

(1) 実施機関名：

高知大学

(2) 研究課題(または観測項目)名：

燧灘 - 高縄半島下における中央構造線系の深部構造と断層活動に関する研究

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

ア．列島及び周辺域のプレート運動，広域応力場

(4) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

(3-2) 地震破壊過程と強震動

イ．強震動・津波の生成過程

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

5 か年の目標：中央構造線は日本における第一級の活断層であり、現在は斜め沈み込みにより右横ずれ運動をしているが、地質断層は北傾斜していることが示されてきた (Ito et al., 1996)。しかしながらもし中央構造線において大地震が発生するとしたら、その地震断層は北傾斜面なのか、それとも高角の横ずれ断層なのかという問題は、単に断層構造だけではなく、応力場、断層の摩擦係数、強度などを考慮した物理的な検討が必要である。当該地域では活断層に明瞭なセグメント境界が見られ、セグメント境界を越えた連動型の大地震発生の可能性の有無も重要な問題である。この問題も中央構造線の大地震の地震断層が北傾斜面なのか、それとも高角の横ずれ断層なのかによって全く違ってくる。本研究では、燧灘から高縄半島に分布する地殻中部の地震が中央構造線の周辺に発生している事に注目し、主にこれらの地震活動を高密度の観測することによって、断層の活動様式について研究する。この地域は既に行われた 2 つの GPS のトラバース観測の中間であり、かつ両者の結果は中央構造線を挟んだ特徴がそれぞれで異なっているために、中央構造線の現在のすべりの不均質性の可能性についても把握に努める。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

燧灘から高縄半島地域において地震観測の精度を総合的に向上させるため 8 点程度のオフライン地震観測点を設置し連続記録を収録する。これにより中央構造線の北傾斜面の深部延長上に近い地殻中部地震発生域を中心に地震の検知能力、総合的な観測精度の向上を目指す。また定常観測網で得られているデータを使って、メカニズム解の決定、多重応力解析による応力場の推定、震源分布の再決定、震源域の V_p/V_s の推定を試み、現状起きている微小地震がどのような向きの断層面が、どのような力によって、どの程度流体の影響を受けやすい環境で発生しているのかについて、たたき台となる情報を得る。

平成 21 年度は観測点の設置を行う。

平成 22 年度：観測の継続しデータを蓄積しつつ、定常観測網によるデータとあわせて、地震活動度、震源分布、地震の検知能力などの基礎データを再検討する。

平成 23 年度：観測の継続しデータを蓄積しつつ、定常観測網によるデータとあわせて、メカニズム解分布の高精度決定、震源域 V_p/V_s の解析を行う。

平成 24 年度は、特に高い不均質性が考えられる高縄半島付近において、局所アレイ観測を行い中央構造線の潜伏断層面の位置情報を増やす。

平成 25 年度は、総合的にみて、中央構造線の大地震は、どのような応力場のもとで、どのような断層面が、滑りうるものであるか検討する。

(7) 平成 23 年度成果の概要：

・観測について

燧灘-高縄半島における 10 点のオフライン連続地震観測を継続した。ただし愛媛大学演習林における観測は、設置場所の都合で、2011 年 10 月に中止した。

・研究成果について

昨年までの研究により、四国・中国地方の応力場の特徴として、1) 島弧に直交方向の変化としては、4 つの帯状の応力区に分割されること、中央構造線北方と山陰には、剪断帯が形成されており、大局的なパターンとしては佃 (1992) に示されているような応力軸トラジェクトリに近いパターンが得られた。ただし、瀬戸内に形成される剪断帯の位置は現在の微小地震によるものの方が幅が狭く、南よりに分布する特徴がある。2) 島弧に沿った前弧域や中央構造線付近の応力場の変化としては、四国東部で圧縮場(東西)から四国西部での伸張場(南北)へと転じることがわかってきた。

そこで本年度は、瀬戸内周辺の活断層等の形成に注目して、これと現在の応力場のとの関係を調べた。日本の活断層等を参考にして、A) 周防灘、B) 安芸灘、岩国、五日市、C) 福山、鞆、長者ヶ原、御調、尾道、D) 播磨灘、E) 長尾断層、F) 江畑、竹城、G) 鮎喰川の断層帯を対象とした(図 1)、これらの断層帯は走向分布などから大局的には東西圧縮の横ずれ断層型によるものが多いが、断層変位は鉛直成分が認められるものも多い。応力場の推定のために、データとしては 1995 年より 2011 年 8 月までの 20km よりも浅い地震のメカニズム解のうち信頼性の高いもの(P 軸、T 軸の可動範囲が $\pm 15^\circ$ 以内)のメカニズム解を用いた(図 2)。手法は多重逆解法(Yamaji, 2000; Otsubo et al., 2008)を用いた。それぞれ断層帯周辺の地震のメカニズム解を用いて、応力場を推定した。その際各断層帯周辺で二つの応力解を推定した。ミスフィット角の値を使って、それぞれの応力場でユニークに動いたであろう入力データを特定して応力場のマッピングを行った(図 3)、どの程度不均質な解を抽出するかの問題があるが、ミスフィット角の分布から、それぞれの応力場が特定できるものが 2/3 程度で、1/3 のデータは解をなさないか、応力を特定できない。得られた応力解の多くは、横ずれ断層型であるが、逆断層型や正断層型も見られ、逆断層型は、四国中央部よりも東、正断層は四国中央部よりも西に見られる。

研究対象とした活断層に得られた応力場が働いたとして、断層がどれくらい滑りやすいかについて、slip tendency を用いて検討した。活断層については、走向や断層変位方向の情報は多いが、傾斜情報があるものが少ない。各断層付近で得られた二つの応力場に対して、様々な走向、傾斜の想定し、剪断応力、法線応力の比を求め、最大値で規格化して slip tendency を評価した。応力の絶対値は解析による応力比を満足し、差応力(s_1-s_3)が 50MPa、深さ 10km を想定して鉛直方向の応力値が上載荷重で決まると仮定して与えた。結果として各断層の走向、各応力場に対して slip tendency が得られる。slip tendency が 0.7 以上(1 でもっとも滑りやすい)で滑りやすいとして、どちらかの応力場で活断層が認識されているようなすべりを起こしやすいかどうかを検討し、1) どちらかの応力場で認識されているようなすべりを起こしやすい、2) どちらの応力場でも認識されているようなすべりを起こしにくい、3) どちらかの応力場すべりを起こしやすいが、認識されている断層変位と矛盾する、

に分類した。

横ずれ断層として滑りやすいと判定されるものは、周防灘、岩国断層、長者ヶ原がある。逆断層的な断層上下変位が説明できる可能性が出てくるものとして、江畑断層、鮎喰川があり、正断層的なすべりで断層の上下変位が説明できるものは、岩国断層となる。現状で、滑りにくいまたは断層変位が矛盾するものとして、五日市断層、福山断層、鞆断層、御調断層、尾道断層、長尾断層があげられるが、これらは応力場の推定が正しく出来ていないことや、断層活動の情報が不足するなどの点をもっと検討する必要があるだろう。横ずれ以外の変位が説明できそうなものは、図4のように解析範囲の西部の岩国に正断層型、東部の江畑、鮎喰川で逆断層型であることから、前弧域ブロックの回転による Transpression/Transexension モデル (Ikeda et al., 2009) などに整合的と言え、微小地震の示す応力場と活断層の示すすべりは統合的に理解できる可能性を示唆している。課題としては多重逆解法によって求められる不均質な応力場が非現実的な応力勾配になっていないかなどチェックが必要などがある。

- (8) 平成 23 年度の成果に関連の深いもので、平成 23 年度に公表された主な成果物 (論文・報告書等) :
特になし
- (9) 平成 24 年度実施計画の概要 :
・野外地震観測の維持
・野外地震観測データの蓄積が予想していたよりも地震数が少ないことであまり進んでいない。平成 23 年度に予定していた内容を、平成 24 年度に実施する。
- (10) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :
久保篤規 (高知大学理学部附属高知地震観測所)
他機関との共同研究の有無 : 有
鳥取大学 塩崎一郎
- (11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先
部署等名 : 高知大学理学部附属高知地震観測所
電話 : 088-844-8464
e-mail : akubo@kochi-u.ac.jp
URL : <http://www.pslip.kochi-u.ac.jp/keo>
- (12) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者
氏名 : 久保篤規
所属 : 高知大学 理学部 附属高知地震観測所

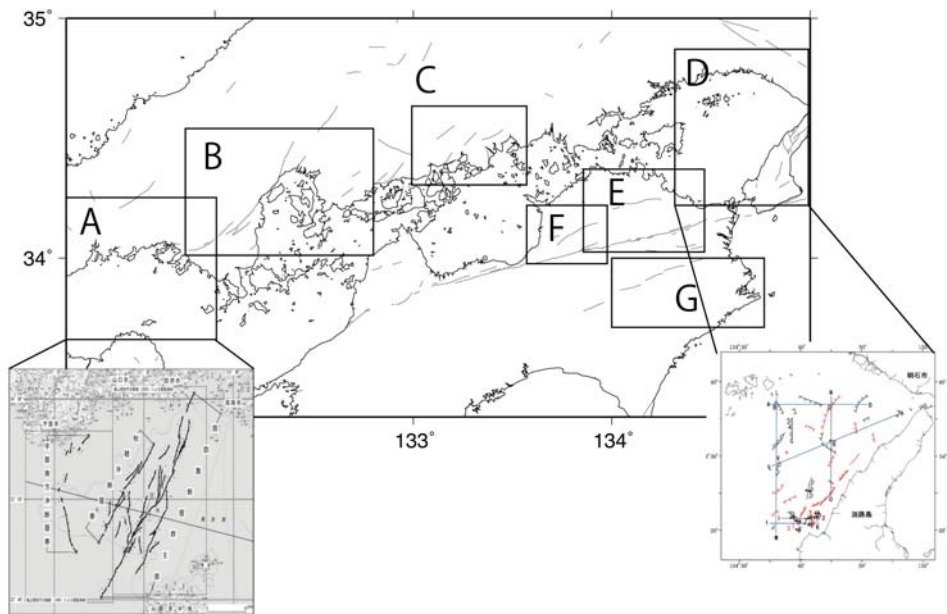


図1 研究対象とした断層帯領域
断層帯名は本文参照

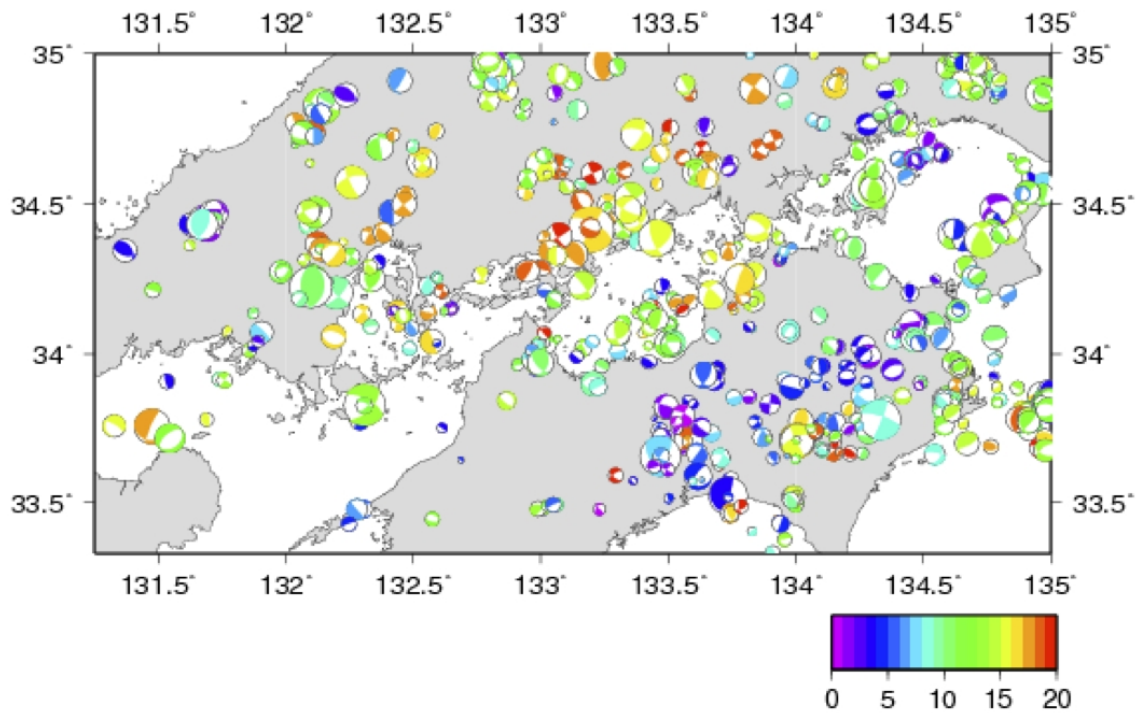


図2 応力解析に用いたメカニズム解分布
1995年から2012年8月まで、深さ20km以浅の地震、初動極性が7点以上で、P軸T軸の可動範囲が $\pm 15^\circ$ 以内のもの、地震総数990個。

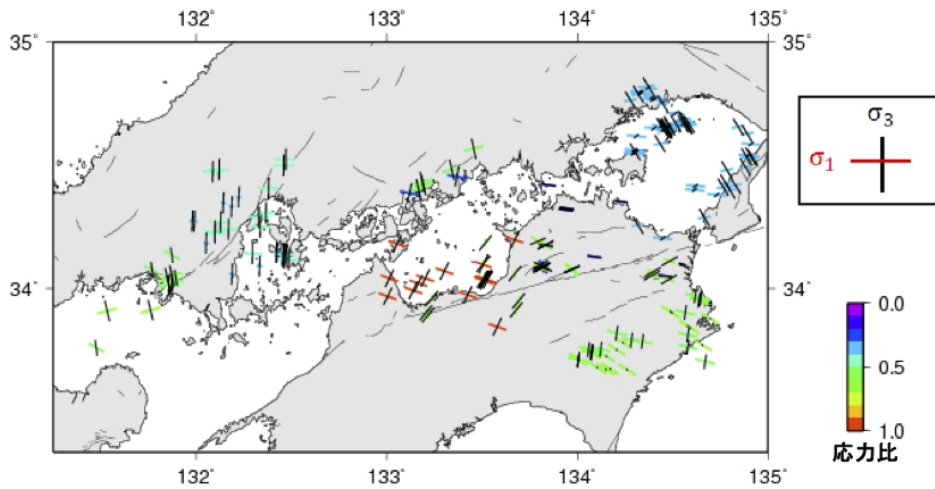


図 3 応力解の空間分布

多重逆解法で得られた解を misfit 角を用いて応力解と地震データとの対応づけし，それによってマッピング．misfit 角 25 °以下で滑りうると仮定した．

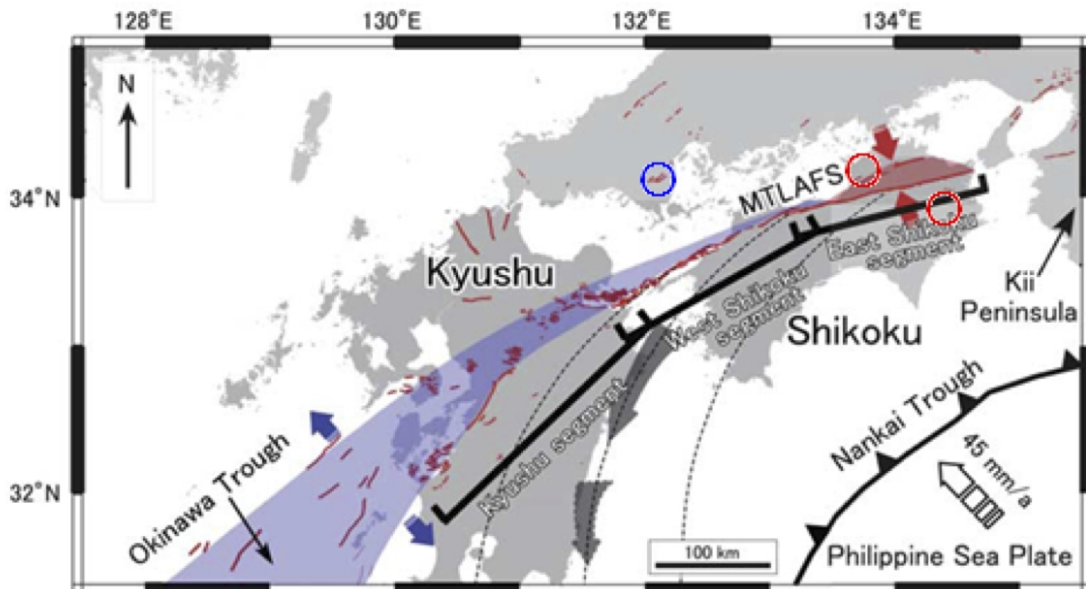


図 4 横ずれ以外の鉛直断層変位のセンスが，解析で得られた応力場と整合性のある場所

Ikeda et al. (2009) に加筆，正断層型の応力場によって，活断層の鉛直断層変位が説明できる場合は青丸，逆断層型の応力場によって，活断層の鉛直断層変位が説明できる場合は赤丸．