

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

### 3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務題目

「より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究」

（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

##### (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	教授	金沢敏彦	kanazawa@eri.u-tokyo.ac.jp
	助教授	塩原 肇	shio@eri.u-tokyo.ac.jp
	助教授	篠原雅尚	mshino@eri.u-tokyo.ac.jp
	助手	酒井慎一	coco@eri.u-tokyo.ac.jp
	助手	望月公廣	kimi@eri.u-tokyo.ac.jp
	助手	山田知朗	yamada@eri.u-tokyo.ac.jp

##### (c) 業務の目的

東南海・南海地震の想定震源域および周辺における正確な地震活動の把握を目的とする。対象領域は地震活動度が低いため、長期にわたる地震観測を実施し、十分な数の微小地震を観測する必要がある。また、観測網の展開については、海・陸の観測網が連携する形で、地震活動度の相対的に高い領域から順次観測網を高密度(観測点間隔約 20km)に配置する。

また、上記観測により得られたデータを詳細に解析することにより、東南海・南海地震に関する予測精度の向上に資することも目的とする。

##### (d) 5 ヶ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

東南海・南海地震の想定震源域およびその周辺においては、地震活動が低いことを考慮し、自己浮上式海底地震計を用いて、長期にわたる地震観測を繰り返して実施し、十分な数の微小地震を観測する。なお、観測網の配置にあたっては、事前に関係機関等との調整を行う。

###### 1) 平成 15 年度

東南海・南海地震の想定震源域及び周辺において、十分な数の微小地震を観測するため、長期にわたる地震観測を開始した。観測準備として、1 年間以上観測可能な長期観測型海底地震計 9 台の整備・組み立てを東京大学地震研究所で実施したほか、音響通信制御装置、GPS 時計制御システム、海底地震観測用 GPS 測位システム等の船上作業支援装置及び海底地震計データ再生装置についても構築・整備を行った。長期観測型海底地震計の海底設置に先立ち、関係機関等（者）との調整を行い、海底地震計配置を決定した。平成 15 年度は計画の 1 年次目であることから、東南海地震及び南海地震それぞれの想定震源域の境界域にあたる紀伊半島南沖から観測を開始することとして、9 台の自己

浮上式長期観測型海底地震計を設置した。観測網を構築した紀伊半島沖は、想定震源域において地震活動度の相対的に高い領域である。観測された地震の震源を精度良く求めるためには、設置した海底地震計下の地殻構造、特に最も浅い部分の速度の遅い堆積層の地震波速度構造を知ることが必要である。この構造を求めるために、25 リットルの容量をもつエアガンを発震し、シングル・チャンネル・ハイドロホン・ストリーマーを用いた反射法地震調査、およびこの発震を海底地震計でも記録することによる屈折法地震調査を行った。また、海・陸データの併合処理のために、陸域地震観測データ収録システムの構築をし、東南海・南海域陸上地震観測点からの地震観測データの収録を開始した。

#### 2) 平成16年度

長期観測型海底地震計を新規整備したほか、長期観測型海底地震計の記録処理システムを新規整備した。回収した海底地震計の再設置に向けた整備等も実施した。用船および大型ヘリコプターにより、平成15年度に観測を開始した地震観測点9点の海底地震計を入れ替えるとともに、新規整備した長期観測型海底地震計を海底設置して新たに14観測点で観測を開始した。これらの設置・回収作業の実施により、想定震源域の内、紀伊半島南東沖から四国東部沖にかける領域の地震活動を、約20kmから25km間隔に配置された23観測点からなる海底地震観測網で観測する体制ができた。長期観測型海底地震計の設置・回収作業にあたっては、事前に関係機関等（者）との連絡調整を行った。海陸データの併合処理のため、陸域観測網による地震データの集積を継続した。さらに、平成16年9月5日に想定震源域周辺部で発生した2004年紀伊半島南東沖の地震に際しては、余震域で自己浮上式海底地震計5台による緊急観測を実施した。海陸データを併合処理して、想定震源域の主に紀伊半島南沖の地震活動について、より正確な震源分布を明らかにした他、2004年紀伊半島南東沖の地震の正確な余震分布を明らかにした。

#### 3) 平成17年度

地震記録処理システムを新規整備した。回収した長期観測型海底地震計の再設置に向けた整備等を実施した。平成16年度に観測を開始した地震観測点の長期観測型海底地震計を入れ替えて、東南海・南海地震の境界域および紀伊水道において、約20kmから25km間隔に配置した23観測点での長期地震観測を継続した。長期観測型海底地震計の設置・回収作業にあたっては、事前に関係機関等（者）との連絡調整を行った。海陸データの併合処理のため、陸域観測網による地震データの集積を継続した。海陸データを併合処理してほぼ2年弱の期間の地震活動について解析を実施し、想定震源域の境界である紀伊半島と南海トラフの間の領域および紀伊水道下の南海地震震源域におけるより正確な震源分布を明らかにした。南海トラフから紀伊半島の下に沈み込むフィリピン海プレートの境界形状に沿うように、プレートの上層マントルで微小地震が発生している。震源の深さは気象庁一元化震源と比較しておおよそ20kmほど浅い。また、トラフ軸周辺で地震活動が高いことも明らかとなった。

#### 4) 平成18年度

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

東南海・南海地震の想定震源域および周辺に設置した海底地震計を回収し、海・陸の地震データを解析して、より正確な地震活動の把握をすすめるとともに、引き続き観測を行う。

5) 平成19年度

東南海・南海地震の想定震源域および周辺に設置した海底地震計を回収し、海・陸の地震データを解析して、より正確な地震活動の把握をすすめるとともに、引き続き観測を行う。東南海・南海地震に関する海底地震観測研究は、最終年度にあたるため、年度内に全観測点を回収して、本観測研究の総まとめを行う。

(e) 平成18年度業務目的

紀伊半島南東沖から四国東部沖にかけて前年度に設置した23台の海底地震計を回収し、海・陸の地震データから、想定震源域およびその周辺における、より正確な地震活動の把握をすすめる。また、海底地震計を25台再設置して引き続き観測を行う。詳細なプレート境界の形状の把握、及び地殻構造と地震活動の対比等（国立大学法人九州大学）について解析を行う。設置にあたっては、事前に関係機関等との調整を行う。陸域地震観測網による地震データの集積をすすめる。

## (2) 平成18年度の成果

### (a) 業務の要約

平成16年度に観測を開始し、平成17年度に継続した地震観測点23点による海底観測網は、約20kmから25km間隔に観測点を配置しており、東南海地震及び南海地震の想定震源域の内、紀伊半島南東沖から四国東部沖にかける領域の地震活動を正確に把握することを目的としている。平成18年度は、引き続きこの領域の地震活動データを蓄積するため、観測を継続することとし、さらに新規に2台の長期観測型海底地震計を整備し、紀伊半島沖の東南海地震・南海地震震源域境界域のトラフ軸付近まで観測域を拡大した。海底地震計の入れ替え作業を用船および大型ヘリコプターを用いて実施した。回収した海底地震計の再設置に向けた整備等は国立大学法人東京大学地震研究所で実施した。平成19年度の夏頃までこの観測網で観測を継続する。長期観測型海底地震計の設置・回収作業にあたっては、事前に関係機関等（者）との連絡調整を行った。海陸データの併合処理のため、陸域観測網による地震データの集積を進めた。長期観測型海底地震計の記録処理システムを増設及び新規整備した。さらに、回収した長期観測型海底地震計データを陸域地震データに併合して処理し、紀伊半島南東沖から四国東部沖における地震活動の正確な把握を進めた。

### (b) 業務の実施方法

#### 1) 観測点配置に関する調整

陸域における既設の高感度地震観測網（陸域観測網）に接続する形で、東南海・南海地震の想定震源域とその周辺に長期観測型海底地震計を設置するにあたり、本業務による前年度までの成果等を考慮にいれて観測点配置の調整を行うと共に、事前に関係機関等との調整を行った。本年度は、新規整備の2台の長期観測型海底地震計を加え、これまでの本業務の成果や、2004年紀伊半島南東沖の地震の発生を考慮し、紀伊半島沖の東南海地震・南海地震震源域境界域のトラフ軸付近まで観測域を拡大することとした。海底地震計の設置・回収作業にあたっては、平成15年度に調整した現地関係機関（者）等との連絡体制に基づき、作業概要等の連絡調整を実施したほか、海上保安庁への海上作業届を提出した。

#### 2) 長期観測型海底地震計等の整備

新規購入した海底地震計の整備・組み立ておよび回収した海底地震計の再設置に向けた動作確認と組み立て等の整備・組み立てを、国立大学法人東京大学地震研究所で実施した。また、設置（回収）作業支援装置である音響通信制御装置、GPS 時計制御システム、海底地震観測用 GPS 測位システム等についても動作試験等を行い総合的な整備を国立大学法人東京大学地震研究所で実施した。

#### 3) 長期観測型海底地震計の設置・回収

前年度に東南海・南海地震の想定震源域とその周辺に設置した長期観測型海底地震計23台を平成18年7月6日から9日にかけて、東京大学用船の新日本海事株式会社所属

「新世丸」により、回収した。また、同じ航海で、LS01 から LS10、LS12、LS14、LS18、LS36 の 14 台の長期観測型海底地震計の設置を行った。回収した海底地震計の整備を行った後、大型ヘリコプターにより、平成 18 年 8 月 3 日及び 4 日に、11 観測点の設置を行った。この設置により、25 観測点の海底地震観測網が完成し、観測を継続した。

#### 4) 浅部構造のデータ収集・解析

長期観測型海底地震計直下の浅部構造データの収集のため、平成 15 年度および平成 17 年度にエアガン発震を行っている。平成 18 年度は、6 月 22 日から 23 日にかけて、独立行政法人海洋研究開発機構「かいいい」により、LS18 と LS14 を結ぶ測線上にて、GI ガン 2 基による発震を行った。また、7 月に実施した海底地震計の回収・再設置後、LS10 と LS36 を結ぶ測線上でエアガン発震を行った。これまでに回収した海底地震計の記録からエアガン記録を抽出し、浅部構造の推定を行った。これらの構造情報を利用して高精度な震源決定を行った。

#### 5) 陸域観測網による地震データの収集

海域・陸域地震観測データの併合処理のために、東南海・南海地域にある陸上地震観測点のデータを、大容量ディスク装置にリアルタイム連続収録した。

#### 6) 海陸データ統合解析

長期観測型海底地震計の記録処理システムを増設及び新規整備した。これまで得られた海底地震観測データを陸域観測データと併合処理し、震源決定を実施した。震央近くの海底地震計データのみを使うことによって高精度な震源を得るとともに、気象庁一元化震源リストに含まれない多数の微小地震についても震源を得た。紀伊半島沖から紀伊水道にかけての領域のより詳細なプレート境界の形状の把握を進めた。

#### 7) 総合的な地震活動解析

独立行政法人海洋研究開発機構により調査が進められている地殻構造調査の結果と長期海底地震観測による震源分布とを対比して、より正確な地震活動の把握をすすめた。また、震源を決定する際に、独立行政法人海洋研究開発機構により調査が進められている地殻構造調査の結果から得られる、より精緻な地震波速度構造を用いるための手法の検討をすすめた。

#### 8) 観測データの流通・公開

地震調査研究推進本部調査観測計画部会調査観測データ流通・公開推進専門委員会において定める方針に従って流通公開を行うため、東南海・南海地震想定震源域において長期観測型海底地震計が記録した地震波形について、平成 16 年度に回収した地震波形から気象庁一元化震源リストに対応する波形データベースを作成し、DVD ディスクに保存して流通・公開の準備をすすめた。

#### 9) 運営委員会等の設置・開催

調査研究を効率的に推進するため、「東南海・南海地震等海溝型地震調査研究運営委員会（事務局は国立大学法人東京大学地震研究所）」を平成 18 年 9 月 4 日及び平成 19 年 3 月 20 日の二回開催した。

### (c) 業務の成果

#### 1) 長期海底地震観測によるより正確な震源位置の決定及び震源分布と構造の比較

南海トラフ沿いでは、ほぼ 100 年周期でマグニチュード 8 クラスの地震が繰り返して発生してきていることが歴史記録からわかってきている（図 1、Mochizuki and Obana, 2003<sup>9)</sup>による）。最近の活動である 1944 年と 1946 年の地震では、地震学的データにより、震源域の推定が行われている（例えば、Kanamori, 1972<sup>6)</sup>, Ishibashi, 1981<sup>3)</sup>）。さらに測地学的な研究により、現在は震源域がほぼ固着していることが推定されている（例えば、Mazzotti et al., 2000<sup>7)</sup>）。一方、陸上からの地震観測、および室戸沖における海底地震計を用いた地震観測（例えば Obana et al., 2003<sup>11)</sup>）から、微小地震も含めて、南海トラフでの微小地震活動が非常に低いことが、これまでの短期間の微小地震観測（例えば Obana et al., 2003<sup>11)</sup>）や、本研究計画の平成 17 年度までの成果からわかっている。また、これまでに実施された短期間の海底地震観測により、南海地震・東南海地震の震源域では、微小地震が沈み込むフィリピン海プレート内で発生していることが示唆されている（図 2）。さらに南海トラフ沿いのうち、紀伊半島沖には、例えば 1944 年東南海地震と 1946 年南海地震の破壊域境界であったように、セグメントの境界が存在すると考えられている。

南海トラフ沿いの巨大地震発生のメカニズムを明らかにする上で、南海トラフにおける定常的な地震活動を把握することが重要であるが、発生する地震が少ないために、従来型の海底地震計を用いた短期間の地震観測からは、その地震活動特性を明らかにすることは難しかった。そこで、国立大学法人東京大学地震研究所が開発した 1 年間連続観測可能な海底地震計である長期観測型海底地震計を用いて、長期間の観測を行った。平成 15 年度から平成 16 年度にかけての観測は、南海トラフ沿いの巨大地震発生を考える上で重要なセグメント境界と考えられる紀伊半島沖で観測を行った。平成 16 年度から平成 18 年度にかけては、設置する海底地震計の台数を増し、より広い範囲での観測を行った（図 3）。

平成 18 年度は、平成 18 年度航海で回収された 23 台の長期観測型海底地震計のデータを用いて（表 1 および表 2）、紀伊半島南東沖から紀伊水道にかけての正確な震源位置の推定を行った。また平成 18 年度航海では、長期観測型海底地震計 2 台を新たに追加整備し、総数 25 台の海底地震計の設置を行った（表 3）。これら 25 台の観測点配置については、平成 17 年度までの観測によりトラフ軸近傍での地震活動が活発であることが明らかになったこと、及び地震発生領域上限およびトラフ軸周辺域における地震活動の震源の深さを精度良く求めることの重要性の 2 点を考慮して、紀伊半島沖から四国南東沖にかけて海溝軸までの領域を覆うように観測点を配置した（図 4）。平成 17 年度に設置された長期観測型海底地震計を回収する前の平成 18 年 6 月 22 日から 23 日にかけて、独立行政法人海洋研究開発機構の調査船「かいらい」により、観測点 LS14 と LS18 を通る直

線に沿って、エアガン人工震源による構造調査を行った（図5）。この後、東京大学地震研究所が備船した新日本海事株式会社所有の「新成丸」によって、平成18年7月5日から9日にかけて長期観測型海底地震計全点の回収を実施した。各観測点における回収までの観測期間は、LS001～LS10は平成17年8月3日、4日からの11カ月間、LS11～LS18は平成17年7月9日からの12カ月間、LS19～LS23は平成17年6月8日の13カ月間となった（表1および表2）。調査船「かいらい」で行われたエアガン発震によって海底設置位置決定が可能な観測点LS14とLS18を除いた全観測点について、回収航海時に、音響測距による精密な海底観測点位置決定を実施した。船位はディファレンシャルGPSを用いて決定した。さらに、LS001～LS10、LS12、LS14、LS18およびLS36の14観測点については、この回収航海時に再設置作業を行い、再設置終了後にはLS10とLS36を結ぶ測線において、エアガン人工震源による構造調査を行った（図4）。この「新世丸」航海で設置できなかった観測点LS11、LS13、LS15、LS16、LS19、LS32～LS35、LS37、LS38については、平成18年8月3日、4日に、朝日航洋株式会社の大型ヘリコプターを用いて設置作業を実施した。これまでの観測期間について、図6にまとめた。

解析の第一段階として、気象庁の震源リスト（一元化震源リスト）に基づき、平成17年7月から平成18年2月までに発生した地震について、海底地震記録による震源再決定を実施した。さらに、長期観測型海底地震計観測網で決定された震源位置との比較を行うことで、一元化震源の決定精度に関する検討を行った。回収された長期観測型海底地震計のデータは時刻校正を行った後、一元化震源リストに従って、イベントごとのデータを切り出し、P波およびS波の到達時刻の読み取りを行った。読み取りに際しては、陸上観測点のデータも使用した（図7）。解析の第二段階として、定常的な地震活動をより詳細に把握するために、一元化震源リストに含まれていないより微小な地震について平成17年7月から9月までの3ヶ月間にわたる長期観測型海底地震計連続記録からの直接確認を行い、P波およびS波の到達時刻の読み取りを行った。以下に、これらの解析について述べる。

四国南東沖から紀伊半島沖にかけての南海トラフ沿いでは、これまでの人工震源を用いた構造調査から、海溝軸陸側斜面下における堆積物構造内の不均質性が大きいことが明らかとなっている（例えば西坂，1997<sup>10</sup>）；Mochizuki et al., 1998<sup>9</sup>）。したがって震源位置の決定精度をあげるためには、この不均質性を考慮した震源決定を行わなければならない。本解析における震源決定では、それぞれの観測点における速度構造が一次元構造で代表されると仮定して行った。構造の不均質性は、個々の観測点における地震波到達時刻に対して、補正値を適用することで対処することとした（Hirata and Matsu'ura, 1987<sup>2</sup>）。各観測点における一次元速度構造を決定するために、観測点を結んだ調査測線にわたってエアガン人工震源による発震を行っている（図4）。計画初年度である平成15年12月の設置時には、LS12～LS17までを結ぶ測線において調査を行った（図8）。この発震は海底地震計で記録され、距離 - 時間軸断面を作成し（図1-） - Pマッピング法（Shinohara et al., 1994<sup>14</sup>）および - Sum インバージョン法（Diebold and Stoffa, 1981<sup>11</sup>）によって浅部一次元速度構造を求めた（図10）。平成16年度はLS01～LS09を結ぶ測線で調査を行っている（図11）。この調査における各観測点の距離 - 時間軸断面を

作成し（図 12）、同様に浅部一次元速度構造を求めた（図 13）。平成 18 年度では、先に記述した調査船「かきれい」による構造調査（図 4）のデータを解析することによって、LS14 と LS18 直下の浅部一次元速度構造を求めた（図 14）。これより深い構造については、過去に本海域で行われた人工地震構造調査（図 15）の結果を参照して決定した（図 16）。

観測領域全域にわたる地震に対して観測点ごとにそれぞれ一定の補正値を仮に使用するとすれば、全領域の平均的な構造に対する補正を施したことにすぎない。本観測海域のように不均質性の大きい構造に対して補正を行うに当たっては、全領域を不均質性の波長に応じたいくつかの区域に分割し、各観測点について区域ごとの補正値を求める必要がある。本解析では、特に震源の深さを精度よく決定することを目的として、観測点から半径 35km の円で囲まれる領域（図 15）を一区域とし（全 23 区域）、この区域内で発生した地震に対しては各観測点において一定の補正値を適用することとした。補正値の求め方は、Shinohara et al. (2004)<sup>15)</sup>の方法に従った。すなわち、一区域内で発生した地震について、直下の一次元速度構造（図 10、図 13、図 14）から推定される補正値をその初期値として震源決定を行い、走時残差の平均を求める。この値にさらに補正値を加えることによって残差の縮小を図り、震源の再決定を行って平均走時残差を求める。この操作を繰り返すことによって走時残差を減少させ、最小となったものを最終的な補正値とした。

平成 17 年 7 月から平成 18 年 2 月までの一元化震源リストに記載の地震のうち、長期観測型海底地震計観測網で到達時刻が確認できた地震について、震源決定を行った。各観測点からの半径 35km 区域内（図 15）で発生した地震総数 354 個のうち、震源決定された地震数は 340 個であった。これらの地震の震央分布を図 17 に示す。また図 18 及び図 19 では、本解析によって決定された震源と気象庁一元化震源の位置の比較を示した。本解析で決定された震源の位置を丸印で示し、震源の深さを色で表わしている。また、その震源から引かれている実線の他方の端点が気象庁一元化震源の位置である。紀伊半島と四国に挟まれた紀伊水道内で最も陸側に近い地震については、陸上の観測網がそれを囲むように存在するために、もともとの一元化震源が十分な精度をもって決定されているため、その位置はほとんど変化しない。震央が海側に行くにしたがって、本解析により再決定された位置は一元化震源より海側にシフトし、若干浅くなる。また深さ 10km 程度の上盤側地殻内で発生したと考えられる地震の震源がより浅く決定され、それよりも深いプレート境界あるいは沈み込むプレート内で発生したと考えられる地震の震源との分離がより明確になった。震央がさらにトラフ軸に近づくと、震源はさらに浅く、震央は海溝軸直行方向海側に移動し、トラフ軸近辺に決定される。これらのトラフ軸近辺の地震は、沈み込むプレート内で発生した地震と考えることができる。

平成 17 年 7 月から 9 月までの長期観測型海底地震計観測連続記録より、気象庁一元化震源には記載されていない 888 個の微小地震を確認した。このうち各観測点を中心とした半径 35km の円で囲まれた領域で発生した地震は 377 個であった。そのうち 374 個の地震について、震源を決定することができた。さらに、これらの地震のうち、決定誤差が 5km 以内のもの 340 個について、震源分布および誤差楕円を図 20 及び図 21 に示した。一元化震源に記載されないようなより微小な地震についても、長期観測型海底地震計観



測網によって精度良く震源を決定していることがわかる。断面図上では、震源の深さが特にプレート境界近辺に集中することはなく、沈み込むプレート内でも深さ方向に広く分布することが見られる（図 21）。気象庁一元化震源の本解析による再決定震源と、長期観測型海底地震計観測網で観測されたより微小な地震の震源を併せて、図 22 に示す。紀伊半島潮岬沖にある潮岬海底谷を境界として、地震活動の明瞭なコントラストが存在している。海底谷の西側では潮岬から海溝軸へと連なる地震活動が見られているのに対して、そのすぐ東側には全く見られない。本海域に沈み込むフィリピン海プレートには、潮岬海底谷を境界として、地殻の厚さに差異が存在することが明らかとなっている（例えば Mochizuki et al., 1998<sup>8)</sup>）。この地震活動は、こうした地殻構造の不均質性に対応するものかもしれない。図 23 は、これまでに本海域で行われた人工地震地殻構造調査（図 15）で得られたトラフ軸に直行する断面図に、本解析で決定された震源をプロットしたものである。プレート境界の近傍で発生している地震の活動は活発ではなく、沈み込むプレートおよび上盤側地殻内部での地震活動が活発であることがわかる。特に沈み込むプレートでは、モホ面より下のマントル内において活発に地震が発生しており、この活動がトラフ軸まで続いていることがわかる。独立行政法人海洋研究開発機構によって潮岬沖で行われた、トラフ軸に平行な測線を持つ人工地震地殻構造調査で明らかとなった 2 次元 P 波速度構造に対して、測線を中心とした幅 20km 以内で発生した地震の本解析による震源をプロットした（図 24）。プレート境界近傍での地震は活発ではなく、震源は深さ方向に 10km 以上の幅をもって、沈み込むプレートのマントル内にも存在することが明らかである。特に明確な構造との相関を見ることはできないが、潮岬沖での構造不均質下周辺での活動が、他の場所と比べて活発であることがわかる。

## 2) 紀伊半島南東沖地震の震源域近傍で観測された継続時間の長い振動

2004 年 9 月 5 日に発生した紀伊半島南東沖の地震後に余震域直上に設置した短期観測型の自己浮上式海底地震計（海底地震計のセンサーの固有周期は 4.5Hz）では、継続時間の長い波群のイベントを捉えていた（図 25 及び図 26）。この地域は、東南海地震の想定震源域のすぐ海溝側で、南海トラフ軸の直上である。

海底地震計に記録されていた波群の特徴をあげると、継続時間が長い（数十秒～数分）波群のイベントであること、同一イベントに対して観測点ごとに観測される波群の振幅に違いがあること、イベントごとに観測振幅の大きな観測点の場所が異なりいつも同じ観測点の振幅が大きくなるわけではないこと、みかけの伝播速度が一定ではないこと、卓越周期は 1～8Hz くらいであること、陸上広帯域地震観測点で見られる超長周期地震動と対応した振動があること、等の特徴がある。Ishihara(2003)<sup>4)</sup>や Obara and Ito(2005)<sup>12)</sup>などにより、この地域では、超長周期地震波 (VLFE) の発生が確認されていて、VLFE は陸側斜面堆積層内の低角断層のすべりによるものと解釈されている。しかしながら、海底地震計に記録されたこの特徴的な継続時間の長い波群の成因については、堆積層内の断層すべりのほかに、プレート境界面での断層すべり、本震等の地震断層でのすべり、地震動によって堆積層で励起された表面波、海底での土石流、海流の変化、船舶の航行なども考えることができる。フィリピン海プレートのプレート境界における固着域の深部

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

延長では、ゆっくりすべりや低周波微動が観測されているが、浅部延長で何が起きているのかはまだよくわかっていない。海底地震記録に見つけられた特異な現象が、プレート境界での運動に起因するのかなど、今後も解析を進める必要がある。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

表1 平成17年度に設置した長期観測型海底地震計の投入位置及び海底推定位置

観測点名	設置日時位置					
	年月日-時分	緯度	経度	水深	切離コード	記録開始
LS01	05/08/02-14:41:20	33 - 09.458	134 - 32.565	N/A	655	05/08/03 00:00
LS02	05/08/02-14:30:40	33 - 20.000	134 - 36.988	N/A	646	05/08/03 00:00
LS03	05/08/02-14:18:30	33 - 30.251	134 - 45.820	N/A	647	05/08/03 00:00
LS04	05/08/02-14:52:00	33 - 08.766	134 - 52.456	N/A	642	05/08/03 00:00
LS05	05/08/02-15:07:25	33 - 22.015	134 - 56.021	N/A	649	05/08/03 00:00
LS06	05/08/02-04:03:25	33 - 31.721	135 - 08.795	N/A	661	05/08/03 00:00
LS07	05/08/03-09:41:06	32 - 58.546	135 - 00.016	N/A	664	05/08/04 00:00
LS08	05/08/03-09:30:04	33 - 12.015	135 - 07.019	N/A	663	05/08/04 00:00
LS09	05/08/03-09:19:15	33 - 21.335	135 - 18.285	N/A	650	05/08/04 00:00
LS10	05/08/03-09:56:08	33 - 07.172	135 - 19.916	N/A	622	05/08/04 00:00
LS11	05/07/07-00:45:29	33 - 17.079	135 - 34.990	1583	698	05/07/09 00:00
LS12	05/07/07-03:57:27	33 - 05.909	135 - 43.026	2707	621	05/07/09 00:00
LS13	05/07/07-18:43:45	33 - 15.950	135 - 47.182	1762	624	05/07/09 00:00
LS14	05/07/07-10:17:00	32 - 53.687	135 - 49.726	3450	656	05/07/09 00:00
LS15	05/07/07-16:03:49	33 - 06.349	135 - 57.241	2244	654	05/07/09 00:00
LS16	05/07/07-21:08:03	33 - 16.988	136 - 03.00	1804	659	05/07/09 00:00
LS17	05/07/07-23:42:43	33 - 30.002	136 - 07.010	1476	697	05/07/09 00:00
LS18	05/07/07-13:01:18	32 - 54.392	136 - 05.854	3715	692	05/07/09 00:00
LS19	05/06/08-07:54	33 - 06.974	136 - 12.977	2311	684	05/06/08 10:00
LS20	05/06/08-10:14	33 - 18.792	136 - 15.289	1837	690	05/06/08 12:00
LS21	05/06/08-15:01	33 - 40.398	136 - 14.854	1865	689	05/06/08 17:00
LS22	05/06/08-12:50	33 - 30.869	136 - 24.363	2048	691	05/06/08 15:00
LS23	05/06/08-17:37	33 - 50.614	136 - 24.357	1507	686	05/06/08 20:00

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

表 2 観測点再決定位置

観測点名	海底推定位置			回収日時
	緯度	経度	水深	
LS01	33 - 09.499	134 - 32.588	604	06/07/07-01:20
LS02	33 - 20.018	134 - 36.929	1347	06/07/06-23
LS03	33 - 30.297	134 - 45.860	702	06/07/06-20
LS04	33 - 08.786	134 - 52.527	742	06/07/07-04
LS05	33 - 21.995	134 - 55.997	1345	06/07/06-18
LS06	33 - 31.752	135 - 08.869	873	06/07/06-14:52:50
LS07	32 - 58.624	135 - 00.301	1864	06/07/07-08
LS08	33 - 12.073	135 - 07.097	1247	06/07/07-10
LS09	33 - 21.396	135 - 18.283	1566	06/07/09-11:58:00
LS10	33 - 07.192	135 - 20.109	1296	06/07/07-13:27:00
LS11	33 - 17.045	135 - 34.951	1569	06/07/07-19:35:31
LS12	33 - 05.854	135 - 42.948	2678	06/07/07-17
LS13	33 - 15.904	135 - 47.074	1587	06/07/07-21
LS14	32 - 53.661	135 - 49.927	3391	06/07/08-01
LS15	33 - 06.310	135 - 57.152	2219	06/07/05-13
LS16	33 - 16.999	136 - 02.868	1782	06/07/05-00:05:30
LS17	33 - 30.013	136 - 07.038	1460	06/07/04-17:50
LS18	32 - 54.493	136 - 06.016	3701	06/07/05-06
LS19	33 - 06.967	136 - 13.113	2273	06/07/05-02:52:00
LS20	33 - 18.817	136 - 15.120	1838	06/07/04-20:47:00
LS21	33 - 40.404	136 - 14.777	1840	06/07/04-12
LS22	33 - 30.917	136 - 24.305	2028	06/07/04-15:00:00
LS23	33 - 50.605	136 - 24.296	1487	06/07/04-09

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

表3 平成18年度に設置した長期観測型海底地震計の投入位置及び海底推定位置

観測点名	設置日時位置					
	年月日-時分	緯度	経度	水深	切離コード	記録開始
LS01	06/07/07-01:54:25	33 - 09.499	134 - 32.588	592	712	06/07/09 00:00
LS02	06/07/06-23:12:11	33 - 20.018	134 - 36.929	1377	706	06/07/09 00:00
LS03	06/07/06-20:32:22	33 - 30.297	134 - 45.860	700	611	06/07/09 00:00
LS04	06/07/07-04:43:40	33 - 08.786	134 - 52.527	752	707	06/07/09 00:00
LS05	06/07/09-18:23:10	33 - 21.995	134 - 55.997	1356	709	06/07/09 00:00
LS06	06/07/06-15:26:28	33 - 31.752	135 - 08.869	880	704	06/07/09 00:00
LS07	06/07/07-08:18:04	32 - 58.624	135 - 00.301	1910	703	06/07/09 00:00
LS08	06/07/07-10:55:12	33 - 12.073	135 - 07.097	1247	713	06/07/07 14:00
LS09	06/07/06-12:31:33	33 - 21.396	135 - 18.283	1556	705	06/07/06 15:00
LS10	06/07/07-13:54:28	33 - 07.192	135 - 20.109	1320	605	06/07/07 18:00
LS11	06/08/03-16:55:25	33 - 17.045	135 - 34.951	N/A	654	06/08/04 20:00
LS12	06/07/07-16:18:38	33 - 05.854	135 - 42.948	2735	711	06/07/07 21:00
LS13	06/08/03-17:04:14	33 - 15.904	135 - 47.074	N/A	655	06/08/04 20:00
LS14	06/07/07-00:45:20	32 - 53.661	135 - 49.927	3442	653	06/07/09 00:00
LS15	06/08/04-10:55:49	33 - 06.310	135 - 57.152	N/A	659	06/08/04 20:00
LS16	06/08/04-11:19:28	33 - 16.999	136 - 02.868	N/A	686	06/08/04-20:00
LS17	平成18年度は設置せず					
LS18	06/07/05-05:36:10	32 - 54.493	136 - 06.016	3712	710	06/07/05 12:00
LS19	06/08/04-11:05:53	33 - 06.967	136 - 13.113	N/A	661	06/08/04 20:00
LS32	06/08/03-15:10:59	32 - 55.980	134 - 36.000	N/A	624	06/08/04 20:00
LS33	06/08/03-15:22:54	32 - 45.000	134 - 43.980	N/A	650	06/08/04 20:00
LS34	06/08/03-15:37:16	32 - 40.980	135 - 03.000	N/A	663	06/08/04 20:00
LS35	06/08/03-15:48:24	32 - 49.980	135 - 16.980	N/A	646	06/08/04 20:00
LS36	06/07/08-03:59:00	32 - 55.980	135 - 30.000	2903	708	06/07/08 05:30
LS37	06/08/04-10:26:12	32 - 43.980	135 - 37.980	N/A	621	06/08/04 20:00
LS38	06/08/04-10:39:28	32 - 43.980	135 - 58.020	N/A	684	06/08/04 20:00

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

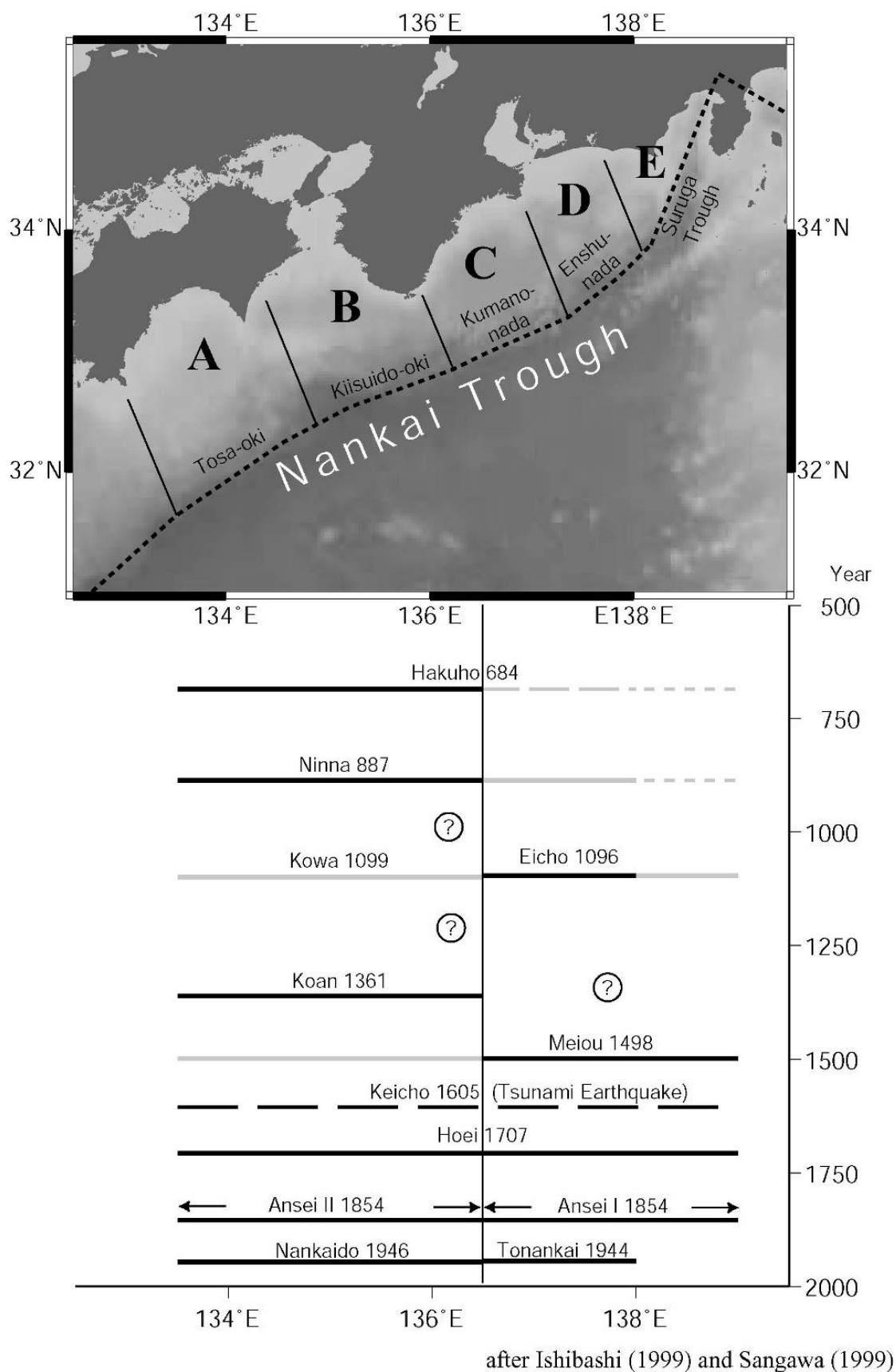


図1 南海トラフでの歴史地震（Mochizuki and Obana, 2003<sup>9)</sup>による）

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

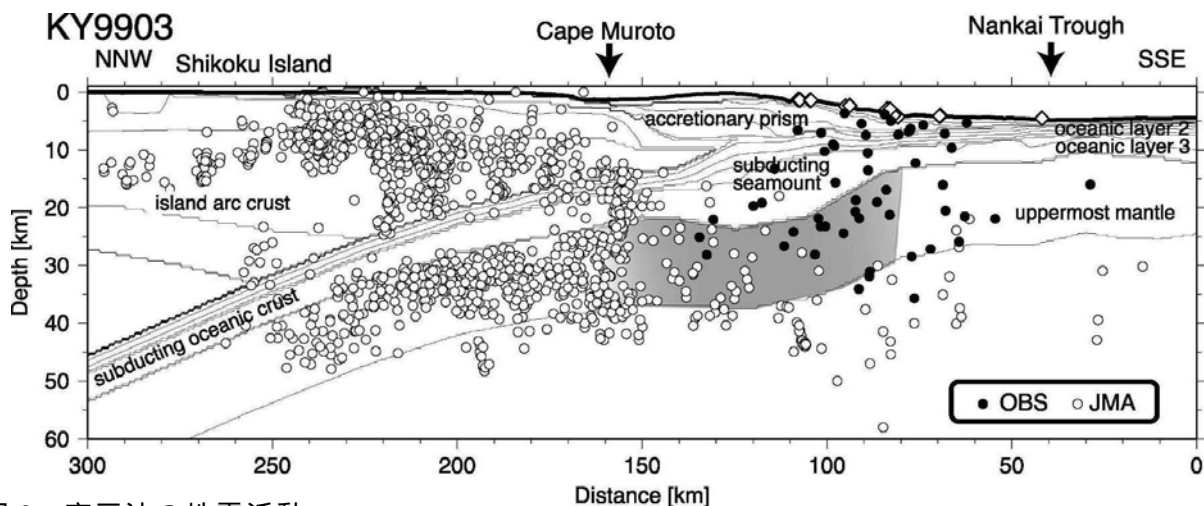


図2 室戸沖の地震活動

黒丸が海底地震計で観測された微小地震、白丸が陸上の観測点で観測された地震(気象庁による)

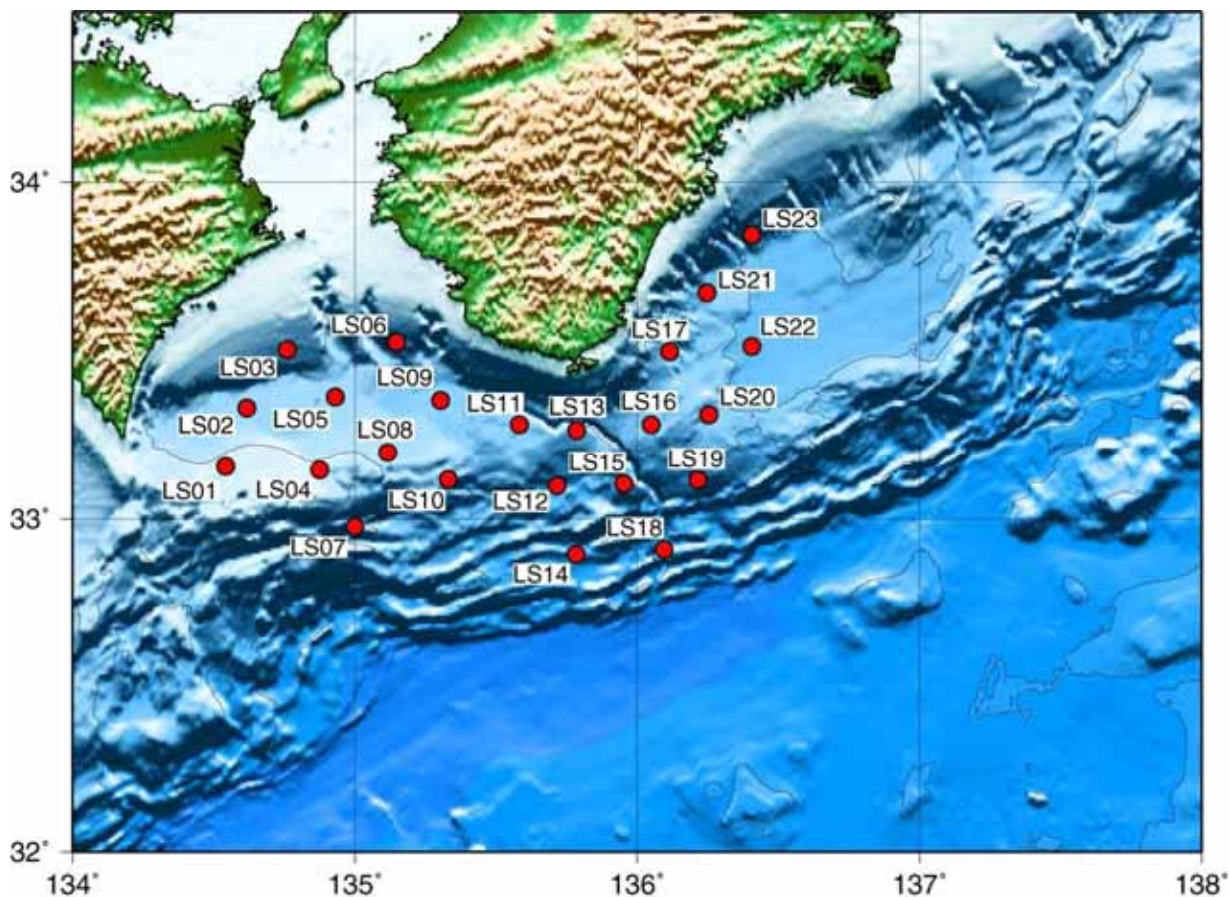


図3 平成17年度に長期観測型海底地震計を設置した観測点の配置  
赤丸が長期観測型海底地震計の位置を表す。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

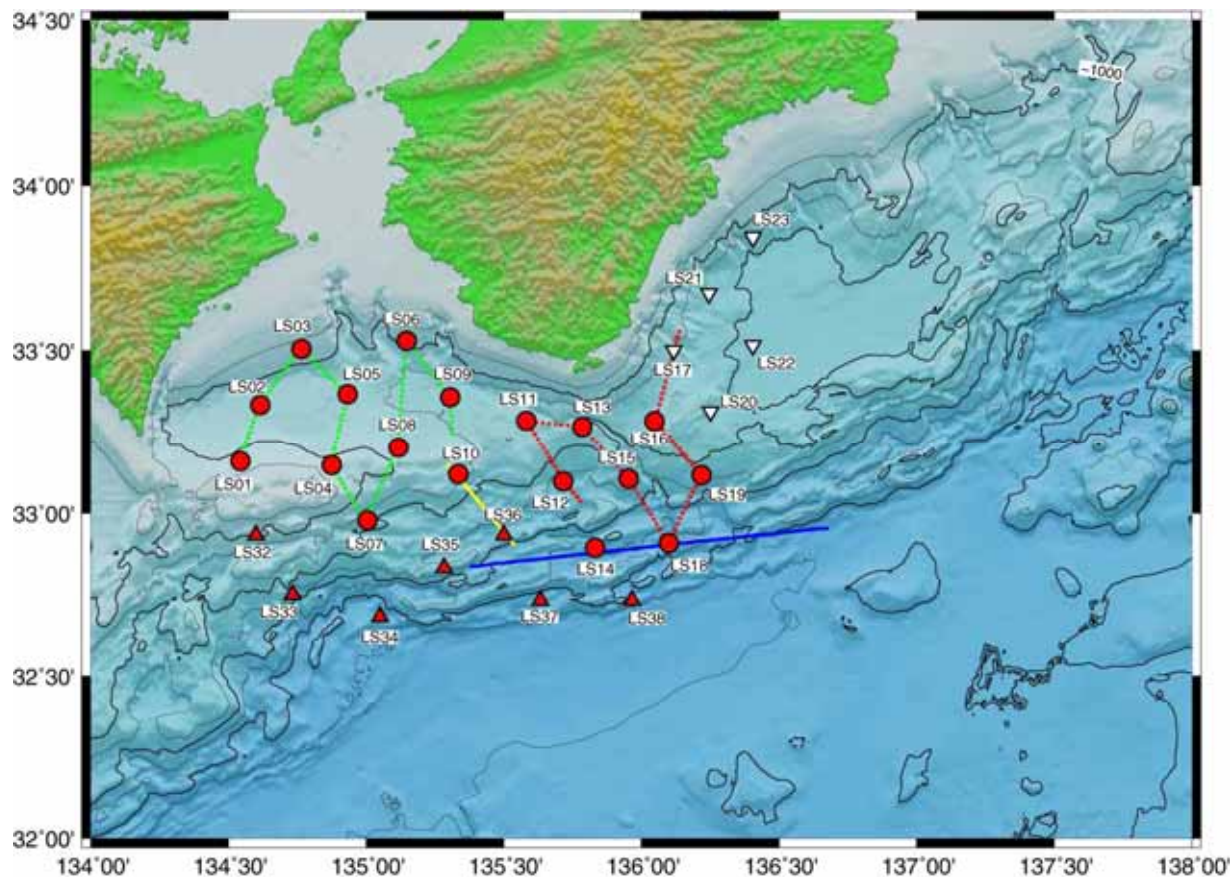


図4 平成18年度に長期観測型海底地震計を設置した観測点の配置および構造調査測線  
 赤丸は平成18年度も継続して長期観測型海底地震計を設置した観測点位置、赤三角は平成18年度に新設した長期観測型海底地震計観測点の位置を示す。白逆三角は、平成17年度設置の長期観測型海底地震計を回収して、その後は観測を中断している観測点の位置を示す。緑点線および赤点線は、平成17年度までに実施した人工震源による構造調査測線を示す。青実線および黄実線は、平成18年度に「かいいい」および「新世丸」によって実施した構造調査測線を示す。



3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

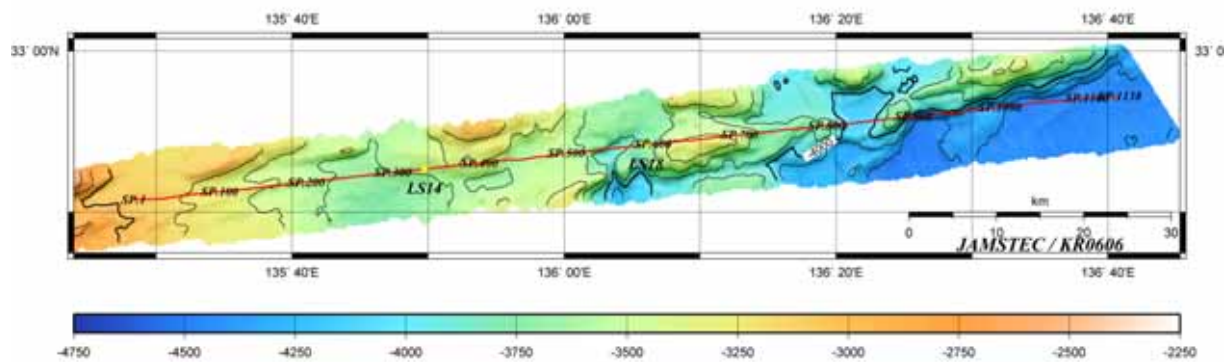
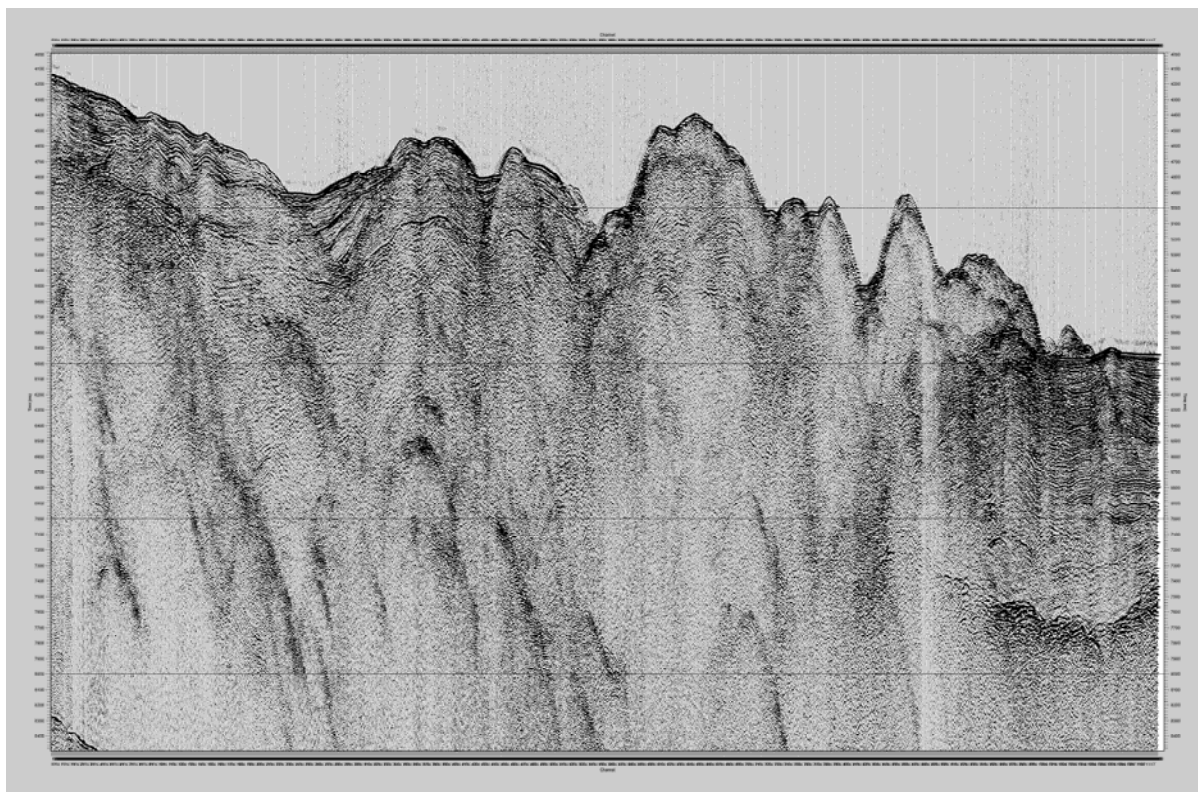


図 5 調査船「かいらい」による構造調査時に得られた浅部地殻構造反射断面図と測線下の海底地形図

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

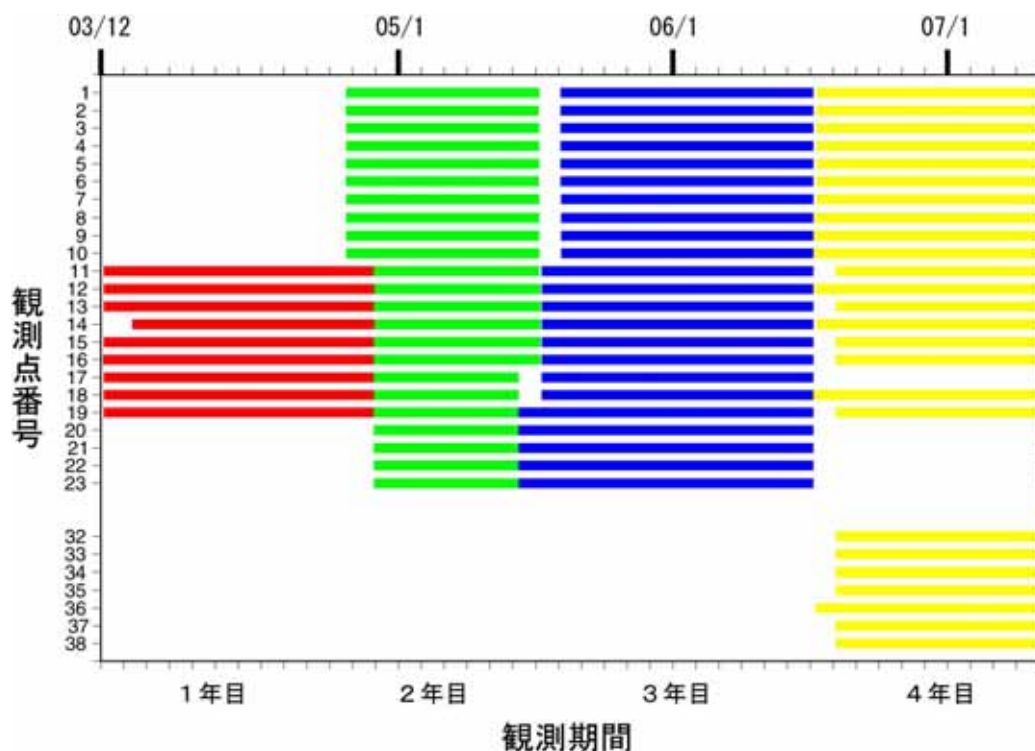


図6 各観測点における観測期間

長期観測型海底地震計を用いた観測は、平成15年度から現在までに、4回の設置作業と3回の回収作業を実施している。平成18年度の解析では青線で示される期間のデータを解析した。

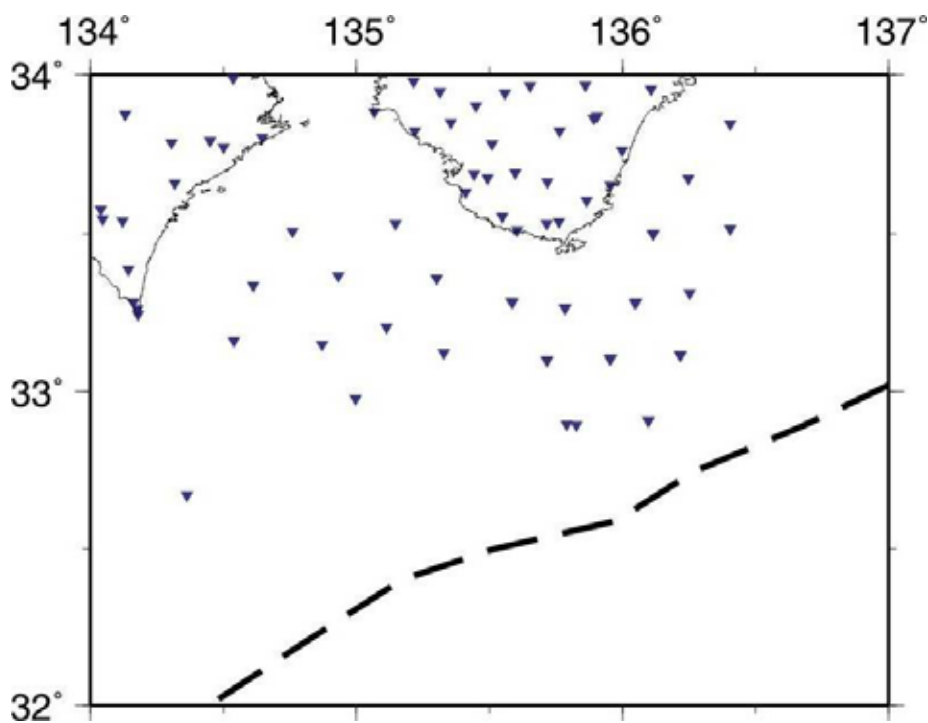
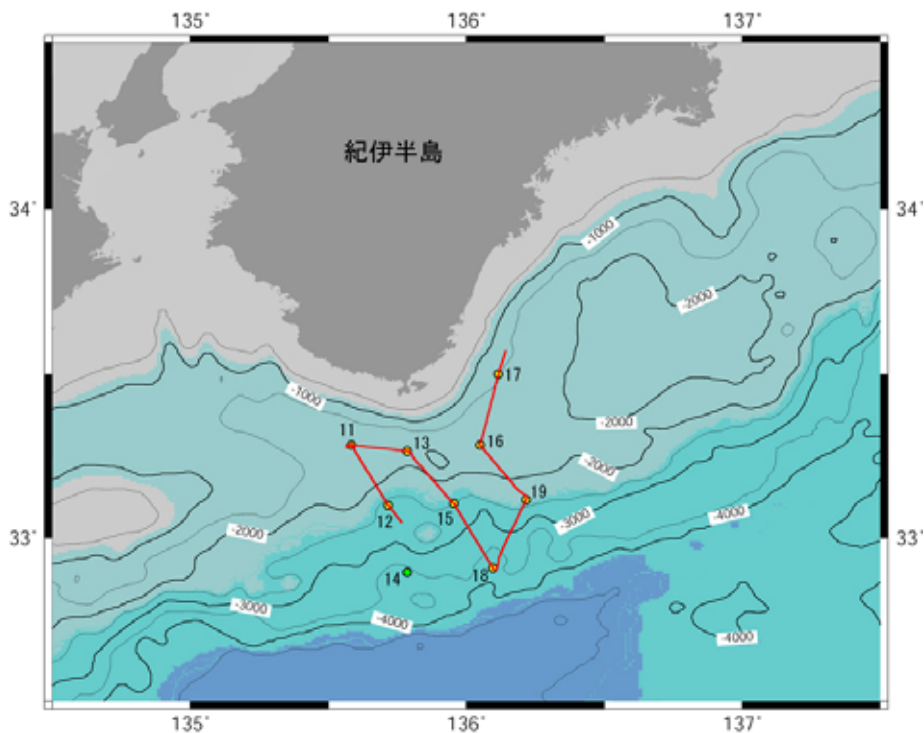


図7 平成18年度の解析に使用した海・陸観測点の分布  
点線はトラフ軸の位置を表す。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）



Tonankai - Nankai

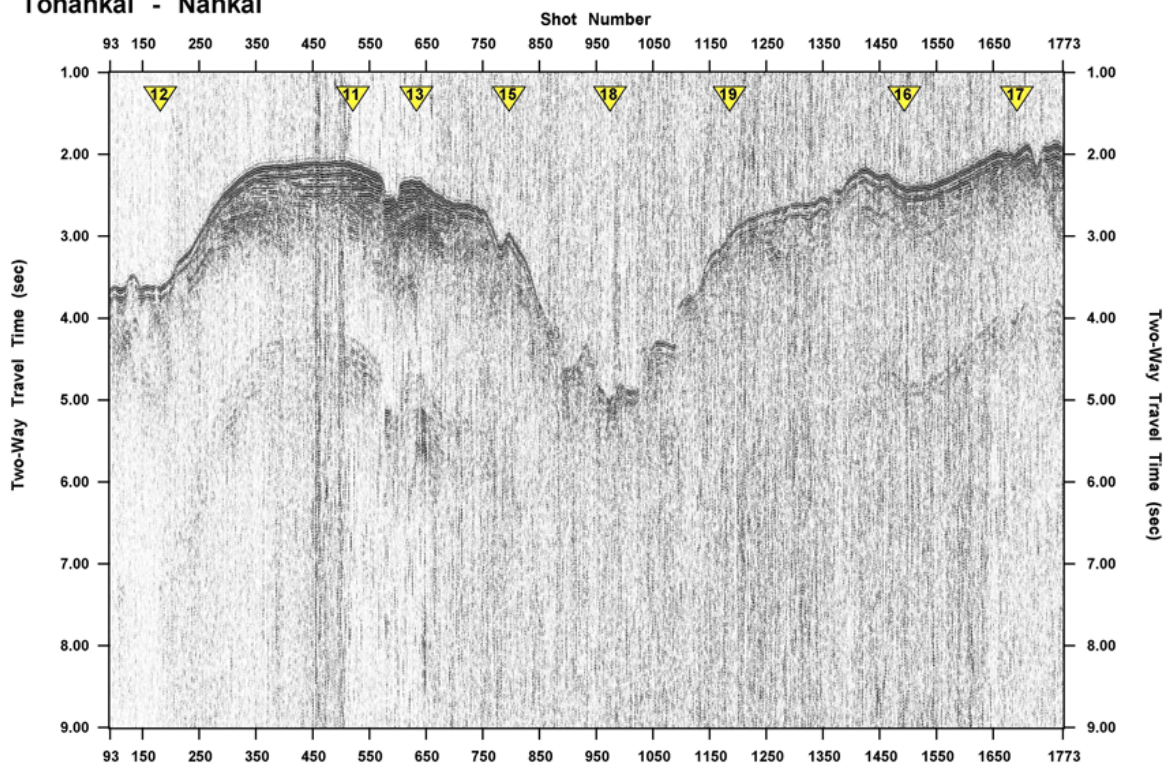


図 8 平成 15 年度に実施した浅部構造探査測線(上図)と反射法断面図(下図)

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

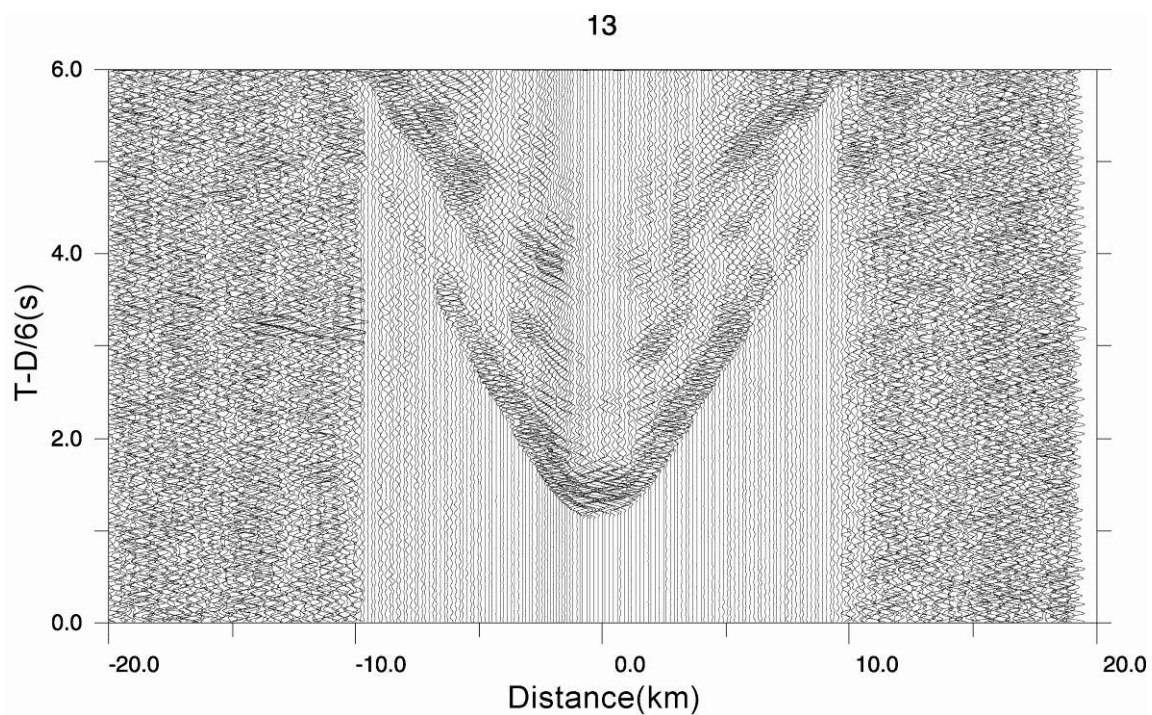
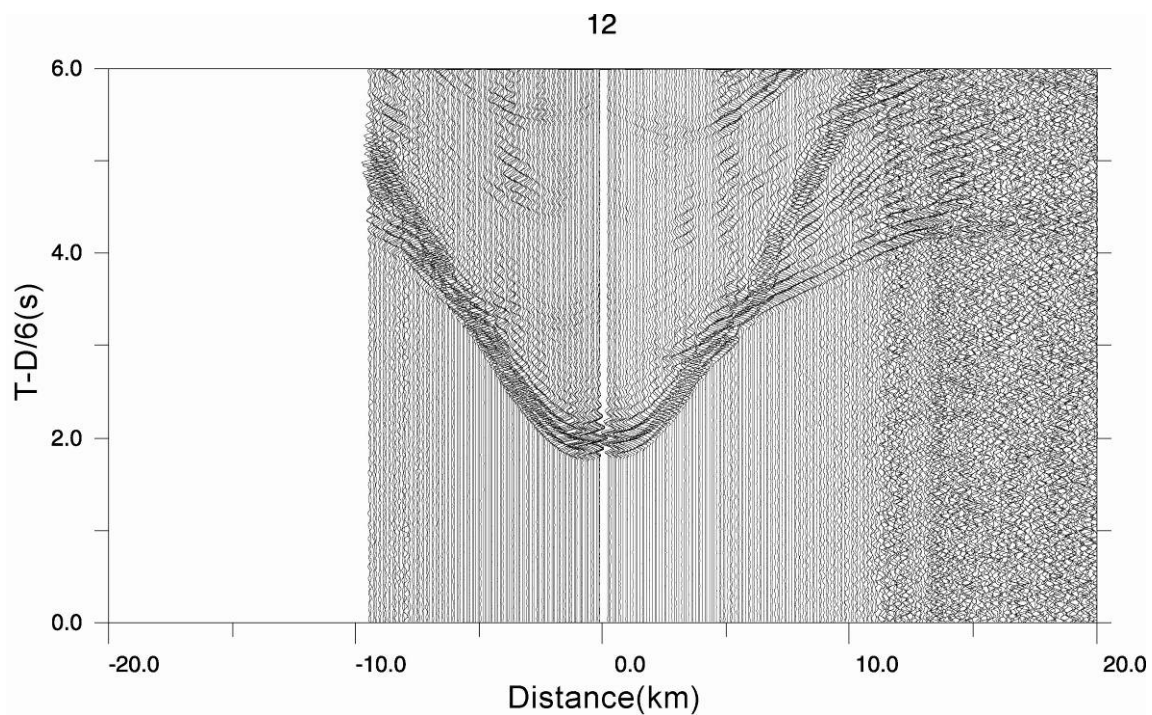


図9 平成15年度に実施した構造探査実験により発震したエアガンの波形記録  
明瞭な浅部からの屈折波及び広角反射波が記録されている。図の上の数字は長期観測型海底地震計の番号を示している。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

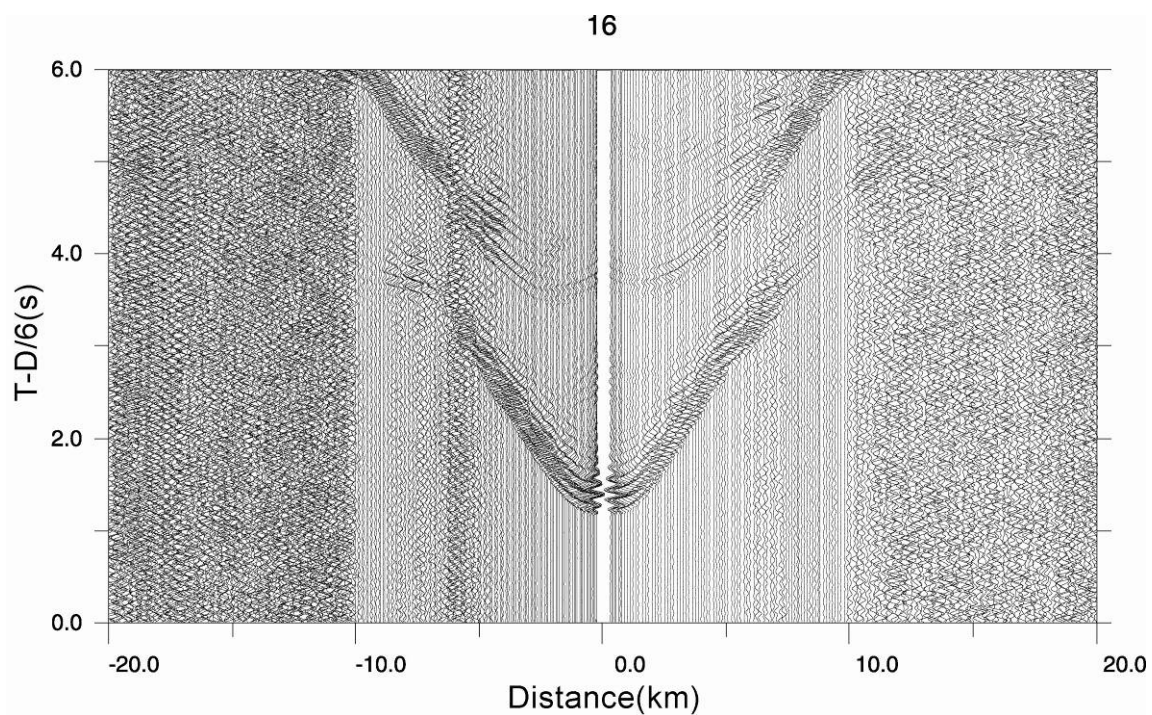
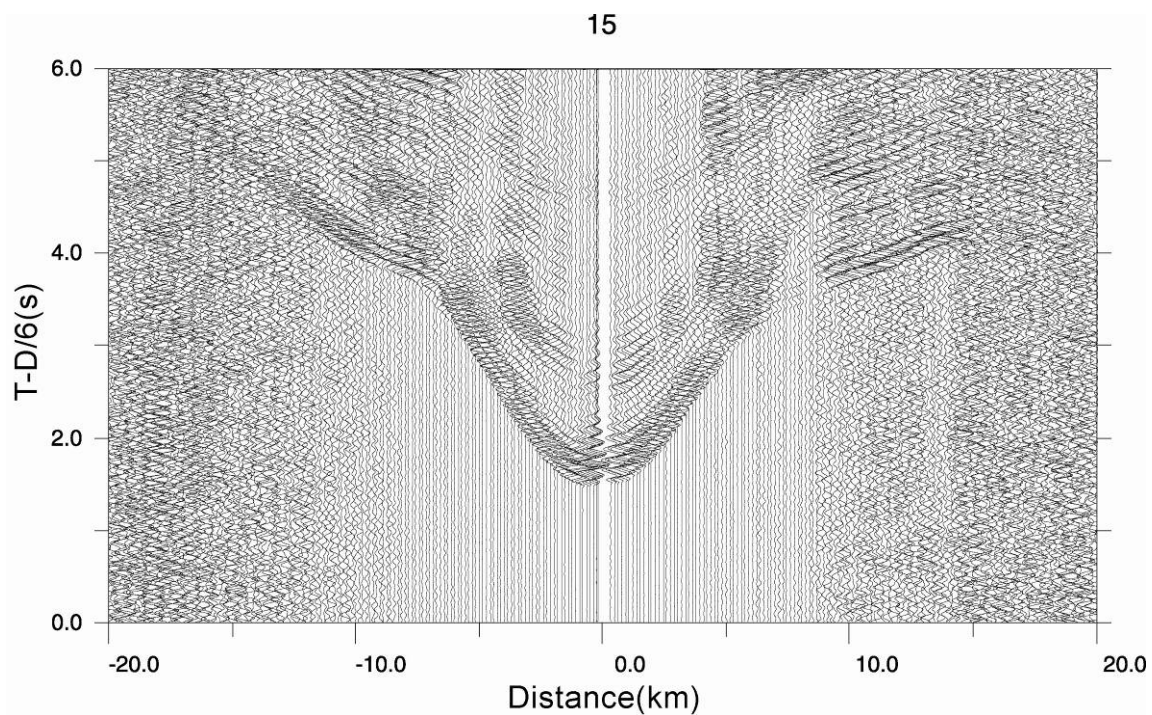


図9（つづき）平成15年度に実施した構造探査実験により発震したエアガンの波形記録。明瞭な浅部からの屈折波及び広角反射波が記録されている。図の上の数字は長期観測型海底地震計の番号を示している。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

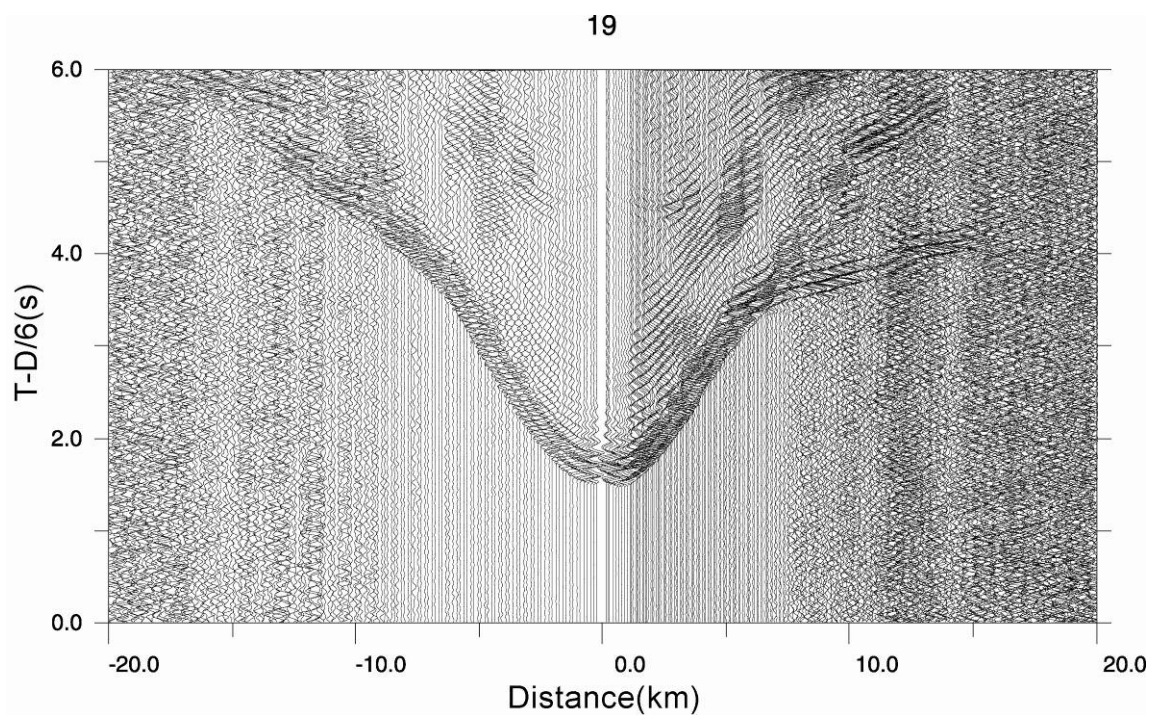
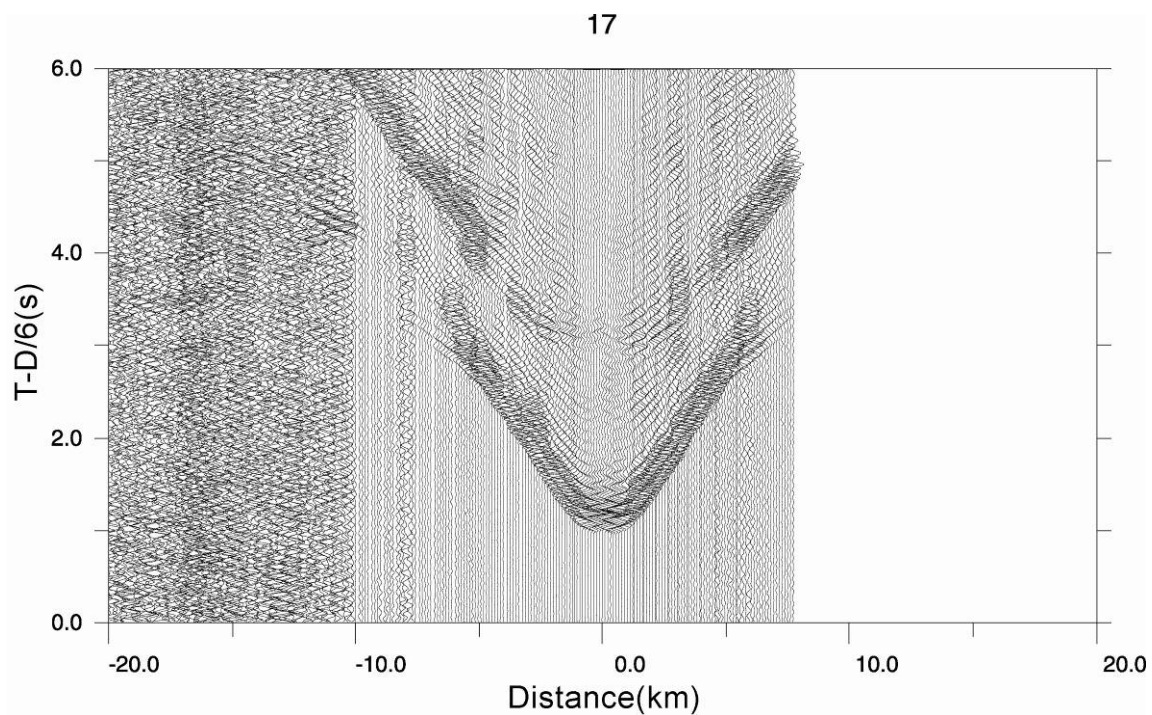


図 9(つづき) 平成 15 年度に実施した構造探査実験により発震したエアガンの波形記録  
明瞭な浅部からの屈折波及び広角反射波が記録されている。図の上の数字は長期観測型海  
底地震計の番号を示している。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

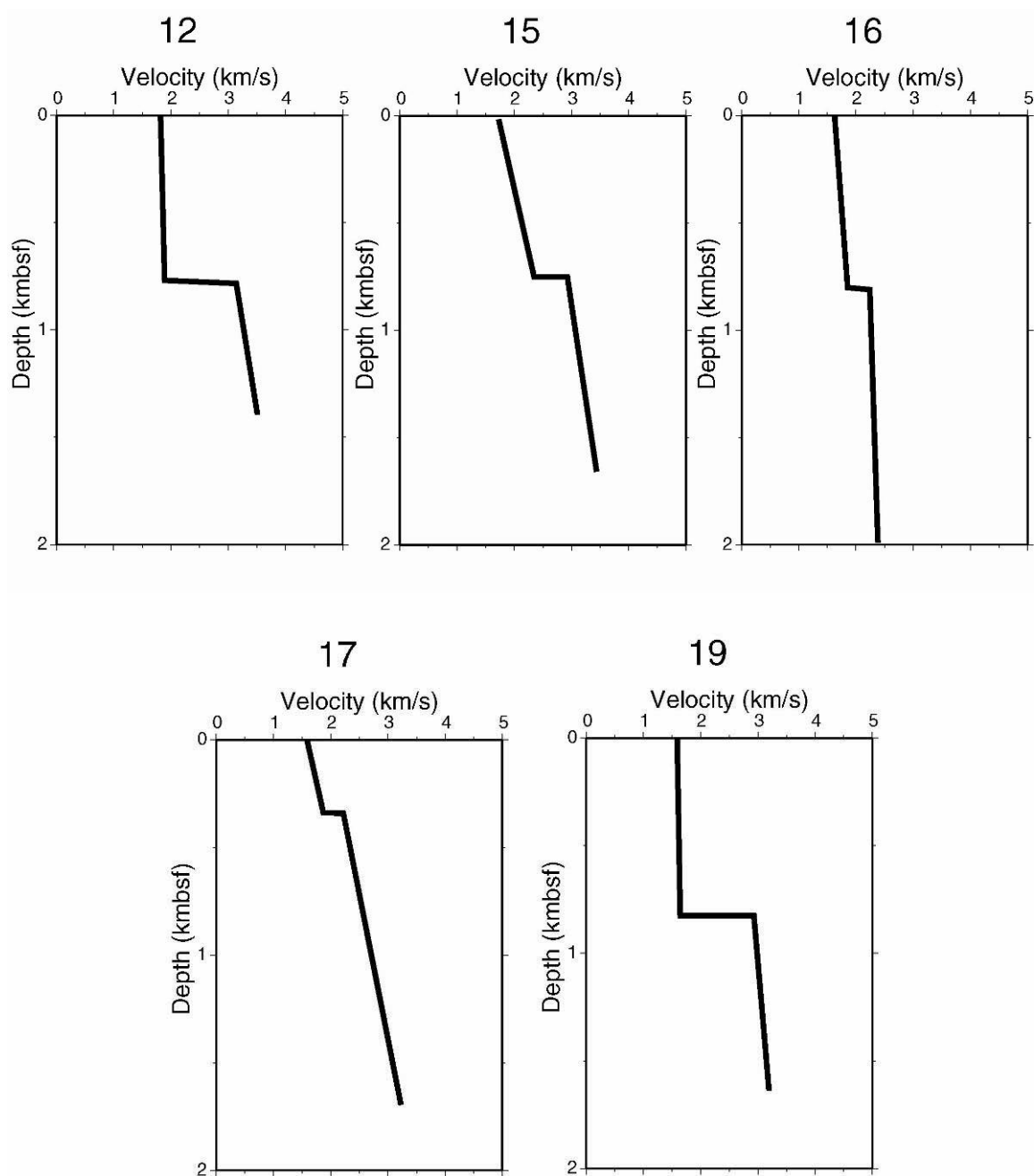


図 10 エアガンを用いた構造探査実験から得られた各海底地震計直下の P 波速度構造  
 これらのデータから、観測点補正值の初期値を決定した。なお、図の上の数字は長期観測型海底地震計の番号を示している。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

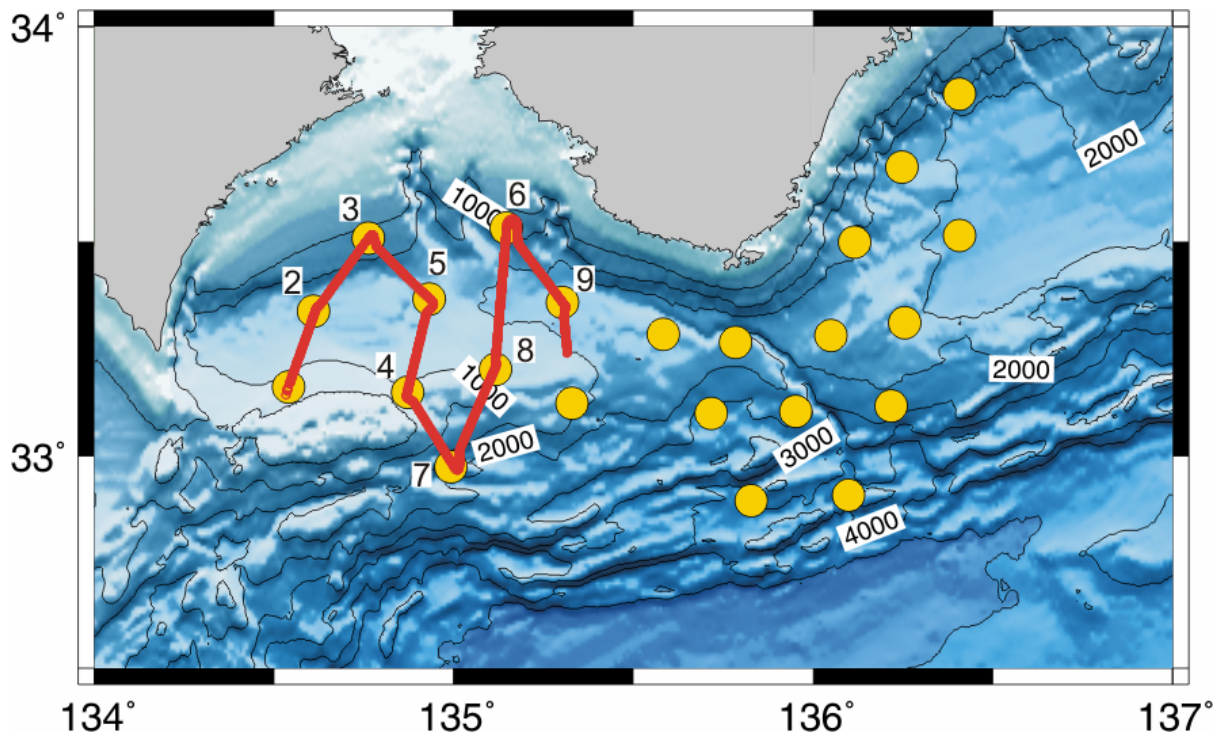


図 11 平成 16 年度に実施した浅部構造探査測線



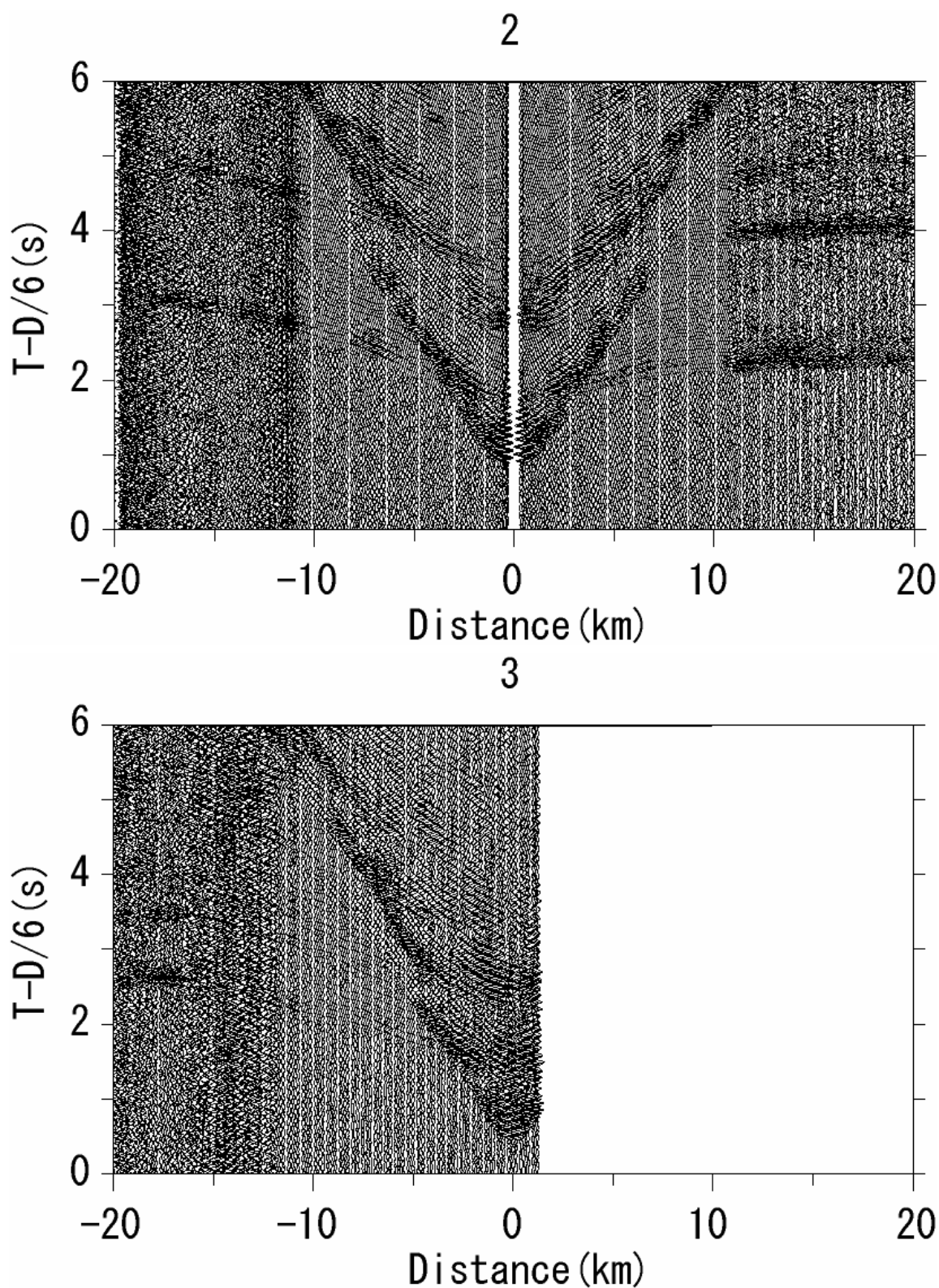


図 12 平成 16 年度に実施した構造探査実験により発震したエアガンの波形記録  
明瞭な浅部からの屈折波及び広角反射波が記録されている。図の上の数字は長期観測型海  
底地震計の番号を示している。

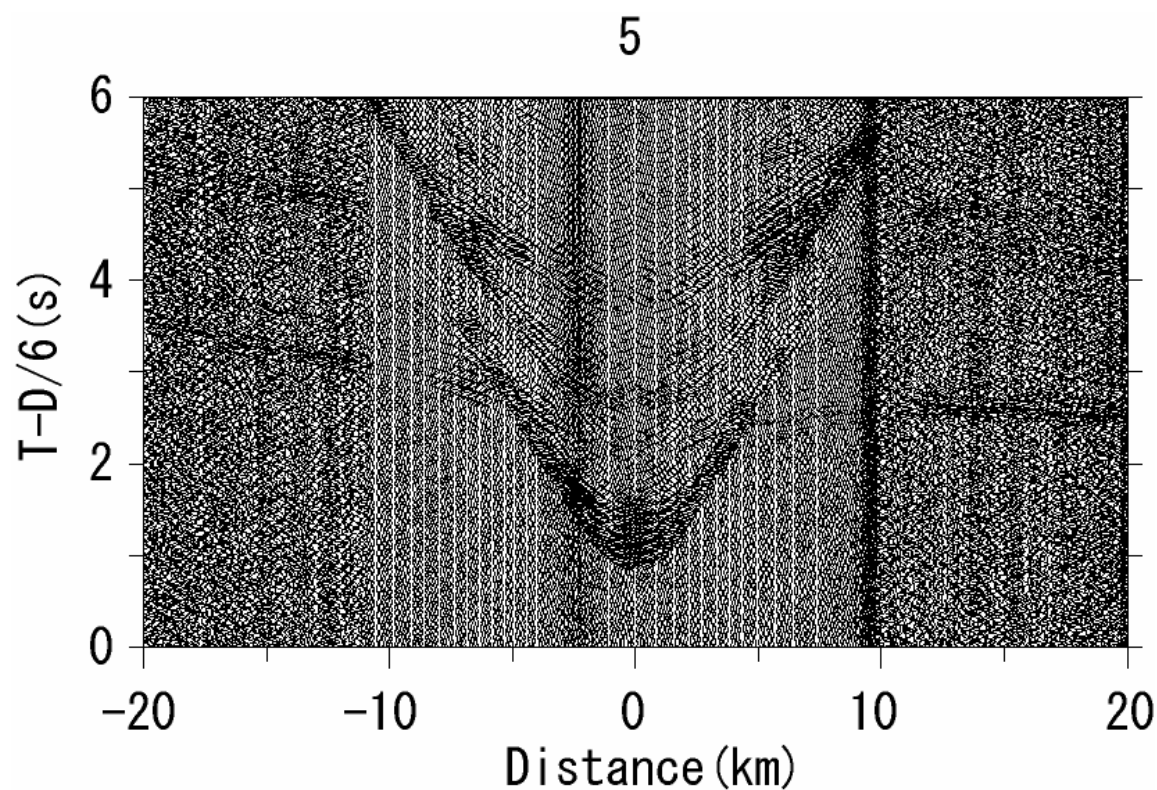
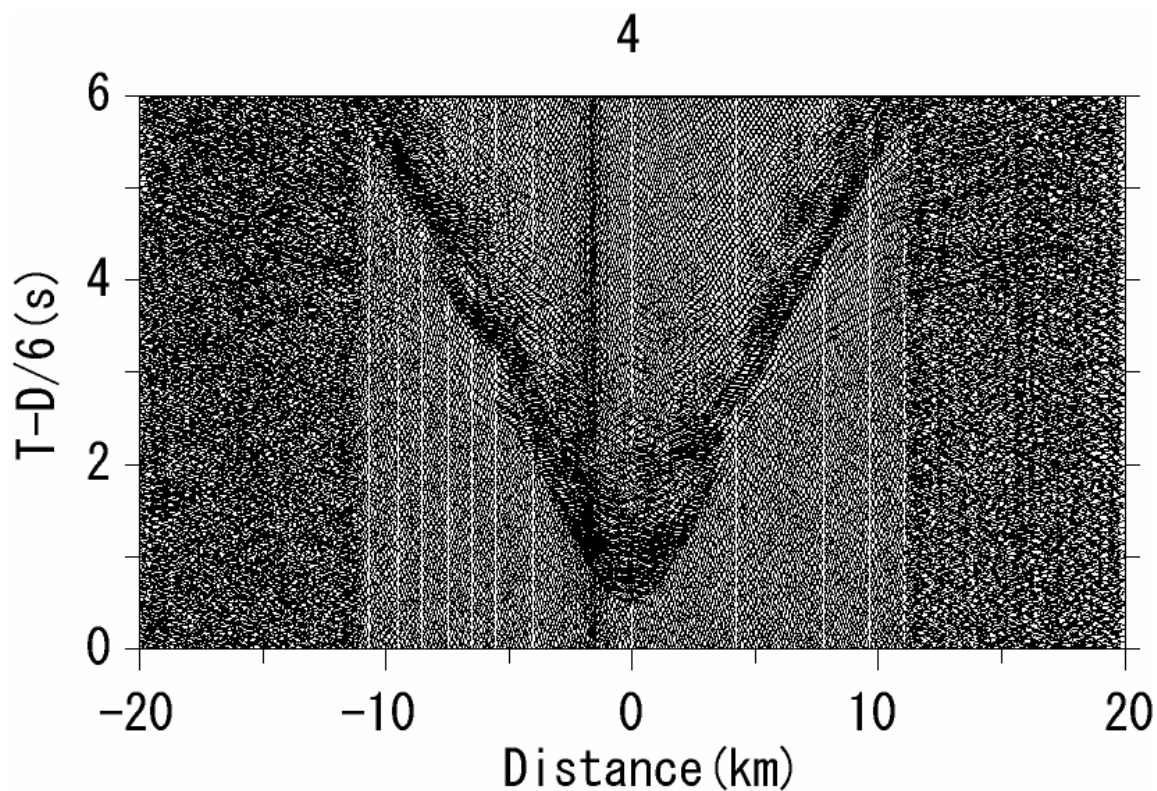


図 12（つづき）平成 16 年度に実施した構造探査実験により発震したエアガンの波形記録  
明瞭な浅部からの屈折波及び広角反射波が記録されている。図の上の数字は長期観測型海  
底地震計の番号を示している。

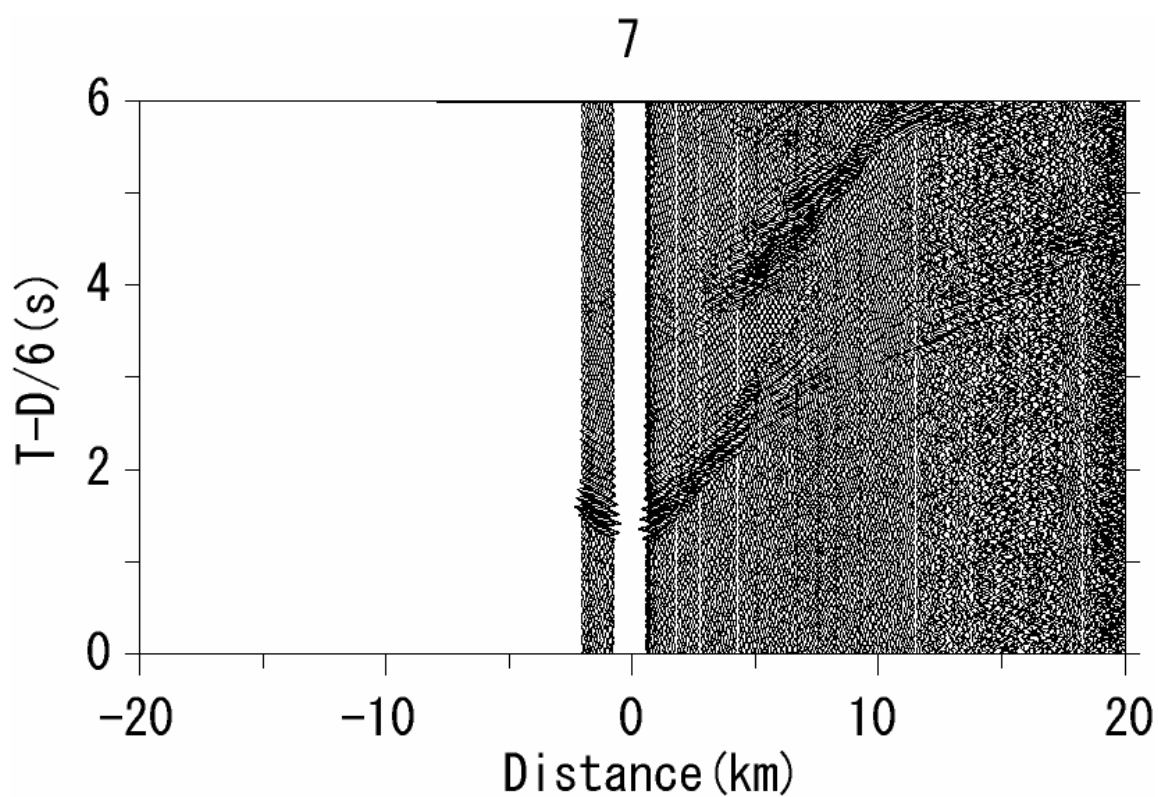
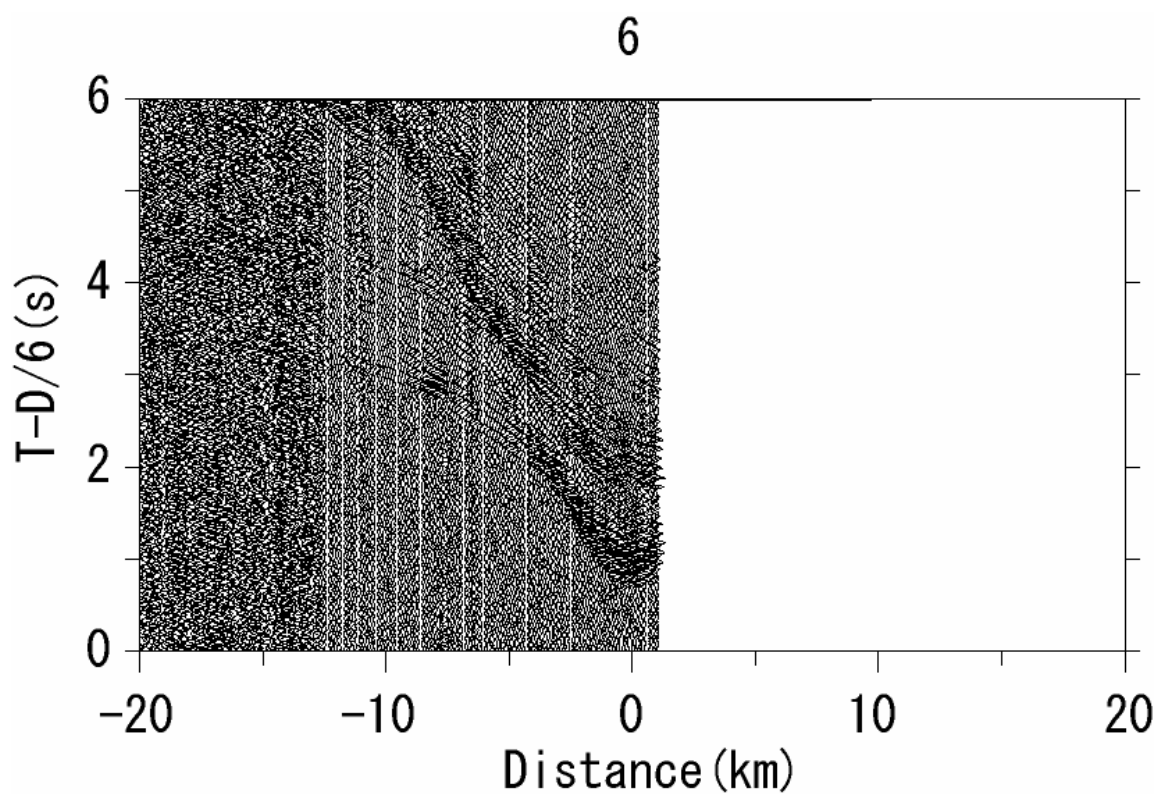


図 12(つづき)平成 16 年度に実施した構造探査実験により発震したエアガンの波形記録  
明瞭な浅部からの屈折波及び広角反射波が記録されている。図の上の数字は長期観測型海  
底地震計の番号を示している。

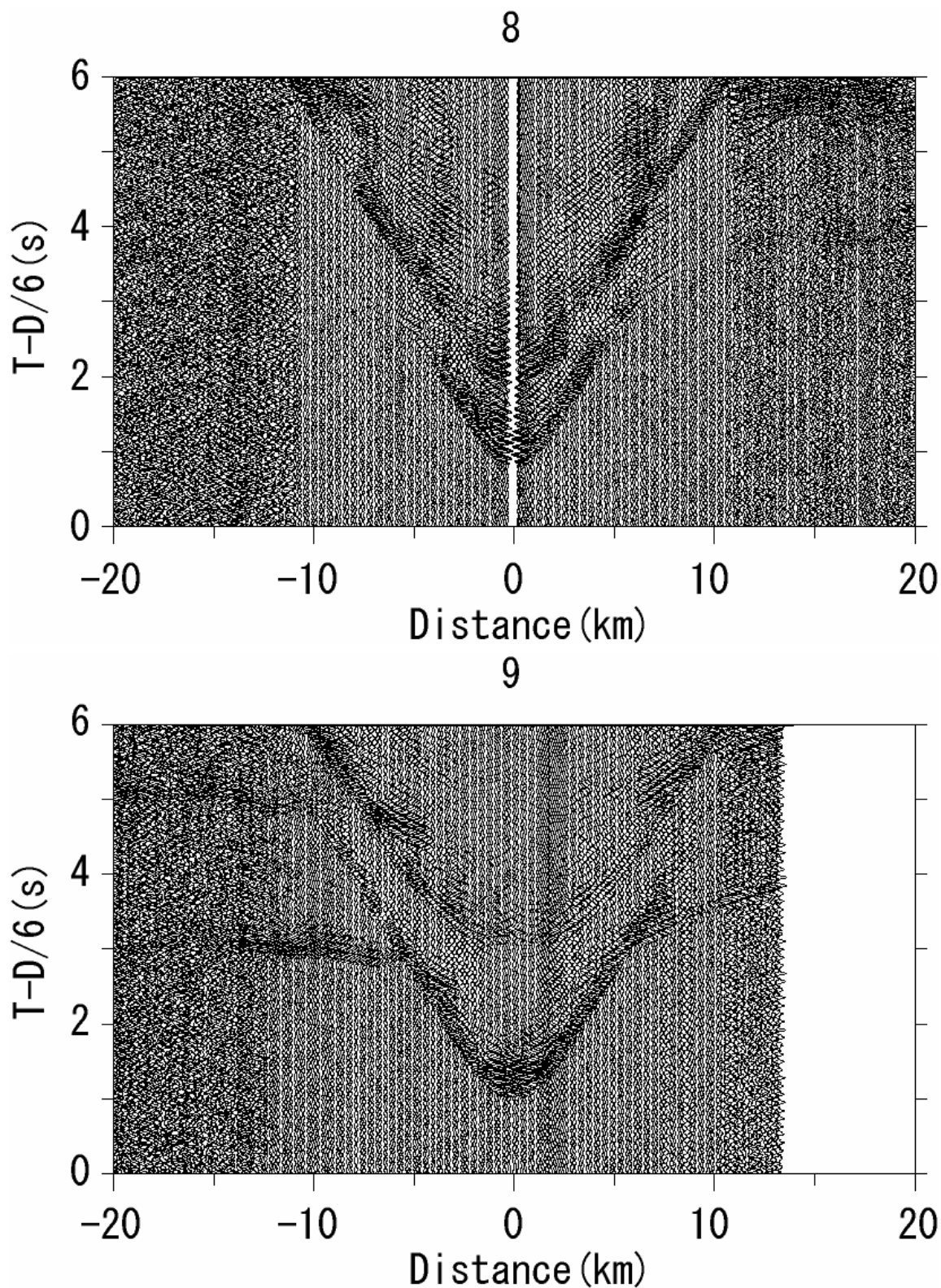


図 12(つづき)平成 16 年度に実施した構造探査実験により発震したエアガンの波形記録  
明瞭な浅部からの屈折波及び広角反射波が記録されている。図の上の数字は長期観測型海  
底地震計の番号を示している。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

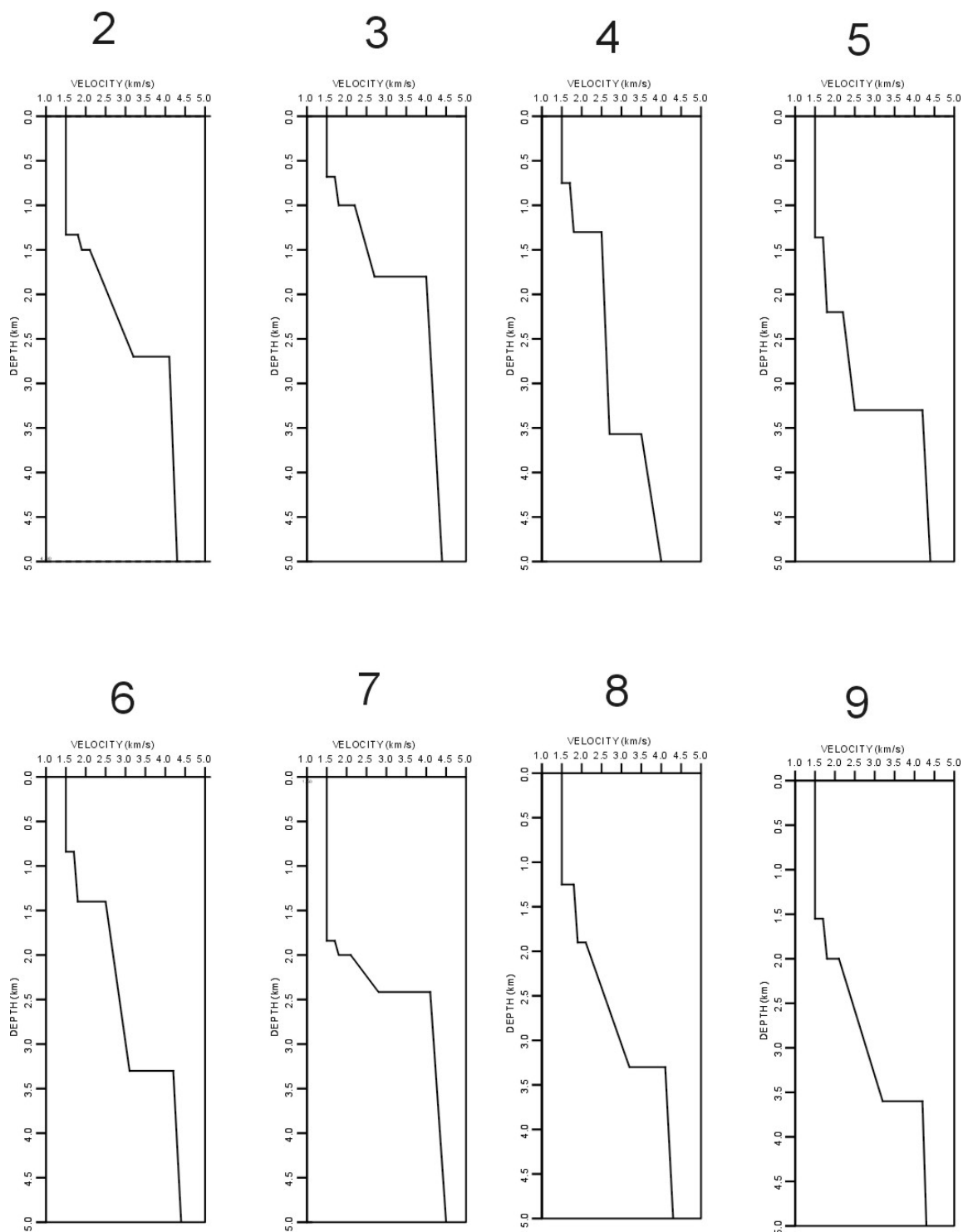


図 13 エアガンを用いた構造探査実験から得られた各海底地震計直下の P 波速度構造  
 これらのデータから、観測点補正值の初期値を決定した。なお、図の上の数字は海底地震計の番号を示している。

# 14

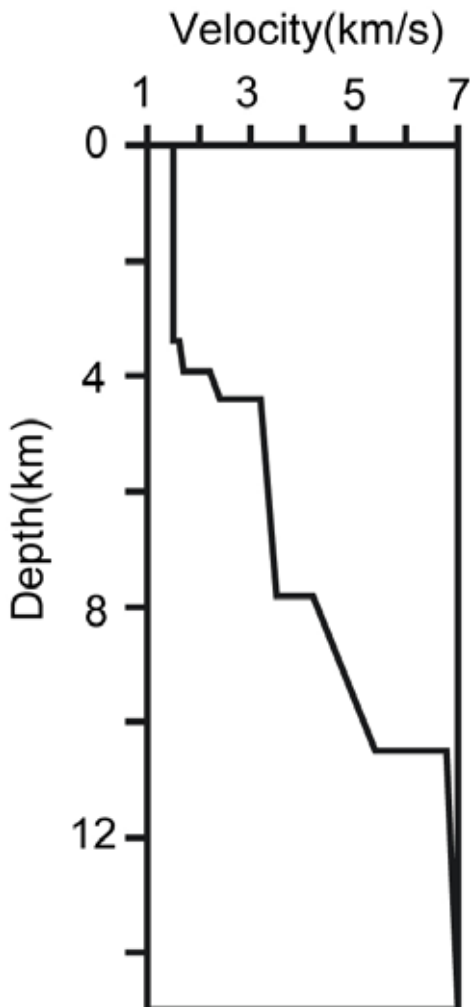
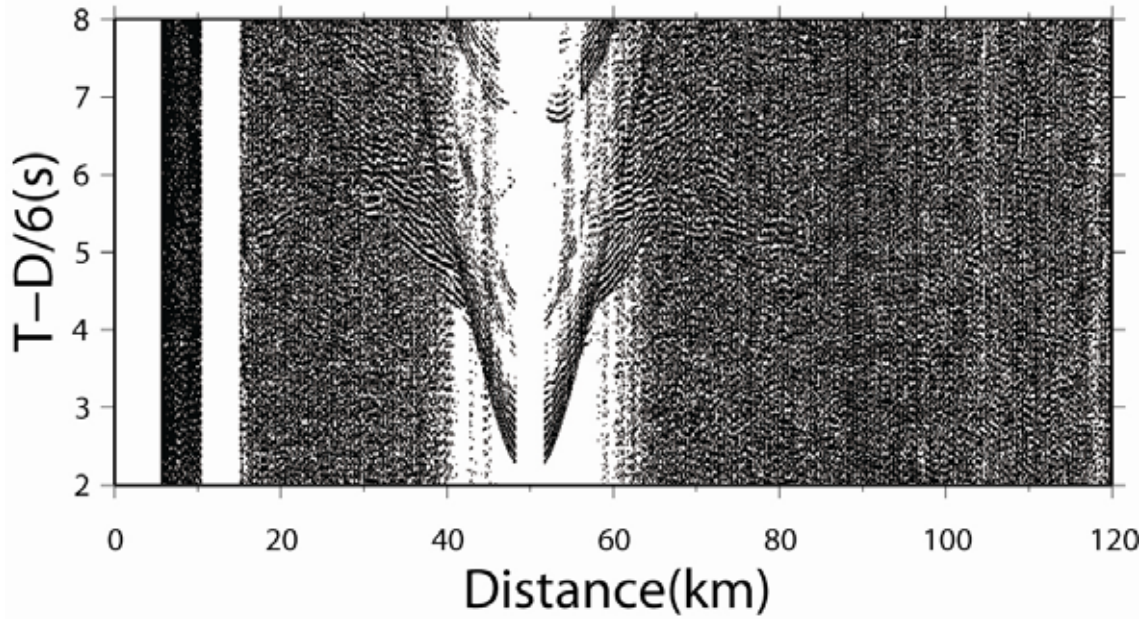


図 14 平成 18 年度に実施した構造探査実験により発震したエアガンの波形記録(上図)および海底地震計直下の P 波速度構造(左図) - 観測点 LS14  
 明瞭な浅部からの屈折波及び広角反射波が記録されている。ここで得られた浅部一次元速度構造から、観測点補正值の初期値を決定した。なお、図の上の数字は長期観測型海底地震計の番号を示している。

# 18

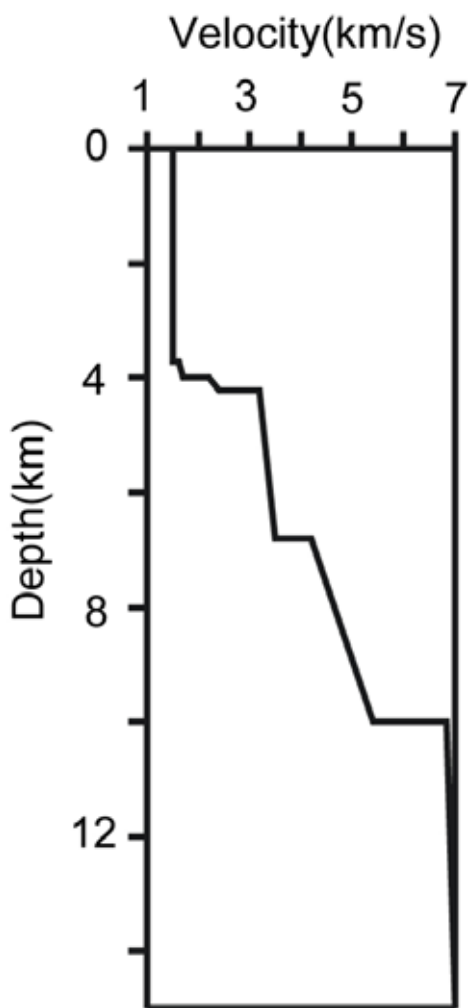
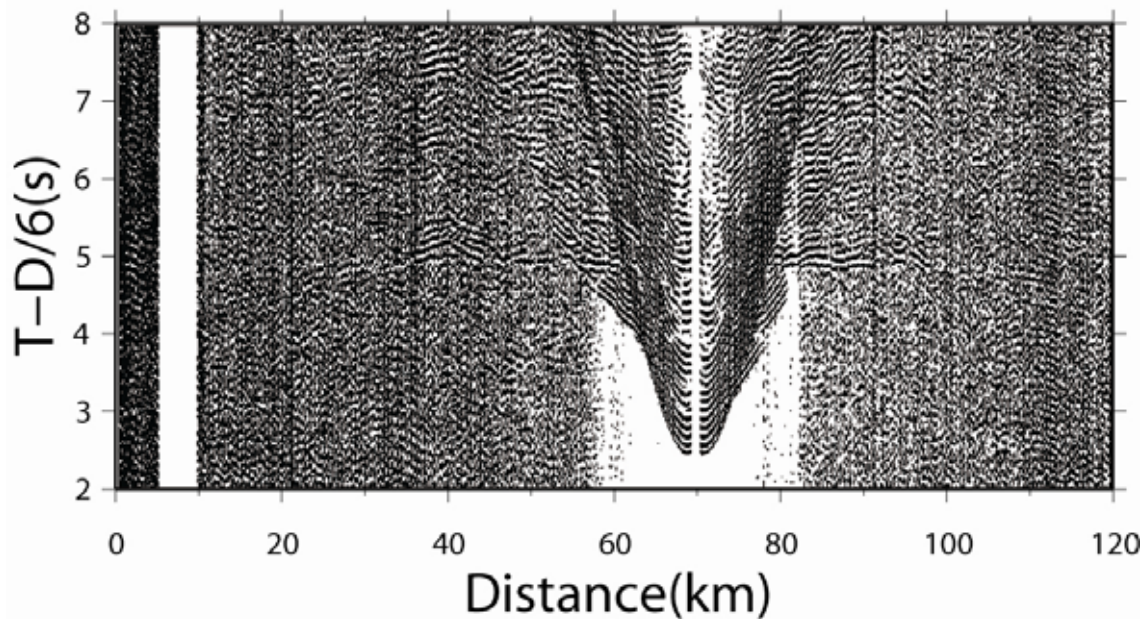


図 14(つづき) 平成 18 年度に実施した構造探査実験により発震したエアガンの波形記録(上図)および海底地震計直下の P 波速度構造(左図) - 観測点 LS18 明瞭な浅部からの屈折波及び広角反射波が記録されている。ここで得られた浅部一次元速度構造から、観測点補正值の初期値を決定した。なお、図の上の数字は長期観測型海底地震計の番号を示している。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

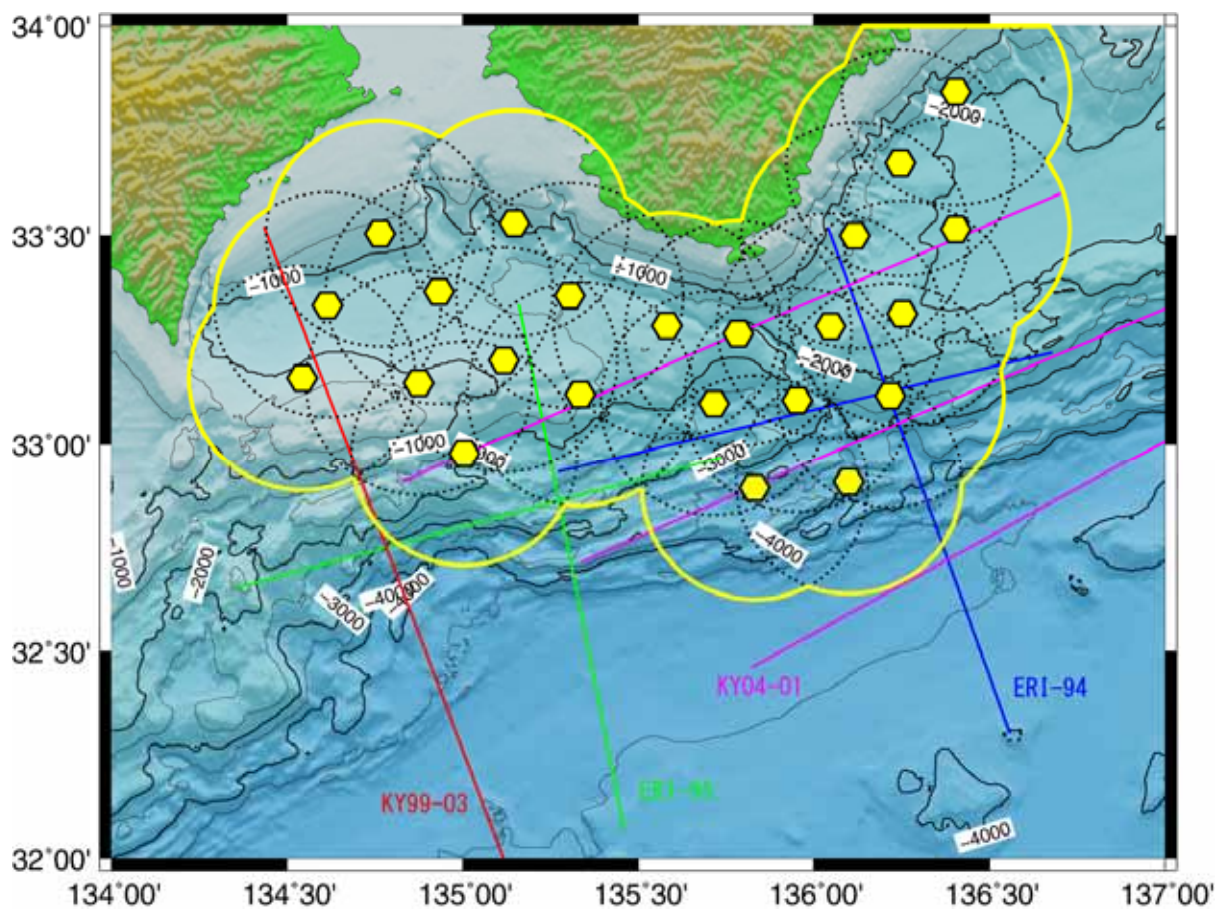


図 15 平成 18 年度までに行われた構造調査測線、及び長期観測型海底地震計の観測点  
黒点線が各観測点を中心とした半径 35km の円。個々の円内を一区域とし、その中で発生した地震については、各観測点において一定の補正値を適用した。本解析で対象となる地震は、この円の外周(黄実線)で囲まれた領域内で発生した地震である。



3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

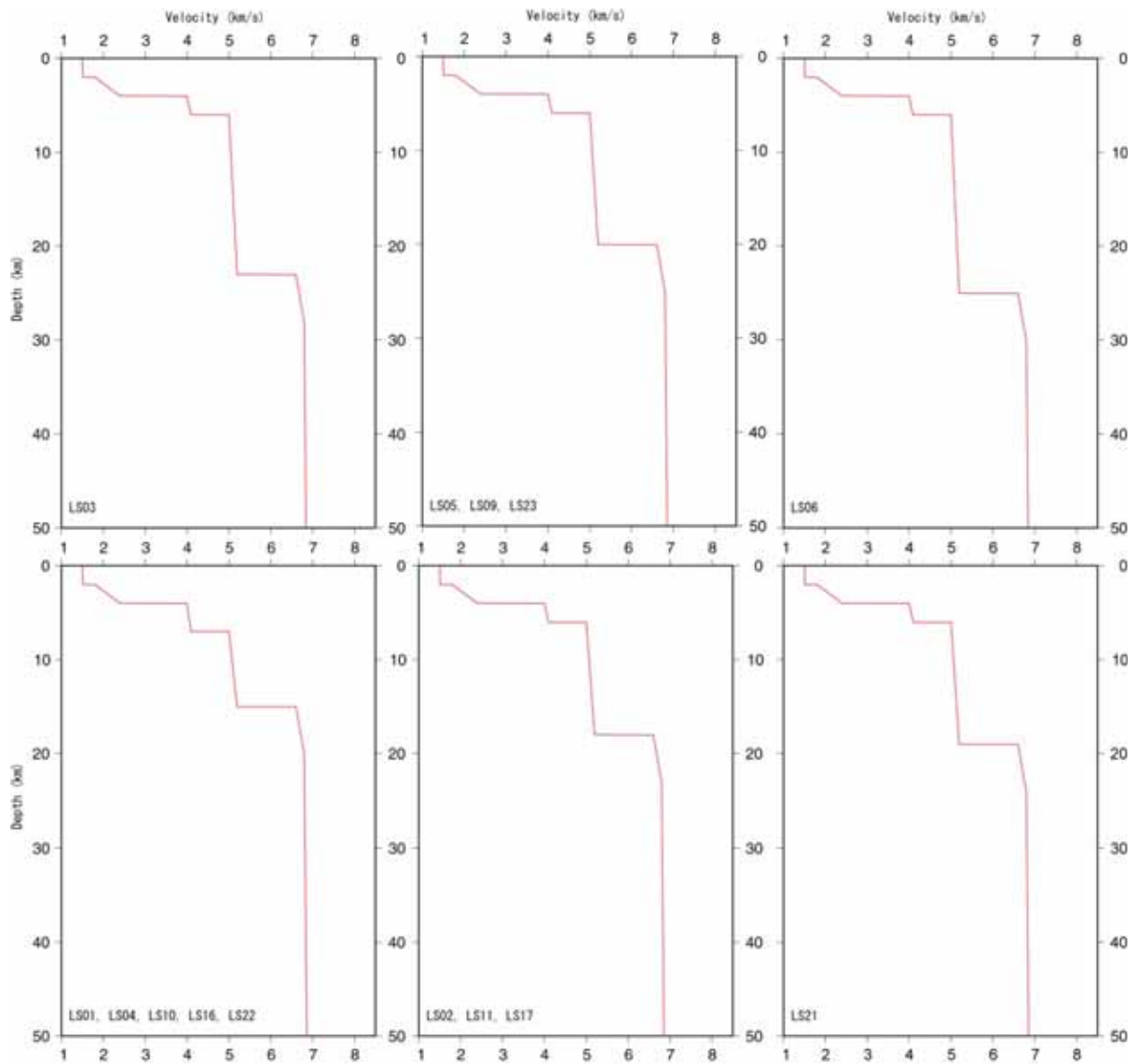


図 16 震源決定に使用した、各観測点下の P 波速度一次元構造 - 陸側の観測点

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

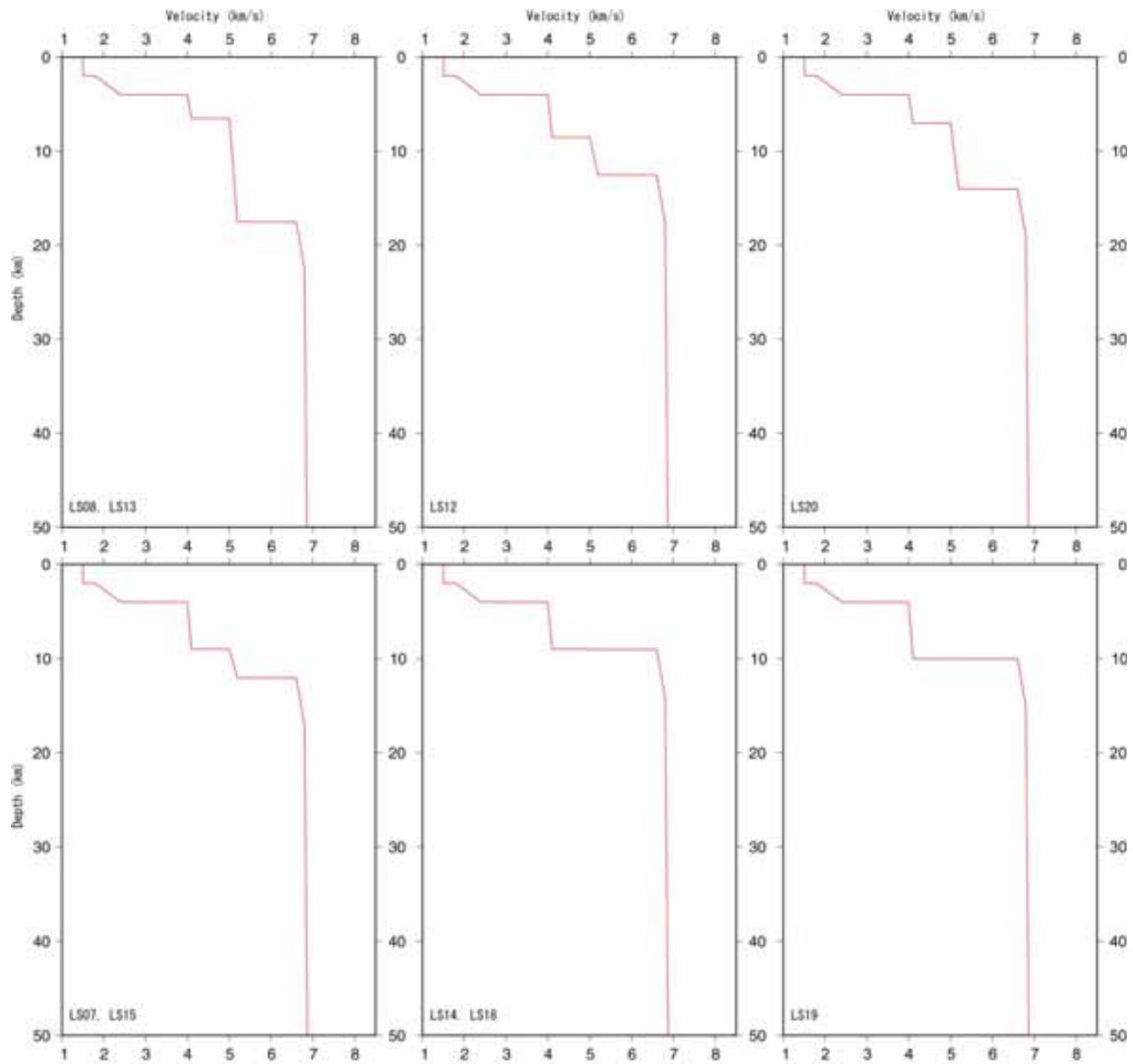


図 16（つづき） 震源決定に使用した、各観測点下の P 波速度一次元構造 - 南海トラフ側観測点

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

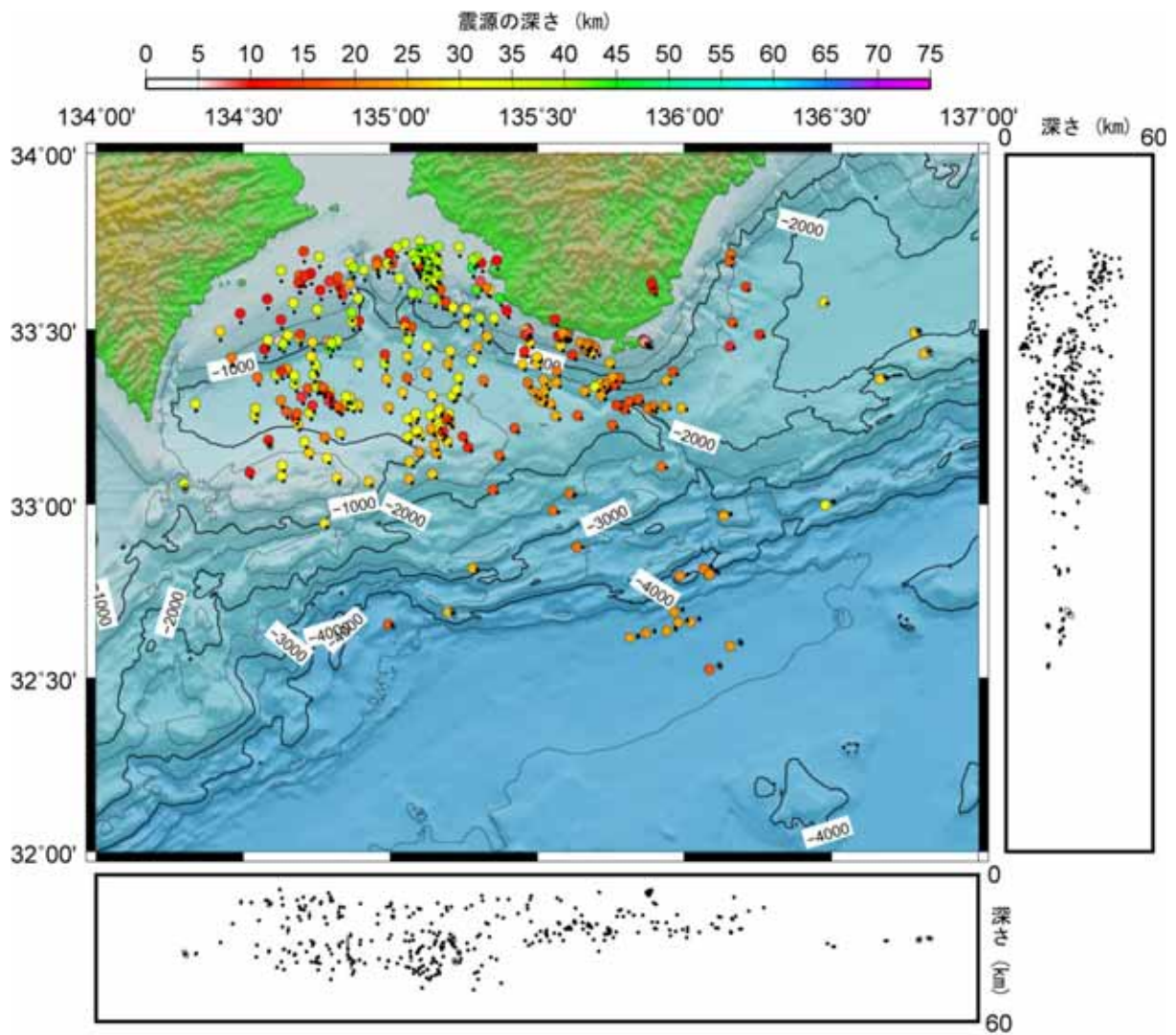


図 17 長期観測型海底地震計観測網で求めた震源分布  
気象庁一元化震源リストに記載のある地震の内、平成 17 年 7 月から平成 18 年 2 月までの間に海底地震観測点から 35km の範囲内で発生した地震について、震源再決定を行った。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

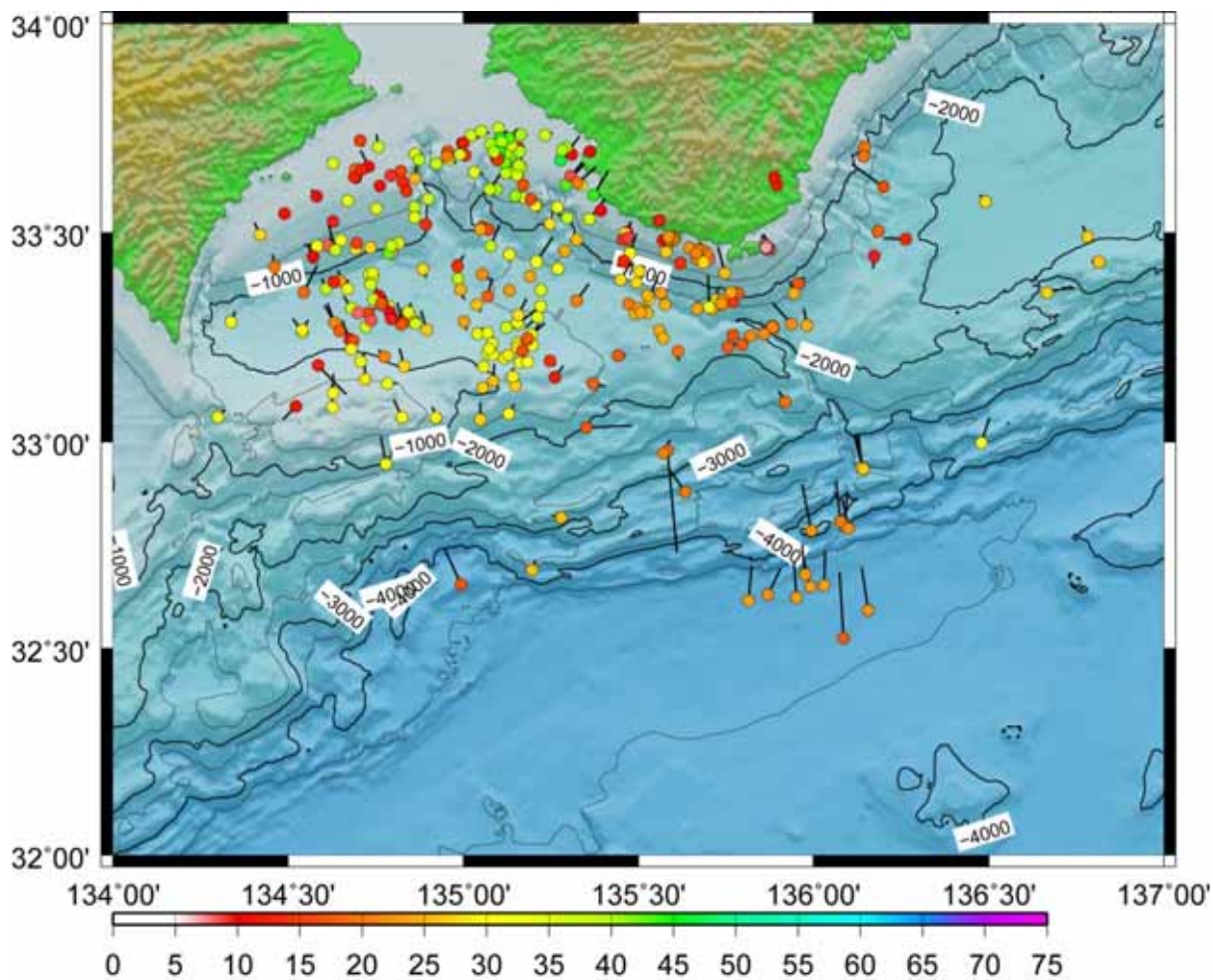


図 18 気象庁一元化震源と海底地震観測による再決定震源の各々の震央位置の比較  
海底地震観測で決定された震央の位置を丸印で示し、震源の深さを色で表わしている。丸印から延びる実線の端点が、気象庁一元化震源の震央位置。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

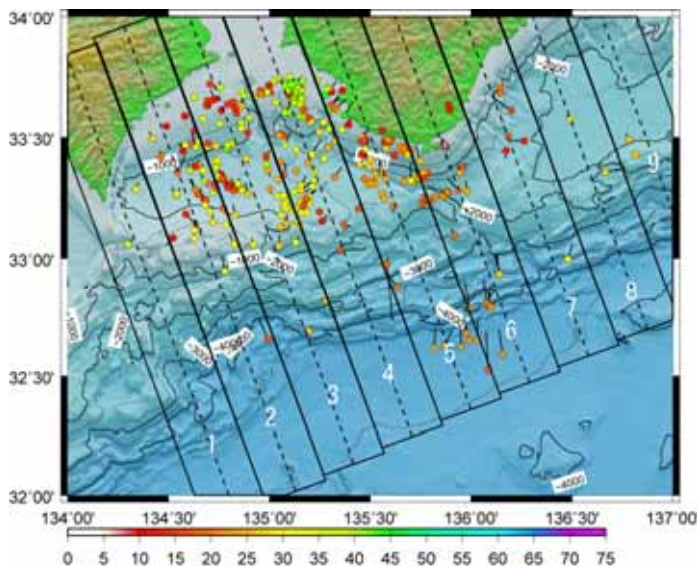
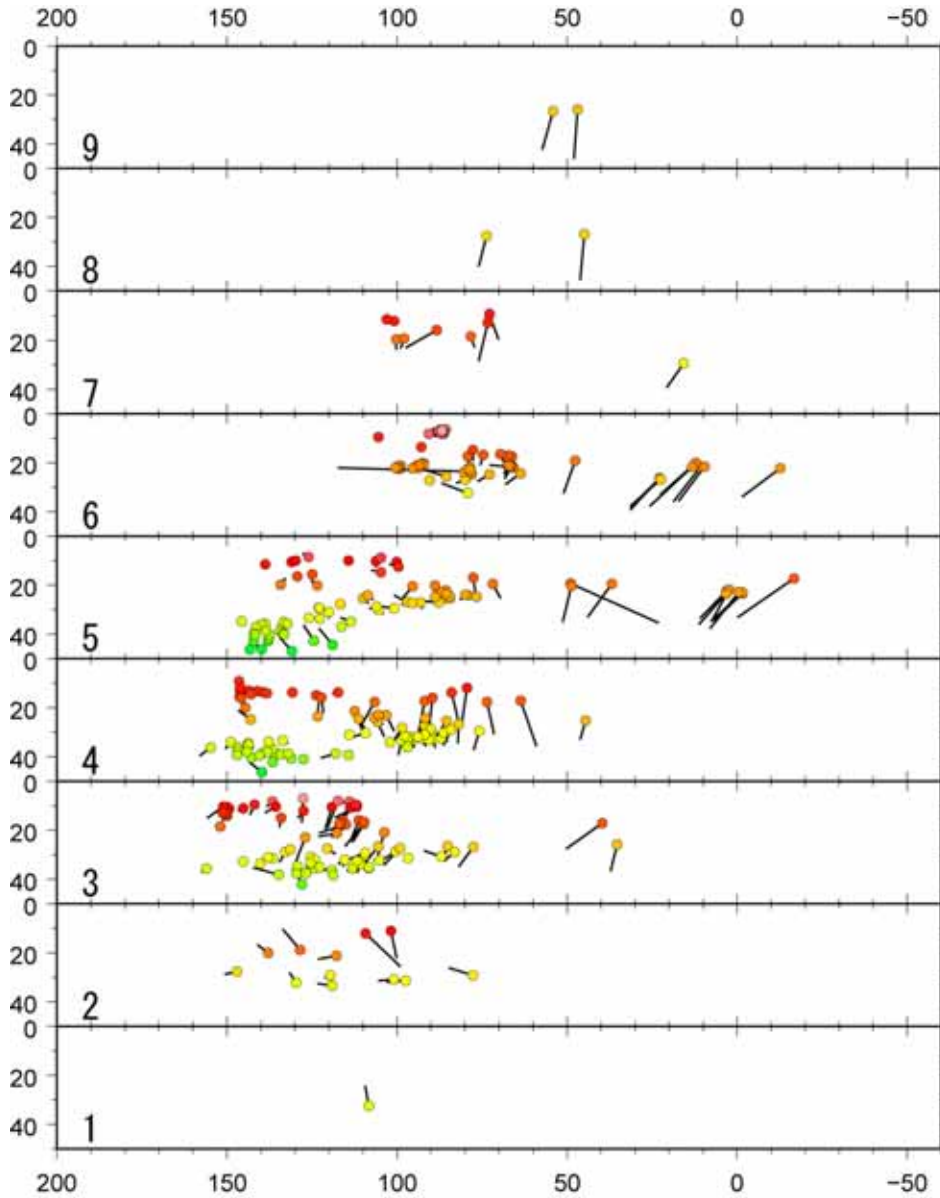


図 19 気象庁一元化震源と海底地震観測による再決定震源の各々の震源深さの比較

本解析で決定された震源の位置を丸印で示し、震源の深さを色(下図のカラーチャート)で表わしている。丸印から延びる実線の端点が、気象庁一元化震源の震源位置。縦軸は震源深さ(km)、横軸はトラフ軸からの距離(km)を示す。下図のセクション1~9の震源に対応する深さ分布を上図に各々示している。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

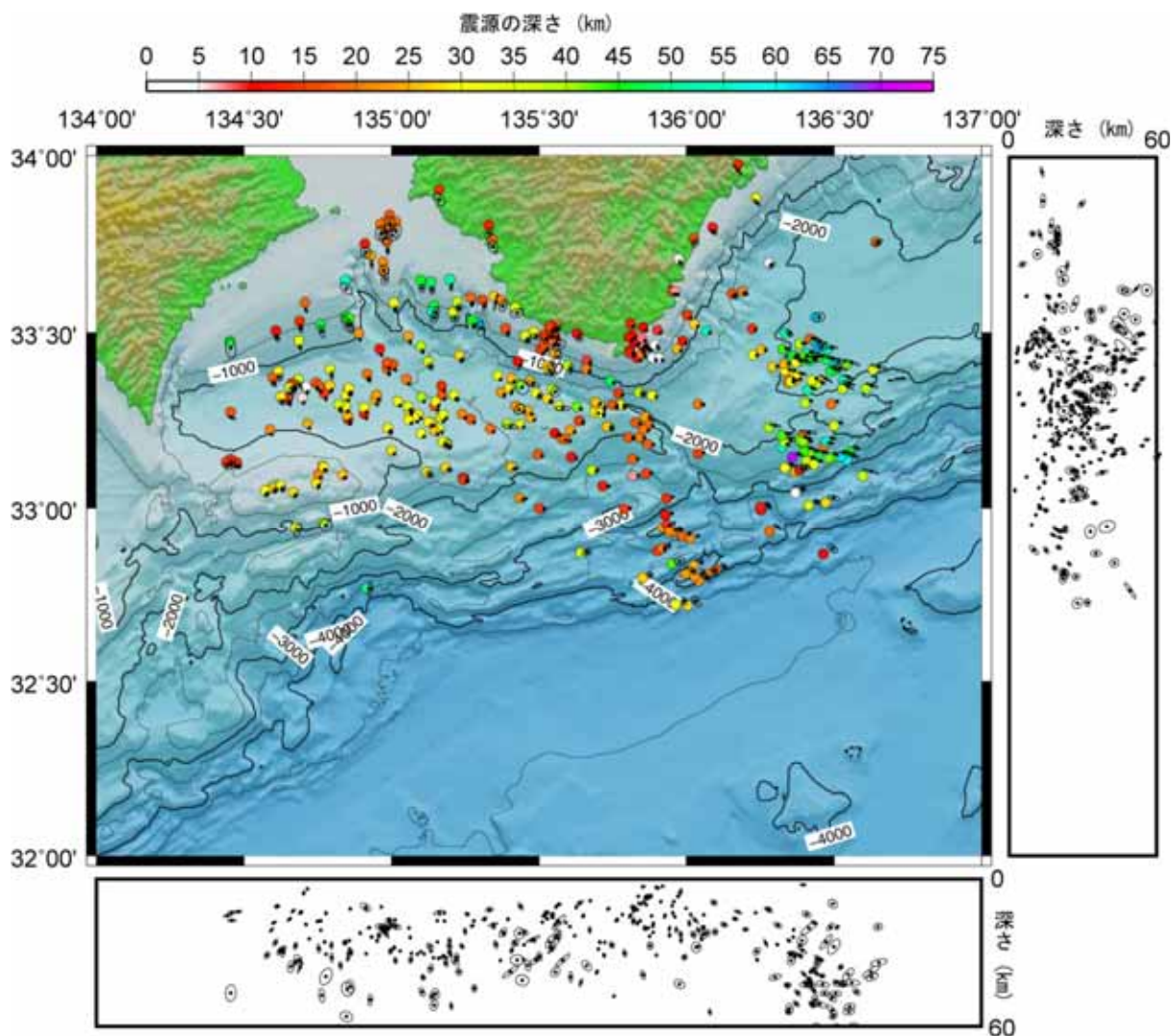


図 20 海底地震観測により求めた微小地震(気象庁一元化震源リストに含まれていない)の震源

平成 17 年 7 月から 9 月までに海底地震観測点から 35km の範囲内で発生した微小地震を海底地震計の連続可視記録において確認し、震源決定した結果の震源位置。

35km の範囲内で発生した地震は 377 個であり、このうち 374 個について震源を決定することができた。さらに 340 個については、誤差 5km 以内で決定することができ、これをプロットした。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

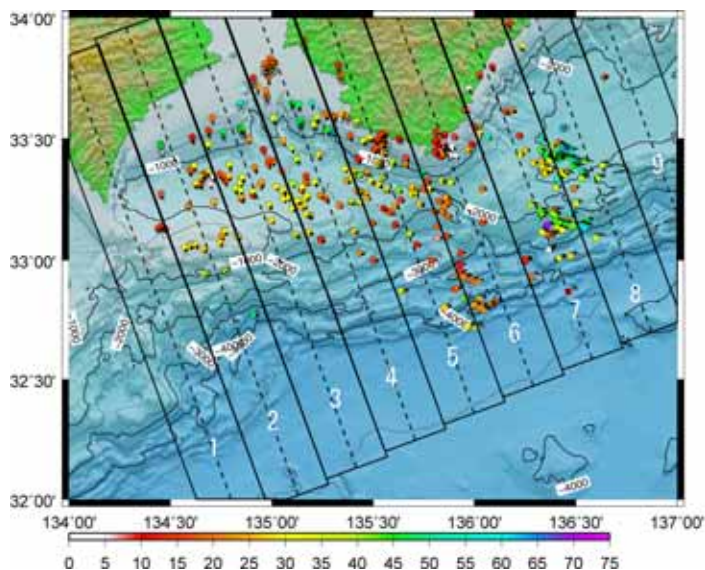
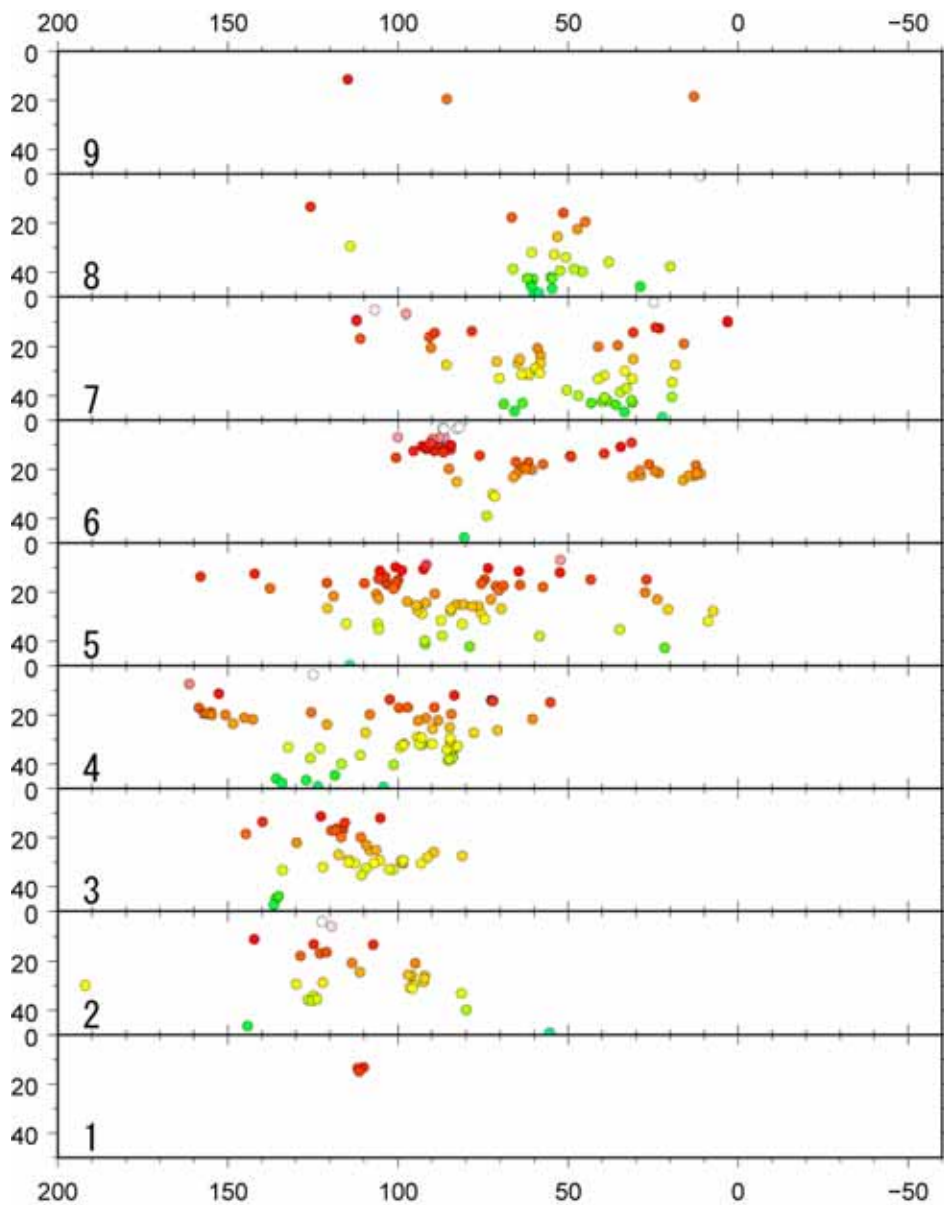


図 21 海底地震観測により求めた微小地震(気象庁一元化震源リストに含まれていない)の震源の深さ分布

海底地震観測で決定された微小地震の震源の位置を丸印で示し、震源の深さを色(下図のカラーチャート)で表わしている。縦軸は震源深さ(km)、横軸はトラフ軸からの距離(km)を示す。下図のセクション1~9の震源に対応する深さ分布を上図に各々示している。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

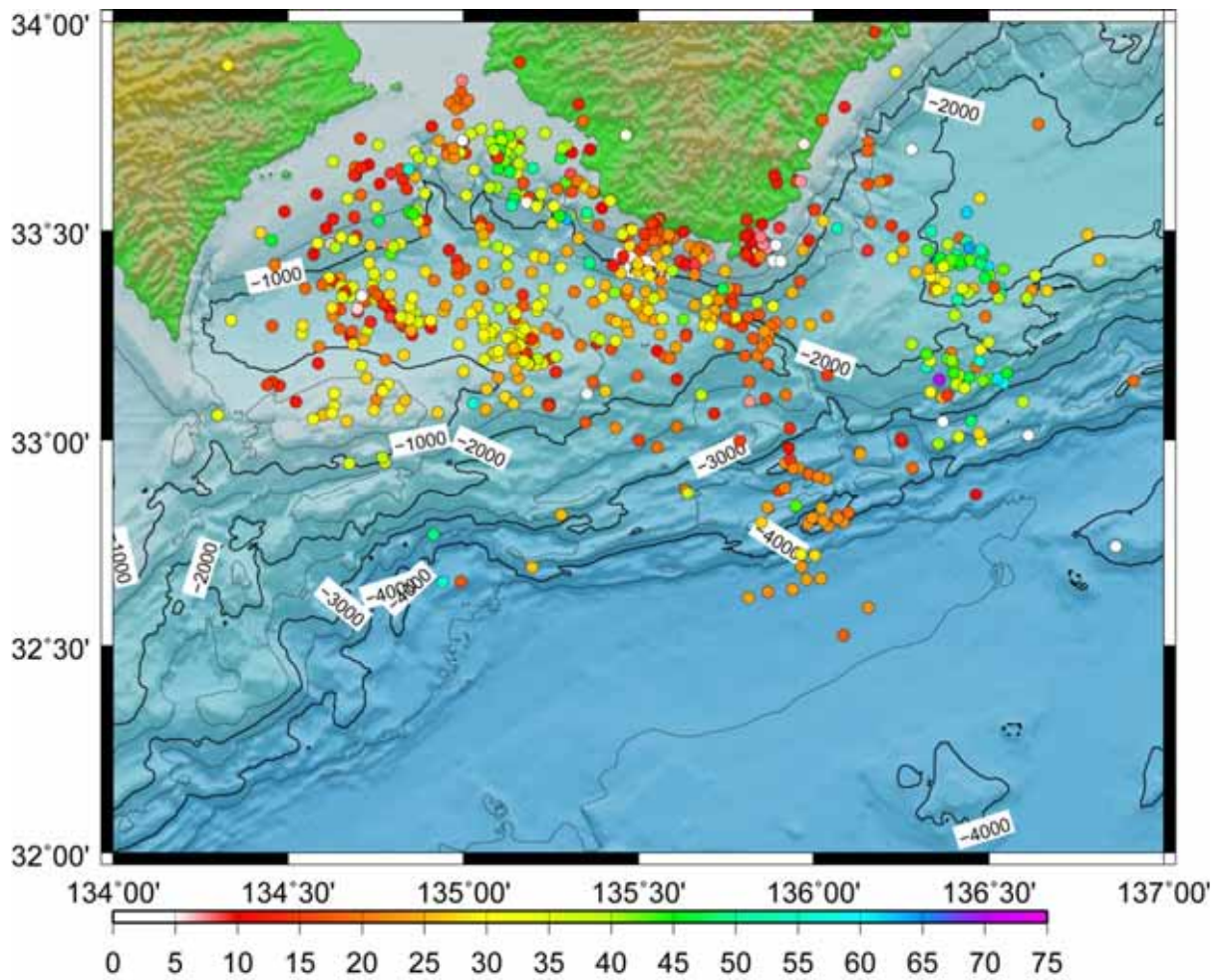


図 22 気象庁一元化震源リストに対応する海底地震観測による再決定震源及び海底地震観測による微小地震の決定震源を併せてプロットした高精度震源分布



3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

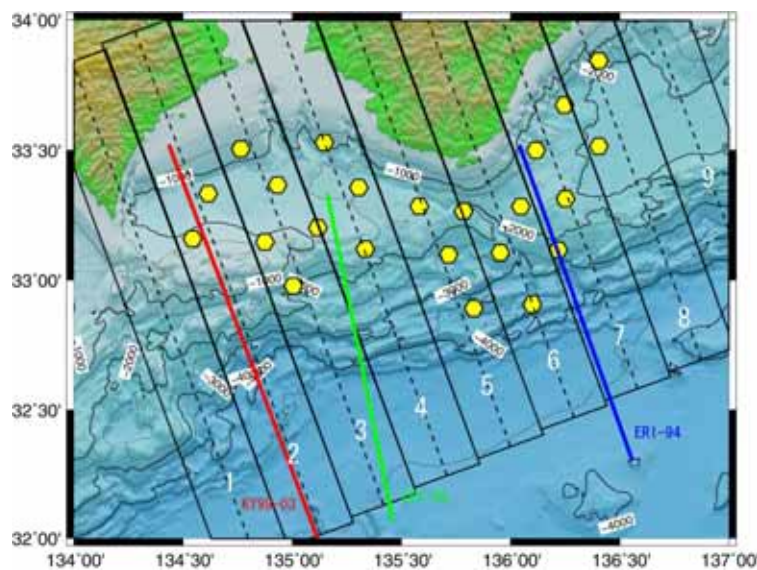
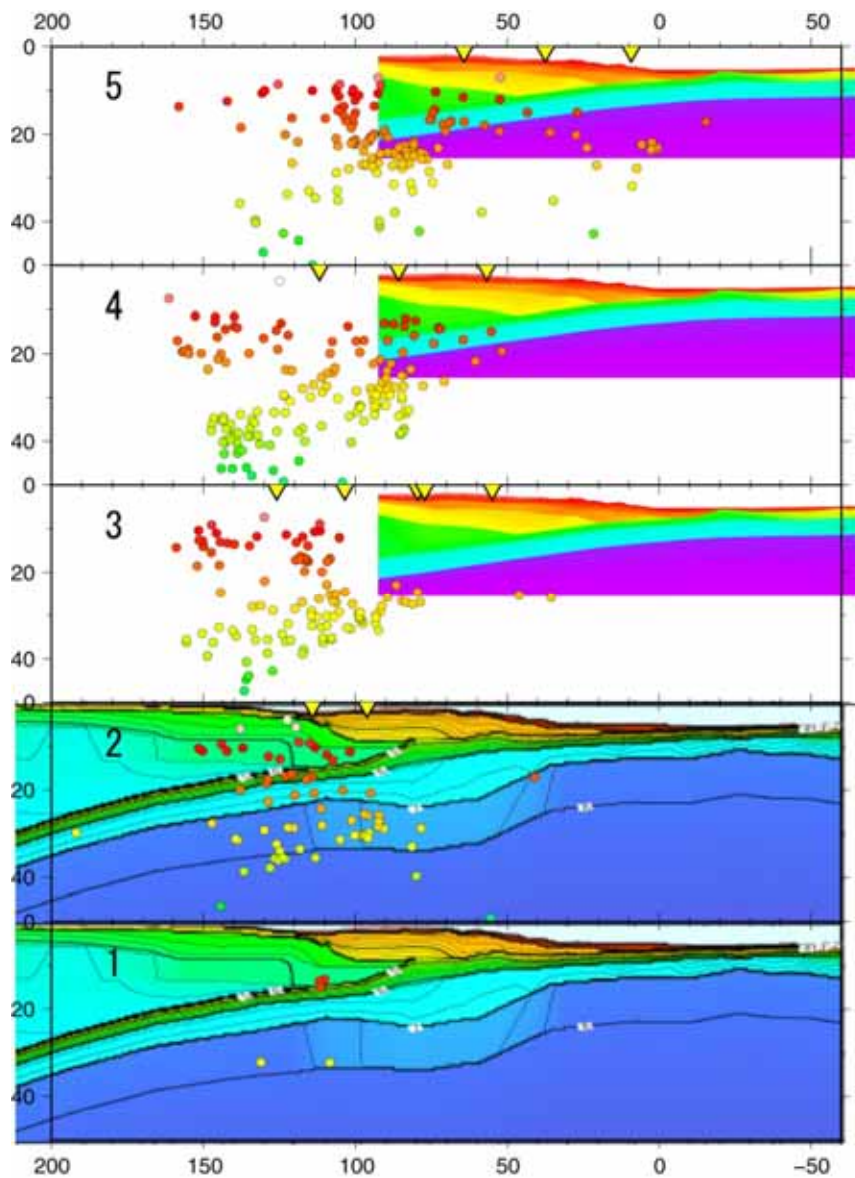


図 23 海底地震観測による高精度震源分布と地殻構造との対応 海溝軸直行方向（セクション 1～5）

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

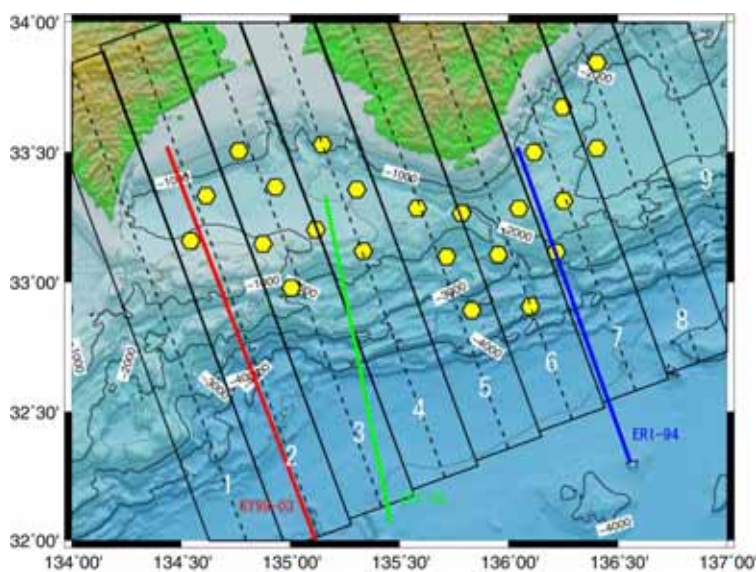
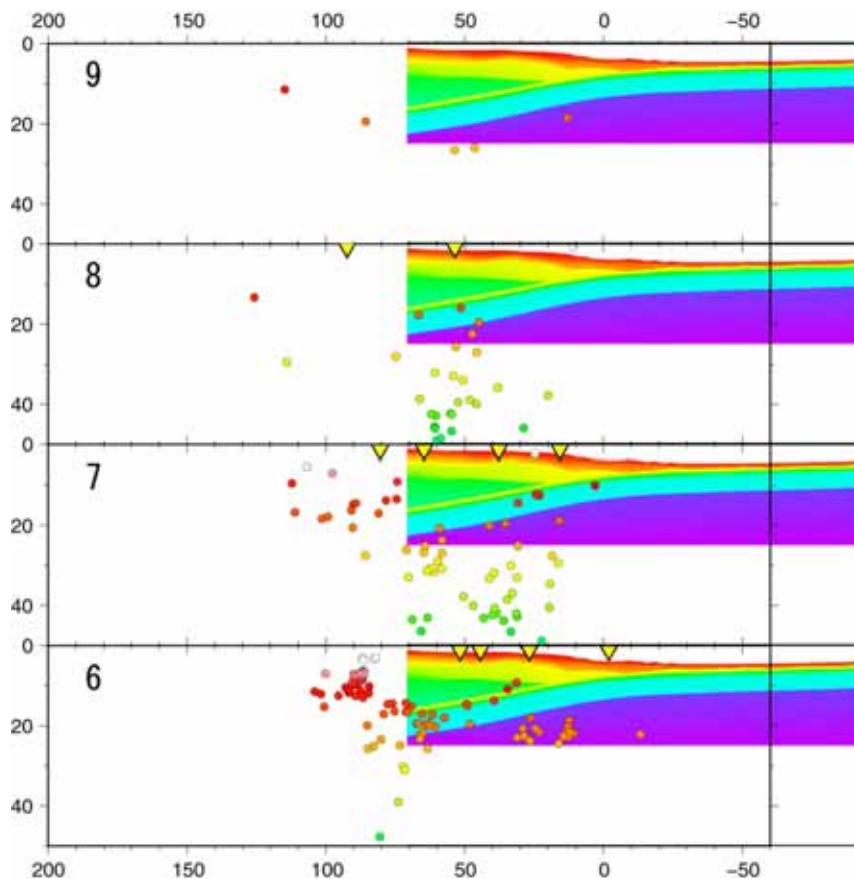


図 23(つづき) 海底地震観測による高精度震源分布と地殻構造との対応 海溝軸直行方向(セクション 6~9)

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

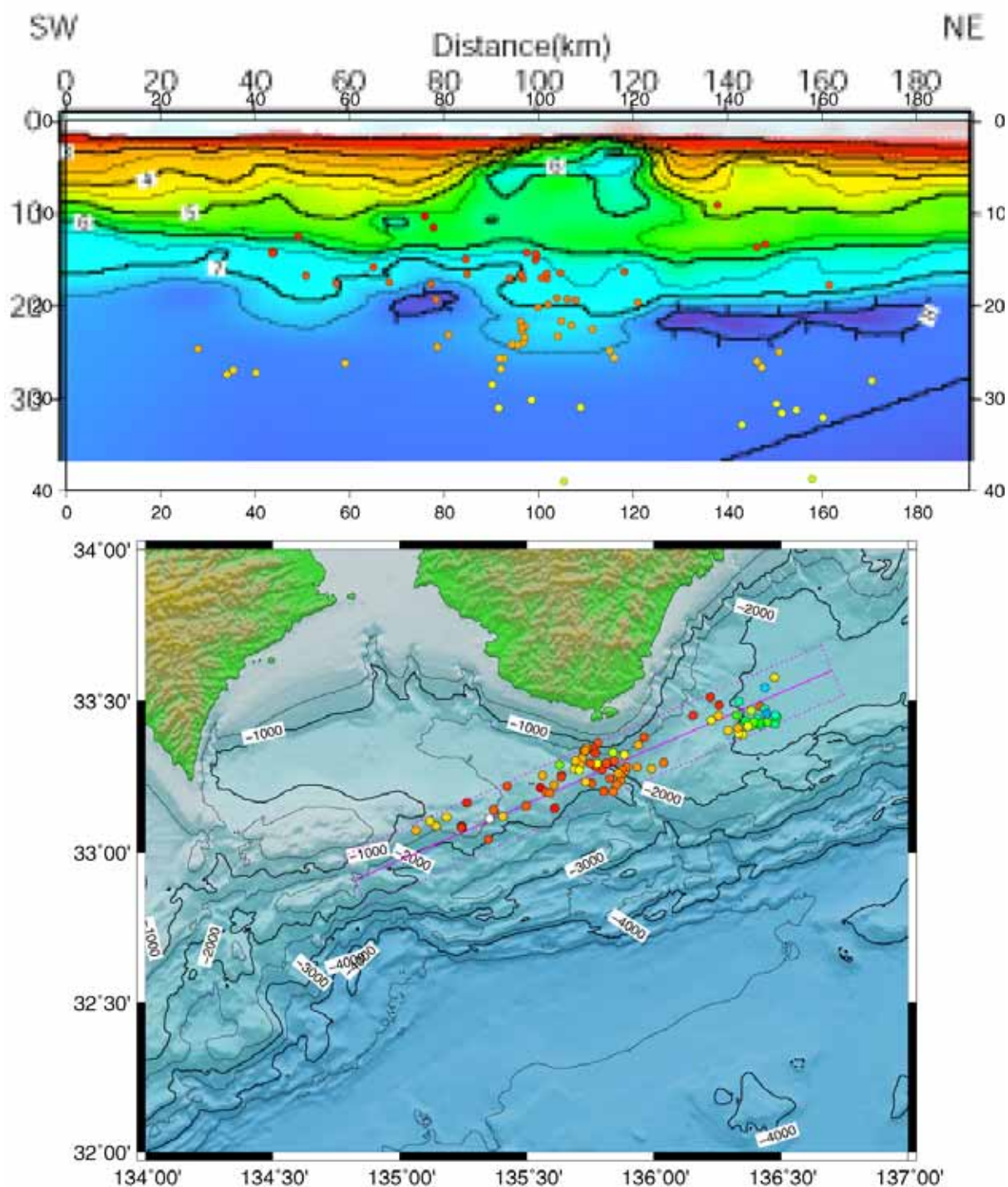


図 24 海底地震観測による高精度震源分布と地殻構造との対応 海溝軸平行方向  
 独立行政法人海洋研究開発機構によって、2004年に紀伊半島沖の海溝軸に平行な測線で人工震源構造調査が行われた。この測線を中心として、幅20km以内で発生した地震について、得られたP波速度構造上に海底地震観測による高精度震源をプロットした。不均質性の大きい紀伊半島潮岬沖下で、地震活動が活発である。深さ方向に10km以上の幅を持って震源が分布している。

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

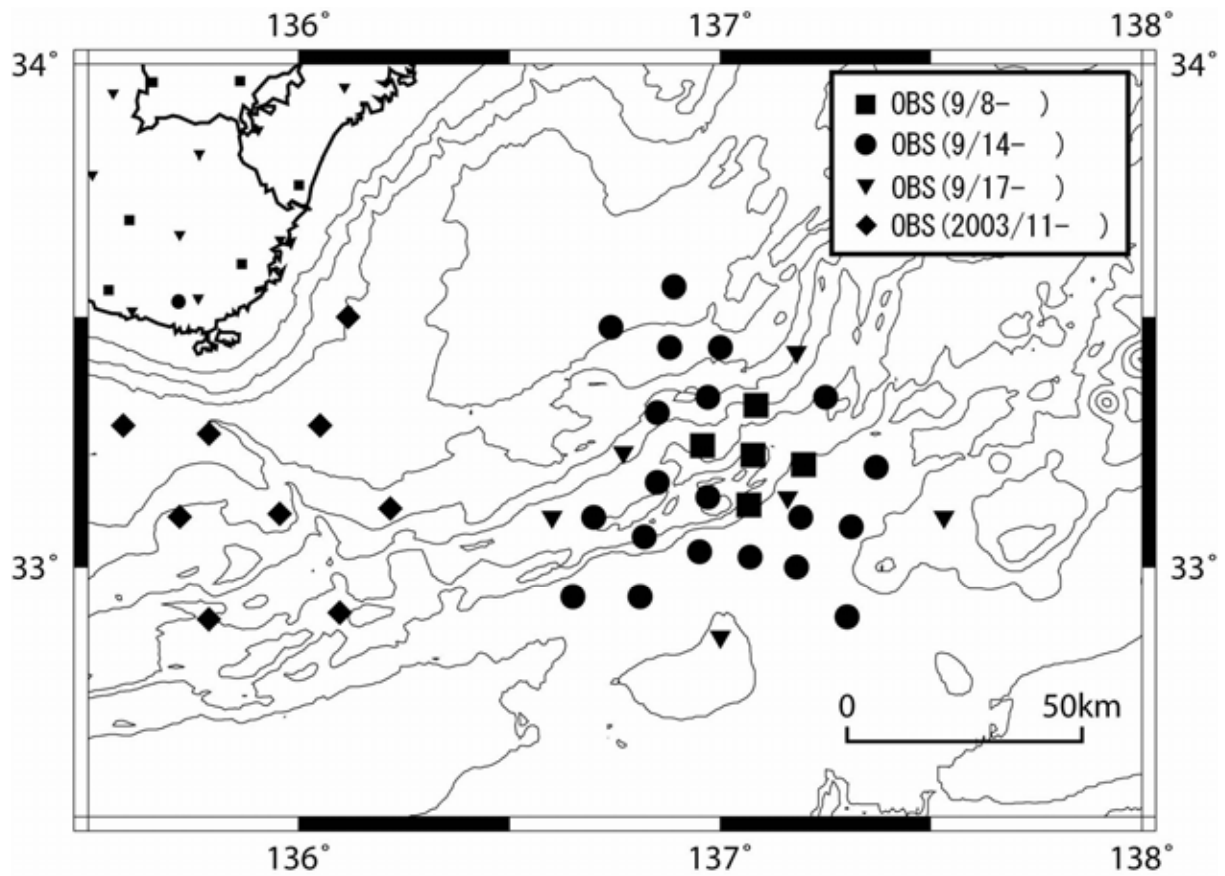


図 25 2004 年 9 月 5 日に発生した紀伊半島南東沖の地震の後に、余震域直上に設置した短期観測型の自己浮上式海底地震計による観測点  
観測点は、観測開始日時毎に記号を変えて表示している。

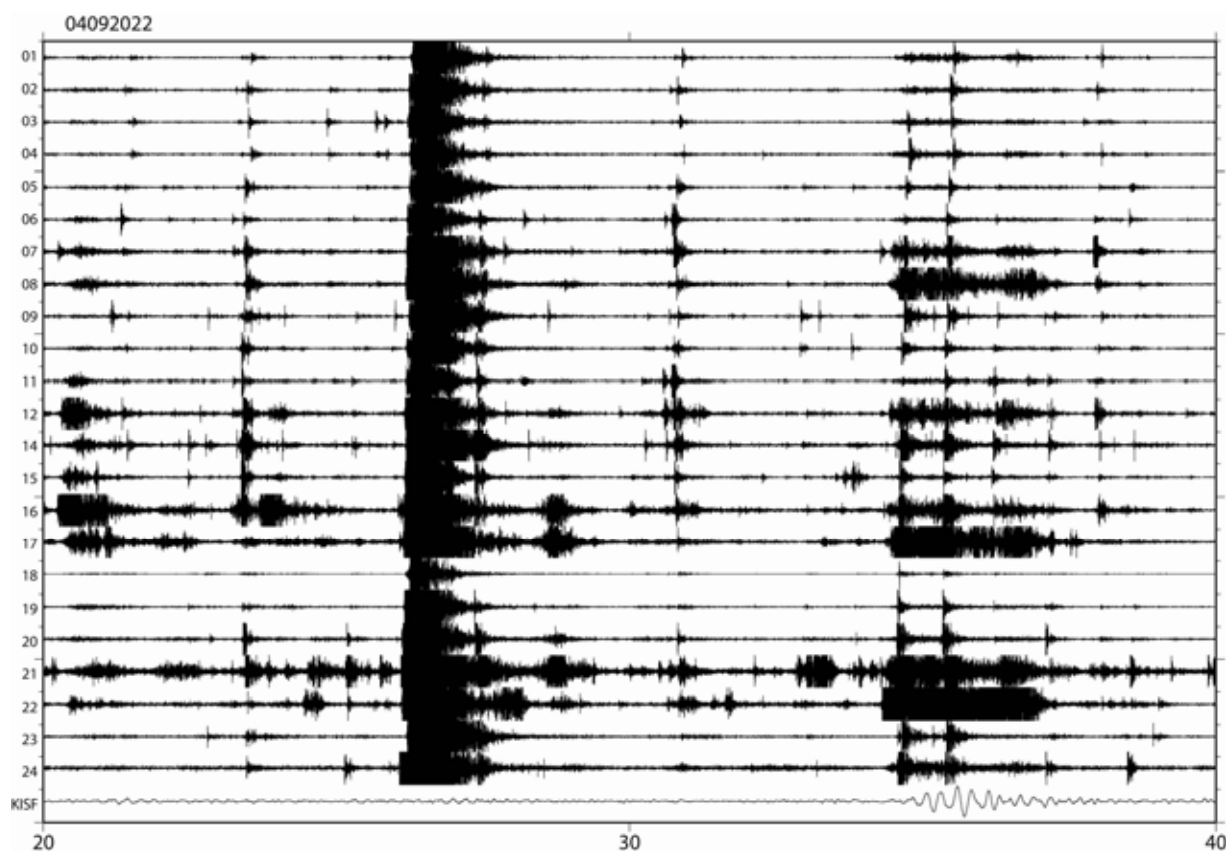


図 26 海底地震計が観測した継続時間の長い波群

横軸は時間（分）。図中一番下のトレースは三重県にある KISF 観測点の広帯域地震計記録であり、バンドパスフィルター（20 秒～50 秒）に通した地震波形である。26 分過ぎの M3.0 の地震に対応する長周期波形は見られないが、35 分頃の波群に対応した長周期波形が KISF の記録に見られる。この時間帯の海底地震計（LS08，LS12，LS17，LS21，LS22 など）の記録には継続時間の長い波群が見られる。

(d) 結論ならびに今後の課題

紀伊半島周辺の東南海・南海地震境界域および紀伊水道における平成 18 年度の業務は全て完了した。長期観測型海底地震計の地震記録に陸域観測網データを併合して、平成 17 年 7 月から平成 18 年 2 月までの期間の気象庁一元化震源リストに記載されている地震について、精度の高い震源を決定した。震源決定にあたっては、この海域の地下速度構造の持つ強い不均質性を考慮した解析方法を採用した。海底地震観測点を中心とした半径 35km の 23 区域に全観測領域を分割し、それぞれの区域についての観測点補正値を個別に決めることで、震源決定の精度向上を達成した。さらに、陸域の高感度地震観測網では捉えることのできないより小さな微小地震についても、平成 17 年 7 月から 9 月までの期間について海底地震計の連続可視記録の中から確認して、その震源を決定した。その結果、陸側プレートの地殻内で発生している地震活動のほかに、沈み込むプレート内で発生している地震活動についての詳細が明らかとなった。特に沈み込むプレート内では、プレート境界近傍の地震活動は活発ではなく、それよりも深い海洋地殻内、あるいはマントル内における地震活動がトラフ軸まで連続して発生していることがわかった。また、紀伊半島潮岬沖の海底には潮岬海底谷が存在し、海谷下には巨大地震断層の境界が存在することが言われている。平成 18 年度成果である海底地震観測による高精度震源分布から、微小地震活動についても潮岬沖に明瞭な活動境界が存在し、その西側での活動が活発であり、すぐ東側ではほとんど活動が見られないことが明らかとなった。今後は、平成 15 年度の観測より蓄積された地震データについて同様な解析を行い、より精度の高い地震活動情報を得る。また、本対象海域における地震活動は低いながらも、長期間の連続観測により多くの地震が観測され、トモグラフィー解析による地震発生と速度構造との対比についてもデータ量的に可能になりつつある。今後はダブル・ディファレンス法などを用いて、構造と地震活動の関係についても、詳細な議論を行っていく予定である。

2004 年 9 月 5 日に発生した紀伊半島南東沖地震の余震観測データ中に、継続時間の長い地震波群が観測されていた。この海域では、超長周期地震の発生が報告されている場所であり、こうした地震とプレートの沈み込みとの関係について、注目されているところである。今後さらに詳しい解析を行って、その発生の原因を解明するための解析を進めていく。

(e) 引用文献

- 1) Diebold, J. B., and P. L. Stoffa, The travel time equation, tau-p mapping and inversion of common midpoint data, *Geophysics*, 46, 3, 238-254, 1981.
- 2) Hirata, N. and M. Matsu'ura, Maximum-likelihood estimation of hypocenter with origin time eliminated using nonlinear inversion technique, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 47, 50-61, 1987.
- 3) Ishibashi, K., Specification of a soon-to-occur seismic faulting in the Tokai district, central Japan, based upon seismotectonics, In Simpson, D.W. and P.G. Richards eds.: *Earthquake prediction: An international review*, Maurice Ewing Series 4. AGU, Washington, D.C., 297-332, 1981.
- 4) Ishibashi, K., Great Tokai and Nankai, Japan, earthquakes as revealed by

3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究(東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究)

- historical seismology:1. Review of the events until the mid-14.th century, *J. Geography (Chigaku Zasshi)*, 108, 399-423, 1999(in Japanese with English abstract).
- 5) Ishihara, Y., Major existence of very low frequency earthquakes in back-ground seismicity along subduction zone of south-western Japan, *Eos Trans. AGU*, 84, 2003.
- 6) Kanamori, H., Tectonic implications of the 1944 Tonankai and the 1946 Nankaido earthquakes, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 5, 129-139, 1972.
- 7) Mazzotti, S., X. Le Pichon, P. Henry and S. Miyazaki, Full interseismic locking of the Nankai and Japan-west Kurile subduction zones: An analysis of uniform elastic strain accumulation in Japan constrained by permanent GPS, *J. Geophys. Res.*, 105, 13159-13177, 2000.
- 8) Mochizuki, K., G. Fujie, T. Sato, J. Kasahara, R. Hino, M. Shinohara, and K. Suyehiro, Heterogeneous crustal structure across a seismic block boundary along the Nankai Trough, *Geophys. Res. Lett.*, 25, 2301-2304, 1998.
- 9) Mochizuki, K., and K. Obana, Seismic Activities along the Nankai Trough, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 78, 185-195, 2003.
- 10)西坂弘正, 紀伊半島沖南海トラフにおけるフィリピン海プレートの沈み込み域及び島弧前縁部の地殻構造, 千葉大学理学研究科修士論文, 94, 1997.
- 11)Obana, K., S. Kodaira, Y. Kaneda, K. Mochizuki, M. Shinohara, and K. Suyehiro, Micro-seismicity at the seaward updip limit of the western Nankai Trough seismogenic zone, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2002JB002370, 2003.
- 12)Obara, K. and Y. Ito, Very low frequency earthquakes excited by the 2004 off the Kii peninsula earthquakes: A dynamic deformation process in the large accretionary prism, *Earth Planets Space*, 57, 321-326, 2005.
- 13)Sangawa, A., Earthquake traces carved in excavations in the past 2,000 years, *Chikyu Monthly, Special Issue 24*, 56-63, 1999.
- 14)Shinohara, M., N. Hirata and N. Takahashi, High resolution velocity analysis of ocean bottom seismometer data by the  $\tau$ -p method, *Marine Geophys. Res.*, 16, 185-199, 1994.
- 15)Shinohara, M., T. Yamada, T. Kanazawa, N. Hirata, Y. Kaneda, T. Takanami, H. Mikada, K. Suyehiro, S. Sakai, T. Watanabe, K. Uehira, Y. Murai, N. Takahashi, M. Nishino, K. Mochizuki, T. Sato, E. Araki, R. Hino, K. Uhira, H. Shiobara, and H. Shimizu, Aftershock observation of the 2003 Tokachi-oki earthquake by using dense ocean bottom seismometer network, *Earth Planets Space*, 56, 3, 295-300, 2004

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

発表者	題名	発表先	発表年月日
中東和夫・山田知朗・望月公廣・酒井慎一・篠原雅尚・金沢敏彦・植平賢司・清水洋	長期海底地震観測データを用いた東南海・南海地震想定震源域における地震波速度構造	日本地球惑星科学連合 2006 年大会	2006.5.17
山田知朗・中東和夫・酒井慎一・望月公廣・篠原雅尚・金沢敏彦・桑野亜佐子・植平賢司・清水洋	東南海・南海地震想定域の地震活動	日本地震学会 2006 年秋季大会	2006.10.31
中東和夫・桑野亜佐子・山田知朗・望月公廣・篠原雅尚・酒井慎一・金沢敏彦・植平賢司・清水洋	繰り返し長期海底地震観測による紀伊半島南海トラフの地震波速度構造	日本地震学会 2006 年秋季大会	2006.10.31

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定なし。

(3) 平成 19 年度業務計画案

東南海・南海地震の想定震源域および周辺における正確な地震活動の把握を目的とする。対象領域は地震活動度が低いため、長期にわたる地震観測を実施し、十分な数の微小地震を観測する必要がある。また、観測網の展開については、地震活動度の相対的に高い領域から順次観測網を海・陸の観測網が連携する形で高密度（観測点間隔約 20km）に配置する。また、上記観測により得られたデータを詳細に解析することにより、東南海・南海地震に関する予測精度の向上に資することも目的とする。最終年度にあたるため、総合的な成果のとりまとめを行う。

実施方法

(a) 観測点配置に関する調整

長期観測型海底地震計を設置するにあたり、その観測点配置について事前に関係機関等との調整を行う。

(b) 長期観測型海底地震計等の整備

新規購入および回収した長期観測型海底地震計は、国立大学法人東京大学地震研究所で動作確認と組み立て等の整備を実施する。また、音響通信制御装置、GPS 時計制御システム等の設置作業支援装置について総合的な整備を実施する。

(c) 長期観測型海底地震計の設置・回収

前年度に設置した海底地震計を回収するとともに、整備した海底地震計を設置して観測を継続する。最終年度にあたるため、年度内に全観測点を回収する。



3.1.2.1. より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究（東南海・南海地震の想定震源域および周辺における海底地震観測研究）

(d) 浅部構造のデータ収集・解析：

浅部構造のデータ収集をして、震源決定の際に必要な観測点直下の堆積層補正値を求める。

(e) 陸域観測網による地震データの収集

海・陸データの併合処理のため、データ処理システムを用いて、既設の陸域観測網で記録される地震データの収集を実施する。

(f) 海陸データ統合解析

回収した海底地震計のデータと陸域観測網で記録される地震のデータを併合処理して、正確な地震活動の把握等を進める。より詳細なプレート境界の形状の把握、及び地殻構造と地震活動の対比等（国立大学法人九州大学）について解析を行う。

(g) 総合的な地震活動解析

東南海・南海地震の想定震源域周辺域において、他機関が行っている海底地震観測のデータも合わせ、当該領域の広域的な地震活動を把握する。震源を決定する際には、独立行政法人海洋研究開発機構により調査が進められている地殻構造調査の結果から得られる、より精緻な地震波速度構造を用い、より正確な活動を把握する。

作業に当たっては、気象庁の協力の下、独立行政法人海洋研究開発機構と連携して実施する。

(h) 観測データの流通・公開

長期観測型海底地震計を用いて観測したデータについては、地震調査研究推進本部調査観測計画部会調査観測データ流通・公開推進専門委員会において定める方針に従い、流通公開を行う。

(i) 運営委員会の設置・開催

調査研究を効率的に推進するため、「海溝型地震調査研究運営委員会（事務局は国立大学法人東京大学地震研究所）」を二回程度開催する。