

九十九里低地 (真亀一片貝地区) 沿岸陸域における浅部地下構造調査 —データ取得—

Shallow seismic reflection survey at the Kujukuri coastal plain (Magame -Katakai area), Chiba Prefecture, central Japan - Data acquisition -

山口和雄^{1*}・伊藤忍¹

Kazuo Yamaguchi^{1*} and Shinobu Ito¹

Abstract: We conducted a shallow seismic reflection survey along a coastal line at the Kujukuri coastal plain (Magame - Katakai area), Chiba Prefecture, central Japan. The seismic source is a P-wave Yuatsu impactor, intervals of stations are 2m for both source and receiver, the maximum source – receiver offset is 382m and the survey line is 4.5km long. In gained shot gathers, first breaks of 1.6km/s apparent velocity reach the maximum offset, reflection waves are recognized down to 500ms in two way time. In constant velocity stacked CMP time sections with simple processing, a continuous reflector is recognized between 30ms and 40ms in two way time and it probably is the bottom of alluvial sediments. Strong reflectors exist between 200ms and 300ms and they are boundaries in the Kazusa group.

Keywords: seismic reflection survey, subsurface structure, seismic section, alluvial sediment, Kazusa group, Kujukuri coastal plain

要旨

九十九里低地の沿岸陸域に沿って浅部反射法地震探査を行った。震源はP波油圧インパクト、測点間隔は2m、最大オフセットは382m、測線長は4.5kmである。発震記録で見掛け速度1.6km/sの初動は最大オフセットまで届き反射波は往復走時500msまで見られる。一定速度CMP重合断面では走時30msから40msに連続的な反射面が認められ沖積層基底面と考えられる。200msから300msの強振幅の反射面は上総層群中の境界であろう。

1. はじめに

「沿岸域の地質・活断層調査」のプロジェクトは関東地方南部の沿岸陸域と沿岸海域を調査対象として進められている。陸域の地震探査では平成26年度に九十九里低地の沿岸陸域で反射法地震探査を実施した。探査の目的は沖積層基底の形状の把握および深度300m程度までの地下構造の解明である。本探査

データは本プロジェクトで収集・取得される九十九里低地の坑井データおよび九十九里低地沿岸海域の音波探査データ等と対比し地質情報として整備される。

2. 調査概要

九十九里低地の地形・地質は、森脇(1986)や斎藤(2008)で概説されている。九十九里低地は、海岸線の延長が約60km、幅が約10kmの広大な低地で、周囲は南部の標高200m以下の上総丘陵、西部から北部の40m～100mの下総台地に囲まれている。海岸線に並行に並ぶ砂堤列群は大きく3つに区分され、これらは約2000年間隔の気候・海水準変動によって形成された。

地質図(関東地方土木地質図編纂委員会, 1996)によれば、九十九里低地には深度20mから40m程度の沖積層基底の谷地形(埋積谷)が数箇所推定されている。九十九里低地の地下構造調査は、地中レーダ(Tamura et al., 2008, 2010)や基礎物理探査(石油公団, 2000)等の既存調査がある。探査深度は地中レー

* Correspondence

¹ 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, Research Institute of Geology and Geoinformation)



第 1 図 調査地域周辺の広域図。
 矩形は第 2 図の範囲を示す。基図として Google Earth を使用した。
 Fig.1 Wide area map of the survey area.
 The square corresponds to Fig.2. The base map is from Google Earth.

だが 10m 以浅，基礎物理探査が 300m 以深から数 km である。本調査地の約 8km 北方では深度 1661m の坑井 (林ほか，2009) が掘削されている。

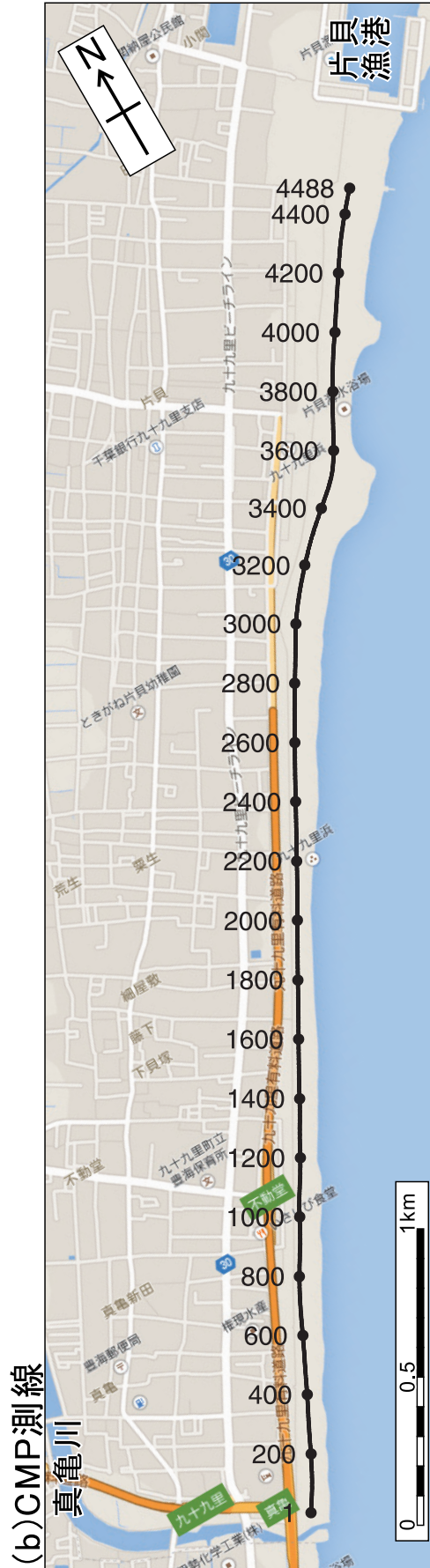
本報告の地下構造調査は，九十九里低地中央からやや南側の千葉県山武郡九十九里町付近で実施した (第 1 図)。調査測線は真亀地区から片貝地区に至る長さ 4.5km の海浜に沿って配置した (第 2 図)。測線は上記の推定埋積谷を横断する。

第 1 表に調査の測定諸元を，第 3 図に調査機器と調査地の写真を示す。推定埋積谷の深度及び既存データで欠けている深度を考慮して深度 10 数 m ~ 300m 程度を目標範囲に設定し，それに見合うように震源は P 波油圧インパクト，測点間隔は 2m，最大オフセットは 382m とした。測点は測量ロープを敷設し 10 点 (20m) 毎に目印杭を差した。受振器・ケーブルが波を被り陸側に数 m 移動した箇所が 2 区間あった (第 3 図 (c)) が，受振器は 1 点に 1 個でケーブルと一体型のため迅速に復旧できた。地表面は砂が分布し震源・受振器とのカップリングは良好と考えられる (第 3 図

(d))。近接する九十九里有料道路の通行車両はノイズ源となった。1 発震点の発震回数は 10 回を標準とし，発震点 71 ~ 93 と 1301 ~ 1344 では降雨等によるノイズが卓越したため 20 回に増やした。個々の発震記録を探鉱機で収録した。測量は杭位置を GPS で測りその間は内挿した。測点標高は 1.3m ~ 2.5m である。現地調査は 2015 年 1 月 20 日 ~ 2 月 4 日に実施した。

3. 取得データ

垂直重合と振幅調整を適用した後の発震記録を第 4 図に示す。初動は最大オフセットまで届き見掛け速度は 1.6Km/s 程度である。ゼロオフセットの初動走時は 10ms ほどあり，これは表層の低速度層の存在を示唆する。多重反射の可能性はあるが，反射波走時の波群は往復走時 500ms 程度まで見られる。震源に起因するコヒーレントノイズは複数種類の波群が存在する。



第2図 測線図.

(a) 調査測線 数値は測点番号 (2m 間隔), (b) CMP 測線 数値は CMP 番号 (1m 間隔).

基図として Google Map を利用した.

Fig.2 Seismic lines.

(a) Survey lines with station numbers (2m interval), (b) CMP lines with CMP numbers (1m interval).

The base map is from Google Map.

(a)震源装置



(b)受振装置



(c)波で移動した受振器とケーブル



(d)発震後のプレート跡



第 3 図 調査機器と調査地の写真。

(a) 震源装置 P 波油圧インパクトタ, (b) 受振装置 青色: 受振器 橙色: データ取得ボックス 黄色: バッテリ,

(c) 波で移動した受振器とケーブル, (d) 発震後のプレート跡

Fig.3 Photos of survey instruments and survey area.

(a)Seismic source P-wave Yuatsu Impactor, (b) Receiving instruments blue: receiver orange: data acquisition box yellow: battery, (c) Receivers and cables moved by wave, (d) Baseplate traces of seismic source.

データ QC のために簡易的なデータ処理による予備的な定速度 CMP 重合時間断面を作成した。処理メニューは垂直重合, ジオメトリ適用, デコンボリューション, バンドパスフィルタ, 振幅調整, CMP ソート, 定速度 NMO(1.4km/s, 1.5km/s, 1.6km/s), ストレッチミュート, CMP 重合である(第5図)。重合速度 1.4km/s の断面で往復走時 30ms ~ 40ms に強振幅イベント, 1.6km/s の断面で 200ms ~ 300ms に強振幅イベントが見られる。静補正・パラメータテスト・速度解析等が未適用のため, 反射面は整理されず所々で断続し, これらの断面図では地下構造解釈は難しい。しかしながら, 既存の地質図や坑井データから, 上記反射面はそれぞれ沖積層基底面, 上総層群中の地層境界に対応すると考えられる。

4. まとめ

千葉県山武郡九十九里町の海浜沿いで反射法地震探査による浅部地下構造調査を実施した。主な仕様は震源:P 波油圧インパクトタ, 測点間隔:2m, 最大オフセット:382m, 測線長 4.5km 等である。得られた発震記録は, 見掛け速度約 1.6km/s の初動が最大オフセットまで達し, 反射波は往復走時 500ms 程度まで見られる。簡易データ処理による予備的な定速度 CMP 重合断面で往復走時 30ms ~ 40ms に沖積層基底面と考えられる反射面, 200ms ~ 300ms に上総層群中の地層境界と考えられる反射面がイメージされた。

今後, 初動走時読み取り・静補正・パラメータテスト等の詳細なデータ処理を進め最終的な反射断面を作

第1表 調査諸元と調査機器.
Table1 Survey parameters and instruments.

測線名	真亀一片貝
調査測線長	4486m
総受振点数	2244点
総発震点数	2242点
測点番号	1-2244
発震受振展開	192受振点を固定し1-48で発震し、受振点を48点ずつ移動
調査方向	南西→北東
震源	P波油圧インパクトJMI-200 (地球科学総合研究所製)
発震点間隔	2m
発震パターン	1箇所固定
発震回数	10回(ノイズ卓越箇所は20回)
受振器	GS20-DM(GeoSpace製)
受振点間隔	2m
受振器個数	1個/受振点
固有周波数	28Hz
探鉱器	DSS-12(サンコーコンサルタント製)
チャンネル数	192ch
記録長	2s
サンプリング間隔	0.5ms
CMP重合数	標準96
CMP間隔	1m
CMP番号	1-4488
CMP数	4488点
CMP測線長	4487m
測量装置	GRS-1(トプコン製)
測量方法	仮想点方式 ネットワーク型RTK-GNSS(ジェノバ)
調査年月日	2015年1月20日~2月4日

成し、沖積層基底面の形状を把握するとともに深度300m程度までの地下構造を解明する。

謝辞

本調査の実施に際して、千葉県山武土木事務所、九十九里町役場、伊勢化学工業株式会社に様々な便宜を図っていただきました。データ取得の現地作業はサンコーコンサルタント株式会社が実施しました。上記の皆様へ心からの謝意を表します。

文献

- 林 広樹・中満隆博・柳沢幸夫・渡辺真人・堀内誠示・嶋田智恵子・北村敦史・関口渉次・笠原敬司 (2009) 千葉県山武市蓮沼高感度地震観測井の孔井地質と地質年代. 防災科学技術研究所研究報告, 73, 19-39.
- 関東地方土木地質図編纂委員会 (1996) 関東地方土木地質図 4.
- 森脇 広 (1986) 日本の地質 3 関東地方 九十九里

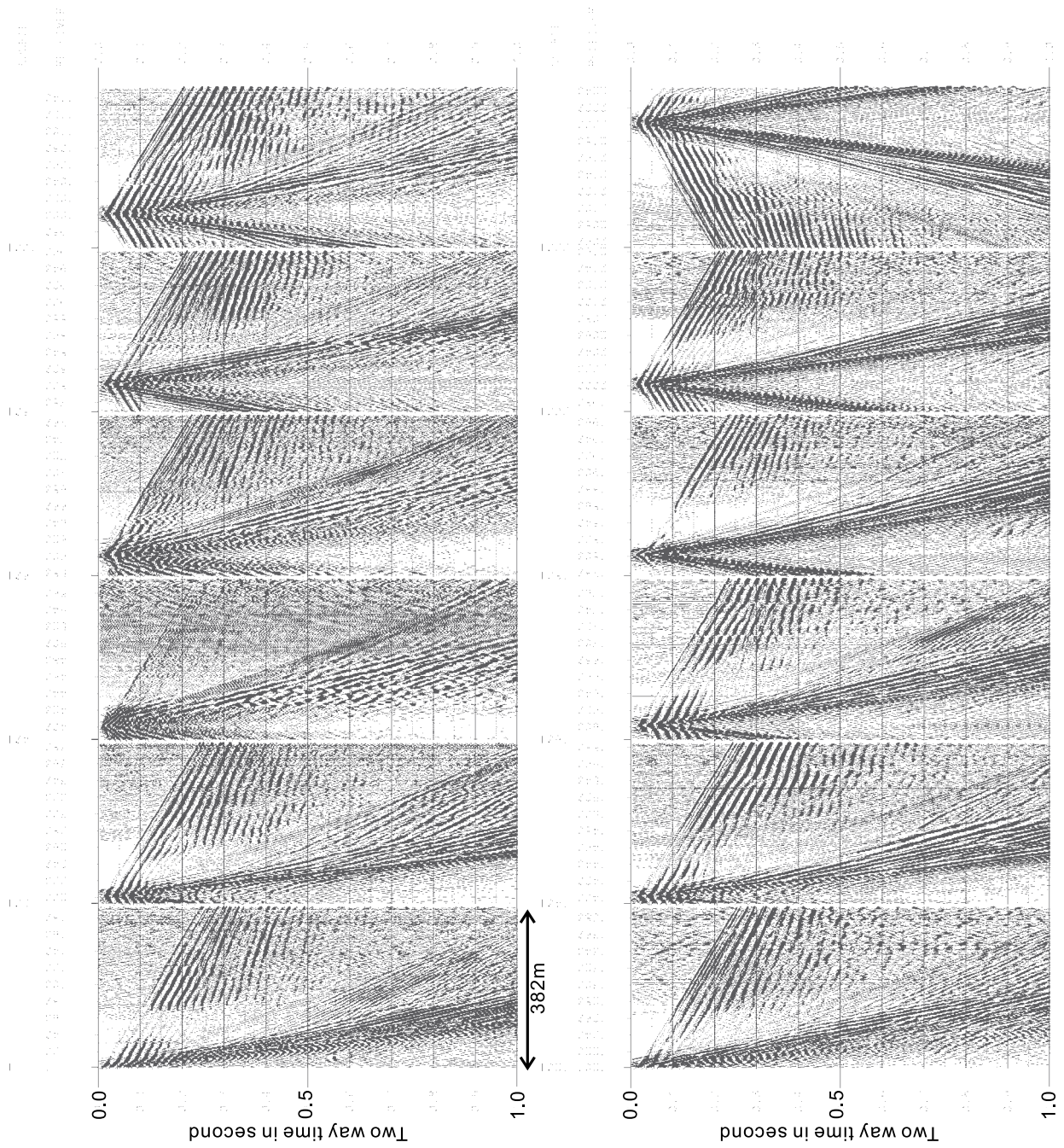
低地. 日本の地質「関東地方」編集委員会, 共立出版, 199-200.

斎藤文紀 (2008) 日本地方地質誌 3 関東地方 4.4.1 研究史からみた関東平野の沖積層. 日本地質学会編, 朝倉書店, 369-380.

石油公団 (2000) 平成 10 年度国内石油・天然ガス基礎調査. 基礎物理探査「房総沖浅海域」調査報告書.

Tamura T., Murakami F., Nanayama F, Watanabe K., Saito Y. (2008) Ground-penetrating radar profiles of Holocene raised-beach deposits in the Kujukuri strand plain, Pacific coast of eastern Japan, Marine Geology, 248, 11-27.

Tamura T., Murakami F., Watanabe K. (2010) Holocene beach deposits for assessing coastal uplift of the northeastern Boso Peninsula, Pacific coast of Japan, Quaternary Research, 74, 227-234.

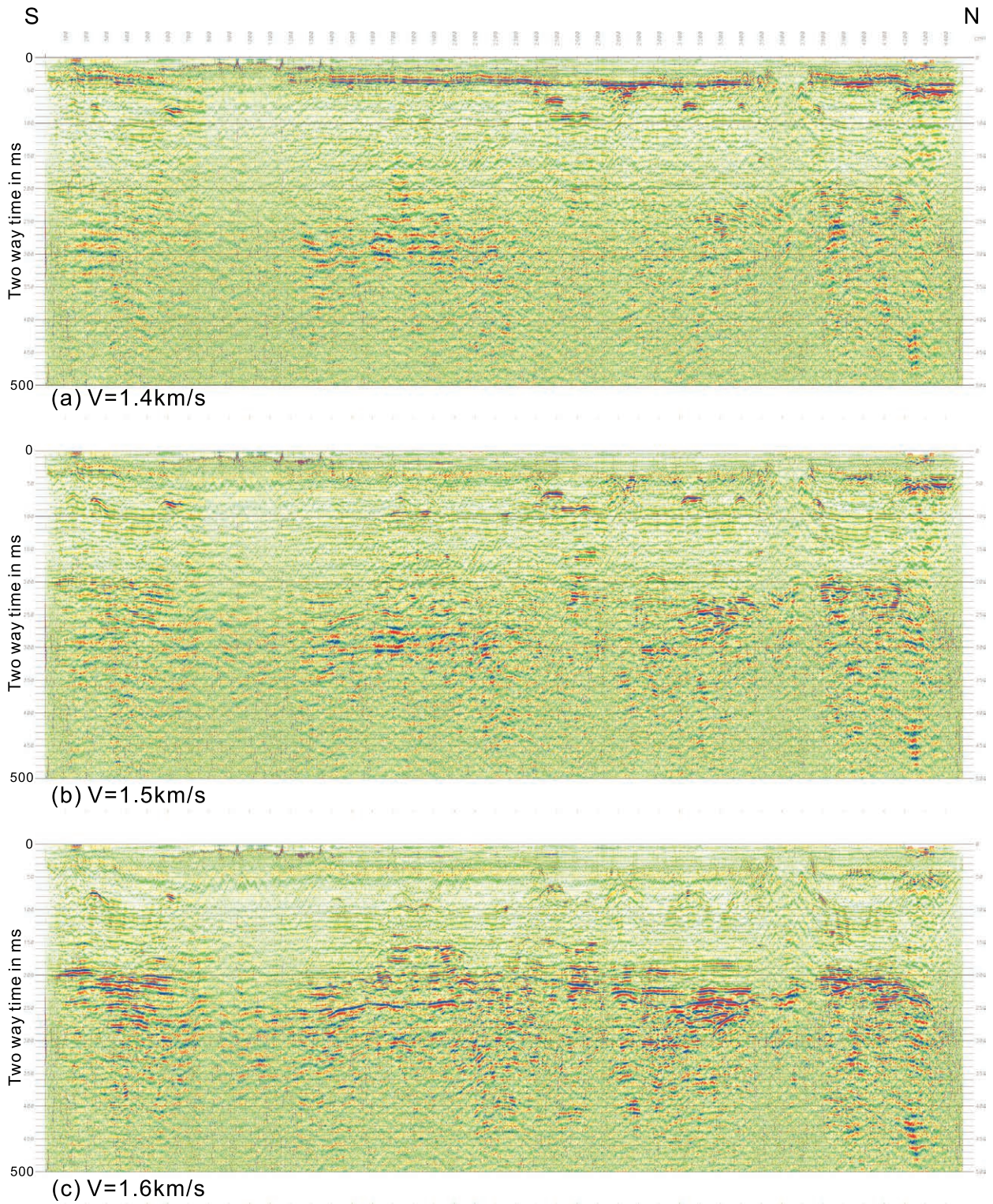


第 4 図 発震記録.

垂直重合と振幅調整後の発震記録 200 発震点 (400m) 毎に表示 SOURCE: 発震点番号
RECEIVER: 受振点番号.

Fig.4 Shot records.

Vertical stack and Gain recovery are applied. Every 200 shot point (400m interval) SOURCE: source station number
RECEIVER: receiver station number



第 5 図 予備的な時間断面図。

簡易データ処理を適用し定速度重合した予備的な CMP 重合時間断面図。およその縦横比は 2:1。
 (a)NMO 速度 1.4km/s, (b)NMO 速度 1.5km/s, (c)NMO 速度 1.6km/s.

Fig.5 Preliminary time sections.

Preliminary CMP stacked time sections with simple processing and constant velocity NMO applied.
 Approximate vertical exaggeration is 2.

(a) NMO velocity 1.4km/s, (b) NMO velocity 1.5km/s, (c) NMO velocity 1.6km/s.