

海洋地球物理観測データに基づくチリ三重点のテクトニクス

松本 剛¹, 土井明日加², 喜瀬慎一郎¹, 阿部なつ江³
¹ 琉球大学
² 株式会社グローバルオーシャンディベロップメント
³ 海洋研究開発機構

Tectonics of Chile Triple Junction based on marine geophysical data

Takeshi Matsumoto¹, Asuka Doi², Shinichiro Kise¹ and Natsue Abe³

¹University of the Ryukyus

²Global Ocean Development Inc.

³Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

The Chile Triple Junction (CTJ), an RTT-type triple junction located at 46°30'S off the western coast of Chile, is to be remarked in that the Chile Ridge, one of the typical mid-oceanic ridges that generate oceanic plates, is subducting underneath the South American continental plate. The purpose of this study is to solve the problem of the ridge subduction mechanism and the regional tectonics around the CTJ, mainly based on the marine geophysical data collected on board the recent MR08-06 Leg1 cruise by R/V MIRAI and other cruise data from National Geophysical Data Centre. Free air anomaly and two-dimensional Bouguer anomaly profiles calculated from observed topography and gravity data were analyzed. Isostatic equilibrium around the CTJ was also examined by calculating admittance by the observed topography and gravity data and by comparing with theoretical plots based on various isostasy models. The data obtained by Shipboard Three Component Magnetometer (STCM) on board MIRAI were also used to estimate the stability of the spreading rate around the subducting ridge.

One of the principal results of this study is that ridge axis is associated with an axial deep covered with thick sediment unlike the case of typical ridge crests. The profiles of both topography and free air anomaly at Segment-I on Chile Ridge (just before subduction at Chile Trench) show quite different patterns from those at ordinary subduction zones. In addition, the topography of the seaward side is flat with poor relief and the abrupt landside slope is attached to the trench axis. To the south of the CTJ, the area of relatively negative free air anomaly reaches from the seaward side toward the fore-arc. This is due to the weight of the thick sediment accumulation apparently supplied from the coast. No insight of outer swell nor outer gravity high were observed along the profiles across the trench axis in this location.

Comparison between calculated and theoretical admittance shows that the Airy model with the average crustal thickness of about 5 km is to be applied to both Nazca and Antarctic plate sides. The mechanism of subduction of the Chile ridge is characterised by a smooth shallow-angle subduction of a youngest and immature oceanic plate without any resistance from the South American continental plate. The profiles of the geomagnetic total force anomaly calculated from the STCM data shows that the spreading rate towards the subducting ridge crest gradually decreases, maybe due to a possible decline of magmatic activity.

南米チリ沖の 46° 30' S 付近には海嶺-海溝-海溝 (RTT) 型の「チリ沖三重会合点」(CTJ) が存在し、海洋プレート生成域であるチリ海嶺 (中央海嶺) 中軸谷が南米大陸プレート下に今まさに沈み込んでいる特異的海域である (図 1)。海嶺の沈み込みはチリ海溝に対して斜交する形で沈み込んでいる。また、三重会合点はナスカプレート、南極プレート、南米プレートの境界でもある (Yves et al., 2000)。CTJ より北側は、チリ海嶺の沈み込みが今後起ころうとしている海域で、海嶺軸東側の海底を形成しているナスカプレートは、約 7-8.5 cm/yr の速度で ENE 方向に沈み込んでいる。また、チリ海嶺がすでに沈み込んでしまった 46° 30' S 以南の南極プレートは約 2 cm/yr の速度で E 方向に沈み込んでいる (DeMets et al., 1994 など)。南米大陸の西側では、水深約 3,000-4,000m のペルー・チリ海溝が南北に走っている。CTJ 近傍のチリ海嶺中軸谷をセグメント 1 とし、トランスフォーム断層により分断され、セグメント 1 北西に位置するチリ海嶺中軸谷をセグメント 2、さらにセグメント 2 より北西に位置するチリ海嶺中軸谷をセグメント 3 とした。また、トランスフォーム断層延長部の地形的深みである断裂帯には名称が付けられている (図 1)。

特異的海域として注目されているチリ沖では、様々なアプローチにより研究が進められてきた。Tilman et al. (2008) によると、46° S 以北では Active Transform 断層や海溝に沿って地震が多発しているが、46° 30' 付近で

は地震が発生が極めて少ない。地震が起こっていないことと海嶺が沈み込もうとしているチリ沖三重会合点の関連性を示唆している。また、陸上ではチリ沖三重会合点の 46° 30′ 付近を境に火山帯のギャップが存在する (Anma et al., 2009, INVEST WP)。一方南米大陸では、海洋リソスフェアを含むオフィオライトが最西端で 46° 40′ S, 75° 30′ W で露出しており、その最西端がタイタオ半島近傍で、ここからは 3~6Ma の若いオフィオライトが露出している (Veloso, 2009)。

海洋プレート形成する中央海嶺が海溝に沈み込もうとしている場所は、現在のところ、地球上ではこの海域以外では見られない。このような特異的な海域を調べることは、日本近海で既に沈み込んでしまった「太平洋・イザナギ海嶺」などの海嶺沈み込みの全体像の解明につながることも期待できる。通常、海嶺中軸部には厚い海洋地殻が発達しているとされている (Lin et al., 1990)。海嶺が海溝に到達しても、厚い地殻が維持されていれば、浮力によって沈み込むことはないか、或いは浮力を失って沈み込むのに周辺の海底よりも時間が掛かることが推測され、その結果海溝軸の折れ曲がりが生じる (Matsumoto and Tomoda, 1984)。本研究の目的は、力学的に沈むはずのない海嶺に着目し、チリ海嶺の沈み込みが現在進行しているチリ沖三重会合点近傍海域において、主に地球物理データの解析からアプローチを行い、海嶺沈み込みの構造を明らかにしていくことである。地球物理データ、特に重力データには、直接観察や採取が容易でない海底下の堆積物や地殻構造に関する情報が含まれているので、このような物理データからのアプローチには地下深部構造を含めた海嶺沈み込みの全体像が捉えられると考えられる。地球物理データは主として (独) 海洋開発研究機構の海洋地球研究船「みらい」による調査航海 (MR08-06 Leg1) で得られたものと、NOAA の Marine Trackline Data 中の地形・重力データを使用した。また、「みらい」航海では、航走中常時船上三分磁力計 (STCM) による観測を行っており、そのデータも併せて使用した。

地形・重力のアドミッタンス解析の結果、CTJ の周辺はローカルな範囲でエアリーのアイソスタシーが成り立っていることが分かった。エアリーモデルは地形とモホ面の足し合わせで成り立っている。よって、平均地殻 5km の浮力によって支えられていることが推測できる。通常、海嶺軸は下からのマグマ供給が原因で厚い地殻が発達している。その補償機構は、モデル対比よりエアリーのアイソスタシーで成り立っていることが分かった。しかし、ここで実際に海嶺が沈み込んでいるチリ海嶺セグメント 1 においては、疑問が生じる。それは海嶺が浮力で支えられているならば、簡単には沈み込まないことが予測されるが、実際には地形がスムーズに沈み込みが進行しているように見える。沈み込む速さに関しては、重力値からは算出できない。また、CTJ 北側 (ナスカプレート) と南側 (南極プレート) どちらのアドミッタンスもおおよそエアリーモデルの平均地殻 5km の理論曲線に相当することから、補償機構に違いは見られないと言える。そして、地形的・重力的に見ても、沈み込む前の抵抗は地殻にも地形にも表れていない。セグメント 1 だけのアドミッタンスは、データ欠損のため求められなかった。しかし、スムーズに沈み込んでいるという事実に基づくと、沈み込む直前に浮力が小さくなることが考えられる。

一方、上記「みらい」航海での STCM による CTJ 付近のデータをもとに全磁力異常を求め、これにより、拡大速度を算出した。また、近傍の太平洋・南極海嶺付近での拡大速度と比較を行った。太平洋・南極海嶺では、海嶺軸に対称に拡大しておらず、また拡大速度は一定ではないが、拡大方向は安定している傾向がある。このことは、高速拡大海嶺については拡大の向きが安定していることによると見られる。それに対して、チリ海嶺に於いては、海嶺がチリ海溝に沈み込む直前に拡大速度が徐々に低下する傾向が見られた。その原因としては、沈み込む直前に冷却が起こり、その結果海嶺軸でのマグマの活動が衰退することが考えられる。

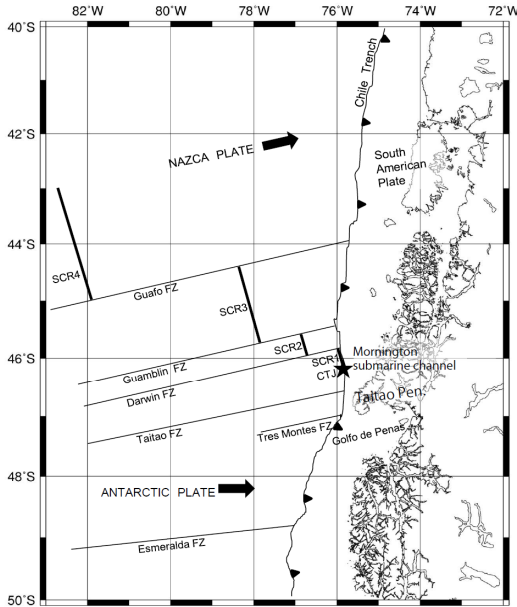


Fig.1 Map showing the study area near the Chile Triple Junction (CTJ), a Ridge-Trench-Trench type triple junction where the spreading mid-oceanic ridge is subducting underneath the trench. Location of the ridge segments and transform faults/fracture zones are also described.