

## 石狩低地東縁断層帯南部における反射法地震探査

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

横倉隆伸<sup>1\*</sup>・山口和雄<sup>1</sup>・岡田真介<sup>1,2</sup>

Takanobu Yokokura<sup>1\*</sup>, Kazuo Yamaguchi<sup>1</sup> and Shinsuke Okada<sup>1,2</sup>

**Abstract:** We are now carrying out geophysical surveys to reveal the subsurface structure of the Eastern Boundary Fault Zone of the Ishikari Lowland, Hokkaido, Japan. In the FY2011, we carried out one line of seismic reflection survey and re-processing of old seismic reflection data. The survey called Yufutsu survey line 3 (Yufutsu-3) has a length of 19.7 km and ranges from the Tomakomai West Port, via the Abira river mouth and the Tomakomai East Port, to Mukawa town. The source, receiver, and recording system used in this survey were a mini-vibrator T-15000 (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 2.5 m and 5 m in the western part of the line, respectively, and 10 m and 10 m in the eastern part. Sampling rate was 1 ms. 192-ch geophone arrays were used for each recording. The re-processed old data called the Hidaka-Nanbu survey line 1-1 (HN74-1-1) has a length of about 45 km and ranges from the Abira river mouth in Tomakomai city, via Atsuma and Mukawa towns, to Atsuga in Monbetsu town. The source, receiver, and recording system used in this seismic survey were dynamite of 15-20 kg, SGC-110, and the DFS-10000 (Texas Instruments), respectively. Source and receiver intervals were 100 m and 50 m, respectively, and sampling rate was 2 ms. 24-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 2 s in the Yufutsu-3 line and down to 5 s in the HN74-1-1 line, and have good correlation with the surrounding geology. There are three anticlines in the Yufutsu-3 line. The eastern two anticlines are also seen in the corresponding locations of the HN74-1-1 line. These anticlines may be formed by a concealed east-dipping low-angle thrust fault, of which front may reach at least to CMP.200 in the Yufutsu-3 line. The Quaternary sediments which cover the western two anticlines show westward increase of layer thickness and gentle deformation concordant with the anticlines, indicating that the low-angle thrust fault may be still active.

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

**キーワード:** 反射法地震探査, 石狩低地東縁断層帯, 苫小牧市, むかわ町, 地下構造, 逆断層, 褶曲, 背斜, 向斜

#### 1. はじめに

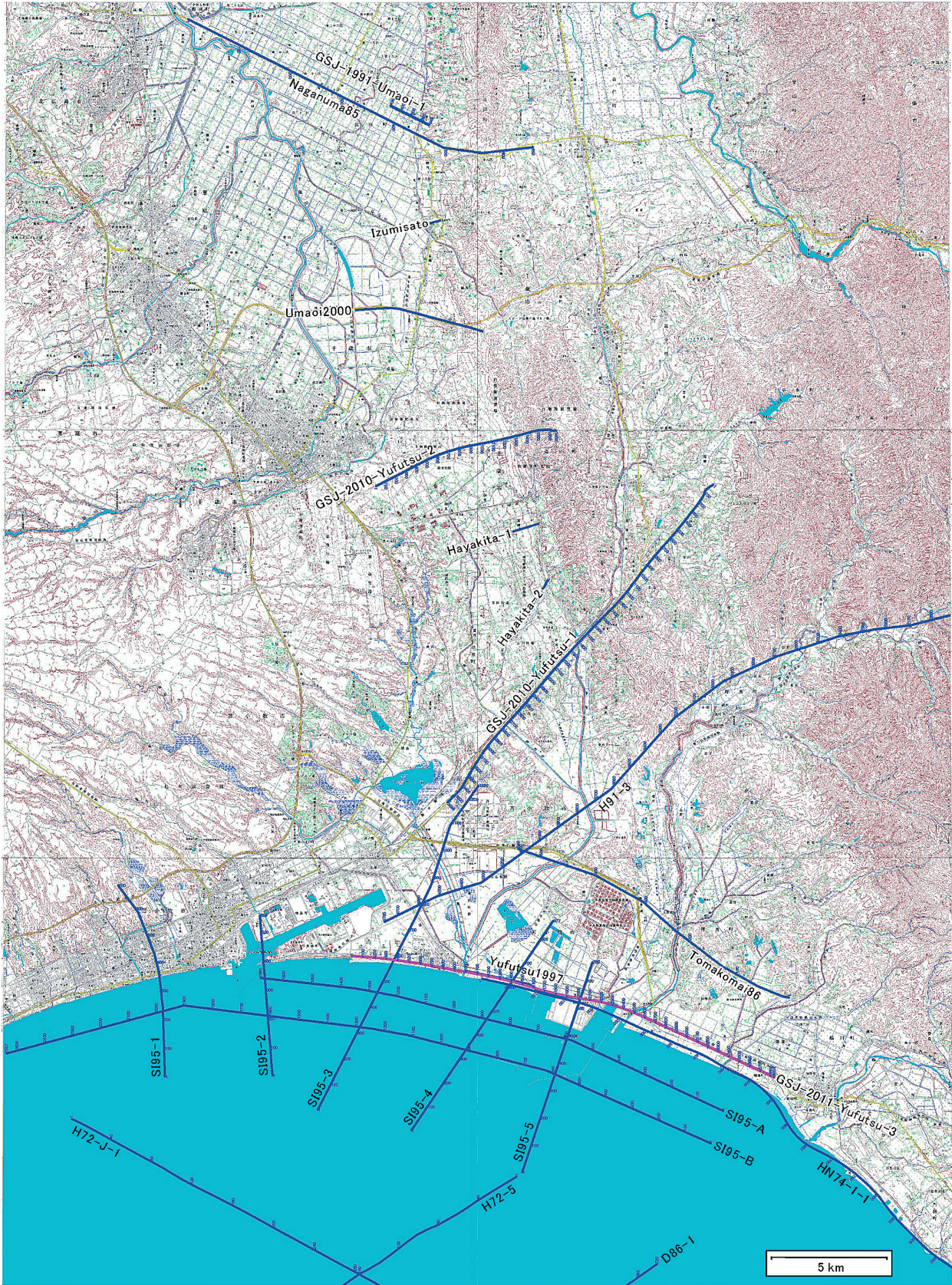
我々は、石狩低地東縁断層帯の地下構造を明らかにするために、平成 22 年度より、石狩低地東縁断層帯主部および南部周辺において新たな反射法地震探査・重力探査ならびに既存反射法地震探査データの再処理を実施している。平成 22 年度には、安平町早来緑ヶ丘付近から苫小牧市柏原付近に到る 19.2km の勇払測

線 1 (苫小牧-安平測線)、千歳市柏台南付近から陸上自衛隊東千歳駐屯地内を通り、馬追丘陵中心部付近に到る 8.8km の勇払測線 2 (東千歳駐屯地測線) において反射法地震探査(横倉ほか, 2011)を、その周辺において重力探査(岡田ほか, 2011)をそれぞれ実施した。また再処理では、石油開発公団(1973)による基礎物理探査「日高一渡島」の H72-5 測線、H72-J 測線などの 7 測線、および石油公団(1987)

\* 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)

<sup>2</sup> 現在: 東北大学災害科学国際研究所 (International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University)



第 1 図 馬追丘陵周辺の反射法地震探査測線。マゼンタ色の測線が GSJ 勇払測線 3。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」。

Fig.1 Seismic reflection survey lines around the Umaoi hills. Magenta line: GSJ Yufutsu survey line-3. Base map: Tomakomai, Mukawa, Chitose, Hayakita, Eniwa and Oiwake, Digital Map 50,000 (Map Image), Geographical Survey Institute.

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6測線の通常再処理を実施し、さらに石油公団(1993)による基礎物理探査「日高地域」H91-3測線の高精度イメージング処理を実施した(山口ほか, 2011)。

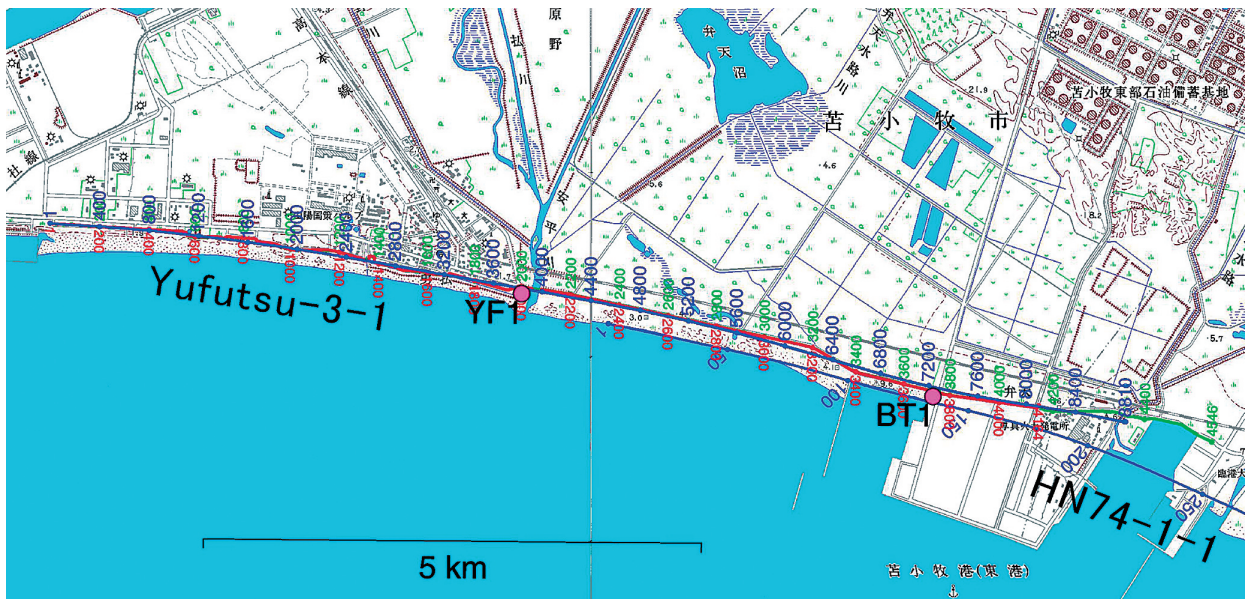
平成23年度は、苫小牧周辺の海岸沿いで2本の浅部ボーリングが実施されるのに合わせ、両者を通る海岸沿いの約19.7kmの勇払測線3(苫小牧一むかわ測線)を設定した。また本測線と平行する、石油開発公団(1975)による基礎物理探査「日高南部」のうち測線1-1(以下HN74-1-1測線と称する)の再処理を実施した。HN74-1-1測線の既存処理結果のデジタルデータが存在していないため、発震データに戻って再処理を行った。本報告は、勇払測線3とHN74-1-1測線の概要および予備的処理結果に関する速報である。本年度にはこのほか、「沿岸域の地質・活断層調査」プロジェクトに関連した共同研究において、浅野ほか(1989)の苫小牧86測線の再処理を行い、高精度イメージング処理の適用を試みた。これについては山口ほか(2012, 本報告書)に報告されている。これらの測線を含む、石狩低地東縁断層帯およびその周辺で実施された既往反射法地震探査については横倉ほか(2011)にまとめられている。またそれら測線の位置関係を第1図に示す。

## 2. 測線位置の概要

### 2.1 GSJ 勇払測線 3

本年度実施した反射法地震探査測線、勇払測線3(苫小牧一むかわ測線)は、苫小牧西港の北海道電力苫小牧発電所東方から、海岸沿いに、苫小牧東港の北海道電力苫東厚真発電所周辺を通り、むかわ町田浦一区に到る約19.7kmの測線である。測線の始点から勇払橋に至るまでの区間では、道道781号線(臨海南通)と平行な海側の市道を、また勇払橋から厚真発電所に至る区間は道道781号線を利用した。厚真発電所正門からは発電所敷地内を通り、発電所東側の旧道((株)苫東管理地)を利用した。更に東方へは、市道を利用して臨港大橋・浜厚真駅前を経て、国道235号線沿いにむかわ町田浦一区へと到っている。本測線は、浅野ほか(1989)の苫小牧86測線、石油開発公団(1975)のHN74-1-1測線、石油公団(1996)のSI95-A測線、SI95-B測線の各測線にほぼ平行し、測線の一部として佐藤ほか(1998)・Kato et al.(2004)の勇払1997測線を含んでいる。また石油公団(1996)のSI95-3測線、SI95-4測線、SI95-5測線とほぼ直交している。探査は西側から東側へ向かって実施した。エンドオン発震でロールアロングすることを基本とし、測線東端では固定展開とした。

本測線の西半部で、本プロジェクトの一環として2



第2図 勇払測線3-1の詳細測線図 緑:受振点, 赤:発震点, 青:CMP重合測線. マゼンタ色の丸印BT1, YF1は小松原・小松原(2012)の浅部ボーリング位置を示す。HN74-1-1測線も併せ示す。基図: 国土地理院数値地図50,000「苫小牧」, 「鶴川」。

Fig.2 Detailed survey map of the GSI Yufutsu survey line-3-1. Green: receiving points. Red: vibrating points. Blue: CMP stacking line. Magenta circles: shallow boring sites by Komatsubara and Komatsubara(2012). HN74-1-1 survey line is also plotted. Base map: Chitose, Tomakomai and Mukawa, Digital Map 50,000 (Map Image), Geographical Survey Institute.



第 3 図 勇払測線 3 および HN74-1-1 西半部の詳細測線図 緑：受振点. 赤：発震点. 青：CMP 重合測線. マゼンタ色の丸印 BT1, YF1 は小松原・小松原（2012）の浅部ボーリング位置を示す. 平成 24 年度実施の測線 4, 5 の受振測線（マゼンタ色の線）も併せ示す. 基図：国土地理院数値地図 50,000 「苫小牧」, 「鶴川」, 「千歳」, 「早来」.

Fig.3 Detailed survey map of the GSJ Yufutsu-3 and the western part of the HN74-1-1. Green: receiving points. Red: vibrating points. Blue: CMP stacking line. Magenta circles: shallow boring sites by Komatsubara and Komatsubara(2012). The survey lines conducted in FY2012 are also plotted by magenta lines. Base map: Tomakomai, Mukawa, Chitose and Hayakita, Digital Map 50,000 (Map Image), Geographical Survey Institute.

本の浅部ボーリングが実施されており（小松原・小松原, 2012, 本報告書）, それとの対比の可能性を探るため, 変則的ではあるが, 測線西半部では稠密発震・受振とし, 東半部では H22 年度測線とほぼ同等の探查仕様とした. また本測線の処理にあたっては, 稠密発震・受振部分のみを細かい CMP 間隔とした処理と, 測線全体を粗い CMP 間隔とした処理の 2 種類を実施することとした. 便宜上, 前者を勇払測線 3-1 と, 後者を勇払測線 3 と称することにする. 測線 3-1 および測線 3 の詳細測線図をそれぞれ第 2 図, 第 3 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. HN74-1-1 測線の一部もそれぞれ図示している. 第 3 図には平成 24 年 5 月に実施した勇払測線 4, 5（未処理）の受振測線を参考のためマゼンタ色の線で示している.

## 2.2 日高南部測線

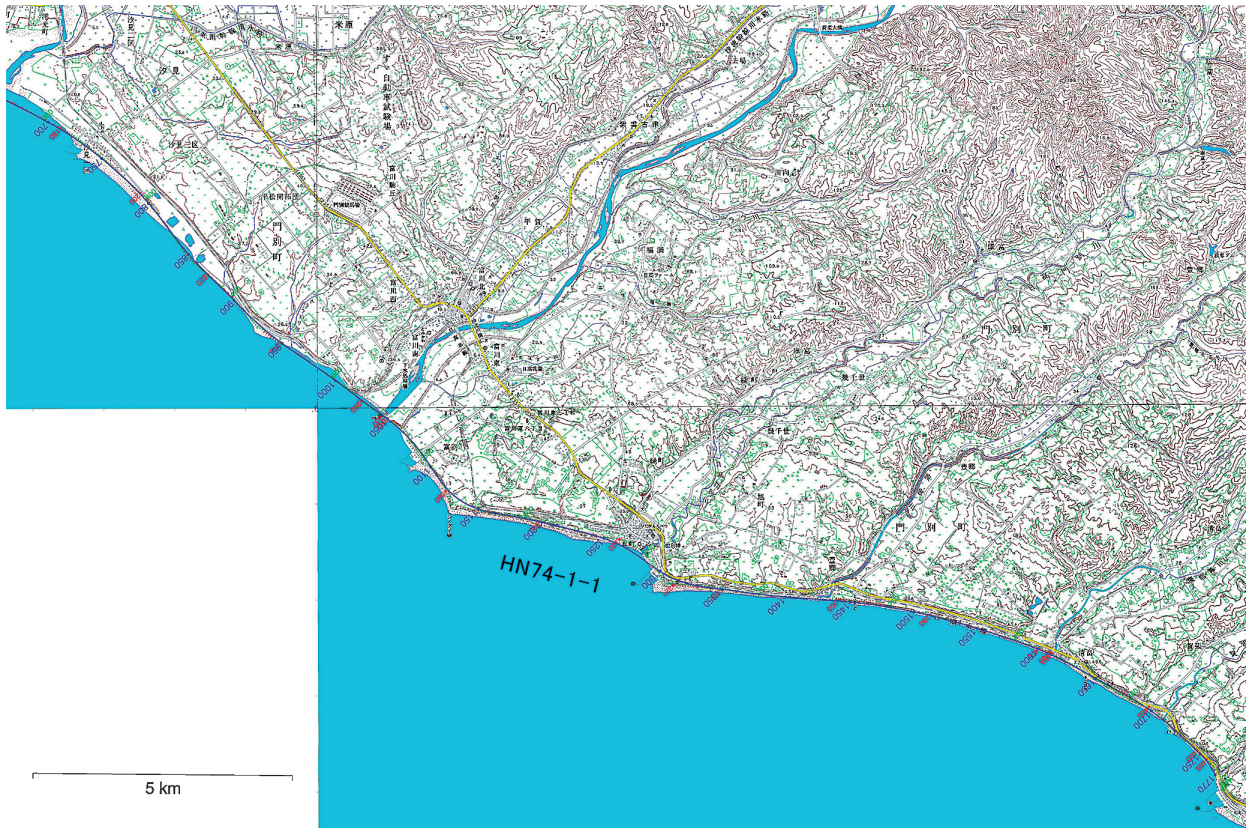
石油開発公団（1975）による基礎物理探査「日高南部」の HN74-1 測線は, 苫小牧市勇払の安平川

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約 55km の測線である. 本測線は測線の大部分を占める西側の HN74-1-1（約 45km）と東側の HN74-1-2（約 10km）に分かれているが, 本報告では HN74-1-1 のみを再処理した. 本測線の南東端は門別町厚賀付近となっている. HN74-1-1 測線の西部, 東部をそれぞれ第 3 図と第 4 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. 図から分かるように, おそらく海岸侵食によると思われるが, 測線の一部に現在海となっているところが存在する.

## 3. 探查の概要

### 3.1 探查仕様

勇払測線 3 では, 震源として IVI 社製 T-15000 ミニバイブレータ 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, 西半部（測点番号 1 ~ 2082）で



第4図 HN74-1-1 東半部の詳細測線図 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「鶴川」,「富川」,「門別」.

Fig.4 Detailed survey map of the eastern part of the HN74-1-1. Green: receiving points. Red: vibrating points. Blue: CMP stacking line. Base map: Mukawa, Tomikawa and Monbetsu, Digital Map 50,000 (Map Image), Geographical Survey Institute.

はそれぞれ 2.5m, 5m とし, 東半部 (測点番号 2083 ~ 3012) では発震点間隔および受振点間隔ともに 10m とした. 発震周波数は西半部ではボーリング調査との対比を考慮し 10-200Hz, 東半部ではより深部のイメージを得るため 10-120Hz または 10-80Hz とした. 各発震あたり 192 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 1ms とした. スweep 長は 15s であり, リスニング長 1s とあわせ, コリレーション前の記録長は 16s である. 最終的にエクステンディッド・コリレーションを行い, 3s 記録とした. 使用した震源, 受振器, データ記録ユニットを第 5 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 16s 生記録をそのままハードディスクに記録した. 探査仕様の詳細を第 1 表に示す. なお, 現場測定作業は, 機材の設置・撤収を含め, 平成 23 年 10 月 30 日 ~ 11 月 25 日の計 27 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 3 日 ~ 24 日の 22 日間であった.

石油開発公団 (1975) の HN74-1-1 測線では, 震源としてダイナマイト 15 ~ 20kg が使用され, 受振器には SGC-110 が使用されている. 発震点間隔は標準 100m, 受振点間隔は 50m である. また各発震あたり 24 チャンネルでデータ収録されている. レコーディングシステムはテキサス・インスツルメント社製の DFS-10000 であり, サンプリング間隔は 2ms, 記録長は 5s である. 探査仕様を第 2 表に示す.

### 3.2 データの質

勇払測線 3 では, データは, 測線の始点から勇払橋に至る区間では概ね低ノイズ環境で取得することができたが, 測点 200 ~ 270 区間の廃棄物処理場付近では, 作業用重機によるノイズが混入している. また, 勇払橋付近から厚真発電所付近 (測点 1000 付近 ~ 2080 付近) に至る市道区間では, 大型トレーラーによる交通ノイズが混入している. さらに, 発電所 (測点 2080 ~ 2170 区間) 周辺では発電所からの連続的なきわめて大きいノイズが, またコンテナ埠頭 (測点 1840) およびフェリー埠頭 (測点 2250) 周辺では船舶によるノイズが, それぞれ混入している. 厚



第 5 図 使用機材。(a) ミニバイブレータ (T-15000), (b) 振動部のクローズアップ, (c) 受振器 (SG-10), (d) 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.5 Field equipments. (a) Mini-vibrator (T-15000), (b) Close-up of vibrating apparatus, (c) Geophones (SG-10), (d) DSS-12 remote acquisition unit (Orange box) and battery pack (Yellow box) .

第 1 表 GSJ 勇払測線の探査諸元

Table.1 Field parameters of GSJ Yufutsu seismic reflection surveys.

測線名	苫小牧-安平測線	東千歳駐屯地測線	苫小牧-むかわ測線	
測線番号	測線 1	測線 2	測線 3-1	測線 3
測線長	19.2 km	8.8 km	11.3 km	19.7 km
探査方向	NE→SW	WSW→ENE	W→E	
震源	Y-2400 (IVI 社)		T-15000 (IVI 社)	
台数	1 台		1 台	
発震点間隔	10 m		2.5 m	5 m (西半部), 10 m (東半部)
スイープ周波数	10~100 Hz		10~200 Hz	10~200 Hz (西半部) 10~120 Hz, 10~80 Hz (東半部)
スイープ長	16 s		15 s	
垂直重合数	4 (標準)		2 (標準)	4 (西半部標準), 6 (東半部標準)
総発震点数	1,861	869	4,958	3,012
受振器	SG-10 (Sercel 社)		SG-10 (Sercel 社)	
固有周波数	10 Hz		10 Hz	
アレイ	6 個バンチング		6 個バンチング	
受振点間隔	10 m		5 m	5 m (西半部), 10 m (東半部)
展開	エンドオン (測線終端部は固定展開)		エンドオン	エンドオン (測線東端部は固定展開)
総受振点数	1,920	876	2,273	3,012
中央記録ユニット	Latitude E5500 (Dell 社)		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)		DSS-12 (サンコーコンサルタント社)	
チャンネル数	240 ch		192 ch	
サンプリング間隔	2 ms		1 ms	
記録長	20 s (コリレーション前) 4 s (コリレーション後)		16 s (コリレーション前) 3 s (エクステンディッド・コリレーション後)	
CMP 重合数	120 (標準)		96 (標準)	192 (西半部標準), 96 (東半部標準)
CMP 間隔	5 m		1.25 m	5 m
CMP 数	3,599	1,656	8,810	3,834
CMP 重合測線長	17,990 m	8,275 m	11,011.25 m	19,165 m

第2表 HN74-1-1 測線の探査諸元  
Table.2 Field parameters of HN74-1-1 seismic reflection survey.

調査名	石油開発公団 基礎物理探査「日高南部」
測線名	測線 1-1 (HN74-1-1 と表記する)
測線長	約 45 km
探査方向	NW→SE
震源	ダイナマイト
薬量	4kg/孔×5 孔および 3kg/孔×5 孔 (標準) 3kg/孔×1 孔 (表層補正用)
発震深度	8~23 m
発震点間隔	100 m (標準)
垂直重合数	1
総発震点数	444 点 + 58 点 (表層補正用)
発震展開	エンドオン発震が基本 (オフセットの異なる様々な発震パターンを使用)
受振器	SGC-110
受振点間隔	50 m
総受振点数	901 点
記録ユニット	DFS-10000 (Texas Instruments 社)
チャンネル数	24 ch
サンプリング間隔	2 ms
記録長	5 s
CMP 重合数	6 (標準)
CMP 間隔	25 m
CMP 数	1770
CMP 重合測線長	44,225 m

真発震所から国道 235 号線に至る区間は、交通量は比較的少なく低ノイズ環境であったが、データの S/N は始点側の勇払市街地に比べ低い。国道 235 号線沿いは、測線終点まで大型ダンプカーの通行量が多く、多くの交通ノイズが混入している。また震源の効きが他と比べて悪かった。この様にノイズの多い測定環境であったため、可能な限り垂直重合数を増やし、良好な記録の取得に努めたが、震源出力の違いもあり、昨年度探査データに比べて全般的に S/N はかなり悪いデータとなっている。

また HN74-1-1 測線では、ダイナマイトを 15 ~ 20kg 使用していること、ほとんどが海岸沿いであり人工的なノイズ源が少ないこと、などによりきわめて良好な記録が得られている。

#### 4. 予備的データ処理

##### 4.1 発震記録例

勇払測線 3 に関しては、現場の生記録にパイプロサイズ・コリレーション (今回はエクステンディッド・コリレーション) を施し、1 発震点における複数の発震記録をダイバーシティー・スタックすることにより、その発震点の発震記録とした。コリレーション後の記録長は 3s である。測線上の約 1km おきの発震記録例を第 6 図に示す。上述したように、厚真発震所周辺からのノイズ、および国道 235 号線の交通ノイズ

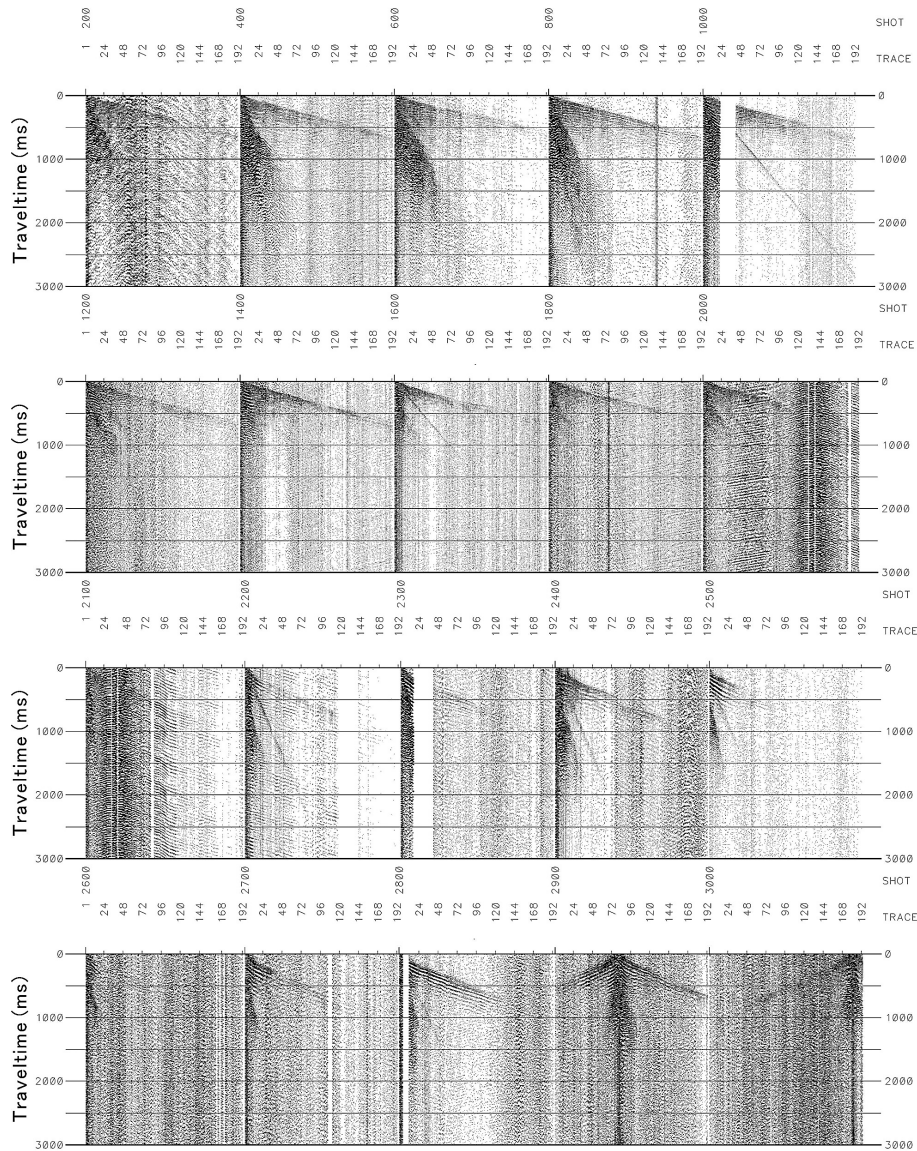
がかなり高いことが良く分かる。また測線西部の方が表面波の振幅が大きいという特徴がある。

HN74-1-1 測線に関しては、約 1km おきの発震記録のうち苫小牧よりの 20 発震分を第 7 図に示す。チャンネル数が 24 と現在から考えれば非常に少ない事が残念であるが、ノイズの少ないきわめて良好な記録となっていることが分かる。

##### 4.2 勇払測線 3 のデータ処理

稠密測線 3-1 においては 2.5m 間隔の発震記録をそのまま用いて CMP 間隔 1.25m の CMP ギャザーを作成した。測線 3 においては西半部の 2.5m 間隔の発震記録を垂直重合して 5m 間隔の発震記録を作成し、西半部 5m 間隔、東半部 10m 間隔の発震記録を元に CMP 間隔 5m の CMP ギャザーを作成した。この結果、測線 3-1 の標準 CMP 重合数は 96 であり、測線 3 の西半部、東半部の標準 CMP 重合数はそれぞれ 192 重合、96 重合である。また最大オフセットについても西半部で約 1km、東半部で約 2km という違いがある。

現在、測線 3 について、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り、表面波や厚真発震所に起因する大振幅のコヒーレント・ノイズの除去方法について検討している段階である。まだ十分なノイズ抑制ができていないため、処理に関して改善の余地が残されている。現時点での重合後時間断面を第 8 図に示



第 6 図 勇払測線 3 の発震記録例.  
Fig.6 Examples of shot gathers of the Yufutsu-3.

す。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海拔 0m 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。測線 3-1 については本報告では割愛する。

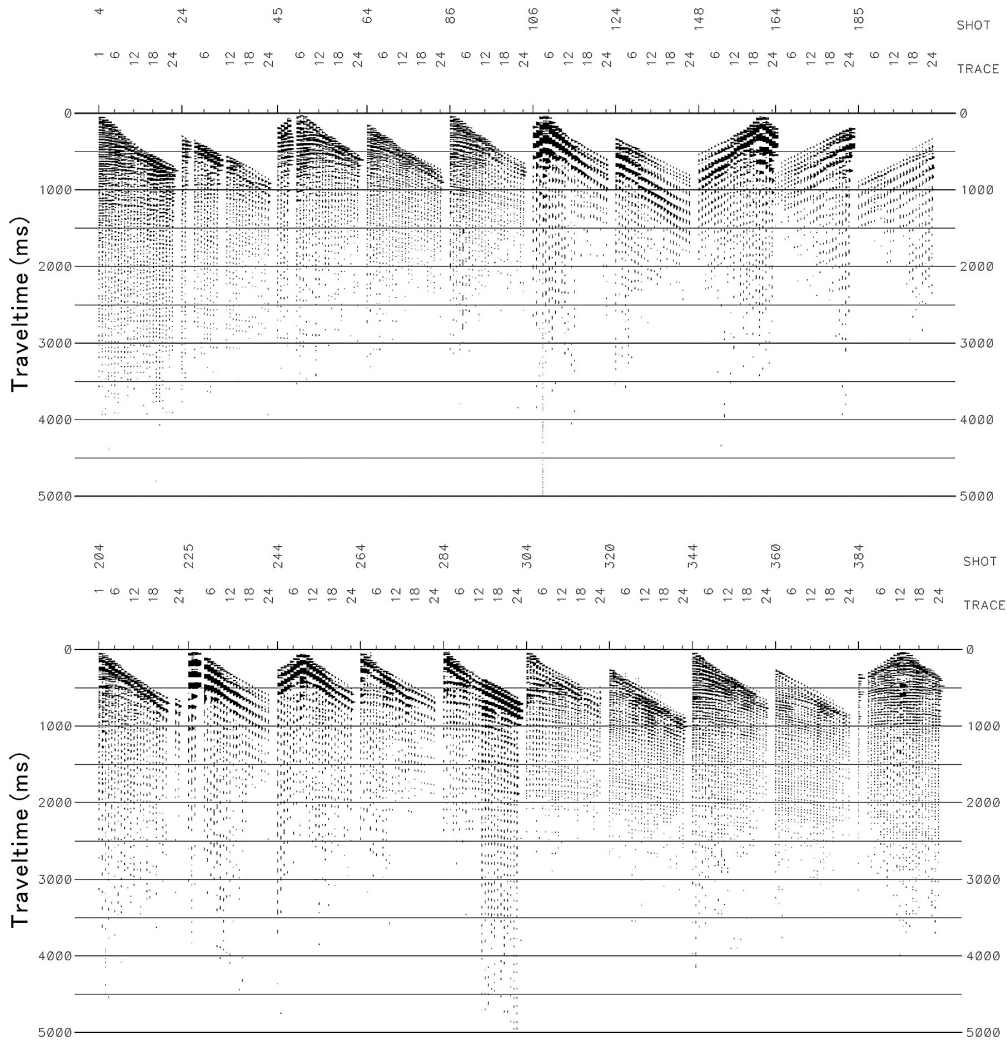
#### 4.3 日高南部測線 HN74-1-1 のデータ処理

本測線では約 45km の測線長にわたって合計 444

の発震記録が残されている。表面波を避けるためか、オフセットを大きく取っている記録が多くなっている。そのため既存処理では 200ms 以内はほとんど情報を含んでいない。本調査では表層補正用のデータを得るため、計 58 地点でダイナマイト薬量 3kg の発震記録が取られている。これらには浅部の情報が含まれているはずである。そこで今回は少しでも浅部の情報を増やすため、この表層補正用の発震記録も加味して、計 502 発震記録として処理を試みた。これらから CMP 間隔 25m の CMP ギャザーを作成した。標準 CMP 重合数は 6 程度である。

データ処理は勇払測線 3 とほぼ同様の段階にあり、ノイズ抑制に関して改善の余地は残されているが、もともとの記録が良好であるため、データ記録長 5s の





第7図 HN74-1-1 測線の発震記録例。  
Fig.7 Examples of shot gathers of the HN74-1-1.

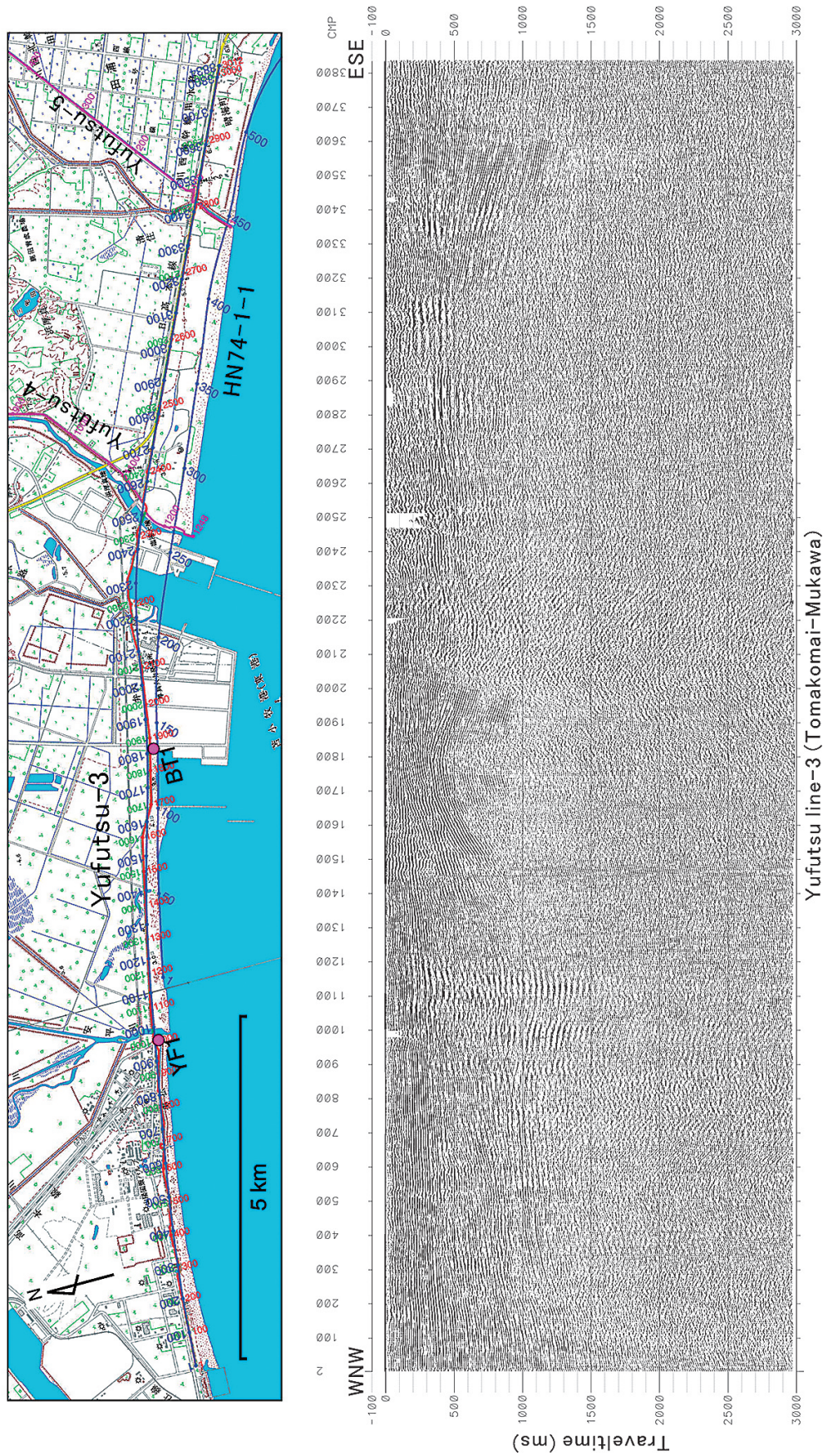
全体にわたって反射イベントを認めることができる。現時点での重合後時間断面を第9図に示す。

### 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。石油公団（1996）によるSI95-3, 4, 5 測線の解釈結果を基に、勇払測線3とHN74-1-1 測線の西側一部分に想定される地層境界を書き入れたものを第10図に示す。勇払測線3では、測線中央のCMP.1750-1800付近に軸を持つ顕著な背斜構造、断面東部のCMP.2900付近に軸を持つやや幅広な背斜構造が存在する。HN74-1-1 測線でも、CMP.130付

近とCMP.380付近に勇払測線3の2つの背斜にそれぞれ対応する背斜が存在している。勇払測線3西部のCMP.700付近の往復走時約1sのあたりにもやや幅広な背斜が存在する。これは後述するように、CMP.450付近とCMP.850付近に軸を持つ二つの近接した背斜と見ることも可能である。

また図から分かるように、滝の上層上部あるいは上面付近に低角の逆断層が想定される。図中の低角逆断層は石油公団（1996）の解釈から出てくるものであり、まだ断面をバランスしたものではない。産業技術総合研究所（2007）には、SI95-A 測線のバランス断面が示されているが、石油公団（1996）の解釈とは地層境界が若干異なっている。特に大きく異なっているのは、川端層の下面の位置である。石油公団（1996）

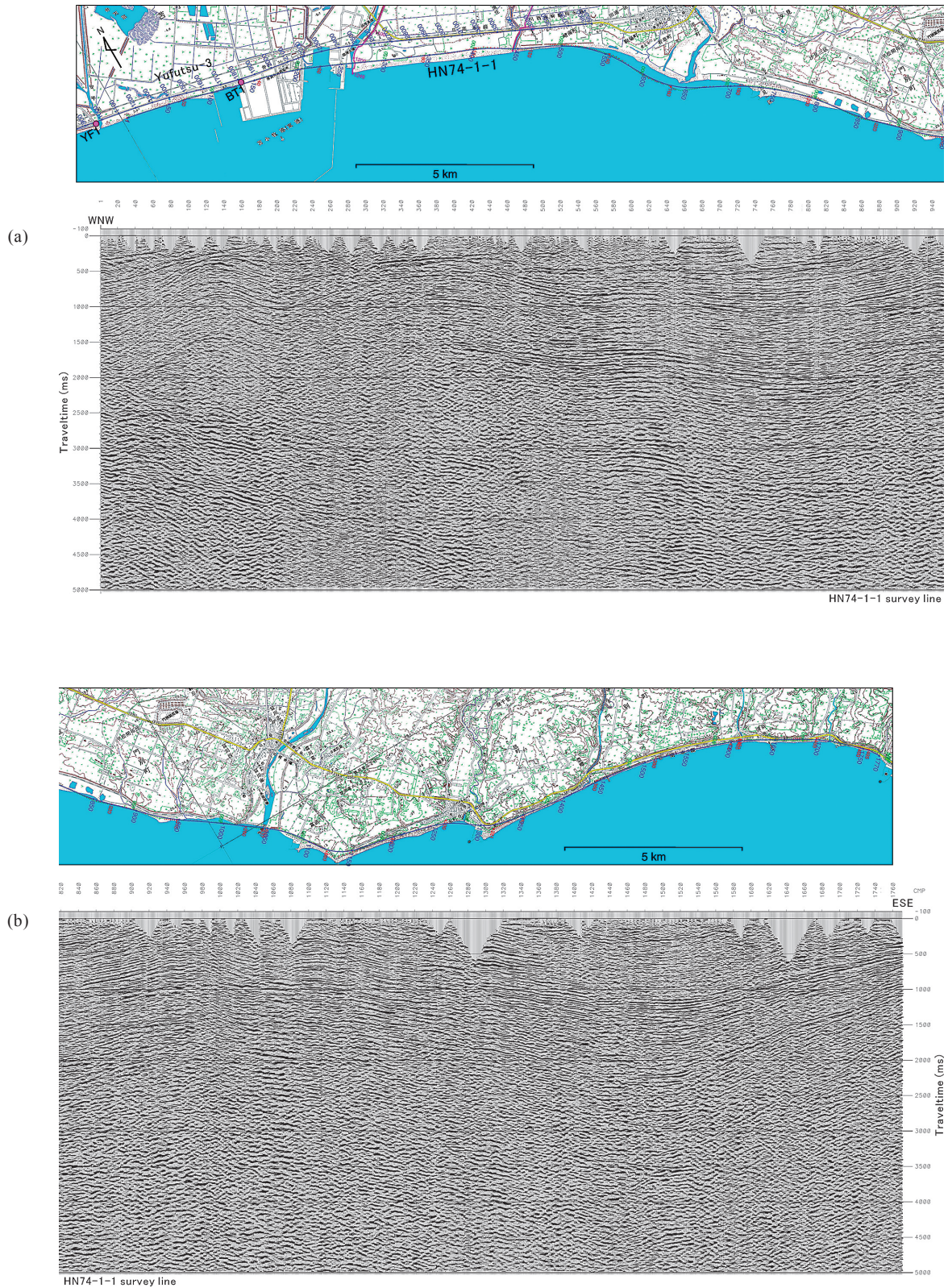


第 8 図 勇払測線 3 の予備的重合断面。

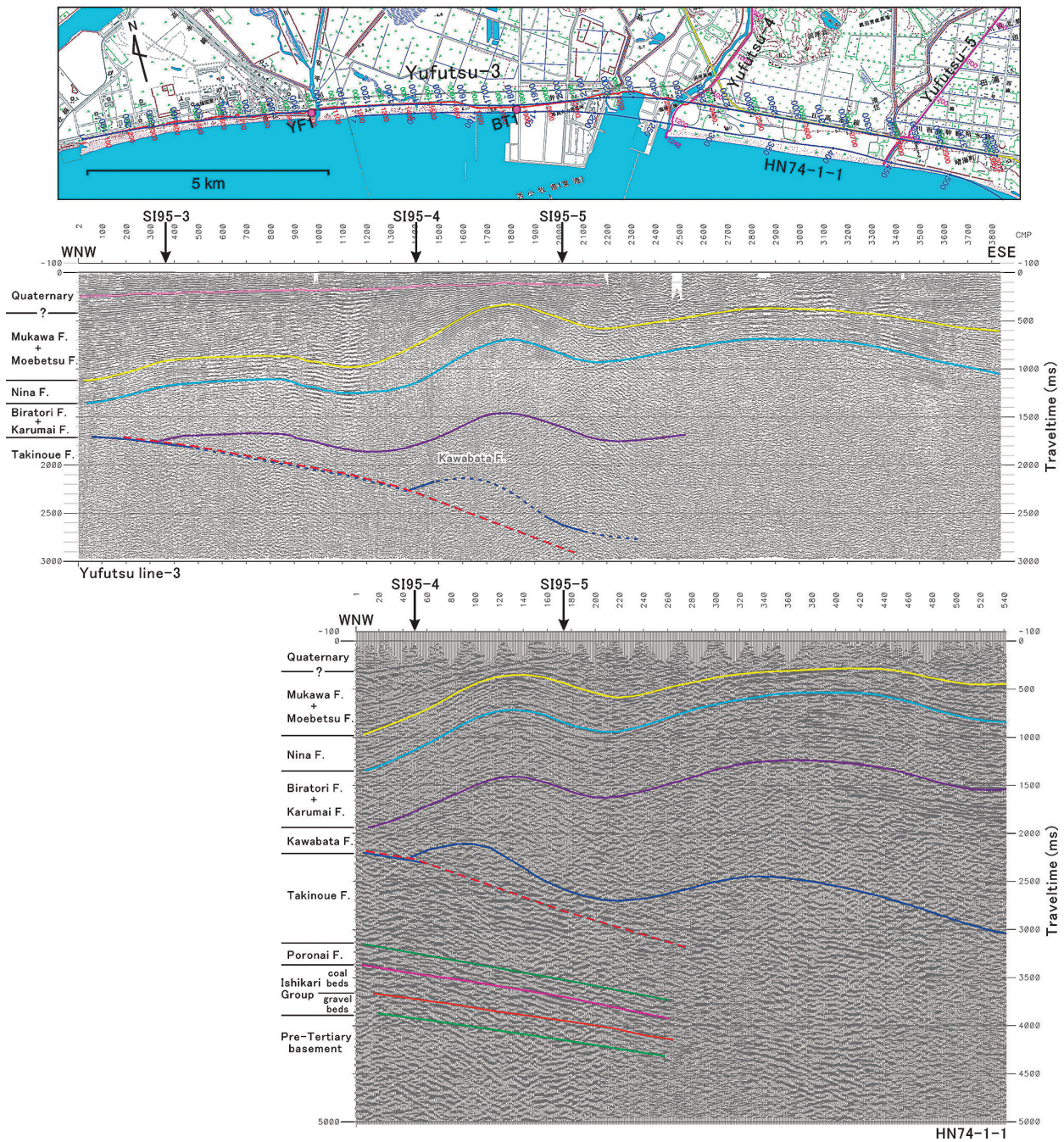
上段：測線図。下段：重合時間断面。縦横比はだいたい 2:1 に相当。基図：国土地理院数値地図 50,000 「苫小牧」, 「鵜川」。

Fig.8 Preliminary stacked time section of the Yufutsu-3.

Top: Survey line map. Bottom: Stacked time section. Vertical exaggeration is about 2. Base maps: Tomakomai and Mukawa, Digital Map 50,000 (Map Image), Geographical Survey Institute.



第9図 HN74-1-1 測線の予備的重合断面。  
 (a) 測線西側, (b) 測線東側。上段: 測線図。下段: 重合時間断面。縦横比はだいたい 2:1 に相当。基図: 国土地理院数値地図 50,000 「苫小牧」, 「鶴川」, 「富川」, 「紋別」。  
 Fig.9 Preliminary stacked time section of the HN74-1-1.  
 (a) Western part of the survey line and (b) eastern part. Top: Survey line map. Bottom: Stacked time section.  
 Vertical exaggeration is about 2. Base maps: Tomakomai, Mukawa, Tomikawa and Monbetsu, Digital Map 50,000 (Map Image), Geographical Survey Institute.



第 10 図 石油公団（1996）の解釈に基づく勇払測線 3 と HN74-1-1 測線の解釈。

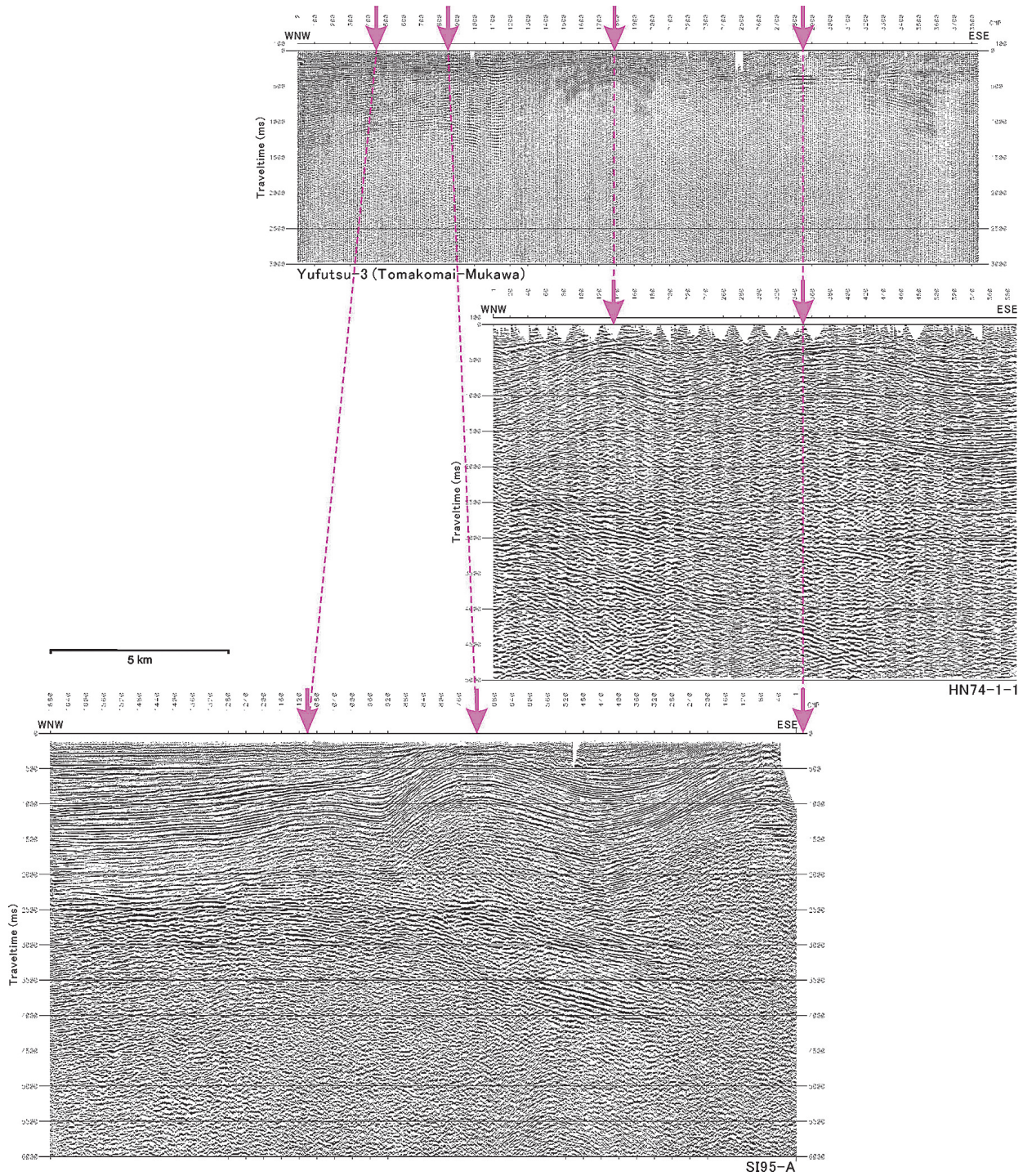
上段：測線図。中段：勇払測線 3。下段：HN74-1-1 の西端部。基図：国土地理院数値地図 50,000 「苫小牧」, 「鶴川」。

Fig.10 Interpreted sections of the Yufutsu-3 and HN74-1-1 based on the interpretation by JNOC(1996).

Top: Survey line map. Middle: Yufutsu-3. Bottom: HN74-1-1. Base maps: Tomakomai and Mukawa, Digital Map 50,000 (Map Image), Geographical Survey Institute.

の解釈では川端層は断面東部で大きく厚さを増していく（当然ながら第 10 図でも同様の傾向を示す）としている。一方、産業技術総合研究所（2007）では、おそらく断面をバランスさせるためであると思われるが、上部の平取層・軽米層、荷菜層の形状と同様に川端層がほぼ一定の層厚となるような解釈を行っている。どちらが真の姿に近いのか、あるいはまた別の解釈が必要なのか、今後詳しく検討する必要がある。

荷菜層、平取層・軽米層は地層境界と平行な層構造を示しているが、その上位（おそらく鶴川層・萌別層に相当）は西へ傾くプログラデーショナルな構造を示している（特に勇払測線 3 の西半部で顕著）。またその上位（恐らく第四系に相当）の地層は大局的に中央の背斜上部で薄く、西部へ向かって厚くなっている。しかしその地層境界の形状を子細に見ると、荷菜層や平取層上面の褶曲構造と良く対応した位置に、その振

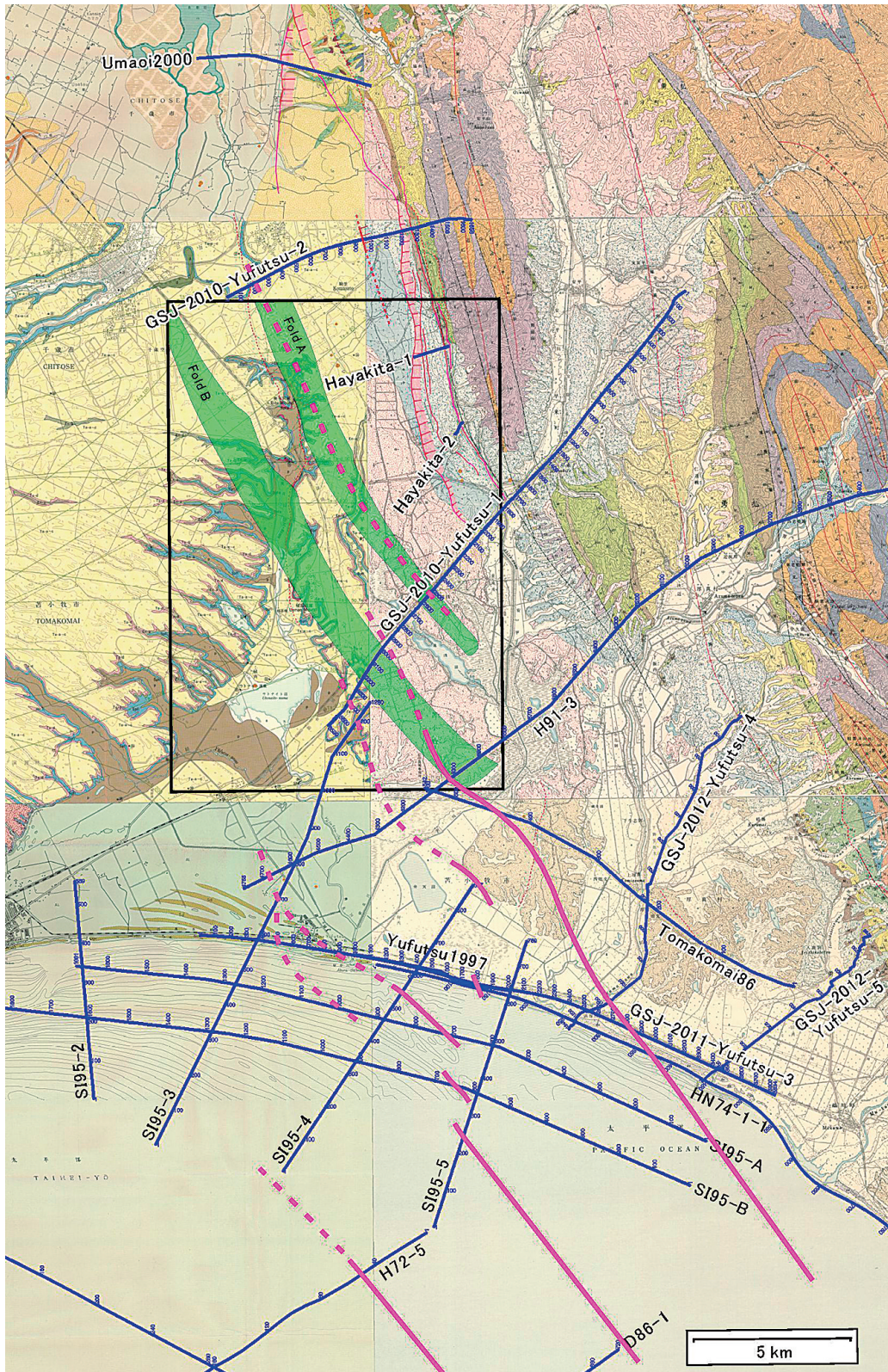


第 11 図 背斜の対応. 上段：勇払測線 3. 中段：HN74-1-1 の西端部. 下段：SI95-A 測線.  
Fig.11 Correspondence of anticlines. Top: Yufutsu-3. Middle: HN74-1-1. Bottom: SI95-A.

幅は小さいけれども同様な凹凸が見られる（例えば第 10 図中段のピンクの境界）。したがって CMP.1750-1800 付近と CMP.700 付近の背斜を作る低角逆断層運動は現在も継続中であると考えられる。変形（あるいは低角逆断層）が西方へどこまで及んでいるかについては、少なくとも CMP.200 付近までは確実に及んでいると考えられる。

横倉ほか（2011）では、背斜軸の連続性に関する

異なる二つの解釈を示した。勇払測線 4 の探査のさいに実施された現場簡易処理により、背斜軸は測線 4 の測点 1050 付近を通ることが明らかとなった。この事実と山口ほか（2012、本報告書）の苫小牧 86 測線の高精度解析で示された正確な背斜位置も加味したところ、横倉ほか（2011）の第 10 図に示されたような可能性はほぼなくなった。隣接する勇払測線 3、HN74-1-1 測線、SI95-A 測線相互の背斜の



第 12 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「苦小牧」（土居, 1959）, 「鶴川」（山口, 1960）, 「千歳」（曾屋・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.12 A possible view of continuities of fold axes.  
The magenta solid and broken lines indicate large and small amplitude of folds, respectively. The green areas correspond to the anticlines in Fig.2 of 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).

対応を第 11 図に示す。東部の幅広い背斜はほぼ 1 直線に並び、対応付けることができるが、その西方の背斜は SI95-A と対応付けることは難しい。SI95-A 測線の CMP.700 付近および CMP.1100 付近の背斜は、対応付けるとすると、むしろ勇払測線 3 の CMP.700 付近の幅広い背斜へ収斂していくという解釈が妥当のようである。第 11 図では SI95-A の大小 2 つの背斜が勇払測線 3 の CMP.850 付近、CMP.450 付近に対応するとして図示した。これらをもとに横倉ほか (2011) の第 9 図を新たに改訂した背斜軸の連続性を第 12 図に示す。横倉ほか (2011) で勇払測線 2 の CMP.1000 付近の撓曲について「この撓曲は、・・・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（ここで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考えられる。」と述べたが、その際想定される撓曲の位置を図に書き込まなかった。第 12 図にはこの撓曲も中田・今泉編 (2002) に準じて赤線および赤矢印で図示した。

今後は、本報告の反射法データを含めてこれまで本プロジェクトで実施した反射法データ・他機関の既存反射法データの高精度解析を進め、重力測定結果も併せ、特に深部構造のより良いイメージングを行う予定である。これにより、深部の低角逆断層の形状やどこまで西方に延長しているかなどを明らかにしたい。これらの解析結果および平成 24 年度の反射法地震探査・重力探査等の解析とあわせ、石狩低地東縁断層帯主部および同断層帯南部の構造を明らかにして行きたいと考えている。

### 謝辞

本調査の実施にあたり、苫小牧市役所、厚真町役場、むかわ町役場、勇払自治会、苫小牧港管理組合、国土交通省北海道開発局苫小牧道路事務所、北海道胆振総合振興局苫小牧出張所、北海道電力苫東厚真発電所、(株) 苫東の方々に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。

### 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・瀬尾和大・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) 苫小牧. 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.
- Kato, N., Sato, H., Orito, M., Hirakawa, K., Ikeda, Y. and Ito, T.(2004) Has the plate boundary shifted from central Hokkaido to the eastern part of the Sea of Japan?. Tectonophysics, 388, 75-84.
- 小松原純子・小松原琢 (2012) ボーリングによる勇払平野沿岸の活構造調査. 平成 23 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).
- 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.
- 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, No.56, 85-92.
- 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, 35.
- 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.
- 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, No.56, 93-111.
- 山口和雄・阿部 進・横倉隆伸・岡田真介 (2012) MDRS 法による苫小牧 86 測線反射法データの再解析. 平成 23 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.
- 横倉隆伸・山口和雄・岡田真介 (2011) 石狩低地東縁断層帯における反射法地震探査. 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, No.56, 71-84.