

横手盆地東縁断層帯の長期評価について

平成17年3月9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、81断層帯の長期評価を行い公表した。

今回、引き続き、横手盆地東縁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。

横手盆地東縁断層帯の評価

横手盆地東縁断層帯は、秋田県の田沢湖付近から横手盆地東縁にかけて位置する活断層帯である。ここでは、平成 9－10 年度の秋田県による調査をはじめ、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

横手盆地東縁断層帯は、秋田県仙北（せんぼく）郡田沢湖町南端部から横手市を経て、雄勝（おがち）郡稲川（いなかわ）町にかけて、ほぼ南北方向に延び、長さは約 56km である。本断層帯は、過去の活動時期から、秋田県仙北郡田沢湖町南端部から横手市に至る北部と横手市から雄勝郡稲川町に至る南部に区分される。北部、南部ともに断層の東側が相対的に隆起する逆断層である（図 1、2 及び表 1）。

2. 断層帯の過去の活動

横手盆地東縁断層帯北部は、1896 年（明治 29 年）の陸羽地震の際に、北方の駒ヶ岳西麓断層群、東方の真昼山地東縁断層帯の一部とともに活動した（図 3）。活動時には断層の東側が西側に対して、相対的に 2.5－3 m 程度隆起した。

横手盆地東縁断層帯北部の平均的な上下方向のずれの速度は、1 m／千年程度の可能性があり、平均活動間隔は 3 千 4 百年程度であった可能性がある（表 1）。

横手盆地東縁断層帯南部は、約 6 千－5 千年前以後に活動したと推定されるが、少なくとも 1896 年（明治 29 年）の陸羽地震の際には活動していない。

3. 断層帯の将来の活動

横手盆地東縁断層帯は、北部と南部がそれぞれ単独で活動した場合、北部ではマグニチュード 7.2 程度、南部ではマグニチュード 7.3 程度の地震が発生する可能性がある。このような地震が発生した場合、断層近傍の地表面に、北部で 2 m 程度、南部で 2－3 m 程度の断層の東側が西側に対して相対的に高まる段差や撓みが生じる可能性がある。また、全体が 1 つの区間として活動した場合、マグニチュード 7.7 程度の地震が発生する可能性がある。

本断層帯北部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（注 1、2）。本断層帯南部は、平均活動間隔や平均的なずれの速度が明らかでないため、将来このような地震が発生する長期確率は求めることができない。また、横手盆地東縁断層帯全体が同時に活動する場合の地震発生確率は、北部が単独で活動する場合の発生確率を超えないものと考えられる。

4. 今後に向けて

横手盆地東縁断層帯北部では過去の活動履歴や1回のずれの量が十分に明らかにはなっていない。将来の活動性を明確にするためには、これらについての精度の良いデータを集積させるとともに、活動間隔を精度良く求めることが望ましい。また、1896年（明治29年）の陸羽地震の際に同時に活動した真昼山地東縁断層帯北部、駒ヶ岳西麓断層群の一部との関係について詳しく検討する必要がある（図3）。

横手盆地東縁断層帯南部では、活動性に関する資料が十分に得られていないことから、平均的なずれの速度や活動履歴などに関する資料を収集し、位置を明確にした上、活動性について検討する必要がある。

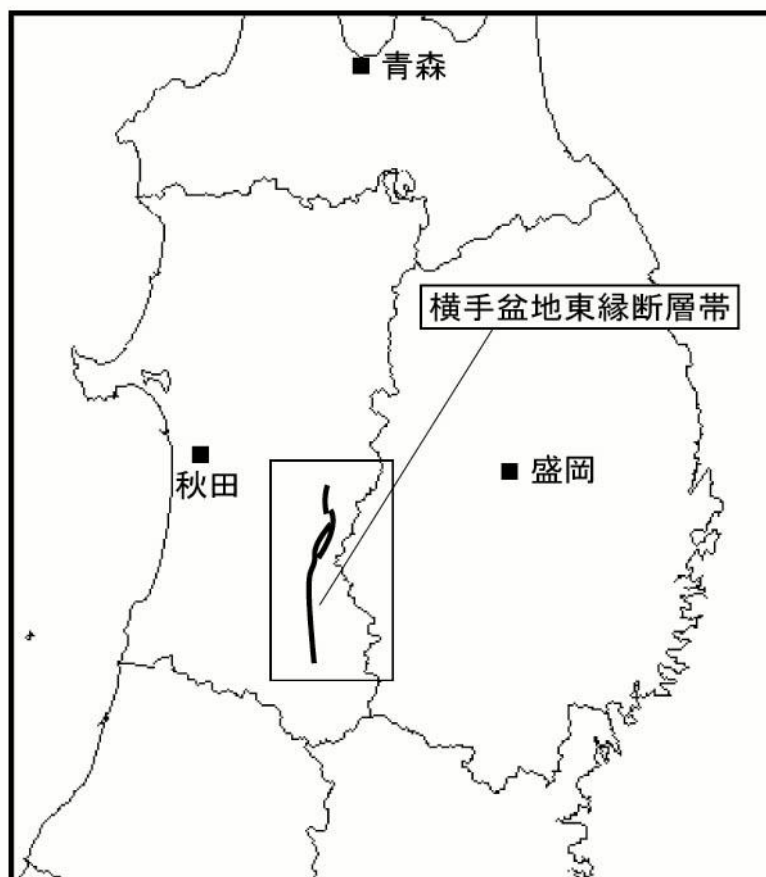


図1 横手盆地東縁断層帯の概略位置図
(長方形は図2の範囲)



図2 横手盆地東縁断層帯の位置と主な調査地点

1 : 十六沢地点 2 : 金井伝地点 3 : 一丈木・小森地点 4 : 谷地中地点

A-C : 反射法弾性波探査測線

A : 文献1 B : 文献9 C : 文献2

◎ : 断層帯の北端と南端 ⊕ : 北部・南部の境界

○ : 1896年陸羽地震の地表地震断層

断層の位置は文献6及び8に基づく。

基図は国土地理院発行数値地図200000「秋田」「新庄」を使用。

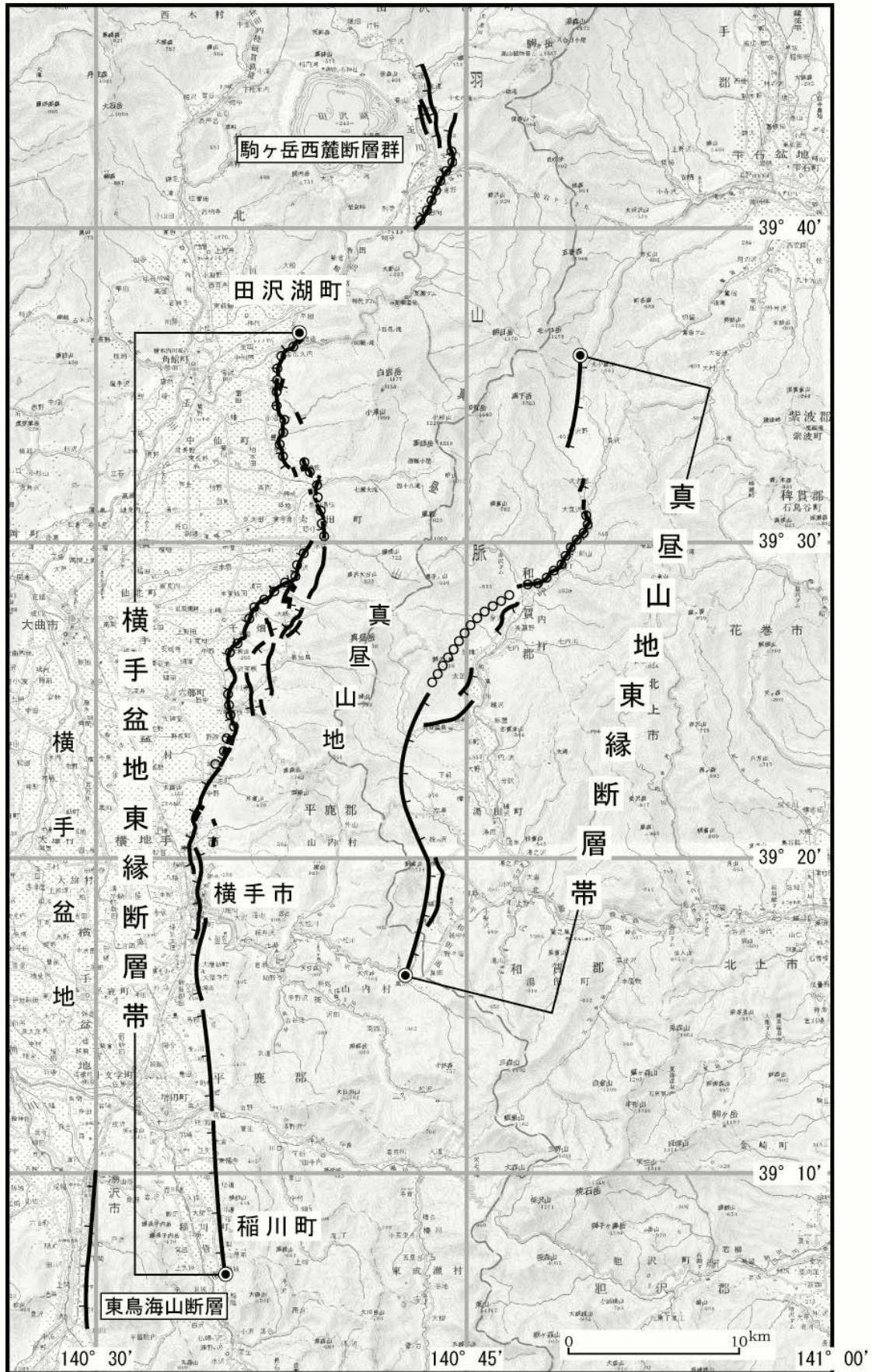


図3 横手盆地東縁断層帯の評価において考慮した断層
 ○: 1896年陸羽地震の地表地震断層

表 1 横手盆地東縁断層帯の特性

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	北部：白岩・六郷断層群、金沢（かねざわ）断層の一部（横手市金沢本町より北の区間） 南部：金沢断層（北部に属する部分を除く）、杉沢断層、大森山断層		文献6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 断層帯の位置 北部： （北端）北緯 39° 37′ 東経 140° 38′ （南端）北緯 39° 23′ 東経 140° 34′ 南部： （北端）北緯 39° 23′ 東経 140° 34′ （南端）北緯 39° 07′ 東経 140° 35′ 長さ 全体：約 56km 北部：約 26km 南部：約 30km	○ ○ ○ △ △ ○ △	文献6、8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 0 km 一般走向 全体：N-S 北部：N10° E 南部：N-S 傾斜 北部：東傾斜 20-30°（地表付近） 南部：東傾斜 幅 不明	○ ◎ ○ ○ ○ ○ ○	上端の深さが 0km であることから推定。 地形の特徴から推定。 一般走向は、断層帯の両端を直線で結んだ方向。 文献3に示されたトレンチ及びボーリング調査結果及び文献9による。 地震発生層の下限の深さは 15km 程度。
(3) 断層のずれの向きと種類	北部：東側隆起の逆断層 南部：東側隆起の逆断層	◎ ○	文献1-3、8、9などに示された地形の特徴と反射法弾性波探査結果及び断層露頭による。

2. 断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	北部： 1m/千年程度（上下成分） 南部： 不明	△	文献1、4、7に示された資料から推定。
(2) 過去の活動時期	北部： 活動1（最新活動） 1896年（明治29年）の陸羽地震 活動2（1つ前の活動） 3千5百年前頃 南部： 活動1（最新活動） 約6千－5千年前以後 （1896年の陸羽地震時には活動していない。）	◎ ○ ○	文献10に示された資料から推定。 文献1、2に示された資料から推定。
(3) 1回のずれの量と平均活動間隔	1回のずれの量 北部： 2m程度（上下成分） （1896年の陸羽地震時には駒ヶ岳西麓の断層、真昼山地東縁断層帯の一部と同時に活動し、この時、横手盆地東縁断層帯北部では2.5－3m程度の東側隆起が生じている。） 南部： 2－3m程度（上下成分）	△ △	断層の長さから推定。 断層の長さから推定。
	平均活動間隔 北部： 3千4百年程度 南部： 不明	△	過去2回の活動から推定。
(4) 過去の活動区間	北部と南部の2区間	○	過去の活動から推定。
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 北部と南部の2区間 断層帯全体が同時に活動する可能性もある。	○	過去の活動から推定。
	地震の規模及びずれの量 北部： 地震規模 マグニチュード7.2程度 ずれの量 2m程度（上下成分）	△ △	断層の長さから推定。 断層の長さから推定。
	南部： 地震規模 マグニチュード7.3程度 ずれの量 2－3m程度（上下成分）	△ △	断層の長さから推定。 断層の長さから推定。
	断層帯全体が同時に活動する場合： 地震規模 マグニチュード7.7程度	△	断層の長さから推定。

表2 横手盆地東縁断層帯（北部）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）	0.03		
今後30年以内の地震発生確率	ほぼ0%	b	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のように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年確率と集積確率は以下のとおりである。

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)	六甲・淡路島断層帯主 部淡路島西岸区間「野 島断層を含む区間」 (兵庫県)	0.02%－8%	0.06%－80%	約1.7－約3.5
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」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2001）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3千年の場合は30年確率の最大値は7%程度である。

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：秋田県（1998）

文献2：秋田県（1999）

文献3：池田ほか編（2002）

文献4：今泉ほか（1989c）

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：松田ほか（1980）

文献8：中田・今泉編（2002）

文献9：Sato et al.（1997）

文献10：千屋断層研究グループ（1986a）

注5：評価時点はすべて2005年1月1日現在。「ほぼ0%」は10⁻³%未満の確率値を示す。なお、計算に用いた平均活動間隔の信頼度は低い（△）ことに留意されたい。

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0.03は109年を3400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. 横手盆地東縁断層帯に関するこれまでの主な調査研究

横手盆地東縁断層帯は、横手盆地東縁に位置する東上がりの断層である。

山崎(1896)は、1896年の陸羽地震直後の現地調査により、本断層帯の一部である千屋地震断層を追跡し、位置や変位量の記載を行った。今村(1913)も現地調査を行ない、山崎(1896)の示した地震断層分布図を改訂した。福井(1928)は、千屋付近で活断層地形の調査を行ない、断層位置を示した。藤原(1954)は、千屋付近の山麓地形の考察から、陸羽地震と同様の活動が繰り返されていることを推定した。Nakata(1976)は、横手盆地北東縁の地形区分を行い、千屋断層の平均変位速度について検討した。松田ほか(1980)は、千屋地震断層の詳細な位置を記載し、地表地震断層の全体像を示した。平野(1984)は、白岩断層と千屋断層の変位地形解析及び露頭調査を行ない、陸羽地震以前の活動時期を推定した。また、千屋断層研究グループ(1986a,b)は、千屋断層のトレンチ調査を、今泉ほか(1989a, b, c)、今泉・佐藤ほか(1997)は、千屋断層のトレンチ調査及びボーリング調査を、宮内ほか(1997)は、太田断層の露頭観察を行い、活動時期などについて検討した。また、Sato et al.(1997)、佐藤・平田(1998)などは、千屋断層を横切る浅層反射法地震探査を実施している。

その後、秋田県(1998, 1999)によって、地形地質調査、ボーリング調査、トレンチ調査、浅層反射法弾性波探査などが行われている。また、本断層帯の詳しい位置は、活断層研究会編(1980, 1991)、池田ほか編(2002)及び中田・今泉編(2002)に示されている。

2. 横手盆地東縁断層帯の評価結果

2. 1 横手盆地東縁断層帯の位置及び形態

(1) 横手盆地東縁断層帯を構成する断層

横手盆地東縁断層帯は、秋田県仙北(せんぼく)郡田沢湖町南部から横手市を経て雄勝(おがち)郡稲川(いなかわ)町にかけて分布する(図1、2)。

本断層帯を構成する断層の位置及び形態は、活断層研究会編(1980, 1991)、秋田県(1998, 1999)、池田ほか編(2002)、中田・今泉編(2002)などに示されている。ここでは、断層の位置は主に中田・今泉編(2002)に、一部(横手市市街地以南)は活断層研究会編(1991)にしたがった。また、断層の名称は活断層研究会編(1991)にしたがった。

本断層帯は、白岩・六郷断層群、金沢(かねざわ)断層、杉沢断層、大森山断層などから構成される。これらは、相互に近接し、走向・変位の向きを同じくする断層群であることから、松田(1990)の起震断層の基準にしたがって、1つの断層帯を構成していると見なせる。本断層帯は、後述するように、過去の活動時期の違い(1896年の陸羽地震時の活動区間と非活動区間)に基づき、北部と南部の2つの活動区間に分けられる。本断層帯北部は白岩・六郷断層群、金沢断層の一部(横手市金沢本町より北の区間)、本断層帯南部は金沢断層(北部に属する部分を除く)、杉沢断層、大森山断層などからそれぞれ構成される。

なお、本断層帯の北東と南西に、ほぼ南北走向・東側隆起で長さ約10kmの駒ヶ岳西麓断層群、東鳥海山断層の存在が知られている(活断層研究会編, 1991; 池田ほか編, 2002; 中田・今泉編, 2002: 図3)。松田(1990)の起震断層の基準に従えば、これらは本断層帯とは別の断層帯となるが、地震調査研究推進本部(1997)による基盤的調査観測対象の基準の長さ(20km以上)に満たないことから、以下の詳細な評価の対象とはしないこととした。

(2) 断層面の位置・形状

本断層帯全体および本断層帯北部と南部の長さ及び一般走向は、図2に示されたそれぞれの北端と南端を直線で結んで計測すると、全体では約56km、N-S、北部が約26km、N10°E、南部が約30km、N-Sとなる。ただし、本断層帯の南半部では、段丘の分布が乏しい上に、新期の断層変位地形がほとんど認められず(池田ほか編, 2002; 中田・今泉編, 2002)、最近活動的でない部分が大幅に含まれている可能性もあるので、本断層帯南端の位置認定には大幅な不確かさが伴われている。

断層面上端の深さは、変位が地表に及んでいることから0kmとした。

断層面の傾斜は、本断層帯北部では、地表で観察された断層露頭(松田ほか, 1980; 平野, 1984; 宮内ほか, 1997など)やトレンチ調査(千屋断層研究グループ, 1986a, b; 今泉ほか, 1989a, 1989b)で露出した断層の性状、ボーリング(今泉ほか, 1989c, 1997a)や反射法弾性波探査(Sato et al., 1997)の結果などから、東傾斜と考えられ、その傾斜角は、今泉ほか(1989c, 1997a)に基づく、地表付近(深さ30m程度以浅)では20-30°程度と推定される(図4)。本断層帯南部についても、直接関係する資料はないが、同北部に連なっていることから、東傾斜と推定される。

断層面下端の深さは、地震発生層の下限を目安とすると15km程度と推定される。断層面の幅については、地下深部の傾斜が明らかではないため不明である。

(3) 断層の変位の向き(ずれの向き)(注9)

本断層帯は、東側隆起の変位地形を形成し(活断層研究会編, 1991; 池田ほか編, 2002; 中田・今泉編, 2002)、上述のように断層面は東に傾斜していることから、本断層帯北部は東側が西側に乗り上げる逆断層と考えられ、南部も同様に推定される。

2. 2 横手盆地東縁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)

北部:

仙北郡美郷(みさと)町一丈木地点では、釜淵川に沿って発達する低位段丘面が、西向きの撓曲崖をつくって大きく変位している(Nakata, 1976; 松田ほか, 1980; 池田ほか編, 2002; 中田・今泉編, 2002)。その上下変位量は、松田ほか(1980)から少なくとも18mに達しているとみなせる。この段丘面を構成する礫層中の腐植物の年代が、約2万8千年前の¹⁴C年代値(注10)を示す(秋田県, 1999)ことから、この付近の平均変位速度は約0.6m/千年以上と導かれる。

また、約400m南方の同町小森地点では、ボーリング調査の結果、断層の西側(低下側)で、地下8m付近に、約2万8千年前の¹⁴C年代値(注9)を示す堆積物が位置することが明らかになっている(今泉ほか1989c: 図4)。これらの資料から、約2万8千年前の堆積物に26m程度の変位が推定され、この付近の平均変位速度は1.0m/千年に達している可能性がある。

以上のことから、本断層帯北部の平均上下変位速度は、1m/千年程度の可能性がある。

南部:

本断層帯南部の平均変位速度に関する直接的な資料は得られていない。

(2) 活動時期

a) 地形・地質的に認められた過去の活動

北部：

本断層帯北部の活動履歴に関する資料として以下のものがある。

① 仙北郡中仙町十六沢地点では、1896年（明治29年）の陸羽地震時に地表変位があったとされる付近で、扇状地堆積物とそれを覆う腐植土層などの一部までを変位させている東側隆起の逆断層露頭が見出されている。平野（1984）による観察及び¹⁴C年代測定の結果に基づくと、この付近では、13-14世紀頃以後に断層活動があったと考えられる。この断層変位は、その出現位置、様式、量が1896年の陸羽地震時の地表変位（松田ほか，1980）に見合っているため、この時生じたものと推定される。

② 仙北郡太田町金井伝地点では、真昼山地西縁の山麓線付近で薄い礫層を挟む腐植土層に新第三紀層が東から衝上する露頭が見出されている。今泉ほか（1997b）や宮内ほか（1997）による観察及び¹⁴C年代測定の結果に基づくと、この付近では、約2千9百-2千8百年前以後に断層活動があったと考えられる。

③ 仙北郡美郷町小森地点では、千屋断層研究グループ（1986a, b）により、小森沢川の谷底に1896年（明治29年）の陸羽地震時に生じた低断層崖を横切って複数のトレンチが掘削された。その結果、ここでは、新第三紀層とそれを不整合に覆う礫層（千屋断層研究グループ（1986a）の地層区分に従って、上位よりYG2層、YG1層、OG層）、すべてを東側隆起に変位させる2つの逆断層（F, Z）が露出した（図5、6）。現れたこれらの断層の一部は、YG2層を覆う腐植土層（H層：その一部は最近の水田土壌層と推定されている）をも変位させているため、H層形成後に最新の断層活動があったと考えられる。H層の年代は不明であるが、この断層変位は、その出現位置、様式、量が1896年の陸羽地震の時の地表変位（松田ほか，1980）に見合っているため、この時生じたものと推定される（千屋断層研究グループ，1986a, b）。

ここでは、さらにYG1層は、上位のYG2層の断層による食い違いの量を戻してもなおOG層以下と断層関係をもって接していることになるので、YG1層堆積後、YG2層堆積前にも断層活動があったと推定される。千屋断層研究グループ（1986a, b）に基づけば、YG2層は約3千5百年前以後、YG1層は約5千-3千5百年前の堆積物とされることから、活動時期は、3千5百年前頃と推定される。

以上のことから、本断層帯北部では、1896年の陸羽地震が最新活動であり、3千5百年前頃にも活動したと推定される。

南部：

本断層帯南部の活動履歴に関する資料として以下のものがある。

北端部に近い横手市谷地中（やちなか）地点で、丘陵を開析する河谷の谷底面上に、西向きの撓曲崖が形成されている（池田ほか編，2002；中田・今泉編，2002）。秋田県（1999）が実施し

たピット調査の結果、この谷底面を構成する礫層の上部の ^{14}C 年代値は約 6 千— 5 千年前を示すことから、この頃に谷底面が形成されたと考えられる。

したがって、この地点では、谷底面が形成された約 6 千— 5 千年前以後に断層活動があったと考えられる。また、この谷底面は、本断層帯南部で変位の認められる地形面のうち、最も新しい時代に形成された地形面と推定される。

以上のことから、本断層帯南部の最新活動は、約 6 千— 5 千年前以後であったと推定される。

b) 先史時代・歴史時代の活動

1896 年の陸羽地震（マグニチュード 7.2；宇佐美，2003）で、本断層帯の北部に沿って地表地震断層が現れた（山崎，1896；松田ほか，1980）。この時生じた地表変位は、東側隆起の上下変位を主としたもので、隆起側で顕著な撓曲変形を伴う逆断層型であった。出現した地表地震断層は、一般に北部の白岩地震断層、南部の千屋地震断層、その間に位置する短い太田地震断層に分けて扱われる。地震時の変位量は、千屋地震断層沿いで最も大きく、約 3.5m に達していた（図 7）。白岩地震断層の北端は玉川右岸と見られている。千屋地震断層の南端については、美郷町蛇沢付近と見なされている（松田ほか，1980）が、この付近でなお 2m 程度の地表変位があったとされること、これより南方の地変観察記録（山崎，1896）から、千屋地震断層は少なくとも横手市金沢本町（かねざわもとまち）付近まで延びていたと推定される。一方、金沢本町より南では、地表地震断層は確認されていない。

なお、この 1896 年の陸羽地震時には、本断層帯北方の駒ヶ岳西麓断層群の一部と、東方の真昼山地東縁断層帯の一部でもそれぞれ地表地震断層が現れた（図 3）。

本地震以外に、本地域で地震時の地表変位を示すような記述を含む史料は確認されていない。

以上のことから、本断層帯北部の最新活動は 1896 年（明治 29 年）の陸羽地震であったと考えられ、3 千 5 百年前頃にも断層活動があったと推定される。また、本断層帯南部の最新活動時期は約 6 千— 5 千年前以後と推定されるが、1896 年（明治 29 年）の陸羽地震時には少なくとも活動していない。

（3）1 回の変位量（ずれの量）（注 9）

北部：

本断層帯北部は、1896 年（明治 29 年）の陸羽地震時に 2.5— 3 m 程度変位した（図 7）。陸羽地震時には、本断層帯北方の駒ヶ岳西麓断層群の一部、本断層帯東方の真昼山地東縁断層帯の北部も活動していることから、本断層帯の北部が単独で動く場合の変位量を上回っている可能性がある。

一方、本断層帯北部が単独で活動する場合の 1 回の変位量を直接示す資料は得られていない。しかし、本断層帯北部の長さは約 26km と推定されることから、次の松田（1975）の経験式に基づいて算出すると、約 2.1m となる。

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

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

ここで、L は 1 回の地震で活動する断層の長さ（km）、M は地震のマグニチュード、D は 1 回

の活動に伴う変位量である。

以上のことから、本断層帯北部が単独で活動した場合の1回の変位量は、2 m程度（上下成分）であった可能性がある。

南部：

前述の谷地中地点における谷底面の変位量は2－3 mと見積もられる（秋田県，1999；池田ほか編，2002）。この撓曲崖は、本断層帯南部では、変位の認められる地形面の中で、最も新しい時代に形成された地形面と推定されるので、最新活動で形成された可能性がある。

なお、1回の変位量について、断層の長さ（約30km）から前述の松田（1975）の経験式（1）、（2）に基づいて算出すると、約2.4mとなる。

以上のことから、本断層帯南部の1回の変位量は2－3 m程度（上下成分）であった可能性がある。

（4）活動間隔

北部：

本断層帯北部の最新活動は、1896年（明治29年）の陸羽地震である。小森地点で見いだされた約3千5百年前頃の活動が、その1回前の活動であるとする、本断層帯北部の平均活動間隔は3千4百年程度の可能性がある。

南部：

本断層帯南部の活動間隔に関する直接的な資料は得られていない。

（5）活動区間

前述のように、1896年（明治29年）の陸羽地震時に、本断層帯に沿って顕著な地表地震断層が現れた。しかし、その出現は本断層帯の北半部に限られていて、少なくとも横手市金沢本町あたりから南では、この時活動した形跡がない。このことから、本断層帯は、北部と南部の2区間に分かれて活動してきたと推定される。

また、本断層帯に関しては、ある時は全体が1つの活動区間をなして活動する可能性も、それを否定する資料もないので、考慮する必要がある。

（6）測地観測結果

本断層帯周辺における1981年までの約70年間の測地観測結果では、断層帯周辺で東西方向の縮みに加え、南北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、顕著な歪みは見られない。

最近5年間のGPS観測結果では、全体的に東西方向の縮みが見られる。

（7）地震観測結果

最近約7年間の地震観測結果によると、本断層帯周辺における地震発生層の下限の深さは15km

程度と推定される。

なお、1970年10月16日に、本断層帯東方約15kmで、マグニチュード6.2（最大震度4）の地震が発生した。楠瀬・平澤（1977）は、この地震の余震分布から、本震の断層面を北東下がりとして推定した。

2. 3 横手盆地東縁断層帯の将来の活動

（1）活動区間と活動時の地震の規模

本断層帯は将来においても、2つの区間に分かれて活動した場合、前述の松田（1975）の経験式（1）に基づくと、北部（長さ約26km）で発生する地震の規模は、マグニチュード7.2程度、南部（約30km）で発生する地震の規模はマグニチュード7.3程度となる。本断層帯北部が活動した1896年の陸羽地震の規模はマグニチュード7.2と推定されている（宇佐美，2003）。

以上から、北部で発生する地震の規模はマグニチュード7.2程度、南部で発生する地震の規模はマグニチュード7.3程度の可能性がある。また、このような地震が発生した場合、断層近傍の地表面に、東側隆起で北部では2m程度、南部では2－3m程度の段差や撓みが生ずる可能性がある。

また、本断層帯の全体が1つの活動区間として活動した場合、全長が約56kmとなることから、前述の松田（1975）の経験式（1）に基づくと、発生する地震の規模はマグニチュード7.7程度となる。

なお、1896年の陸羽地震の際には、駒ヶ岳西麓断層群の一部、真昼山地東縁断層帯の北部が同時に活動していることから、将来においても横手盆地東縁断層帯主部と駒ヶ岳西麓断層群の一部、真昼山地東縁断層帯の北部が同時に活動する可能性もある（注11）。

（2）地震発生の可能性

本断層帯北部の平均活動間隔は3千4百年程度、最新活動が1896年（明治29年）の陸羽地震であることから、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率は0.03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%となる。また、現在までの集積確率もほぼ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。

本断層帯南部では、平均変位速度や平均活動間隔が求められていないため、将来の地震発生の可能性は不明である。

3. 今後に向けて

本断層帯北部では、過去の活動履歴や1回の変位量が十分に明らかにはなっていない。将来の活動性を明確にするためには、これらについての精度の良いデータを集積させるとともに、活動間隔を精度よく求めることが望ましい。また、1896年（明治29年）の陸羽地震の際に同時に活動した真昼山地東縁断層帯北部、駒ヶ岳西麓断層群の一部との関係についても詳しく検討する必要がある。

本断層帯南部では、第四紀の活動性に関する資料が十分に得られていないことから、平均変位速度や活動履歴などに関する資料を収集し、位置を明確にした上、活動性について検討する必要

がある。

注9:「変位」を、1、2頁の本文及び6、7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10:10,000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1 σ 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よりも古い炭素同位体年代については、Kitagawa and van der Plicht (1998)のデータに基づいて暦年補正した値を用いた。

注11:駒ヶ岳西麓断層群で現れた地表地震断層の北端と、本断層帯の北部の南端を直線で結ぶと、全長が約39kmとなる。経験式(1)に基づくと、このときに発生する地震の規模はマグニチュード7.5程度となる。

文 献

秋田県 (1998):「平成9年度 地震関係基礎調査交付金 横手盆地東縁断層に関する調査成果報告書」. 103p.

秋田県 (1999):「平成10年度 地震関係基礎調査交付金 横手盆地東縁断層に関する調査成果報告書」. 150p.

藤原健蔵 (1954):横手盆地東縁北半部の地形-断層崖下にみられる運動- . 東北地理, 7, 63-69.

福井英一郎 (1928):横手盆地の地形学的並びに気候学的研究. 地理学評論, 4, 15-45.

長谷川昭・笠原敬司・長谷川武司・堀修一郎 (1975):「1970年秋田県南東部地震の発震機構(その2) . 地震, 第2輯, 28, 141-151.

平野信一 (1984):千屋断層系に沿う地震発生時期の推定. 地理学評論, 57, 173-185.

平田 直・佐藤比呂志・岩崎貴哉・蔵下英司 (1999):反射法地震探査からみた奥羽脊梁山地の地殻構造. 地球, 号外, 27, 39-43.

池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編 (2002):「第四紀逆断層アトラス」. 東京大学出版会, 254p.

今泉俊文・宮内崇裕・吉岡敏和・鈴木毅彦・松田時彦・鈴木康弘・早川唯弘・桜井一賀・柏木修一・東郷正美・山口伸弥・深沢 浩・大杉芳明・熊沢秀晃 (1989a):1985年千屋断層(花岡地区)トレンチ調査. 活断層研究, 6, 81-86.

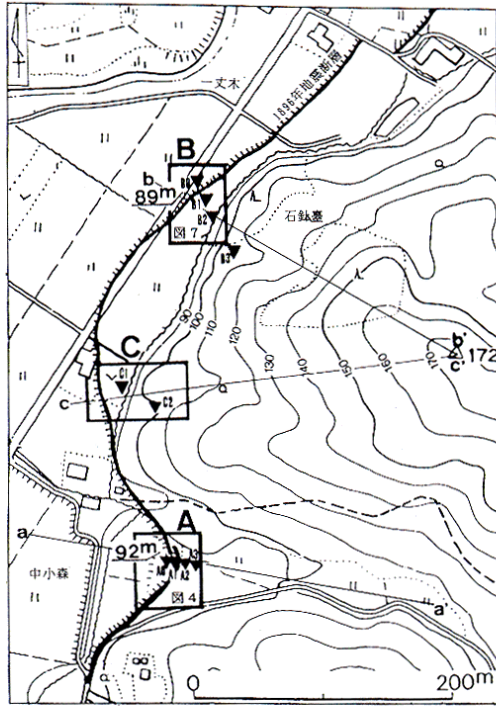
今泉俊文・宮内崇裕・鈴木毅彦・山懸耕太郎・平野信一・松田時彦 (1989b):1988年千屋断層(一丈木南地区)トレンチ調査. 活断層研究, 6, 87-92.

今泉俊文・平野信一・松田時彦 (1989c):千屋断層のボーリング調査-断層線の湾曲を説明する断層面の形態. 活断層研究, 7, 32-42.

今泉俊文・佐藤比呂志・池田安隆・石丸恒存・酒井隆太郎・米田茂夫・久保田裕史 (1997a):千屋断層・花岡でのボーリング調査-断層面とスリッププレート. 日本第四紀学会講演要旨集, 182-183.

今泉俊文・原口 強・阿部真郎・宮内崇裕・八木浩司・稲庭智子 (1997b):陸羽地震断層・太田断層の露頭調査. 日本第四紀学会講演要旨集, 182-183.

- 今村明恒 (1913) : 明治二十九年ノ陸羽地震. 震災予防調査会報告, 1-30.
- 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.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会 (1999) : 「(改訂試案) 長期的な地震発生確率の評価手法について」. 74p.
- 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.
- Kitagawa, H. and van der Plicht, J. (1998) : Atmospheric radiocarbon calibration to 45,000yrB.P. : Late Glacial fluctuations and cosmogenic isotope production. *Science*, **279**, 1187-1190.
- 楠瀬勤一郎・平澤朋郎 (1977) : 1970 年秋田県南東部地震の余震の発生様式について. 地震第 2 輯, **30**, 295-306.
- 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・山崎晴雄・中田 高・今泉俊文 (1980) : 1896 年陸羽地震の地震断層. 地震研究所彙報, **55**, 795-855.
- 宮内崇裕・今泉俊文・原口 強・阿部真郎・八木浩司・稲庭智子 (1997) : 1896 年陸羽地震断層中部 (太田断層) の露頭とその 3 次元表現. 活断層研究, **16**, 1-6.
- Nakata, T. (1976) : Quaternary tectonic movements in central Tohoku District Northeast Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, **7**, 26, 213-239.
- 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.
- Niklaus, T. R. (1991) : CalibETH version 1.5, ETH Zurich, 2disketts and manual, 151p.
- 大槻憲四郎・中田 高・今泉俊文 (1977) : 東北地方南東部の第四紀地殻変動とブロックモデル. 地球科学, **31**, 1-14.
- 千屋断層研究グループ (1986a) : 千屋断層 (秋田県) の完新世の活動と断層先端部の形態—千畑小森での発掘調査. 地震研究所彙報, **61**, 339-402.
- 千屋断層研究グループ (1986b) : 1982 年千屋断層 (小森地区) トレンチ調査. 活断層研究, **3**, 65-73.
- 佐藤比呂志・平田 直 (1998) : 活断層の深部構造と日本列島の成立. 科学, **68**, 63-71.
- Sato,H., Imaizumi,T., Ikeda,Y., Mikada,H., Orgren,C., Toda,S., Tsutsumi,H., Koshiya,S. Noda,K., Togo,M., Itoh,T., Miyauchi,T., Kawamura,T., Suzuki,H., Ishimaru,K. Sakai,R., Sugiyama,N., Ikawa,T. (1997) : Evolution of the active Senya thrust fault, northern Honsyu, Japan. 日本地震学会講演予稿集, **2**, P117.
- 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, 493p.
- 山崎直方 (1896) : 陸羽地震調査概報. 震災予防調査会報告, **11**, 50-74.



▼はボーリング位置、a-a'、b-b'、c-c'はA、B、C地区の測線の位置を示す。

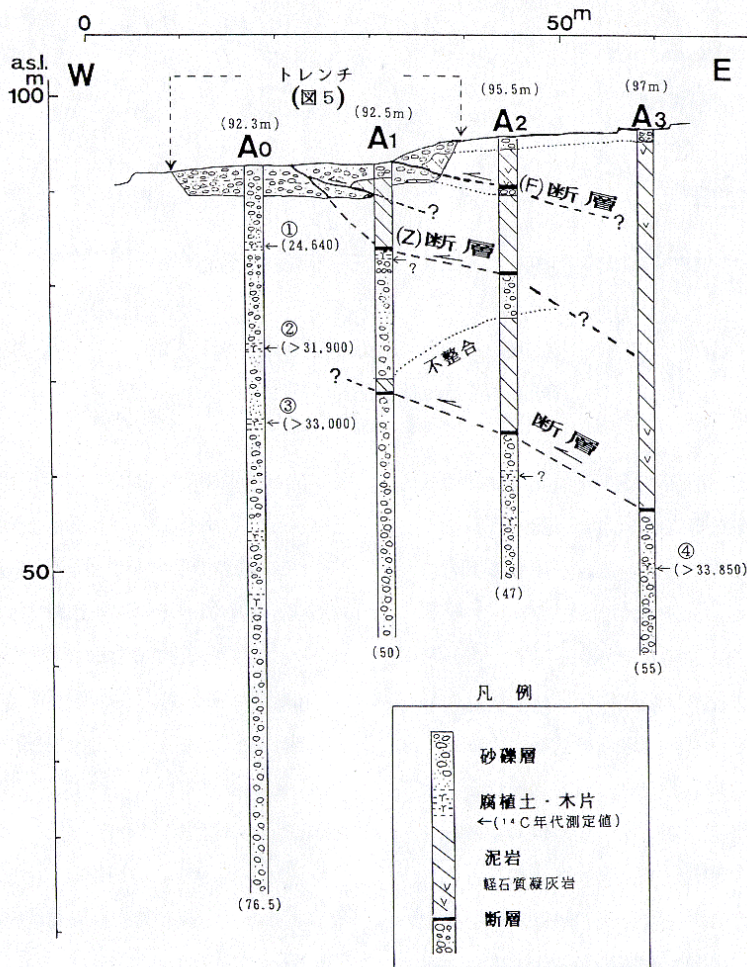


図4 地質断面図 (今泉ほか、1989c)

図中の年代値は、暦年未補正の放射性同位体年代 (yBP)。評価に用いた試料の年代を暦年補正し、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。

24640yBP → 約2万8千年前

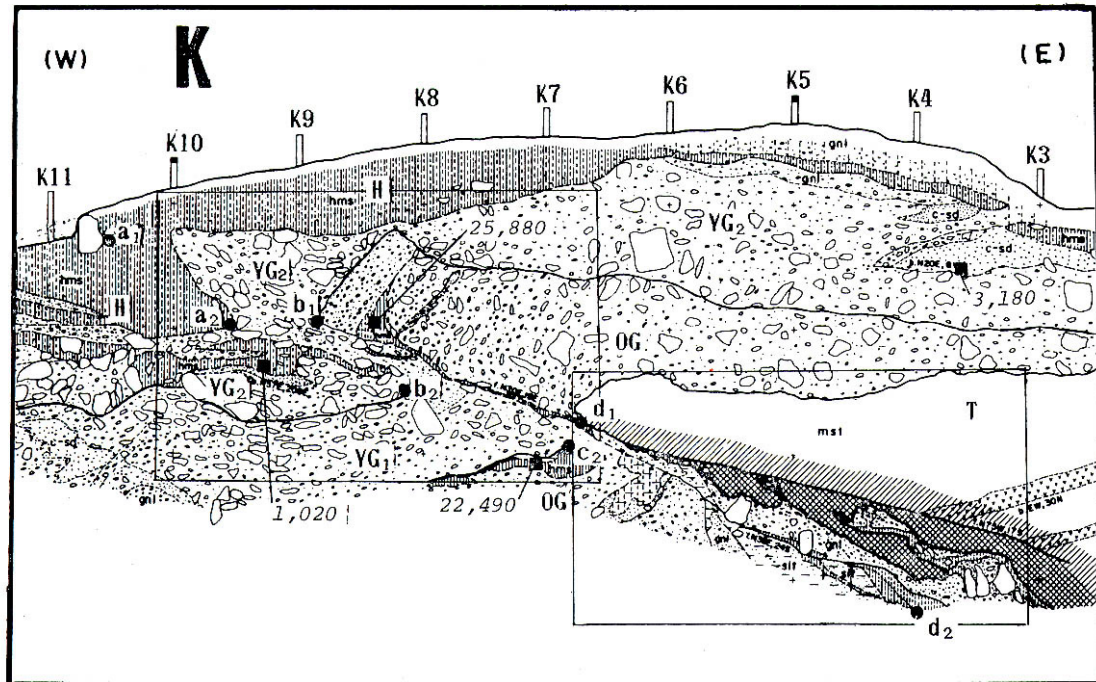


図5 小森地点、Kトレンチ壁面スケッチ

(千屋断層研究グループ, 1986a を一部編集)

図中の年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位体年代 (yBP)。評価に用いた試料の年代を暦年補正し、紀元後を世紀単位、紀元前を 100 年単位で四捨五入して表示すると以下ようになる。

$3180 \pm 110 \text{yBP}$ → 約 3 千 6 百 - 3 千 3 百年前

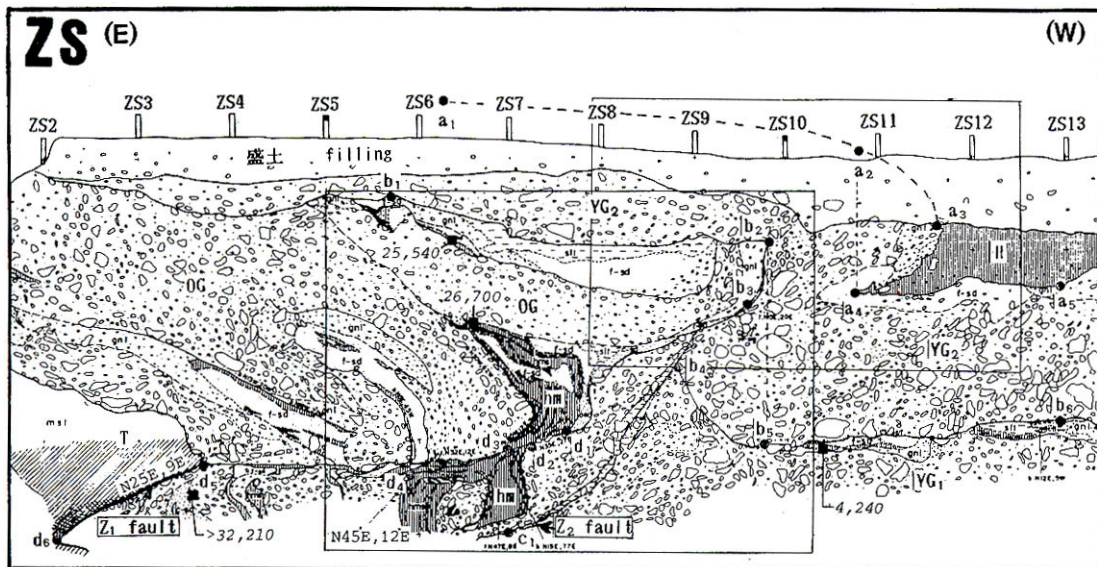
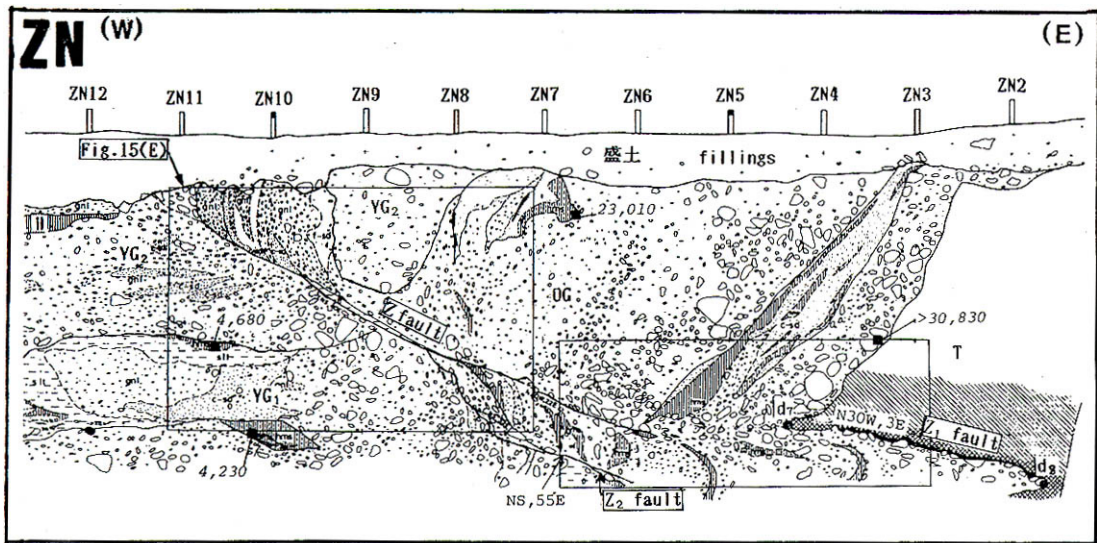
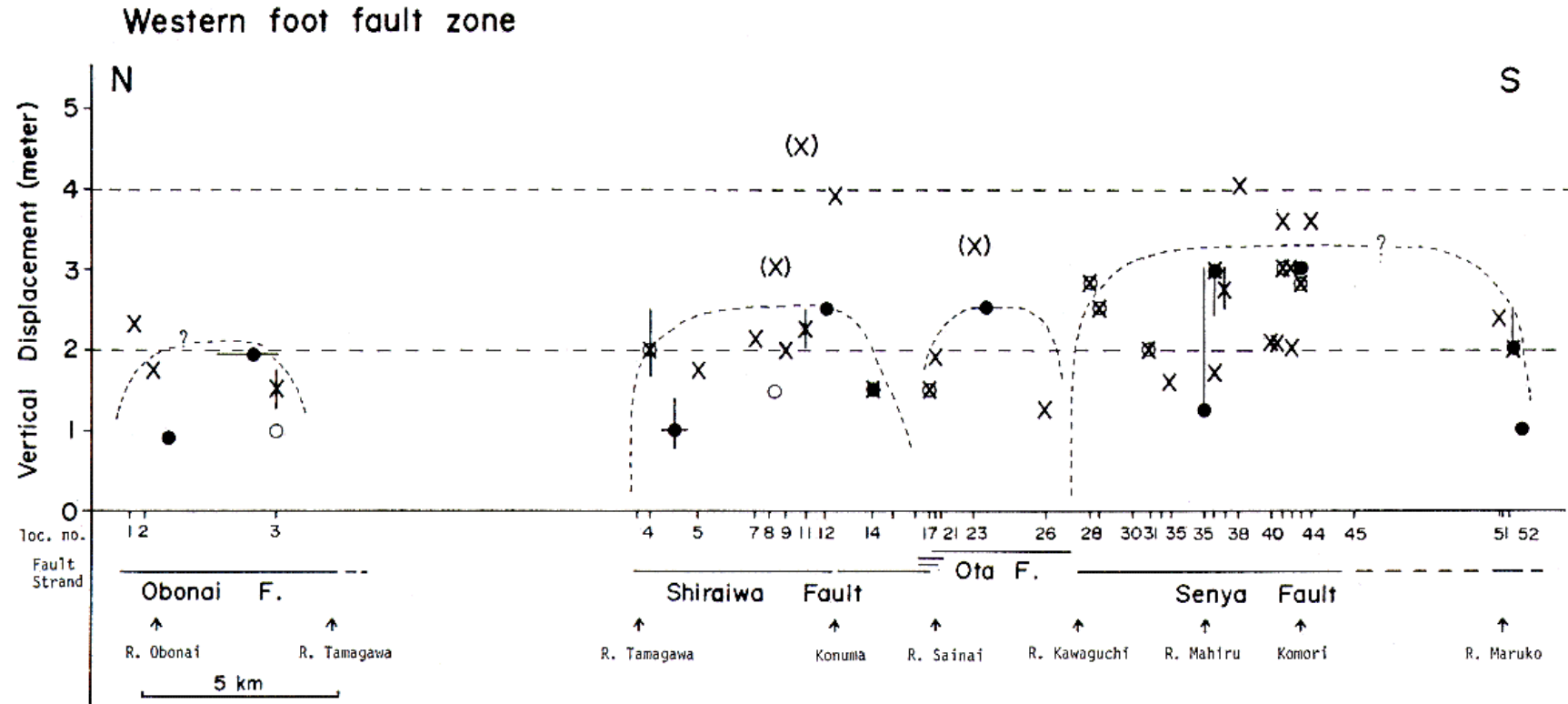


図6 小森地点、Zトレンチ壁面スケッチ

(千屋断層研究グループ, 1986a を一部編集)

図中の年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位体年代 (yBP)。評価に用いた試料の年代を暦年補正し、紀元後を世紀単位、紀元前を 100 年単位で四捨五入して表示すると以下のようなになる。
 4230±120yBP → 約 5 千年 - 4 千 6 百年前 4680±130yBP → 約 5 千 6 百 - 5 千 1 百年前



Vertical displacement along the faults. (a) faults on the western foot of Mahiru Mts.

● after Yamasaki (1896) and Imamura (1913)

○ witness of local people

× value obtained from topographic profiles of Fig.12. Some may include pre-1896 displacements. Pre-1896 displacements ascertained are shown in parenthesis.

図7 陸羽地震時の上下変位量 (松田ほか, 1980)

表3 横手盆地東縁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（注7）	0.03	
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（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（注8）	ほぼ0%	
指標(1) 経過年数	マイナス2千3百年	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) 比	0.05	
指標(3)	ほぼ0	
指標(4)	ほぼ0%	
指標(5)	0.0003	

注12：評価時点はすべて2005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。なお、計算に用いた平均活動間隔の信頼度は低い（△）ことに留意されたい。

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。ポアソン過程を適用した場合の危険度は、本断層帯北部の場合、3千4百分の1（0.0003）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2千3百年を要する。

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を超えるまでの時間をBとした場合において、前者を後者で割った値（A/B）である。

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地震発生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。