T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	夏季の西部北極海における溶存メタンの時空間分布
Title(English)	Spatial and temporal distribution of dissolved methane in the summertime western Arctic Ocean
著者(和文)	工藤久志
Author(English)	Kushi Kudo
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10751号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉田 尚弘,大河内 直彦,笠井 康子,豊田 栄,山田 桂太
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10751号, Conferred date:2018/3/26, 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

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（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		工藤　久志	
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	山田　桂太	准教授
	審査員	大河内　直彦	特任教授			
		笠井　康子	特任教授			
		豊田　栄	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「Spatial and temporal distribution of dissolved methane in the summertime western Arctic Ocean（夏季の西部北極海における溶存メタンの時空間分布）」と題し、英文で書かれ 5 章で構成されている。

第 1 章「Introduction」では、本研究の背景と目的を述べている。北極海では、近年の急速な温暖化に伴う海氷減少により、海洋の熱・光の吸収量、さらに淡水の循環が変化し、海底堆積物の有機物分解や生物による基礎生産量の増大などが起きている。これらは、CH_4 生成に関与し、海洋から大気への CH_4 の放出が促進されることから、温暖化へ正のフィードバックをもたらす可能性が指摘されてきた。また、西部北極海（ベーリング海峡、チャクチ海、および、カナダ海盆）は、北極海の中でも海氷の減少が顕著であり、かつ、CH_4 のリザーバーである陸棚が豊富であるため、CH_4 の動態解析が重要とされている。しかしこの海域は、CH_4 に関する情報がほぼ空白で、北極海全体においても生成・消滅過程の推定に有用な安定炭素同位体比（$\delta^{13}C$ 値）の観測例が限られている。本研究はこうした状況を踏まえ、西部北極海の溶存 CH_4 の濃度と $\delta^{13}C$ 値の空間（水平・鉛直分布）および時間（2012 年、2013 年）ごとの分布を調査し、CH_4 の生成・消滅過程の寄与を明らかにすることが目的であるとしている。

第 2 章「Methods」では、試料及び研究手法について述べている。海水試料は、海洋地球研究船「みらい」の 2012 年および 2013 年の 8–10 月の北極航海；MR12-E03 航海および MR13-06 航海において、それぞれ 26 および 14 の測点で採集された。後者の航海では、9 月から 10 月に定点での時系列観測が実施された。濃度測定には水素炎イオン化検出器付きガスクロマトグラフが、$\delta^{13}C$ 値の測定にはガスクロマトグラフ/燃焼/同位体質量分析計がそれぞれ用いられた。標準試料については、濃度測定には大気で希釈した 2.08 ppm CH_4 が、$\delta^{13}C$ 値の測定にはヘリウムで希釈した 1000 ppm CH_4 が用いられた。測定精度は、濃度が 5% (1σ)以下、$\delta^{13}C$ 値は 0.3‰ (1σ)以下である。また同じ海水試料はそれぞれ 2 回ずつ計測され、その再現性は、濃度が 0.1–0.7 nmol kg^{-1}、$\delta^{13}C$ 値が 0.1–0.8‰であるとしている。

第 3 章「Results」では本研究で得られた結果について述べている。表層海水は、全ての測点で、常に大気に対して過飽和であったことから、夏季の西部北極海は溶存 CH_4 が大気への放出源として機能することを明らかにしている。また、溶存 CH_4 濃度は、2013 年の方が 2012 年より高い傾向を観測している。沿岸陸棚域、特にチャクチ海では、2012 年において、溶存 CH_4 は底層で約 60 nmol kg^{-1} と濃度が高く、$\delta^{13}C$ 値が–60‰以下と低くなる傾向を見出している。これに付随して、溶存酸素（DO）濃度、および、透過率が底層で低くなる傾向を観測している。一方、2013 年においては、濃度、$\delta^{13}C$ 値ともに深度に伴う勾配は見られなかったと述べている。2012 年のカナダ海盆においては、深度 10–50 m、および、深度 100–200 m において CH_4 濃度の極大が観測されている。2013 年の定点観測点においては、概ね底層に行くほど CH_4 は高濃度、かつ、低 $\delta^{13}C$ 値となる傾向を発見している。

第 4 章「Discussion」では、本研究で得られた結果について議論を展開している。夏季の西部北極海における溶存 CH_4 濃度は、2013 年の方が 2012 年より高い傾向を示したのは、2013 年の方が淡水に由来する成層が弱く、鉛直混合により底層の CH_4 が表層へと輸送されていたことによることを明らかにした。沿岸陸棚域で、2012 年、底層で溶存 CH_4 濃度が高く、$\delta^{13}C$ 値、DO 濃度と透過率が低くなる傾向から、CH_4 生成は CH_4 生成菌を介した海底堆積物中の有機物分解に起因することを明らかにしている。2012 年のカナダ海盆においては、浅層深度と深層深度において観測された CH_4 濃度極大について議論している。前者は、DO 濃度極大が付随していたことから、主にプランクトン活動に由来する CH_4 生成が卓越していたと考えられ、後者の濃度極大は栄養塩極大と相関していたことから、陸棚から水平状に輸送された CH_4 により卓越していたと推論している。2013 年の定点観測点で見られた、底層ほど高濃度 CH_4、低 $\delta^{13}C$ 値の傾向は底層－表層間の鉛直混合は無視して良く、表層で最高 CH_4 濃度が観測された時には、強風による擾乱によって、混合層以深との混合が起きていた可能性が高いとしている。これは、表層の動物プランクトン体内からの CH_4 生成、もしくは、底層の堆積物起源の CH_4 と表層の沈降粒子起源の CH_4 との混合であることを定量的に示している。

第 5 章「Conclusion」では、本研究の結論を述べている。本研究から、夏季の西部北極海は CH_4 の大気に対する放出源として機能し、空間、時間ごとに生成・消滅過程が異なることが初めて定量的に示されたとしている。

以上要するに、本論文は、北極海で海氷面積がこれまでで最少となった 2012 年夏季、2013 年夏季から秋季にかけて CH_4 の濃度・安定炭素同位体比を観測して、海氷の減少に伴う北極海の CH_4 の生成・消滅過程の変化、および、気候変動への影響についての理解を定量的に深めたものであり、理学上貢献するところが大きい。よって本論文は博士（理学）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。