

平成 21 年 6 月 9 日現在

研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19540440
 研究課題名(和文) 屈折法・反射法データ統合処理による新しい地殻構造イメージング法の開発
 研究課題名(英文) Integrated Imaging Method for Crustal Structure from Refraction/Reflection Data Sets

研究代表者

氏名 (アルファベット) 岩崎 貴哉(Iwasaki Takaya)
 所属機関・所属部局名・職名 東京大学・地震研究所・教授
 研究者番号：70151719

研究成果の概要：

近年の反射法地震探査では、長測線で高密度のデータを取得するようになってきた。この様なデータに屈折法的解析を行うことによって、測線下の詳細な速度構造を得ることができる。また、後続波部分(広角反射部分)は、反射法解析で用いられていない部分で、対応する反射面の速度コントラストを推定することができる。従って、このような解析は、通常の反射法解析では用いられていない情報を使うという点で、反射法と相補的な意味を持ち、両方の解析を同時に行うことによって、構造推定の精度と信頼性を高めることができる。

本研究では、関東山地東縁で行われた高密度地震探査及び糸魚川 - 静岡構造線北部で行われた高密度地震探査に、上記の統合解析を実施した。関東山地東縁で行われた探査の場合、詳細な屈折法解析から、伊豆弧衝突の前縁であった藤の木 - 愛川線の深部構造が、その浅部は速度急変体として、深部は広角反射面として捉えることに成功した。これによって、反射法解析から提唱されていた伊豆弧(丹沢ブロック)の剥離と衝突過程が、より深部まで確かめられ、地質学上の重要な知見となった。また、フィリピン海プレートの沈みこみも、広角反射波によって、より深部まで追跡できた。

糸魚川 - 静岡構造線のデータについても、同様の解析を行った。その結果、地殻最浅部における同構造線及び過去の変形フロントであった小谷 - 中山断層の形状が、速度急変体として捉えられ、反射法で得られたイメージとよい一致を示した。また、その下の先第三系の基盤も広角反射波として精度よく捉えることができた。この結果、この構造線北部の構造は、thin-skinned tectonics で支配されていることが明らかとなった。また、中央隆起帯直下の深さ 10km 付近では反射体が分布しており、さらに、先第三系基盤と糸魚川 - 静岡構造線に挟まれた部分は、少なくとも中央隆起帯東部下までは低速度層として潜り込んでいることがわかった。これは、これまでの反射法地震探査では、明らかでなかった知見である。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	900,000	270,000	1,170,000
2008 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：反射法探査, 屈折法探査, 屈折/広角反射探査, 藤の木 - 愛川線, フィリピン海プレート, 衝突構造, 糸魚川 - 静岡構造線, 内部構造, 地殻構造

1. 研究開始当初の背景

制御震源地震探査(人工震源を用いた探査)は地殻・上部マントルの地震学的構造を求める最も精度の高い方法である。この手法は屈折法と反射法に大別される。屈折法は、受信点を測線全体に展開して屈折波と地下物性境界からの広角反射波を捉え、物性値として地震波速度分布を求める。この方法は速度の推定には安定であるが、発振点(ショット点)が少ない場合には大局的構造しか求まらない。一方、反射法は、発振点の近傍に受信点を集中させて物性境界からほぼ垂直に反射される波を選択的に収録する。発振点と受信点のセットを測線上で移動させながら大量のデータを収集させ、反射面を精密にイメージングする。この方法では、反射面の位置が波の伝搬時間(往復走時)として求められる。これを深さに換算するには地震波速度分布が必要である。しかし、通常の探査では受信点の展開長が短いため推定される速度に大きな誤差が含まれ、その結果として反射面の像が歪む。また、原理的に反射面が高角(急傾斜)の場合にイメージングが難しい。

国の内外を問わず、最近の構造探査は高密度化が進んでいる。このような探査では、(1)深部までの構造解明のために受信点の展開長を長く設定し、(2)速度構造の推定を正確に行うために屈折法用のショット点も密に取られている。しかし、冒頭に述べた根本的な手法上の問題に十分解決をみないままデータ量を増やし、従来の処理の中で解像度向上を図っている場合が殆どである。更に反射法用データと屈折法用のデータはまず独立に解析され、その後屈折法で求められた速度に対して反射法の migration 処理を行うのが普通で、実際のデータ取得状況に最適化した解析法が確立されていない。

最近の探査で取得される反射法と屈折法データには、もっと密接な関係がある。図2にこれらの方法で使用される波の経路と解析に使用される部分を模式的に示した。上記(1)の“長い展開長”という状況では、取得した反射法データの中が大量の屈折波情報を含まれており、(2)の状況では取得した屈折法データの反射波の中に反射法イメージングが適応可能な部分が含まれている。これらのデータは、構造決定の精度向上に大きく貢献するにも拘わらず、通常の処理では殆ど棄却されているのである。

もし、最近の探査のような高密度データに対して屈折・反射法探査の長所・短所を互いに補う形の統合処理を行えば、構造決定推定

の精度と信頼性が格段に向上すると考える。これが本研究を考えるに至った経緯である。

2. 研究の目的

本研究は、反射法・屈折法の本来的な欠点を克服し、高密度探査で取得される反射・屈折法データの統合解析法を確立することである。この統合解析法では、まず、高密度屈折トモグラフィによる精密地震波速度分布決定を行う。高密度地震探査の発振点間隔は100-200m(通常の屈折法の発振点間隔は10-50km)である。このデータを用いたトモグラフィ解析では、速度構造の分解能が格段に向上するはずである。次に、高密度探査データ(特に反射法データ部分)の poststack 及び prestack migration を行う。精密速度構造を用いることで、正しい位置に反射(群)がイメージングされる。また、このイメージングでは、なるだけ広角反射部分まで処理の中に取り込むこととした。最後に、これらの結果を総合的に解釈し、信頼できる構造モデルを構築することとした。

近年の探査は高密度で取得されるデータ量は膨大である。従って、従って、実際の大量データに対して効率性と有効性を検証する必要がある。そのテストデータとして、2003年大都市圏地殻構造調査の一環として行われた以上まとめると、本研究では、上記から成る統合データ解析法を、実際の高密度探査に適用可能な形で開発する。その適用例として2003年関東山地東縁測線データを用い、上記のプロセスの前半部を検証する。また、2002年に取得されている糸魚川-静岡構造線を横断する測線のデータで、上記プロセスの全てを検証することとした。

3. 研究の方法

2003年関東山地東縁測線データに関しては、高密度反射法データについて、屈折法トモグラフィを実施し、更に波線追跡法を用いた屈折・広角反射処理を行い、精密速度構造を求める。次に、独立に求められた反射法イメージとの対応を調べ、このトモグラフィ及び屈折・広角反射処理の妥当性を検証する。

2002年糸魚川-静岡構造線データについては、同様の屈折・広角反射法処理を行って速度構造を求め、更にその速度構造を用いて反射法データ再処理を実施した。最終的に得られたモデルの妥当性を、処理法の観点と、

地質学的観点の両方から検証を行った。

4. 研究成果

関東山地東縁で行われた高密度地震探査及び糸魚川 - 静岡構造線北部で行われた高密度地震探査に、上記の統合解析を実施した。詳細な屈折法解析から、伊豆弧衝突の前縁であった藤の木 - 愛川線の深部構造が、その浅部は速度急変体として、深部は広角反射面として捉えることに成功した。また、この構造は、反射法のイメージと大変よい一致を示した。また、丹沢ブロックの地震波速度が精密に求められ、伊豆弧を構成する中部地殻の速度に対応することがわかった。これによって、反射法解析から提唱されていた伊豆弧（丹沢ブロック）の剥離と衝突過程が、より深部まで確かめられ、即ち伊豆弧の上部及び中部地殻が剥離して本州側に付加し、下部地殻が本州弧に沈み込んでいることがわかり、地質学上の重要な知見となった。また、フィリピン海プレートの沈みこみも、広角反射波によって、より深部まで追跡できた。

糸魚川 - 静岡構造線のデータについても、同様の解析を行った。その結果、地殻最浅部における同構造線及び過去の変形フロントであった小谷 - 中山断層の形状が、速度急変体として捉えられ、従来の反射法で得られたイメージとよい一致を示した。また、その下の先第三系の基盤も広角反射波として精度よく捉えることができた。この結果、この構造線北部の構造は、thin-skinned tectonics で支配されていることが明らかとなった。また、中央隆起帯直下の深さ 10km 付近では反射体が分布しており、さらに、先第三系基盤と糸魚川 - 静岡構造線に夾まれた部分は、少なくとも中央隆起帯東部下までは低速度層として潜り込んでいることがわかった。これは、これまでの反射法地震探査では、明らかでなかった知見である。

この速度構造モデルを用いて反射データの再処理を行った。得られた断面によれば、浅部において、屈折法モデルとの一致がより明瞭となり、構造線先端部の構造・先第三系の基盤とともに、中央隆起帯西縁部がイメージングされ、屈折モデルとも大変調和的であった。

また、この処理によって、測線中央部の深さ 10 -12km に、東に傾く反射面が確認された。これは、糸魚川 - 静岡構造線断層帯の深部延長の可能性があり、重要な知見となった。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計1件)

Arai, R., Iwasaki, T., Sato, H., Abe, S. and Hirata, N., 2009. Collision and subduction structure of the Izu-Bonin arc, central Japan, revealed by refraction/wide-angle reflection analysis, Tectonophysics, TECTO-124627 (in press), 査読有り。

〔学会発表〕(計3件)

Arai, T., Iwasaki, T and others, 2008. Collision and subduction structure of the Izu-Bonin Arc, central Japan, 2008/6/10, Saariselka, Finland

Iwasaki, T. et al. Geometry of active fault systems developed along Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, Central Japan, from recent seismic reflection surveys, 13-th International Symposium on Deep Seismic Profiling of the Continents and Their Margins, 2008/6/10, Saariselka, Finland .

Arai, R., Iwasaki, T. and others, 2008. Relationship between crustal structure and seismicity beneath the northwestern part of the Kanto Plain, Central Japan, 7-th General Assembly of Asian Seismological Commission and the 2008 Fall Meeting of Seismological Society of Japan, 2008/11/27, Tsukuba, Japan

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況 (計0件)

取得状況 (計0件)

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩崎 貴哉 (Iwasaki Takaya)
東京大学・地震研究所・教授
研究者番号：70151719

(2) 研究分担者 無し。

(3) 連携研究者 無し

様式 C -19 (記入例)

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 年 月 日現在

研究種目：基盤研究 (A)
研究期間：2004 ~ 2007
課題番号：16000000
研究課題名 (和文) に関する研究

研究課題名 (英文) AAAAAAAAAAAAA

研究代表者
学振 太郎 (GAKUSHIN TARO)
大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：

研究成果の概要：

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2004年度	10,000,000	3,000,000	13,000,000
2005年度	10,000,000	3,000,000	13,000,000
2006年度	10,000,000	3,000,000	13,000,000
2007年度	10,000,000	3,000,000	13,000,000
年度			
総計	40,000,000	12,000,000	52,000,000

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：

1. 研究開始当初の背景

(1)

(2)

2. 研究の目的

(1)

(2)

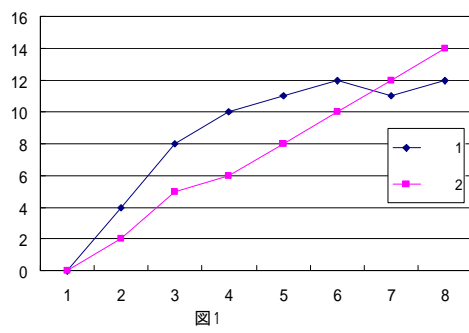
3. 研究の方法

(1)

(2)

4. 研究成果

(1)

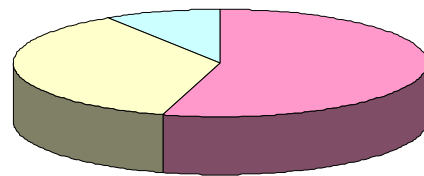


(2)

(3)

(4)

(5)



(6)

(7)

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計10件)

学振太郎、半蔵門一郎、学振花子、論文名、掲載誌名、巻、最初と最後の頁、発表年(西暦)、査読の有無

学振太郎、論文名、掲載誌名、巻、最初と最後の頁、発表年(西暦)、査読の有無

学振花子、論文名、掲載誌名、巻、最初と最後の頁、発表年(西暦)、査読の有無

〔学会発表〕(計5件)

〔図書〕(計2件)

〔産業財産権〕
出願状況（計 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
<http://>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

学振 太郎 (GAKUSHIN TARO)
大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：

(2) 研究分担者

学振 花子 (GAKUSHIN HANAKO)
大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：

学振 次郎 (GAKUSHIN JIRO)
大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：

学振 三郎 (GAKUSHIN SABURO)
大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：

(3) 連携研究者

学振 四郎 (GAKUSHIN SHIRO)
大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：