

3) ダイナマイト発震及びバイブレータ集中発震データ解析

広角反射法データの解析対象は屈折波データ(計 16 発震点、内ダイナマイト発震点は 13 点)であり、基本的な処理パラメータは 1)節で述べた反射法データ解析のものと同一である。既存解析においては、広角部分のデータは解析から除外され、'Single Fold'の解析結果が提示されていた。今回の解析においては、広角部分の重合処理を高精度の速度スキャン及び有効オフセットスキャンを通じて実施することによって、基盤形状から内陸地震発生域を経てフィリピン海プレート上面に至る重合記録全体の高分解能及び高精度化を図ることが目的とされた。データ解析フローに関しては、図 16 に示した。以下に、その解析内容を記述する。

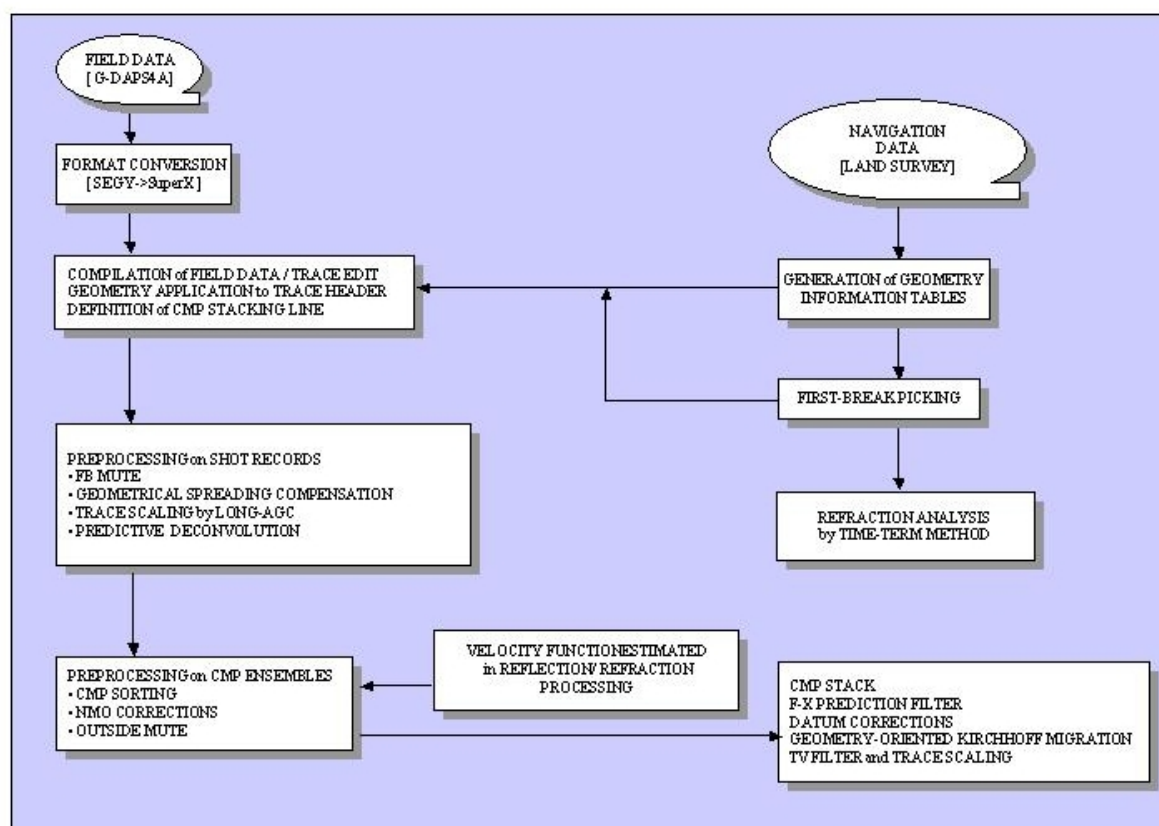


図 16 広角反射法データ処理フローチャート

a) データ編集 (Format Conversion and Data Compilation)

有線テレメトリーシステム G-DAPS4A 展開区間及び独立型受振システム MS-2000D の展開区間で取得されたデータを編集、結合し、各発震記録を構築した。MS-2000D で取得されたデータについては具体的に、以下のコンパイル作業を順次行った。

- ・ 有線テレメトリーシステムの記録装置でデータ収録時に取得した GPS 刻時装置による記録開始時間と記録長をもとにデータ抽出が行われた。
- ・ バイブレータ集中発震記録に関しては、ノイズエディットを伴う'Diversity Edit'及び垂直重合処理が実施された。この際のノイズエディットパラメータは、ウィンドー長=16.0 秒、冪乗係数=3.0 である。重合数は実際のスイープ回数に応じて 100~200 回である。但し、'Diversity Edit'は相互相関後のデータについて適用された。

b) トレースヘッダーへの測線情報の入力 (Geometry Application)

SuperX トレースヘッダー(JGI Internal Format)に関して、発震点及び受振点のインデックス、座標、標高値、オフセット距離等の測線情報を入力した。座標系は'Bessel'楕円体に準拠した座標値を UTM54 系に投影した値が用いられた。データ解析における基準標高面は平均海水面に設定された。

c) 初動ミュート (First-break Mute)

強振幅の屈折波初動部分を抑制する目的で、以下のパラメータによる初動抑制処理を実施した。

テーパー長..... 800msec (屈折初動近傍)

d) 振幅補償 (Gain Recovery)

弾性波の震源からの伝播に伴う幾何減衰、多層構造内を透過、多重反射することによる伝播損失及び非弾性効果による減衰、さらには受振点、発震点毎のカップリングの相異に起因する振幅特性の変化を補償することを目的として、下記の振幅補償を行った。

幾何減衰補償 + Instantaneous AGC [ウィンドー長.....2000msec]

e) デコンボリューション (Deconvolution)

デコンボリューション処理では、次式で示される 1 次元コンボリューションモデルが前提とされている。

$$F(t)=W(t)*R(t)+N(t) \quad (7)$$

ここに $F(t)$ は地震波トレース、 $W(t)$ は基本波形、 $R(t)$ はランダム定常な反射係数列、 $N(t)$ はランダムノイズである。このモデルにおいて基本波形を構成する要素としては、以下の項目を挙げることができる。

- ・ 震源波形：エアガン震源波形、スイープ波形、震源カップリング効果、ゴースト効果
- ・ 地層効果：多重反射、非弾性による吸収
- ・ 記録系：受振器特性及び設置効果、OBC に関するゴースト効果、探鉱機の応答特性

こうした要素の集積としての基本波形を地震トレースから推定・除去し、記録の分解能向上を図るためにデコンボリューションを適用した。'Surface-consistent'型デコンボリューション処理を含めた比較重合テストを通じて、以下のパラメータが採用された。また、デコンボリューション処理のアルゴリズムとして最小位相型を採用した。

予測距離..... 32.0msec

零オフセット位置に於ける設計ゲート..... 200~8200msec [Non-TV]

オペレータ長..... 600msec

プリホワイトニングファクター..... 5.0%

尚、デコンボリューション適用に際しては、零位相であるバイブレータ震源のスイープ波形 (探鉱機'A/D Decimation Filter(DCF)'及び相互相関処理実施後のスイープ波形) について、最小位相変換処理を適用した。

f) 共通反射点編集 (Common Midpoint Sorting)

上述(2)のパラメータによって、共通反射点の編集が実施された。重合測線に関する投影を行ったダイナマイト発震記録例を図 17 に示す。

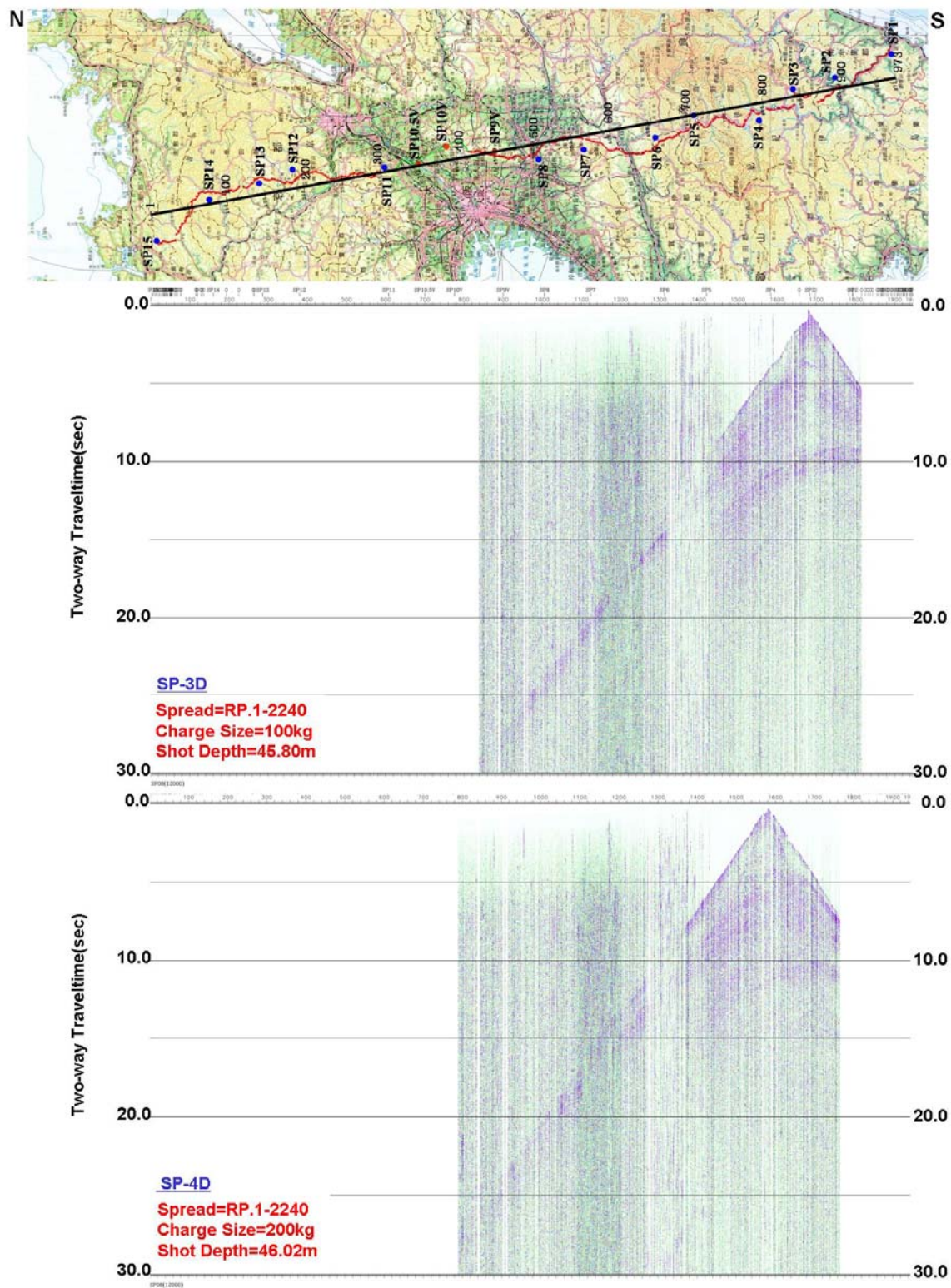


図 17 発震記録例 (SP-3D, 4D) CDP 重合測線に中点投影

g) 浮動基準面に対する静補正(Static Corrections to FDP)

浮動基準面に対する静補正を実施した。静補正については、下式で定義される標高補正量及び表層補正量の和として各発震点、受振点について与えられる。

[A] 標高補正 T_e : 観測面を一定基準面へ補正する。

$$T_e = - (H_e - H_b) / V_{sw} \quad (8)$$

[B] 表層補正 T_w : 低速度の表層構造変化による影響を除去する。

$$T_w = S_d * (-1/V_w + 1/V_{sw}) \quad (9)$$

ここに、 H_e : 発震点あるいは受振点標高(m)

H_b : 基準面 [平均海水面 0.0m]

S_d : 表層厚(m)

である。

本調査の基準面(Datum)は平均海水面 500.0m に設定されたが、絶対値の大きい標高補正值の適用を回避するため、CMP アンサンブル上において平均標高を定義し、これを浮動基準面(FDP: 'Floating Datum Plane')とした。この FDP から基準面までの基準面補正量 T_d は、下記のように定義される。

$$T_d = -2.0 * (H_f - H_b) / V_c \quad (10)$$

ここに、 H_f : 浮動基準面(FDP)

V_c : 基準面補正速度(1800m/sec)

である。この FDP の計算には反射法データ CMP 内のオフセット距離範囲 0 - 5000m のトレースが用いられた。

h) NMO 補正(Normal Moveout Corrections)

広角反射法データでは重合数が不足しているため、反射法データ解析で通常実施されている定速度重合法による速度解析は困難である。しかしながら、CMP 投影測線上で速度スキャンを行うことで、隣接する発震点で確認できる顕著な反射面の走時及び形状の相関が最も高い速度を最適重合速度としてピックアップすることが可能である。この速度スキャンによって求められた重合速度・時間の関数を時間・空間方向に内挿し、その速度テーブルに従って NMO 補正を適用した。低重合記録に関する速度スキャンは、重合パワーのみではなく、隣接発震点の間で共通した反射面について空間的な接合の程度が速度決定の重要な指標となる。図 18 は紀伊半島南部地域における地殻内反射波及びフィリピン海プレート上面相当反射波に関する速度スキャン結果例である。尚、NMO 補正では下記のストレッチミュートが適用された。

ストレッチミュートファクター..... 5.0

尚、重合測線に関する投影を行った NMO 補正を含む事前処理実施後のダイナマイト発震記録例を図 19 に示す。

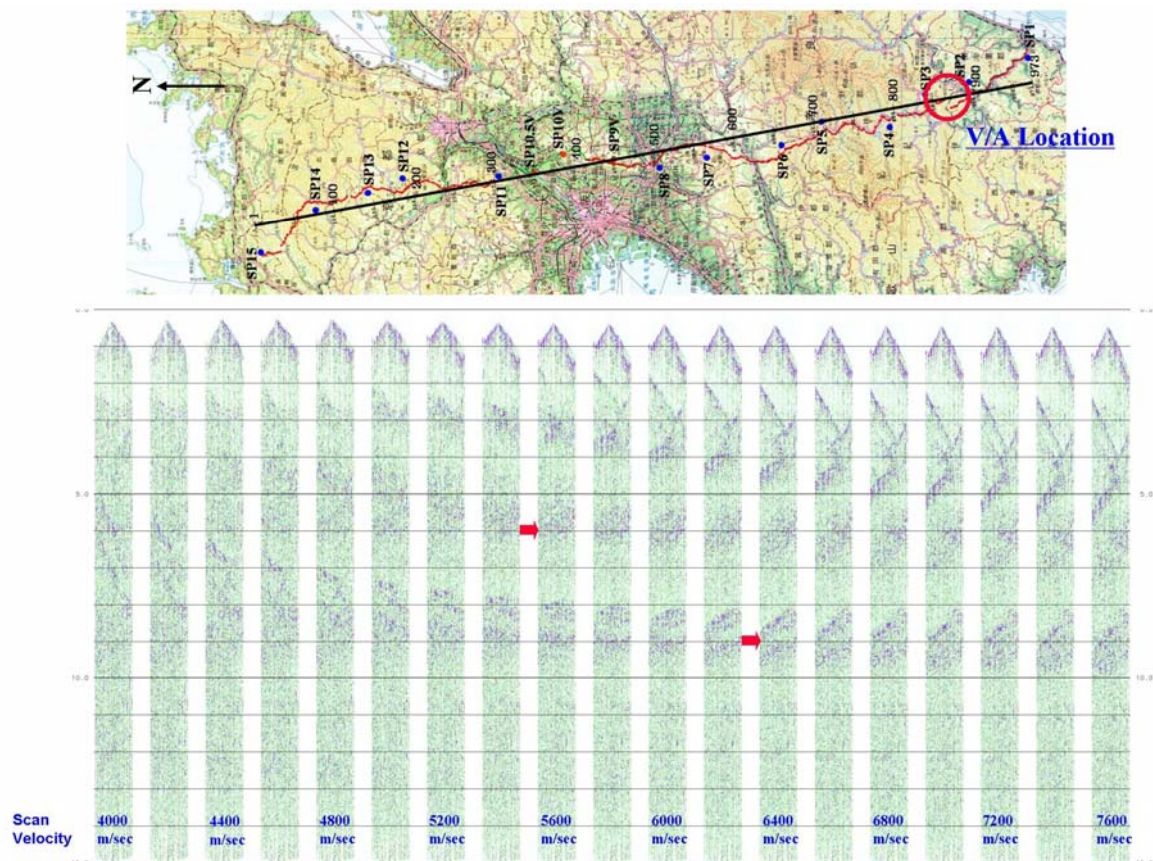


図 18 速度スキャン結果例 紀伊半島南部地域

i) 共通反射点重合 (CMP Stack)

共通反射点アンサンブルに関して、以下の有効オフセット距離に関して水平重合処理を実施した。図 20 に'Far'オフセット距離に関する重合スキャンテスト結果例を示す。

重合オフセット距離範囲..... 100 - 45000m(CMP. 1-609)
 100 - 25000m(CMP. 610-1946)

j) 周波数—空間領域予測フィルター (F-X Prediction Filter)

周波数-空間領域に於いて複素型予測フィルターを設計、適用して、ランダムノイズを抑制し相対的に S/N を向上させる以下の F-X 予測フィルター処理を実施した。

オペレータ長..... 5 CDPs
 空間ウィンドー長..... 50 CDPs
 時間ウィンドー長..... 500 msec

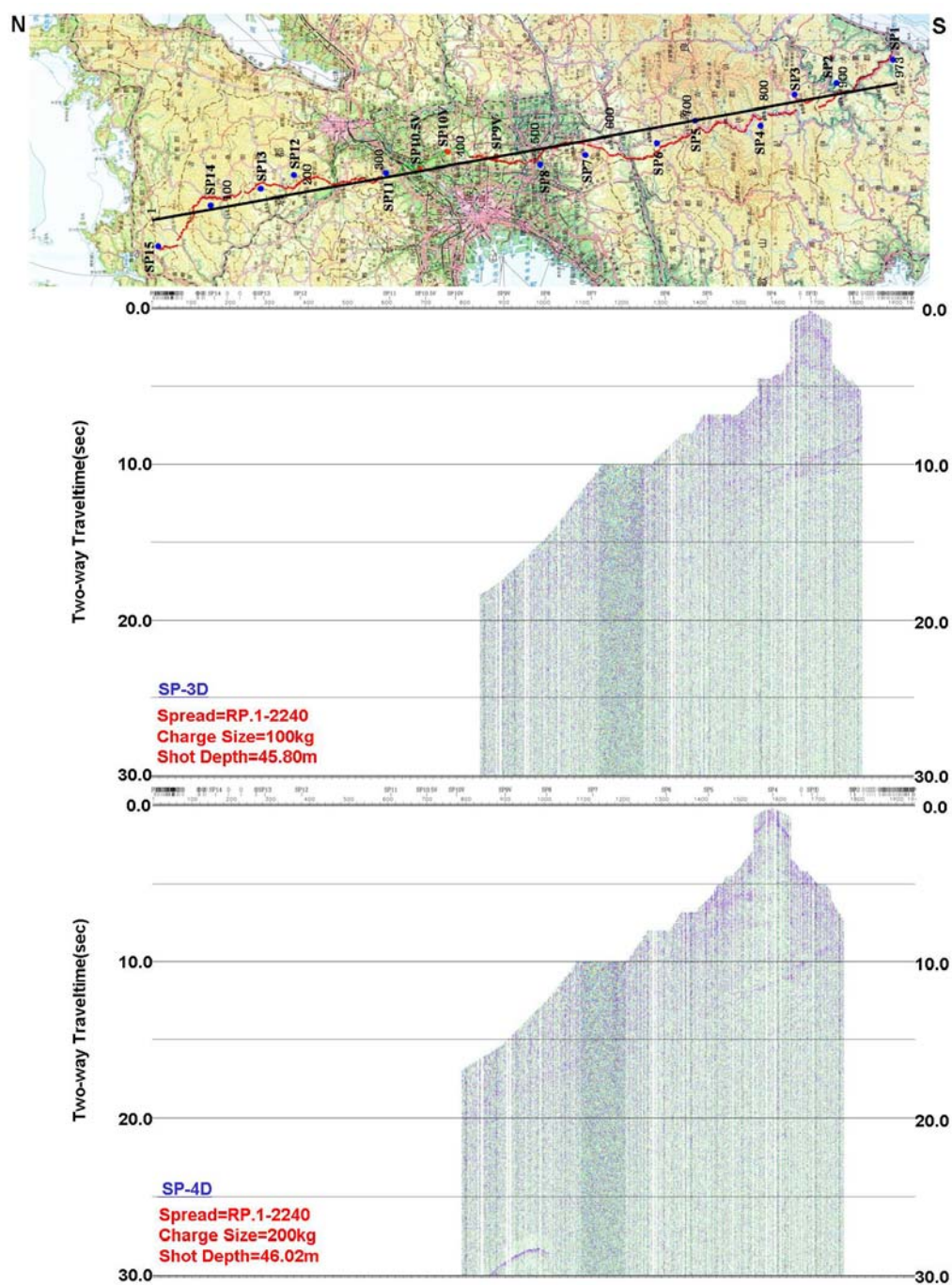


図 19 信号強調処理及び NMO 補正適用後の発震記録例 (SP-3D, 4D) CDP 重合測線に中点投影

k) 帯域通過フィルター (Bandpass Filter)

反射波の有効周波数帯域が周波数成分解析によって決定され、以下の零位相帯域通過フィルターが採用された。

オペレータ長..... 400 msec

周波数通過帯域往復走時..... 0.0sec / 通過帯域 [3 - 15Hz]

30.0sec / 通過帯域 [3 - 10Hz]

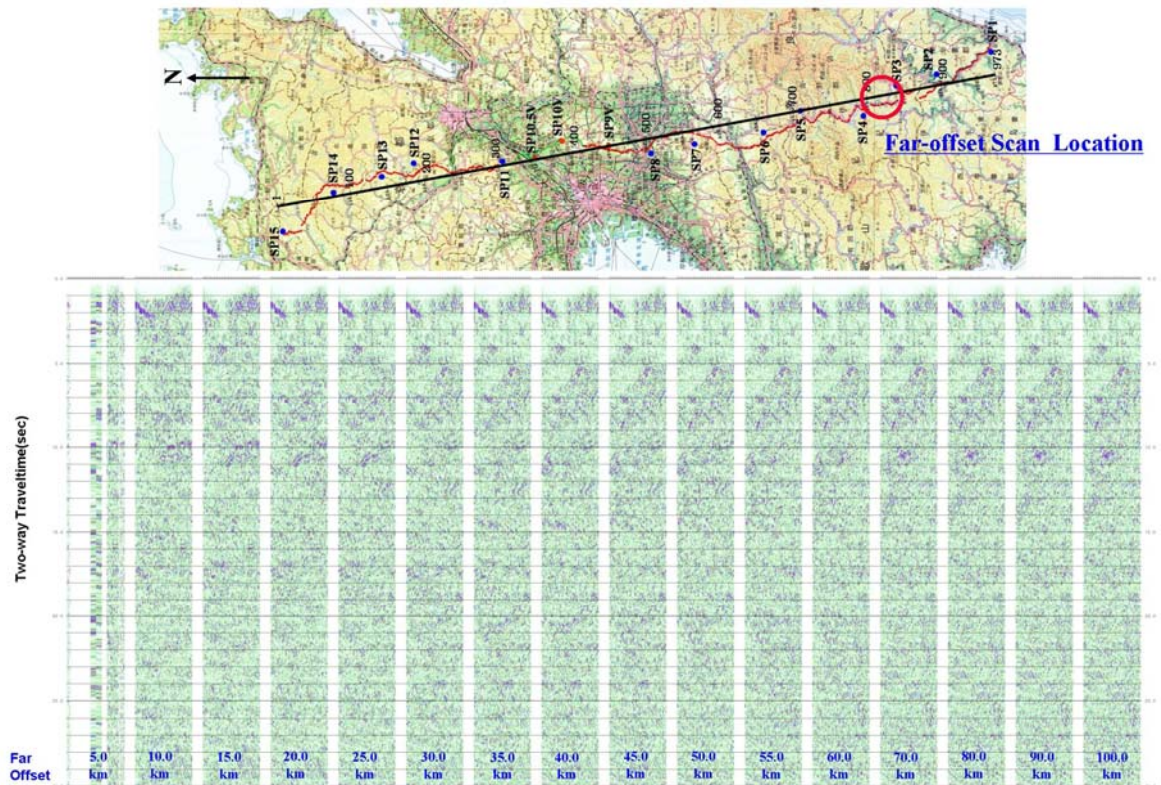


図 20 オフセット制限スキャン結果例 紀伊半島南部地域
これらの通過帯域のフィルターパラメータは線型内挿される。

1) 基準面補正(Datum Corrections)

浮動基準面から基準面への、時間補正が適用された。

m) キルヒホッフ型時間マイグレーション(Geometry-oriented Kirchhoff Time Migration)

時間断面上の反射点位置を実際の位置に移動させ、回折波を回折点に復元することを目的として、キルヒホッフ型時間マイグレーションを適用した。この手法では、重合測線に沿った標高変化と測線の屈曲への対応が可能である。以下に適用パラメータを示す。

最大アパチャー距離..... 40km

最大傾斜角度.....45 度

n) 深度変換(Depth Conversion)

上記の速度スキャン結果及び屈折法によって得られた速度構造を用いて、時間及び空間方向に平滑化した平均速度プロファイルを構築し、'Vertical Stretch'法による深度変換を実施した。

以上の処理ステップを逐次経ることによって、図 21 の広角反射法低重合時間記録、図 22 の同深度記録が得られた。

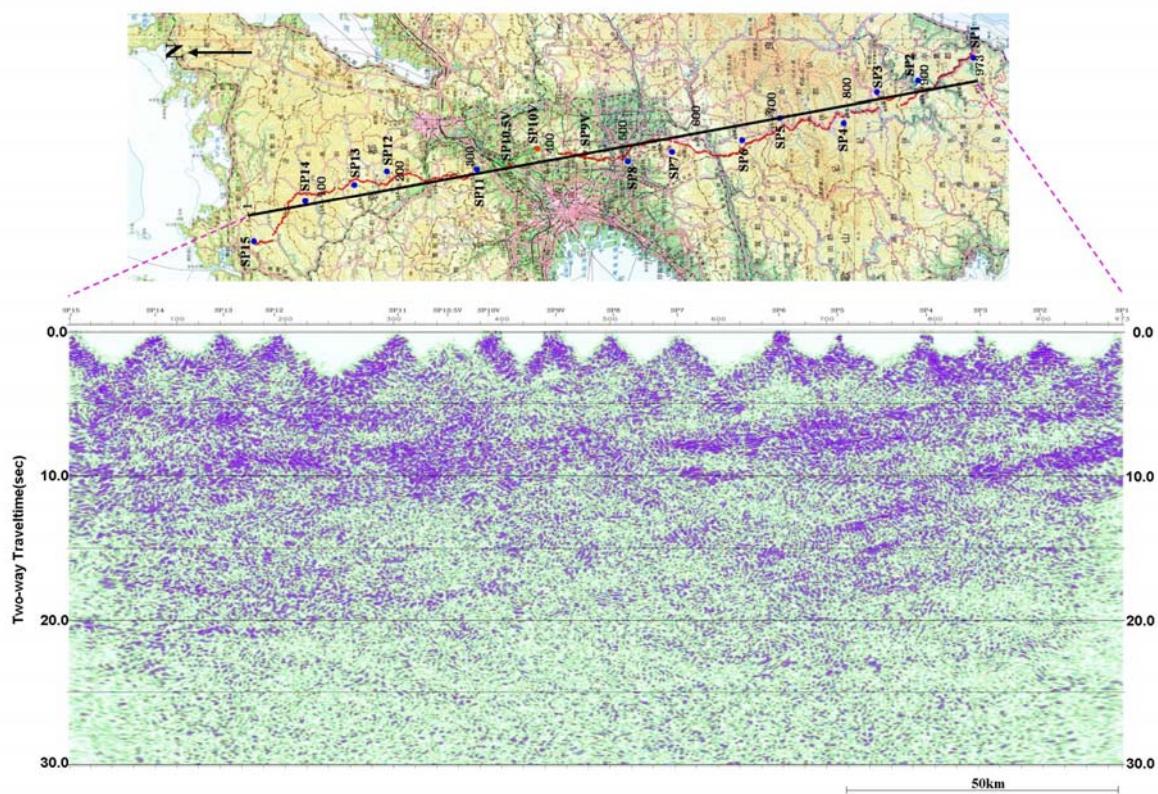


図 21(a) 時間断面図 標準重合処理（重合後マイグレーション）結果

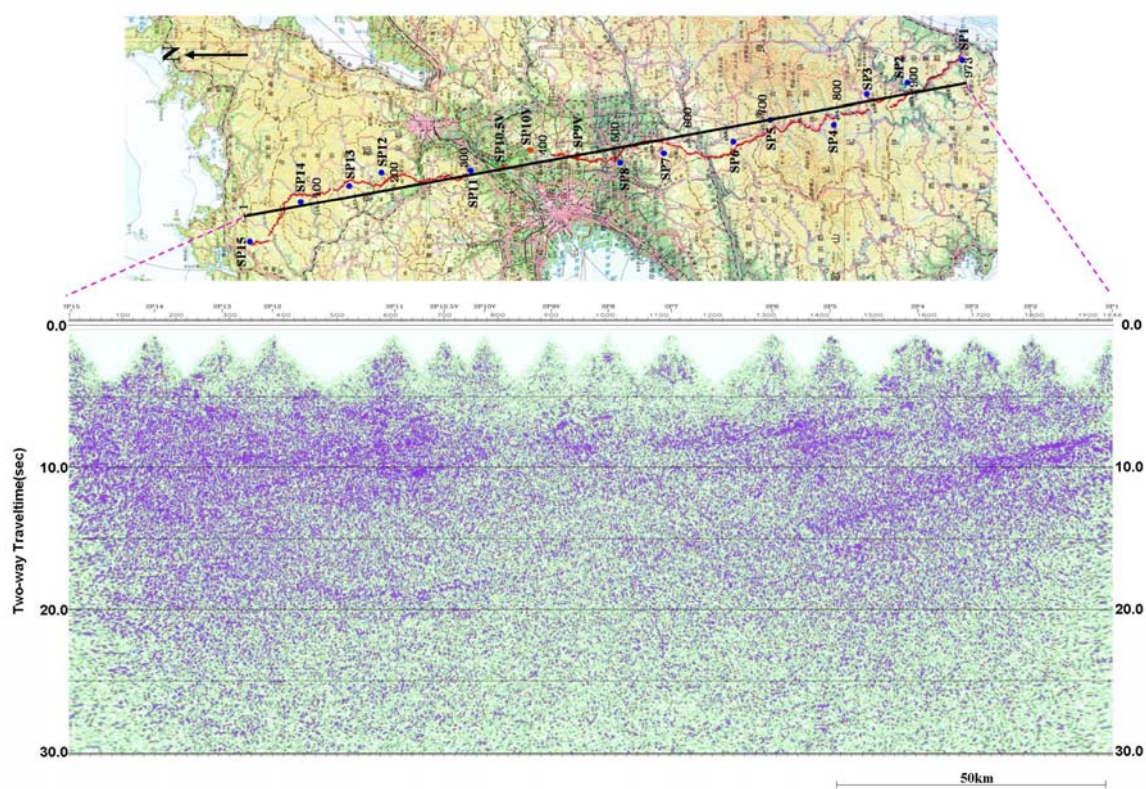


図 21(b) 時間断面図 再解析処理（重合前マイグレーション）結果

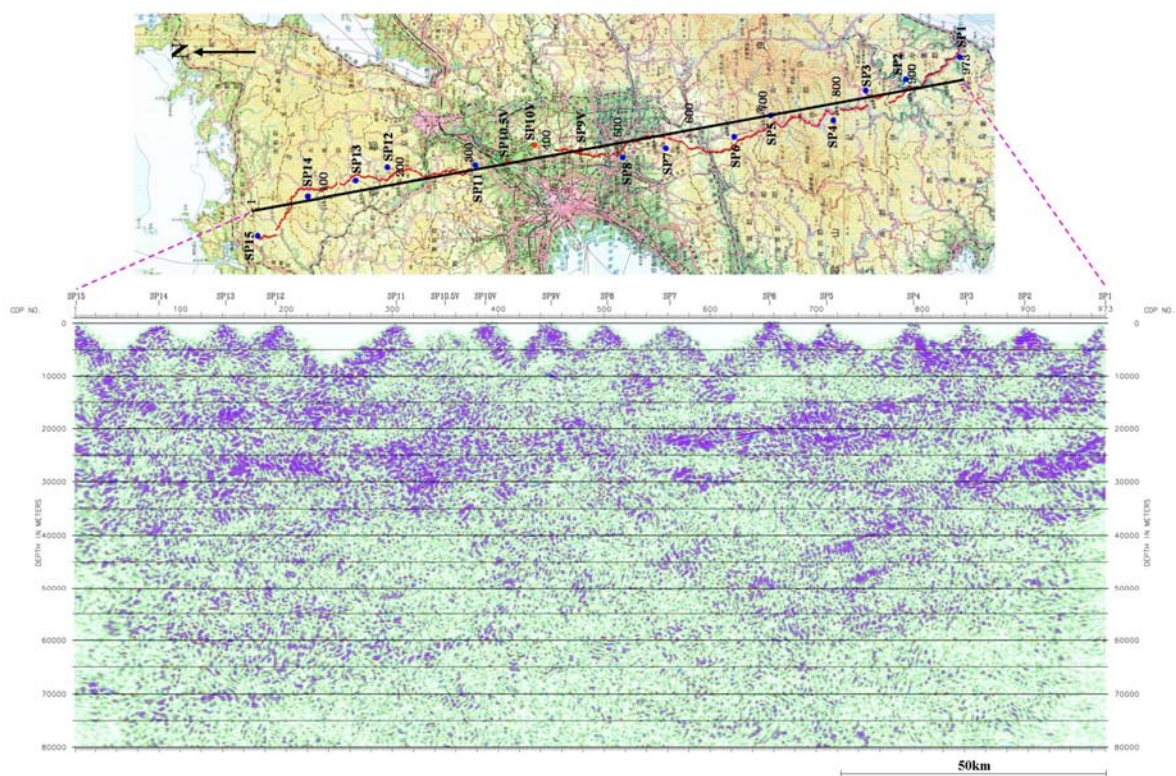


図 22(a) 深度断面図 標準重合処理（重合後マイグレーション）結果

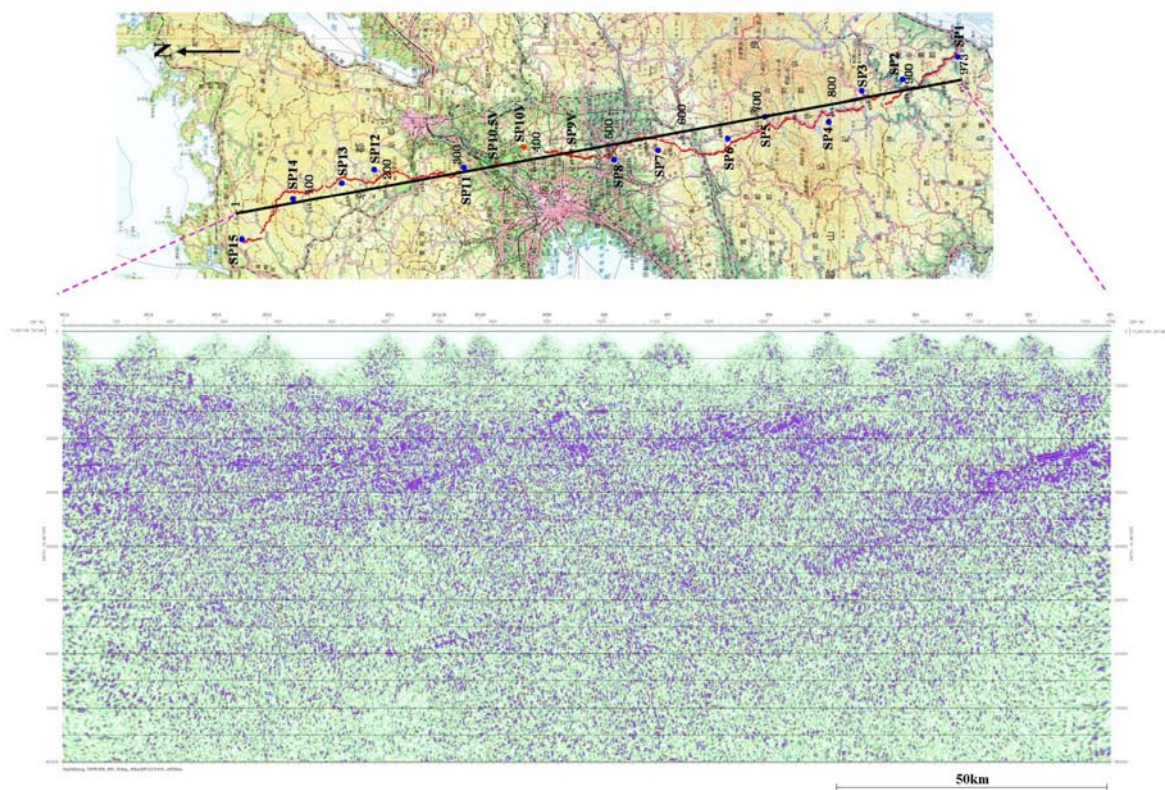


図 22(b) 深度断面図 再解析処理（重合前マイグレーション）結果