

## 石狩低地東縁断層帯における反射法地震探査

### Seismic Reflection Survey across the Eastern Boundary Fault Zone of Ishikari Lowland, Hokkaido, Japan.

横倉隆伸<sup>1\*</sup>・山口和雄<sup>1</sup>・岡田真介<sup>1</sup>

Takanobu Yokokura<sup>1\*</sup>, Kazuo Yamaguchi<sup>1</sup> and Shinsuke Okada<sup>1</sup>

**Abstract:** The Eastern Boundary Fault Zone of the Ishikari Lowland is a zone of N-S trending reverse faults and consists of two parts: one is called the major part of the fault zone with length of about 66 km, which borders the eastern margin of Ishikari lowland, and another is called the southern part of the fault zone with length of about 54 km, which is characterized by three active folds beneath the lowland. Active faulting on this fault zone shows the latest faulting of Hidaka fold-and-thrust belt that is a collision zone between the Northeast Japan arc and the fore-arc sliver of the Kuril arc driven by oblique subduction of the Pacific plate. To reveal the subsurface structure of the fault zone, we carried out two lines of seismic reflection survey. The survey line 1 has a length of 19.2 km and ranges from Hayakita-midorigaoka in Abira town, across the Umaoi Hills, and to Kashiwara in Tomakomai city. The survey line 2 has a length of 8.8 km and ranges from Kashiwadai-minami in Chitose city to the middle of the Umaoi Hills, through the Higashi-Chitose Self Defense Force Military Station. The source, receiver, and recording system used in this seismic survey were a large vibrator Y-2400 (IVI Inc.), SG-10 with natural frequency 10 Hz (Sercel Inc.), and the DSS-12 (Sunco Consultants Co. Ltd), respectively. Source and receiver intervals were 10 m and sampling rate was 2 ms. 240-ch geophone arrays were used for each recording. Data processing is still going on and some noise reduction methods are necessary to have final stacked sections. Preliminary stacked time-sections, however, show clear images of subsurface structure down to about 2 s in two-way traveltimes and have good correlation with the surrounding geology. In the survey line 1, strata beneath the Ishikari lowland are nearly horizontal with very gentle folding. Steeply west-dipping flexures are recognized on the western flank of the Umaoi Hills, while strata on the eastern flank are gently east-dipping and are accompanied by a large syncline in the east. In the survey line 2, strata beneath the lowland are gently west-dipping and steeply west-dipping flexures are also recognized on the western flank of the hills. The westernmost flexure is situated more than 1 km west from the active flexure mapped in some active fault maps.

**キーワード:** 反射法地震探査, 石狩低地東縁断層帯, 馬追丘陵, 地下構造, 逆断層, 褶曲, 背斜, 向斜

**Keywords:** Seismic reflection survey, Eastern Boundary Fault Zone of Ishikari Lowland, Umaoi Hills, Subsurface structure, Thrust, Fold, Anticline, Syncline

#### 1. はじめに

石狩低地東縁断層帯は、北海道石狩低地の東縁を画するように南北に発達する活断層帯である。この石狩低地東縁断層帯は、太平洋プレートの斜め沈み込みによって横ずれ運動する千島弧の前弧スリバーが東北日本弧に衝突している日高衝突帯（例えば、Kimura (1996), 伊藤ほか (1999), 伊藤 (2002), 伊藤・岩崎 (2002) を参照) のまさに最前面にあたり、そこでは最新の断層運動が生じている。

地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2003) はすでに石狩低地東縁断層帯の長期評価を発表していたが、その後、産業技術総合研究所 (2007) の補完調査結果をふまえ、改訂版を公表した (地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2010)。それによれば、石狩低地東縁断層帯は、その分布形態から石狩低地東縁断層帯主部と石狩低地東縁断層帯南部に区別されている。石狩低地東縁断層帯主部は、美唄市から岩見沢市、夕張郡栗山町、夕張郡長沼町、夕張郡由仁町、千歳市を経て、勇払郡安平町に到る断層帯であり、その長さ

\* Correspondence

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

は約 66km で、東側が西側に対して相対的に隆起する逆断層である。平均上下変位速度は 0.4m/ 千年以上、最新活動時期は 1739 年以後、1885 年以前であり、平均活動間隔は 1 千—2 千年程度である可能性がある」とされている。石狩低地東縁断層帯南部は馬追丘陵の西方および南方に見出された 3 条の背斜構造に基づき推定された断層帯であり、千歳市から勇払郡安平町、苫小牧市、勇払郡厚真町を経て、沙流郡日高町沖合の海域に到る分布を持つ。長さは 54km 以上で、同じく東側が西側に対して相対的に隆起する逆断層である。平均上下変位速度は 0.2m/ 千年程度で、最新活動時期を含めた最近の活動履歴については不明であるとされている。

我々は、この石狩低地東縁断層帯の地下構造を明らかにするために、平成 22 年度に、馬追丘陵周辺において石狩低地東縁断層帯主部および南部にわたる 2 測線の反射法地震探査・重力探査と、同断層帯南部周辺の既存データの再処理とを実施した。また平成 23 年度には、主として同断層帯南部を対象として反射法地震探査・重力探査・データ再処理等の実施を予定している。本報告は、上記の馬追丘陵周辺において実施した 2 測線の反射法地震探査の概要および予備的処理結果に関する速報である。重力探査については本研究報告の岡田ほか (2011) に、また既存データ再処理については同じく山口ほか (2011) に報告されている。

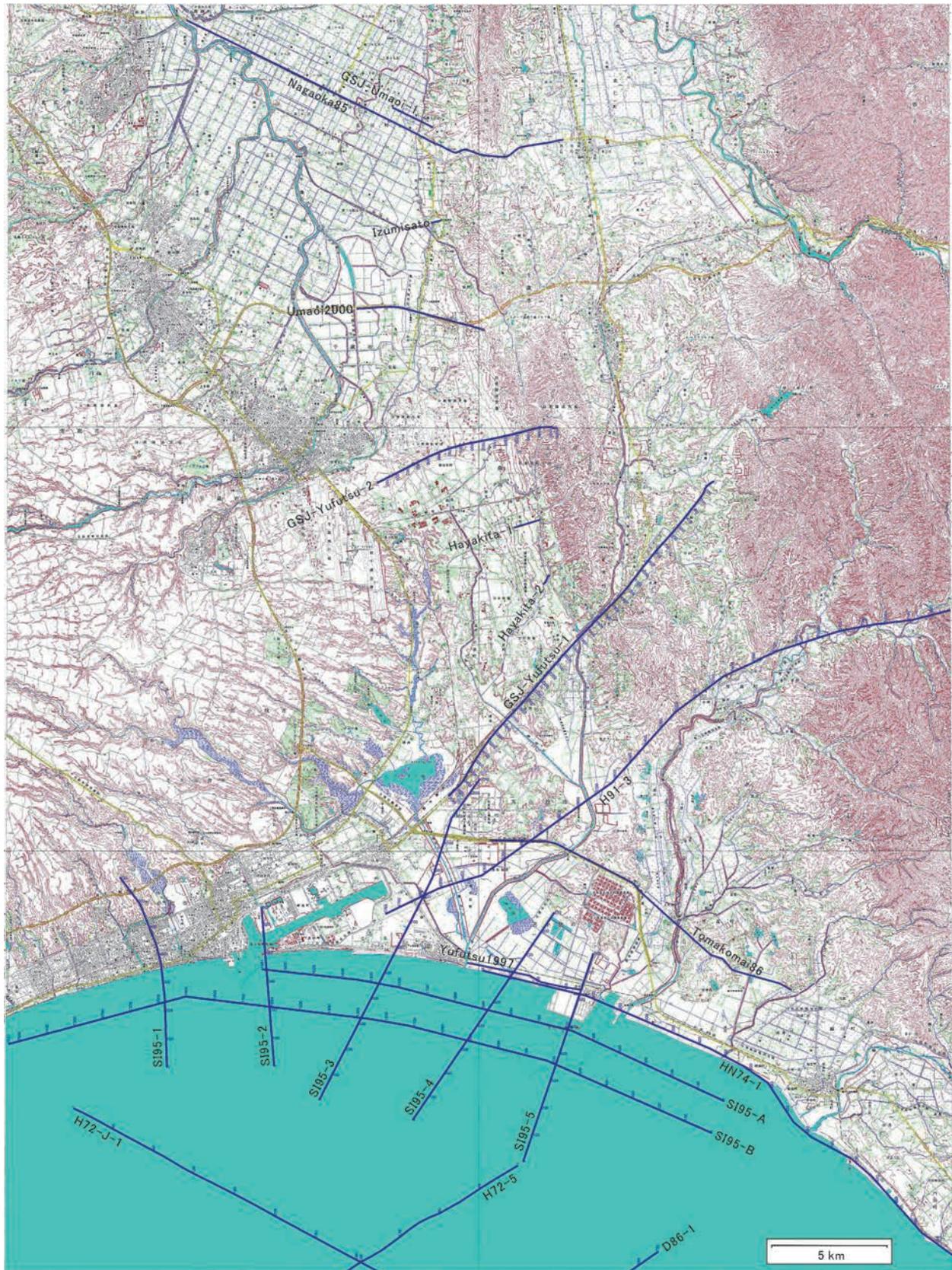
## 2. 探査地域周辺における既往反射法地震探査

石狩低地東縁断層帯およびその周辺における既往反射法地震探査としては、以下のものがある。陸域では、浅野ほか (1989) による夕張郡長沼町の国道 274 号線沿いの長沼 85 測線、同じく苫小牧市から勇払郡厚真町に到る苫小牧 86 測線、佃ほか (1993) による夕張郡長沼町南長沼の馬追測線 1、石油公団 (1993) による基礎物理探査「日高地域」の H91-2 測線および H91-3 測線、加藤ほか (2002)・Kato et al. (2004) の馬追 2000 測線、北海道 (2001) の岩見沢測線、早来測線 1、早来測線 2、泉郷測線がある。また北海道 (2001) には、平成 8 年度基礎試錐「馬追」地質検討会資料 (石油公団, 1997) として、石油資源開発株式会社の馬追 95V-1 のマイグレーション時間断面と地質断面図が掲載されている。地質断面図は、栗田・横井 (2000) にも掲載されている。海岸付近から浅海域にかけては、石油開発公団

(1975) による基礎物理探査「日高南部」のうち、苫小牧市勇払の安平川河口付近から、勇払郡鶴川町鶴川河口、沙流郡門別町沙流川河口を経て、新冠郡新冠町に到る HN74-1 測線、佐藤ほか (1998)・Kato et al. (2004) の勇払 1997 測線、石油公団 (1997) による基礎物理探査「胆振浅海域」の SI95-1, 2, 3, 4, 5, A, B 測線がある。また詳細は明らかではないが、苫小牧港周辺において二酸化炭素地中貯留の実証試験に関わる調査も行われている (日本 CCS 調査株式会社, 2009, 2010)。海域では、石油開発公団 (1973) による基礎物理探査「日高—渡島」の H72-5 測線、H72-J 測線など、および石油公団 (1987) による基礎物理探査「道南—下北沖」の D86-1 測線、D86-E 測線などの勇払沖測線群がある。その他、詳細は公表されていないが、石油探査関連の多くの測線が陸上・海上ともに存在している。

上記のうち、浅野ほか (1989) および石油・天然ガス基礎調査関連測線は深部構造を主な対象として実施されている。一方、馬追測線 1、勇払 1997 測線、馬追 2000 測線、岩見沢測線、早来測線 1、早来測線 2、泉郷測線は、浅部構造を高分解能で解明するために実施されている。馬追丘陵周辺で実施されたこれら反射法地震探査測線を第 1 図に示す。第 1 図には本報告の 2 測線もあわせて図示している。石油公団 (1993) の H91-2 測線および北海道 (2001) の岩見沢測線は第 1 図の範囲よりも北方に存在し、図示されていない。

馬追丘陵西縁付近の地表に見られる活断層はほとんどが西側上がりの逆断層である (例えば、活断層研究会 (1991)、中田・今泉 (2002)) が、浅野ほか (1989) の長沼 85 測線では、地層は測線西側でほぼ水平成層を呈するものの、馬追丘陵の西縁で急激に立ち上がり、西に急傾斜する構造を示している。このことから、地表に見られる西側上がりの小規模な活断層は副次的なものであり、主たるものとして東側上がりの大逆断層が存在すると推定している。佃ほか (1993) の馬追測線 1 では、地表には達しないものの第四系を变形させている東側上がりの伏在逆断層が想定され、これを石狩低地帯東縁断層と呼んでいる。栗田・横井 (2000) の地質断面図では、基盤ホルストの上に低角な逆断層が次々と東から衝上し、現在もっとも活発な低角伏在断層は馬追丘陵よりも数 km 西方の低地下にまで達していることを示している。また丘陵西縁付近の西上がり逆断層はこの低角逆断層のバックスラストに相当するとしている (栗田・横井, 2000; 池田ほか,



第1図 馬追丘陵周辺の反射法地震探査測線。基図:国土地理院数値地図 50,000 「苫小牧」,「鶴川」,「千歳」,「早来」,「恵庭」,「追分」を使用。

Fig.1 Seismic reflection survey lines around the Umai hills. Base map: Tomakomai, Mukawa, Chitose, Hayakita, Eniwa and Oiwake, Digital Map 50,000 (Map Image), Geographical Survey Institute.

2002). 加藤ほか (2002)・Kato et al. (2004) の馬追 2000 測線では、馬追丘陵の西上がりの逆断層と、さらに西方の低地側に存在する顕著な撓曲構造が見出されている。この西上がり逆断層は、馬追丘陵の隆起をもたらした地下の主断層に連続するものではなく、変形に伴って生じた二次的な層面すべり断層であるとされている。

南部の勇払周辺では、浅野ほか (1989) の苫小牧 86 測線、石油開発公団 (1975) の HN74-1 測線、佐藤ほか (1998)・Kato et al. (2004) の勇払 1997 測線、石油公団 (1997) の SI95 の各測線、石油公団 (1993) の H91-3 測線に、顕著な活褶曲が見られ、変形のフロントが更に西南方の地下におよんでいることを示している。H91-2 測線、H91-3 測線、SI95-A 測線に関する産業技術総合研究所 (2007) の再解釈では、栗田・横井 (2000) の低角逆断層構造と類似の解釈結果が出されており、伏在する背斜構造を良く説明している。また海域においても石油開発公団 (1973) の基礎物理探査「日高一渡島」および石油公団 (1987) の基礎物理探査「道南～下北沖」の勇払寄りの測線において、上記の陸上・浅海域に見られたものと同様な伏在褶曲構造が多数存在する。

### 3. 探査の概要

#### 3.1 測線位置

本年度実施した反射法地震探査測線の詳細図を第 2 図に示す。図の緑点・赤点・青線はそれぞれ受振点・発震点・CMP 重合測線を表している。勇払測線 1 (苫小牧-安平測線) は、安平町早来緑ヶ丘付近から、国道 234 号線に沿って馬追丘陵を横断し、苫小牧市柏原付近に到るまでの 19.2km の測線である。当測線は石狩低地東縁断層帯主部の南端部付近を横断するように設定されている。また南西端付近で石油公団 (1997) の SI95-3 測線にほぼ接続するようにしてあり、石油公団 (1993) の H91-3 測線とは約 5km 離れて併走している。探査は北東側から南西側へ向かって実施した。

勇払測線 2 (東千歳駐屯地測線) は、そのほとんどが陸上自衛隊東千歳駐屯地内にあり、千歳市柏台南付近から東北東方向に向かい、馬追丘陵中心部付近に到る 8.8km の測線である。加藤ほか (2002)・Kato et al. (2004) の馬追 2000 測線と北海道 (2001) の早来測線 1 とのほぼ中間に設定されている。探査は西側から東側へ向かって実施した。

#### 3.2 探査仕様

両測線ともに、震源には IVI 社製 Y-2400 大型パイプレータ 1 台を用い、受振器には Sercel 社製 SG-10 (固有周波数 10Hz) を用いた。発震点間隔および受振点間隔はどちらも 10m とした。また各発震あたり 240 チャンネルでデータを収録した。レコーディングシステムはサンコーコンサルタント (株) 製の分散型地震探査システム DSS-12 を使用し、サンプリング間隔は 2ms とした。スイープ長は 16s であり、リスニング長 4s とあわせ、コリレーション前の記録長は 20s である。探査仕様の詳細を第 1 表に示す。使用した震源、受振器、データ記録ユニットを第 3 図に示す。

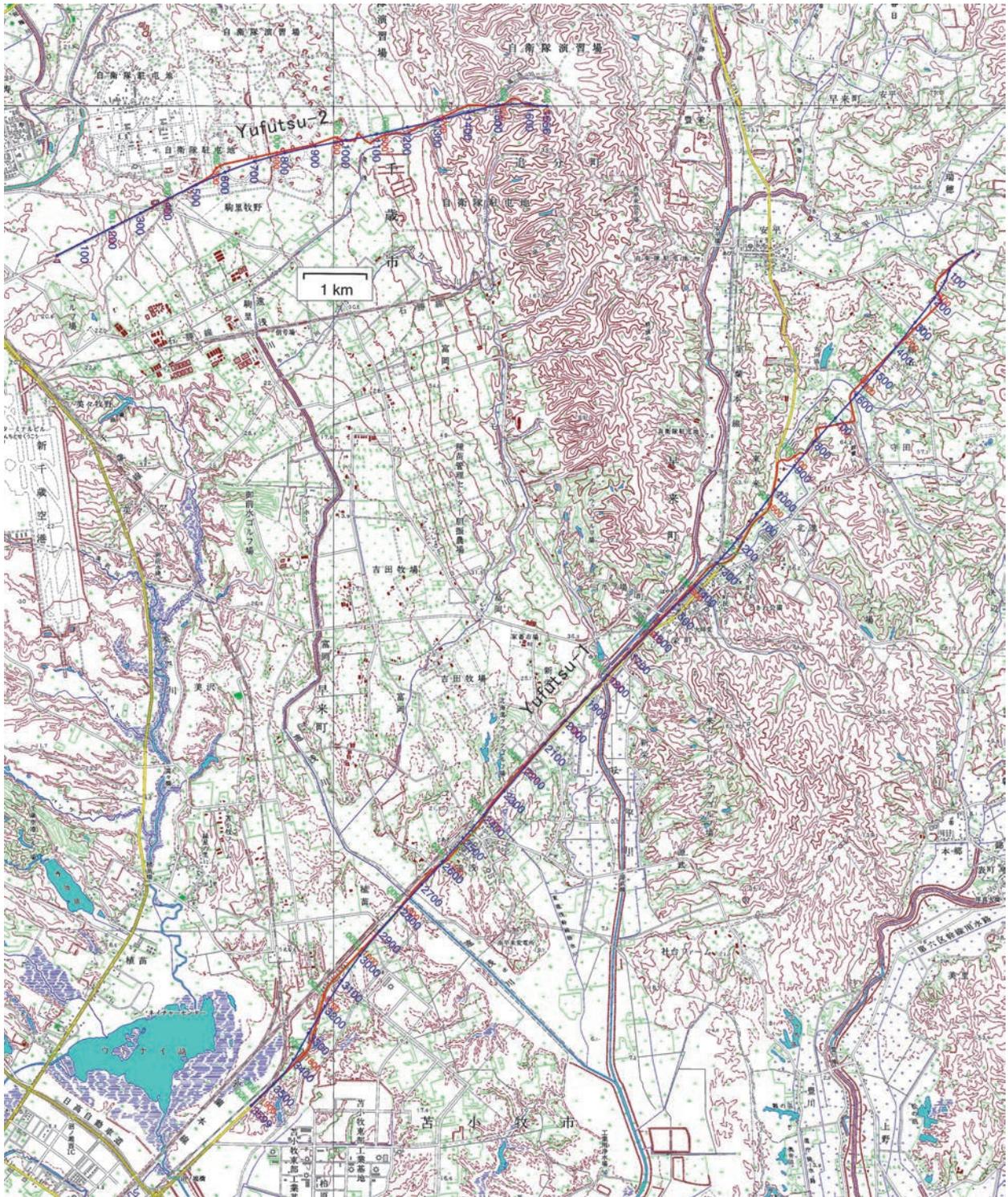
データ QC を行う場合を除き、現場においてコリレーションおよび垂直重合を行わず、各発震の 20s 生記録をそのままハードディスクに記録した。なお、現場測定作業は、機材の設置・撤収を含め、平成 22 年 10 月 26 日～11 月 25 日の計 31 日間で行った。そのうち発震・データ収録作業を行ったのは 11 月 1 日～23 日の 23 日間であった。

#### 3.3 データの質

測線 1 では、北東側の始点から国道 234 号に到るまでの区間において、人家がまばらであり車両の交通量も少なかったため、おおむね低ノイズ環境でデータを取得することができた。しかし国道 234 号線沿いは大型トレーラーなどの交通ノイズが激しく、かなりの高ノイズ環境であった。そのため初動すら判然としない記録が多々あった。測線 2 では、全区間にわたり人家はなく、一般車両の通行もなかったため、おおむね低ノイズ環境でデータを取得することができた。しかし測線の始点側が新千歳空港の滑走路に近いことによる旅客機のノイズや、自衛隊の訓練に伴う大砲・ヘリコプターなどのノイズが一部に混入している。

### 4. 予備的データ処理

現場の生記録にバイプロサイズ・コリレーションを施し、1 ショット点における複数のショット記録 (標準の場合は 4 記録) をダイバーシティ・スタックすることにより、そのショット点のショット記録とした。コリレーション後の記録長は 4s である。測線 1 の丘陵北東部、丘陵-低地境界部、低地南西部それぞれの 1km おきのショット記録例を第 4 図に、また測線 2 全体の 1km おきのショット記録例を第 5 図に示す。上述したように、測線 1 では国道の交通量が



第2図 詳細測線図 緑：受振点. 赤：発震点. 青：CMP 重合測線. 基図：国土地理院数値地図 50,000 「千歳」, 「早来」, 「恵庭」, 「追分」を使用.

Fig.2 Detailed survey map. Green: receiving points. Red: vibrating points. Blue: CMP stacking line. Base map: Chitose, Hayakita, Eniwa and Oiwake, Digital Map 50,000 (Map Image), Geographical Survey Institute.

多かったためかなり高ノイズであるが、測線2では比較的lowノイズであることが良く分かる。また測線1に比較して、測線2では表面波の振幅が大きい、特に低地-丘陵境界部から丘陵側で大きいという特徴が

ある。

現在、データ処理は周波数解析、デコンボリューション、初動解析、静補正、第1次速度解析などが終わった程度であり、まだ十分なノイズ抑制ができてい

第 1 表 反射法地震探査の諸元.

Table 1 Field parameters of seismic reflection profiling.

測線番号	測線 1	測線 2
測線名	苫小牧一安平測線	東千歳駐屯地測線
測線長	19.2 km	8.8 km
探査方向	NE→SW	WSW→ENE
震源	Y-2400 (IVI 社)	
台数	1 台	
発震点間隔	10 m	
スイープ周波数	10~100 Hz	
スイープ長	16 s	
垂直重合数	4 (標準)	
総発震点数	1,861	869
受振器	SG-10 (Sercel 社)	
固有周波数	10 Hz	
アレイ	6 個バンチング	
受振点間隔	10 m	
展開	エンドオン (測線終端部は固定展開)	
総受振点数	1,920	876
中央記録ユニット	Latitude E5500 (Dell 社)	
遠隔記録ユニット	DSS-12 (サンコーコンサルタント社)	
チャンネル数	240 ch	
サンプリング間隔	2 ms	
記録長	20 s (コリレーション前) 4 s (コリレーション後)	
CMP 重合数	120 (標準)	
CMP 間隔	5 m	
CMP 数	3,599	1,656
CMP 重合測線長	17,990 m	8,275 m



第 3 図 使用機材. (a) バイブレータ (Y-2400), (b) 受振器 (SG-10), (c) DSS-12 遠隔記録ユニット (橙色の箱) とバッテリーパック (黄色の箱).

Fig.3 Field equipments. (a) Vibrator (Y-2400), (b) Geophones (SG-10), and (c) DSS-12 remote acquisition unit (Orange box) and battery pack (Yellow box).

ない。現時点での測線 1 および測線 2 の重合後時間断面をそれぞれ第 6 図、第 7 図に示す。両者とも各 CMP ギャザーの平均標高を基準面として処理を実施し、図のプロットにさいしては replacement velocity を 1.6km/s とし、海拔 160m を往復走時 0ms の原点としている。またプロットサイズと分解能の関係から、プロットするトレース数を減らす必要があったため、隣り合う 3 トレースを 1:2:1 の重みを付けてミキシングしたのち、偶数番目のトレースのみを抜き出してプロットしている。すなわちこれら断面は CMP 間隔 10m に相当する断面となっている。縦横比は、時間断面のため正確ではないが、およそ 2 程度に相当する。

まだ十分なノイズ抑制ができていないため、両測線ともランダムノイズの除去、表面波の除去、初動付近のミュート、静補正のための初動読み取り、などに関して改善の余地がある。特に測線 2 では、エネルギーの大きい表面波の影響が十分に除去できていないため、低地-丘陵境界部や丘陵部の構造が乱されている。今後これら表面波の影響の除去や、正確な速度構造の解析、残留静補正の適用など、処理作業を更に進める必要がある。

## 5. 議論およびまとめ

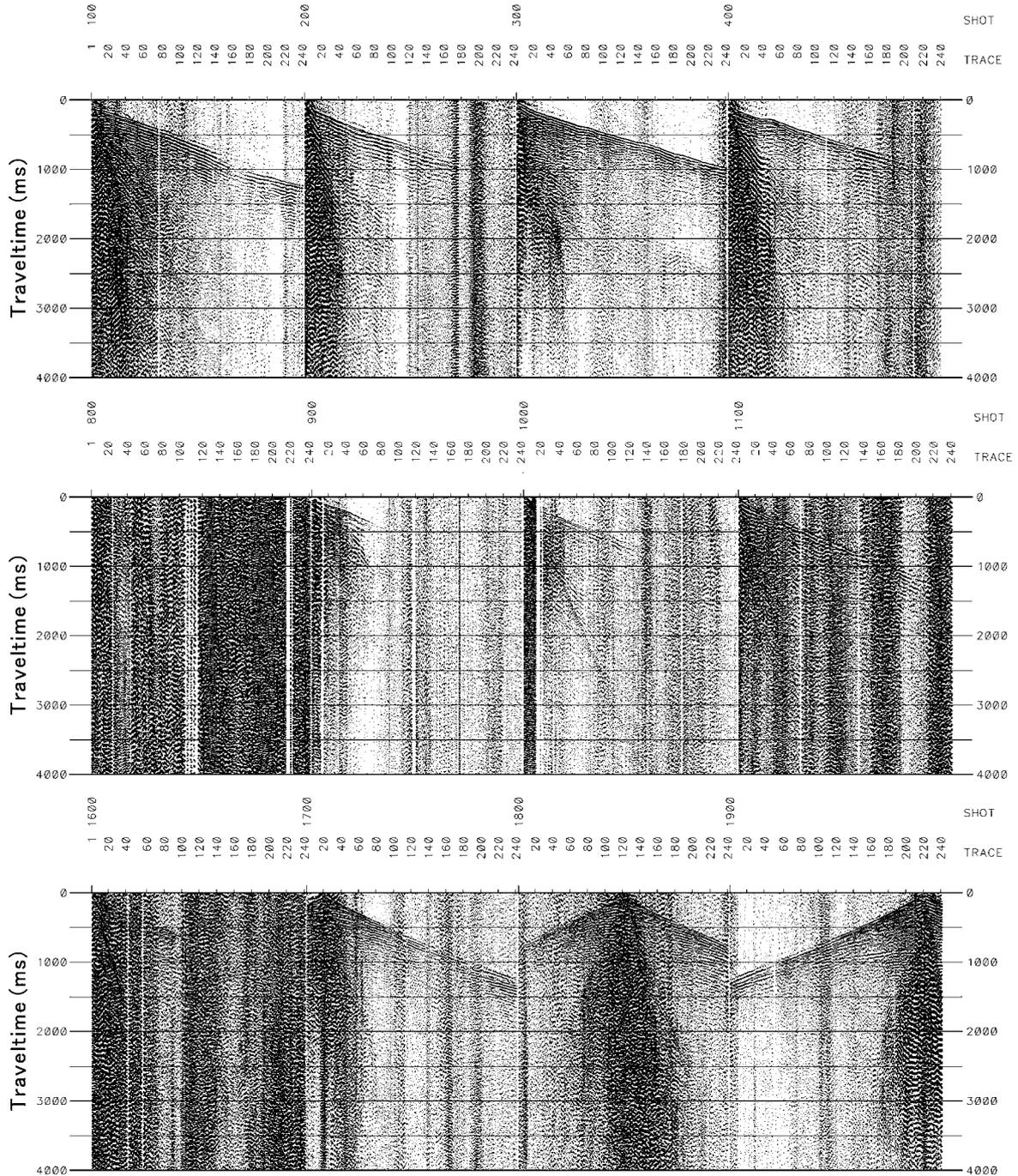
上記のように、処理はまだ予備的な段階であるが、この段階であってもある程度の構造解釈が可能である。測線 1 では、第 6 図にから分かるように馬追丘陵の前面に（すなわち西方に）層面すべりによると思われる西側上がり、東側下がりの断層群による撓曲構造が見られる。低地部の浅部 1s くらいまではほぼ水平成層であるが、子細に見ると非常に振幅の小さい褶曲構造を呈している。また南西側の 2~2.5 秒付近に緩やかに北東へ向かって傾き下がる反射面が見える。交通ノイズ等のため、現段階では深部の構造はそれほど明瞭ではないが、測線中央部にも北東側へ傾き下がるいくつかのイベントが存在していそうである。馬追丘陵背面には大きな向斜構造が見られ、その下位の約 2.3s 付近にも反射面が確認できる。この向斜構造を作る地表から約 1s 付近までの地層の構造および層厚は、低地部の約 1s までの地層の構造および層厚と非常に良く似ており、同じ年代の地層である可能性がある。ただし弾性波速度は前者の方が若干大きいという違いがある。

測線 1 は南西端で石油公団（1996）の SI95-3 測

線とはほぼ接続していることから、勇払 SK-2、南勇払 SK-1、南勇払 SK-2D などの坑井に基づいた石油公団（1996）の地層解釈を利用すると、第 6 図下段の左端に示したように対応する反射面を同定することができる。また、第 8 図に測線 1 と石油公団（1993）の H91-3 のほぼ対応する部分を並べて示した。全体的に見て変形の振幅は異なるが、測線 1 は H91-3 測線と良く似た形状を示していると言えそうである。H91-3 測線の CMP.4000 付近、CMP.4250 付近の伏在背斜に相当するものは、測線 1 の CMP.3000 付近、CMP.3400 付近の振幅の小さい背斜にそれぞれ対応すると考えられる。H91-3 測線の CMP.4000 付近と測線 1 の CMP.3000 付近を通る背斜は平川・越後（2002）の「B 褶曲」の位置と大体一致する（第 9 図）。ただし測線 1 では褶曲の振幅は非常に小さくなっているため、この背斜は測線 1 付近より北方では消滅していくものと考えられる。測線 1 の CMP.2500-2550 付近の緩やかな背斜は位置的に平川・越後（2002）の「A 褶曲」に相当する可能性がある。

測線 2 では、第 7 図のように、丘陵西側に測線 1 と同様な撓曲構造が見られるが、丘陵-低地境界部以東の構造は表面波の影響で今のところあまり判然としない。しかし形態的には、約 6km 北方の加藤ほか（2002）・Kato et al.（2004）の馬追 2000 測線と瓜二つとも言えるほど良く似た構造を示している。ただし低地下の地層が、馬追 2000 測線では測線西端付近でほぼ水平となるのに対し、測線 2 では西側への緩傾斜が続くという点で異なっている。測線 2 の CMP.200 付近の地層傾斜が西へ向かってやや大きくなる付近が、平川・越後（2002）の「A 褶曲」の位置とはほぼ一致している。測線 2 の CMP.1000 付近に見られる撓曲は既存の活断層図には掲載されていないもので、既掲載の撓曲よりも 1km 以上も西に位置している。この撓曲は、詳細測線図（第 2 図）の測線 1 と 2 の中間にある種苗管理センター胆振農場付近の等高線が密になったあたり（ここは既掲載の撓曲に相当する）から、北北西へと続くやや間隔の広がった等高線群の延長上に位置している。したがって、地形的に見ると、既掲載の撓曲から測線 2 で新たに見出された撓曲へと続く分岐がこの周辺に存在する可能性があると考えられる。

背斜軸に関しては、浅海域周辺のもの例えば産業技術総合研究所（2007）にまとめられている。また海域においても石油開発公団（1973）の H72-J 測

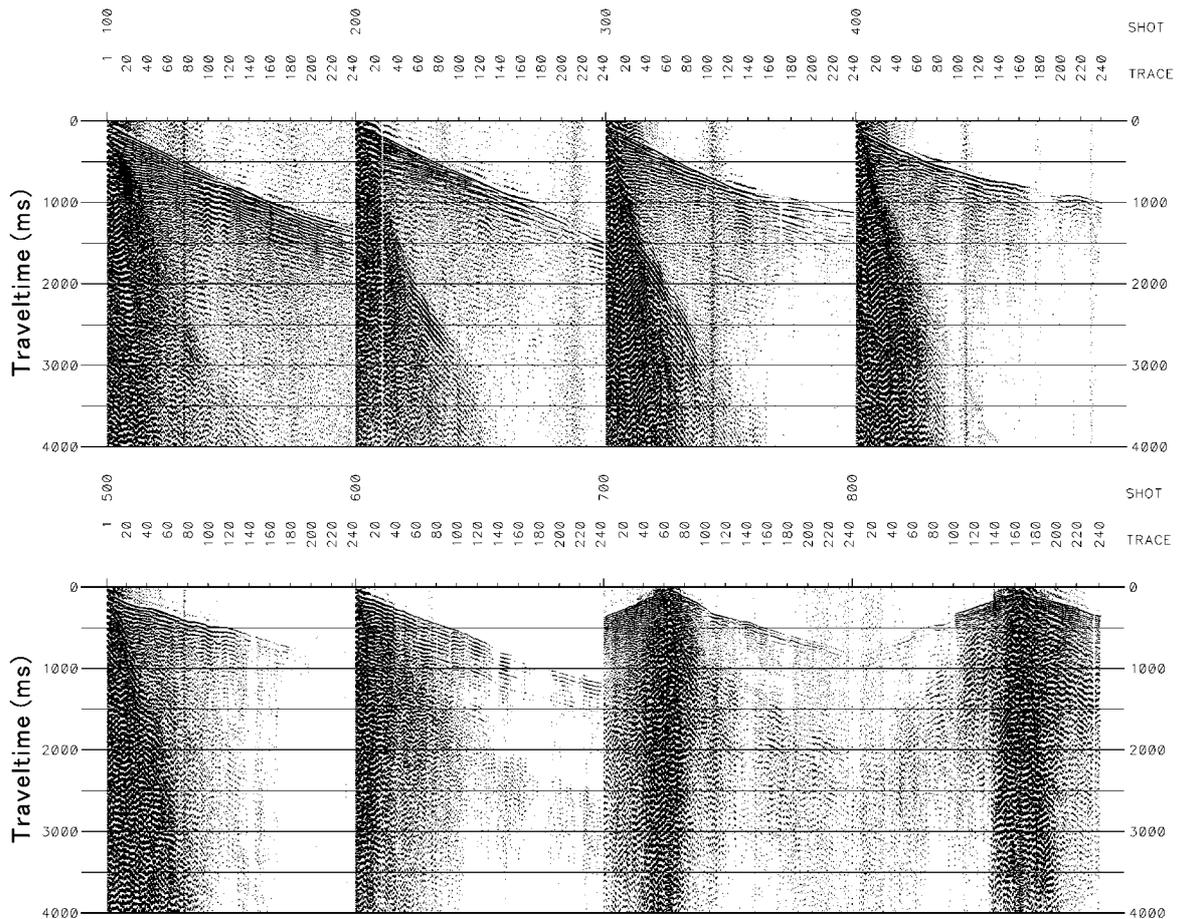


第 4 図 測線 1 のショット記録例。上段：測線北東部丘陵周辺のショット記録。中段：石狩低地東縁断層帯主部周辺のショット記録。下段：測線南西部低地周辺のショット記録。

Fig.4 Examples of shot gathers of survey Line-1. Top, middle and bottom are shot gathers in the hilly area of northeastern part, around the hill-lowland boundary, and in the lowland of southwestern part of the survey line, respectively.

線, H72-6 測線, H72-H 測線および石油公団 (1987) の D86-1 測線, D86-8 測線, D86-3 測線などで, 陸上・浅海域に見られた活背斜の延長と見られる構造が存在する。これらのいくつかの海域測線について本年度に再処理を実施している (山口ほか, 2011)。現在の予備的解釈では, 反射断面に見られるいくつかの背

斜軸がどのように連続するのか, あるいは雁行状に分布するのか, など必ずしも自明とは言えない。第 9 図には, 海底地形を考慮して, 産業技術総合研究所 (2007) や地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2010) の解釈に近い, あり得る一つの解釈を示している。これらの解釈では HN74-1 測線と勇払 1997



第5図 測線2のショット記録例.

Fig.5 Examples of shot gathers of survey Line-2.

測線に見られる顕著な背斜は孤立したものと見なしている。しかしHN74-1測線には、この背斜の東方にもう1つの顕著な背斜が存在しており、SI95-A測線、SI95-B測線の東側部分に見られる2つの顕著な背斜構造と互いに良く似た形状を示す。しかもそれらの位置は互いにかなり近いところにある。もしこの2つの背斜がそれぞれ連続するものとするれば、第10図のように、第9図と全く異なった背斜の連続性を考える必要が出てくる。これらのどちらがより真実に近いかを確定するためには、苫東周辺で新たに反射法地震探査を実施する必要がある。さらに海域測線の再処理結果を含めて考えると、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2010)の示した背斜軸の連続性に関する見解と必ずしも一致しない可能性もあり、詳細な解析・解釈をさらに進める必要がある。

今後は、本報告の反射法データに対しノイズ低減のための各種処理を適用し、詳細な反射断面を得たいと

考えている。また平成22年度実施の反射法地震探査・重力探査・既存データ再処理、さらに平成23年度に予定される各種調査・解析をあわせ、石狩低地東縁断層帯主部の構造や勇払沖も含めた同断層帯南部の構造を明らかにして行きたい。

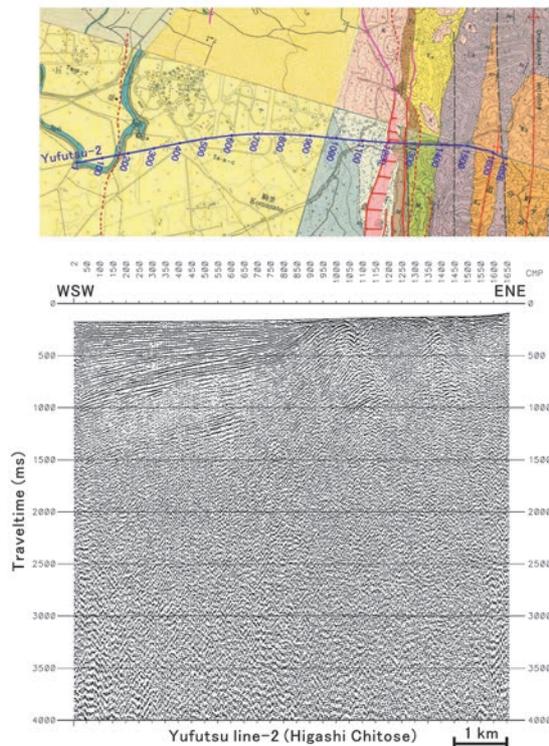
### 謝辞

本調査の実施にあたり、陸上自衛隊東千歳駐屯地、安平町役場、苫小牧市役所、北海道開発局苫小牧道路事務所の方々に多くのご協力をいただいた。また現地調査は、サンコーコンサルタント(株)に委託して実施した。本研究計画を進めるにあたり、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構には石油・天然ガス基礎調査関連の各種資料の貸与許可、およびそれらを利用した研究成果の公表許可を頂いた。上記関係機関の方々に心からの謝意を表します。



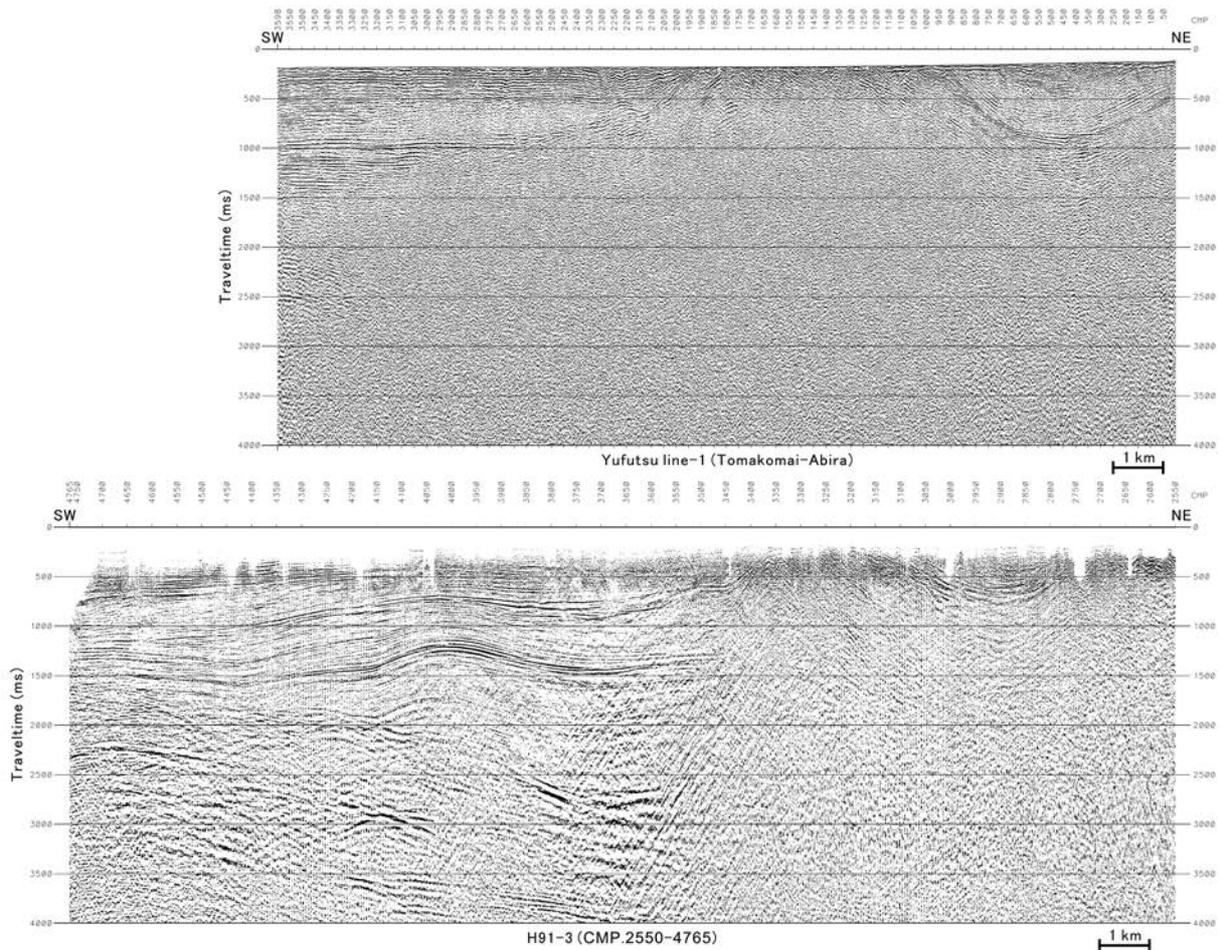
第 6 図 測線 1 の予備的重合断面。下段：測線 1 重合時間断面。左端の地層名は SI95-3 測線（石油公団，1996）の解釈を元に推定。縦横比はだいたい 2：1 に相当。上段：周辺地質および活断層。基図は 1/50,000 地質図幅「千歳」（曾屋・佐藤，1980），「早来」（松野・石田，1960）に，活断層分布は中田・今泉（2002）による。

Fig.6 Preliminary stacked time section of Line-1. Bottom: Stacked time section. Geologic strata at the left end are inferred from the interpretation of the SI95-3 (JNOC, 1996). Vertical exaggeration is about 2. Top: Geology and active faults around Line-1. Base map: 1/50,000 Geological Maps Chitose (Soya and Satou, 1980) and Hayakita (Matsuno and Ishida, 1960). Active faults: after Nakata and Imaizumi (2002).



第 7 図 測線 2 の予備的重合断面。下段：測線 2 重合時間断面。縦横比はだいたい 2：1 に相当。上段：周辺地質および活断層。基図は 1/50,000 地質図幅「千歳」（曾屋典・佐藤，1980），「早来」（松野・石田，1960），「恵庭」（長尾・小山内・石山，1959），「追分」（松野・秦，1960）に，活断層分布は中田・今泉（2002）による。

Fig.7 Preliminary stacked time section of Line-2. Bottom: Stacked time section. Vertical exaggeration is about 2. Base map: 1/50,000 Geological Maps Chitose (Soya and Satoh, 1980), Hayakita (Matsuno and Ishida, 1960), Eniwa (Nagao et al., 1959) and Oiwake (Matsuno and Hata, 1960). Active faults: after Nakata and Imaizumi (2002).



第 8 図 測線 1 と H91-3 測線（一部）の重合時間断面の比較.

Fig.8 Comparison between stacked time-sections of Line-1 and part of H91-3.

## 文献

浅野周三・嶋 悦三・松田時彦・吉井敏尅・斎藤正徳・岡田 広・小林啓美・瀬尾和夫・入倉孝次郎・鳥羽武文・朝倉夏夫・田村八洲夫・井川 猛・高橋明久・森谷武男・笹谷 努・松島 健・梅戸在明・岩田知孝(1989)地震動予測精密化のための地下深部構造の研究. 文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果, No.A-63-3, 163p.

土居繁雄(1959)苦小牧. 5万分の1地質図幅, 北海道開発庁.

平川一臣・越後智雄(2002)石狩低地南部・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(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, 157p.

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.

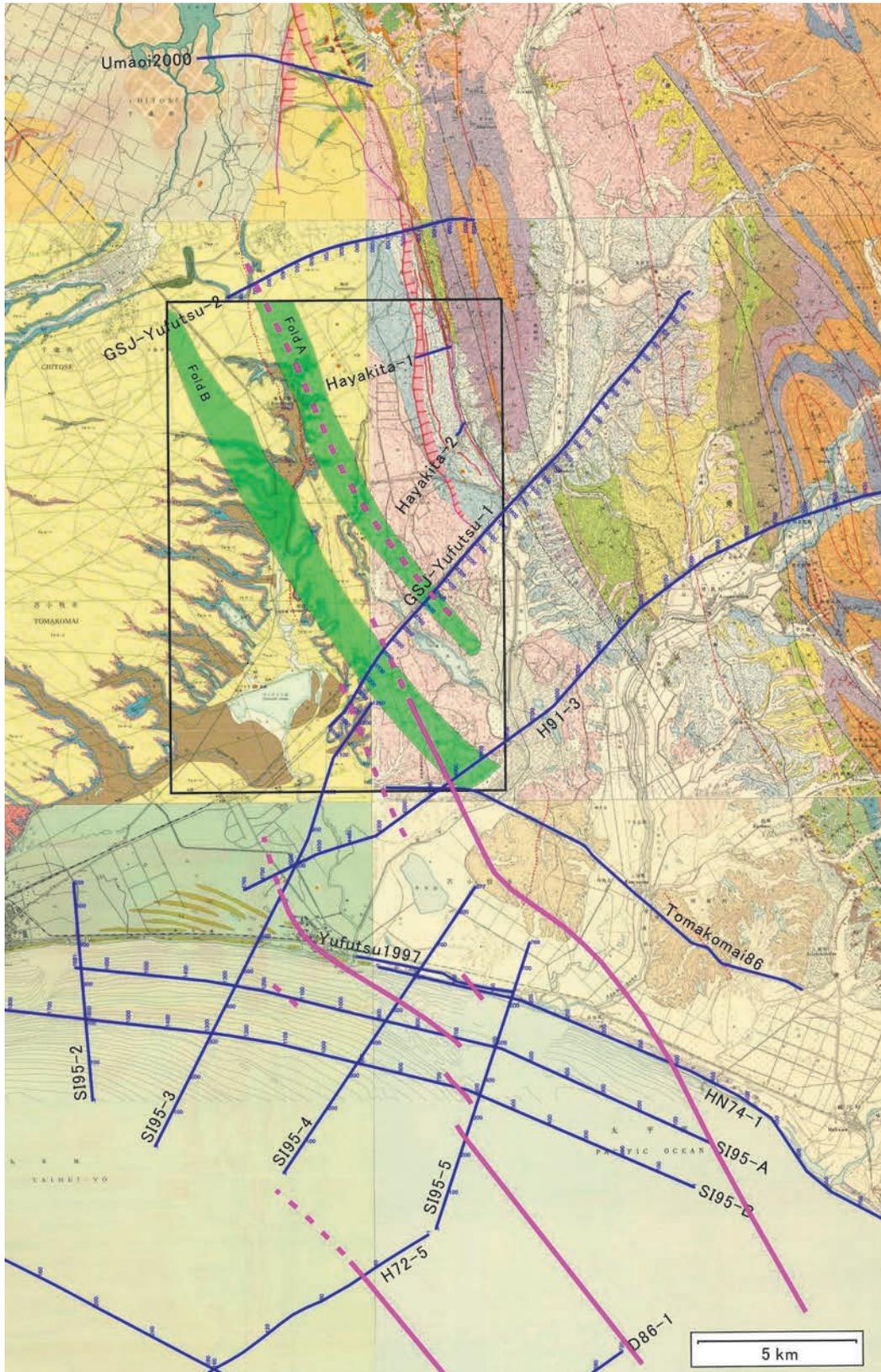
伊藤谷生・森谷武男・井川秀雅・井川 崇・在田一則・津村紀子・篠原雅尚・宮内崇裕・木村 学・奥池司郎・清水信之・井川 猛(1999)日高衝突帯におけるデラミネーションウェッジ構造. 月刊地球, 21, 130-136.

伊藤谷生(2000)日高衝突帯—前縁褶曲・衝上断層帯の地殻構造. 石油技術協会誌, 65, 103-109.

伊藤谷生・岩崎貴哉(2002)島弧衝突研究の新展開. 東京大学地震研究所彙報, 77, 87-96.

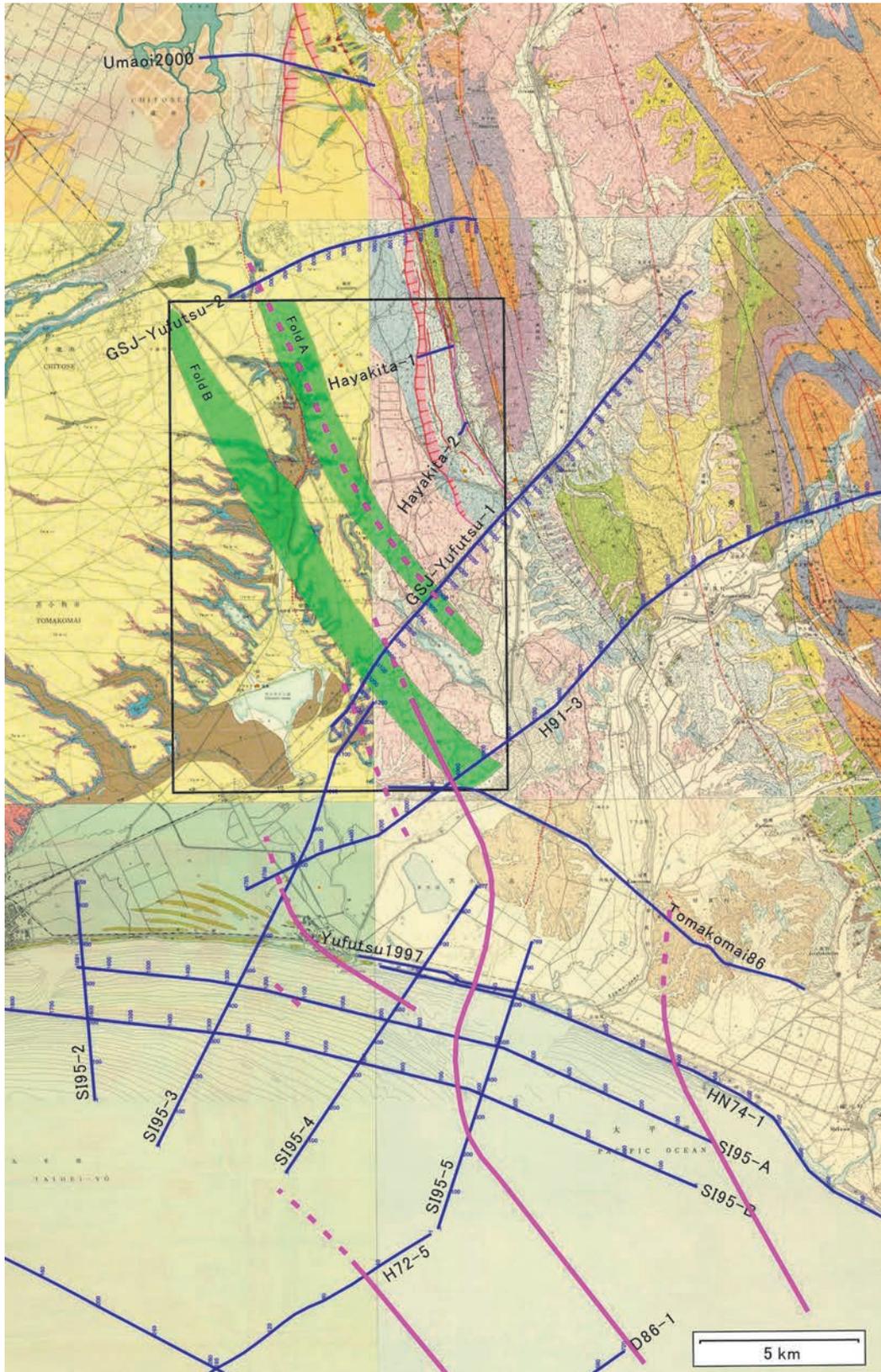
地震調査研究推進本部地震調査委員会(2003)「石狩低地東縁断層帯の評価」. 26p.

地震調査研究推進本部地震調査委員会(2010)「石狩低地東縁断層帯の評価(一部改訂)」. 34p.



第 9 図 褶曲構造の連続性に関する一つの解釈。マゼンタ色の実線、波線はそれぞれ褶曲の振幅の大きいもの、小さいものを示す。緑色領域は平川・越後(2002)の第 2 図の背斜部を、矩形は第 2 図の範囲を示す。基図は 1/50,000 地質図幅「苫小牧」(土居, 1959), 「鶴川」(山口, 1960), 「千歳」(曾屋典・佐藤, 1980), 「早来」(松野・石田, 1960), 「恵庭」(長尾・小山内・石山, 1959), 「追分」(松野・秦, 1960) に、活断層分布は中田・今泉(2002)による。

Fig.9 A possible view of continuities of fold axes. Magenta solid and broken lines indicate large and small amplitude of folds, respectively. The green areas correspond to anticlines of Fig.2 in Hirakawa and Echigo (2002), and the rectangle shows an extent of the figure. Base map: 1/50,000 Geological Maps Tomakomai (Doi, 1959), Mukawa (Yamaguchi, 1960), Chitose (Soya and Satoh, 1980), Hayakita (Matsuno and Ishida, 1960), Eniwa (Nagao et al., 1959) and Oiwake (Matsuno and Hata, 1960). Active faults: after Nakata and Imaizumi (2002).



第 10 図 褶曲構造の連続性に関するもう一つの解釈. 説明については第 9 図参照.

Fig.10 Another possible view of continuities of fold axes. As for explanations, see Fig.9.

- 加藤直子・佐藤比呂志・松多信尚・平川一臣・越谷信・宮内崇裕・戸田 茂・加藤 一・蔵下英司・越後智雄・三縄岳大・永井 悟・荻野スミ子・鏡 顕正・川中 卓・井川 猛 (2002) 日高衝上断層系前縁部・馬追丘陵西縁を横切る反射法地震探査. 東京大学地震研究所彙報, 77, 111-121.
- 活断層研究会編 (1991) 「新編日本の活断層一分布図と資料一」. 東京大学出版会, 437p, 4sheets.
- Kimura, G. (1996) Collision orogeny at arc-arc junctions in the Japanese Islands. *Island Arc*, 5, 262-275.
- 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.
- 松野久也・秦 光男 (1960) 追分. 5 万分の 1 地質図幅, 北海道開発庁.
- 松野久也・石田正夫 (1960) 早来. 5 万分の 1 地質図幅, 北海道開発庁.
- 長尾捨一・小山内熙・石山昭三 (1959) 恵庭. 5 万分の 1 地質図幅, 北海道開発庁.
- 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, 60p. 付図 1 葉.
- 日本 CCS 調査株式会社 (2009) 苫小牧沖 3 次元弾性波探査による CCS 可能性調査について. News Release, 平成 21 年 7 月 6 日.
- 日本 CCS 調査株式会社 (2010) 苫小牧地点での追加 3 次元弾性波探査の実施について. News Release, 平成 22 年 7 月 3 日.
- 岡田真介・住田達哉・牧野雅彦・山口和雄・横倉隆伸 (2011) 石狩低地東縁断層帯・馬追丘陵を横切る重力探査. 平成 22 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 地質調査総合センター速報(本研究報告).
- 佐藤比呂志・平川一臣・池田安隆・折戸雅幸・井川猛 (1998) 苫小牧市勇払の伏在活断層. 平成 10 年度石油技術協会春季講演会個人講演要旨, 石油技術協会誌, 63, 323-324.
- 産業技術総合研究所 (2007) 石狩低地東縁断層帯の活動性および活動履歴調査「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, 35p.
- 石油開発公団 (1973) 昭和 47 年度大陸棚石油・天然ガス基礎調査基礎物理探査「日高一渡島」調査報告書. 18p.
- 石油開発公団 (1975) 昭和 49 年度石油・天然ガス基礎調査基礎物理探査「日高南部」調査報告書. 19p.
- 石油公団 (1987) 昭和 61 年度国内石油・天然ガス基礎調査海上基礎物理探査「道南～下北沖」調査報告書. 36p.
- 石油公団 (1993) 平成 3 年度国内石油・天然ガス基礎調査陸上基礎物理探査「日高地域」調査報告書. 25p.
- 石油公団 (1996) 平成 7 年度国内石油・天然ガス基礎調査海上基礎物理探査「胆振沖浅海域」調査報告書. 35p.
- 曾屋龍典・佐藤博之 (1980) 千歳地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所.
- 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.
- 山口和雄・横倉隆伸・岡田真介 (2011) 苫小牧周辺の反射法地震探査データ再処理. 平成 22 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 地質調査総合センター速報 (本研究報告).
- 山口昇一 (1960) 鶴川地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所.