

「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.H18-8

石狩低地東縁断層帯の活動性および活動履歴調査

平成 19 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) 断層帯主部におけるジオスライサー調査	2
(2) 断層帯主部におけるボーリング調査および火山灰分析	5
(3) 断層帯南部におけるジオスライサー調査	7
(4) 断層帯における既存反射断面の再解析	8
3. まとめ	9
3. 1 断層帯主部の位置及び形態	9
(1) 断層帯を構成する断層	9
(2) 断層面の位置・形状	10
(3) 変位の向き	10
3. 2 断層帯主部の過去の活動	10
(1) 平均変位速度	10
(2) 活動時期	10
(3) 1回の変位量	10
(4) 活動間隔	10
(5) 活動区間	10
3. 3 断層帯南部の位置及び形態	11
(1) 断層帯を構成する断層	11
(2) 断層面の位置・形状	11
(3) 変位の向き	11
3. 4 断層帯南部の過去の活動	11
(1) 平均変位速度	11
(2) 活動時期	11

(3) 1回の変位量	11
(4) 活動間隔	11
(5) 活動区間	11
謝 辞	12
文 献	13
図 表	15

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究

本断層帯は石狩平野とその東側に分布する岩見沢丘陵、栗沢丘陵、馬追丘陵との境界付近に位置する断層帯である（図 1）。活断層研究会編(1991)は馬追丘陵西麓の最終間氷期の海成面が西へ傾動することを認めつつも、丘陵の西縁部に発達する逆向き低断層崖に注目して数条の西側隆起の活断層を図示するにとどまった。佃ほか(1993)は、反射法地震探査等の結果から、東側隆起の活断層が馬追丘陵の下に伏在することを明らかにしてこれを石狩低地帯東縁断層と称し、その平均上下変位速度は1.4m/千年以上に達しているとした。本断層帯の詳しい地表形状については、都市圏活断層図「江別」・「恵庭」(池田ほか、1996a, b)及び池田ほか編(2002)によって明らかになった。池田ほか編(2002)は、これを石狩低地東縁断層帯として図示するとともに、これに沿って認められる顕著な撓曲変形をもたらしている主要断層は地下に伏在し、西側隆起の活断層はこれより副次的に派生したものであることを指摘した。

北海道(1999, 2000, 2001)は、活断層研究会編(1980, 1991)及び池田ほか(1996 a, b)で示された西側隆起の断層群を対象として反射法弾性波探査、重力調査、ボーリング調査、トレンチ・ピット調査などを行い、その断層構造や平均変位速度、活動履歴などについて新たな知見を得ている。

以上の調査結果を受けて、平成15年11月に公表された地震調査研究推進本部による長期評価(地震調査研究推進本部, 2003)では、この断層帯を主部(長さ66km)と、南部(長さ23km以上)からなる東側隆起の逆断層とした。石狩低地東縁断層帯主部は、全体が1つの活動区間として活動した場合、マグニチュード7.9程度の地震発生し、その際に断層の近傍の地表面では、東側が西側に対して相対的に5m程度高まる段差や撓(たわ)みが生ずる可能性があるとした。本断層帯主部で将来このような地震が発生する長期確率は今後30年以内で0.05%–6%もしくはそれ以下とされた。同様に、石狩低地東縁断層帯南部は、全体が1つの活動区間として活動した場合、マグニチュード7.1程度以上の地震が発生し、その時、断層の近傍の地表面では、東側が西側に対して相対的に2m程度以上高まる段差や撓(たわ)みが生ずる可能性があるとしたが、一方で過去の活動履歴が明らかではないため、将来このような地震が発生する長期確率を求めることはできないと指摘した。

2. 調査結果

地震調査研究推進本部(2003)は、石狩低地東縁断層帯主部の将来の活動性を明確にするためには、最新の活動時期、1回の活動におけるずれの量を精度良く求めるとともに、活動間隔を精度良く明らかにする必要があることを指摘した。また、これまでの調査研

究成果で得られた断層帯の活動時期は、いずれも副次的な断層の活動履歴から明らかにされたものであり、池田ほか編(2002)や中田・今泉編(2002)で指摘された断層帯の変形フロントにおける活動時期については議論していない。そこで、(1)断層帯主部の変形フロントにおいてジオスライサー調査による活動時期の推定と1回の活動における変位量を推定した。さらに、これまでの調査結果では、断層帯上盤側に発達する地形面の形成年代が不確定なことや、下盤側の更新統中に含まれる火山灰と広域テフラとの対比が不確実なため、推定された平均変位速度は0.8-1.5m/千年程度(上下成分)と幅広い(地震調査研究推進本部, 2003)。そこで、本断層帯の平均変位速度をより正確に把握するために、(2)断層帯主部の上盤側・下盤側においてボーリング調査を行うとともに、火山灰分析による対比を行った。

また、地震調査研究推進本部(2003)は、石狩低地東縁断層帯南部は、最近その存在が指摘されたものであり、活断層としての諸側面については未調査の段階にあること、将来の活動性を明確にするためには、本格的な活断層調査を行って、その活動性に関する基礎資料を整えるとともに、南方延長部海域での調査も必要であることを指摘した。断層帯南部に関しては、変形フロントの位置を把握することが困難であることから、(3)バックスラストにより形成されたと考えられる変位地形においてジオスライサー・ボーリング調査を行い、活動時期の推定を行った。最後に、(4)断層帯の地下構造を推定するために既存の反射断面の再解析を行った。

(1) 断層帯主部におけるジオスライサー調査

断層帯主部の(副次的な断層ではなく)直接的な地表変形をターゲットとする活動履歴を明らかにするべく、ジオスライサーおよびパーカッション採土器による掘削調査を行った。その結果、崖面下において上部完新統が累積的な変形を受けていることが明確となった。さらに堆積物に含まれる軽石の火山灰分析および炭質物の¹⁴C年代測定を行い、活動時期を推定した。

長沼町北長沼付近における断層帯主部の変動地形学図を図2に示す。断層帯主部の地表位置は、池田ほか編(2002)および中田・今泉編(2002)ではM面およびL1面の西縁を境する崖地形付近に記され、位置は不明確とされていた。今回新たに米軍および地理院が撮影した1940~2000年代の縮尺約4万~2万分の1空中写真を詳細に判読し、断層帯主部の変形フロントの位置を再検討した。池田ほか編(2002)および中田・今泉編(2002)が指摘した断層線の北方延長部に、旧夕張川が形成した沖積低地面上に非常に新しい撓曲崖地形を見出した。この完新世の撓曲崖地形は、水平距離2.7kmで比高約2mと非常に微細であるが、沖積低地面と1m程度の比高で高位にあるL3面を西向きに撓曲

変形させ、L3 面は撓曲崖をもって旧夕張川の沖積低地面(後背低地)と接している。また、撓曲崖基部より東側の L3 面は、高位の L1・2 面と調和的に波状変形を受けている。変形する沖積面(L3 面)は現河床よりも約 7m 高位にあり、現在は離水している。しかし L3 面より低位の沖積低地面は、ごく最近まで洪水時には河川が氾濫しており、撓曲崖地形が非常に新しいことを示している。

この完新世撓曲崖を構成する完新統の層相・層序・分布と構造を明らかにする目的で、撓曲崖を横断する農道において、10 本のジオスライサーと 23 本のパーカッション採土器による掘削を行った。また、この撓曲崖を開析する沖積低地面においてもジオスライサー1 本を掘削した。また、得られた堆積物試料の層相・構造を詳細に観察・記載し、その結果に基づき岩相によるコア間の対比を行い、地質断面図を作成した(図 3)。なお、撓曲崖を横断する測線で掘削したジオスライサー2 本のうち擾乱が著しい 2 本については断面図より省いてある。

掘削の結果、撓曲崖は旧夕張川の氾濫原・自然堤防に堆積した砂泥層により構成されることがわかった。堆積物は層相・分布により大きく 3 つのユニットに区分される。1 層は撓曲崖地形を直接構成し、上位より耕作土・1a 層(砂質シルト)・1b 層(有機質シルト)・1c 層(塊状シルト)に区分される。2 層は 1 層の下位に連続的に分布し、上位より 2a 層(泥炭・有機質粘土)・2b 層(砂質シルト)・2c 層(腐植混じり砂質シルト)に区分される。3 層は 2 層の下位に連続的に分布し、上位より 3a 層(有機質シルト)・3b 層(腐植混じり砂質シルト)に区分される。このように、撓曲崖の直下では、旧夕張川の洪水時に氾濫原に堆積した砂質シルト～シルト層と、洪水間に河川の流入がほとんどない閉塞的な環境下で堆積した泥炭・有機質粘土が繰り返し累重していることがわかる。特に、1c 層(塊状シルト)・2a 層(泥炭・有機質粘土)の間の境界面は非常に明瞭であることが多く、両者の間に急激な堆積環境の変化があったことが推定される。対照的に、2a 層(泥炭・有機質粘土)・2b 層(砂質シルト)の境界面は概して不明瞭で漸移的な環境変化を示している。

岩相に基づき各コア間の堆積物の対比を行った(図 3)。この結果、1 層・2 層ともに東に徐々に高度を上げることがわかった。特に撓曲崖基部周辺(GS1 と GS6 の間)では、それ以外の区間に比べて急に高度が変化することがわかる。2 層は層厚をほぼ一定に保ちつつ東に高度を上げるのに対し、2a 層の上位に分布する 1c 層は東に高度を上げつつ、コア GS11 の東で消滅する。これより東では 2a 層と 1b 層が直接接しており、2a 層はさらに東に高度を上げる。すなわち、大局的には 1 層と 2 層は傾斜不整合の関係にあるとみなされる。また、1 層の各ユニットは撓曲崖地形と平行に分布しており、地形に沿って東に高度を上げる。初生的にはほぼ水平に堆積したと見なせる洪水時の砂質シルト・

シルト層の上面で、撓曲崖下における分布高度差を見積もると以下ようになる。測線範囲内での 2b 層上面の高度差は、KN-P7 と KN-P9 の間で約 3.5m である。また、1a 層上面は耕作により擾乱されておりその高度差を正確に見積もることは困難である。しかし L3 面は基本的に 1a 層により構成されていることから、KN-P7 と KN-P9 の間の地形的落差を 1a 層上面の高度差の近似と見なせば、約 2.1m となる。

このように、撓曲崖地形の地下では、時代の異なる河川成堆積物である 1 層・2 層が東に高度を上げており、上位の 1 層よりも下位の 2 層上下の高度差は大きい。また 1 層は撓曲崖にアバットしている。以上のような堆積構造から、撓曲崖の地下には旧夕張川の河川成堆積物が西向きに撓曲変形する構造が存在することが明らかになった。

各ユニットの堆積年代は、堆積物より採取された炭質物・植物片・木片・有機質土の放射性炭素同位体年代測定の結果(表 3)と、火山灰分析の結果より推定した。1 層の堆積年代については以下のように推定される。1b 層中にはほぼ純層で挟まれる軽石は、主成分分析より樽前 a テフラ(AD1739 ; 町田・新井, 2003)と対比される。この対比は軽石近傍の放射性炭素同位体年代の測定結果と整合的である。また、これより下位の 1c 層の年代は、基底部から得られた炭質物の放射性炭素同位体年代測定より、約 1300~1400 年前と推定される。2 層の堆積年代については、上位からの植物根の混入に起因するとみられる明らかに若い年代値や、炭質物のリワークによる年代値の逆転が多い。このうち、上位の樽前 a テフラとの層位的関係から、明らかに若い年代を除けば、有機質粘土である 2a 層の年代は約 1100~2400 年前と推定される。同様に 2b 層の年代は約 2400~2700 年前、2c 層は 2500~3500 年前と推定される。3 層についてはいずれも上位より新しい年代を示すため、直接的に堆積年代を推定することは困難である。しかし、撓曲崖下盤側で掘削した KN-B2 で 3 層より下位に位置する細粒砂~粘土層に含まれる植物片から 4520-4729 Cal yBP の年代値が得られており、これを下限として 2c 層の年代を考慮すると約 3500~4800 年前と推定される。

上記の結果より、撓曲崖地形が 1 層により直接構成されることが明確となった。特に L3 面下では樽前 a テフラが 1b 層に含まれており、これは撓曲崖地形と平行に分布している。したがって、最も新しい撓曲変形の時期は樽前 a テフラの降下年代である AD1739 以降と推定される。撓曲崖地形を開析して発達する沖積低地面で得られた KN-GS12 コアの下部に含まれる植物片(葉理沿いに分布する植物の葉片)からは、樽前 a テフラの降下年代に近い非常に若い年代値が得られている。このことは、樽前 a テフラの降下以降に撓曲変形が生じ、L3 面が離水するとともに、旧夕張川がこれを側方浸食し、新たな沖積低地面が形成されたことを示している。

上記の変形より一回前の変形時期は、1c 層・2a 層の傾斜不整合関係で示される。両

者の堆積年代から、この時期は約 1300～2400 年前と推定される。

これ以前に関しては、2c 層が東に高度を上げながら層厚を減ずることから、2c 層と 3a 層が傾斜不整合の関係にあり、この間に変形イベントがある可能性がある。しかし、今回の調査では 2c 層が分布しないコアを採取するなどといった両者の直接的な関係を示す証拠は捉えられなかった。したがって、ここではこれ以上の変形時期の推定については議論しない。

以上の議論より、KN-P7～KN-P9 間における 2b 層上面の高度差約 3.5m は 2 回の撓曲変形イベントで形成された上下変位量と考えられる。また、KN-P7 と KN-P9 の間の地形的落差を 1a 層上面の高度差の近似と見なせば、一回の撓曲変形イベントで形成された上下変位量は約 2.1m となる。ただし、後者は低下側でイベント以降の埋積を若干含むため、これより小さい可能性がある。

(2) 断層帯主部におけるボーリング調査および火山灰分析

断層帯主部の上下変位速度をより正確に推定するべく、千歳市祝梅の 2 箇所と長沼町北長沼の 3 箇所でオールコアボーリングを掘削した。得られたボーリングに含まれる試料を採取し、火山ガラス、斜方輝石および角閃石の屈折率を測定した。火山ガラスにおいてはさらに主成分の分析も行った。

千歳市祝梅のボーリング調査(CH-B1 および CH-B2)

千歳市祝梅では、道東自動車道の側道に沿った 2 点にてオールコアボーリングを掘削した(図 4)。すなわち断層帯主部上盤側の中位段丘面上で CH-B1(孔口標高 31.43m, 掘削深度 60.00m)、下盤側で CH-B2(孔口標高 5.56m, 掘削深度 90.00m)のオールコアボーリングを掘削し、層相の記載を行った。CH-B1・B2 はともにコア上部に更新世後期の火山噴出物を多量に含み、その下位には中期～後期更新世に堆積した厚い海進期堆積物およびその下位の河川成砂礫層を含んでいる(図 5)。CH-B1 では、深度 10.16～11.84m に分布する凝灰質シルト層に広域テフラである Toya テフラ(町田・新井, 2003)が含まれる。凝灰質シルト層より下位には厚さ 26cm の有機質シルト層を挟んで厚さ 9.9m の平行葉理・生痕を含む砂質シルト層が分布しており、その上面の標高は 19.43m である。Toya テフラとの層位的関係からこれは酸素同位体ステージ(以下 OIS)5e の海進期に堆積した潟湖堆積物と考えられる。これより下位には OIS5 以前の海面低下期に堆積したと見られる淘汰の悪い河川成砂礫層(深度 21.20～23.34m)とマッドドレイプを伴う砂丘堆積物(深度 23.34～31.00m)が、更に下位には海進期堆積物である著しい生物擾乱を伴う貝殻混じりのシルト層(深度 31.00～51.32m)が累重している。一方、CH-B2 では深度 36.80

～41.00m に分布する泥炭層に Toya テフラが挟まれ、この泥炭層は最終間氷期に堆積したものと考えられる。泥炭層直下の標高-35.44m 以深には少なくとも厚さ 19m の生痕および貝殻片を多数含む細粒砂～シルト層が分布し、上位の泥炭層・Toya テフラとの層位的関係よりこれは OIS5e の海進期に堆積した潟湖～内湾堆積物と考えられる。また、CH-B2 の 76.62-87.93m に挟まれるテフラは、いずれもガラスの主成分においてカリウムの含有率が非常に低い。平均値では、最低 0.8%、最大 1.3%である。約 10m の層厚中に含まれるテフラがすべて Low-K を示し、この時期周辺のフロント火山で頻繁に噴火が発生し、千歳地域にテフラを降灰させていたと考えられる。北海道におけるフロント火山(恵山、クッタラ、樽前、阿寒)のうち、道東以外の火山でカリウムの含有率が 1%前後と低い値のガラスを噴出する活動は知られていない。奥村(1991)では道東地域で高位段丘堆積期にこれら Low-K テフラを記載しているが、噴火規模や層準、降灰地域など詳細な特徴は把握されていない。また、当地域で最終間氷期に Low-K テフラを噴出する火山活動は知られていない。

このように、CH-B1・B2 はともに OIS5e の海進期堆積物を含んでいる。CH-B1 および B2 における OIS5e 海進期堆積物の上面標高(19.43m および-35.44m)から、断層帯主部を挟んだ OIS5e 海進期堆積物の上下変位量は約 54.7m となる。OIS5e の年代を 12.5 万年(Chappel, 1994)と仮定すると、過去 12.5 万年間の断層帯主部の上下変位速度は約 0.4mm/年となる。

長沼町北長沼のボーリング調査(KN-B1, KN-B2 および KN-B3)

長沼町北長沼では、断層帯主部上盤側の L1 面上で KN-B1(孔口標高 20.89m, 掘削深度 50.08m), 同じく M 面上で KN-B3(孔口標高 50.84m, 掘削深度 20.00m), 下盤側で KN-B2(孔口標高 16.89m, 掘削深度 80.00m)のオールコアボーリングを掘削し、層相の記載を行った。このうち KN-B3 では深度 2.4-2.5m のレス堆積物中に Toya テフラを挟在することがわかった。レスの下位には厚さ 50cm ほどの薄い極細粒砂～シルトの互層が、更に下位には厚さ 3.82m の河川成砂礫層が分布し、その下位には風化した基盤岩類(新第三系凝灰質シルト岩)が分布する。レスの下位の地層には必ずしも海成層を示す証拠は認められず、M 面は河成段丘面である可能性があることがわかった。KN-B2 は深度 55.43m 以深のシルト・泥炭層に火山灰が数多く含まれる。このうち、深度 55.43-55.52m の火山灰は、CH-B2 の深度 76.62-87.93m に認められたと同様の Low-K テフラである。CH-B2 の層序から類推すると、KN-B2 の Low-K テフラを含むシルト層は最終間氷期以前の堆積物である可能性がある。

(3) 断層帯南部におけるジオスライサー調査

断層帯南部は支笏火砕流台地の背斜状変形として表現される(池田ほか編, 2002)が, 変形フロントの位置はわかっておらず, 断層帯南部本体の地表変形から活動履歴を推定することは非常に難しい. 一方, 平川・越後(2002)が示した褶曲 A の東側に示された向斜軸付近には, 火砕流台地面を東落ちに変位させる低断層崖地形が発達する(図 6). 地形縦断測量によれば, 低断層崖地形の比高は約 2.3m である(図 7). この量は断層帯南部による支笏火砕流堆積面の変位量(10m; 池田ほか編, 2002)よりも明らかに小さく, また変位の向きも逆であることから, この東落ち低断層崖は副次的な逆向き断層変位地形である. 逆向き低断層崖の基部には湖沼が発達する(現在は暗渠による排水により消滅)ことが米軍および 1960 年代地理院撮影の空中写真により確認される(図 6). また, 低断層崖地形を先行谷としてかつて開析したフモンケ川により形成された谷地形は, 現在は風隙地形をなしている(図 6). このような異常地形は東落ちの断層運動により形成されたと考えれば説明がつく.

以上の仮説を検証し, この逆向き低断層崖の構造から断層帯南部の活動を推定するために, 安平町富岡において 10 本のジオスライサーと 3 本のオールコアボーリングおよび 23 本のパーカッション採土器による掘削を行った(図 8). また, 得られた堆積物試料の層相・構造を詳細に観察・記載し, その結果に基づき岩相によるコア間の対比を行い, 地質断面図を作成した(図 9).

まず, オールコアボーリングの掘削の結果, 低断層崖地形と調和するように支笏火砕流堆積物の上面高度に落差が認められた. 両者はともに風化火山灰に覆われている. コア TM-B1 と B2 間における上面高度差は約 3.5m である. また, 風隙地形に対応する古フモンケ川のチャネル堆積物が TM-B3 で認められた. チャネル堆積物は支笏火砕流台地を下刻する谷を埋積しており, 支笏火砕流堆積物及びそれ以前の火山噴出物を非常に多く含む砂礫層である. 支笏火砕流堆積物は, TM-B1・B2 では風化火山灰層および降下軽石である恵庭 a テフラ(19-21 ka; 町田・新井, 2003)に覆われる. 一方, TM-B3 では恵庭 a テフラがチャネル堆積物を直接覆っている. 恵庭 a テフラより上位の層相は, 低断層崖の両側で大きく異なる. すなわち, 隆起側では恵庭 a テフラの上位に風化火山灰層と完新世の降下テフラおよび火山灰質土が累重するのに対し, 低下側では恵庭 a テフラの上位に恵庭 a および支笏火砕流堆積物を多く含む砂礫層が厚く分布している. このチャネル堆積物の上位には, 隆起側と同じく完新世テフラおよび火山灰質土が累重する.

ジオスライサーおよびパーカッション採土器の掘削の結果, 低下側は下位より樽前 d(8-9 ka; 町田・新井, 2003), 樽前 c(2.5-3 ka; 町田・新井, 2003), 樽前 b(西暦 1663 年; 町田・新井, 2003), 樽前 a(西暦 1739 年; 町田・新井, 2003)が連続的に分

布する。これらを鍵層の構造は水平ではなく、上下に波状変形をしながら大局的には東側に低下する構造を呈している。特に、樽前 d テフラと樽前 c テフラの間に挟まれる火山灰質の有機質シルトには、東側に厚く、西側に向かって消滅する砂質シルト層が認められる。この砂質シルト層は、これより下位の樽前 d 層の起伏を埋めるように堆積している。したがって、この砂質シルト層は副次的な断層により低下した側に堆積した湿地性堆積物であると考えられる。この湿地性堆積物の堆積年代は、約 2800～4900 年前と推定され、この間に副次的断層により東側を低下させる断層運動が発生したと考えられる。この断層運動による上下変位量は、湿地堆積物の最大の厚さから約 20cm である。この量は明らかに支笏火砕流堆積物の上下変位量よりも小さく、両者の間には変位の累積性が認められる。

(4) 断層帯における既存反射断面の再解析

断層帯主部及び南部の地下構造をより正確に把握するために、既存の反射断面の収集と再解析を行った (図 10, 11, 12)。具体的には、表層静補正・速度解析を新たに実施するとともに、改善された重合速度に基づき重合後マイグレーション・深度変換を行い、深度断面図を得た。このうち代表的な例として H91-2 測線、H91-3 測線と SI95-B 測線について述べる。

H91-2 測線は断層帯主部の完新世撓曲崖を横断し、石狩低地から馬追丘陵・由仁低地・夕張山地に延びる測線である (図 10)。再処理にあたっては、表層静補正の実施・速度解析による重合速度の再検討とこれに基づくマイグレーション・深度変換を行った。断面近傍には基礎試錐「南幌」および「夕張」が存在し、その速度データを重合速度の推定にあたり参考にした。断面の解釈にあたっては、これら基礎試錐の層序・ディップメータなどのデータおよび表層地質図 (北海道, 2001; 石田・曾屋, 1980; 松下, 1971; 長尾ほか, 1954; 佐々ほか, 1964) を利用した。その結果、石狩低地東縁部・馬追丘陵・夕張山地の地下には、東傾斜の伏在スラストを主断層とする薄皮褶曲衝上断層帯が発達することが明確となった。主断層先端部については、少なくとも地下 2km 以浅の地層は断層により断ち切られておらず、断層面はこれ以深に伏在する。また、断層面の先端は西傾斜の副次的な断層面や南長沼層堆積時に形成されていた正断層の再活動によると考えられる東傾斜のスラストとともに、楔状の複雑な形状を呈している。このような地下浅部の複雑な断層面の形状は、馬追丘陵中部にて同様な反射断面とボーリングにより推定された伏在スラストの形状 (栗田・横井, 2000) と類似する。石狩低地東縁断層帯主部を構成する西向き撓曲崖地形は馬追背斜の前翼部で変形する第四系の変形帯に位置しており、東傾斜の主断層先端部におけるすべりに関連して形成されたと考えられる。

一方、馬追背斜の東側に位置する由仁低地の地下 6km には、約 10° と低角で東に傾斜する反射面が断続的に認められる。地下浅部の楔状スラストはこの低角な反射面に収斂する可能性が高い。この低角なスラストは古第三系・石狩層群より下位の白亜系～古第三系の上部蝦夷層群・函淵層群が構成する覆瓦スラスト構造（香東ほか，2002）のフロアスラストにあたる。

H91-3 測線は断層帯主部の南延長部および断層帯南部を横断し、夕張山地に延びる測線である（図 11）。再処理については重合後のマイグレーション・深度変換のみを行った。また、断面の解釈にあたっては、これら石油井の層序のデータおよび表層地質図（北海道，2001；石田・曾屋，1980；松野・秦，1960；松野・石田，1960；中川ほか，1996；高橋・和田，1987）を利用した。その結果、断層帯南部の地下では東傾斜の伏在スラストを主断層とする褶曲構造が発達することがわかった。この褶曲に参加する第四系・鮮新統の層厚は構造的高所で薄く、構造的低所では厚い。このことから、断層帯南部の地下に伏在する褶曲衝上断層構造は鮮新世から第四紀にかけて活動的であると見られる。また、主断層は上方では中新統平取層・軽舞層の基底面に収斂する。また、地下 5km 以深では約 20 度で東に傾斜する。

SI95-A 測線は断層帯南部を横断する海域の測線である（図 12）。再処理については重合後のマイグレーション・深度変換のみを行った。再解析の結果、雁行配列する褶曲構造が一連の褶曲衝上断層帯であることが明確となった。それぞれの背斜構造の前翼部では新第三系・第四系が変形している。背斜構造の地下には緩く東に傾斜する逆断層が伏在している。その先端は地下 2.5km 付近でほぼ平坦となり、H91-3 と同様に中新統平取層・軽舞層の基底面に収斂する。また、下方へは地下 3km 以深で約 18 度で東に傾斜することが、交差する反射面の形状や層序から確認される。

反射断面から推定した活背斜構造の軸跡の分布（図 13）から、断層帯南部の背斜構造（平川・越後，2002；池田ほか，2002）はさらに南に延び、海域まで達している可能性が高い。ただし、測線 SI95-B 以南は反射断面の分布がとぎれるため、その南限を正確に把握することは困難である。

3. まとめ

3. 1 断層帯主部の位置及び形態

(1)断層帯主部を構成する断層

断層帯を構成する断層は、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）と同じく池田ほか編（2002）にしたがう。すなわち、本断層帯主部は石狩低地帯と東側の丘陵の境界部に位置する美唄市－安平町付近の主断層と、丘陵内部に位置する岩見沢断層・栗沢

断層・泉郷断層・馬追断層・嶮淵断層・岩見沢市東方一由仁町付近の断層などの副次的な断層から構成される。

(2) 断層面の位置・形状

断層面の位置・走向は地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）と同じである。形状については、断層帯主部を横断する H91-2 測線の再解析の結果から、上端の深さ 2km 以深、傾斜は深さ 6km 以深で 10° と推定した。断層帯の幅については新たなデータはない。

(3) 変位の向き

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）と同じく東側隆起の活断層であると考えられる。

3. 2 断層帯主部の過去の活動

(1) 平均変位速度

千歳市祝梅におけるオールコアボーリングと火山灰分析の結果より、過去 12.5 万年間の上下変位速度は約 0.4mm/年と推定した。

(2) 活動時期

長沼町北長沼におけるジオスライサー調査結果より、最新活動は AD1739（樽前 a テフラ降下）以降、一つ前の活動は約 1300–2400 年前と推定した。

(3) 1 回の変位量

長沼町北長沼におけるジオスライサー調査結果より、最新活動における地表変位は上下成分で約 2.1m と推定された。

(4) 活動間隔

長沼町北長沼におけるジオスライサー調査結果より、約 1100~2100 年と推定した。

(5) 活動区間

断層帯を複数の活動区間に区分する情報は得られていない。

3. 3 断層帯南部の位置及び形態

(1) 断層帯を構成する断層

断層帯を構成する断層は、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）と同じく千歳市から苫小牧市付近の断層である。

(2) 断層面の位置・形状

断層面の位置・走向は地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）と同じである。形状については、断層帯南部を横断する SI96-A 測線の再解析の結果から、上端の深さ 2.5km 以深、傾斜は深さ 3km 以深で 18° と推定した。断層帯の幅については新たなデータはない。

(3) 変位の向き

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）と同じく東側隆起の活断層であると考えられる。

3. 4 断層帯南部の過去の活動

(1) 平均変位速度

今回新たなデータを得ておらず、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）にしたがう。

(2) 活動時期

安平町富岡の支笏火砕流台地に発達する逆向き低断層崖地形におけるジオスライサー掘削調査により、約 2800～4900 年前に最新活動があったと推定した、

(3) 1 回の変位量

新たなデータは得られていない。

(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

断層帯を複数の活動区間に区分する情報は得られていない。

（調査担当：石山達也）

謝辞

産総研外来研究員の東郷正美(法政大), 平川一臣(北海道大), 越後智雄(地域地盤環境研究所), 杉戸信彦(名古屋大)の諸氏は, 調査の計画段階から本調査研究の方向性について有益なご議論を頂いた。中西利典(産総研; 現・土木研), 森下信人(東北大院)の諸氏はコア観察時に有益なご議論を頂いた。岡 孝雄氏(道立地質研)は既存ボーリングをご提供頂くとともに, 未公表論文の閲覧をご許可頂いた。また松村啓史氏(北海道庁)には既存ボーリングの収集に際しご協力を頂いた。末筆ながら上記の諸氏に改めて深謝いたします。

文 献

- 吾妻 穰(1962)：石狩低地帯の地下構造. 石油技術協会誌, 27, 345-382.
- Chappell, J. (1994): Upper Quaternary sea levels, coral terraces, oxygen isotopes and deep-sea temperatures. *J. Geogr.*, 103, 828-840.
- 平川一臣・越後智雄(2002)石狩低地帯南部・馬追丘陵西縁の伏在活構造に関わる地形の変形, 活断層研究, 22, 63-66.
- 北海道(1999)：「平成10年度地震関係基礎調査交付金 石狩低地東縁断層帯に関する調査 成果報告書」. 223 p.
- 北海道(2000)：「平成11年度地震関係基礎調査交付金 石狩低地東縁断層帯及び当別断層に関する調査 成果報告書－石狩低地東縁断層帯」. 147 p.
- 北海道(2001)：「石狩低地東縁断層帯 活断層図とその解説」. 北海道活断層図 No. 3, 157 p.
- 池田安隆・佐藤比呂志・平川一臣・伏島祐一郎・今泉俊文(1996a)：1：25,000 都市圏活断層図「江別」. 国土地理院技術資料. D. 1- No. 333.
- 池田安隆・佐藤比呂志・平川一臣・伏島祐一郎・今泉俊文(1996b)：1：25,000 都市圏活断層図「恵庭」. 国土地理院技術資料. D. 1- No. 333.
- 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, 254 p.
- 石田正夫・曾屋龍典 (1980)：20万分の1地質図幅「札幌」, 地質調査所.
- 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, 363 p.
- 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, 437 p.
- 香束卓郎・菊池伸輔・伊藤谷生 (2002)：日高衝突帯前縁褶曲・衝上断層帯の地下構造：石油公団日高測線 (H91-2, 3) 反射記録の再処理と再解釈, 地震研究所彙報, 77, 97-109.
- 栗田裕司・横井 悟 (2000)：中央北海道南部における新生代テクトニクスの変遷と油田構造形成, 石油技術協会誌, 65, 58-70.
- 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, 336 p.
- 松下勝秀 (1971)：5万分の1地質図幅「江別」および同説明書, 北海道立地質資源調査所, 26p.
- 長尾捨一・小山内熙・酒匂純俊 (1954)：5万分の1地質図幅「大夕張」および同説明書, 北海道立地質資源調査所, 31p.
- 中川 充・渡辺 寧・紀藤典夫・酒井 彰・駒沢正夫・広島俊男 (1996)：20万分の1

地質図幅「夕張岳」，地質調査所.

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，DVD-ROM2
枚・60 p. 付図1葉.

日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編(1996)：「第四紀露頭集—日本のテフラ」. 日
本第四紀学会，352 p.

佐々保雄・田中啓策・秦 光男 (1964)：5万分の1地質図幅「夕張」および同説明書，
北海道立地質資源調査所，198p.

石油公団(1974)：昭和48年度 国内石油天然ガス基礎調査 基礎物理探査「石狩平野」
調査報告書

石油公団(1974)：昭和48年度 国内石油天然ガス基礎調査 基礎物理探査「日高～渡島」
調査報告書

石油公団(1974)：昭和48年度 国内石油天然ガス基礎調査 基礎試錘「南幌」調査報告
書

石油公団(1975)：昭和49年度 国内石油天然ガス基礎調査 基礎物理探査「日高南部」
調査報告書

石油公団(1975)：昭和49年度 国内石油天然ガス基礎調査 基礎試錘「軽舞」調査報告
書

石油公団(1987)：昭和61年度 国内石油天然ガス基礎調査 基礎物理探査「道南～下北
沖」調査報告書

石油公団(1992)：平成3年度 国内石油天然ガス基礎調査 基礎物理探査「日高地域」調
査報告書

石油公団(1996)：平成7年度 国内石油天然ガス基礎調査 基礎物理探査「胆振沖浅海域」
調査報告書

石油公団(1998)：平成9年度 国内石油天然ガス基礎調査 基礎試錘「夕張」調査報告書

佃 栄吉・下川浩一・杉山雄一・横倉隆伸・阿蘇弘生(1993)：北海道馬追丘陵下のブラ
インドスラストの評価. 日本地質学会第100年学術大会講演要旨集，505.

図 表

表 1 石狩低地東縁断層帯主部のまとめ

表 2 石狩低地東縁断層帯南部のまとめ

表 3 放射性炭素同位体年代の測定結果

図 1 石狩低地東縁断層帯の位置図。活断層線は中田・今泉編(2002)による。陰影図は国土地理院発行の 50mDEM を使用。

図 2 断層帯主部・長沼町北長沼におけるジオスライサー・ボーリング掘削調査地点。基図は国土地理院発行の国土基本図を使用した。活断層の位置の推定および段丘面の区分は 1940 年代および国土地理院 602000 年代撮影の空中写真(1/4 万および 1/2 万)を使用して行った。

図 3 断層帯主部・長沼町北長沼における完新世撓曲崖を横断する地質断面図

図 4 千歳市祝梅のボーリング位置図。基図は国土地理院発行の 1:25000 地形図『長都』を使用。

図 5 千歳市祝梅のボーリング柱状図 (CH-B1 および CH-B2)。

図 6 断層帯南部・安平町富岡の変動地形学図。

図 7 安平町富岡における地形断面図。

図 8 安平町富岡におけるボーリング・ジオスライサー調査の掘削位置。

図 9 安平町富岡における風劇地形を横断する地質断面図。

図 10 H91-2 の再解析深度断面の解釈。

図 11 H91-3 の再解析深度断面の解釈.

図 12 SI95-A の再解析深度断面の解釈.

図 13 反射断面から推定される断層帯南部における背斜構造の分布.

表1 石狩低地東縁断層帯主部のまとめ.

	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	美唄(びばい)市一早来(はやきた)町付近の断層、岩見沢断層*、栗沢断層*、泉郷(いずみさと)断層*、馬追断層*、嶮淵(けねふち)断層*、岩見沢市東方一由仁(ゆに)町付近の断層など*、*印をつけたものは副次的な断層。	美唄市一安平町付近の断層、岩見沢断層*、栗沢断層*、泉郷断層*、馬追断層*、嶮淵断層*、岩見沢市東方一由仁町付近の断層など*、*印をつけたものは副次的な断層。	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 43° 20' 東経 141° 54' (南端)北緯 42° 44' 東経 141° 48'	(北端)北緯 43° 20' 東経 141° 54' (南端)北緯 42° 44' 東経 141° 48'	変更なし
長さ	約66km	約66km	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	2km	反射断面の再解析(H91-2)による
一般走向	N10° E	N10° E	変更なし
傾斜	東傾斜(深さ3kmよりは低角度)	東傾斜、深さ6km以深で約10°	反射断面の再解析(H91-2)による
幅	不明	不明	変更なし
(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	0.8-1.5m/1000年程度(上下成分)	0.4m/1000年程度(上下成分)	千歳市祝梅地区におけるボーリング調査と火山灰分析による酸素同位体ステージ5eの海進期堆積物の対比と高度差に基づく。
(2) 過去の活動時期	活動1(最新活動) 約5200-3300年前もしくはそれ以後 活動2 概ね2万年前頃 活動3 約2万5千年前頃 活動1と2の間、活動2と3の間に別の活動があったかどうかは不明。	活動1(最新活動) AD1739(樽前aテフラ降下)以降 活動2 約1300-2400年前	長沼町北長沼におけるジオスライサー調査の結果に基づく
(3) 1回のずれの量と平均活動間隔 1回のずれの量	5m程度(上下成分)	2.1m程度(上下成分)	長沼町北長沼におけるジオスライサー調査の結果に基づく
平均活動間隔	約3300-6300年	約1100-2100年	長沼町北長沼におけるジオスライサー調査の結果に基づく
(4) 過去の活動区間	不明	不明	不明

表2 石狩低地東縁断層帯南部のまとめ.

	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	千歳市から苫小牧市付近の断層	千歳市から苫小牧市付近の断層	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 42° 52'東経 141° 42' (南端)北緯 42° 40'東経 141° 48'	(北端)北緯 42° 52'東経 141° 42' (南端)北緯 42° 40'東経 141° 48'	変更なし
長さ	約23km	約23km	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	2.5km以深	SI95-A測線の再解析結果による
一般走向	N20° W	N20° W	変更なし
傾斜	東傾斜(低角度)	東傾斜, 深さ3km以深で約18°	SI95-A測線の再解析結果による
幅	不明	不明	新たなデータはなし
(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	0.2m/1000年程度(上下成分)	0.2m/1000年程度(上下成分)	変更なし
(2)過去の活動時期	不明	活動1(最新活動) 2800~4900年前	安平町富岡におけるジオスライサー調査の結果に基づく.
(3)1回のずれの量と平均活動間隔 1回のずれの量	不明	不明	変更なし
平均活動間隔	不明	不明	不明
(4)過去の活動区間	不明	不明	不明

表3 放射性炭素同位体年代の測定結果.

Lab ID	Sample ID	Dated material	$\delta^{13}C$	Conventional age	Calibrated age (Cal yBP, 2 sigma)	Depth (top, cm)	Depth (bottom, cm)
228458	KN-GS1_C1	plant material	-29.8	133.0 ± 0.4 pMC	modern	38	41
228459	KN-GS1_C1-2	plant material	-29.0	135.5 ± 0.6 pMC	modern	38	41
228474	KN-GS1_C2	plant material	-27.6	134.9 ± 0.5 pMC	modern	60	65
228460	KN-GS1_C6	wood	-27.6	105.2 ± 0.5 pMC	modern	121	121
228465	KN-GS1_C9	plant material	-28.9	180 ± 40	131 to 230	146	150
228466	KN-GS1_C14	plant material	-22.9	1240 ± 40	1068 to 1270	220	220
228475	KN-GS1_C19	charred material	-13.7	2630 ± 40	2714 to 2813	277	279
228476	KN-GS1_C24	charred material	-17.6	2390 ± 40	2338 to 2503	305	310
228468	KN-GS1_C25	plant material	-26.4	2290 ± 40	2298 to 2355	318	323
228481	KN-GS1_C28	charred material	-14.6	3040 ± 40	3142 to 3362	395	397
228470	KN-GS3_C8	charred material	-27.3	114.1 ± 0.5 pMC	modern	155	155
IAAA-62987	KN-GS4_C12	charred material	-27.8	2470 ± 30	2433 to 2621	238	240
228480	KN-GS5_C1-2	charred material	-26.4	150 ± 40	166 to 284	57	62
228478	KN-GS5_C3	charred material	-26.5	470 ± 40	461 to 553	78	85
IAAA-62988	KN-GS5_C7	humic silt	-13.8	2090 ± 30	1992 to 2143	165	170
228479	KN-GS5_C14	charred material	NA	2470 ± 40	2428 to 2623	260	260
228471	KN-GS5_C23	plant material	-27.2	1980 ± 40	1859 to 2004	340	345
228472	KN-GS5_C24	plant material	-28.5	2170 ± 40	2055 to 2318	350	355
228461	KN-GS5_C29	plant material	-27.3	2320 ± 40	2302 to 2460	440	445
IAAA-62989	KN-GS6_C3	charred material	-27.7	1310 ± 30	1222 to 1294	150	155
228462	KN-GS6_C5-1	plant material	-16.9	1230 ± 40	1063 to 1266	160	165
IAAA-62990	KN-GS8_C6	humic clay	-14.9	2220 ± 20	2153 to 2274	145	150
228477	KN-GS8_C8	charred material	-16.2	2330 ± 40	2303 to 2470	246	248
IAAA-62991	KN-GS8_C17	charred material	-26.8	600 ± 30	577 to 653	445	450
228469	KN-GS8_C20	plant material	-27.3	2320 ± 40	2302 to 2460	511	511
IAAA-62992	KN-GS11_C1	charred material	-25.2	290 ± 30	348 to 458	63	70
IAAA-62993	KN-GS11_C3	humic clay	-16.4	1270 ± 30	1168 to 1286	87	93
228463	KN-GS11_C5	plant material	-28.2	400 ± 40	424 to 518	115	120
229331	KN-GS11_C10	rootlet	-25.8	100.1 ± 0.4 pMC	modern	203	208
228473	KN-GS11_C15	plant material	-27.9	550 ± 40	512 to 566	290	295
228464	KN-GS12_C1	plant material	-24.9	460 ± 40	453 to 549	106	106
IAAA-62981	KN-GS12_C10	wood	-25.8	150 ± 30	167 to 232	294	294
IAAA-62982	KN-GS12_C23	charred material	-28.4	240 ± 30	269 to 318	527	527
IAAA-62985	KN-P9_C1	charred material	-25.7	3160 ± 30	3341 to 3447	150	150
IAAA-62986	KN-P9_C2	charred material	-14.6	3160 ± 30	3341 to 3447	176	180
IAAA-62984	KN-P13_C1	charred material	-17.3	2170 ± 30	2218 to 2311	162	167
IAAA-63161	KN-B2_C1	plant fragments	-31.8	390 ± 30	427 to 509	285	286
IAAA-63164	KN-B2_C5	rootlet	-27.0	3200 ± 30	3368 to 3469	845	850
IAAA-63162	KN-B2_C6	plant fragments	-31.1	4110 ± 40	4520 to 4729	1062	1062
IAAA-63165	KN-B2_C7	plant fragments	-33.1	3930 ± 40	4243 to 4445	1196	1198
IAAA-63163	KN-B2_C8	plant fragments	-31.8	3820 ± 50	4089 to 4408	1250	1251
IAAA-63166	KN-B2_C9	charred material	-26.4	3850 ± 30	4219 to 4360	1369	1369
IAAA-63167	KN-B2_C10	charred material	-23.5	9570 ± 50	10722 to 11125	1609	1610
230075	KN-B2_C12	wood	-28.2	6830 ± 50	7582 to 7760	1930	1931
230076	KN-B2_C14	rootlet	-28.2	12160 ± 60	13849 to 14159	2071	2071
IAAA-62996	TM-GS3_C1	humic soil	-22.8	710 ± 40	637 to 726	69	74
IAAA-62997	TM-GS3_C2	humic soil	-21.0	2740 ± 40	2759 to 2925	111	116
IAAA-62998	TM-GS3_C3	humic soil	-18.2	3410 ± 40	3562 to 3731	124	129
IAAA-62999	TM-GS3_C4	humic soil	-23.3	3640 ± 40	3856 to 4084	138	143
IAAA-63000	TM-GS3_C5	humic soil	-21.6	4280 ± 40	4816 to 4965	160	165
IAAA-63001	TM-GS6_C4	humic soil	-24.6	3890 ± 50	4154 to 4430	151	156
IAAA-63002	TM-GS7_C3	humic soil	-22.5	4190 ± 40	4609 to 4768	135	140
IAAA-63003	TM-GS8_C2	humic soil	-19.6	2900 ± 40	2925 to 3164	113	120
IAAA-63005	TM-GS8_C3	humic soil	-20.6	4310 ± 40	4828 to 4972	150	155
IAAA-63004	TM-GS8_C4	humic soil	-21.0	4260 ± 40	4804 to 4885	165	175
IAAA-63006	TM-GS9_C2	humic soil	-18.8	2850 ± 40	2854 to 3078	125	130
IAAA-63007	TM-GS9_C3	humic soil	-19.4	3900 ± 40	4229 to 4428	175	180

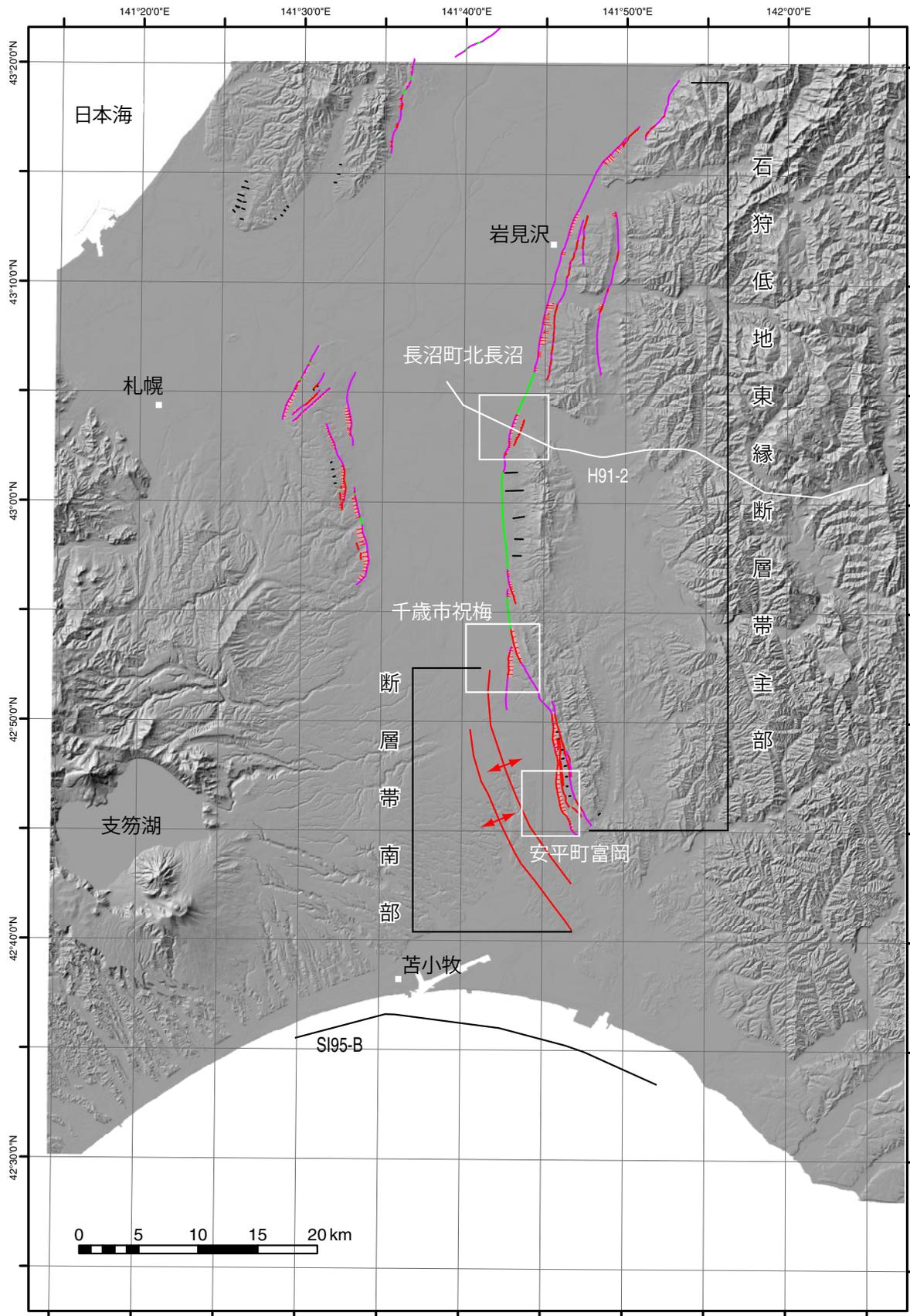


図1 石狩低地東縁断層帯の位置図. 活断層線は中田・今泉編(2002)による. 陰影図は国土地理院発行の50mDEMを使用.

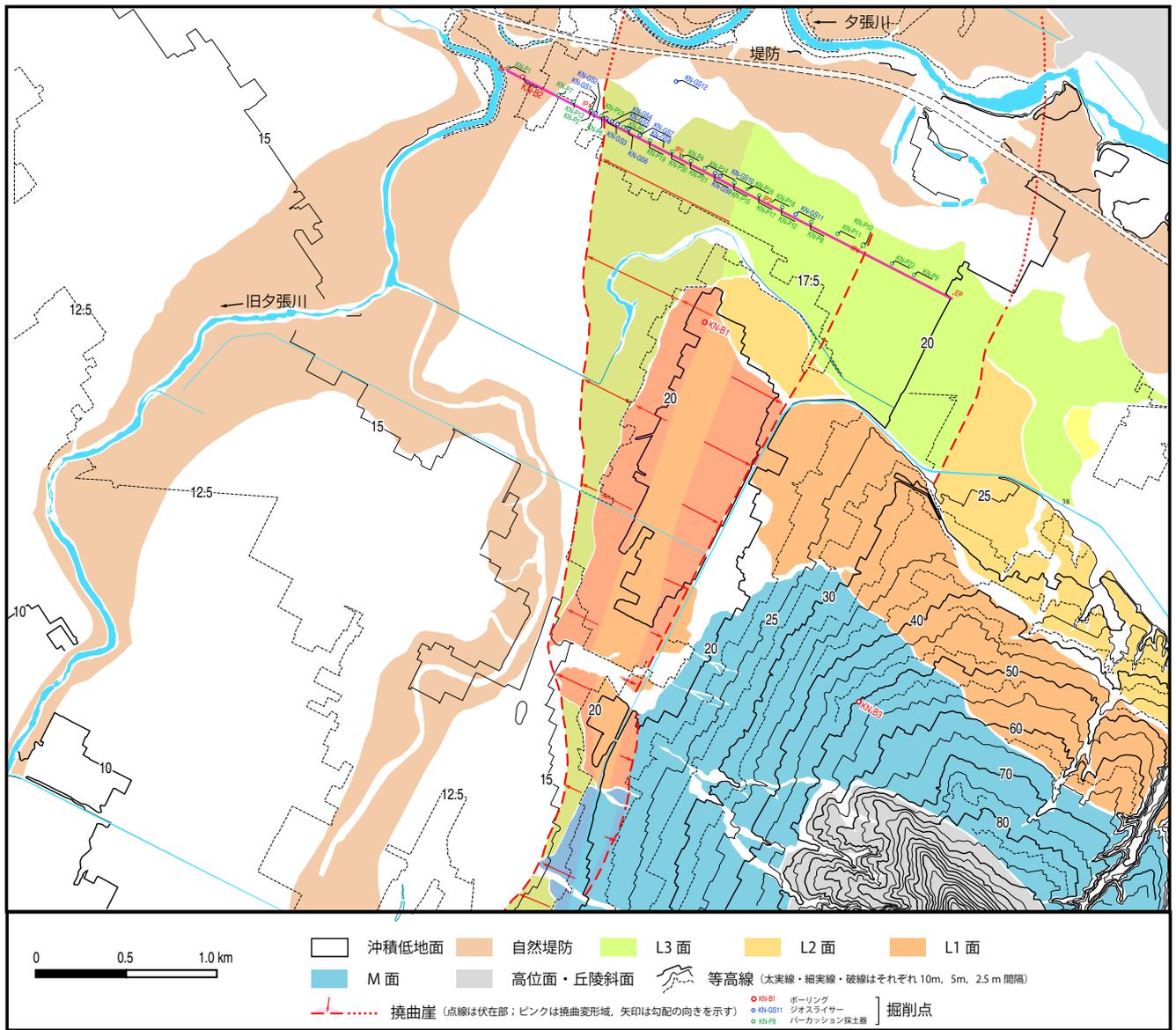


図2 断層帯主部・長沼町北長沼におけるジオスライサー・ボーリング掘削調査地点。基図は国土地理院発行の国土基本図を使用した。活断層の位置の推定および段丘面の区分は1940年代および国土地理院602000年代撮影の空中写真(1/4万および1/2万)を使用して行った。

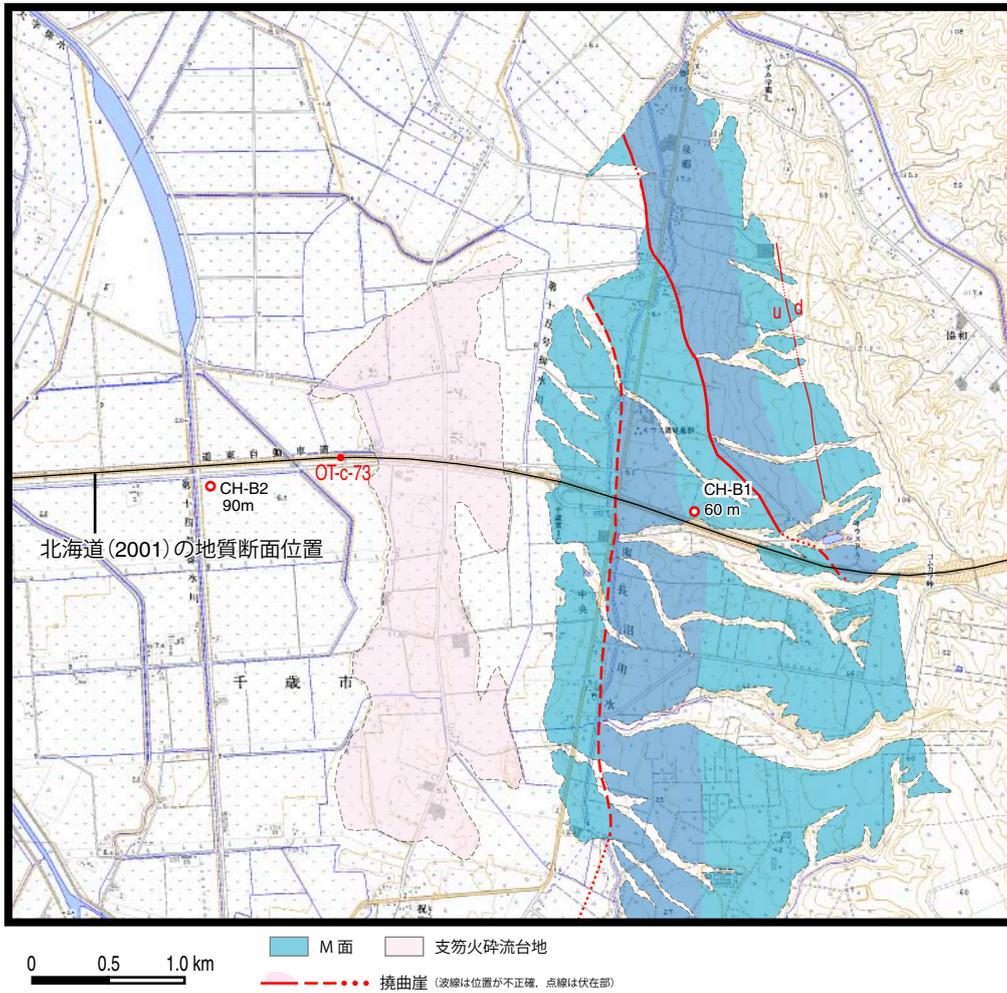


図4 千歳市祝梅のボーリング位置図. 基図は国土地理院発行の1:25000地形図『長都』を使用.

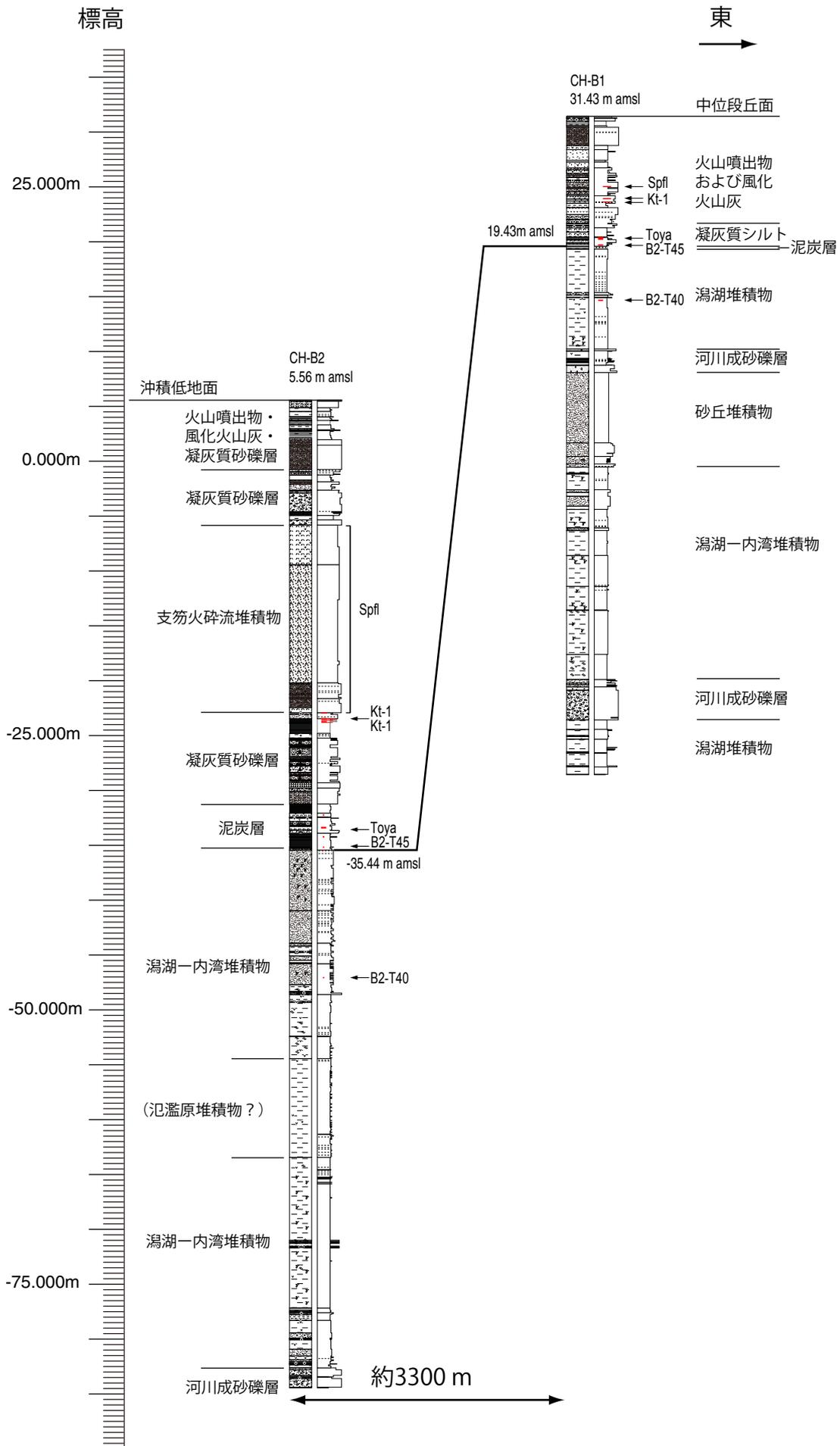


図5 千歳市祝梅のボーリング柱状図 (CH-B1 および CH-B2).

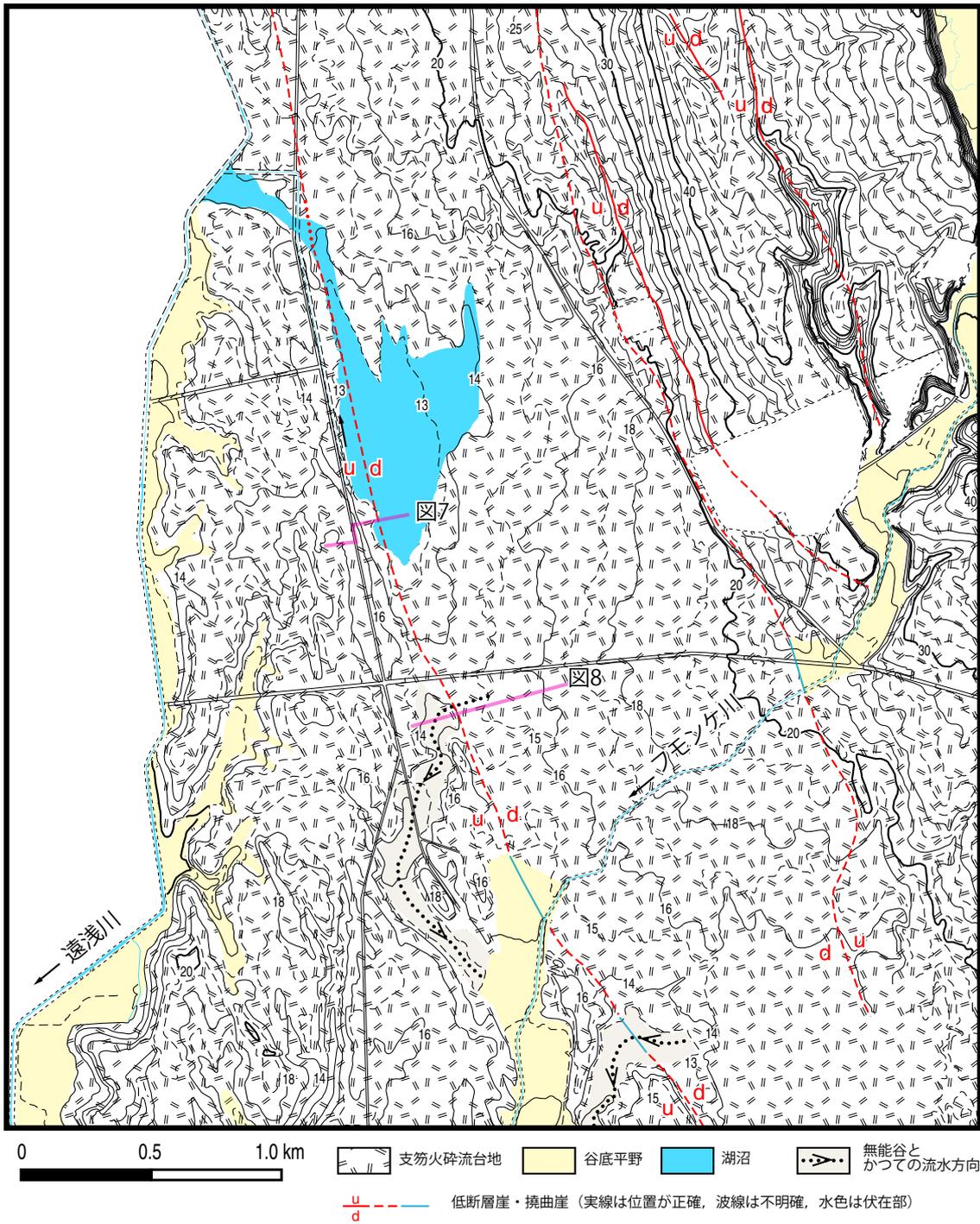


図6 断層帯南部・安平町富岡の変動地形学図.

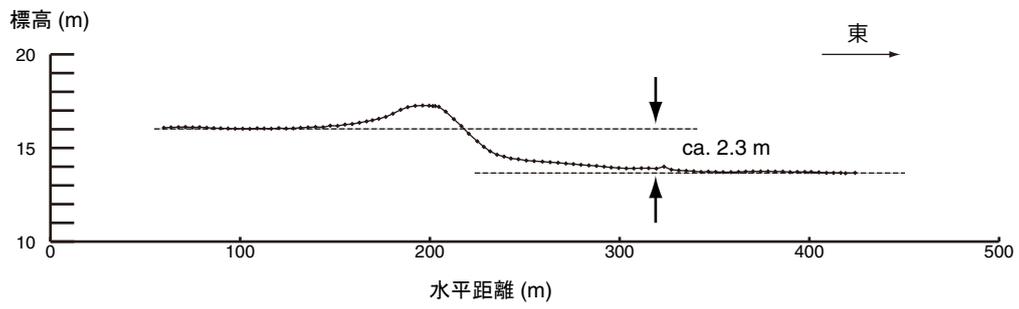


図7 安平町富岡における地形断面図.

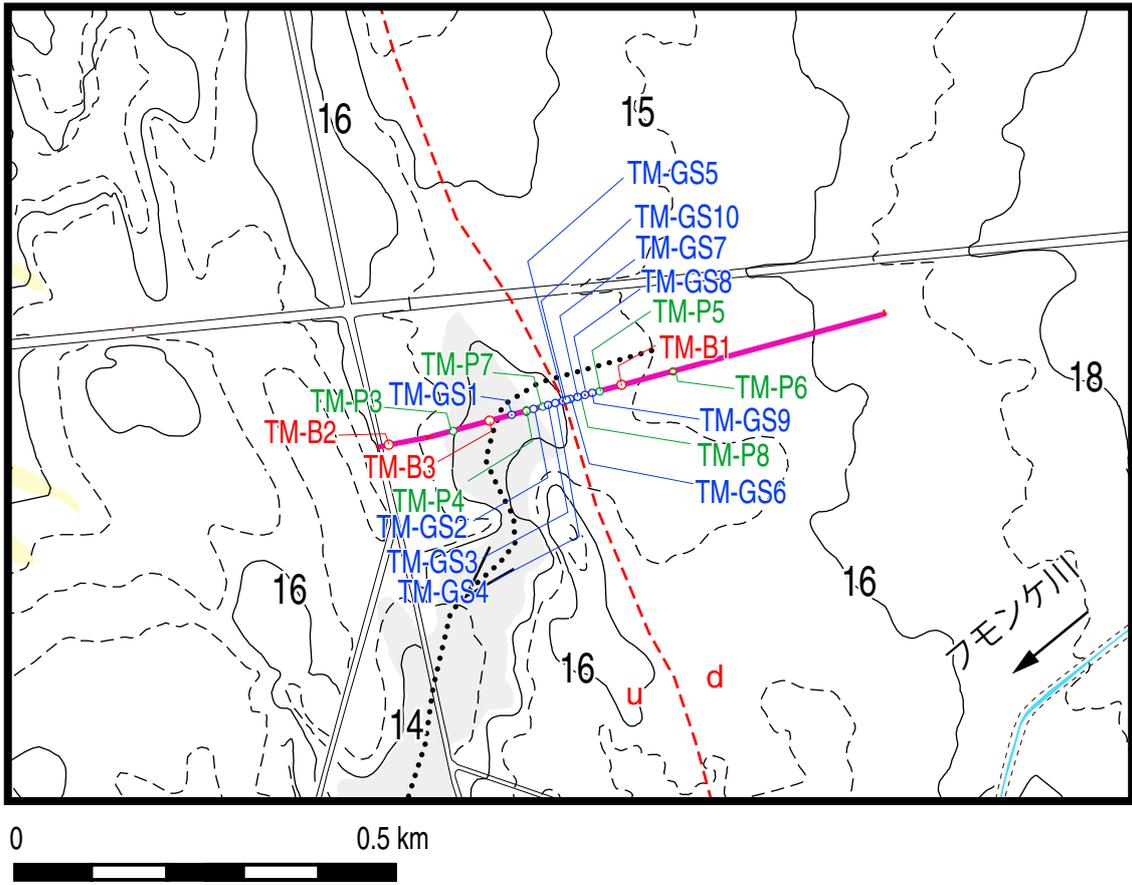


図 8 安平町富岡におけるボーリング・ジオスライサー調査の掘削位置。

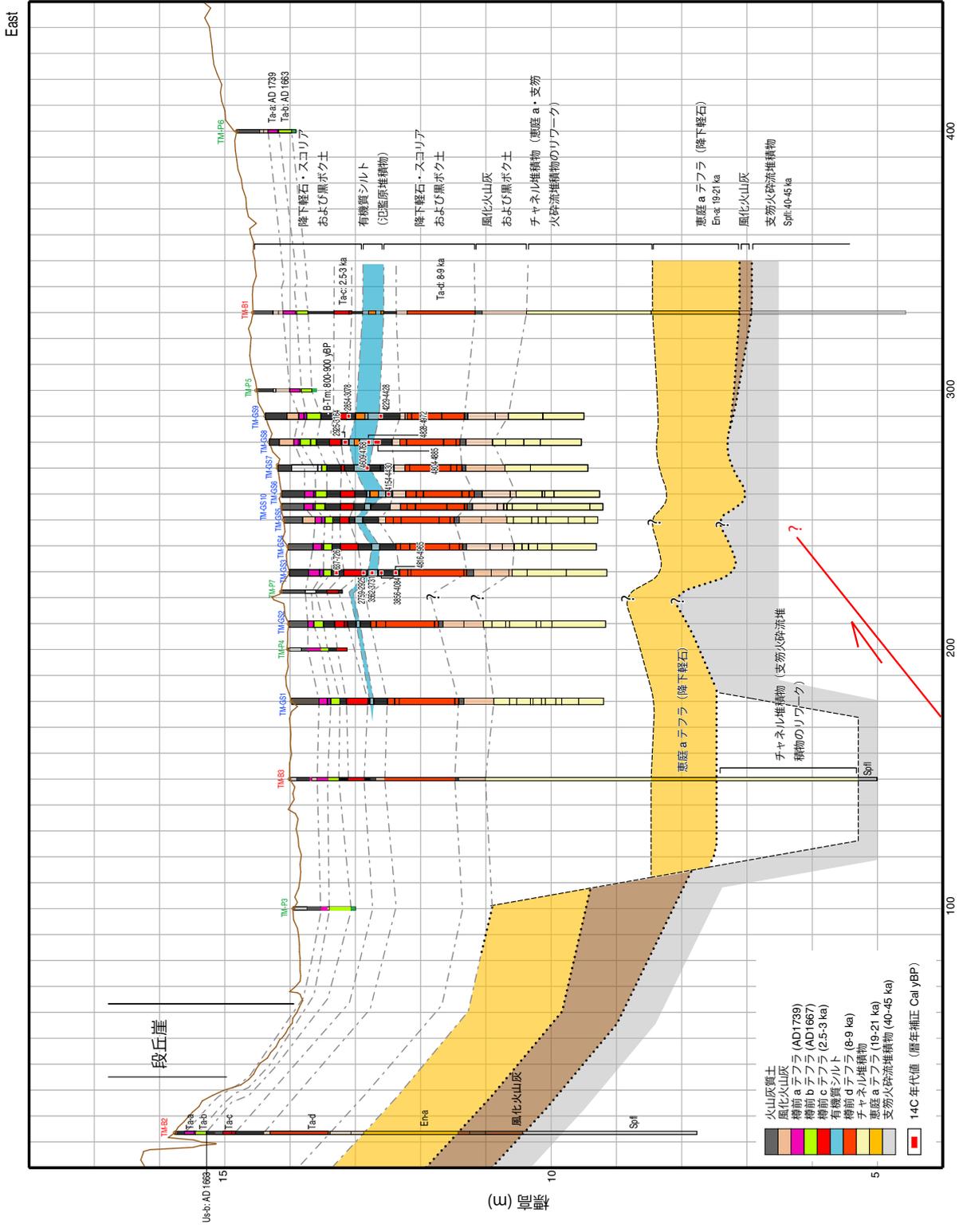


図 9 安平町富岡における風劇地形における風劇地形を横断する地質断面図。

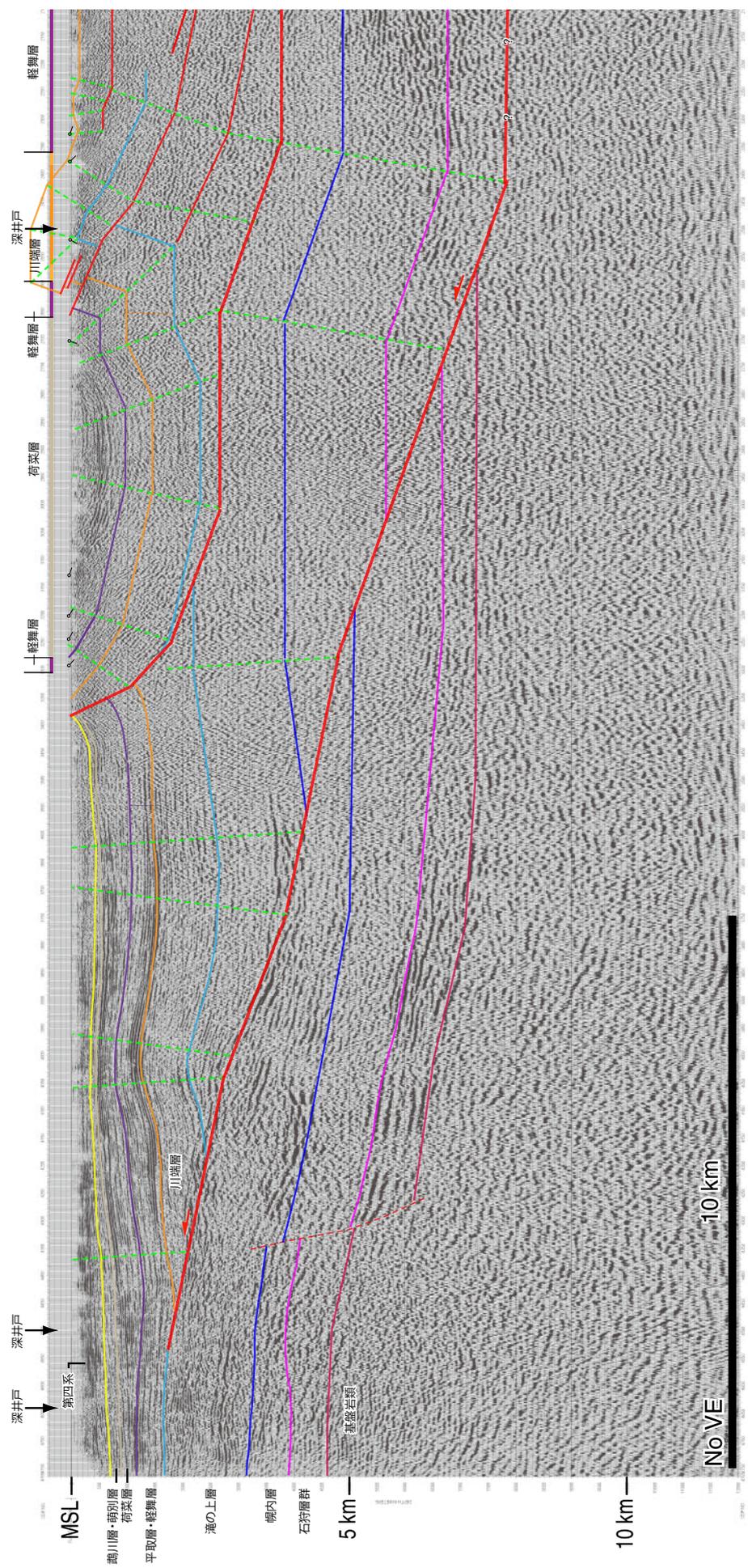


図 11 H91-3 の再解析深度断面の解釈.

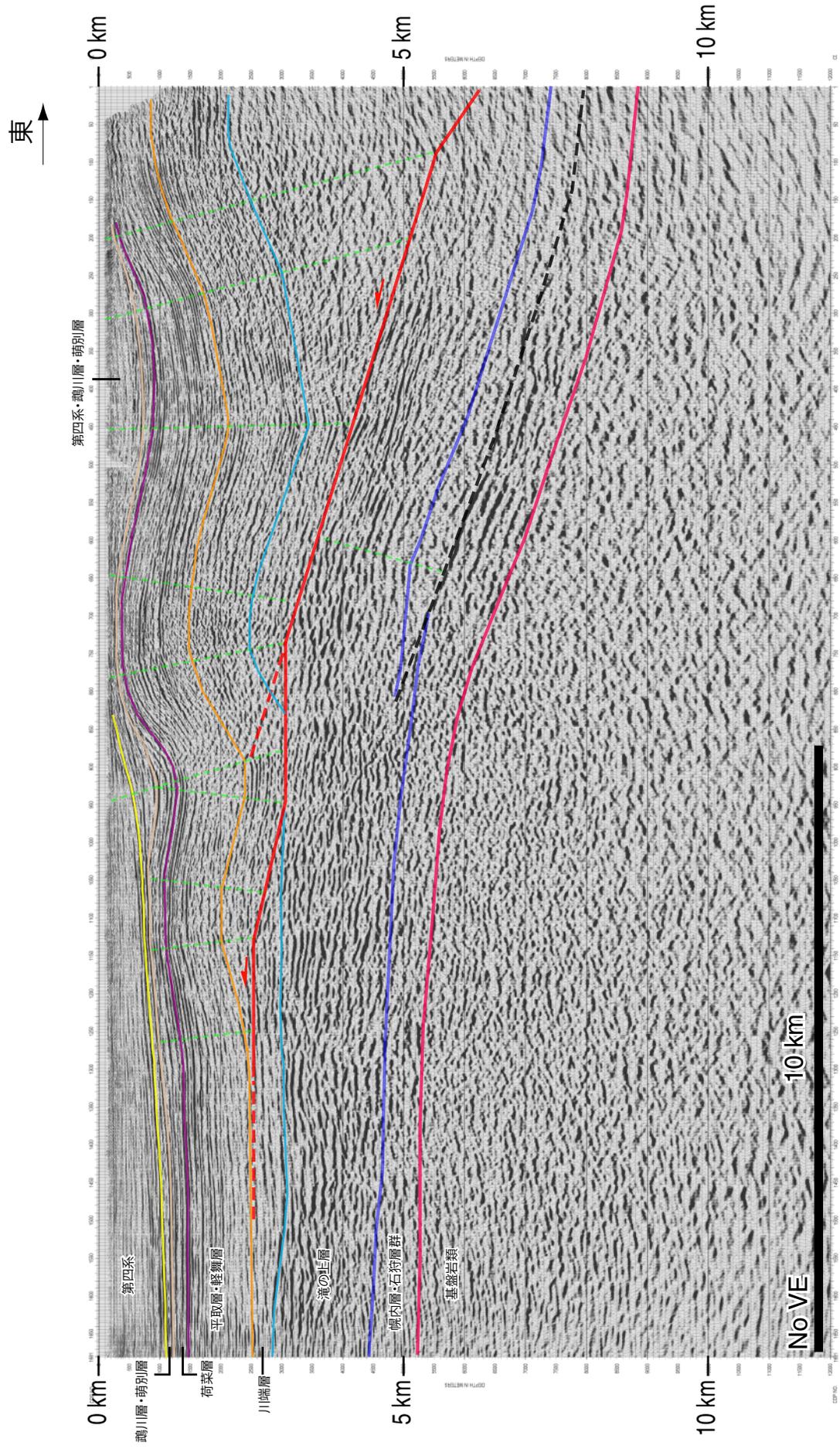


図 12 SI95-A の再解析深度断面の解釈.

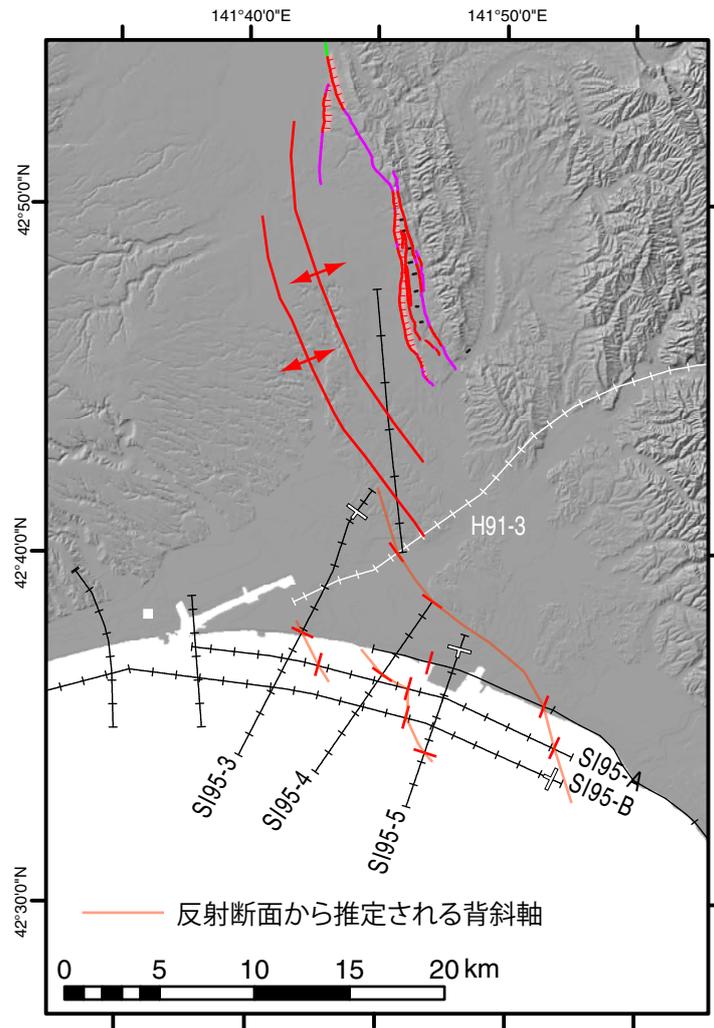


図 13 反射断面から推定される断層帯南部における背斜構造の分布.