

福島盆地西縁断層帯の長期評価について

平成17年4月13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、88断層帯の長期評価を行い公表した。

今回、引き続き、福島盆地西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。

福島盆地西縁断層帯の評価

福島盆地西縁断層帯は、福島盆地の西縁部に位置する活断層帯である。ここでは、平成 8－9 年度に福島県、平成 10－12 年度に宮城県によって行われた調査をはじめ、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

福島盆地西縁断層帯は、宮城県刈田（かった）郡蔵王町から同県白石市を経て福島県福島市西部に至る断層である（図 1－1、図 2 及び表 1）。長さは約 57 km で、北東－南西方向に延びており、断層の北西側が相対的に隆起する逆断層である。

2. 断層帯の過去の活動

福島盆地西縁断層帯の平均的な上下方向のずれの速度は、約 0.7－0.9 m/千年の可能性はある。最新活動時期は、約 2 千 2 百年前以後、3 世紀以前と推定され、平均活動間隔は、8 千年程度であった可能性はある。また、活動時には、断層の北西側が南東側に対して相対的に約 4－5 m 隆起したと推定される（表 1）。

3. 断層帯の将来の活動

福島盆地西縁断層帯は、全体が 1 つの区間として活動する場合、マグニチュード 7.8 程度の地震が発生する可能性がある。その時、断層の近傍の地表面では、北西側が南東側に対して相対的に約 4－5 m 高まる段差や撓みが生じる可能性がある（表 1）。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

福島盆地西縁断層帯の北東延長部には長町－利府線断層帯が本断層帯と同様な走向で連続的に分布している（図 1－2）。このため、両断層帯の関係も含め活動区間等について調査する必要がある。

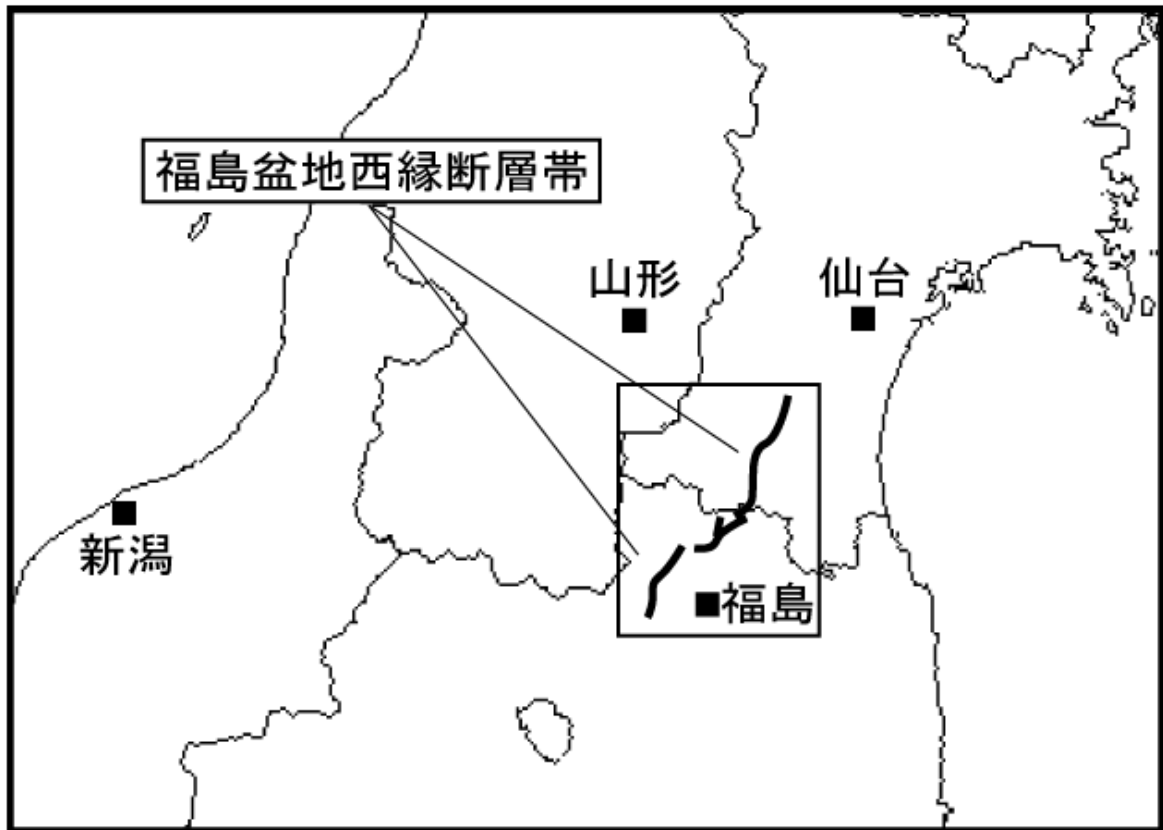


図 1 - 1 福島盆地西縁断層帯の概略位置図
(長方形は図 2 の範囲)

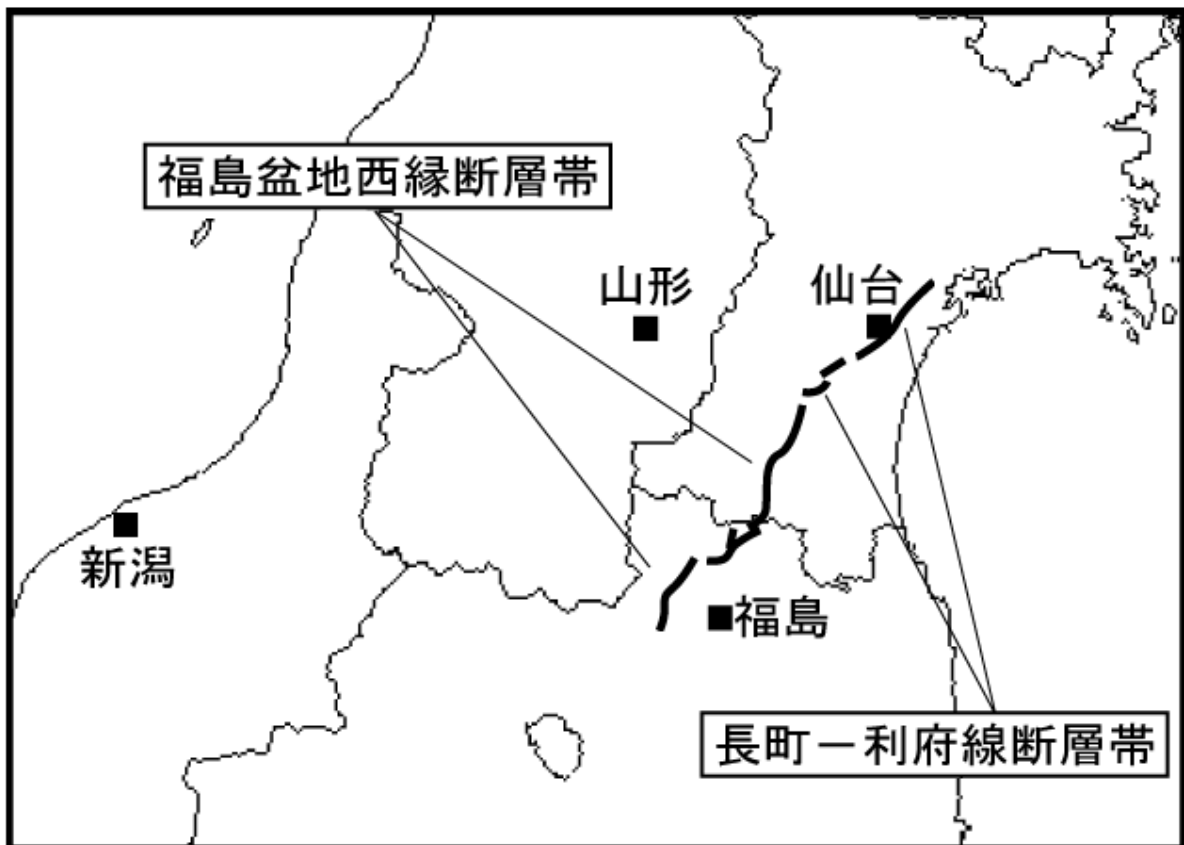


図 1 - 2 福島盆地西縁断層帯と長町-利府線断層帯の概略位置関係図



図2 福島盆地西縁断層帯の位置と主な調査地点

1：菅生田地点 2：森山地点 3：大笹生B地点 4：大笹生A地点

A：反射法弾性波探査測線（文献7）

◎：断層帯の北端と南端

断層の位置は文献3に基づく。

基図は国土地理院発行数値地図200000「仙台」「福島」を使用。

表 1 福島盆地西縁断層帯の特性

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	村田断層、白石断層、越河（こすごう）断層、藤田東断層、藤田西断層、桑折（こおり）断層、台山断層、土湯断層		文献 4、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 （北東端）北緯 38°08' 東経 140°42' （南西端）北緯 37°42' 東経 140°21' 長さ 約 57 km	△ ○ △	文献 3 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 N30°E 傾斜 30-60°程度 北西傾斜 （深さ 200 m 以浅） 幅 不明	○ ◎ ○ △	上端の深さが 0 km 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(図2を参照)。 △ 文献 1、2、7、8 に示された反射法弾性波探査結果やトレンチ調査結果による。 地震発生層の下限の深さは 15 km 程度。
(3) 断層のずれの向きと種類	北西側隆起の逆断層	◎	文献 2、3、7、9 など示された地形・地質の特徴による。
2. 断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	約 0.7-0.9 m/千年（上下成分）	△	文献 10、11 に示された資料による。
(2) 過去の活動時期	活動 1（最新活動） 約 2 千 2 百年前以後、3 世紀以前 活動 2（1 つ前の活動） 1 万年前頃	○ ○	文献 1、2、7、8 に示された資料による。 ○ 文献 1、2、7、8 に示された資料による。

(3) 1回のずれの量 と平均活動間隔	1回のずれの量 約4-5m (上下成分)	○	文献1、2、7、8、10、 11 に示された資料に よる。 過去2回の活動から 推定。
	平均活動間隔 8千年程度	△	
(4) 過去の活動区間	断層帯全体で1区間	△	断層の位置形態から 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	△	断層の位置形態から 推定。
	地震の規模 マグニチュード7.8程度	△	断層の長さから推定。
	ずれの量 約4-5m (上下成分)	△	過去の活動から推定。

表2 福島盆地西縁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)	0.2-0.3		
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年の間に地震が発生する可能性が、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 8 千年の場合は 30 年確率の最大値は 4%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：福島県 (1997)
- 文献 2：福島県 (1998)
- 文献 3：池田ほか編 (2002)
- 文献 4：今泉ほか (2000)
- 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：宮城県 (2000)
- 文献 8：宮城県 (2001)
- 文献 9：澤ほか (2000)
- 文献 10：新屋 (1984)
- 文献 11：渡辺 (1985)

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、計算に当たって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 of 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。今回評価した数字のうち 0.2 は 1705 年を 8000 年で、0.3 は 2200 年を 8000 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. 福島盆地西縁断層帯に関するこれまでの主な調査研究

福島盆地西縁断層帯は、福島盆地と奥羽山脈との境界に位置する活断層帯である。

Fujiwara (1958) は福島盆地の西縁に活断層地形を見出し、越河(こすごう)断層、桑折(こおり)断層、台山断層と命名した。松田(1973)は本地域の活断層を福島盆地西縁活断層系として平均変位速度等を示し、松田(1975)はこの断層系を歪エネルギーの分割放出型の一例として論じた。大槻ほか(1977)及び今泉(1980)も東北地方南部に分布する活断層の特徴を述べ、本断層帯の概要を記述した。新屋(1984)は本断層帯を構成する断層の詳細な分布と最新活動時期の差異を示した。渡辺(1985, 1986)は福島盆地周辺の地形・地質構造に適合する断層モデルを検討し、断層変位地形と断層露頭を記載した。

その後、福島県(1997, 1998)と宮城県(1999, 2000, 2001)によって、地形地質調査、反射法弾性波探査、ボーリング調査、トレンチ調査などが行われている。また、本断層帯の詳しい位置が、活断層研究会編(1980, 1991)、都市圏活断層図「白石」(今泉ほか, 2000)、「桑折(こおり)」(澤ほか, 2000)、「福島」(渡辺ほか, 2000)、池田ほか編(2002)及び中田・今泉編(2002)に示されている。

2. 福島盆地西縁断層帯の評価結果

2. 1 福島盆地西縁断層帯の位置及び形態

(1) 福島盆地西縁断層帯構成する断層

福島盆地西縁断層帯は、宮城県刈田(かった)郡蔵王町から同県白石市を経て福島県福島市西部にかけて分布する活断層帯で、村田断層、白石断層、越河(こすごう)断層、藤田東断層、藤田西断層、桑折(こおり)断層、台山断層及び土湯断層から構成される。

福島盆地西縁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)、福島県(1997, 1998)、宮城県(1999, 2000, 2001)、今泉ほか(2000)、澤ほか(2000)、渡辺ほか(2000)、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、断層の位置は池田ほか編(2002)に、断層の名称は活断層研究会編(1991)と一部を今泉ほか(2000)にしたがった。

本断層帯北端部の10 km程度西方には、中田・今泉編(2002)などによって、南北走向・東側隆起で長さ約11 kmの遠刈田(とおかった)断層が示されている。また、本断層帯の南方延長部にも、中田・今泉編(2002)によって、南北走向で互いに向き合う西側隆起・長さ約14 kmの断層及び東側隆起・長さ約11 kmの断層からなる安達太良山東麓断層帯が示されている(図3)。松田(1990)の起震断層の定義に基づけば、これらの断層は本断層帯とは別の断層帯として区分されるが、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(20 km以上)に満たないため、詳細な評価対象としないこととした。

なお、本断層帯の北方延長には、長町一利府線断層帯が本断層帯と同様な走向で連続的に分布し(図1-2)、両断層帯はほとんど隔たりなしで連続している可能性もある。しかし、本断層帯の北端部に位置する村田断層は、白石断層以南にくらべて活動度が落ち(宮城県, 2001)、また、長町一利府線断層帯の南端部に位置する円田断層は、活断層としての確実度が落ちるとされる(活断層研究会編, 1991; 宮城県, 1996, 今泉ほか, 1996, 2000; 中田・今泉編, 2002)。このように、両断層帯の境界付近では断層の活動度及び確実度が落ちることから、ここでは両断層帯は別々の起震断層を構成しているとの見方(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2002)を踏襲し、

村田断層をもって、本断層帯の北端とする。

(2) 断層面の位置・形状

本断層帯の長さ及び一般走向は、図2に示された断層帯の北東端と南西端を直線で結んで計測すると、約 57 km、N30°Eとなる。

断層面上端の深さは、地表まで変位が及んでいることから 0 km とした。

断層面の傾斜は、福島県(1997, 1998)及び宮城県(2000, 2001)によるトレンチ調査、ボーリング調査、反射法弾性波探査結果(図4)などから北西傾斜と考えられ、深さ 200 m 程度以浅では 30–60°程度で北西傾斜している可能性がある。

断層面下端の深さは、地震発生層の下限を目安とすると 15 km 程度と推定されるが、断層面の幅は、地下深部の傾斜が明らかではないことから、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、西上がりの変位地形や地質構造を形成していること(福島県, 1998; 宮城県, 2000; 澤ほか, 2000; 池田ほか編, 2002 など)、上述のように断層面が北西傾斜であることから、北西側が南東側に乗り上げる逆断層と考えられる。

2. 1. 2 福島盆地西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)

本断層帯付近では、阿武隈川の支流により形成された数段の扇状地が分布している。新屋(1984)、渡辺(1985)などは、これら扇状地の地形面区分をおこない、変位量、形成年代について記載している。

このうち、桑折断層の伊達郡桑折町内ノ馬場(うちのばば)地点では、産ヶ沢(うぶがさわ)に沿って発達するL1面(新屋, 1984)が東向きの撓曲崖を形成している(新屋, 1984; 渡辺, 1985)。この地点の上下変位量は、新屋(1984)及び渡辺(1985)から、約 15–18mと見積もられる。また、福島市安養寺地点では、松川の左岸に発達するL1面が東向きの撓曲崖を形成している(新屋, 1984; 渡辺, 1985)。この地点の上下変位量は、新屋(1984)及び渡辺(1985)から、約 14–15mと見積もられる。

新屋(1984)によれば、L1面構成層の上部から、始良 Tn 火山灰(約 2万8千年前、注10)が見出されるほか、約 2万5千–2万3千年前の¹⁴C年代値が得られていることから、L1面は約 2万年前頃に形成された可能性があると判断される。

以上のことから、本断層帯の平均変位速度は、約 0.7–0.9m/千年(上下成分)の可能性があると判断される。

(2) 活動時期

a) 地形・地質的に認められた過去の活動

本断層帯の活動履歴に関する資料としては、以下のものがある。

① 白石断層の白石市菅生田(すごうだ)地点では、白石川に沿って分布する低位の段丘面が東

向きの撓曲崖を形成している（新屋，1984；宮城県，2001）。宮城県（2001）は、この撓曲帯を横断するボーリング調査を行うとともに、撓曲崖の基部でトレンチ・追加トレンチを掘削した。その結果、トレンチから基盤（明戸層泥岩）と礫層の間に西傾斜の断層（以下、断層Aとする。）が、また、その東側に隣接して掘削された追加トレンチから礫層を衝上させる西傾斜の断層（以下、断層Bとする。）が露出した。

トレンチでは、断層Aは礫層1に変位を及ぼしているが、断層を覆って分布する礫層2及び腐植質砂礫層に変位は及んでいない。礫層1についてはトレンチ地点に隣接して実施されたボーリング試料から約1万4千年前の¹⁴C年代値が得られ、礫層2については断層上盤側でトレンチに近接して掘削されたボーリング試料（宮城県，2000）から約1万9千9百年前の¹⁴C年代値が得られたことから、断層Aは、約1万4千年前以後、約9千9百年前以前に活動したと考えられる。

また、追加トレンチ（南側法面）では、断層Bは礫層2及び礫混じり腐植質粘土層1に変位を及ぼし、礫混じり腐植質粘土層2に覆われる（図5）。宮城県（2001）による¹⁴C年代測定の結果、礫層2については約3千6百－3千5百年前の¹⁴C年代値が、また、礫混じり腐植質粘土層2については約2千9百－2千8百年前の¹⁴C年代値が得られている。しかし、礫層2と礫混じり腐植質粘土層2に挟まれるように分布する腐植質砂礫層の¹⁴C年代値は約1千9百－1千8百年前を示していることから、礫混じり腐植質粘土層2は再堆積層である可能性がある。なお、この腐植質砂礫層は断層Bの上盤側にのみ分布しており、断層活動との関係は不明である。

これらのことから、断層Bは、約3千6百年前以後に活動したと考えられる。

以上のことから、菅生田地点では、約3千6百年前以後と、約1万4千年前以後、約9千9百年前以前の2回、断層活動があったと考えられる。

② 藤田東断層の伊達郡国見町森山地点では、LⅡ面（福島県，1997）が、南東向きの撓曲崖を形成して約5 m変位している。福島県（1997）は、この撓曲崖のすぐ西側の沖積面上でトレンチ調査を実施した。その結果、下位から、基盤の凝灰岩（T層）、更新世段丘堆積物（F層－I層）、沖積層（B層－E層）、耕作土・盛土（A層）が露出するとともに、更新世段丘堆積物（G層、H層）に凝灰岩（T層）を北から衝上させる逆断層が見出された（図6）。

東側法面では、fa断層とfa断層から派生するfb断層が認められ、fb断層は、さらにfb-①断層、fb-②断層に分岐している。ここで、fa断層は、F層－H層を切り、E層に覆われている。また、fb断層はG層、H層に変位を及ぼしている。断層の上盤側ではG層、H層は直立しており、下盤側ではG層は断層面付近で引きずり変形しているなど顕著な地層の変形が認められる。さらに、fb-①断層はF層に覆われている。

南側法面では、沖積層（C層－E層）が、更新世堆積物（F層－I層）を浸食して形成された河谷を埋積している様子が観察される。また、I層、T層をG層、F層に衝上させる逆断層（fa断層）が認められる。ここでは、fa断層はD層に、fb-②断層はF層に覆われている。

これらの観察結果から、fa断層はF層以下の地層を変位させ、E層に覆われ、fb-①、②断層は、G層以下の地層を変位させ、F層に覆われると判断される。

福島県（1997）による¹⁴C年代測定の結果、E層の基底から2世紀－3世紀、F層上部から約3万9千年前、G層からは約4万5千年前以前の年代値が得られた。

これらの資料から、このトレンチでは約3万9千年前以後、3世紀以前と、約3万9千年前以前の2回、断層活動があったと考えられる。

さらに福島県(1998)は、トレンチ地点のすぐ東側のLⅡ面上において、撓曲崖の隆起側でピット調査を、低下側でボーリング調査を実施した。その結果、ピット調査では、凝灰岩(E層)とこれを覆う細粒礫層(C層、D層)及び被覆層(A層、B層)が確認され、¹⁴C年代測定の結果、D層から約8千5百年前の年代値が得られた。また、ボーリング調査では、深度約3m以深に分布する砂礫、シルト、泥炭層とこれを覆う細粒礫層、被覆層が確認され、¹⁴C年代測定の結果、深度約3-5mに分布する泥炭層の上部から約3万6千年前、これを覆う細粒礫層の下部から約1万1千-1万年前の年代値が得られた。

これらの資料から、段丘面の隆起側に堆積する細粒礫層と低下側で確認された細粒礫層は、層相、年代が見合っているため、一連の堆積物(LⅡ面構成層)であると判断される。したがって、LⅡ面は、約8千5百年前以後に変位した可能性がある。なお、ボーリング調査で認められた細粒礫層より下位の堆積物は上盤側では認められないことから、泥炭層が堆積した約3万6千年前以後、約8千5百年前以前にも活動があった可能性がある。

以上の結果、森山地点では、約8千5百年前以後、3世紀以前と、約3万6千年前以後、約8千5百年前以前の少なくとも2回、断層活動があったと推定される。

③ 台山断層の福島市大笹生(おおざそう)付近では、山地・丘陵地と低地の境界付近に2条の並走する断層が認められる。福島県(1997)は、大笹生B地点で山地側に分布する断層(以下、台山断層Bとする)についてトレンチ調査を実施した。

大笹生B地点付近では、小谷に沿って分布するLⅢ面は、高さ約5.5mの東向きの撓曲崖を形成している。この小谷の左岸で、LⅢ面構成層の砂礫層に更新世前期の高田層と推定される砂礫層を西から衝上させる逆断層露頭が見出されている(福島県, 1997)。トレンチ調査(福島県, 1997)は、この露頭の約100m南方のLⅢ面を浸食した小谷沿いの湿地で実施された。その結果、角礫を主体とする砂礫層(B層-D層)とこれを覆う土壌層(A層)が露出した。

北側法面では、C層とD層の境界面に沿って礫の配列が認められ、これに沿って未固結粘土が認められること(福島県, 1997)から、この境界面は断層面と判断される。この断層はB層には変位を及ぼしていない。C層からは、南側法面で約1万年前の¹⁴C年代値が、B層の腐植層からは、約4千4百-4千2百年前の¹⁴C年代値が得られていることから、この断層は約1万年前以後、約4千2百年前以前に活動したと考えられる。

なお、大笹生B地点の南方約20mには沖積段丘面が分布しているが、この段丘面には断層変位が認められない(福島県, 1998)。¹⁴C年代測定の結果、段丘礫層の上部から、約9千5百-9千3百年前の値が得られたことから、台山断層Bは、約9千5百年前以後は活動していない可能性もある。しかし、この沖積段丘面は、台山断層Bの南端付近に位置していることから、必ずしも断層帯の活動を反映していないと考えられる。

以上のことから、台山断層Bは、約1万年前以後、約4千2百年前以前に活動したと推定される。

④ 福島県(1998)は、大笹生B地点にほど近い大笹生A地点で、上述の並走する断層のうち前

縁に分布する断層（以下、台山断層Aとする）についてトレンチ調査を実施した。

台山断層Aに沿っては、L II面が10m程度西側隆起で撓曲変形している。トレンチ調査は、この撓曲崖の南側延長に位置する丘陵地の麓で実施された（福島県，1998）。ここでは、下位から巨円礫層（Q層）、亜角礫～砂質シルト、腐植層（L層－P層）、円礫層（K層）、腐植層（J層）、細礫混じり腐植層～黒褐色土（I層）、腐植混じり褐色砂礫層（H層）、礫混じり腐植層（G層）及びこれらを覆う細粒堆積物（A層－F層）からなる地層群と、2条の西側隆起の逆断層（Fa断層、Fb断層）が露出した（図7）。

東側法面では、J層以下の地層がほぼ水平に連続して堆積しているのに対し、I層より上位の地層は、斜面と調和的にやや傾斜して分布している。ここで、Fa断層は、I2層以下の地層を数m変位させ、I1層に覆われている。またFb断層は、J層－M層を1m程度変位させ、G層に覆われている。

福島県（1998）によれば、J層は約8千1百－7千9百年前、I2層は約2千2百年前－1世紀の¹⁴C年代値を示し、I1層には奈良・平安時代の土器が含まれていることが判明した。しかし、I1層及びG層は、層相及び分布の特徴から斜面堆積物と判断されることから、その堆積年代は特定することができない。このため、Fa断層の活動時期は約2千2百年前以後としかいえず、また、Fb断層の活動時期は約8千1百年前以後としかいえない。

これらのことから、台山断層Aの最新活動時期は、約2千2百年前以後と推定される。

以上の調査結果から、本断層帯の最新活動時期は約2千2百年前以後、3世紀以前、1つ前の活動時期は、1万年前頃と推定される（図8）。

なお、渡辺ほか（2003）は、上述の菅生田地点及び大笹生A、B地点の近傍でトレンチ調査を実施し、複数回の活動が判読されたとしているが、根拠となる図等が示されておらず、信頼度を評価することができないことから、ここでは紹介するにとどめる。

b) 先史時代・歴史時代の活動

本断層帯の周辺では、1731年（享保16年）にマグニチュード6.5程度の地震が発生し、桑折町を中心に家屋の倒壊などの被害が報告されている（宇佐美，2003）が、本断層帯との直接の関係は不明である。

(3) 1回の変位量（ずれの量）（注9）

本断層帯の1回の活動に伴う変位量に関する資料としては、以下のものがある。

① 白石断層の菅生田地点では、新屋（1984）、渡辺（1985）、宮城県（2000）により、低位の段丘面に4－5mの上下変位が報告されている。また、この段丘面上で宮城県（2001）が実施したボーリング調査及びトレンチ調査の結果、段丘構成層である礫層2の基底に約4－5mの変位が認められている。トレンチ調査の結果、礫層2の堆積以後、1回の断層活動が推定されることから、地形面の変位は、最新の活動によるものと推定される。

② 藤田東断層の森山地点では、（福島県，1997）により、L II面に北東側隆起で約5mの上下変

位が報告されている。また（福島県，1997）は、ピット・ボーリング調査の結果、L II面を構成する細礫層の上面に東上がりで約 4.4mの変位を推定している。近傍で実施されたトレンチ調査（福島県，1997）の結果、L II面構成層の堆積以後、活動は1回と推定されることから、L IIに見られる変位は、1回の活動により生じたと推定される。

③ 台山断層Aの大笹生A地点では、福島県（1998）によるトレンチ調査の結果、J層の基底面に5 m程度の高度差が報告されている。福島県（1998）は、トレンチ調査の結果から、J層堆積以後の活動を1回と判断していることから、1回の変位量は5 m程度と推定される。

以上のことから、本断層帯の1回の活動に伴う変位量は約4－5 m（上下成分）と推定される。

なお、本断層帯の長さは約 57 km であることから、次の松田（1975）の経験式に基づくと、1回の変位量は 4.5 m と求められ、上述の値と整合する。

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

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

ここで、L は1回の地震で活動する断層の長さ(km)、D は断層の変位量(m)、M は地震のマグニチュードである。

（4）活動間隔

本断層帯では、最新活動時期が約2千2百年前以後、3世紀以前、また、1つ前の活動時期が1万年前頃と推定されることから、平均活動間隔は8千年程度の可能性がある。

（5）活動区間

本断層帯では、断層トレースが比較的連続しており、また、数カ所のトレンチ調査の結果からは活動区間を分けるべき根拠が特段見あたらないことから、断層帯主部全体が1つの活動区間として活動してきた可能性がある。

（6）測地観測結果

本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、東西方向のわずかな縮みが見られる。

最近5年間のGPS観測結果でも、東西方向の縮みが見られる。

（7）地震観測結果

最近7年間の地震観測結果によると、断層帯をはさむ南東側と北西側では、南東側の地震活動が比較的低調であるのに対し、北西側で相対的に活発である。また、本断層帯周辺における地震発生層の下限の深さは15 km程度である。

なお、本断層帯付近で、1956年9月30日にマグニチュード6.0（最大震度4）の地震が発生した。

2. 1. 3 福島盆地西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

福島盆地西縁断層帯は、将来においても全体が1つの区間で活動する可能性がある。

本断層帯全体を1つの活動区間とした場合、前述の松田の経験式(1)に基づくと、本断層帯(長さ約57 km)から発生する地震の規模はマグニチュード7.8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、過去の活動時と同様に、断層の近傍の地表面に西側隆起で約4-5 m高まる段差や撓みを生じる可能性がある。

(2) 地震発生の可能性

福島盆地西縁断層帯は、平均活動間隔は8千年程度、最新活動時期が約2千2百年前以後、3世紀以前と求められていることから、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率は0.2-0.3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。

3. 今後に向けて

福島盆地西縁断層帯の北東延長部には長町-利府線断層帯が本断層帯と同様な走向で連続的に分布している(図1-2)。このため、両断層帯の関係も含め活動区間等について調査する必要がある。

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: 始良 Tn 火山灰(AT)の降下年代値については、日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編(1996)、小池・町田編(2001)等から、25,000年BPとし、暦年補正して約2万8千年前とした。

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。

文 献

- Fujiwara K. (1958) : Some Considerations of the Recent Faulting in the Western Fringe of the Fukushima Basin. *Sci.Rep.Tohoku Univ., 7th Ser., 7, 1-19.*
- 福島県 (1997) : 「平成8年度 地震調査研究交付金 福島盆地西縁断層帯に関する調査 成果報告書」. 229p.
- 福島県 (1998) : 「平成9年度 地震関係基礎調査研究交付金 福島盆地西縁断層帯に関する調査 成果報告書」. 116p.
- 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 (1980) : 東北地方南部の活断層. 西村嘉助先生退官記念地理学論文集, 古今書院, 21-26.
- 今泉俊文・松多信尚・渡辺満久・澤 祥・中田 高・宇根 寛・丹羽俊二 (2000) : 1:25,000 都市圏活断層図「白石」. 国土地理院技術資料D・1-No.375.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2002) : 「長町一利府線断層帯の評価」. 21p.
- 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) : 「日本の活断層一分布図と資料一」. 東京大学出版会, 363p.
- 活断層研究会編 (1991) : 「新編日本の活断層一分布図と資料一」. 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.
- 松田時彦 (1973) : 福島盆地西縁活断層系. 日本地質学会第80年学術大会講演要旨, 281.
- 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.
- 宮城県 (1996) : 「平成7年度 地震関係基礎調査交付金 長町一利府線断層帯に関する調査業務 (地形地質調査) 成果報告書」. 85p.
- 宮城県 (1999) : 「平成10年度 地震関係基礎調査交付金 福島盆地西縁断層帯に関する調査業務 (地形地質調査) 成果報告書」. 47p.
- 宮城県 (2000) : 「平成11年度 地震関係基礎調査交付金 福島盆地西縁断層帯に関する調査業務 成果報告書」. 56p.
- 宮城県 (2001) : 「平成12年度 地震関係基礎調査交付金 福島盆地西縁断層帯に関する調査業務 成果報告書」. 128p.
- 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.
- 大槻憲一郎・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.
- 澤 祥・今泉俊文・渡辺満久・中田 高・松多信尚・宇根 寛・丹羽俊二 (2000) : 1:25,000 都市

圏活断層図「桑折」. 国土地理院技術資料D・1-No.375.

新屋浩明 (1984) : 白石-福島活断層系の断層変位地形と最新活動期. 東北地理, **36**, 219-231.

渡辺満久 (1985) : 奥羽脊梁山脈と福島盆地の分化に関する断層モデル. 地理学評論, **58A**, 1-18.

渡辺満久 (1986) : 福島盆地北半部西縁の断層変位地形と断層露頭. 活断層研究, **2**, 29-32.

渡辺満久・宮脇理一郎・家村克敏・佐藤 賢・小俣雅志 (2003) : 福島盆地西縁断層帯の活動性.

日本地理学会発表予稿集, **57**.

渡辺満久・澤 祥・今泉俊文・中田 高・松多信尚・宇根 寛・丹羽俊二 (2000) : 1:25,000 都市

圏活断層図「福島」. 国土地理院技術資料D・1-No.375.

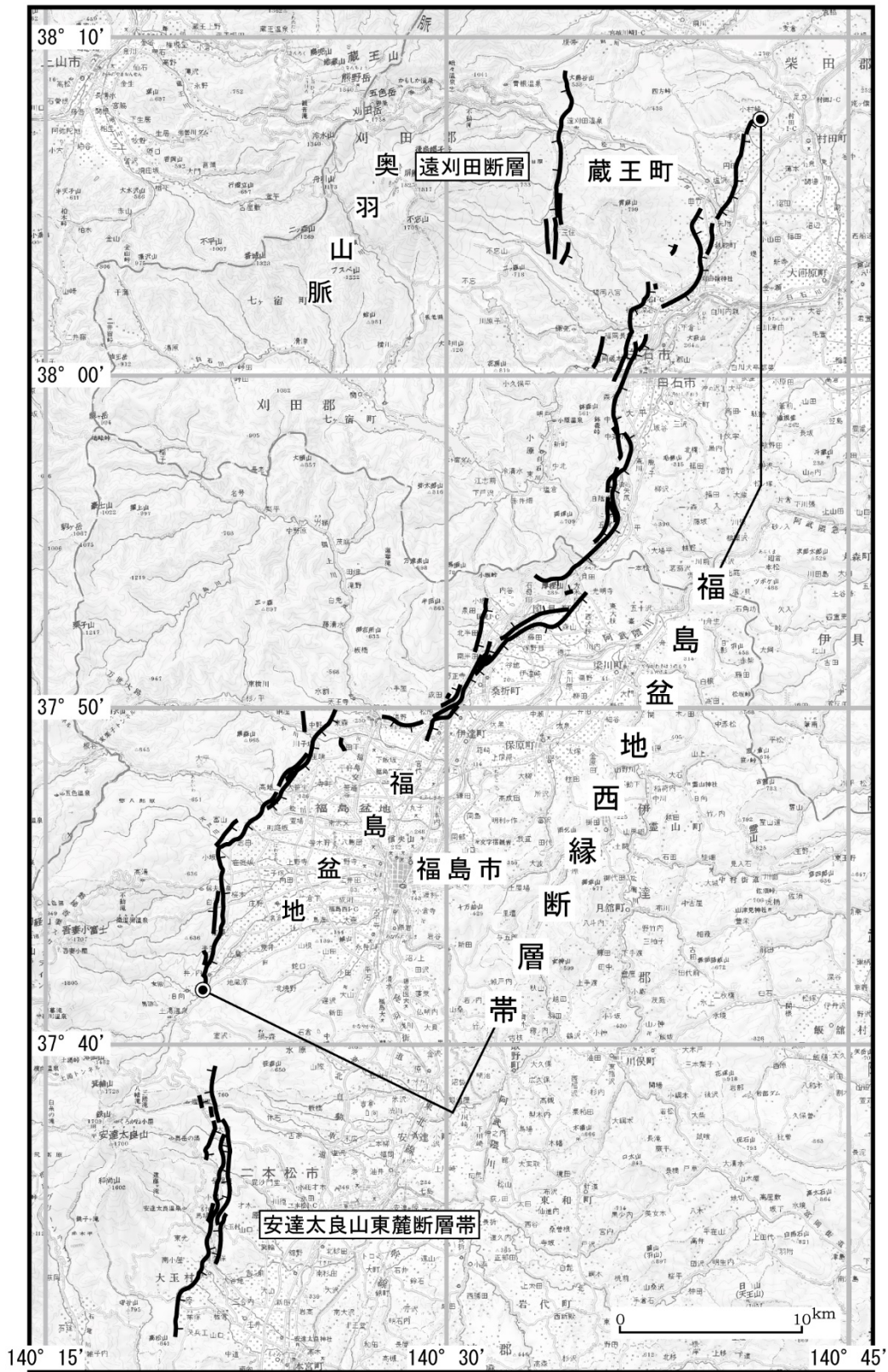


図3 福島盆地西縁断層帯の評価において考慮した断層

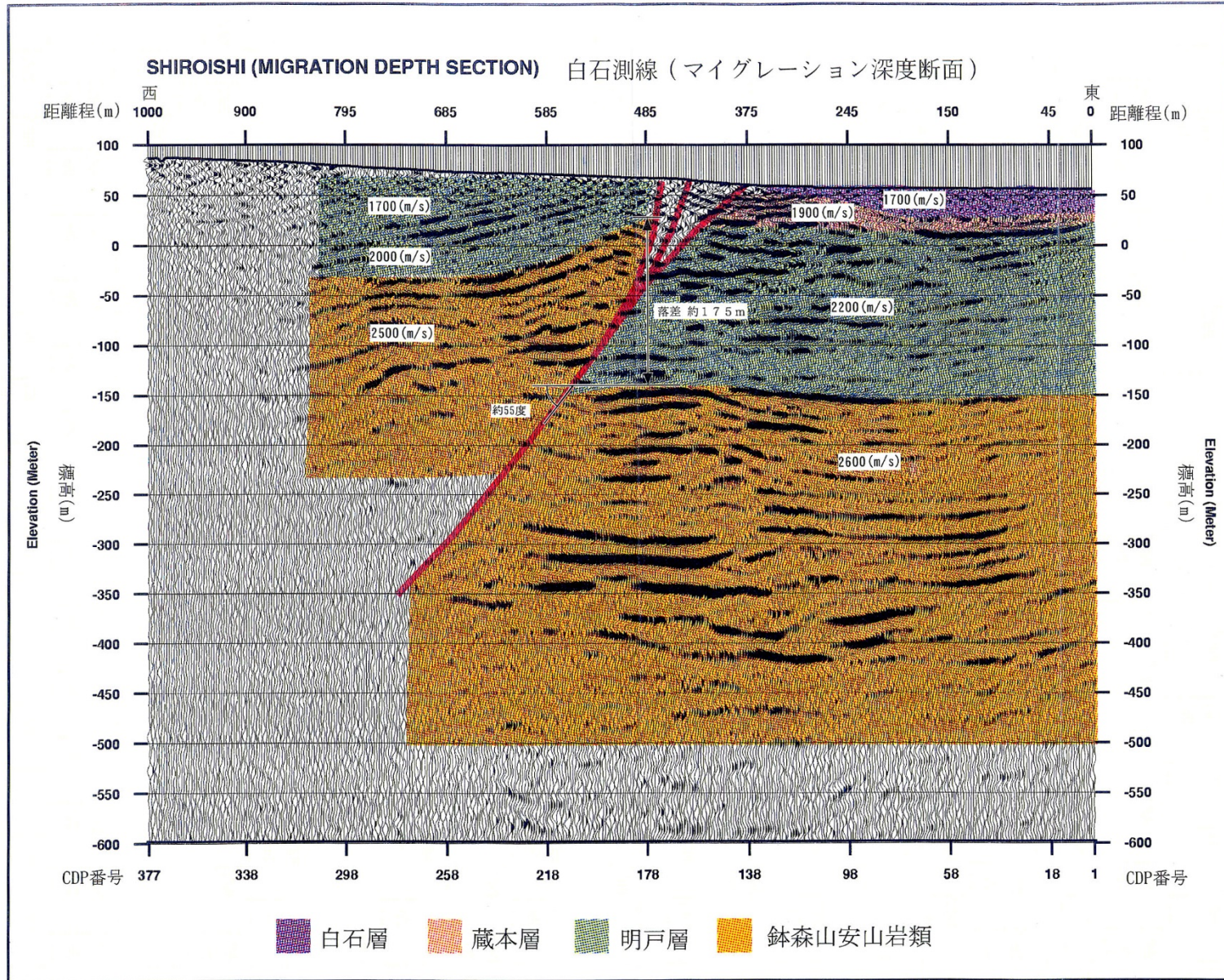


図4 白石断層の反射法弾性波探査断面図 (宮城県, 2000)

E

南側法面

W

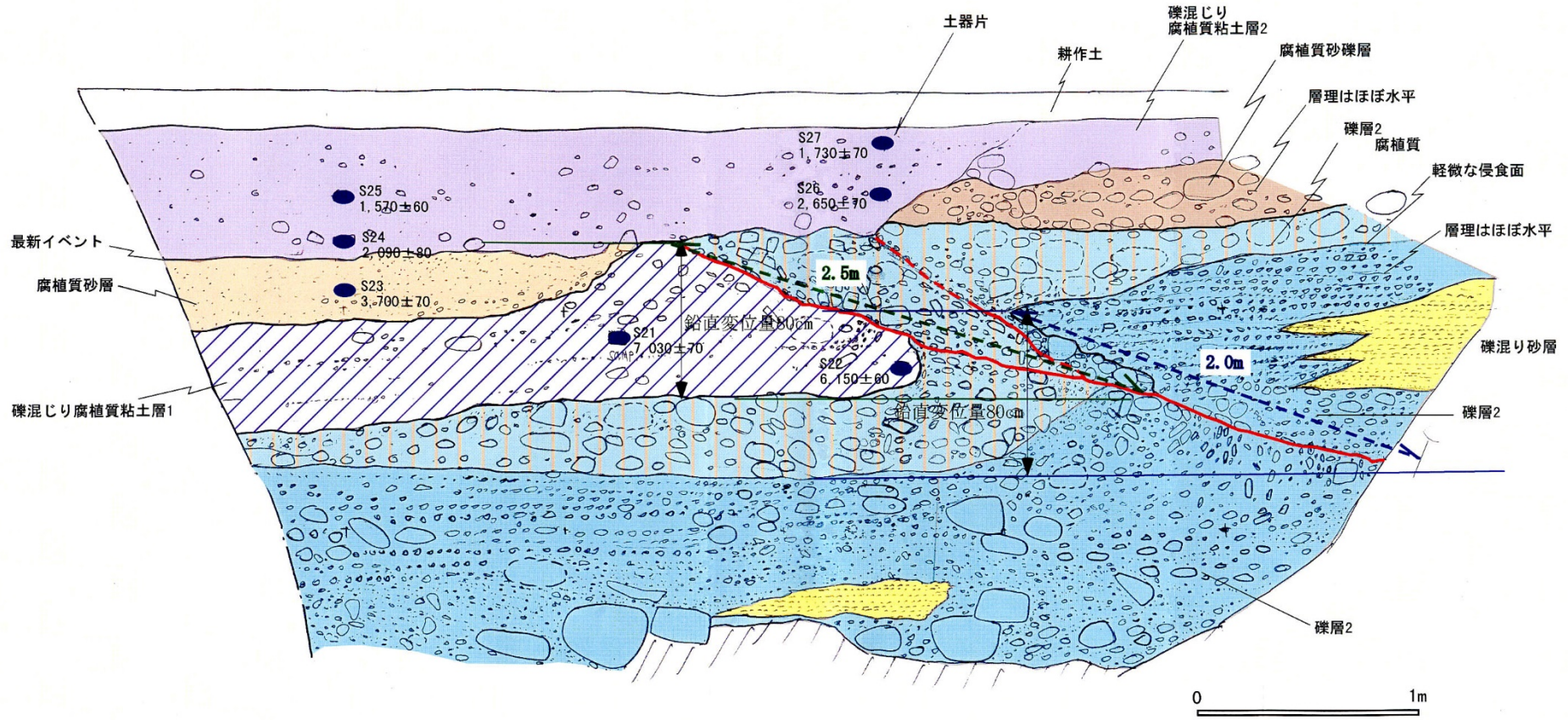


図5 菅生田地点追加トレンチの法面スケッチ

宮城県 (2001) に一部加筆

図中の年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位体年代 (yBP)。評価に用いた年代値を、Niklaus (1991) に基づいて暦年補正し、100年単位で四捨五入して表示すると以下ようになる。

2650±70yBP → 約2千9百-2千8百年前 3290±40yBP → 約3千6百-3千5百年前

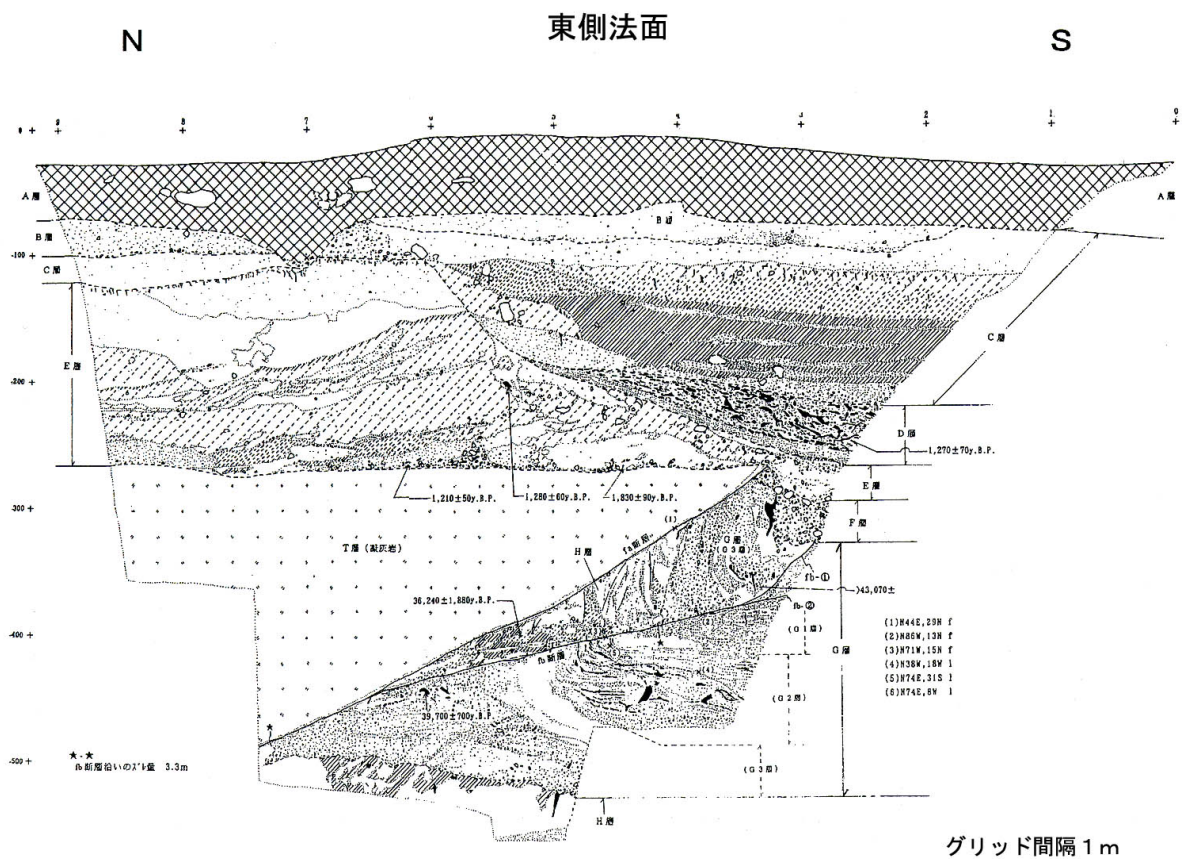


図6 森山地点トレンチの法面スケッチ

福島県 (1997) に一部加筆

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。

1830±90yBP → 2世紀 - 3世紀 36240±1880yBP → 約3万8千年前

N

東側法面

S

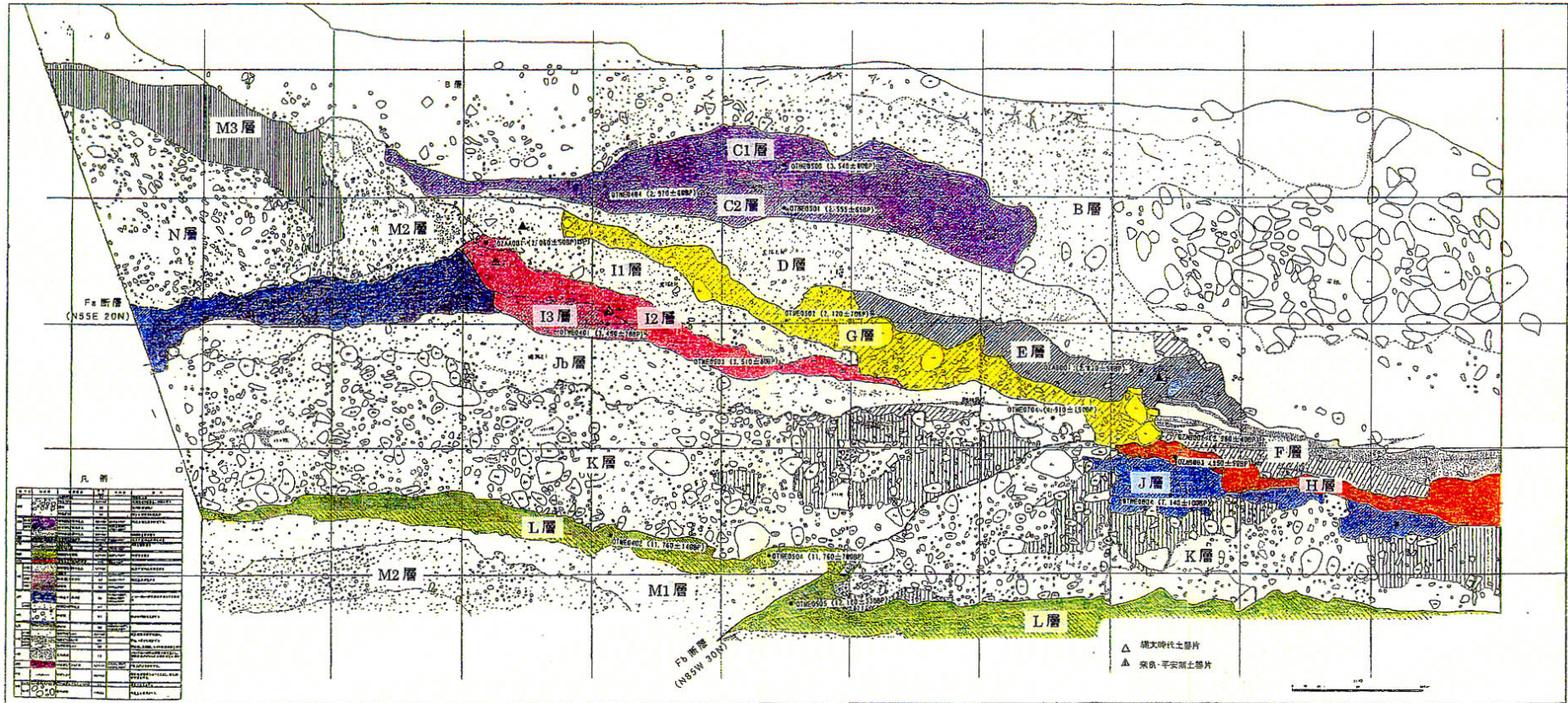


図7 大笹生A地点トレンチの法面スケッチ

グリッド間隔は1m

福島県（1998）に一部加筆

図中の年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位体年代（yBP）。評価に用いた年代値を、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年単位で四捨五入して表示すると以下ようになる。

2060±90yBP → 約2200年前 - 1世紀

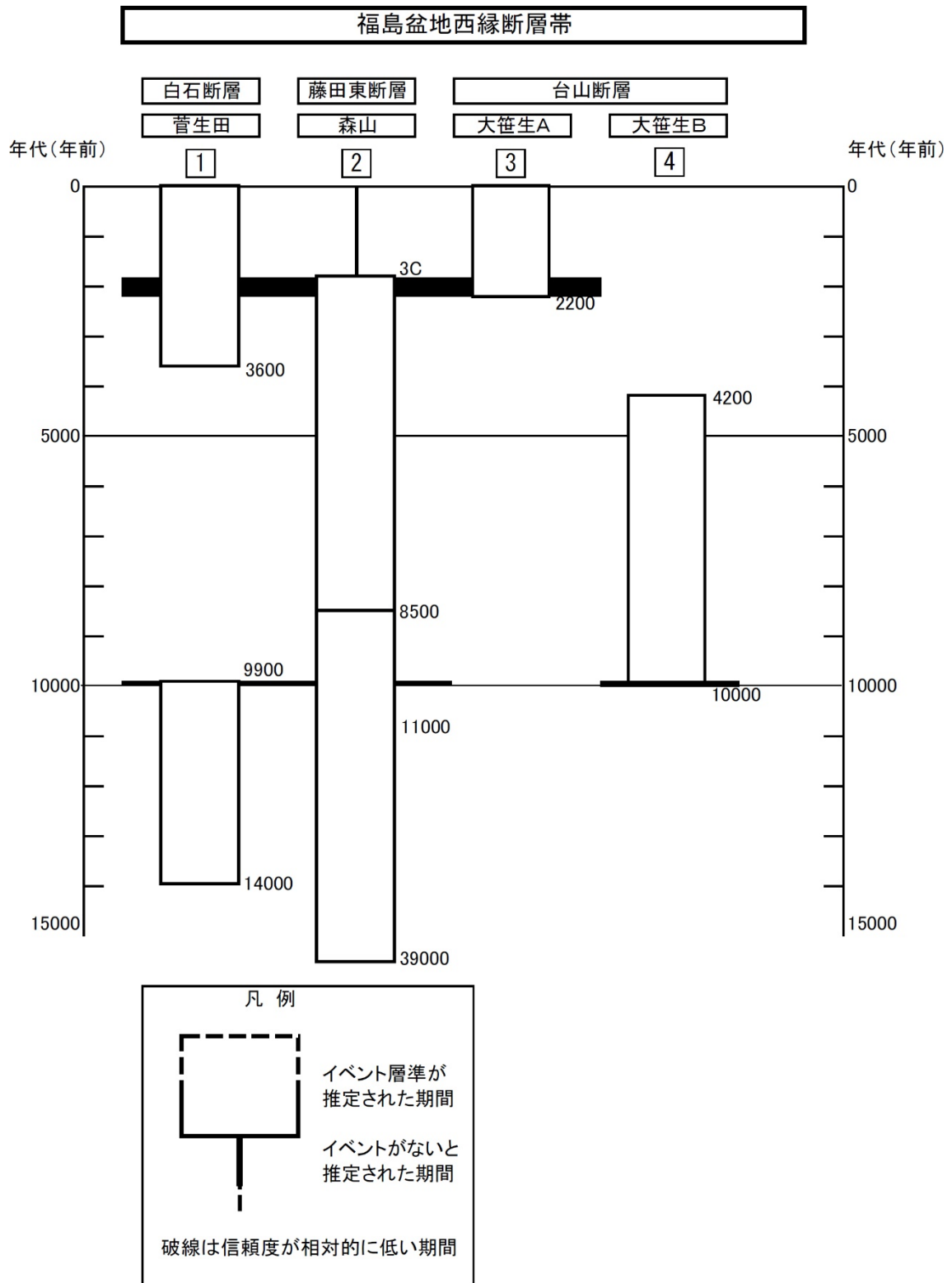


図8 福島盆地西縁断層帯の活動の時空間分布

表3 福島盆地西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）	0.2-0.3	
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（注8）	ほぼ0%	
指標(1) 経過年数比	マイナス3千4百-マイナス3千8百年 0.3-0.4	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)	0.0001	

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。

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、8千の1（0.0001）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3千8百年を要する。

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）。

附表

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。