

( 1 ) 実施機関名：

鹿児島大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

日向灘南部・南西諸島北部域におけるプレート間カップリングの解明

( 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

( 2 ) 地震・火山噴火に至る準備過程

( 2-1 ) 地震準備過程

ア．アスペリティの実体

( 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

( 2 ) 地震・火山噴火に至る準備過程

( 2-1 ) 地震準備過程

イ．非地震性滑りの時空間変化とアスペリティの相互作用

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

日向灘南部～南西諸島北部域のプレート間カップリングは弱い、あるいはほとんど無いと考えられている。しかし、プレート境界域の微小地震活動はかなり活発であること、中規模の低角逆層型の地震は発生していること、1911 年には喜界島の南東沖でマグニチュード 8.0 の地震が発生していることなどは当該領域のプレート間カップリングが必ずしも弱いとは言いきれないことを示している。さらに、GPS 観測から明らかになっている地殻変動についても、背弧側の沖縄トラフの拡大の影響を定量的に評価できておらず、プレート間カップリングが弱いとする根拠としては十分とは言えない。すなわち、当該領域のプレート間カップリングの実体を把握することは重要な課題である。しかし、この問題は一朝一夕に解決できることではない。特に、これまで観測データの蓄積がほとんどない南西諸島北部域については、まずは基礎データを地道に蓄積し続けることが最も重要である。既存観測網の整備が大幅に遅れている当該領域で、地震及び地殻変動の臨時観測を実施し、基礎データを継続して蓄積することが本研究の最大の目的である。さらに、取得した地震・地殻変動データの解析を行い、規模の大きな地震の波形解析や地殻変動シミュレーションと併せて、当該領域のプレート間カップリングの解明を目指す。

( 6 ) 本課題の 5 か年計画の概要：

前 5 か年計画で行っていた奄美大島域やトカラ列島南部での臨時地震観測は継続する。さらに、本計画ではトカラ列島中北部にも新たな臨時観測点を設置し、南西諸島北部域の全域(奄美大島 5 点・喜界島 1 点・トカラ列島 4 点)で臨時地震観測を実施し、カップリング研究の基礎となるデータを取得する。観測データはできるだけ実時間処理体制とし、震源決定の高精度化を図る。また、相似地震解析を進め、活動特性と震源分布などからアスペリティの空間規模と分布の推定、相互作用を明らか

にしていく。また、本研究終了時には15年間以上観測を継続する臨時観測点も出てくるので、非地震性滑りの空間分布だけでなく、時間変化についても明らかにしていく。

GPSによる地殻変動観測は今期から本格的に取り組む項目である。トカラ列島の4点と三島村黒島で臨時観測を実施し、当該領域の地殻変動データを蓄積する。また、背弧拡大の影響も取り込んだ地殻変動シミュレーションを南九州～南西諸島域を対象に行う。

日向灘域で過去に起こった比較的規模の大きな地震についてのアスペリティ分布は既に報告されているものもあるが、それらの見直しも含めて波形解析を行い、日向灘域でのアスペリティマップを作成する。

平成21年度：北北東-南南西に連なるトカラ列島の中で島弧に直交する方向に幅を持たせることができる位置にある臥蛇島(無人島)での地震とGPSの臨時観測は、本研究を実施する上で最も重要な項目である。できるだけ早い時期に予備調査を行い、年度半ばには本格的な臨時観測に着手する。また、同じトカラ列島の口之島でも地震とGPSの臨時観測に取り掛かる。また、予備調査を済ませている喜界島では7月を目処に臨時地震観測を開始する。このほかに、既に臨時の地震観測を行っている奄美大島(笠利、名瀬、住用、瀬戸内、宇検)と地震・GPSの観測を行っているトカラ列島の宝島・悪石島(GPSは平成20年度から予備的観測を実施)については観測を継続して行う。相似地震の抽出・活動特性の地域性の調査は、日向灘～トカラ列島東方沖～奄美大島域の南北およそ600kmの全域を対象に、定常観測・臨時観測データを用いて進める。過去に発生した規模の大きな地震の波形解析により、日向灘でのアスペリティマッピングに着手する。

平成22年度：臨時観測、相似地震解析、アスペリティマッピングは継続して行う。また、地殻変動シミュレーションの3次元解析に取り掛かる。

平成23年度：臨時観測、相似地震解析、アスペリティマッピングは継続して行う。地殻変動シミュレーションは、前計画からの継続で比較的データが蓄積できている日向灘南部と奄美大島域について行う。

平成24年度：臨時観測、相似地震解析は継続して行う。また、トカラ列島域での地殻変動シミュレーションに着手する。

平成25年度：臨時観測は継続して行う。過去5年間の研究成果をまとめ、当該領域のプレート境界での滑り・固着のモデル化を行う。また、日向灘南部-南西諸島北部域とは環境が異なる島弧(三陸沖など)の結果と比較検討することにより、アスペリティモデルの高度化に寄与する。

#### (7) 計画期間中(平成21年度～25年度)の成果の概要：

本課題は大きく分けて二つの事項からなっている。一つは、地震・GPS観測点が疎であるトカラ列島で臨時観測点を整備し、前5か年計画から継続している奄美大島域での臨時観測と併せて、当該領域でのプレート間カップリング状況を解明する上で不可欠な基礎データを継続して蓄積することである。二つめは、それらのデータと既存のデータを用いて、カップリング状況の解明に向けた解析を進めることである。

地震・GPSともほぼ当初計画通りの観測点が整備でき、観測は平成25年度も継続して行った。地震観測については、平成21年度に喜界島とトカラ列島の臥蛇島(無人島)、平成22年度にトカラ列島の口之島と薩摩半島の西南西沖70kmに位置する宇治島(無人島)に観測点を新設した。また、台風によるがけ崩れで渡島ができなくなっていたトカラ列島の横当島(無人島)での観測を平成25年4月から再開した。現在では、奄美大島域の6点、トカラ列島域の5点と宇治島から成る島弧軸と直交する方向にも拡がりをもつ地震観測網による観測が実施できている。また、現地データ収録システムを用いていた多くの臨時観測点のテレメータ化をこの5年間で進めたことにより観測データの実時間処理体制が整い、震源決定などの高精度化が実現した。GPS観測点については、平成21年度に臥蛇島、平成22年度に口之島と宇治島、平成25年度に横当島の観測点を新設した。現在はトカラ列島域の5点と宇治島で観測を継続している。

日向灘～南西諸島北部域でのプレート間カップリング状況の解明については、本課題実施によって

大きく進展した。すなわち、震源の深さが 100km と考えられていた 1911 年の奄美大島域の巨大地震 (M8.0) はプレート境界地震である可能性が大きくなったこと、1938 年の M6.9 の地震 (プレート境界地震かどうかは不明) 以来の規模の大きなプレート境界地震 (M6.8) が奄美大島の北方海域で 2009 年 10 月 30 日に発生し、本課題で実施していた観測によって貴重なデータを取得することができ解析が進んだこと、および相似地震解析によって日向灘～南西諸島北部域でのプレート間カップリングの空間分布・時間変化の状況の把握が進んだことである。

1911 年に奄美大島近海で発生した M8.0 の巨大地震の震源の再評価は、当初計画では挙げていなかったことであるが、地震資料を見直すことと津波の現地聞き取り調査に基づいて行った。初期微動継続時間データを用いた震源再評価の結果、震源は喜界島の北東 60km 付近の深さ 10km 程度 (図 1(B) の大印) であることがわかった。津波の聞き取り調査は喜界島や奄美大島・徳之島などで実施し、これまで考えられていたよりも大きな津波が発生していたことや津波高の特徴的な空間分布が明らかとなった。さらに、この巨大地震に伴う津波は、津波シミュレーションにより、波源域が喜界島の北方にあり (図 1(B) の淡灰色領域)、低角逆断層運動によって発生したものと推定された。奄美大島域での M8 クラスのプレート境界地震の発生は、これまでプレート間カップリングはあまり強くないと考えられてきた当該領域のカップリングに関する見方を変えなければならないことを意味している。なお、平成 25 年度は津波に関する調査解析を行った。

2009 年 10 月 30 日に奄美大島北方海域で発生した地震 (M6.8) の気象庁の震源の深さは 60km であり、プレート境界地震としてはやや深めである。この領域は地震観測網が疎であるために震源決定精度は劣っており、震源の再検討が必要であった。そこで、本課題で実施していた地震観測データを用いて当該地震の前震・本震・余震の震源再決定を行った。その結果、本震の震源の深さは 37km となり、余震は本震より浅部で発生していることが明らかとなった。遠地実体波を用いたメカニズム解と震源の深さの推定も行い、震源の深さ 34km の逆断層解が得られた。トカラ列島で実施していた GPS 観測でも地震時の逆断層運動に伴う変動が捉えられ、そのデータを用いると震源断層の深さは 40km と推定された。さらに、平成 25 年度は遠地実体波を用いた震源過程の解析を行い、震源とその浅部で滑り量は大きくなる結果が得られた。図 1(B) で見られるように、2009 年の M6.8 のプレート境界地震 (小印) は津波シミュレーションで推定された 1911 年の M8.0 の地震のアスペリティ (濃灰色領域) に近接した場所で発生している。濃灰色領域付近のプレート境界でのカップリングはかなり強いものと推定される。微小地震の活動 (図 1(A) の小+印) が濃灰色領域付近で低調であることは、このことを支持している。

日向灘～南西諸島北部域の相似地震解析は毎年継続して行ってきた。平成 25 年度には 2012 年 10 月～2013 年 10 月の解析結果が加わり、全体では約 21 年間の解析結果が蓄積でき、空間分布だけでなく時間変化についても議論できるようになった。主な結果は以下の通りである。解析領域に発生する相似地震群 (同じ地震を共有する相似地震は一つのグループとしたもの) の活動様式は、比較的定常的に繰り返し活動するタイプ (R)、クラスターの活動するタイプ、いずれにも判別できないものに分類でき、これらのタイプ別の震央分布には地域性があることが分かった。図 1(A) の赤印は R タイプ、白抜き印は R 以外のタイプである。領域 C と E では R タイプが多く発生しているのに対し、領域 B と D では R タイプは起こっていない。1923 年以降に発生した M7.0 以上の地震 (印) は R タイプが見られない領域でのみ発生していることがわかる。相似地震がほとんど発生していない領域 A では、時々スロースリップイベントが起こることが知られている。以上のことは、プレート間のカップリング状況の違いが相似地震群の活動様式を支配していることを示唆している。図 1(B) は相似地震から推定された小領域ごとの準静的滑り速度である。空間分布の特徴は種子島の東方沖付近を境に南側と北側ではやや異なるようである。すなわち、南側の領域では準静的滑り速度は 3.5cm/yr 程度より遅く、それらの空間的な変化は大きくない。一方、北側の領域では 3.5cm/yr 以上の領域も散見され、空間変化の波長は南側より短い。このことは、北側領域でのプレート間のカップリング強度分布の空間スケールが南側より短いことを示している。さらに、北側の領域では準静的滑り速度の速い領域は海溝側に、遅い領域は陸側に出現する傾向が見えており、カップリング域はプレート境界の比較的深部

に位置している可能性を示している。図 1(C) は、図 1(A) で分けた領域ごとの準静的滑り速度の時間変化を示したものである。領域 C と E では時間変化は小さいのに対し、領域 B と D では大きい。この特徴は、図 1(A) で見られた特徴と合わせて解釈できる。すなわち、領域 C と E ではアスペリティ間の相互作用が小さいために R タイプの相似地震群が多くなるとともに準静的滑り速度の時間変化は小さくなる。一方、領域 B と D ではアスペリティ間の相互作用が大きいため R タイプの活動は少なくなり、準静的滑り速度の時間変化は大きくなる。さらに、アスペリティの中には M7 クラスの地震に対応する比較的大きなものも存在していて、相互作用を大きくする要因になっている可能性がある。

本課題では日向灘域でのアスペリティマッピングと地殻変動シミュレーションも当初計画に入れていた。前者についてはデータ収集を行い予備解析を行ったが、アスペリティマッピングを行うにはデータ量が十分ではなかったために計画を断念した。後者については、2次元シミュレーションから当該領域では3次元解析が必要であるがそのためのデータは不足しているとの結果を得たため、トカラ列島域での GPS 観測のデータがもう少し蓄積できた時点で解析を行うこととした。

( 8 ) 平成 25 年度の成果に関連の深いもので、平成 25 年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：  
岩本健吾・後藤和彦，2013，1911 年に喜界島近海で発生した巨大地震 (M8.0) に伴う津波の聞き取り調査，日本地球惑星科学連合大会，SSS31-P37。

小林励司・後藤和彦・中尾茂，2013，2009 年 10 月 30 日奄美大島沖の地震の震源過程，日本地震学会 2013 年度秋季大会，P1-50。

( 9 ) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所  
他機関との共同研究の有無：無

( 10 ) 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：鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所  
電話：099-244-7411  
e-mail：goto@sci.kagoshima-u.ac.jp  
URL：http://leopard.sci.kagoshima-u.ac.jp/noev/home.htm

( 11 ) この研究課題(または観測項目)の連絡担当者

氏名：後藤和彦  
所属：鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所

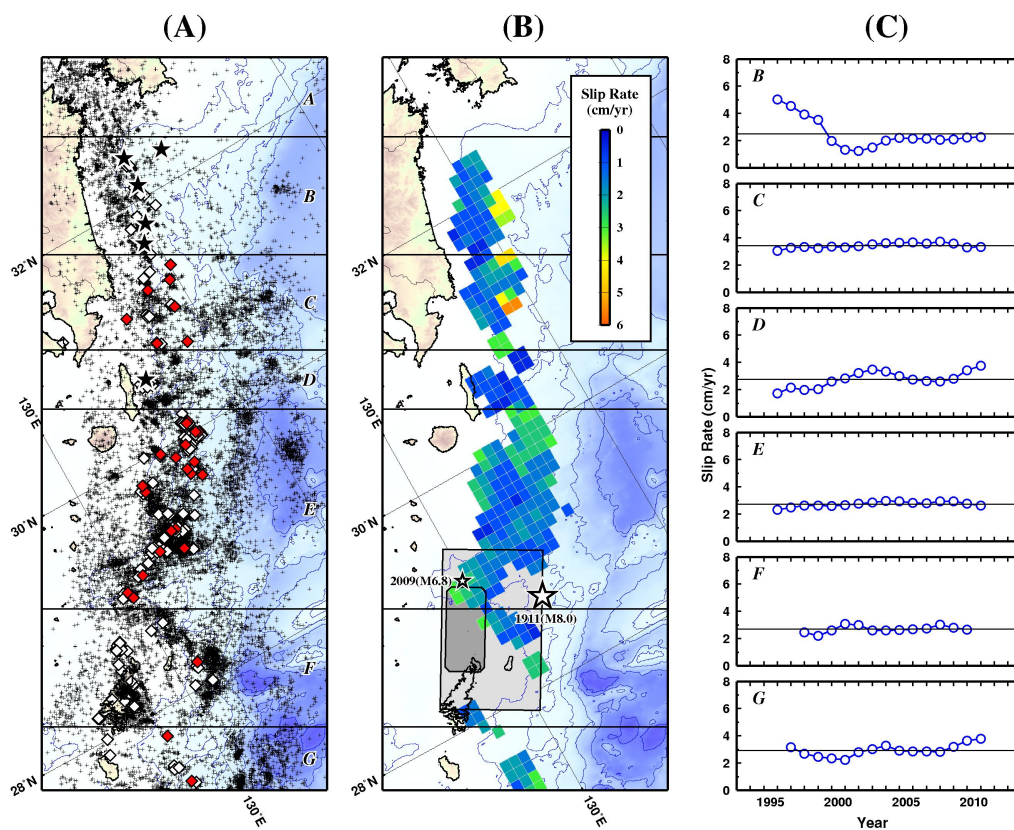


図 1 .

(A) R タイプ (赤印) と R 以外のタイプ (白抜き印) の相似地震群の震央分布 . 印は 1923 年以降に発生した M7.0 以上の地震 , 小 + 印は微小地震の震央である . (B) 相似地震から推定された小領域ごとの準静的滑り速度の分布 . 大印は 1911 年の巨大地震 (N8.0) の震央 , 淡灰色領域と濃灰色領域は津波シミュレーションから推定された同地震の震源断層とアスペリティ , 小印は 2009 年の地震 (M6.8) の震央である . (C) 領域 B ~ G での準静的滑り速度の時間変化 . 領域は (A) を参照のこと .