- Takeuchi A., Hasbaator O., Takebe A. (2003) : Recurrence interval of big earthquakes along the Atotsugawa fault system, central Japan: Results of seismo-geological survey. Geophysical Research Letters, Vol.30, No.6, 8011, doi:10.1029/2002GL014957.
- 竹内 章・岡田篤正・佃為成・池田安隆 (1983) : 跡津川断層トレンチ調査の報告. 日本地質学会第90年学術大会講演要旨, 472-472.
- 竹内 章・酒井英男 (1985) : 跡津川断層における最近の活動イベントー古地磁気学的手法による断層の年代測定ー. 活断層研究, **1**, 67-74.
- 竹内 章・竹村利夫 (1981) : 跡津川断層北東部の巡検. 日本第四紀学会講演要旨集, **11**, 161-164.
- 竹内 章・和田博夫・三雲 健・神嶋利夫・中村俊夫・酒井英男 (1990) : 跡津川断層縦走. 地質学会第97年年会見学旅行案内書, 85-110.
- 竹内 章・山田淳夫 (1981) : 跡津川断層北東部の露頭について. 日本地質学会第88年学術大会講演要旨, 478-478.
- 田中和広 (1986) : 電子スピン共鳴 (ESR) 年代測定による断層の活動時期の検討ー跡津川断層における予備的検討ー. 電力中央研究所研究報告, 385021, 1-32.
- 田中和広・池谷元伺 (1983) : 跡津川断層の活動年代について. 日本地質学会第90年学術大会講演要旨, 473-473.
- 田中和広・金折裕司・宮腰勝義 (1984) : 電子スピン共鳴測定法による跡津川断層の活動年代測定の試み (その2). 月刊地球, **6**, 235-257.
- 田中和広・金折裕司・宮腰勝義・池谷元伺・三木俊克 (1981) : 電子スピン共鳴測定法による跡津川断層の活動年代測定の試み. 月刊地球, **3**, 505-509.
- 田中寅夫・細善信・土居 光・加藤正明・小泉 誠・和田安男 (1977) : 跡津川断層における光波測量 (第1報). 京都大学防災研究所年報, 20B-1, 69-75.
- 遠田晋次 (1995) : 中部日本中央部のサイスマテクトニクス・阿寺、御母衣、跡津川断層系の連鎖性. 地球惑星科学関連学会 1995年合同大会予稿集, 130-130.
- 東郷正美・岡田篤正 (1983) : 断層変位からみた跡津川断層. 月刊地球, **5**, 359-366.
- 東郷正美・佐藤 豊 (1981) : 断層の横ずれ変位と河谷の屈曲. 日本地理学会予稿集. **19**, 38-39.
- 辻村太郎 (1926a) : 飛騨山脈の北端における断層崖の一形式. 地理学評論, **2**, 679-695.
- 辻村太郎 (1926b) : 活断層の性質ならびに日本島一部の地形学的断層構造 (予報). 地理学評論, **2**, 192-218.
- 辻村太郎 (1943) : 薬師登山記. 地理学, **11**, 1-18.
- 佃 為成 (1983) : 跡津川断層の微小地震. 月刊地球, **5**, 417-425.
- Tukuda, T. (1985) : Long-term seismic activity and present microseismicity on active faults in Southwest Japan. Earthq. Predict. Res. **3**, 253-284.
- 宇津井啓高・林美光 (1983) : 断層ガスの連続観測. 月刊地球, **5**, 346-351.
- 宇津井啓高・竹村幸子 (1984) : 日本海中中部地震における跡津川断層からのラドン放出. 東京大学理学部地殻科学実験施設彙報, **3**, 57-59.
- 宇佐美龍夫 (2003) : 「最新版 日本被害地震総覧[416]-2001」. 東京大学出版会, 605p.
- 宇佐美龍夫・松田時彦 (1979) : 飛越地震 (安政5年2月26日) と跡津川断層. 地震学会講演予稿集, No.1, 108-108.

- 宇佐美龍夫・東京大学・資料編纂所・京都大学上宝地殻変動観測所（1979）：飛越地震（安政 5 年 2 月 26 日）と跡津川断層．地震予知連絡会会報，**21**，115-119.
- 和田博夫（1975）：跡津川断層付近における微小地震活動 第二報．地震，第 2 輯，28，113-124.
- 和田博夫・岸本兆方（1974）：跡津川断層付近における微小地震活動 第一報．地震，第 2 輯，27，1-9.
- 和田博夫・伊藤 潔（1994）：跡津川断層付近の地震活動．日本地震学会講演予稿集，1994，**2**，151
- 和田博夫・伊藤 潔（1995）：跡津川断層付近の地震活動．京都大学防災研究所年報，38B-1，235-250.
- 和田博夫・伊藤 潔・安藤雅孝・和田一成（1996）：神岡鉦山・茂住坑における地震観測．京都大学防災研究所年報，39B-1，241-250.
- 和田博夫・三雲 健（1975）：中部地方北西部の地震活動．京都大学防災研究所年報，**18**，B，35-45.
- 和田博夫・三雲 健・小泉 誠（1983）：飛騨地方 特に跡津川断層付近の地震活動と発震機構．地震，**32**，281-296.
- 渡辺邦彦（1983）：微小地震活動とその周辺－跡津川断層を眺めて－．月刊地球，**5**，404-410.
- 山田淳夫・竹内 章（1983）：跡津川断層東端の断層露頭．月刊地球，**5**，399-404.
- 山沢金五郎（1929）：安政五年 2 月 26 日の飛騨角川大地震に就て．地震，**1**，125-128.

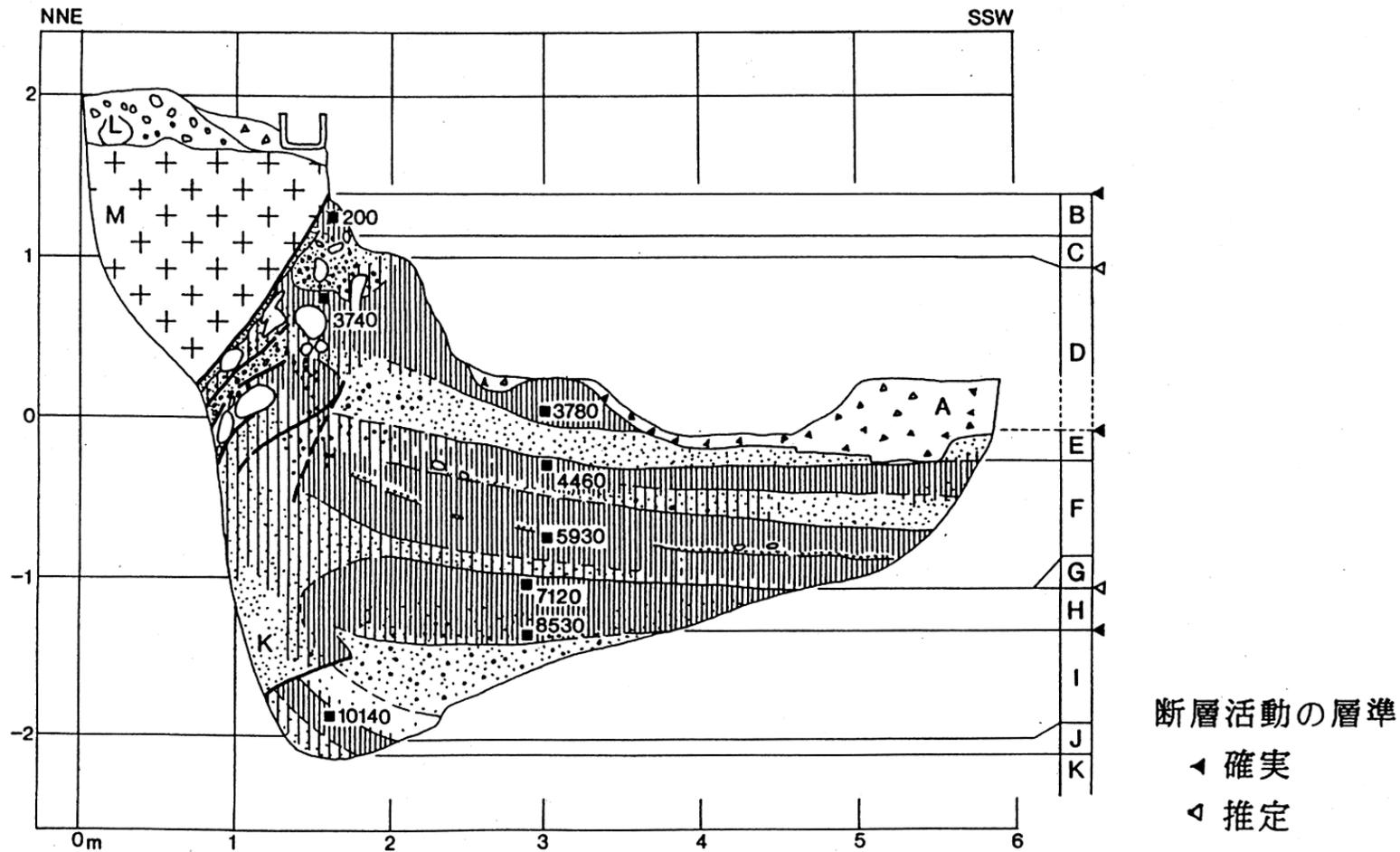


図4 跡津川断層、野首トレンチのスケッチ (粟田・佃, 1993)

太実線は断層。メッシュは1m間隔。図3のトレンチ地点とほぼ同一地点。

年代値は暦年補正前の放射性炭素同位体年代 (yBP)。評価に用いた年代値を、約1万年前以前のものは Kitagawa and van der Plicht (1998)、約1万年前より後のものは Niklaus (1991) に基づいて暦年補正し、紀元後を世紀単位、紀元前を100年単位 (1万年前以前のものは1000年単位) で四捨五入して表示すると以下のようになる。

200 (B層) → 17-20世紀、3740 (D層) → 約4千3百-4千年前、3780 (D層) → 約4千4百-4千年前、4460 (F層) → 約5千3百-4千9百年前、5930 (F層) → 約6千9百-6千6百年前、7120 (H層) → 約8千1百-7千8百年前、8530 (H層) → 約9千9百-9千3百年前、10140 (J層) → 約1万1千年前

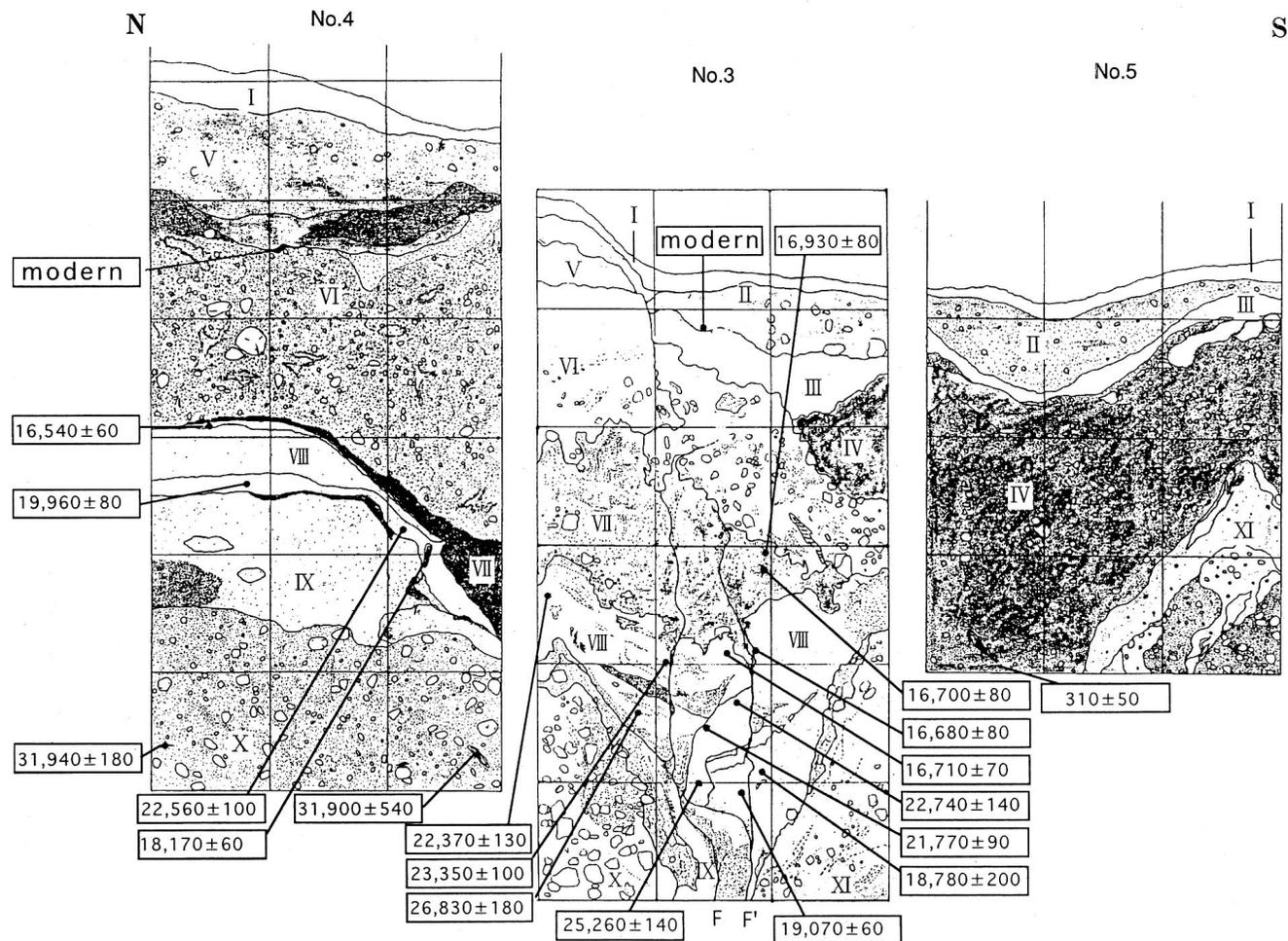
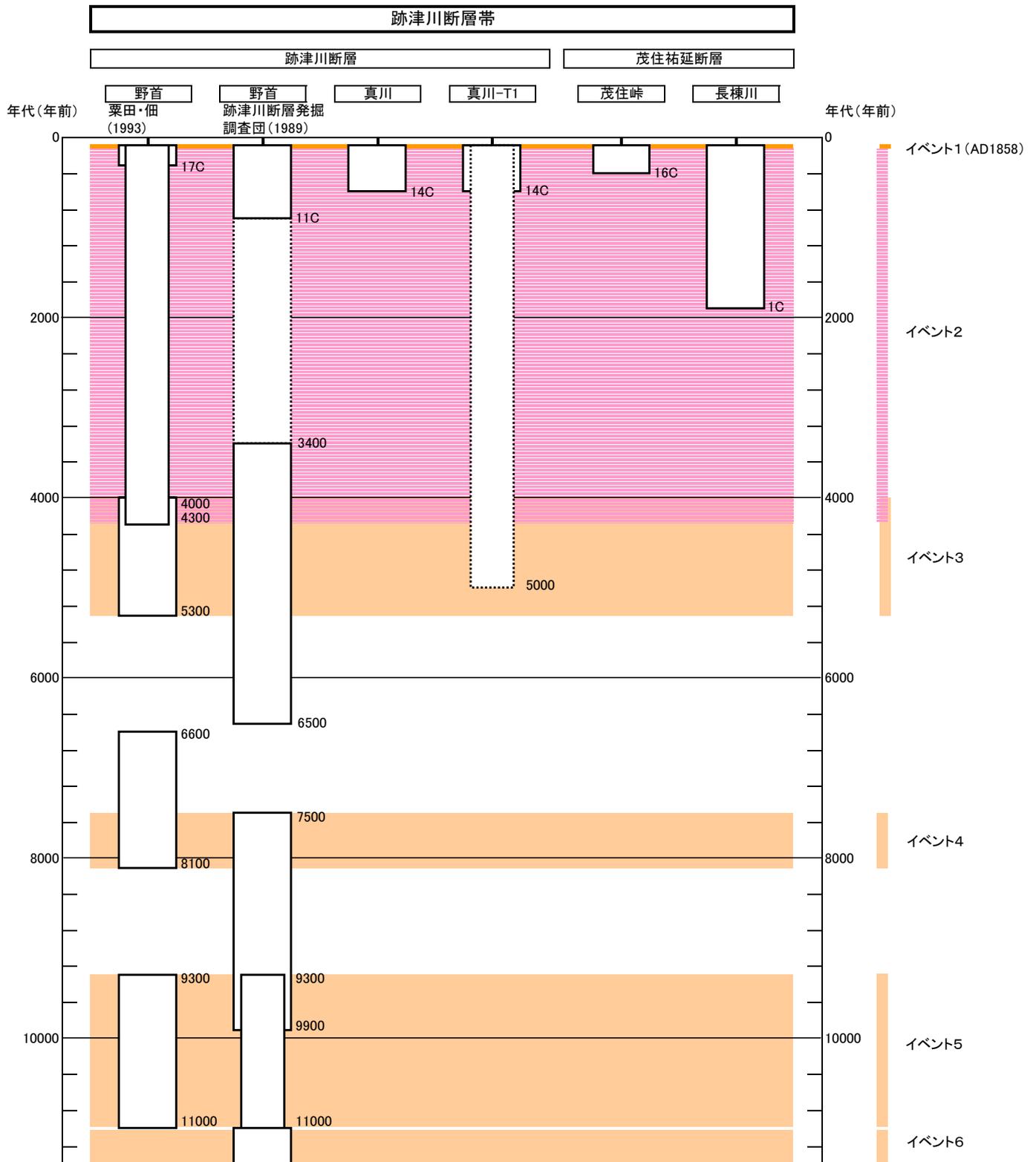


図5 茂住祐延断層、茂住峠地点地層抜き取り調査のスケッチ（ハスバートルほか，2000）

F、F' は断層。図中のメッシュは50cm 間隔。

年代値は暦年補正前の放射性炭素同位体年代（yBP）。評価に用いた年代値を、約1万年前以前のものはKitagawa and van der Plicht（1998）、約1万年前より後のものはNiklaus（1991）に基づいて暦年補正し、紀元後を世紀単位、紀元前を100年単位（1万年前以前のものは1000年単位）で四捨五入して表示すると以下ようになる。

310 ± 50（IV層）→ 16-17世紀、13,290 ± 60（別試料のIV層）→ 約1万5千年前、16,540 ± 60（VIII層）→ 約2万年前、16,700 ± 80（VII層）→ 約2万年前、16,930 ± 70（VII層）→ 約2万年前、26,830 ± 180（VIII層）→ 約3万1千年前



凡例

 イベント層準が推定された期間
 イベントがないと推定された期間
 破線は信頼度が相対的に低い期間

図6 跡津川断層帯の活動の時空間分布

茂住祐延断層の茂住峠地点では、この他に約1万5千～2万年前と約3万1千年前に断層活動が推定される。

表3 跡津川断層帯の地震発生確率及び参考指標

項目	数値	備考
地震後経過率	0.05－0.06	
今後30年以内の発生確率	ほぼ0%	発生確率及び集積確率は地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）参照。
今後50年以内の発生確率	ほぼ0%	
今後100年以内の発生確率	ほぼ0%	
今後300年以内の発生確率	ほぼ0%	
集積確率	ほぼ0%	
指標(1)経過年数比	マイナス1千7百年－マイナス1千5百年 0.08－0.09	地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会（1999）参照。
指標(2)	ほぼ0	
指標(3)	ほぼ0%	
指標(4)	ほぼ0	
指標(5)	0.0004	

注12：評価時点はすべて2004年1月1日現在。「ほぼ0%」は 10^{-3} %未満の確率値を、「ほぼ0」は 10^{-5} 未満の数値を示す。

指標(1)経過年数：当該活断層での大地震発生の危険率（1年間あたりに発生する回数）は、最新活動（地震発生）時期からの時間の経過とともに大きくなる（BPT分布モデルを適用した場合の考え方）。一方、最新活動の時期が把握されていない場合には、大地震発生の危険率は、時間によらず一定と考えざるを得ない（ポアソン過程を適用した場合の考え方）。

この指標は、BPT分布モデルを適用した場合の危険率が、ポアソン過程を適用した場合の危険率の値を超えた後の経過年数である。値がマイナスである場合は、BPT分布モデルを適用した場合の危険率がポアソン過程を適用した場合の危険率に達していないことを示す。

本断層帯の場合、ポアソン過程を適用した場合の危険度は、跡津川断層帯の場合2千3百－2千7百分の1であり、いつの時点でも一定である。

BPT分布モデルを適用した場合の危険率は評価時点ではほぼ0であり、時間とともに増加する。BPT分布モデルを適用した場合の危険率がポアソン過程を適用した場合の危険率に達するには今後1千5百年から1千7百年を要する。

指標(1)比：最新活動（地震発生）時期から評価時点までの経過時間をAとし、BPT分布モデルによる危険率がポアソン過程とした場合のそれを超えるまでの時間をBとする。前者を後者で割った値（A/B）。

指標(2)：BPT分布モデルによる場合と、ポアソン過程とした場合の評価時点での危険率の比。

指標(3)：評価時点での集積確率（前回の地震発生から評価時点までに地震が発生しているはずの確率）。

指標(4)：評価時点以後30年以内の地震発生確率をBPT分布モデルでとりうる最大の確率の値で割った値。

指標(5) : ポアソン過程を適用した場合の危険率（1年間あたりの地震発生回数）。

付表

地震発生確率等の評価の信頼度に関する各ランクの分類条件の詳細は以下のとおりである。

ランク	分類条件の詳細
a	発生確率を求める際に用いる平均活動間隔及び最新活動時期の信頼度がいずれも比較的高く（◎または○）、これらにより求められた発生確率等の値は信頼性が高い。
b	平均活動間隔及び最新活動時期のうち、いずれか一方の信頼度が低く（△）、これらにより求められた発生確率等の値は信頼性が中程度。
c	平均活動間隔及び最新活動時期の信頼度がいずれも低く（△）、これらにより求められた発生確率等の値は信頼性がやや低い。
d	平均活動間隔及び最新活動時期のいずれか一方または両方の信頼度が非常に低く（▲）、発生確率等の値は信頼性が低い。このため、今後の新しい知見により値が大きく変わる可能性が高い。または、データの不足により最新活動時期が十分特定できていないために、現在の確率値を求めることができず、単に長期間の平均値を確率としている。