

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	熱帯の富栄養化した養殖域におけるリンおよびリン酸の酸素同位体比を用いた生物地球化学的研究
Title(English)	Biogeochemistry of phosphorus and application of oxygen isotopes of phosphate in a eutrophic tropical mariculture area
著者(和文)	FERRERACHarissaMa
Author(English)	Charissa Ferrera
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10259号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種類:課程博士, 審査員:灘岡 和夫,廣瀬 壮一,大佛 俊泰,鍵 直樹,中村 隆志,梅澤 有
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10259号, Conferred date:2016/3/26, 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

## 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		FERRERA Charissa Marcaida		
			氏名	職名			
論文審査 審査員	主査		灘岡 和夫	教授	審査員	中村 隆志	講師
			廣瀬 壮一	教授		梅澤 有	長崎大学 准教授
	審査員		大佛 俊泰	教授			
			鍵 直樹	准教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“**Biogeochemistry of phosphorus and application of oxygen isotopes of phosphate in a eutrophic tropical mariculture area**” (熱帯の富栄養化した養殖域におけるリンおよびリン酸の酸素同位体比を用いた生物地球化学的研究) と題し、以下の5章からなる。

**第1章 “General introduction”** では、リンに着目した本研究の背景に関して、リンの物質循環、富栄養化、沿岸域における養殖活動、およびリン酸の酸素安定同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}_p$ ) を利用した物質循環解析について紹介した上で、本研究の目的、論文構成等について述べている。

**第2章 “Biogeochemical phosphorus cycle in Bolinao and Anda, Pangasinan”** では、フィリピン北西に位置し、富栄養化状態にある Bolinao-Anda 海域を対象に、リンの動態と、度重なる赤潮、貧酸素化、養殖魚の斃死との関連性を調べた結果について述べている。ここでは、2002年に同海域で養殖魚の大量斃死が起こり、それを契機に Bolinao の養殖生簀に数量規制がかけられたにも関わらず、その後も赤潮、貧酸素化、養殖魚の斃死が継続的にみられていることについて、その原因の実態解明を試みている。その結果、規制導入後、現在でも同沿岸域が特にリンに関して富栄養化状態にあることを明らかにし、その主因が養殖魚の食べ残した餌や未消化の餌が分解することにあることを示している。また、乾季の水柱における無機リン酸 (DIP) 濃度は  $4 \mu\text{M}$  に達し、それには Anda 海域における養殖生簀の増加が影響している可能性が高いことを示している。そして、この DIP 濃度の増加が強い窒素律速状態をもたらし、雨季の河川からの窒素供給によって赤潮発生が引き起こされる構造となっていることを明らかにしている。

**第3章 “Biological control of oxygen isotopes of phosphate”** では、造礁サンゴ類、海草類、大型藻類を用いた飼育実験を行い、DIP の生物学的取込みがその酸素安定同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}_p$ ) に及ぼす影響を評価した結果を示している。DIP 取込みに関する同位体効果はサンゴ種により異なるが、海草類や大型藻類と比べると全般に大きいことを示している。ただし、同じサンゴ種内でも異なる同位体効果が確認されることもあり、その原因として、実験に用いたサンゴ共生体において、異なる同位体効果が様々な形で現れたためであるとしている。こうした沿岸生物種による同位体効果の違いは、今後  $\delta^{18}\text{O}_p$  を用いて沿岸生態系における DIP の外部負荷と内部循環を解析する際に注意すべき点である。

**第4章 “Use of  $\delta^{18}\text{O}_p$  to characterize the sources and evaluate the cycling of phosphorus in the Bolinao-Anda coastal ecosystem”** では、Bolinao-Anda 養殖海域へのリンの起源物質を、様々なタイプの環境試料中の DIP の酸素安定同位体比  $\delta^{18}\text{O}_p$  を測定することで明らかにした結果を示している。まず、主要な DIP 起源の1つである陸水の  $\delta^{18}\text{O}_p$  が、魚の餌等の有機態のリンの無機化で生成する DIP の  $\delta^{18}\text{O}_p$  を反映する現場海水中での同位体平衡値とは対照的な値であることを示している。養殖域の多くの海水試料中の  $\delta^{18}\text{O}_p$  は、この後者の同位体平衡値と、餌に含まれる DIP の  $\delta^{18}\text{O}_p$  のどちらかに近い値をとった。これらのことから、雨季の表層海水中で見られた一部の低い  $\delta^{18}\text{O}_p$  値は河川からの寄与を示すと考えられるものの、餌自体もしくは餌の分解産物が養殖海域への主要な DIP 供給源になっていることを明らかにしている。

**第5章 “General discussion and overall summary”** では、以上の各章で得られた成果をまとめるとともに、今後の研究課題について述べている。

以上要するに、本研究は、富栄養化による養殖魚の大量斃死が問題になっている熱帯域での養殖海域を対象として、これまで実態が十分解明されていなかったリンの動態に着目し、フィリピンの Bolinao-Anda 海域をフィールドとして、そこでの大量斃死をもたらす赤潮発生のメカニズムを具体的に明らかにするとともに、リンの供給源や循環構造の解明におけるリン酸の酸素安定同位体比  $\delta^{18}\text{O}_p$  の有効性を示したもので、その成果は、学術上貢献するところが大きい。また、本研究の成果は、科学的な根拠に基づく持続的沿岸養殖管理策の実現にも貢献し得るものである。よって、本論文は博士 (学術) の学位論文として十分価値を有するものと認められる。