

3. 1. 3 関東山地東縁地殻構造探査（関東山地 2003）

(1) 業務の内容

(a) 業務題目：関東山地東縁地殻構造探査（関東山地 2003）

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
東京大学地震研究所	助教授	佐藤 比呂志	satow@eri.u-tokyo.ac.jp
東京大学地震研究所	教授	平田 直	hirata@eri.u-tokyo.ac.jp
東京大学地震研究所	教授	岩崎 貴哉	iwasaki@eri.u-tokyo.ac.jp
東京大学地震研究所	助教授	瀬瀬 一起	koketsu@eri.u-tokyo.ac.jp
千葉大学理学部	教授	伊藤 谷生	tito@earth.s.chiba-u.ac.jp
京都大学防災研究所	教授	伊藤 潔	ito@rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp
独立行政法人防災科学技術研究所	主任研究員	笠原 敬司	kasa@geo.bosai.go.jp

(c) 業務の目的

大都市圏において大規模な地震に伴って発生する強震動を高い精度で予測するためには、少なくとも震源断層の形態や特性、強震動伝搬経路の弾性波速度構造などが解明される必要がある。本業務では大都市圏に被害を与える震源断層の形態や特性、強震動伝搬経路の弾性波速度構造などを制御震源を用いて明らかにすることを目的とする。

(d) 5 ヶ年の年次実施計画：制御震源による地殻構造探査の年次計画について、3. 1. 1 参照。

(e) 平成 15 年度業務目的

首都圏西部地域にはフィリピン海プレートが沈み込み、その上面には大規模なプレート境界型の震源断層が位置している。本業務では、制御震源を用いた地殻構造探査によってこの震源断層の位置と形状を高い精度で明らかにすることを目的とする。また、足柄平野東～北縁に位置する日本列島の内陸部では最大級の平均変位速度を示す国府津-松田断層の深部形状、とくにプレート境界断層との関連を明らかにする。さらに、強震動予測にとって重要な関東平野北西部の堆積平野の地下構造、とくに堆積盆地の速度構造と形状、また関東平野北西縁に位置する活断層の深部形状を明らかにすることを目的とする。

(2) 平成 15 年度の成果

(a) 業務の要約

首都圏西部地域におけるフィリピン海プレート上面に位置する震源断層の位置と形状、堆積盆地の形状と速度構造を含む地殻の速度構造、内陸活断層の深部形状とプレート境界断層との関連を明らかにするために、小田原から関東山地東縁を経て桐生にいたる全長 140km に渡る区間で地殻構造探査を実施した。関東平野北西部と小田原-秦野区間についてはパイプロサイスの稠密発震、相模湖周辺区間では準稠密発震による反射法地震探査、測線全体についてはダイナマイトなどを震源とした広角反射法・屈折法地震探査を行った。その結果、フィリピン海プレート上面に相当する北傾斜の反射イベントは、丹沢山地北方の関東山地下往復走時 8 秒まで追跡された。屈折法による解析により丹沢山地下には北方の本州弧の先第三系に比べ、速度の小さい岩石が分布している。また、関東平野北西部の堆積平野の基盤を構成する先第三系上面は、地表下約 3.5km に位置し、この堆積平野の南西端は大規模な北傾斜の断層で規制されている。深谷断層は南に傾斜した高角度の断層として深さ 4km 程度まで追跡できる。関東平野北西縁に位置する活断層群はこの断層に収れんする可能性が高い。国府津-松田断層の深部延長は、丹沢山地下の往復走時 5 秒付近で、フィリピン海プレート上面に相当する北傾斜の反射イベントに収れんする可能

性が高い。

(b) 業務の成果

1) 調査地域

本業務では、神奈川県南足柄市、足柄上郡松田町から丹沢山地を南北に縦断し、西多摩及び秩父山系を経て、関東平野の 50km 区間を南北に縦断し、赤城山東麓の群馬県山田郡大間々町に至る約 140km の区間を調査測線として設定した。探査測線は下記の 4 都県 28 地町村にわたる広域な地域に及んだ。

図 1、2 に調査測線位置図(概略図)を、図 2 に調査測線に受振点、発震点及び CMP 広域重合測線(広角反射法重合測線)を重複表示した測線位置図を示した。また、地質図 1) 上に調査測線を重複表示した図面(図 3)と、広域ブーゲー重力異常図(仮定密度 2.65g/cm^3) 上に同様の表示を行った図面(図 4)を示した 2)。

測線南端の足柄平野北縁には、日本列島の内陸部では最大級の平均変位速度を示す国府津-松田断層が位置する。この断層は平成 14 年度の相模湾の調査では、大磯丘陵下 6km ほどでプレート境界と推定される東傾斜の連続的な反射層に収れんすることから、プレート境界から派生した断層と判断される。断層周辺浅部の地下構造はすでに 3) などによって明らかにされているが、その深部形状、とくにプレート境界との関連性については判明していない。国府津-松田断層の下盤側の足柄平野下には、箱根火山の噴出物などから構成される厚い第四系が堆積している 3)。上盤側には足柄層群と呼ばれる主として、海成の砂岩・泥岩・礫岩から構成される第四系が分布する 4)。さらにその北側には、かつての伊豆-小笠原弧の島弧地殻を構成していたと考えられている丹沢山塊が位置する。丹沢山地は主として、新第三系の火山噴出物とそれらを貫く貫入岩類から構成されている。丹沢山塊の北側には、新第三系のかつてのトラフ充填堆積物と考えられている新第三系の愛川層群が丹沢山塊の北縁を取り巻くように、北東-南西方向から東西方向に狭小に分布する。愛川層群の北端は藤野木-愛川線 5) と呼ばれる北側隆起の断層で境される。その北側の関東山地には、関東平野北西部まで、古第三系から中・古生界の岩石が連続的に露出する 6)。これらの岩石は、西南日本外帯と共通した帯状配列を示し、南から四万十帯、秩父帯、三波川帯に区分されている。四万十帯は主として砂岩・泥岩から構成され、チャート・石灰岩・塩基性火山岩類を含む。その北側の秩父帯は、チャート・粘板岩からなり、石灰岩・塩基性火山岩類を含む。その北方の関東山地北東部には、主として結晶片岩・緑色岩類からなる三波川帯が分布する。中央構造線は、関東平野北縁に位置し北西部をほぼ西北西-東南東方向に追跡される。測線周辺での通過位置については、武井 7) などは関東山地北東縁の奈良梨断層に対比し、矢島 8) はより北方の深谷-熊谷市街下に推定している。

関東平野北西部は、西北西-東南東にのびる細長い負のブーゲー異常を示し(図 4)、厚い新第三系・第四系の分布が推定されている 9)。関東山地北縁部には、新第三系下部の堆積岩が分布する。関東平野の北側には、足尾山地が位置する。足尾山地は、西南日本の美濃-丹波帯の延長部に相当し、粘板岩・砂岩・チャートからなり、火山岩類・石灰岩を含む中古生代の堆積物である。地質構造の一般走向は北東-南西方向を示し、関東平野を挟んだ関東山地の地質構造の一般走向が西北西-東南東方向であることと大きな変化を示す。こうした構造方向の急激な変化は、中期中新世の大規模な構造運動の結果と考えらる。

関東山地北東縁には、関東平野北西縁断層帯とよばれる活断層系が位置している 11)。測線周辺では櫛引断層・深谷断層などからなる。櫛引断層は北東側隆起、深谷断層は南東側隆起の断層で、平均変位速度は C ないし B 級である 12)。この周辺では 1931 年に西埼玉地震(M6.9)が発生した。推定されてい

る震源断層の形状はN74° W 80° Sである13)。

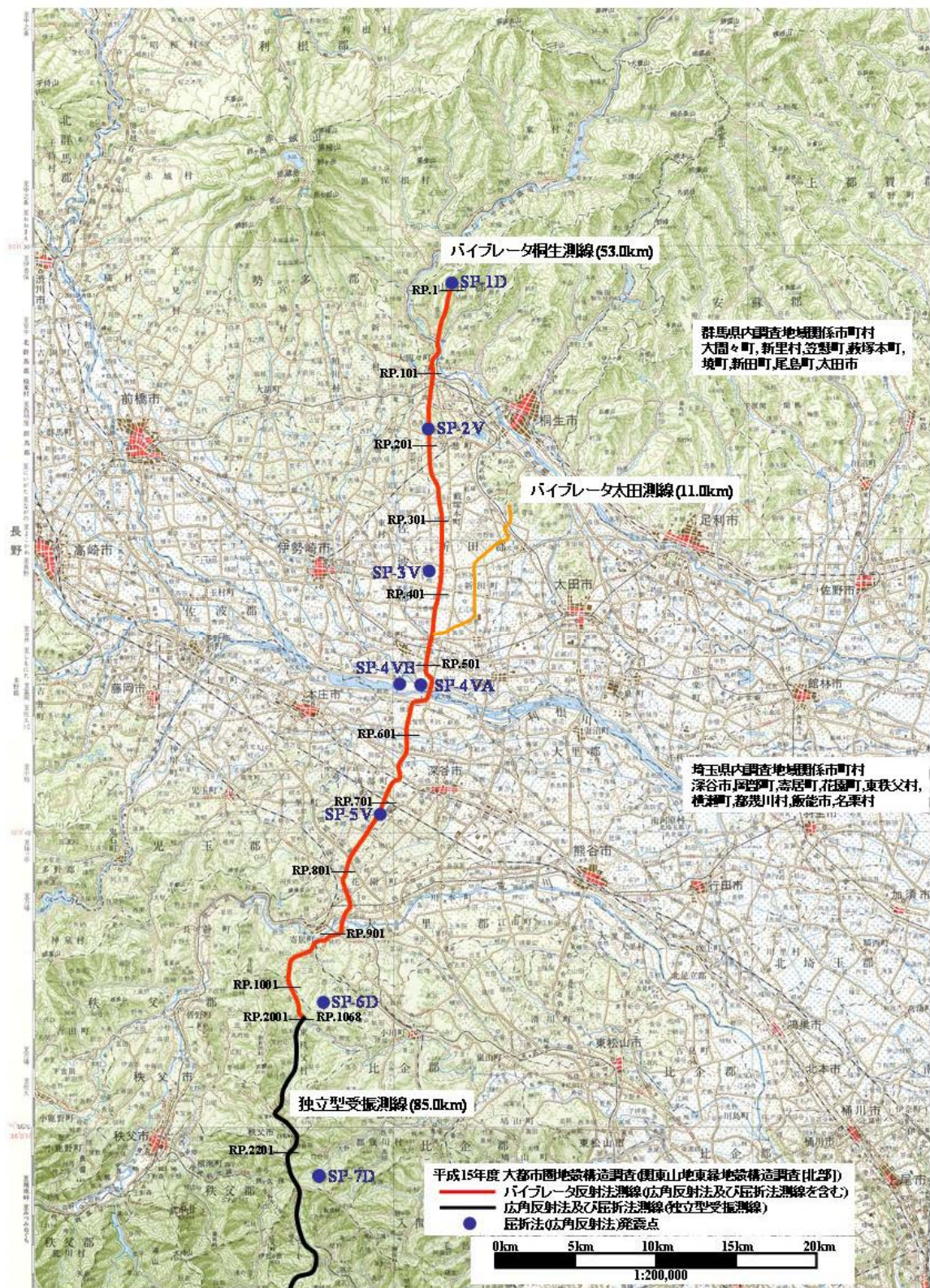


図1 探査測線概略図(1)

図.

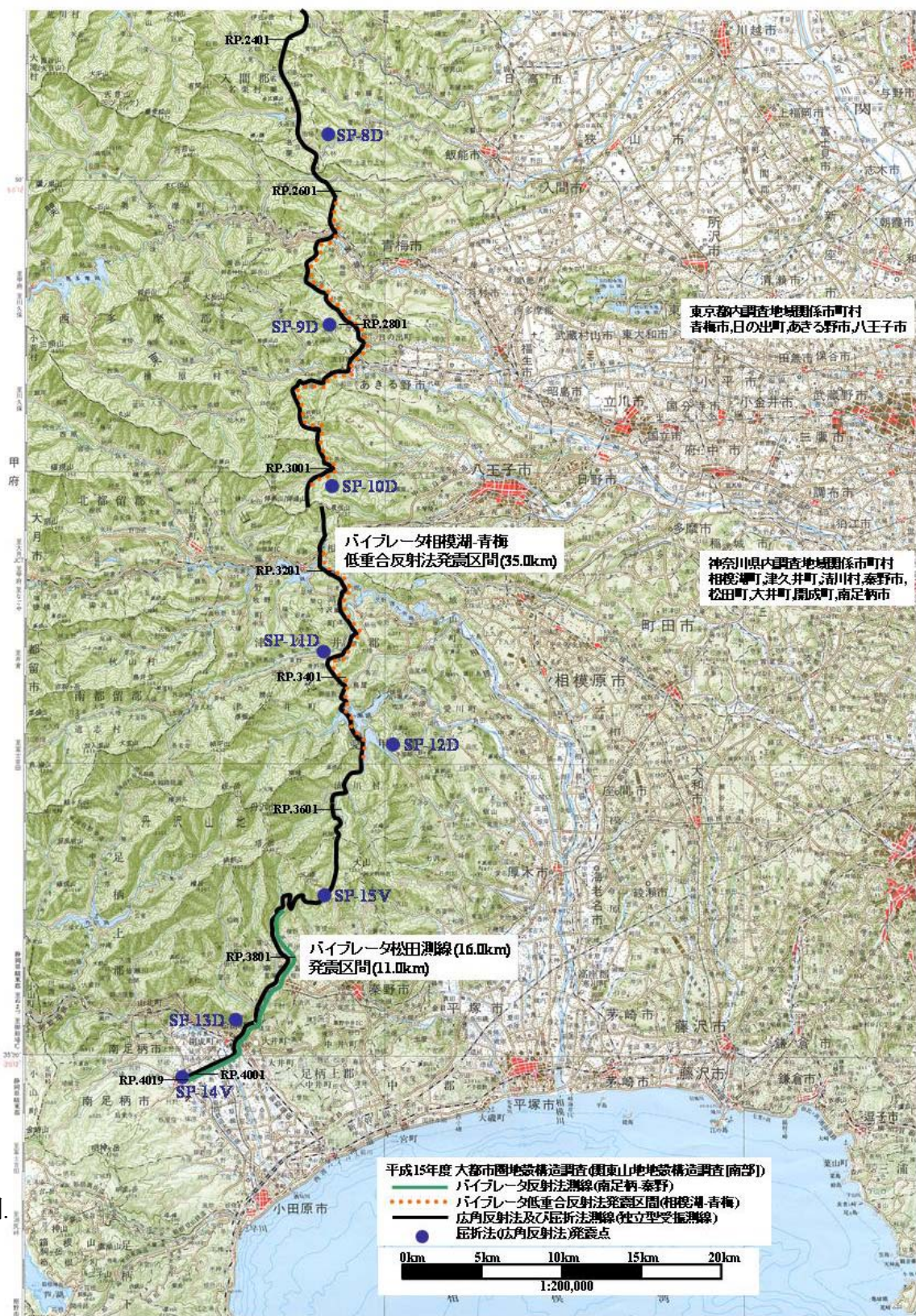


図2 調査測線概略図 (2)

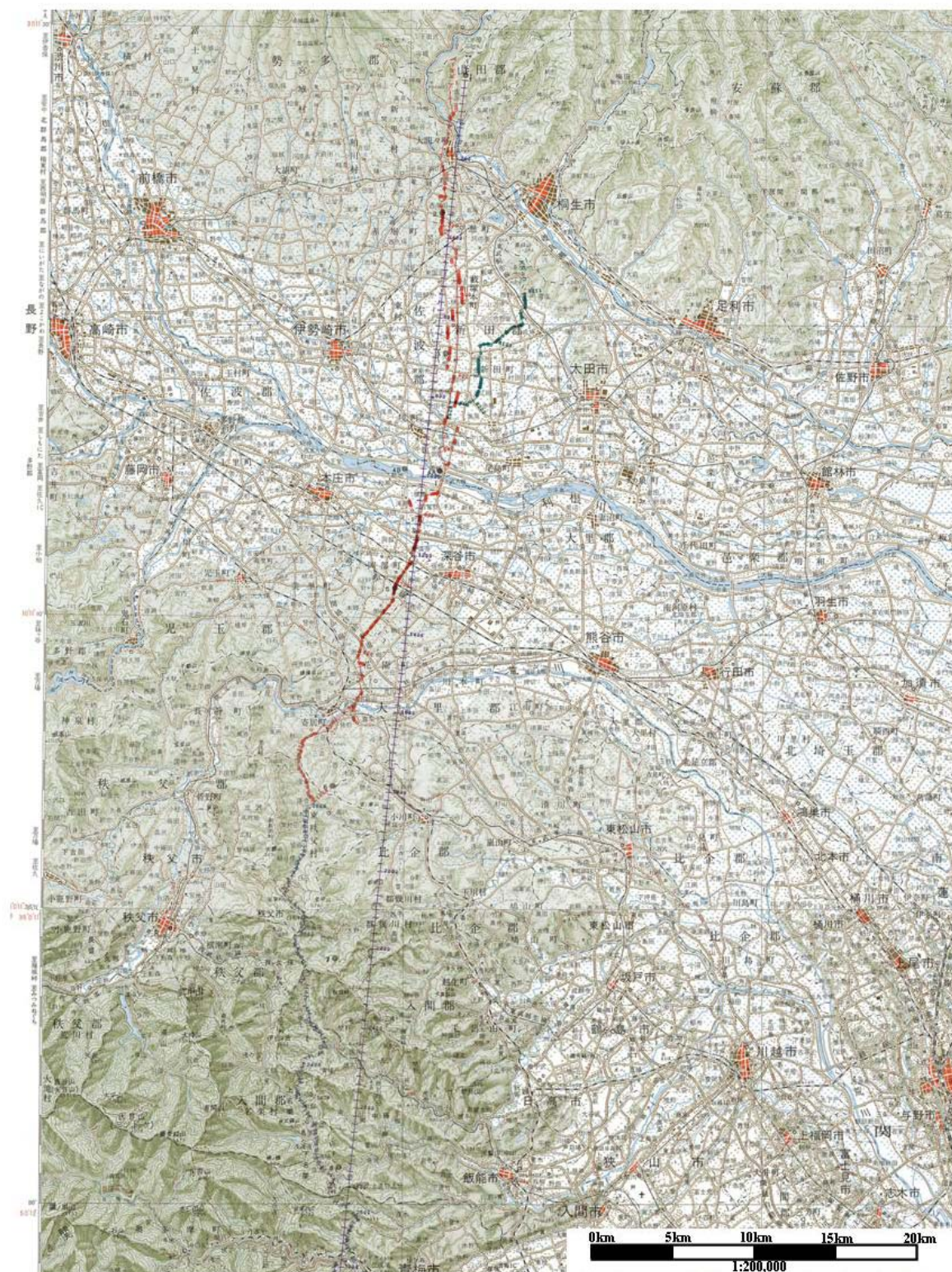


図3 受振点, 発震点及びCMP 広域重合測線図 (1)

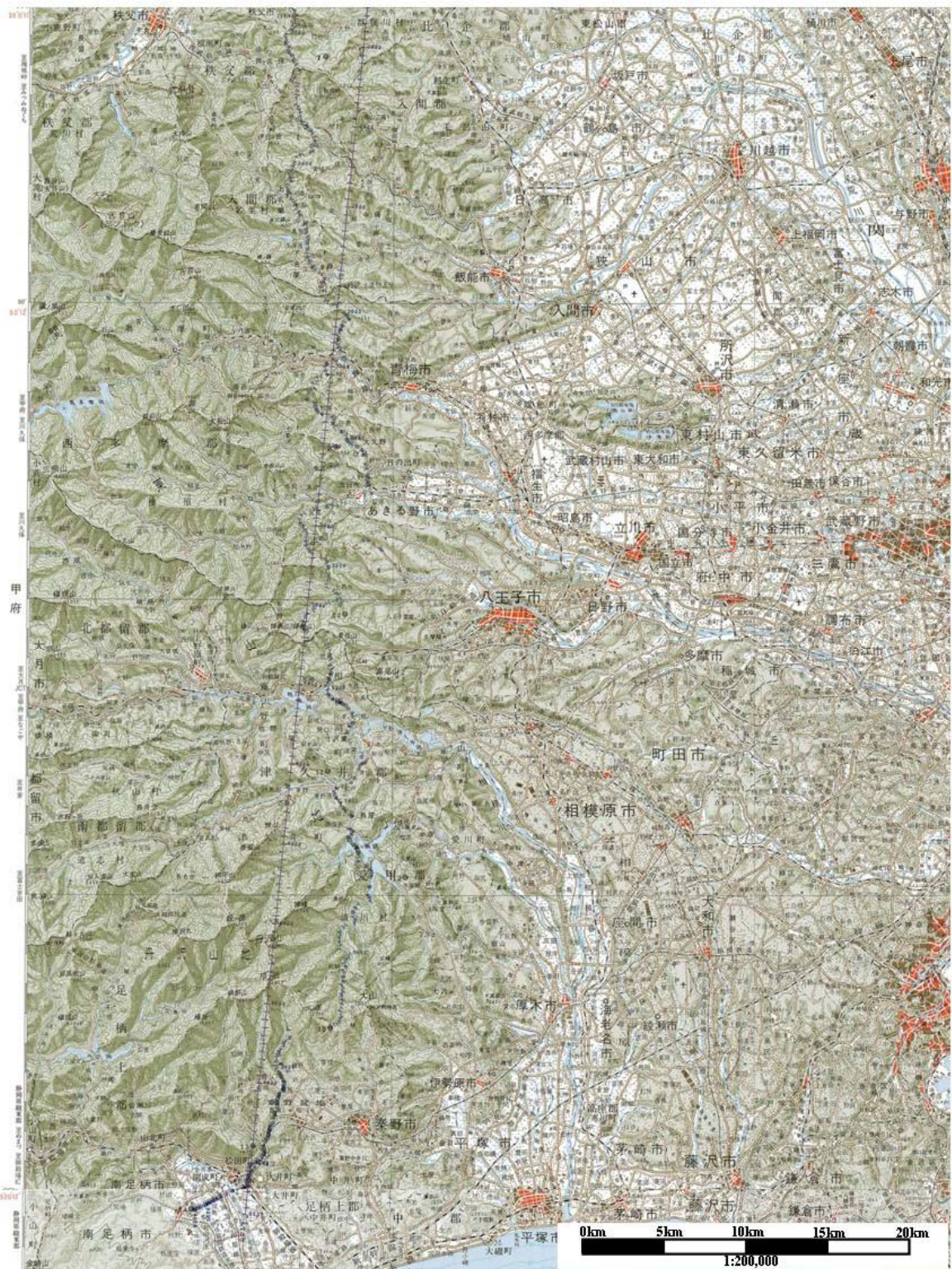


図4 受振点, 発震点及びCMP 広域重合測線図 (2)

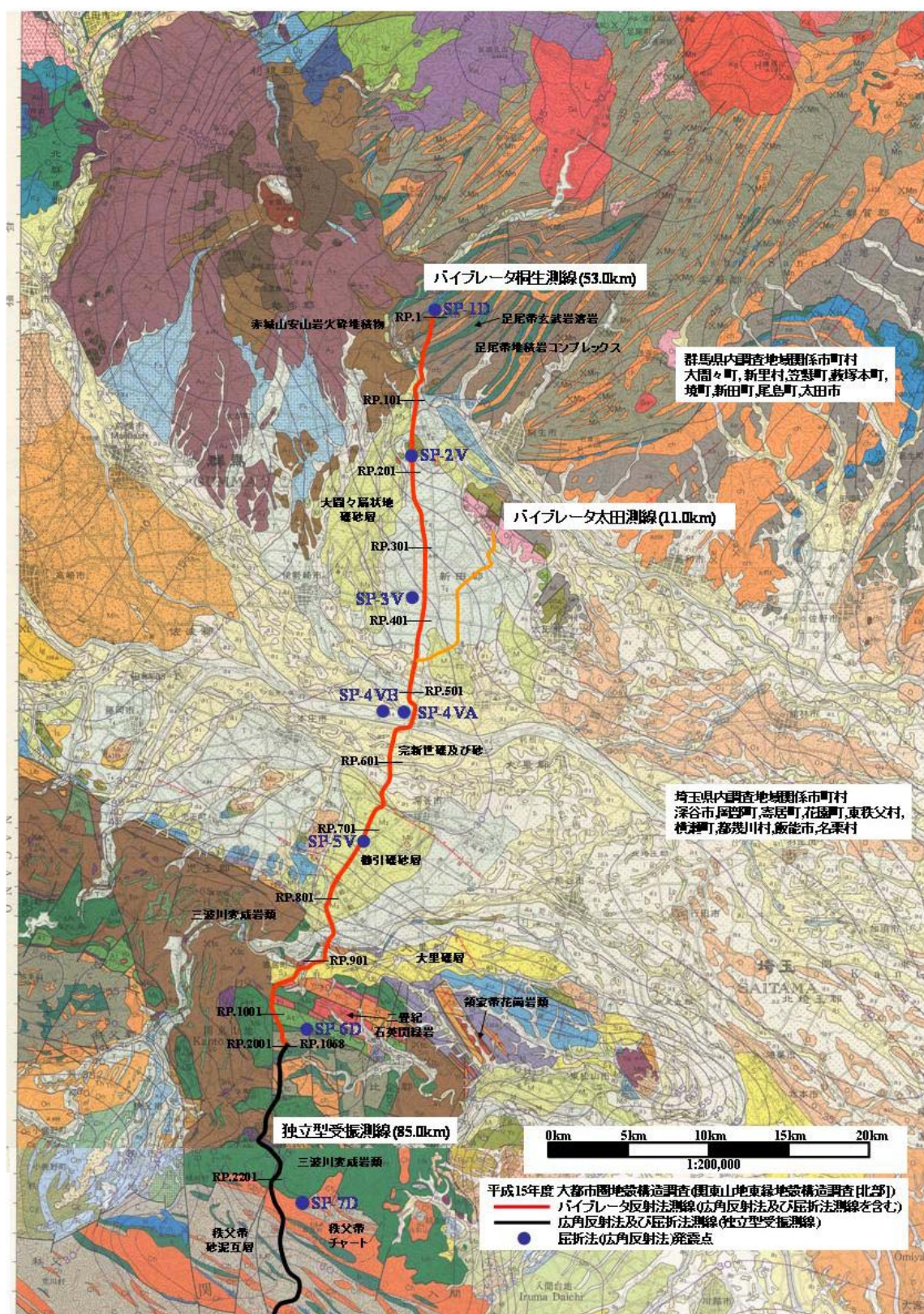


図5 調査測線周辺の地質図 (1)。地質図は1)による。

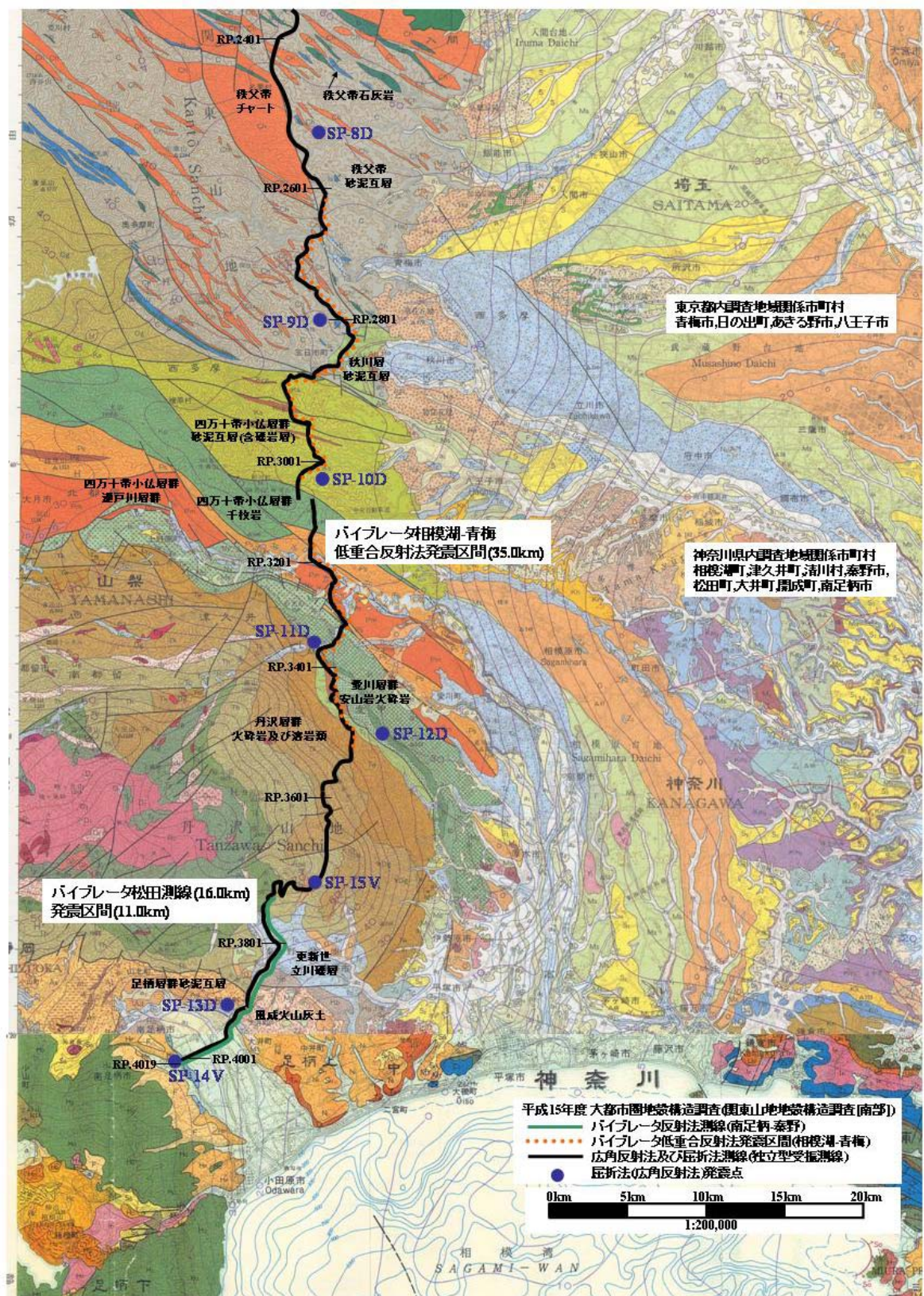


図6 調査測線周辺の地質図 (2)。地質図は1)による。

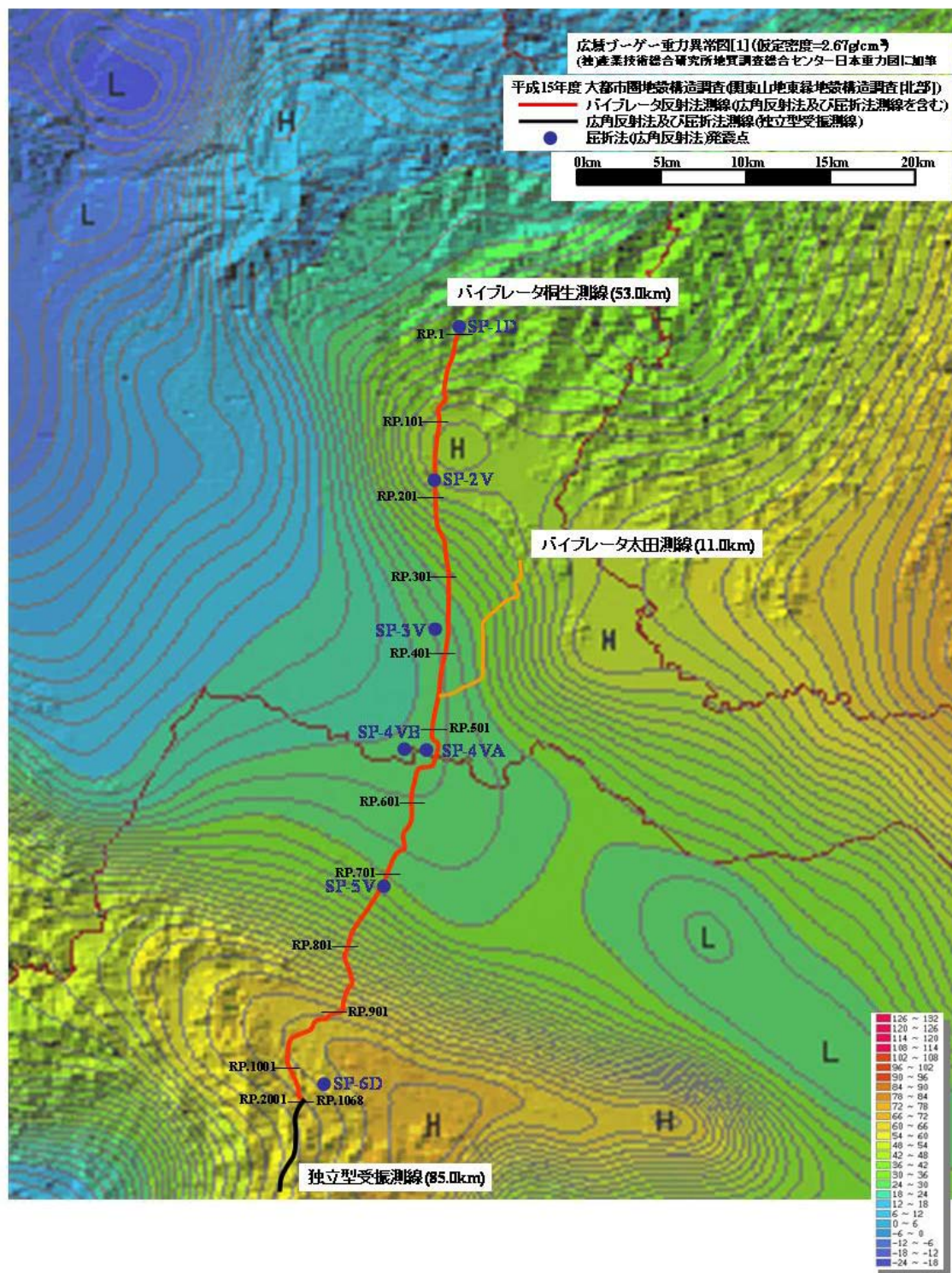


図7 広域ブーゲー重力異常図(1)

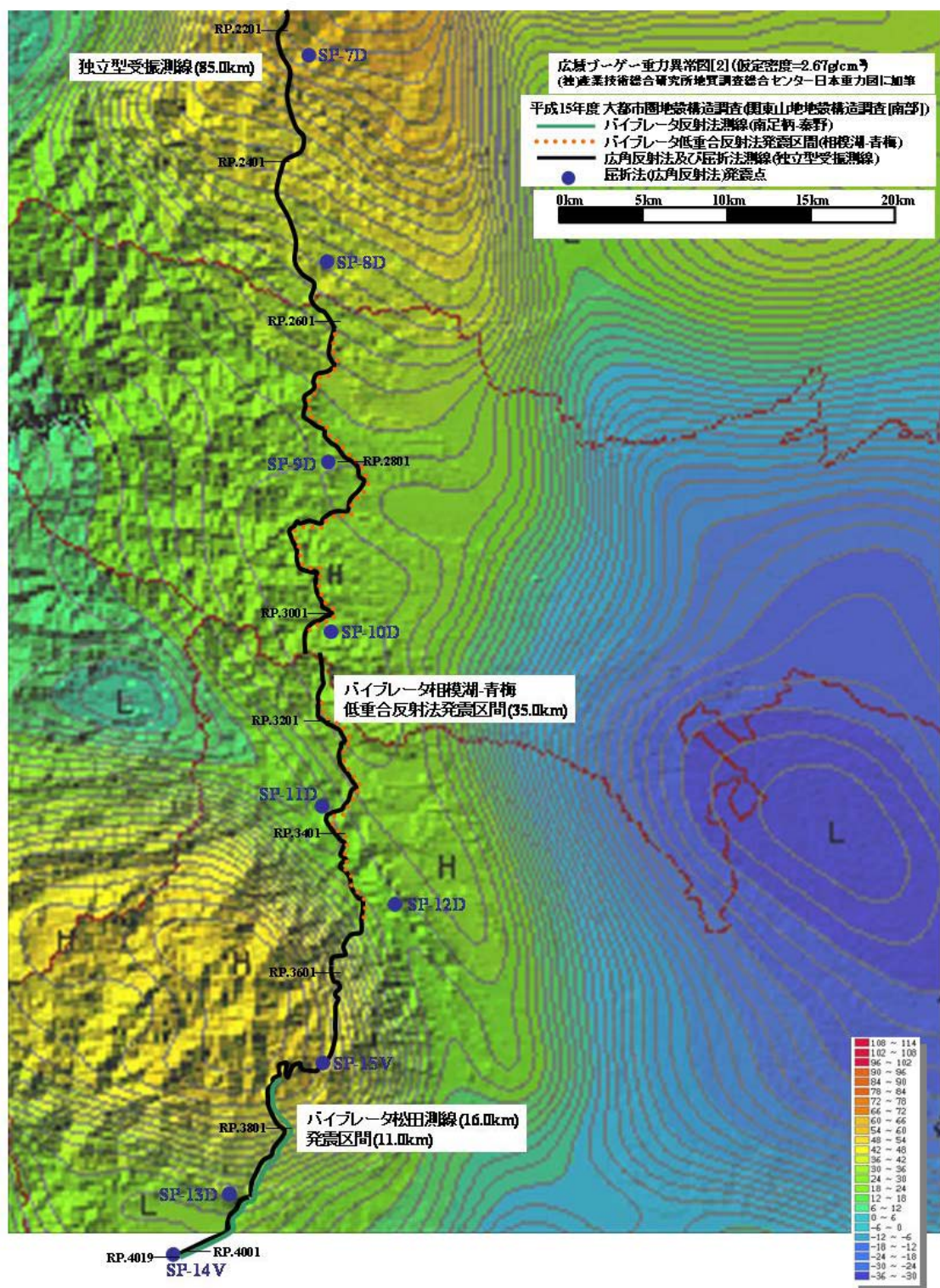


図8 広域ブーゲー重力異常図 (2)

2) データ取得作業

a) 調査測線

本調査の調査測線は、前述の様に神奈川県南足柄市から丹沢、西多摩及び秩父山系を経て、関東平野北端部に位置する赤城山東麓の群馬県山田郡大間々町に至る約 140km の測線である。この全区間の受振点において、屈折法及び広角反射法のデータが取得された。また、桐生測線(群馬県山田郡大間々町-埼玉県秩父郡東秩父村)、太田測線(群馬県新田郡新田町-群馬県太田市)、相模湖低重合測線(東京都青梅市-神奈川県秦野市)及び松田測線(神奈川県秦野市-神奈川県南足柄市)の計 4 区間においてパイプレータ反射法データが取得された。

本調査の約 140km にわたる長大測線では、有線テレメトリー方式の受振システムに加えて、独立型データ収録装置 JGI MS2000D が併用された。有線テレメトリー方式については、調査測線の基点である群馬県山田郡大間々町塩原地区から利根川及び荒川を横断し、埼玉県秩父郡東秩父村合地区までの関東平野横断区間(約 53km)で用いられた。一方、独立型データ収録システムについては、関東平野部以南、つまり秩父、西多摩及び丹沢山系を横断する関東山地東縁区間(約 85km)で採用された。

b) 調査概要

本調査では、屈折法、広角反射法及び地域別の反射法データ取得が平成 15 年 10 月 1 日から同年 12 月 6 日の期間に実施された。その種別は、次の様に時間順に総括される。図 9 に本調査の測定作業フローチャートを示した。

Phase-1A... 反射法桐生パイプレータ測線(群馬県大間々町塩沢-埼玉県東秩父村合)

Phase-1B... 反射法太田パイプレータ測線(群馬県新田郡新田町下田中-太田市北長岡)

Phase-2..... 屈折法桐生パイプレータ測線(群馬県大間々町塩沢-埼玉県都幾川村舟ノ沢)

Phase-3..... 屈折法及び広角反射法ダイナマイト測線(全区間)

Phase-4..... 反射法相模湖低重合パイプレータ測線

(埼玉県入間郡名栗村小沢-神奈川県秦野市菩提峠)

Phase-5..... 屈折法松田パイプレータ測線(神奈川県相模湖町底沢-南足柄市竹松)

Phase-6..... 反射法松田パイプレータ測線(神奈川県秦野市戸川-南足柄市竹松)

c) データ取得内容

i) 受振器設置作業

有線テレメトリーG-DAPS4 システム設置作業

屈折法及び広角反射法データ取得における全測線(測線長 138km)内で、有線テレメトリーシステムの設置区間の測線長は 53km であり約 38%を占めている。この区間の受振点は、主として道路の路肩に沿って設置された。反射法桐生パイプレータ測線において、河川幅が広い箇所での横断に際しては、測線に近接する橋梁に有線延長ケーブルを敷設するか、あるいはG-DAPS4-R'及びWave Link'システムといった無線伝送方式によってデータ伝送が実施された。受振器、データ伝送装置(RSU)、バッテリーユニット及び本線ケーブルは、調査測線に沿って 50m 間隔で設置された木杭を目印にして敷設された。各受振点では原則として 9 個の受振器(ジオフォン)を約 2m 間隔で設置され、25m の線型アレイが構築された(写真 1)。データ伝送装置(RSU)では、6 受振点毎のデータに対して A/D 変換、相互相関、ノイズエディットを伴う垂直重合処理が実施され、観測車に伝送された。但し、群馬県内の工業団地群及び家屋密集地においては、アルミスタンドを用いた 3 個直列接続の受振器を併用した(写真 2)。

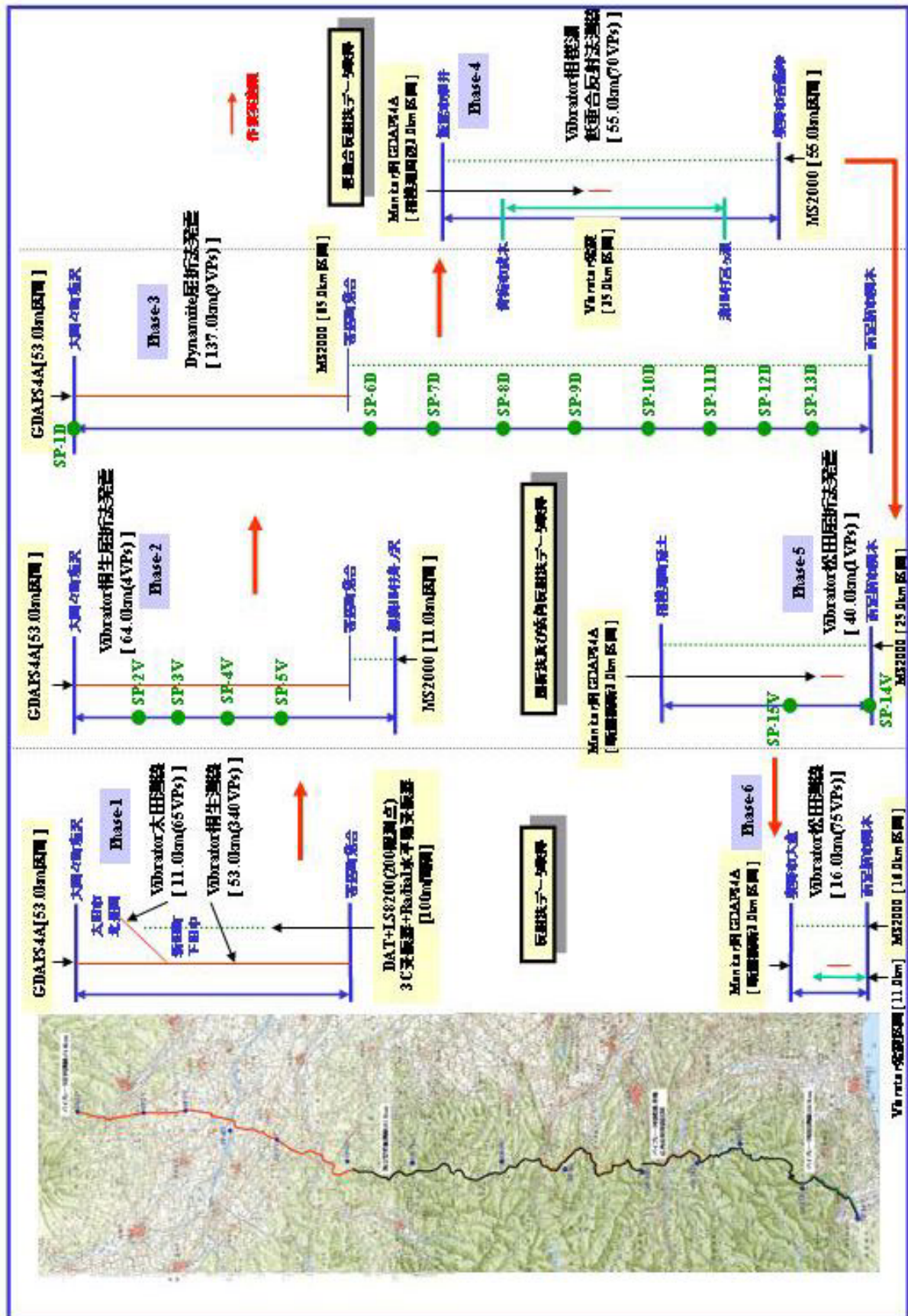


図9 測定作業フローチャート



写真1 埼玉県名栗村下名栗地区県道 53 号青梅秩父線。
入間川護岸に設置された受振器 UM-2、受振番号 RP. 2536 地点。



写真2 群馬県新田町新田北部工業団地近傍（受振番号 RP. 359 地点）。利根川北側の群馬県内 11km の区
間において、受振測線は直線性を勘案して、県道 315 号大原境線に沿って設定された。工業団地群に関
係する諸車両によるノイズは顕著であった。

反射法桐生バイブレータ測線の利根川上武大橋南-寄居町武蔵野地区の約 12km 区間は、平成 7 年度に防災科学技術研究所によって実施された反射法地震探査測線 (TAT-95) と重複している。本調査ではこの TAT-95 測線のデータを参照し、先新第三系基盤面を明確にイメージングするために長大展開 (最大オフセット 6~12km) が必要であると判断した。その結果、利根川-荒川間に存在が想定された先新第三系基盤面の基底部の位置及び深度を前提として、南側 12.0km、北側 8.0~10.0km の非対称中点展開 (各展開のチャンネル数...400~480) が標準展開として採用された。尚、反射法太田バイブレータ測線 (測線長 11km)、反射法相模湖低重合バイブレータ測線モニター区間 (測線長 3km) 及び反射法松田バイブレータ測線モニター区間 (測線長 3km) では、いずれも固定展開によってデータが取得された。

独立型受振システム設置作業

屈折法及び広角反射法データ取得における全測線 (測線長 138km) 内で、独立型受振システムの設置区間の測線長は 85km であり約 62% を占めている。今回採用された (株) 地球科学総合研究所の独立型受振システム MS-2000D (写真 3) は、従来の有線テレメトリー記録装置と比較して可搬性に優れ、交通量の多い幹線道路、河川、標高差を伴う地形変化、ノイズレベル等の測線状況を考慮して、自由度の高い受振点位置の設定が可能である。但し、このシステムは震源時間とは同期しない連続観測を行うために、発震時の品質管理が困難である。従って、本調査では前述の様に、反射法相模湖低重合バイブレータ測線及び反射法松田バイブレータ測線のデータ取得時に、各々、神奈川県相模湖町若柳地区及び神奈川県大井町金子-開成町宮台区間で 3.0km の有線テレメトリーシステムによるデータが重複して取得された。

独立型受振システム及び受振器の設置は、以下の手順によって実施された。

- ・ 受振器設置可能な屈曲測線位置に沿って 50m 間隔で測量木杭が設定される。
- ・ 直線投影測線上で 300m 間隔の MS-2000AD ユニット設置箇所を決定し、個別の AD ユニットの入力となる 6 チャンネル分の受振区間内における測線状況 (道路、家屋及び地形変化) に応じて適宜移動する。
- ・ MS-2000 ユニットの設置及び各ユニットの入力となる受振器 6 点分の展開を行う。この場合、各ユニットに付随する受振点は局所的に屈曲した測線に沿って 50m 間隔で設定される。従って、局所的には投影測線上の受振点間隔は保証されていない。
- ・ 各種反射法及び屈折法の測定時間に応じた記録開始及び終了時間が設定され、GPS 受信の確認及び受振器設置状況の確認が実施される。
- ・ 毎日、GPS 受信状況及び受振器設置状況が確認され、適宜、データ収録ユニットの回収及び交換が行われる。
- ・ 回収されたデータ収録ユニットは Phase 単位で起震時間及び記録長を用いて編集され、相互相関、ノイズエディットを伴う垂直重合処理が外部で行われる。



写真3 埼玉県東秩父村奥武蔵林道（受振点番号 RP. 2115）。JGI-MS2000 独立型レコーダ。



写真4 群馬県新田町新田北部工業団地近傍
（RP. 355）。S 波観測 LS8200 設置状況 (1)



写真5 群馬県新田町大根地区県道 315 号線。
（RP. 391）。S 波観測 LS8200 設置状況 (2)

S 波観測機材設置作業

Phase-1 の反射法桐生バイブレータ測線及び反射法太田バイブレータ測線の取得データから関東平野の先新第三系基盤までの堆積構造を詳細に把握し、併せて地震波速度モデルを構築することは、強震動予測の観点から非常に重要な課題である。P 波速度構造については鉛直動受振器によって取得された反射法及び屈折法データによって推定することが可能であるが、S 波速度構造に関しては水平動受振器によるデータが不可欠である。本調査では Phase-2 及び Phase-3 のデータ取得期間において、反射法桐生バイブレータ受振測線と重複する、群馬県藪塚本町、新田町、尾島町及び境町、埼玉県深谷市及び岡部町の区間で、独立型データ記録装置である DAT 及び LS8200SD によって屈折波データ取得を行った。S 波観測受振点は 100m 間隔で計 200 点設定され、DAT (4.5Hz 三成分受振器 L-28B) 一台、LS8200SD (4.5Hz 一成分水平動受振器 GS-11D) 三台がインライン方向に 100m 間隔で並んだグループを計 50 グループが展開設置された (写真 4、5)。尚、GS-11D の震動方向は南北に設定された。この S 波観測は、バイブレータあるいはダイナマイト震源近傍で P-S 変換によって生じた S 波震動の観測を目的としたものである。

ii) ダイナマイト発震作業

Phase-3 における屈折法及び広角反射法ダイナマイト発震データは以下に示す様に、群馬県内 1 点、埼玉県内 3 点、東京都 2 点、神奈川県内 3 点の計 9 点で取得された。

SP-1D...群馬県山田郡大間々町大字塩原 塩原地区林道

発震薬量.... 300kg, 坑底深度.... 56.78m, 薬頭深度...28.40m

発震時刻...平成 15 年 11 月 13 日午前 00 時 02 分 11.920 秒

SP-6D...埼玉県大里郡寄居町大字西ノ入 五ノ坪林道

発震薬量.... 200kg, 坑底深度.... 31.60m, 薬頭深度...12.25m

発震時刻...平成 15 年 11 月 13 日午前 00 時 32 分 12.374 秒

SP-7D...埼玉県比企郡都幾川村大字大野 朴ノ木林道

発震薬量.... 200kg, 坑底深度.... 34.90m, 薬頭深度...15.75m

発震時刻...平成 15 年 11 月 13 日午前 03 時 32 分 12.398 秒

SP-8D...埼玉県飯能市大字赤沢 久林林道

発震薬量.... 200kg, 坑底深度.... 35.40m, 薬頭深度...16.00m

発震時刻...平成 15 年 11 月 13 日午前 01 時 02 分 11.887 秒

SP-9D...東京都西多摩郡日の出町大久野大字細野 太平洋セメント(株)西多摩鉱業所構内

発震薬量.... 200kg, 坑底深度.... 40.62m, 薬頭深度...20.23m

発震時刻...平成 15 年 11 月 14 日午前 00 時 02 分 12.354 秒

SP-10D..東京都八王子市上恩方町 林道南土代沢線

発震薬量.... 200kg, 坑底深度.... 45.16m, 薬頭深度...26.30m

発震時刻...平成 15 年 11 月 14 日午前 03 時 02 分 11.821 秒

SP-11D..神奈川県津久井郡相模湖町新戸 有限会社東清鉱業 採石場敷地内

発震薬量.... 200kg, 坑底深度.... 45.97m, 薬頭深度...26.89m

発震時刻...平成 15 年 11 月 14 日午前 00 時 32 分 11.325 秒

SP-12D..神奈川県愛甲郡清川村煤ヶ谷 関東興産(株) 採石場敷地内

発震薬量.... 200kg, 坑底深度.... 45.85m, 薬頭深度...26.60m

発震時刻...平成 15 年 11 月 14 日午前 03 時 42 分 11.633 秒

SP-13D.. 神奈川県足柄上郡松田町松田惣領 (株)チェックメイト ゴルフ場資材置場

発震薬量.... 300kg, 坑底深度.... 55.65m, 薬頭深度...26.88m

発震時刻...平成 15 年 11 月 14 日午前 01 時 02 分 11.838 秒

使用したダイナマイトは径 90mm の海底発破用(親ダイ径...80mm)である。

発破作業では、観測車及び発破点がそれぞれ独立にデータ収録と発破を実施する時刻発破が採用された。また、ダイナマイト発震作業に関わるダイアグラムを図 10 に示す。観測車側には高精度の GPS 時計を用いた衛星同期システム(Satellite Synchronizer Communication System(SSCS))が採用され、予定された記録開始時刻(発破開始時刻より 15 秒前)になると SSCS から M/S コントローラに開始信号が送られ、さらに M/S コントローラから探鉱機に'Clock TB'信号が送られる。一方、発破点側では観測者と同型の SSCS から開始信号が発破同期装置 SSS-202 に送られ、ブラスターに発破信号が転送される。観測車及び発破点ともバックアップ用の刻時装置(LS-10K)が接続され、時刻確認を行った。また、発破点には CAP 信号、アップホール信号及び表層速度測定用の地表受振器記録が独立型記録装置 MS2000 によって、データ収録が行われた。ラインアップ受震器は、井戸元から 50m 離れた点に第一受振点を、その点から約 25m 間隔で三受振点が設置された。発破時には東京大学地震研究所において、自然地震のモニターを行い、観測車と通信しながら発破時刻を調整し自然地震によるノイズの排除に努めた。

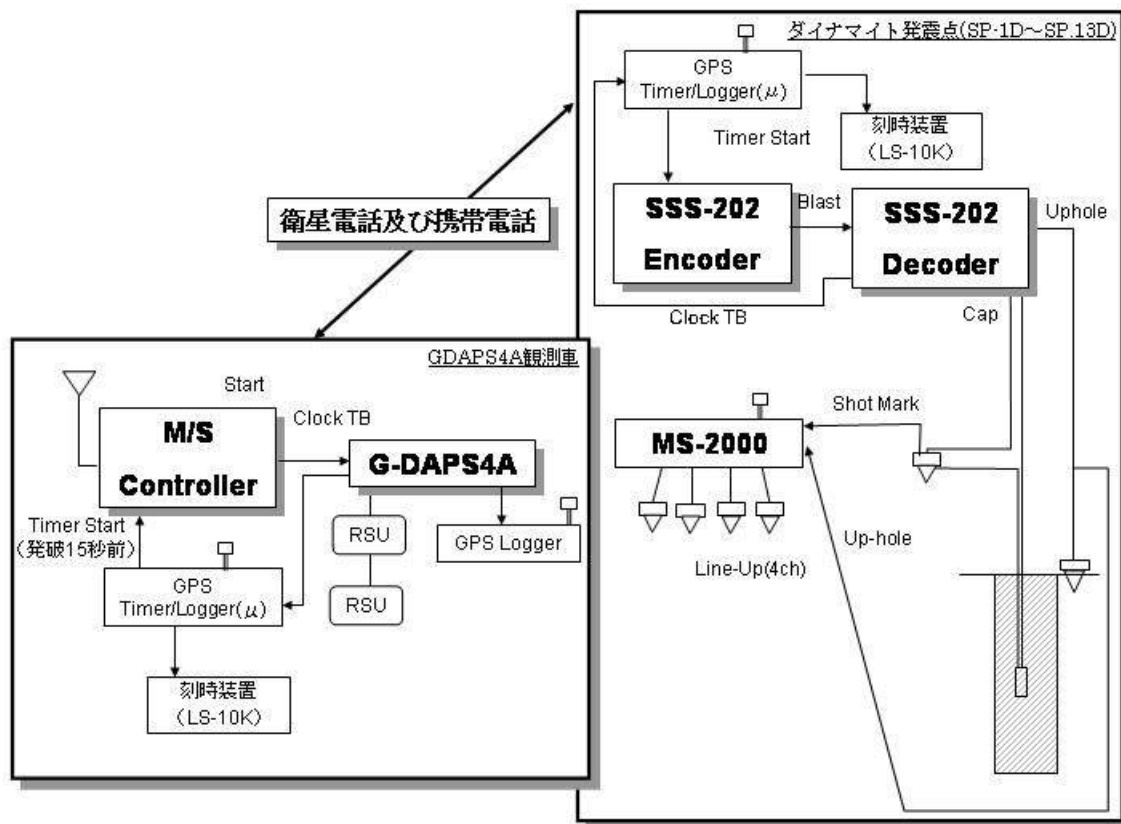


図 10 時刻発破による大薬量ダイナマイト発震作業ダイアグラム

iii) バイブレータ発震作業

本調査におけるバイブレータ発震（写真 6、7）は、探査対象及び測線毎に標準発震仕様が設定された。

反射法桐生バイブレータ測線及び反射法太田バイブレータ測線

反射法桐生バイブレータ測線（発震点数 347 点）及び反射法太田バイブレータ測線（発震点数 69 点）では、バイブロサイス 4 台を震源として約 100m 間隔に発震点を選点した。各発震点において、ホールドダウンウェイトに対する制御出力を 90% として 20 回のスイープを行うことを標準仕様としたが、標準発震エネルギーを確保できた発震点は両測線共に約 35% に過ぎなかった。スイープ周波数 (6-35Hz) 及びスイープ長 (24 秒) については、30Hz 以下の低周波数帯域におけるエネルギー確保を目的として設定された。また、バイブレータのアレイパターンについては、100m の範囲内で適宜移動を行った。図 11 に今回の測定作業で採用された発震パターンの模式図を示す。

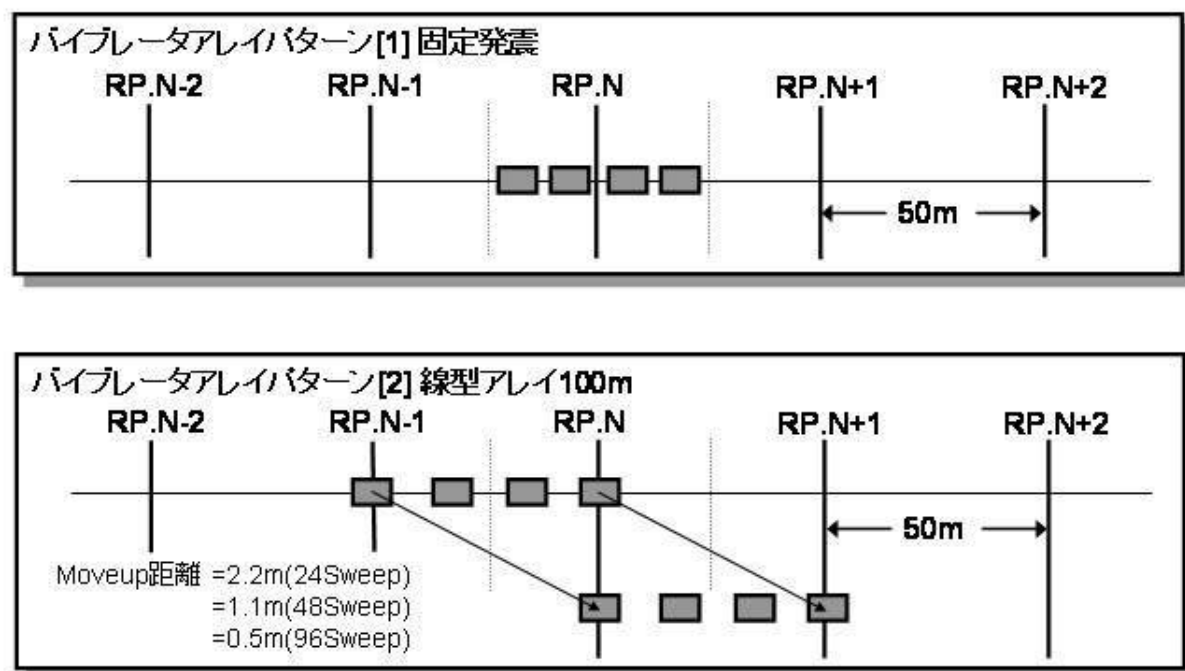


図 11 バイブレータ発震アレイパターン



写真6 バイブレーターによる発震作業。
鹿田山北地区町道。この地域の一部では古第三紀流紋岩類の露頭が散在している。



写真7 バイブレーターによる発震作業
林道西多摩-大入線。

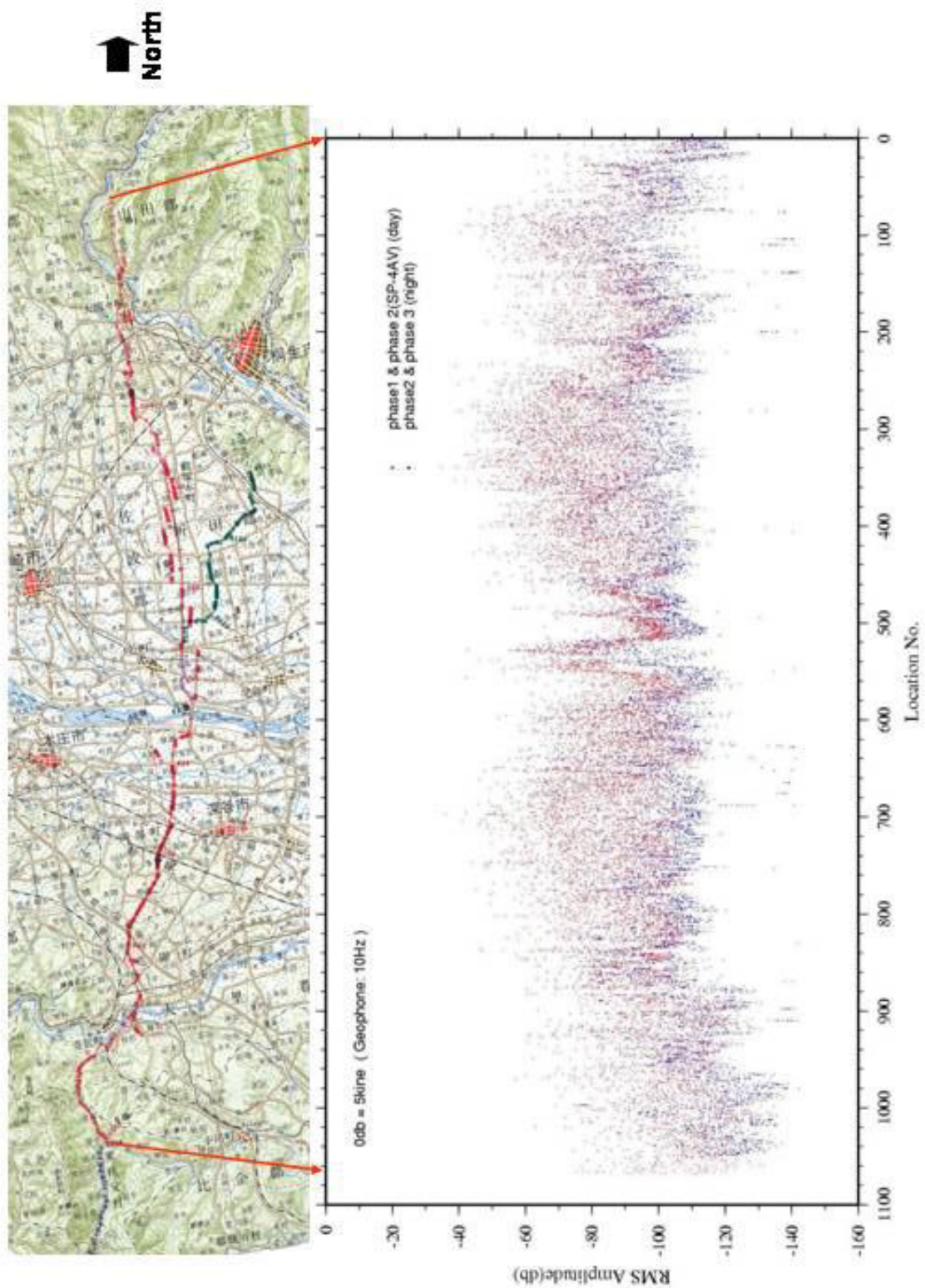


図 12 バックグラウンドノイズの時間及び空間変化

[1] 群馬県大間々町-埼玉県寄居町区間

屈折法桐生バイブレータ測線

関東平野内の屈折法バイブレータ発震点は下記の5点である。この屈折法データ取得時には、有線テレメトリー受振点区間[Loc. 1-1068] 53kmに加えて、独立型受振システムを埼玉県東秩父村落合から都幾川村舟ノ沢まで11kmの区間に設置し、約64kmの展開を確保した。

屈折法発震においては、反射法発震よりもさらに30Hz以下の低周波数帯域におけるエネルギー確保を目的として、スweep周波数6-30Hz及びスweep長24秒が採用された。ダイナマイト発震の代替点である利根川河川敷における集中発震点SP-4AV及びSP-4BVを除外して、SP-2V, SP-3V及びSP-5Vでは20時以降の準夜間に発震作業が実施された。図12は、群馬県大間々町-埼玉県寄居町間でのバックグラウンドノイズの時間及び空間変化を示したものである。工業団地群が散在する測線北部の区間では、20時-3時までの夜間の平均ノイズレベルは、9時-17時の昼間と比較して16~20dB平均値が低いことから、準夜の発震作業は有効であったことが示唆される。利根川河川敷における集中発震点SP-4BVでは当初1000スweepの超多重発震を予定していたが、関東平野全域での有線テレメトリー測線のライン保守及び連続発震に伴うバイブレータへの負荷を考慮して、715スweep終了時点で測定終了とした。尚、発震点SP-4BVは主測線から2.2kmのT-オフセットを持つため、'Near-offset'のデータを補完することを目的として測線上にSP-4AVを設定してデータ取得を行った。尚、図B-3-14にSP-4BVにおける715スweepと65スweepの比較発震記録を示す。屈折初動は前者において関東平野全域で確認されることがわかる。

反射法相模湖低重合バイブレータ測線

この測線は秩父帯及び四万十帯を南北に横断し、伊豆小笠原弧の北縁を限り本州弧との境界となっている篠野木-愛川線から丹沢山地に至る受振測線約55km(埼玉県飯能市南川-神奈川県秦野市菩提峠 Loc. 2354-3718(965点)), 発震測線約35km(VP. 2601-3511(77点))である。受振測線には独立型受振システムが配置され、前述の様に、神奈川県相模湖町若柳地区において約3.0km区間の品質管理用有線テレメトリーモニター測線が追加して設定された。

この測線は広域屈折法及び広角反射法によっては解像度が期待できない深度15km程度までの上部地殻の構造把握を目的として設定され、バイプロサイズ4台を震源として約500m間隔に配置された発震点において、ホールドダウンウェイトに対する制御出力を90%として50回のスweep回数を標準仕様とした。

相模湖低重合測線については、集落が密集した区間は相模湖南部の神奈川県相模湖町若柳, 奥沢及び寸沢嵐といった地域に限定され、68%の区間では発震エネルギーを低減させることなく50スweep以上の発震回数も確保することができた。

屈折法松田バイブレータ測線

丹沢山地-足柄平野の屈折法バイブレータ発震を2地点で行った(SP-14V, SP-15V)。この屈折法データ取得時には、独立型受振システムを神奈川県相模湖町底沢-南足柄市竹松まで約40kmの区間に621点の受振点でデータを取得した。

これらの屈折法発震においては、関東平野におけるPhse-2の屈折法発震と同様に30Hz以下の低周波数帯域におけるエネルギー確保を目的として、スweep周波数6-30Hz及びスweep長24秒が採用された。

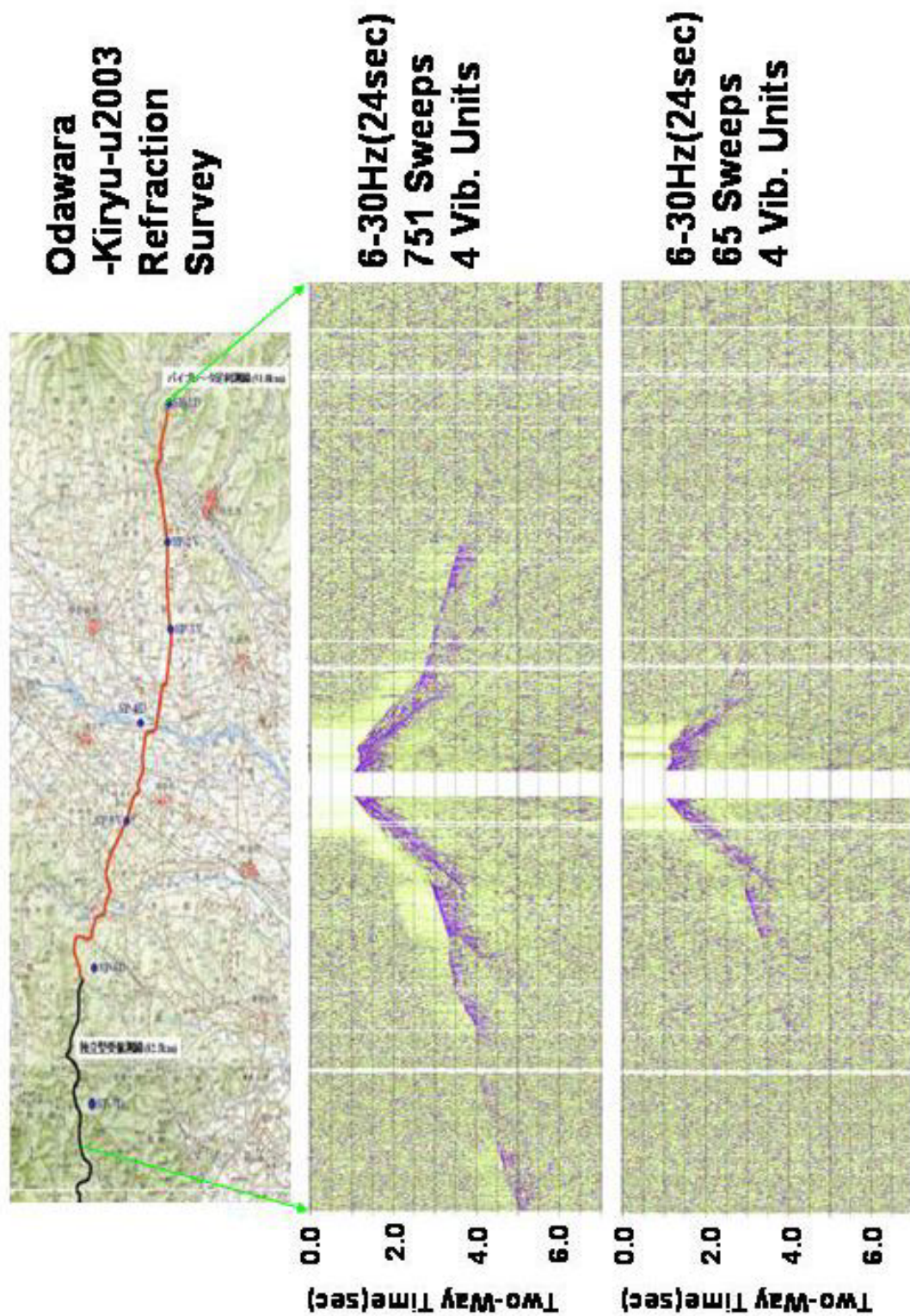


図 12 バイブレータ超多重発震結果(利根川河川敷発震点 SP-4BV)

反射法松田バイブレータ測線

反射法松田バイブレータ測線(発震点数 94 点)では、国道 246 号線の八沢入口-新籠場の約 3.0km の区間を除外して、発震測線が設定された県道 706 号丹沢公園松原町線、県道 72 号松田国府津線、県道 78 号線御殿場大井線いずれの路線についても民家及び店舗の密集地に相当し、バイブレータ発震台数、発震回数及び起震エネルギーは大幅に制約された。ホールドダウンウェイトに対する制御出力を 90%に設定し、バイブレータ 4 台による発震作業が可能であった区間は全体の 26%に過ぎず、制御出力 20%以下でバイブレータ 1~2 台による低エネルギーによる発震区間(標準発震仕様と比較して、相対的な S/N 改善指標は 0.11~0.22 まで低下)は全体の 38%に達した。

3) 調査仕様

a) 反射法データ取得

i) 反射法桐生バイブレータ測線及び反射法太田バイブレータ測線

関東平野横断区間では、バイブロサイス車 4 台(Y2400, HEMI)を震源とした反射法地震探査が実施された。調査仕様として以下のパラメータが採用された。

[1] 発震系仕様

・震源	大型バイブロサイス車 4 台(Y2400 2 台, HEMI 2 台)
・発震点間隔	標準 100m
・スイープ長	24 sec
・スイープ周波数	6~35Hz (Linear-up スウィープ, 'Taper'500msec)
・スイープ回数	20 回
・総発震点数	347 点(桐生測線), 69 点(太田測線)

[2] 受振系仕様

・受振器	SM-7(10 Hz)
・受振器数/受振点	9 個(3S×3P), 3 個(3S)
・受振アレイ長	標準 25m(3S×3P), バンチング(3S)
・受振点間隔	50 m(投影法は採用していない)
・展開長	20km~22km(桐生測線), 11km(太田測線)
・展開パターン	北側 8.0~10.0km, 南側 12.0km 非対称中点展開(桐生測線) 11.0km 固定展開(太田測線)
・総受振点数	1068 点(Loc. 1-1068), 223 点(Loc. 8011-8233)

[3] 記録系仕様

・探鉱機	GDAPS-4A(有線テレメトリー方式) (線型位相型 A/D Decimation フィルター)
・サンプル間隔	4 msec
・記録長	16 sec(相互相関後)
・チャンネル数	400~440(桐生測線), 223(太田測線)
・ノイズエディット	ウィンドー長=40.0 秒, 冪乗係数=3.0

ii) 反射法相模湖低重合バイブレータ測線

秩父山地南部-西多摩-丹沢山地北部を横断する相模湖低重合測線では、バイブロサイス車 4 台 (Y2400, HEMI) を震源とした反射法地震探査が実施された。調査仕様として以下のパラメータが採用された。

[1] 発震系仕様

・震源	大型バイブロサイス車 4 台 (Y2400 2 台, HEMI 2 台)
・発震点間隔	標準 500m
・スイープ長	24 sec
・スイープ周波数	6~30Hz (Linear-up スウィープ, 'Taper'500msec)
・スイープ回数	50 回
・総発震点数	77 点

[2] 受振系仕様

・受振器	SM-7 (10 Hz), UM-2 (10Hz)
・受振器数/受振点	9 個 (3S×3P), 3 個 (3S)
・受振アレイ長	バンチング
・受振点間隔	50 m (独立型記録器設置箇所のみを投影する部分投影法を採用)
・展開長	55km
・展開パターン	固定展開
・総受振点数	965 点 (Loc. 2354-3718)

[3] 記録系仕様

・探鉱機	MS2000D (独立型受振システム, 連続観測) GDAPS-4A (有線テレメトリー方式) (線型位相型 A/D Decimation フィルター)
・サンプル間隔	4 msec
・記録長	16 sec (相互相関後)
・チャンネル数	965
・ノイズエディット	ウィンドー長=40.0 秒, 冪乗係数=3.0

iii) 反射法松田バイブレータ測線

丹沢山地南部から足柄平野に至る松田測線では、バイブロサイス車 4 台 (Y2400, HEMI) を震源とした反射法地震探査が実施された。調査仕様として以下のパラメータが採用された。

[1] 発震系仕様

・震源	大型バイブロサイス車 4 台 (Y2400 2 台, HEMI 2 台)
・発震点間隔	標準 100m
・スイープ長	20sec
・スイープ周波数	6~35Hz (Linear-up スウィープ, 'Taper'500msec)
・スイープ回数	20 回
・総発震点数	94 点

[2] 受振系仕様

・受振器	SM-7(10 Hz), UM-2(10Hz)
・受振器数/受振点	9 個(3S×3P), 3 個(3S)
・受振アレイ長	バンチング
・受振点間隔	50 m(独立型記録器設置箇所のみを投影する部分投影法を採用)
・展開長	16km
・展開パターン	固定展開
・総受振点数	164 点(Loc. 3795-4019)

[3] 記録系仕様

・探鉱機	MS2000D(独立型受振システム, 連続観測) GDAPS-4A(有線テレメトリー方式) (線型位相型 A/D Decimation フィルター)
・サンプル間隔	4 msec
・記録長	16 sec(相互相関後)
・チャンネル数	164
・ノイズエディット	ウィンドー長=40.0 秒, 冪乗係数=3.0

b) 屈折法及び広角反射法データ取得

神奈川県南足柄市から丹沢, 西多摩及び秩父山地を経て、関東平野北端部に位置する赤城山東麓の群馬県山田郡大間々町に至る約 140km の長大測線で取得された屈折法及び広角反射法データ取得仕様を以下に示す。

[1] バイブレータ発震系仕様

・震源	大型バイブロサイス車 4 台(Y2400 2 台, HEMI 2 台)
・スイープ長	24 sec
・スイープ周波数	6~30Hz(Linear-up スウィープ, 'Taper'500msec)
・発震点数	7 点(SP-2V, 3V, 4VA, 4VB, 5V, 14V, 15V)
・発震パターン	固定発震

[2] ダイナマイト震源系

・発震薬量	200kg-300kg(海底発破用)
・発破孔深度	32m-57m(坑底深度)
・発破点数	9 点(SP-1D, 6D, 7D, 8D, 9D, 10D, 11D, 12D, 13D)

[3] 受振系仕様(GDAPS4A, MS2000)

・受振器	SM-7(10 Hz), UM-2(10Hz)
・受振器数/受振点	9 個(3S×3P), 3 個(3S)
・受振アレイ長	バンチング
・受振点間隔	50 m(独立型記録器設置箇所のみを投影する部分投影法を採用)
・展開長	138.0km(ダイナマイト発震) 64.0km(関東平野横断区間...SP-2V, 3V, 4AV, 4BV, 5V)

- 40.0km(丹沢-南足柄区間...SP-14V, 15V)
- ・総受振点数 2518 点[Loc. 1-1068, 2004-4019] (ダイナマイト発震)
1278 点[Loc. 1-1068, 2004-2266] (SP-2V, 3V, 4AV, 4BV, 5V)
164 点[Loc. 3795-4019] (SP-14V, 15V)
- [4] S 波観測受振系仕様(東京大学 DAT, LS8200)
- ・受振器 3C L-28B(4.5Hz), 1C GS11-D(4.5Hz)
 - ・受振器数/受振点 1 個
 - ・総受振点数 200 点(DAT...50 点, LS8200...150 点)
 - ・受振点間隔 100m(投影法は採用していない)
- [5] 記録系仕様
- ・探鉱機 GDAPS-4A(有線テレメトリー方式)
(線型位相型 A/D Decimation フィルター.... バイブレータ発震)
(最小位相型 A/D Decimation フィルター...ダイナマイト発震)
 - ・サンプル間隔 4 msec
 - ・記録長 54sec(ダイナマイト発震), 20sec(バイブレータ発震)
 - ・チャンネル数 2518[GDAPS4A+MS2000]+200[DAT+LS8200]
(ダイナマイト発震)
1278[GDAPS4A+MS2000]+200[DAT+LS8200]
(SP-2V, 3V, 4AV, 4BV, 5V)
224[GDAPS4A+MS2000] (SP-14V, 15V)
 - ・ノイズエディット ウィンドー長=44.0 秒, 冪乗係数=3.0
- [独立型記録装置に関しては連続観測を実施]

4) 測量作業

a) 陸上測量内容

以下に陸上における測量作業の概要を記述する。

測線測量: 実施計画書に基づき予定測線上に 50m 毎に杭打ちを実施し、受振及び発震点(バイブレータ及びダイナマイト)を木杭で表示した。

RTK 測量: 国家三角点を与点として、測線近傍に基準点を設置した。

多角測量: 国家三角点、公共基準点、RTK 測量で設置した基準点を与点として、測線付近に多角測量及び細部測量を実施した。

水準測量: 各多角点を与点として、間接水準測量により受振点・発震点の平面直角座標値及び標高値を決定した。

b) 使用基準点

本作業で使用した国家三角点及び基準点を以下に記述する。各点の状況は測定作業期間を通じて良好であった。

点 名	等 級	5 万分の 1 地形図名
IV天神	四等三角点	桐生及足利
IV中西	四等三角点	桐生及足利
Ⅲ大根	三等三角点	深谷
Ⅲ岡部	三等三角点	深谷
Ⅲ用土	三等三角点	寄居
Ⅲ西長岡	三等三角点	桐生及足利
寄居町 2-61	二級基準点	寄居
寄居町 2-113	二級基準点	寄居
寄居町 3-467	三級基準点	寄居
寄居町 3-452	三級基準点	寄居
寄居町 3-453	三級基準点	寄居
寄居町 3-407	三級基準点	寄居
IV若柳	四等三角点	上野原
IV赤馬	四等三角点	上野原
大井町 No. 21	二級基準点	秦野
大井町 No. 22	二級基準点	秦野
松田町 No. 6	三級基準点	秦野

反射法桐生バイブレータ測線，反射法太田バイブレータ測線，屈折法桐生バイブレータ測線，反射法相模湖低重合バイブレータモニター受振測線及び反射法松田バイブレータモニター受振測線に関しては、実測を伴う測量作業を行ったが、独立型受振システムの設置区間、ダイナマイト発震点及び松田屈折法バイブレータ発震点については、各市町村が発行している詳細図からの図上読み取りによって測量座標を確定した。

c) 測量データ処理

発震点及び受振点位置を示す測線図の作成には以下の 2 種類の測地システムを用い、国土地理院の地形図[1:25,000, 1:50,000]に対応させた。

[基準系 1]

SPHEROID	: BESSEL
SEMI MAJOR AXIS	: 6377397.1550 (METERS)
SEMI MINOR AXIS	: 6356078.9630 (METERS)
PROJECTION	: U. T. M.
ZONE NUMBER	: 54
ORIGIN LATITUDE	: 00-00-00.000 N
ORIGIN LONGITUDE	: 141-00-00.000 E
SCALE FACTOR	: 0.9996
FALSE NORTH	: 0.0 (METERS)
FALSE EAST	: 500000.0 (METERS)

[基準系 2]

SPHEROID	: GRS80
SEMI MAJOR AXIS	: 6378137.0000 (METERS)
SEMI MINOR AXIS	: 6356752.3140 (METERS)
PROJECTION	: U. T. M.
ZONE NUMBER	: 54
ORIGIN LATITUDE	: 00-00-00.000 N
ORIGIN LONGITUDE	: 141-00-00.000 E
SCALE FACTOR	: 0.9996
FALSE NORTH	: 0.0 (METERS)
FALSE EAST	: 500000.0 (METERS)

5) フィールドテスト

a) バイブレータパラメータテスト

上限周波数の確定、長大震源アレイの必要性、及び有効重合回数とノイズレベルの把握を以下に記述するフィールドパラメータテストとして実施した。

スウィープ周波数帯域

深部反射波の有効周波数帯域、表面波、屈折多重反射波等のコヒーレントノイズの強度を把握することを目的として、End 周波数を 30, 35, 40Hz に設定したテストを実施した。併せて、Start 周波数及び End 周波数のテーパ値についても 300msec と 500msec に設定したテストを実施した。

屈折波及び往復走時 0.3-0.5 秒において確認される先新第三系基盤面からの反射波等から、有効周波数帯域はその上限が約 40Hz であることが把握された。従って、表層近傍での起震エネルギーの減衰、低周波帯域に発震エネルギーを集中させることによるバイブレータ起震機構への負荷等を総合的に勘案して、End 周波数を 35Hz とすることに決定した。

b) ノイズエディット(スウィープ長を含む)

本調査でのバイブレータ発震に関わる受振区間では、特に工業団地群周辺における頻繁な車両通行による一過性ノイズが顕著であった。こうした一過性のノイズは厳密には再現性が保証されないものの、平均ノイズレベルがほぼ均一であることを確認してテストを実施した。テストによって確認したパラメータは、相互相関と垂直重合の順序、及びノイズエディットのウィンドー長及び冪乗数である。

ノイズエディットのパラメータに関しては、車両通過時間に対応した複数ウィンドーの設定は有効ではなく、冪乗数の増加が有効であった。また、相互相関と垂直重合の順序によるノイズ抑制の効果は見出されなかった。従って、垂直重合後に相互相関を実施し、かつ垂直重合時におけるノイズエディットパラメータに関しては、ウィンドー長 40.0 秒、冪係数 3.0 として設定した。

c) スウィープ回数

スウィープ回数の増加に伴う S/N 改善の度合いを確認し、最適な垂直重合回数の設定を目的として、1～96 回まで計 9 種類の垂直重合テストを逐次加算法によって実施した。

長大オフセット箇所における屈折初動エネルギー及び基盤反射波の S/N の確保を考慮すると、少なくとも約 20 回以上のスウィープ回数が必要であると判断された。従って、本作業では 20 回を超える範囲

内で、スウィープ回数を表層条件及びデータ S/N に応じて適宜変更することに決定した。

6) 発震記録

a) 屈折法, 広角反射法ダイナマイト及びバイブレータ測線

屈折法及び広角反射法ダイナマイト測線の北端での発震点である SP-1D(群馬県大間々町塩沢、図 13)の発震記録では、顕著な深部反射波は見出されていないが、屈折初動についてはオフセット距離約 140km 離れた測線南端(神奈川県南足柄市竹松)においても確認することが可能であった。SP-6D(埼玉県寄居町西ノ入、図 14)の発震記録では、往復走時 3.0 秒, 4.0 秒に顕著な深部反射波が、SP-7D(埼玉県都幾川村大野)の発震記録では(図 15)、往復走時 3.0 秒, 4.5 秒及び 6.5 秒に顕著な深部反射波が見出された。いずれの反射面も緩やかな北上がり傾斜を示しており、その反射点位置は CMP 投影測線上で埼玉県寄居町折原-飯能市南川(Loc. 925-2336)の三波川帯-秩父帯北部の区間に相当する。こうした顕著な上部地殻における反射波とは対照的に、往復走時 5.0 秒以下の下部地殻相当の走時では連続性の高い顕著な反射面は存在しないものの、非常に'Reflective'な傾向を持つ。こうした小セグメントから構成される'Reflective'な走時区間の傾向は、予測型デコンボリューションの適用によっても変化しないことから、脆性-延性遷移領域以深の物性状況を反映しているものと考えられる。往復走時 9~10 秒に存在が予想されるモホ面に関わる反射面については判然としない。また、埼玉県名栗村-神奈川県相模湖町底沢(Loc. 2421-3135)の秩父帯南部-四万十帯南端に相当する区間では、屈折多重反射波が卓越する傾向にあり、屈折初動から 5.0 秒以上の継続時間を持つ。SP-8D(埼玉県飯能市赤沢)の発震記録では(図 16)、往復走時 4.0 秒, 6.5 秒に顕著な深部反射波が、SP-9D(東京都日の出町大久野)の発震記録では、往復走時 4.0 秒に同様の反射波が、また 5.0~7.5 秒の区間で反射波群が見出された(図 17)。いずれの反射面も比較的緩やかな北上がり傾斜を示し、その反射点は CMP 投影測線上で埼玉県東秩父村白石峠-神奈川県相模湖町底沢(Loc. 2166-3135)の秩父帯-四万十帯南限位置に相当する。SP-10D(東京都八王子市上恩方町、図 18)、SP-11D(神奈川県相模湖町新戸、図 19)及び SP-12D(神奈川県清川村煤ヶ谷、図 20)の記録では、往復走時 4.0 秒以浅の上部地殻内における顕著な反射波を確認することは困難であるものの、往復走時 4.5~7.5 秒においてフィリピン海プレート上面相当と推定される北上がり傾斜(20 度程度)の弱い反射面を確認することが可能であった。SP-13D(神奈川県松田町松田惣領)については(図 21)、発震とほぼ同時に群馬県赤城山周辺で自然地震が発生し、全受振区間でこの地震信号がダイナマイト発震記録と重複して記録された。従って、この記録については、主に埼玉県名栗村-測線南端(Loc. 2450-4019)間の約 65km の区間で確認できる屈折初動走時が波線追跡による屈折波解析で用いられた。尚、図 22 にダイナマイト屈折初動振幅の二次元測線に沿った距離減衰を示す。

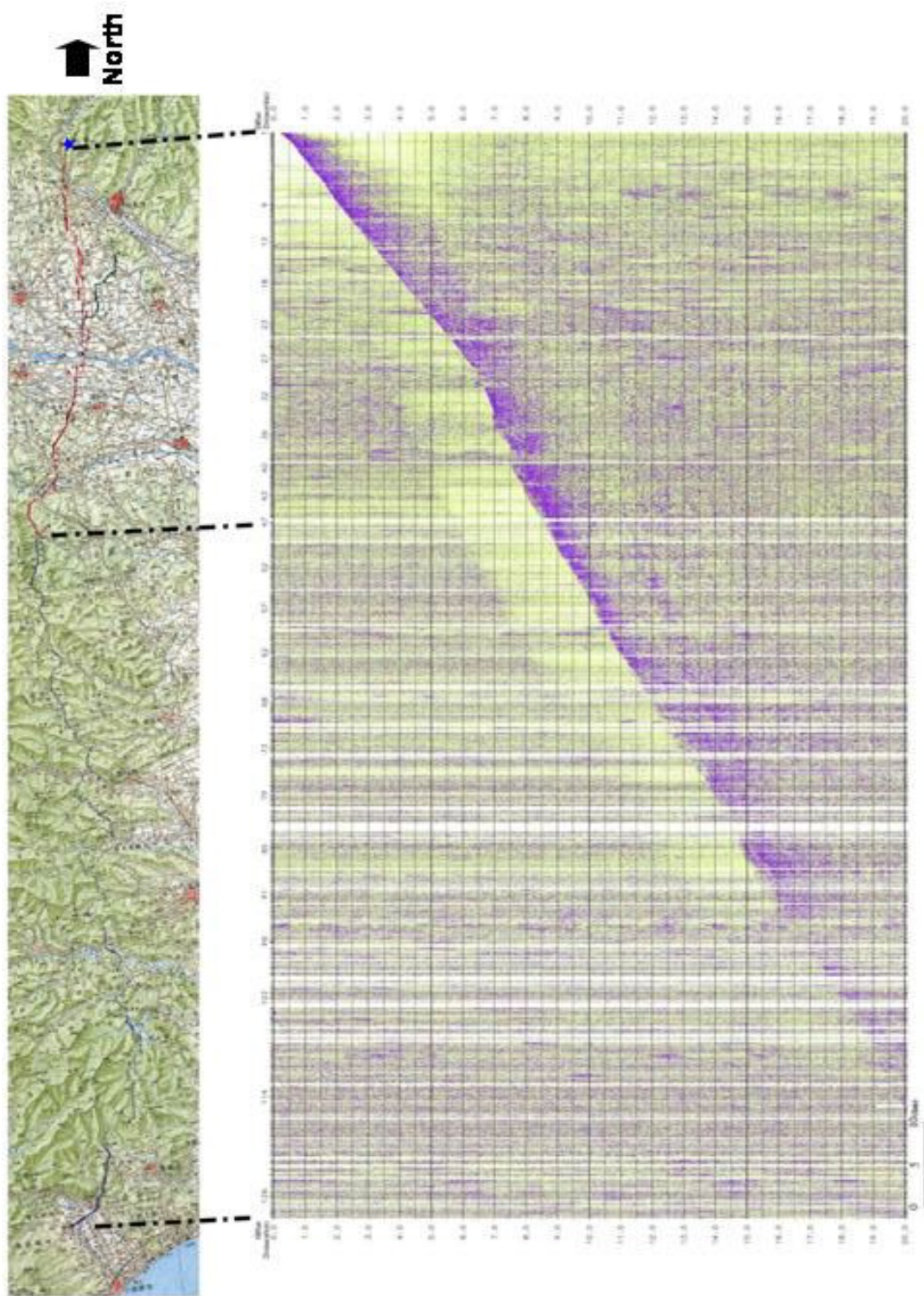


図 13 屈折法発震記録 SP-1D(ダイナマイト発震)

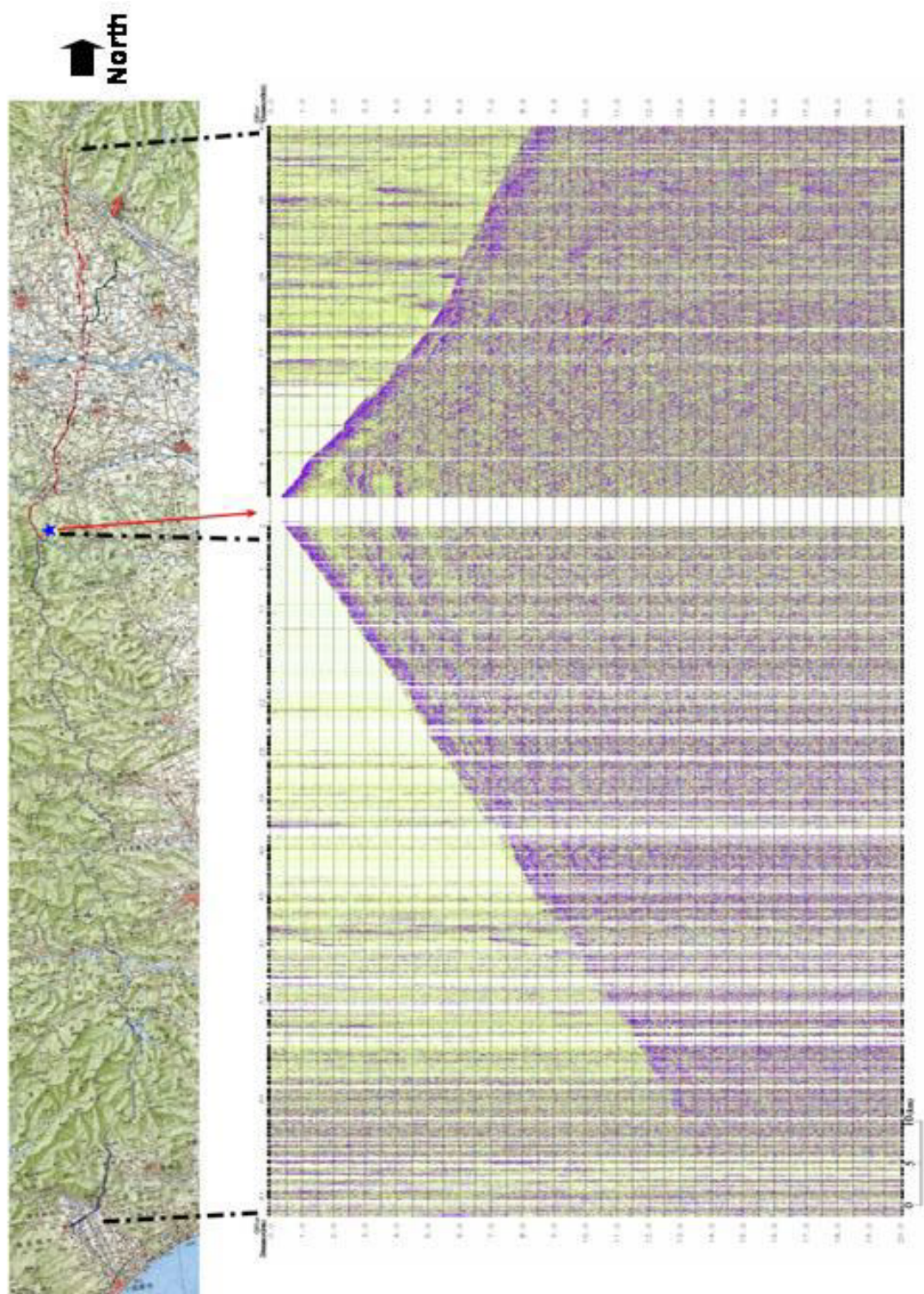


図 14 屈折法発震記録 SP-6D(ダイナマイト発震)

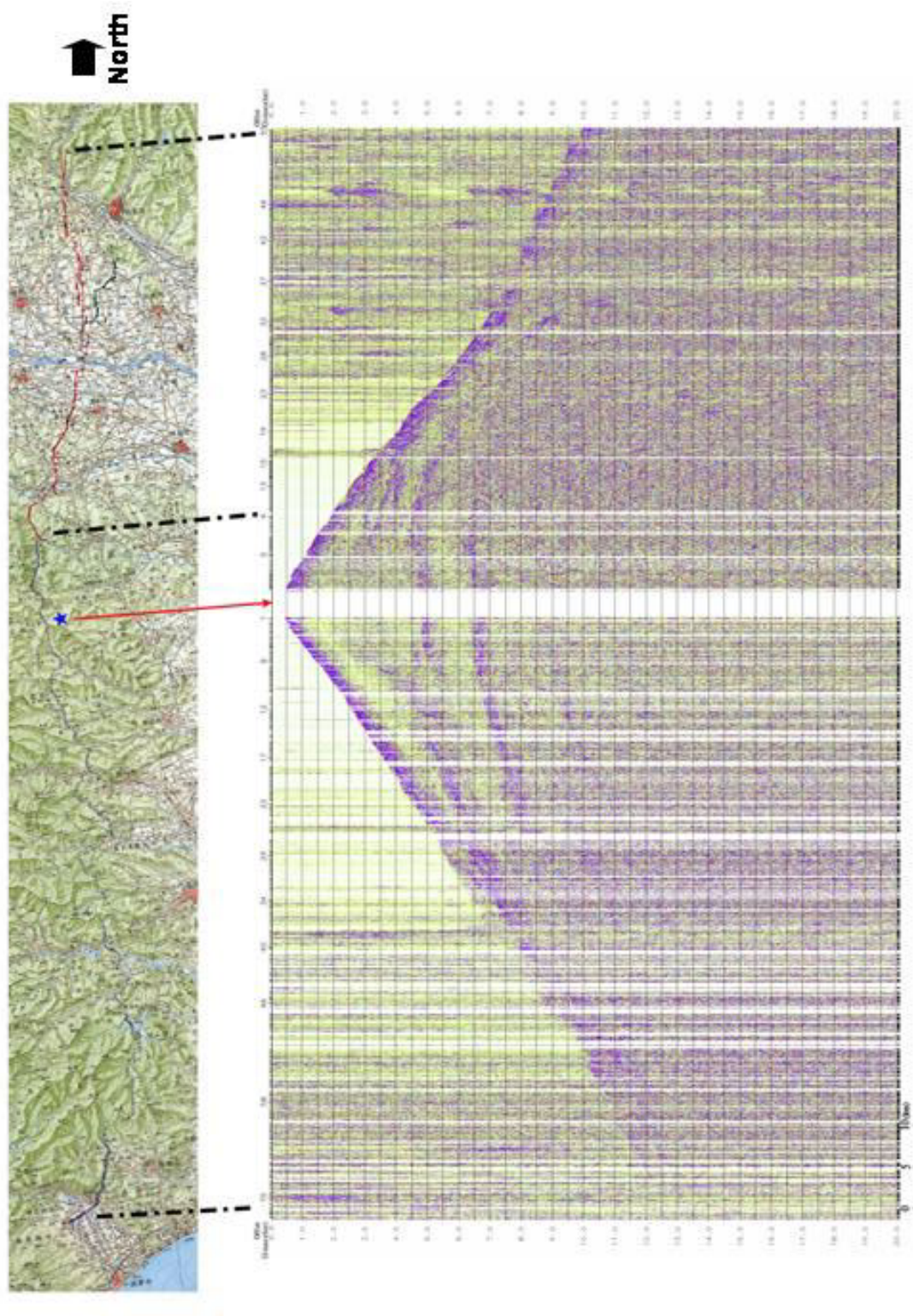


図 15 屈折法発震記録 SP-7D(ダイナマイト発震)

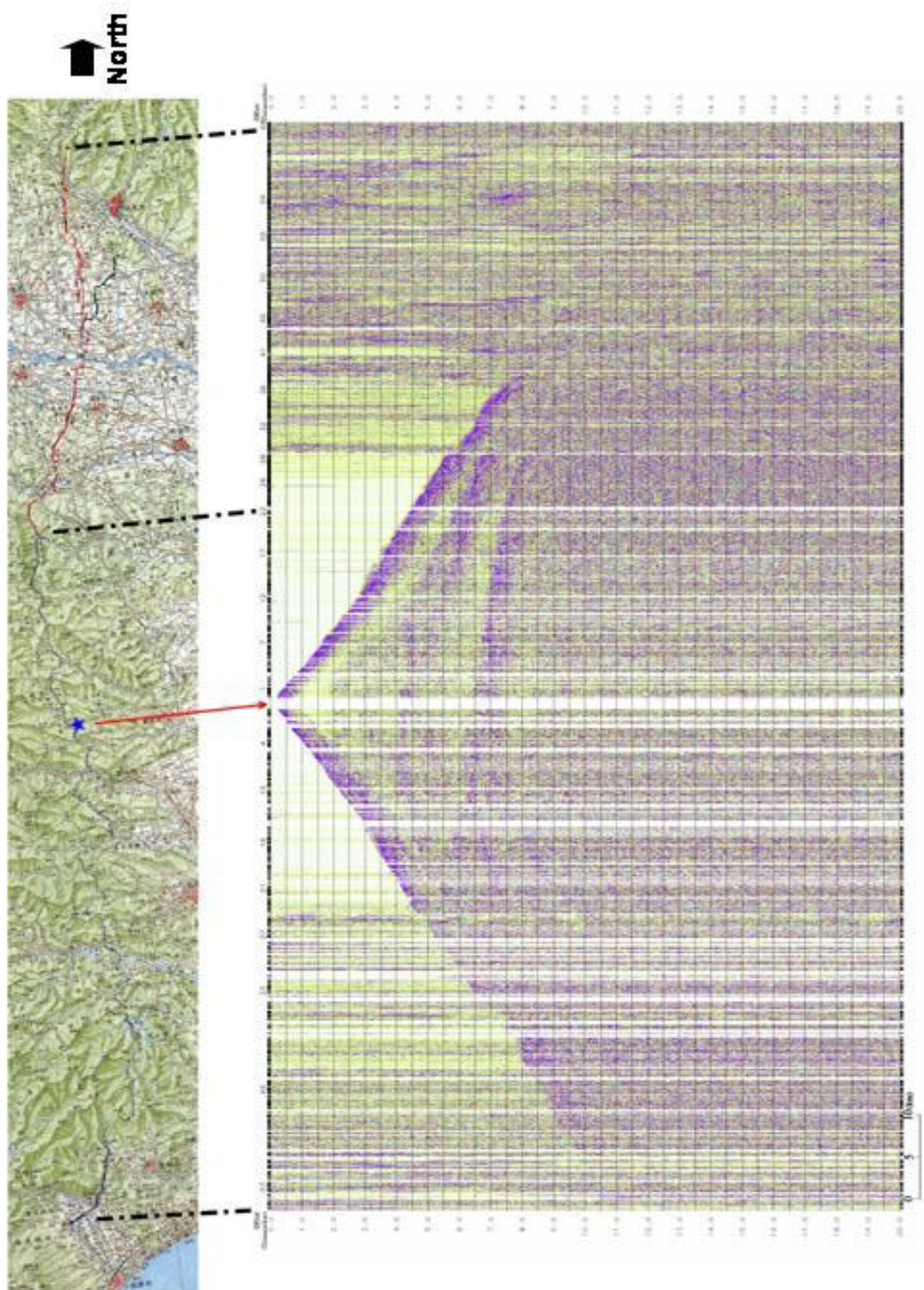


図 16 屈折法発震記録 SP-8D(ダイナマイト発震)

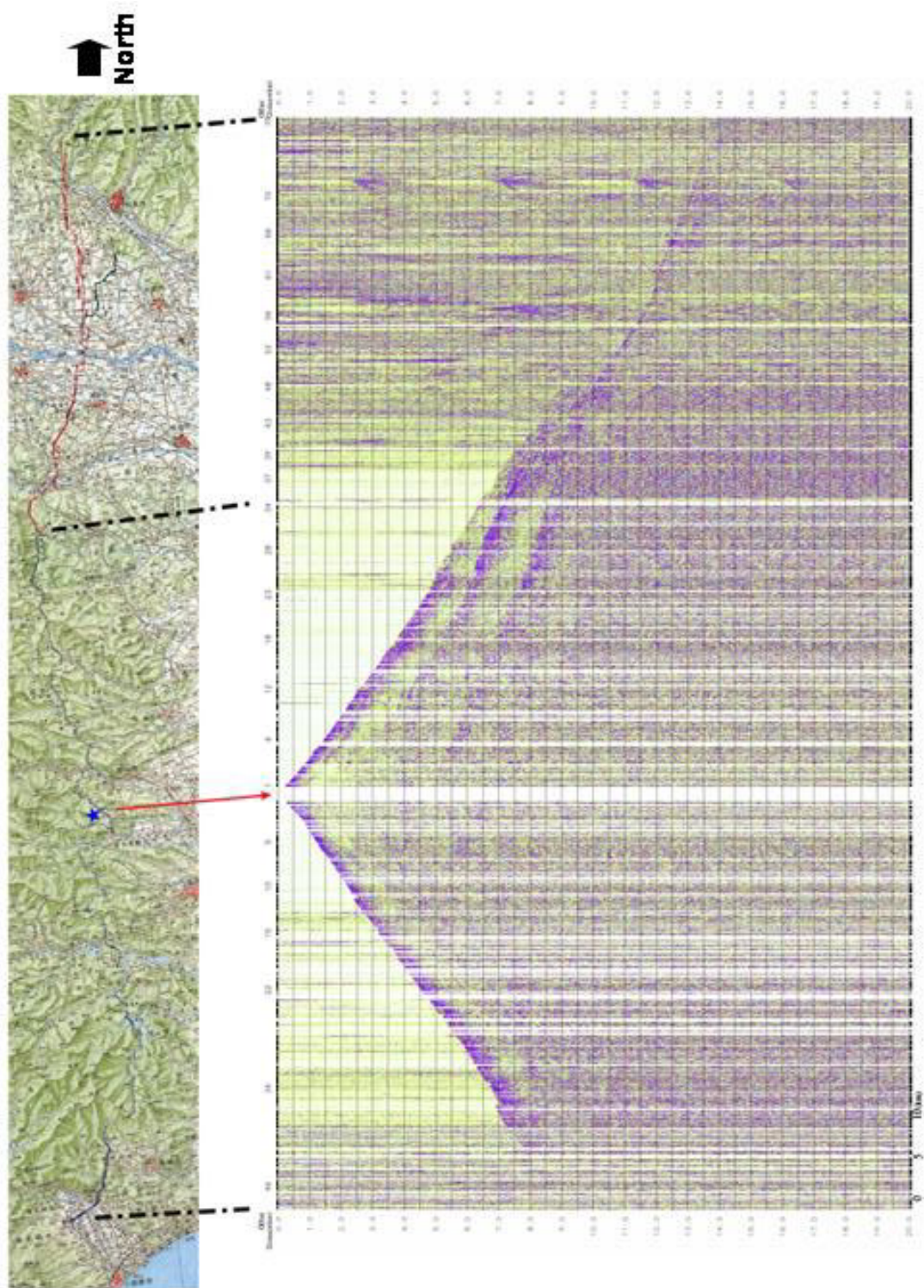


図 17 屈折法発震記録 SP-9D(ダイナマイト発震)

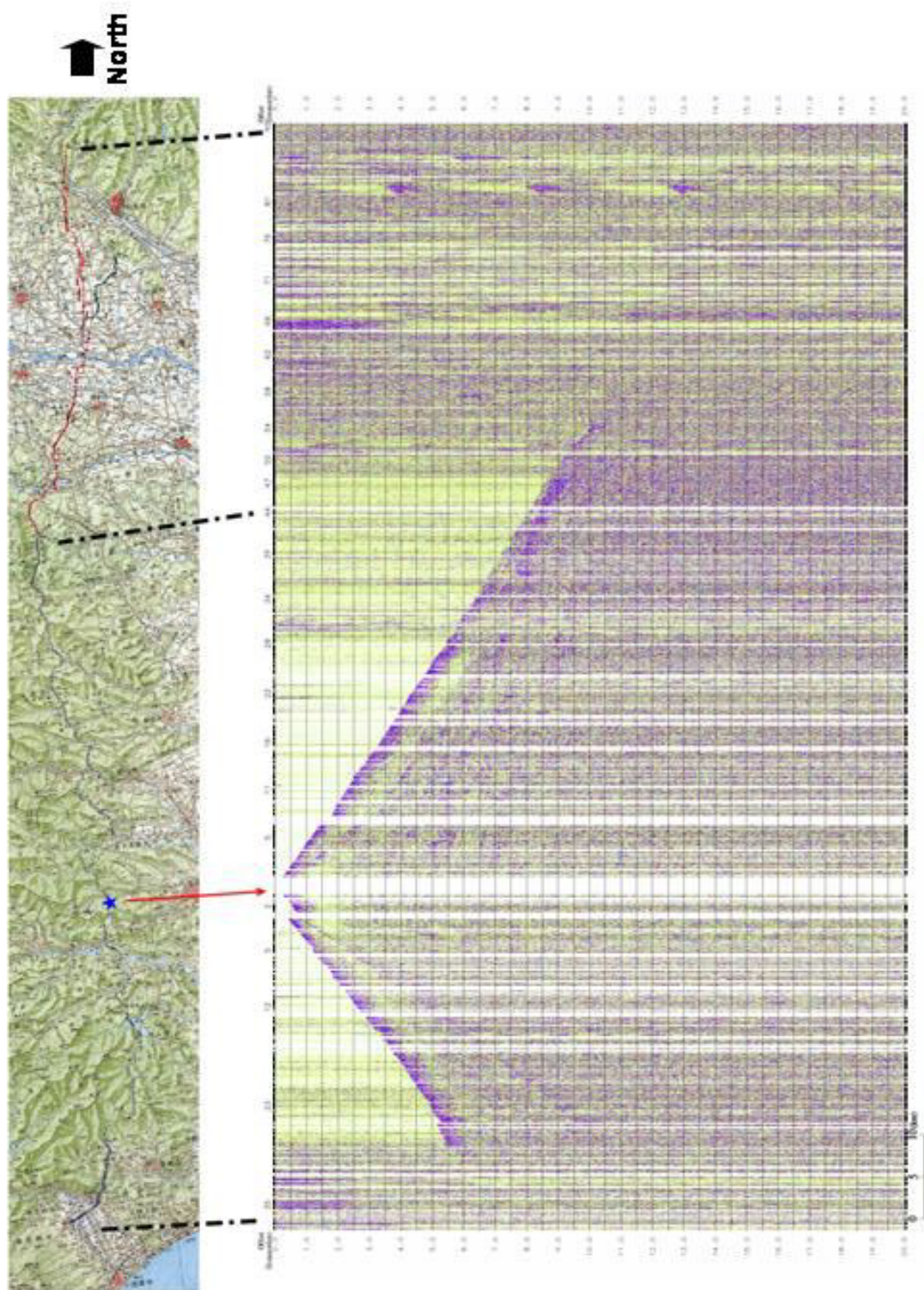


図 18 屈折法発震記録 SP-10D(ダイナマイト発震)

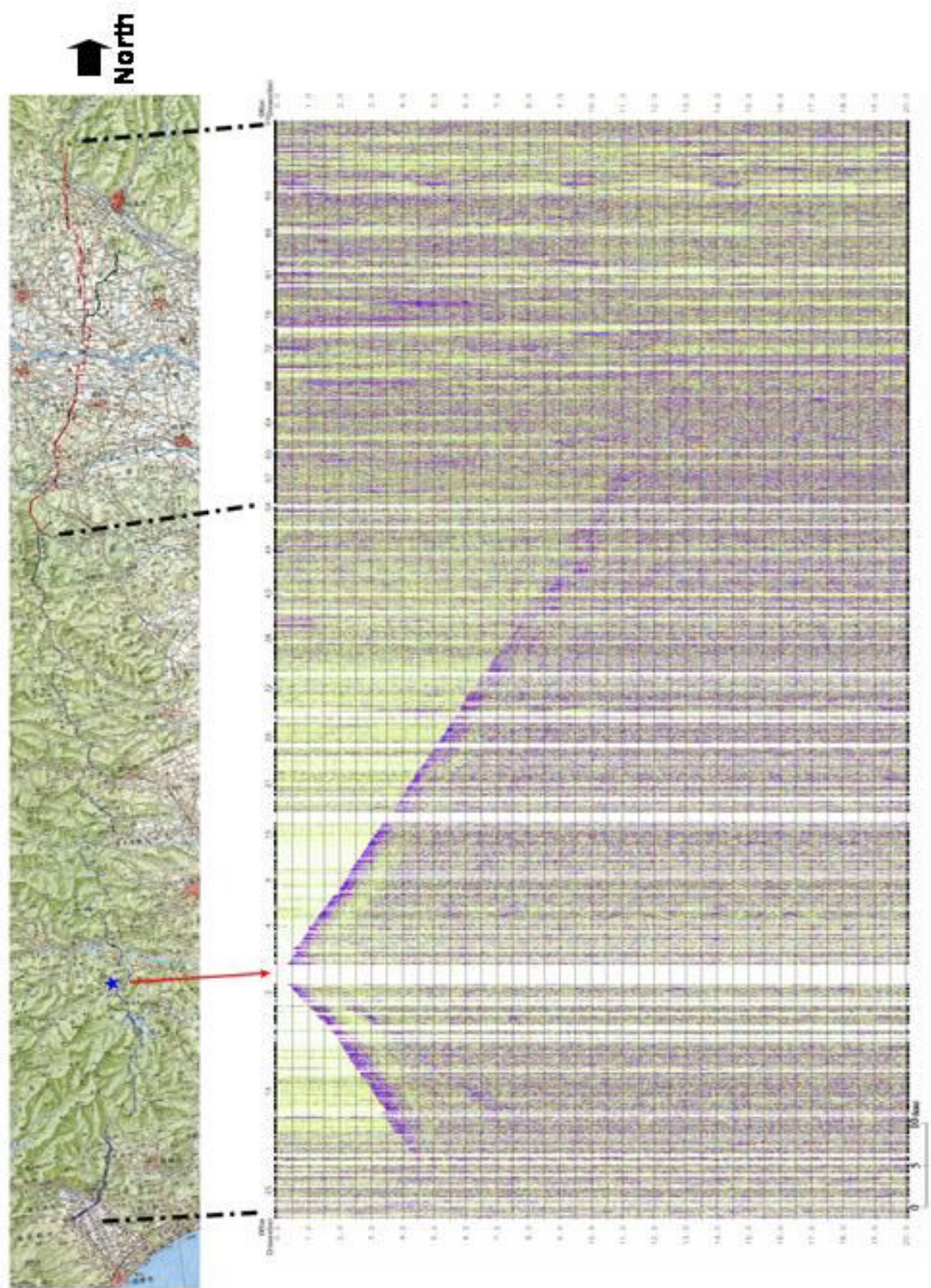


図 19 屈折法発震記録 SP-11D(ダイナマイト発震)

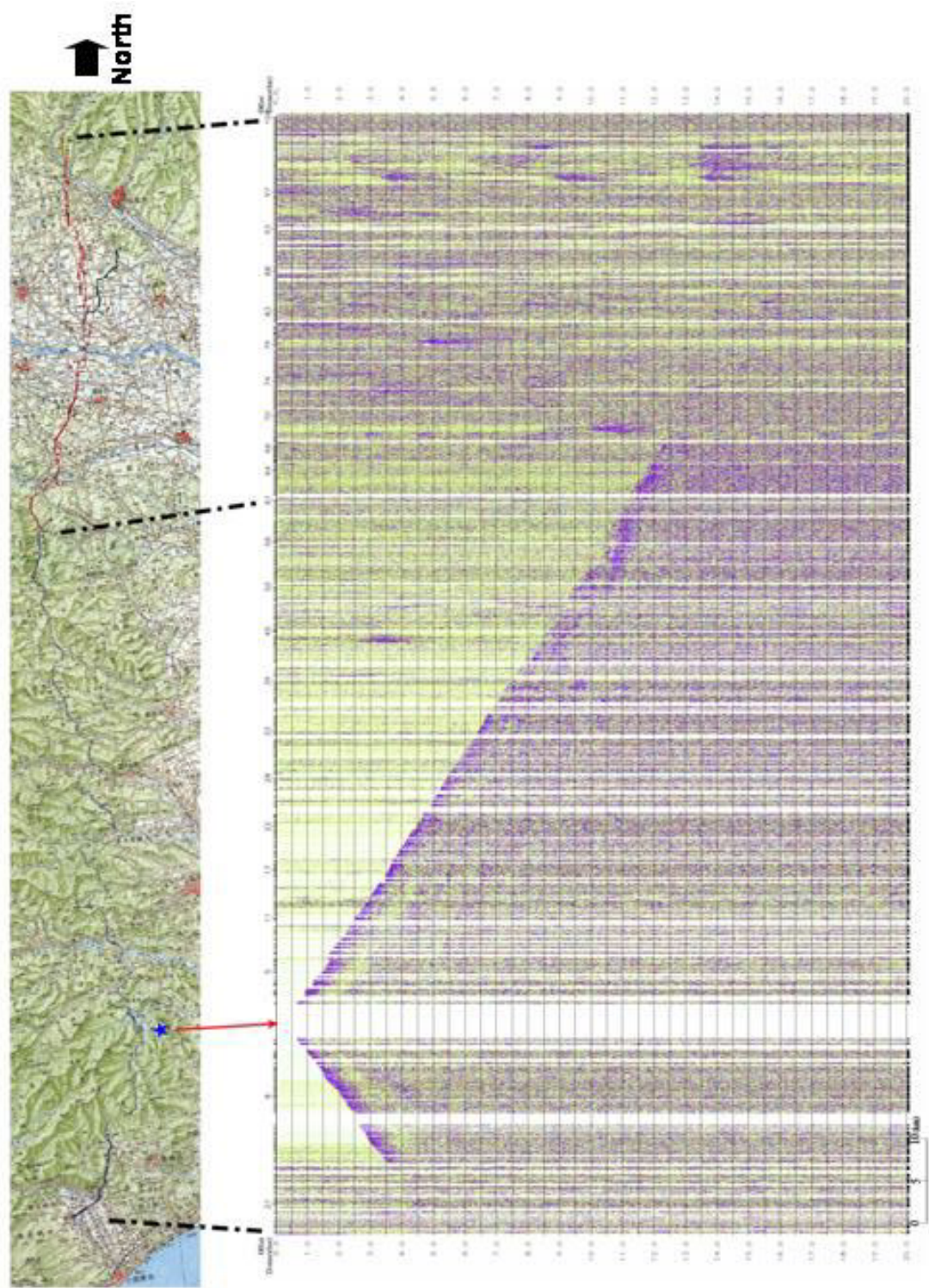


図 20 屈折法発震記録 SP-12D(ダイナマイト発震)

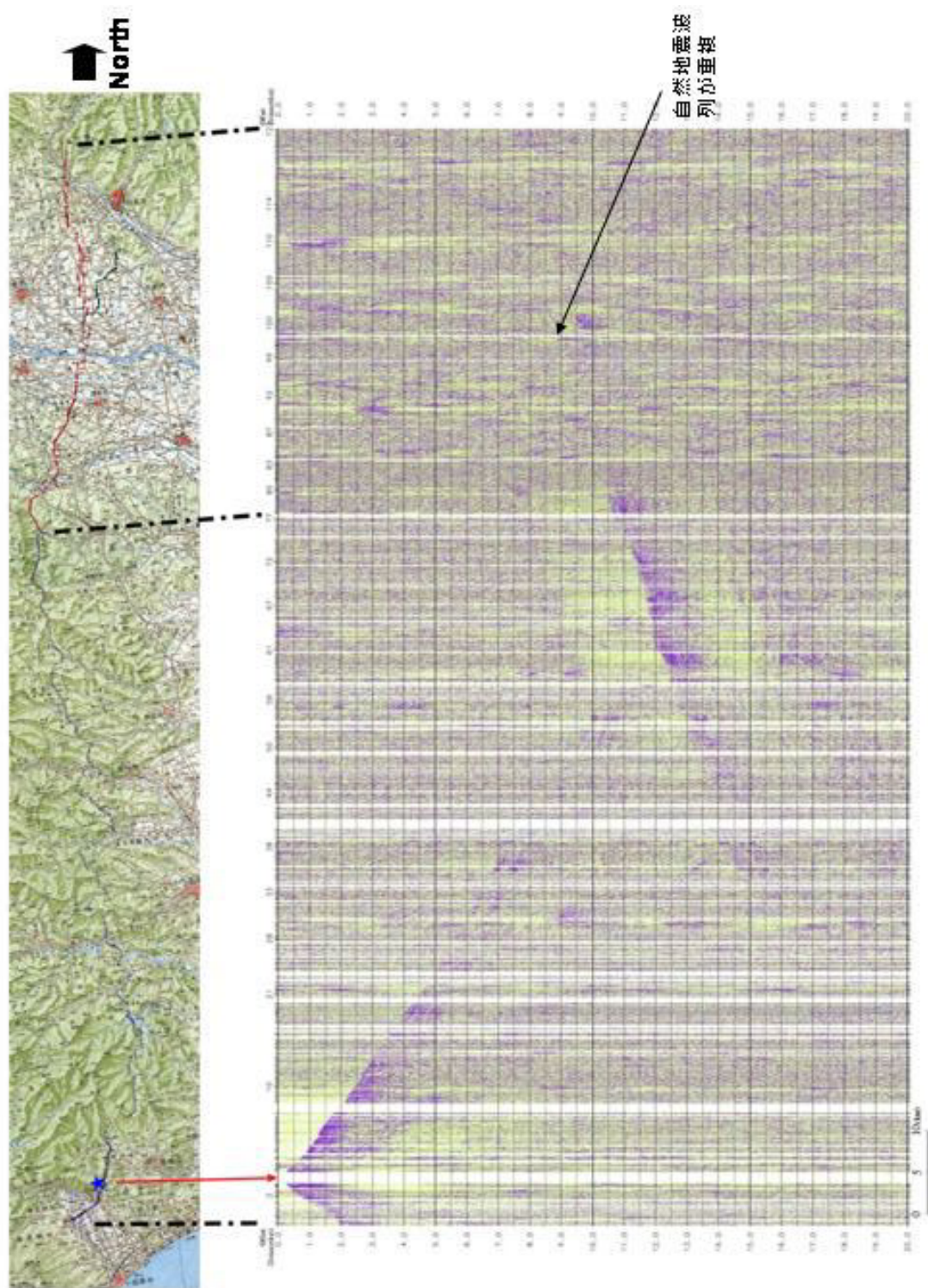


図 21 屈折法発震記録 SP-13D(ダイナマイト発震)

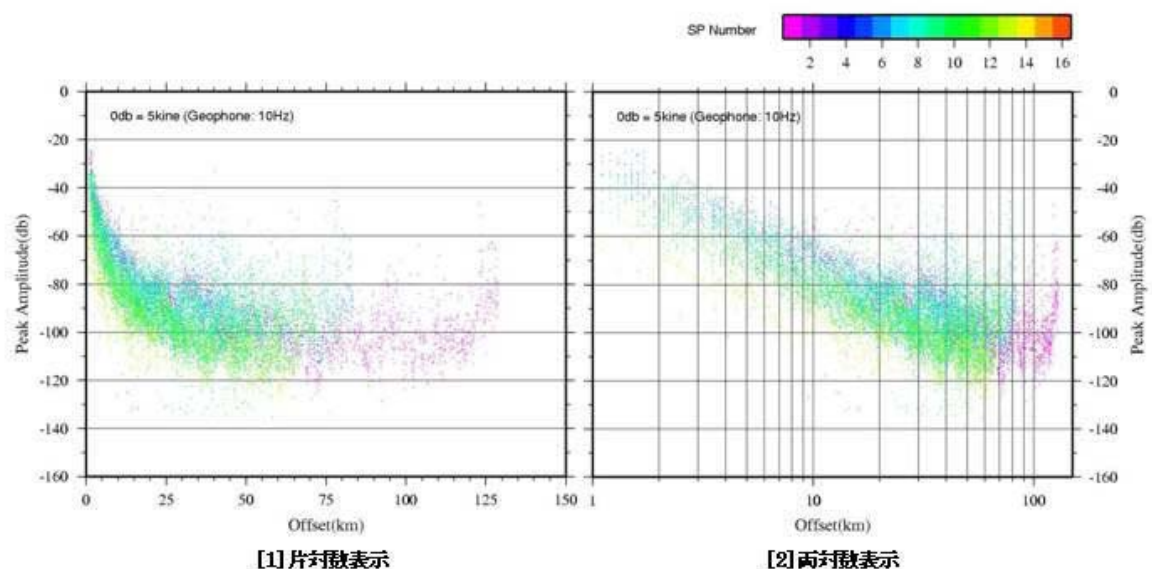


図 22 ダイナマイト屈折発震初動振幅の距離減衰

上記 9 点のダイナマイト発震点を補完する観点から、関東平野内で計 5 点 (SP-2V, 3V, 4AV, 4BV, 5V), 丹沢山地以南で計 2 点 (SP-14V, 15V) が設定された。このバイブレータ屈折法データ取得時の展開区間は各々、群馬県大間々町塩沢-埼玉県都幾川村舟ノ沢 (Loc. 1-1068, 2004-2266), 神奈川県相模湖町底沢-南足柄市竹松 (Loc. 3132-4019) である。屈折初動については全点共に全展開区間において有意な確認することが可能であった。しかしながら、広角反射波に関しては、先新第三系基盤面以深の上部地殻からの深部反射波を捕捉するには至らなかった。図 12 は群馬県大間々町-埼玉県東秩父村間の有線テレメトリーシステム G-DAPS4A 展開区間、図 23 は埼玉県東秩父村-神奈川県南足柄市間の独立型記録システム MS-2000D 展開区間でのバックグラウンドノイズの時間及び空間変化を示したものである。この図で赤点は 9 時～17 時の昼間、青点は 20 時～3 時の夜間におけるバックグラウンドノイズの平均値を示している。この図から、秩父-西多摩山系 (Loc. 950-2750, 2900-3150) 及び丹沢山地 (Loc. 3451-3750) の平均ノイズレベルは、関東平野横断区間 (Loc. 1-900) 及び足柄平野周辺部 (Loc. 3801-4019) と比較して、夜間では 20-24dB, 昼間では 24-32dB 低いことが確認された。従って、受振器展開区間が関東平野及び足柄平野周辺に限定されたバイブレータ発震において深部反射波の確認が困難であったことは、ダイナマイトと比較した場合の発震エネルギー相異のみならず、受振区間での相対的に高いノイズレベルに起因していると考えられる。

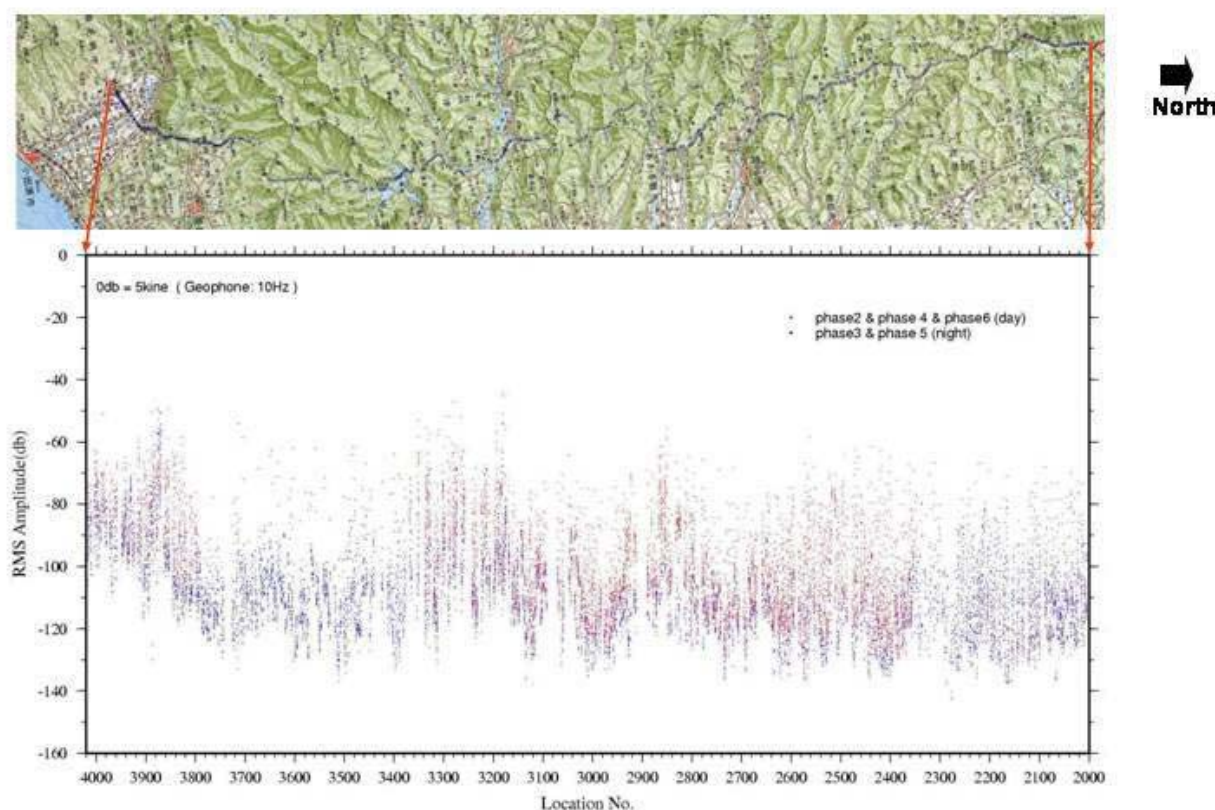


図 23 バックグラウンドノイズの時間及び空間変化 [2] 埼玉県東秩父村-神奈川県南足柄市区間

b) 反射法桐生及び太田バイブレータ測線

反射法桐生バイブレータ測線及び太田バイブレータ測線が位置する関東平野横断区間では、前述の様にバックグラウンドノイズレベルが非常に高く、かつ調査測線近傍の状況から、発震エネルギーを低減せざるを得ない区間が多く、関東平野の成層構造を明確に確認できた発震記録は少ない。既存資料(重力異常, 構成データ)から、今回の調査測線における先新第三系基盤面の最大深度は3.0~3.5kmと予想されが、図 24 に示した様に実際の発震記録から、一見して基盤反射波を同定することは困難である。しかし、先新第三系基盤面(P 波速度...4800~5200m/sec)からの反射波は中新統堆積岩(P 波速度...2800~3200m/sec)とのインピーダンス比を勘案すると、オフセット 5.0km 以上の広角部分で反射波振幅は非常に顕著となることが考えられ、実際の発震記録でも利根川南部の関東平野最深部で臨界屈折角に近い 6.0~9.0km のオフセット範囲で基盤上面相当の反射波を確認することが可能であった。

コヒーレントノイズに関しては、分散性のレイリー波は測線全般に亘って顕著ではないが、利根川北部 2.5km の低地、及び礫引礫砂層に被覆されている区間では屈折多重反射波が卓越し、深度 1.5km 程度までの新第三系上部の反射波を被覆した。発震作業の進行と共に、受振測線が荒川以南の三波川帯に移動するに伴って、三波川帯の低ノイズレベルの区間において往復走時 2.0~4.0 秒を持つ深部反射波群が確認された(図 25)。これは、ダイナマイト発震点 SP-6D で確認された上部地殻内の深部反射波(図 14)と整合するものである。

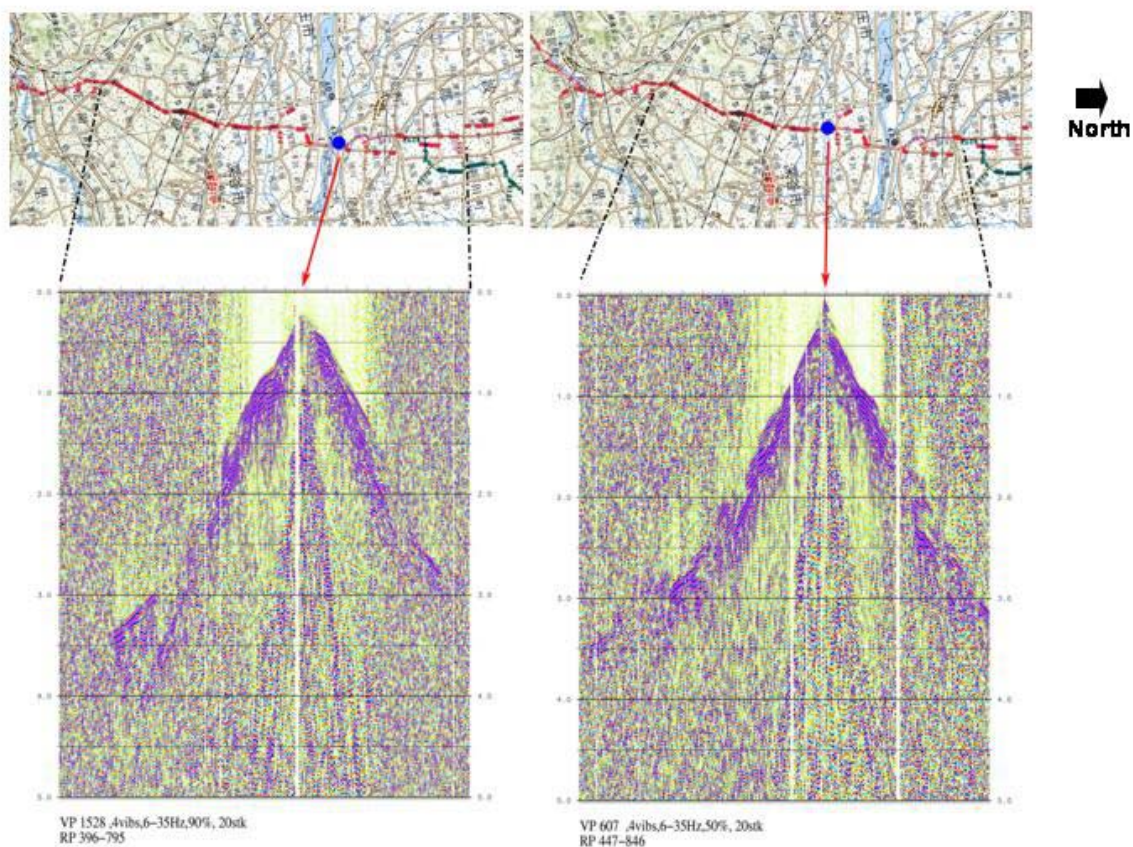


図 24 反射法桐生バイブレーター測線における発震記録例 (1)

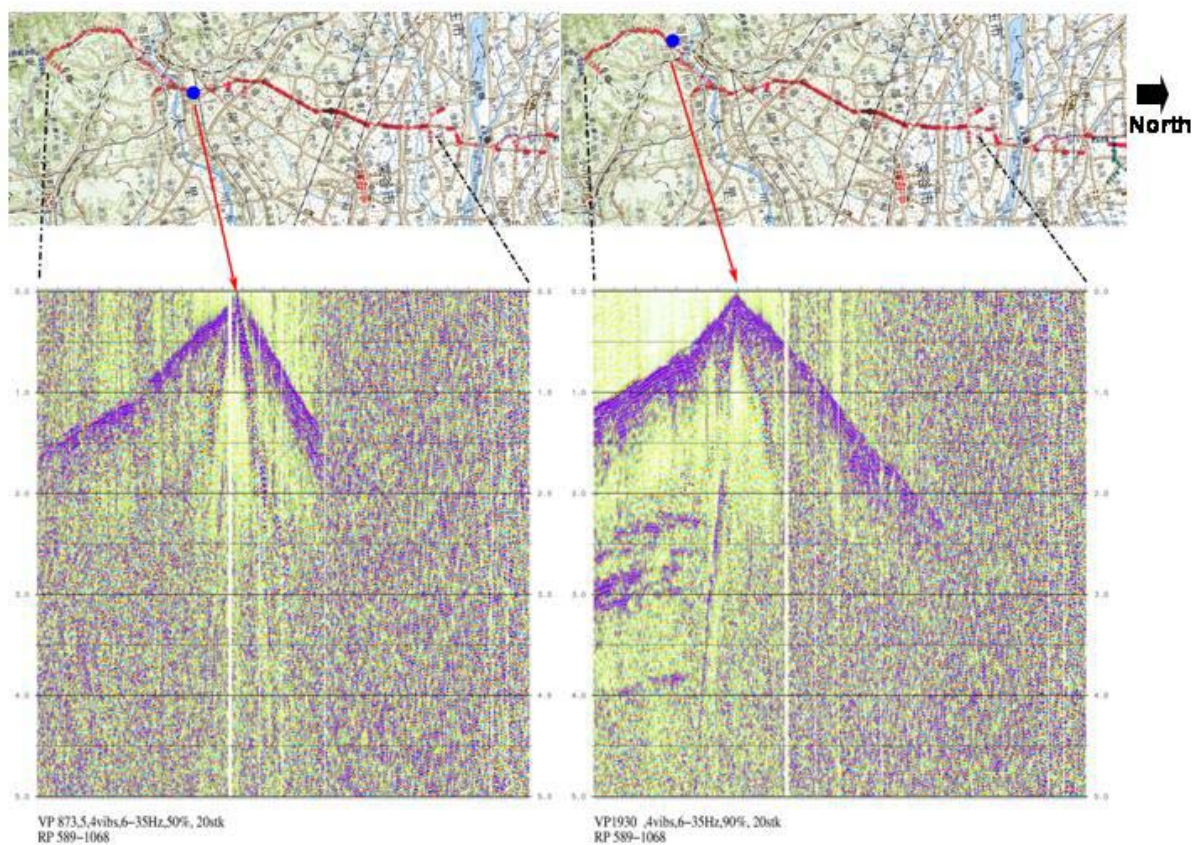


図 25 反射法桐生バイブレーター測線における発震記録例 (2)

c) 反射法相模湖低重合バイブレータ測線

反射法相模湖低重合バイブレータ測線は秩父帯及び四万十帯を南北に横断し、丹沢山地に至り、広域屈折法及び広角反射法測線と重複する測線長約 55km の測線である。広域屈折法及び広角反射法測線のダイナマイト発震点 5 点 (SP-8D, 9D, 10D, 11D 及び SP-12D)、バイブレータ発震点 1 点 (SP-15V) は、この相模湖低重合測線と重複した範囲内に位置している。

秩父帯に相当する東京都青梅市成木-あきる野市三内における発震記録では、往復走時 3.5~4.0 秒で北傾斜を持つ深部反射波を確認することができ、屈折波及び広角反射波測線の SP-8D(埼玉県飯能市赤沢) 及び SP-9D(東京都日の出町大久野) で把握された反射波列と調和的であった。また、CMP 位置で東京都日の出町大久野-神奈川県相模湖町底沢(四万十帯南限位置)において 5.5~6.5 秒付近に北傾斜の深部反射波群(卓越周波数約 15Hz)が見出され(図 26)、これらはフィリピン海プレート上面に相当する反射面と考えられる。しかしながら、相模湖以南の丹沢層群における発震記録で、こうした丹沢山塊基底層相当の明瞭な深部反射波を確認することは困難であった。フィリピン海プレート上面の北傾斜を考えると、相模湖から低重合測線南端である秦野市菩提峠までは 15.0~17.0km の展開長が確保できるに過ぎず、発震記録の段階において S/N の低い深部反射波を追尾するには限界があったと考えられる。

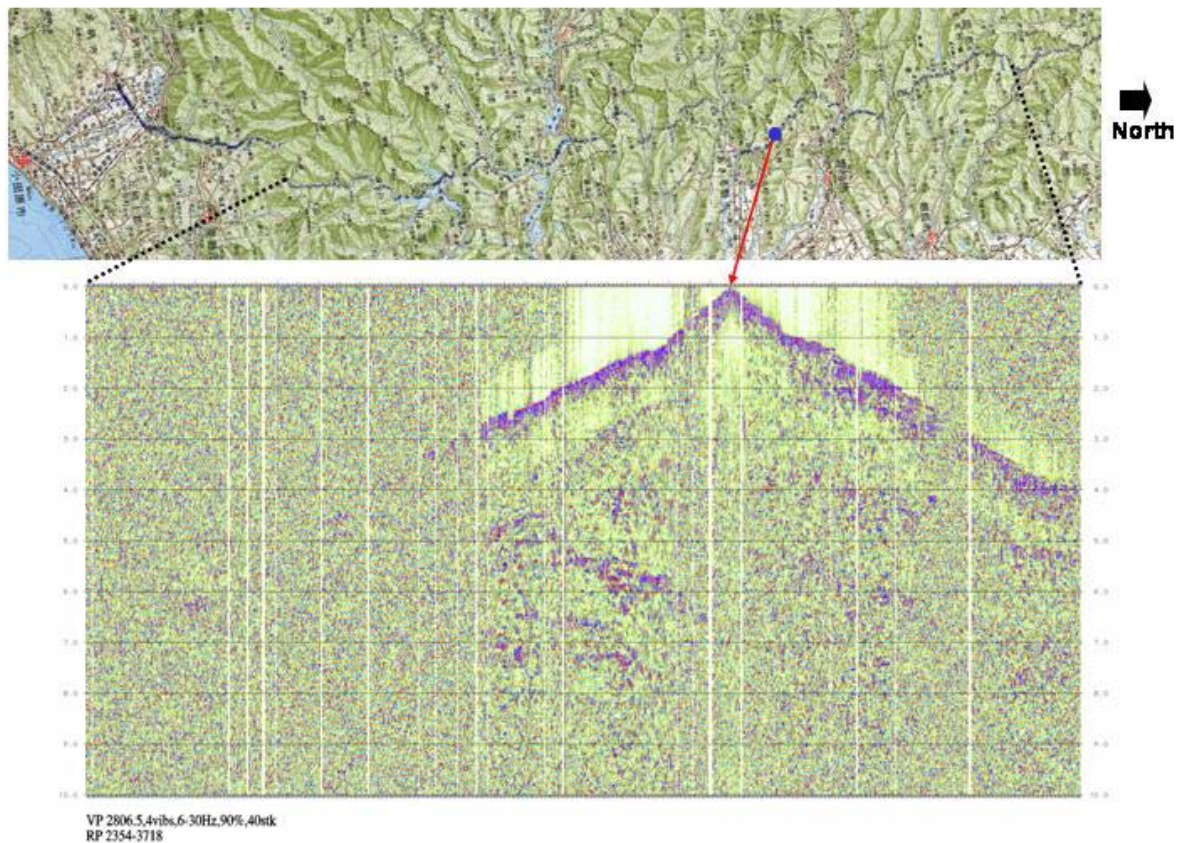


図 26 反射法相模湖低重合バイブレータ測線における発震記録。

d) 反射法松田バイブレータ測線

反射法松田バイブレータ測線では、国道 246 号線の八沢入口-新籠場の約 3.0km の区間を除外した、ほぼ全区間が民家及び店舗の密集地に相当し、バイブレータ発震台数、発震回数及び起震エネルギーは大幅に制約された。発震記録では先新第三系基盤相当の反射面が同定できなかったに止まらず、沖積層基底、足柄層群及び丹沢層群に相当する明瞭な反射面を確認することは全般的に困難であった。但し、国道 246 号線の八沢入口-新籠場区間では、ホールドダウンウェイトに対する制御出力を 90%に設定したバイブレータ 4 台による発震作業が可能であったため、この区間の計 14 点の発震記録については往復走時 0.7 秒程度までの反射波列が確認されている。