

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	実験室培養実験に基づく陸生カタツムリ炭酸塩殻の同位体シグナルがもつ環境情報
Title(English)	Environmental implication from isotopic signatures of land snail shell carbonate based on laboratory culturing experiment
著者(和文)	ZHANGNAIZHONG
Author(English)	Naizhong Zhang
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9679号, 授与年月日:2014年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉田 尚弘,大河内 直彦,山田 桂太,豊田 栄,上野 雄一郎
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9679号, Conferred date:2014/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Zhang Naizhong		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	吉田 尚弘	教授	審査員	上野 雄一郎	准教授
	審査員	大河内 直彦	教授			
		山田 桂太	准教授			
豊田 栄		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Environmental implication from isotopic signatures of land snail shell carbonate based on laboratory culturing experiment (実験室培養実験に基づく陸生カタツムリ炭酸塩殻の同位体シグナルがもつ環境情報)」と題し、英文で書かれ6章で構成されている。

第1章 "Introduction"では、本研究の背景と目的について述べている。はじめに陸生カタツムリの生理生態について解説し、さらに陸生カタツムリの生体試料あるいは化石試料を用いた環境解析について既往の研究と知見を整理している。次に、環境解析に用いられる炭素、酸素同位体およびクランプト同位体（両元素の ^{13}C と ^{18}O の重同位体の二重置換同位体分子種）の分析についてその有用性を解説している。最後に陸生カタツムリ試料の同位体分析について先行研究をまとめ、同位体シグナルと環境情報の関係が十分に構築されていない現状を明らかにし、制御された環境条件下における実験室培養実験の必要性を述べている。

第2章 "Culturing of land snails and isotopic analysis"では、陸生カタツムリの培養実験方法および生体試料の炭素・酸素同位体計測方法について述べている。はじめに日本に広く生息している陸生カタツムリの一つ、*Acusta despecta sieboldiana*を卵から幼貝、成貝まで様々な環境条件下で飼育する方法について述べている。次に、それらを生体試料とし、殻の炭素・酸素同位体比（ ^{13}C と ^{18}O のそれぞれ ^{12}C と ^{16}O に対する存在比率であり、以下 $\delta^{13}\text{C}$ 値、 $\delta^{18}\text{O}$ 値と表記する）およびクランプト同位体、生体水の $\delta^{18}\text{O}$ 値、軟体部の $\delta^{13}\text{C}$ 値を計測する方法を示している。

第3章 "Factors controlling shell carbon isotope composition"では、陸生カタツムリ殻の炭素同位体組成変動とそれから得られる炭素源について述べている。様々な環境条件下で飼育した陸生カタツムリの殻の $\delta^{13}\text{C}$ 値の変動要因について、異なる3つの炭素源、すなわち食餌、大気二酸化炭素、炭酸塩、それぞれからの寄与度の違いおよび飼育温度と代謝速度の影響の観点から考察している。先行研究および本研究結果を基に、それぞれの炭素源及び環境条件がどの程度カタツムリの殻の $\delta^{13}\text{C}$ 値変動に影響するかを定量的に議論している。さらに、陸生カタツムリには食餌となる植物の選択性があることを示し、陸生カタツムリの殻の $\delta^{13}\text{C}$ 値変動から古環境を推定するには食餌選択性を考慮する必要があることを提案している。

第4章 "Factors controlling shell oxygen isotope composition"では、陸生カタツムリ殻の酸素同位体組成変動とそれから得られる環境情報について述べている。陸生カタツムリの殻の $\delta^{18}\text{O}$ 値変動についてBalakrishnan and Yapp (2004)の提唱するフラックスバランスモデルの有効性について検証している。相対湿度やカタツムリが取り込む水分のように複雑に変化に富んだパラメーターが、フラックスバランスモデルの環境適用を制限していることを明らかにしている。また、陸生カタツムリの殻の $\delta^{18}\text{O}$ 値と軟体部水分の $\delta^{18}\text{O}$ 値には強い相関($R^2=0.98$)があることを見出し、体液から殻成分が沈殿していることを明らかにしている。しかし傾きが1ではないことから、非平衡沈殿プロセスが関与していることを推測している。好条件ではない環境（例えば、低温）に生息するカタツムリが環境に適応するための生物学的挙動が体液や殻の $\delta^{18}\text{O}$ に影響していることも議論している。

第5章 "Carbonate clumped isotope thermometry of land snail"では、陸生カタツムリ殻のクランプト同位体の高温分布からのずれ（以下、 Δ_{47} 値と表記する）の変動とそれから得られる環境温度情報について述べている。環境温度の指標として利用が期待されている炭酸塩の Δ_{47} 値について、陸生カタツムリの殻の Δ_{47} 値が $10^6/T^2$ (T は飼育温度)を変数とする一次関数で記述できることを、初めて培養実験から明らかにしている。得られた一次関数の傾きは、炭酸塩の実験室沈殿実験で得られた一次関数の傾きと調和的であることを示している。このことからカタツムリの殻が同位体平衡の条件下で形成され、 Δ_{47} 値が食餌や水分の起源あるいは取り込まれる炭酸塩や成長速度と無関係であり、環境温度の指標として有効であることを示している。また、分析に用いる試料量が6.5 mg以下の時に Δ_{47} 値が異常値を示すサイズ効果について、陸生カタツムリの殻試料にも認められることを確認している。

第6章 "Conclusion and perspectives"では、第3章から第5章の議論を総括し、陸生カタツムリ生体試料の $\delta^{13}\text{C}$ 値、 $\delta^{18}\text{O}$ 値、 Δ_{47} 値の環境指標としての問題点を明確にするとともに、陸生カタツムリの化石を古環境研究に利用するために今後解決すべき課題を提案している。

これを要するに、本論文は室内実験により陸生カタツムリ炭酸塩殻の同位体シグナルがもつ環境情報を解明したものであり、理學上貢献するところが大きい。よって本論文は博士 (Science) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。