

「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. H17-5

魚津断層帯の活動性および活動履歴調査

平成 18 年 5 月

独立行政法人
産業技術総合研究所

目 次

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究	1
2. 調査結果	1
(1) 群列ボーリング	2
(2) 大深度ボーリング資料およびP波反射法地震探査	4
3. まとめ	5
3. 1 断層帯の位置及び形態	5
(1) 断層帯を構成する断層	5
(2) 断層面の位置・形状	5
(3) 変位の向き	6
3. 2 断層帯の過去の活動	6
(1) 平均変位速度	6
(2) 活動時期	7
(3) 1回の変位量	7
(4) 活動間隔	7
(5) 活動区間	7
注	8
文 献	9
図 表	11

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究

魚津断層帯は、最近数年間の顕著な歪み集中帯である新潟 - 神戸構造帯 (Sagiya et al., 2000) に近接し (図 1a), また、日本海東縁変動帯を構成する海底の断層 - 褶曲構造 (北鳥ヶ首背斜, 親不知背斜) の南方延長に位置している (図 1b). このため、測地学的・地質学的観点からも、魚津断層帯の活動性把握は、長期的な地殻変形過程の解明および地震被害予測に必要な情報である。魚津断層帯は、富山県東部に位置し、朝日町から南西方向に、黒部市、魚津市、滑川市を経て、上市町に至る。全体の長さは約 35km で、概ね北東 - 南西方向に延びる。本断層帯は右横ずれを主体とする断層帯北部と、南東側隆起の逆断層を主体とする断層帯中部 (中北部, 中南部), 南部からなる (図 1c)。

魚津断層帯については、藤井・竹村 (1978) が大浦断層¹⁾、竹村 (1983) が不動堂断層として、断層帯を構成する一部の断層を記載している。活断層研究会編 (1991) は、大浦断層と不動堂断層の間に分布する段丘面の北西方向 (日本海) への傾動を図示しているが、断層線を明示していない。その後、池田ほか (2002)、中田・今泉 (2002)、今泉ほか (2003)、東郷ほか (2003) は、本断層帯を構成する主要な断層について、第四紀後期に活動を繰り返した断層を図示している。また、池田ほか (2002)、中田・今泉 (2002)、中村 (2005) は、魚津断層帯の平均上下変位速度を 1m/ky 以上に達するとした²⁾。しかし、変位指標である段丘面の形成年代は、既報よりも大幅に古くなることが指摘されている (松浦ほか、投稿中)。これに伴い、断層帯の平均上下変位速度は、断層帯中北部において最速で、0.2 ~ 0.4m / 千年以上との指摘がされている。本断層帯の活動履歴について、トレンチ調査などの精査は行われていない。

地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005) は、以上の公表された先行研究をふまえて、魚津断層帯を断層長 35km、平均上下変位速度 1.25m / 千年以上 (活動度: A 級相当以上) と推定し、基盤の調査観測の基準を満たすと判断した。

2. 調査結果

本断層帯の平均上下変位速度は、断層帯中北部において最速で 0.2 ~ 0.4m / 千年以上とされている (松浦ほか、投稿中)。この平均上下変位速度は、段丘面の上下変位量から求めたものであり、沖積面下に埋没している段丘面の上下変位量を含んでいないので、最小値を示しているに過ぎない。このため、魚津断層帯の真の平均上下変位速度を算出するためには、沖積面下に埋没している変位速度分を把握する必要がある。

そこで本研究では、平均上下変位速度が最も速いと考えられる魚津断層帯中北部において、地下構造把握のためのボーリング掘削、試料分析 (テフラ分析、¹⁴C 年代測定) お

よびP波による反射法地震探査（以下，P波探査）をおこなった（図2）。

（1）群列ボーリング

(1)地質構成

調査測線付近の沖積面上で，群列ボーリング掘削（4地点：T-1，T-2，T-3，T-4）を行った（図2）。各地点のボーリング柱状図を図3に示す。各地点の地層は，基本的にa～d層の4層に大分される（T-4のみe層を追加した5層）。a層は，砂，砂礫，シルトの互層であり，海側のT-1では砂層が，山側のT-4ではシルトが卓越する傾向にある。シルトは藍鉄鉱や腐植物を含むことから淡水性と判断される。T-2のGI-9.72～9.73mは，桃色の火山灰（詳細は後述）が介在する。a層はT-1で30mを越すが，T-4では8m程度と，西（海側）に向かって厚くなる。b層は，上部層（腐植質シルト層）と下部層（褐色シルト層）からなる。上部層は層厚30cm程度，下部層は層厚50～70cm程度で，それぞれクロボク，レスと酷似する。T-1のb層は上部層（腐植質シルト層）を欠損している。c層は，砂礫層であり，礫の淘汰は悪い。礫は円礫が卓越し，風化をほとんど受けていない。c層の層厚は10～12mで，4地点ともほぼ一定である。d層はシルト，砂，砂礫の互層で，泥炭層を頻繁に挟む。シルトは藍鉄鉱や腐植物を含むことから淡水性と判断される。d層は，T-1では砂，砂礫を多く含むが，T-4では砂礫をほとんど含まない。e層はT-4のみにみられ，砂礫を主体とする。e層はc層と異なり，くさり礫を多く含む。また，マトリクスのシルト・砂層には酸化鉄の集積層が形成されている。

(2)テフラ分析

テフラ分析は，上記ボーリング試料中にみられる火山灰，およびクロボク・レスに酷似するb層を対象として行った。とくに，b層が埋没レスならば，段丘面にのるレスと同様に，K-Tz，Aso-4，DKP，ATなどのクリプトテフラを含有している可能性がある。そこで，試料毎に使い捨てのテトロン製メッシュ（#250～#120）を用いて水中にて篩い分けを行い粒径を整えた。この試料を超音波洗浄により洗浄し，粒子表面の細粒分を除去してテフラ微粒子を識別用試料とした。試料は，屈折率1.540程度のエポキシ樹脂に封入し薄片を作成し，偏光顕微鏡を用いてテフラ起源粒子の個数比（母数は3,000粒子）を求めた。また，テフラ起源粒子の内，火山ガラス，斜方輝石，角閃石は，必要に応じて屈折率を測定した。屈折率測定は，古澤地質調査事務所製温度変化型屈折率測定装置MA10Tを使用した。測定手順・手法は古澤(1995)に従った。

鬼界アカホヤテフラ（K-Ah）

T-2において，a層のシルト層中（GI-9.72～9.73m）に，桃色極細砂サイズ火山灰層が視認できる（図3）。火山灰層は無層理である。火山灰層の構成物質は，ほぼバブル

ウォール型の火山ガラスのみである。火山ガラスの屈折率は 1.511 ~ 1.516 (モード: 1.511 ~ 1.513) を示す (図 4)。これら層相, 火山ガラスの形態・屈折率から, 本火山灰層は鬼界アカホヤテフラ (K-Ah: 町田・新井, 1978, 2003) に対比される。また, T-2 のK-Ahは無層理であり, 風成と判断されることから, その基底を降下層準(6.3 ¹⁴CkyBP: 町田・新井, 1978; 2003) と考える。なお, K-Ahは, T-2 以外のボーリング試料には視認できるほど残存していない。

始良 Tn テフラ (AT)

T-1 ~ T-4 の b 層上部層 (腐植質シルト層) には, 多量の火山ガラスが含まれる。火山ガラスは無色透明で, バブルウォール型が多い。火山ガラスの屈折率は 1.498 ~ 1.500 に集中する (図 4)。また, T-2 の G1-22.75 ~ 22.80m の試料では, 斜方輝石の屈折率() が, 1.734 ~ 1.737 を示す。これら火山ガラスの形態・屈折率および斜方輝石の屈折率は, 火山ガラスが始良 Tn テフラ (AT: 町田・新井, 1976) 起源であることを示す。AT は, Loc.5 の LH1 面構成層にのるレスとクロボクの境界付近にも検出される。

大山倉吉テフラ (DKP)

T-1 ~ T-4 の b 層下部層 (褐色シルト層) は, 多量の斜方輝石, 角閃石を含む。斜方輝石は短冊状で, (100)面の劈開が発達している。斜方輝石の屈折率() は 1.703 ~ 1.709, 角閃石の屈折率(n_2) は 1.678 ~ 1.682 に集中する (図 4)。これら重鉱物の組み合わせ, 斜方輝石の形態・屈折率, 角閃石の屈折率は, 両鉱物が大山倉吉テフラ (DKP: 町田・新井, 1979) 起源であることを示す。DKPは, Loc.5 の LH1 面構成層にのるレス中にも検出される。

(3) ¹⁴C年代測定

T-1 ~ T-4 において, ATより上位の層 (a層およびb層上部層) を試料採取し, ¹⁴C年代測定 (AMS法) を行った。各試料の測定年代を図 3 および表 2 に示す。測定年代は, 層序と調和的で年代の逆転を示さない。また, T-2 のK-Ah上位・下位層準の試料は, それぞれ 6,300yBP, 6,640yBPを示し, 既報のK-Ah層準付近の年代測定値 (町田・新井, 2003; K-Ah上位: 5,830 ± 400yBP, 中位: 6,280 ± 130yBP, 下位: 6,520 ± 190yBP) とともに極めて調和的である。

(4) 地形・地質断面

ボーリング資料から求められた地層境界の標高を, 地形断面図に投影した (図 5)。また, K-Ah降下年代および¹⁴C年代測定値とその層準から, 4 ~ 8kaの等時代面を図示した。

本断面の最上部a層は, K-Ahを含むこと, および¹⁴C年代値から判断して, 完新統である。b層は, ATおよびDKPを含む腐植質シルト層および褐色シルト層であり, LH1 面上 (Loc.5) でみられるクロボクとレスに対比される。c層は砂礫層を主体とする。b層とc

層の層相および層序は、Loc.5でのクロボク・レスとLH1面構成層の関係と同じである。これより、ATおよびDKPを含むレスに覆われるc層は、LH1面構成層に対比される。すなわち、c層はLH1面の埋没構成層である。d層はシルト・砂を主体とした堆積物であり、T-1~T-3では砂礫層を含むが、T-4では礫層をほとんど含まない。この層相は、a層(完新統)とよく似た傾向を示す。d層の堆積年代に関する資料は得られていない。e層はT-4のみにみられ、d層(砂礫をほとんど含まない)とは明らかに区別される。e層は、LH1面より古い段丘面構成層相当層と推定されるが、堆積年代に関する資料が得られていないので、対比できない。

a層(完新統)中の4~8kaの等時代面は、沖積面と同様に西方傾斜を示す。これら等時代面に不連続はみられず、断層変位の累積を示唆していない。一方、c層上面(埋没LH1面)は、T-1~T-2間の傾斜に比べ、T-2~T-4間の傾斜が急になっている。また、c層基底(埋没LH1面構成層基底)は、T-1~T-3間の傾斜よりもT-3~T-4間のそれが明らかに急である。これらは、T-3~T-4付近が、T-1~T-2付近に比べて相対的に隆起していることを示す。さらに、d層下位のe層がT-4にのみみられ、T-1~T-3付近に分布しないことも、上記断層の隆起センスと矛盾しない。

(2) 大深度ボーリング資料およびP波反射法地震探査

(1) 大深度ボーリング資料

黒瀬川河口付近(図2)では、掘削長590.2mに達する黒部R1(ガス試掘資料:帝国石油)がある(図6)。黒部R1の地層は主として砂礫層からなり、部分的に砂層を挟む。本報では、地表付近から連続する砂礫層をi層と呼ぶ。i層は、魚津断層帯周辺の地質層序(図7:角・野沢,1973;富山県,1987;金子,2001から編集)と照合すると、沖積層、段丘構成層相当層および呉羽山礫層に対比される。

布施川と片貝川の間にあるM1面上のT温泉(図2)では、標高約100mにおいて掘削長1,000.88mに達する温泉ボーリング資料がある。T温泉ボーリング資料に記載されている層相によると、i~iii層に大別できる(図6)。i層(深度0~330m)は砂礫層(ただし深度0~200mはノンコア)、ii層(深度330~545m)は砂・泥、iii層(深度545~100.88m)は凝灰岩、角礫凝灰岩、砂質凝灰岩を主体とする。これらボーリング資料の層相および層序は、魚津断層帯周辺の地質層序(図7)に照合すると、i層:段丘構成層相当層および呉羽山礫層、ii層:横尾砂岩部層、音川層、東別所層、iii層:先東別所層に対比される。

(2) P 波探査による反射断面と反射パターン区分

布施川に沿って、測線長約 5km の P 波探査をおこなった。探査の諸元を表 3 に示す。調査測線に設定した CMP 番号測線位置を図 2 に、深度断面・解釈を図 8 に示す。標高 -1,200m までの反射パターンは、大きく A~I 層に区分され、全体として西方に傾斜している。A 層は、地表面にほぼ並行な反射面をもつが、CMP150 以西では下位の B 層を大きく削り込んでいる。B 層は緩やかに西方傾斜しており、下部に向かって傾斜が微増する。C 層は緩やかに西方傾斜しており、上位の B 層に軽微な不整合で覆われる。D 層も緩やかに西方傾斜しているが、内部反射は上位層に比べて不明瞭である。D 層は上位の C 層に傾斜不整合で覆われる。E 層は西方に向かって薄くなり、かつ反射面間の間隔が薄くなる前置層に似たパターンを示す。F 層は E 層と同様の前置層的な反射パターンを示し、各反射面は極めて明瞭である。G 層は CMP1,350 以西では E, F 層とほぼ並行する反射パターンを示すが、CMP1,350 以東の G 層の傾斜は E, F 層よりも緩い。H 層は緩い波状の反射パターンを示す。I 層は明瞭な反射面を含むが、それらの連続性は悪い。

(3) 反射断面の解釈と地質構造

反射断面にみられた地層と、既報の地質層序との対比を検討する。反射断面にみられる A 層は、T-1~T-4 ボーリングコアの解析結果(図 3, 4)によると、沖積層に対比される。B~F 層は、黒部 R-1 および T 温泉のボーリングコア資料(図 6)から、i 層(段丘構成層相当層および呉羽山礫層)に対比される。G・H 層、I 層も同様に、それぞれ ii 層(横尾砂岩部層・音川層・東別所層)、iii 層(先東別所層)に対比される。

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

魚津断層帯北部は、不動堂断層(竹村, 1983)からなる。魚津断層帯中北部, 中南部, 南部は、2~3 条の撓曲または断層から構成される。断層帯中南部の丘陵内に分布する石垣平断層は、魚津断層帯とほぼ並行に分布する。また、石垣平断層は北西側隆起を示し、魚津断層帯の南東側隆起と共役関係にあるので、石垣平断層が魚津断層帯のバックスラストに相当する可能性を示す。

(2) 断層面の位置・形状

群列ボーリングによる地質断面によると、c 層(LH1 面構成層)基底の傾斜は、T-1~T-3 間よりも T-3~T-4 間が急になっている(図 5)。また、c 層上面(埋没 LH1 面)

の傾斜は、T-1～T-2 間よりも T-2～T-4 間が急である。これらの傾斜不連続は、T-3～T-4 付近が T-1～T-2 付近に比べて相対的に隆起していることを示唆する。これら空中写真判読、地形・地質断面から判断して、T-3～T-4 付近には、東側隆起の断層の存在が推定される。

調査測線に沿う地形断面、および群列ボーリングによる地質断面を図 9a に、地形・地質断面を、反射断面に重ね合わせたものを図 9b に示す。反射断面中の X 点(CMP1,100, 標高-850m)付近から地表の T-3～T-4 付近を結ぶ線の東側において、各層が背斜状の変形を示す。この地層の変形は、東側隆起の逆断層(傾斜約 45°)による変位を示唆する。ただし、これらの地層の断層変位は、顕著な累積を示していない。

反射断面において、横尾砂岩部層、音川層、東別所層、先東別所層は、CMP1,600～1,800 付近に背斜構造、CMP1,850～2,030 付近に向斜構造を示す(図 9b)。同範囲の呉羽山礫層の反射パターンは、前置層的な堆積構造を強く反映しているものの、上記褶曲構造と調和的と判断される。この褶曲構造は、高位段丘面(H2 面)にみられるものと調和的であり、伏在断層に関連したものと推定される。しかし、本研究では、伏在断層に関する情報(傾斜、断層先端深度など)は得られなかった。

(3) 変位の向き

断層帯北部の不動堂断層は、右横ずれ変位を主体とする。断層帯中北、中南、南部の断層は、東側隆起の変位を示す。石垣平断層は、西側隆起の変位を示し、魚津断層帯を構成する断層とは共役関係にある。

3.2 断層帯の過去の活動

(1) 平均変位速度

調査測線において、LH1面の傾斜と埋没LH1面の傾斜は、T-3～T-4間で不連続を示す(図 9a)。この傾斜不連続から推定される断層の平均上下変位量は、8m程度と推定される。LH1面の形成年代は60kaと推定されているので、平均上下変位速度は0.13m/千年と算出される。また、F断面(松浦ほか、投稿中)において、M1面には19m程度の上下変位が生じており、この変位量をM1面形成年代で除した平均上下変位速度は、0.12～0.13m/千年と算出される(図9c)。この2測線における平均上下変位速度は、0.1m/千年程度と極めて調和的である。

魚津断層帯中北部に分布する断層の中で、段丘面を指標にした平均上下変位速度は、松浦ほか(投稿中)によって示されている(図 10a:各断面の名称は松浦ほか(投稿中))

と同じ。S断面は本報の調査測線)。C断面における3条の断層の中で、東側2条の断層の平均上下変位速度は、それぞれ0.14~0.15m/千年³⁾、0.22~0.24m/千年と算出されている。同様に、D、E断面の断層の中で、東側の断層の平均上下変位速度はそれぞれ0.24~0.26m/千年、0.21~0.23m/千年とされている。一方、断層帯最前列付近の断層(群)の平均上下変位速度は、S断面において0.13m/kyと求められた。この変位速度を、上記C~E断面の最前列断層(群)のものと同様とみなした場合、C~E断面における魚津断層帯の平均上下変位速度は、およそ0.33~0.52m/千年と算出され、およそ0.3~0.5m/千年である(図10b)。

(2) 活動時期

群列ボーリング断面において、埋没LH1面はT-1~T-2間とT-2~T-4間で、埋没LH1面構成層基底はT-1~T-3間とT-3~T-4間で、傾斜不連続を示す。このことから、T-3~T-4付近に東側隆起の断層が推定された(図9a, 9b)。しかし、7kaおよび6kaの等時代面は、該当位置において著しい傾斜不連続は認めにくい(図5)。そのため、6ka以降、断層の活動を認定しにくい。ただし、等時代面の分解能から判断して、6ka以降の断層活動を完全に否定することは難しい。

(3) 1回の変位量

具体的な数値を示す情報は得られていない。

(4) 活動間隔

具体的な数値を示す情報は得られていない。

(5) 活動区間

具体的な数値を示す情報は得られていない。

(調査担当：松浦旅人)

注

- 1) 大浦断層は、本報の魚津断層帯南部における断層の一部に相当する。
- 2) 中村(2005)のM断面は、平均上下変位速度 $0.7 \sim 0.9\text{m/ky}$ を示すが、「最も平野側の断層」の上下変位速度(N断面： $0.16 \sim 0.18\text{m/ky}$)を含んでいない。そのため、中村(2005)において、魚津断層帯の平均上下変位速度は、最大 $0.9 \sim 1.1\text{m/ky}$ と算出される。
- 3) この速度は、断層下盤側のH2面の変位量分は含まれておらず、断層上盤側のH2面の変位量分から求められた最小値である。しかし、本断層は、南方延長に分布するH2面に明瞭な累積変位を与えていない。そのため、本断層の規模は小規模であり、上記変位速度は真の速度に比べてそれほど過小評価していないものと判断する。

文 献

- 藤井昭二・竹村利夫, 1978, 富山県とその周辺地域の活断層, 富山県地震対策基礎調査報告書, 富山県, 39-72.
- 古澤 明, 1995, 火山ガラスの屈折率測定・形態分類とその統計的な解析, 地質学雑誌, 101, 123-133.
- 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, 260p.
- 今泉俊文・東郷正美・堤 浩之・金田平太郎・中村洋介・廣内大助, 2003, 1:25000 都市圏活断層図「泊」, 国土地理院技術資料 D・1-No.416 .
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005, 今後の重点的調査観測について(- 活断層で発生する地震及び海溝型地震を対象とした重点的調査観測、活断層の今後の基盤的調査観測の進め方 -), 32p.
- 金子一夫, 2001, 富山県東部に分布する中新世火山岩 - 火山碎屑岩の層序と造構造史, 地質学雑誌, 107, 729-748.
- 活断層研究会, 1991, 新編日本の活断層, 東大出版会, 437p.
- 町田 洋・新井房夫, 1976, 広域に分布する火山 - 始良 Tn 火山灰の発見とその意義 - , 科学, 46, 339-347 .
- 町田 洋・新井房夫, 1978, 南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラ - アカホヤ火山灰, 第四紀研究, 17, 143-163 .
- 町田 洋・新井房夫, 1979, 大山倉吉軽石層 - 分布の広域性と第四紀編年上の意義 - , 地学雑誌, 88, 313-330 .
- 町田 洋・新井房夫, 2003, 「新編火山灰アトラス - 日本列島とその周辺 - 」, 東京大学出版会, 336p .
- 町田 洋・新井房夫・百瀬 貢, 1985, 阿蘇 4 火山灰 分布の広域性と後期更新世示標層としての意義 , 火山第 2 集, 30, 49-70 .
- 松浦旅人・吉岡敏和・古澤 明, 投稿中, 河成段丘面を指標にした富山県東部魚津断層帯の第四紀後期活動性評価, 第四紀研究 .
- 中田 高・今泉俊文, 2002, 「活断層詳細デジタルマップ」, 東京大学出版会, 60p+DVD .
- 中村洋介, 2005, 富山平野東縁, 魚津断層の第四紀後期における平均上下変位速度, 第四紀研究, 44, 353-370.
- Okamura, Y., 2003, Fault-related folds and an imbricate thrust system on the northwestern margin of the northern Fossa Magna region central Japan, The

- Island Arc, 12, 61-73.
- Sagiya, T., Miyazaki, S. and Tada, T., 2000, Continuous GPS Array and Present-day Crustal Deformation of Japan, Pure and Applied Geophysics, 157, 2303-2322.
- 角 靖夫・野沢 保, 1973, 「魚津地域の地質」地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 109p.
- 竹村利夫, 1983, 富山県の活断層, 月刊地球, 5, 431-436.
- 東郷正美・今泉俊文・堤 浩之・金田平太郎・中村洋介・廣内大助, 2003, 1:25000都市圏活断層図「魚津」, 国土地理院技術資料D・1-No.416.
- 富山県, 1987, 土地分類基本調査「三日市・泊」, 47p.
- 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.
- Wessel, P. and W.H.F. Smith, 1998, New, improved version of Generic Mapping Tools released, Eos Transaction, American Geophysical Union, 79, 579.

図 表

表 1 魚津断層帯のまとめ

表 2 放射性炭素年代測定結果

表 3 反射法地震探査の諸元

図 1 魚津断層帯とその周辺を示す図

- a: 魚津断層帯と新潟 - 神戸構造帯 (NKTZ: Sagiya et al., 2000) を示す図。新潟 - 神戸構造帯は, GPS 解析により顕著な歪み蓄積地域であることが明らかにされている。
- b: 魚津断層帯とその周辺の活構造。海底の活断層, 背斜軸は Okamura(2003)より引用。
- c: 魚津断層帯の鉛直方向の速度分布を示す図。地図画像は横山(2001)より引用。

図 2 魚津断層帯中北部における変位地形および調査位置を示す図。

図 3 ボーリング柱状図および¹⁴C年代。

図 4 ボーリング試料(T-1~T-4)および露頭試料(Loc.5)のテフラ分析。

図 5 群列ボーリングから推定される地質断面図。

図 6 大深度ボーリング柱状図。

図 7 富山県東部地域の地質層序。f. : 層, m. : 部層。

図 8 地震探査深度断面と解釈。

図 9 地形断面・地震探査深度断面。

- a: 段丘面投影図。群列ボーリングによって明らかになった埋没段丘面も示す。
- b: 反射測線における地質断面図および推定断層。
- c: F 断面における段丘面投影図(松浦ほか, 投稿中)。

図 10 魚津断層帯の変位速度分布 .

a : 断層帯中北部の変位速度分布 . C ~ F 断面の変位速度は , 松浦ほか (投稿中) の引用 . S 断面は , 本報の調査断面 . b : 断層帯全体の変位速度分布 .

表 1 魚津断層帯のまとめ

	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	魚津断層群, 不動堂断層, 石垣平断層	魚津断層帯は中田・今泉(2002), 池田ほか(2002), 今泉ほか(2003), 東郷ほか(2003)で図示
(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) 長さ 地下における断層面の位置・形状 上端の深さ 一般走向 傾斜 幅	北東端:北緯36° 56', 東経137° 33' 南西端:北緯36° 42', 東経137° 22' 約35km 地表での長さ・位置と同じ 0km N20° E 約45° 南東傾斜(深さ約1km以浅) 不明	幅数km以上の傾動と背斜状変形を伴う 反射法探査断面による
(3)断層のずれの向きと種類	南東側隆起の逆断層(魚津断層帯) (不動堂断層は右横ずれ断層, 石垣平断層は北西側隆起の逆断層)	地形および反射断面から推定
2. 断層の過去の活動 (1)平均的なずれの速度	約0.3-0.5m/千年 (3列の変形帯の変位速度を合算した場合の値)	反射断面および群列ボーリングから推定
(2)過去の活動時期	不明	群列ボーリングからは約6000年前以降の活動はない可能性が示唆される
(3)1回のずれの量と平均活動間隔 1回のずれの量 平均活動間隔	不明 不明	
(4)過去の活動区間	具体的データは得られていない	

表 2 放射性炭素年代測定結果.

Code-no.	Sample no. (Boring no.-depth)	Material	δ 13C(‰)	Conventional ¹⁴ C age (yBP)	Calibrated result (CalBP) 95%probability
Beta212029	T-1-14.40	wood	-27.2	6590±40	7570-7430
Beta212030	T-1-18.27	wood	-28.7	6980±40	7920-7900 ----- 7870-7700
Beta212031	T-1-29.06	wood	-24.3	8150±40	9240-9010
Beta212032	T-2-6.88	wood	-27.1	5270±40	6180-5930
Beta212033	T-2-7.93	wood	-27.5	5660±40	6510-6330
Beta212034	T-2-9.24	wood	-26.6	6300±40	7290-7170
Beta212035	T-2-11.09	wood	-26.2	6640±40	7580-7440
Beta212036	T-2-13.12	wood	-28.5	6750±40	7670-7570
Beta212037	T-2-14.38	wood	-26.6	6910±40	7800-7670
Beta212038	T-2-15.13	wood	-28.1	7140±40	8010-7920 ----- 7900-7870
Beta212039	T-2-17.70	plant material	-28.4	7390±40	8330-8150
Beta212041	T-2-21.94	wood	-28.3	7740±40	8600-8420
Beta212042	T-2-22.39	wood	-27.6	7850±50	8770-8530
Beta212043	T-2-22.46	organic sediment	-21.7	8400±50	9510-9290
Beta212044	T-2-22.70	organic sediment	-20.2	9410±50	10730-10520
Beta212045	T-3-3.95	wood	-26.4	4430±40	5280-5170 ----- 5130-5100 ----- 5080-4870
Beta212046	T-3-6.95	wood	-26.3	5760±40	6660-6450
Beta212047	T-3-11.40	wood	-26.1	6390±40	7420-7250
Beta212048	T-3-11.79	wood	-27.5	6480±40	7440-7310
Beta212049	T-3-12.78	wood	-27.8	6940±40	7840-7680
Beta212050	T-3-12.88	organic sediment	-20.2	7790±40	8630-8440
Beta212051	T-3-13.07	organic sediment	-21.0	9380±40	10690-10510
Beta212052	T-5-2.74	wood	-28.2	2400±50	2710-2560 ----- 2540-2340
Beta212053	T-5-4.02	wood	-28.1	3900±40	4430-4230
Beta212054	T-5-4.53	wood	-28.7	3950±40	4520-4470 ----- 4450-4280
Beta212055	T-5-5.70	seed	-26.4	4570±40	5440-5410 ----- 5320-5260 ----- 5180-5060
Beta212057	T-5-6.90	wood	-26.2	5330±40	6250-6250 ----- 6200-5990
Beta212058	T-5-7.45	wood	-25.1	5910±40	6790-6650
Beta209831	T-5-7.79	charred material	-24.9	6010±40	6890-6740
Beta212059	T-5-7.93	wood	-12.1	6180±40	7220-6960
Beta209832	T-5-8.01	organic sediment	-19.2	6620±40	7580-7440
Beta212060	T-5-8.20	organic sediment	-19.1	8680±40	9730-9540

表 3 反射法地震探査の諸元.

Survey line length	5270.3m
Shot point interval	5m
Receiver point interval	10m
Shots / point	2-15
Channels	100
Maximum offset	1000m
Standard CMP fold	50
CMP interval	2.5m
Record length	2.0sec
Sampling interval	1.0msec
Energy source	Impactor (JMI-200)

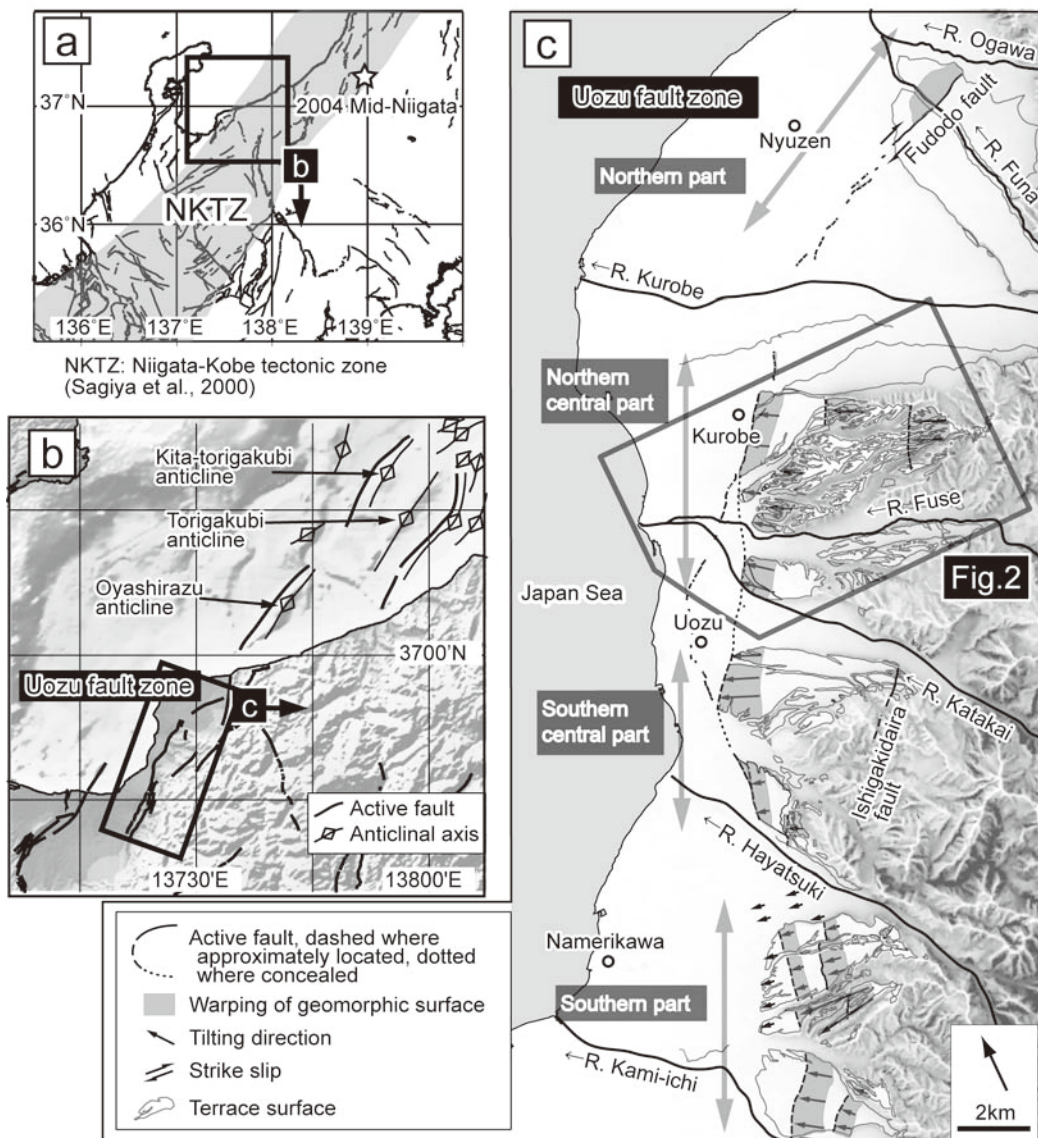


図 1 魚津断層帯とその周辺を示す図. a: 魚津断層帯と新潟-神戸構造帯 (NKTZ: Sagiya et al., 2000) を示す図. 新潟-神戸構造帯は, GPS 解析により顕著な歪み蓄積地域であることが明らかにされている. b: 魚津断層帯とその周辺の活構造. 海底の活断層, 背斜軸は Okamura(2003) より引用. c: 魚津断層帯の鉛直方向の速度分布を示す図. 地図画像は横山 (2001) より引用.

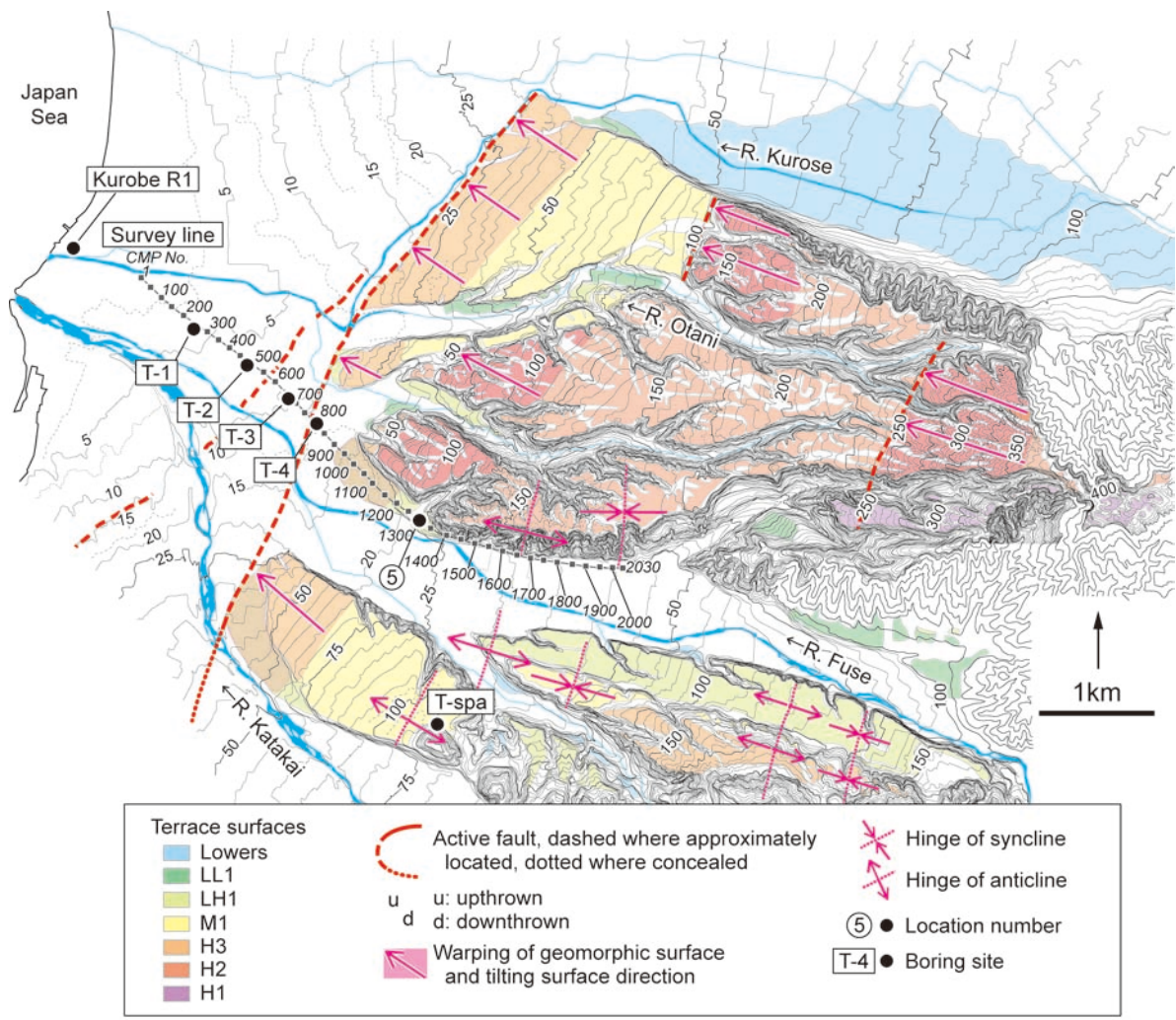


図2 魚津断層帯中北部における変位地形および調査位置を示す図。

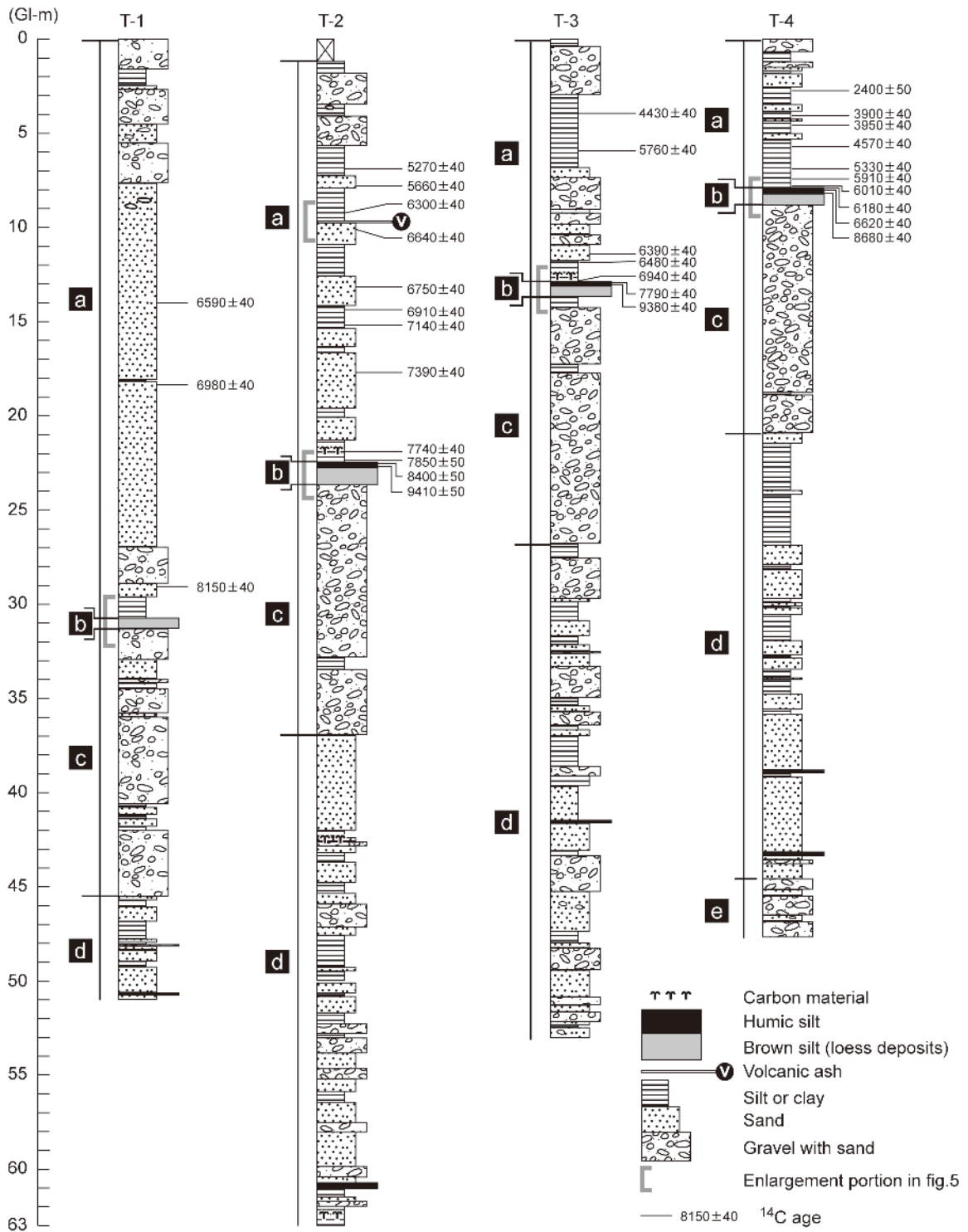


図3 ボーリング柱状図および¹⁴C年代.

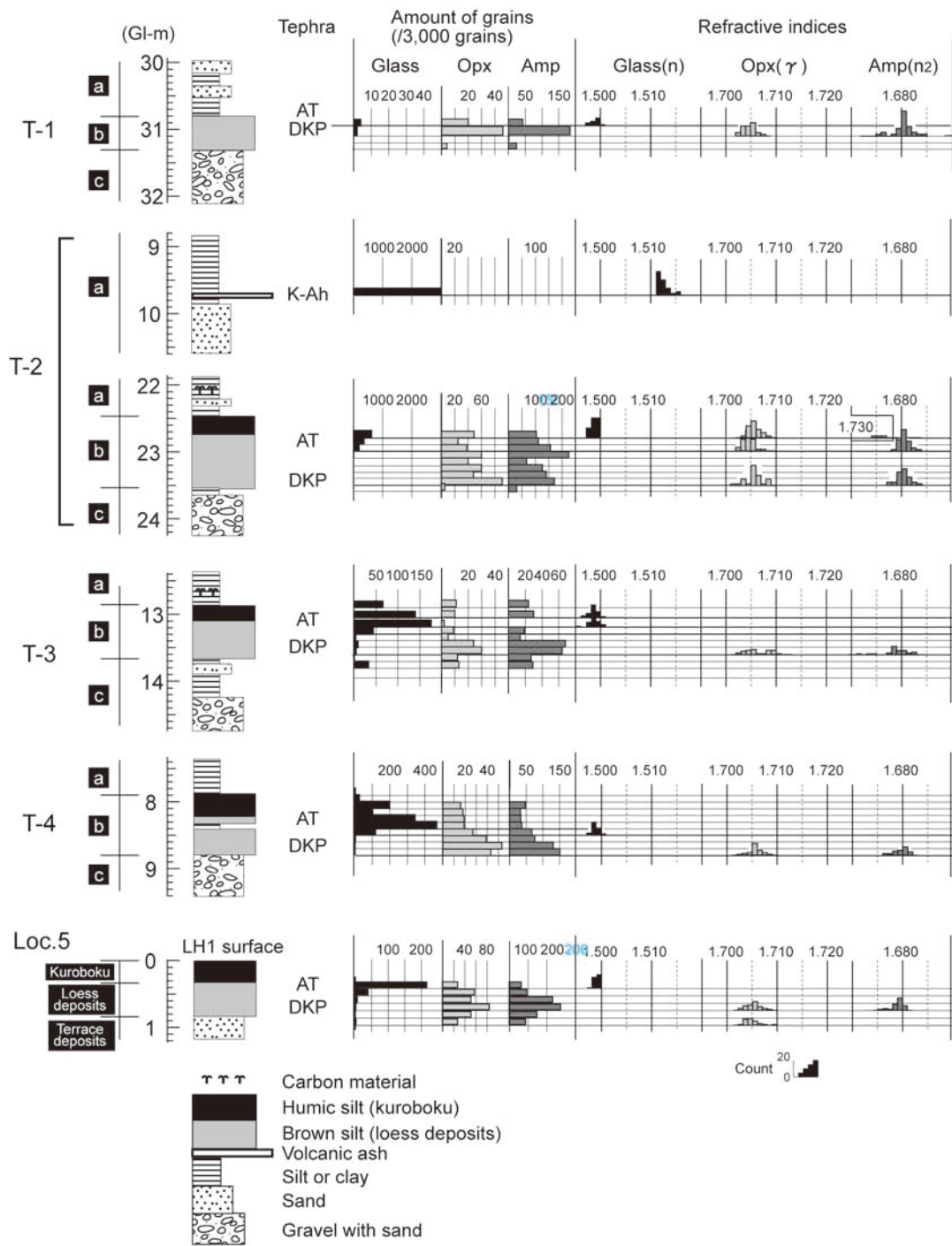


図4 ポーリング試料 (T-1~T-4) および露頭試料 (Loc.5) のテフラ分析.

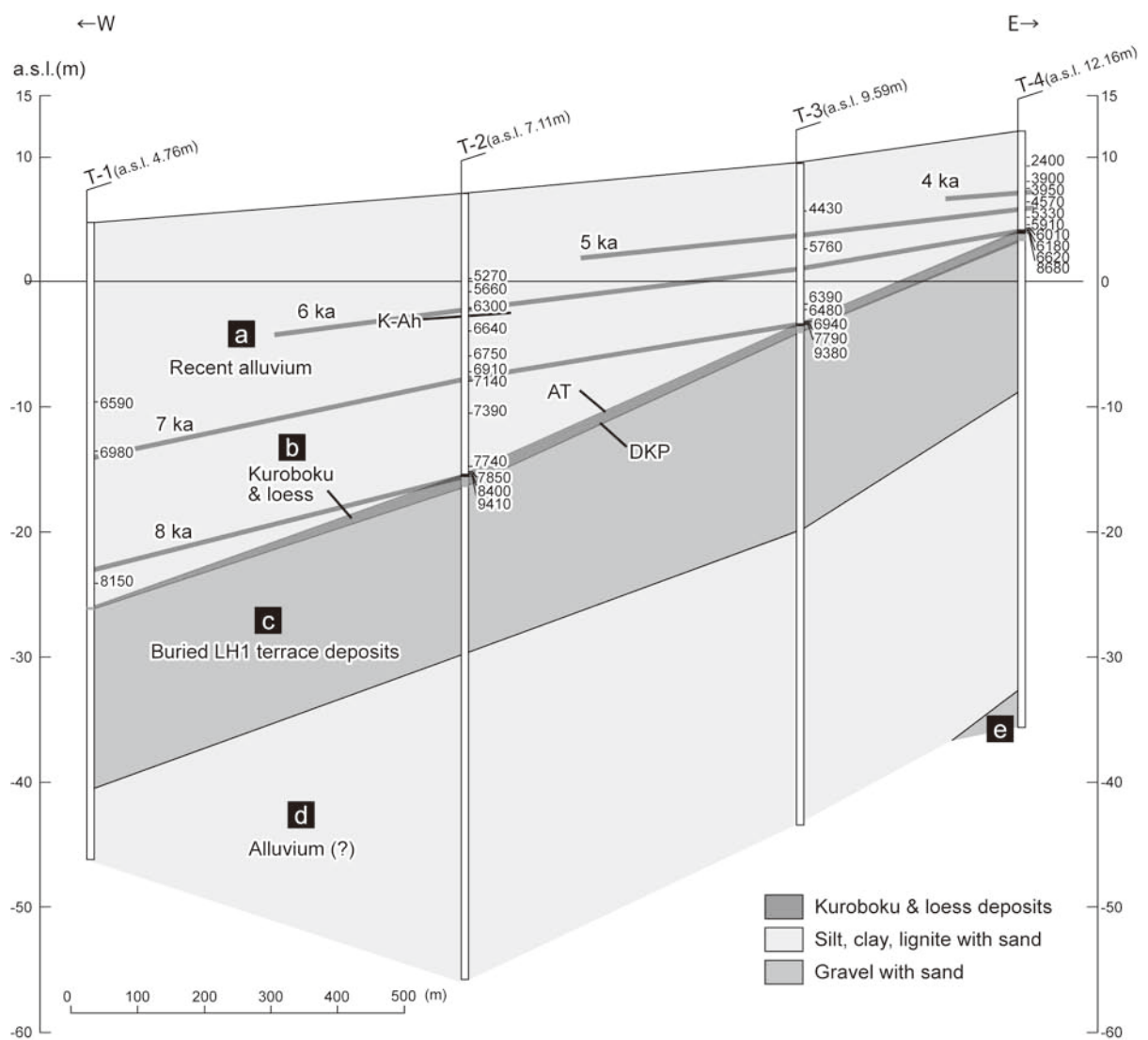


図5 群列ボーリングから推定される地質断面図.

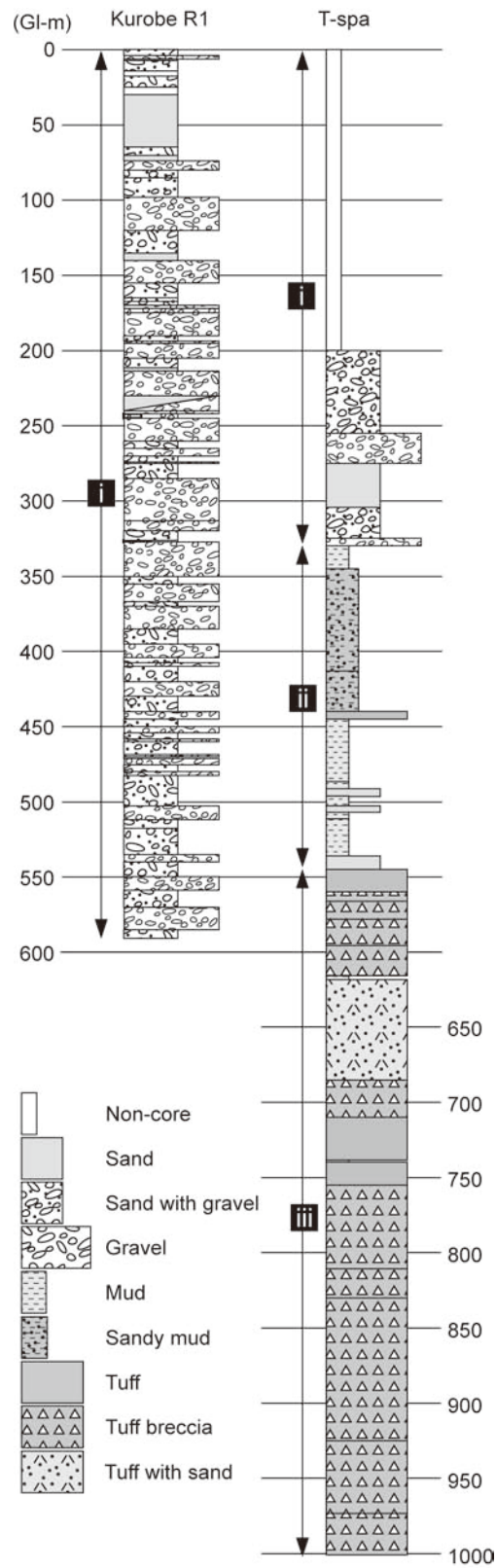


図6 大深度ボーリング柱状図

Holocene		Alluvial deposits	Sand, gravel, mud	
Pleistocene		Terrace deposits	Gravel, sand	
		Tonami group	Kurehayama gravel bed	Gravel, sand, mud, tuff
Pliocene	Muroda f. & Yokoo sandstone m.		Tuff, tuffaceous sand	
	Otogawa f.		Sand, mud	
Miocene	Late	Yatsuo group	Higashibessho f.	Mudstone
	Middle		Fukuhira f.	Sandstone, tuff, tuffaceous sandstone, volcanic breccia, andesite, lava, dacite
	Early		lozen f.	Conglomerate, mudstone, tuff breccia
Pre-Neogene		Base rock	Granite, sandstone, tuff, tuff breccia	

図7 富山県東部地域の地質層序. f. : 層, m. : 部層.

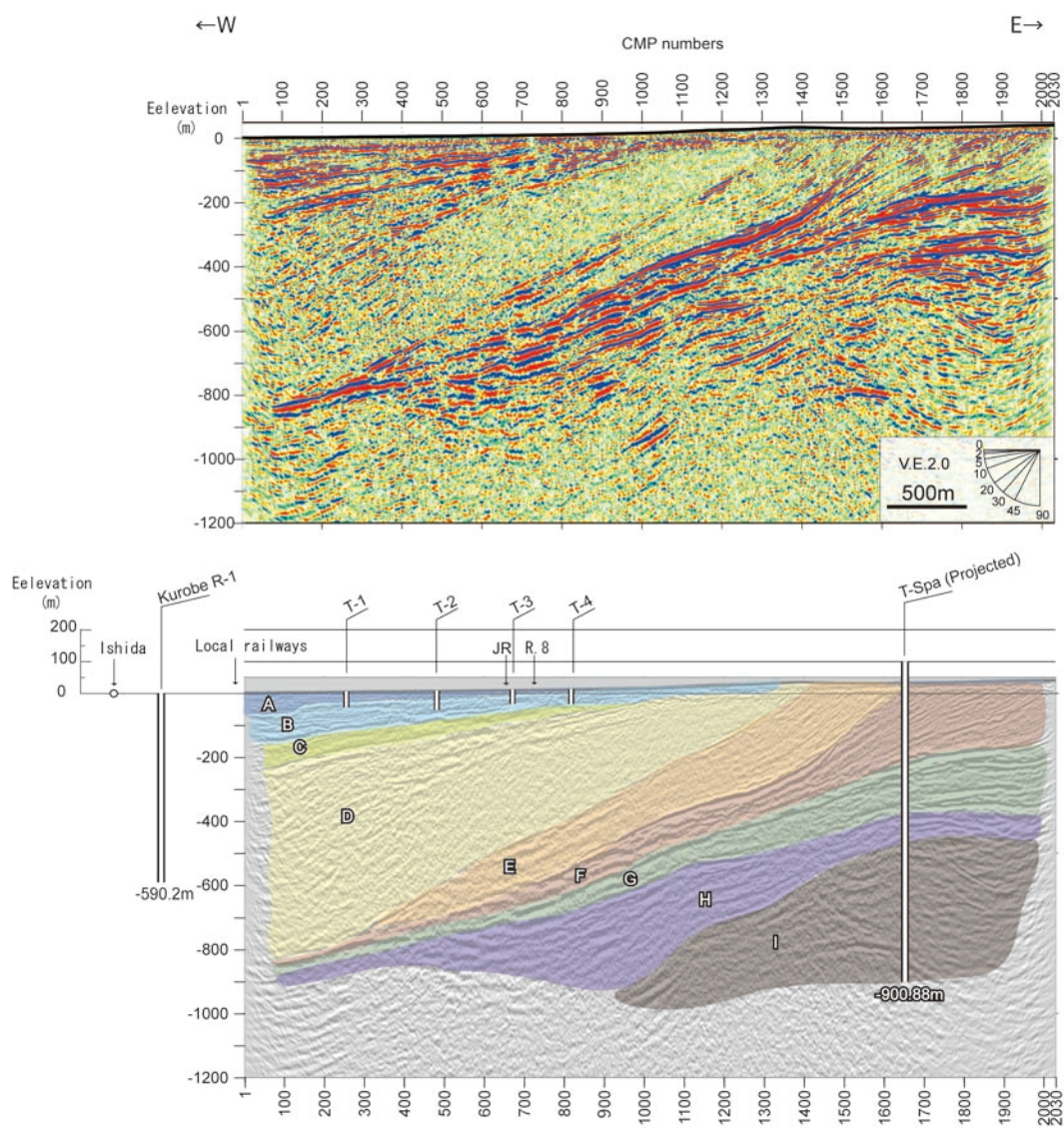


図8 地震探査深度断面と解釈.

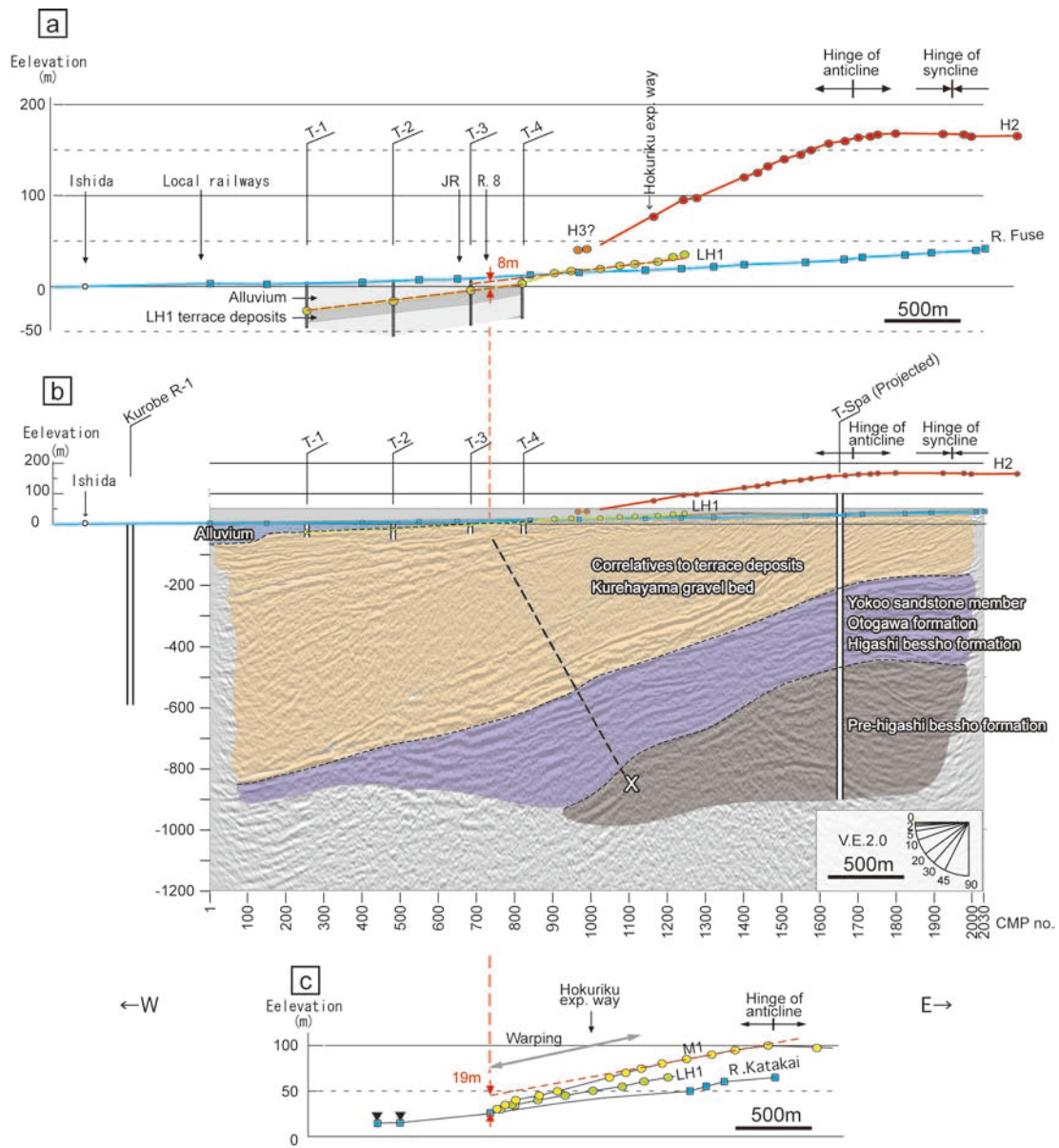


図9 地形断面・地震探査深度断面. a: 段丘面投影図. 群列ボーリングによって明らかになった埋没段丘面も示す. b: 反射測線における地質断面図および推定断層. c: F断面における段丘面投影図(松浦ほか, 投稿中).

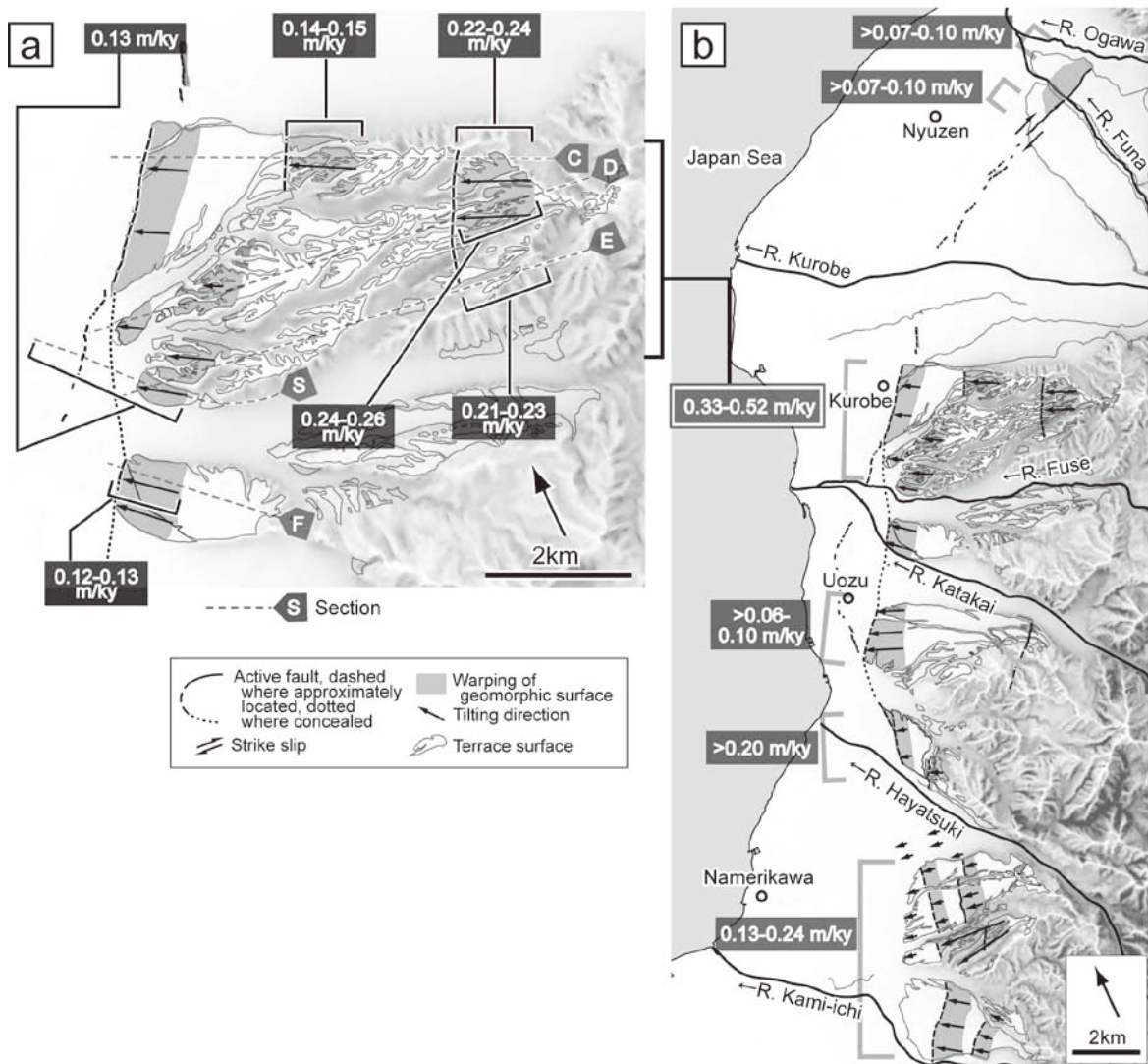


図 10 魚津断層帯の変位速度分布. a: 断層帯中北部の変位速度分布. C~F 断面の変位速度は、松浦ほか（投稿中）の引用. S 断面は、本報の調査断面. b: 断層帯全体の変位速度分布.