

論文審査の結果の要旨

氏名 山口保彦

本論文は、海洋堆積物中におけるアミノ酸の生物地球化学的動態の解明を目的として行われた研究である。全5章から構成される。

第1章はイントロダクションであり、海洋堆積物中におけるアミノ酸の生物地球化学的動態を研究する背景・意義が述べられている。海洋堆積物における有機物埋没プロセスは、地球表層環境の炭素・窒素・酸素などの物質循環に重要な役割を果たしていると考えられている。しかし海洋堆積物中における有機物と微生物の相互作用にはブラックボックスな部分が多く、有機物埋没フラックスの制御要因についても不明点が多い。海洋堆積物中有機物の中でも、アミノ酸は特に重要な画分を占め、有機物分解の際にも重要な中間産物になっていると考えられている。本論文の趣旨は、アミノ酸の化合物レベル窒素同位体組成 ($\delta^{15}\text{N}$) および D/L 比を、アミノ酸の起源 (生産者) を推定する手法として新たに提唱もしくは発展させ、海洋堆積物に初めて応用することで、海洋堆積物中アミノ酸の生物地球化学的動態 (特に残存メカニズムと分解メカニズム) を制約することである。

第2章では、アミノ酸 $\delta^{15}\text{N}$ を生物地球化学的手法として発展させるための微生物培養実験の研究について述べられている。3ドメイン (真核生物、バクテリア、アーキア) にまたがる5種類の微生物について、窒素源をコントロールした培養実験が行われ、アミノ酸 $\delta^{15}\text{N}$ の変動パターンが調べられた。さらに、先行研究により報告されている藻類・陸上植物・動物のアミノ酸 $\delta^{15}\text{N}$ データとの比較が行われた。その結果、(1) 微生物がアミノ酸を新たに生合成した時は、グルタミン酸に対するアミノ酸 $\delta^{15}\text{N}$ 相対パターンは特に藻類と一致する、(2) 微生物が培地からアミノ酸を取り込んで無機化した時には、餌のアミノ酸 $\delta^{15}\text{N}$ の上昇値は動物と一致する、ということが明らかになった。これらの結果は、アミノ酸の窒素同位体分別は、3ドメインにまたがる様々な生物について同様のプロセスが制御していることを示唆し、海洋堆積物など環境中のアミノ酸 $\delta^{15}\text{N}$ データを解釈する際に有用な情報である。

第3章では、アミノ酸 $\delta^{15}\text{N}$ と光合成色素 $\delta^{15}\text{N}$ の比較による、アミノ酸残存メカニズム制約の研究について述べられている。「全加水分解性アミノ酸 $\delta^{15}\text{N}$ と光合成色素 $\delta^{15}\text{N}$ の比較」から微生物によるアミノ酸の生産・二次的不可を推定するという新たなアプローチが提唱され、日本海秋田県沖で採取された海洋堆積物コア試料に初めて応用が行われた。その結果、コアの1m以深では、アミノ酸と光合成色素の $\delta^{15}\text{N}$ 深度プロファイ

ルは高い相関を示し、堆積物中では過去の海洋の生物の死骸がアミノ酸として残存しており、堆積物中微生物による生産の寄与は15%未満であることが示唆された。特に、アミノ酸と光合成色素の $\delta^{15}\text{N}$ の差からは、過去の海洋の従属栄養もしくは化学合成独立栄養微生物の死骸が重要であることが示唆された。また、アミノ酸 $\delta^{15}\text{N}$ を古海洋窒素循環の新たなプロキシとして使える可能性が示唆された。

第4章では、固相アミノ酸と溶存態アミノ酸の $\delta^{15}\text{N}$ ・D/L比の比較による、アミノ酸分解メカニズム制約の研究について述べられている。「固相アミノ酸と間隙水溶存態アミノ酸について $\delta^{15}\text{N}$ およびD/L比の比較」から溶存態アミノ酸に対する堆積物中微生物からの放出の寄与を推定するという新たなアプローチが提唱され、北西太平洋相模トラフで採取された海洋堆積物コア試料に初めて応用が行われた。固相アミノ酸と溶存態アミノ酸との間で、 $\delta^{15}\text{N}$ およびD/L比の両方で有意な差が見られ、溶存態アミノ酸の起源は固相からの加水分解だけでなく、堆積物中微生物からのタンパク性分子（特にグラム陽性細菌のペプチドグリカン）の放出が重要であることが示唆された。このことから、アミノ酸分解に際して、堆積物中微生物によるリサイクルが重要なプロセスであることが示唆された。

第5章では、本論文のまとめと今後の展望が記述されている。本研究では、海洋堆積物中アミノ酸の残存メカニズムについては過去の海洋の微生物の死骸の残存が重要なプロセスで、分解メカニズムについては堆積物中微生物によるリサイクルが重要なプロセスであることが示唆された。本研究で新たに提唱された研究アプローチは、他の環境の海洋堆積物や海水などの試料にも応用可能であり、海洋堆積物中の有機物動態について今後より詳細な理解が進んでいくことが期待できる。

なお研究に関しては、横山祐典准教授（東京大学 大気海洋研究所）、大河内直彦博士、力石嘉人博士、高野淑識博士、小川（大河内）奈々子博士、菅寿美博士（海洋研究開発機構）との共同研究の成果である。しかし、論文提出者が主に分析、解析及び解釈を行なったもので、論文提出者の論文への貢献は本質的な部分で特に高く、寄与は十分であると審査委員全員が判断した。

以上の理由より、審査委員会は本論文を提出した山口保彦氏に博士（理学）の学位を授与できると認めた。