

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。

- i) 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。
- ii) 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。
- iii) 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。
- iv) 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表 2 に記述する。国家三角点の状況は測定作業期間を通じて良好であった。

表 2 本作業で使用した国家三角点及び基準点

点 名	等 級	5 万分の 1 地形図名
IV下島	四等三角点	小田原
IV斑目	四等三角点	秦野
二宮	電子基準点 5239-72-6102	平塚
山北	電子基準点 5339-00-9301	秦野
箱根	電子基準点 5239-71-1101	小田原
中道	電子基準点 5338-34-0602	甲府
山梨一宮	電子基準点 5338-35-7502	甲府
富士吉田	電子基準点 5338-16-9501	山中湖

反射法足柄バイブレータ測線(酒匂川左岸区間を除く)に関しては実測を伴う測量作業を行ったが、反射法足柄バイブレータ測線(酒匂川左岸区間)、屈折法足柄バイブレータ測線、屈折法及び広角反射法ダイナマイト測線及び屈折法山梨バイブレータ測線については、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 : 6377397.15500 (METERS)
SEMI MINOR AXIS : 6356078.96300 (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 : 6378137.00000 (METERS)
 SEMI MINOR AXIS : 6356752.31400 (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) データ品質

図 13 - 18 に屈折法及び広角反射法ダイナマイト発震記録、図 19 - 22 に屈折法及び広角反射法バイブレータ発震記録、図 23 - 24 に反射法足柄バイブレータ測線の典型的発震記録例を示す。また、図 25 は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した図面である。さらに、図 26 は測線全域でのバックグラウンドノイズの空間変化を示したものである。この図から、丹沢山地、道志山塊南部、三ツ峠山南東域及び測線北部帯那山南域の山林地域における平均ノイズレベルは、足柄平野区間 [Loc. 1-342] 及び甲府盆地区間 (国道 137 号線を含む) [Loc. 1850-2150] と比較して、20-24dB 低いことが確認された。

以下に各々の発震作業で得られたデータ品質の概要を記述する。

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

小田原-山梨測線におけるダイナマイト発震点は、独立型システム設置区間南部の西丹沢地域に 3 点、中央部の山梨県笛吹市御坂町-都留市鹿留間に 6 点、北部の帯那山南部に 2 点設定された。またバイブレータによる集中発震点は足柄平野内に 4 点、甲府盆地周辺に 3 点が設定された。尚、反射波に関わる往復走時の記載は投影 CDP 測線では無く受振測線位置で確認したものである。

i) 屈折法及び広角反射法ダイナマイト記録[1] 西丹沢地域

丹沢湖南 4.5km に位置する SP-5D (神奈川県足柄上郡山北町川西) は足柄層群砂岩泥岩互層内における発震であり、S 波のエネルギーは比較的小さく、足柄層群及び丹沢層群によって被覆される区間で往復走時 2.5-3.5 秒に反射波群の存在が確認できる。屈折波初動はノイズレベルの高い甲府盆地周辺区間 (Loc. 1838-2168) においては不明瞭となるものの、北端部の帯那山周辺では初動位置を検出することがで

きた。西丹沢地域の国有林内の発震点である SP-6D(神奈川県足柄上郡山北町中川)と SP-7D(神奈川県足柄上郡山北町世附)の記録では、S波が卓越しているものの、屈折初動は足柄平野側及び甲府盆地側で明瞭に確認できる。丹沢深成岩体における発震である SP-7D の記録は、丹沢層群内の発震である SP-6D と比較して 20Hz 以上の比較的高周波数成分が含まれており、上部地殻における反射波を見出すことは困難である。但し、鉛直入射の範囲で往復走時 11.0 秒付近にモホ面深度相当の反射波が確認できる。一方、SP-6D の発震記録を詳細に見ると、足柄平野北部から道志山塊南部にかけて往復走時 3.5-5.5 秒に北傾斜の微弱な反射波群を確認することが可能である。また、SP-6D では三ツ峠山南東の桂川から道志山塊側において、下部地殻の往復走時 7.0-8.5 秒に南傾斜の反射波が見出される。

ii) 屈折法及び広角反射法ダイナマイト記録[2] 山梨県笛吹市御坂町-都留市鹿留間

山梨県都留市の林道細野鹿留線沿いの SP-8D 及び SP-9D の発震記録では、甲府盆地北部の受振区間において、往復走時 10.0-12.0 秒に北傾斜の顕著な反射波が見出される。これは甲府盆地に潜り込むフィリピン海プレート上面相当の反射波であると考えられる。屈折初動に関しては両者共にノイズレベルの高い足柄平野側で、初動走時が不明瞭となる区間がある。また、SP-8D は丹沢深成岩体における発震記録であるが、上部地殻内では往復走時 2.5-4.0 秒に微弱な北傾斜の反射群が、また 7.5 秒前後では緩やかな北傾斜の反射群が、いずれもオフセット距離 10.0km 以内で確認することができる。一方、常葉層相当の安山岩火砕岩に被覆された SP-9D の発震記録では、S波のエネルギーが卓越すると共に 10Hz 以下の低周波成分が顕著であり、SP-8D の上部地殻部分とは逆に南傾斜の微弱な反射波群が往復走時 2.5-4.5 秒で見出すことができる。

SP-10D(山梨県都留市加畑)及び SP-11D(山梨県都留市大幡)は、いずれも三ツ峠山北東部の常葉層安山岩火砕岩に被覆された地域に位置し、受振測線に対して約 3.5km の T-オフセットを持つ。両発震記録共に S波のエネルギーは比較的弱く、道志山塊南部の発震記録と同様にフィリピン海プレート上面相当の顕著な反射面が受振展開の北端から甲府盆地南東縁まで往復走時 10.0-12.0 秒で確認することができるが、地殻内の他の有意な反射波列を見出すことは困難である。また、屈折初動に関しては甲府盆地方向には北端まで屈折波が伝播しているものの、南部の足柄平野内の受振展開では初動位置は不明瞭である。

山梨県御坂地域に位置する SP-12D(山梨県笛吹市御坂町藤野木)及び SP-13D(山梨県笛吹市御坂町上黒駒)は、いずれも後期中新世の花崗閃緑岩に被覆された地域に位置する。但し、SP-12D については金川北側の低位段丘堆積層内での発震であり、屈折多重反射波が SP-13D と比較して顕著である。一方、S波については花崗閃緑岩内の発震である SP-13D の記録では特に南側展開で卓越している。フィリピン海プレート上面相当の反射面は、甲府盆地側の発震点であるほど顕著となり、SP-12D 及び SP-13D では測線北端から三ツ峠山南東部までの約 37.0km の受振展開区間において往復走時 9.5-12.0 秒で確認することができる。上部地殻内の反射波に関しては、甲府盆地南東縁から道志山塊南部の区間(Loc. 1474-2014)において南傾斜を持つ往復走時 2.5-5.0 秒の微弱な波群を見出すことが可能である。また、屈折初動に関しては、南部の足柄平野内の受振展開においても両発震記録共に、比較的明瞭な初動位置を検出することができる。

iii) 屈折法及び広角反射法ダイナマイト記録[3] 帯那山南部区間

後期鮮新世の水ヶ森凝灰角礫岩類に被覆された帯那山南部に SP-16D(山梨県山梨市水口)及び SP-17D(山梨県山梨市大字切差)は位置している。継続時間が約 1.0-1.5 秒程度の屈折多重反射波が顕著であり、卓越周波数は 10Hz 以下の低周波成分に偏倚している。フィリピン海プレート上面相当の反射面

は非常に顕著であり、測線北端から神奈川県西丹沢地域北西部までの約 45.0km の受振区間で北傾斜の反射波群として確認できる(往復走時 9.5-12.0 秒)。しかしながら、地殻内の他の有意な反射波列を見出すことは困難である。屈折初動に関しては、SP-17D について南部の足柄平野内の受振展開においても比較的明瞭な初動位置を検出することができる。

iv) 屈折法及び広角反射法バイブレータ記録

足柄平野におけるバイブレータ発震点 4 点に関しては、屈折初動については全点共に全展開区間 (Loc. 1-342、1001-1574) において到達しており、足柄平野内の受振測線に関する屈折走時からは速度 1800-2200m/sec、3800-4300m/sec、4800-5300m/sec の三層程度の区分が可能である。一方、反射波列に関しては、沖積層が比較的厚く堆積する平野南部を除いて連続性に乏しい。足柄平野内の 4 点の内、SP-2V 及び SP-3V の発震記録では分散性の表面波が、また足柄層群上での発震点である SP-4V の記録では震源近傍に起因する散乱性のエネルギーが顕著である。

甲府盆地内におけるバイブレータ発震点 2 点に関しては、屈折初動については両者共に丹沢湖南部の展開を除く区間 (Loc. 1163-2410) において到達しており、甲府盆地周辺の受振測線に関する屈折走時からは速度 2300-2500m/sec、4200-4300m/sec、5000-5300m/sec の三層程度の区分が可能である。一方、反射波に関しては盆地内の堆積層及び先新第三系基盤相当の反射波列が確認できると共に、ノイズレベルの低い甲府盆地北部においてフィリピン海プレート上面相当の反射面が往復走時 12.0 秒前後で見出される。

山梨県笛吹市御坂町藤野木におけるバイブレータ発震点 SP-12V では、バイブレータ 8 台を使用した超多重発震記録(スイープ回数 250 回)が取得された。図 27 には近接するダイナマイト発震点 SP-12D(薬量 300kg)との比較記録を表示した。バイブレータ 8 台による超多重発震では、フィリピン海プレート上面相当の反射面に注目すると、ダイナマイト発震に比肩できるデータが取得されていることがわかる。但し、スイープ周波数の帯域が機械的に限定されるため、10Hz 以下の低周波数成分の応答が異なっている。

b) 反射法足柄バイブレータ測線

今回の調査測線においては、浅層部分の沖積層に関する成層構造は確認できるものの、箱根古期外輪山溶岩類に付随する反射波は連続性に極めて乏しく、往復走時で 0.7-1.2 秒程度の継続時間を持つ波群として認識できるに止まっている。従って、沖積層分を含めて有効反射波が含まれる往復走時区間は 1.5-2.0 秒の波群であり、その基底部分の包絡面が先新第三系基盤面相当と考えられるが、発震記録上では確認することは困難である。足柄平野北部の発震記録では礫層が卓越することによって有効周波数が 20Hz 以下に低下し、かつ表面波と共に震源近傍における散乱性のエネルギーが屈折多重反射波として卓越している。平野南部の発震記録では沖積層に関わる成層構造を確認することが可能であった。

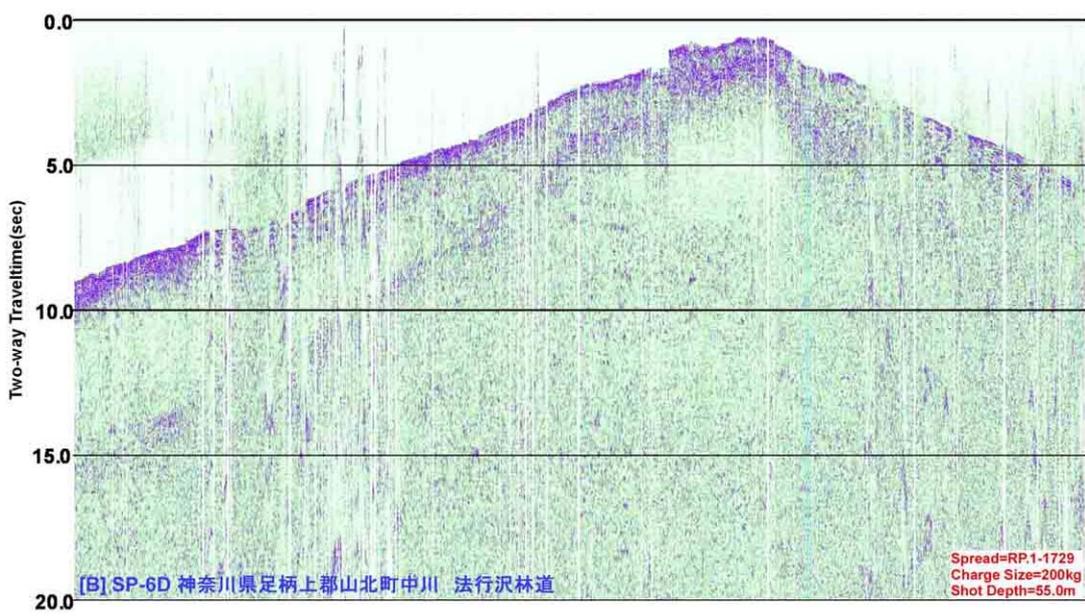
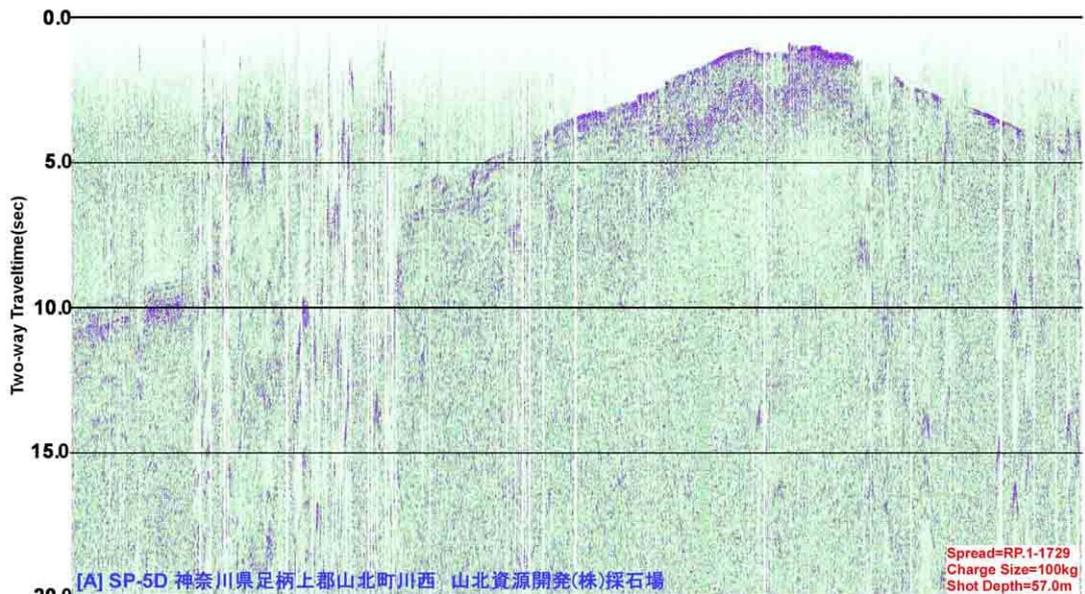


図 13 屈折法及び広角反射法ダイナマイト発震記録
[1] SP-5D 及び SP-6D

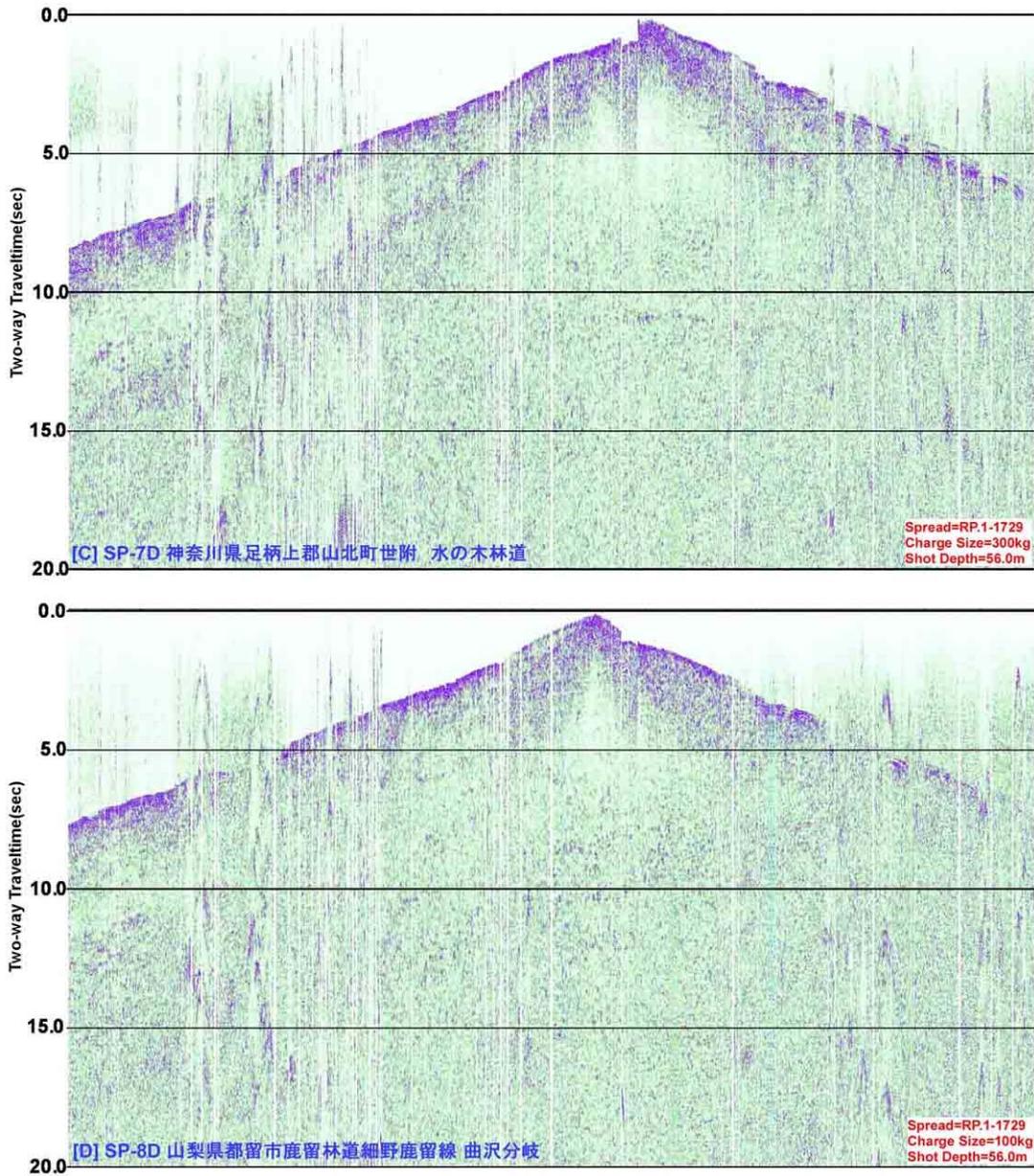
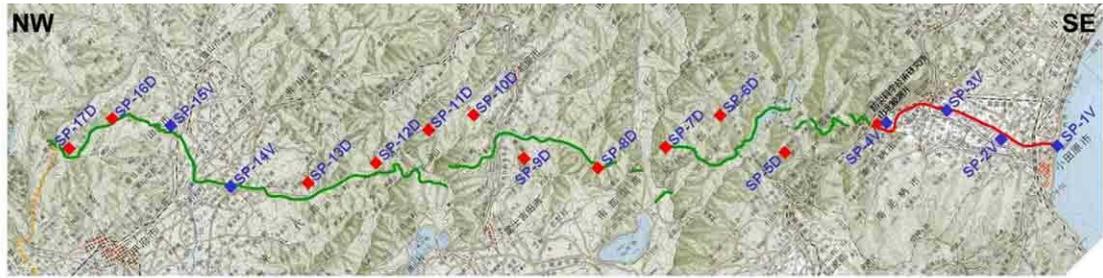


図 14 屈折法及び広角反射法ダイナマイト発震記録
[2] SP-7D 及び SP-8D

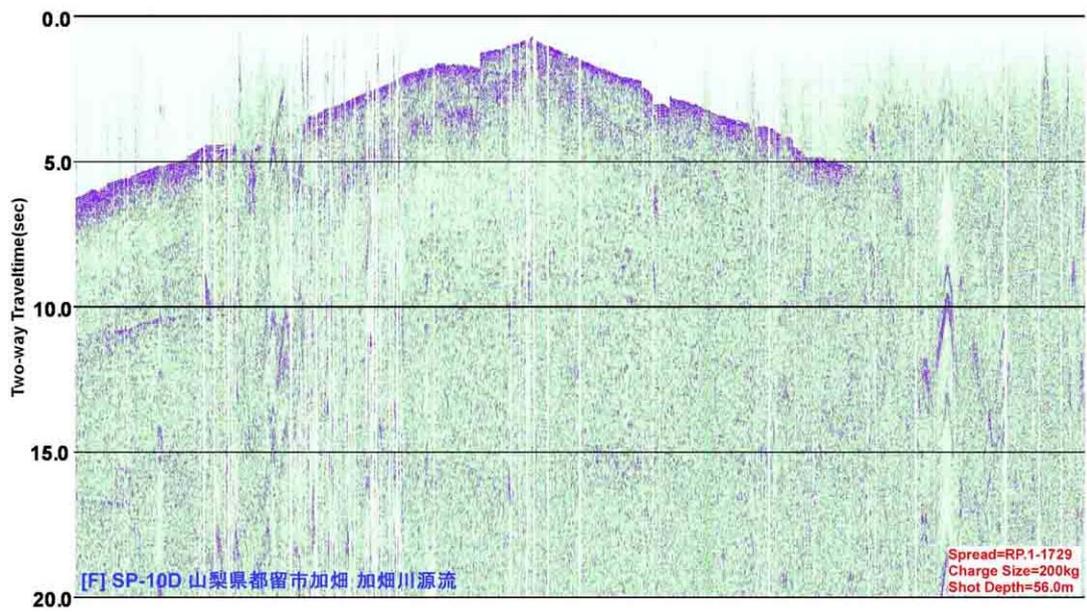
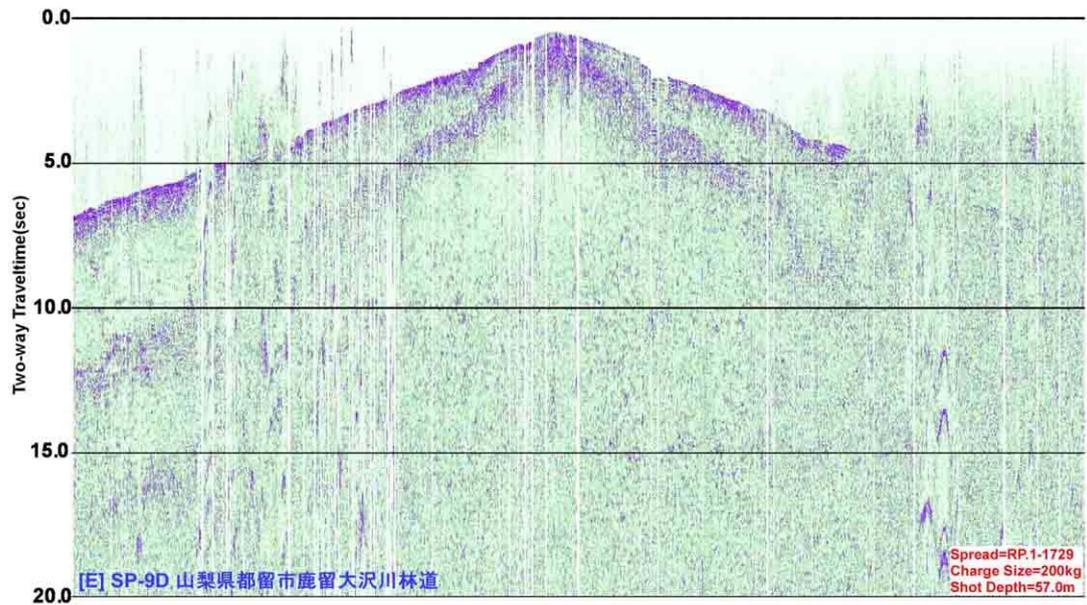


図 15 屈折法及び広角反射法ダイナマイト発震記録
[3] SP-9D 及び SP-10D

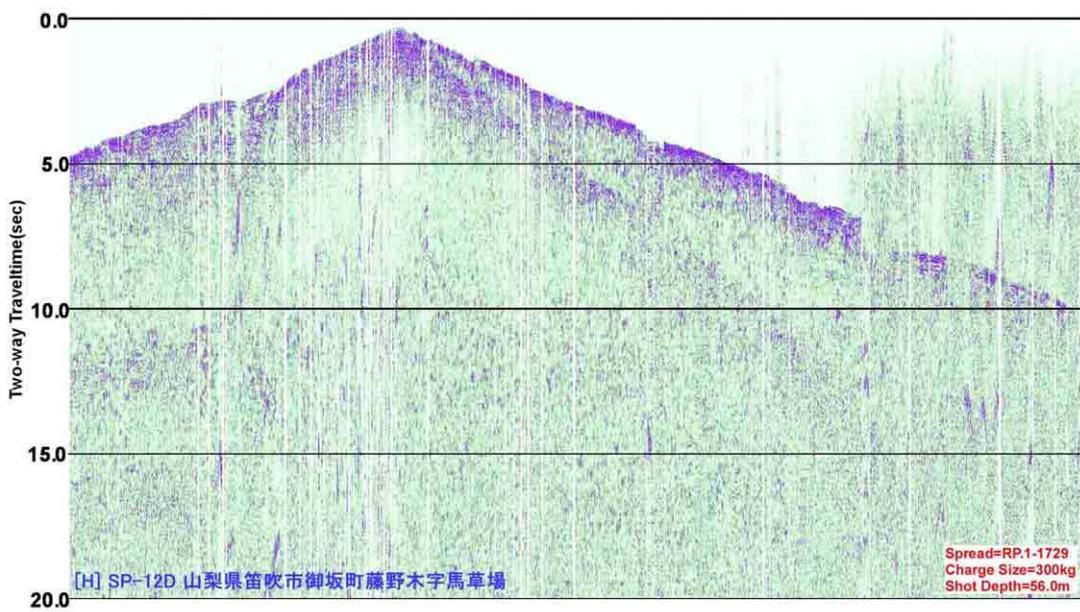
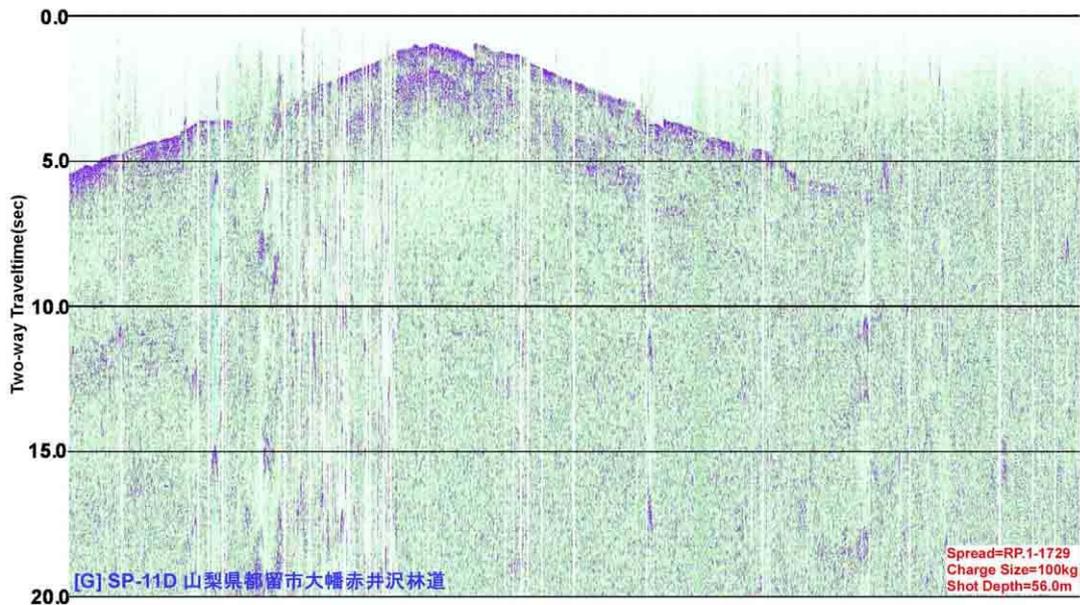


図 16 屈折法及び広角反射法ダイナマイト発震記録
[4] SP-11D 及び SP-12D

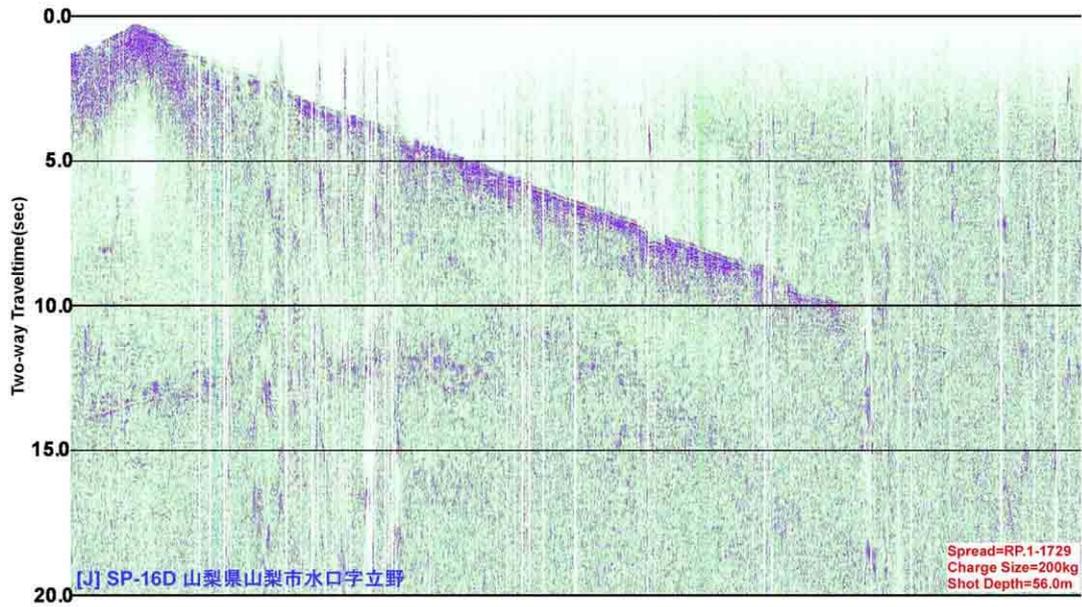
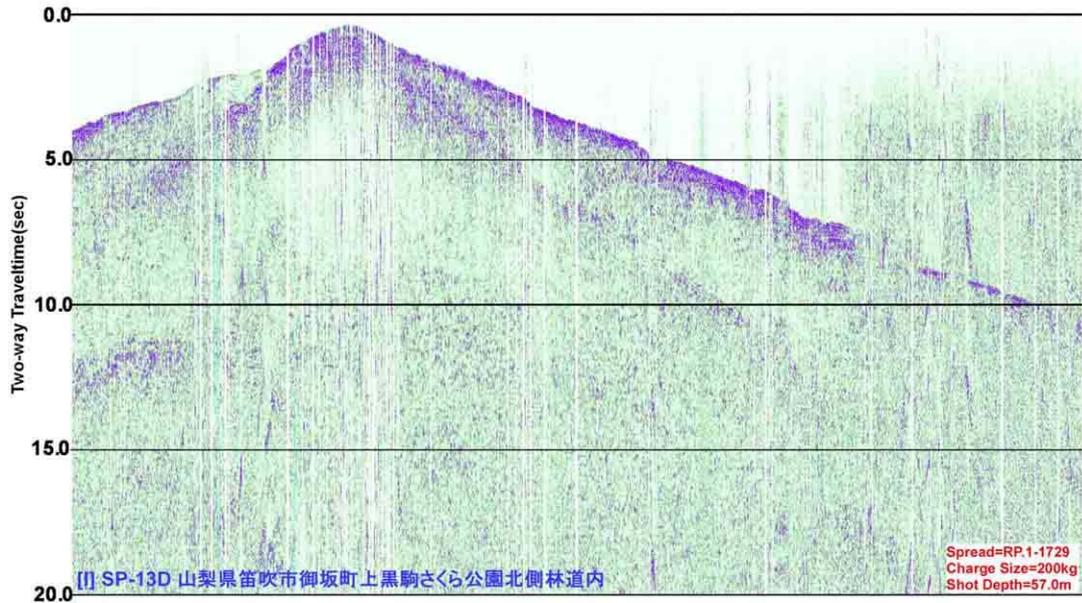
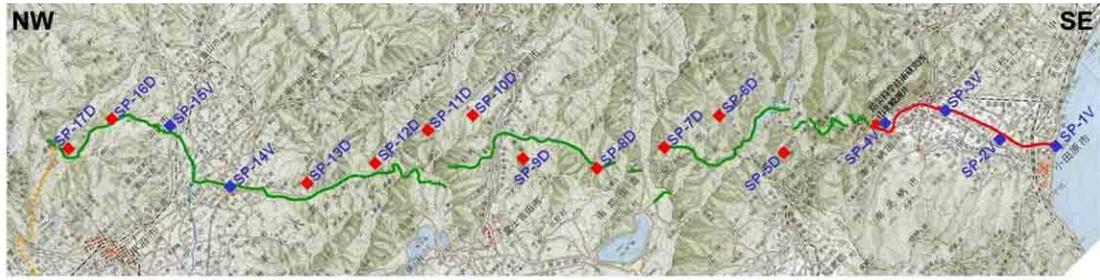


図 17 屈折法及び広角反射法ダイナマイト発震記録
[5] SP-13D 及び SP-16D

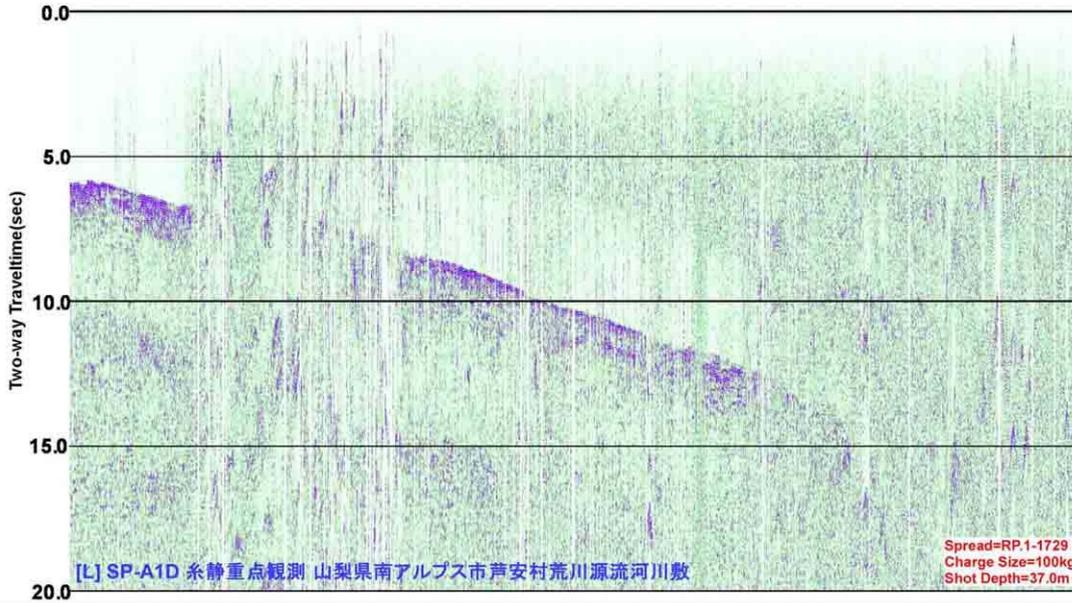
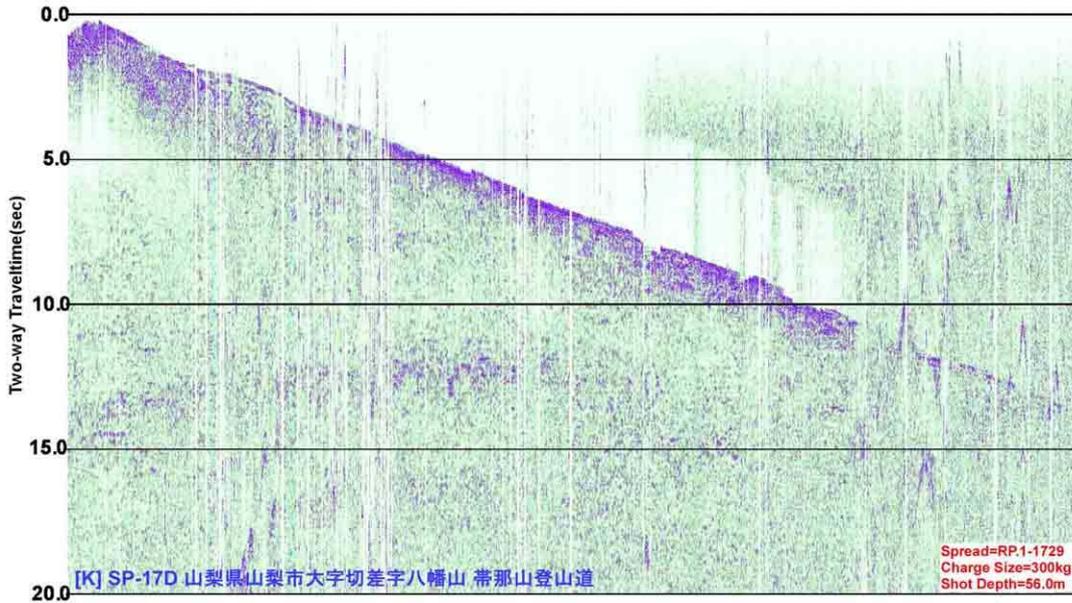


図 18 屈折法及び広角反射法ダイナマイト発震記録
[6] SP-17D 及び SP-1AD

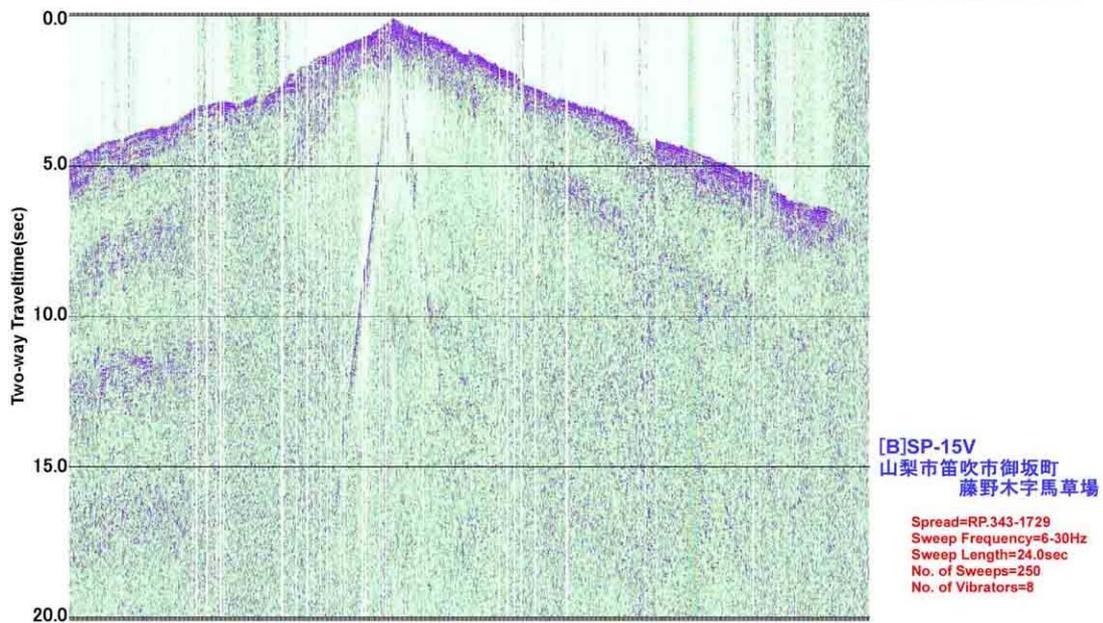
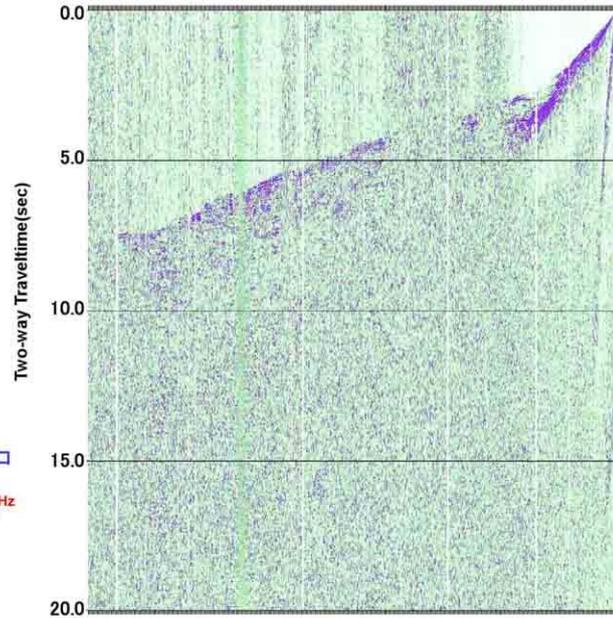
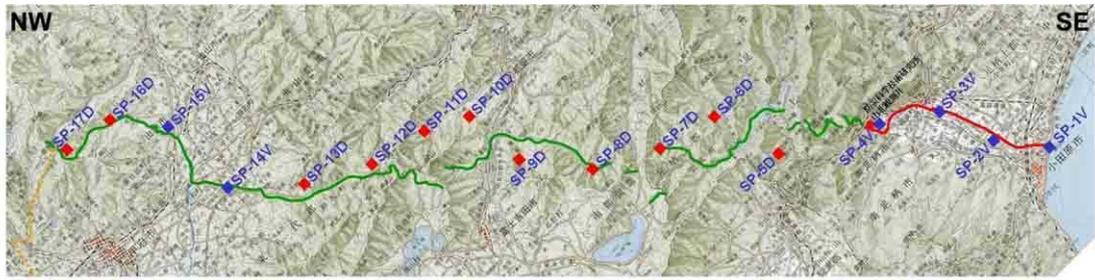
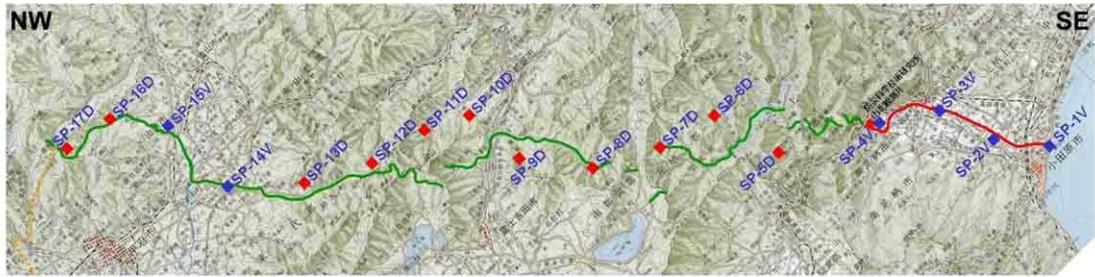
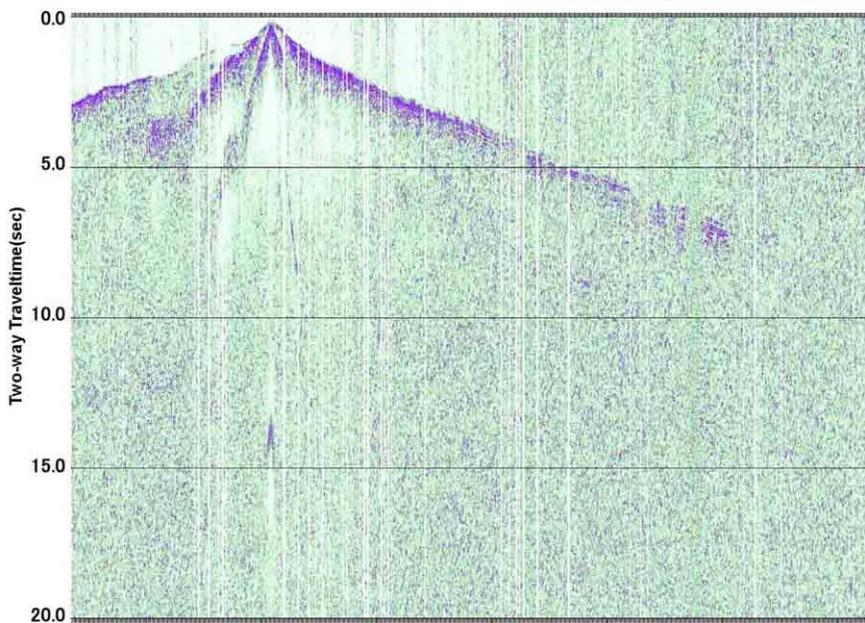
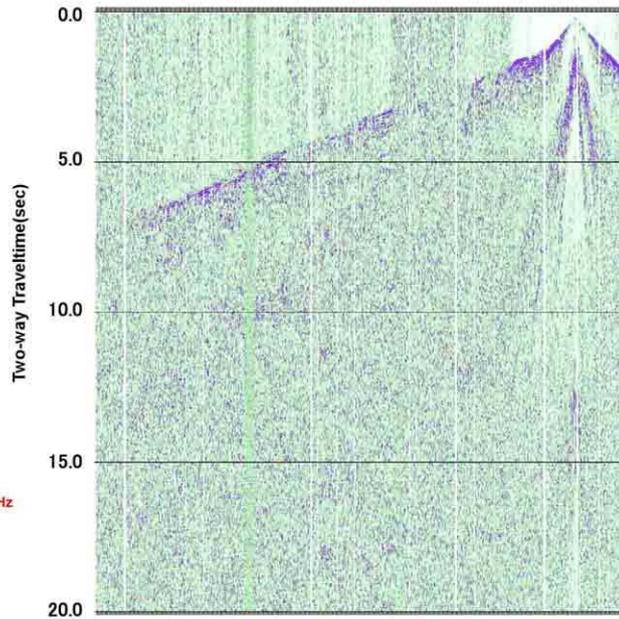


図 19 屈折法及び広角反射法バイブレータ集中発震記録
 [1] SP-1V 及び SP-12V



[A] SP-2V
 神奈川県小田原市中曽根
 小田原アリーナ駐車場

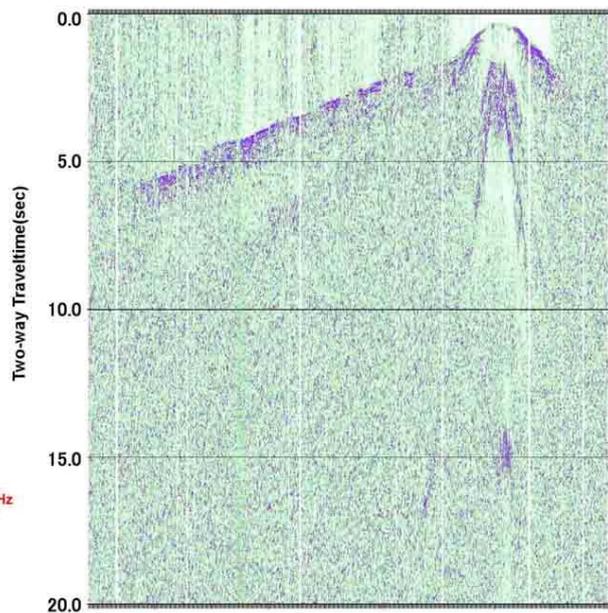
Spread=RP.1-916
 Sweep Frequency=6-30Hz
 Sweep Length=24.0sec
 No. of Sweeps=100
 No. of Vibrators=4



[B] SP-14V
 山梨市笛吹市一宮町竹原田
 金川の森公園

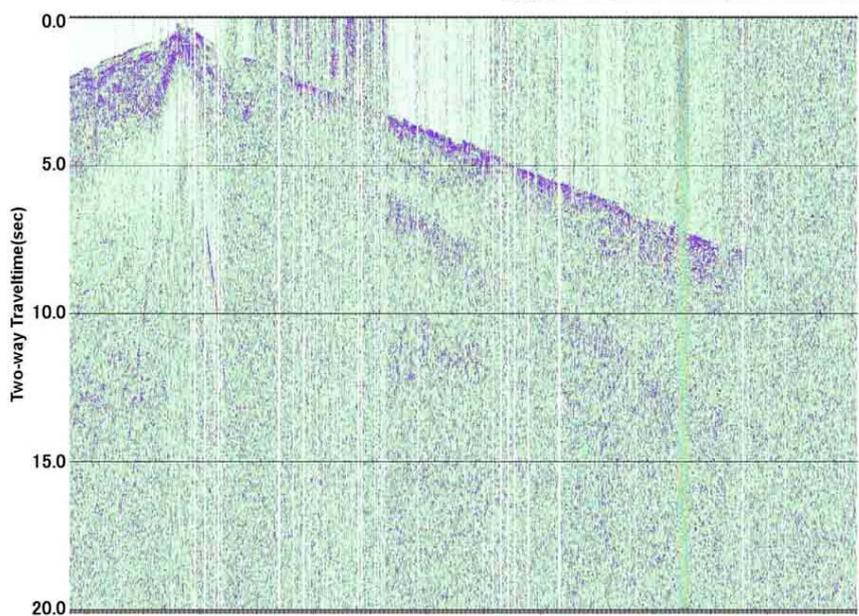
Spread=RP.343-1729
 Sweep Frequency=6-30Hz
 Sweep Length=24.0sec
 No. of Sweeps=100
 No. of Vibrators=4

図 20 屈折法及び広角反射法バイブレータ集中発震記録
 [2] SP-2V 及び SP-14V



[A] SP-3V
神奈川県開成町牛島

Spread=RP.1-916
Sweep Frequency=6-30Hz
Sweep Length=24.0sec
No. of Sweeps=100
No. of Vibrators=4



[B] SP-15V
山梨市 山梨県南環境センター敷地内

Spread=RP.343-1729
Sweep Frequency=6-30Hz
Sweep Length=24.0sec
No. of Sweeps=100
No. of Vibrators=4

図 21 屈折法及び広角反射法バイブレータ集中発震記録
[3] SP-3V 及び SP-15V

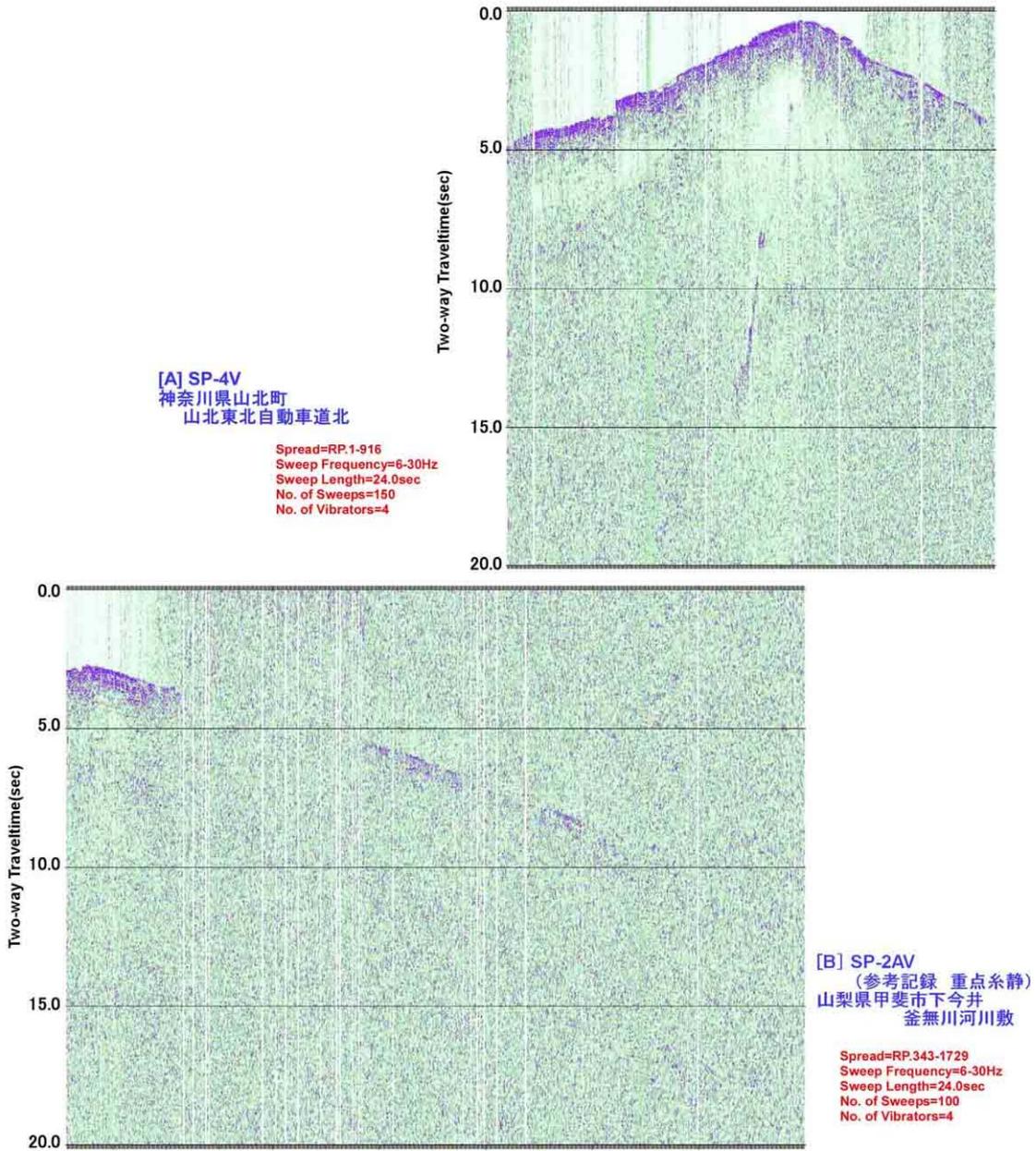
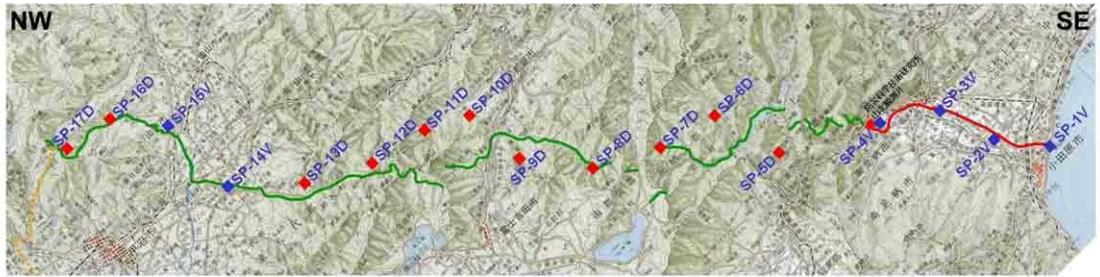


図 22 屈折法及び広角反射法バイブレータ集中発震記録
 [4] SP-4V 及び SP-2AV

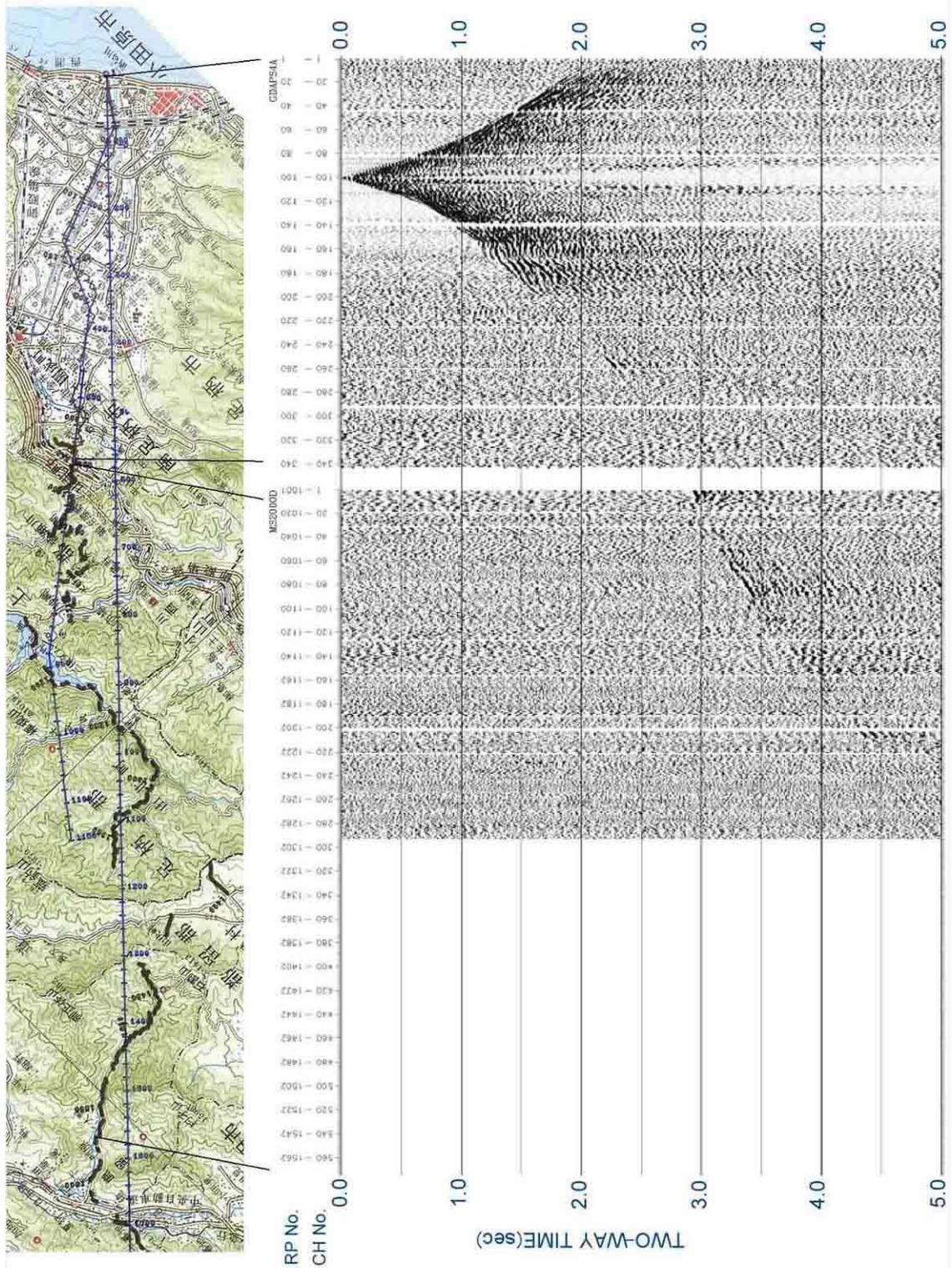


図 23 典型的な反射法バイブレータ発震記録例
[1] VP. 99

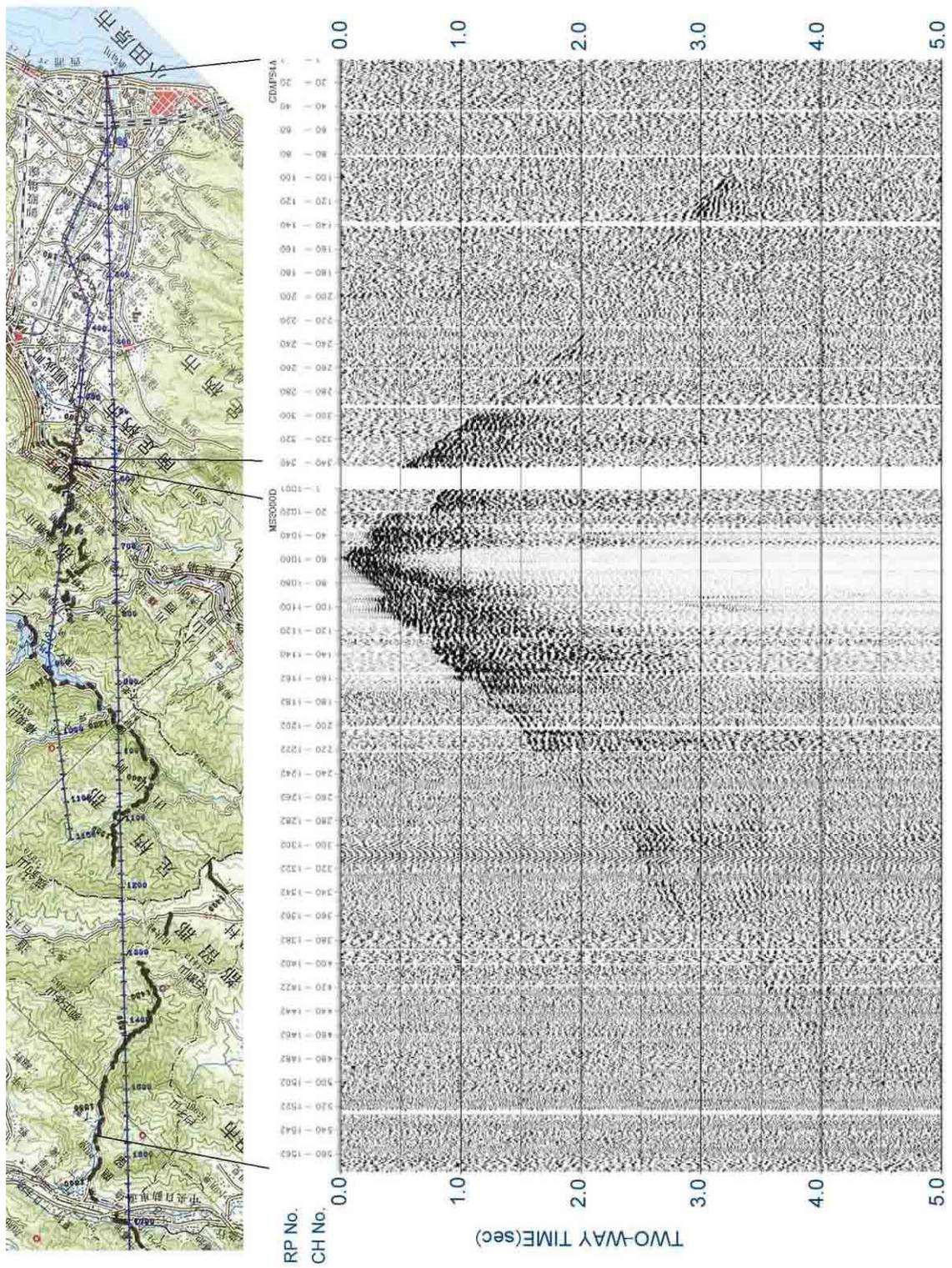


図24 典型的な反射法パイプレータ発震記録例
[5] VP. 1057

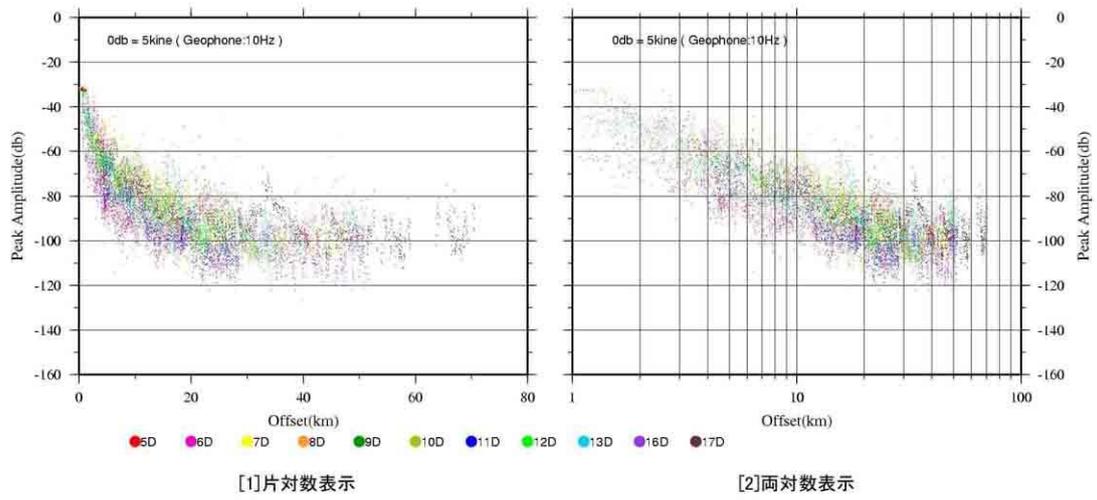


図 25 ダイナマイト屈折発震初動振幅の距離減衰

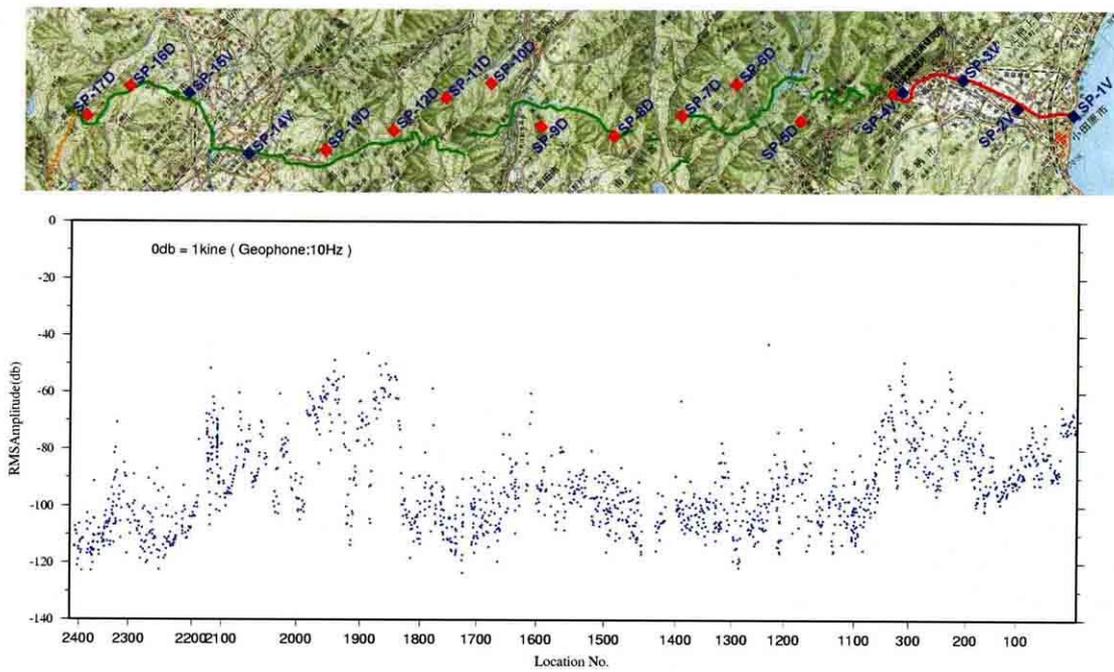


図 26 バックグラウンドノイズの時間及び空間変化
 [2] 広域測線区間 神奈川県小田原市酒匂川河口-山梨県山梨市牧丘町牧平

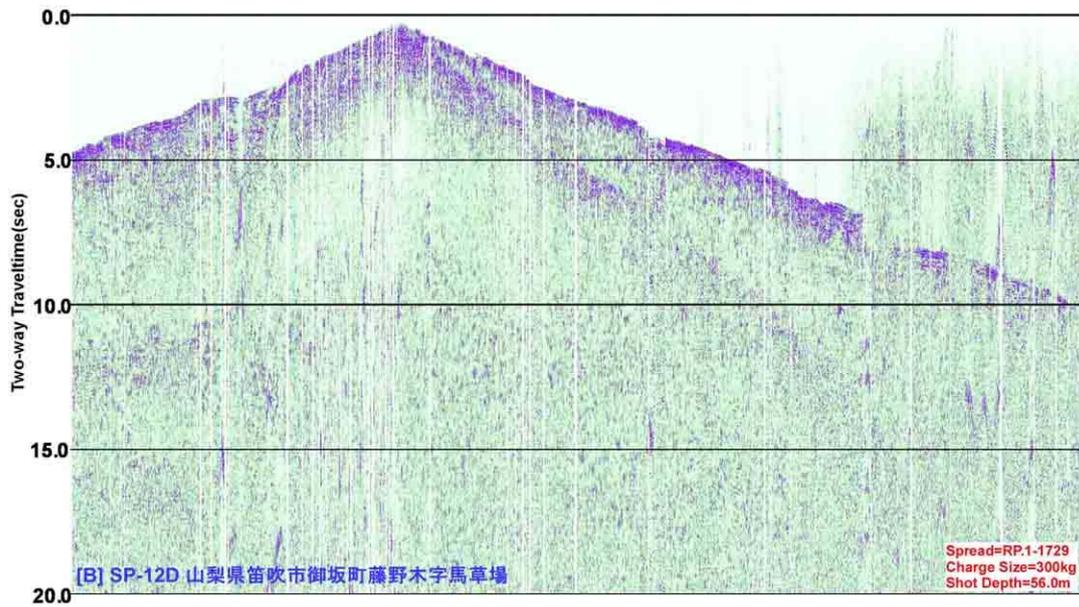
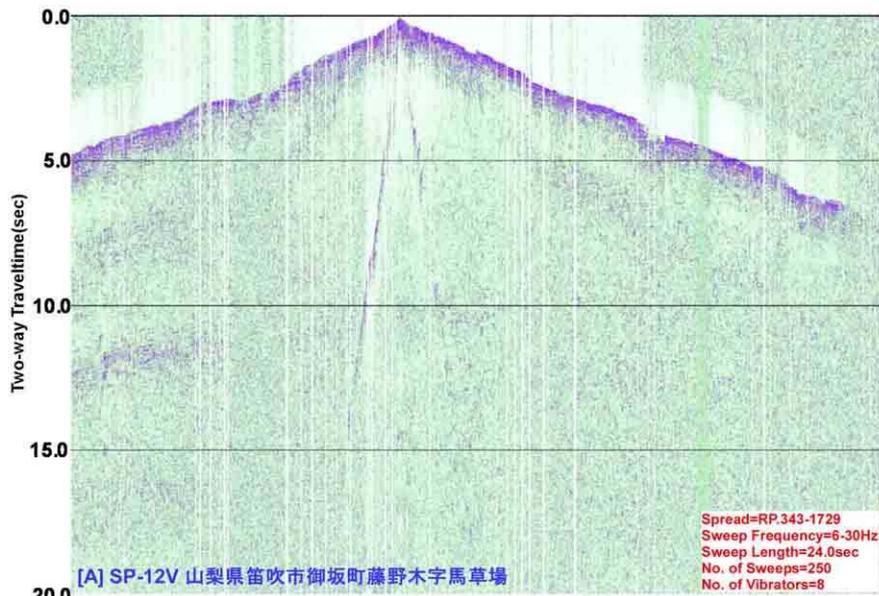
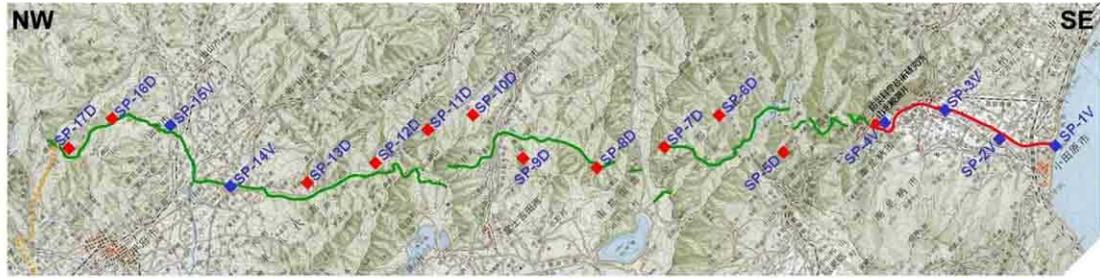


図27 バイブレータ超多重発震(SP-12V)とダイナマイト発震比較記録(SP-12D)