

海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する国際共同研究

(研究期間：第 期 平成12年～14年)

研究代表者：浦辺 徹郎 (東京大学大学院理学系研究科教授)

研究課題の概要

伊豆小笠原海域の水曜海山において、海底設置型コアリング装置等の手法を用いて熱水系地下生物圏へ直接アプローチし、得られた試料について微生物学的、鉱物学的、有機/無機化学的、同位体地球化学的な手法を組み合わせ、総合的な解析を行なう。また海底熱水域において物理化学環境の変動の長期観測を行なうとともに、それらの変動が熱水系地下生物圏に与える影響について研究する。

(1) 総評

海底熱水系生物圏という非常に新しく学際的なテーマに対して、実際に学際的なアプローチが組織的になされたことは非常に評価できる。様々な機器開発により海底熱水系研究の新しい方向を示したとも考えられる。さらに、島弧の海底熱水系において先端的な研究が実施され、多くの新しい知見を得ることができた。特に微生物学的に興味深い知見が得られており、応用的な面からも期待できる。これらの科学を支えた機器開発、すなわち、今後のこの分野における基礎開発については初期の目標を達している。〈総合評価：a〉

第 期の研究は順調に進捗しており、当初の目標を十分に達成している。また目標設定も適切であったが、海底熱水系の微生物は常に始源的微生物とは限らない点を考慮すべきである。研究成果は、科学的価値・波及効果・情報発信のどの観点からも十分である。研究グループ間の整合性も考慮され、また研究者間の連携も適切に行われており、代表者の指導性が十分に発揮された。困難な研究課題に積極的に取り組む意欲は高く評価できる。第 11 期研究においては、より還元的な海嶺系の海底熱水が存在すると考えられるマリアナ南部の調査を予定している。環境の異なる熱水系で調査する新たな発展に期待する一方で、公募に応募している3つの調査航海が確定していない点など若干の不安が残る。更なる発展のためにも、科学的なインパクトをより明確にし、重点項目を絞り込んで研究を続ける必要がある。本研究課題は新しい領域の開拓の可能性があり、研究を一部見直した上で継続すべきである。〈今後の進め方：b〉

(2) 各テーマにおける評価結果

熱水循環系の物理的プロセスに関する研究

熱水循環系の構造や時間変動を把握するために、海底地形測量、サイドスキャンイメージ、磁気異常などの既存の海上広域調査、「しんかい2000」やROVを用いた熱流量の測定など実施して一定の成果を出すことができた。また、分解能の高い調査をするために、曳航式のチャプソナーなど既存システムの改良や、コントロールソースを用いた電磁気システムやハイドロフォンアレイシステムなどの機器開発を行った。新規システムの一部については、評価時点で成果が出ておらず、今後の調査に期するところが大きい。それ以外の機器では概ね目標通りの効果が得られている。熱水系の物理環境の時間的変動に関しても、本年度機器回収ができたので成果は今後期待する。目標は概ね達成できたと考えられる。

熱水系地下生物圏の化学環境の把握に関する研究

第 1 期の研究目標として主眼を置いた新たな試料採取装置、現場観測装置、分析解析手

法の開発については、ほぼ完成された。さらに、これらの装置を用いて水曜海山の海底熱水活動の地球化学的な特徴を明らかにできた。この結果、微生物活動との関連を示唆する新たな知見が得られていることから、当初の目標は十分達成したと言える。

熱水地圏生物圏の微生物群集の解明に関する研究

得られた試料の解析結果や現場培養装置を用いた微生物群集の解析結果では、多くの興味深い知見が得られた。新しい系統の微生物群集が得られたり、光合成バクテリアの可能性のある生物が検出されたのは極めて興味深い。他のサブテーマの研究結果から合わせて得られた水曜海山が微生物学的には必ずしも豊穡でないという事情から考えて、当初の目標は概ね達成できたと評価できる。

微生物活動と地質プロセスとの相互作用に関する研究

2001年度の調査航海で海底設置型掘削装置（BMS）を用いて、水曜海山熱水活動域での掘削に成功した。さらに、2002年度の航海では、循環水にフィルターを付けて循環水を無菌化するという微生物試料のための工夫も行い、順調に成果をあげたと言える。微生物活動に起因する有機物や鉱物の検出も試行しており、研究は順調に進捗していると評価できる。

熱水循環系モデル化に関する総合研究

中央海嶺熱水系の2層循環モデルは非常に興味深い。このモデルを修正することによって、島弧の海底熱水系にも適用して欲しい。また、調査航海を策定し、課題間、サブテーマ間の連携を促進したことは大きな成果であったと言える。従って、当初設定した第1期の目標はほぼ達成されたと評価できる。

（3）第 期にあたっての考え方

第 期では、海底熱水系の観測や試料採取のための機器開発、得られた試料の解析方法の開発に重点を置いたがそれらがほぼ完成した。また、開発された機器や方法を用いて、島弧系の水曜海山において観測が実施され、興味深い知見を得た。しかし、水曜海山は、多種多様な微生物が存在する微生物学的に非常に豊潤な海底熱水系地下生物圏とはいえないことが判明したので、第 期においては海底下の化学環境が異なり、それ故に、微生物相や微生物量も異なるであろうと予測されるマリアナ南部の拡大軸の熱水域において、第 期に開発された機器と方法を用いて研究のさらなる発展を図るべきである。実行にあたっては、重点項目のウェイト付けをはっきりさせると共に、サブテーマ間の連携を図り、有機的な共同研究となるよう、グループリーダーによる適切な運営が不可欠である。

海底熱水系という地球物理学的には小さな対象の地下構造を地球物理学的手法を用いて分解能高く推定する手法をさらに発展させて、マリアナ南部の熱水域において、掘削すべき地点の選定と地下構造の推定に用いるべきである。長期観測である潮汐による熱水循環変動現象の定量化では、物理的情報と化学的情報を相関させた解析をすべきであり、それらの結果を地球内部から熱水系地下生物圏にどれほどのエネルギーが供給されているかの見積もりや、微生物の生息環境としての海底熱水系地下生物圏の大きさの見積もりへの応用を探るべきである。

開発した無菌的に海底で掘削する技術を利用して、南部マリアナの熱水域での掘削を継続すると共に、無菌的掘削システムの無菌性の検証を高め、かつ、コアの回収率の改善を進めるための改良を行う必要がある。

第 期で開発された試料採取装置・分析手法を用いて、熱水と微生物の採取を行い、熱水試料の様々な化学・同位体分析から熱水系の化学環境を明らかにする研究を引き続き行うと共に、そのデータを微生物グループと共有し、共同で化学環境と微生物相の相関を定量的に判定する手法をさらに発展させるべきである。すでに開発された観測機器に加えて、さらに広範な現場分析と長期間の連続採水システム等の基礎技術の開発などを継続して行うべきである。

第 期では、微生物学的に複数の興味深い成果を得ているが、その中には遺伝情報の解析によって検出された始源的生物も多く、第 期では採取試料から新奇な微生物を分離・培養することによって、微生物資源として獲得するために更なる努力を行うことも必要で

ある。

(4) 評価結果

総合評価	今後の進め方	1.進捗状況		2.目標設定	
		(1)達成度	(2)進捗状況	(1)設定	(2)最終
a	b	a	a	a	a

3.研究成果			4.研究体制	
(1)科学価値	(2)科学的波及効果	(3)情報発信	(1)指導性	(2)連携・整合性
a	a	a	a	a