



Title	Large and Repeating Slow Slip Events in the Izu-Bonin Arc from Space Geodetic Data [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Arisa, Deasy
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第12427号
Issue Date	2016-09-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/63260
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Deasy_Arisa_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨
Abstract of Doctoral Dissertation

博士の専攻分野の名称	博士（理 学）	デアスイ アリサ
Degree requested	Doctor of Science	Deasy Arisa

学 位 論 文 題 名
Title Of Doctoral Dissertation

Large and Repeating Slow Slip Events in the Izu-Bonin Arc from Space Geodetic Data
(伊豆小笠原弧における巨大スロー地震および繰り返しスロー地震の宇宙測地学的研究)

The Izu-Bonin Arc lies along the convergent boundary where the Pacific Plate subducts beneath the Philippine Sea Plate. In the first and the second halves of my three-year doctoral course, I focused on the slow deformation in the Izu Island Arc and in the Bonin Island Arc, respectively. In the first half of this dissertation, I discuss the accelerated eastward movements of the Izu Island Arc. Continuous Global Navigation Satellite System (GNSS) stations on the Izu Islands move eastward by up to ~1 cm/year relative to the stable part of the Philippine Sea Plate as the manifestation of the active back-arc rifting behind the northern part of the volcanic arc. I found sudden acceleration of such movements in the middle of 2004, which resulted in ~3 cm extra eastward movements in three years. I proposed three different mechanisms possibly responsible for these transient movements, i.e. (1) postseismic movement of the 2004 September earthquake sequence off the Kii Peninsula far to the west, (2) temporary activation of the back-arc rifting to the west dynamically triggered by seismic waves from a nearby earthquake, and (3) a large slow slip event (SSE) near the Izu-Bonin Trench to the east. By comparing crustal movements in the surrounding regions, I consider the third possibility the most likely, i.e. a large SSE with moment magnitude (M_w) of ~7.5 has occurred in the northernmost part of the Izu-Bonin Trench (shear modulus was assumed as 40 GPa throughout this study). This is the largest SSE ever found in Japan.

In the second half of this dissertation, I analyzed the movements of four GNSS stations and one Very Long Baseline Interferometry (VLBI) station located in two of the Bonin Islands, i.e. Hahajima and Chichijima, and searched for signatures of SSEs beneath these islands. These islands are only ~100 km away from the trench, and are suitable for detecting SSEs. During 2007-2015, I found five SSEs, and they showed fairly uniform recurrence intervals somewhat shorter than 2 years and similar displacement vectors. Such uniformness would reflect that these fault patches are mechanically isolated from surrounding plate boundaries. I inferred simple fault

models responsible for the observed displacements. To overcome the difficulty arising from the limited distribution of geodetic points, I relied on numbers of external constraints, e.g. fault patches lie on the prescribed plate boundary, cumulative slip accumulation rate does not exceed the plate convergence rate, etc. The estimated M_w of the SSEs ranged from 6.8 to 7.0. The SSEs showed waveforms characterized by gradual start and stop, in contrast to other repeating SSEs showing distinct starts and stops such as those in the Bungo Channel and the Boso Peninsula. The slow onsets of SSEs may suggest that the slow slip started within a small patch and subsequently expanded over a larger area. These results suggest that plate convergences in the Mariana-type subduction zones are largely accommodated by repeating SSEs.

伊豆小笠原弧は、太平洋プレートがフィリピン海プレートの下に沈み込むプレート収束境界である。博士課程の三年間の前半は伊豆弧の、後半は小笠原弧のゆっくりとした地殻変動を測地学的なアプローチで研究した。伊豆諸島に設置された GNSS 連続観測局は、フィリピン海プレートの安定部分に対して年間 1 cm に達する東向きを示し、伊豆火山弧北部の背弧で起こっている活動的なリフティングを反映している。本研究では、2004 年の半ばにこれらの東向きの動きが加速し、余剰な動きは 3 年間の積分値で 3 cm に達したことを見出した。この現象を説明するために、(1) 2004 年 9 月に紀伊半島沖で発生した地震の余効変動、(2) 地震動によって一時的に活発化した背弧拡大、(3) 東側の海溝近くで発生した独立したスロー地震(SSE)、の三つの仮説を考え、それらを比較検討した。近傍域における GNSS 点の動きや加速開始時期の詳細な検討等から、三番目の仮説が最も現実的であると考えた。すなわち、2004 年から数年間かけて、伊豆小笠原弧の最北部でモーメントマグニチュード(M_w) 7.5 に達する巨大な SSE が発生した可能性が高い（本研究では岩石の剛性率を 40 GPa とする）。これは日本で現在までに確認された最大の SSE である。

本論文の後半では、小笠原諸島の父島と母島に設置された四つの GNSS 連続観測局と一つの VLBI 観測局のデータを用いて、SSE の信号を探索した。これらの島々は海溝から約 100 km と近いので SSE の検出に適している。2007-2015 の期間に五つの SSE が発生したことを確認し、それらは比較的均一な再来期間と変位ベクトルを示すことを見出した。個々の SSE の一様性は、SSE が発生する断層が他のプレート境界から力学的に孤立していることを反映しているのだろう。測地観測点が小さな二つの島にしか無いという弱点を克服するため、断層が既知のプレート境界面上に位置する、累積変位速度が相対プレート運動速度を超えない、等の多くの外的な拘束条件を導入して断層モデルを導出した。それらの断層モデルから得られた M_w は 6.8 から 7.0 の間に分布した。また

SSE の波形はゆっくりした開始と停止で特徴づけられ、はっきりした開始や停止を示す房総半島や豊後水道の繰り返し SSE と異なっている。ゆっくりした開始は、SSE が小さな断層パッチで開始して、次第に広い領域に広がることを示唆している。これらの結果は、大きな地震が発生しないマリアナ型の沈み込み帯において、プレート収束のかなりの部分が繰り返し SSE によってまかなわれていることを示している。