



## 北上低地西縁断層帯の完新世後期の活動と 内陸活断層の相互作用

後藤秀昭\*<sup>1</sup> 渡辺満久\*<sup>2</sup>

**Timing and displacement of the most recent faulting on the active reverse fault zone  
along the western margin of the Kitakami Lowland**

Hideaki Goto\*<sup>1</sup> and Mitsuhsa Watanabe\*<sup>2</sup>

### Abstract

The Kitakami Lowland, running parallel to the volcanic front of Northeast Japan, is typical tectonic depression delineated by active faults. It has been difficult to evaluate the long-term seismic risk on this fault zone, because timing and displacement of the most recent faulting has been poorly constrained. The active faults are located east of and parallel to the eastward thrusting of the Neogene system onto Quaternary sedimentary fill. The most east flexure scarps (FAF3) on alluvial fan are 1-2m high, based on the topographic profiles across scarps. In order to obtain data on paleoseismic activity of this fault zone, we have carried out Geoslicer survey and dug pits on the faulting alluvial fan along topographic profiles. The strata exposed on the Geoslicer sample and pit wall are alluvial fan deposits contained within some lenses of humus. Successive humus named Hu1 dated at about 6000 years BP is parallel to the warping ground surface. The age from the most upper humus is about 2600 year BP. This age constrains the timing of most recent faulting event after 2600 year BP with 1-2m vertical displacement. It also suggests that no events occurred between 6000 and 2600 year BP along the FAF3.

### はじめに

内陸の活断層は、ある一定の時間をかけて地殻の歪みが蓄積されるために、それぞれに固有の活動間隔を持って周期的に活動していると一般に考えられている。日本列島のように活断層が密に発達する場所では、断層の活動によって周辺地域の応力分布が変化し、断層活動の時期に影響を与えている可能性がある。クーロン応力分布の分析からは、活断層の活動間隔を早めたり、遅める可能性があることが示されている(遠田, 2000)。隣接する活断層の個々の古地震を対比する実証的な研究を通して検討されることが必要である。

本研究は、北上低地西縁断層帯の最新活動について地形調査に基づいてその時期と変位量を明らかにするとともに、

横手盆地東縁断層帯の活動時期について再検討することで、奥羽山脈を挟んで両側に分布する断層帯の活動時期を対比して、内陸活断層間の相互作用について考察することを目的とする。

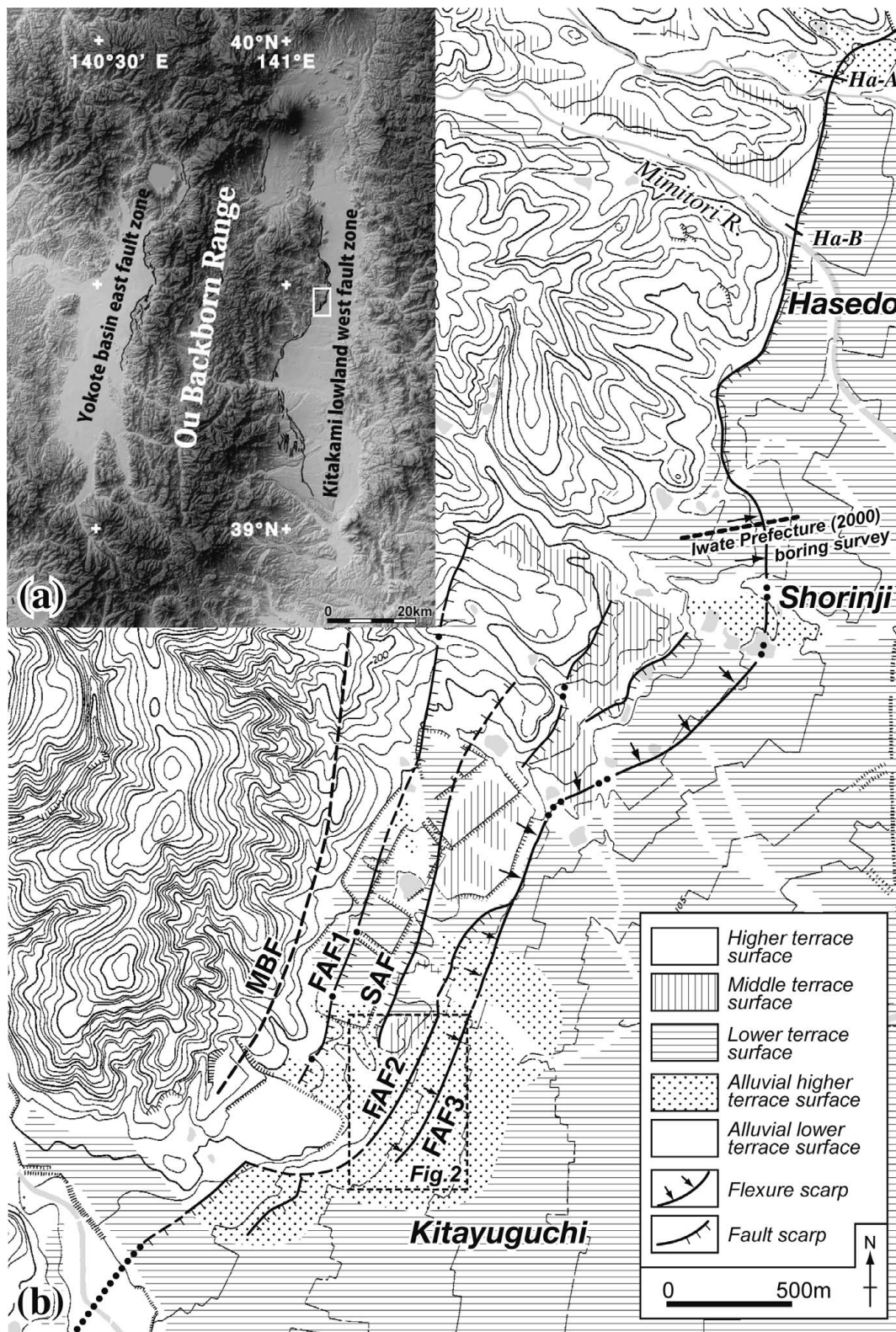
北上低地西縁断層帯(以下、KWFとする)は、北上低地と西側の奥羽山脈を境する山麓線に沿って発達しており、延長60kmに達する東北日本の主要な逆断層帯である。断層帯の地震危険度を評価するためにこれまでに数多くのトレンチ調査が行われ(渡辺ほか, 1994; 栗田ほか1988など)、最新の活動は約4000年前にあったことが明らかにされている(岩手県, 1998)。これらの調査結果を受けて、2001年6月には地震調査研究推進本部によって地震危険度の評価が公表され、最新活動時期は約4500年前、今後300年以内の地震発生確率はほぼ0%とされた。ただし、推進本部の評価にも付記されているように、北湯口のトレンチ調査地点で

\*<sup>1</sup> 福島大学人間発達文化学類

\*<sup>2</sup> 東洋大学社会学部

\*<sup>1</sup> Faculty of Human Development and Culture, Fukushima University

\*<sup>2</sup> Faculty of Sociology, Toyo University



第1図 北上低地西縁断層帯の分布と地形面区分図 (a) 白い枠は (b) の範囲を示す。国土地理院発行「数値地図 (標高) 50mメッシュ」および中田・今泉編 (2002) を使用した。(b) 国土地理院発行「数値地図 (地図画像)」を使用した。

**Fig.1** Geomorphologic map showing distribution of active faults and river terrace surfaces along the western margin of Kitakami lowland.

(a) The rectangle surrounded by solid white line shows the area of map (b). Shaded relief map based on Geographical Survey Institute 50-m digital elevation model (DEM) data showing the topography and distribution of active faults in and around the northern part of Ou Backborn range. Locations of active faults are after Nakata and Imaizumi (2002), (b) Topographic map is based on digital map published by Geographical Survey Institute.

はそれよりも東側に撓曲と思われる地形面の変形が認められており、これまでの調査で最新活動時期が正確に捉えられているとは言いがたく、この評価にも疑問の声が投げかけられている(渡辺, 2002)。

一方、奥羽山脈を挟んで北上低地の西側に位置する横手盆地には、その東縁に千屋断層をはじめとする横手盆地東縁断層帯(以下、YEFとする)が延びており(第1図)、西暦1896年に活動して陸羽地震を発生させた。奥羽山脈を横切る地震探査によって、横手盆地東縁断層帯と北上低地西縁断層帯は地下数kmで収斂していることが明らかになっており(平田ほか, 1999)、それぞれの断層活動が相互の活動に影響している可能性があると考えられる。

### 上平断層群の概要と研究方法

本研究では、北上低地西縁断層帯の最新活動を明らかにするために、これまでに重点的な調査が実施されてきた上平断層群を調査対象とした。この断層群は、北上低地西縁断層帯の中央付近に位置しており、断層帯の活動を代表する場所にあたると思われる。花巻市西方の北湯口付近では、断層トレースは山麓に平行して複数延びており(第1

図)、山麓線基部のMBT (Master Boundary Fault) からFAF1 (Frontal Active Fault1)、FAF2と次第に盆地側に活動の場を移してきたとされている(渡辺ほか, 1991)。FAF2よりさらに盆地側約150m東側には沖積扇状地面上に撓曲崖が発達している(渡辺・鈴木, 1999; 宮内ほか, 2002)。本稿ではこの撓曲崖をFAF3と呼ぶ。

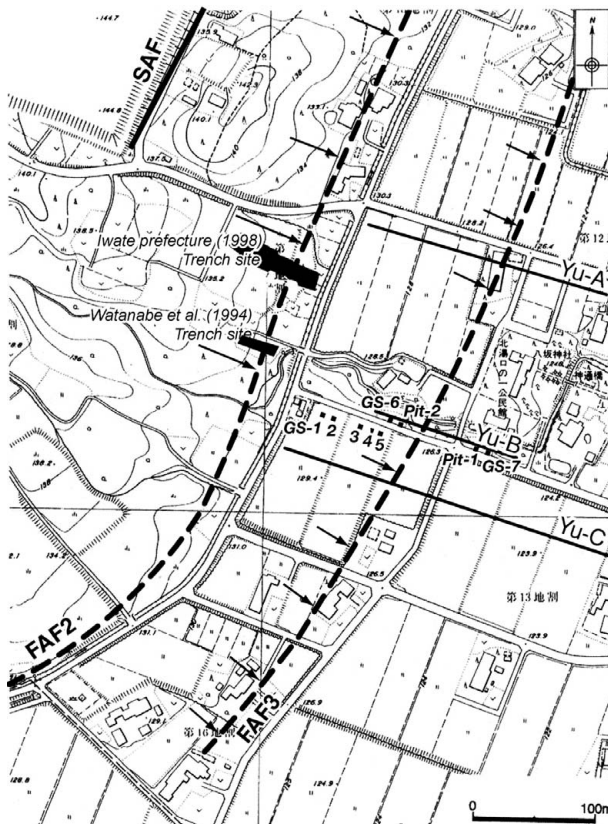
上平断層群の活動を明らかにするためのトレンチ調査が、北湯口付近ではFAF2において渡辺ほか(1994)や岩手県(1998)によって行われてきた。本研究では、FAF2よりさらに盆地側のFAF3を対象として地形学的調査を実施した(第2図)。FAF3の撓曲崖は、東傾斜の沖積扇状地面を横切るように北北東-南南西方向に延びており、幅数10mの幅の広い変形帯をなしている(第2図)。このように幅の広い撓曲崖の場合、断層面を直接観察するためには一般に10m程度の深度と数10mの長さをもった大規模なトレンチの掘削が必要であり、調査用地や費用などの面から困難な場合が多い。本研究では撓曲崖を挟んだ両側でジオスライサーを用いた地層抜き取り調査とともに、ピットを掘削して地層を観察し、変形した地形面の形成年代を明らかにすることで最新活動時期を推定した。

### 北湯口付近の変位地形と変位を受けた地形面の地層

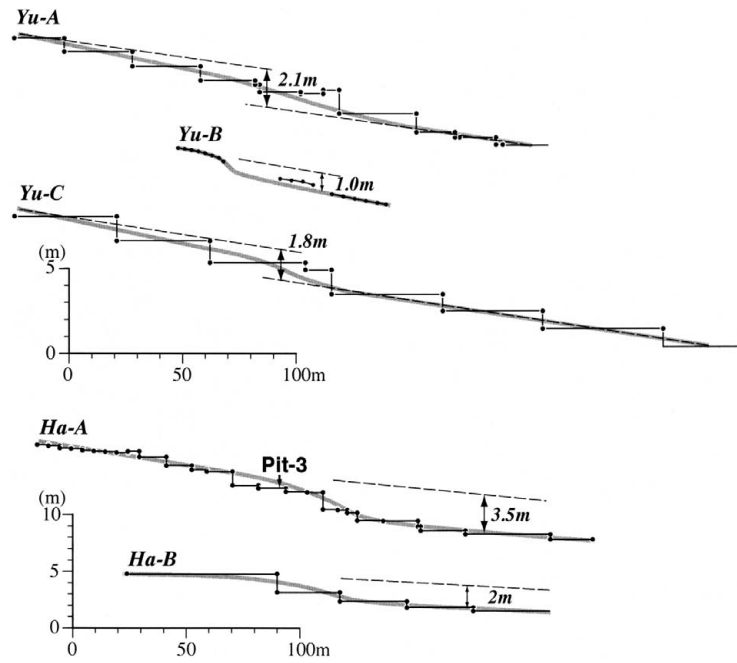
沖積扇状地面を横切るように延びるFAF3の撓曲地形を明らかにするために、FAF3に直交する測線に沿って、巻き尺とハンドレベルを用いた簡易断面測量を行った(第3図)。Yu-A、Yu-Cの測線では、太平洋戦争後に2度の圃場整備が行われ、大きな圃場および段差からなる地形に変えられているが、断層トレース付近で急傾斜となっているのがわかる。また、Yu-Bに沿って、人工改変から免れた地形面がわずかに残されており、上盤で凸型斜面が認められる(第3図)。これらの測線から求められる鉛直変位量は、1~2.1mである。その大きさから考えて、断層変位は一回のみと思われる。

FAF3によって撓曲変形を受けている地形面の形成年代を明らかにするために、ジオスライサーによる地層抜き取りとピット掘削調査を実施した。抜き取った試料は、断層トレースを挟んで上盤側6本、下盤側1本の合計7本、ピット掘削は上盤側、下盤側のそれぞれ1カ所の合計2カ所で行った。

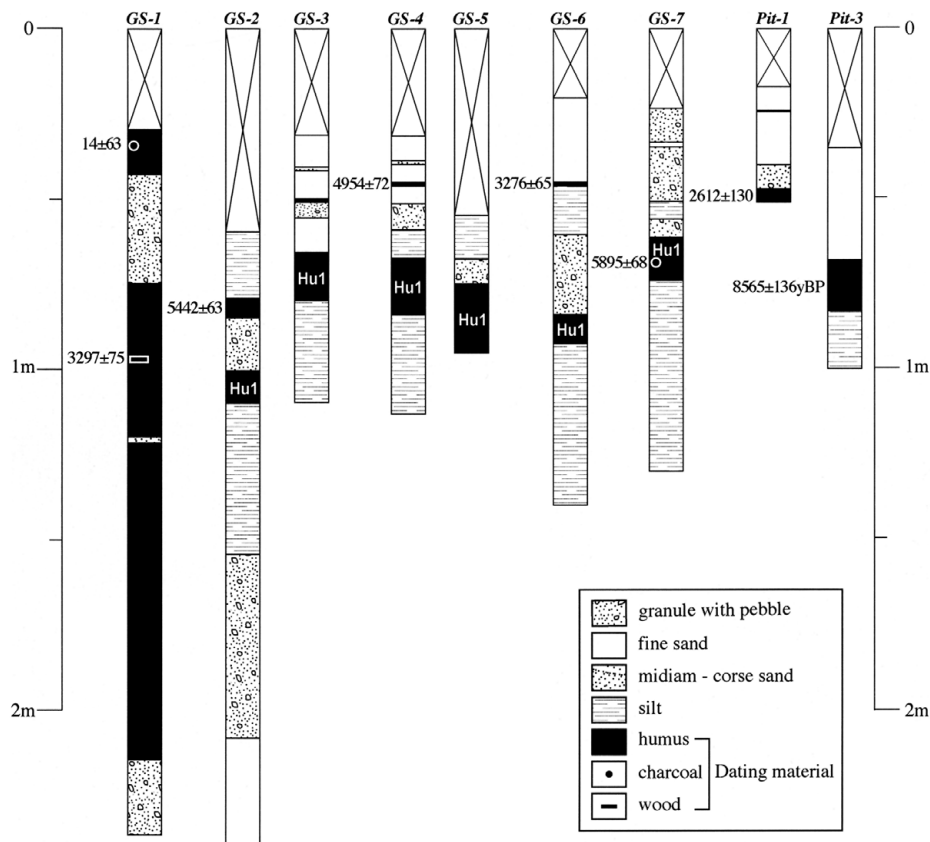
得られた試料や壁面の観察から2.5~1m以浅には小礫~シルトからなる河成堆積層が見られ、地表面下0.2~0.5mに見られる人工改変層とは明瞭に区分された(第4図)。GS-2~7においては、地表面下0.6~1mの河成堆積物中に腐植層が連続して狭在しているのが追跡できた(第4図)。この



第2図 北湯口の断層分布と調査地点 岩手県(2000)に加筆  
Fig.2 Location map of the Geoslicer and pit surveys. Mapped area is shown in Fig.1. Base map is after Iwate (2000).



第3図 上平断層群の微小変位地形の地形断面図 測線の位置は第1図および第2図に示した。  
**Fig.3** Topographic sections across the Uwandaira fault. Locations of sections are shown in Fig.1 and 2.



第4図 Geoslicerおよびピット調査による地層の柱状図 地層の採取・観察場所は、第2図および第3図に示した。  
**Fig.4** Stratigraphic columnar sections of the Geoslicers and the pits. Locations of Geoslicer and pit surveys are shown in Fig.2 and 3.

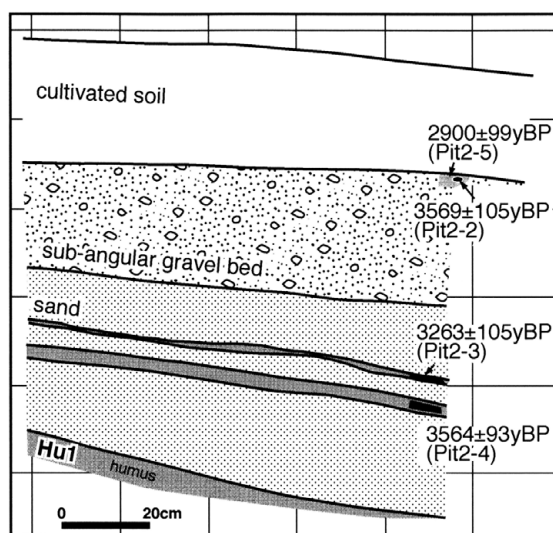
第1表  $^{14}\text{C}$ 年代測定結果

Table1 Radiocarbon dates of the samples.

Sample No. Hanamaki-	Material	Labo. No. GX- *	$\delta^{13}\text{C}$ PDB (‰)	$^{14}\text{C}$ age** (yrBP $\pm 1\sigma$ )
GS1-1	charcoal	4700	-20.64	14 $\pm$ 63
GS1-5	wood	4582	-28.07	3297 $\pm$ 75
GS2-1	humus	4705	-27.60	5442 $\pm$ 63
GS4-2	humus	4583	-18.73	4954 $\pm$ 72
GS6-1	humus	4584	-17.70	3276 $\pm$ 65
GS7-1	charcoal	4701	-20.19	5895 $\pm$ 68
Pit1-1	humus	5603	-19.85	2612 $\pm$ 130
Pit2-2	charcoal	5604	-25.28	3569 $\pm$ 105
Pit2-3	humus	5605	-15.60	3263 $\pm$ 105
Pit2-4	humus	5606	-14.98	3564 $\pm$ 93
Pit2-5	humus	5607	-16.44	2900 $\pm$ 99
Pit3-1	humus	5608	-24.97	8565 $\pm$ 136

\* 測定方法はAMS法，測定機関は核燃料サイクル機構東濃地科学センター．\*\* $^{14}\text{C}$ 年代値は $\delta^{13}\text{C}$ で補正し，半減期はLibbyの5568年を用いた．

\* All samples were analyzed by AMS at Tono Geoscience Center, Japan Nuclear Cycle Development Institute. \*\* $^{14}\text{C}$  ages were corrected by  $\delta^{13}\text{C}$  and calculated using Libby half-life of 5568 years.



第5図 Pit-2の北壁面に露出した地層のスケッチ

Fig.5 Log of the north wall in pit-2.

腐植層を以下ではHu1層と呼ぶ。GS-7から採取したHu1は、放射性炭素同位体年代測定によって5895 $\pm$ 68yBPの年代が得られた（第1表）。

上盤に位置するピット2では、耕作土直下から河成の自然堆積層が認められ、これらの地層が地表面とほぼ平行して急角度で傾いているのが確認できた（第5図）。ピット最下部にはHu1層が露出し、その上面は地表面の傾斜とほぼ同じであった。なお、Hu1層は年代と層相から考えて渡辺

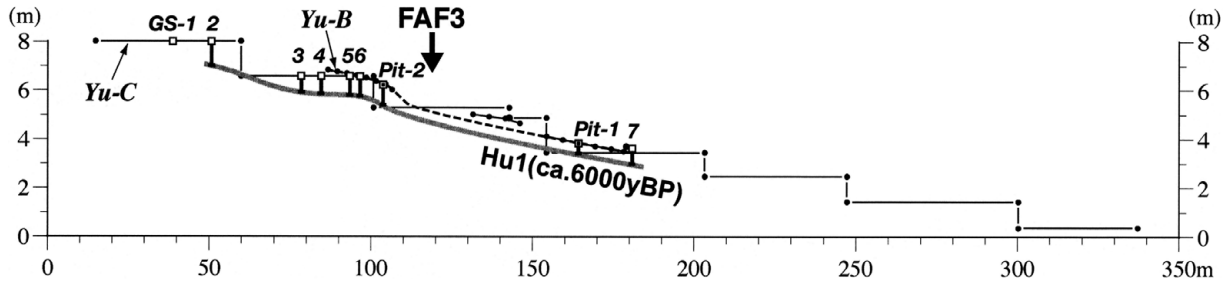
ほか（1994）のトレンチに露出したIIC層に対比される。

### 長谷堂付近の変位地形

北湯口の北4km付近の長谷堂では、活断層のトレースは1条のみとなり、山地と盆地の境界を通る（第1図）。完新世の断層活動は、谷口に微小な変位地形として残されている。耳取川では谷底の沖積段丘低位面に低断層崖が認められ、その500m北では、小河川が形成した沖積段丘高位面に撓曲崖が認められる。簡易断面測量の結果、沖積段丘低位面を測量したHa-B測線で2m、沖積段丘高位面を測量したHa-A測線で3.5mの鉛直変位量が求められた（第3図）。

この付近の活断層のトレースは測量を行った断層一条のみであり、調査地点間がそれほど離れていないことを考えると、両地点ともほぼ同じ変位量で同時に変位を受けてきたと考えられる。したがって、地形面によって変位量が異なるのは、地形面形成後の活動回数の違いを示していると考えられる。変位量の大きさから考えて、沖積段丘低位面の変位は1回、沖積段丘高位面は2回の変位を記録している可能性が高い。この考えに従えば、一回の鉛直変位量は1.5~2.0m程度となる。

沖積段丘高位面の形成年代を明らかにするために、上盤側にピットを掘削し、地層を観察した。耕作土の下位には、シルト~粘土層がみられた（第4図）。シルト~粘土層のう



第6図 上平断層群FAF3の地形地質断面 地形断面図 (Yu-B, C) とGeoslicer, ピット調査で観察されたHu1 (腐植層) とを重ねて図示した。

Fig.6 Stratigraphic section of humus layer (Hu1) which have deposited at about 6000yBP, across the FAF3 of the Uwandaira fault. Location of section is shown in Fig.2.

ち, 68~83cmでは腐植層が認められ, この試料は放射性炭素同位体年代測定によって $8565 \pm 136$ yBPの年代が得られた。

## 北上低地西縁断層帯の最新活動時期と活動間隔

### 1. 最新活動時期

北湯口では, Hu1層の分布高度は, 撓曲崖の地形断面とはほぼ平行している (第6図)。また, ピット2の自然堆積層上部も地表面とはほぼ平行している (第5図)。これらから, 調査を行った沖積扇状地面は, Hu1層と同じ回数だけ断層変位を受けたと考えられ, 少なくともHu1層より上位の地層は撓曲変形を受けた沖積扇状地面を構成する堆積物といえることができる。したがって, 調査から得られた自然堆積層の堆積以降に断層活動は一回のみで, 最新活動は自然堆積層から得られた最も新しい年代値以降であると考えられる。自然堆積層中から採取した腐植層や材の年代測定を実施したところ, 連続する腐植層 (Hu1層) からはおよそ6000yBP, その上位の河成堆積物中の試料からは $5442 \pm 63$ yBP~ $2612 \pm 130$ yBPの年代値が得られた (第1表)。このことから, FAF3の最新活動時期は約2600年前以降であるといえる。また, FAF3では少なくとも約2600~6000年前の間には断層活動はなかったものと考えられ, FAF2での最新活動時 (4000~4500年前) には活動していないことになる。

最新活動の時期と鉛直変位量についてトレス毎にまとめると, FAF3では約2600年前以降で1~2m, FAF2では4000~4500年前で約2mとなり (渡辺ほか, 1994; 岩手県, 1998), 両トレスで鉛直変位量に大きな差はない。FAF3とFAF2の活動時期の間隔をとると, 1400~4500年程度となる。

なお, 長谷堂では, 約8500年前に形成された沖積段丘高位面が2回の変位を受けていると考えられ, 北湯口で求められた断層活動時期と矛盾はない。また, 長谷堂での1回の鉛直変位量は, 北湯口と大きな差は認められない。

### 2. 活動間隔

北湯口の調査地点から北約2kmで実施された地形測量とボーリング調査では, 24000~31000年前に形成されたL面が9.5mの鉛直変位をしていることが明らかにされている (岩手県, 2000)。これに基づけば, 北上低地西縁断層帯の平均変位速度は, 0.31~0.40mm/yrとなる (地震調査研究推進本部, 2001)。一回の鉛直変位量を1~2mとすれば, 活動間隔は2500~6500年と算定される。4500年前以降に, 4000~4500年前の活動を含め, 2回の活動が認められることから, 活動間隔は2500~4500年程度と推定される。したがって, 約2600年前以降の最新活動時期は, 比較的最近である可能性が高いと考えられる。長谷堂でみられるように, 丘陵を開析する河川の谷口で極めて新しい地形面を切断している変位地形から判断して, 歴史時代の新しい時期の活動も推定できる。

## 横手盆地東縁断層帯と北上盆地西縁断層帯との活動時期の対比

### 1. 横手盆地東縁断層帯の活動時期の再検討

横手盆地東縁断層帯 (YEF) では, トレンチ調査によって, 最新活動に先立つ活動はおよそ3500年前とされている (松田ほか; 1980, 地震調査研究推進本部, 2005など)。しかし, トレンチ調査を行った千屋断層研究グループ (1986) の報告によれば, 狭い範囲に限定できるとはいえない。すなわち, トレンチ壁面に現れたYG1層とYG2層の間に最新活動に先立つ活動があったことになっており, YG1層から得られた最も新しい年代とYG2層から得られた最も古い年代に基づけば,  $3730 \pm 120$ ~ $3180 \pm 110$ yrBPとなる。したがって, YEFは, 最新活動に先立つ活動はおよそ3700~3200年前であり, 活動間隔は3600~3100年と考えられる。

### 2. 横手盆地東縁断層帯と北上低地西縁断層帯の活動時期の対比

横手盆地東縁断層帯 (YEF) と北上低地西縁断層帯



(KWF) との活動を対比すると、最新活動に先立つ活動は、YEFで3700~3200年前、KWFで4000~4500年前である(第7図)。また、最新活動時期はYEFで西暦1896年であり、KWFで約2600年前以降で歴史時代の新しい時期である可能性もある。

それぞれの断層帯で活動時期として推定された期間は、重複はみられないものの、それぞれの断層帯の活動間隔に比べて、狭い範囲にある(第7図)。最新活動に先立つ活動では300~1300年間に両断層帯で活動が認められ、最新活動では最大でも2500年間で数百年間である可能性もある。また、最新活動とそれに先立つ活動とも、北上低地西縁断層帯の方が先行しているようにもみえる。活動時期を対比して両断層帯の活動の関連性について検討する十分な精度はないものの、関連があるとすれば、北上低地西縁断層帯の方が横手盆地東縁断層帯にやや先行して活動してきたと考えられる。

### おわりに

本研究では、北上低地西縁断層帯の地形学的な調査を通して、最新活動の時期や鉛直変位量を明らかにし、平均変

位速度との関連により活動間隔を検討した。その結果、最新活動が2600年前以降にあり、その際に1~2m程度の鉛直変位があったことが明らかとなった。活動間隔や極めて新しい地形面に変位地形が残されていることを考慮すれば、最新活動は歴史時代の可能性もあると考えられる。また、北上低地西縁断層帯と横手盆地東縁断層帯の活動時期を対比することで、北上低地西縁断層帯が横手盆地東縁断層帯に先行して活動してきた可能性を推定できた。精度をさらに上げて活動時期を特定し、検証されることが今後望まれる。

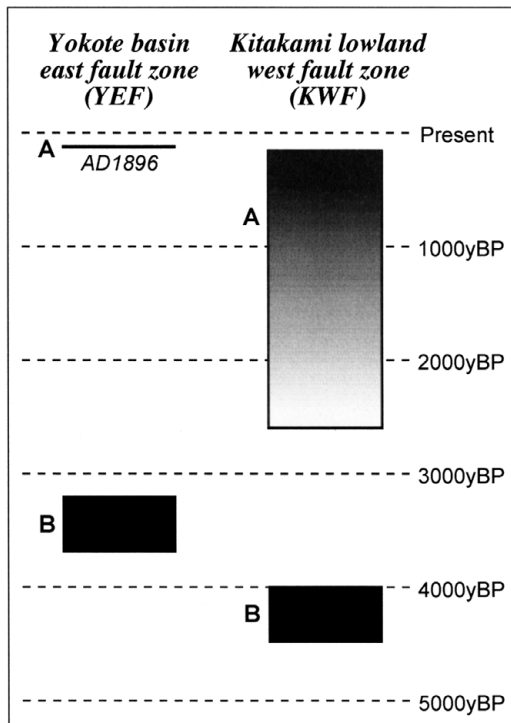
本研究により、断片的に保存されている微小な変位地形を解析することでトレンチ調査と同様に断層活動に関する重要な情報を得ることができるとを改めて示すことができた。また、断層帯の中でのセグメント間の活動時期を対比するだけでなく、近接した地域の活断層の活動時期を対比することで、内陸活断層の活動の連動性について具体的に検証することの重要性を示すことになったと考えている。

### 謝辞

調査場所となった地権者の皆様は、快く借用を許可してください。現地調査では、復建調査設計(株)の原口強氏、池田哲哉氏にお世話になり、福島大学教育学部学生の青山繁雄、猪股未来、三浦昂也の各氏にお手伝いいただいた(所属はいずれも当時)。本研究は、東京大学地震研究所共同研究プログラム、科学研究費補助金若手研究(B)課題番号15700539(代表者:後藤秀昭)、基盤研究(A)課題番号16200050(代表者:岡田篤正)の援助を受けた。東京大学地震研究所の島崎邦彦教授、渡辺トキエさんには励ましとご協力をいただいた。以上の方々に対して、御礼申し上げます。

### 文献

- 栗田泰夫, 1988, 1983年盛岡断層群・浦田断層(浦田地区)トレンチ調査, 活断層研究, 5, 3-28.
- 千屋断層研究グループ, 1986, 千屋断層(秋田県)の完新世の活動と断層線先端の形態—千畑町小森での発掘調査—, 地震研彙報, 61, 339-402.
- 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, 月刊地球, 号外, 27, 39-43.
- 岩手県, 1998, 「平成9年度地震関係基礎調査交付金 北上低地西縁断層帯に関する調査 成果報告書」, 60p.
- 岩手県, 2000, 「岩手の活断層」, 25p.
- 地震調査研究推進本部, 2001, 北上低地西縁断層帯の評価, [http://www.jishin.go.jp/main/chousa/01jun\\_kitakami/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/01jun_kitakami/index.htm).
- 地震調査研究推進本部, 2005, 横手盆地東縁断層帯の評価, [http://www.jishin.go.jp/main/chousa/05mar\\_yokote/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/05mar_yokote/index.htm).



第7図 北上低地西縁断層帯と横手盆地東縁断層帯の活動時期の対比

**Fig.7** Space-time diagram of surface faulting on YEF and KWF during the past 5000 years. The rectangles surrounded by solid line show time range of paleoearthquakes. Event A on YEF is AD 1896 Rikuu Earthquake.

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, 地震研彙報, **55**, 795-855.  
宮内崇裕・今泉俊文・後藤秀昭・八木浩司・渡辺満久, 2002, 都市圏活断層図「花巻」, 国土地理院, 国土地理院技術資料 D・1-No.396  
中田 高・今泉俊文編, 2002, 「活断層詳細デジタルマップ-解説書-」, 東京大学出版会, DVD 2 枚+付図 1 枚+解説書60p.  
遠田晋次, 2000, トルコ, 北アナトリア断層の破壊様式—ストレストリガリングと変位予測モデル—, 月刊地球, 号外, **31**, 118-128.  
渡辺満久, 2002, 推本の活断層評価への疑問(2) —北上低地帯

一. 地球惑星科学関連合同学会要旨集, J029-002.  
渡辺満久・池田安隆・鈴木康弘・須貝俊彦, 1994, 北上低地西縁の古地震と断層構造—花巻西方, 上平断層群のトレンチ調査—, 地理学評論, **67A**, 393-403.  
渡辺満久・溝田健志・花巻活構造研究グループ, 1991, 北上低地西縁・花巻市西方の活構造, 活断層研究, **9**, 19-25.  
渡辺満久・鈴木康弘, 1999, 「活断層地形判読」, 古今書院, 184p.

(2006年4月27日受付)

(2006年6月6日受理)

キーワード

変位地形, ジオスライサー調査, ピット調査, 北上低地西縁断層, 横手盆地東縁断層

**Key words :** fault geomorphology, geoslicer, pit survey, Kitakami Lowland west fault zone, Yokote basin east fault zone