

研究領域名	海底下の大河：地球規模の海洋地殻中の移流と生物地球化学作用
領域代表者名	浦辺 徹郎（東京大学・大学院理学系研究科・教授）
領域代表者からの応募総額	10億7081万円
研究期間	平成20年度～24年度

地球を”食べて” 生きている海底下微生物圏の全貌を知り、地球エコシステムの中での機能を明らかにする

1. 本領域の目的

海洋地殻中にはその高い透水性に支えられた熱水・冷湧水の循環（移流）が存在し、その流量が陸上河川の総量に匹敵することから、地球の物質循環にも大きな影響を与えている。さらにそれに含まれる化学成分が地殻中の微生物の代謝を支えていると推定される。本領域はその移流を「海底下の大河」として捉え直し、その影響を地質—化学—生命の多面相互作用として解明することを目的としている。地球最大の生物圏でありながらその全貌が全く知られていない海底下微生物圏の広がりの特徴を学際的に明らかにし、新しい地球生命科学の領域を切り開くのが本領域の目的である。

2. 本領域の内容

海底下微生物圏の一次生産者である化学合成微生物がエネルギー獲得に用いる化学反応は、主として鉄、イオウ、メタン、水素を用いた酸化還元反応である。よって化学エネルギー源たる上記4還元物質、および、酸素などの酸化的物質を供給する海底下の大河の存在様式が、その流域や河口域に生息する（微）生物生態系を規定する。同時に、大河流域の総和が現在の地下生物圏の全貌であると考えることができる。その作業仮説の下、大河を4種に大別し、それぞれが最も典型的に観察される南部マリアナトラフ、沖縄トラフ、インド洋ロドリゲス海嶺3重点に見られる大河を選定し、分野横断調査航海を実施する。手法として掘削船「ちきゅう」や海底設置型掘削装置を用いた直接掘削による試料の採取と、化学・微生物解析、地球物理学的観測、大河が海洋に及ぼす化学・微生物・生物・生態学的影響評価を実施し、地球表層環境に与えている影響を調査する。さらにそれぞれの大河と生命との相互作用について、それぞれの環境を室内高温高压熱水実験によって再現し、仮説検証を行う。

3. 期待される成果

現在の海底下微生物圏は地球最古の生態系のアナロジーであるとともに、地球外生命が存在するならば、その生態系のあり方を示唆するものである。また、現在の地球においても、太陽エネルギーに依存した地球表層生態系のみならず、固体地球の内部に存在している可能性の高い生態系について、その全貌と機能が半定量的に明らかにされる。本領域の研究により、地球生命科学の新たな展開が期待される。

【キーワード】

海底下微生物圏：海底熱水噴出口周辺の生物群集を支えているのは化学合成微生物による一次生産である。この発見は、地球の生命活動はすべて太陽エネルギーによる光合成に支えられているという従来の概念を覆すものだが、その総量、生物種、物質循環については明らかにされていない。

化学合成：光合成と対をなす言葉で、光のエネルギーの代わりに、化学物質のエネルギーを用いて、微生物が無機物から有機物を合成すること。地球のみならず他の天体における生命維持のありかたとしても注目されている。

【科学研究費補助金審査部会における所見】

本研究領域は、海底下の流体の移流を「海底下の大河」としてとらえ、この大河による海洋地殻内での熱や物質の移流、それにより育まれている地下生物圏、そしてそれらの相互作用を、固体地球科学、地球化学、微生物学、生態学などの視点を連携させて解明しようというもので、単独の分野では為しえない新しい地球生命科学の領域を開拓するものであり、明確な目的に基づいた着眼点の良い計画である。日本発の研究として、我が国が世界をリードできる科学技術的環境が十分備わっている分野であり、速やかに推進する意義は大きい。本研究領域が順調に遂行されれば、地球科学にパラダイムシフトをもたらすに留まらず、地球進化史の考え方も変える可能性のある重要な研究領域であり、高く評価される。航海や備船計画、乗船者の調整等、計画遂行に向けて十分な討議を行っており、また、世界に先駆けて独自の手法による海底下生物圏の直接掘削を実現すべく、深海掘削船を用いた統合国際深海掘削計画の航海も採択されており、本研究領域推進にあたっての準備も整っている。計画研究代表者に若手研究者を配置するなど、人材育成効果も十分に考慮されており、多くのプロジェクト実績のある領域代表者のもと、領域全体の有機的な連携と推進が期待される。

堆積物に覆われた
背弧熱水域

島弧火山

海洋地殻の風化

海嶺

大陸

海水中 ($\text{O}_2, \text{SO}_4^{2-}, \text{NO}_3^-$)
+ 大河中 ($\text{Fe}^{2+}, \text{H}_2\text{S}, \text{CH}_4 \dots$)

堆積物

海洋地殻

プレート
沈み込み

「メタン」の大河

マグマの寄与
+ 堆積物の熟成

$\text{CH}_4, \text{CH}_2\text{O}$

堆積物

「イオウ」の大河

マグマの脱ガス

$\text{H}_2\text{S}, \text{HS}^-$

島弧

マグマ

「鉄」の大河

海洋地殻の
生物化学的風化

$\text{Fe(II)}, \text{Mn(II)}, \dots$

海洋地殻 (玄武岩)

「水素」の大河

断層運動、超マフ
ィック岩からの
水素、有機物の発生

$\text{H}_2, \text{CH}_4, \text{CH}_2\text{O}$

超マフィック岩