

南海トラフ巨大地震予測のための地下水等総合観測点整備における地下構造調査(反射法地震探査)資料

Seismic reflection surveys around AIST integrated groundwater observation stations for forecasting megathrust earthquakes in the Nankai trough

山口和雄 1), 伊藤忍 1), 加野直巳 1), 小泉尚嗣 2)

Kazuo Yamaguchi 1), Shinobu Ito 1), Naomi Kano 1), Naoji Koizumi 2)

1) 産業技術総合研究所地質情報研究部門 Institute of Geology and Geoinformation, AIST

2) 産業技術総合研究所活断層・地震研究センター Active Fault and Earthquake Research Center, AIST

1. はじめに

紀伊半島～四国の沖合にある南海トラフで発生する巨大地震はM(マグニチュード)8～9クラスであり、今後30年以内の発生確率は60～70%と想定されている(地震調査研究推進本部, 2013)。この地震が発生した場合は大きな災害をもたらすと考えられるので、早期に観測網を整備して、南海トラフで発生する巨大地震の予測精度の向上を図る必要がある。過去に南海トラフで発生した巨大地震である東南海・南海地震前後の地下水変化や地殻変動の報告と最新の地震予測モデルに基づいて、産業技術総合研究所は、多機能の地下水等総合観測点の整備を開始し(小泉・他, 2009)、2013年までに16地点の整備を終えた。

地下構造調査は、観測点完成後の観測や解析における基本的な要素となる孔井周辺の広域的な地下構造に関する情報を取得することを目的とした。調査手法は反射法地震探査あるいはハイドロフォンVSPを採用した。反射法地震探査は12地点、ハイドロフォンVSPは6地点で実施した(2つの地点で両手法)。本資料はこれらのうちで反射法地震探査の仕様・結果について簡易的に取りまとめたものである。2章では地下水等総合観測点の位置、3章では反射法地震探査の調査諸元とデータ処理内容、4章では各観測点での反射法地震探査結果を掲示する。

参考文献

地震調査研究推進本部(2013), 南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)について,

http://www.jishin.go.jp/main/chousa/13may_nankai/index.htm (2013年12月18日参照)

小泉尚嗣・高橋誠・松本則夫・佐藤努・大谷竜・北川有一・板場智史・梅田康弘・武田直人・重松紀生・桑原保人・佐藤隆司・今西和俊・木口努・関陽児・塚本斉・山口和雄・加野直巳・住田達哉・風早康平・高橋正明・高橋浩・森川徳敏・角井朝昭・下司信夫・中島隆・中江訓・大坪誠・及川輝樹・干野真(2009), 東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点整備について, 地質ニュース, 662, 6-10.

2. 地下水等総合観測点の位置

産総研が整備した16の地下水等総合観測点の位置を図1に示す。反射法地震探査を実施した地点は、西から東に、西予宇和、松山南江戸、新居浜黒島、高知五台山、室戸岬、阿南桑野、田辺本宮、串本津荷、熊野磯崎、紀北海山、松坂飯高、津安濃の12地点である。これら12地点の周辺の地質概要と検層資料は参考文献を参照されたい。

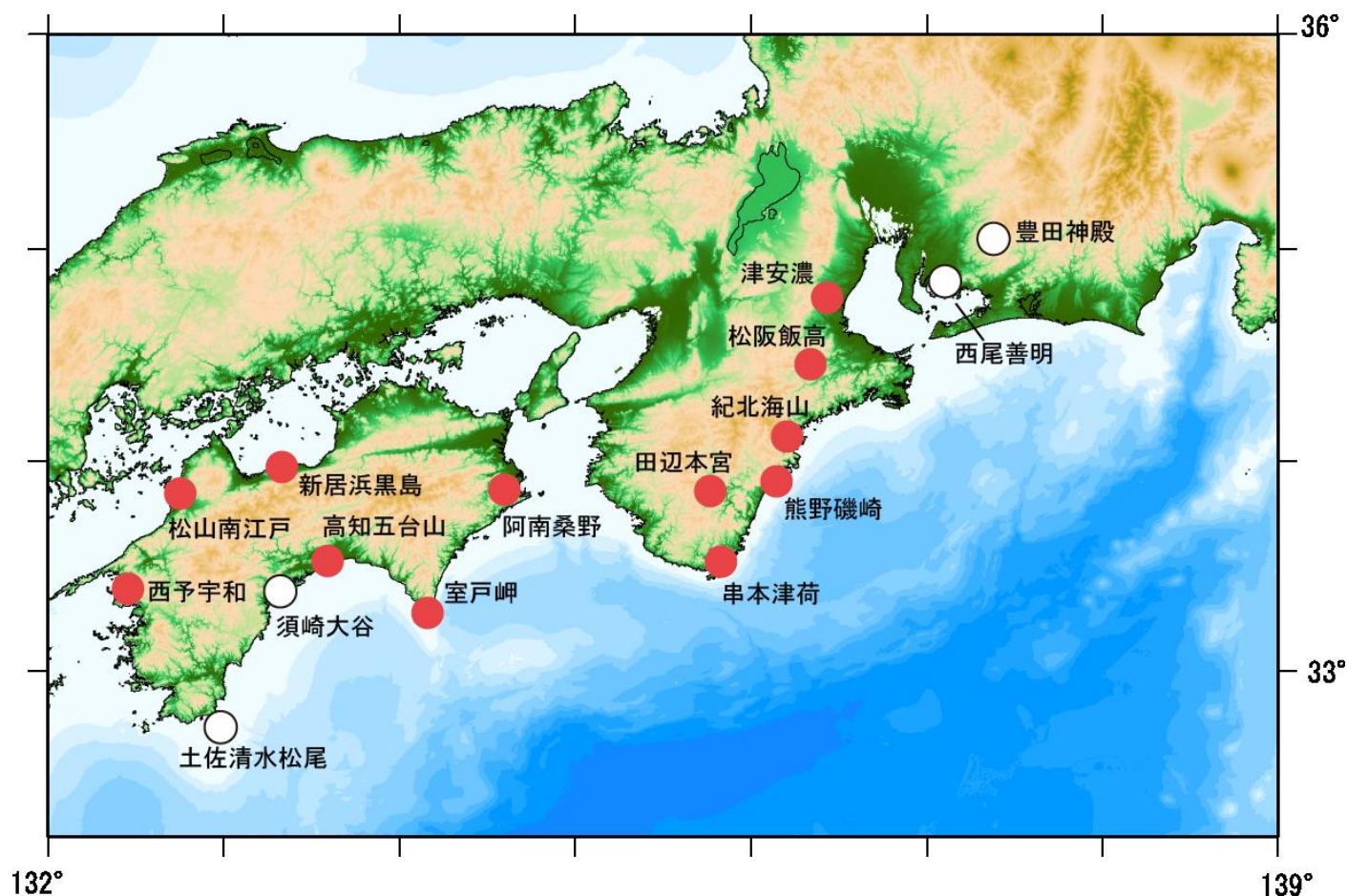


図1 地下水等総合観測点の位置図 赤丸が反射法地震探査を実施した地点

3. 調査測線・調査諸元・データ処理

反射法地震探査の調査測線は、観測点近傍を通り周辺の地質構造の走向に直交する方向を基準とし公道沿いに配置した(山口・他, 2009)。調査諸元等を表1に示す。調査諸元は、観測坑井深度600mに見合った測線長、測点間隔、オフセット、震源装置とした。データは図2に示す通常のCMP重合法を適用した。データ品質に合わせて適宜処理メニューを変更した。

4. 各観測点の地下構造調査結果

各観測点の地下構造調査測線図、CMP重合時間断面、マイグレーション時間断面、深度断面を図3～図64に示す。記載する順序は、地下構造調査を実施した年月順とする。

参考文献

板場智史・佐藤努・小泉尚嗣・梶原竜哉・佐久間澄夫・堀邦夫・高橋仁・菱靖之・杉本健(2009a), GSJ コア宇和観測点資料, 地質調査総合センター研究資料集, 503, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

板場智史・高橋誠・小泉尚嗣・千葉昭彦・村瀬昭彦・明石孝行(2009b), GSJ コア本宮三越観測点資料, 地質調査総合センター研究資料集, 509, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

木口努・高橋誠・小泉尚嗣・南澤正幸・村中英寿・香月誠・赤澤司史・遠田渉(2009), GSJ コア阿南桑野観測点資料, 地質調査総合センター研究資料集, 507, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

木口努・桑原保人・小泉尚嗣・塚本斉・板場智史・佐藤努・佐藤隆司・関陽児・梅田康弘・北川有一・重松紀生・高橋誠(2014), 南海トラフ巨大地震予測のための地下水等総合観測点の孔井における物理検層資料, 地質調査総合センター研究資料集, 598, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

北川有一・高橋誠・小泉尚嗣・水落幸広・村瀬昭彦・川西繁(2009b), GSJ コア井内浦観測点資料, 地質調査総合センター研究資料集, 510, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

佐藤隆司・高橋誠・柳谷茂夫・佐久間澄夫・阿部孝男・菱靖之・浅沼幹弘・荒井文明(2009), GSJ コア串本津荷観測点資料, 地質調査総合センター研究資料集, 508, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

佐藤隆司・佐藤努・木口努・小泉尚嗣・渡辺寛・酒井誠志・鈴木悠爾(2014), GSJ コア新居浜黒島観測点資料, 地質調査総合センター研究資料集, 596, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

佐藤努・北川有一・小泉尚嗣・名取二郎・西村義章・芳賀政蔵・廣岡知・谷川晋一(2009), GSJ コア松山観測点資料, 地質調査総合センター研究資料集, 504, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

関陽児・松本則夫・小泉尚嗣・大島雅浩・元松直幸(2009), GSJ コア高知市観測点資料, 地質調査総合センター研究資料集, 505, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

重松紀生・小泉尚嗣・水落幸広・村瀬昭彦・明石孝行(2009a), GSJ コア海山観測点資料, 地質調査総合センター研究資料集, 512, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

重松紀生・小泉尚嗣・渡辺寛・伊藤勉・曾出康浩・西脇仁(2009b), GSJ コア飯高赤桶観測点資料, 地質調査総合センター研究資料集, 511, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

高橋誠・佐藤努・木口努・小泉尚嗣・伊藤勉・西脇仁(2014), GSJ コア津安濃観測点資料, 地質調査総合センター研究資料集, 印刷中, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

梅田康弘・板場智史・小泉尚嗣・佐々木勝司・堀川滋雄・吉岡正光(2009), GSJ コア室戸観測点資料, 地質調査総合センター研究資料集, 506, CD-ROM 1 枚, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

山口和雄・加野直巳・小泉尚嗣(2009), 地下水等総合観測点周辺の地下構造調査, 地質ニュース, 662, 23-32.

表 1 反射法地震探査の調査諸元

観測点名	県名	測線方向	測線長(km)		発震		受振		CMP		展開	震源		受振器			探鉱機 *	現地調査 年月	実施 会社 *	コア資料 参考文献
			調査	CMP	間隔 (m)	点数	間隔 (m)	点数	装置 *	発震数 /点		スワイプ 周波数 (Hz)	装置 *	周波数 (Hz)	個数 /点					
田辺本宮	和歌山	北西・南東	3.3	3.1	5	646	10	334	2.5	1220	800	インパ	10~15		SM-11	30	6	2006年10月	阪神	板場・他(2009b)
熊野磯崎	和歌山	東西	2.0	1.8	5	336	10	201	2.5	708	800	インパ	1~15		SM-11	30	6	2006年10月	阪神	北川・他(2009)
松阪飯高	三重	南北	3.4	2.9	5	629	10	395	2.5	1,173	1200	インパ	8~12		SM-11	30	6	2007年8月	阪神	重松・他(2009b)
紀北海山	三重	南北	5.1	4.4	5	998	10	594	2.5	1,777	1200	インパ	10~20		SM-11	30	6	2007年9月	阪神	重松・他(2009a)
西予宇和	愛媛	南北	3.2	2.7	5	589	10	371	2.5	1,062	1200	インパ	4~10		SM-11	30	6	2007年11月	阪神	板場・他(2009a)
松山南江戸	愛媛	東西	1.6	1.6	5	284	10	193	2.5	620	1200	インパ	5~12		SM-11	30	6	2007年11月	阪神	佐藤・他(2009)
		南北	1.6	1.3	5	275	10	184	2.5	516	1200	インパ	5~20		SM-11	30	6	2007年11月	阪神	
高知五台山	高知	南北	5.0	4.2	5	772	10	501	2.5	1,666	1200	ミニパ	5~10	20~100	SM-4	10	6	2007年12月	サン	関・他(2009)
室戸岬	高知	東西	2.5	2.2	5	501	10	251	2.5	886	1200	ミニパ	5~10	10~100	SM-4	10	6	2007年12月	サン	梅田・他(2009)
阿南桑野	徳島	南北	4.2	3.5	5	770	10	420	2.5	1,394	1200	インパ	5~10		SM-4	10	6	2008年1月	サン	木口・他(2009)
串本津荷	和歌山	南北	2.0	1.6	5	333	10	201	2.5	627	1200	インパ	10		SM-4	10	6	2008年1月	サン	佐藤・他(2009)
		南北	2.0	1.6	5	401	10	201	2.5	627	1200	ミニパ	10	10~120	SM-4	10	6	2008年1月	サン	
津安濃	三重	東西	2.1	1.8	10	213	5	426	2.5	734	600	ミニパ	16	20~120	SM-4	10	6	2009年7月	サン	高橋・他(2014)
		南西・北東	8.7	7.8	5	1,569	10	840	2.5	3,124	1,000	エンピ	3~20	10~100	SM-4	10	6	2009年12月	阪神	
新居浜黒島	愛媛	南北	1.4	1.3	2.5	533	2.5	550	1.25	1,052	200	インパ	4~12		SM-11	30	6	2009年12月	阪神	佐藤・他(2014)
		南北	10.8	9.1	5	1,919	10	970	2.5	3,623	1,000	エンピ	1~20	10~100	OMNI -2400	15	6	2012年 11月, 12月	阪神	
		計	58.8	50.7																

震源装置*

インパ	油圧インパクタJMI-200	(株)地球科学総合研究所製
ミニパ	ミニバイブT15000	IVI社製
エンピ	エンピロバイブ	IVI社製
エア	エアガン600B	BOLT社製

受振器装置*

SM-11	I/O Sensor社製
SM-4	I/O Sensor社製
OMNI-2400	Geospace社製

探鉱機*

GD	GDAPS-4	(株)地球科学総合研究所製
DS	DSS-12	Seistronix社製

実施会社*

阪神	(株)阪神コンサルタンツ
サン	サンコーコンサルタント(株)

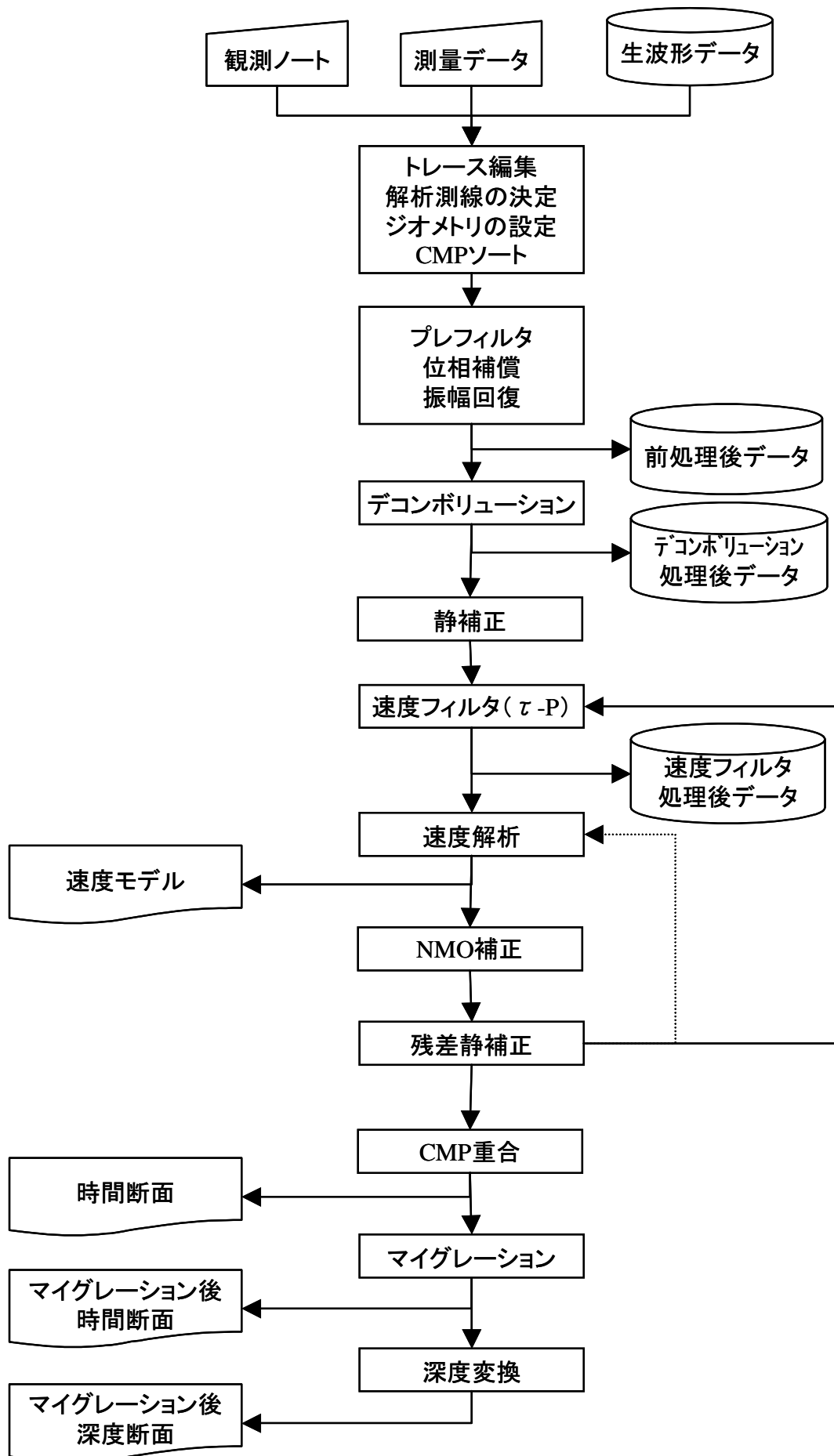


図2 データ処理フロー

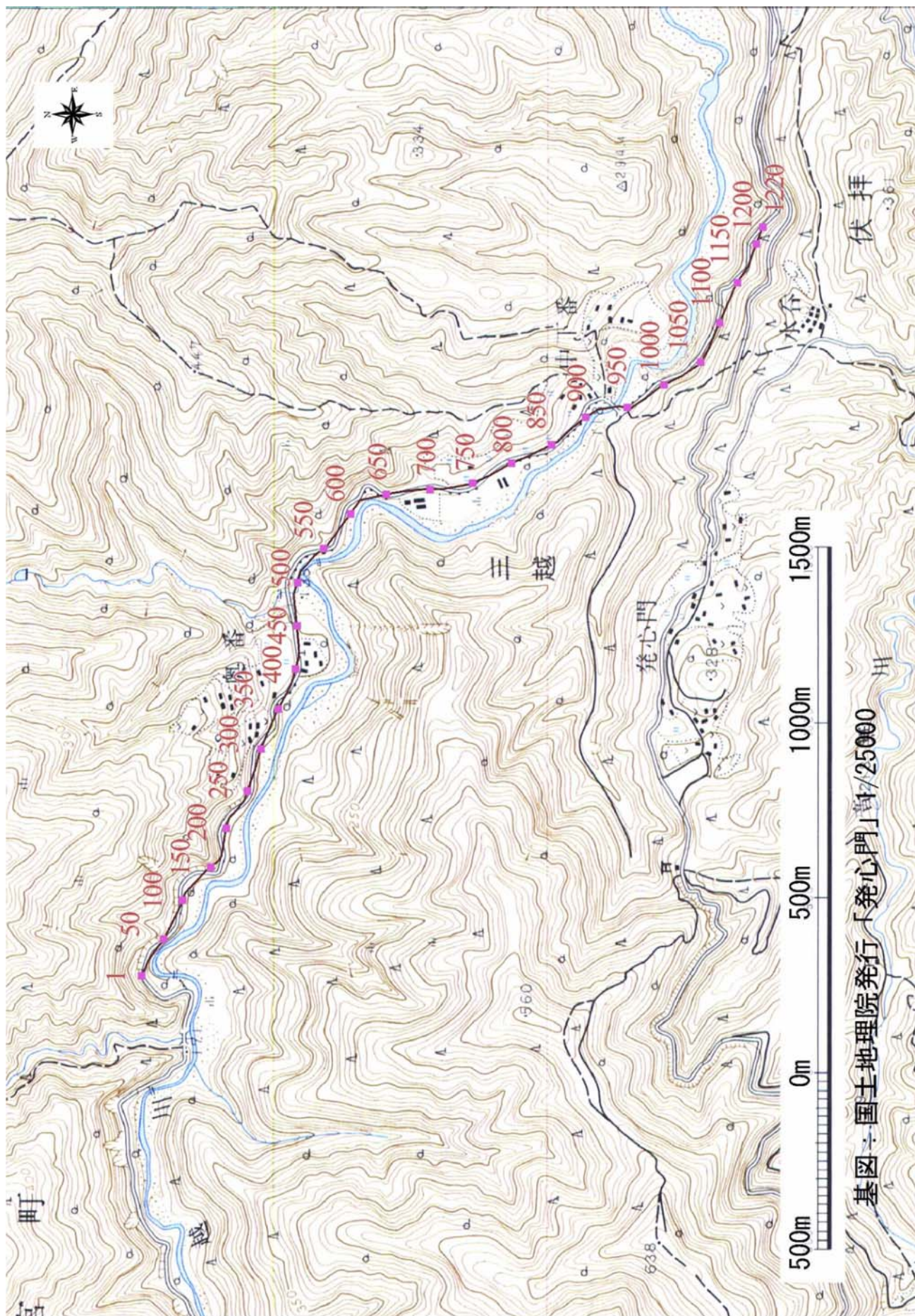


図3 田辺本宮観測点周辺の地下構造調査 測線図

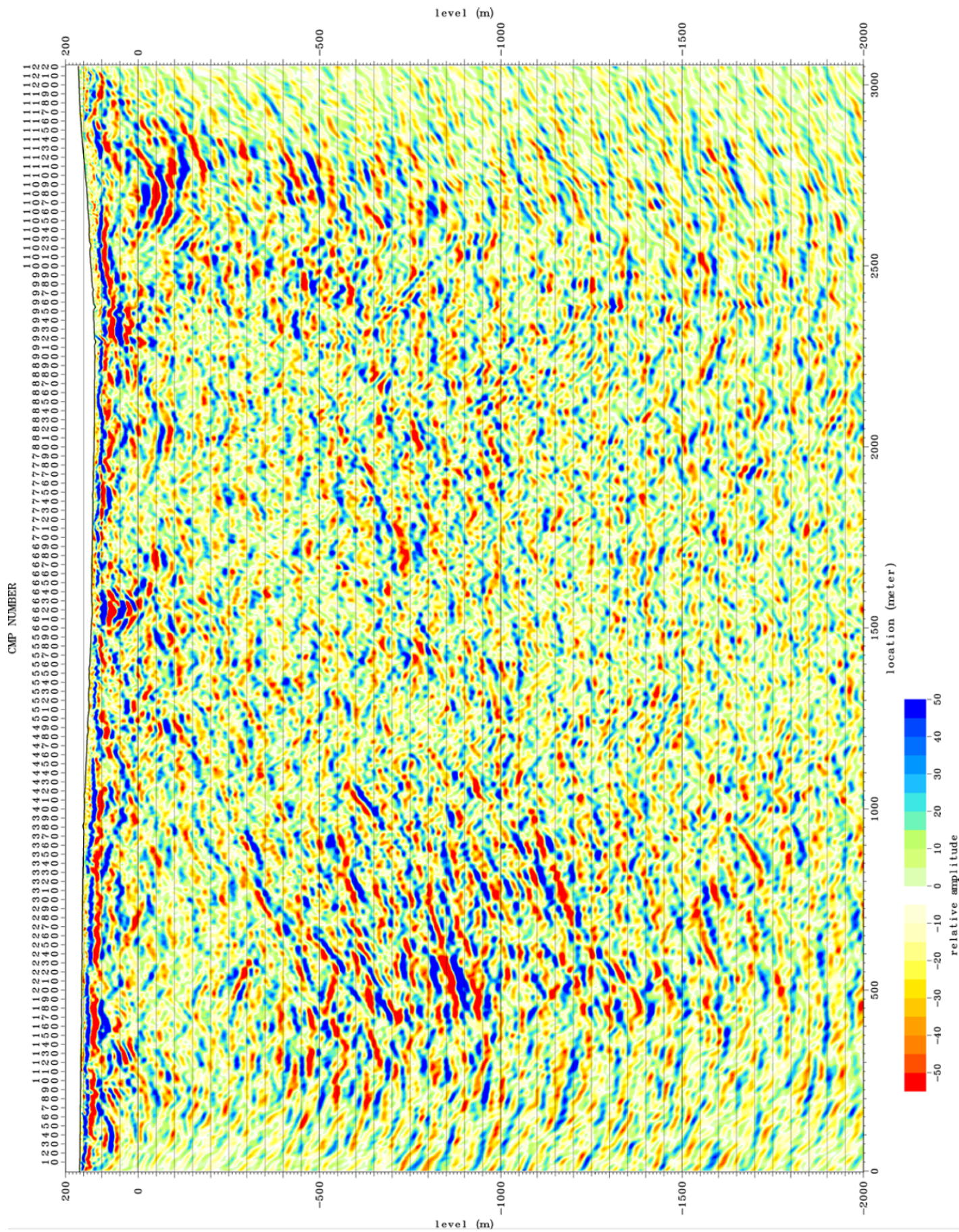


図6 田辺本宮観測点周辺の地下構造調査 深度断面



図7 熊野磯崎観測点周辺の地下構造調査 測線図

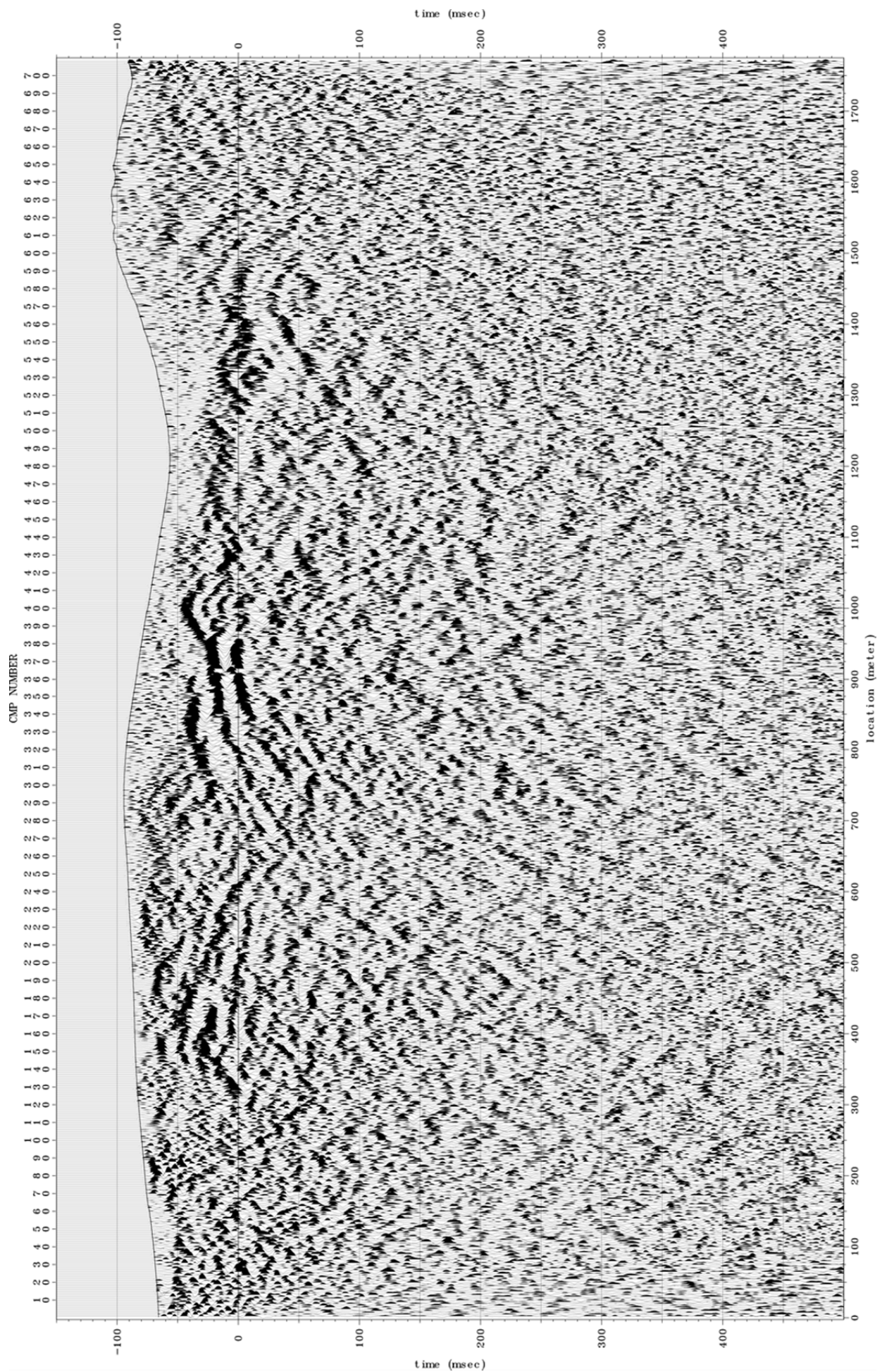


図8 熊野磯崎観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面

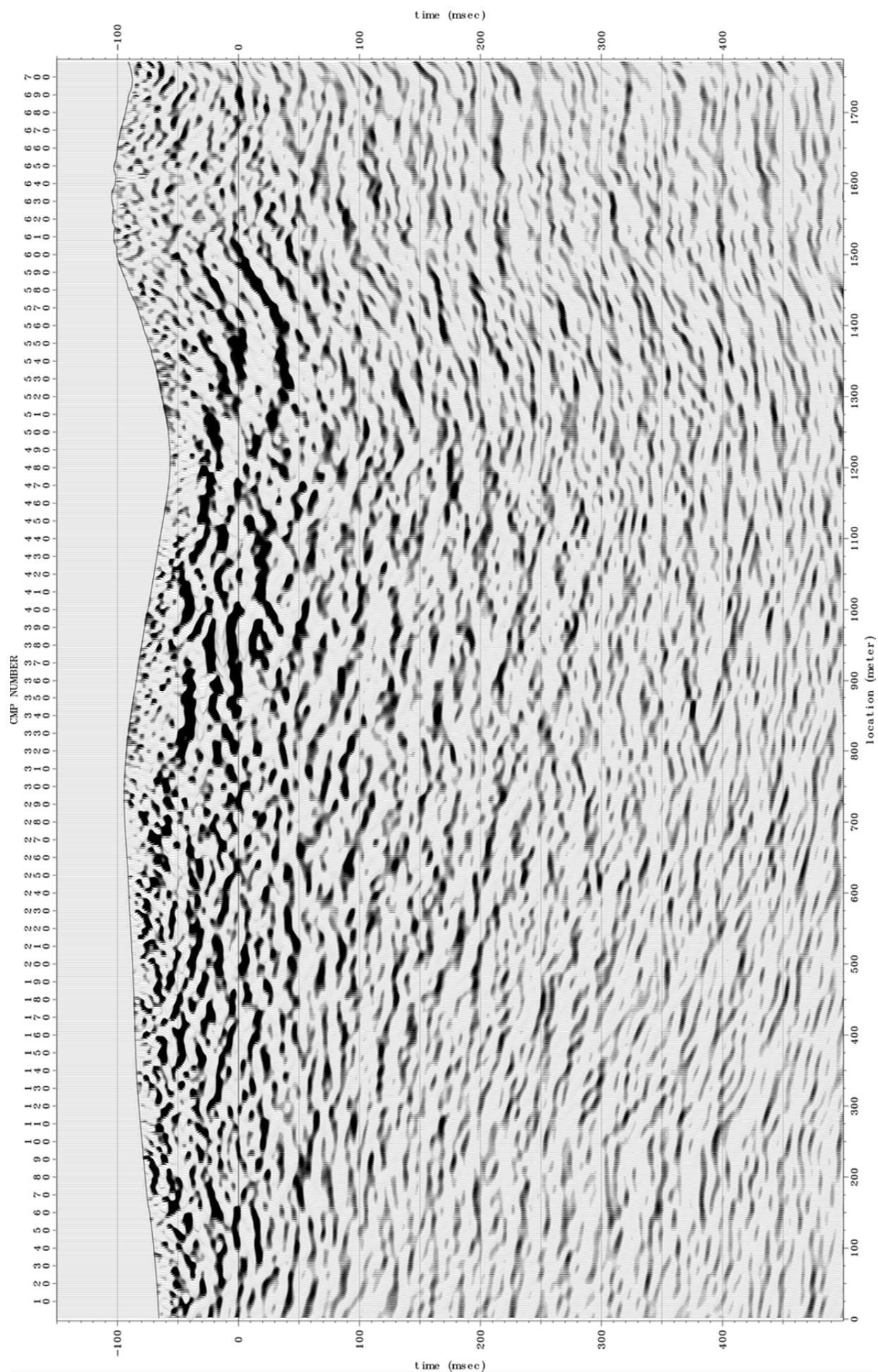


図9 熊野磯崎観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面

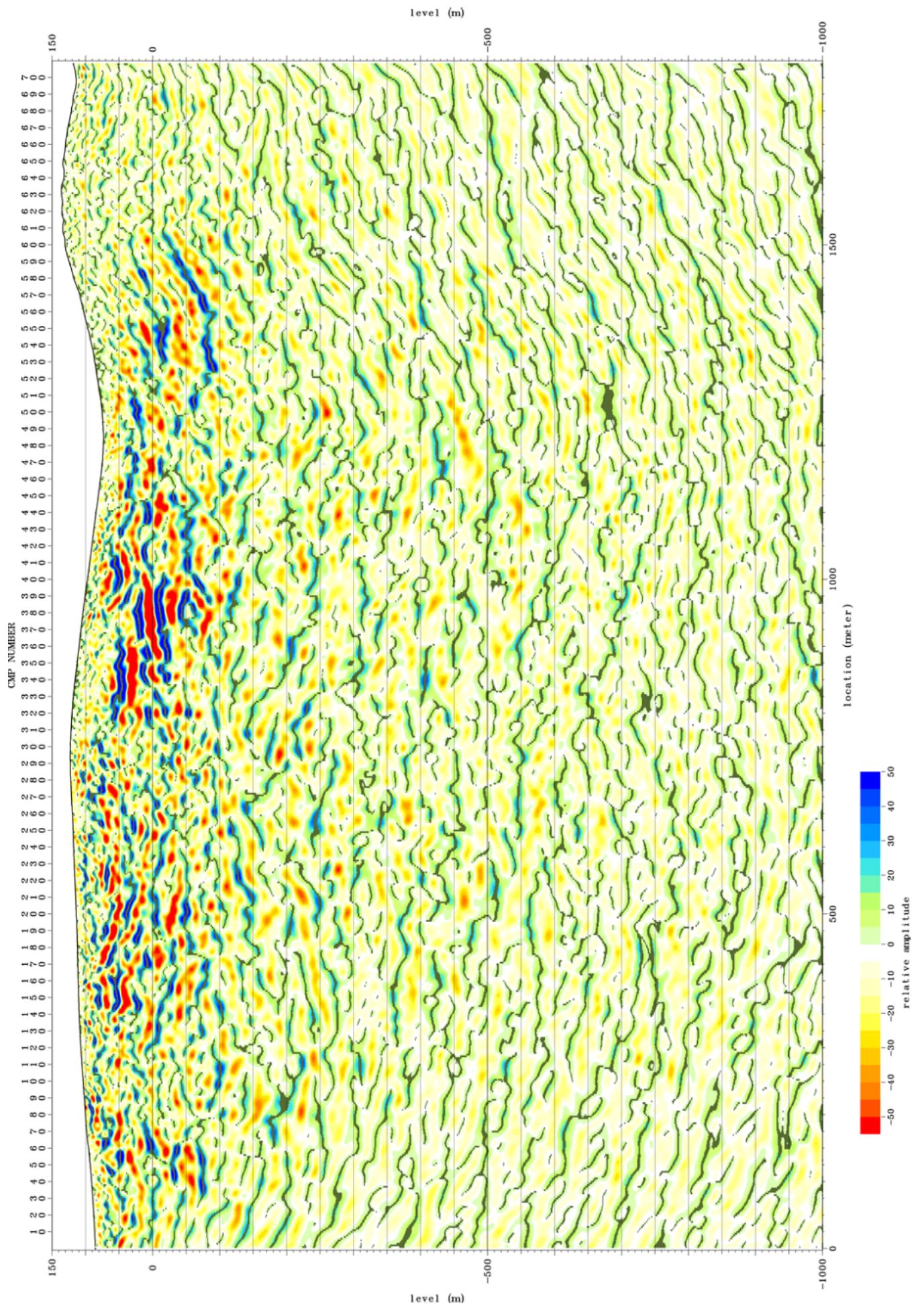


図 10 熊野磯崎観測点周辺の地下構造調査 深度断面

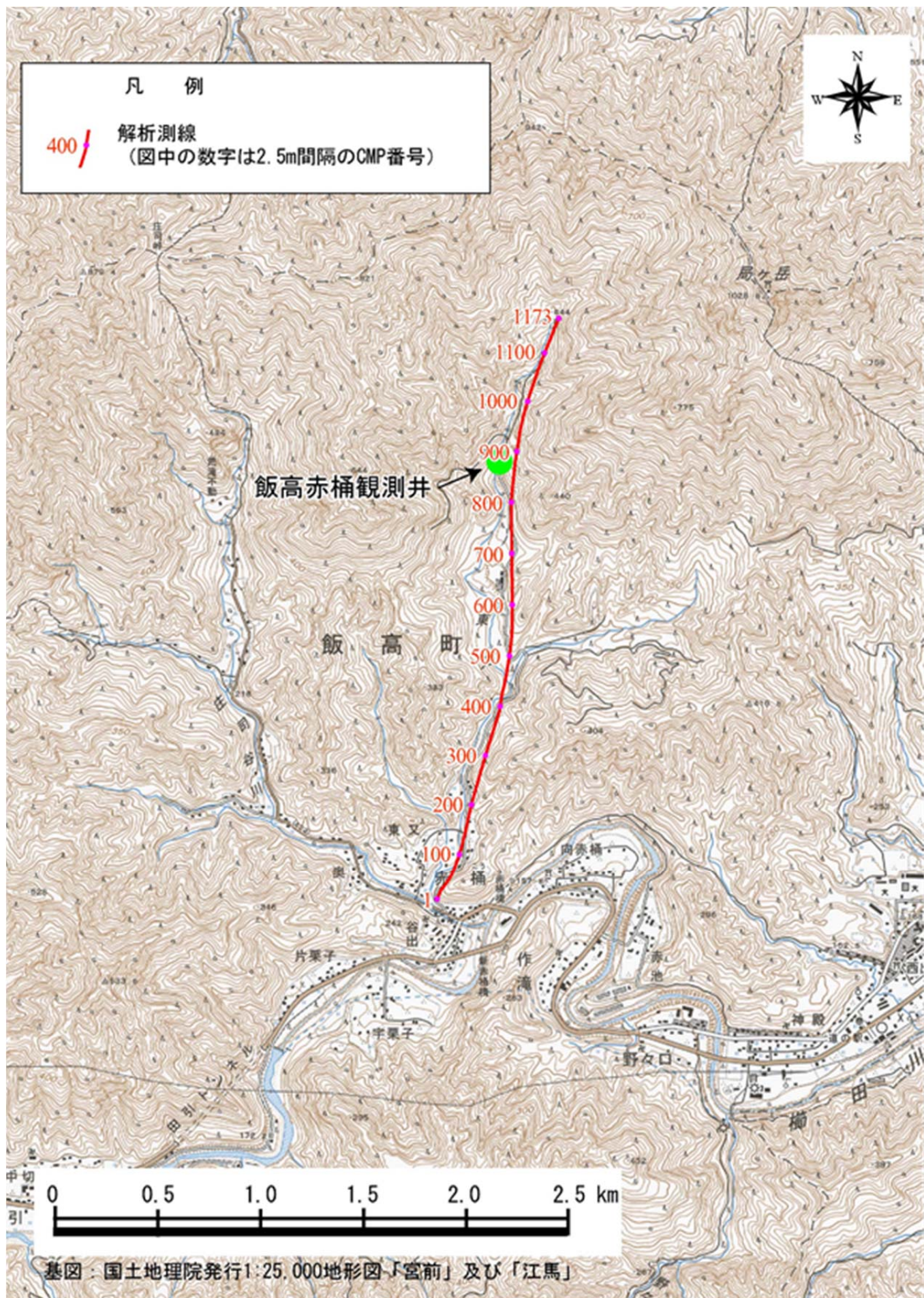


図 11 松阪飯高観測点周辺の地下構造調査 測線図

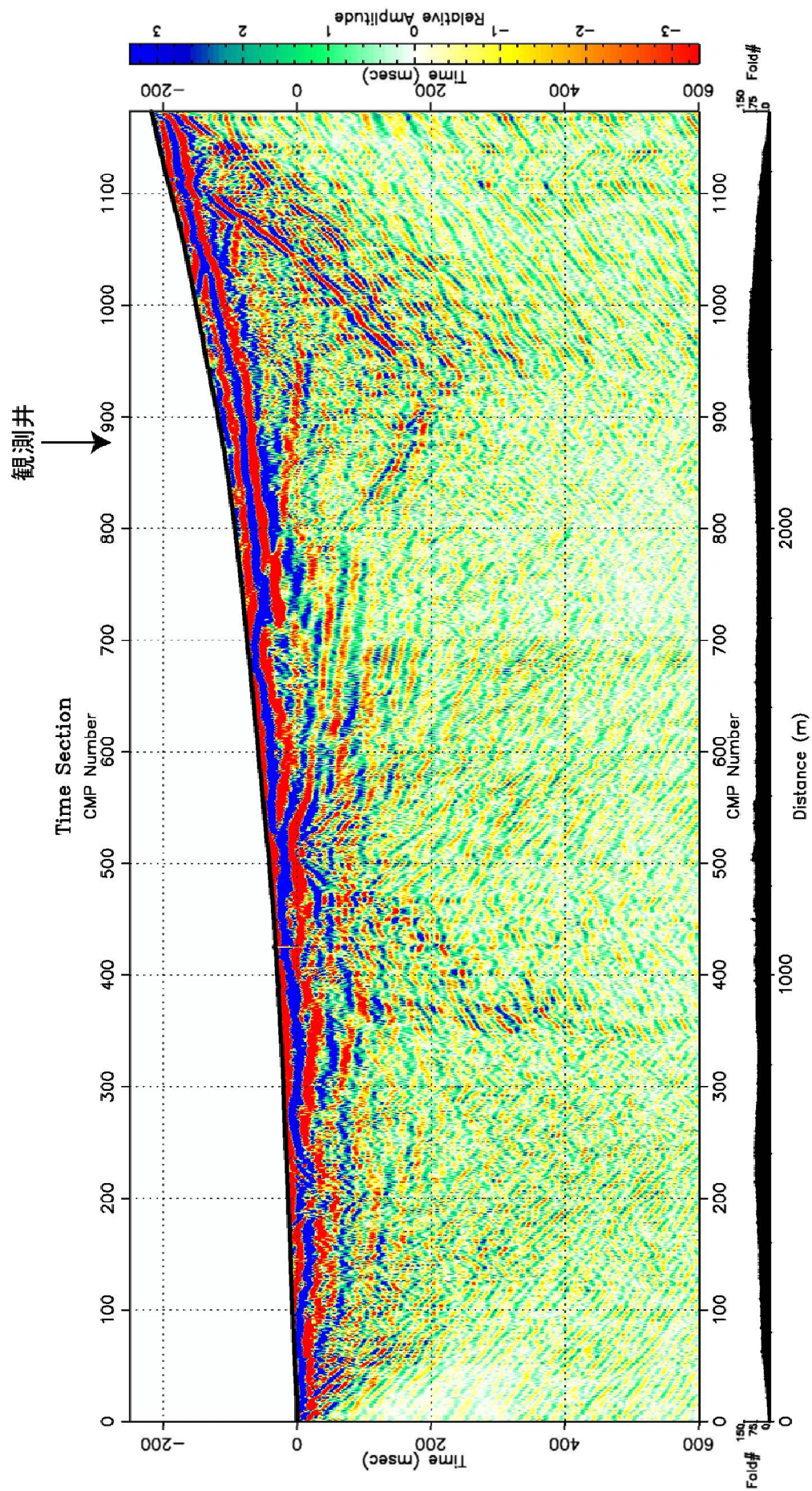


図 12 松阪飯高観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面

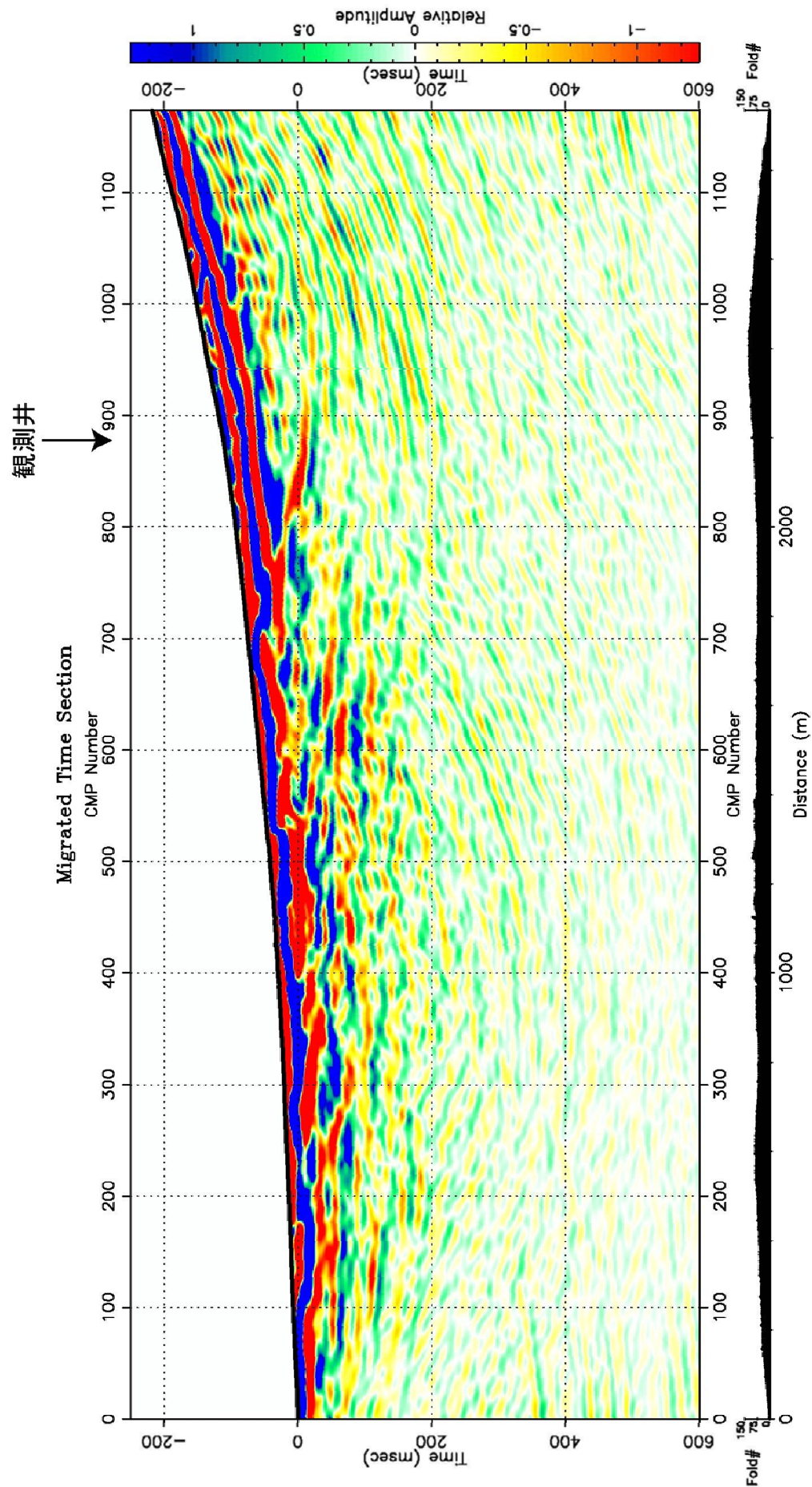


図 13 松阪飯高観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面

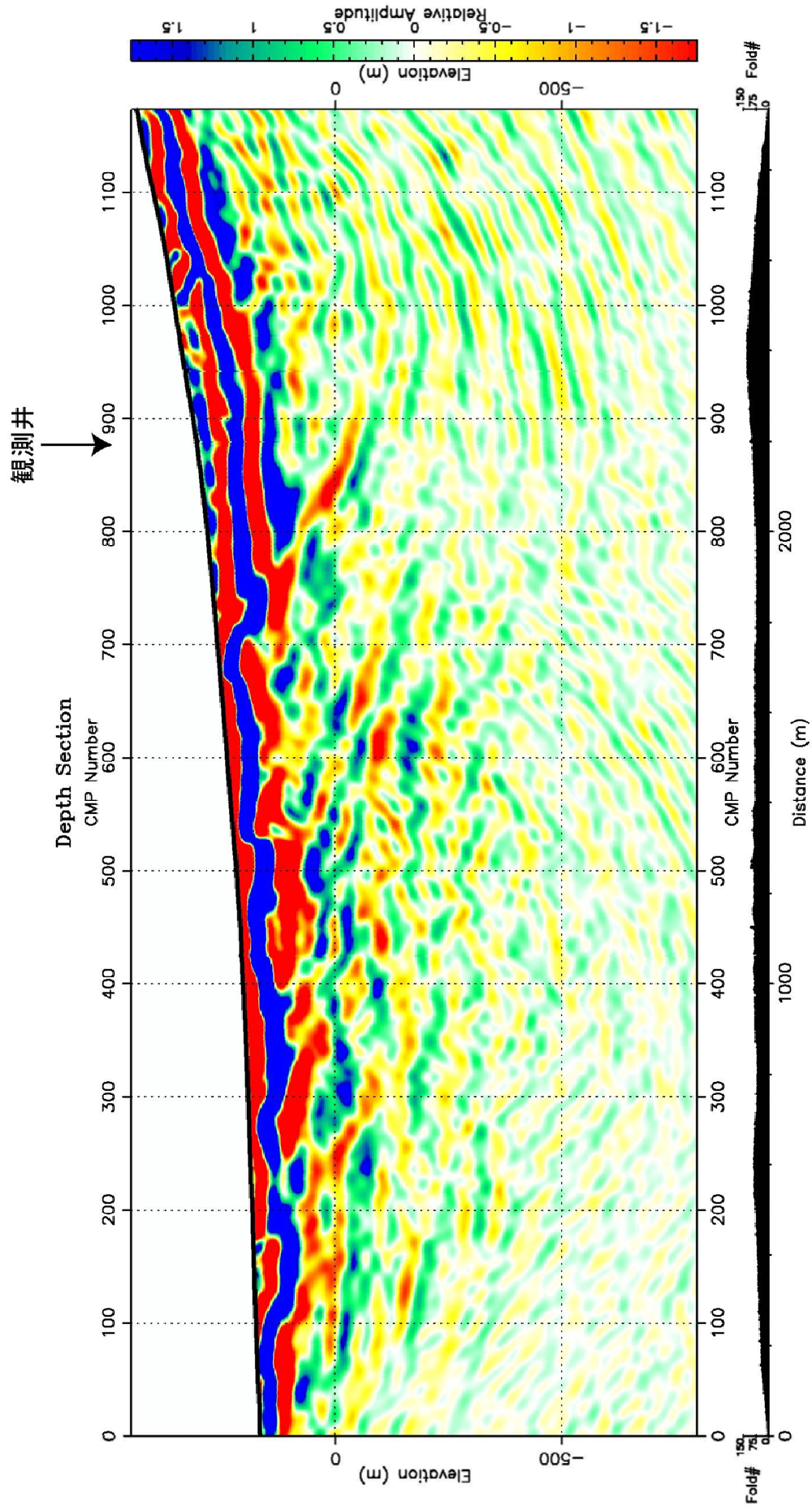


図 14 松阪飯高観測点周辺の地下構造調査 深度断面



図 15 紀北海山観測点周辺の地下構造調査 測線図

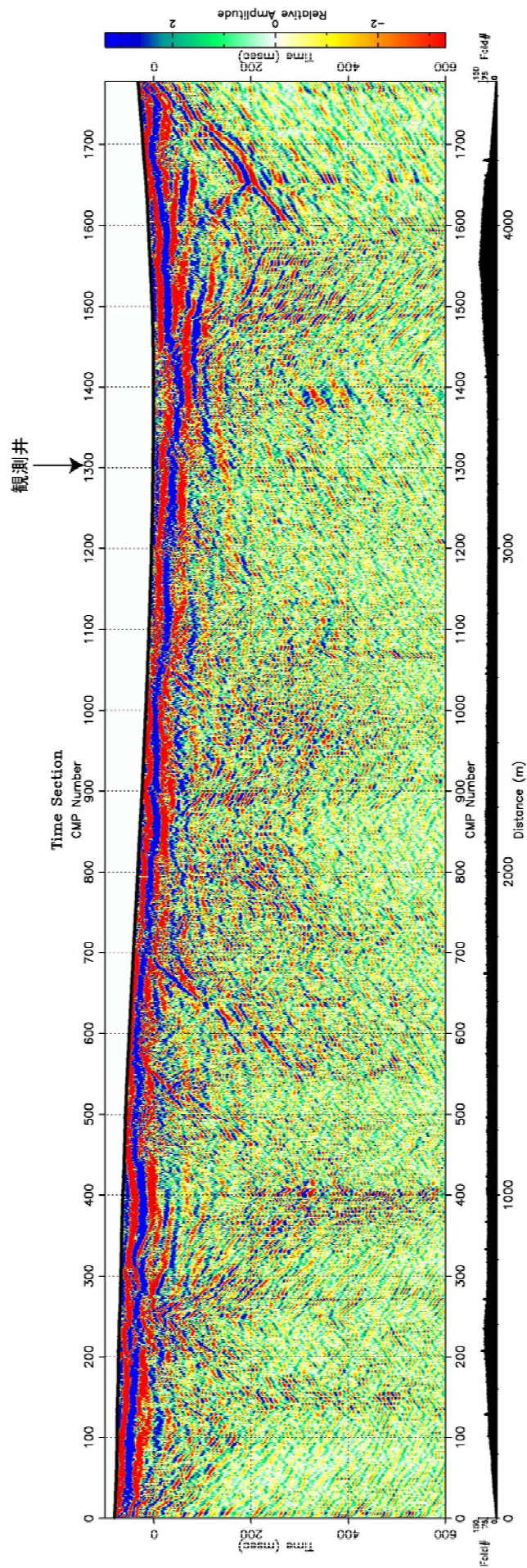


図 16 紀北海山観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面

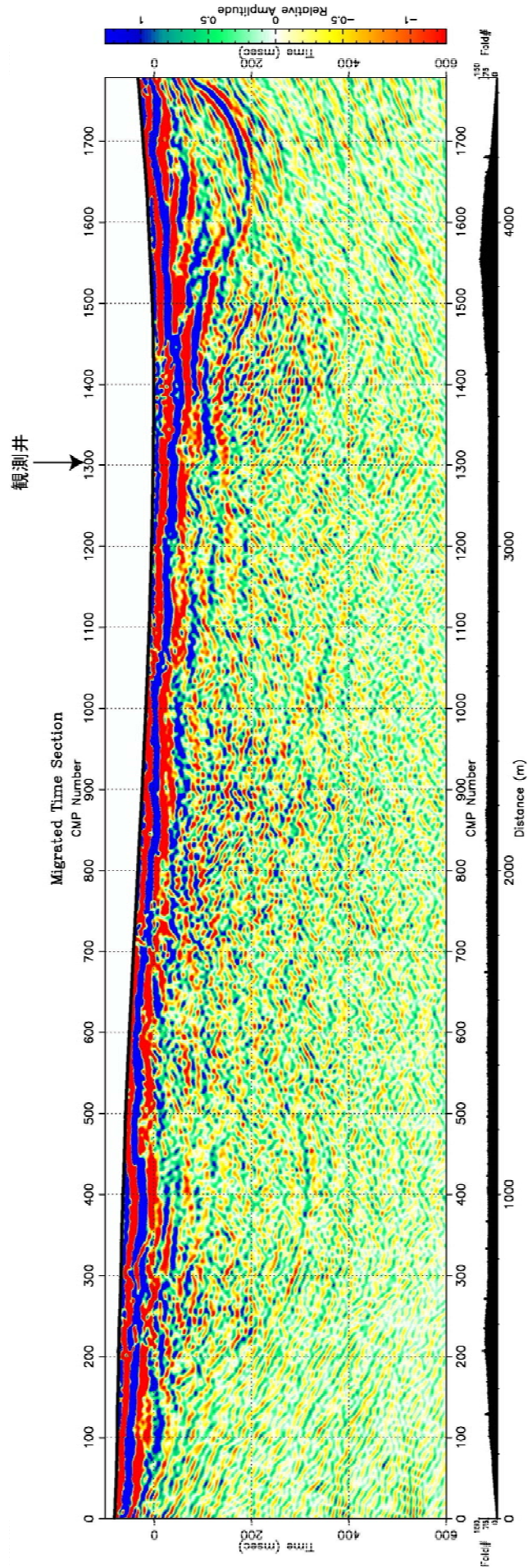


図 17 紀北海山観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面

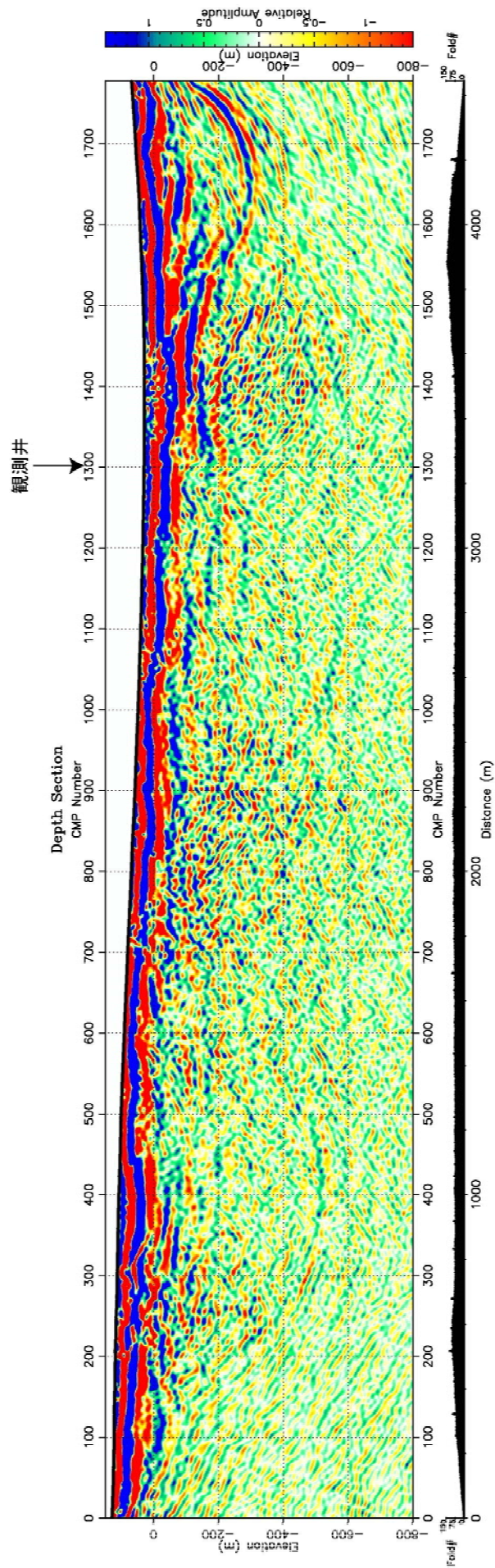


図 18 紀北海山観測点周辺の地下構造調査 深度断面

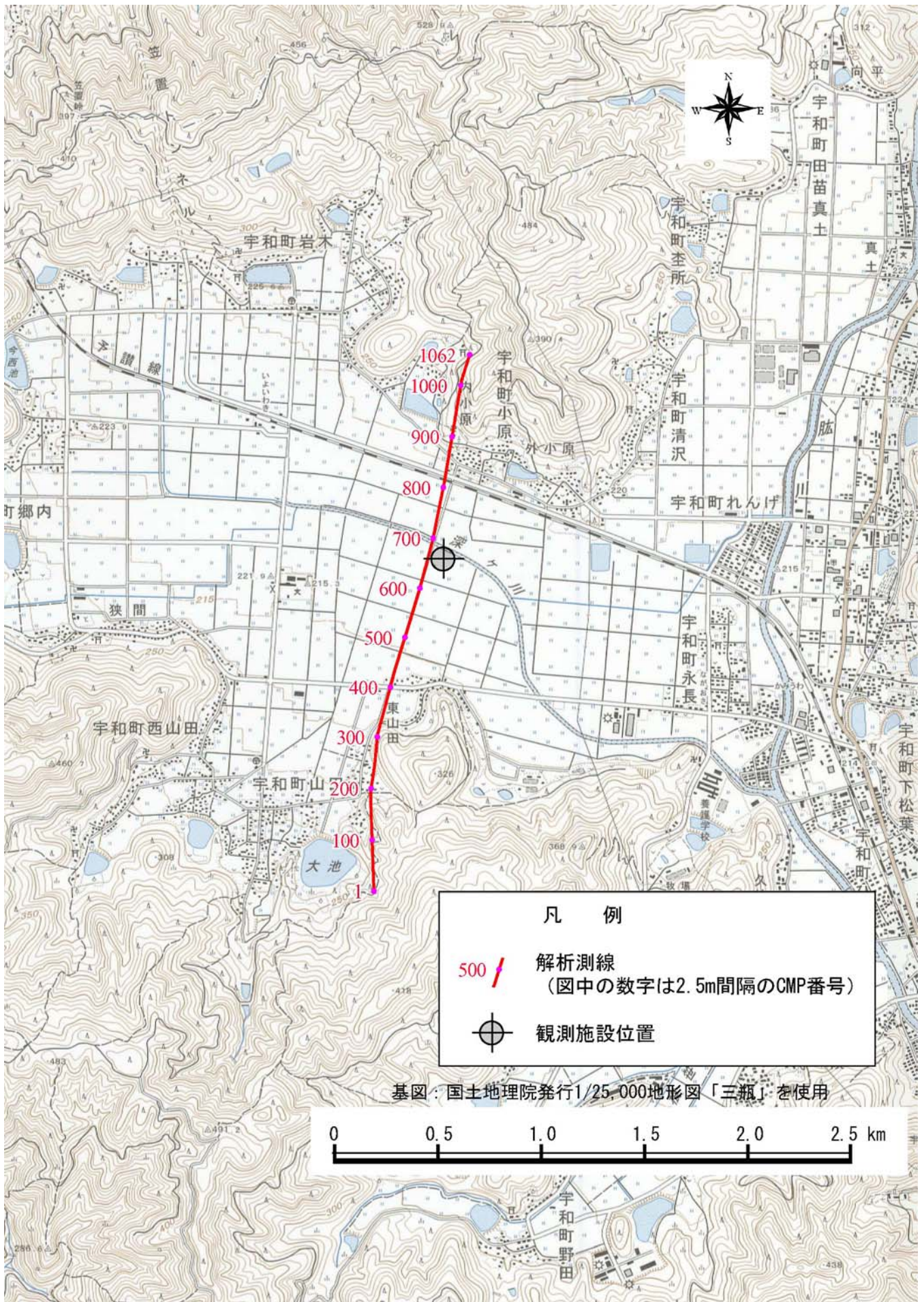


図 19 西予宇和観測点周辺の地下構造調査 測線図

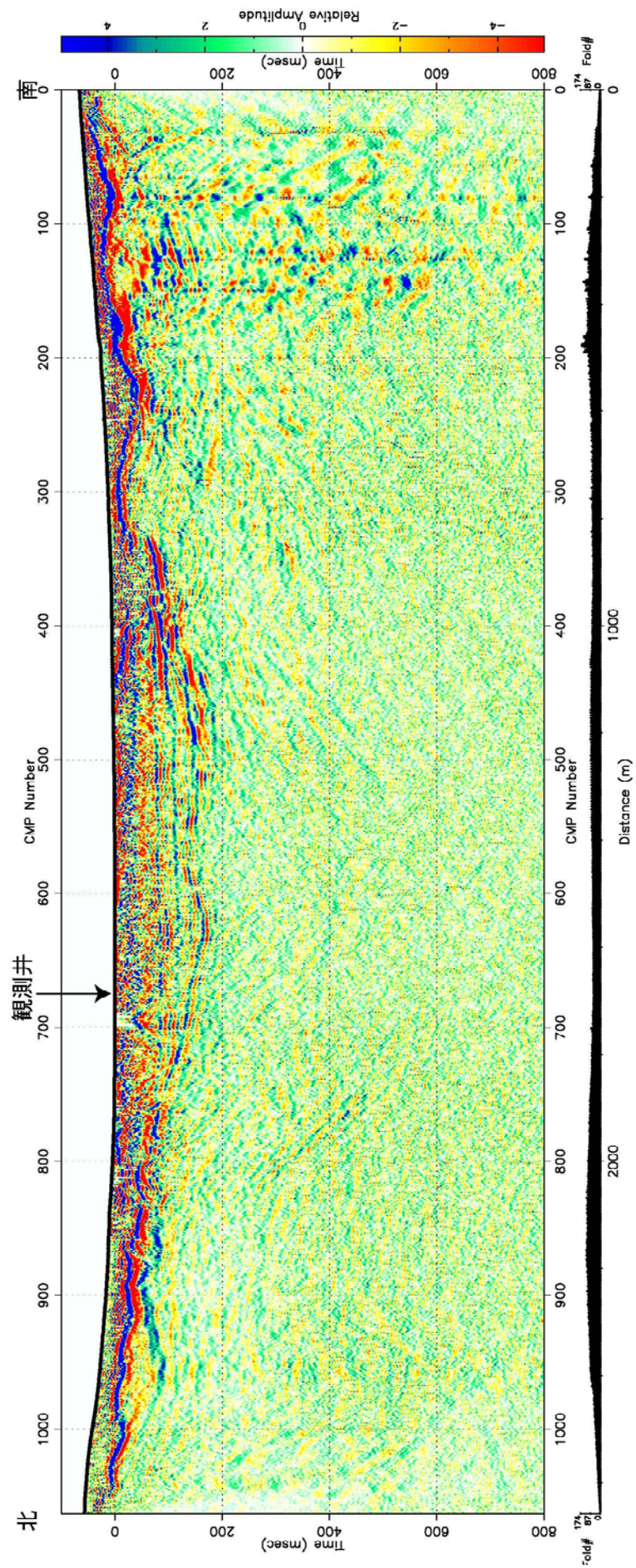


図 20 西予宇和観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面

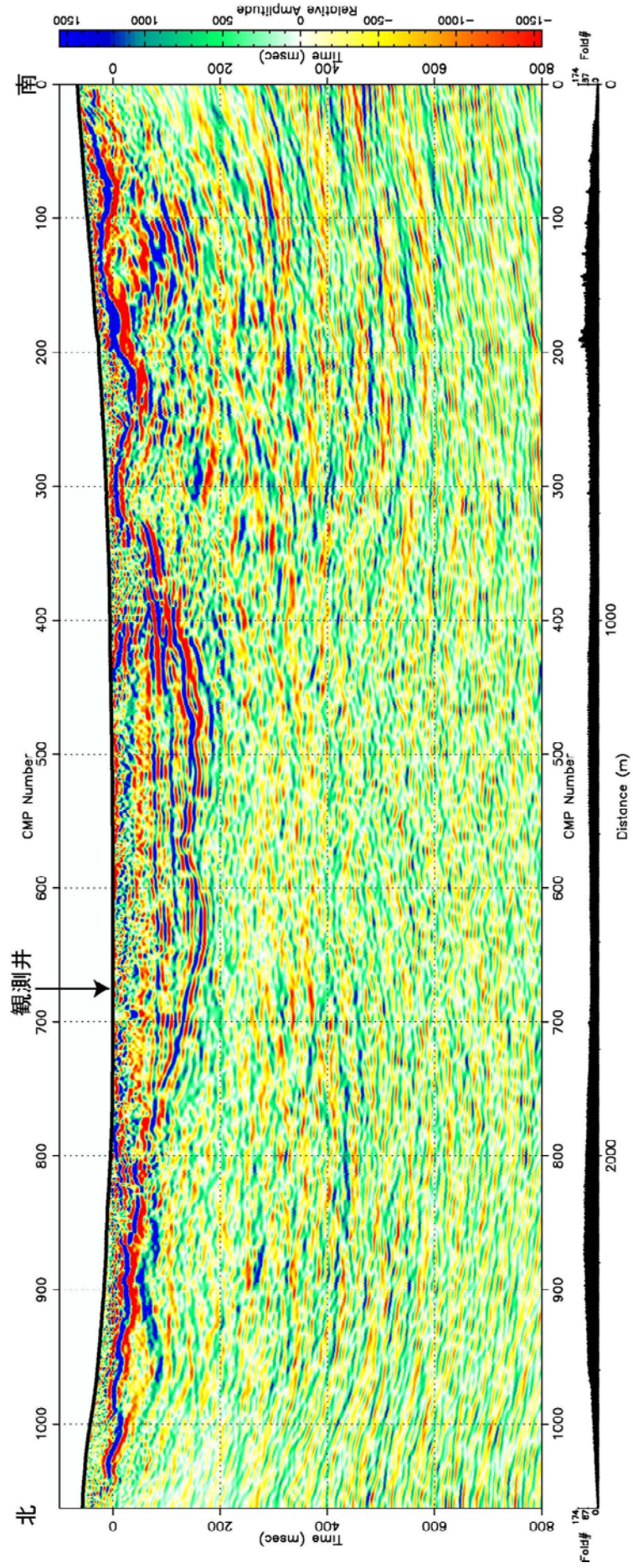


図 21 西予宇和観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面

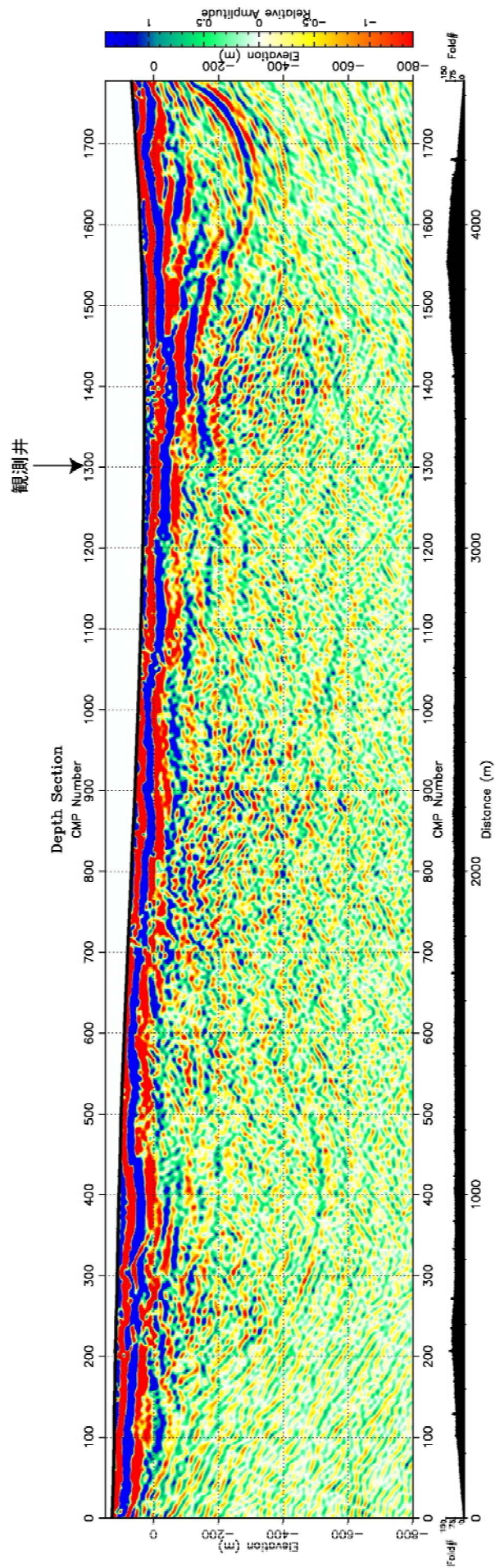


図 22 西予宇和観測点周辺の地下構造調査 深度断面

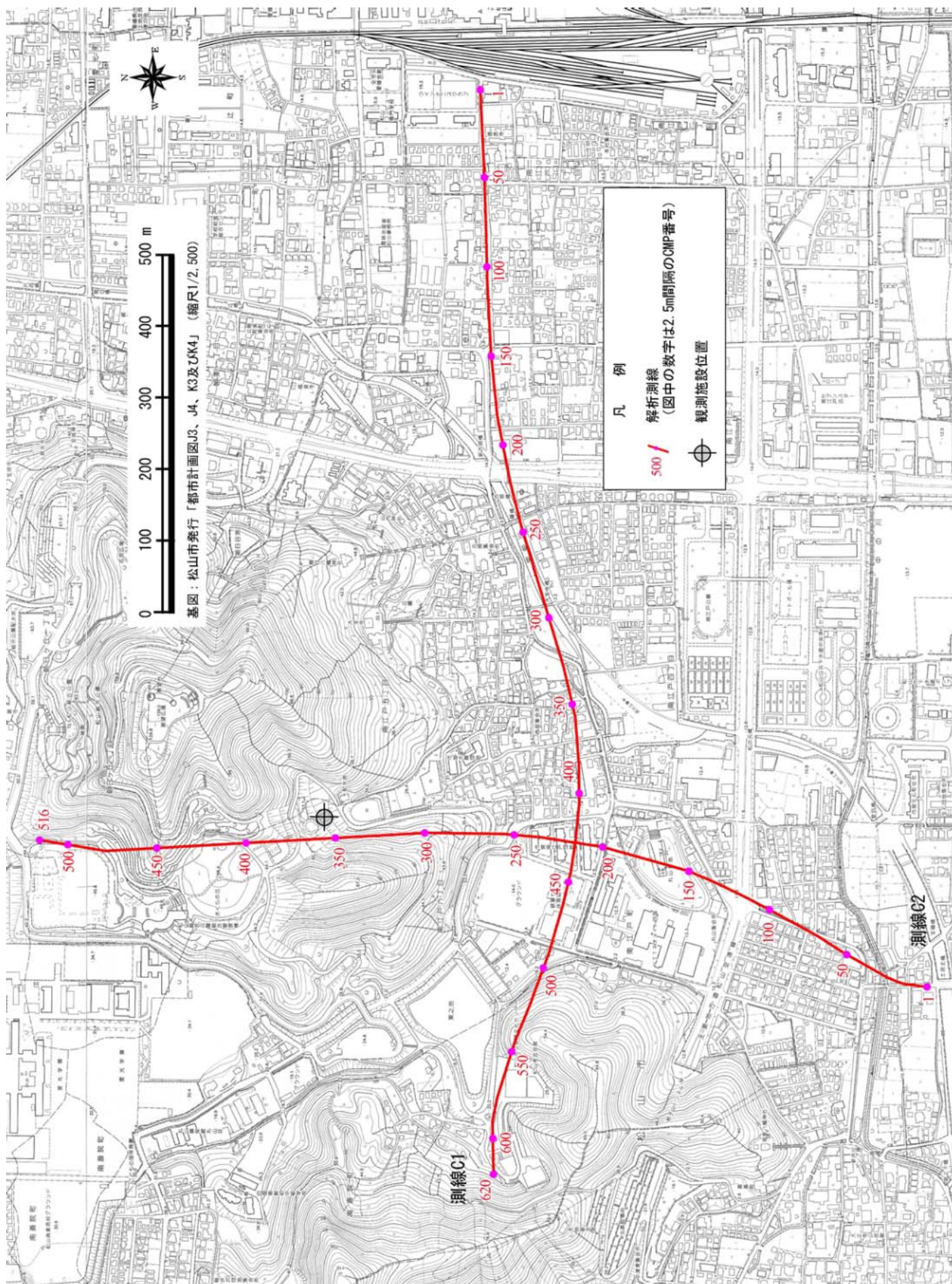


図 23 松山南江戸観測点周辺の地下構造調査 測線図

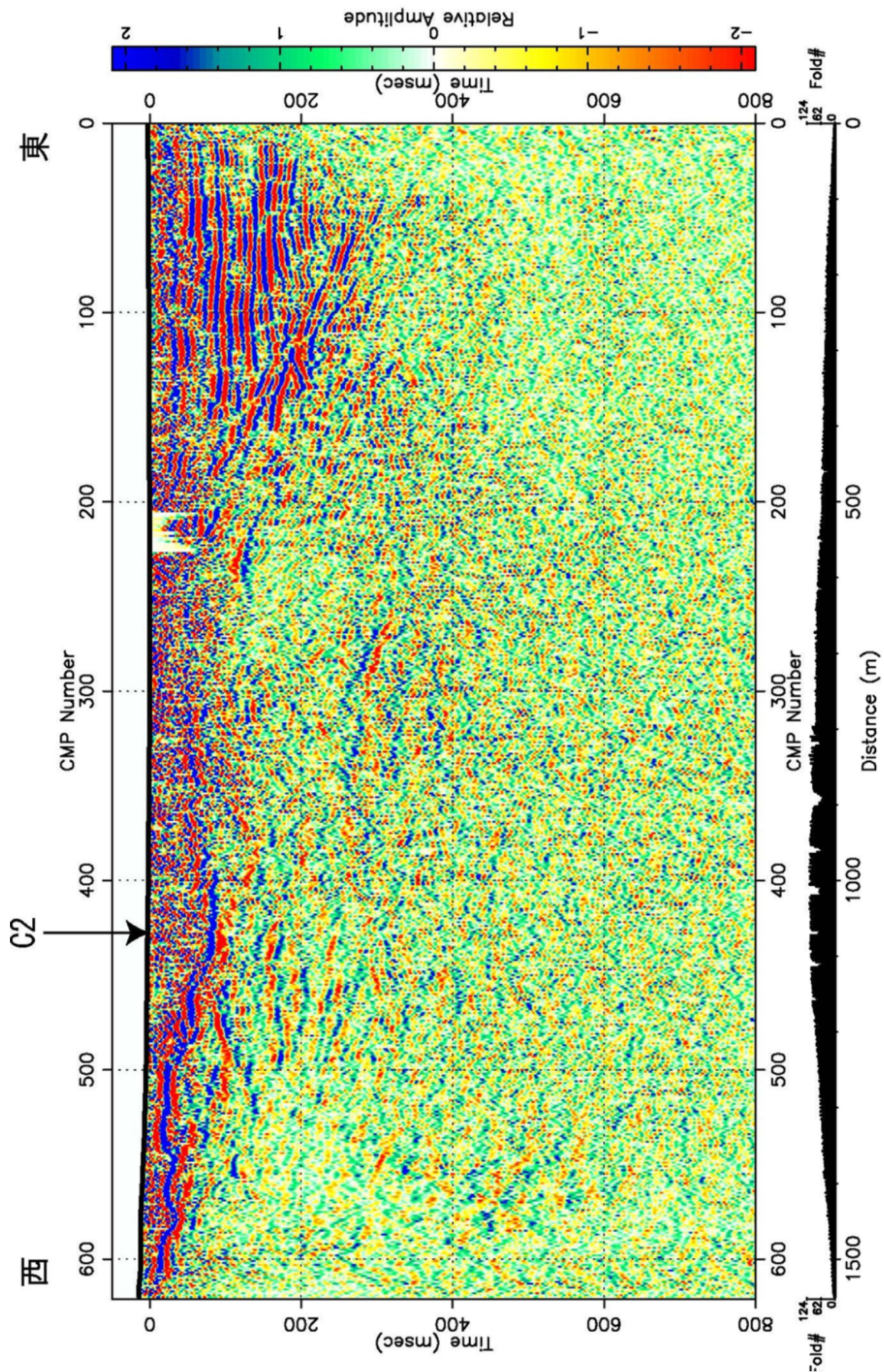


図 24 松山南江戸観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面 測線 C1

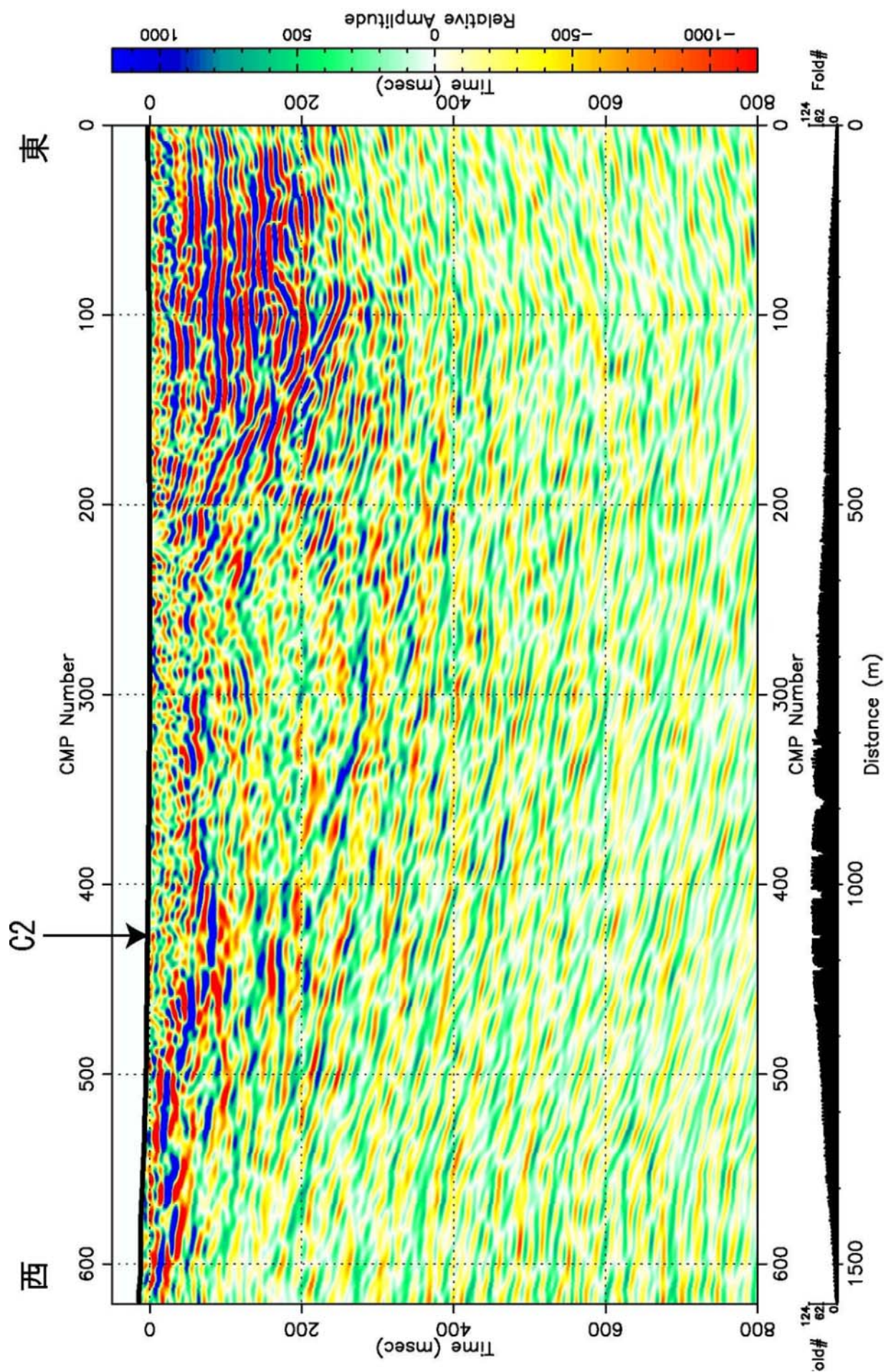


図 25 松山南江戸観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面 測線 C1

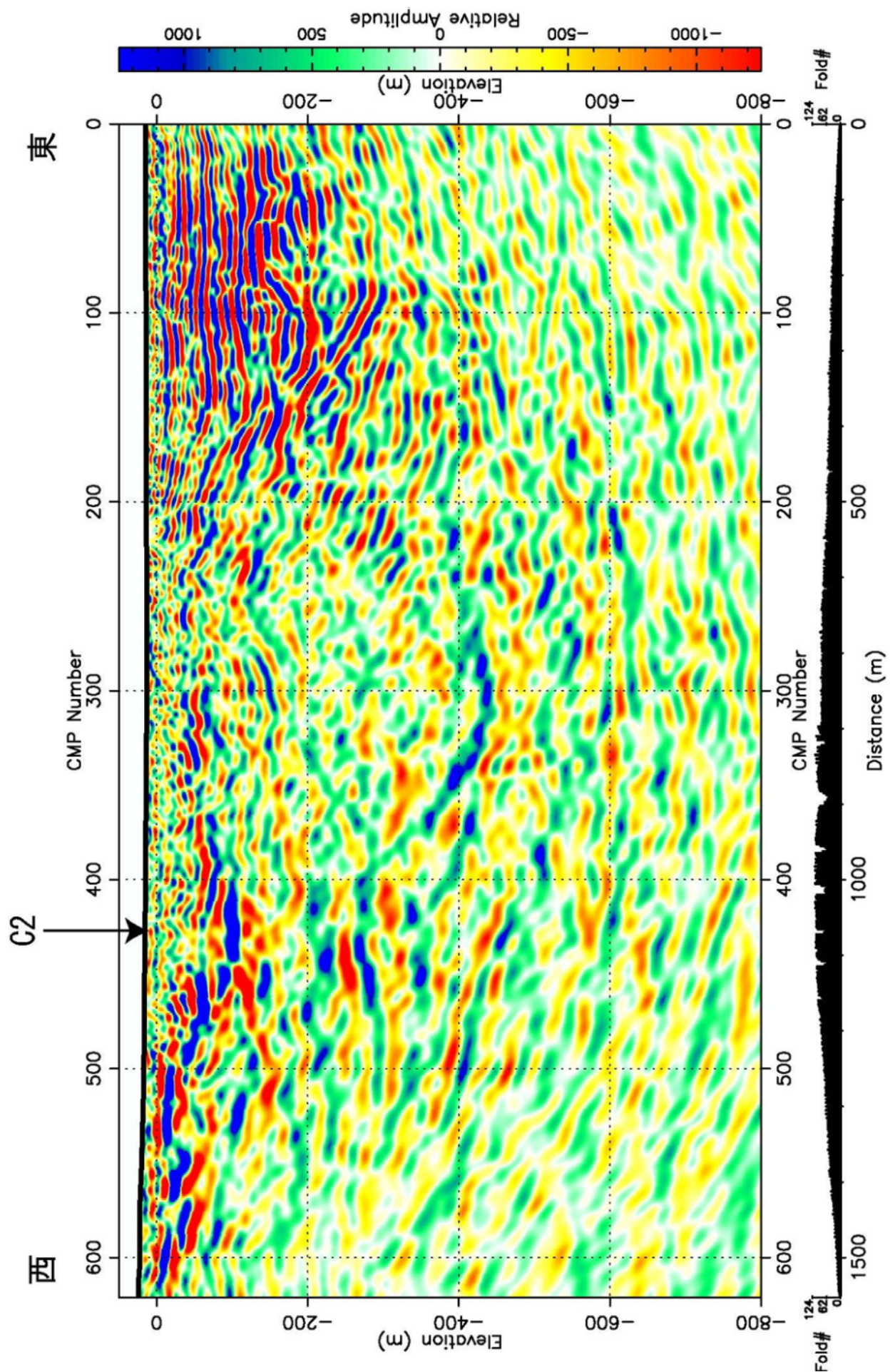


図 26 松山南江戸観測点周辺の地下構造調査 深度断面 測線 C1

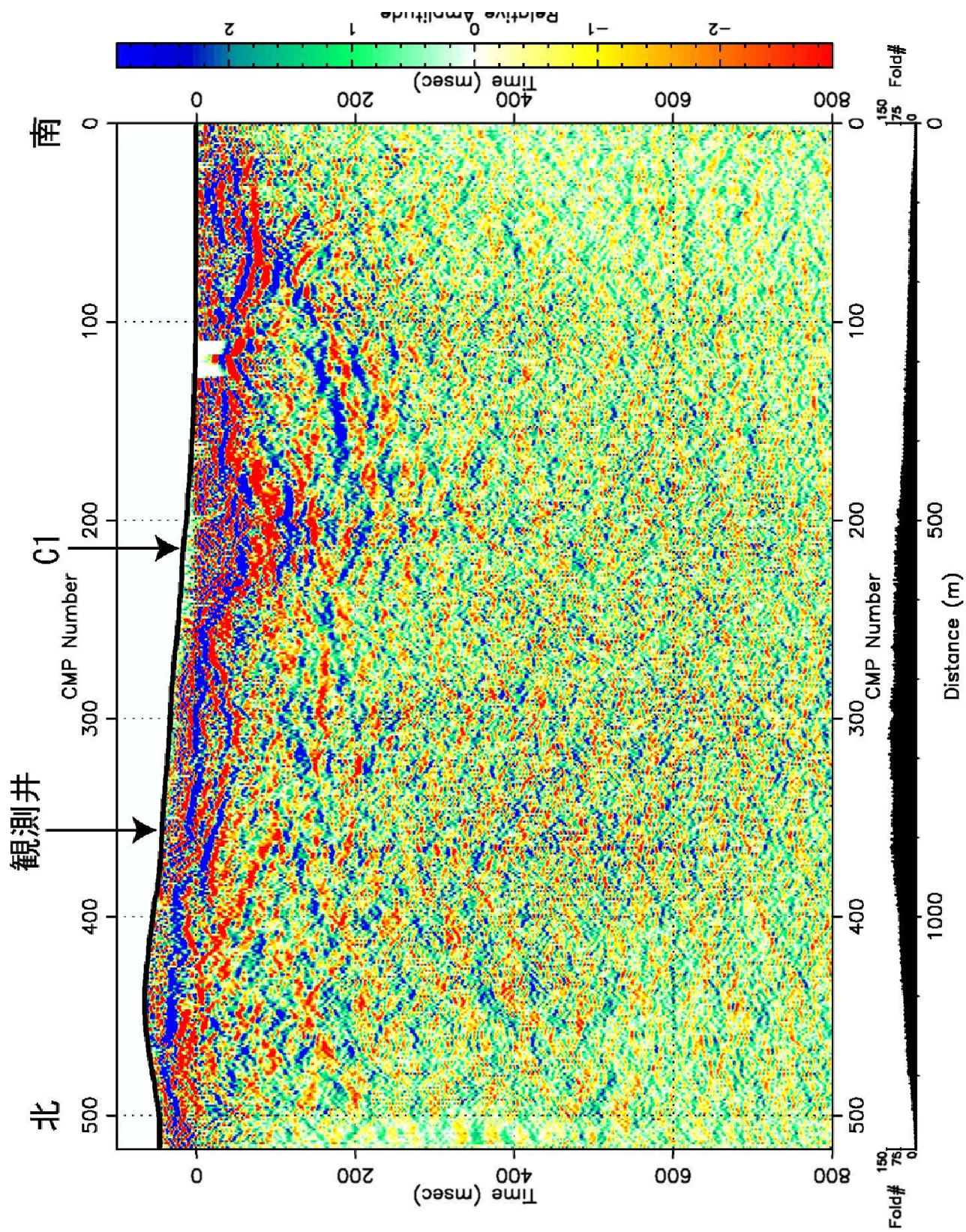


図 27 松山南江戸観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面 測線 C2

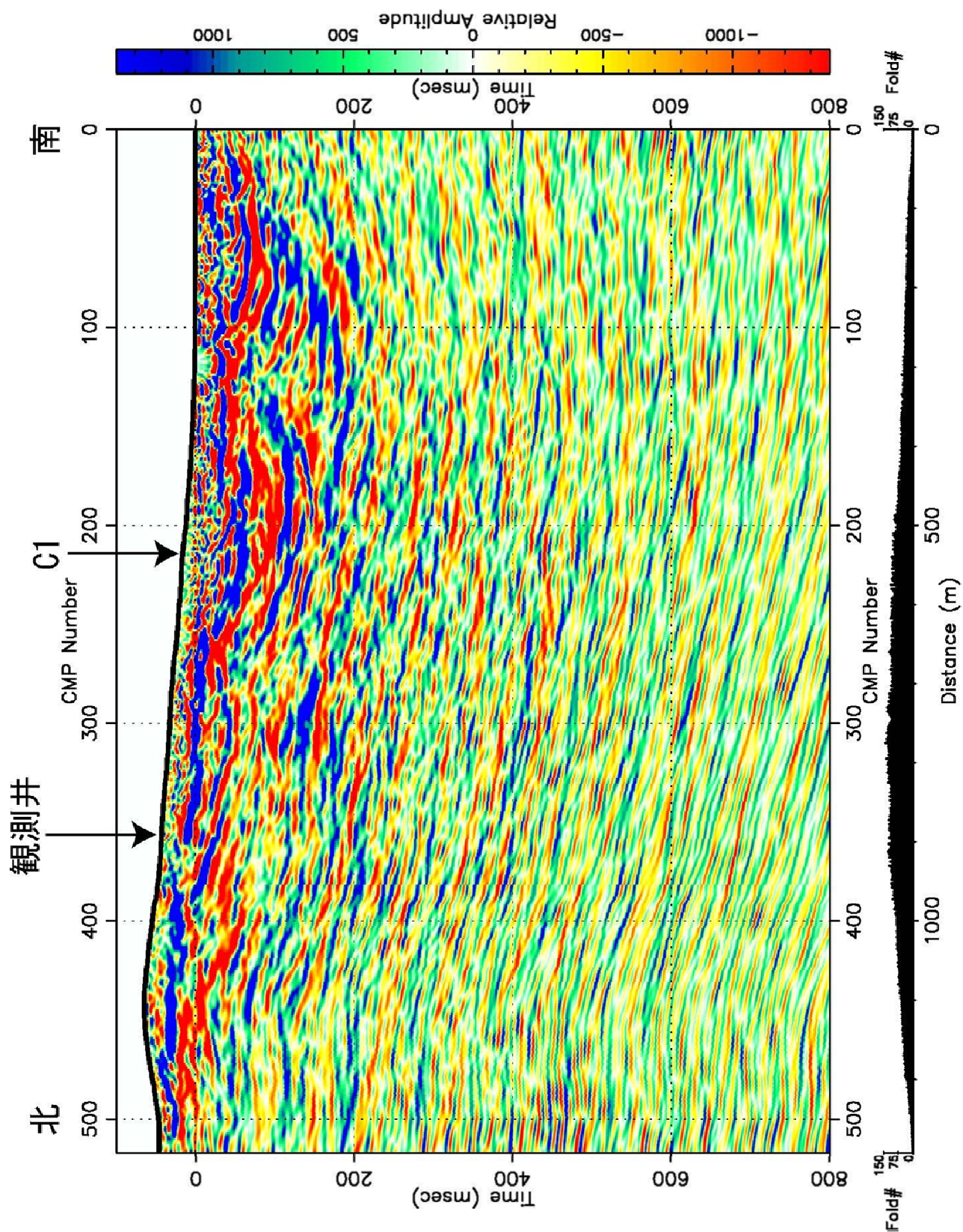


図 28 松山南江戸観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面 測線 C2

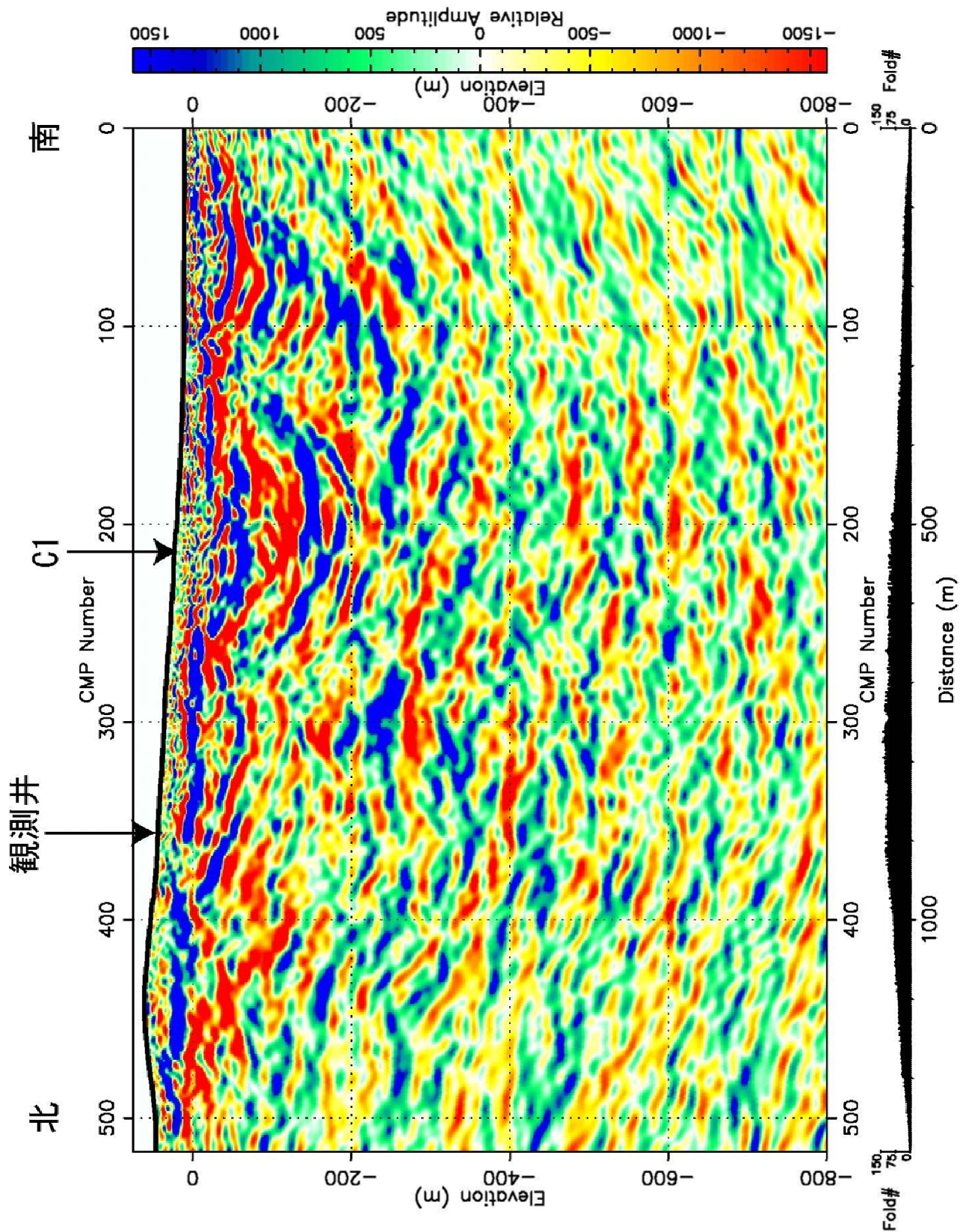


図 29 松山南江戸観測点周辺の地下構造調査 深度断面 測線 C2

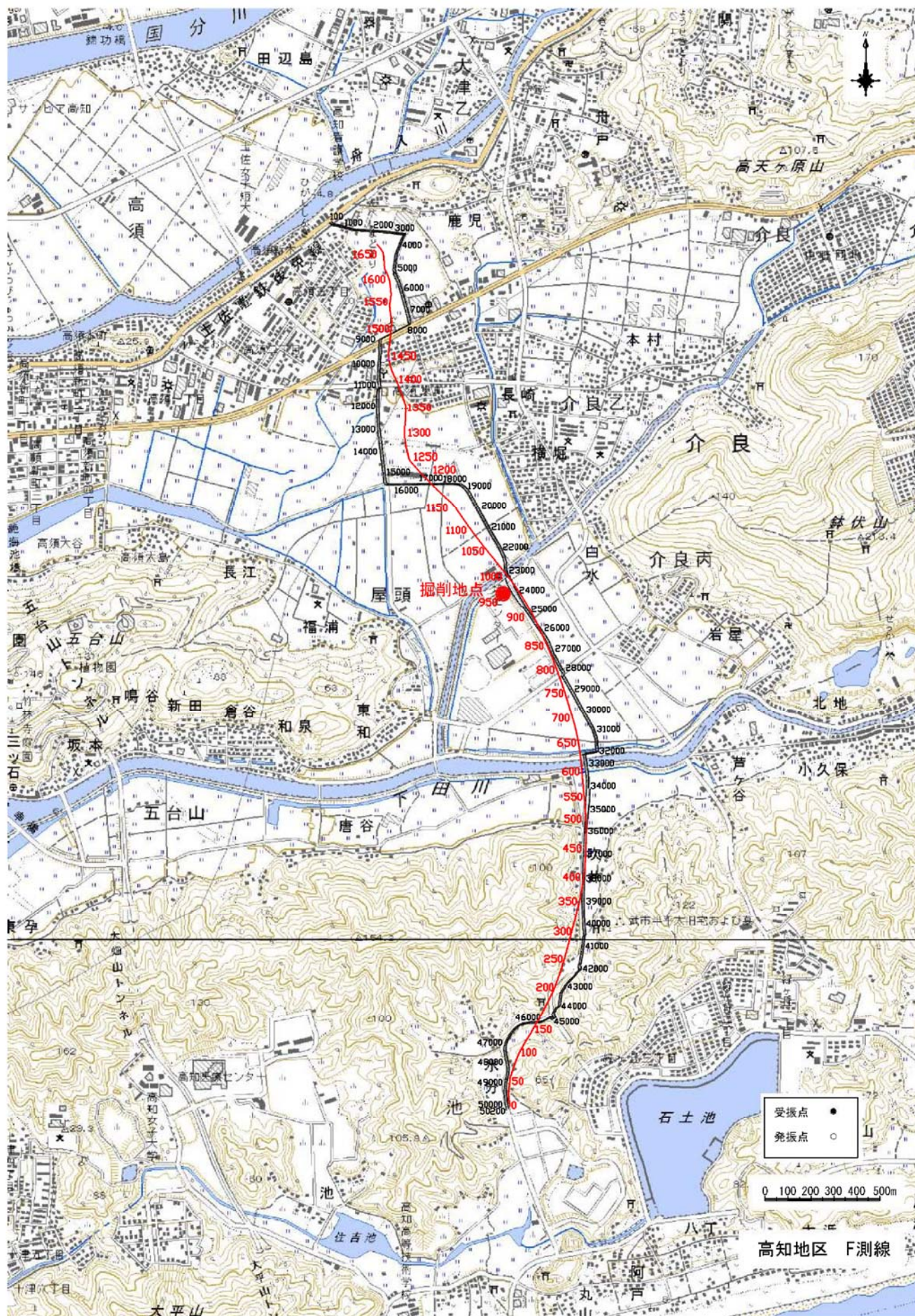


図 30 高知五台山観測点周辺の地下構造調査 測線図 基図は国土地理院発行 1:25,000 地形図「高知」

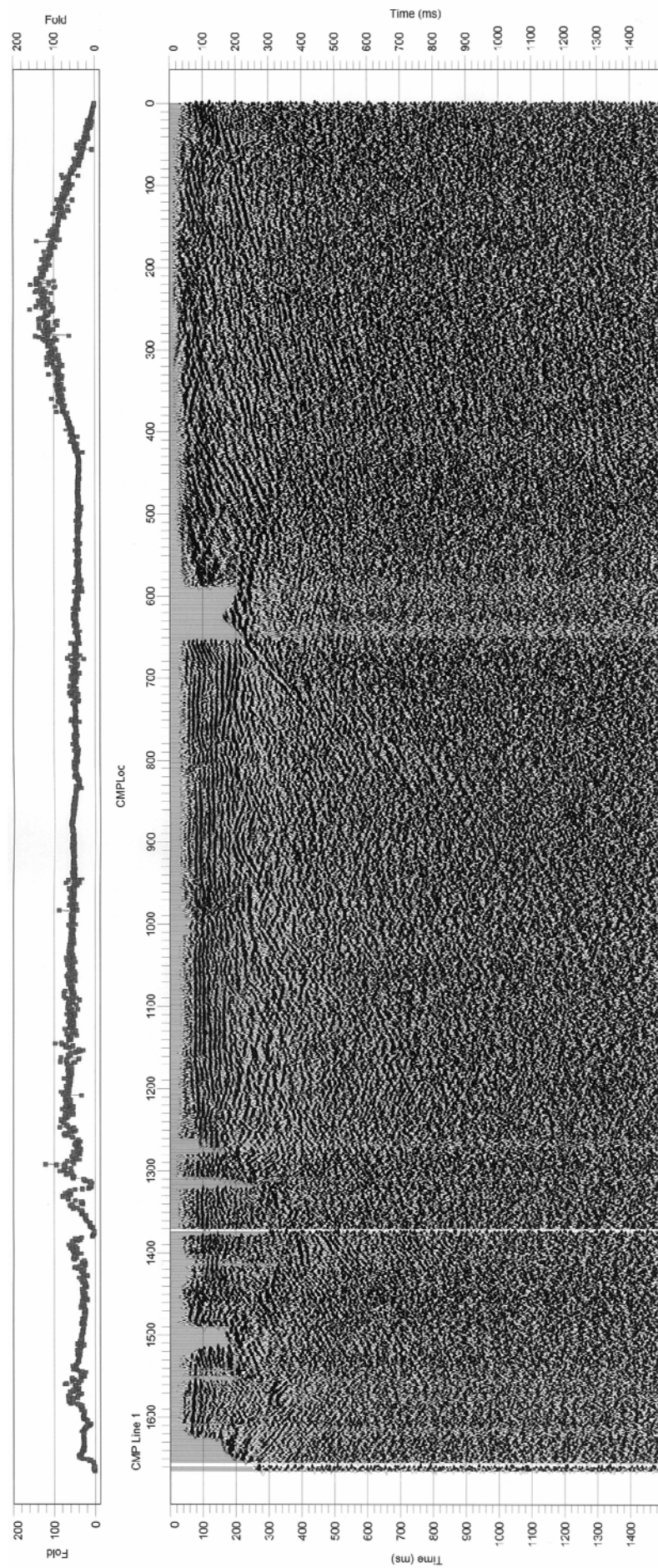


図 31 高知五台山観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面



図 32 高知五台山観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面

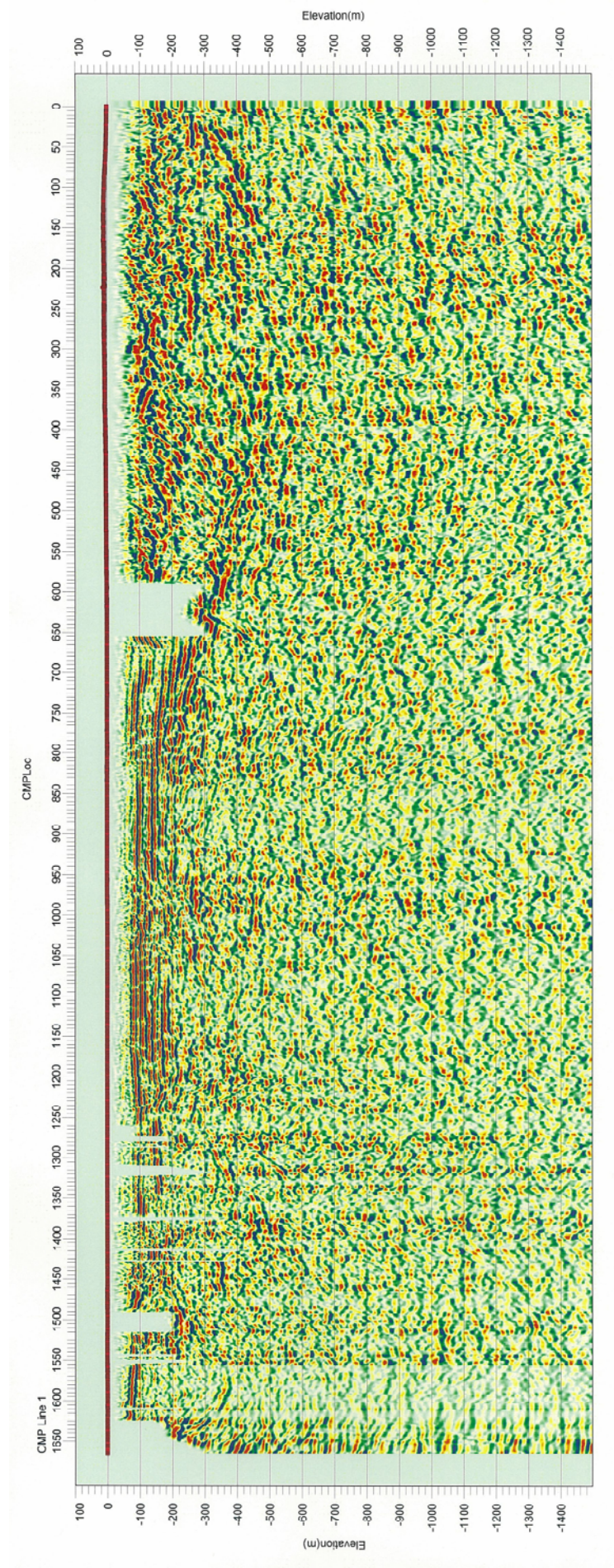


図 33 高知五台山観測点周辺の地下構造調査 深度断面



図 34 室戸岬観測点周辺の地下構造調査 測線図 基図は国土地理院発行 1:25,000 地形図「室戸岬」

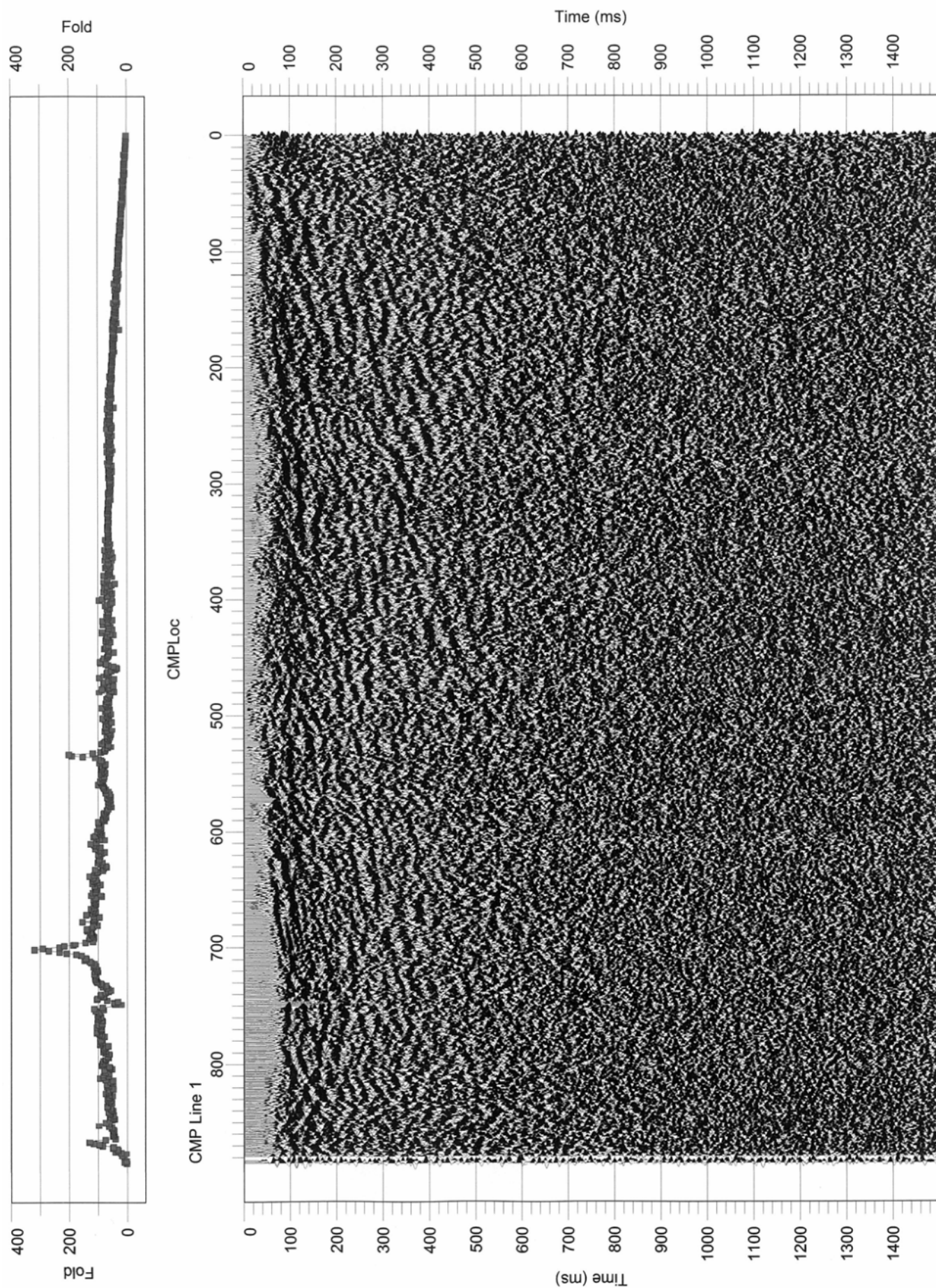


図 35 室戸岬観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面

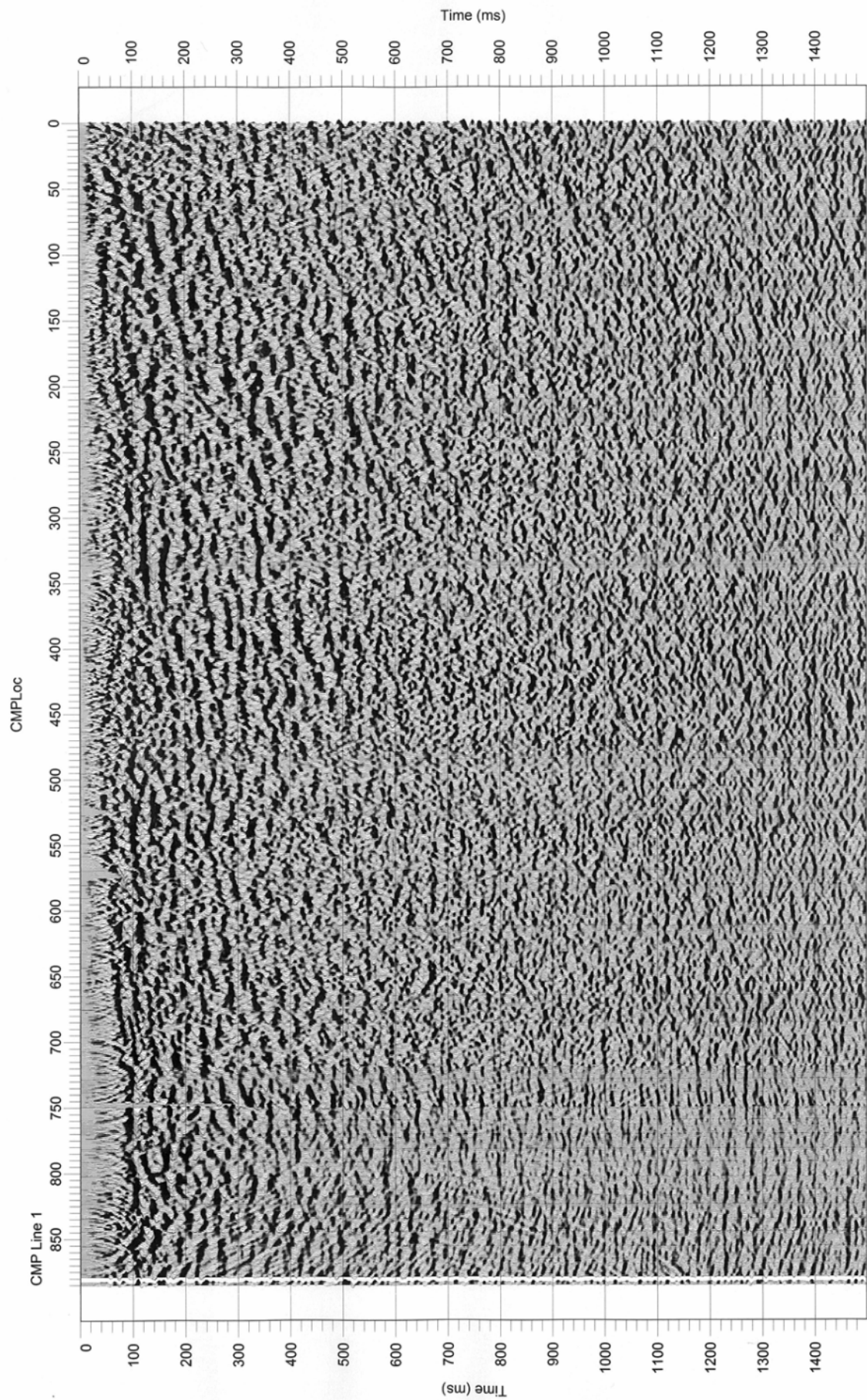


図 36 室戸岬観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面

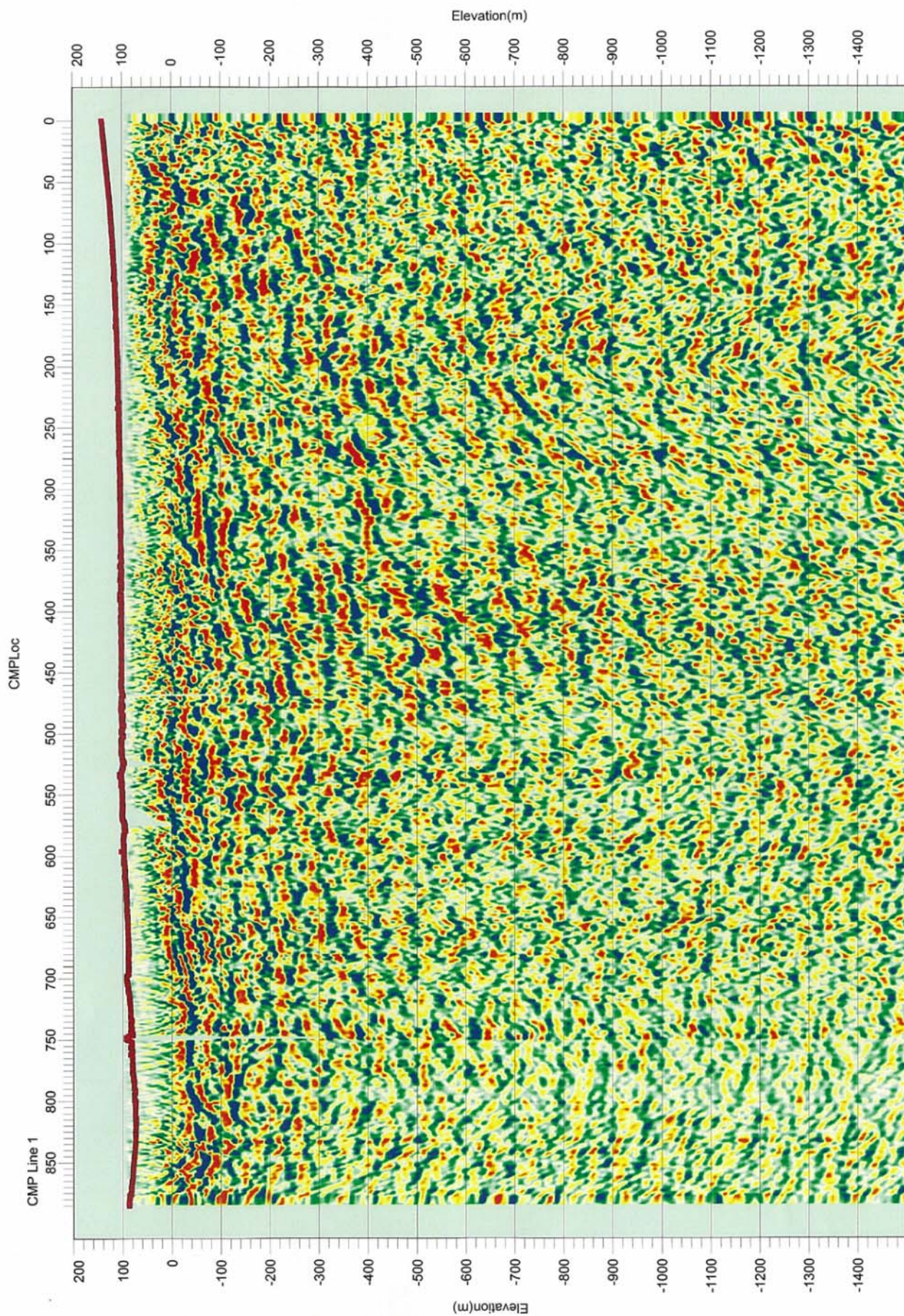


図 37 室戸岬観測点周辺の地下構造調査 深度断面

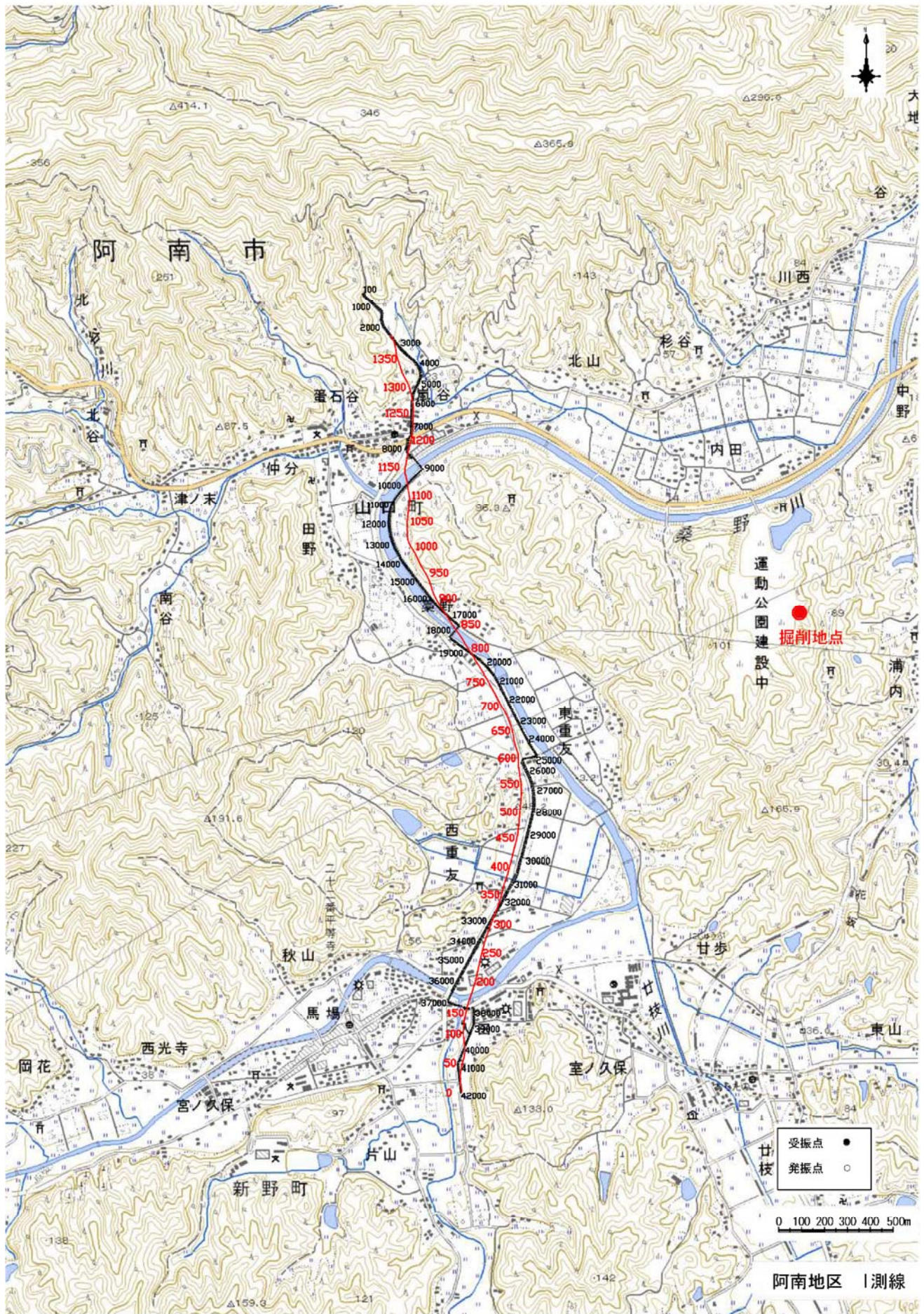


図 38 阿南桑野観測点周辺の地下構造調査 測線図 基図は国土地理院発行 1:25,000 地形図「馬場」

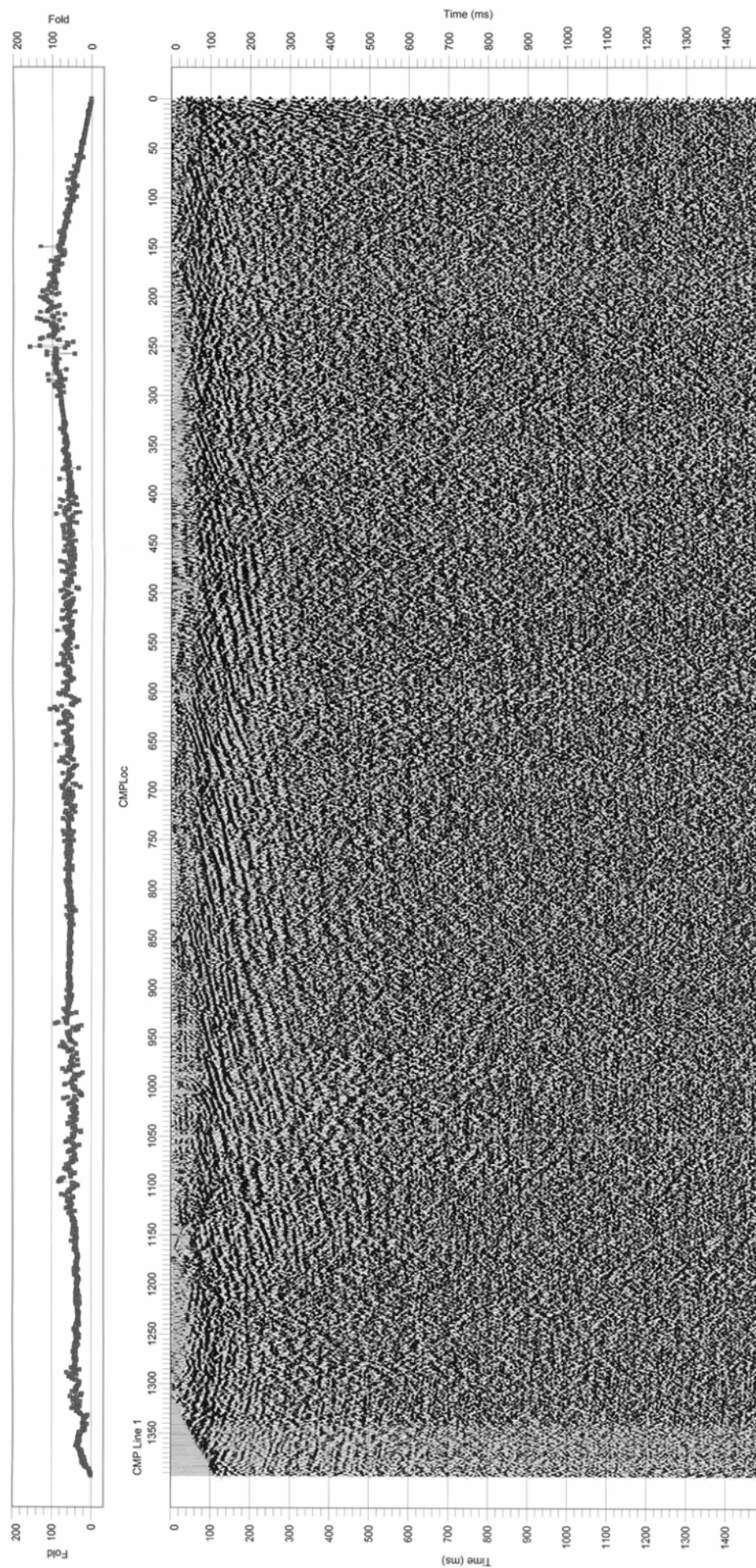


図 39 阿南桑野観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面

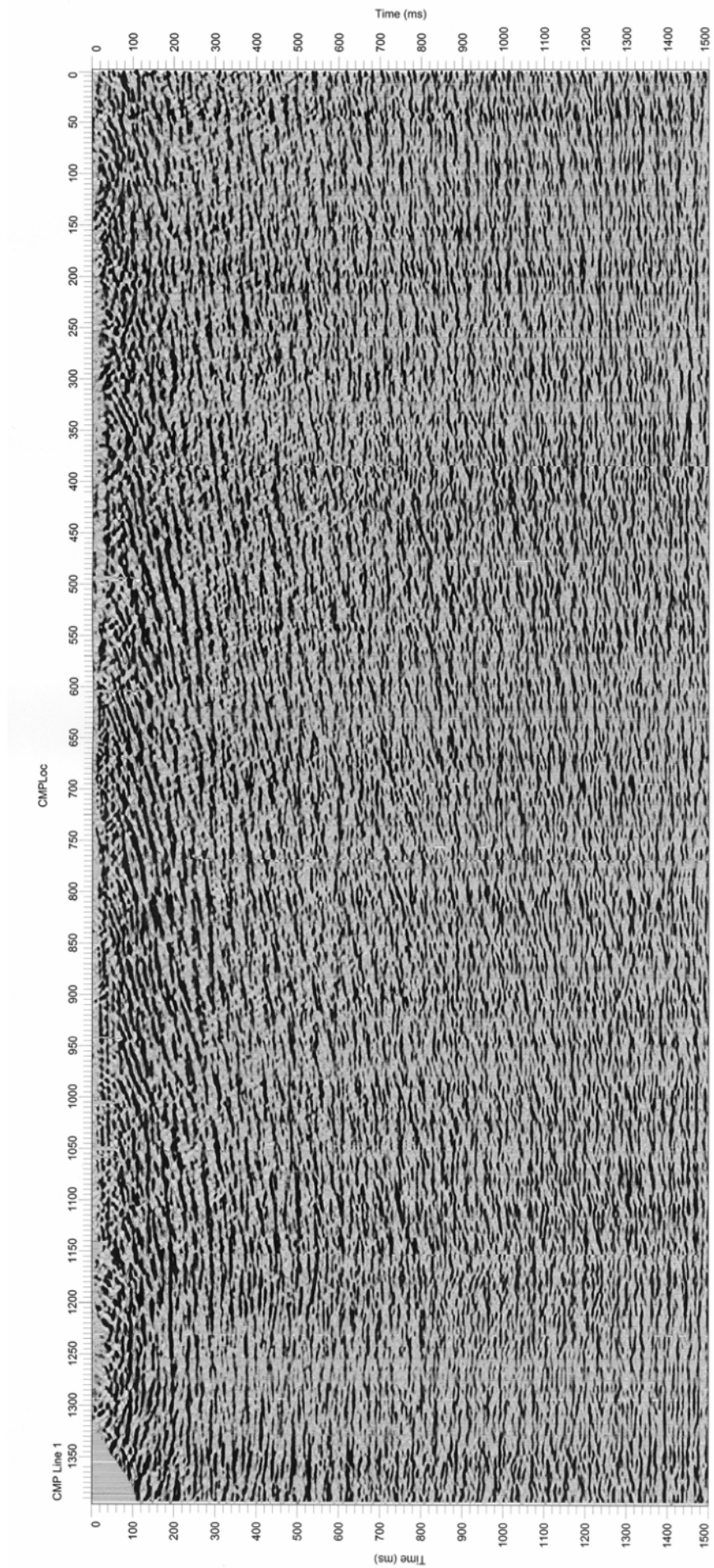


図 40 阿南桑野観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面

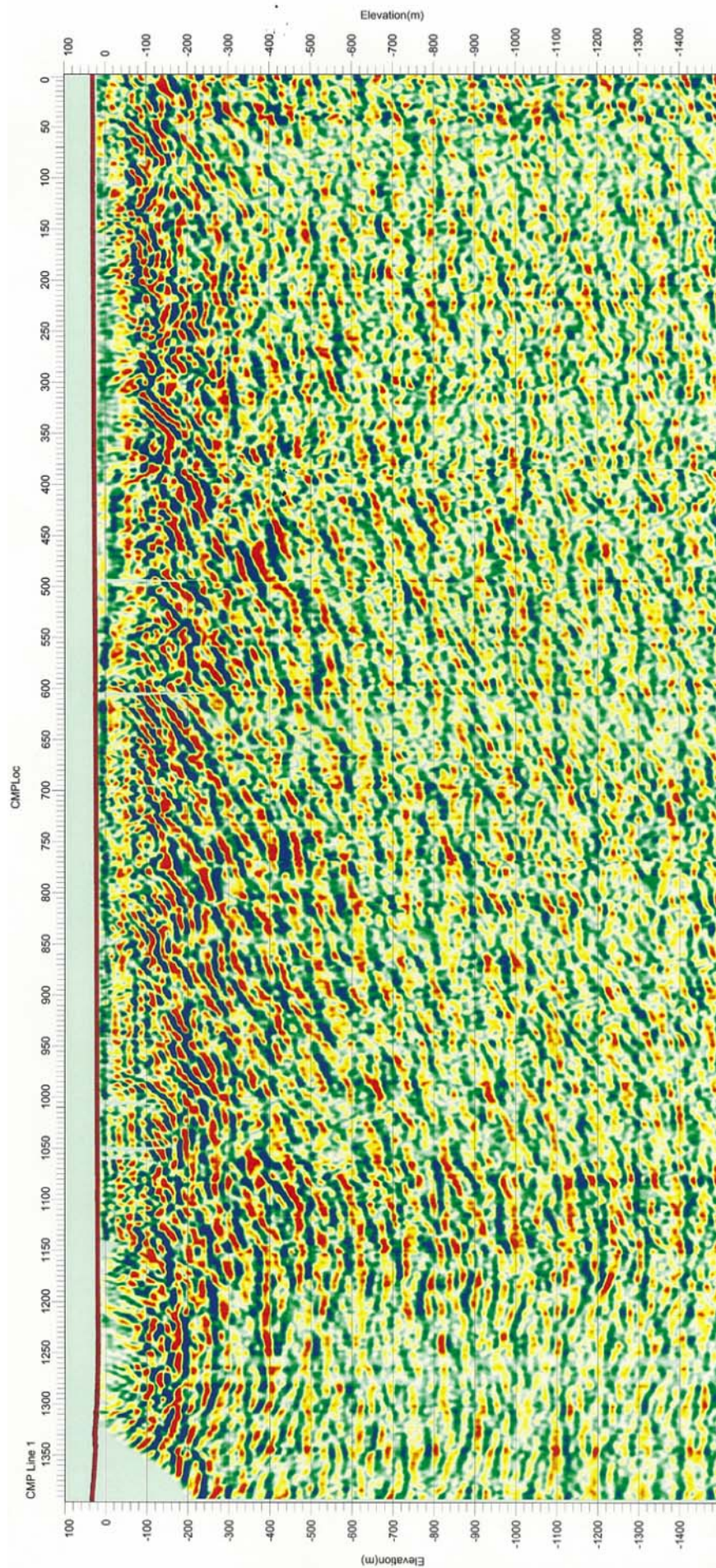


図 41 阿南桑野観測点周辺の地下構造調査 深度断面

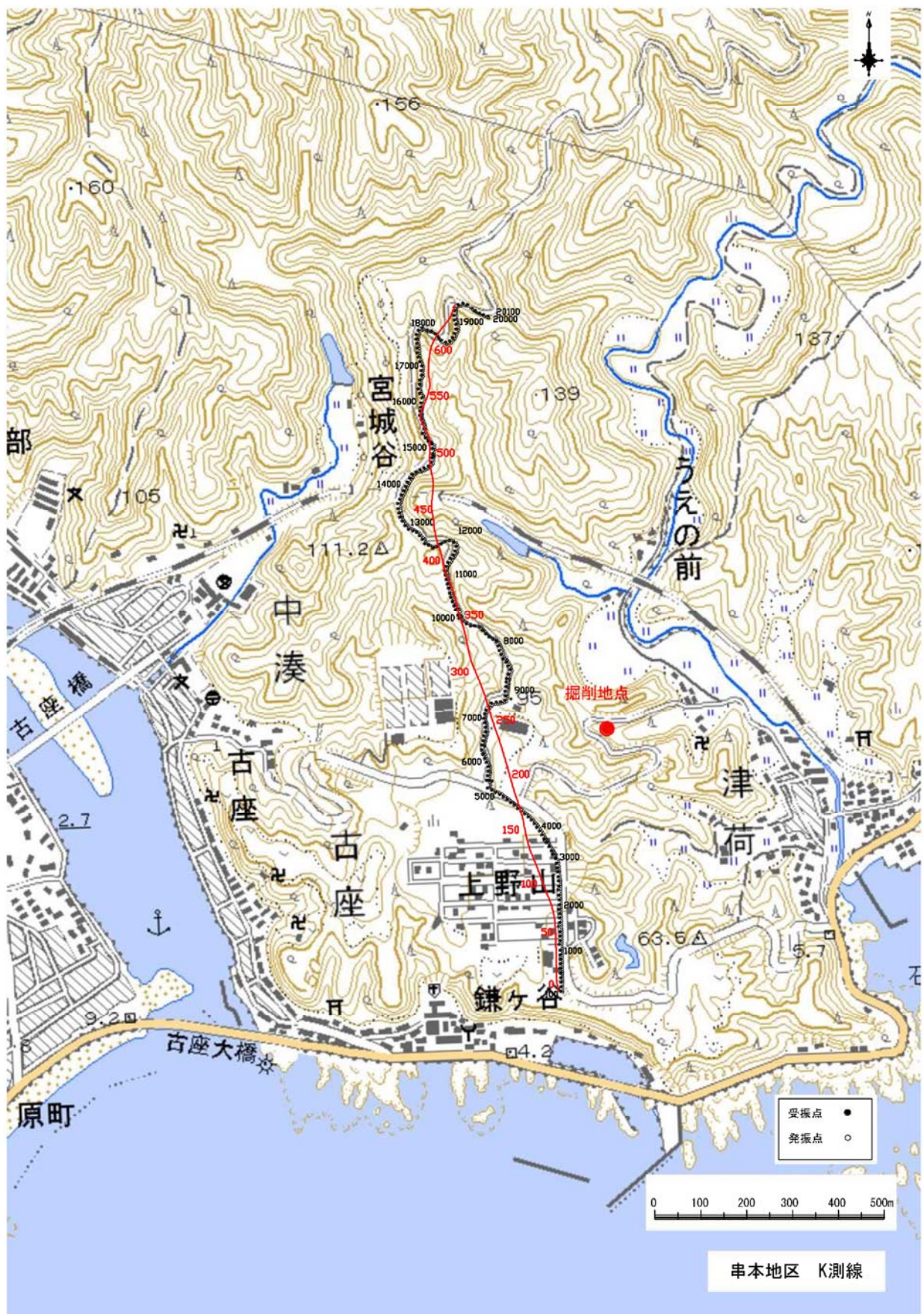


図 42 串本津荷観測点周辺の地下構造調査 測線図 基図は国土地理院発行 1:25,000 地形図「古座」

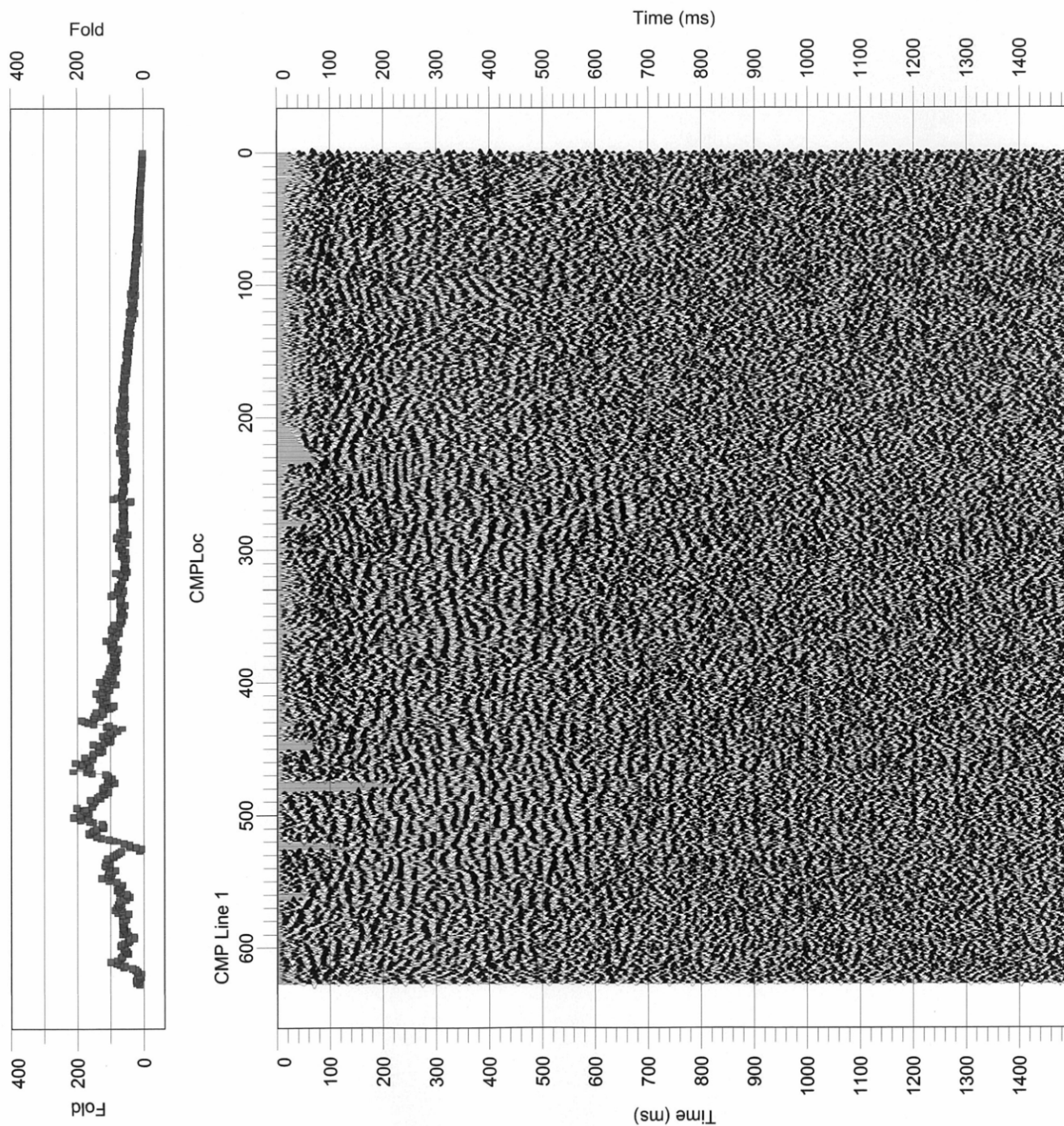


図 43 串本津荷観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面 測線 K(震源は油圧インパクト)

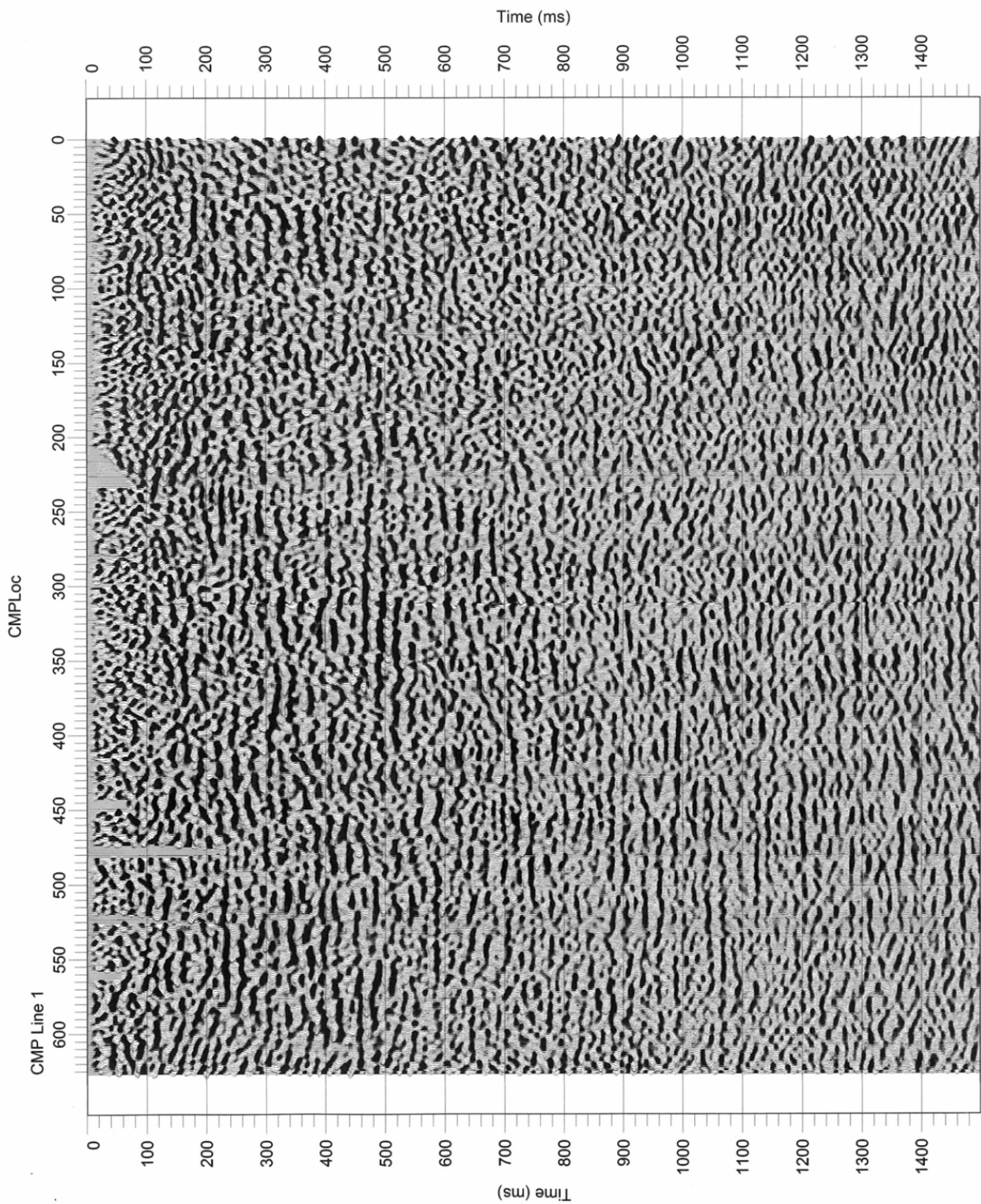


図 44 串本津荷観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面 測線 K (震源は油圧インパクト)

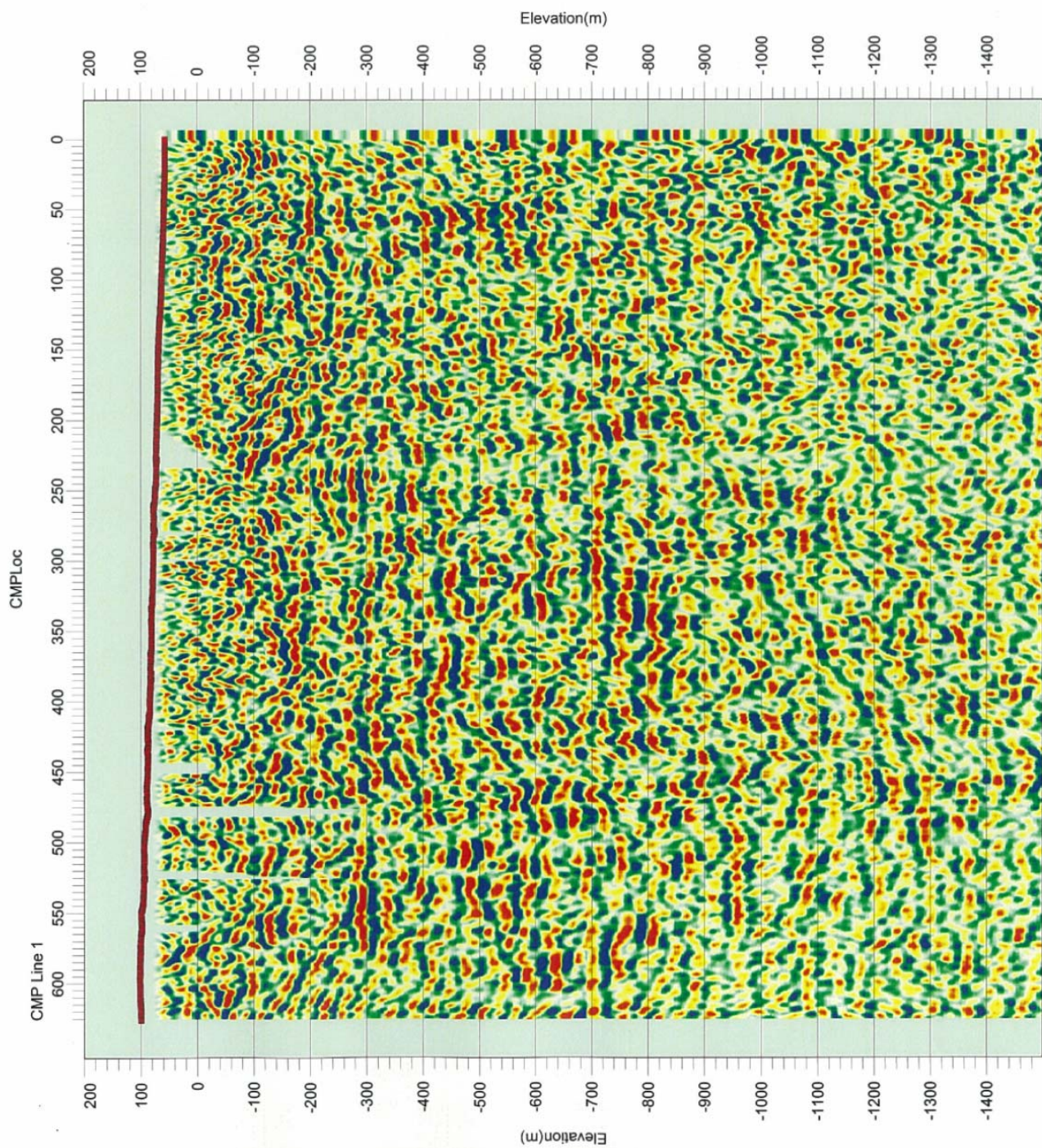


図 45 串本津荷観測点周辺の地下構造調査 深度断面 測線 K(震源は油圧インパクト)

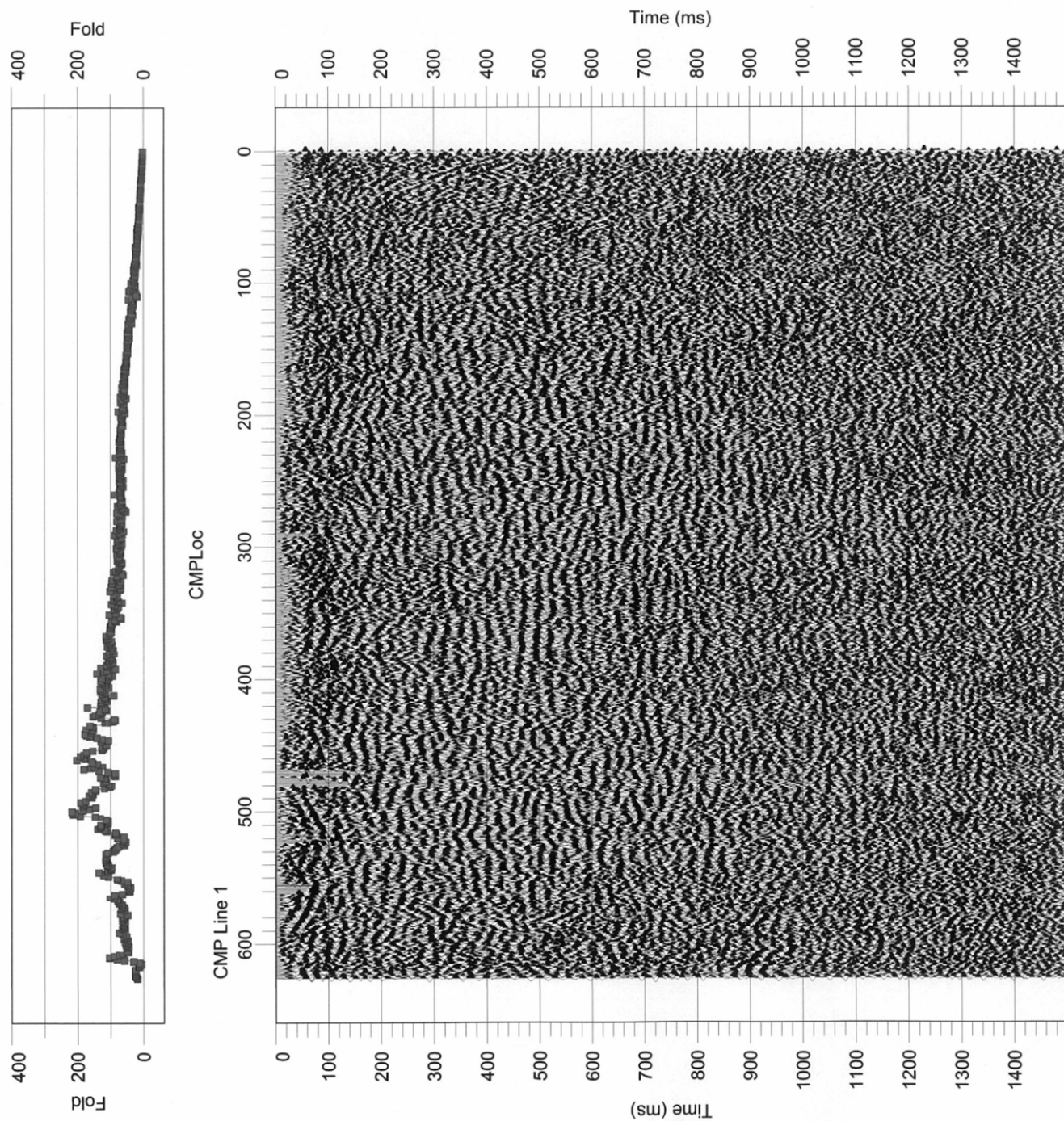


図 46 串本津荷観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面 測線 K2(震源はミニバイブ)

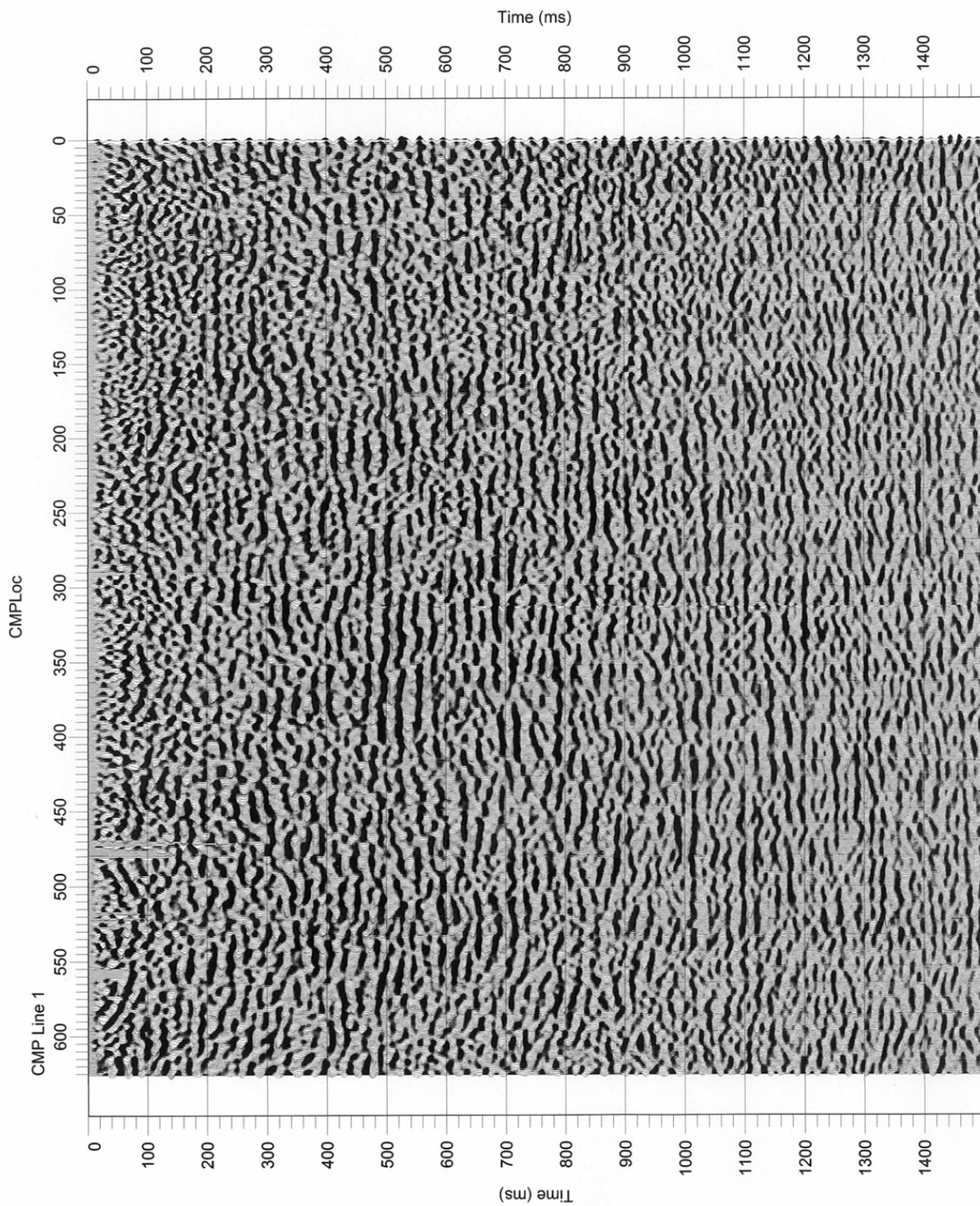


図 47 串本津荷観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面 測線 K2(震源はミニバイブ)

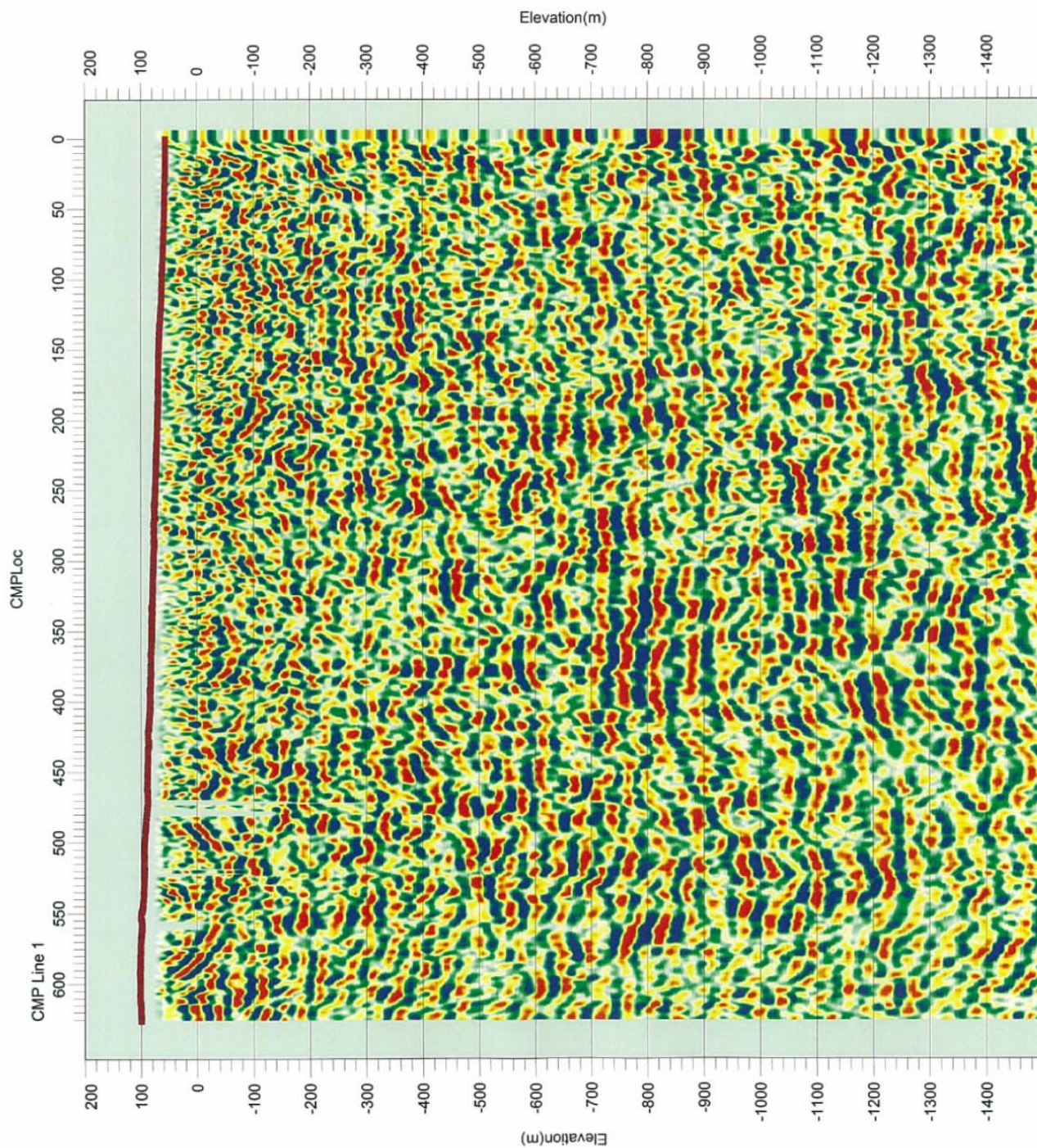


図 48 串本津荷観測点周辺の地下構造調査 深度断面 測線 K2(震源はミニバイブ)

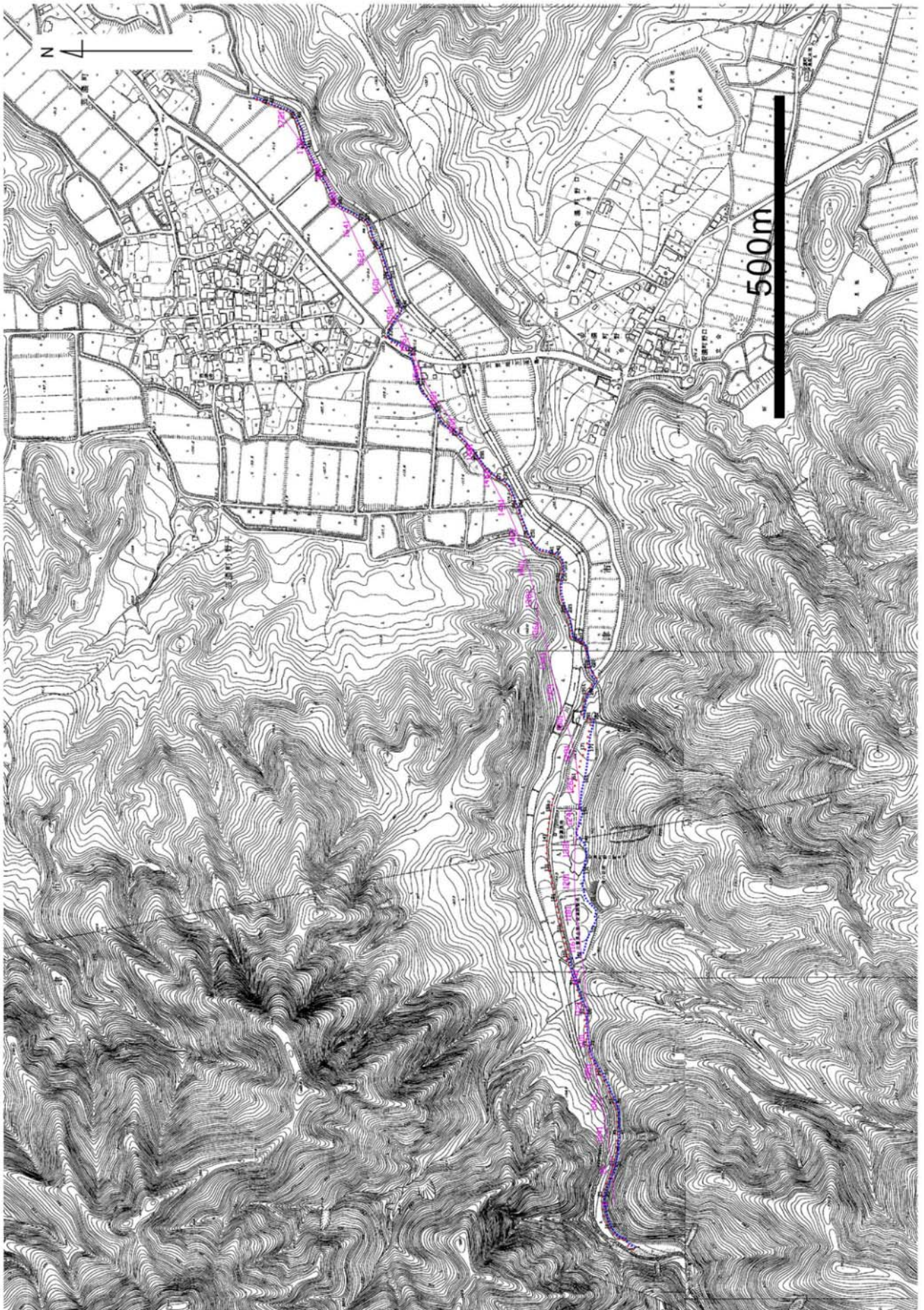


図 49 津安濃観測点周辺の地下構造調査 測線図 (震源はミニバイブ) 基図は津市地形図(縮尺 1:2500)

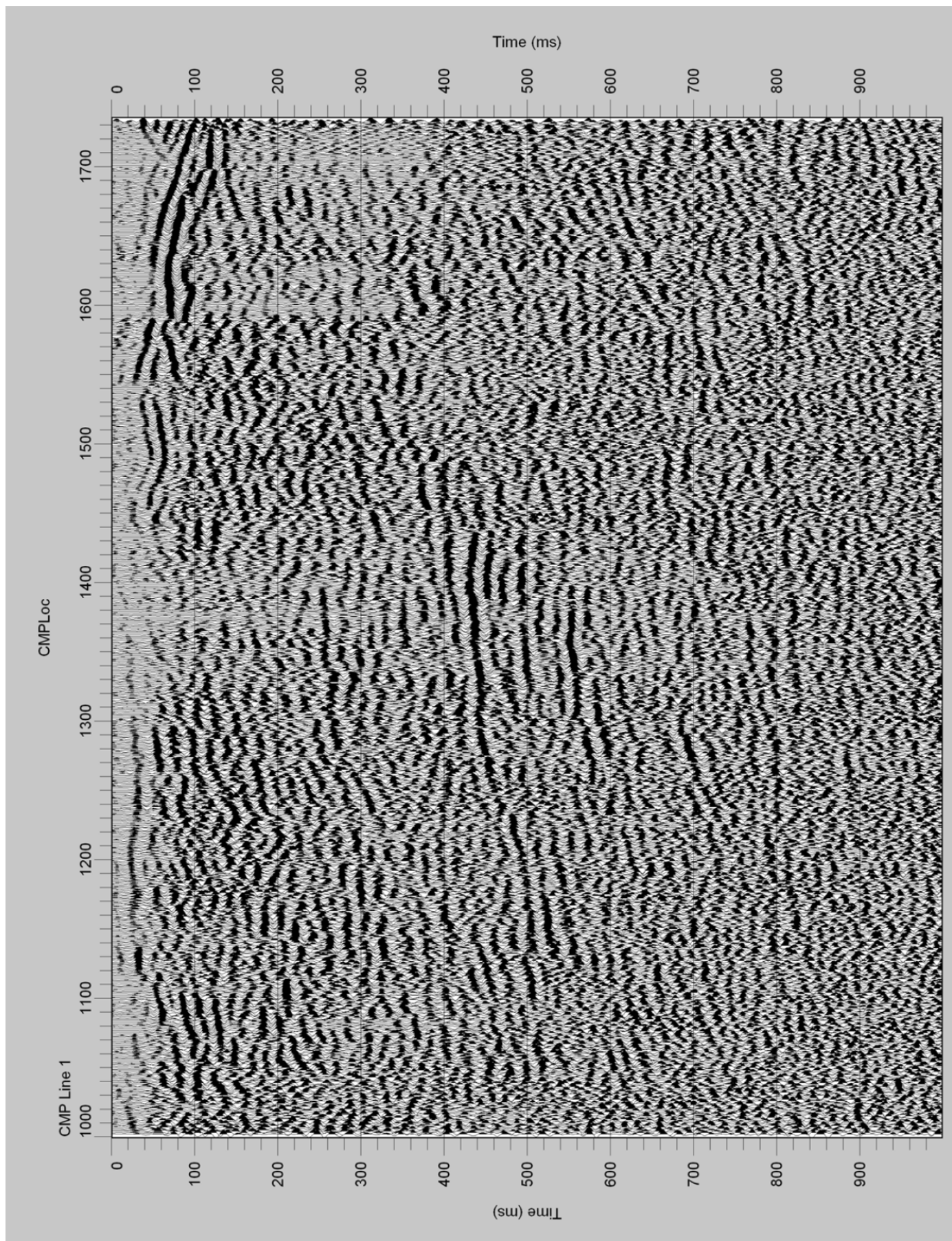


図 50 津安濃観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面（震源はミニパイプ）

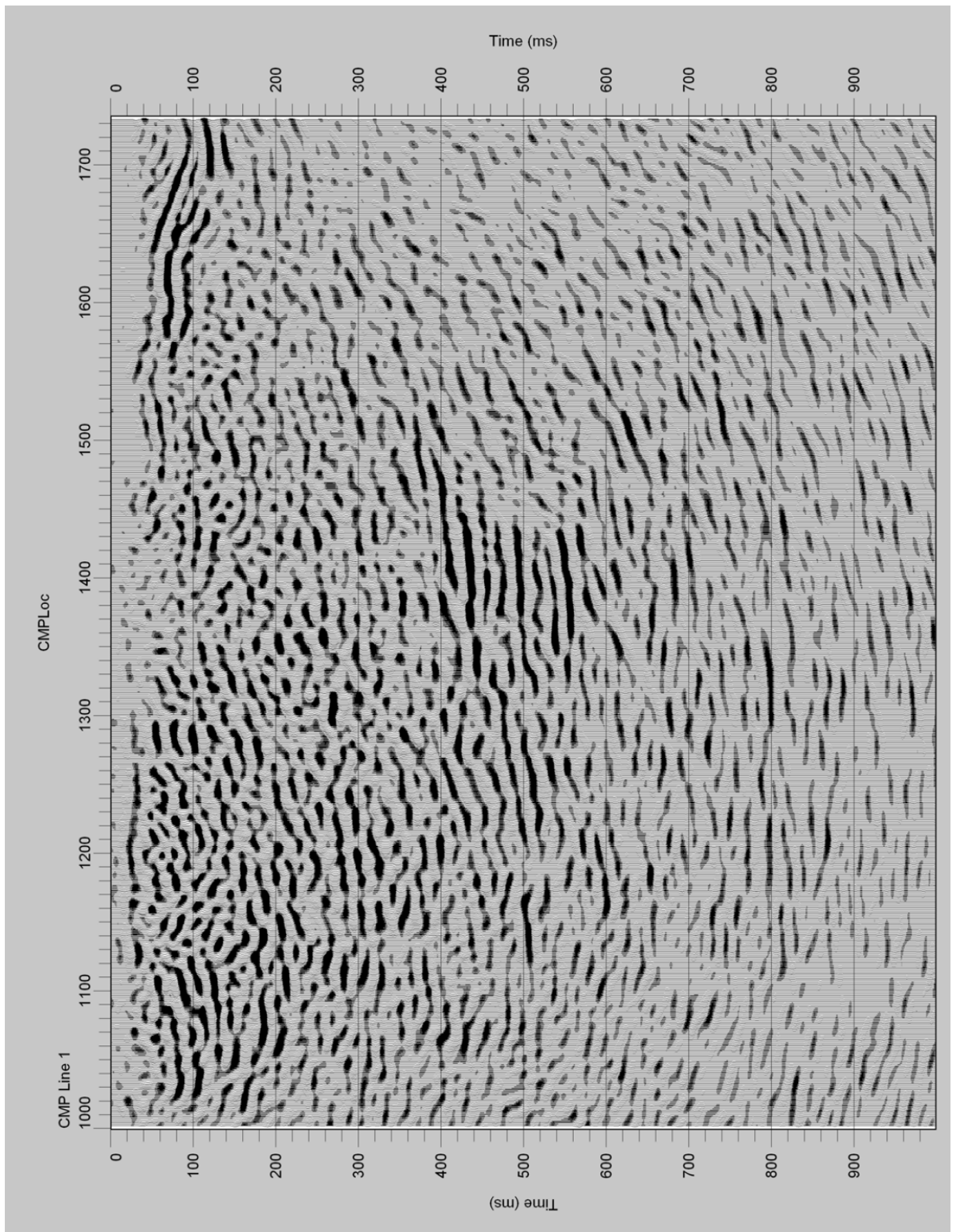


図 51 津安濃観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面（震源はミニバンプ）

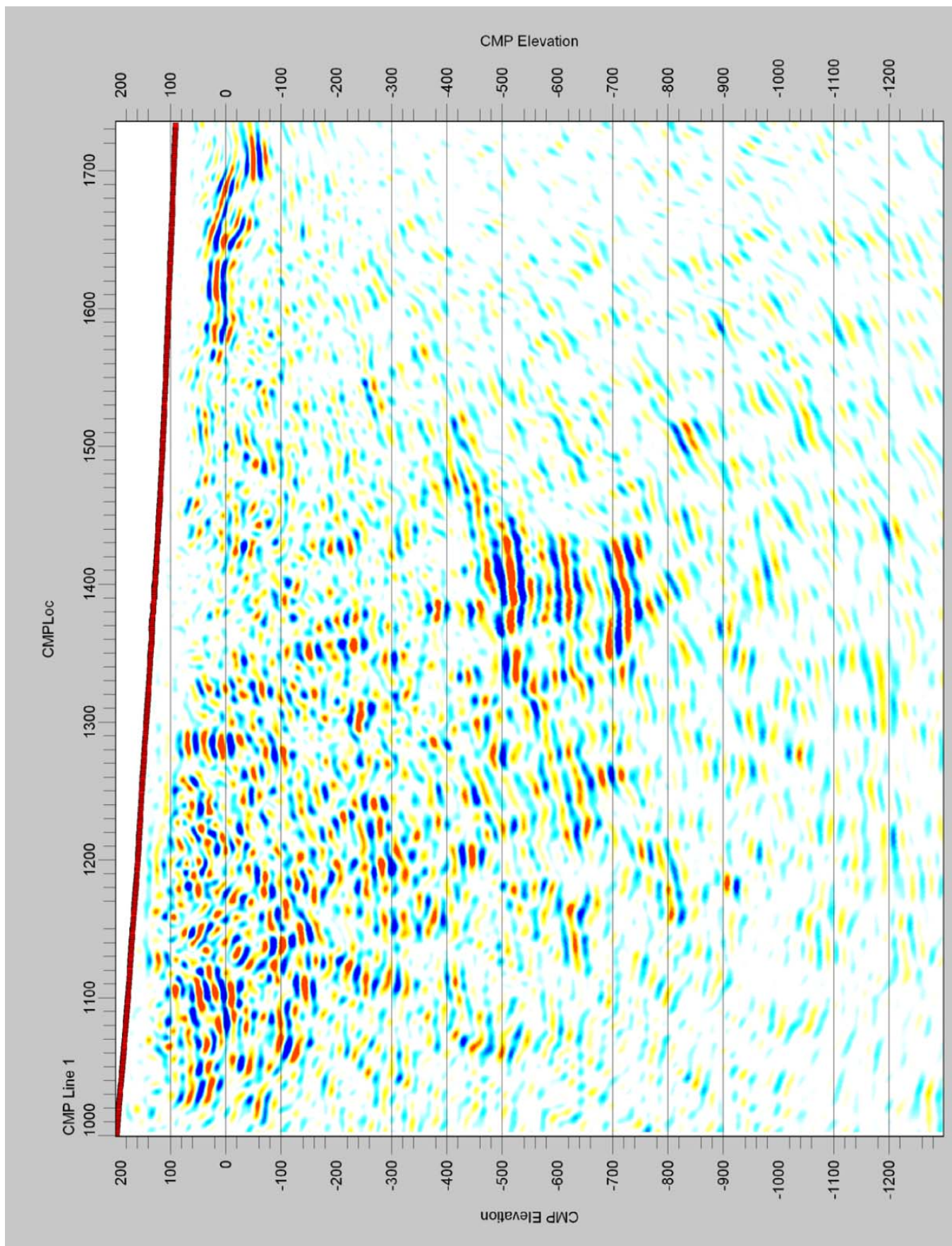


図 52 津安濃観測点周辺の地下構造調査 深度断面（震源はミニバイブ）

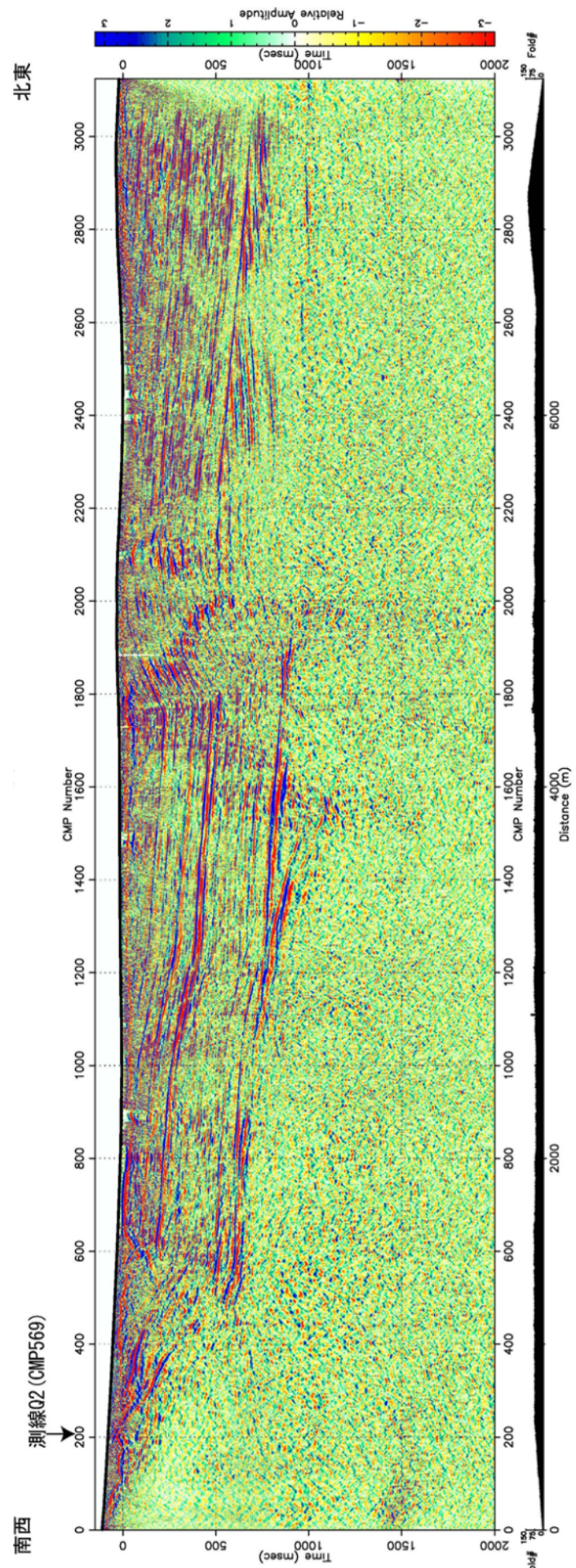


図 54 津安濃観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面 測線 Q1 (震源はエンビロバイブ)

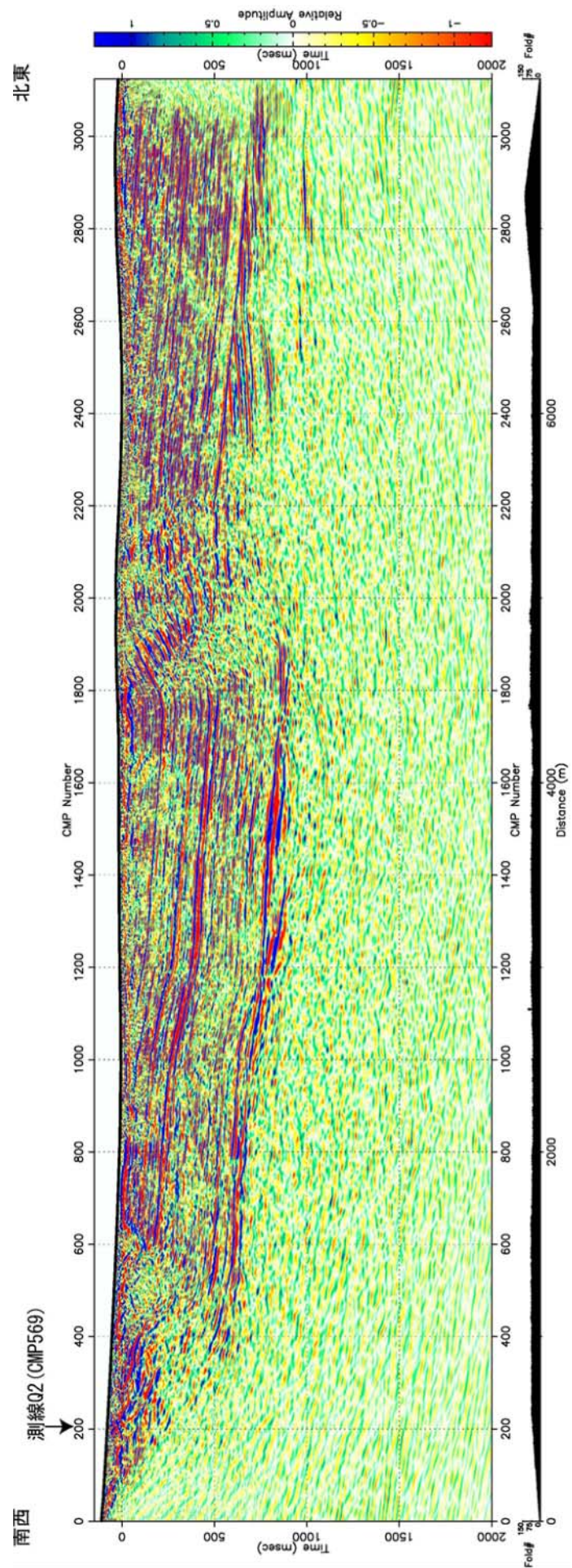


図 55 津安濃観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面 測線 Q1 (震源はエンビロパイプ)

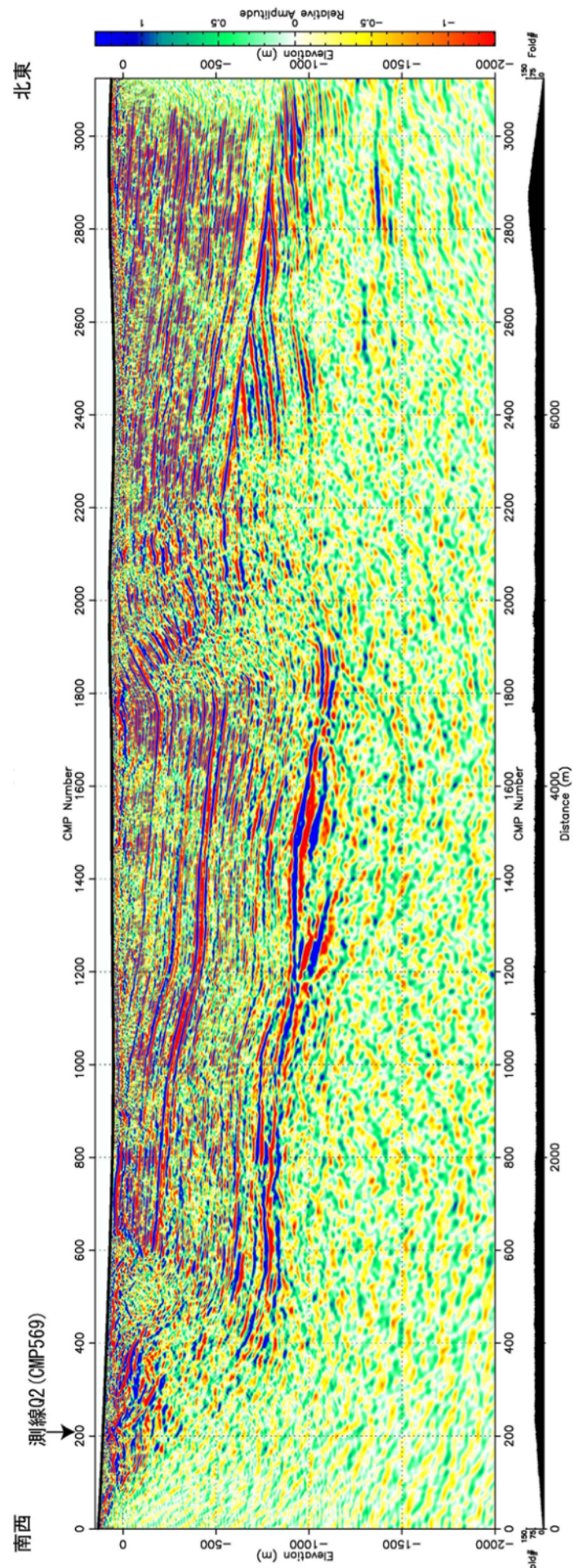


図 56 津安濃観測点周辺の地下構造調査 深度断面 測線 Q1 (震源はエンビロバイブ)

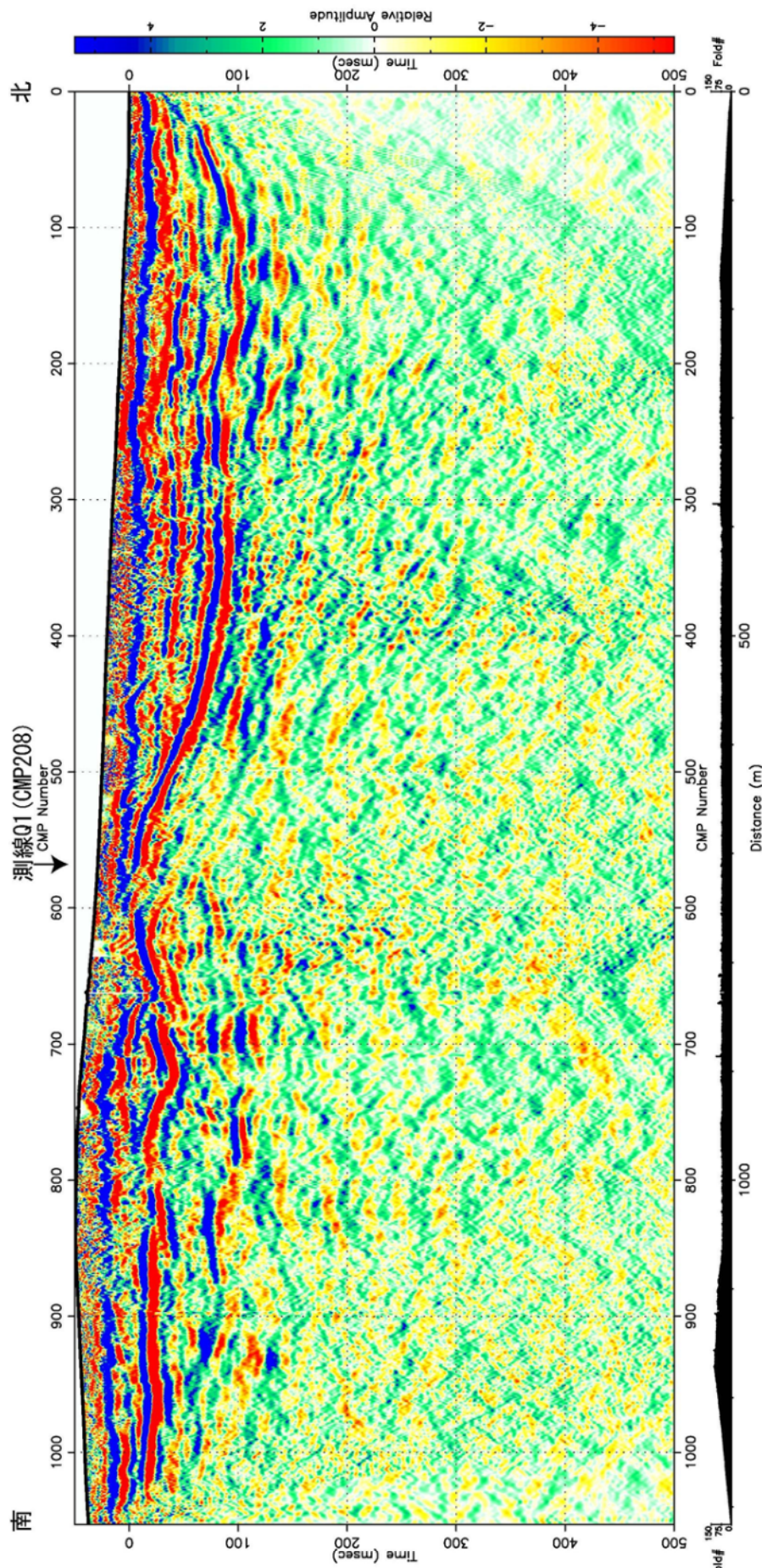


図 58 津安濃観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面 測線 Q2 (震源は油圧インパクト)

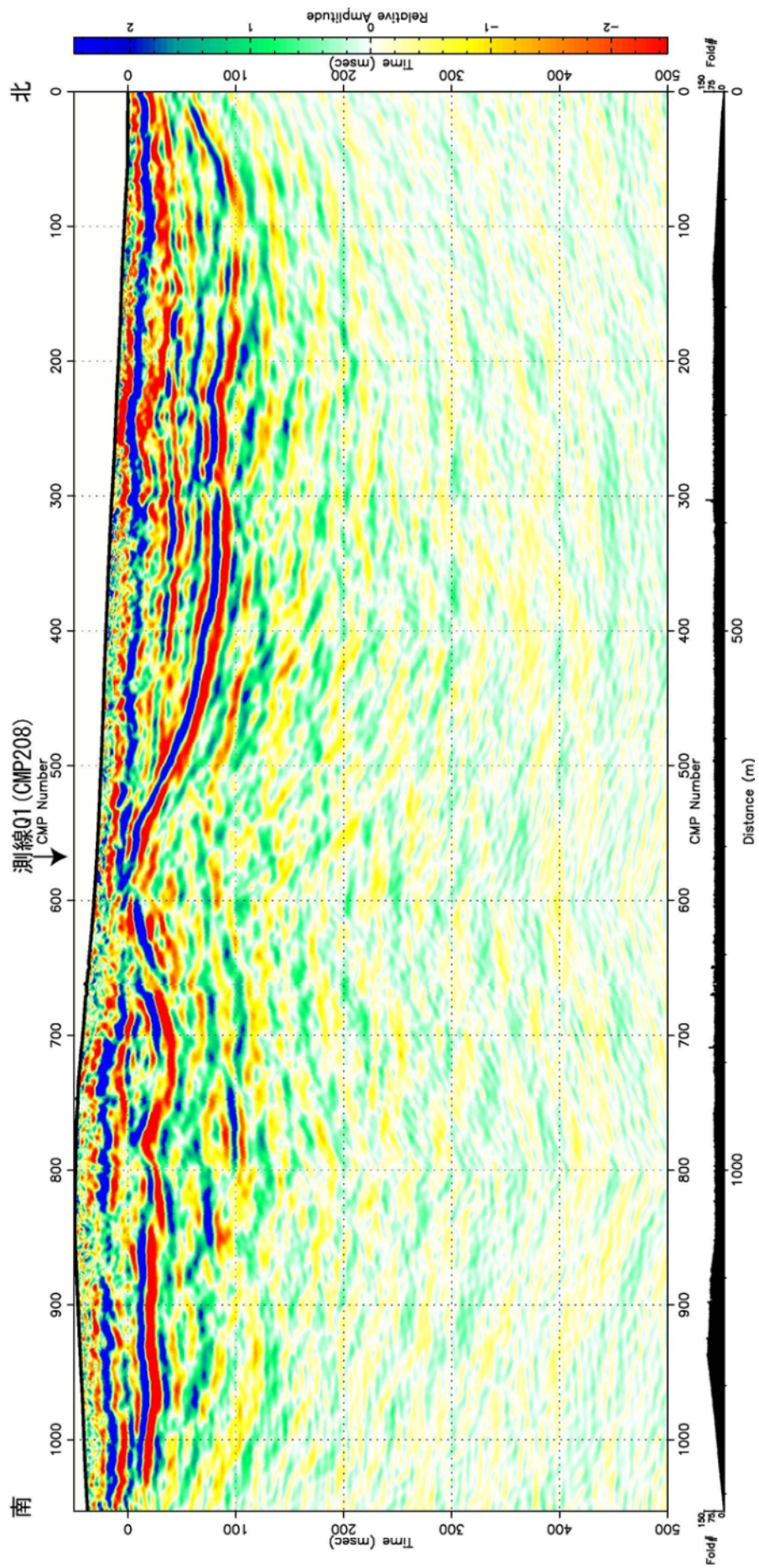


図 59 津安濃観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面 測線 Q2(震源は油圧インパクト)

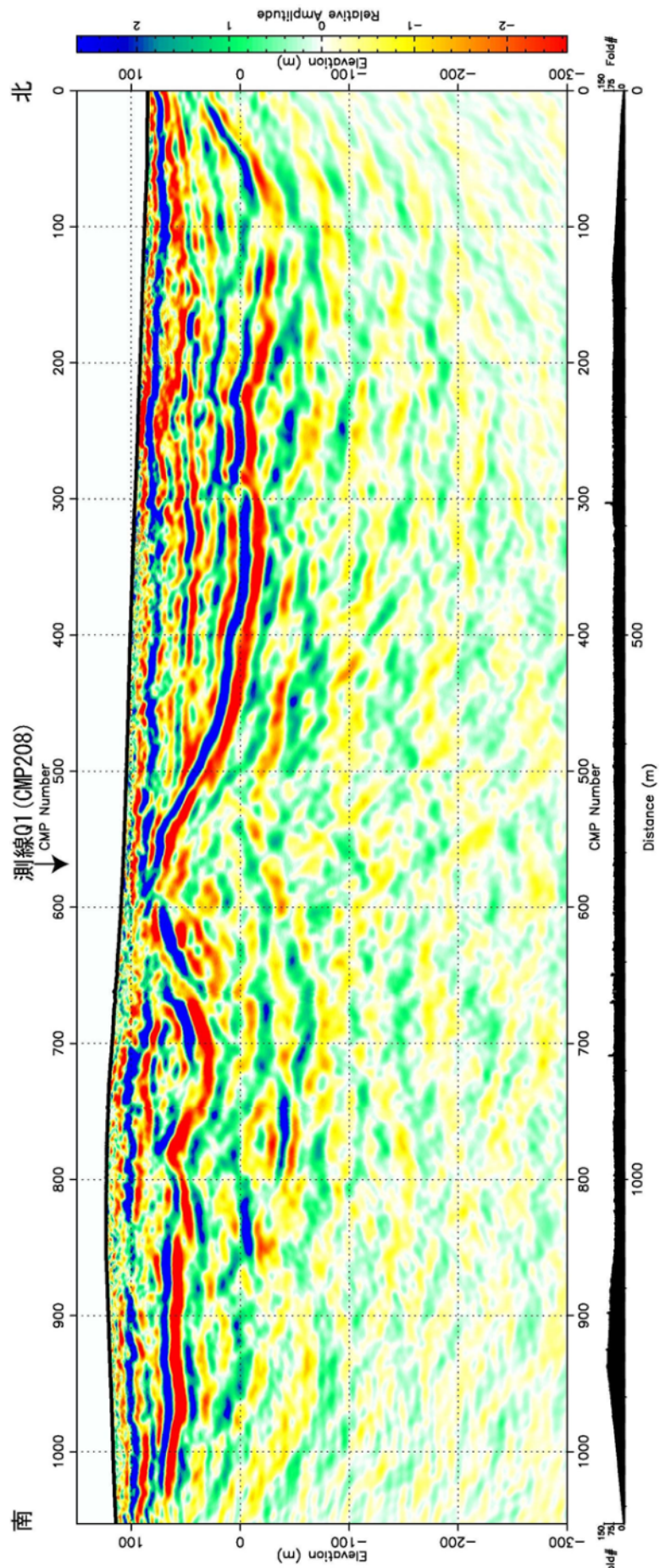


図 60 津安濃観測点周辺の地下構造調査 深度断面 測線 Q2(震源は油圧インパクト)

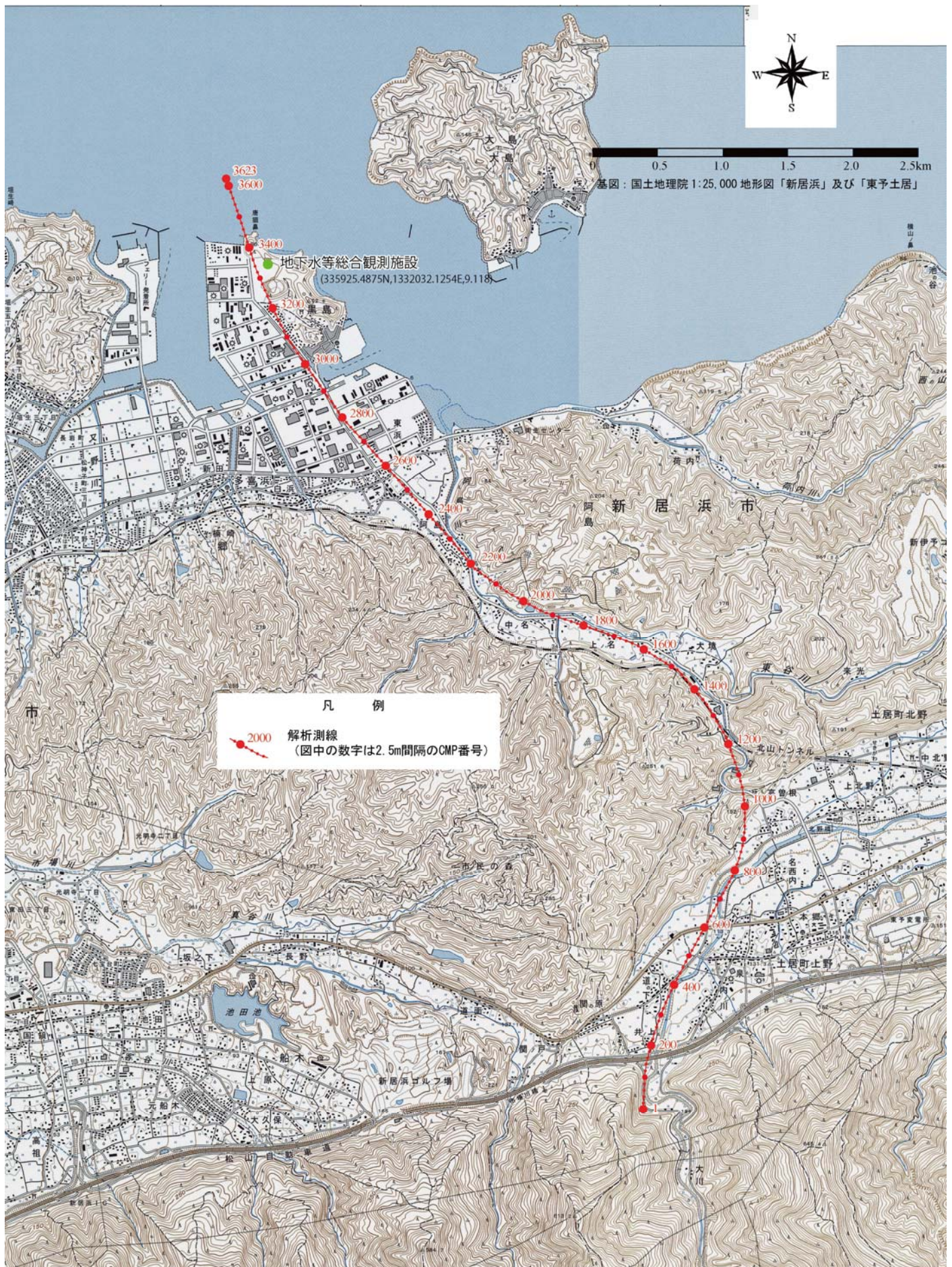


図 61 新居浜黒島観測点周辺の地下構造調査 測線図

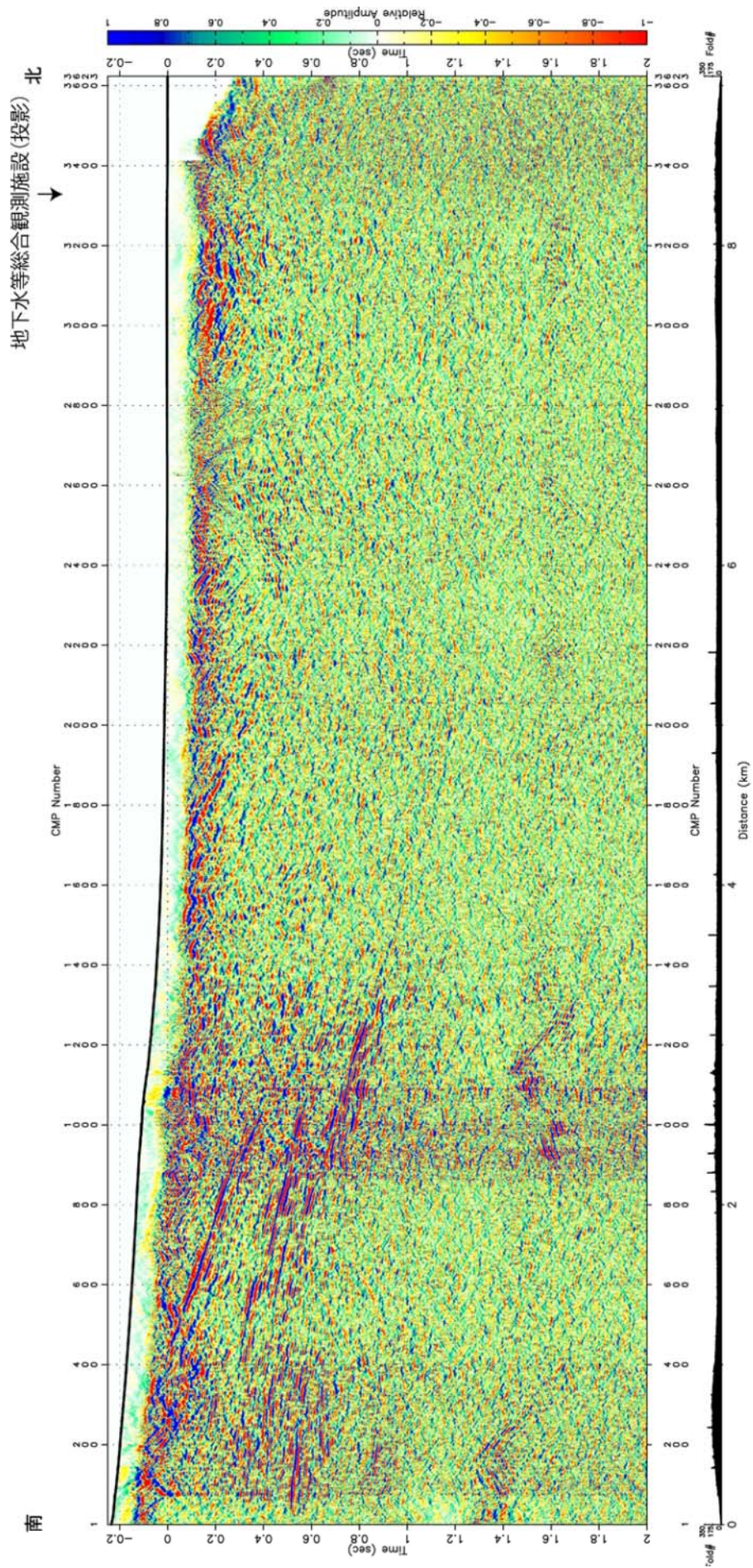


図 62 新居浜黒島観測点周辺の地下構造調査 CMP 重合時間断面

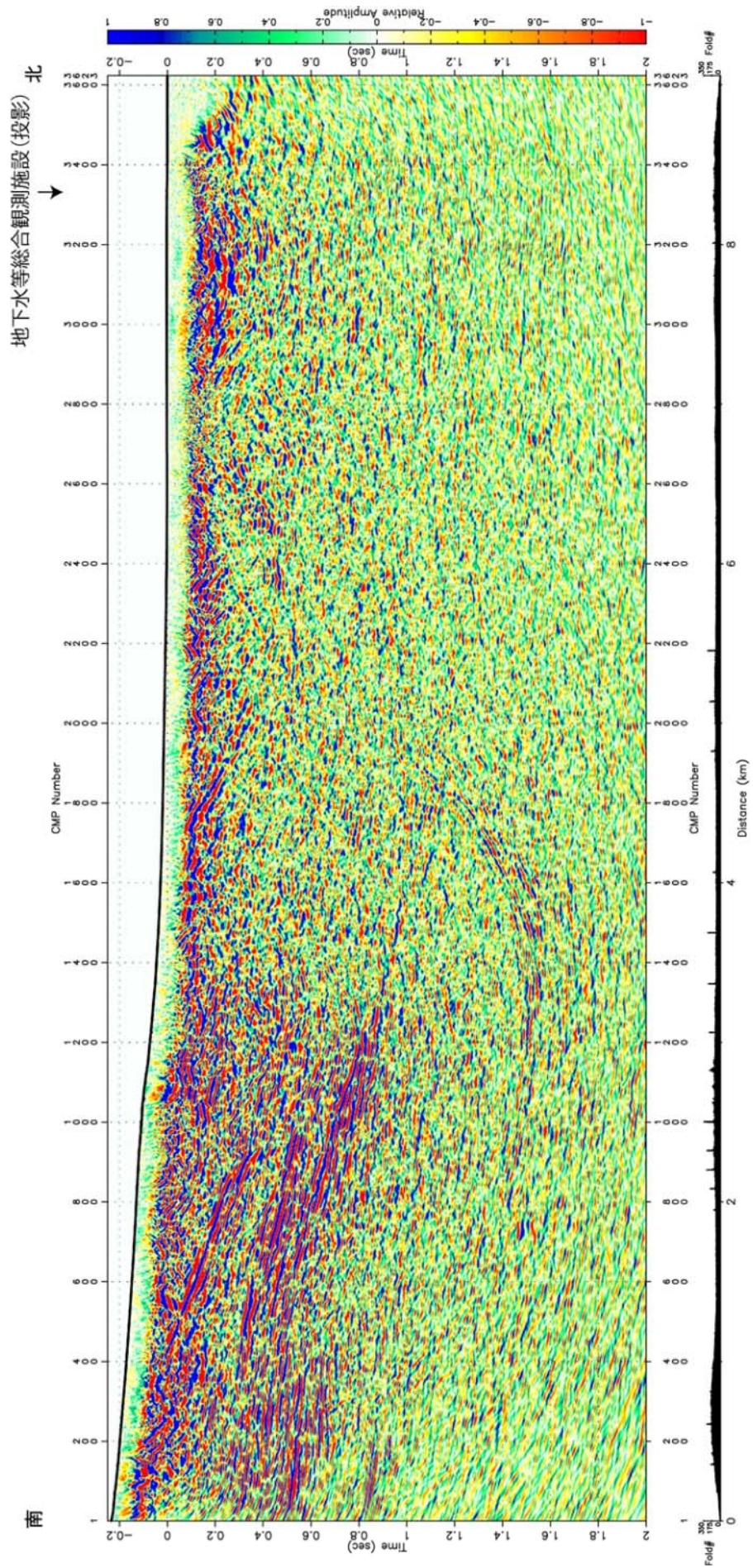


図 63 新居浜黒島観測点周辺の地下構造調査 マイグレーション時間断面

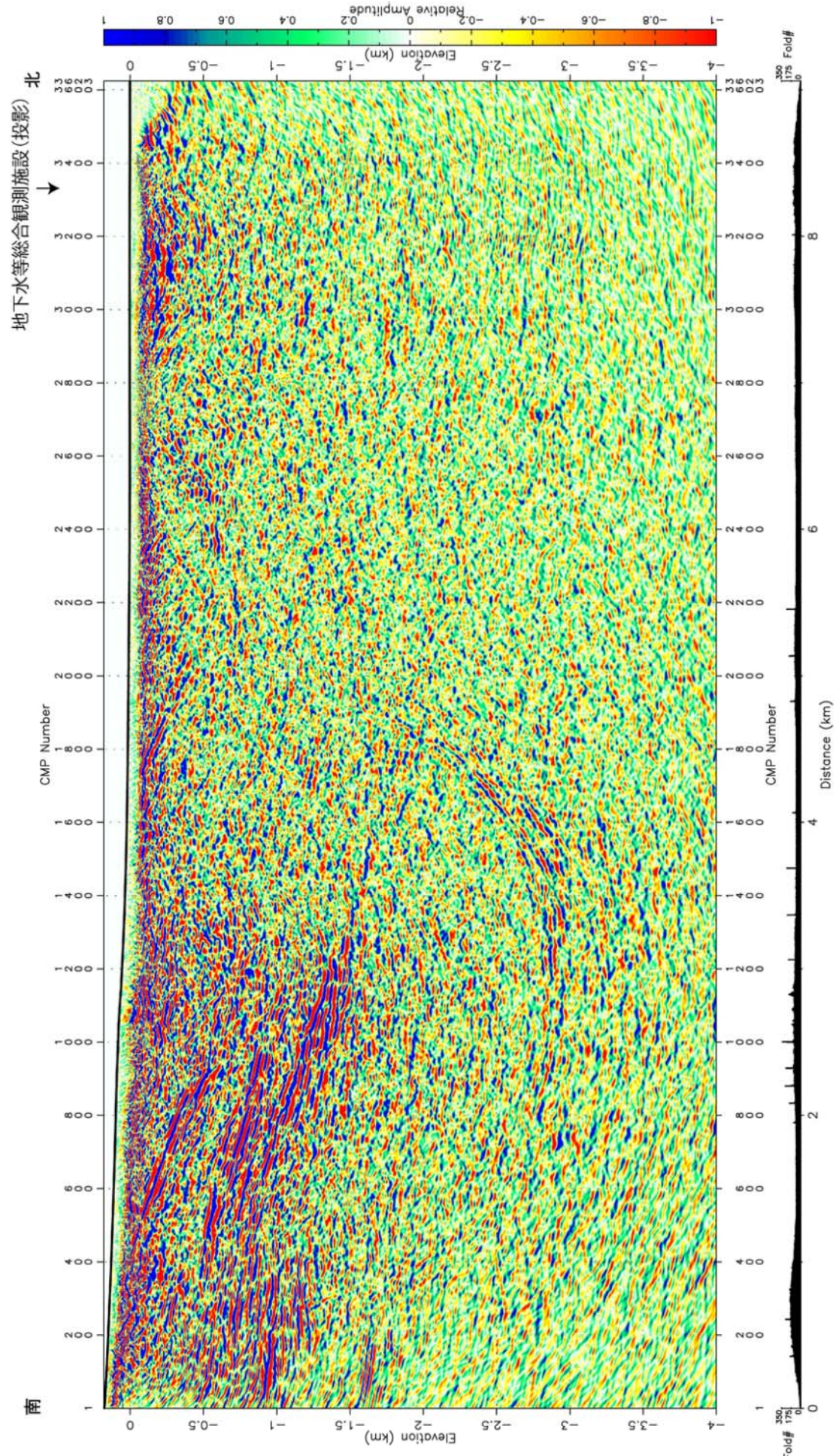


図 64 新居浜黒島観測点周辺の地下構造調査 深度断面