

令和 2 年 7 月 2 日現在

機関番号：82706

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2019

課題番号：16K14800

研究課題名(和文) 魚類の生息限界水深に挑む

研究課題名(英文) Challenging study for the deep limit of fish

研究代表者

土田 真二 (Tsuchida, Shinji)

国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(海洋生物環境影響研究センター)・技術主幹

研究者番号：30344295

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：超深海域(水深6,000m以深)における生物の多様性は、わずかな知見しかなくほとんど理解されていない。マリアナ海溝の8,000m付近において、自動昇降式の観測装置より映像データを取得することに成功した。映像を分析したところ、餌に集まるヨコエビなど甲殻類やシンカイクサウオ属魚類など計8種の生物を確認することができた。海流速度や各生物の遊泳速度、映像に出現した各種の初出時間から生息密度を推定することに成功した。また、8,178mではシンカイクサウオ類を撮影することができ、これは魚類の映像として世界最深記録となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

水深8,000mという超深海域における調査事例は少なく、餌に集まる腐肉食者や高次の捕食者を対象としたものであるが、その多様性や生息密度の情報を得たことは、生態学的に重要な意味をもつ。魚類の生息水深の限界は、体内に保有する浸透圧調整物質であるトリメチルアミノオキシドの保有量から8,200m程度であると推定されているが、本研究により得られた8,178mの映像はそれを裏付けるデータとなった。魚類の世界最深記録は、ヨミノアシロ水深8,370mであるが、トロールにより採集されたもので深度情報は不確かである。本研究で得られたデータは、信頼性の高い深度情報をもつ魚類の生息情報として世界最深記録となった。

研究成果の概要(英文)：In the hadal zone (more than 6,000m depth) biodiversity is poorly understood for a few researches since the high cost and technique need to reach there. Hadal sites of Mariana Trench around 8,000m depth were explored using by free fall lander system and video data sets were obtained. In the video images, total eight species of animals including amphipod crustaceans and liparid fish were appeared. Population densities were estimated by the current speed, swimming speed and first arrival times of each animal. Video image of liparid fish taken at 8,178m site was the world deepest movie of fish.

研究分野：深海生物学

キーワード：超深海 マリアナ海溝 シンカイクサウオ類 多様性 生息密度

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

水深200m を超える深海域は、全海洋容積の97%に相当するものの知見は断片的であり、未開拓の領域が多く残される。そのような深海域においても多様な魚類が生息し、浅海域と同様に海洋生態系において重要な分類群である。とくに、海棲哺乳類がほとんど生息しない中・深層域において、トッププレデターとして君臨し、トップダウンコントロールを通して生態系の構造や機能の維持に重要な役割を果たす。6,000m 以深の超深海域でも多様な魚類が生息するが、その最深記録は1970年プエルトリコ海溝8,370m においてオッタートロールにより採集されたヨミノアシロとなる (Nielsen, 1977)。しかしながら、この報告の中では詳細な採集情報が記載されておらず、網の形状や手法などから、もっと浅い深度で採集された可能性は否めない。近年では、マリアナ海溝水深8,145m において、未記載種と思われるクサウオ科の映像が撮影されており、半透明のゼラチン質の体をくねらせ、底泥から餌を探す行動が観察されているものの試料の採集には至っていない。また、日本海溝水深7,700m において、設置された餌に群がるシンカイクサウオも撮影されている。これらの情報から、魚類の生息水深の限界は、8,000-8,400m 程度にあることが推察される。近年、ケルマディック海溝水深7,000m より採集したクサウオ科魚類の分析を行ったところ、トリメチルアミノオキシド (TMAO) を多量にもつことが明らかになった。これは、浸透圧調整物質の一種で、高圧下でタンパク質の構造を安定化させることが知られている。しかし、TMAO 保有量には限度があり、魚類の生息深度の限界は8,200m であると推定されている (Yancey et al., 2014)。海溝の最深部は、マリアナ海溝10,900m 以深であり、次いでトンガ海溝10,800m、伊豆・小笠原海溝でも9,800m と魚類の採集最深記録を越える海域は多く残される。このような海域に魚類は生息できないのか？ TMAO の保有量の限界がどこにあるのか？ 魚類の生息水深に限界があるとすれば、捕食者なきスカベンジャーやデトライタスフィーダーのみで構成される生態系が存在するのか？ 多くの問題が残されている。

### 2. 研究の目的

魚類の最深採集記録は、プエルトリコ海溝8,370m とされており、マリアナ海溝8,145m でもその映像が確認されている。一方で浸透圧調整物質の分析では、魚類の生息水深の限界は8,200m にあると推定されている。しかし、8,000m を越える深度域の調査は大がかりな調査船や探査機を必要とするため、十分な調査は行われておらず、魚類の生息水深の限界は未だ解明されていない。そのため、8,000m を越える深度でも、生息が確認されていない魚類や未記載種が生息している可能性がある。また、魚類だけでなく他の生物を含めた多様性や生物量など生態学的な情報はほとんど理解されていない。本研究では、海底設置型のランダーシステムを用いて、魚類を含め出現する生物の生息情報を集積し、超深海における多様性や生物量を明らかにする。

### 3. 研究の方法

2017年5月5日～25日に調査船「かいいい」により、マリアナ海溝において、カメラを搭載した自動昇降式の観測装置(ランダー)より映像データを取得した。このランダーは、4Kカメラを内蔵した17インチガラス球、LED光源、CTD、餌(マサバ)、切り離し装置、およびパラスト(錘)などから構成される。ランダーは計3回、それぞれ異なる水深に設置した。1回目は、北緯11度10分、東経143度10分、水深8,146m(音響信号による測位)に設置し、5月12日15:00～23:30にかけて連続撮影を行った。2回目は、北緯11度34分、東経143度09分、水深7,498m(音響信号による測位)に設置し、5月13日19:00～5月14日17:00にかけてタイムラプス撮影を行った。3回目は、北緯11度31分、東経143度

08分、水深8178m(CTD圧力センサーによる測深)に設置し、5月17日19:00～5月18日22:23まで3時間毎に約53分のタイムラプス撮影を行った。得られた映像から、各生物が初出した時間(First Arrival Time:  $T_{arr}$ )の記録や、ランダーフレームに貼り付けた10cm間隔のテープ付近を遊泳した生物の遊泳速度を記録した。また、過去に計測されたマリアナ海溝の平均流速を0.7cm/s(Taira et al., 2004)と仮定し、Priede and Merrett (1996)の手法を用いて出現した各種生物の初出時間から個体数密度を推定した。

#### 4. 研究成果

得られた映像を分析した結果、3回のランダー投入で共通して出現した生物は、カイコウオオソコエビ *Hirondellea gigas*、ヨコエビ類の一種 *Princaxelia jamiesoni*、ヨコエビ類未同定種 Gammaridea indet. およびアミ類 Mysidae gen. sp. であった。これら4種に加え、1回目の投入では等脚類の一種 *Vanhoeffenura* sp. が、2回目の投入ではヨコエビ類の一種であるダイダラボッチ *Alicella gigantea*、オヨギチヒロエビ科の一種 Benthescymidae gen. sp.、シンカイクサウオ類 *Pseudoliparis swirei* が、3回目の投入ではシンカイクサウオ類が出現した。遊泳速度の測定結果から、カイコウオオソコエビは  $6.3 \pm 1.6$  cm/s ( $n=12$ )、ヨコエビ類の一種  $5.3 \pm 1.0$  cm/s ( $n=11$ )、ヨコエビ類未同定種  $3.1 \pm 1.7$  cm/s ( $n=7$ )、アミ類  $2.1 \pm 0.2$  cm/s ( $n=2$ )、オヨギチヒロエビ科の一種  $4.3$  cm/s ( $n=1$ )、シンカイクサウオ類  $3.1 \pm 0.4$  cm/s ( $n=4$ ) であった。これら遊泳速度と平均流速および各生物が初出した時間から、生息密度を推定すると、カイコウオオソコエビ  $6,520 \sim 10,288$  個体/km<sup>2</sup>、ヨコエビ類の一種  $6,243 \sim 24,783$  個体/km<sup>2</sup>、ヨコエビ類未同定種  $6,546 \sim 55,476$  個体/km<sup>2</sup>、アミ類  $4,956 \sim 25,390$  個体/km<sup>2</sup>、オヨギチヒロエビ科の一種  $8$  個体/km<sup>2</sup>、シンカイクサウオ類  $3 \sim 68$  個体/km<sup>2</sup> となった。以上の結果から、出現した生物種数は、8,146m および 8,178m ではそれぞれ5種であったが、7,498m では7種であったこと、また個体数密度が7,498m サイトで、もっとも高い値を示す種が多かったことから、7,498m サイトは種の多様性、生物密度とも高い値を示す傾向がみられた。本研究では、生物の試料を得ることはできなかったが、浸透圧調整物質の解析から示唆されている魚類の生息限界8,200mにより近い映像データを得ることができた。尚、3回目の8,178m サイトでは、シンカイクサウオ類が1個体だけ出現し、映像データとして記録することに成功したが、現在記録されている生きた魚の映像としては最深記録となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 土田真二・小栗一将・河戸 勝・藤原義弘・藤倉克則・中條秀彦・村島 崇
2. 発表標題 マリアナ海溝において観察された甲殻類の多様性と生息密度推定
3. 学会等名 日本甲殻類学会第56回大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 河戸 勝、土田真二、藤原義弘	4. 発行年 2017年
2. 出版社 NHK, NHKプロモーション, 読売新聞社	5. 総ページ数 191(66)
3. 書名 トップ・プレデターとトップ・ダウンコントロール In: 倉持利明・藤倉克則（編）特別展「深海2017」公式図録. NHK, NHKプロモーション, 読売新聞社, 東京.	

1. 著者名 河戸 勝、土田真二、藤原義弘	4. 発行年 2017年
2. 出版社 NHK, NHKプロモーション, 読売新聞社	5. 総ページ数 191(67)
3. 書名 トップ・プレデターを調べるわけ In: 倉持利明・藤倉克則（編）特別展「深海2017」公式図録. NHK, NHKプロモーション, 読売新聞社, 東京.	

〔産業財産権〕

〔その他〕

マリアナ海溝の水深8,178mにおいて魚類の撮影に成功 ~ 魚類の世界最深映像記録を更新 ~  
[http://www.jamstec.go.jp/j/about/press\\_release/20170824/](http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20170824/)

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----