

論文審査の結果の要旨

眞中 卓也

炭素循環は、地球表層環境に大きな影響を与える重要な物質循環である。数万年以上の長期の炭素循環において、河川は大陸の岩石風化を促進させ、大気中の二酸化炭素 (CO_2) の濃度を制御している。一方、数年程度の短い時間スケールにおいては、河川および流域内部の生物活動（光合成・呼吸）が炭素循環に重要な役割を果たす。世界の多くの河川が、その流下過程で生物起源の二酸化炭素を大量に大気に放出していることが報告されている。このように、河川は炭素循環の中で、時間スケールによって全く異なる働きをする。

本研究では眞中氏は、世界でも屈指の流量と化学風化量を誇るヒマラヤを源流とする河川に着目し、現地調査により採取した河川水を分析し、主に炭酸系分析からこの河川がそれぞれの時間スケールの炭素循環に果たす役割を解明し、全球の炭素循環の理解に貢献していく研究を行っている。

以下に全5章からなる本論文の概要をまとめる。

第1章は全体のイントロダクションであり、炭素循環とそれに果たす河川の役割、調査地域の概要、炭酸系の科学の概論、本論文で扱った地球化学的手法の紹介などがまとめられている。

第2章は、調査地域の河川を題材とした短期的な炭素循環に関する研究であり、主に $p\text{CO}_2$ (CO_2 分圧) の時空間変動に関する以下のような結果と考察が述べられている。本研究でガンジス・ブラマプトラ水系の $p\text{CO}_2$ の空間変動を調査した結果、この河川の下流域において活発な土壌呼吸が起きている可能性が示唆された。特に雨季では、河川に対する下流域の氾濫原を起源とする水の寄与が大きくなり、その結果 $p\text{CO}_2$ が上昇したことが推定された。以上のことから、ヒマラヤの大河川では、流域の土壌呼吸が大気への CO_2 放出に重要な役割を果たしている可能性を本論文で指摘した。

第3章は、ミャンマーのエーヤワディ川の調査結果に基づく長期の炭素循環に関する研究であり、本論文の中核を成すものである。エーヤワディ川は従来の研究において、ヒマラヤの河川の中でも特にケイ酸塩風化が卓越し、過去の気候変動にも大きく貢献していた、と考えられてきた。本研究は、この河川の採水調査および主要イオン分析を行い、この河川が当初考えられていた程はケイ酸塩風化に卓越していないことを明らかにした。この結果に基づくと、ヒマラヤの河川全体から推計されたヒマラヤ地域のケイ酸塩風化に伴う CO_2 吸収量は、従来の試算の半分程度に過ぎないと考えられることが分かった。

第4章は、長期の炭素循環に関する地球化学研究をさらに推進するための手法開発に関する研究成果が述べられており、具体的にはマグネシウム (Mg) 同位体およびケイ素 (Si) 同位体の分析手法の開発と河川への適用に関する研究に関して記述されている。近年の分析技術の発達に伴い、Mg や Si の安定同位体が測定できるようになり、元素の挙動を理解するためのツールとして期待されており、本研究は、これらの安定同位体の測定手法を開発し、河川流域での化学風化における元素の挙動や炭素循環の理解につなげることを目的としている。特に Mg 同位体については、分析手法を開発・応用し、ガンジス・ブラマプトラ水系の溶存 Mg が、上流域のケイ酸塩・苦灰岩風化に起源をもつことを明らかにしている。Si 同位体については、主に分析法の基礎となる Si 単離技術の手法についての成果が述べられている。

第5章では、本論文全体の成果と将来展望がまとめられている。

本委員会は、2016年1月8日に学位論文の内容および関連事項について口頭試験を行なった。本研究によって、ヒマラヤ地域の河川調査に基づく地球化学的分析から、(i) 短期的炭素循環を論じる上で、河川流域の土壌呼吸が大気への二酸化炭素放出に重要な役割を果たしていること、(ii) 長期的炭素循環に関して、ケイ酸塩の風化による地球全体の二酸化炭素の減少においてヒマラヤ地域のケイ酸塩風化の寄与は、従来よりも少なく、10%程度であること、(iii) (ii)の議論にさらに強い証拠を与えるうえで、マグネシウムやケイ素の同位体が有効であること、などが示された。これらの成果は、地球生命圏科学における重要な進展をもたらす業績であると判断し、審査委員全員一致で合格と判定した。

なお、本論文には共同研究による成果も含まれているが、論文提出者が主体となって研究を行っており、本人の寄与は十分にあると考えられる。

以上の理由により、本論文は地球惑星科学の発展に寄与するものと認め、博士(理学)の学位に十分に値するものと認める。