

## 長町・利府線断層帯・岩切地区における最新活動時期の検討（速報）

### Most recent faulting event of the Nagamachi-Rifu Line fault zone at Iwakiri site, Sendai, northeast Japan –preliminary report–

栗田泰夫<sup>1</sup>・斉藤 勝<sup>2</sup>・松浦一樹<sup>3</sup>

Yasuo Awata<sup>1</sup>, Masaru Saito<sup>2</sup> and Kazuki Matsuura<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>活断層研究センター (Active Fault Research Center, GSJ/AIST, awata-y@aist.go.jp, masaru.saitou@aist.go.jp)

<sup>3</sup>株式会社ダイヤコンサルタント (Dia Consultants Co., Ltd., K.Matsuura@diaconsult.co.jp)

**Abstract:** The Nagamachi-Rifu Line fault zone is an active fault system running through the urban area of Sendai, one of the 12 major cities of Japan. In 2002, the Headquarters for Earthquake Research Promotion of the government officially announced the probability and size of a future earthquake from the fault zone. However, the Headquarters also pointed out that acquiring more reliable data on the recent faulting events and fault segmentation are necessary for more reliable evaluation of the fault zone. Therefore, we started in 2002 a supplementary research on the most recent faulting event and fault segmentation. A preliminary topographic and boring study has revealed that the most recent event probably occurred after  $2230 \pm 60$  yBP (BC 380-200) and the coseismic uplift reached 1.0-2.1 m on the flood plain of the Nanakita River to the northeast of the urban area. The study also suggests that the 17-28 km-long Nagamachi-Rifu Line fault zone in a narrow sense is a single behavioral segment.

キーワード：長町・利府線断層帯，活断層，撓曲，最新活動時期

**Keywords:** Nagamachi-Rifu Line fault zone, active fault, flexure, most recent event

#### 1. はじめに

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2002）によれば，政令指定都市である仙台市の市街地付近を通過して北東・南西に延びる長町・利府線断層帯は，長さ 21-40km の起震断層とされ，「断層帯全体が一つの活動区間として活動した場合」，M7.0-7.5 の地震が発生するとされている。しかし，その地震発生の可能性について同委員会（2002）は，「通常の活断層評価で用いている地震発生確率の計算手法は，最新活動時期が分からないと用いることができない」と述べ，通常の BPT 分布に基づく更新過程ではなく，ポアソン過程を適用して今後 30 年以内の地震発生確率を 1% 以下と評価した。

このように長町・利府線断層帯では，将来発生する地震の可能性を評価する上で，活動の可能性とセグメント区分について未解明の課題が多く残されている。このため，産業技術総合研究所活断層研究センターでは，仙台市の市街地に位置する活動セグメントに着目して，その最新活動時期を明らかにするとともに，活動の再来間隔を高信頼度で求めることを主な目的として，平成 14 年度から 2 カ年計画で同断層帯の調査を実施している。

本報告では，断層のセグメント区分に関する予備的な検討結果と，仙台市市街地に分布する「狭義の

長町・利府線断層帯（宮城県，2000）」の最新活動時期に関して，平成 14 年度末までに得られた調査結果を速報する。

#### 2. 断層の分布形態から見たセグメント区分

変動地形に関する最近の研究成果によると，仙台市の市街地付近から福島盆地の南西縁にかけて，長さ約 80km（池田ほか編，2002）あるいは 100km（中田・今泉編，2002）の西側隆起の活断層帯が延びている。仙台・福島断層帯（池田ほか編，2002）と呼ばれるこの断層帯は，断層変位地形の明瞭さからはいくつかの断層区間に分けられるが（池田ほか編，2002），5km 以上の不連続区間を伴わないことから，松田（1990）の基準に基づく一つの起震断層と見なされる。

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2002）が評価した長町・利府線断層帯は，仙台・福島断層帯の北東半部にあたり，同断層帯は断層線の分布形態から，北東部の狭義の長町・利府線断層帯と南西部の坪沼・円田断層帯とに細分できる。地質調査所活断層研究グループ（2000）の基準に従うと，分布形態から細分された 2 つの断層帯は，活動履歴が異なる，別々の活動セグメントをなしている可能性がある。

## 2.1 狭義の長町・利府線断層帯

狭義の長町・利府線断層帯(第1図)は、仙台市市街地を横切って、北東・南西に延びる北西側隆起の撓曲ないし逆断層帯である。七北田川から名取川までの約13km区間については、とくに変動地形が明瞭で、宮城野撓曲が幅500m程度の撓曲崖を形成している(活断層研究会, 1980, 1991; 今泉ほか, 1996; 池田ほか編, 2002; 中田・今泉編, 2002)。また、同撓曲崖基部の北西側0.5-1kmを、大年寺山断層が平行に走り、逆向き低断層崖を形成している。大年寺山断層は、宮城野撓曲(長町・利府断層)の共役性の副断層とされている(たとえば中田ほか, 1976)。また、宮城野撓曲の南東側では、撓曲崖の基部から1-2km離れた沈降側に、苦竹伏在断層(Sato *et al.*, 2002)が並走しており、この間に分布する段丘面は南東に傾動している(池田ほか編, 2002)。

活断層としての断層帯の北東延長および南西延長については諸説がある。最近の変動地形に着目した研究によると、北東延長については、1)七北田川付近から利府町にかけての約4kmを推定活断層(今泉ほか, 1996; 池田ほか編, 2002)とする説と、2)利府町からさらに松島町までの8kmも含め、合計約12kmを推定活断層とする説(中田・今泉編, 2002)がある。また南西延長については、1)名取川より南西には連続しないとす説(中田・今泉編, 2002)と、2)名取川から南に方向を転じて少なくともさらに約3km延びるとす説(今泉ほか, 1996)とがある。さらに南の名取市愛鳥付近にも中段段丘面の傾動が認められるとの指摘もある(池田ほか編, 2002)。

これらの既存の研究成果を総合すると、狭義の長町・利府断層帯は、長さ17-28kmもしくはそれ以上で、最大幅約4kmの活断層帯を構成していると推定される。2条の撓曲・伏在断層と共役性の副断層は、いずれも北東方に向かって収斂しており、七北田川より北東ではおおむね1条の断層が知られているのみである。

## 2.2 坪沼・円田断層帯

坪沼・円田断層帯は、長町・利府線断層帯の南西延長に位置する北西上がりの活断層で、北東部の坪沼断層(第1図)と円田断層からなる(活断層研究会編, 1991)。その北東延長では、名取川から広瀬川にかけての区間において、長町・利府線断層帯の北西側に並走して、北西上がりの断層帯ないし段丘面の傾動が認められている(今泉ほか, 1996)。この断層帯ないし傾動と関連する逆向き低断層崖は、「鹿落坂断層」と呼ばれ(池田ほか編, 2002)、その位置および変位のセンスから、坪沼・円田断層の北東延長部にあたる可能性がある。ただし、鹿落坂断層と坪沼断層の間には、名取川に沿って仙台中町段丘が分布しているが、この段丘には断層による変位は見いだされていない。

## 3. 岩沼地区における沖積低地の断層変位地形

仙台市街地北東方の宮城野区岩切付近では、七北田川沿いの沖積低地を横切って、狭義の長町・利府断層帯が延びている(第1図および第2図)。沖積低地は、七北田川に沿って北西・南東に延びる自然堤防と、その中間から背後に広がる後背湿地から構成されている。後背湿地面の標高は6-10mで、自然堤防面はそれよりも約1-2m高い微高地となっている。

狭義の長町・利府線断層帯は、この後背湿地を変位させ、北東・南西に延びる幅600-700mの北西上がりの撓曲帯を形成している(第2図および第3図)。撓曲帯は大きく2条の撓曲崖からなり、旧石巻街道付近には北西上がりの撓曲崖:(F-1撓曲)(比高約1.5-2.0m)が発達し、その背後には南東側上がりの逆向き低断層崖(F-1s断層)(比高約0.3-1.0m)を伴っている。これらの撓曲と逆向き低断層崖は、幅200-250mの背斜状の高まりをつくっており、地質構造上、それぞれ宮城野撓曲および大年寺山断層の延長にあたる推定される。この撓曲崖の南東側には幅200-300mの平坦面(勾配約1/500)を隔てて、氾濫原面が勾配約1/200と傾斜を増しており、これは幅約200m・比高約1mの撓曲崖(F-2)と推定され、苦竹伏在断層の延長にあたる可能性がある。

F-1s断層の北西側およびF-2撓曲南東側における氾濫原面の傾斜は概ね1/600である。これを基準とすれば撓曲帯全体による鉛直変位量は、第3図に示す4本の地形断面測線における値として、F-1撓曲とF-1s断層に挟まれた背斜状高まりの頂部で1.9-2.3mであり、これからF-1s断層の逆向き低断層崖による南東上がり1m弱の鉛直変位を差し引くと0.9-1.5mとなる。

## 4. 岩切地区における完新統の層序・構造

岩切地区において、変形した氾濫原面の離水時期を確認するとともに、完新世における活動履歴を解明することを目的として、ボーリング調査およびピット調査を実施した(第2図)。ボーリング調査は、撓曲帯のうち北東部の明瞭なF-1撓曲およびF-1s断層を横切る約350m区間において、9孔を掘削した。いずれも掘進長は17-18mで、完新統を貫いてその基盤岩を確認するまでとした。またピット調査は、氾濫原堆積物の離水層準を確認する目的で、F-1撓曲の沈降側の近傍と、F-1s断層の逆向き低断層崖の近傍との2カ所で行った。

### 4.1 ボーリング調査

調査地域では新第三紀中新世の七北田層の凝灰質砂岩を覆って、深度約15-16m以浅に沖積層が分布していることが確認された(第4図)。沖積層は上位から順に、人工改変層(10層)、最上部砂・シルト層(20層)、上部砂・シルト層(30層)、下部砂層(40層)および基底砂礫層(50層)に区分できる。

（１）10層（人工改変層）

各孔の最上部には、厚さ 0.15-2.1m の人工改変層が認められる。人工改変層は、宮城野撓曲の沈降側および隆起側の水田では耕作土からなり、撓曲崖上の集落ではやや厚く、風化礫や人工物を含む攪乱された砂層からなる。

（２）20層（最上部砂・シルト層）

人工改変層の直下には、厚さ 1.5-2.5m の、腐植質シルト層の薄層を挟むシルト層およびシルト質砂層が発達している。上部には塊状の砂層が卓越し、また下部には層理が発達したシルト層が卓越している。IWK-2 孔ではその最上部に旧表土と推定される腐植土が認められたが、その他のボーリング孔では人工改変以前の原地表面は不明である。なお、IWK-6 孔では、人工改変層の直下に厚さ約 3m の砂層（20'層）が発達しているが、これは小規模な旧河道の堆積物と推定される。

予察的な珪藻化石分析によれば、20 層からは *Aulacoseira distans*, *A. granulata*, *A. Italicanada* を優占種とした止水性種が高い割合で検出された。また、放射性炭素同位体年代（第 1 表）は、20 層最上部の腐植土層で 1750 ± 60yBP および 2300 ± 70yBP、また後述の A ピットの 20 層中から 1980 ± 70yB, 2230 ± 60 が得られた。

（３）30層（上部砂・シルト層）

厚さ約 3.5-7m。主として腐植まじりのシルト質砂層からなり、細粒砂層および腐植質シルト層を伴う。上部は砂質シルト層が卓越し、また中部には平行葉理が発達した腐植質・砂質シルト層が分布している。本層の下部は腐植質シルト層を挟む砂層からなり、下位の 40 層の上部と指交関係にあると推定される。

予察的な珪藻化石分析によれば、止水性種の *Aulacoseira distans*, *A. granulata*、陸生種の *Hantzschia amphioxys*, *Navicula mutica* などからなる群集が検出された。ただし、撓曲崖東部の IWK-8 孔では、標高 0.4m 付近の本層下部に、淡水 汽水性種の *Rhopalodia gibberula* を伴っていた。放射性炭素同位体年代は、IWK-8 孔では本層の最上部付近から 4260 ± 70yBP、また標高 0.4m 付近では 6190 ± 50yBP が得られた。

調査地域の北西部では、標高 5m 前後に厚さ約 2m の平行葉理が発達した特徴的な腐植質・砂質シルト層が分布しており、その上面高度は大年寺山断層を挟んで低断層崖の北西側では 4.8-5.0m であるのに対して、低断層崖の南東側では標高 5.9m と約 1m 高くなっている。

（４）40層（中部砂層）

厚さ約 3-7m。主として砂層からなり、全体として上方細粒化の傾向を示す。下部では腐植質シルト層を挟むシルト層が発達することがある。

予察的な珪藻化石分析によれば、本層の中・下部

からは汽水性種の *Achnanthes brevipes*, *Diploneis pseudovalis*, *Nitzschia granulata*、淡水 汽水性種の *Rhopalodia gibberula*、淡水流水性種の *Cymbella turgidula*、流水不定性種の *Gomphonema pavulum*、止水性種の *Aulacoseira distans*, *A. granulata*、陸生種の *Hantzschia amphioxys* が多産あるいは優占した。放射性炭素同位体年代は、IWK-8 孔の本層上部では 6710 ± 40yBP、IWK-7 孔の本層の基底付近では 7880 ± 80yBP であった。

（５）50層（下部シルト層）

厚さ約 3-7m。腐植質シルト層を挟むシルト層からなる。放射性炭素同位体年代は、D-5 孔において 7880 ± 80yBP であった。

（６）60層（基底礫層）

厚さ約 1-3m。おおむね上方細粒化を示す砂礫層および粗粒砂層からなる。基底面の標高は、撓曲帯の北西側では -6.1 -6.1m、撓曲帯では -5.7 -6.7m と南東に向かって低下し、撓曲帯の南東側では -6.9 -7.2m となっている。

（７）七北田層

主として軽石凝灰質砂岩からなり、南東部のボーリング孔では凝灰質のシルト岩および砂礫岩を伴う。岩相および周辺の地表地質（北村ほか、1986）から、新第三紀中新世の七北田層に対比できる。

4.2 ピット調査

氾濫原堆積物の最上部の詳細な層相を確認する目的で、F-1 撓曲の隆起側（F1-s 撓曲の沈降側）において A ピットを、また F-1 撓曲の沈降側の近傍で B ピットを掘削した。ピットの規模は、いずれも深さ 2m 程度・長さ約 10m であり、両ピットにおいて地層の観察と試料採取を行った。ピット内で認められる堆積物は、ボーリング調査による第 10 層および第 20 層の中・上部に対比される（第 5 図）。

（１）Aピット

10 層は厚さ 10cm の現耕作土と厚さ 20cm の旧耕作土からなる。20 層は、上部の 23 層と下部の 27 層に分けられる。23 層は主として厚さ 60-70cm の塊状のシルト質砂層からなり、最上部には腐植土層が発達することがある。27 層は厚さ 100-110cm のシルト～粘土層からなる。上部層は塊状・腐植質であり、下部層は葉理が発達しており、薄い腐植質層を数枚挟んでいる。全体として地層はほぼ水平である。23 層上部の腐植土層は 1980 ± 70yBP、27 層の腐植質シルト層は 2230 ± 60yBP の放射性炭素同位体年代を示す。

（２）Bピット

最上部の 10 層は厚さ 10cm の現耕作土からなる。その下位の 20 層は、上部の 23 層と下部の 27 層に分けられる。23 層は厚さ 60-70cm の塊状のシルト質細

粒砂層および細粒砂層からなる。27 層上部は、厚さ 100-110cm で、シルト～粘土層からなり、上部は塊状で腐植質である。27 層下部は層理が発達しており、薄い腐植質層を数枚挟んでいる。全体として地層はほぼ水平ないし、ごく緩く南東に傾いており、27 層下部の腐植土層は 1/100 程度東に傾斜している。

## 5. 考察

### 5.1 最新の活動時期

岩切地区では、狭義の長町・利府線断層帯の活動によって七北田川の氾濫原が変位していることが確実である。氾濫原を構成する地層のうち、深さ 3-4m 以浅に分布する 20 層（最上部砂・シルト層）は、1) 撓曲帯をまたいだ 350m の区間で比較的層相がよく連続すること、2) 砂質シルト層および層理の発達した腐植質シルト質砂層から構成されること、3) 止水性の珪藻化石群集が優占することから、広範囲に分布する後背湿地堆積物と推定できる。したがって、同断層帯の最新活動時期は、最上部の旧表土を除く 20 層の堆積時より後であり、少なくとも同層の示す年代 ( $2230 \pm 60$ yBP, BC380-200) より後と推定できる。背斜状高まりの頂部付近で掘削された IWK-4 孔では、20 層下部の対比される層相から  $1750 \pm 60$ yBP (230-380AD) の年代値が得られており、同層準の詳細な堆積環境は不明であるが、本断層帯の最新活動時期がその年代値より後である可能性もある。

ところで、平野・松本 (1994) によると、本断層帯周辺のいくつかの遺跡発掘調査地点等において、地盤の液状化跡などの強い地震動の痕跡が発見されている。それらの現象の発生時期は、1) 玉ノ壇遺跡では縄文時代後期中葉以降（地盤の液状化）、2) 北目城跡遺跡では縄文時代後期-晩期以降かつ古代（奈良時代）以前（地盤の液状化）、3) 中在家南遺跡では縄文時代晩期以降かつ弥生時代中期以前（斜面崩壊）である。また宮城県 (1998, 2000) は、本断層帯の南西部の太白区鹿野において、ジオスライサー調査によって、約 2300-2500yBP 以降と、これより古く 7300yBP 以降に地盤の液状化が生じたことを報告している。これらの現象は、7300yBP 以降とされる地盤の液状化を除いて、いずれも本断層帯の最新活動に伴う可能性がある。この場合には、本断層帯の最新活動時期は 2 千年前前後の比較的狭い範囲に限定されることになる。

本断層帯の南西方に位置する坪沼・円田断層帯の最新活動時期は  $6750 \pm 80$ yBP より前とされており（宮城県, 2000）、狭義の長町・利府線断層帯と坪沼・円田断層帯はそれぞれ異なる活動履歴を持つことになる。

### 5.2 最新活動に伴う単位変位量

本断層帯の北東部の岩切地区では、最新活動に伴う幅約 600-700m の撓曲変形によって、背斜状の高ま

りの頂部で 1.9-2.3m、逆向き低断層崖の背後では 0.9-1.5m 上下に変位している。しかし、新第三系の累積上下変位量および中段丘面（台原段丘面）の分布高度は、断層帯南西部ではそれぞれ 260m、60-75m であるが、断層帯北東部の岩切周辺ではそれぞれ 160m、30m と小さくなっている。このことから、断層帯南西部での単位変位量は岩切地区で得られた値よりも大きい可能性がある。

### 5.3 活動間隔の検討

岩切地区のボーリング調査結果によると、沖積層基底面の高度は、宮城野撓曲と大年寺山断層を挟んで、北西側が南東側よりも約 1m 高い。この高度差は、最新活動によって変位した地表面の高度差とほぼ同じである。しかし、沖積層基底面の原地形が正確に復元できていないことから、同面形成後の活動回数を議論することは現時点ではできない。

断層帯南西部では、宮城野撓曲による平均上下変位速度は、撓曲の頂部で 0.7m/ky、また大年寺山断層による変位を差し引くと 0.5m/ky とされている（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2002）。しかし、この平均変位速度には、並走する苦竹伏在断層の存在が考慮されていないこと、南西部における単位変位量は岩切地区におけるそれよりも大きい可能性があることから、単位変位量と平均変位速度を用いて再来間隔を高い信頼度で求めることは、現時点では困難である。

## 文献

- 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.
- 地質調査所活断層研究グループ (2000) 近畿三角帯における活断層調査 主要活断層の活動履歴と地震危険度。第四紀研究, 39, p.289-301.
- 平野信一・松本秀明 (1994) 仙台平野の沖積層中に記録された長町・利府線の活動を示唆する 2, 3 の地形的証拠。地域開発に伴う環境変遷の地理学的研究, 東北大学特定研究, 65-71.
- 今泉俊文・佐藤比呂志・澤 祥・宮内崇裕・八木浩司 (1996) 1:25,000 都市圏活断層図「仙台」。国土地理院技術資料, D・1-No.333.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2002) 長町・利府断層帯の評価。
- 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.
- 北村 信・石井武政・寒川 旭・中川久夫 (1986) 仙台地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 134p.
- 松田時彦 (1990) 最大地震規模による日本列島の地震

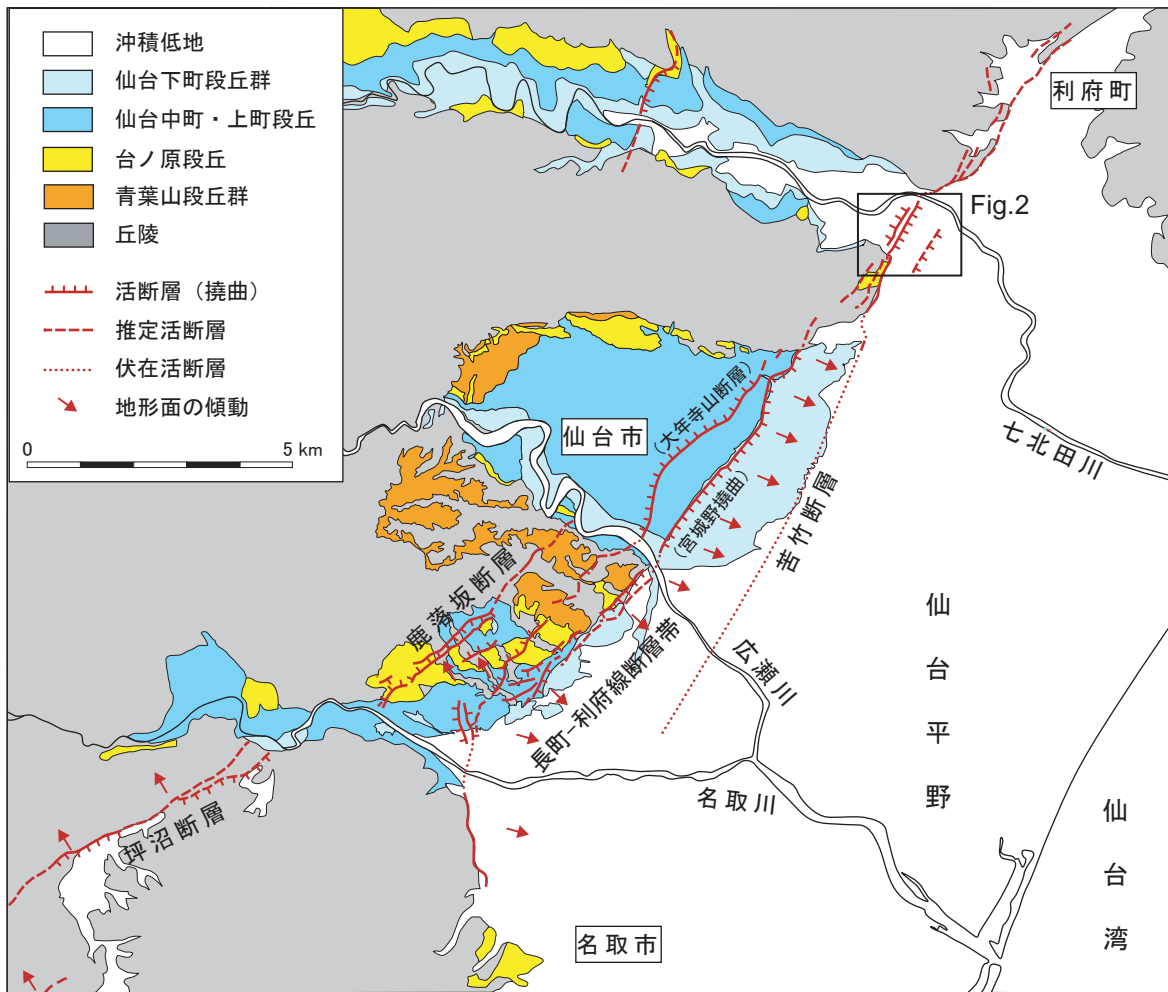
分帯図．地震研究所彙報，**65**，p.289-319．  
 宮城県（1998）長町・利府断層帯に関する調査業務（ボ  
 ーリング調査）．第2回活断層調査成果報告会予  
 稿集，p.195-199．  
 宮城県（2000）長町・利府線断層帯に関する調査．第  
 4回活断層調査成果報告会予稿集，p.29-38．  
 中田 高・今泉俊文編（2002）活断層詳細デジタル  
 マップ．東京大学出版会，60p+2 DVD．  
 中田 高・大槻憲四郎・今泉俊文（1976）仙台平野西

縁・長町 - 利府線に沿う新規地殻変動．東北地  
 理，**28**，p.111-120．  
 Sato, H., Imaizumi, T., Yoshida, T., Ito, H. and Hasegawa,  
 A. (2002) Tectonic evolution of Nagamachi-Rifu  
 Active Fault System, NE Japan. *Earth, Planets and  
 Space*, **54**, 1039-1043．

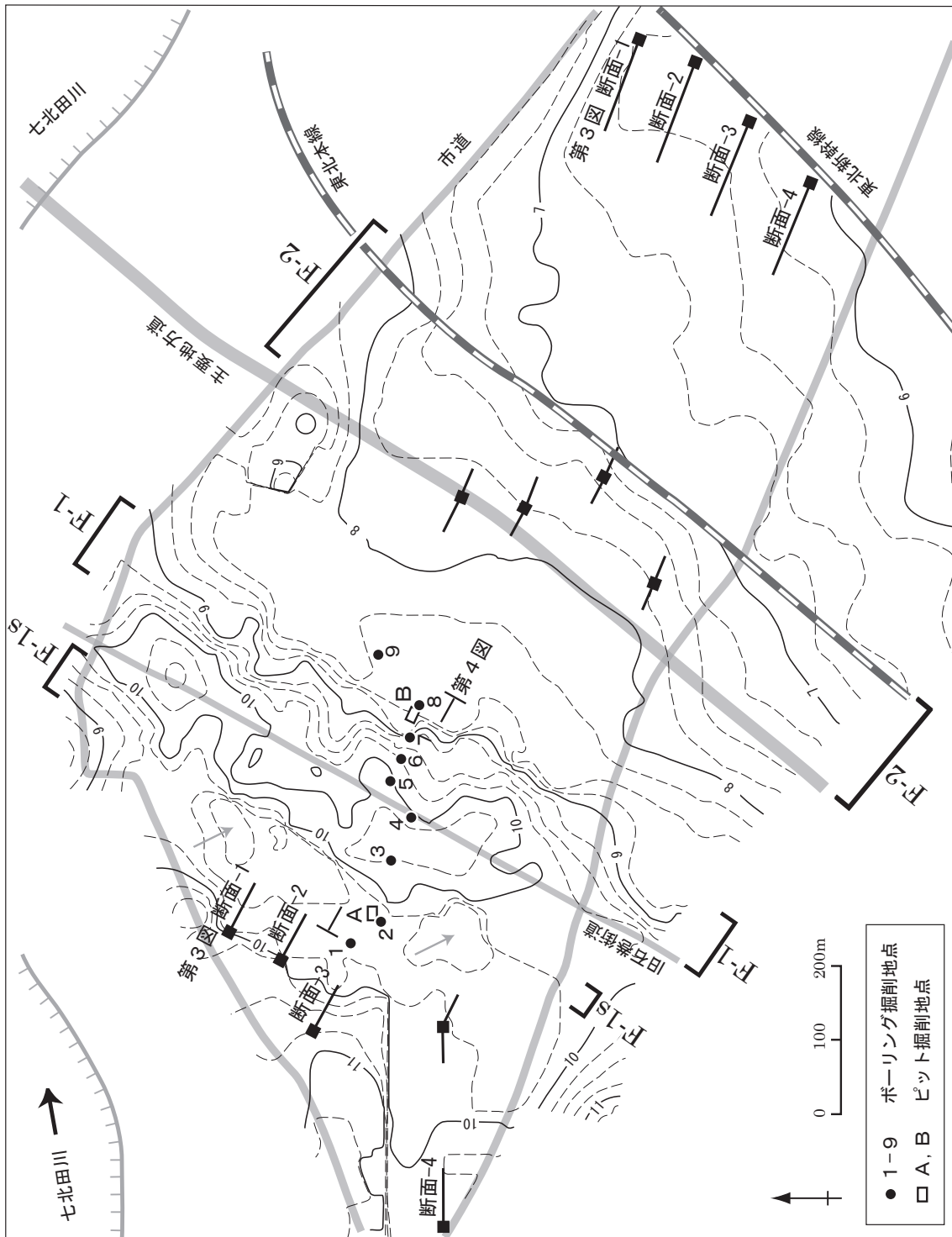
（受付：2003年9月12日，受理：2003年10月31日）

第1表．放射性炭素同位体年代の測定結果．  
 Table 1. Radiocarbon dating results.

Sample No.	Site	Unit	Material	Lab No. (Beta-)	Measured <sup>14</sup> C age (yBP)	<sup>13</sup> C (‰)	Conventional <sup>14</sup> C age (yBP)	Calibrated age (Cal AD/BC;1σ)
4-2.11m	IWK-4	20	organic sed.	179824	1760±60	-25.7	1750±60	AD 230 - 380
C-C-7	A pit	20	organic sed.	174607	1910±60	-20.7	1980±70	BC 50 - AD 90
C-C-5	A pit	20	organic sed.	174606	2160±60	-21.2	2230±60	BC 380 - 200
A-1/1.20m	IWK-8	20	organic sed.	173812	2310±70	-25.4	2300±70	BC 400 - 240
A-1/3.85m	IWK-8	30	organic sed.	173813	4120±70	-16.6	4260±70	BC 2910 - 2870
A-1/8.08m	IWK-8	30	organic sed.	174402	6140±50	-22.1	6190±50	BC 5240 - 5050
A-1/10.32m	IWK-8	40	organic sed.	174403	6760±40	-27.8	6710±40	BC 5650 - 5620
7-14.43m	IWK-7	50	organic sed.	179825	7790±80	-19.4	7880±80	BC 7010 - 6630

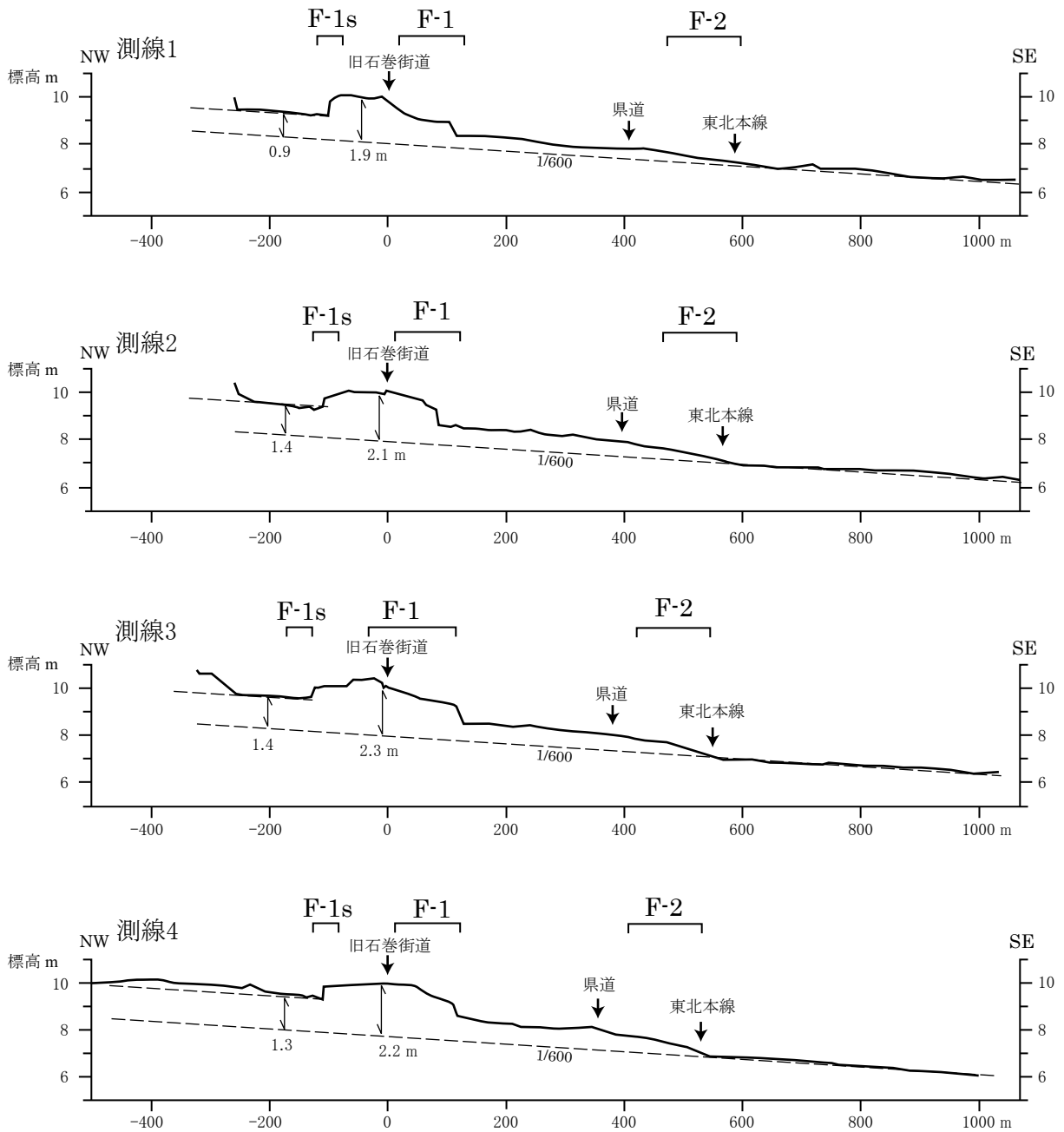


第1図. 長町-利府線断層帯のセグメント区分と最新活動に関する調査地域 (Fig. 2の範囲) 位置図. 断層の分布は池田ほか編 (2002) を, 段丘の分布は中田ほか (1976) および北村ほか (1986) を改変した.  
 Fig. 1. Segmentation of the Nagamchi-Rifu Line fault zone and location of the study area shown in Fig. 2. Locations of active faults are modified from Ikeda et al. (2002). Distribution of terrace surfaces are modified from Nakata et al. (1976) and Kitamura et al. (1986).



第2図. 岩切地区における七北田川沿いの氾濫原の変形を示す地形図. 等高線は0.25m間隔. トータルステーションを用いた約1000点の測量点データから作成した.

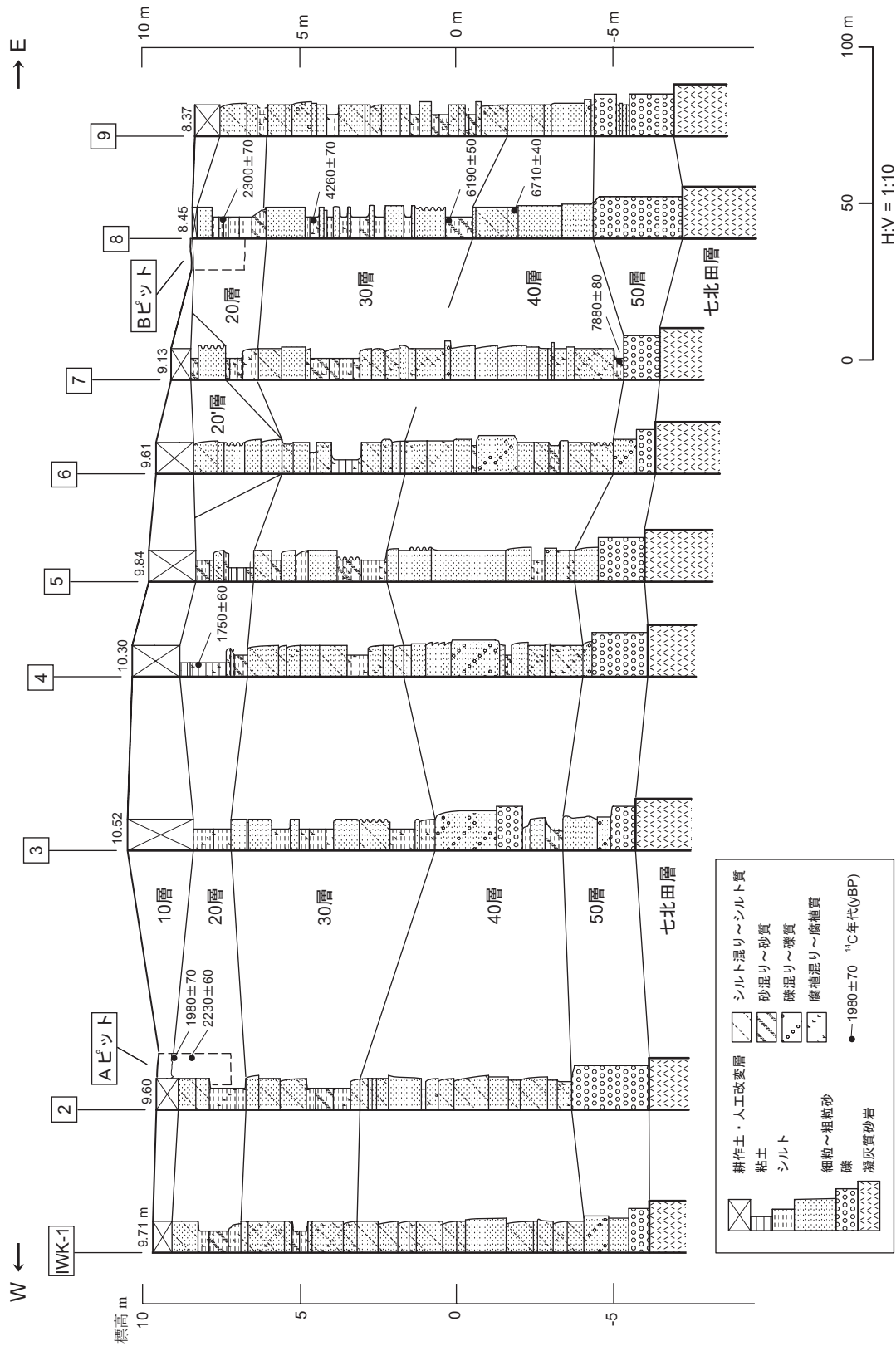
Fig. 2. Topographic map of the study area showing tectonic deformation of the flood plain on the Nanakita-gawa River. Contour interval is 0.25 m.



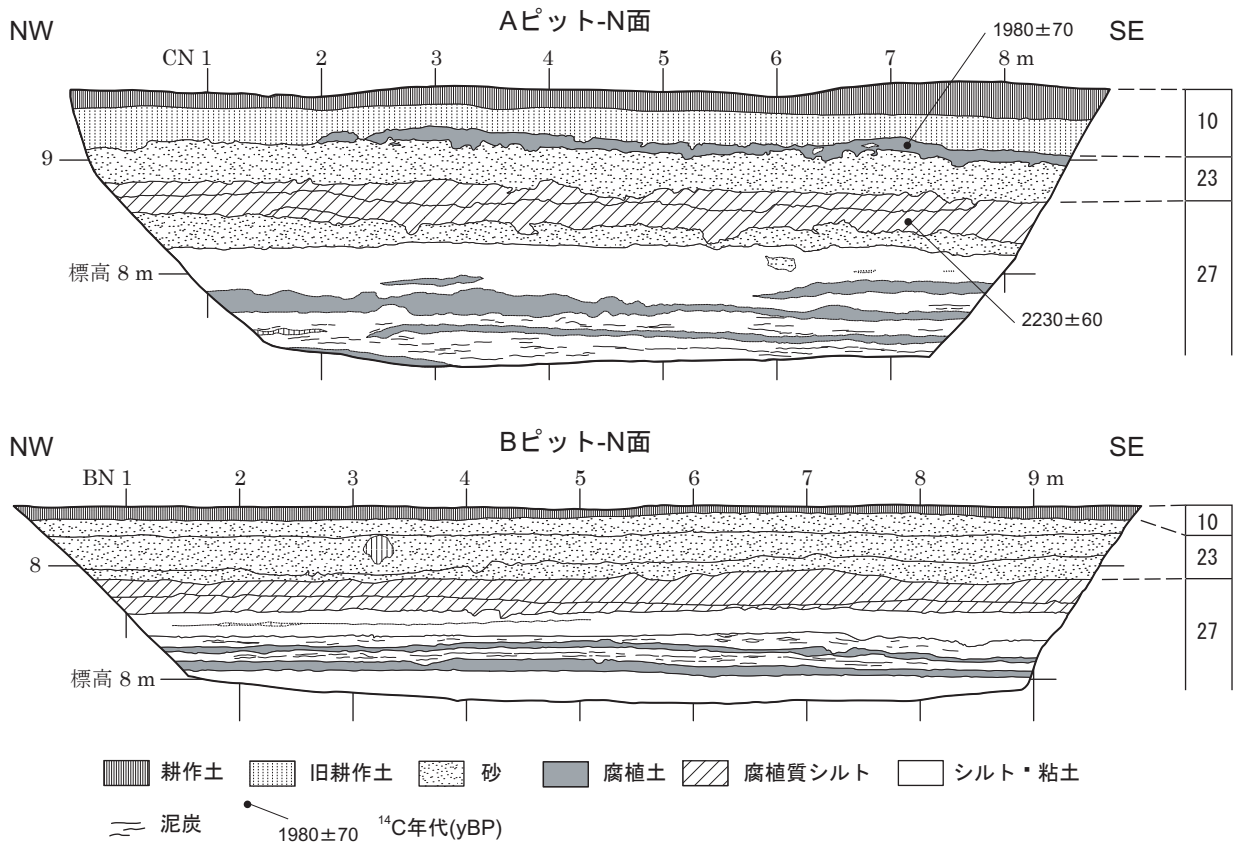
第3図. F-1撓曲, F-1s断層およびF-2撓曲を横切る地形断面図.

Fig. 3. Topographic profiles across F-1 flexure, F-1s fault and F-2 flexure.





第4図. F-1撓曲およびF-1s断層を横切るボーリング断面図.  
Fig. 4. Borehole transect across F-1 flexure and F-1s fault.



第5図. ピット壁面のスケッチ図.

Fig. 5. Log s of pits A and B.