

7) データ解析

本節では、広角反射法解析、屈折法解析、生駒高槻測線反射法解析、高槻亀岡測線低重合反射法解析の順に従ってデータ解析内容を詳述する。

a) 広角反射法解析

本節では、和歌山県新宮市から京都府綾部市に至る測線全域を対象とした、ダイナマイト発震およびバイブレータ多重発震による広角反射法解析について記述する。図 15 にデータ処理フローを示す。

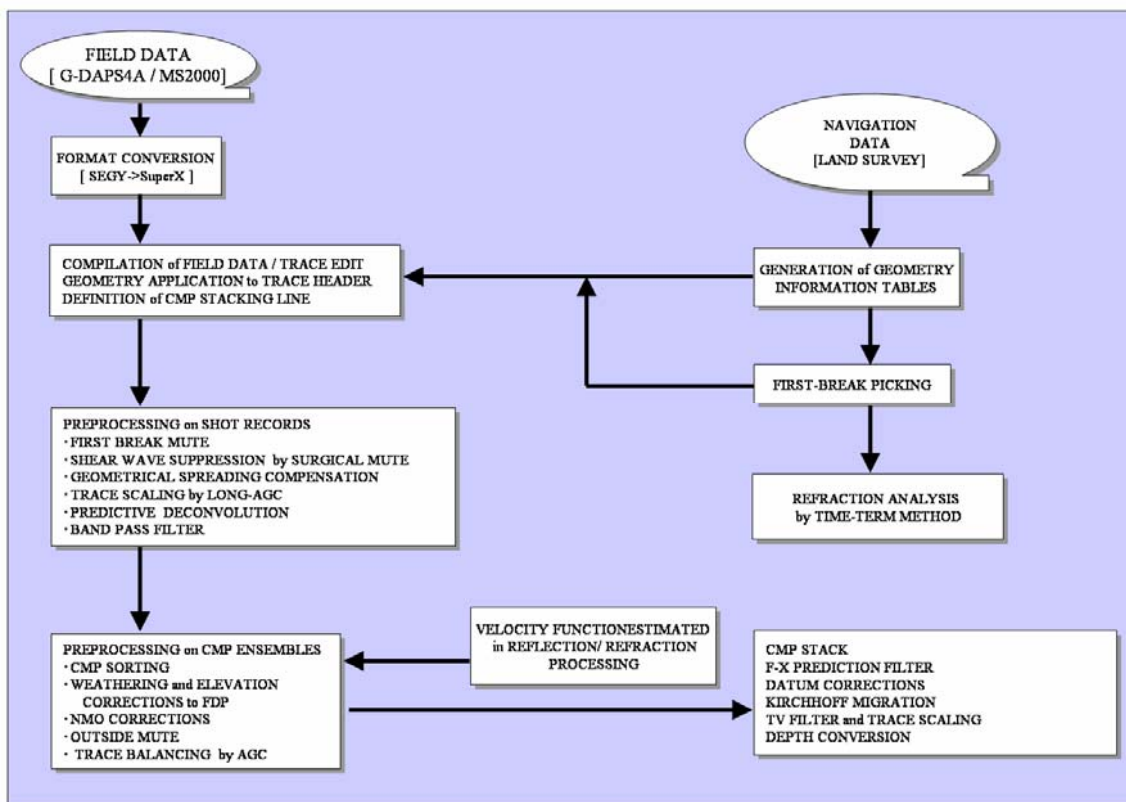


図 15 広角反射法データ処理フロー

i) 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=20.0 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 60～200 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。

ii) 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 GRS80 楕円体に準拠した
座標値を UTM53 系に投影した値が用いられた。ただし、局所原点を(X,Y)=(580000m,
3830000m)に設定した。データ解析における基準標高面は平均海水面に設定した。

iii) 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 800 msec(屈折初動近傍)

iv) S 波屈折波抑制(Shear Wave Suppression by Surgical Mute)

一部の発震記録では、変換 S 波による強振幅の屈折波が認められる。これを抑制する目
的で、変換 S 波が顕著な記録に対してサージカルミュートを適用した。以下のパラメータ
を用いた。

ゼロオフセットにおけるミュート開始点 300 ～ 1050 msec (発震点により可変)

スライディング速度 2800 ～ 3300 m/s (発震点により可変)

ミュート幅 200 ～ 400 msec (発震点により可変)

テーパー長 20 msec

v) 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、以下の振幅補償処理を行った。

時間関数による補償 往復走時の 1.2 乗

Instantaneous AGC ウィンドー長 12000msec

vi) 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。

$$F(t)=W(t)*R(t)+N(t)$$

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。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。

ゼロオフセットにおけるオペレータ設計ゲート開始時刻	: 3200msec [Time-Variant]
ゲート長	: 8000msec
オフセットトレースに対するゲートスライディング速度	: 5500m/s
オペレータ長	: 600msec
ホワイトニング・ノイズ	: 0.5%
予測距離	: 32msec

尚，本調査のバイブレータ震源による記録は，GDAPS4A 探鉱器によるデータ取得時および MS2000D 独立型レコーダ記録のデータ編集時において，零位相処理がなされている。これらの記録に対しては，デコンボリューション適用に先立ち最小位相変換処理を適用した。

vii) 共通反射点編集(Common Midpoint Sorting)

図 2 に示した重合測線にしたがって CMP 編集を行った。ここでは，同図に示すように，N11° W 方向の直線状の重合測線を採用した。重合測線位置は重合測線に対する受振点位置分布の分散が最小となる位置に設定した。

CMP 標高は，各 CMP 内でオフセット距離 50km 以下のトレースの平均標高をスムージングしたものを使用した。スムージングには移動平均（CMP 方向に前後計 61 ポイント）を用いた。

CMP 間隔，CMP 総数，および重合数は以下のとおりである。

CMP 間隔	: 200m
CMP 総数	: 973 (全長 194.4km)
重合数	: 30 (平均)
	: 95 (最大)

viii) 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。

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

[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。

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

ここに、 He : 発震点あるいは受振点標高(m)

Hb : 基準面 [平均海水面 0.0m]

Sd : 表層厚(m)

である。

表層補正值は、生駒高槻反射法測線および高槻亀岡低重合反射法測線の受振点については、反射法解析におけるタイムターム値から計算し、それ以外の受振点および発震点（全点）についてはゼロとした。基準面(Datum)は平均海水面に設定されたが、絶対値の大きい標高補正值の適用を回避するため浮動基準面(FDP: 'Floating Datum Plane')を用いた。FDPはvii)で定義したCMP標高とした。このFDPから基準面までの基準面補正量Tdは下記のように定義される。

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

ここに、 Hf : 浮動基準面(FDP)

Vc : 基準面補正速度(4200m/sec)

である。

ix) 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。図16はCMP900におけるフィリピン海プレート上面付近の反射波に関する速度スキャン結果である。

尚、NMO補正では下記のスストレッチミュートが適用された。

スストレッチミュートファクター 2.1

図17に、代表的な発震記録について、NMO補正処理後にCMP重合測線に投影した結果を示す。

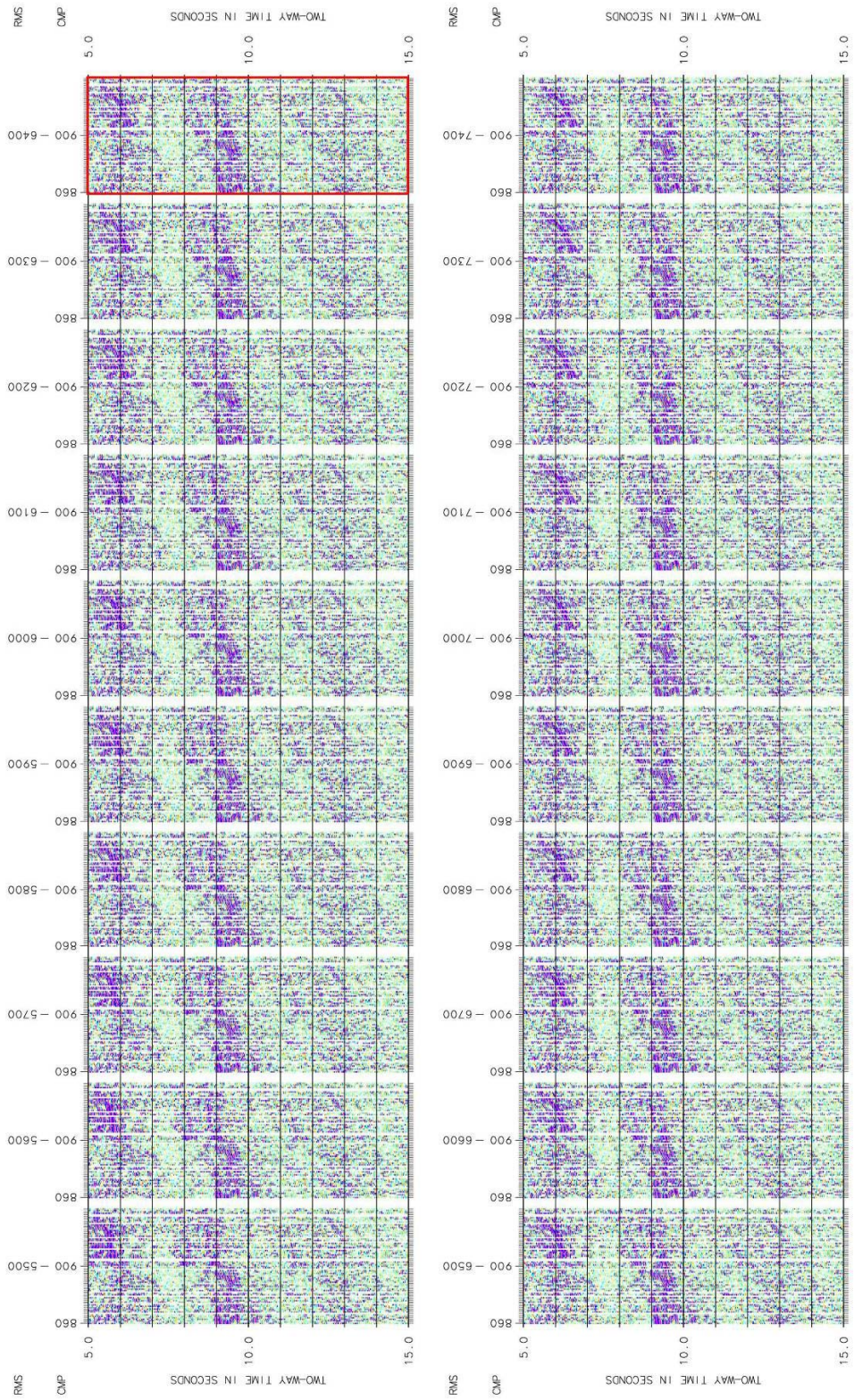


図 16 広角反射法速度スキャン結果例 (CMP900)

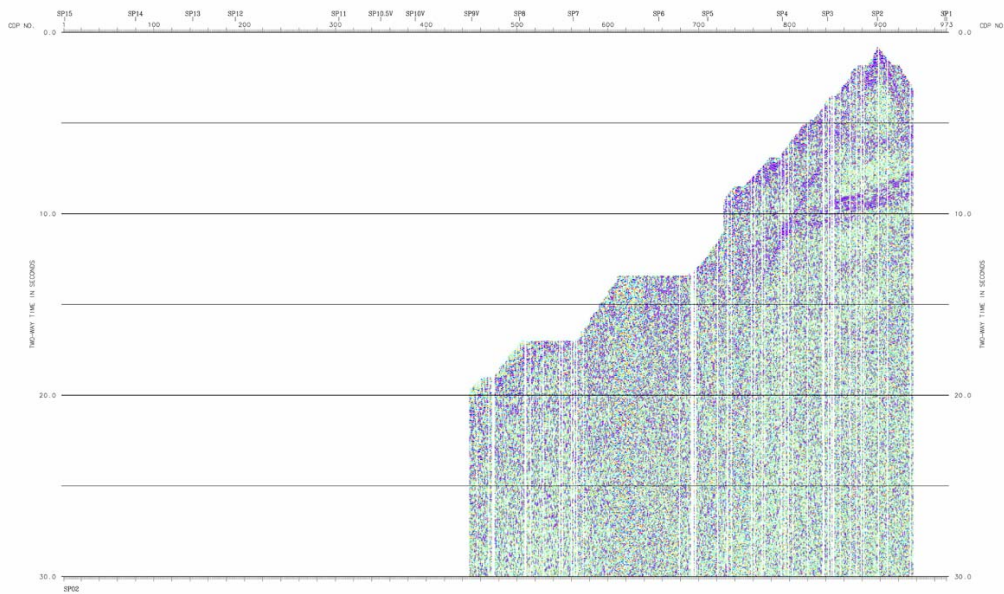


図 17 単一発震記録による CMP 時間断面 (1/2) SP2

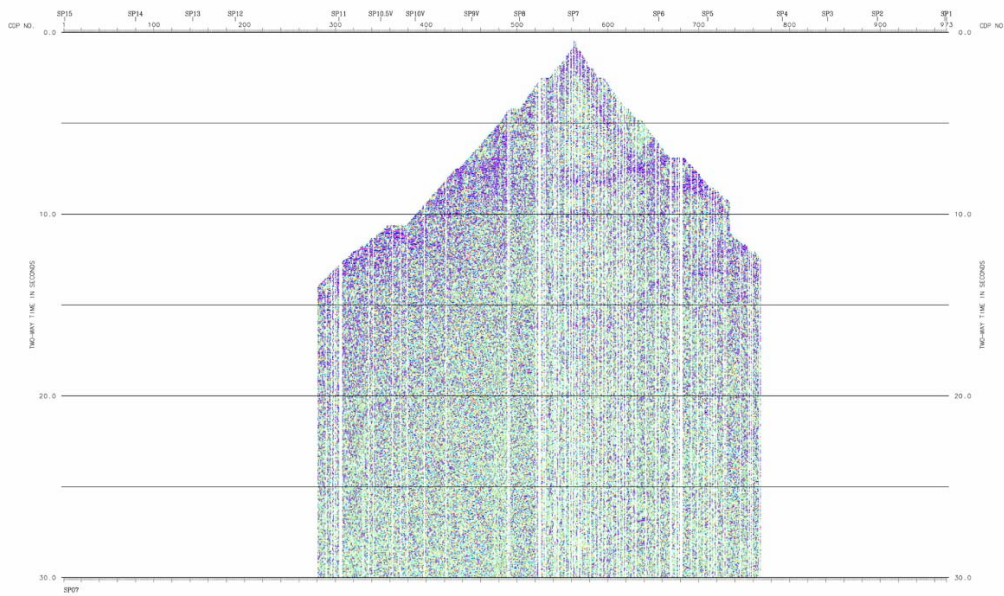


図 17 単一発震記録による CMP 時間断面 (2/2) SP7

x) 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。

重合オフセット距離範囲

50 – 100,000m

xi) 周波数一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	9 CDPs
空間ウィンドー長	50 CDPs
時間ウィンドー長	1000 msec

xii) 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	0.5/1 - 12/15Hz

xiii) 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。

xiv) 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

xv) 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、広角反射法重合記録(図 18)、広角反射法時間マイグレーション断面図(図 19)、広角反射法深度断面図(図 20)が得られた。

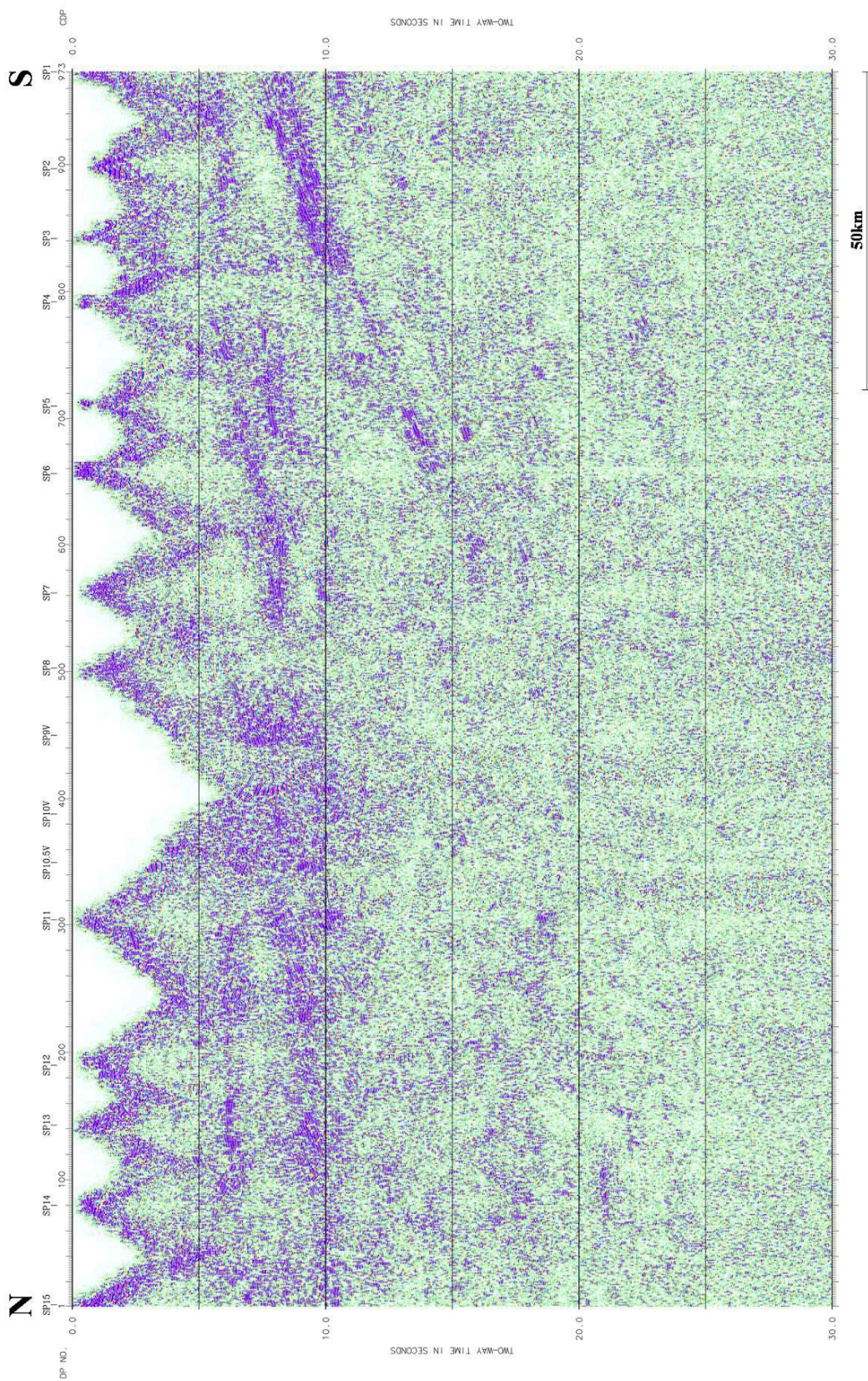


图 18 广角反射法 CMP 重合断面

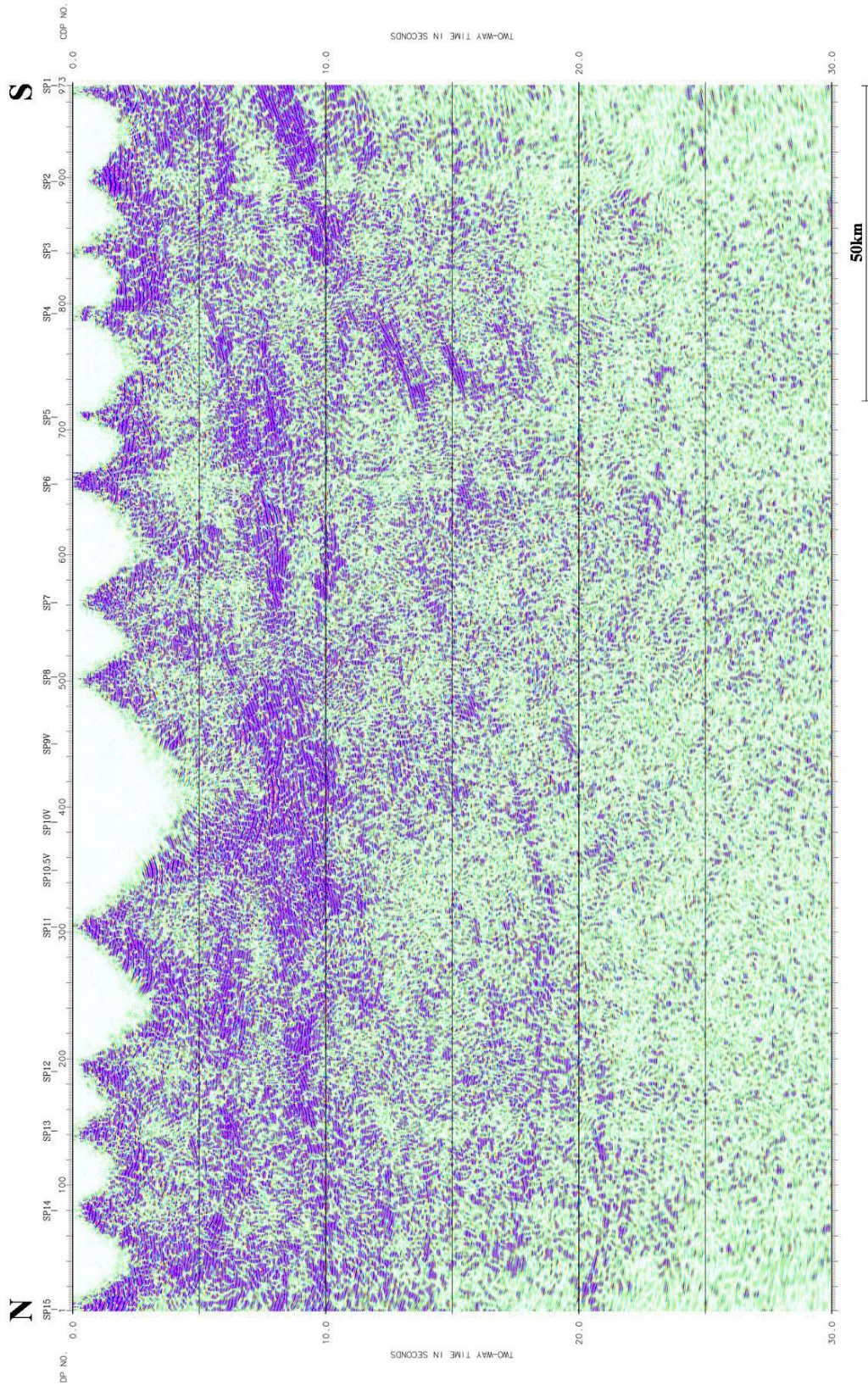


図 19 広角反射法時間マイグレーション断面

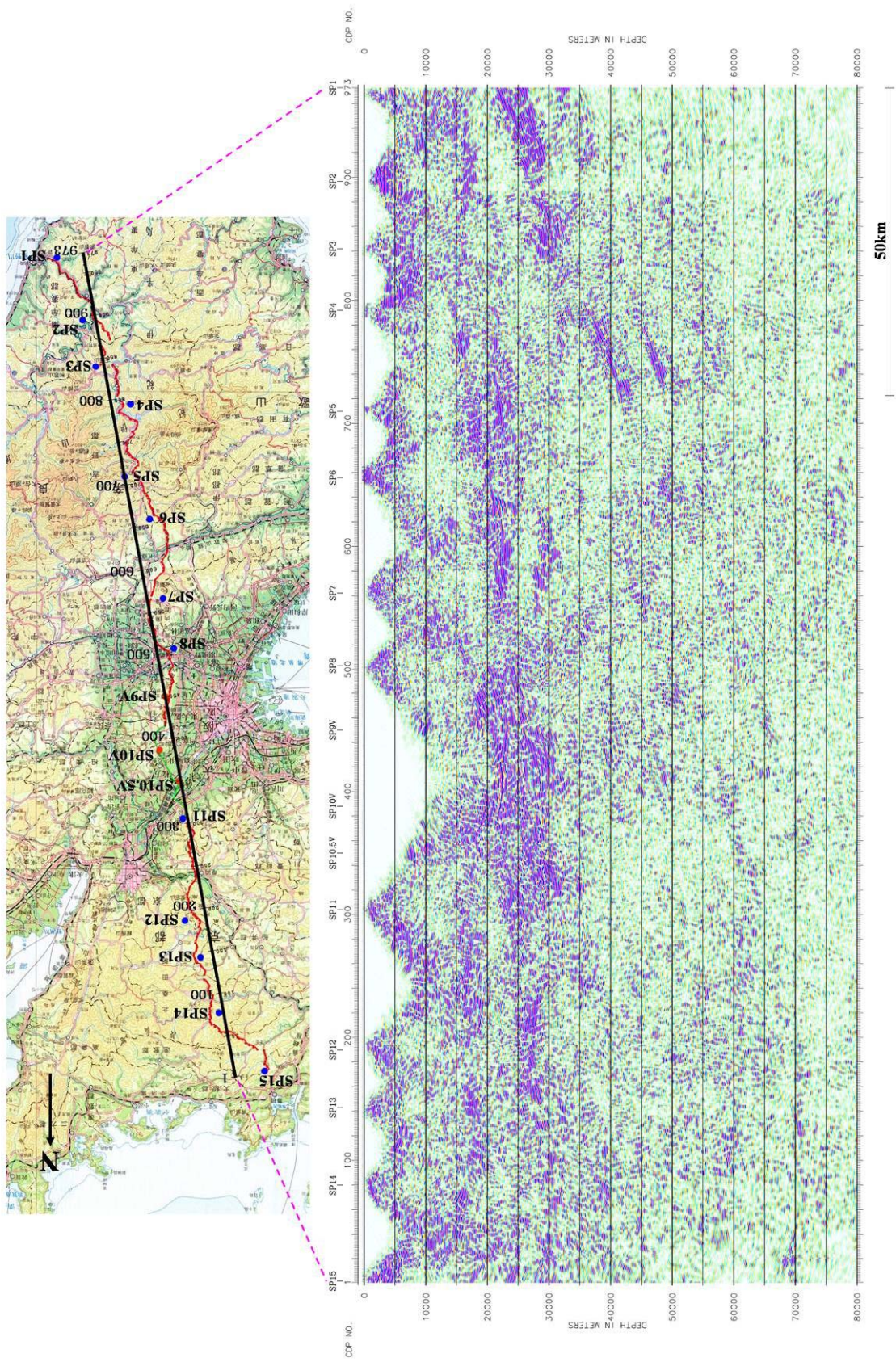


图 20 广角反射法深度断面