

3. 3. 3 断層帯周辺における自然地震観測

(稠密アレー観測による微小地震のメカニズム，応力解析)

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 断層帯周辺における自然地震観測（稠密アレー観測による微小地震のメカニズム，応力解析）

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
独立行政法人産業技術総合研究所 地質情報研究部門	グループ長	桑原 保人
	主任研究員	今西 和俊
	研究員	長 郁夫

(c) 業務の目的

糸魚川－静岡構造線（以下、糸静線）断層帯で発生する地震について、マグニチュード0程度までの極微小地震までを含めたメカニズム解を決定し、当該地域の応力場を明らかにする。

(d) 5ヵ年の年次実施計画

1) 平成17年度：

甲府盆地西縁部の反射法探査域で稠密地震観測を実施し、マグニチュード0程度までの地震のメカニズム解を決定した。

2) 平成18年度：

諏訪盆地周辺部での反射法探査域で稠密地震観測を実施し、マグニチュード0程度までの地震のメカニズム解を決定する。メカニズム解から断層帯に作用する主応力方位の空間変化を求める。

3) 平成19年度：

18年度に引き続き諏訪盆地周辺で稠密地震観測を実施すると同時に、これまでの観測データを総合的に解析し、メカニズム解決定と糸静線の諏訪湖以南の領域の応力場の解明を目指す。

4) 平成20年度：

断層帯北部での反射法探査域で稠密地震観測を実施し、マグニチュード0程度までの地震のメカニズム解を決定する。メカニズム解から断層帯に作用する主応力方位の空間変化を求める。

5) 平成21年度：

断層帯の北部・中部で稠密地震観測を行うと同時に、前年度までのデータの統一的な処理・まとめを行う。糸静線断層帯に作用する主応力方位分布図を作成する。

(e) 平成17年度業務目的

糸静線南部での反射法測線周辺域に、東大地震研究所の臨時観測点や Hi-net 等の定常地震観測点と合わせて約5 km 間隔になるよう臨時の観測点を展開する。産総研は8カ所設置し、地震メカニズム解明を目的としたデータの収集を半年程度行う。定常観測点のデータも含め、振幅値を用いたメカニズム解推定法を適用し、極微小地震のメカニズム解を推定する。これにより、糸静線南部域の応力場を解明する。

(2) 平成17年度の成果

(a) 業務の要約

糸静線南部（諏訪湖以南）で発生している極微小地震のメカニズム解決定のため、2005年9月から、当該地域の8カ所において臨時地震観測を行った。観測は、2006年3月現在も一部継続中である。臨時観測点は、定常観測点や東大地震研究所による臨時観測点を含めた全観測点の分布が、約5 km間隔程度になるように配置した。データの解析期間は9月10日から11月30日までである。気象庁による一元化震源情報では、この地域でこの期間に発生した地震の最大の気象庁マグニチュード(Mj)は3.2で、メカニズム解を決めることができた地震はこの1個であった。われわれは、一元化震源のうち、これまでMjが0以上の120個について、臨時地震観測点のP波押し引きデータに、振幅値の情報も取り入れることによりメカニズム解の決定を試みた。これにより83個の地震のメカニズム解を精度よく決めることができた。推定されたメカニズム解から、P軸方位のばらつきは少なく、SE-NWからESE-WNWの方向を示していることが明らかになった。また、糸静線周辺では逆断層タイプの地震が多いのに対し、糸静線の西側の中央構造線（赤石構造線）沿いでは横ずれタイプの地震がほとんどであった。

(b) 業務の実施方法

産総研では、2005年9月から糸静線南部の8カ所において臨時地震観測点を設置した。図1は、産総研と東大地震研究所の臨時観測点 Hi-net や大学等の定常観測点と、これまでに解析した地震の震央分布を示してある。産総研の設置点は、定常観測点の配置を含めた観測点の分布が約5 km 間隔程度になるように配置し、可能な限り、強固な岩盤が露出している場所を選定した。地震計は Mark Products 社製 L22E 3 成分を使用した。データ収録は、白山工業社製 LS7000 を用い、サンプリング周波数 200Hz で連続収録とし、時刻管理は GPS 時計によった。観測は今も一部継続中である。

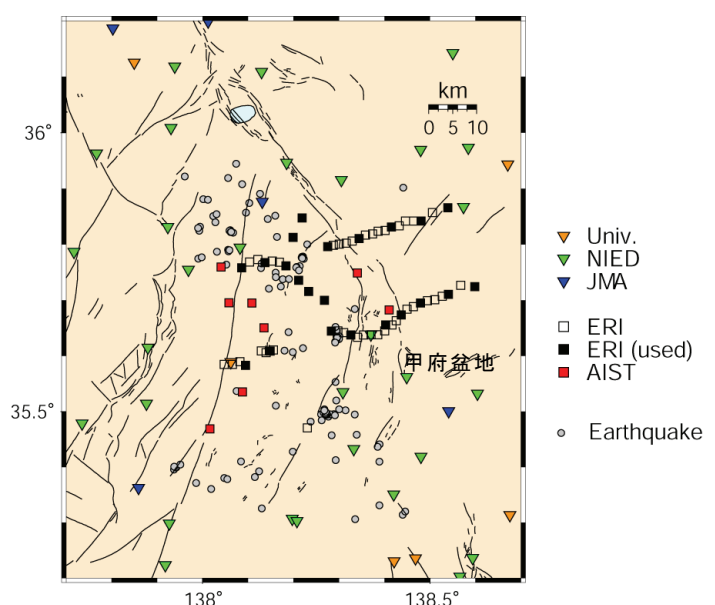


図1 地震観測点と解析した地震の震央分布

メカニズム解決定のためには、正確な震源位置が必要になる。一方、この地域には甲府盆地が存在する等、明らかに速度構造に地域差があると考えられる。気象庁による一元化震源はこの地域性を考慮していないことによる系統的な誤差が含まれる可能性がある。従って、今回はこの速度構造の地域性を考慮するため、次の方法で震源位置の決定を行なった。まず、一様な速度構造のもとで震源決定を行ない、観測点毎に走時残差を決定し、その結果から、図2a に示すような浅部の速度値が異なる2つの速度構造モデルを仮定した。図2b に観測点毎にどちらの速度構造モデルを適用したかを示す。2つの速度構造モデルは Sakai *et al.* (2005) が糸静線北部で仮定した速度構造や、本プロジェクトでのヤニス・他（私信）および武田・他（私信）によるこの地域の速度構造トモグラフィの結果を参考にした。そして、この2つの速度構造モデルを適用し震源決定を行ない、この結果から計算される観測点補正値を導入して、再度震源決定を行なうという操作を3回繰り返して最終の震源とした。

メカニズム解の決定に関しては、この地域で発生している地震のほとんどはM2以下であり、この稠密観測網でもP波初動の押し引き分布のみからメカニズム解を一意に決めることが困難な場合が多い。そこで、振幅値の情報も取り入れることにより、この問題点を克服した。具体的には、Imanishi *et al.* (2005) の方法に従い、次の手順によりメカニズム解を推定した。（1）P波およびS波変位スペクトルの低周波側のスペクトルレベルを推定する（以後、観測振幅値と呼ぶ）、（2）走向、傾斜角、すべり角のグリッドサーチにより、理論振幅値（極性データがある場合は符号付きの振幅値）と観測振幅値の残差が最小になる解を求める、（3）推定されたメカニズム解から計算される理論振幅値と観測振幅値の比を計算し、これを観測点毎に平均する（以後、観測点補正値と呼ぶ）、（4）観測点補正値を入れて上記地震のメカニズム解を再決定する。以上の方法を、産総研、東大地震研の臨時観測点と定常観測点のデータに適用した。9月10日から11月30日の間で、気象庁一元化震源のうち、現時点で、120個の地震について解析した。

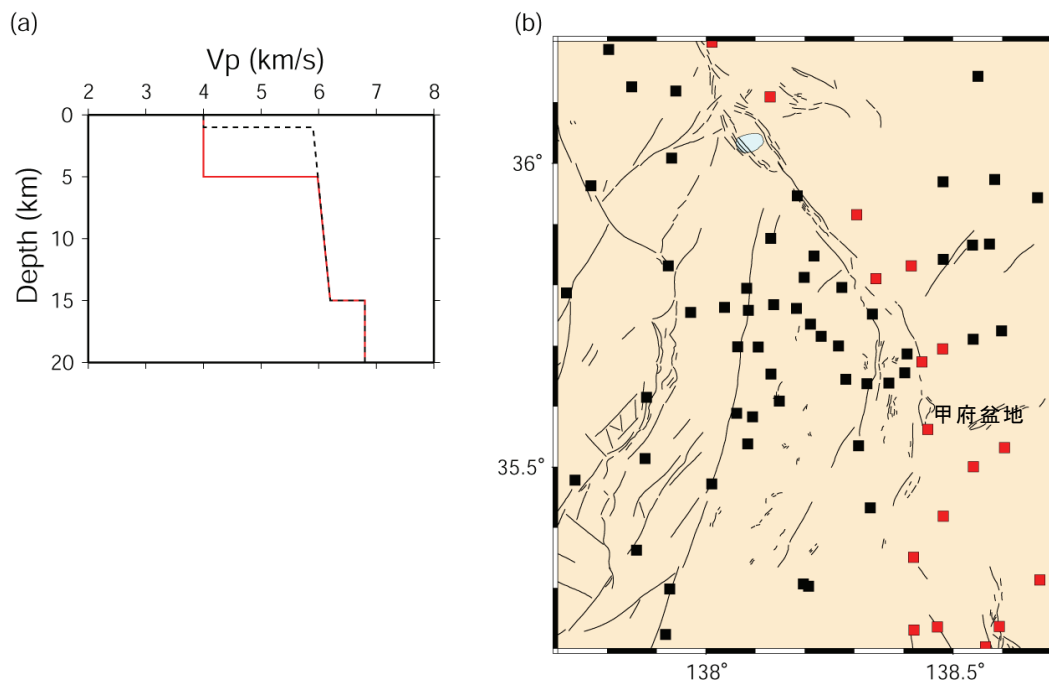


図2 仮定した2つの速度構造モデル（a）と、各観測点に適用した速度構造モデルの分布（b）

(c) 業務の成果

図3にMj0.4の地震の観測波形例を示す。Mj0.4程度の地震でも、多数の観測点で良質なデータが得られたことが分かる。図4には、今回の最終震源と一元化震源の比較を示す。震源は全体的に浅くなり、特に甲府盆地付近では5 km以上浅く決定されたものもある。

図5には、上記方法で求められた震源メカニズム解の空間分布を示す。メカニズム解は、Flohlich(1992)に従い、逆断層、正断層、横ずれ断層の3つのタイプに分類し、それぞれの成分の比率に応じて色分けをした。本方法で精度よく決定できたメカニズム解は83個であり、最小のMjは0.2であった。この期間に気象庁でルーチン的に決められたメカニズム解は、Mj3.2の地震1個であった。図6は、メカニズム解のP軸の方位分布を示す。図5、6からは次のことが読み取れる。1) P軸の方位は、比較的ばらつきが少なく、北西-南東から西北西-東南東に分布する。2) 北緯35.8度付近から南の領域においては、その領域の東部の糸静線近傍で逆断層タイプ、西部の中央構造線近傍では横ずれ断層タイプが卓越する。3) 諏訪湖近傍の地震は、横ずれ断層タイプが卓越する。

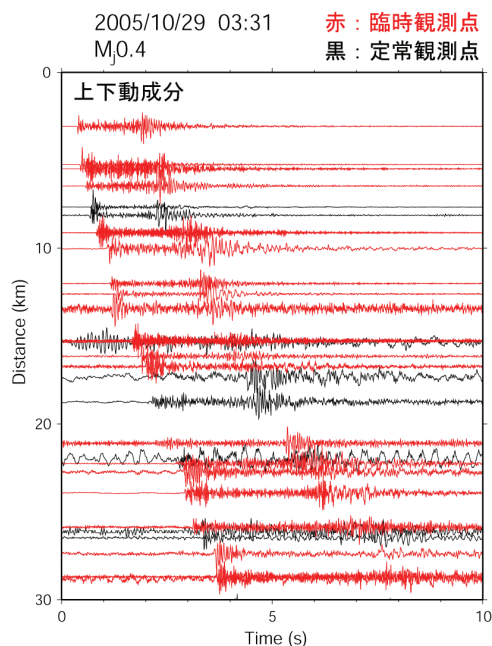


図3 Mj0.4の地震の観測波形

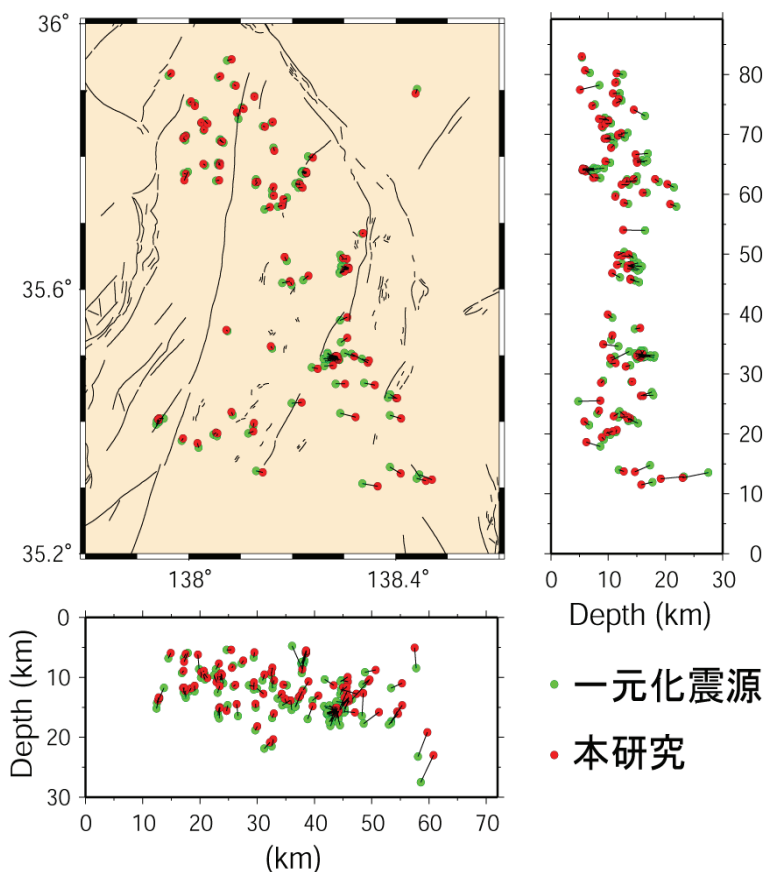


図4 今回決定された震源と一元化震源の比較

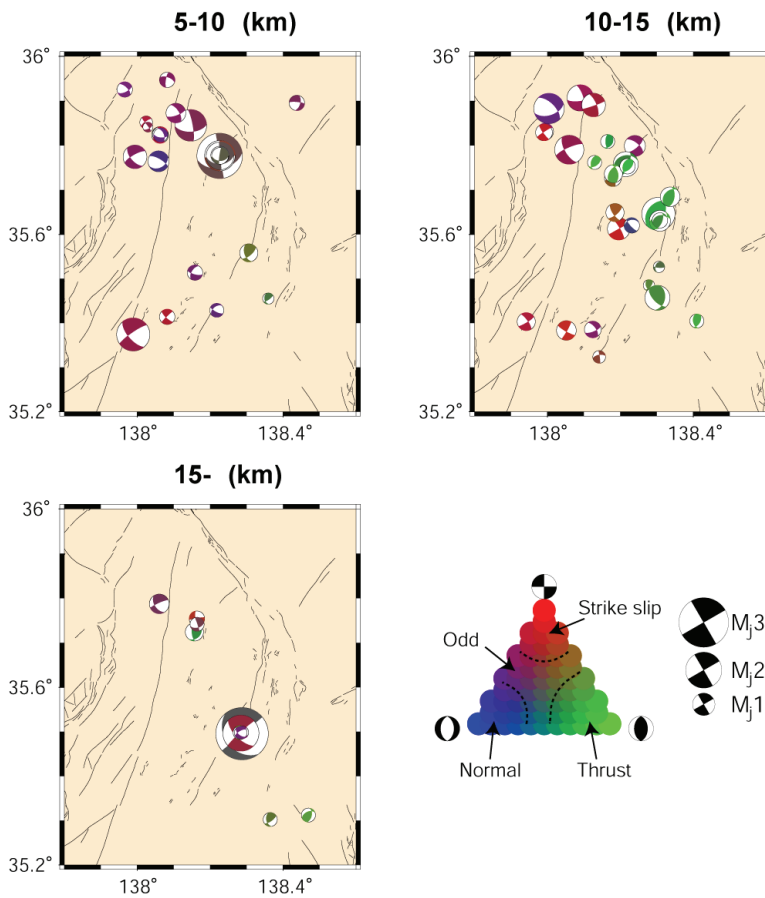


図5 決定されたメカニズム解の分布
赤色は横ずれ断層、緑は逆断層、青は正断層タイプを示し、それぞれの成分の比率に応じて色分けしてある。

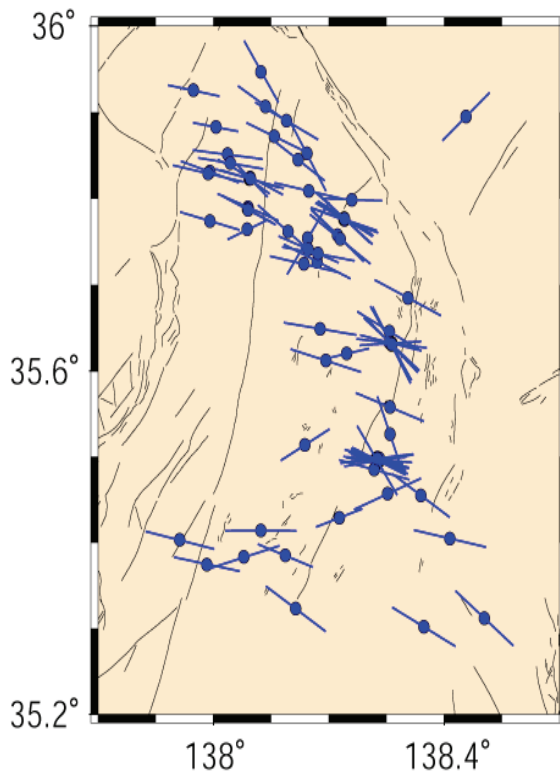


図6 メカニズム解のP軸の分布

(d) 結論ならびに今後の課題

今年度の観測・解析手法により、 M_j が 0 程度以上の地震メカニズム解が決定できることが分かった。今回の解析により、糸静線南部の領域で発生する地震メカニズム解の分布の特徴的な地域性があることが示唆された。今後、さらに、観測領域を広げること、解析データを増やすことで、広域により確実な応力場が解明できると期待できる。

(e) 引用文献

- 1) Sakai, S., 2004, Seismicity of the northern part of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, Earth Planets Space, 56, 1279-1283.
- 2) Imanishi, K., Y. Kuwahara, Y. Haryu, 2006, Off-fault aftershocks of the 2005 West Off Fukuoka Prefecture Earthquake: Reactivation of a structural boundary, Earth Planets Space, 58, 81-86.
- 3) Flohlich, C., 1992, Triangle diagrams: ternary graphs to display similarity and diversity of earthquake focal mechanism, Phys. Earth Planet. Interiors, 75, 193-198.

(3) 平成 18 年度業務計画案

平成 18 年度に実施する断層帯中部域の反射法測の周辺域で、 M_j が 0 程度の極微小地震までメカニズム解が決定できるよう、東大地震研究所が設置する観測点や定常観測点と合わせ、全体的に 5 km 間隔程度になるよう、6 カ所程度臨時観測点を設置する。また、前年度の糸静南部の観測点も 2～3 カ所、観測を継続させる。これらの観測点は十分なデータが得られるよう約 6 ヶ月間以上を目標に観測を継続させる。

メカニズム解の決定は、基本的には、17 年度と同様な手法を用いる。ただし、震源位置に関しては、本プロジェクトで得られる結果を参考にする。

解析は、応力テンソルインバージョン等な手法を取り入れ、糸静線の諏訪湖周辺から南部の領域についての主応力方位の分布を明らかにする。