

「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.H19-3

森本・富樫断層帯の活動性および活動履歴調査

平成 20 年 5 月

独立行政法人
産業技術総合研究所

目 次

1. 森本・富樫断層帯の概要とこれまでの主な調査研究	1
2. 調査結果	2
2. 1 利屋地区	2
(1) 変位地形の記載	2
(2) ジオスライサー調査	2
(3) ボーリング調査	3
(4) ¹⁴ C年代測定	4
(5) 地形・地質断面	5
(6) P波反射法地震探査に基づく地下地質と断層形態	7
2. 2 鶴来地区	7
(1) 変位地形の記載	7
(2) 断面測量	7
3. まとめ	8
3. 1 断層帯の位置及び形態	8
(1) 断層帯を構成する断層	8
(2) 断層面の位置・形状	8
(3) 変位の向き	8
3. 2 断層帯の過去の活動	8
(1) 平均変位速度	8
(2) 活動時期	9
(3) 1回の変位量	9
(4) 活動間隔	9
(5) 活動区間	9
文献	10
図表キャプション	12

1. 森本・富樫断層帯の概要とこれまでの主な調査研究

森本・富樫断層帯は金沢平野南東縁に分布し、森本断層、富樫断層およびそれらの間の野町撓曲、長坂撓曲、野田山撓曲から構成される(図1)。本断層帯は、北陸地方で最大の人口(約50万人)を数える金沢市街地直下およびJR北陸本線・北陸自動車道に沿って分布することから、同断層帯の活動性把握は地震被害予測に必要な情報である。

森本・富樫断層帯は金沢平野とその南東側の丘陵とを境する直線状の急崖であり、それに沿って大桑累層(下部更新統)・卯辰山層(中部更新統)が急傾斜している(望月, 1930a, b; 今井, 1959; 坂本, 1966; 別所ほか, 1997; 楡井, 1969, 佐藤・高山, 1988)。また本断層帯による卯辰山層の上下変位量は最大600m以上に及ぶ(中川ほか, 1996)。森本・富樫断層帯の第四紀後期の活動について、段丘面にみられる上下変位量からその活動度はB級とされているほか(三崎, 1980; 活断層研究会, 1991; 中村ほか, 2006)、平均変位速度が1m/千年以上に達する可能性も示されている(東郷ほか, 1998a, 1998b)。これらに基づいて、石川県(1997, 1998, 1999)は浅層反射法弾性波探査とボーリング調査等を実施し、この断層帯の地下地質構造を明らかにした。またトレンチ調査等によって、本断層帯は完新世に複数回活動したことを見いだした。また寒川(1986, 1992, 2007)は1799年の金沢地震の被害分布に基づき、この地震が森本断層の活動によるものであることを指摘した。

地震調査研究推進本部地震調査委員会(2001)は、2001年までの調査結果に基づいて、本断層帯最新の活動時期は約2千年前以後、約2百年前以前であったと推定した。また今後30年以内以内の地震発生確率はほぼ0%~5%となり、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と判断した。同時に地震調査研究推進本部地震調査委員会(2001)は、①本断層帯は完新世に複数回の断層活動があった可能性があるが、最新の活動時期を含む活動時期や1回の変位量などは十分に解明されていない、②断層帯の平均的な活動間隔について信頼度の高いデータは得られていないため、これらの過去の活動履歴を明らかにすることが必要である、と指摘している。そこで本調査では、森本断層利屋地区において、断層の上下変位量、最新活動時期を明らかにするためにジオスライサー調査・ボーリング調査を行い、取得した試料について¹⁴C年代測定を行った。また同地区において断層の地下形態を把握するためにP波反射法地震探査を行った。さらに富樫断層の鶴来地区において地形断面測量を行い、断層長(断層変位地形の連続性)を検討した。

2. 調査結果

2. 1 利屋地区

(1) 変位地形の記載

利屋地区における森本断層は、丘陵と沖積面の地形境界ではなく、地形境界から 100～250 m 西側の沖積面において幅約 100 m 程度の撓曲変形が生じていることから、その撓曲帯基部に推定される北東－南西走向の断層である（図 2，図 3）。森本断層の西側には国道 159 号が、東側には国道 8 号および JR 北陸本線が並走している。

(2) ジオスライサー調査

撓曲帯に直交する断面（ほぼ西北西－東南東方向）において、浅層（地下 3 m 程度）を対象にしてロングジオスライサーによる 12 本（東から西に向かって GS-1→GS-12）のジオスライサー試料を取得した（図 4）。ジオスライサー試料の層相観察結果をもとに、I～VIII 層の 8 つの層に区分した。

I 層

I 層：I 層は砂混じりシルトからなる現耕作土（水田）であり、層厚は 0.2～0.3 m 程度である。

I'層：I'層は GS-4～GS-5 以西において有機質砂～シルトを主体とし、層厚は 0.2 m 程度である。本層は垂直方向にのびる根を多く含み、圃場整備（現耕作土）以前の旧表土と推定される。

II 層

II 層は IIa 層，IIa'層，IIb 層に区分される。

IIa 層：IIa 層は細砂～中砂を主体とする。本層は GS-8 以西において分布する。

IIa'層：IIa'層は細砂を主体とし、斜交層理が発達する。層厚は 0.3 m 程度である。本層は GS-10～GS-11 以西において分布する。

IIb 層：IIb 層は有機質シルト～細砂を主体とし、 $\phi 1\sim 3$ mm 程度の軽石が散在する。層厚は 0.2～0.3 m 程度である。本層は GS-9～GS-10 以西において分布する。

III 層

III 層は IIIa 層，IIIb 層，IIIc 層に区分される。

IIIa 層，IIIc 層：IIIa 層，IIIc 層は、混入物の少ないシルト～粘土を主体とし、砂層を主体とする上位層・下位層とは層相を異にしている。IIIa 層，IIIc 層の層厚はそれぞれ 0.2～0.4 m，0.1～0.2 m である。本層は GS-7～GS-8 以西において分布する。

IIIb層：IIIb層は有機質シルト～極細砂を主体とし、層厚は0.1～0.3 m程度である。φ1～15 mm（最大100 mm）のシルト偽礫を含む。本層はGS-8～GS-9以西において分布する。

IV層

IV層は砂～砂礫であり、主に細礫混じり粗砂からなる。本層に含まれる礫はφ5～30 mmの垂円礫を主体とする。層厚は0.1～0.2 m程度である。本層はGS-8以西に分布する。

V層：V層は有機質砂～シルトを主体とし、層厚は0.2～0.4 m程度である。本層はGS-4～GS-5以東において分布する。

VI層：VI層は細砂～中砂を主体とし、シルトの薄層を挟む。VI層の層厚は0.5～1.1 mである。本層はGS-7～GS-8以東において分布する。

VI'層はGS-1において、VI層下位に傾斜不整合を介して分布する地層で、層相はVI層と同じである。またVI'層の堆積年代はVI層のそれよりもやや古い程度（一部重複）で大きく変わらない（後述）。

VII層

VII層は砂礫からなり、マトリックス支持で主に細礫混じり粗砂からなる。層厚は0.2～0.3 m程度である。本層に含まれる礫はφ5～30 mmの垂円礫を主体とする。本層はGS-7～GS-2において分布する。

VIII層

VIII層は細砂～中砂を主体とするほかシルト薄層を挟む部分がある。本層の層厚は0.8 m以上であり、調査断面全域に分布する。

（3）ボーリング調査

撓曲帯に直交する断面において、深層（地下3～35 m程度）を対象にしてロータリー式ボーリングにより6本のボーリング試料（Bor-4～9）を取得した（図3）。

地下3 m以深のボーリング試料の層相は、細砂～中砂が主体であり（図5）、上記ジオスライサーのVIII層と酷似する。細砂～中砂は部分的にシルト、泥炭、砂礫を挟むものの、これらの地層の水平的な連続性は良くない。細砂～中砂は大部分がマッシュであるが、Bor-5の深度16 m以深、Bor-6の深度12.5 m以深、Bor-9の深度8 m以深では、西方傾斜を示す層理もみられる。

(4) ¹⁴C年代測定

ジオスライサー，ボーリング試料から得た炭質物について，¹⁴C年代測定を行った．試料採取層準および年代を図4，図5に，¹⁴C年代試料の試料名・物質・年代・暦年較正值を表2に示す．また¹⁴C年代をI～VIII層毎にまとめたものを図6に示す．

I層

I層：I層は現在の耕作土と判断される．

I'層：I'層は50 yBP (0～260 Cal yBP) の¹⁴C年代値を示す．GS-6の一試料のみ940 yBP (750～930 Cal yBP) を示す．

II層

IIa層：IIa層は540～1,840 yBP (510～1,870 Cal yBP) の¹⁴C年代値を示す．このうち，GS-8の1試料 (GS-8-0.98) のみ1.9千年前前後を示し，著しく古い．これを除いた残りの12試料の¹⁴C年代値は540～1,110 yBP (510～1,080 Cal yBP) にまとまる．

IIa'層：IIa'層は層960 yBP (780～940 Cal yBP) の¹⁴C年代値を示す．

IIb層：IIb層は920～1,050 yBP (740～1,050 Cal yBP) の¹⁴C年代値を示す．

III層

IIIa層：IIIa層は1,940～2,450 yBP (1,820～2,720 Cal yBP) の¹⁴C年代値を示す．

IIIb層：IIIb層は1,100～1,920 yBP (930～1,940 Cal yBP) の¹⁴C年代値を示す．

IIIc層：IIIc層は1,160～7,280 yBP (970～8,180 Cal yBP) の¹⁴C年代値を示す．ここでIIIc層の¹⁴C年代値の年代幅は，上位層と比べて広い．しかしIIIc層の¹⁴C年代値のうち，GS-9の1試料 (GS-9-1.60) のみ8千年前前後を示すため，これを下位層との層位関係から若すぎると判断して除いた場合は1,160 yBP (970～1,180 Cal yBP) となる．

IV層

IV層の¹⁴C年代値は1,860～2,840 yBP (1,710～3,070 Cal yBP) を示す．

V層

V層：V層は170～2,170 yBP (0～2,320 Cal yBP) の¹⁴C年代値を示す．このV層の年代は，GS-1, 2, 4で1,120～2,170 yBP (940～2,320 Cal yBP) であるが，GS-3で170～240 yBP (0～420 Cal yBP) と大きく異なる．GS-1，GS-2におけるV層の年代は，下位のVI層の年代と整合的である．一方GS-4におけるV層の年代は，下位のVII層よりも古く，年代の逆転がみられる．V層はI層 (耕作土) 直下にあることから新しいカーボンが混入した可能性は十分考えられる．

VI層：VI層は250～6,730 yBP（0～7,660 Cal yBP）の¹⁴C年代値を示す。VI層の¹⁴C年代値のレンジは広いが、GS-2の1試料（GS-2-1.25：6,730 yBP；7,520～7,660 Cal yBP）のみが著しく古い。これを除いたVI層は250～2,430 yBP（0～2,710 Cal yBP）となる。GS-1深度1.8 mの傾斜不整合下位に分布するVI層は2,220～2,840 yBP（2,130～3,070 Cal yBP）の¹⁴C年代値を示す。

VII層

VII層の¹⁴C年代値は710～830 yBP（570～800 Cal yBP）を示す。これらの年代はGS-4から得られたものであるが、同じGS-4のV層から得られた¹⁴C年代値（1,800 yBP；1,620～1,830 Cal yBP）よりも新しく、年代の逆転がみられる。

VIII層

VIII層の¹⁴C年代値は1,400～>47,000 yBP（1,280～ Cal yBP）を示す。GS-8の1試料（GS-8-1.58）の1,400 yBP（1,280～1,360 Cal yBP）を上位層との層位関係から若すぎると判断して除いた場合の6,180～>47,000 yBP（6,960～ Cal yBP）は、上位層の¹⁴C年代値と調和的である。Bor-8での¹⁴C年代値によると、深度1.1～14.9 mまでは6,180～8,300 yBP（6,960～9,440 Cal yBP）までの地層（完新統）が連続的に堆積していると判断される。深度14.9 m以深は2つの¹⁴C年代値が>47,000 yBPを示すため、先完新統である。Bor-5では深度10.5 mにおいて9,240 yBP（10,250～10,570 Cal yBP）を示す試料の下位に、38,250～45,420 yBPを示す地層（上部更新統）が少なくとも5.7 mみられる。この上部更新統の下位には>46,500 yBPおよび>45,800 yBPを示す地層がみられる。Bor-4の深度5.4～5.8 m付近の¹⁴C年代値（42,750～43,350 yBP）は、それより下位の¹⁴C年代値（7,620～7,760 yBP: 8,370～8,600 Cal yBP）およびBor-8の地層の年代との連続を考慮すると、二次堆積したものと判断される。

（5）地形・地質断面

標高-34 m以浅の地質断面図を図7に、標高-10 m以浅の地質断面図を図8に示す。I～VIII層は泥炭薄層を含み、貝殻および生痕などの海成層を示すものは見いだされていないので、すべて陸成層と推定される。ただし微化石分析等による陸成層・海成層の判定は行っていない。

VIII層は鍵層に乏しいために、層相の連続性は不明瞭である。¹⁴C年代から等時代面を推定して地質断面を推定すると、Bor-4、Bor-5において、7.5千年の層準は標高-3.5～5 mと推定される（図7）。一方Bor-8において、7.5千年の層準は標高-3～4 mと推定される。Bor-8に比べてBor-4、Bor-5でみられる地層の時間

分解能は悪いものの、7.5千年の層準が地表でみられる撓曲変形（東側隆起）を累積している傾向は顕著にみられない。また、Bor.5では9,240 yBPを示す層準が標高-9.3 m程度にみられるが、Bor.8での標高-9.3 m前後またはそれ以深（～-10.6 m）では8,210～8,300 yBPを示し、9,240 yBPよりも明らかに若い。これら地質断面から判断して、地表に生じている撓曲変形と同様の変形が古い時代の地層に累積している傾向は顕著ではない。

VII層はGS-7以東において、現在の地形面と大局的に並行して分布している（図8）。そのためVII層基底面は、撓曲帯を挟んで2.3 m程度の東側隆起の変位を受けている。

VI層・V層はGS-7以東において、ほぼ地表面に並行に分布している（図8）。VI層・V層の西方延長（GS-8以西）にはIV層～II層が分布しており、IV層～II層の下位・上位ともにVI層・V層を認めることはできない。そのため、VI層・V層とIV層～II層との層位関係を直接確認できない。また、III層～V層の¹⁴C年代はどれも年代幅が広く、重複した年代を示すので、層序を考察するための年代条件は良くない。一方II層の¹⁴C年代は0.5～1.1千年前にまとまっている。ここで、IV層、III層、II層は整合的に累重し、かつII層の堆積年代から判断して、IV層～II層はVI層・V層（0.9～2.7千年前）よりも新しいと推定される。そのため、GS-7～8周辺でIV層～II層は、V層・VI層にアバットしていると判断される。この場合、GS-7以東のVI層・V層は断層活動によって隆起・段丘化したために残存していると考えられる。なお、VI層・V層がGS-8以西に分布しない（侵食された）原因は次のように推定される。GS-8以西におけるVI層・V層の西方延長は、標高0～-2 mと判断される。撓曲変形時（断層活動時）において相対的に沈降したGS-7以西のVI層・V層は、海食または海水準の低下に伴う河食によって削剥された可能性が十分考えられる。このVI層・V層の削剥については、縄文海進以降の海水準の低下（弥生時代における小海退を含む）との関係が推定される。

GS-1ではVI層とその下位のVI'層との間に傾斜不整合がみられ、不整合下位のVI'層は25～30°西方へ急傾斜している。傾斜不整合下位のVI'層と上位のVI層はそれぞれ2.1～3.1千年前、2.1～2.7千年前を示し、両者の堆積年代に大きな差異は認められないが、この傾斜不整合の成因はよくわかっていない。

IV層はGS-8～GS-12において分布し、層厚変化が小さい。一方その上位のIII層は西に向かって薄くなり、せん滅する。II層は西に向かって層厚を増す。

(6) P波反射法地震探査に基づく地下地質と断層形態

利屋地区において、森本断層に沿って分布する撓曲帯を横断する形で、測線長 1,186 m (北測線 335 m, 南測線 851 m) の P 波探査を行った。南測線は撓曲帯を横断するので、発振点間隔を密に設定した。探査の諸元を表 3 に、探査測線に設定した CMP 番号測線位置を図 9A に、深度断面、表層地質および撓曲帯の位置を図 9B に、解釈を図 9C に示す。

CMP320 以西では、ほぼ水平な反射面が深度 300 m 付近までみられる。一方 CMP320 以東では、西方に傾斜する反射面が明瞭であり、東部 (CMP650~800) ほど地下深部 (深度 750 m) まで追跡できる。これらの水平な反射面と西方傾斜する反射面は、CMP385 の深度 155 m 付近および CMP425 の深度 250 m 付近において傾斜変換線を有し、この傾斜変換線は約 60° で東傾斜する (図 9C)。この傾斜変換線の地表への出現は CMP300 前後であり、地形・地質断面から明らかとなった撓曲帯の西端に一致する。またこの直線の東方約 200m の範囲では、反射面が西方へ急傾斜する。これよりこの傾斜変換線および東部の急傾斜帯は、森本断層およびその撓曲帯を示すものと判断される。

探査測線付近に大深度ボーリング資料がないため、上記反射断面と地層の対比は難しい。深井戸資料から図示された卯辰山層と大桑層の基底等高線図によると、CMP1 付近での卯辰山層と大桑層の基底深度は、それぞれ -300m, -450m とされている (中川ほか, 1996)。また CMP710 以東の丘陵には大桑層が、CMP710 東方約 400m には中新統が分布する (図 10A: 粕野編, 1993; 図 10B: 今井, 1959)。この大桑層と中新統の境界は CMP866, 深度 50 m から西方傾斜する明瞭な反射面に連続する可能性がある。

2. 2 鶴来地区

(1) 変位地形の記載

鶴来地区における富樫断層は、ほぼ南北走向を有する (図 11)。富樫断層は丘陵と沖積扇状地の境界に分布しているが、坂尻町南方では手取川扇状地面上に分布している。富樫断層は手取川北岸の扇状地面に東側隆起の変位を与えているが、手取川南岸において富樫断層による変位地形はみられない (東郷ほか, 1998a, 1998b)。

(2) 断面測量

地形断面測量によると、測線 Ts-1 では北陸電鉄の線路を横切る地点において比

高2.2 m程度の段差が生じている（図12）。また測線Ts-2では、北陸電鉄の線路東部に比高2.8 m程度の段差がみられ、幅100 m程度のバルジを伴う。これらは東傾斜の逆断層活動による変位地形と判断される（東郷ほか、1998a, 1998b；中村ほか、2006）。これらの断層崖を挟んだ地形面は同時代のもので無い可能性が高い。しかし本地区における地形面構成層の年代試料取得は、手取川扇状地起源の粗粒な礫を主体とすることが予測されることから困難と判断し、本年度調査では行わなかった。そのため本地区における富樫断層の上下変位速度の算出は、今後の課題として残された。

3. まとめ

3. 1 断層帯の位置及び形態

（1）断層帯を構成する断層

森本・富樫断層帯は、北から森本断層、野町断層（長坂撓曲・野田山撓曲）、富樫断層からなる（地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）の記載に変更なし）。

（2）断層面の位置・形状

断層北端は北緯 36 度 40 分、東経 136 度 44 分、断層南端は北緯 36 度 28 分、東経 136 度 37 分（地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）の記載に変更なし）。

森本断層は変位地形から判断して（図 3）、断層上端深度は地表付近に達していると推定される（表 1）。また本断層は反射断面に可視化されている地層の幾何学形態から判断して（図 9B, C）、東傾斜の逆断層であり断層面の傾斜は約 60°である（表 1）。断層の幅は、地震発生層を 15 km 程度と考えた場合、約 8.7 km と算出される。

（3）変位の向き

森本断層は地質断面（図 8）および反射断面に可視化されている地層の幾何学形態から判断して（図 9B, C）、東側隆起のセンスを有する（表 1）。

3. 2 断層帯の過去の活動

（1）平均変位速度

新しい知見は得られていない。

(2) 活動時期

1799年金沢地震およびその一つ前の地震は0.9～2.7千年前以降、0.7～1.1千年前以前と推定される(表1)。

現在の地形面は撓曲変形を受けていることから、断層活動時期は地形面形成後である。地形面の年代は、撓曲帯以東(GS-7～5以東)ではVI層以降であることは確実で、V層前後であるため、0.9～2.7千年前以降と判断される。一方撓曲帯以西に分布するIV～II層は、撓曲帯の中でVI層にアバットしていると考えられる。そのため断層活動時期(撓曲形成時期)はIV層堆積以前と推定される。ここでIV～III層の堆積年代は幅広く、0.9～3.1千年前である。III層上位のIIb層は0.7～1.1千年前で、IIa層の堆積年代(0.5～1.1千年前)と整合的である。そのため、断層活動時期は0.7～1.1千年前以前であることは確実である。これらより東傾斜の主断層の最新地震イベント年代は、0.9～2.7千年前以降、0.7～1.1千年前以前と推定される。この地震イベント年代は、梅田地区のトレンチ調査結果より西傾斜の副次断層の最新活動時期(約2千年前以降、約2百年前以前：石川県、1999)と調和的である。

梅田地区のトレンチ調査により東傾斜の断層活動時期が6千年前以前であることが示されているが(石川県、1999)、本調査ではこのイベントに対応する地震活動の痕跡は見いだせていない。また利屋地区において、森本断層が1799年金沢地震(M6.0±1/4)に断層活動があったことを示す(地質学的証拠(メートルオーダーの地表変形))は見いだせなかった。これは1799年金沢地震が森本・富樫断層帯の非固有地震であったことを示唆するかもしれない。

(3) 1回の変位量

VII層基底を指標にした上下変位量は、約2.3 mである(表1)。ただしVII層の分布が狭い範囲に限られているため、信頼性は高くない。

(4) 活動間隔

新しい知見は得られていない。

(5) 活動区間

新しい知見は得られていない。

(調査担当：松浦旅人)

文 献

- 別所文吉・藤 則雄・柿沢紀生・末吉勝久・出口幹雄・今井芳正・西村勇・藤田昌宏 (1967) : 金沢周辺の地質. 金沢大学教育学部紀要, 16, 119-125.
- 今井 功 (1959) : 5万分の1地質図幅説明書「金沢」, 地質調査所, 27p.
- 石川県 (1997) : 「平成 8 年度地震調査研究交付金 森本断層系に関する調査成果報告書」, 165p.
- 石川県 (1998) : 「平成 9 年度地震関係基礎調査交付金 森本・富樫断層帯に関する調査成果報告書」, 156p.
- 石川県 (1999) : 「平成 10 年度地震関係基礎調査交付金 森本・富樫断層帯に関する調査成果報告書」, 94p..
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2001) : 森本・富樫断層帯の評価.
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/01dec_morimoto/index.htm
- 紮野義夫編 (1993) : 新版石川県地質図 (10 万分の 1). 石川県地質誌. 北陸地質研究所, 321p.
- 活断層研究会 (1991) : 新編日本の活断層. 437p, 東京大学出版会.
- 三崎徹雄 (1980) : 石川県, 金沢～羽咋間の活構造. 地理学評論, 53, 280-289.
- 望月勝海 (1930a) : 金沢市附近の最近の地史 (摘要). 地質学雑誌, 37, 278-289.
- 望月勝海 (1930b) : 加賀美濃山地北端の地貌並びに地質構造. 地質学雑誌, 37, 491-510.
- 中川耕二・竹内清和・中川重紀 (1996) : 金沢市街と金沢平野の地下における大桑層・卯辰山層の分布と構造および水理地質. 北陸地質研究所報告, 5, 287-309.
- 中村洋介・宮谷淳史・岡田篤正 (2006) : 森本-富樫断層における平均上下変位速度分布. 活断層研究, 26, 151-162.
- 楡井 久 (1969) : 金沢市周辺の卯辰山層について. 地質学雑誌, 75, 471-484.
- 坂本 亨 (1966) : 富山積成盆地南半部の新生界とその構造発達史. 地質調査所報告, no.213, 1-28.
- 寒川 旭 (1986) : 寛政 11 年 (1799 年) 金沢地震による被害と活断層. 地震, 第 2 輯, 39, 653-663.
- 寒川 旭 (1992) : 地震考古学-遺跡が語る地震の歴史. 中公新書. 251p.
- 寒川 旭 (2007) : 地震の日本史-台地は何を語るのか. 中公新書. 268p.
- 佐藤時幸・高山俊昭 (1988) : 石灰質ナンノプランクトンによる第四紀化石帯区分. 地質学論集, no.30, 205-217.

- 東郷正美・池田安隆・今泉俊文・澤 祥 (1998a) : 都市圏活断層図「金沢」. 都市圏活断層図 1:25,000, 国土地理院技術資料 D.1-No.355.
- 東郷正美・池田安隆・今泉俊文・澤 祥・平野信一 (1998b) : 森本・富樫断層帯の詳細位置と活動性について. 活断層研究, 17, 72-83.
- 横山隆三 (2001) : 東北地方地下開度図, 地形解析図集 (横山隆三監修), 北海道地図.

図 表

表 1 調査結果まとめの表.

表 2 放射年代測定の結果.

表 3 反射探査の諸元.

図 1 森本・富樫断層帯およびその周辺. (A) 北陸地方の活断層の分布と森本・富樫断層帯の位置. (B) 森本・富樫断層帯の分布.

図 2 利屋地区周辺における森本断層の分布および調査位置図.

図 3 利屋地区におけるジオスライサー・ボーリングおよび反射探査調査位置図.

図 4 ジオスライサー試料の層相, 地層区分および ^{14}C 年代.

図 5 ボーリングコア柱状図.

図 6 堆積ユニット別 ^{14}C 年代図. ^{14}C 年代は暦年較正值.

図 7 地質断面図 (35m 以浅).

図 8 地質断面図 (15m 以浅).

図 9 反射探査測線および反射断面図. (A) 反射測線位置図. (B) 反射断面図. 表層地質および撓曲帯も併記する. (C) 解釈図.

図 10 反射探査測線周辺の地質図. (A) 鮎野編 (1993) に反射探査測線を加筆, 凡例を修正. (B) 今井 (1959) に反射探査測線を加筆, 凡例を修正.

図 11 鶴来地区周辺における森本断層の分布および調査位置図.

図 12 鶴来地区の地形断面図.

表 1 調査結果まとめの表.

	従来評価	今回調査を含めた結果	備考
1. 断層帯の位置・形態 (1)断層帯を構成する断層	森本断層 野町断層 付随する断層:長坂撓曲, 野田山撓曲 富樫断層	森本断層 野町断層 付随する断層:長坂撓曲, 野田山撓曲 富樫断層	変更なし
(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(両端の緯度・経度)	(北端)北緯36° 40', 東経136° 44' (南端)北緯36° 28', 東経136° 37'	(北端)北緯36° 40', 東経136° 44' (南端)北緯36° 28', 東経136° 37'	変更なし
長さ	全体 約26km	全体 約26km	変更なし
地下における断層面の位置・形状	地表での長さ・位置と同じ	地表での長さ・位置と同じ	変更なし
上端の深さ	0km	0km	変更なし
一般走向	北北東-南南西	北北東-南南西	変更なし
傾斜	東傾斜	東傾斜 約60°	利屋地区反射法探査の結果による
幅	不明	約8.7km	地震発生層の深さを15kmとして計算
(3)断層のずれの向きと種類	東側隆起の逆断層	東側隆起の逆断層	変更なし
2. 断層の過去の活動 (1)平均的なずれの速度	概ね1m/千年(上下成分)	概ね1m/千年(上下成分)	変更なし
(2)過去の活動時期	最新活動時期 約2000年前以後,(約2000年前以前) この断層帯付近では,西暦1799年に金沢の地震(M6.0±1/4)が知られているが,断層帯の活動との関係は不明.	最新活動時期 約900-2700年前以後,約700-1100年前以前 西暦1799年の金沢の地震(M6.0±1/4)に森本断層の活動があったことを示す地質学的証拠は認めにくい.	利屋地区におけるジオスライサー及びボーリング調査の結果による
(3)1回のずれの量と平均活動間隔 1回のずれの量	概ね2m(上下成分)	約2.3m(上下成分)	
平均活動間隔	約2000年	約2000年	変更なし
(4)過去の活動区間	断層帯全体で1区間	断層帯全体で1区間	変更なし

表 2 放射年代測定の結果.

Code-no.	Sample no.	Material	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Conventional ^{14}C age (yBP)	Calibrated result (cal yBP) 95% probability
Beta- 237972	GS-1-0.40	peat	-28.0	1660 +/- 40	1690 to 1660 1630 to 1510 1460 to 1430
Beta- 237973	GS-1-0.70	peat	-27.9	2170 +/- 40	2320 to 2050
Beta- 237974	GS-1-1.00	peat	-27.9	2280 +/- 40	2350 to 2300 2260 to 2160
Beta- 237975	GS-1-1.72	wood	-28.2	2430 +/- 40	2710 to 2630 2620 to 2350
Beta- 237976	GS-1-1.87	wood	-28.3	2840 +/- 40	3070 to 2860
Beta- 237977	GS-1-2.08	peat	-26.8	2660 +/- 40	2850 to 2740
Beta- 237978	GS-1-2.16	peat	-27.1	2220 +/- 40	2340 to 2130
Beta- 237979	B-4-3.07	peat	-28.1	8160 +/- 40	9250 to 9010
Beta- 237980	B-4-5.45	plant material	-25.8	42750 +/- 1400	
Beta- 237981	B-4-5.63	plant material	-28.0	41860 +/- 1200	
Beta- 237982	B-4-5.85	plant material	-28.2	43350 +/- 1500	
Beta- 237983	B-4-6.75	peat	-30.6	7730 +/- 40	8590 to 8420
Beta- 237984	B-4-6.80	peat	-29.4	7620 +/- 40	8460 to 8370
Beta- 237985	B-4-7.21	peat	-29.8	7660 +/- 40	8540 to 8390
Beta- 237986	B-4-7.30	wood	-26.7	7760 +/- 40	8600 to 8440
Beta- 237987	B-4-7.49	peat	-28.6	7710 +/- 40	8580 to 8410
Beta- 237988	B-5-1.50	peat	-20.7	900 +/- 40	920 to 730
Beta- 237989	B-5-4.75	peat	-27.9	7510 +/- 40	8400 to 8290 8260 to 8210
Beta- 237990	B-5-4.80	peat	-26.4	7350 +/- 50	8310 to 8030
Beta- 237991	B-5-10.50	organic sediment	-26.5	9240 +/- 50	10570 to 10250
Beta- 237992	B-5-10.80	wood	-27.2	38250 +/- 890	
Beta- 237993	B-5-17.45	wood	-28.5	45420 +/- 990	
Beta- 237994	B-5-16.50	wood	-27.8	45300 +/- 2100	
Beta- 237995	B-5-22.30	peat	-28.3	> 46500	
Beta- 237996	B-5-27.80	wood	-27.3	> 46500	
Beta- 237997	B-5-32.80	peat	-28.9	> 45800	
Beta- 237998	B-8-3.50	peat	-27.2	7090 +/- 40	7980 to 7850
Beta- 237999	B-8-4.35	peat	-27.6	11030 +/- 40	13070 to 12870
Beta- 238000	B-8-4.88	peat	-26.4	7250 +/- 40	8170 to 7980
Beta- 238001	B-8-5.33	peat	-28.2	7270 +/- 40	8180 to 8000
Beta- 238002	B-8-5.80	peat	-28.8	7300 +/- 40	8180 to 8010
Beta- 238003	B-8-6.32	peat	-28.6	7480 +/- 40	8380 to 8190
Beta- 238004	B-8-6.80	peat	-27.4	7470 +/- 40	8380 to 8190
Beta- 238005	B-8-7.26	peat	-26.7	7770 +/- 40	8610 to 8450
Beta- 238006	B-8-7.77	peat	NA	7570 +/- 40	8420 to 8340
Beta- 238007	B-8-8.30	peat	-29.1	7610 +/- 40	8450 to 8370
Beta- 238008	B-8-8.85	peat	-26.4	7870 +/- 40	8770 to 8580
Beta- 238009	B-8-9.45	peat	NA	7400 +/- 40	8330 to 8170
Beta- 238011	B-8-10.32	plant material	-28.0	8010 +/- 40	9010 to 8730
Beta- 238012	B-8-10.80	peat	-28.8	8100 +/- 40	9120 to 8990
Beta- 238013	B-8-11.89	organic sediment	-23.0	8350 +/- 40	9470 to 9280
Beta- 238014	B-8-12.25	peat	NA	8050 +/- 40	9020 to 8960 8920 to 8860 8830 to 8780
Beta- 238015	B-8-13.29	peat	-12.8	8260 +/- 40	9410 to 9120
Beta- 238016	B-8-13.78	peat	-27	8080 +/- 50	9120 to 8970 8880 to 8870 8830 to 8800
Beta- 238017	B-8-14.26	peat	-27.5	8210 +/- 40	9290 to 9020
Beta- 238018	B-8-14.65	peat	-26.3	8300 +/- 40	9440 to 9200 9180 to 9140
Beta- 238019	B-8-16.80	plant material	-31.0	> 47000	to
Beta- 238020	B-8-17.20	wood	-27.7	> 47000	to
Beta- 238204	GS-2-0.40	nutshell	-24.6	1120 +/- 40	1140 to 940
Beta- 238205	GS-2-0.57	peat	-29.3	2280 +/- 40	2350 to 2300 2260 to 2160
Beta- 238206	GS-2-1.25	peat	-28.5	6730 +/- 40	7660 to 7560 7530 to 7520
Beta- 238207	GS-2-1.59	peat	-26.4	6640 +/- 40	7580 to 7440
Beta- 238208	GS-2-1.80	wood	-26.3	6880 +/- 40	7790 to 7660
Beta- 238209	GS-2-1.92	organic sediment	-26.7	7550 +/- 40	8410 to 8330
Beta- 238210	GS-2-2.07	peat	-28.6	7010 +/- 40	7940 to 7750
Beta- 238211	GS-2-2.15	peat	-29.7	7020 +/- 40	7940 to 7780
Beta- 238212	GS-2-2.35	peat	-28.2	7010 +/- 40	7940 to 7750
Beta- 238213	GS-2-2.83	peat	-25.6	7090 +/- 50	8000 to 7830
Beta- 238214	GS-3-0.33	peat	-27.5	170 +/- 40	300 to 60 40 to 0
Beta- 238215	GS-3-0.46	organic sediment	-26.4	240 +/- 40	420 to 390 320 to 270 210 to 150 20 to 0

表2 つづき.

Code-no.	Sample no.	Material	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Conventional ^{14}C age (yBP)		Calibrated result (cal yBP) 95% probability	
Beta- 238216	GS-3-1.07	peat	-26.4	6180	+/- 40	7170	to 6960
Beta- 238217	GS-3-1.72	peat	NA	20740	+/- 110		to
Beta- 238218	GS-3-2.18	organic sediment	-26.8	7140	+/- 50	8020	to 7920
						7900	to 7870
Beta- 238219	GS-3-2.58	organic sediment	-27.0	7320	+/- 40	8190	to 8020
Beta- 238220	GS-3-2.97	peat	-28.8	30280	+/- 240		to
Beta- 238221	GS-4-0.50	wood	-26.4	1800	+/- 40	1830	to 1620
Beta- 238222	GS-4-1.15	organic sediment	-24.6	960	+/- 40	940	to 780
Beta- 238223	GS-4-1.21	peat	NA	830	+/- 40	800	to 680
Beta- 238224	GS-4-1.315	organic sediment	-24.4	710	+/- 40	700	to 640
						590	to 570
Beta- 238225	GS-4-2.55	peat	-27.6	8550	+/- 50	9550	to 9480
Beta- 238226	GS-4-2.98	peat	-29.1	41350	+/- 710		
Beta- 238227	GS-5-0.62	peat	NA	50	+/- 40	260	to 220
						140	to 30
						0	to 0
Beta- 238228	GS-5-2.05	peat	-28.2	7130	+/- 40	8010	to 7930
						7890	to 7870
Beta- 238229	GS-5-2.57	peat	-27.4	7360	+/- 50	8320	to 8030
Beta- 238230	GS-6-0.49	peat	-27.3	103.2	+/- 0.5 pMC		
Beta- 238231	GS-6-0.70	charred material	NA	940	+/- 40	930	to 750
Beta- 238232	GS-6-2.64	peat	-28.6	7340	+/- 50	8300	to 8250
						8220	to 8020
Beta- 238233	GS-7-0.75	plant material	-25.9	50	+/- 40	260	to 220
						140	to 30
						0	to 0
Beta- 238234	GS-7-1.03	peat	NA	250	+/- 40	430	to 370
						320	to 270
						180	to 150
						10	to 0
Beta- 238235	GS-7-1.60	organic sediment	-25.7	550	+/- 40	640	to 590
						570	to 510
Beta- 238236	GS-7-2.22	peat	-29.3	7470	+/- 50	8390	to 8180
Beta- 238237	GS-7-2.77	peat	-27.8	8860	+/- 40	10170	to 9760
Beta- 238238	GS-8-0.88	peat	-25.9	900	+/- 40	920	to 730
Beta- 238239	GS-8-0.98	peat	-27.1	1840	+/- 40	1870	to 1700
Beta- 238240	GS-8-1.135	organic sediment	-25.5	2450	+/- 40	2720	to 2350
Beta- 238241	GS-8-1.18	organic sediment	-25.6	2140	+/- 40	2300	to 2240
						2180	to 2000
Beta- 238242	GS-8-1.25	organic sediment	-26.9	1920	+/- 40	1940	to 1810
Beta- 238243	GS-8-1.32	peat	-26.6	1860	+/- 40	1880	to 1710
Beta- 238244	GS-8-1.48	peat	-29.1	2840	+/- 40	3070	to 2860
Beta- 238245	GS-8-1.58	peat	-28.6	1400	+/- 40	1360	to 1280
Beta- 238246	GS-8-1.94	peat	-27.4	7230	+/- 50	8170	to 7960
Beta- 238247	GS-9-0.90	organic sediment	-25.3	860	+/- 40	910	to 850
						830	to 690
Beta- 238248	GS-9-0.91	nutshell	-24.4	540	+/- 40	640	to 590
						560	to 510
Beta- 238249	GS-9-1.07	organic sediment	-25.1	1940	+/- 40	1980	to 1820
Beta- 238250	GS-9-1.37	peat	NA	1180	+/- 40	1230	to 1210
						1180	to 980
Beta- 238251	GS-9-1.60-wood	wood	-26.2	7280	+/- 50	8180	to 7990
Beta- 238252	GS-9-1.60-peat	peat	-25.4	1160	+/- 40	1180	to 970
Beta- 238253	GS-9-2.15	peat	-24.0	7480	+/- 50	8390	to 8180
Beta- 238254	GS-9-2.33	peat	-24.5	7330	+/- 50	8290	to 8260
						8210	to 8020
Beta- 238255	GS-10-0.84	organic sediment	-24.4	910	+/- 40	920	to 730
Beta- 238256	GS-10-1.06	peat	-26.1	1050	+/- 40	1050	to 920
Beta- 238257	GS-10-1.28	peat	-27.2	1230	+/- 40	1270	to 1060
Beta- 238258	GS-10-1.32	organic sediment	-25.7	1780	+/- 40	1820	to 1600
Beta- 238259	GS-10-1.50	peat	-26.1	2010	+/- 40	2050	to 1880
Beta- 238260	GS-10-2.37	peat	-26.9	7350	+/- 60	8330	to 8020
Beta- 238261	GS-11-0.91	organic sediment	-22.3	950	+/- 40	940	to 780
Beta- 238262	GS-11-1.07	organic sediment	-25.4	980	+/- 40	960	to 790
Beta- 238263	GS-11-1.14	peat	NA	940	+/- 40	930	to 750
Beta- 238264	GS-11-1.20	organic sediment	-24.1	1110	+/- 40	1080	to 940
Beta- 238265	GS-11-1.27	peat	-28.5	990	+/- 40	960	to 800
Beta- 238266	GS-11-1.37	peat	NA	920	+/- 40	930	to 740
Beta- 238267	GS-11-1.66	wood	-27.1	1100	+/- 40	1070	to 930
Beta- 238268	GS-11-2.39	wood	-28.7	34200	+/- 550		
Beta- 238269	GS-12-0.34	peat	-27.0	144.5	+/- 0.5 pMC		
Beta- 238270	GS-12-0.66	organic sediment	-25.4	960	+/- 40	940	to 780
Beta- 238271	GS-12-0.93	organic sediment	-24.3	770	+/- 40	740	to 660
Beta- 238272	GS-12-1.24	peat	-25.2	780	+/- 40	750	to 670
Beta- 238273	GS-12-1.53	peat	-27.1	940	+/- 40	930	to 750

表 3 反射探査の諸元.

Survey line	North line	South line
Survey line length	335 m	851 m
Shot point interval	5 m	2.5 m
Receiver point interval	5 m	5 m
Shots / point	ca. 9	4-15
Channels	123	238
Maximum offset	400 m	400 m
Standard CMP fold	60	85
CMP interval	2.5 m	1.25 m
Record length	2.0 sec	2.0 sec
Sampling interval	1.0 msec	1.0 msec
Energy source	Impactor (JMI-200)	Impactor (JMI-200)

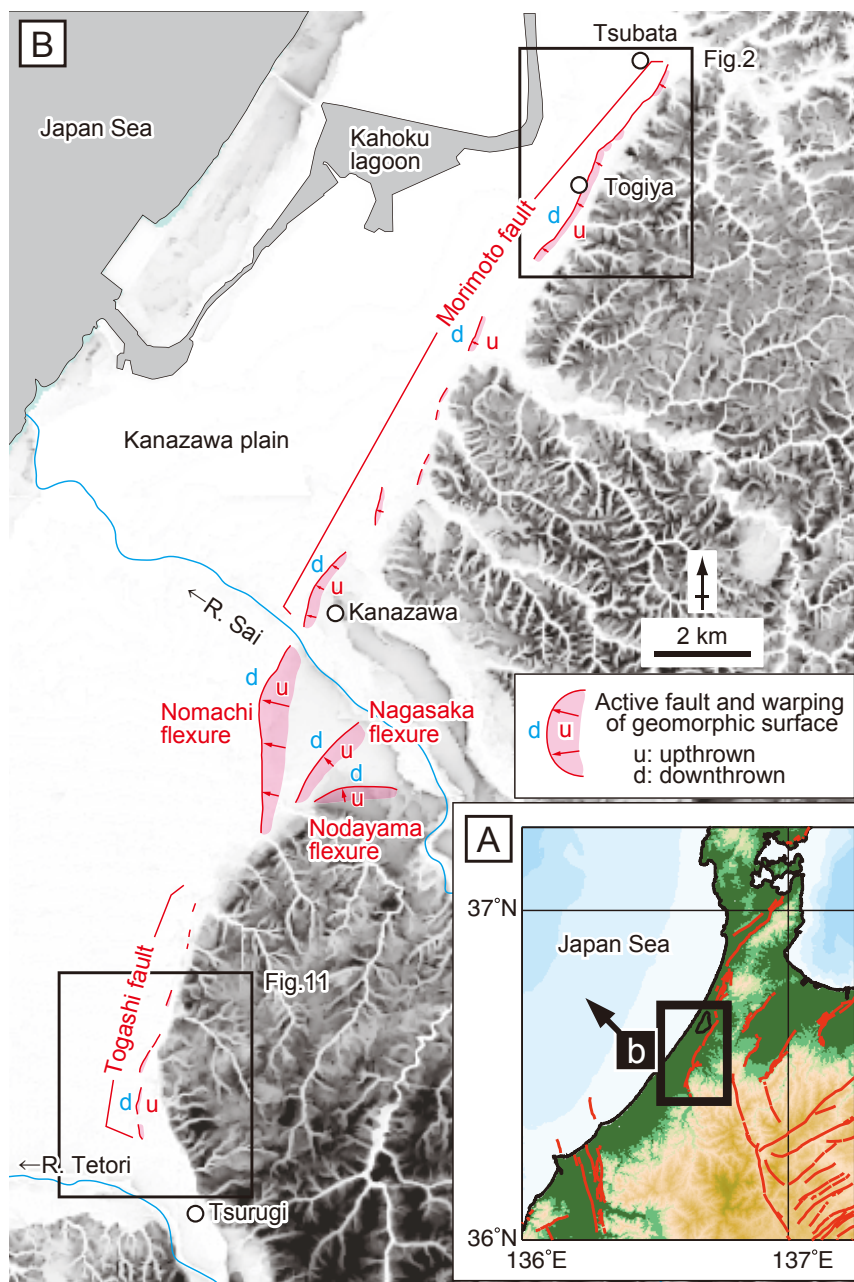


図1 森本・富樫断層帯およびその周辺。(A) 北陸地方の活断層の分布と森本・富樫断層帯の位置。(B) 森本・富樫断層帯の分布。

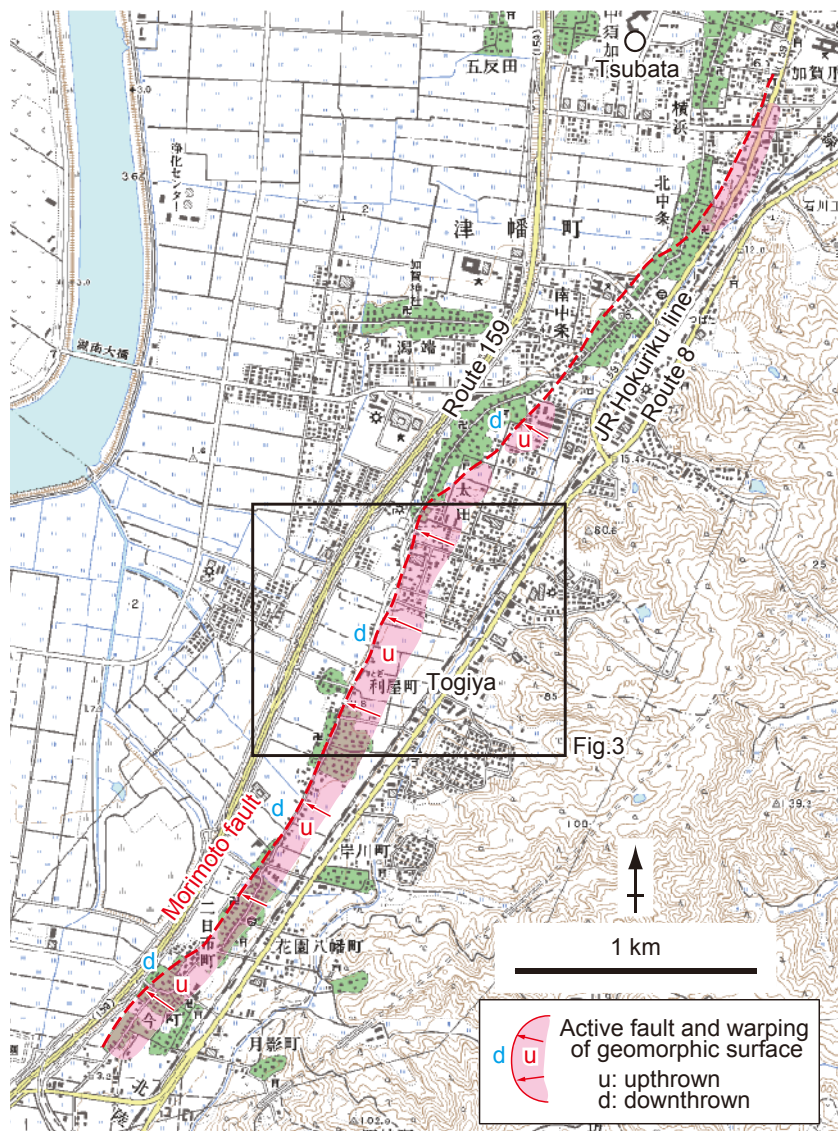


図2 利屋地区周辺における森本断層の分布および調査位置図.

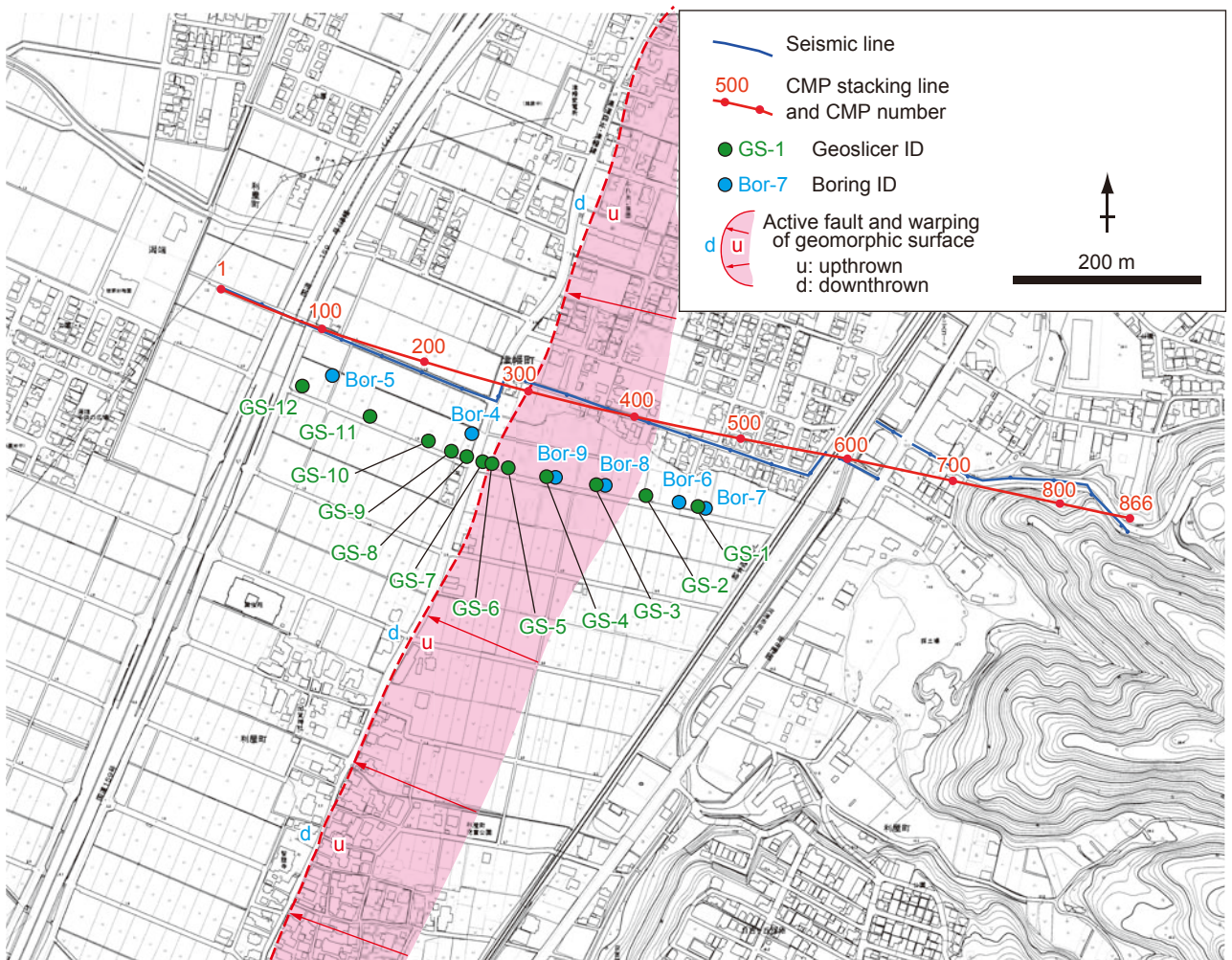


図3 利屋地区におけるジオスライサー・ボーリングおよび反射探査調査位置図.

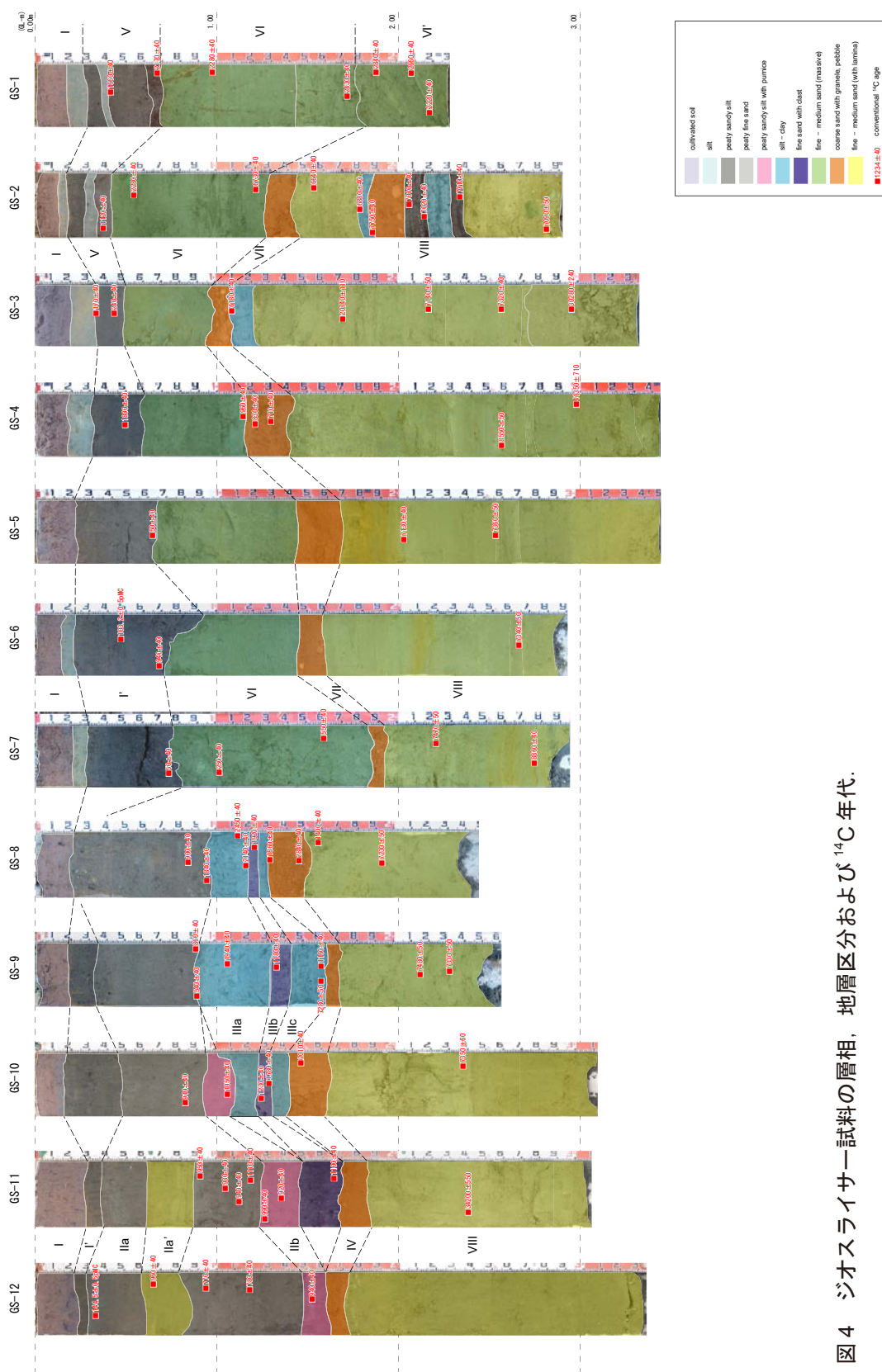


図4 ジオスライサー試料の層相，地層区分および ^{14}C 年代。

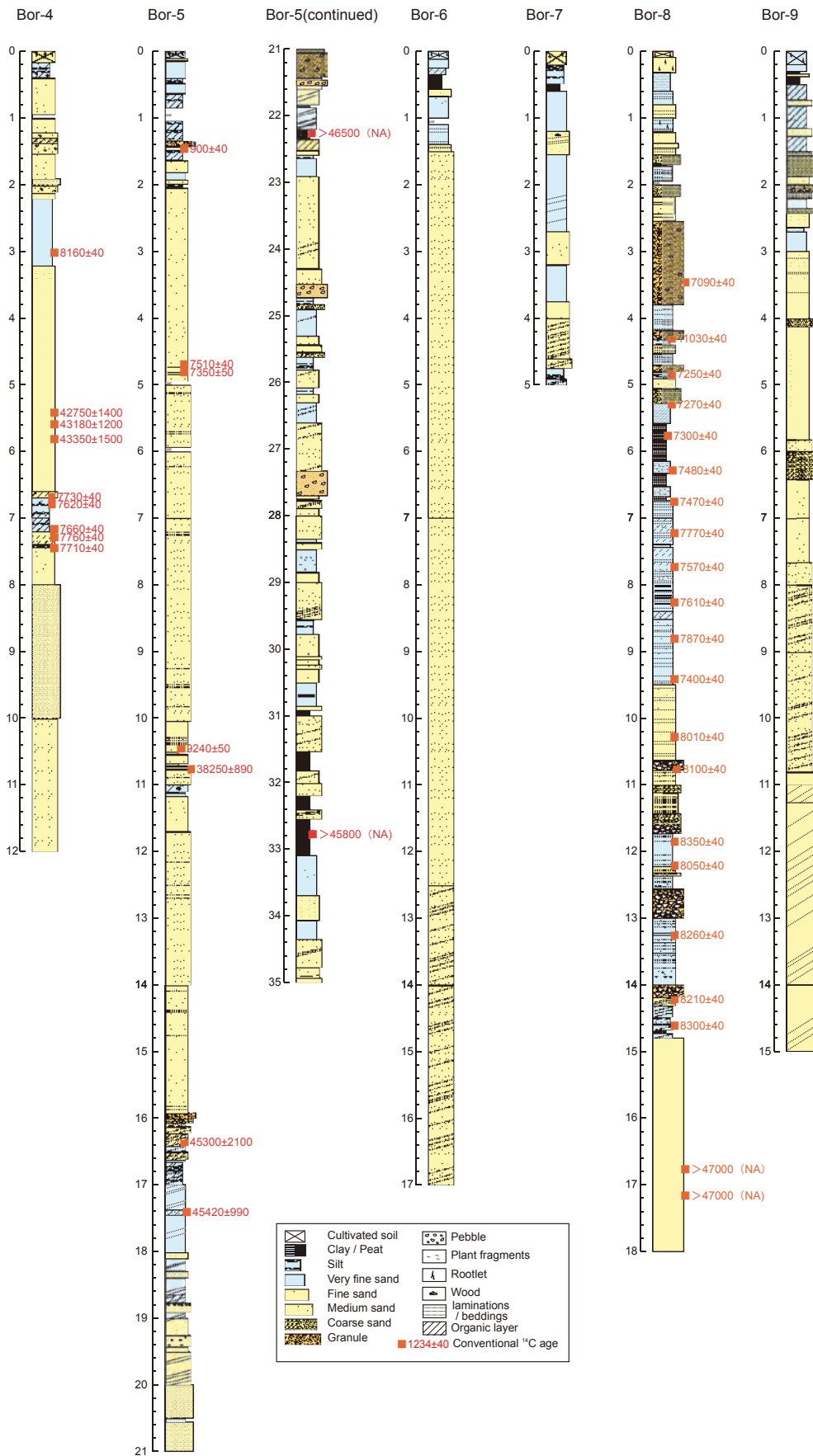


図5 ボーリングコア柱状図.

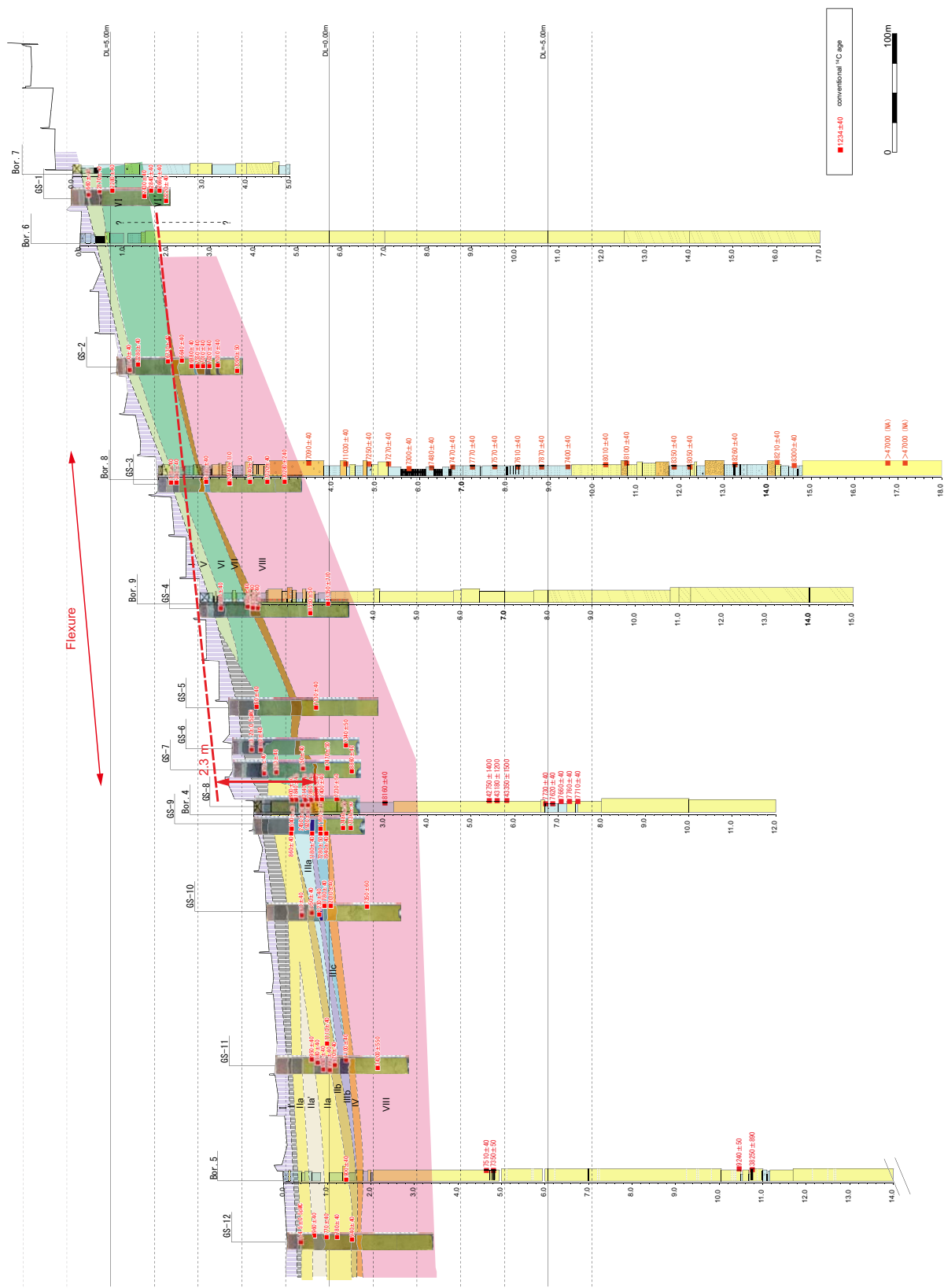


图 8 地质断面图 (15m 以浅).

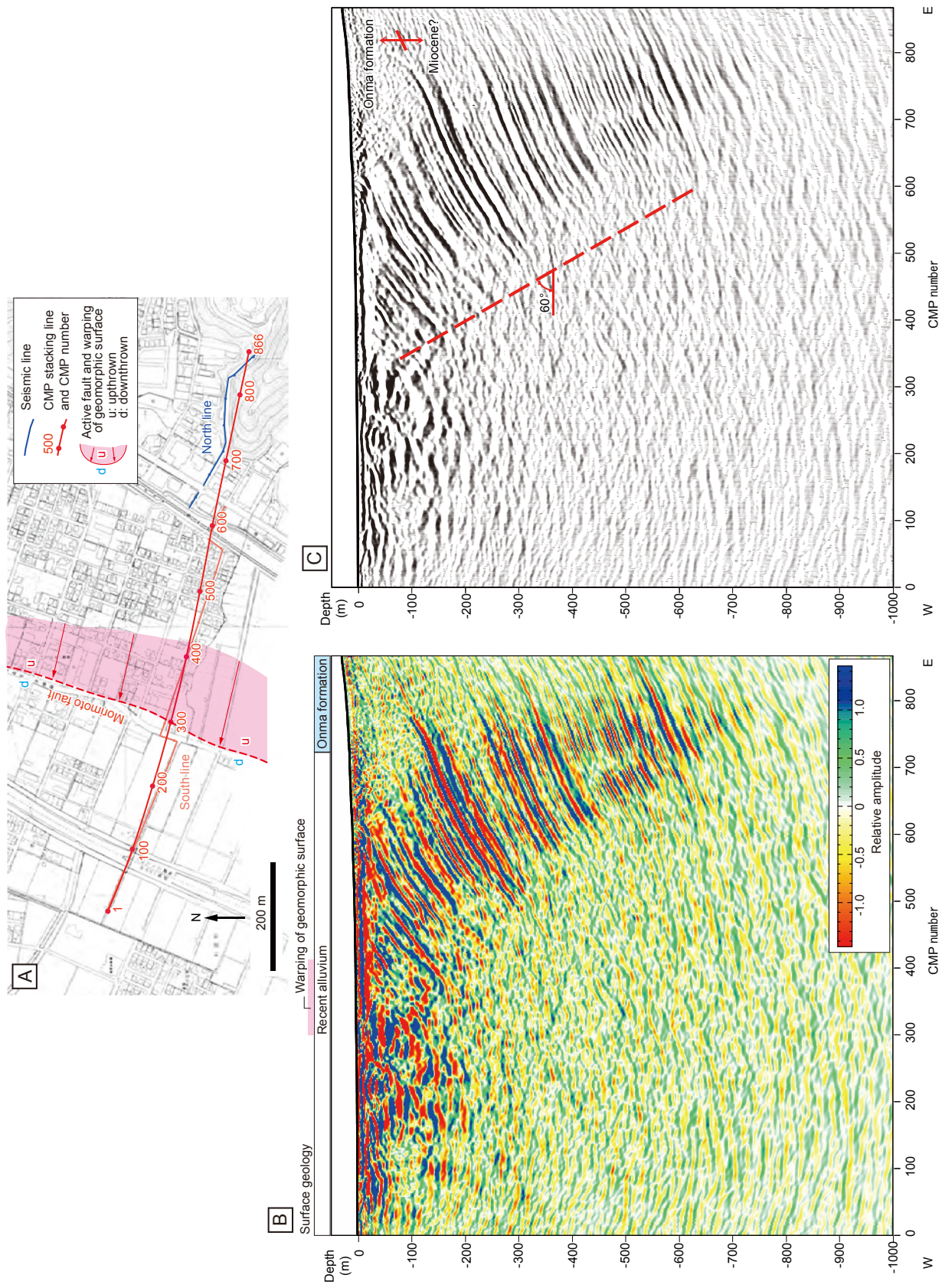


図9 反射探査測線および反射断面図。(A) 反射測線位置図。(B) 反射断面図。表層地質および撓曲帯も併記する。(C) 解釈図。

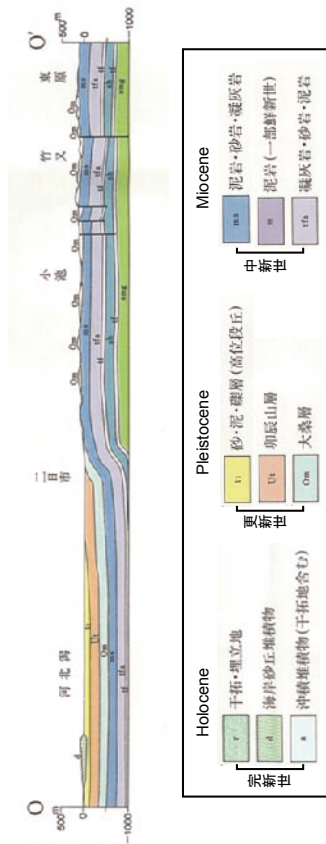
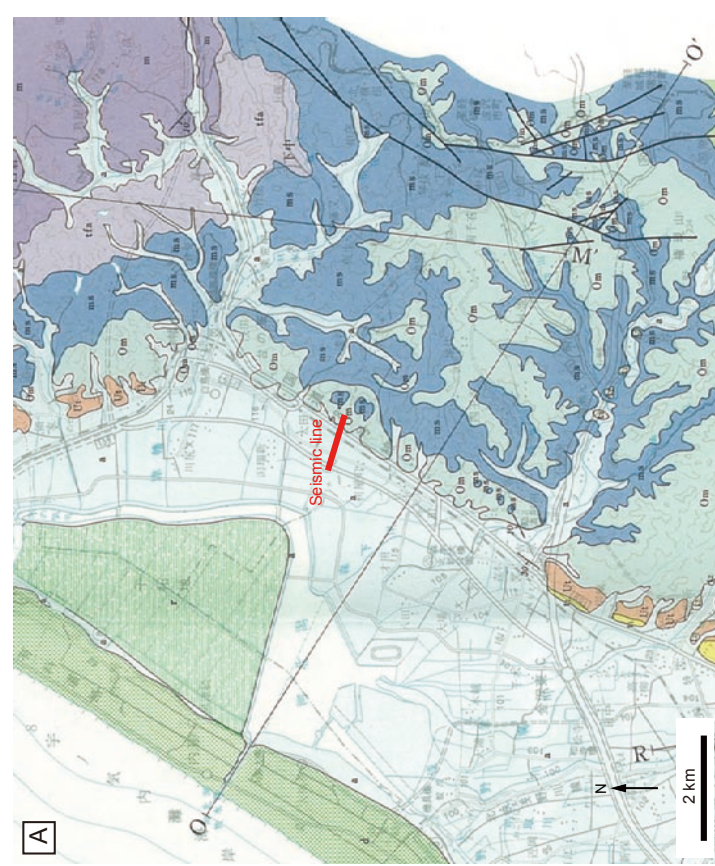
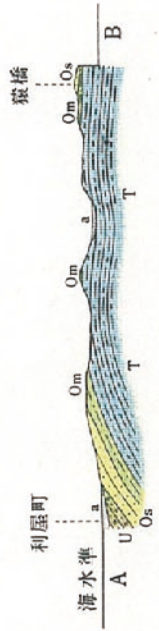
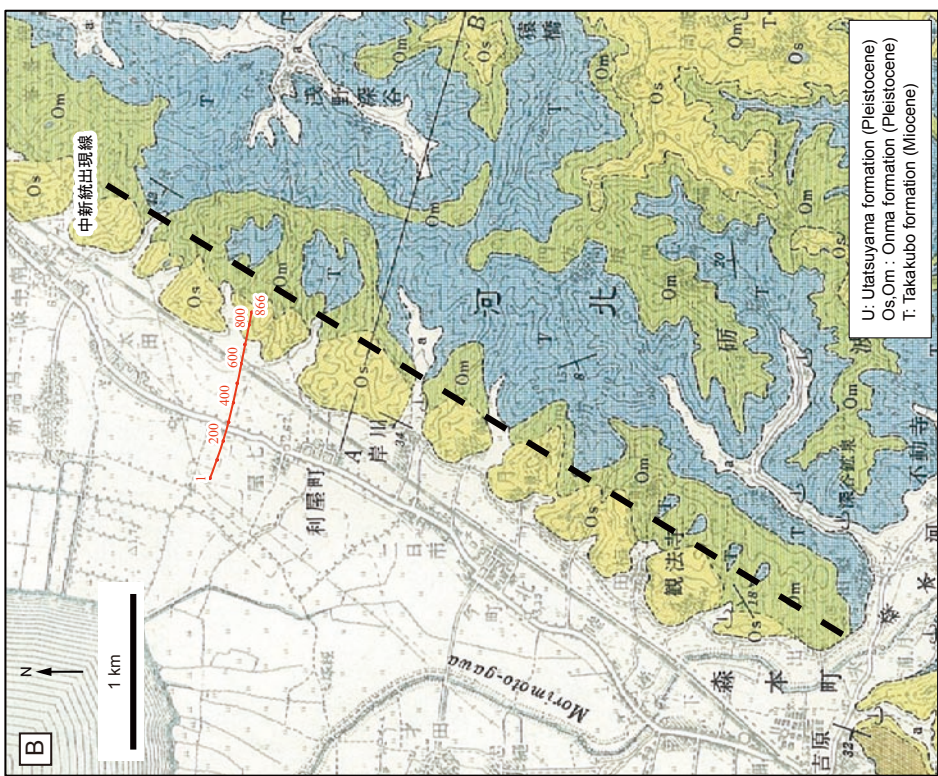


図10 反射探査測線周辺の地質図。(A) 紮野編(1993)に反射探査測線を加筆,凡例を修正。
 (B) 今井(1959)に反射探査測線を加筆,凡例を修正。

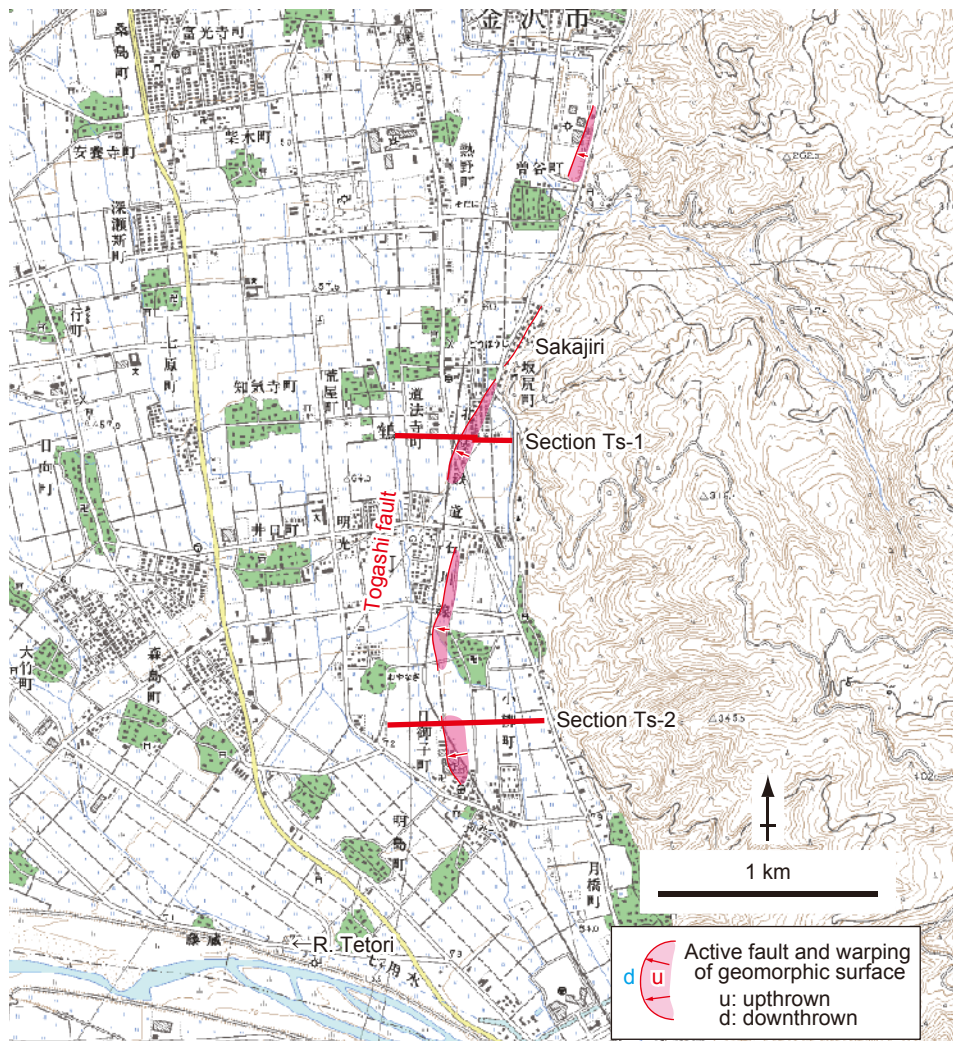


図 11 鶴来地区周辺における森本断層の分布および調査位置図。

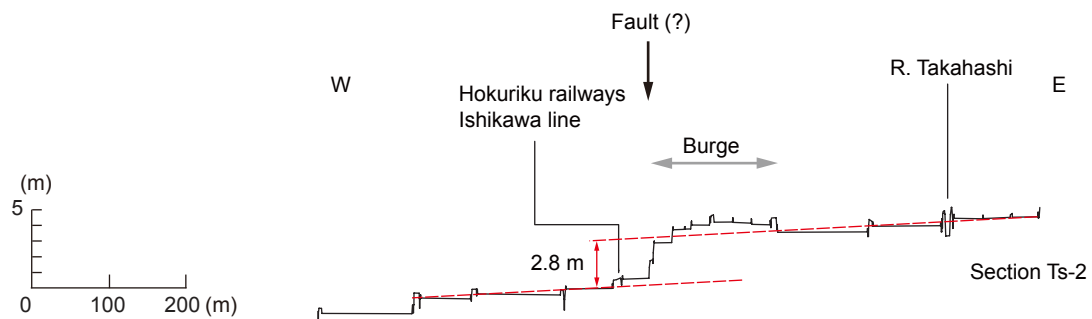
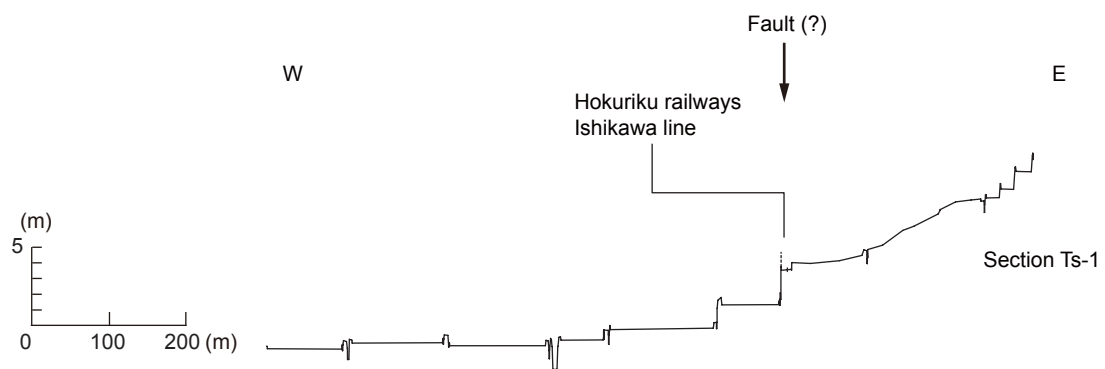


図 12 鶴来地区の地形断面図.