

六日町断層帯の長期評価について

平成21年6月22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、平成17年4月までに陸域の活断層として、98断層帯の長期評価を行い公表した。

その後、「今後の重点的調査観測について」（平成17年8月30日 地震調査研究推進本部）の中で、新たに基盤的調査観測の対象とすべき12の活断層帯が挙げられた。

今回、このうち六日町断層帯について、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。

六日町断層帯の評価

六日町断層帯は、新潟県の六日町盆地の西縁部に分布する活断層帯である。ここでは、平成 17 年度に産業技術総合研究所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。

六日町断層帯付近では平成 16 年（2004 年）新潟県中越地震（以下、「中越地震」という）が発生している。この地震活動と六日町断層帯北部との関係については 2 つの可能性が考えられるため、両論（ケース 1、2）*を併記した。

1. 断層帯の位置及び形態

六日町断層帯は、新潟県魚沼市から南魚沼市を経て南魚沼郡湯沢町に至る断層帯である。長さは約 52 km で、概ね北北東－南南西方向に延びる。本断層帯は断層の西側が東側に対して相対的に隆起する逆断層である。六日町断層帯は過去の活動時期の違いから、魚沼市から南魚沼市浦佐付近に至る六日町断層帯北部と、南魚沼市浦佐付近から南魚沼郡湯沢町に至る六日町断層帯南部に区分される（図 1、2 及び表 1）。

2. 断層帯の過去の活動

六日町断層帯の過去の活動は次のとおりである。

・ケース 1

六日町断層帯北部の最新活動時期は約 4 千 9 百年前以後、16 世紀以前であったと推定され、活動時には、断層の西側が東側に対して相対的に 2 m 程度隆起した可能性がある。平均活動間隔は約 3 千 2 百－7 千 6 百年の可能性はある（表 1）。

・ケース 2

六日町断層帯北部の最新活動時期は 2004 年の中越地震である。この地震以前の活動時には、断層の西側が東側に対して相対的に 2 m 程度隆起した可能性がある。また、平均活動間隔は約 3 千 2 百－4 千年もしくはそれ以下と推定される（表 1）。

六日町断層帯南部の最新活動時期は、約 2 千 9 百年前以後、約 2 千年前以前と推定される。また、平均活動間隔は約 6 千 2 百－7 千 2 百年の可能性はある。平均的な上下方向のずれの速度は、約 0.6－2.0 m/千年と推定され、活動時には、断層の西側が東側に対して相対的に 3 m 以上隆起した可能性がある（表 1）。

*六日町断層帯北部については、中越地震を六日町断層帯北部の最新活動としない場合をケース 1、これを六日町断層帯北部の最新活動とする場合をケース 2 として評価を行った。

3. 断層帯の将来の活動

六日町断層帯は、過去の活動と同様に北部と南部の2つの区間に分かれて活動すると推定されるが、断層帯全体が1つの区間として同時に活動する可能性もある(表1)。

六日町断層帯北部では、マグニチュード7.1程度の地震が発生する可能性があり、その際には断層の西側が東側に対して相対的に2m程度高まる段差や撓み(たわみ)が生じる可能性がある(表1)。

六日町断層帯南部では、マグニチュード7.3程度の地震が発生する可能性があり、その際には断層の西側が東側に対して相対的に3m以上高まる段差や撓みが生じる可能性がある(表1)。

六日町断層帯北部および南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確率は表2に示すとおりである。

・ケース1

六日町断層帯北部では、活動時期が十分特定できていないことから、通常の活断層評価とは異なる手法により地震発生長期確率を求めている。そのため信頼度は低いですが、将来このような地震が発生する確率は、表2に示すとおりである。本断層帯北部は、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1-3)。

六日町断層帯全体が同時に活動する場合には、マグニチュード7.7程度の地震が発生すると推定される。この場合の地震発生確率は、北部あるいは南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。

・ケース2

六日町断層帯全体が同時に活動する場合には、マグニチュード7.7程度の地震が発生すると推定される。この場合の地震発生確率は、北部あるいは南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

中越地震と六日町断層帯北部との関係については、この地震が本断層帯北部の最新活動かどうかという点でいまだ議論があり、中越地震で本断層帯周辺の歪みが全て解消できたか判断することができなかった。このため、将来の活動についても2ケースを想定せざるを得ず、地震発生確率なども2つの可能性が生じている。

地震調査研究推進本部発足以来、地震調査研究は一定の成果を挙げてきているが、地震そのものの科学的な理解や地震の長期評価手法については、いまだ多くの課題を抱えている。今後は、断層の深部構造、地殻変動、地震活動など、地震現象に関する多面的な調査観測の成果を将来の地震活動評価により結び付けていくための調査研究と、より高度な評価を行う手法を確立することが重要である。その上で断層帯北部の将来の活動の可能性を明確にする必要がある。また、ケース1では、中越地震が本断層帯の活動に与えた影響を十分評価できていないが、影響の大きさを定量的に評価

する手法について検討する必要がある。

六日町断層帯南部では、平均的な上下方向のずれの速度が大きく幅を持った評価となっている。将来の活動をより明確にするために、より信頼度の高い活動履歴に関する資料を得ることが望ましい。



図1 六日町断層帯の概略位置図
(長方形は図2の範囲)

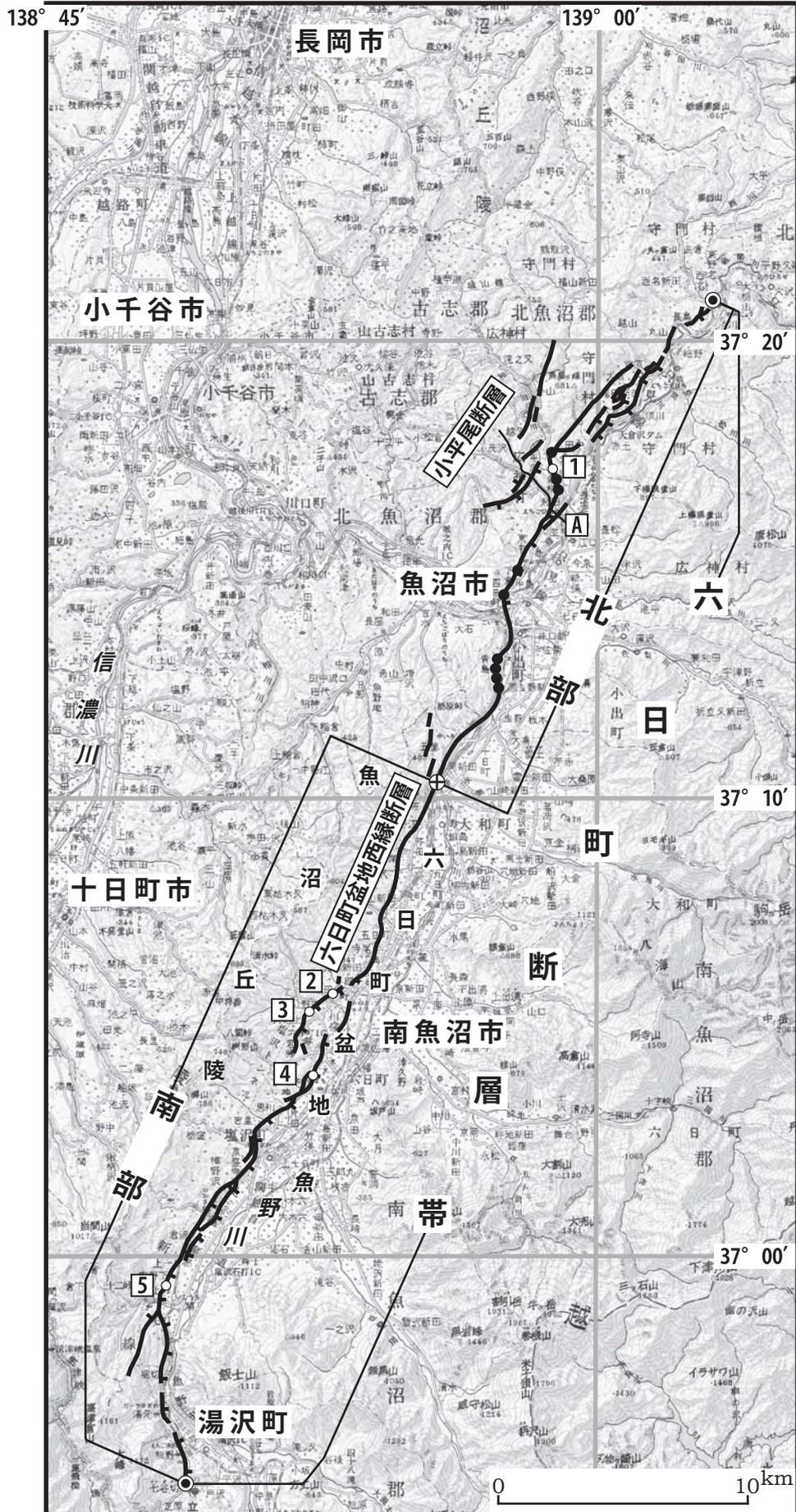


図2 六日町断層帯の位置と主な調査地点
 1：小平尾地点 2：野田地点 3：欠之上地点 4：小栗山地点 5：石打地点
 A：反射法弾性波探査測線（文献4）
 ●：断層帯の北端と南端 ⊕：北部の南端・南部の北端
 ●：平成16年（2004年）新潟県中越地震の地表地震断層
 断層の位置は文献1、3、9及び10に基づく。
 基図は国土地理院発行数値地図200000「新潟」「日光」「長岡」「高田」を使用。

表 1 六日町断層帯の特性

項目	特性	信頼度 (注 4)	根拠 (注 5)				
1. 断層帯の位置・形態							
(1)断層帯を構成する断層	北部 ：小平尾（おびろう）断層、六日町盆地西縁断層（南魚沼市浦佐以北の部分） 南部 ：六日町盆地西縁断層（北部に属する部分を除く）		文献 1、9、10 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 37°21′ 東経 139°03′ （南端）北緯 37°10′ 東経 138°56′ 南部 ： （北端）北緯 37°10′ 東経 138°56′ （南端）北緯 36°55′ 東経 138°49′ 長さ 全体 ：約 52 km 北部 ：約 22 km 南部 ：約 30 km	○ △ △ ○ ○ △ △	文献 1、3、9、10 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 ：N25°E 北部 ：N30°E 南部 ：N20°E 傾斜 北部 ：	△ ◎ ○ △ △	上端の深さが 0 km であることから推定。				
	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px dashed black;"> ケース 1 西傾斜 約 50° </td> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px dashed black;"> ケース 2 西傾斜 約 30° (地下約 5 km 以深では約 50°) </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> 南部： 西傾斜 約 50° 幅 不明 </td> </tr> </table>	ケース 1 西傾斜 約 50°	ケース 2 西傾斜 約 30° (地下約 5 km 以深では約 50°)	南部 ： 西傾斜 約 50° 幅 不明		○ ○ ○	傾斜は文献 4、7 に示された反射法探査結果、地質構造などから推定。 地震発生層の下限の深さは 15 km 程度。
ケース 1 西傾斜 約 50°	ケース 2 西傾斜 約 30° (地下約 5 km 以深では約 50°)						
南部 ： 西傾斜 約 50° 幅 不明							
(3)断層のずれの向きと種類	西側隆起の逆断層（北部、南部とも）	◎	文献 4、8、9、10 などに示された地形、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	北部： 不明 南部： 約 0.6–2.0 m/千年（上下成分）	○	文献 5、8 による。		
(2)過去の活動時期	北部： <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> ケース 1 活動 1（最新活動） 約 4 千 9 百年前 以後、16 世紀以前 活動 2（1 つ前の活動） 約 8 千年前以後、 6 千 4 百年前以 前 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> ケース 2 活動 1（最新活動） 2004 年中越地震 活動 2（1 つ前の活動） 約 4 千 9 百年前 以後、16 世紀以前 活動 3（2 つ前の活動） 約 8 千年前以後、 約 6 千 4 百年前 以前 </td> </tr> </table> 南部： 活動 1（最新活動） 約 2 千 9 百年前以後、約 2 千年前以 前 活動 2（1 つ前の活動） 約 9 千 2 百年前以後、約 9 千 1 百年 前以前	ケース 1 活動 1（最新活動） 約 4 千 9 百年前 以後、16 世紀以前 活動 2（1 つ前の活動） 約 8 千年前以後、 6 千 4 百年前以 前	ケース 2 活動 1（最新活動） 2004 年中越地震 活動 2（1 つ前の活動） 約 4 千 9 百年前 以後、16 世紀以前 活動 3（2 つ前の活動） 約 8 千年前以後、 約 6 千 4 百年前 以前	○ ◎ ○ ○ ○	文献 6、8 による。
ケース 1 活動 1（最新活動） 約 4 千 9 百年前 以後、16 世紀以前 活動 2（1 つ前の活動） 約 8 千年前以後、 6 千 4 百年前以 前	ケース 2 活動 1（最新活動） 2004 年中越地震 活動 2（1 つ前の活動） 約 4 千 9 百年前 以後、16 世紀以前 活動 3（2 つ前の活動） 約 8 千年前以後、 約 6 千 4 百年前 以前				
(3)1 回のずれの量と平均活動間隔	1 回のずれの量 北部： 2 m 程度（上下成分） 南部： 3 m 以上（上下成分） 平均活動間隔 北部： <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> ケース 1 約 3 千 2 百 – 7 千 6 百年 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> ケース 2 約 3 千 2 百 – 4 千 年もしくはそれ以 下 </td> </tr> </table> 南部： 約 6 千 2 百 – 7 千 2 百年	ケース 1 約 3 千 2 百 – 7 千 6 百年	ケース 2 約 3 千 2 百 – 4 千 年もしくはそれ以 下	△ △ △ ○ △	過去の活動から推定。 過去の活動から推定。
ケース 1 約 3 千 2 百 – 7 千 6 百年	ケース 2 約 3 千 2 百 – 4 千 年もしくはそれ以 下				
(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	○ ○ △ △ △ △	過去の活動から推定。
	北部と南部の2区間		
	地震の規模		
	全体：マグニチュード7.7程度		
	北部：マグニチュード7.1程度		
南部：マグニチュード7.3程度	過去の活動から推定。		
ずれの量			
北部：2m程度（上下成分）			
南部：3m以上（上下成分）	過去の活動から推定。		

表2 六日町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6)		信頼度 (注7)	備考
<北部>	ケース1	ケース2		
地震後経過率(注8)	—	0.001— 0.002		
今後30年以内の地震発生確率	0.4%—0.9%	ほぼ0%	d a	発生確率及び集積確率は文献2による。
今後50年以内の地震発生確率	0.7%—2%	ほぼ0%		
今後100年以内の地震発生確率	1%—3%	ほぼ0%		
今後300年以内の地震発生確率	4%—9%	ほぼ0%		
集積確率(注9)	—	ほぼ0%		
<南部>				
地震後経過率(注8)	0.3—0.5			
今後30年以内の地震発生確率	ほぼ0%—0.01%		b	
今後50年以内の地震発生確率	ほぼ0%—0.02%			
今後100年以内の地震発生確率	ほぼ0%—0.05%			
今後300年以内の地震発生確率	ほぼ0%—0.3%			
集積確率(注9)	ほぼ0%—0.08%			

注1：六日町断層帯北部では、ケース1の場合、最新活動時期は約4千9百年前以後、16世紀以前、平均活動間隔は約3千2百—7千6百年と求められている。しかし、最新活動時期を十分に特定することはできなかつたため、通常の活断層評価で用いている更新過程（地震の発生確率が時間とともに変動するモデル）により地震発生の確率を求めることができない。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）は、このような更新過程が適用できない場合には、特殊な更新過程であるポアソン過程（地震の発生時期に規則性を考えないモデル）を適用せざるを得ないとしていることから、ここでは、ポアソン過程を適用して断層帯の将来の地震発生確率を求めた。しかし、ポアソン過程を用いた場合、地震発生の確率はいつの時点でも同じ値となり、本来時間とともに変化する確率の「平均的なもの」になっていることに注意する必要がある。

なお、グループ分けは、通常的手法を用いた場合の我が国の主な活断層のグループ分け（注2参照）と同じしきい値（推定値）を使用して行なった。

注2：地震調査委員会の活断層評価では、将来の活動区間が単独で活動した場合の今後30年間の地震発生確率について、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」

なお、2005年4月時点でひととおり評価を終えた98の主要断層帯のうち、最新活動時期が判明しており、通常の活断層評価で用いている更新過程（地震の発生確率が時間とともに変動するモデル）により地震発生の確率を求めたものについては、将来の活動区間が単独で活動した場合の今後30年間に地震が発生する確率の割合は以下のとおりとなっている。

30年確率の最大値が0.1%未満：約半数

30年確率の最大値が0.1%以上－3%未満：約1/4

30年確率の最大値が3%以上：約1/4

（いずれも2005年4月時点での算定。確率の評価値に幅がある場合はその最大値を採用。）

注3：1995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。30年確率の最大値は平均活動間隔が3千2百年の場合は8%程度、6千2百年の場合は4%程度である。

注4：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5：文献については、本文末尾に示す以下の文献。

文献1：池田ほか編（2002）

文献2：地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）

文献3：地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会（2009）

文献4：Kato et al.（2005b）

文献5：金（2001）

文献6：Maruyama et al.（2007）

文献7：Okamura et al.（2007）

文献 8 : 産業技術総合研究所 (2006)

文献 9 : 鈴木ほか (2001)

文献 10 : 渡辺ほか (2006)

注 6 : 評価時点はすべて 2009 年 1 月 1 日現在。なお、計算にあたって用いた値に関しては、信頼度が低い (△) ものも含まれることに留意されたい。

注 7 : 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 8 : 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。六日町断層帯南部について評価した数字のうち 0.3 は 2000 年を 7200 年で、0.5 は 2900 年を 6200 年で、それぞれ割った値である。

注 9 : 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. 六日町断層帯に関するこれまでの主な調査研究

六日町断層帯について、活断層研究会編(1980, 1991)は、南魚沼市石打付近の盆地西縁に断片的に活断層を示した。その後、金(2001)などは大縮尺空中写真を用いた詳細な判読に基づき、盆地西縁をほぼ連続して延びる活断層の分布を明らかにし、平均変位速度を求めた。鈴木ほか(2001)、渡辺ほか(2001)、池田ほか編(2002)及び中田・今泉編(2002)などは盆地西縁に断層を認定し、この中で、池田ほか編(2002)が、これらの断層を六日町断層帯と命名した。

本断層帯及びその周辺では2004年10月23日に発生した平成16年(2004年)新潟県中越地震(マグニチュード6.8;以下、「中越地震」という)を受けて、多面的な調査・研究が実施されてきた。地震活動の評価については、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004a, b)に示されているほか、複数の機関からの報告がある。地表地震断層の報告については、鈴木ほか(2004)、Kim and Okada(2005)、丸山ほか(2005)、Maruyama et al.(2005, 2007)、丸山・伏島(2006)などにまとめられている。反射法弾性波探査などによる地下構造調査と余震分布との対応については、Kato et al.(2005b)、阿部(2006)、加藤ほか(2006)、Sato and Kato(2005)、佐藤ほか(2006)、Okamura et al.(2007)などにより実施・報告されている。測地学的な地殻変動調査・研究については、今給黎・西村(2006)などにまとめられている。中越地震の余震分布と発震機構から求めた破壊過程解析については、Aoki et al.(2005)、青木ほか(2006)などにまとめられている。

本断層帯の第四紀後期における活動履歴に関する調査としては、産業技術総合研究所(2006)による、本断層帯を対象としたトレンチ調査などがあり、断層帯の過去の活動などについての新たな知見を得ている。

本断層帯の詳しい位置は、鈴木ほか(2001)、池田ほか編(2002)、中田・今泉編(2002)、渡辺ほか(2006)などにまとめられている。

2. 六日町断層帯の評価結果

これまでの長期評価では、主に地形学・地質学的な調査研究成果に基づいて、断層帯の諸特性を評価してきた(地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会, 2005)。しかし、六日町断層帯では、本断層帯の北端付近において発生した中越地震以後、地震観測結果などの地球物理学的な調査研究成果が数多く得られた。本評価では本断層帯付近で起こった中越地震との関係について明らかにするため、従来の長期評価手法に加えて、地球物理学的な知見を含めて評価を行った。これにより、従来とは長期評価の方法がやや異なっていることに留意する必要がある。

評価の結果、中越地震と六日町断層帯との関係について2つの可能性が考えられるため、以下では中越地震を踏まえた本断層帯の活動について両論(ケース1、2)を併記した。

2. 1 六日町断層帯の位置及び形態

(1) 六日町断層帯を構成する断層

六日町断層帯は、六日町盆地西縁の新潟県魚沼市から南魚沼市を経て南魚沼郡湯沢町に至る断層帯である(図1、2)。本断層帯については、過去の活動時期の違いから北部と南部の2つの活動区間に区分される。

断層帯北部は、小平尾(おびろう)断層、六日町盆地西縁断層(南魚沼市浦佐以北の部分)から構成される。断層帯南部は、六日町盆地西縁断層(北部に属する部分を除く)から構成される

(図 2)。本断層帯を構成する各断層の位置は、池田ほか編 (2002)、中田・今泉編 (2002)、鈴木ほか (2001)、渡辺ほか (2001, 2006) など概ね一致する。ここでは、活断層の位置は鈴木ほか (2001)、渡辺ほか (2006) を基本とし、一部は池田ほか編 (2002)、地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会 (2009) に従った。また、名称は池田ほか編 (2002)、鈴木ほか (2001)、渡辺ほか (2006) によった。

(2) 断層面の位置・形状

本断層帯を構成する六日町盆地西縁断層はいずれの文献においても 1 条の断層線で記載されており、地表での断層形状から北部と南部を明確に区分できるような境界が認められない。しかしながら、変動地形を詳細に検討すると、南魚沼市浦佐付近より南では低位段丘などの地形面に変位が認められるが、これより北の魚野川左岸では変位が不明瞭となる (池田ほか編, 2002; 中田・今泉編, 2002)。また、Kato et al. (2005b)、Sato and Kato (2005)、Okamura et al. (2007) などは、反射法弾性波探査結果や断層帯周辺の地質構造からバランス断面法を用いて求めた断層面の角度が南魚沼市浦佐付近を境に北部と南部では異なることを指摘している (図 4)。

以上のことから、本断層帯は南魚沼市浦佐付近を北部と南部の活動区間の境界とした。ただし、この位置については不確かさがあることに留意する必要がある。

長さと一般走向は、北端と南端を直線で結ぶと、全体では約 52 km、N25° E、北部では約 22 km、N30° E、南部では約 30 km、N20° E となる (図 2)。前述の通り、本断層帯における活断層の位置においてはこれまでも調査研究が実施されており、本断層帯の北端付近については渡辺ほか (2001, 2006) によって調査が行われている。しかし、渡辺ほか (2001, 2006) によると本断層帯は地図の端まで記載されており、調査範囲外に続く可能性が示唆されていた。なお、鈴木ほか (2004) は、本断層帯が東側にさらに 5 – 6 km 延長する可能性を指摘している。

このため、地震調査委員会長期評価部会において、この部分を含め、主に断層帯の両端部における活断層の位置について空中写真判読が新たに実施され、本評価ではその成果 (地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会, 2009) に従って評価を実施した。

地下の断層面の位置及び形状は、地表における断層帯の位置及び形状等から推定した。

断層面上端の深さは、断層による変位が地表に認められることから、北部、南部ともに 0 km とした。

・ケース 1

後述するとおり中越地震を北部の最新活動としないことから、北部の断層面の傾斜は、図 3 に示された浅部で中越地震の余震分布が認められない新発田一小出線 (山下, 1970) が本断層帯北部に連続すると判断され、地表付近では西傾斜約 50° と推定される。また、南部では反射法弾性波探査結果や地質構造を基にしたバランス断面法 (Kato et al., 2005b; Sato and Kato, 2005; Okamura et al., 2007 など) などの結果から、地表付近では西傾斜約 50° と推定される (図 4、5)。

・ケース 2

中越地震が最新の活動であることから、断層面の傾斜は、中越地震の余震分布、反射法弾性波探査結果や地質構造を基にしたバランス断面法 (Kato et al., 2005b; Sato and Kato, 2005; Okamura et al., 2007 など) などの結果から、北部の地表付近では西傾斜約 30° (地下 5 km 以深では約 50°)、南部の地表付近では西傾斜約 50° と推定される (図 4、5)。

断層面の下端の深さは、地震発生層の下限 (後述) を目安とすると、北部、南部ともに 15 km

程度と推定される。断層面の幅は、地下深部の断層面の傾斜が不明なため、北部、南部ともに不明である。

(3) 断層の変位の向き（ずれの向き）（注10）

本断層帯は、東へ撓み下がる変位地形（鈴木ほか，2001；渡辺ほか，2006 など）や、上述のように反射法弾性波探査（Kato et al., 2005b；Sato and Kato, 2005；Okamura et al., 2007 など）やトレンチ壁面などに認められる地質構造（産業技術総合研究所，2006 など）などの特徴から判断すると、北部、南部ともに断層の西側が東側に対して相対的に隆起する逆断層であると考えられる。

2. 2 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）

<北部>

北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。

<南部>

南部の平均変位速度に関する資料として以下のものがある。

産業技術総合研究所（2006）は、本断層帯南部の南方に位置する南魚沼市欠之上（かけのうえ）において、ボーリング調査で認められた堆積面の変位とその形成年代から断層帯南部の平均上下変位速度を求めている（図6）。産業技術総合研究所（2006）は、約2万—約2万1千年前を示すV層基底に13.0 m、V層上面に11.5 m、約1万年前を示すIV層上面に8.5 mの高度差が認められることから、本地点の平均上下変位速度を約0.6—0.9 m/千年と求めている。

金（2001）は、本断層帯南部の南魚沼市五日町及び石打付近において、完新世の段丘面に認められる高度差を上下変位量とし、その形成年代から本断層帯の平均上下変位速度を求めている（図7）。金（2001）は南魚沼市五日町付近では約4千年前以後に形成された沖積面B、C及び約5千年前以前に形成された沖積面Aに4—5 mの変位が認められることから、平均上下変位速度を約0.8—1.0 m/千年と求めている。また、金（2001）は南魚沼市石打付近では約4千年前以後に形成された沖積面Bに平行した2列の断層崖にそれぞれ2 mの高度差が認められることから、これらを合算した値（計4 m）を沖積面Bの変位量として本地点の平均変位速度を約1.0 m/千年と求めている。さらに、約5千年前以前に形成された沖積面Aに10 mの高度差が認められることから、平均変位速度を約2.0 m/千年と求めている。これらのことから、金（2001）はこの付近の平均上下変位速度を約1.0—2.0 m/千年としている。

以上のことから、本断層帯南部の平均上下変位速度は約0.6—2.0 m/千年の範囲にあると推定される。なお、本断層帯南部で得られている平均上下変位速度の多くが約1.0 m/千年以下であることから、平均上下変位速度は約0.6—1.0 m/千年となる可能性もある。

(2) 活動時期

a) 地形・地質的に認められた過去の活動

<北部>

・小平尾地点（トレンチ調査）

六日町断層帯北部、六日町盆地西縁断層の北端部付近に位置する魚沼市小平尾で、中越地震に

より生じた地表地震断層が認められていること（鈴木ほか，2004；丸山ほか，2005；Maruyama et al., 2005）から、Maruyama et al. (2007) は、これを対象としてトレンチ調査を実施した。トレンチ壁面には、礫層、シルト層などを切る西傾斜を示す逆断層が認められた（図8）。

トレンチで認められた最新活動は2004年の中越地震である。しかしながら、この活動に伴う変位量は最大で上下方向に約20 cmであり、同トレンチで3層に認められる上下変位量（1.7–1.9 m）に比べ非常に小さい。ここで、中越地震と六日町断層帯北部の活動との関係については2つの可能性が考えられるため、以下に両論（ケース1、2）を併記する。ただし、これ以前に認められた2つの活動については、どちらのケースにおいても、本断層帯北部の過去の活動とした。

Maruyama et al. (2007) は、中越地震以前の活動として、3層以下の地層が断層変位を受け、人工改変を受けた2層に覆われることから、3層堆積以後、2層堆積以前に活動があったと推定している。3層のうち明らかに断層変位を受けている層準から約4千9百–4千6百年前を示す¹⁴C年代値（注11）が得られていることから、その活動時期を約4千9百年前以後であったとしている。

さらに、Maruyama et al. (2007) は、これに先立つ活動として、8層と6層の変形に程度の差が認められること、7層が断層の下盤側付近でのみ厚く堆積していることから、8層堆積以後、6層堆積以前に活動があったと推定している。8層から約8千–7千7百年前、6層から約6千7百–6千4百年前を示す¹⁴C年代値（注11）が得られていることから、その前の活動時期を約8千年前以後、約6千4百年前以前であったとしている。

さらに、Maruyama et al. (2007) は、10層から8層までの間には断層を挟んだ堆積物に層厚の差が認められていないことから、この間に断層活動はなかったと推定している。

・ケース1

上述のように、本トレンチにおける中越地震の活動に伴う変位量はそれ以前の活動の変位量に比べ有意に小さいことから、この活動は本断層帯北部の最新活動ではないと判断した。

以上のことから、本地点の最新活動時期は約4千9百年前以後であったと推定される。これに先立つ活動は約8千年前以後、約6千4百年前以前であったと推定される。

・ケース2

2. 2 (2) b) に示す理由から、本地点の最新活動時期は2004年の中越地震である。これ以前の活動については、今回の中越地震のようにトレンチ調査では明瞭な変位として確認できない可能性もあるが、これまでの手法によって認められた活動を本地点の過去の活動とした場合、1つ前の活動は約4千9百年前以後であったと推定され、さらに前の活動は約8千年前以後、約6千4百年前以前であったと推定される。

<南部>

・野田地点（トレンチ調査）

六日町断層帯南部の中部付近に位置する南魚沼市野田では、低位段丘面（A2面）と沖積低地との境界に連続する低崖が認められ、その基部に断層が推定されている（鈴木ほか，2001など）。産業技術総合研究所（2006）は、低位段丘面（A2面）と沖積低地との境界付近でトレンチ調査を実施した。トレンチ壁面には腐植土層、ローム質砂層、砂礫層などを撓曲変形させる西傾斜の逆断層が認められた（図9）。

産業技術総合研究所（2006）は、II層（ローム質砂層）以下の地層が撓曲変形を受けているこ

とから、II層堆積後に活動があったと推定している。II層中部の腐植混じりロームから約5千5百年–5千4百年前を示す¹⁴C年代値（注11）が得られていることから、その活動時期を約5千5百年前以後と推定している。

以上のことから、本地点の活動時期は約5千5百年前以後であったと推定される。

なお、産業技術総合研究所（2006）は、II層とIII層の間に傾斜の変化が認められることからこの間にも活動があった可能性を指摘している。しかしながら、この傾斜の変化が不明瞭であることから、ここでは採用しないこととした。

・欠之上地点（トレンチ・ボーリング調査）

産業技術総合研究所（2006）は、六日町断層帯南部の中南部に位置する南魚沼市欠之上で、段丘面（L1面）に認められる断層崖の基部においてトレンチ及びボーリング調査を実施した。トレンチ壁面には、礫層が腐植土層に衝上する構造が認められた（図10）。

産業技術総合研究所（2006）は、II層（黒色腐植土層）以下の地層が断層変位を受けI層に覆われていることから、II層堆積後、I層堆積前に活動があったと推定している。II層からは約2千9百–2千8百年前を示す¹⁴C年代値（注11）が得られていることから、その活動時期を約2千9百年前以後と推定している。

以上のことから、本地点の活動時期は約2千9百年前以後であったと推定される。

なお、産業技術総合研究所（2006）は、同地点のボーリング調査結果からIV層（段丘面構成層）基底面に約11.5mの高度差が認められ、IV層上面の高度差と約3mの違いがあることから、IV層堆積後に複数回の活動を指摘している。しかしながら、IV層基底面の形状が不明であることから、ここでは採用しないこととした。

・小栗山（こぐりやま）地点（ボーリング調査）

六日町断層帯南部の中南部に位置する南魚沼市小栗山で、地形改変前に断層の存在が指摘されている（鈴木ほか，2001）ことから、産業技術総合研究所（2006）は、これを横断するボーリング調査を実施し、ボーリングコアに認められる層理面の傾斜角とその試料から得られた年代値から地質構造の違いを見だし、これを断層活動によるものとして活動時期を推定した（図11）。

産業技術総合研究所（2006）は、KG-2とKG-3間で対比される約7千5百年前を示す層準の傾斜が現在の地形の傾斜に比べ大きいことから、この層準の堆積後の活動を指摘している。

以上のことから、本地点の活動時期は、約7千5百年前以後であった可能性がある。

なお、産業技術総合研究所（2006）は、約7千5百年前を示す層準とその下位の約9千2百–9千1百年前を示す層準との間の傾斜の違いから、この間にも活動があった可能性を指摘している。しかしながら、この層準の年代はKG-3孔のみで得られた値であること、約7千5百年前を示す層準との傾斜の違いは、褶曲構造などによって1回の活動で形成された可能性も考えられることから、ここでは採用しないこととした。

・石打地点（トレンチ調査）

産業技術総合研究所（2006）は、六日町断層帯南部の南端付近に位置する南魚沼市石打で、低位段丘面および扇状地面上に認められる東側低下の撓曲崖を挟んでトレンチ調査を実施した。トレンチ壁面には、河川性の礫層、砂層、旧表土からなる互層などを切る西傾斜の逆断層が認めら

れた（図 12）。

産業技術総合研究所（2006）は、北側壁面で断層が IIa 層（風成ローム層）を変位させ I 層（腐植土層）に覆われることから、IIa 層堆積後、I 層堆積前に最新活動があったと推定している。IIa 層の下位にあたる IVa 層の腐植土からは約 4 千 6 百 - 4 千 5 百年前、I 層最下部の腐植土からは約 2 千 2 百 - 2 千年前を示す ^{14}C 年代値（注 11）が得られていることから、その活動時期は約 4 千 6 百年前以後、約 2 千年前以前であったとしている。

また、1 つ前の活動について、産業技術総合研究所（2006）は V 層（含礫腐植土層）と IVe 層（含礫極細砂）の間で変位量や変形の程度に差が認められること、V 層が全体的に均一な層厚であるのに対して、IVf 層（砂礫）が変形構造の低下側のみ分布していることなどから、この間にも活動があった可能性を指摘している。V 層の腐植土からは約 9 千 2 百 - 9 千 1 百年前、IVe 層に含有する腐植質なシルトからは約 9 千 3 百 - 9 千 1 百年前を示す ^{14}C 年代値（注 11）が得られていることから、その活動時期を約 9 千 2 百年前以後、約 9 千 1 百年前以前としている。

以上のことから、本地点の最新活動時期は、約 4 千 6 百年前以後、約 2 千年前以前であったと推定される。また、これに先立つ活動は、約 9 千 2 百年前以後、約 9 千 1 百年前以前であった可能性がある。なお、この活動に伴う変位量や変形は、最新活動のそれと比べ、やや小さかった可能性もある。

b) 先史時代・歴史時代の活動

六日町断層帯の周辺では、1898 年、1904 年、1933 年にいずれもマグニチュード 6.1 の地震（宇佐美，2003）が発生しているが、本断層帯の活動を直接示すような被害地震は知られていない。また、本断層帯周辺では、少なくとも 17 世紀初頭から地震の記録があるが、本断層帯で発生したと考えられる被害地震の記述はない（宇佐美，2003）。

2004 年（平成 16 年）10 月 23 日、新潟県中越地方を震源とするマグニチュード 6.8 の中越地震が発生し、本断層帯北部周辺一帯に甚大な被害が生じた。地震のメカニズムは本震の発震機構や余震分布から北西 - 南東圧縮の逆断層型であり、メカニズム解の節面は北東 - 南西方向を向いており、周辺の活断層の一般走向や余震分布と調和的である。その余震は北東から南西方向に伸びる約 30 km の魚沼丘陵の範囲に分布する。また、この地震では本断層帯北部を構成する小平尾断層及び六日町盆地西縁断層の一部に沿って地表地震断層が出現した（鈴木ほか，2004；丸山ほか，2005；Maruyama et al., 2005 など）。

・ケース 1

中越地震の地震活動は本震 - 余震型で推移し、その余震は本震直後からかなり多く発生し、その回数は過去の主な地震（平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震など）と比べても多い。しかし、余震分布を示す断面図（図 3）から検討すると、中越地震の余震分布は小平尾断層の北西方に集中し、本断層帯北部を構成する六日町盆地西縁断層（南魚沼市浦佐以北の部分）上にはあまり認められないこと、断層直下の比較的浅い部分（新発田 - 小出線）に余震がほとんど認められないこと、地表地震断層の出現がごく一部で、その変位量も小さいことなどから、本断層帯周辺の歪みは解放されていない可能性がある。

これらのことから、中越地震は本断層帯北部の固有規模の地震としての最新活動ではないと判断した。ただし、六日町盆地西縁断層の深部延長では中越地震の最大余震（M6.5：図 3 の番号 4 の地震）が発生しており、この地震により六日町断層帯北部の一部が活動した可能性がある。

また、17世紀初頭以後にこの断層帯で発生したと考えられる被害地震は知られておらず、最近約4百年間は活動していないと考えられる。

以上の検討結果から、北部の最新活動時期は、約4千9百年前以後、約16世紀以前、1つ前の活動時期は、約8千年前以後、約6千4百年前以前であったと推定される(図14-1)。

・ケース2

中越地震からは、地震観測結果などの地球物理学的な資料が数多く得られている。六日町盆地西縁断層の北端に位置する小平尾地点のトレンチやその周辺の地表では中越地震による地変が認められている。後述のGPS解析や震源過程解析から求めた推定震源断層面上における最大すべり量は、約1.7mと求められている(図13:国土地理院, 2005; 今給黎・西村, 2006など)。さらに、余震の地震モーメント(M_0)を合算したモーメントマグニチュード(M_w)は6.6から6.7程度で、気象庁マグニチュード(M_j)では7.2程度となることと、中越地震の余震分布などから推定される震源域において地震波解析などから推定された断層運動は地震発生層全体に及んでいることから、六日町断層帯北部周辺に蓄積された歪みは中越地震で解消されたと判断した。

これらのことから、ここでは、中越地震により断層帯北部の応力が解放されたものとして、2004年の中越地震を断層帯北部の最新活動として扱った。

また、17世紀初頭以後にこの断層帯で発生したと考えられる被害地震は知られておらず、最近約4百年間は活動していないと考えられる。

以上の検討結果から、北部の最新活動時期は、2004年の中越地震であると判断した。これ以前の活動について、1つ前の活動は、約4千9百年前以後、約16世紀以前、2つ前の活動時期は、約8千年前以後、約6千4百年前以前であったと推定される(図14-2)。しかし、トレンチ調査では中越地震の活動の痕跡がほとんど把握できないため、過去の同様な活動が把握できていない可能性がある。したがって、これら以外の活動があった可能性を否定できない。

南部の最新活動時期は、約2千9百年前以後、約2千年前以前であったと推定され、1つ前の活動時期は、約9千2百年前以後、約9千1百年前以前であった可能性がある(図14-1、図14-2)。

(3) 1回の変位量(ずれの量)

<北部>

・ケース1

Maruyama et al. (2007) は、魚沼市小平尾における六日町盆地西縁断層のトレンチ調査結果から、断層を挟んだ5層の上面及び下面の高度差が1回の活動によるものであるとし、このことから、六日町断層帯北部の1回の活動に伴う上下変位量を約1.7–1.9 mと求めている(図8)。

以上のことから、北部の1回の活動に伴う上下変位量は2 m程度の可能性がある。

・ケース2

中越地震の震源過程解析による断層面上におけるすべり量について、いくつかの報告がある。断層面上の最大すべり量について、国土地理院(2005)、今給黎・西村(2006)は、水準測量結果及びGPS観測を用いた解析から、最大すべり量を約1.7 mとしている(図13)。

またこれらの値は、推定された断層長(30 km程度、地震後24時間の余震分布の広がり)から後述の松田(1975)の経験式(1)および(2)を用いて求められる1回の変位量(2.4 m)及びMaruyama et al. (2007)が実施した魚沼市小平尾でのトレンチ調査結果(約1.7–1.9 m)と概ね

調和的である。

以上のことから、北部の1回の活動に伴う上下変位量は2m程度の可能性がある。

<南部>

産業技術総合研究所(2006)は、南魚沼市石打でのトレンチ調査結果から、トレンチ壁面で認められる1回の活動に伴う上下変位量を3m以上としている(図12)。また、断層帯の撓曲の幅を考慮すると、本地点における1回の活動に伴う上下変位量はこれを上回ると考えられる。

以上のことから、南部の1回の活動に伴う上下変位量は3m以上であった可能性がある。

(4) 活動間隔

<北部>

・ケース1

六日町断層帯北部の最新活動時期は約4千9百年前以後、16世紀以前で、1つ前の活動時期は約8千年前以後、約6千4百年前以前であったと推定される。ここで、最新活動の推定幅が大きいため、活動間隔の取りうる範囲も大きくなることから、最短側の平均活動間隔は1つ前の活動時期以後に1回の活動があったものとして、算出(6千4百年÷2)した。

以上のことから、北部の平均活動間隔は約3千2百-7千6百年であった可能性がある(図14-1)。

・ケース2

六日町断層帯北部の最新活動時期は2004年の中越地震である。1つ前の活動時期は約4千9百年前以後、16世紀以前、2つ前の活動時期は約8千年前以後、約6千4百年前以前であったと推定される。

以上のことから、北部の平均活動間隔は約3千2百-4千年であったと求められる。

ただし、堆積層が厚い地域では、今回評価した地震以外に、中越地震のような、地形・地質学的調査では過去の活動を認めることが困難な地震が発生している可能性がある。このことを考慮した場合、平均活動間隔は約3千2百-4千年もしくはそれ以下と推定される(図14-2)。

<南部>

六日町断層帯南部の最新活動時期は、約2千9百年前以後、約2千年前以前であったと推定され、1つ前の活動時期は、約9千2百年前以後、約9千1百年前以前であった可能性がある。

以上のことから、平均活動間隔は約6千2百-7千2百年であった可能性がある。

(5) 活動区間

前述のように、六日町断層帯は、活動時期の違いから北部と南部の2つの区間に分かれて活動していたと推定される。

しかしながら、本断層帯は松田(1990)の基準に基づくと1つの起震断層となることから、ある時は断層帯全体が1つの活動区間として活動した可能性もある。

(6) 測地観測結果

六日町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や2004年9月までの約7年

間のGPS観測結果では、断層帯の周辺ではほぼ東西方向の僅かな縮みが見られる。

中越地震前後のGPS観測によると、震源域南端付近の小千谷（おぢや）観測点（小千谷市）が約27 cm隆起し、震源域東側の守門（すもん）観測点（魚沼市）が北西へ約21 cm移動するなど、新潟県を中心に地殻変動が観測された。これらの観測結果は本震の発震機構と調和的である。

（7）地震観測結果

六日町断層帯付近では、2004年10月23日に中越地震（M6.8）が発生している。この地震（余震活動も含む）については詳細な解析がなされており、本震の震源の深さは約13 km、地震発生層の下限の深さは15 km程度であった。これ以前の活動も含め、本断層帯周辺の地震発生層の下限は15 km程度と考えられる。

中越地震では新潟県北魚沼郡川口町で震度7、小千谷市、長岡市（旧小国町、旧山古志村）で震度6強を観測したほか、東北地方から近畿地方にかけて震度6弱-1を観測した。その被害は、死者68名（平成21年1月13日現在；総務省消防庁調べ）をはじめ、東山丘陵を中心とした既存の地すべり地域で地すべり土塊が崩落して大きな土砂災害が発生するなど、非常に大きなものとなった。また、その余震は本震直後からかなり多く発生し、その回数は過去の主な地震（平成7年（1995年）兵庫県南部地震など）と比べても多い。

2. 3 断層帯の将来の活動

（1）活動区間及び活動時の地震の規模

六日町断層帯は、過去の活動と同様に、北部と南部の2つの区間に分かれて活動すると推定される。したがって将来においても過去と同様に、2つの区間に分かれて活動すると推定される。

この場合、北部の長さが約22 kmであることから、松田（1975）の経験式（1）に基づくと、北部で発生する地震の規模はマグニチュード7.1程度の可能性がある。その際には断層近傍の地表面では断層の西側が東側に対して相対的に2 m程度高まる段差や撓みが生じる可能性がある。

南部は、長さが約30 kmであることから、松田（1975）の経験式（1）に基づくと、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。その際には断層近傍の地表面では断層の西側が東側に対して相対的に3 m以上高まる段差や撓みが生じる可能性がある。

六日町盆地断層帯全体が同時に活動する場合には、全長が約52 kmとなることから、松田（1975）の経験式（1）に基づくと、マグニチュード7.7程度の地震が発生すると推定される。

用いた経験式は松田（1975）による次の式である。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。

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

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

（2）地震発生の可能性

・ ケース 1

北部では、平均活動間隔が約3千2百-7千6百年と求められている。しかし、最新活動時期が約4千9百年前以後、16世紀以前と十分に絞込まれていないため、上述のような規模の地震が発生する確率を更新過程（地震の発生確率が時間と共に変動するモデル）を用いて評価することはできない。

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）は、地震の発生確率を求めるにあたって、通常の活断層評価で用いている更新過程が適用できない場合には、特殊な更新過程であるポアソン過程（地震の発生時期に規則性を考えないモデル）を適用せざるを得ないとしている。本断層帯における平均活動間隔が約3千2百－7千6百年であることを基に、ポアソン過程を適用して求めると、今後30年以内、50年以内、100年以内及び300年以内の発生確率は、それぞれ0.4%－0.9%、0.7%－2%、1%－3%及び4%－9%となる（表2）。

信頼度の低い平均活動間隔を用いた計算結果であることに十分留意する必要があるが、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となる。

なお、中越地震の最大余震が本断層帯北部の深部延長で発生していることから、この地震により一定の応力が解放されている可能性がある。しかし、中越地震により、六日町断層帯では活動を促進する方向の静的応力変化が生じたという指摘（長・桑原、2007など）もあり、中越地震およびその最大余震の発生が将来の地震発生確率に与える影響を定量的に評価することが困難なため、ここで示した確率は、このことを考慮していないことに留意が必要である。

・ケース2

六日町断層帯北部の平均活動間隔は約3千2百－4千年もしくはそれ以下と求められている。これに対して、最新活動時期は2004年の中越地震であり、我が国の主な活断層の平均的な活動間隔と比べ非常に短い時間しか経過していないことから、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率はほぼ0となる。

また、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、断層帯北部とした今回の震源域で今回評価したような地震が今後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。

南部では、最新活動時期が約2千9百年前以後、約2千年前以前、平均活動間隔が約6千2百－7千2百年であることから、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率は、0.3－0.5となる。また、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、それぞれほぼ0%－0.01%、ほぼ0%－0.02%、ほぼ0%－0.05%、ほぼ0%－0.3%となる。また、現在までの集積確率は、ほぼ0%－0.08%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。

本断層帯全体が同時に活動する場合の地震発生確率は、北部あるいは南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。

3. 今後に向けて

中越地震と本断層帯北部との関係については、この地震が本断層帯北部の最新活動と言えるかどうかという点でいまだ議論があり、中越地震で本断層帯周辺の歪みが全て解消できたか判断することができなかった。このため、将来の活動についても2ケースを想定せざるを得ず、地震発生確率なども2つの可能性が生じている。

ケース1の場合、中越地震は北部の最新活動とは言えないと判断しているが、中越地震が本断

層帯の活動に与えた影響を評価できていない。また、最新活動時期が平均活動間隔に比べて年代幅の広い評価となっているため、将来の地震発生確率も信頼度の低い評価となっている。

ケース2の場合、中越地震を北部の最新活動として扱ったが、過去に起きた中越地震と同様な地震活動を見落としている可能性がある。

地震調査研究推進本部発足以来、全国の基盤的調査観測が充実したことにより、地震調査研究は一定の成果を挙げてきている。今後は、これら調査観測で得られた地震現象に関する成果を将来の地震活動評価により結び付けていくことが求められている。具体的には、地表及び地下の活構造の把握、ひとまわり規模が小さく地表では評価が困難な地震の活動範囲や周期性の推定、連動可能性を視野に置いた震源断層相互関係の把握、震源断層面の変位量と地表変状との関連性の検証など、長期評価を視野に収めた調査研究とそれらに基づいたより高度な評価を行う手法を確立する事が重要である。その上で断層帯北部の将来の活動可能性を明確にする必要がある。

六日町断層帯南部では、平均上下変位速度が大きく幅を持った評価となっている。将来の活動をより明確にするために、より信頼度の高い活動履歴に関する資料を得ることが望ましい。

注10：「変位」を、1-2ページの本文、5-7ページの表1では、一般的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11：炭素同位体年代については、Ramsey (1995, 2001)、Reimer et al. (2004) 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。

文 献

阿部信太郎 (2006)：2004年新潟県中越地震震源域を横断する反射法地震探査とその地質構造解釈。月刊地球，号外，**53**，110-116。

Aoki, S., Nishi, M., Nakamura, K., Hashimoto, T., Yoshikawa, S. and Ito, H. M. (2005): Multi-Planar structures in the aftershock distribution of the Mid Niigata prefecture Earthquake in 2004. *Earth Planets Space*, **57**, 411-416.

青木重樹・西 政樹・中村浩二・橋本徹夫・吉川澄夫・伊藤秀美 (2006)：平成16年(2004年)新潟県中越地震の全体像。月刊地球，号外，**53**，34-41。

栗田泰夫・吉岡敏和 (2006)：断層・褶曲帯で発生した新潟県中越地震の長期的予測は可能であったか。月刊地球，号外，**53**，223-227。

長 郁夫・桑原保人 (2007)：応力トリガリング評価法の高度化のための基礎解析。活断層・古地震研究報告，**7**，273-292。

引間和人・瀬瀬一起 (2006)：強震記録から見た2004年新潟県中越地震本震・余震群の震源過程。月刊地球，号外，**53**，148-155。

Honda, R., Aoi, S., Morikawa, N., Sekiguchi, H., Kunugi, T. and Fujiwara, H. (2005): Ground motion and rupture process of the 2004 Mid Niigata Prefecture earthquake obtained from strong motion data of K-NET and KiK-net. *Earth Planets Space*, **57**, 527-532.

飯尾能久・松本 聡・片尾 浩・松島 健・大見士朗・澁谷拓郎・竹内文朗・植平賢司・西上欽

- 也・宮澤理稔・B. Enescu・廣瀬一聖・加納靖之・河野裕希・辰巳賢一・上野友岳・和田博夫・行竹洋平 (2006) : 2004 年新潟県中越地震の発生過程. 月刊地球, 号外, **53**, 217-222.
- 池田安隆 (2006) : 2004 年中越地震と活構造との関係. 月刊地球, 号外, **53**, 208-216.
- 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.
- 今給黎哲郎・西村卓也 (2006) : 地殻変動観測から見た新潟県中越地震の断層モデル. 月刊地球, 号外, **53**, 76-81.
- 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 (2004a) : 「2004 年 10 月 23 日新潟県中越地震の評価」. 18p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004b) : 「新潟県中越地方の地震活動の評価」. 14p.
- 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長期評価部会 (2005) : 「基盤的調査観測対象活断層の評価手法」. 106p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会 (2009) : 「六日町断層帯の位置・形状に関する新たな評価結果について」. 8 p.
- Kamae, K., Ikeda, T. and Miwa, S. (2005): Source model composed of asperities for the 2004 Mid Niigata Prefecture, Japan, earthquake ($M_{JMA}=6.8$) by the forward modeling using the empirical Green's function method. *Earth Planets Space*, **57**, 533-538.
- 笠原敬司 (2006) : 総論 ; 2004 年新潟県中越地震. 月刊地球, 号外, **53**, 5-12.
- Kato, A., Sakai, S., Hirata, N., Kurashimo, E., Nagai, S., Iidaka, T., Igarashi, T., Yamanaka, Y., Murotani, S., Kawamura, T., Iwasaki, T. and Kanazawa, T. (2005a): Short-term spatiotemporal variations in the aftershock sequence of the 2004 mid-Niigata prefecture earthquake. *Earth Planets Space*, **57**, 551-556.
- 加藤直子・越後智雄・佐藤比呂志・広神 2004 反射法地震探査グループ (2006) : 浅層反射法地震探査から見た 2004 年新潟県中越地震の断層モデル. 月刊地球, 号外, **53**, 103-109.
- Kato, N., Echigo, T., Sato, H., Tateishi, M., Ogino, S., Sakai, S., Toda, S., Koshiya, S., Ito, T., Toyoshina, T., Imaizumi, T., Kato, H. and Abe, S. (2005b): Geologic fault model based on the high-resolution seismic reflection profile and aftershock distribution associated with the 2004 Mid-Niigata Prefecture earthquake (M6.8), central Japan. *Earth Planets Space*, **57**, 447-452.
- 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.
- 金 幸隆 (2001) : 六日町盆地北西縁の活断層. 第四紀研究, **40**, 161-168.
- 金 幸隆 (2004) : 魚沼丘陵の隆起過程と六日町断層の活動累積. 活断層研究, **24**, 63-75.
- Kim, H. Y. and Okada, A. (2005): Surface deformations associated with the October 2004 Mid-Niigata earthquake: Description and discussion. *Earth Planets Space*, **57**, 1093-1102.
- 国土地理院 (2005) : 北陸地方の地殻変動. 地震予知連絡会会報, **73**, 269-317.
- Korenaga, M., Matsumoto, S., Iio, Y., Matsushima, T., Uehira, K. and Shibutani, T. (2005): Three dimensional velocity structure around aftershock area of the 2004 mid Niigata prefecture

- earthquake (M6.8) by the Double-Difference tomography. *Earth Planets Space*, **57**, 429-433.
- 桑原保人・今西和俊・武田哲也 (2005) : 新潟県中越地震の震源隣接域における微小地震観測. 地質ニュース, **607**, 34-38.
- 丸山 正・伏島祐一郎 (2006) : 平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震に伴い地表に出現した地震断層. 月刊地球, 号外, **53**, 97-102.
- 丸山 正・伏島祐一郎・吉岡敏和・栗田泰夫 (2005) : 平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震に伴い地表に現れた地震断層の性状. 地質ニュース, **607**, 9-12.
- Maruyama, T., Fusejima, Y., Yoshioka, T., Awata, Y. and Matsu'ura, T. (2005): Characteristics of the surface rupture associated with the 2004 Mid Niigata Prefecture earthquake, central Japan and their seismotectonic implications. *Earth Planets Space*, **57**, 521-526.
- Maruyama, T., Iemura, K., Azuma, T., Yoshioka, T., Sato, M. and M., Miyawaki, R. (2007): Paleoseismological evidence for non-characteristic behavior of surface rupture associated with the 2004 Mid-Niigata Prefecture earthquake, central Japan. *Tectonophysics*, **429**, 45-60.
- Matsumoto, S., Iio, Y., Matsushima, T., Uehira, K. and Shibutani, T. (2005): Imaging of S-wave reflectors in and around the hypocentral area of the 2004 mid Niigata Prefecture Earthquake (M6.8). *Earth Planets Space*, **57**, 557-561.
- 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.
- 宮地良典・木村克己・国松 直・竿本英貴・吉田邦一・小松原琢・吉見雅行 (2005) : 2004 年 10 月 23 日新潟県中越地震における液状化現象 (速報). 地質ニュース, **607**, 29-33.
- 宮内崇裕・渡辺満久・山口 哲 (1998) : 六日町盆地西縁の活断層詳細位置図と第四紀後期の活動性評価. 日本地震学会講演予稿集, **2**, 116.
- Miyazawa, M., Mori, J., Iio, Y., Shibutani, T., Matsumoto, S., Katao, H., Ohmi, S. and Nishigami, K. (2005): Triggering sequence of large aftershocks of the Mid Niigata prefecture, Japan Earthquake in 2004 by static stress changes. *Earth Planets Space*, **57**, 1109-1113.
- 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・付図 1 葉・60p.
- 内藤博夫 (1965) : 新潟県十日町市付近の地形—魚沼地方の地形発達史についての若干の考察. 地理学評論, **38**, 613-629.
- Ohta, K., Watanabe, N. and Hayakawa, M. (2005): The observation of ULF emissions at Nakatsugawa in possible association with the 2004 Mid Niigata Prefecture earthquake. *Earth Planets Space*, **57**, 1103-1108.
- 岡田知己・海野徳仁・松澤 暢・中島淳一・内田直希・中山貴史・平原 聡・柳沼 直・長谷川昭・浅野陽一・H. Zhang・C. H. Thurber (2005a) : DD トモグラフィによって推定された 2004 年新潟県中越地震の断層の微細構造. 月刊地球, 号外, **53**, 61-69.
- 岡田知己・海野徳仁・松澤 暢・中島淳一・内田直希・中山貴史・平原 聡・佐藤俊也・堀修一郎・河野俊夫・柳沼 直・長谷川昭・浅野陽一・H. Zhang・C. H. Thurber (2005b) : 稠密余震観測データを用いたダブル・ディファレンス・トモグラフィ法による 2004 年新潟県中越地震の震源断層のイメージング. 地震, 第 2 輯, **58**, 283-295.
- Okada, T., Umino, N., Matsuzawa, T., Nakajima, J., Uchida, N., Nakayama, T., Hirahara, S., Sato, T.,

- Hori, S., Kono, T., Yabe, Y., Ariyoshi, K., Gamage, S., Shimizu, J., Suganomata, J., Kita, S., Yui, S., Arao, M., Hondo, S., Mizukami, T., Tsushima, H., Yaginuma, T., Hasegawa, A., Asano, Y., Zhang, H. and Thurber, C. (2005): Aftershock distribution and 3D seismic velocity structure in and around the focal area of the 2004 mid Niigata prefecture earthquake obtained by applying double-difference tomography to dense temporary seismic network data. *Earth Planets Space*, **57**, 435-440.
- 岡田義光 (2006) : 新潟県中越地震と特定観測地域. 月刊地球, 号外, **53**, 228-232.
- 岡村行信 (2006) : 中越地震のテクトニクス的位置づけ. 月刊地球, 号外, **53**, 14-20.
- 岡村行信・柳沢幸夫 (2005) : 新潟県中越地震と地質構造との関係. 地質ニュース, **607**, 13-17.
- 岡村行信・石山達也 (2005) : 2004 年新潟県中越地震震源域での地質構造を用いた伏在断層モデルの作成. 活断層・古地震研究報告, **5**, 17-28.
- Okamura, Y., Ishiyama, T. and Yanagisawa, Y. (2007): Fault-related folds above the source fault of the 2004 mid-Niigata Prefecture earthquake, in a fold-and-thrust belt caused by basin inversion along the eastern margin of the Japan Sea. *J. of Geophys. Res.*, **112**, B03S08, doi:10.1029/2006JB004320.
- Ozawa, T., Nishimura, S., Wada, Y. and Ohkura, H. (2005): Coseismic deformation of the Mid Niigata prefecture Earthquake in 2004 detected by RADARSAT/InSAR. *Earth Planets Space*, **57**, 423-428.
- Ramsey, C. B. (1995): Radiocarbon Calibration and Analysis of Stratigraphy: The OxCal Program. *Radiocarbon*, **37**, 425-430.
- Ramsey, C. B. (2001): Development of the Radiocarbon Program OxCal. *Radiocarbon*, **43**, 355-363.
- Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Bertrand, C., Blackwell, P. G., Buck, C. E., Burr, G., Cutler, K. B., Damon, P. E., Edwards, R. L., Fairbanks, R. G., Friedrich, M., Guilderson, T. P., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, F. G., Manning, S., Ramsey, C. B., Reimer, R. W., Remmele, S., Southon, J. R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F. W., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C. E. (2004): IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, **46**, 1029-1058.
- 鷺谷 威 (2006) : 中越地震と歪み集中帯. 月刊地球, 号外, **53**, 82-89.
- 鷺谷 威・大園真子・西脇周平・太田雄策・山室友生・木股文昭・佐々木雅子 (2005) : 2004 年新潟県中越地震の震源域南部周辺における余効変動. 地震, 第2輯, **58**, 359-369.
- Sakai, S., Hirata, N., Kato, A., Kurashimo, E., Iwasaki, T. and Kanazawa, T. (2005): Multi-fault system of the 2004 Mid-Niigata Prefecture Earthquake and its aftershocks. *Earth Planets Space*, **57**, 417-422.
- 酒井慎一・加藤愛太郎・蔵下英司・平田 直・岩崎貴哉・金沢敏彦 (2006) : 緊急余震観測から見た 2004 年新潟県中越地震の断層面の分布. 月刊地球, 号外, **53**, 49-54.
- 産業技術総合研究所 (2006) : 六日町断層帯の活動性および活動履歴調査「基盤的調査観測対象断層帯の追加・補完調査」成果報告書. No.H17-3, 41p.
- Sato, H. and Kato, N. (2005): Relationship between geologic structure and the source fault of the 2004 Mid-Niigata Prefecture Earthquake, central Japan. *Earth Planets Space*, **57**, 453-457.
- 佐藤比呂志・加藤直子・越後智雄・荻野スミ子・立石雅昭・戸田 茂・加藤 一・越谷 信・豊島剛志・伊藤谷生・今泉俊文・阿部信太郎・鈴木規眞・三沢永一・小田 晋・楳原京子・小池太郎・赤井 智・野田克也 (2005) : 2004 年新潟県中越地震・地震断層出現域の浅層反射

- 法地震探査：データ取得と処理について．東大地震研彙報，**80**，1-9.
- 佐藤比呂志・加藤直子・須田茂幸・川中 卓（2006）：反射法地震探査による中越地震震源域周辺の地質構造．月刊地球，号外，**53**，117-124.
- Shibutani, T., Iio, Y., Matsumoto, S., Katao, H., Matsushima, T., Ohmi, S., Takeuchi, F., Uehira, K., Nishigami, K., Enescu, B., Hirose, I., Kano, Y., Kohno, Y., Korenaga, M., Mamada, Y., Miyazawa, M., Tatsumi, K., Ueno, T., Wada, H. and Yukutake, Y. (2005): Aftershock distribution of the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake derived from a combined analysis of temporary online observations and permanent observations. *Earth Planets Space*, **57**, 545-549.
- 汐見勝彦・小原一成（2006a）：中越地方のモホ面深度と地震発生場．月刊地球，号外，**53**，21-26.
- 汐見勝彦・小原一成（2006b）：レシーバ関数から推定される新潟県中越地方の地下構造の特徴．地震，第2輯，**58**，345-357.
- 白井哲之（1967）：魚野川下流地域の段丘地形からみた地盤運動について．地理学研究報告，**XI**，23-35.
- 鈴木康弘・東郷正美・渡辺満久・金 幸隆・佐藤尚登（2001）：1:25,000 都市圏活断層図「十日町」，国土地理院技術資料 D・1-No.388.
- 鈴木康弘・渡辺満久（2006）：新潟県中越地震の地表地震断層—地震断層認定の論理と回避すべき誤解—．月刊地球，号外，**53**，90-96.
- 鈴木康弘・渡辺満久・廣内大助（2004）：2004 年新潟県中越地震の地表地震断層．地学雑誌，**113**，861-870.
- 高浜信行・正井信雄（1983）：新潟堆積盆地東縁・魚沼丘陵北部の第四系 その2.構造運動．地球科学，**37**，136-146.
- 高野武男（1989）：新潟県魚沼地方の地形からみた地殻変動と六日町盆地の形成過程．地球科学，**43**，366-391.
- 東京大学地震研究所（2005）：2004 年新潟県中越地震．地震予知連絡会会報，**73**，318—326.
- 魚沼丘陵団体研究グループ（1978）：新潟県十日町市—南魚沼郡六日町地域の魚沼層群—新潟の第四系・その XXII. 新潟大学教育学部高田分校研究紀要，**23**，155-162.
- 上田圭一・井上大榮・鳥越祐司（2005）：2004 年新潟県中越地震震源域における上部新生界の変形機構—模型実験による基礎的検討—．地震，第2輯，**58**，309-327.
- 上嶋 誠・小川康雄・中越地震震源域電気伝導度構造研究グループ（2006）：2004 年新潟県中越地震震源域における比抵抗構造イメージング．月刊地球，号外，**53**，70-74.
- Uyeshima, M., Ogawa, Y., Honkura, Y., Koyama, S., Ujihara, N., Mogi, T., Yamaya, Y., Harada, M., Yamaguchi, S., Shiozaki, I., Noguchi, T., Kuwaba, Y., Tanaka, Y., Mochido, Y., Manabe, N., Nishihara, M., Saka, M. and Serizawa, M. (2005): Resistivity imaging across the source region of the 2004 Mid-Niigata Prefecture earthquake (M6.8), central Japan. *Earth Planets Space*, **57**, 441-446.
- 卜部厚志・片岡香子・本郷美佐緒・鈴木幸治（2006）：新潟県中越地震による建物被害分布からみた激震ゾーン．月刊地球，号外，**53**，126-131.
- 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.
- 渡辺満久・堤 浩之・鈴木康弘・金 幸隆・佐藤尚登（2001）：1:25,000 都市圏活断層図「小千谷」，国土地理院技術資料 D・1-No.388.

- 渡辺満久・鈴木康弘・伊藤武男 (2005) : 変動地形に基づく 2004 年中越地震の断層モデル. 地震, 第 2 輯, **58**, 297-307.
- 渡辺満久・堤 浩之・鈴木康弘・金 幸隆・佐藤尚登 (2006) : 1:25,000 都市圏活断層図「小千谷」, 国土地理院技術資料 D・1-No.450.
- 柳沢幸夫・茅原一也・鈴木尉元・植村 武・小玉喜三郎・加藤碩一 (1985) : 「十日町地域の地質」. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 104p.
- 柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・立石雅昭・茅原一也・加藤碩一 (1986) : 「小千谷地域の地質」. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 177p.
- 山下 昇 (1970) : 柏崎-銚子線の提唱. 島弧と海洋, 東海大学出版会, 179-191.
- Yamanaka, H., Motoki, K., Fukumoto, S., Takahashi, T., Yamada, N. and Asano, K. (2005): Estimation of local site effects in Ojiya city using aftershock records of the 2004 Mid Niigata Prefecture earthquake and microtremors. *Earth Planets Space*, **57**, 539-544.
- 山中浩明・元木健太郎・瀬尾和大・福元俊一・高橋寿幸・山田伸之・浅野公之・岩田知孝 (2006) : 2004 年新潟県中越地震の余震観測と微動観測. 月刊地球, 号外, **53**, 172-177.
- 吉見雅行・小松原琢・宮地良典・木村克己・吉田邦一・関口春子・佐伯昌之・尾崎正紀・中澤 努・中島 礼・国松 直・竿本英貴 (2005) : 2004 年 10 月 23 日新潟県中越地震被害調査-構造物被害と地形との関係. 地質ニュース, **607**, 18-28.

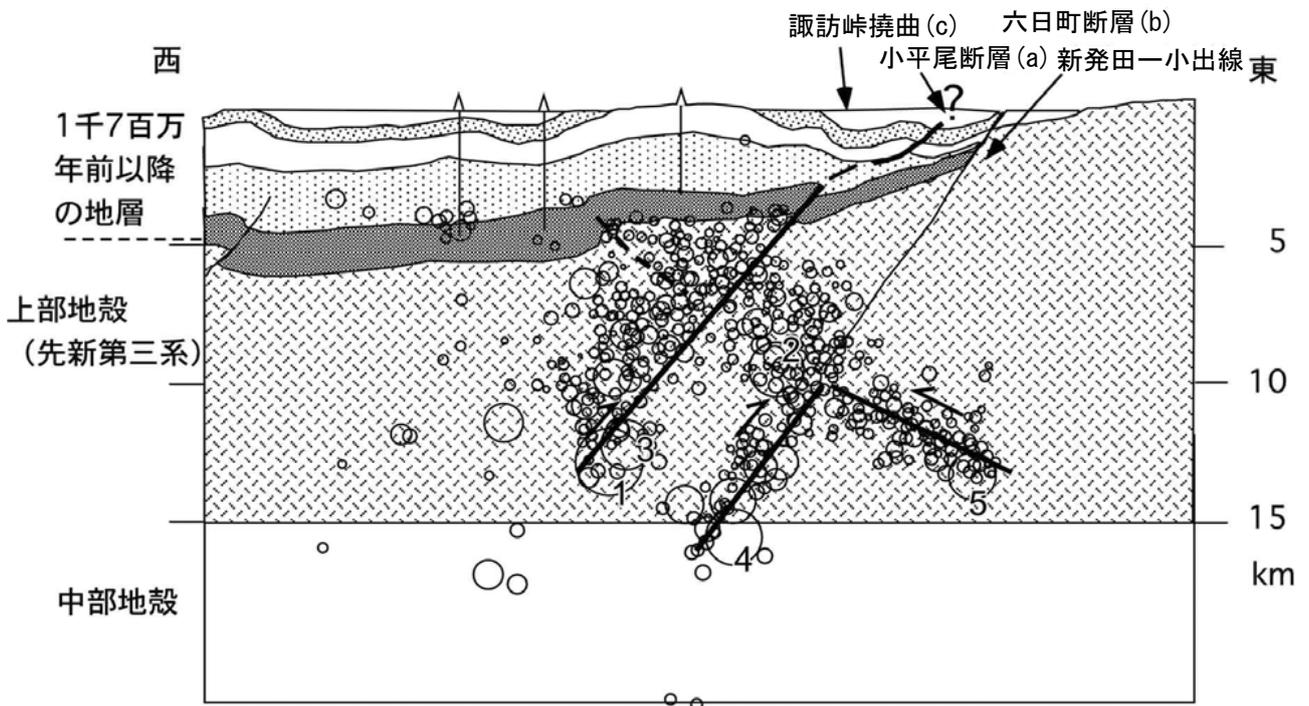
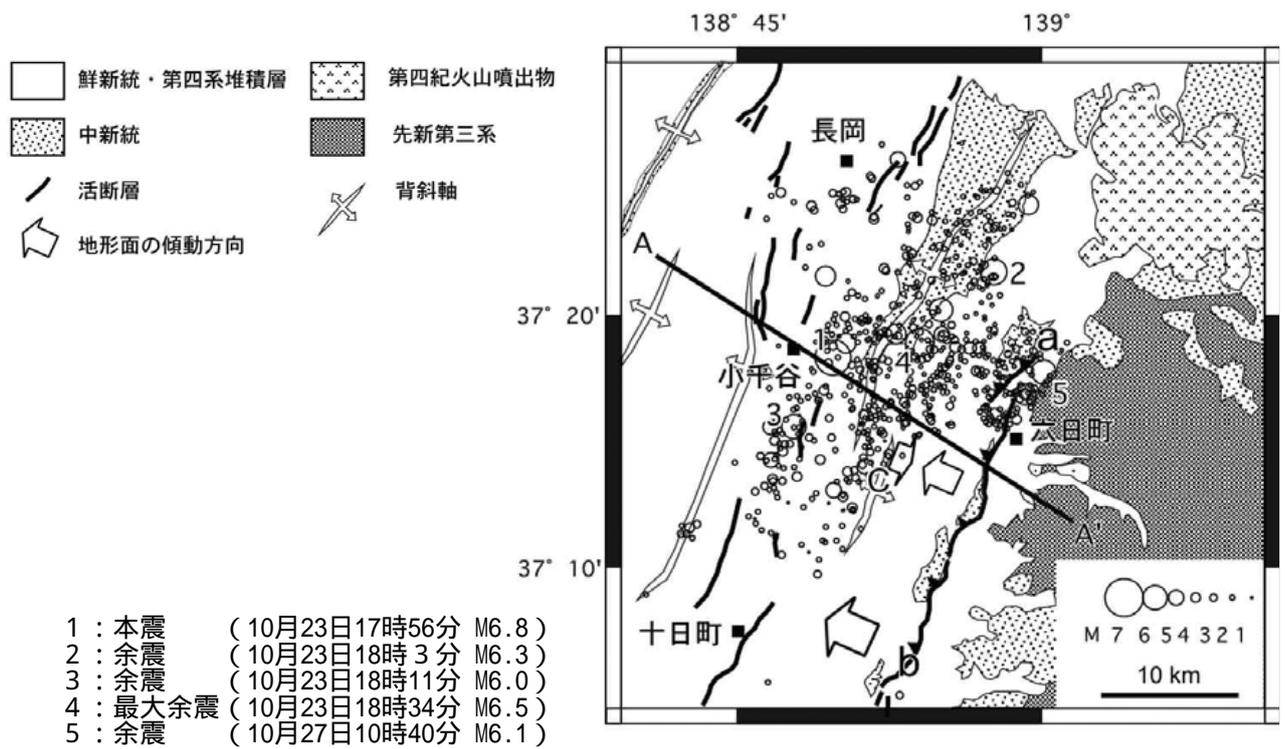


図3 中越地震の余震分布の平面図及び断面図
 (東京大学地震研究所, 2005に一部加筆)

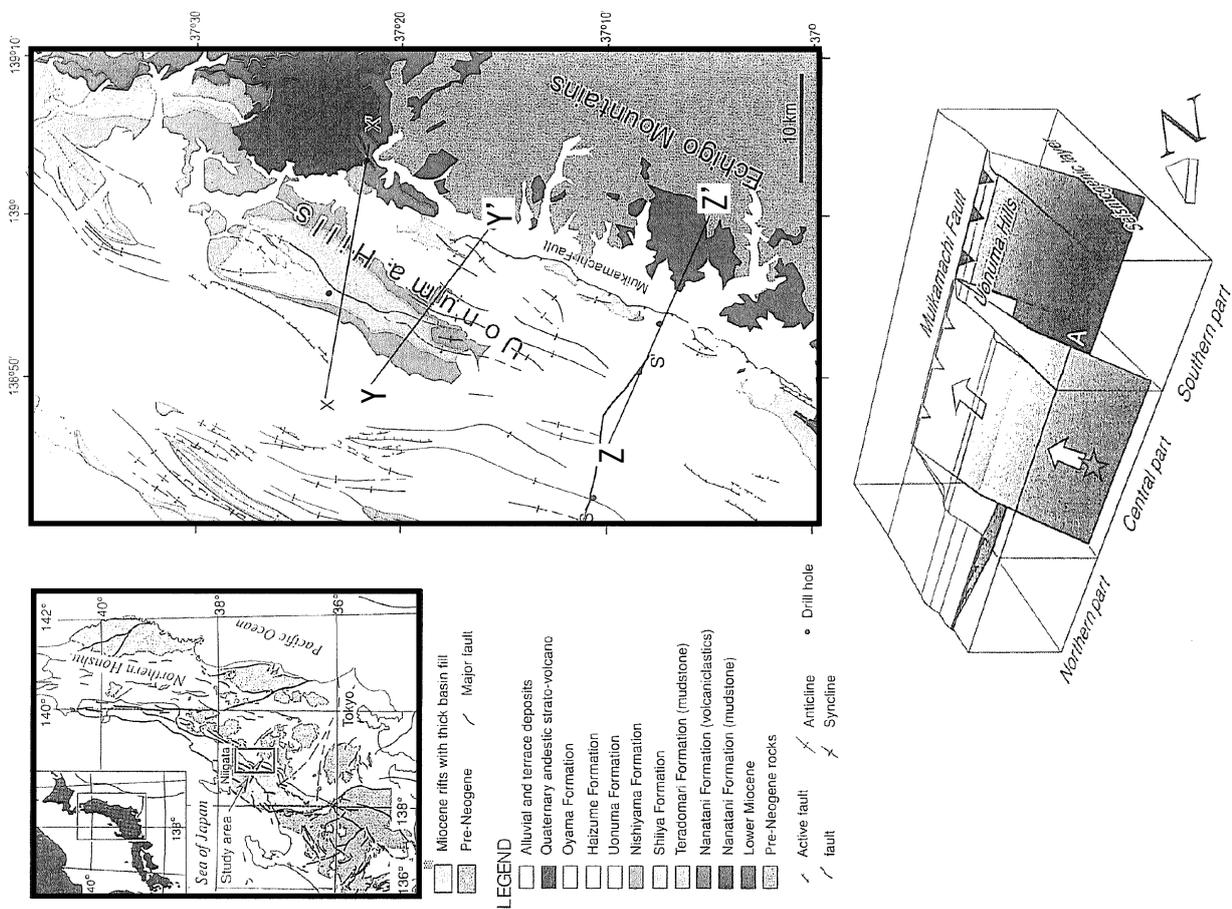
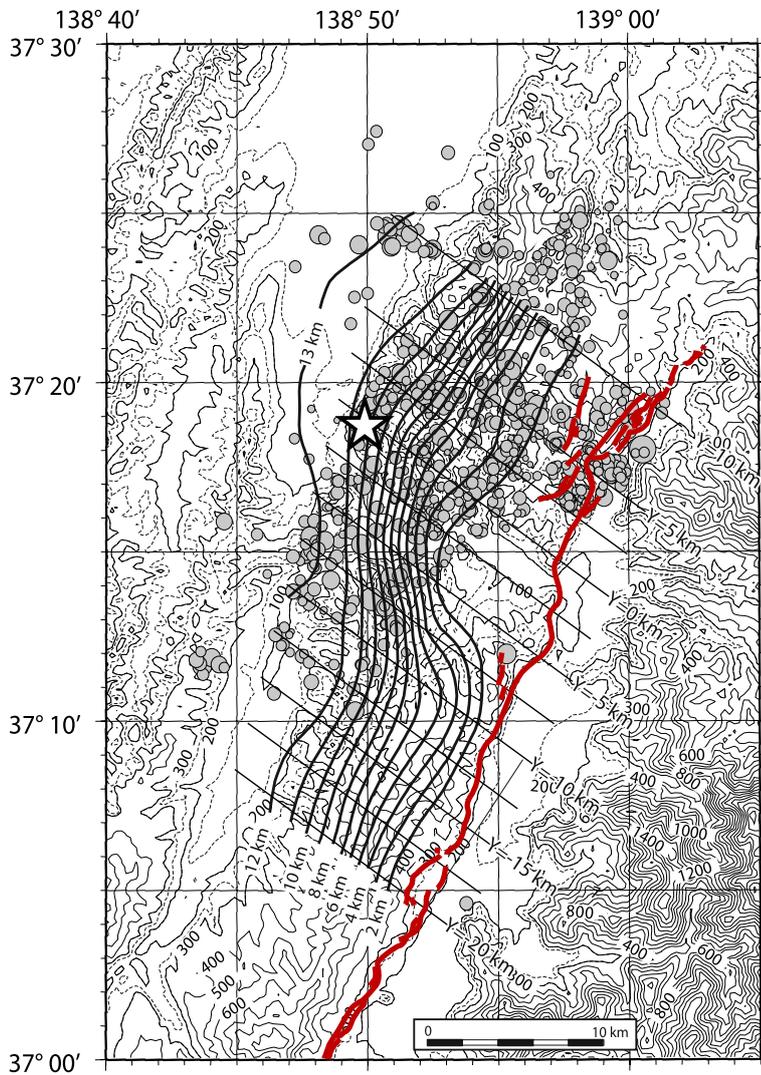
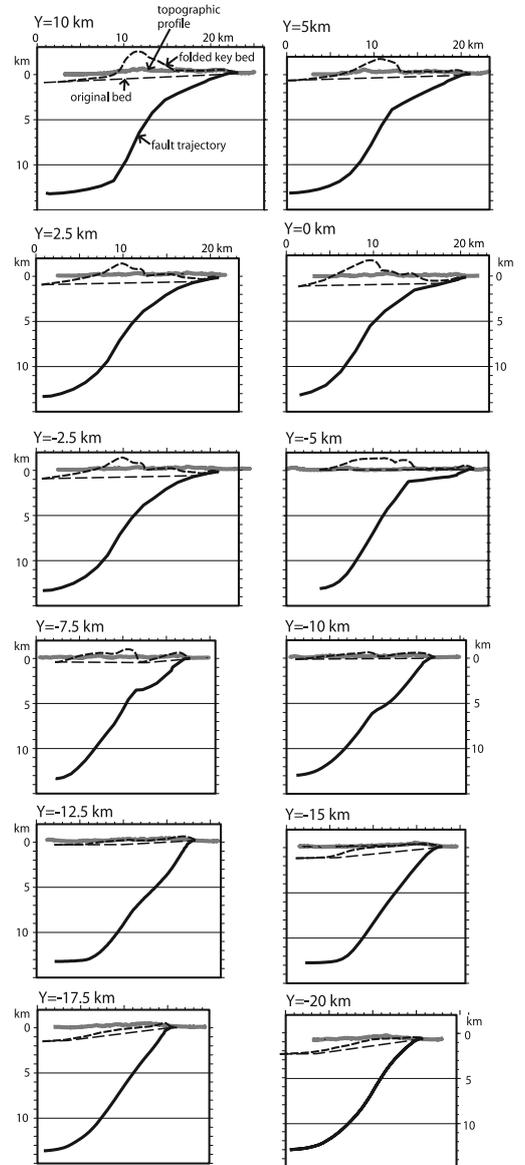


図4 六日町断層帯の地質構造及び断面 (Sato and Kato, 2005 (に一部加筆))



Depth contours of the fault surface constructed by the fault modeling. The fault plane bends twice from north to south: from NNE-SSW to N-S and then back to NNE-SSW. The main shock (star) is located on the convex northern bend, and the southern boundary of the aftershock (gray circles) area coincides with the southern concave bend.



Fault models along 12 cross sections.

図5 六日町断層帯の地質構造及び断面 (Okamura et al., 2007 に一部加筆)

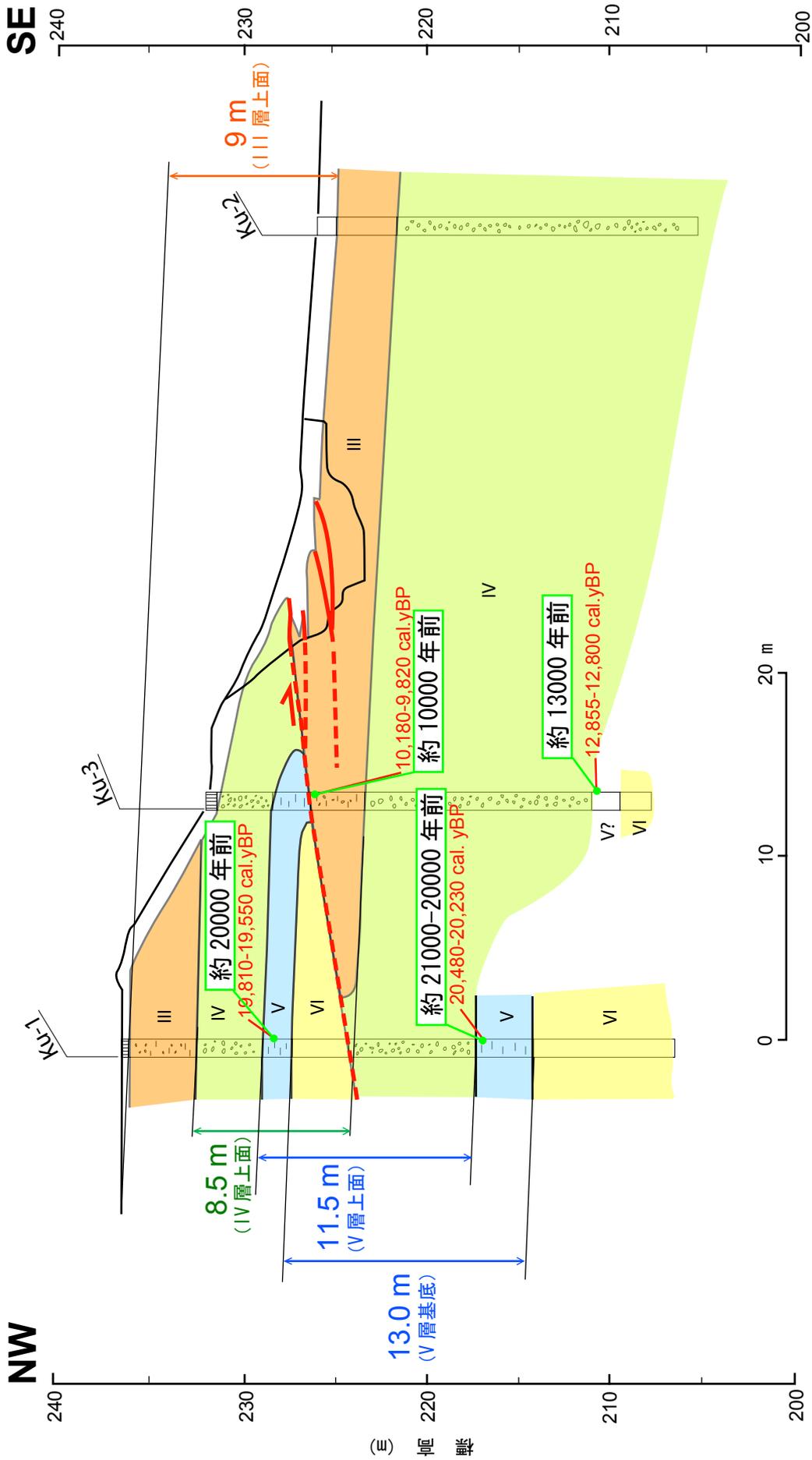
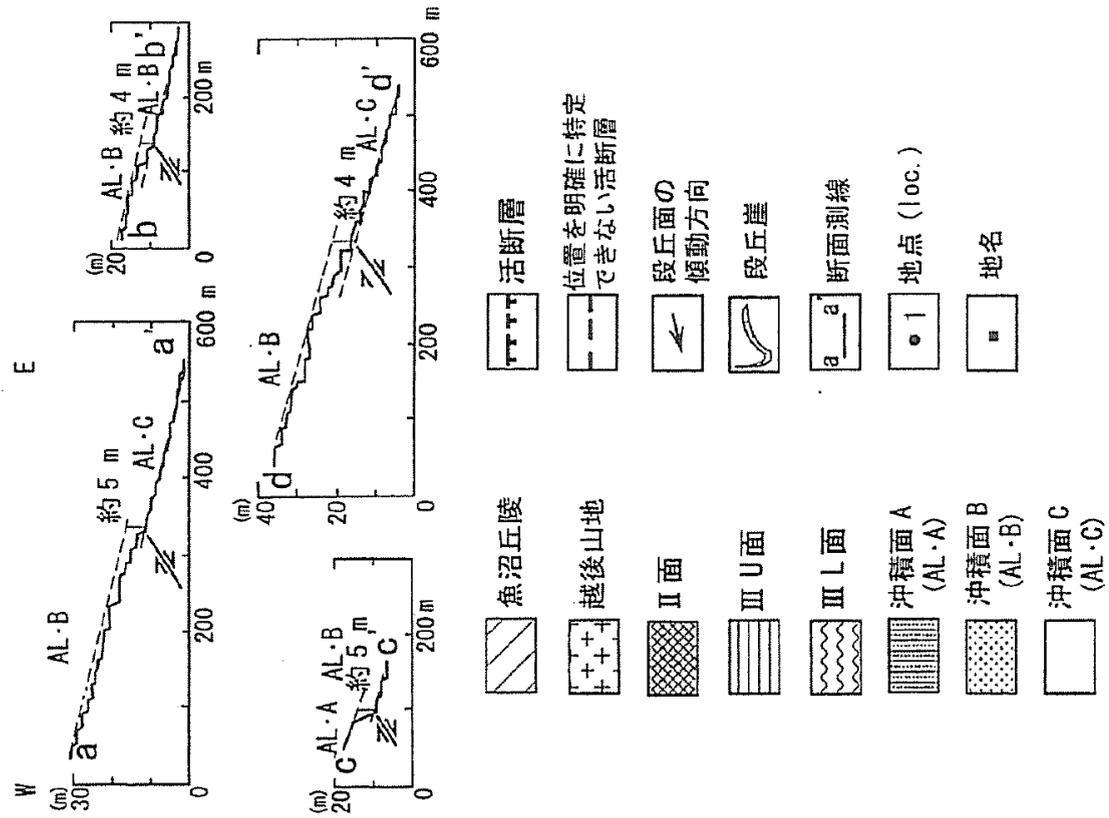
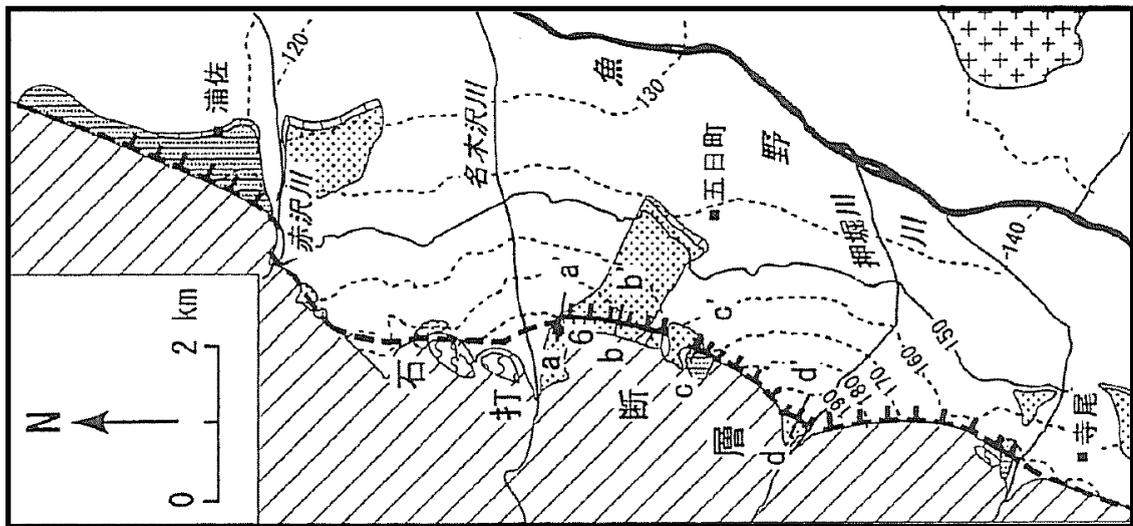
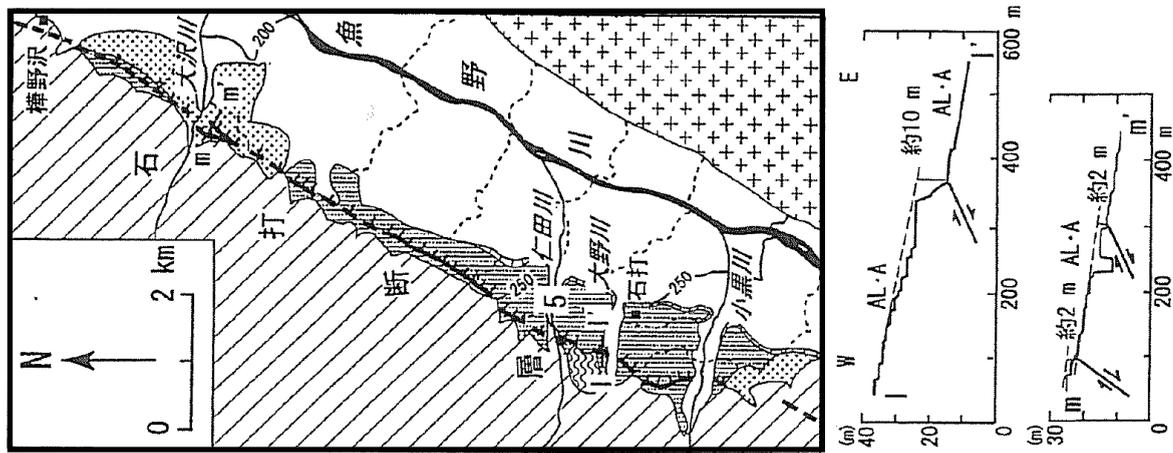


図6 欠之上地点の地質断面 (産業技術総合研究所, 2006 に一部加筆)

年代値は暦年補正 (注11 参照) 後の炭素同位体年代を、1000 年単位で図中 に示した。



m-m' 断面図ではAL-Aとしているが、地質図及び
 金(2001)の巻1ではAL-Bとしていることから本
 評価ではAL-B面と判断した

図7 六日町盆地西縁の地形分類と断層活動に伴う河成面の変形を示す地形断面 (金, 2001)

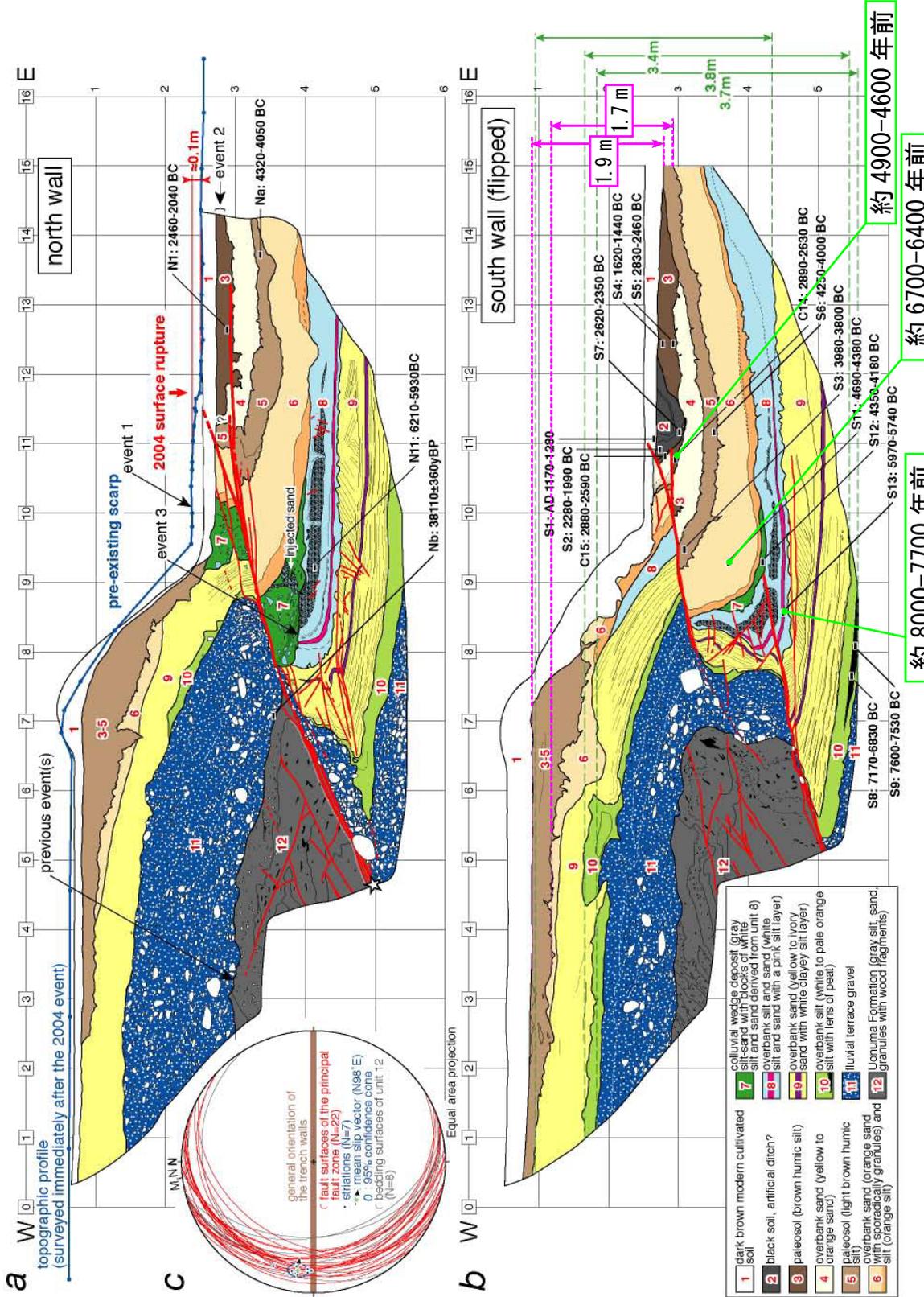


図 8 小平尾地点のトレンチスケッチと変位量の解釈 (Maruyama et al., 2007 に一部加筆)
年代値は暦年補正 (注11参照) 後の炭素同位体年代を、100年単位で図中 [] に示した。

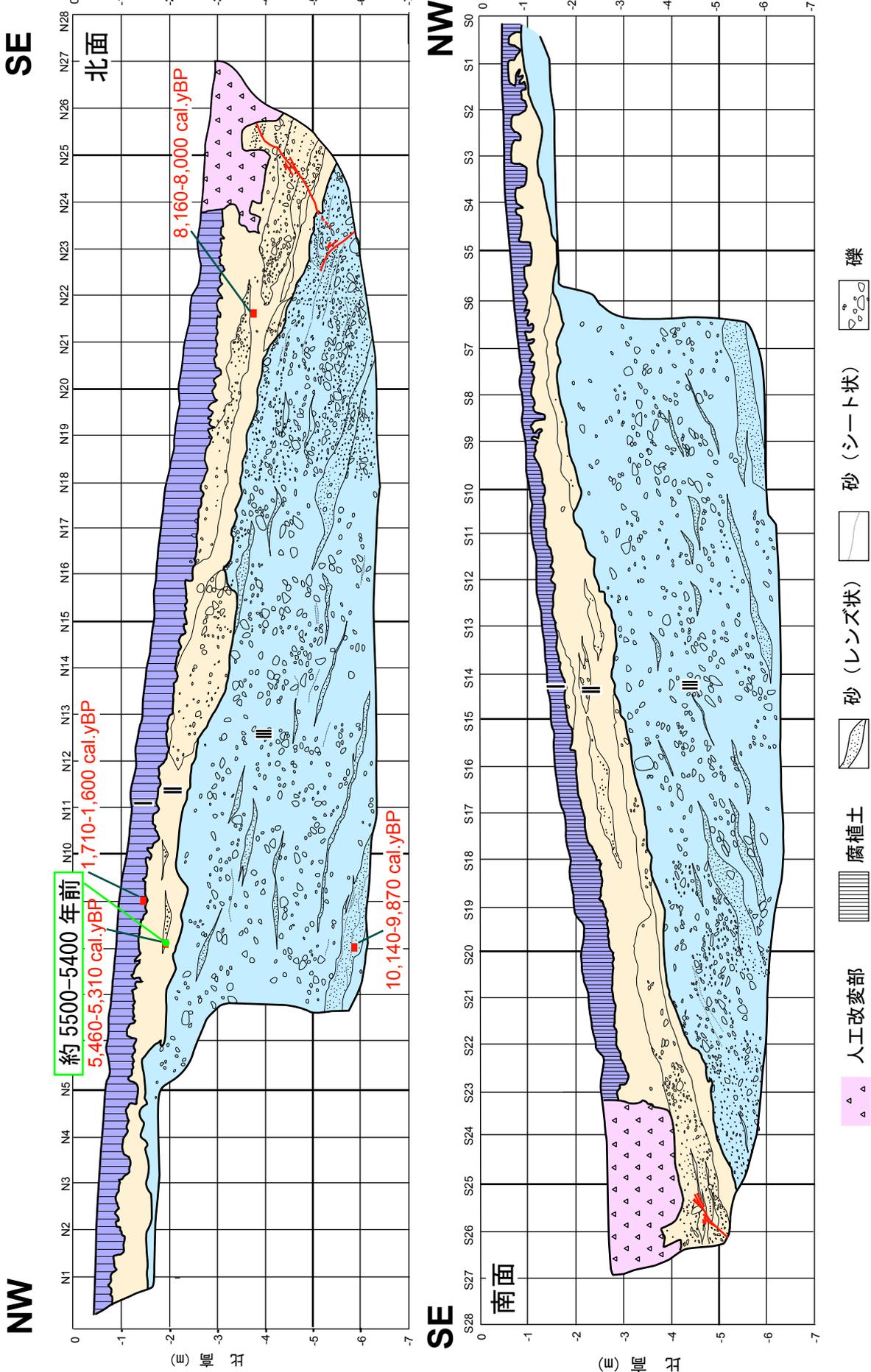


図9 野田地点のトレンチスケッチ (産業技術総合研究所, 2006 (に一部加筆)
年代値は暦年補正 (注 11 参照) 後の炭素同位体年代を、100 年単位で図中 に示した。

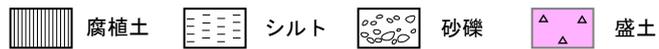
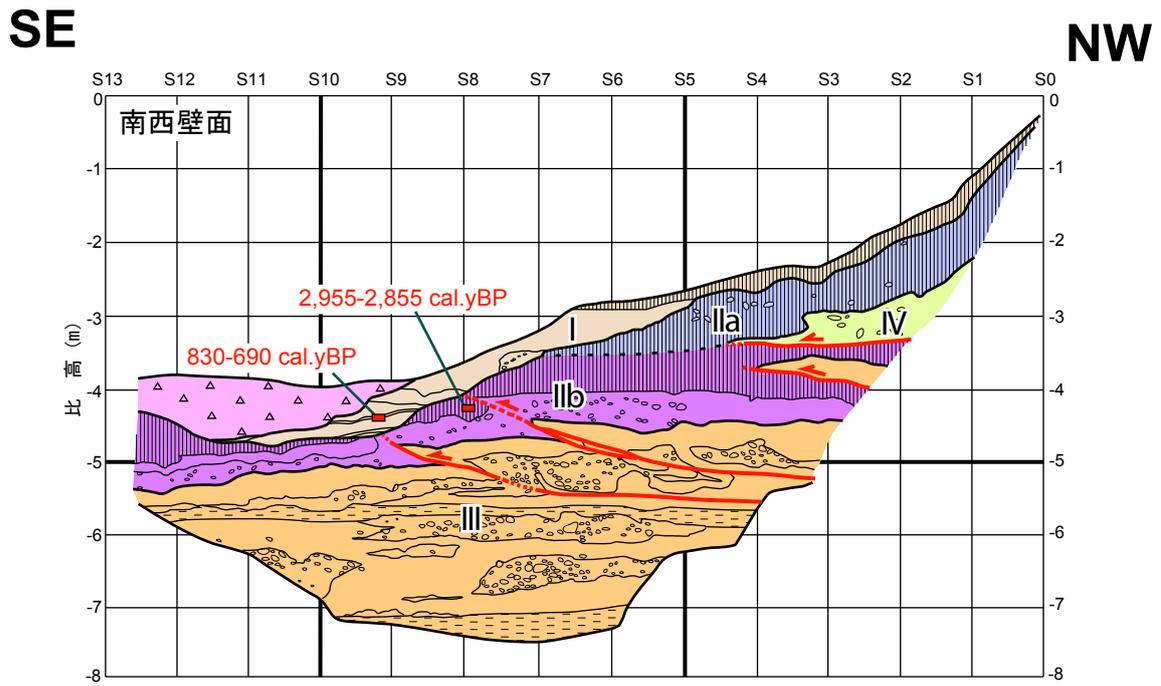
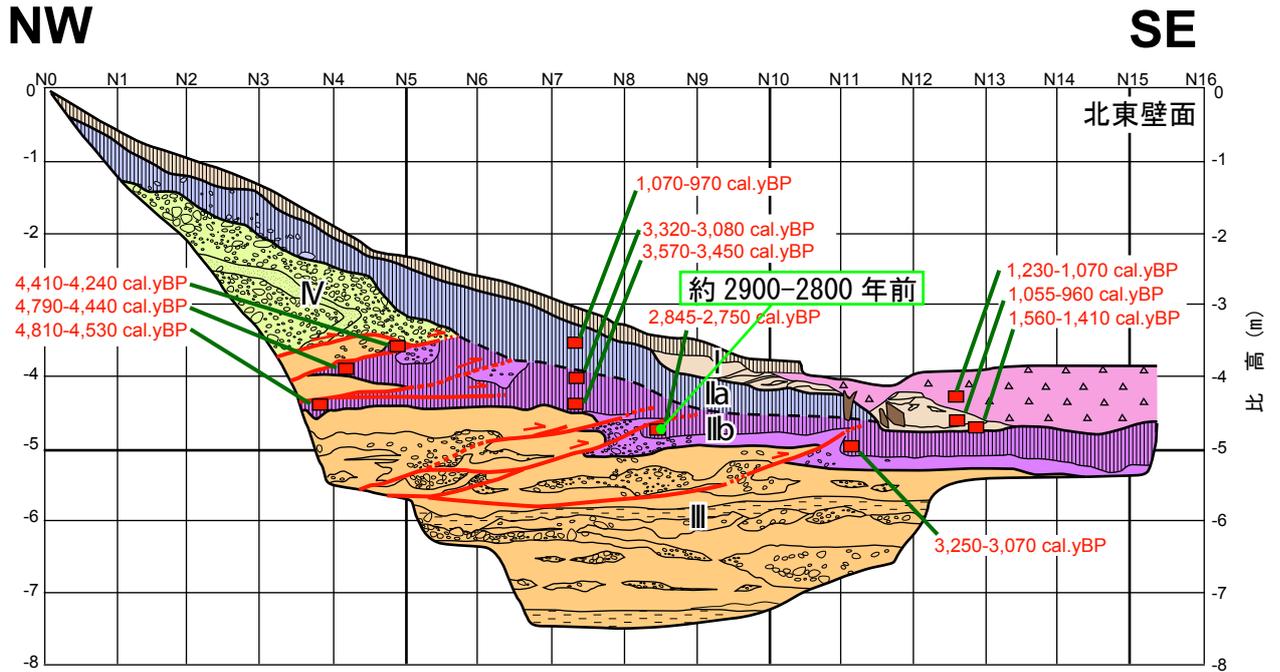


図 10 欠之上地点のトレンチスケッチ (産業技術総合研究所, 2006 に一部加筆)
 年代値は暦年補正 (注 11 参照) 後の炭素同位体年代を、100 年単位で図中 約 2900-2800 年前 に示した。

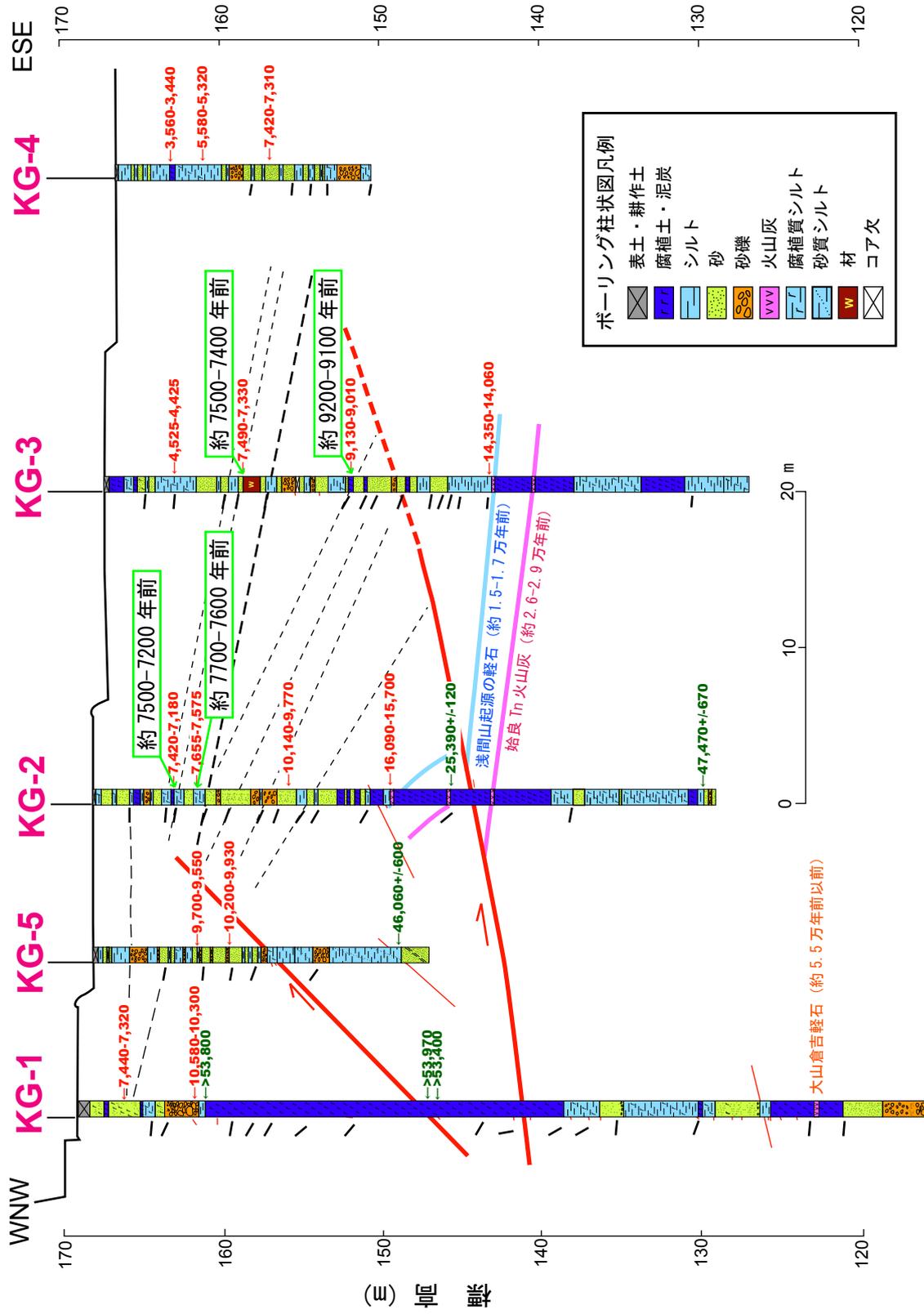


図 11 小栗山地点の地質断面 (産業技術総合研究所, 2006 に一部加筆)

年代値は暦年補正 (注 11 参照) 後の炭素同位体年代を、100 年単位で図中 に示した。

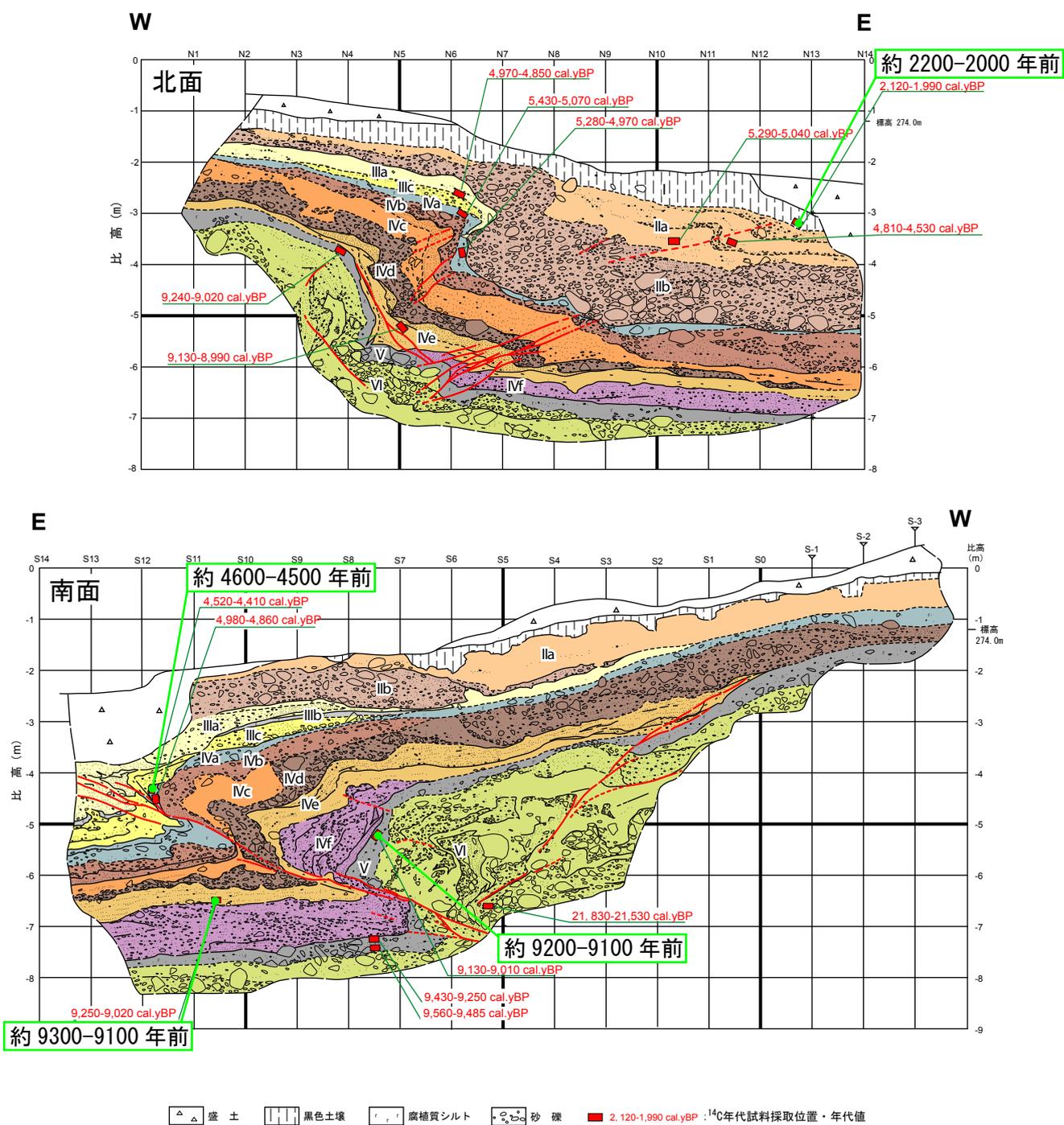


図12 石打地点のトレンチスケッチ (産業技術総合研究所, 2006 に一部加筆)
 年代値は暦年補正(注11参照)後の炭素同位体年代を、100年単位で図中 に示した。

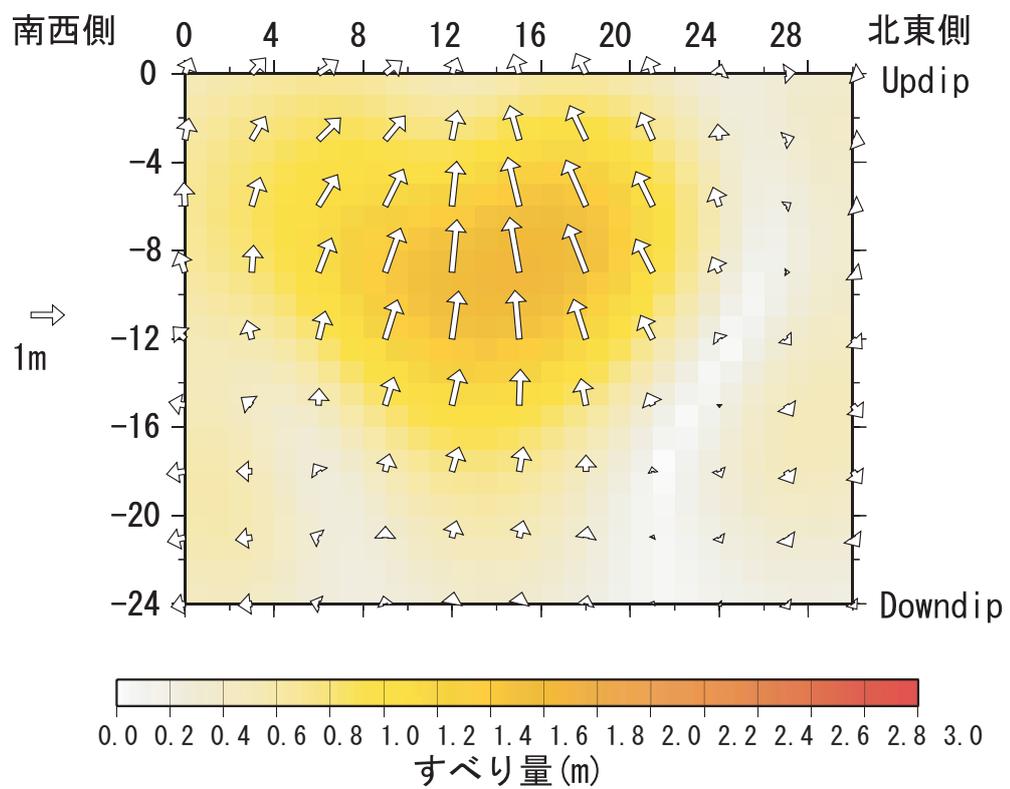
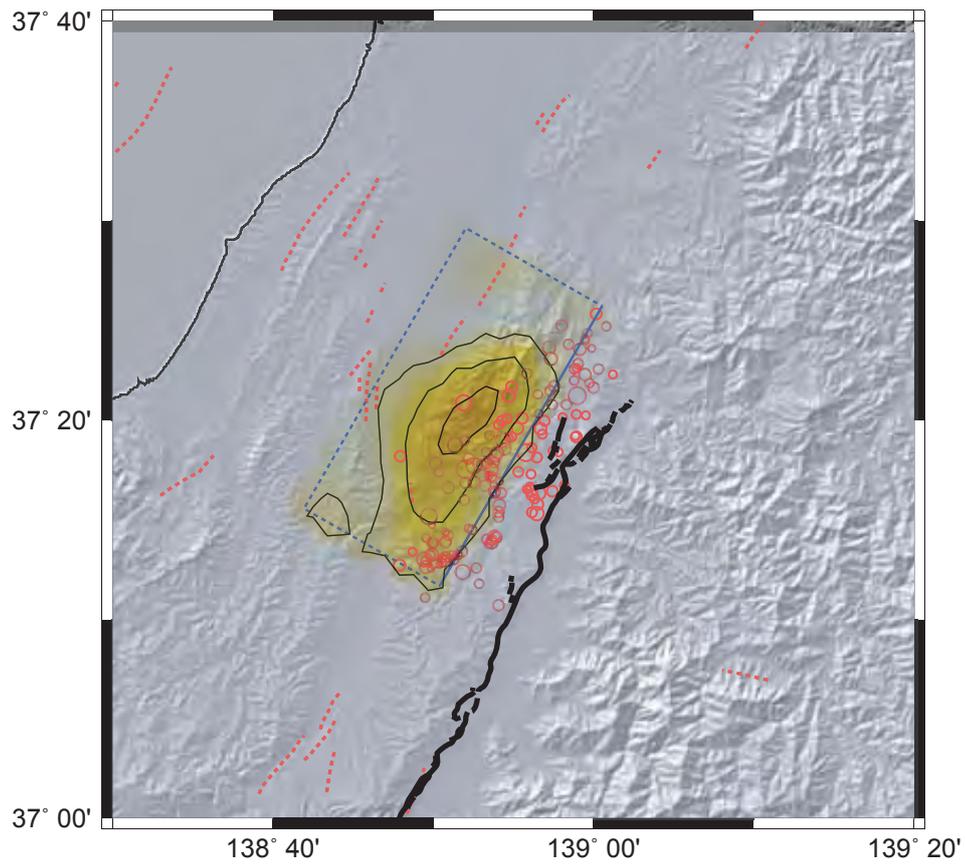


図13 GPS観測結果から推定した中越地震のすべり分布
(国土地理院, 2005に一部加筆)

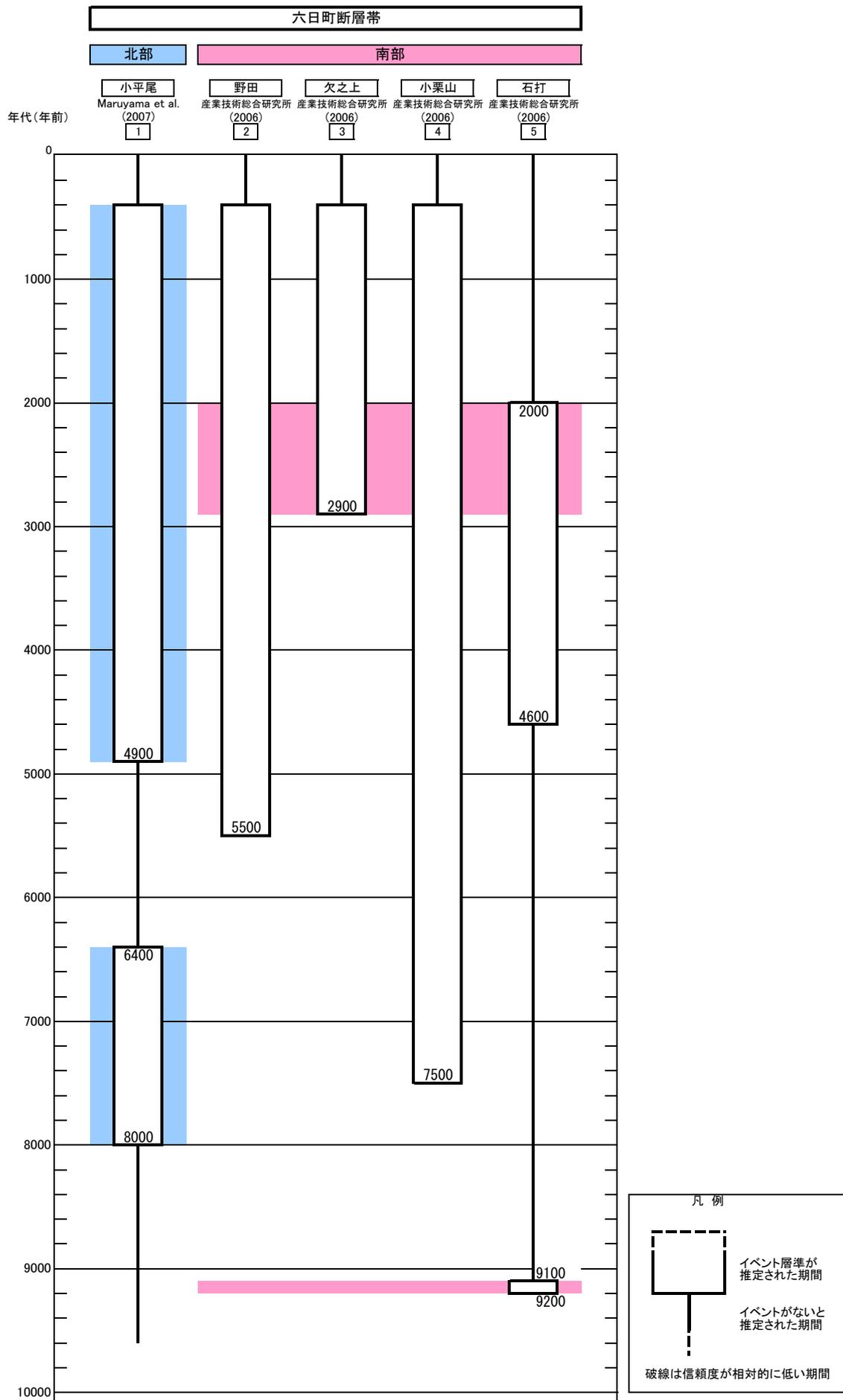


図14-1 六日町断層帯の活動の時空間分布 (ケース1)

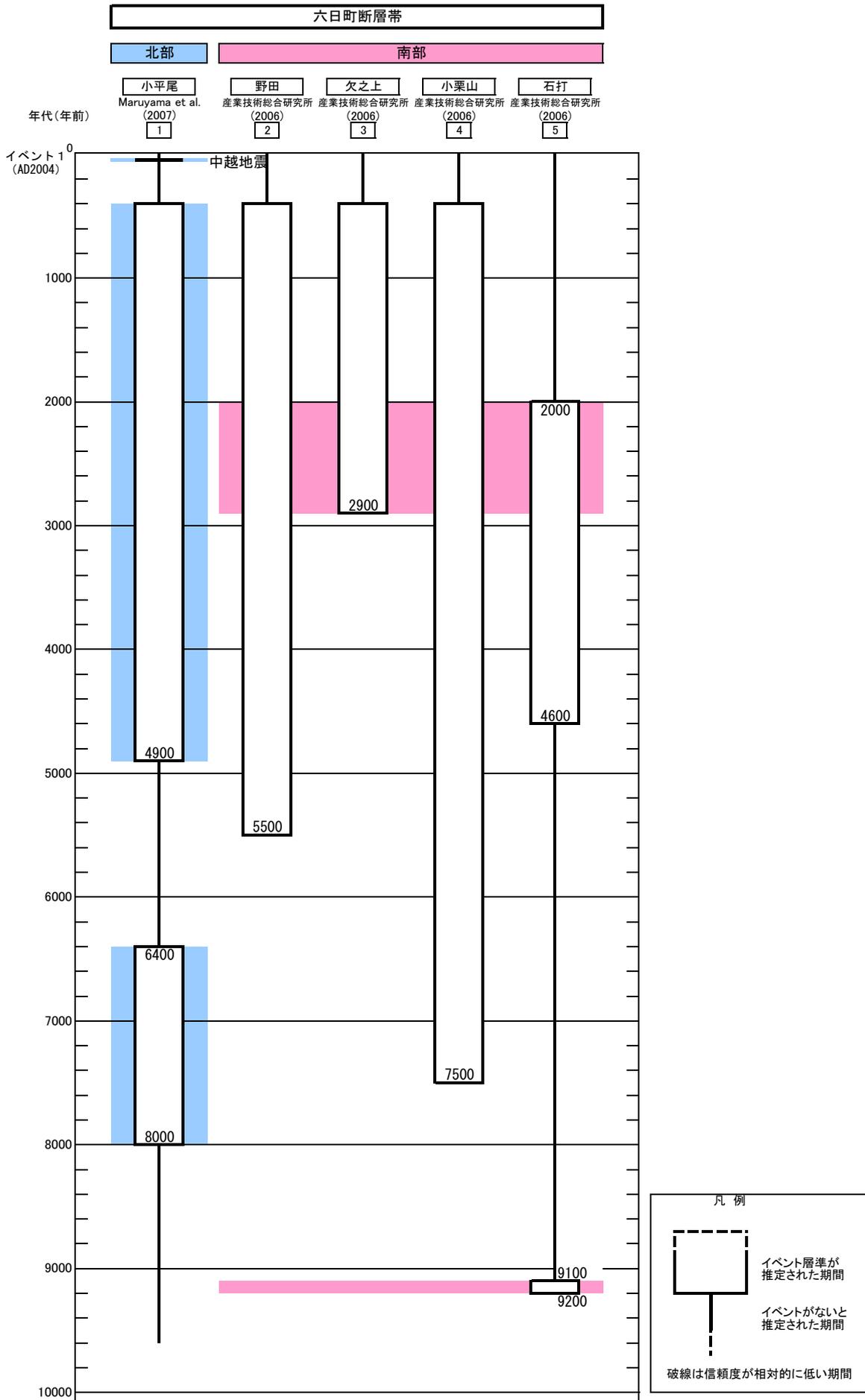


図14-2 六日町断層帯の活動の時空間分布 (ケース2)

表3 六日町断層帯の将来の地震発生確率及び参考指標

<北部>

項目	数 値		備 考
地震後経過率	ケース1 —	ケース2 0.001-0.002	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30年以内の発生確率	0.4%-0.9%	ほぼ0%	
今後50年以内の発生確率	0.7%-2%	ほぼ0%	
今後100年以内の発生確率	1%-3%	ほぼ0%	
今後300年以内の発生確率	4%-9%	ほぼ0%	
集積確率	—	ほぼ0%	
指標(1) 経過年数 比		マイナス2千8百- マイナス2千2百年 0.002	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)		0.0003	

<南部>

項目	数 値		備 考
地震後経過率	0.3-0.5		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30年以内の発生確率	ほぼ0%-0.01%		
今後50年以内の発生確率	ほぼ0%-0.02%		
今後100年以内の発生確率	ほぼ0%-0.05%		
今後300年以内の発生確率	ほぼ0%-0.3%		
集積確率	ほぼ0%-0.08%		
指標(1) 経過年数 比	マイナス3千-マイナス1千4百年 0.4-0.7		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0-0.03		
指標(3)	ほぼ0%-0.08%		
指標(4)	ほぼ0-0.003		
指標(5)	0.0001-0.0002		

評価時点はすべて2009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(地震発生)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。六日町断層帯南部の場合、ポアソン過程を適用した場合の危険率は、7千2百分の1－6千2百分の1（0.0001－0.0002）であり、いつの時点でも一定である。

六日町断層帯南部では、BPT 分布モデルを適用した場合の危険率は評価時点で22万8千分の1以下であり、時間とともに増加する。この場合、22万8千分の1であれば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までに今後約1千4百年要するが、ほぼ0であれば約3千年要することになる。

- 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 分布モデルによるとした場合と、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の値を 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。