

令和 5 年 6 月 5 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K02990

研究課題名(和文) 干潟域のメيوفアウナの解明と、生物多様性に着目した科学教育教材の開発

研究課題名(英文) Elucidation of meiofauna in tidal flat areas and development of teaching materials for sciences focusing on biodiversity

研究代表者

中尾 有利子 (NAKAO, Yuriko)

日本大学・文理学部・准教授

研究者番号：00373001

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：人間との関わりが深い干潟に着目し、小櫃川河口干潟、多摩川河口干潟、大井埠頭中央海浜公園、ふなばし海浜公園、いすみ川河口干潟の貝形虫相を明らかにした。小櫃川河口干潟において貝形虫類の未記載種を発見し、野外での産出地点の追跡と顕微鏡下での行動観察を行い、生態情報とあわせて新種として報告し、生物多様性データの蓄積に貢献した。多摩川河口干潟では10年スケールでの生物相の変化を明らかにした。

野外調査で得られたデータを元に、地学の室内実習用の教材を試作した。教材は高校生に実際に利用してもらう機会を得て、高性能の顕微鏡がなくても、種の同定が可能であることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

干潟のメيوفアウナについて、貝形虫類に着目し明らかにした。小櫃川河口干潟では、1990年代以来初の未記載種を発見し、新種として報告した。多摩川河口では10年スケールで貝形虫相が変化したことが明らかになった。これらの結果は、干潟の生物相は今後も調査の余地が大いにあること、橋の建設や護岸の整備により、干潟の環境がミクロスケールで変化していることを示す。

また、これまでメيوفアウナを教材に用いる場合は、高性能な顕微鏡や電子顕微鏡画像が必須であったが、目的に合わせて図版を作成することにより、携行型の顕微鏡で実習が可能であることがわかり、メيوفアウナの教材としての可能性を示すことができた。

研究成果の概要(英文)： Focusing on tidal flats that are closely related to human activities, we clarified ostracod fauna of the Obitsu River estuary, Tama River estuary, Oi Central Seaside Park, Funabashi Seaside Park, and Isumi River estuary. Through these field surveys, we discovered a previously undescribed species of Ostracoda on the Obitsu River estuary tidal flat. The descriptions of one new species together with its ecological information has contributed to biodiversity understanding and accumulation of biodiversity data. We have also clarified changes in the ostracod fauna that have occurred over a decadal timescale. Based on these data obtained from the field survey, we developed a prototype teaching material for indoor geology training. The educational materials were used by high school student, and it was confirmed that species identification could be conducted, including without a high-performance microscope.

研究分野：地球科学

キーワード：科学教材 地学教材 メيوفアウナ 貝形虫類 生物多様性 干潟

1. 研究開始当初の背景

河口域は、塩水/淡水の境界に位置し、穏やかな内湾では、干潟が形成され、生物多様性をささえる土台となる場所である。しかしながら、近年の人為的な環境改変、環境汚染により、そこに生息する生物は絶滅の危機に瀕している。そのため、生物多様性の保全、あるいはその土台となる環境の重要性を訴えるという立場から、鳥類、魚類の他に、貝類や一部の節足動物といったマクロベントス(顕微鏡を使用せずに観察可能な大きさの底生生物)に焦点があてられ、多くの調査・研究がされている。科学教育・理科教育においても、生物多様性の理解・環境保全を理解するための教材が対象とする生物は可視サイズのものが多い。これは体サイズが大きい故に、特別な道具を必要とせずに観察可能であることに起因する。また、上述のように多数の調査が実施されており情報が豊富であるとともに、可視サイズの生物は、多くの図鑑が発刊されており、誰もが馴染みやすいといった取り扱いのし易さも偏重の一因といえる。一方、メイオベントス(微小底生生物)は、観察に顕微鏡を必要とし、図鑑なども一部の分類群を除いて一般に普及しておらず、教育の現場において扱いにくい生物群といえる。しかし、生物多様性という観点に基づくと、わずかな面積(あるいは体積)中に門レベルでの多様性を見いだすことができ、生物多様性の理解に果たす役割は非常に大きい。

貝形虫類は、メイオフアウナ(メイオ生物からなる動物相)の一構成員で、環境によって種レベルで棲み分けをしていること、背甲という石灰質の殻が化石として保存されること、背甲の形態によって種の同定が可能であること(化石で産出した場合、種の同定が可能であること)から、古環境復元の指標として用いられている。貝形虫類は干潟にも生息し、隣接する地点でもわずかな物理的環境の違いによって、群集の優占種、多様度、個体数密度が大きく異なる。古環境復元の分野では、現在の生態学的特徴を化石に適応し、過去の堆積物環境や気候を推定するため、指標として用いた生物は環境に対する長い時間スケールでの安定性が必要とされる。そのため、このような環境の変化に対して鋭敏過ぎる生態学的特性は、古環境復元の分野ではマイナスになることもある。しかしながら、現在の干潟環境の正確な記載、生物多様性のデータの蓄積と理解のためには、貝形虫類をはじめとするメイオフアウナの解明が重要であり、さらに、このようなデータの蓄積は、環境因子が生物の生息に与える影響を示す指標として有用である。また、科学教育・理科教育においては、メイオフアウナは、種多様性の理解、環境保全の重要性を学ぶための新たな材料だといえる。そのため、まず、あまり知られていないメイオフアウナの認知度をあげ、教育教材として具体的に用いる事が出来るように、野外・室内実習用の教材が必要になる。

2. 研究の目的

本研究は、種多様性が高く、人間との関わりが深い河口域(干潟)のメイオフアウナについて、貝形虫類を中心に明らかにする。また、継続して調査を行うことで、未記載種を見つけ出し、生物多様性の情報の蓄積に貢献する。さらに、現在の沿岸環境を平常時のものとして記録し、災害、人工改変による環境変化による生物相の変化に備えるデータとして残す。

このようにして集められたデータを元にして、野外実習として利便性の高い場所を選定し、生物多様性と環境保全を理解するための科学教育教材や実践的に活用できる地学教材を作成する。

3. 研究の方法

(1)現在の河口域のメイオフアウナの記録と環境指標としての有用性の検討。メイオフアウナを教材として用いるためには、まずメイオフアウナの解明が第一である。河口域を含む沿岸環境は、人工改変、環境汚染のみならず、長期的には海水準の変動や堆積場の変化など、刻一刻と変化している。このような変化を捉えるためには、現在の干潟の環境を再現性のある情報として残していく必要がある。調査干潟を選定し、貝形虫相を明らかにする。

(2)メイオフアウナと物理的環境因子の関係の解明。野外調査によって、分類群の分布特性を整理し、生物の分布を規制する物理的環境要因を捉え、人工改変が生物相にあたる影響を明らかにする。

(3)科学教育教材の開発と生物多様性の保全。河口域には干潟が形成され、生物の多様性、水質浄化などの観点から、その重要性が訴えられて久しい。これまで見過ごされがちだったメイオフアウナにスポットをあて、河口域での重要性を示すとともに、教育教材を作成する。具体的には、野外でのフィールド教材と室内作業用の教材の検討・作成を行う。教材は、高性能の顕微鏡を必要とせず、簡易式の顕微鏡やルーペを用いることを目標とする。また、情報の発信手段として、ウェブサイト等によって、実習地の情報発信、干潟域のメイオベントス相の図版といった教材の共有化を行う。

4. 研究成果

東京湾内にある干潟(小櫃川河口干潟、多摩川河口干潟、大井埠頭中央海浜公園、ふなばし海浜公園)と、外洋に面した海岸に形成された干潟(いすみ川河口干潟)で調査を行った。小櫃川

河口干潟，多摩川河口干潟，いすみ川河口干潟において貝形虫相を明らかにし，干潟環境には極めて高い種多様性が残っていることを明らかにした。

小櫃川河口干潟は，1990年代にはじめて貝形虫相が調査され，Nakao and Tsukagoshi (2002)により17属21種が報告された。報告から約20年後，本研究で，小櫃川河口干潟において継続的な調査が行われ，これまでに報告のない貝形虫類が見いだされた。室内での形態観察の結果，未記載種であることが明らかになった。野外での産出地点の追跡と顕微鏡下での行動観察を行い，生態情報とあわせて新種として公表し，生物多様性データの蓄積に貢献した。

多摩川河口干潟は，多摩川スカイブリッジの建設（令和4年3月開通），護岸遊歩道の整備など，ここ10年で環境が大きく変容した。それに伴い，生息する生物も大きく変わった事が予測される。2010年代のはじめに行われた調査を報告した上山ほか（2017）では，河口域で生体個体が確認された貝形虫類は，*Ishizakiella miurensis*と*Nipponocythere* sp.のみであった。その後の調査で，より上流の大師橋付近において，*Loxoconcha kosugii*の生体個体が確認されていた（未公表データ）。本研究の調査により，*L. kosugii*が下流方向へ進出してきたことが明らかにされた。護岸工事の影響により，調査が断続的になったものの，調査最終年には，河口域（河口原点付近）に*L. kosugii*が普遍的に生息するまでに変化した。今回明らかにされた*L. kosugii*の下流方向への進出は，人工物の建造による急激な環境変化が生物相に与えた影響の事例として重要であるため，今後も調査を継続することにした。また，多摩川河口干潟では，大型台風の襲来や感染症の蔓延などで，遠方の調査の実施を数回断念したかわりに，突発的な自然現象の前後での貝形虫相の変化について調査を行った。面積20cm×20cm，深さ1cm中に生息する貝形虫類*I. miurensis*の個体数を調べたところ，台風前には地点により数万個を超える生体個体が確認されたが，台風後には，0から数百個体まで減少した。内訳をみると，台風直後は体サイズの小さい初期脱皮齢の個体が少なく，成体個体が多くをしめており，台風の一週間～10日後には，同じ地点において初期脱皮齢の個体が増加することが明らかにされた。また，台風後に採取された試料で遺骸個体の割合が増加したということはなく，別の場所から運ばれてきたと考えられる種が確認されることもなかった。台風によって個体が生息場所から一掃されても，もとの場所に取り残された雌個体や，近い場所から堆積物とともに運搬されてきた雌個体から次世代が誕生し，新しい群集を作って個体群を回復させていると考えられる。*I. miurensis*は雌の背甲内部に卵を抱いている卵胎生であり，このような生態学的特性を持つことで，台風による出水や降雨による流量の変化などの影響を受けるため不安定な環境といえる河口域で寡占できたのではないかと考えられる。これは，汽水域に生息する貝形虫類の分散の過程を捉える上で重要であり，今後の新研究の展開に繋げる予定である。

いすみ川河口干潟の貝形虫相は，本研究ではじめて調査された。干潟の規模は小さいものの，種多様性の高い貝形虫相が確認され，*Dolerocyprina mukaishimensis*，*I. miurensis*，*Loxoconcha*属数種，*Perissoctytheridea japonica*，*Spinileberis*属数種などから構成されていることが明らかにされた。また，高い種多様性が保持されている小櫃川河口干潟の大きさと比較すると，いすみ川河口干潟は小規模であるものの，わずかな距離の違いで種構成が変化し，手軽に種多様性を実感できることから，初学者の野外の観察場所として有用である。

大井埠頭中央海浜公園，ふなばし海浜公園では，実習教材に有効なメイオベントス相が見られなかった。

いすみ川河口干潟と小櫃川河口干潟で得られたデータを元に，地学の室内実習用の教材を試作した。図版については大学の实習で使用し，改良点を明らかにしてきた。メイオベントスを教材とするためには，顕微鏡写真になれない初学者が生物の形態を理解できるよう工夫が必要である。形態を詳細に示すことが可能な電子顕微鏡写真は，微小生物を示すために広く用いられているが，微小な形態がモノトーンで表現され，実際に観察者が顕微鏡をとおして見る様子と大きく異なるため，初学者が生物の形態を理解するためには不十分であった。微小構造の形態の描写が多少甘くても，肉眼でみた時と同じ色，質感，立体感が伝わる方が重要であり，観察者の理解を助けることがわかった。その点に留意し，教材の改良を行った。この図版については，作成した教材とあわせ，実際に高校生に利用してもらった機会が得られた。使用した地学の教材は，縄文海進期の堆積物から古水深の推定を行うものにした（図1）。堆積物は，調査



図1 古水深を推定する地学教材と使用した携行型の顕微鏡。

したいいすみ干潟と関連させ，いすみ市内で採取した沖積層を用いた。高性能の顕微鏡がない場合でも，図版の工夫により，携行型の顕微鏡で種の同定が可能であることを確認することが出来た。

引用文献

上山紗也加・中尾有利子・小沢広和（2017）：多摩川河口干潟の貝形虫相とその季節変化。日本

大学文理学部自然科学研究所研究紀要, 52, 119-134 .
Nakao, Y. and Tsukagoshi, A. (2002) : Brackish-water Ostracoda (Crustacea) from the Obitsu River Estuary, Central Japan. Species Diversity (the Japanese Society of Systematic Zoology), 7 (1), 67-115.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 小沢広和, 中尾有利子, 塚脇真二	4. 巻 31
2. 論文標題 逗子市名越地域の地質調査実習における地層の観察 - 三浦層群逗子層・池子層の観察の手引き -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 生物資源科学	6. 最初と最後の頁 7~17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 小沢広和, 中井静子, 佐藤武宏, 中尾有利子	4. 巻 4
2. 論文標題 教職課程科目「地学概論」における初歩的な計算問題の実践例と課題	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 教職課程紀要	6. 最初と最後の頁 91-96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 小沢広和, 中尾有利子, 塚脇真二	4. 巻 29
2. 論文標題 神奈川県藤沢市江の島の地質調査実習における地層と地形の観察-葉山層群と三浦層群の観察の手引き -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 生物資源科学	6. 最初と最後の頁 9-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ivana Karanovic, Pham Thi Minh Huyen, Hyunsu Yoo, Yuriko Nakao and Akira Tsukagoshi	4. 巻 2019
2. 論文標題 Shell and appendages variability in two allopatric ostracod species seen through the light of molecular data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Contributions to Zoology	6. 最初と最後の頁 1-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1163/18759866-20191423	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Hideyuki Horikoshi, Yuriko Nakao, and Akira Tsukagoshi	4. 巻 4679
2. 論文標題 Two new species of Bairdiidae (Ostracoda: Crustacea) from the western Pacific coast of Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Zootaxa	6. 最初と最後の頁 450-462
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11646/zootaxa.4679.3.2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuriko Nakao and Akira Tsukagoshi	4. 巻 25
2. 論文標題 A New Species of Semiclytherura (Crustacea: Ostracoda: Cytheroidea) from Obitsu River estuary, Central Japan and Its Microhabitat	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Species Diversity	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12782/specdiv.25.1	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小沢広和, 中尾 有利子	4. 巻 28
2. 論文標題 鎌倉市稲村ガ崎の地質調査実習における地層と市警の観察-三浦層群逗子層の観察の手引き	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 生物資源科学	6. 最初と最後の頁 13-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小沢広和, 中尾 有利子	4. 巻 27
2. 論文標題 三浦半島南西部荒崎海岸の地質調査実習における地層と地形の観察 : 三浦層群三崎層の観察の手引き	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 生物資源科学	6. 最初と最後の頁 13-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計11件(うち招待講演 0件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Yuriko Nakao and Akira Tsukagoshi
2. 発表標題 An undescribed species of Saipanetta (Superfamily Sigillioidea) from central Japan - the first report from the upper eulittoral zone, with details of its habitat
3. 学会等名 19th International Symposium on Ostracoda (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Smith, R. J., 小沢広和, 川嶋溪五, 中井静子, 中尾有利子
2. 発表標題 アクアリウム環境におけるPseudostrandesia属貝形虫1新種の報告
3. 学会等名 日本動物分類学会第57回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中井静子, 川嶋溪五, Robin James Smith, 中澤洸弥, 川邊陽平, 中尾有利子, 小沢広和
2. 発表標題 アクアリウム産業が運ぶ外来種 移入経路となる水草
3. 学会等名 日本ペントス学会・日本プランクトン学会合同大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小沢広和, Smith, R. J., 川嶋溪五, 中井静子, 中尾有利子
2. 発表標題 アクアリウム環境の現生淡水生貝形虫Pseudostrandesia属1新種と古生物学的意義
3. 学会等名 日本古生物学会2022年年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 浅野心, 小沢広和, 中井静子, 中尾有利子
2. 発表標題 多摩川河口における貝形虫類 <i>Ishizakiella miurensis</i> の生活史
3. 学会等名 日本動物分類学会第56回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浅野心, 上山紗也加, 小沢広和, 中井静子, 中尾有利子 (発表者)
2. 発表標題 多摩川河口における貝形虫類 <i>Ishizakiella miurensis</i> の殻サイズの季節変化
3. 学会等名 日本ベントス学会/日本プランクトン学会合同大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小沢広和 (発表者), 中尾有利子, 中井静子, 石井勇渡, 金子夏美, 佐藤大輝, 松元一将
2. 発表標題 伊豆外浦湾アマモ場の葉上生貝形虫相 (甲殻類) と生活史.
3. 学会等名 日本動物分類学会日本動物分類学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuriko Nakao and Akira Tsukagoshi
2. 発表標題 An undescribed ostracod species from the Obitsu River estuary, central Japan - disparity between carapace and soft parts features -
3. 学会等名 The Third Asian Ostracod Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sayaka Kamiyama, Yuriko Nakao, and Hirokazu Ozawa
2. 発表標題 Life cycle of <i>Ishizakiella miurensis</i> deduced from population dynamics.
3. 学会等名 The Third Asian Ostracod Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hyunsu Yoo, Yuriko Nakao, Akira Tsukagoshi, and Ivana Karanovic
2. 発表標題 Incongruence between molecular and morphological diversity of <i>Ishizakiella miurensis</i> (Hanai, 1957) species complex from East Asia
3. 学会等名 The Third Asian Ostracod Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hirokazu Ozawa, Yuriko Nakao, Shizuko Nakao, Yuto Ishii, Natsumi Kaneko, Hiroki Sato, Kazumasa Matsumoto and Syusei Ito
2. 発表標題 Phytoplankton ostracod fauna inhabiting eelgrass <i>Zostera</i> at Sotoura Bay of Izu Peninsula, central Japan
3. 学会等名 The Third Asian Ostracod Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究協力者	塚越 哲 (TSUKAGOSHI Akira) (90212050)	静岡大学・理学部・教授 (13801)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	小沢 広和 (OZAWA Hirokazu) (20632045)	日本大学・生物資源科学部・教授 (32665)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関