

「海洋地球大変動を探る—南太平洋縦横断観測—」

「みらい」MR16-09 航海概要

村田昌彦・○原田尚美・阿部なつ江・内田裕（海洋研究開発機構）

【背景】現在は、気候の安定した完新世から、新しい時代「Anthropocene」に移り変わろうとしている遷移期にある。人間活動が地球表層環境に与えるインパクトは気候の劇的な変化、それに伴う生態系の崩壊として現になりつつある。一方で、チリ沖、スマトラ沖、東日本において、この数年で何度も巨大地震に見舞われ、連動して火山活動が起こるなど、地球内部が活動期あるいは地殻の活動期に入ったと言える時代になっている。そこで、地球表層環境から地球内部まで、地球大激動の Anthropocene の時代において、我々が直面している喫緊の課題（1. 海洋大循環による熱・物質輸送の変化、2. 海洋酸性化進行の検出と生物応答ならびに海洋生物の多様性と生息環境変化の関係、3. マントル—海嶺—沈み込み系の相互作用）を直視し、現場で何が起きているのか明らかにすることを目的とした観測航海が南大洋を対象海域として計画された。

【なぜ南大洋？】南大洋は、地球規模の「環境変動」を映し出す鏡である。その根拠は、観測域の西側のオーストラリア南方の中層水では塩分低下、上層深層水では酸素低下が報告され、東側のドレーク海峡でははっきりとした中層から深層にかけての温暖化が観測されている。また、この海域は南極周辺で最も海氷面積が減少し大陸上の氷床融解が進行しているところでもある。その要因として、上部周極環深層水の昇温が進んでいるためと考えられている。さらに南大洋は、もう一つの二酸化炭素問題として海洋酸性化についても深刻な進行状況にある。主な要因である人為起源 CO_2 の蓄積が最も大きい海域であり、中でもチリ沖は、世界有数の沿岸湧昇域として大気へ CO_2 を放出している海域である。海洋表層における pH の低下は珪藻の生産低下をまねくのではと指摘される一方で、利用可能な鉄の濃度を上昇させ生産性の向上も報告されている。炭酸カルシウム殻を持つ生物にとって pH 低下は溶解の影響がある一方で、厚い殻を形成するとも報告されている。以上、pH 低下に対する基礎生産者を取り巻く環境やその応答は複雑で、正負両方の仮説が考えられている。また、マリンスノーを餌とする中・深層生態系への影響、海底面での物質循環についても正か負か？という2つの応答が仮説として考えられ、これらの課題を解決するために、化学的特性（水温、塩分、炭酸系、栄養塩等）ならびに生物試料採取観測の充実が求められてきた。「地球内部」については、マントル化学組成の東西半球構造境界が 41°S から 43°S 付近に存在し、東西の分断境界の存在が地球内部物質循環に影響を及ぼすという仮説がある。また近年、海水準変動と中央海嶺における地殻形成率の密接な関係が指摘されている。これらを検証するために、チリ海嶺や断裂帯の火成作用の時代を決定し、付近の海洋地殻構造や岩石の地球化学的特質を明らかにすることや、チリ三重点において海底面変動や深部地下構造を明らかにし、海嶺沈み込みと大地震とそれに伴う火山活動発生の機構を明らかにすることが求められてきた。

【実施観測】観測航海は平成 28 年 12 月 27 日（火）スバを出発し、平成 29 年 3 月 28 日（火）関根浜へ入港するまでの 86 日間を 4 つのレグに分けて図 1 に示された海域にて観測が行われた。レグ 1（平成 28 年 12 月 27 日（火）～平成 29 年 1 月 17 日（火）、スバ～プエルトモン）の主要課題の観測内容は、漂流型 CO_2 ブイの投入を行った。表層連続採水観測（水温・塩分・溶存酸素・Ch1a・ pCO_2 など）は

レグ1から4を通して実施した。レグ2（平成29年1月20日（金）～2月5日（日）、プエルトモン～プンタアレナス）は、物理・化学環境観測ならびに低次生態系観測を実施した。具体的には、CTD採水器を用いて海水を採取し、水温、塩分、栄養塩、溶存酸素、炭酸系（ pCO_2 、溶存無機炭素、アルカリ度、pH）の船上分析を行った。さらに、Chla、基礎生産、植物プランクトン活性などの測定やタッカーネットによる動物プランクトンを中心とした低次生態系群集観測を行った。また、CTDセンサーを搭載させたマルチプルコアラーによる表層堆積物採取を行うとともに、詳細な海底地形調査（船上重力計、船上及び曳航式磁力計観測を含む）及び航走地球物理観測を行い、高精度の海底地形情報および地球物理学的データを獲得した。船上で作成した地形図に基づき、ドレッジ、反射法による地下構造探査（SCS）を実施し、岩石試料の採取も行った。レグ3（平成29年2月8日（水）～3月5日（日）、プンタアレナス～オークランド）では、上記のCTD採水器による海水採取・化学分析に加え、LADCP及びマイクロライダーを採水器システムに取り付け、水温・塩分・流向流速・乱流の鉛直分布を計測した。本発表では、観測速報や特筆すべき成果について紹介する予定である。レグ1からは、航路上で実施した連続観測（気象、水温、塩分、CO₂等）とCO₂ブイ投入について、紹介する。レグ2からは、チリ沖において航走観測（地形・地磁気・重力）中に発見した新しい海山（比高1000m強、直径10~15km）について紹介する。海山の探索は当初の観測計画には含まれておらず、偶然4つの海山群を発見することとなった。現在、海上保安庁海洋情報部の協力を得てチリ海軍と共同で海山名を検討している。IHO世界水路機関とUNESCO/IOC政府間海洋科学委員会合同の海底地形名に関するGEBCO小委員会に提案し、採択されるとGEBCO海底地形図に正式登録される。レグ3からは、南大洋での水塊特性の変化について紹介する。測線があるアムンゼン海底層には、ロス海で沈み込んだ底層水が広がっており、1993年の調査では水温約-0.1℃の南極底層水が見られたが、今回（2017年）のデータでは最低水温が約0℃と海盆全体で大規模な昇温が見られた。水温と溶存酸素の関係には変化は見られなかったが、水温と塩分の関係では約0.005 g/kgの底層水の低塩化が見られ、氷床融解の影響がアムンゼン海底層全域に広がっていることを示唆している。

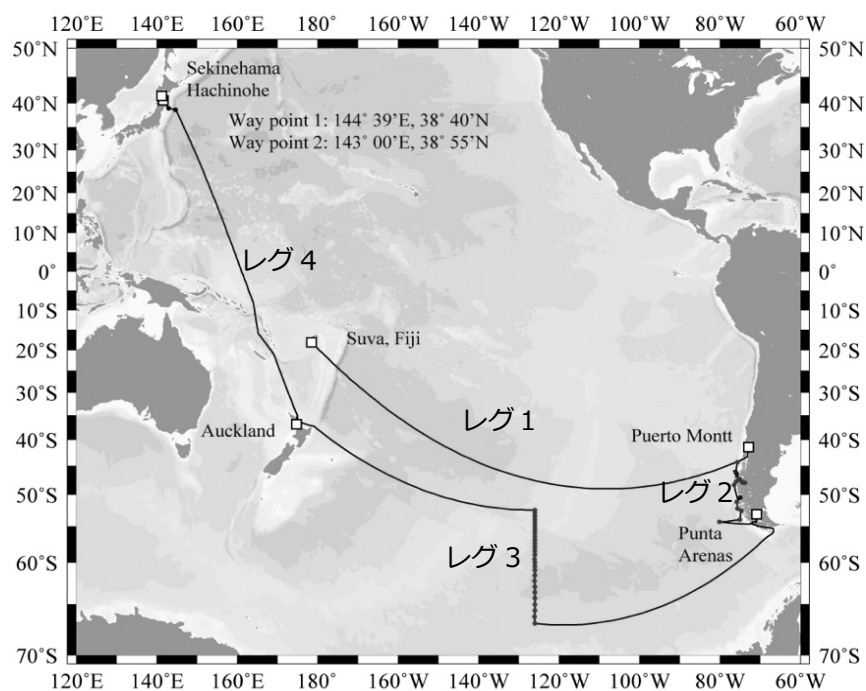


図1 研究航海海域図（航路全体図）レグ2と3の点では船を停止して観測した測点。