

令和 6 年 5 月 31 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05745

研究課題名(和文) 魚類が河川付着藻類の分散に果たす役割の解明

研究課題名(英文) Contributions of fish to the instream dispersal of drift algae

研究代表者

阿部 信一郎 (Abe, Shin-ichiro)

茨城大学・教育学部・教授

研究者番号：40371869

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、淡水魚類による付着藻類の河川内散布について検討した。その結果、食性の異なる4種の両側性回遊魚(アユ、リュウキュウアユ、シマヨシノボリ、カジカ中卵型)の糞中に増殖能力を持った微細藻類(*Melosira varians*, *Cosmarium* spp., *Closterium* spp., *Senedesmus* spp.等)の生残を観察し、河川付着藻類が魚類により被食散布され得ることを確認した。さらに、那珂川支川での魚類相調査から、底生魚類の移動範囲は上流に設置された堰の落差高によって決まること、河川環境(水深、流速、食物量等)の時空間変動が淡水魚類の河川内分布に影響していることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、河川付着藻類の分散過程の一つとして、淡水魚類による被食散布が生じ得ることを明らかにした。世界各地の河川で在来・外来の有害藻の分布拡大が顕在化している。本研究の成果は、それら有害藻の河川内分布の予測およびその対策を講じるうえで新たな視点を加えるものである。

研究成果の概要(英文)：This study assessed fish endozoochory for riverine microalgae dispersal. We confirmed that microalgae composed of cyanobacteria, diatoms and green algae, survived in feces egested by four fish taxa which differ from food habit (*Plecoglossus altivelis altivelis*, *P. altivelis ryukyuensis*, *Rhinogobius nagoyae*, *Cottus* sp.). Furthermore, some microalgal taxa egested by the fish, such as the diatom (*Melosira varians*) and conjugating green algae (*Cosmarium* spp., *Closterium* spp., *Senedesmus* spp.), retained proliferative capacity. This result indicated that riverine microalgae can be dispersed via ingestion by freshwater fish in streams. The result of fish fauna survey in tributaries of Naka River showed that travel range of benthic fish was determined by the height of drop structure constructed upstream. The spatiotemporal variabilities in biotic (e.g., the amount of food) and abiotic factors (e.g., water depth and flow) of environments would affect the distribution pattern of riverine fish.

研究分野：生態学

キーワード：付着藻類 淡水魚類 両側回遊魚 移動・分散 移動・分散 河川生態系

## 1. 研究開始当初の背景

世界各地の河川で付着藻類の大増殖による生態系サービスの劣化が懸念されている。特に、カビ臭の原因物質を産生したり、景観や取水施設を汚損したりする有害藻の分布拡大が顕在化しており、河川環境を保全する上で付着藻類の分散過程を明らかにすることが必要とされている。本研究開始当初、陸上および海域生態系では、動物が植物や海藻の散布体を採食・排泄することを通して、その分散(被食分散)に関与している現象が明らかにされていた。一方、河川付着藻類では、付着藻類群落から脱落した藻類細胞が水流によって運ばれて上流から下流への一方向にのみ分散することが自明なことであった。その他、付着藻類は河川生態系の主要な一次生産者として様々な動物に直接・間接的に採食されていること、および水生昆虫やオタマジャクシなどの藻食動物の糞の中に増殖能力を持った微細藻類細胞が生残していることが明らかにされていた。

## 2. 研究の目的

河川生物群集の中で魚類は移動能力の高い動物である。その中には、一生のうちに河川を遡上して生息域を広げる両側回遊性魚種や、吸盤を使って堰や滝などの障害物を這い上って移動できる魚種がみられる。また、付着藻類を好んで採食する藻食・雑食性魚類のほかに、水生昆虫を採食する雑食性魚類など、付着藻類を直接・間接的に食べている魚類の多様性は高い。本研究では、河川付着藻類の分散過程の一つとして、淡水魚類による被食散布の可能性を検証することを目的とし、①食性の異なる4種の両側性回遊魚(アユ、リュウキュウアユ、シマヨシノボリ、カジカ中卵型)の糞中に含まれる増殖能力を持った微細藻類細胞の生残を確認したほかに、②淡水魚類の河川内移動に影響を及ぼす要因を調査した。

## 3. 研究の方法

### ① 淡水魚類の糞中に生残する藻類細胞の種類組成および増殖能力の解明

アユ 10 個体(長崎県戸根川で採捕)、リュウキュウアユ 20 個体(鹿児島県役勝川で採捕)、シマヨシノボリ 12 個体(茨城県那珂川支流藤井川で採捕)およびカジカ中卵型 5 個体(茨城県那珂川支流藤井川で採捕)を、ろ過河川水(0.5~2 L)を入れて通気した容器内にそれぞれ 1 個体ずつ収容して静置し、排泄された糞を沈殿濃縮して収集した。糞懸濁液に含まれる藻類生細胞をニュートラルレッドで染色した後、光学顕微鏡を用いて染色された藻類細胞の種類を同定し生細胞数を計測した。さらに、糞懸濁液を滅菌河川水で希釈して粗培養し、増殖した微細藻類の種類を同定した。

### ② 淡水魚類の河川内移動に影響を及ぼす要因の解明

茨城県那珂川支川に調査区間を設け、電気ショッカーを用いて魚類相を調査した。さらに、捕獲した魚種数個体をイラストマー蛍光タグで標識し、標識個体の移動を追跡調査した。

## 4. 研究成果

食性に関わらず、4 種の両側性回遊魚の糞中に微細藻類(ラン藻類、珪藻類、緑藻類)の生細胞を確認した。糞中に含まれる微細藻類の生細胞数は、カジカ中卵型(昆虫食性)、シマヨシノボリ(雑食性)、アユおよびリュウキュウアユ(藻食性)の順に多かった。さらに、粗培養の結果、全ての魚種の糞中で *Melosira varians* 等の珪藻類および *Cosmarium* spp.、*Closterium* spp.、*Senedesmus* spp.等の接合藻類の増殖を確認した。特に、アユの糞中には、微細藻類の他に、原生動物、ユスリカおよびカゲロウの幼虫等の生存が観察された。

那珂川支川で標識した底生魚(カジカ大卵型)の追跡調査から、落差 5 cm 程度の堰を超えて移動した個体が観察された。しかし、落差 130 cm の堰を超えて移動した個体は観察されなかった。また、

那珂川支川で魚類相調査から、起伏堰の稼働状態(堰体が起きた状態/堰体が倒れた状態)によって堰下流部の魚類相と共に生息環境(水深および流速等)も変化すること、カジカ大卵型の個体数密度は水生昆虫の現存量の変動によって説明されることが分かった。

本研究の結果は、河川付着藻類が魚類の河川内移動に伴い分散し得ることを示している。しかし、魚類の移動範囲は上流に設置された堰の落差高によって決まること、および河川環境(水深、流速、食物量等)の時空間変動が淡水魚類の河川内分布に影響していることが分かった。今後は、実験的手法を用いて有害藻等の消化耐性を評価するほかに、魚類に採食されてから排泄される間に微細藻類がどの程度の範囲に分散し得るのか把握することが必要である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 棗田孝晴	4. 巻 73
2. 論文標題 コイ科淡水魚類 (Carassius auratus) の腸管通過後のアルテミア (Artemia franciscana) 耐久卵の消化耐性	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 茨城大学教育学部紀要 (自然科学)	6. 最初と最後の頁 33-42
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 関 拓海・棗田孝晴	4. 巻 73
2. 論文標題 茨城県銚田市玉田地区における海産魚食魚3種の食性比較	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 茨城大学教育学部紀要 (自然科学)	6. 最初と最後の頁 21-32
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 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 S. Abe, D. Hoshino & K. Iguchi	4. 巻 -
2. 論文標題 Ability of grazing fish to generate particulate organic matter derived from autochthonous primary production	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ecology of Freshwater Fish	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/eff12715	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3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 阿部信一郎・高橋真司・瀬崎陽太・Ha M. Linh・Sam N. Gibbons・井口恵一朗
2. 発表標題 藻食魚アユの糞中に含まれる増殖能力をもった微細藻類
3. 学会等名 日本藻類学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 栗田孝晴・阿部信一郎
2. 発表標題 堤体起伏時における堰下の淡水魚種組成の比較
3. 学会等名 日本魚類学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小野瀬真勇・阿部信一郎
2. 発表標題 雑食性魚類シマヨシノボリの糞中に含まれる微細藻類生細胞
3. 学会等名 日本藻類学会
4. 発表年 2022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 分担 者	栗田 孝晴  (Natsumeda Takaharu)  (00468993)	茨城大学・教育学部・教授    (12101)	

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
---------	---------