

Eastern margin active fault zone of the Fukui Plain :Overview and results of the recent exploration along the fault zone

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2014-02-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 山本, 博文, Yamamoto, Hirofumi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/8120

福井平野東縁断層帯

— その概要と最新の調査結果について —

Eastern margin active fault zone of the Fukui Plain :
Overview and results of the recent exploration along the fault zone

山本 博文*
(福井大学教育地域科学部)

1. はじめに

福井平野は福武（ふくぶ）低地と呼ばれる福井県北部に位置する南北に細長い沈降性のくぼみの北部に形成された沖積平野である。福井平野は縄文早期から前期にかけてはその大半が“古九頭竜湾”と呼ばれる浅い入り江となっていたが、縄文中期～後期には湾入り口付近に砂州が形成され、九頭竜川、日野川、足羽（あすわ）川などの河川から運ばれた土砂が内湾に厚く堆積し、現在の平野の原型が形成されている（三浦，1988；建設省近畿地方建設局・建設省国土地理院，2000）。

昭和23年（1948年）6月28日、福井平野を震源とするマグニチュード7.1の福井地震が発生した。この地震では福井平野東部を中心に地割れなどの地変が現れ、小笠原（1949）は氾濫原および扇状地を横切る位置に2列の“深部断層”を図示し、Tsuya（1950）等はこの北北西—南南東方向に延びる地割れ地帯が測量で示された隆起／沈降境界と一致することから、この方向が地震断層の走向と推定している。活断層研究会（1980）は、小笠原（1949）を基に地震断層として“福井地震断層”および“福井東側地震断層”を図示している。福井地震では明瞭な地表地震断層は現れなかったが、測量結果からは地割れ帯を境とする2mに及ぶ変位があり、福井平野東部における断層の活動は明らかである。以下においては“福井地震断層”および“福井東側地震断層”を“地表には明瞭に現れなかったが、測量や地割れ帯から推定された地震断層”の意味で用いることとする。

福井地震断層、福井東側地震断層は福井平野東縁断層帯に位置している。同断層帯は石川県加賀市沖合からあわら市、坂井郡丸岡町、永平寺町および福井市美山町に至る長さ約45kmの断層帯であり、近年この断層帯に沿って産総研をはじめとするいくつかの機関による調査が行われてきた。本報告ではその概要についてまとめるとともに、福井大学による幾つかの調査結果を加え、福井平野東縁断層帯について紹介する。なお、本報告は中央防災会議災害教訓の継承に関する専門調査会がまとめた「1948年福井地震報告書 第2章 福井平野と福井地震断層・福井東側地震断層」（山本，2011）を基にし、これに新たな資料・データを付け加え、改編したものであることをお断りしておく。

2. 福井平野の地形・地質概略

福武低地の北半部を占める福井平野は、東側を加賀越前山地・越前中央山地、西側を丹生山地によって区切られ、北側には海成段丘が広がる加越（かえつ）台地が、北西側には三里浜（さんりばま）

(キーワード：福井平野東縁断層帯，活断層，活動履歴，福井平野)

* Hirofumi Yamamoto
(Faculty of Education and Regional Studies, University of Fukui, Fukui, 910-8507)

砂丘があり日本海と接している。また平野には東部から竹田川、九頭竜川、足羽川が、南側から日野川が流れ込んでおり、福井平野はこれらの河川の埋積作用によって形成された低平な沖積平野である。

福井平野の地形は大きく扇状地、氾濫原および三角洲に分けることができる(図1)。九頭竜川、足羽川、竹田川が東側の山地から福井平野に出たところには扇状地が形成され、その前面には氾濫原が広がっている。また九頭竜川が日本海へと注ぐ平野北西部は三角州となっている。

福井平野では新第三系火山岩類等からなる基盤岩を厚い未固結～半固結堆積層が不整合で覆っている。堆積層はところによっては200m以上の厚さがあり、第一礫層上面を境に下位の“洪積層”および上位の“沖積層”に分けられる。沖積層の基底深度は北ないし西方へ向かって次第に深くなり、三里浜砂丘付近では標高-50mに達している(図2; 鹿野ほか, 2007; 北陸第四紀研究グループ, 1969)。

沖積層は上部、中部、下部に区分されている(図2)。下部は暗青～青灰色の砂層・泥層・砂泥互層から、中部層は青灰～暗青色の古九頭竜湾が広がった縄文海進高海面期の内湾浅海成泥層(均質な泥層と砂層)から、上部は砂層と砂層を不規則に含む泥層からなり、臨海部では砂丘砂層が、平野北西部では層厚約5mの軟弱な陸水成層が覆っている(三浦, 1988)。

3. 福井地震後の測地データからみた福井地震断層と福井東側地震断層

1948年福井地震の直後に詳細な現地調査を行った小笠原(1949)は、福井地震の際には明瞭な地表地震断層は認められなかったが、地割れ、噴砂、家屋の倒壊率等が坂井市丸岡町西方を通る一線を境に急激に変化していること、河道の屈曲、堆積地形面の傾斜の異常等から、2本の断層(“深部断層”)が福井平野の地下に存在していると推定した。また地震後、福井市一大聖寺間の水準路線の改測、福井平野の水準測量、三角測量等が行われ、推定された断層に沿って、最大で水平方向に約2mの左横ずれ、鉛直方向に約0.9mの東側隆起が明らかになった(那須, 1949; Tsuya, 1950など)。活断層研究会(1980, 1991)はこれらの既往調査結果を基に、福井地震断層(福井平野東部、NNW-SSE走向の長さ27km、左横ずれ、東側隆起)およびその東側約3kmにこれと平行に福井東側地震断層(篠岡(しのおか)断層沿い、長さ8km、西側隆起)を示している。

鷺谷(1999)は福井地震災害復旧測量により得られた測地測量データを再整理し、福井地震に伴う地殻変動を明らかにするとともに、測地測量データと断層モデルにより算出された地殻変動値とを比較している。鷺谷によれば、1) 水平変動(図3)では推定された福井地震断層と三角点の約2mの相対変位は調和的であるが、福井東側地震断層を境とするような水平変動のパターンは見られないこと、2) 上下変動(図4)では路線Aで最大約55cmの隆起、約35cmの沈降が福井地震断層を境に生じ、さらに福井東側地震断層すぐ西側に位置する水準点897と隣接する2つの水準点の間でも20cmを越える食い違いが認められること、3) 路線Bは福井地震断層および福井東側地震断層をほぼ垂直に横切っているが、比較的単純な変動を示し、その変位量も最大で20cm程度と路線Aに比べ少なく、断層の主破壊領域はこれよりも北側に位置していたと推察できること、4) 断層モデルを用いての解析結果では、福井地震断層だけで福井地震断層と福井東側地震断層間に位置する水準点897と隣接水準点の20cmを越える食い違いまで含めて説明が可能であり、測地データからは福井東側地震断層の変位ははっきりしないこと、また5) 福井地震断層のみが活動し、断層面の傾きが東傾斜70～80度とした場合が最も測地測量データと一致することを報告している。

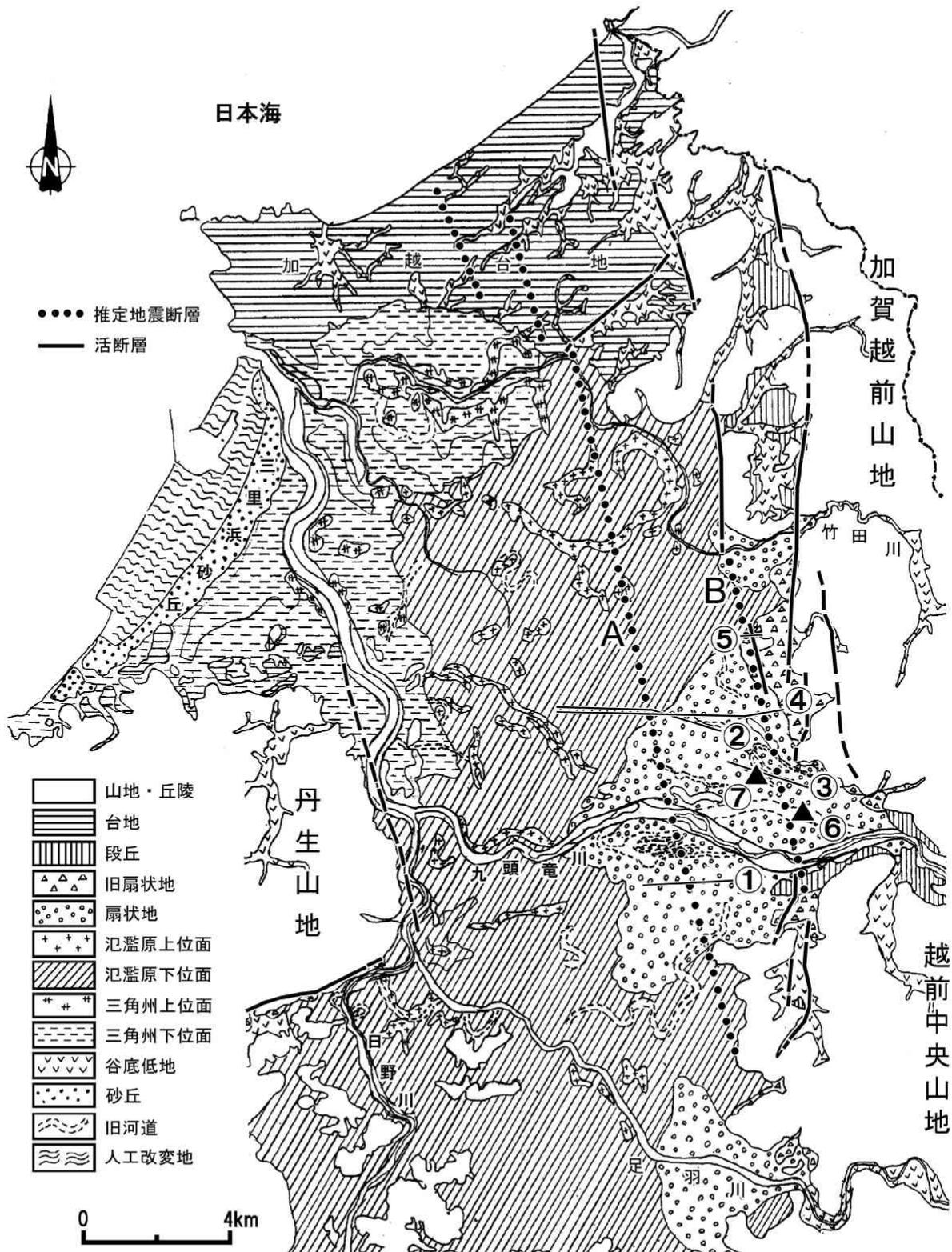


図1. 福井平野における地形区分図(吉川, 1996)と福井地震断層(A), 福井東側地震断層(B)(断層位置は活断層研究会, 1991による). ①~③は地形計測測線, ④は福井県(1998)によるP波反射法探査測線, ⑤は福井県(1998, 1999)によるS波反射法探査, 群列ボーリング, トレンチ調査位置, ⑥は福井大学によるP波反射法探査位置, ⑦は領家の土砂採取場位置.

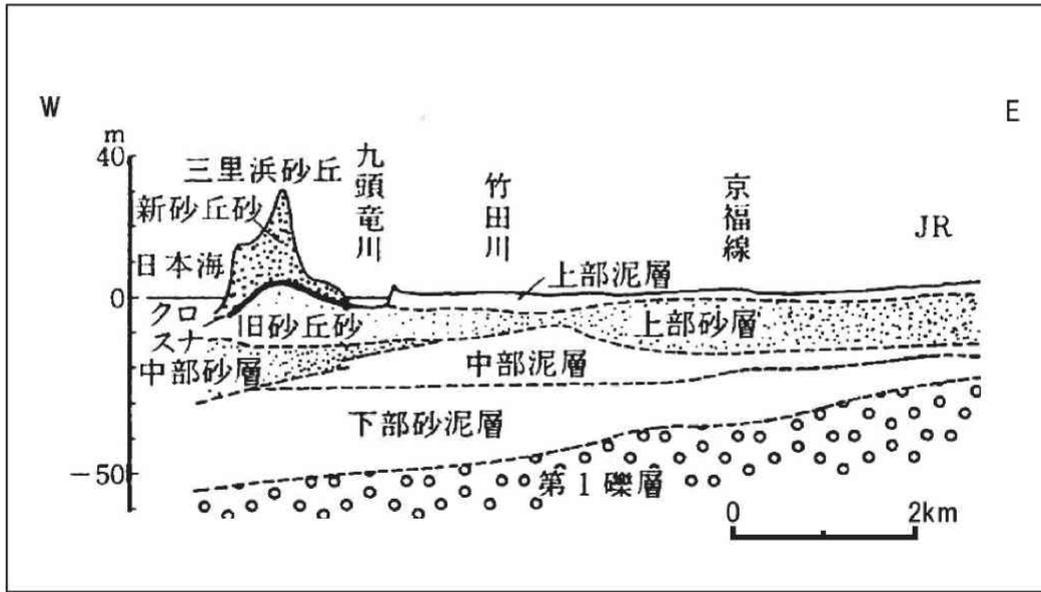


図2 福井平野北部の東西地質断面図（北陸第四紀研究グループ，1969；三浦，1988）。

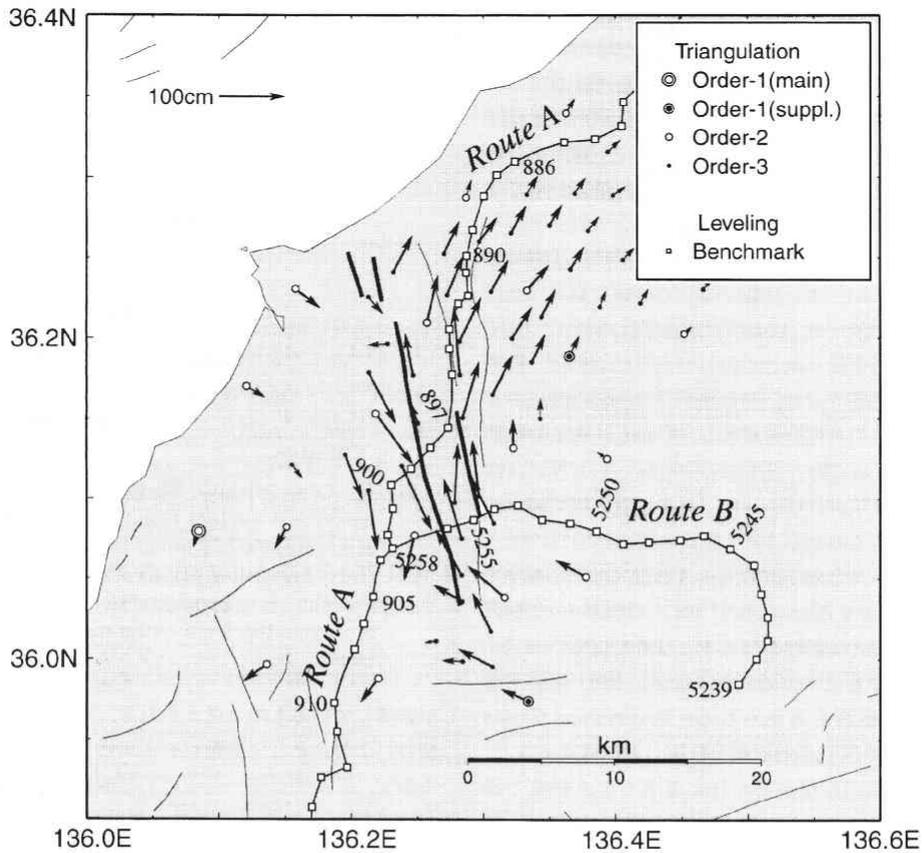


図3. 三角測量により明らかとなった福井地震による水平変動。太実線は福井地震断層および福井東側地震断層を，また細実線はその他の活断層を示す（鷺谷，1999 に一部加筆）。

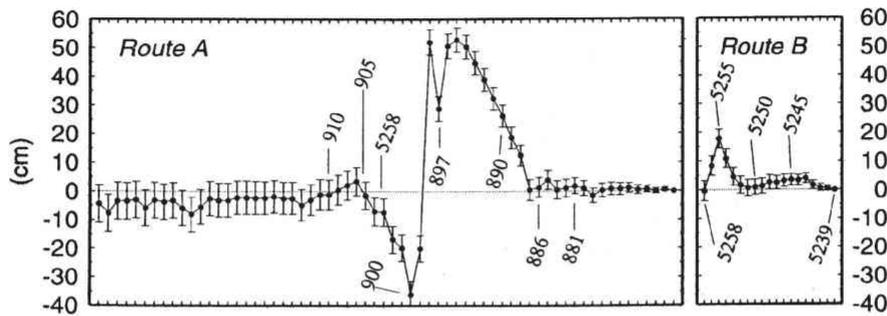


図 4. 1927-29 年と福井地震後に行われた水準測量結果の比較から明らかとなった福井地震による垂直変動（鷺谷，1999）。水準路線および水準点位置は図 3 参照。

4. 福井平野東縁断層帯

福井平野東縁断層帯は平野東縁部を区切る長さ 45km の活断層帯であり、平野東縁部付近に位置する福井平野東縁断層帯主部と、その西側、主部から 3～5km 離れた福井平野東部に位置し、主部とほぼ平行に延びる福井平野東縁断層帯西部に分けられる（図 5；地震調査推進本部，2004，2009）。

4-1. 福井平野東縁断層帯主部

福井平野東縁断層帯主部は、石川県加賀市沖合の海域から福井県あわら市、坂井市（旧丸岡町）および永平寺町（旧松岡町）を経て福井市（旧美山町）まで、概ね南北に延びる断層帯である。主部は並行する 2 列の断層列からなり、東側は加賀市沖の断層とその南側に連なる剣ヶ岳（けんがだけ）断層から、また西側はこれ並行して、北側より見当山（けんとうやま）断層、細呂木（ほそろぎ）断層、瓜生（うりゅう）断層、篠岡断層、松岡断層と連なっている（図 5；地震調査研究推進本部，2009）。

福井平野東縁断層帯主部東側北端の海域では、海上保安庁海洋情報部（2005）が剣ヶ岳断層の北方延長部に長さ約 7 km の北北西方向に延びる西落ちの断層（加賀市沖の断層）を報告し、阿部ほか（2011）はこの断層から北西方向に分岐する西落ちの断層を見出している（図 5，6）。平均変位速度は A 層基底面の年代を 1.8 万年前とすると、その垂直変位量（0.8～1.5m）から 0.04～0.08m/1000 年と求められるが、本断層帯が横ずれ変位を伴うことからすると、これよりやや大きな値（B 級の活動度）となる可能性が高い（阿部ほか，2011）。

加賀市沖の断層の南に位置する剣ヶ岳断層では、断層はところどころで枝分かれしながら断続的に連なり、完新世の段丘面や 2～3 万年前に形成されたと推定される段丘面に、それぞれ 2～3m，2～4.6m 以上の垂直変位をあたえている（廣内，2003）。また産業技術総合研究所（2008）は、剣ヶ岳断層沿い女形谷（おながだに）地点において扇状地面（約 7000 年前）に約 2m の垂直変位を認めており、剣ヶ岳断層の平均上下変位速度を 0.1～0.3m/1000 年と推定している。

主部の西側北端に位置している見当山断層は廣内・安江（2001）により報告された活断層であり、陸域で認められる長さは 4km，海岸部においても約 10 万年前の M2 面構成層基底高度に 12m 以上の変位を与えており、北方海域へと延びていると推定されていた（廣内・安江，2001）。しかし 2010 年に行った海域の調査（阿部ほか，2011）では、見当山断層海域延長部には断層を見出すことはできず（図 6），見当山断層は海岸から 2km 以上は伸びていないと推定される。

見当山断層南側の細呂木断層は、活断層研究会（1980）により金津町細呂木北方から丸岡町乗兼付近まで NNW—SSE 方向に延びる長さ約 12km の活断層とされていたが、断層中央部付近の丘陵には高度不連続や鞍部などの断層地形が認められないことから、北部の細呂木断層と南部の瓜生断層に区分された（図 5；廣内，2003）。瓜生断層に沿っては 1～3m の東側隆起の小断層崖や段丘面の変位が認められ（廣内，2003），産業技術総合研究所（2008）による中川のトレンチ調査（図 5）ではほぼ垂直な東側隆起の断層面が確認されている。

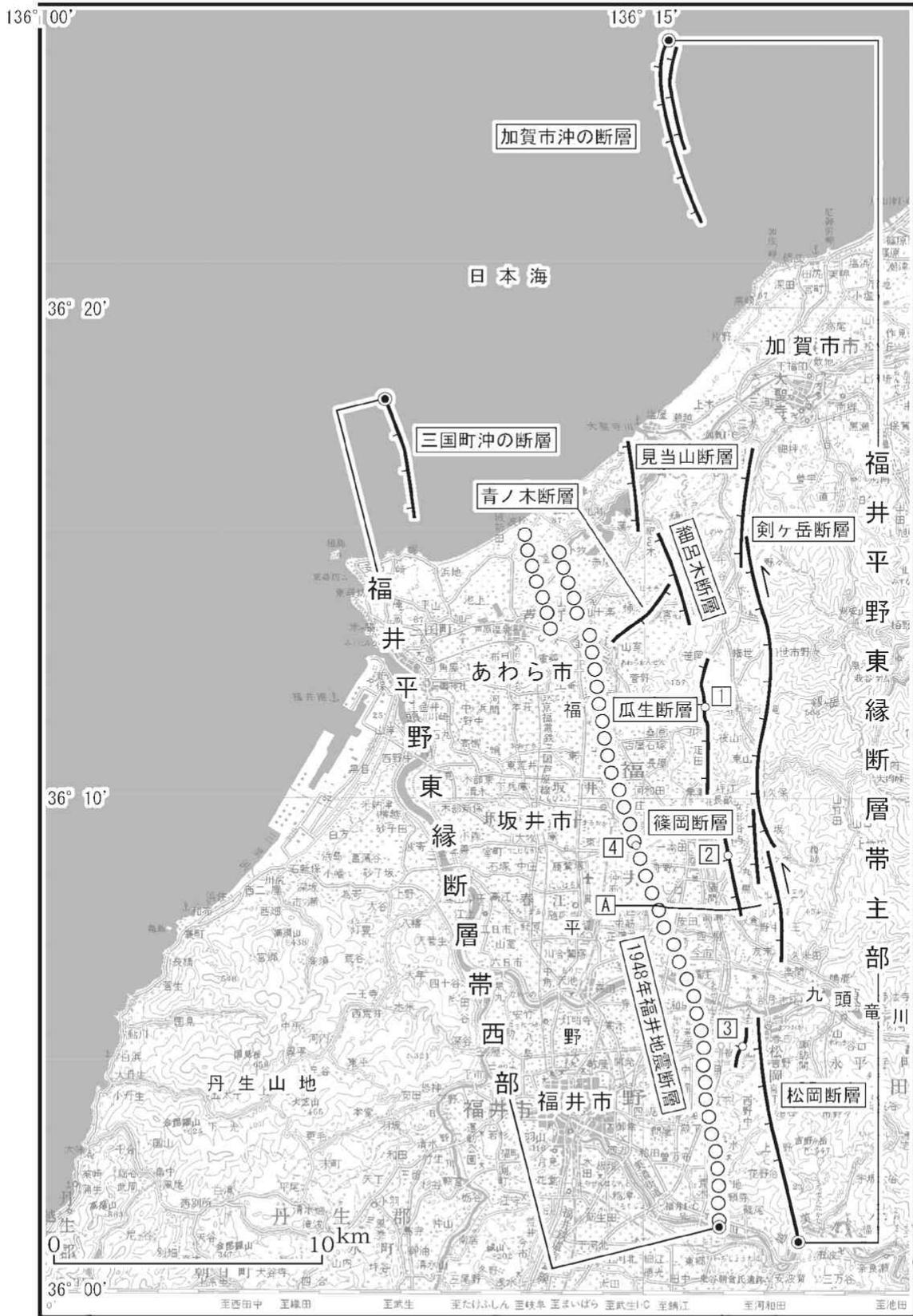


図 5.福井平野東縁断層帯を構成する断層位置と主な調査地点（地震調査推進本部（2009）を一部改変）.
 1：中川地点，2：丸岡地点，3：吉野塚地点，4：田島川地点，A：P波反射法探査測線（福井県，1998）

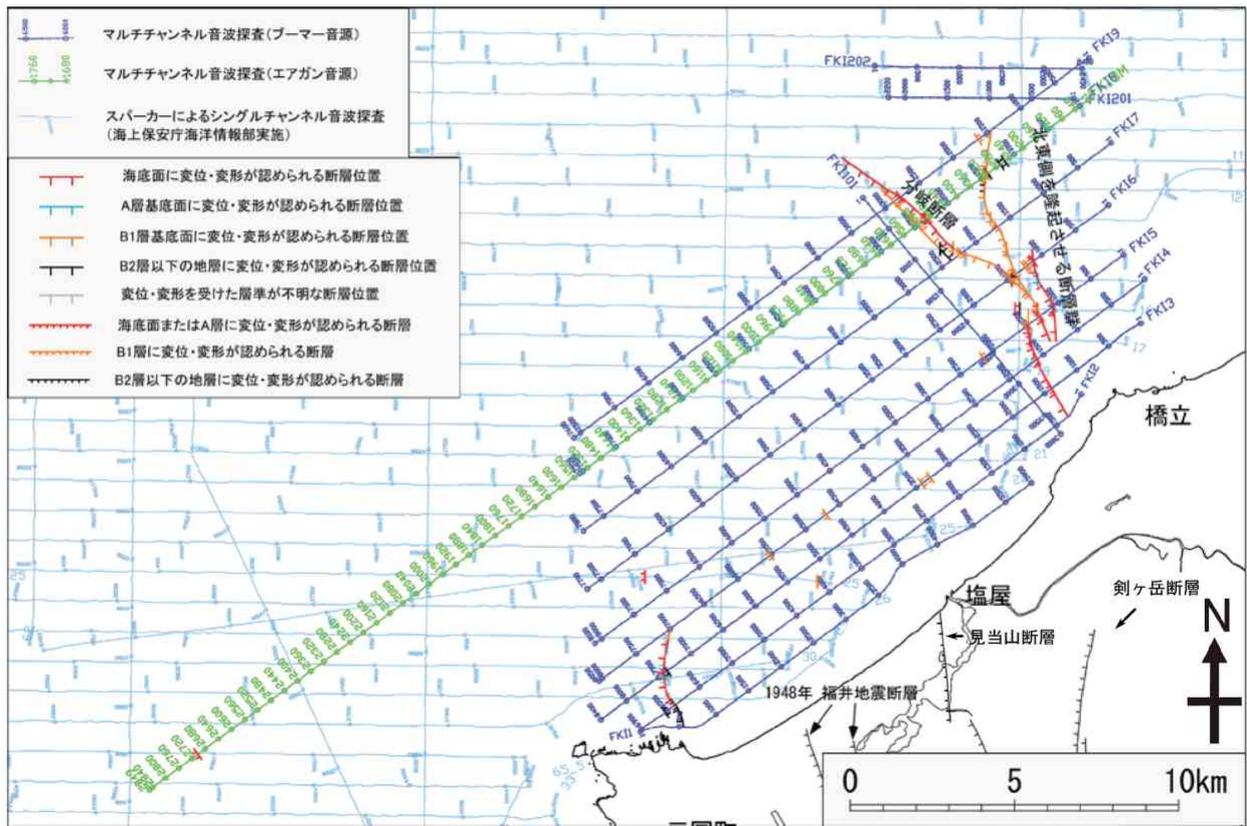


図 6. 福井平野東縁断層帯北端部海域の調査測線および断層分布図（阿部ほか，2011 に加筆）。

瓜生断層南側の篠岡断層沿いでは、小笠原（1949）は“洪積世後期以降に活動した証拠を示す露頭”および段丘面の逆傾斜を報告しており、活断層研究会（1980）により篠岡断層と命名された。福井県（1998，1999）は篠岡の北西（図 1）において、S 波弾性波探査および群列ボーリングを行い、第四系基盤上面深度に明瞭な東上がりの段差を認め（図 7）、また篠岡断層の南方延長部を横切る P 波反射法探査（図 1）でも基盤上面深度に東上がり約 70m の段差を見出している（図 8）。なお 1948 年の福井地震の際、活動したとされる 2 本の地震断層のうち、東側の福井東側地震断層はこの篠岡断層沿いから松岡断層の北端部付近にかけて記されている（活断層研究会，1980，1991）。

主部西側断層列の南端に位置している松岡断層は松岡から南へと連なる断層であり、松岡市街地西部から南西方向に延びる断層および市街地南から南方に延びる断層の 2 列に分岐している（東郷ほか，2001；廣内，2003）。市街地西部の段丘面では約 5m の東上がりの高度不連続（福井県，1998）が、また市街地の南方では 1～2.4m の高度不連続（廣内，2003）が認められる。

以上の断層帯主部を構成する並行する 2 列の断層列は、その間隔が北方では 3～4km あり、明瞭に区分することができるが、九頭竜川の北側では 1～2km と狭くなっている。九頭竜川の南側には松岡断層が連なっているが、松岡断層と篠岡断層・剣ヶ岳の間は九頭竜川扇状地となっており、この数 km にわたる区間では、断層の連続性や変位についてはよくわかっていなかった。近年、この九頭竜川扇状地において、断層露頭が見出されるとともに、P 波反射法査等による調査が行われた。

P 波反射法査等による調査は福井大学医学部附属病院の新病棟および検査棟の建設に伴って実施されたものである。調査地点は九頭竜川扇状地の扇頂近くに位置し（図 1）、標高は 22～25m で西に緩

やかに傾斜している。医学部敷地の東側で行われた既存ボーリングデータでは深さ 8~10m で基盤岩に達しているのに対し、附属病院建設時のボーリング調査では深さ 15.3m でも基盤に達していない。また敷地内で行った微動アレイ調査では S 波速度が 500m/s から 1370m/s へと急速に増加する深さが約 60m と、敷地東側に比べ基盤深度が急激に深くなっていることを示している。また敷地の北側（県道 122 号線沿い）および南側（永平寺町町道五領 32 号線および農道 五領 22 号線沿い）にそれぞれ長さ 1500m の測線を設定し、P 波反射法地震探査を行った結果、敷地の南東端付近をかすめるように、N50° E 方向に伸びる比高約 20m の東上がりの基盤上面の段差が見出された（図 9）。この段差の南西延長部には、松岡市街地西部から南西に伸びる松岡断層が位置している（図 10）。前述のように、松岡市街地西部の段丘面では、約 5m の東上がりの高度不連続が認められている。この断層の走向は N20~30° E であり、探査により見出された断層がこの断層に連なる可能性が高いものと思われる。また北東延長方向は剣ヶ岳断層の南端部にあたり、剣ヶ岳断層がやや走向をかえ、松岡断層に連なっている可能性がある。

一方、断層露頭が見出されたのは、九頭竜川扇状地上の坂井市丸岡町領家付近である（図 1）。水田下の砂利を採取するための掘削が行われ、その北西側および北東側壁面に礫層を変位させている断層が見出された（図 11）。北東側の露頭の高さは 5.3m、下部は円礫層となっており、円礫層上面の深度は断層南側で 3.3m、北側で 1.9m と約 1.4m の食い違いが認められた。礫層の上位は、深さ 1.2m まででは中粒砂からなる砂層であり、断層による変位は認められない。1.2~0.5m は泥質な細粒砂、0.5m から上は耕作土である。北西側の露頭は高さ 4.2m、同様に下部は円礫層であり、礫層上面の深さは断層西側で 2.2m、東側で 1.3m と 0.9m の食い違いが認められる。断層西側においてはこの礫層を厚さ 0.15m の粗粒砂層、および 0.7m の多くの木片を含むやや泥炭質な砂層が覆っている。その上位は北東側の露頭と同様な砂層となっており、断層を挟んだ東側の礫層も覆っている。この砂層中には断層による変位・変形は認められない。最上部は耕作土である。北西側壁面および北東側壁面のずれの位置を結んだ断層の走行は N18° W である。領家付近での測定の結果、九頭竜川扇頂地面に不明瞭ながら約 2m の緩やかな東上がりの段差が認められた（図 12）。

南北走向の篠岡断層はこの露頭の約 2.5km 北方の小黒付近までは地形的に追跡でき、その南側の末政付近では、福井県（1998）の P 波反射法地震探査で断層が確認されている（図 8, 10）。探査結果からすると、主たる断層の地表到達点は末政集落西部付近であり、篠岡断層は小黒付近から末政西を通り、まっすぐ領家付近まで南方に延びている可能性が高い（図 10）。領家南方では、これまで断層を示す露頭や断層地形は見出していない。

以上のように、松岡断層が剣ヶ岳断層へと連なり、篠岡断層が領家の断層露頭まで南に延びている可能性がある。このように連なっているとすると、断層帯主部東側は加賀市沖の断層、剣ヶ岳断層およびその南側の松岡断層、また西側は見当山断層、細呂木断層、瓜生断層および篠岡断層ということになる。ただし南端部付近は両断層列の間隔は短く、はっきり区別できるものではない。

なお領家の断層位置は、地理調査所（1948）の被害分布図に示された深部断層の位置および活断層研究会（1980, 1991）の福井東側地震断層の位置から西に 700m 程ずれている（図 10）。福井地震断層（深部断層）については、家屋の倒壊率等が坂井市丸岡町西方を通る一線を境に急激に変化していること（小笠原, 1949）からこの位置に記したと推定されるが、地割れ等の地変はこの付近ではほとんど被害分布図に示されておらず、福井地震断層（深部断層）の位置を明瞭に示す地変等はこの付近では見出されていない。

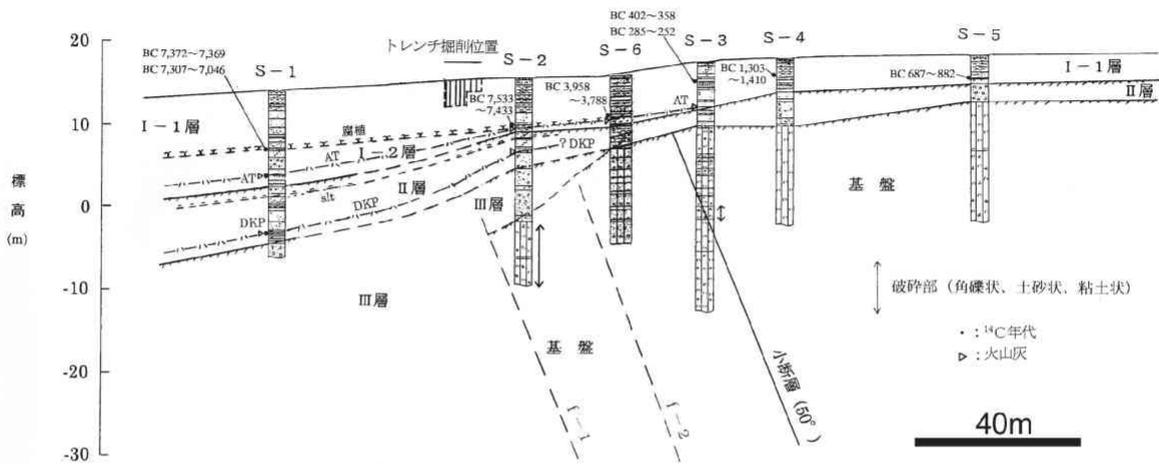
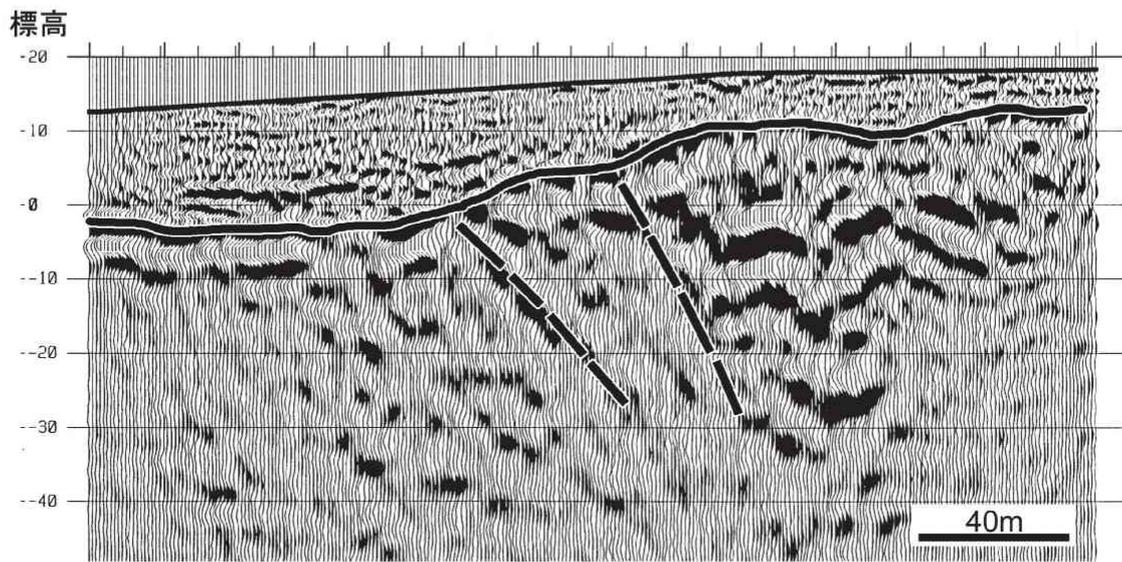
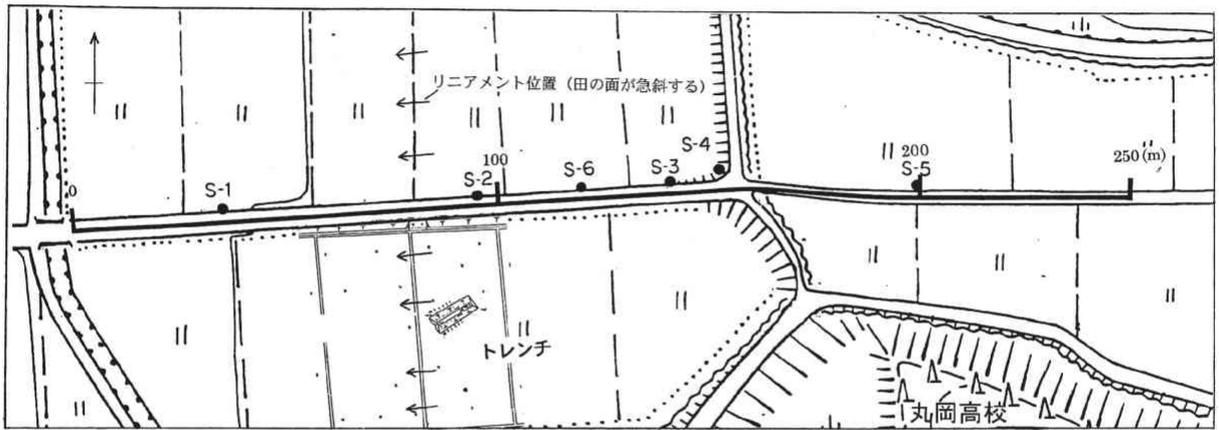


図7. 福井東側地震断層沿い、丸岡高校北側におけるS波反射法地震探査測線およびボーリング・トレンチ位置(上), S波深度変換断面図(中)および群列ボーリング結果(下). 調査位置は図1参照.

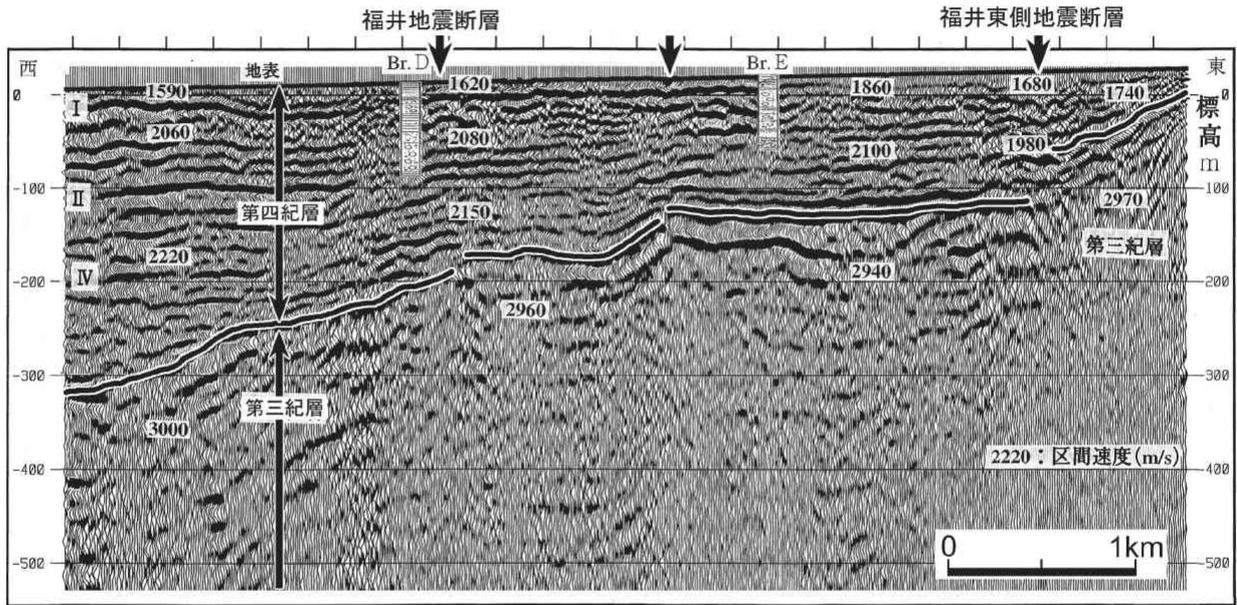


図 8. 福井地震断層、福井東側地震断層を横切る P 波反射断面（福井県（1998））に加筆、探査測線位置は図 1 の④参照。福井地震断層と福井東側断層の間にも、第三紀層上面に明瞭な食い違い（矢印）が認められた。

4-2. 福井平野東縁断層帯西部

福井平野東縁断層帯西部は 1948 年福井地震の主断層（福井地震断層）にほぼ相当する坂井市沖からあわら市、坂井市を経て福井市まで延びる断層帯である（地震調査推進本部，2009）。また福井平野東縁断層帯主部との間に位置する北東－南西走向の青ノ木断層（山本・加藤，1997）もこれに含まれている。

断層帯の北端、坂井市の沖合では、海上保安庁海洋情報部（2005）は撓曲帯も含めて長さ 5km の北北西－南南東走向で西落ちの断層（三国町沖の断層）を報告しており、阿部ほか（2011）は長さ 3km ほどの連続した活断層が認められるとしている（図 6）。三国町沖の断層の南側陸域では、これに連なる断層は報告されていないが、加越台地西部（陣ヶ丘）と中央部とを区切る西側隆起の断層が段丘面高度分布から推定されている（石川，2005）。しかし基盤深度の明瞭な段差や断層露頭は見出さず、東側隆起の三国沖の断層との関連は不明である。また約 4km 東にシフトして連なる福井地震断層の北方延長海域では、明瞭な断層は見出されなかった（図 6；阿部ほか，2011）。

福井平野東縁断層帯西部の主体をなす 1948 年福井地震の主断層沿いでは、前述のように明瞭な地震断層は現れなかったが、約 2m の水平変位、約 90cm の垂直変位が測量により明らかとなっている。小笠原（1949）はこの断層沿いで竹田川、田島川、兵庫川等の中小河川の流路が急に屈曲し北流するようになっていること、また断層線を境に東側に畑地が多く、西側に水田が多い、すなわち東側が一段高くなっていることを指摘している。九頭竜川南側においても、当時の地形図では西流してきた荒川が屈曲し、断層沿いに流下し、福井東側地震断層沿いにおいても五味川や田島川が屈曲し、断層に沿って流れている（図 13）。多田（1970）は 2500 分の 1 国土基本図から 1m 毎の等高線を読み取り、九頭竜川扇状地の中央部から南部にかけて等高線が同心円状を描かず、南北に伸びていること（図 13）を指摘し、これは扇状地を横切る福井地震断層によって西側が沈降したためとしている。また竹内・天池（1985）は標高値を大縮尺の地形図から読みとり、福井地震断層を境に東側平坦面が西側平坦面に対し 3～5m 高くなっていること、またこの高さの異なる平坦面は福井地震断層の西側に認められる幅約 1km の緩斜面によって区切られていることを示し、少なくとも 3～4 回分の断層変位の累積があるとしている。

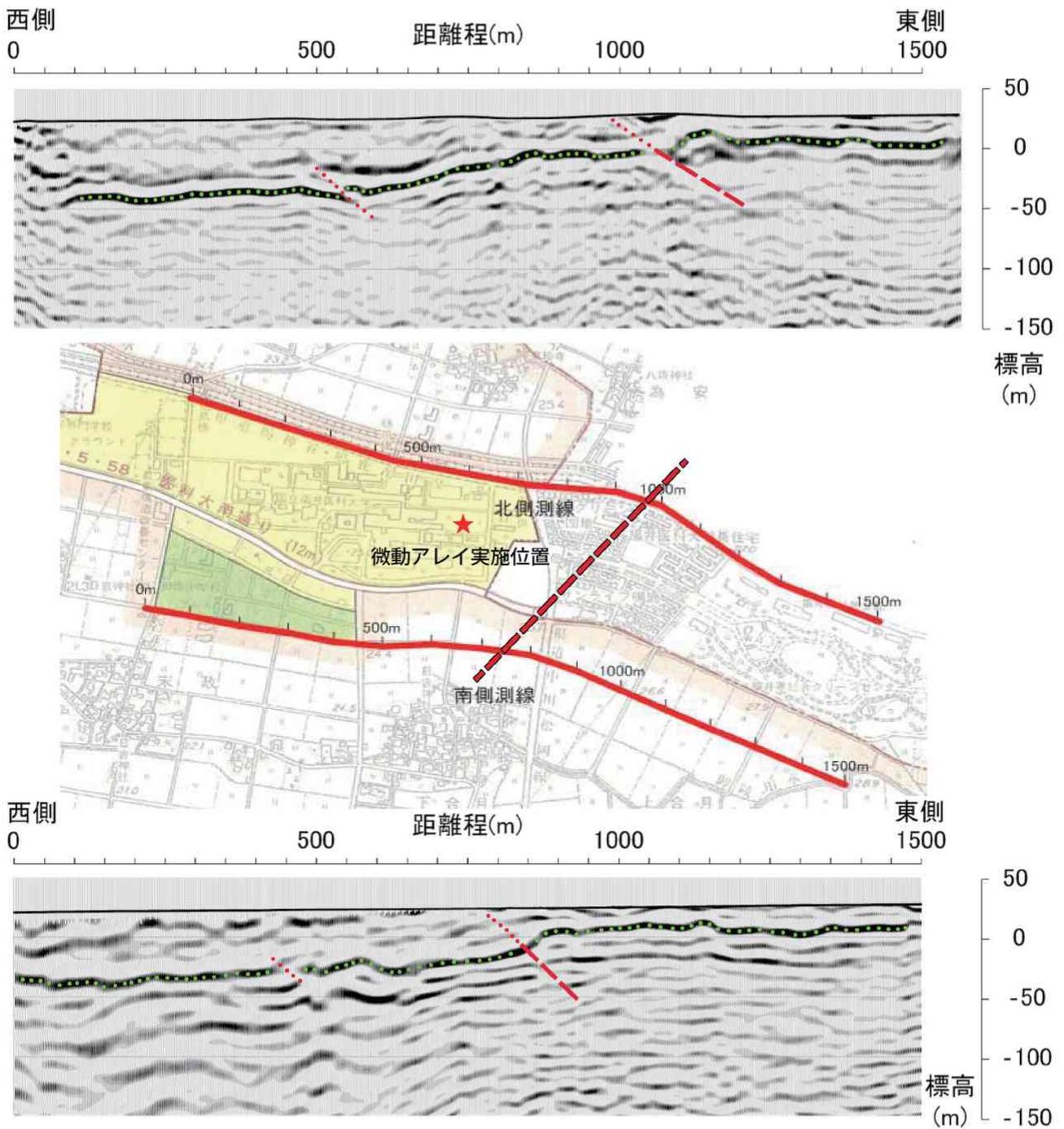


図9. 福井大学医学部周辺で行われたP波反射法地震探査測線位置、微動アレイ観測位置、およびP波反射法地震探査記録。



図 11. 福井東側地震断層沿いの土砂採取場で見られた断層露頭. A: 北西側と北東側に礫層のずれ (矢印) が認められ, 2 つのずれの位置を結んだ断層の走行は $N18^{\circ}W$ である. B: 北西側の断層露頭. 泥炭質な砂層から木片を採取 (☆地点). C: 北東側の露頭.

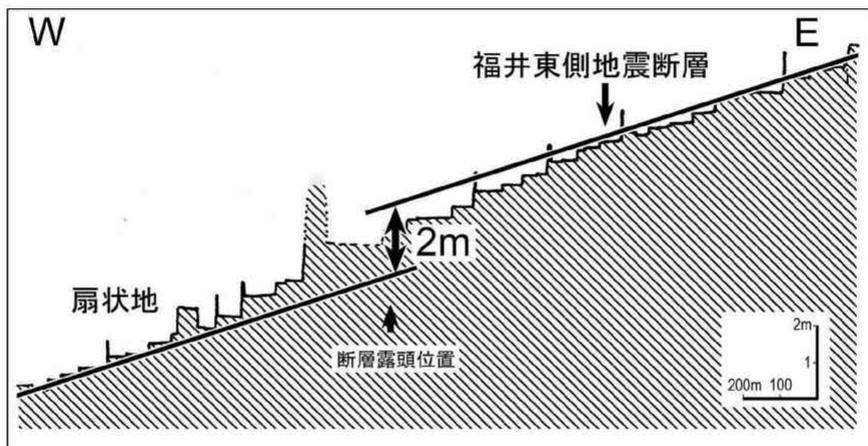


図 12. 永平寺町松岡領家付近における福井東側地震断層を横切る地形断面 (地形断面位置は図 1 の③). 不明瞭ながら扇状地面に約 2m の変位が認められる. 土砂採取場で認められた断層位置を矢印で示す.

図 14, 15 に現地測量をした福井地震断層を横切る東西地形断面を示す。図 14 は九頭竜川の南側、林町において福井地震断層を横切る断面である。林町付近には九頭竜川扇状地がひろがっており、ほぼ一定の緩傾斜を示しているが、この付近では幅約 1km にわたりやや急傾斜となり、約 3m の段差が形成されている。図 15 は九頭竜川の北側、北横地付近において福井地震を横切る地形断面である。北横地は水準路線(路線 A)が福井地震断層を横切る地点であり、北横地北東側の水準点 898 では 50cm を越える隆起が、また南西側の水準点 899 では約 35cm の沈降が計測されている。地形断面では、東が扇状地、中央から西が氾濫原となっており、福井地震断層付近の平坦面(氾濫原)に約 3m の段差が形成されている。

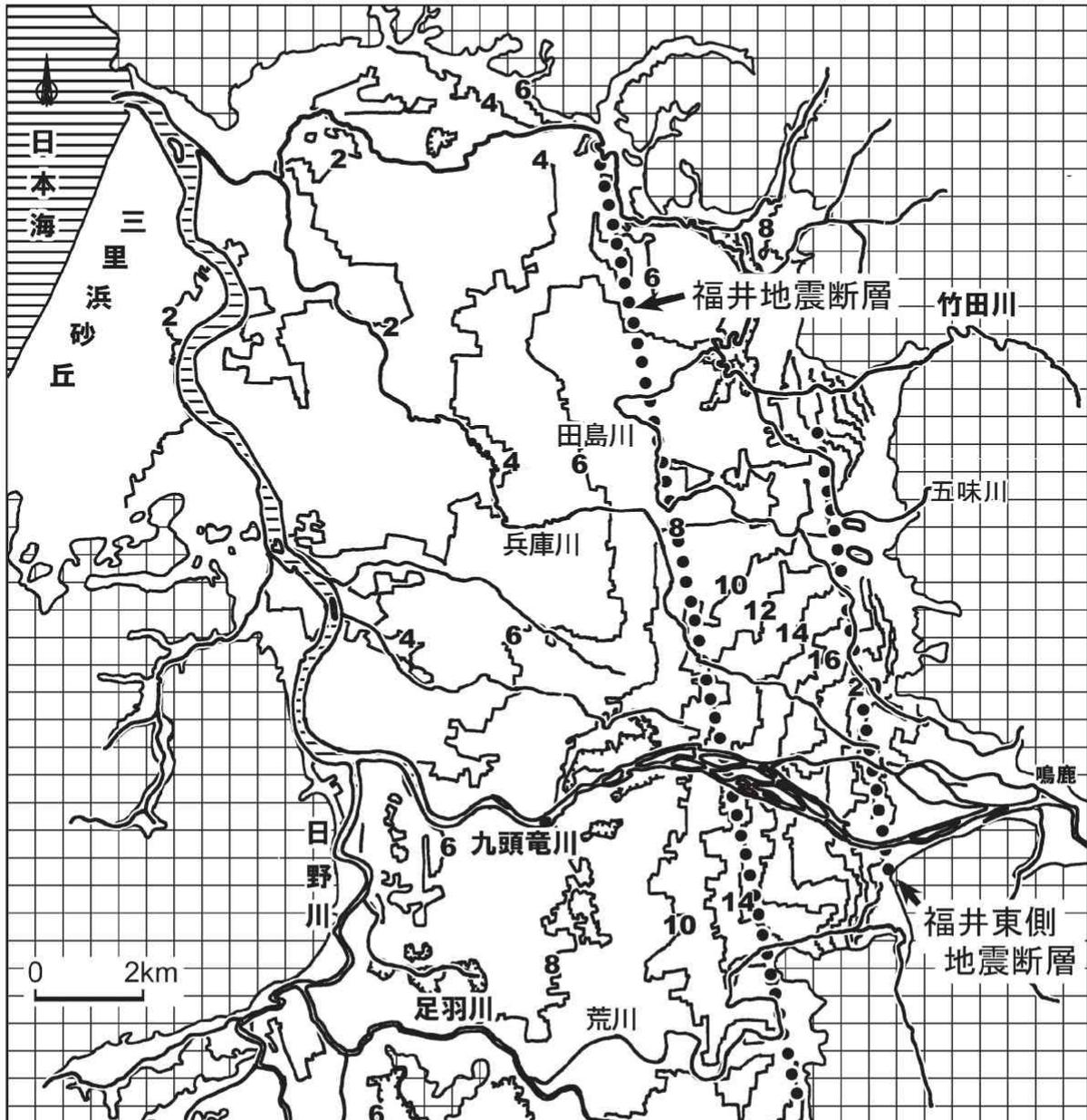


図 13. 2500 国土基本図から読み取った 2m 毎の等高線、明治 42 年測図の 5 万分の 1 地形図から読み取った河川流路および福井地震断層、福井東側地震断層位置。

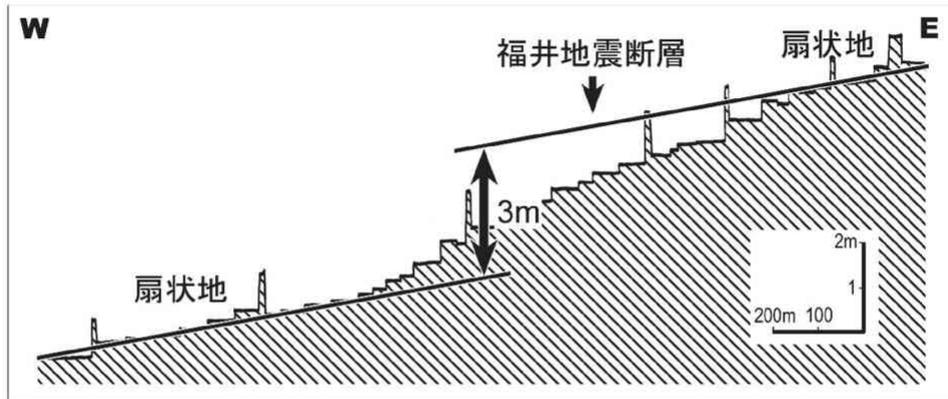


図 14. 福井市林町付近において、福井地震断層を横切る地形断面（地形断面位置は図 1 の①参照）。扇状地面に約 3m の変位が認められる。

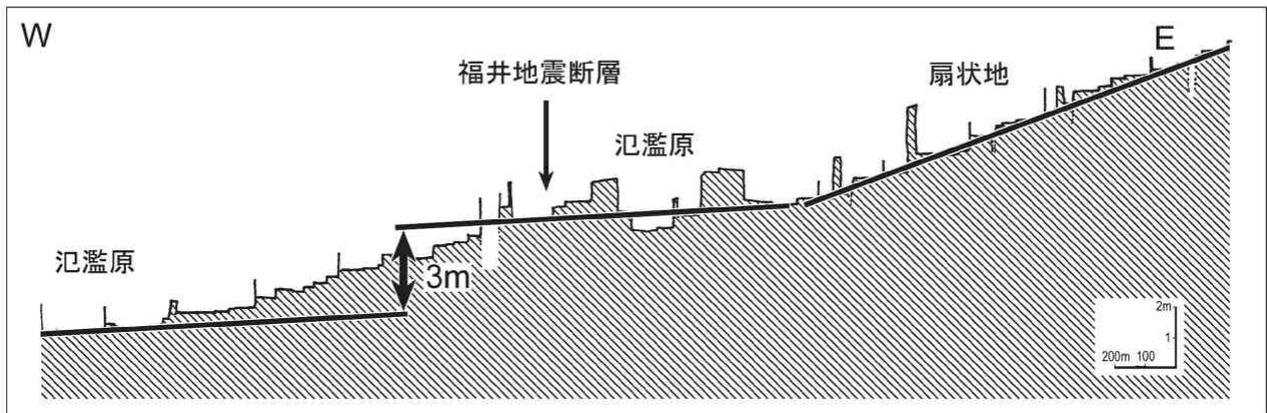


図 15. 坂井市丸岡町北横地付近において、福井地震断層を横切る地形断面（地形断面位置は図 1 の②参照）。氾濫原の平坦面に約 3m の変位が認められる。

以上のように、平野の微地形からも活断層の存在が示唆されるが、福井平野は厚い未固結堆積層に覆われているため、地表部で断層を確認することは困難である。そこでこれまで地震探査やボーリングなどによる調査が何地点かで行われてきた。

天池ほか（1984）、天池・竹内（1989）は九頭竜川の北側、坂井市坂井町田島付近（図 5）で福井地震断層を横切る屈折法地震探査を行い、基盤上面に西落ち 50～200m の垂直変位が認められるとしている。また岡本ほか（1989）はこの探査測線に沿って群列ボーリングを行ったところ、明瞭な断層による地層の不連続は認められなかったが、局所的な地層の曲がり（撓曲変形）が認められ、変位の累積性が認められたとしている。井上・中川（1999）は九頭竜川河川敷において反射法地震探査を行い、福井地震断層付近で反射面が不鮮明となっているものの、200m に及ぶような基盤上面の落差は認められなかったとしている。福井県（1998）は九頭竜川と田島のほぼ中間に位置する北横地付近で福井地震断層、福井東側地震断層を横切る東西約 6km の P 波反射法探査を行っている（図 1, 5）。解析の結果、福井地震断層の付近では第四系基盤上面に 20～30m の西落ちの落差を有する食い違いがあるようにみえるがはっきりしないこと、またこれを覆う第四層内の地層には食い違いは認められないものの、変位の累積性を示唆する撓曲変形が認められるとしている。また福井地震断層と福井東側地震断層の中間付近（坂井市丸岡町牛ヶ島）においても、第四系の基盤深度に約 50m の落差が認められ、こ

れを覆う第四紀層においても反射面の食い違いや変位の累積を示す撓曲構造が認められるとしている(図8)。なお福井地震断層からこの新たに断層が見出された地点までの区間は福井地震時に地割れや噴砂等の地変が集中した地帯に相当しているが、この断層の連続性については不明である。

5. 福井平野東縁断層帯の活動履歴

福井平野東縁断層帯を構成する断層の活動履歴等については、産業技術総合研究所(2008)、地震調査推進本部(2009)等にまとめられている。これによれば、福井平野東縁断層帯主部を構成する瓜生断層では、トレンチ調査により最新活動は3,400~2,900年の間、その前の活動は13,000~9,700年前の間としており、1948年福井地震の際には活動しなかったとされている。松岡断層では4,200年前以降に最終活動があり、20,000~7,600年前の間に1回以上の活動があったとしている。一方、前述のように1948年福井地震の際、篠岡断層から松岡断層北端部にかけて断層活動があった(福井東側地震断層)とされており、坂井市丸岡町市街地北部では水田の傾動がGHQの報告書(Office of the Engineer, General Headquarters, Far East Command, 1949)に記されている。この傾動がどの範囲に及んでいるのかはわかっていないが、傾動があったことからすると、篠岡断層が福井地震時に活動した可能性もある。

福井県(1999)は篠岡断層沿いのS波反射法地震探査および群列ボーリングが行われた地点において、トレンチ掘削調査を行っている(図7)。トレンチでは断層運動に起因する地層の変位・変形は認められなかったが、過去において非常に強い地震動があったことを示す厚さ0.6mもの噴礫が見出された(図16)。噴礫の形成年代は、炭質物の¹⁴C年代および遺物の考古学的年代から13~15世紀頃である。この時期、非常に強い揺れがこの地点を襲ったと推定されているが、篠岡断層の活動との関係は不明である。

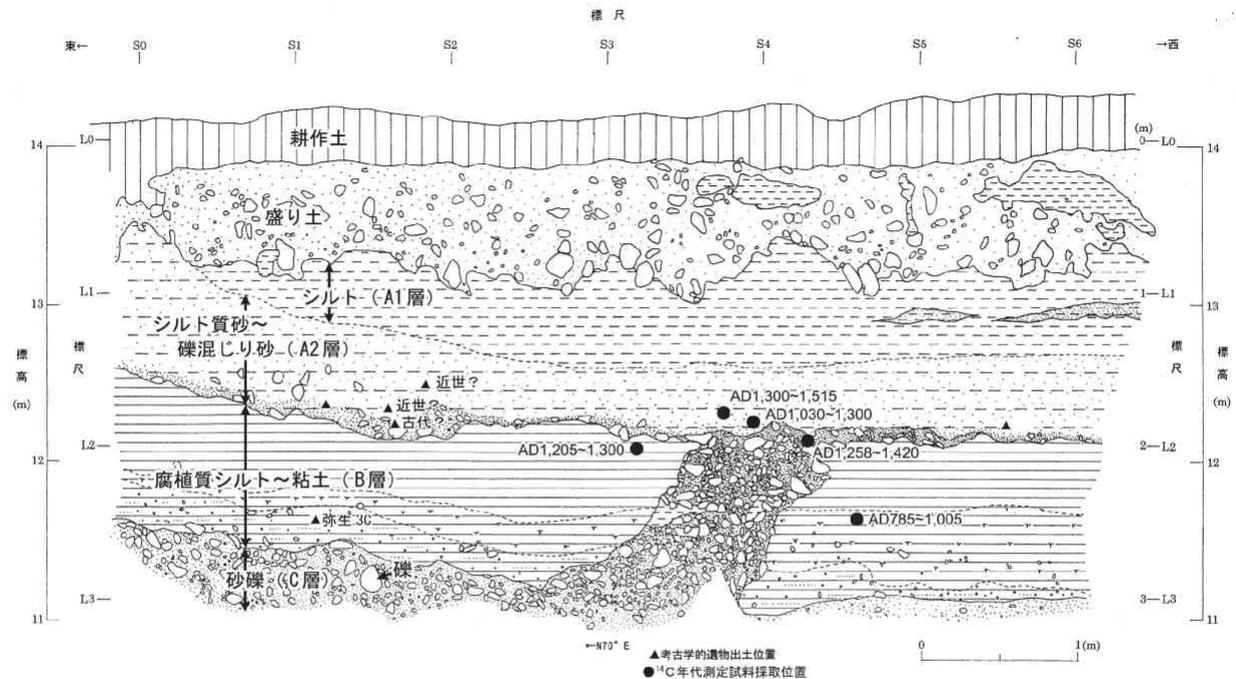


図16. 丸岡高校北側で行ったトレンチ北側壁面スケッチ(福井県, 1999に加筆)。

このトレンチ調査地点の約 3.5km 南方は、前述の丸岡町領家の断層露頭地点である（図 11）。ここでは礫層を変位させている断層は変位・変形を受けていない砂層によって覆われており、1948 年の福井地震時には活動していないと考えられる。北西側の露頭では、断層西側（沈降側）にやや泥炭質な砂層が堆積しており、断層変位により低くなった断層西側が一時的に湿地化した際の堆積層と思われる。すなわちこのやや泥炭質な砂層が堆積する直前が断層の活動した時期と推定される。この砂層中に見いだされた木片（直径数 mm の小枝）を年代測定したところ、814±59 yBP（AD 1164-1169, AD1186-1278：カッコ内は暦補正年代，1σ），962±59 yBP（AD 1018-1159）という年代値が得られた。この年代値からすると、断層は 11～13 世紀ないしその直前に活動した可能性が高いと考えられる。以上のように福井平野東縁断層帯主部における最新の活動を示すデータは少なく、その年代値も一定しない。

一方、福井平野東縁断層帯西部では、1948 年福井地震の際、断層の活動があったことはその後の測量結果をみても明らかであるが、断層変位が北部の海域まで達していたかどうかは不明である。また福井地震の前の活動についてはわかっていない。

6. まとめ

以上のように、福井平野東縁断層帯は地形計測で示されるように地形に何らかの影響を与えており、これまで幾度となく活動を繰り返してきた活断層であることは明らかである。しかし平野部では九頭竜川、足羽川等の河川がもたらした厚い未固結堆積層に覆われており、断層活動の痕跡は見出しにくく、平野の基盤構造もわかっていない。また重力探査から、福井平野ではその西縁も断層によって区切られていることが示唆されており（小林ほか，2001）、福井平野周辺の構造発達史を含めた広域の断層調査が必要である。

引用文献

- 阿部信太郎・伊藤谷生・山本博文・荒井良祐・中山貴隆・岡村行信，2011：福井平野東縁断層帯海域延長部における断層分布と活動性について。活断層・古地震研究報告，no.11，p.151-175。
- 天地文男・竹内文朗，1989：福井地震断層の弾性波探査。月刊地球，vol.11，p.19-21。
- 天池文男・竹内文朗・春日 茂・古川信雄・平野憲雄，1984：地震波探査により推定された福井地震断層とその地震学的考察。地震Ⅱ，vol.38，p.441-452。
- 地理調査所，1949：福井地震 地変と被害。
- 福井県，1998：福井平野東縁断層帯に関する調査（剣ヶ岳断層，細呂木断層，篠岡断層，松岡断層，福井地震断層，福井東側地震断層）成果報告書。福井県，153p。
- 福井県，1999：福井平野東縁断層帯に関する調査（剣ヶ岳断層，細呂木断層，篠岡断層，松岡断層，福井地震断層，福井東側地震断層）成果報告書。福井県，83p。
- 廣内大助，2003：福井平野東縁の活構造と地形発達。地理学評論，vol.76，p.119-141。
- 廣内大助・安江健一，2001：福井平野東縁最北部における見当山断層の発見とその意義。第四紀研究，vol.40，p.67-74。
- 北陸第四紀研究グループ，1969：北陸の第四系。地団研専報，no.15，p.263-297。
- 井上直人・中川康一，1999：福井地震断層付近の地下構造調査。地震，第 2 輯，vol.52，p.161-169。
- 石川雄祐，2005：加越台地の海成段丘と構造運動。福井大学大学院教育学研究科教科教育専攻理科教育専修修士論文，49p（未公刊）。
- 地震調査研究推進本部，2004：福井平野東縁断層帯の評価，26p。（http://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/58_fukui-heiya.pdf）
- 地震調査研究推進本部，2009：福井平野東縁断層帯の評価（一部改訂），33p。（http://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/58_fukui-heiya_2.pdf）

- 海上保安庁海洋情報部, 2005: 加賀-福井沖の断層分布,地震予知連絡会会報, no.73, p.422-425.
(http://cais.gsi.go.jp/KAIHOU/report/kaihou73/07_28.pdf)
- 鹿野和彦・山本博文・中川登美雄, 2007: 福井地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 68p.
- 活断層研究会, 1980: 日本の活断層. 東京大学出版会, 363p.
- 活断層研究会, 1991: 新編・日本の活断層. 東京大学出版会, 437p.
- 建設省近畿地方建設局・建設省国土地理院, 2000: 近畿地方の古地理を訪ねてー近畿地方の古地理に関する調査報告書ー. 124p.
- 小林直城・平松良浩・河野芳輝・竹内文朗, 2001: ,重力異常による福井平野の 3 次元基盤構造の推定 --福井地震およびその周辺の活断層との関係--, 地震 第 2 輯, vol.54, p.1-8.
- 国土地理院 (2004) 1:25,000 土地条件図「福井」. 国土地理院.
- 三浦 静, 1988: 第 5 章 第四系 (6) 福井県北部地域. 日本の地質, 中部地方 II, 共立出版, p.152-154.
- 那須信治, 1949: 福井地震に伴った断層に就いて. 昭和 23 年調査研究速報, p.69-71.
- Office of the Engineer, General Headquarters, Far East Command, 1949: The Fukui Earthquake, Hokuriku Region, Japan, 28 June 1948, vol. 1 (Geology), 81p.
- 小笠原義勝, 1949: 福井地震の被害と地変. 地理調査時報, 特報 2, p.1-13.
- 岡本拓夫・天池文男・安藤雅孝・竹内文朗・前沢広道・義江修二・中田 高, 1989: 福井地震断層周辺でのボーリング調査. 月刊地球, vol.11, p.26-30.
- 鷺谷 威, 1999: 1948 年福井地震 (M=7.1) に伴う地殻変動と震源断層モデル. 地震, 第 2 輯, vol.52, p.111-120.
- 産業技術総合研究所, 2008: 福井平野東縁断層帯の活動性および活動履歴調査「活断層の追加・補完調査」成果報告書 No.H19-8, 29p.
- 多田文男, 1970: 国土基本図で微地形を読むー昭和 23 年の福井地震断層の追跡ー. 地図, vol.8, p.25-27.
- 竹内文朗・天池文男, 1985: 地形図にみられる福井地震のくり返しによる地表面の上下変位について. 地震 第 2 輯, vol.38, p.141-143.
- 東郷正美・岡田篤正・堤 浩之・石山達也・小野塚良三, 2001: 都市圏活断層図「福井」, 国土地理院.
- Tsuya,H. (ed.), 1950: The Fukui earthquake of June28, 1948. Rept. Spec. Comm. Fukui Earthq. p.1-197.
- 山本博文, 2011: 第 2 章 福井平野と福井地震断層・福井東側地震断層. 『1948 福井地震報告書』, 中央防災会議 災害の継承に関する専門調査会, p.6-19.
- 山本博文・加藤亜季子, 1997: 福井県嶺北地域の活断層. 福井大学積雪研究室研究報告「日本海地域の自然と環境」, no.4, p.1-35.
- 吉川博輔, 1996: 福井地震被害と地形環境ー木造家屋全壊率からの分析ー. 自然と社会ー北陸ー, no.62, p.34-41.