

機関番号：82708

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20570028

研究課題名（和文）河川の群集における栄養カスケードを強化する要因の解析

研究課題名（英文）Analysis of factors affecting the strength of trophic cascades in stream communities

研究代表者 片野 修（KATANO OSAMU）

独立行政法人水産総合研究センター・中央水産研究所内水面研究部・室長

研究者番号：60211843

研究成果の概要（和文）：河川群集において、魚類は藻食性の水生無脊椎動物を捕食することによって、栄養カスケードを介して底生藻類を増加させる。この栄養カスケードの強さに影響する要因を実験的に解析した。栄養カスケードの強さは環境の異質性や攪乱によっては影響されなかった。しかし、水面に飛来する成虫と底部の餌の両方を摂食する昼行性の魚種は強い栄養カスケード効果をもたらした。これらの結果は河川で主に藻類を摂食するアユ資源の増大に資するほか、藻類の制御に役立つと期待される。

研究成果の概要（英文）：In stream communities fish increase the algal biomass through trophic cascades by preying on algalivorous invertebrates. Factors that affect the strength of the trophic cascades were analyzed experimentally. The intensity of trophic cascades was influenced by neither habitat heterogeneity nor disturbance. However, diurnal fish that prey on both aquatic insect's imago on the water surface and the food on the stream bed brought strong trophic cascading effects. These results are useful for stock enhancement of ayu that mainly feed on algae and for controlling the abundance of algae in streams.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態・環境

キーワード：間接効果 栄養カスケード 河川群集 水生無脊椎動物 藻類現存量 魚類のトップダウン効果

1. 研究開始当初の背景

(1) 群集生態学において、間接効果は特に注目を集めており、栄養カスケードも多くの群集で報告されている。

(2) しかし、栄養カスケードの強さがどのような環境要因や生物的要因に支配されてい

るのかは十分明らかになっていない。

2. 研究の目的

(1) 河川の生物群集では、魚類が藻食性の水生昆虫類を捕食することによって、底生藻類の現存量を増加させる栄養カスケードが報告されている。

(2) 本研究では、栄養カスケードの強さが環境条件や関係する生物の多様性によってどのように異なるのかを、主として実験条件下で解析することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 人工河川として、水中ポンプで河川水をビニールプールに導入することによって、川の流れを模した実験系を設定する。

(2) この実験系を 20 個用意し、繰り返し実験が十分となるようにしたうえで、河床の複雑さを変えたり、捕食者である魚類の種を操作したりすることによって、栄養カスケードの強さがどう変わるかを解析した。実験はそれぞれ約 20 日間行った。

4. 研究成果

(1) 昼行性の魚としてウグイ、夜行性の魚としてギバチを用い、それぞれを単独で 6 尾収容した実験区と両種を 3 尾ずつ収容した共存区を、魚を放流しない対照区とともに設定し、その水生昆虫の個体数や底生藻類の現存量への影響を調べたところ、ウグイによってのみ藻類が増加する栄養カスケードが認められた。

(2) 昼行性のオイカワについて予備観察から、もっぱら水面への落下物や流下物を摂食する M 型、藻類など底の餌を摂食する B 型、両方の行動を行う I 型に分け、同じ型の個体ばかり 6 尾からなる集団を実験プールに放流するとともに、魚のいない対照区を設定し、水生昆虫や底生藻類への影響を解析した。M 型と I 型のオイカワのいる区では対照区に比べて水生昆虫が少なく、底生藻類が多くなった。B 型のオイカワは他に比べて藻類を摂食する割合が高く、そのために藻類の増加する栄養カスケードは弱かった。

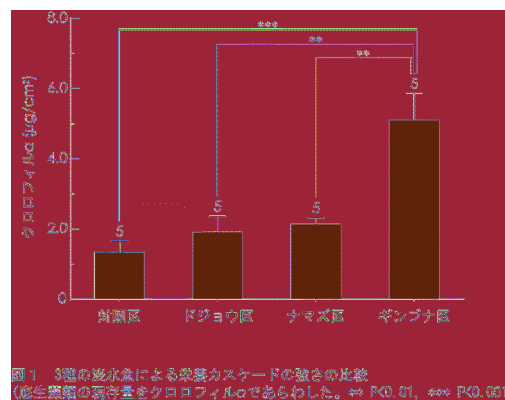
(3) 栄養カスケードに及ぼす環境要因の影響について調べるために、実験プールに設置するカワラの下部の溝の隙間を埋める処理（生息場所の異質性の低下、HH）と、実験開始後 10 日目にカワラに定着した水生昆虫と藻類をタワシでこすり取る処理（環境攪乱の影響、HD）の効果を、何もしない対照区と比較した。実験区には、いずれの処理区にもウグイを放流した。しかし、HH、HD のいずれにおいても対照区と同様に栄養カスケードが認められ、環境の影響は見られなかった。

(4) 底生藻類群落は、アユに強度に摂食されると珪藻主体から藍藻主体に変化する。このことを利用し、主に珪藻もしくは藍藻が付着したカワラを、何も付いていないカワラと

もに水路に各 20 枚ずつ設置し、その後の水生無脊椎動物の定着過程を追跡した。もっとも速く反応したのはカワニナであり、まず珪藻のカワラに、ついで藍藻のカワラにとりついて藻類を食べ尽くした。カワニナの後にカゲロウやトビケラが定着したが、珪藻と藍藻のカワラでは違いが認められなかった。

(5) 魚類によって栄養カスケードの強さが異なる事が 1 年目の結果から明らかになったので、処理区としてヤマメ単独区、カマツカ単独区、両種共存区を魚のいない対照区とともに設置し、藻類への栄養カスケードを調べたところ、両種ともに栄養カスケードをひきおこすものの、カマツカによる効果の方がヤマメより大きいことが明らかになった。

(6) 魚類として、ナマズ、ドジョウ、ギンブナをそれぞれ単独で放流した実験区と魚を放流しない対照区において、水生昆虫と藻類の現存量を調査したところ、ギンブナのみが藻類を増加させる強いカスケード効果をもつことが解析された（図 1）。



(7) 以上の実験から、河川の底生藻類に対してカゲロウやカワニナ等の無脊椎動物はきわめて速く反応し、藻類を食べ尽くそうとすること、それに対して魚類は水生無脊椎動物を捕食することによって、逆に藻類を増加させる栄養カスケード効果をもつことが明らかになった。栄養カスケードの強さは環境の異質性（水生昆虫の隠れ家の多さ）や攪乱によっては強く影響されなかった。魚類では、昼行性で、水面に飛来する成虫を捕食しつつ、主に底部で捕食する種が強い栄養カスケード効果をもつと考えられた。この成果は河川で主に藻類を摂食するアユ資源の増大に資するほか、藻類が増えすぎたり、逆に少なすぎる河川での制御に役立つと期待される。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 8 件）

- ① Osamu Katano, Effects of individual differences in foraging mode of pale chub on algal biomass through trophic cascades, *Environmental Biology of Fishes*, 査読有, in press.
- ② 片野 修, 坂野博之, 生き魚を餌として用いるオオクチバスの釣り方とその駆除効果, 保全生態学研究, 査読有, 15 巻, 2010, pp.183-191
- ③ Osamu Katano, Tomoyuki Nakamura, Shin-ichiro Abe, Yoshihiro Baba, Population density, growth and migration via the sea to different streams of Japanese dace *Tribolodon hakonensis* in lower reaches of small streams, *Ichthyological Research*, 査読有, Vol. 57, 2010, pp. 1-9
- ④ Osamu Katano, Evaluation of four models for estimating the population size of largemouth bass in an experimental pond, *Fisheries Science*, 査読有, Vol. 76, 2010, pp. 719-728
- ⑤ Osamu Katano, To design, build, and maintain perfect ponds for bluegills and anglers, *Environmental Biology of Fishes*, 査読無, Vol. 84, 2009, pp. 225-228
- ⑥ 片野 修, 実験池におけるオオクチバスの釣られやすさに見られる個体差, 日本水産学会誌, 査読有, 75 巻, 2009, 425-431
- ⑦ 黒川マリア, 片野 修, 東城孝治, 北野聡, 小川川におけるワンド・タマリの環境要因と水生無脊椎動物の分布, 陸水学雑誌, 査読有, 70 巻, 2009, pp. 67-85
- ⑧ Osamu Katano, Tomoyuki Nakamura, Shin-ichiro Abe, Indirect effects of the algivorous fish *Plecoglossus altivelis* on the growth of two insectivorous benthic fish, *Freshwater Biology*, 査読有, Vol. 53, 2008, pp. 1354-1358

〔学会発表〕（計 3 件）

- ① 片野 修, 実験池においてブルーギルが 2 種の在来魚の個体数に及ぼした 6 年間の影響, 日本魚類学会, 2010 年 9 月 25 日, 津市
- ② 片野 修, 藁田孝晴, 勝呂尚之, ウグイとギバチが底生藻類に与える栄養カスケードの比較, 日本水産学会, 2009 年 10 月 2 日, 盛岡市
- ③ Osamu Katano, Tomoyuki Nakamura, Shin-ichiro Abe, Ecosystem

management including the ayu *Plecoglossus altivelis* in Japanese rivers, WFC (世界水産会議), 2008 年 10 月 23 日, 横浜市

〔図書〕（計 2 件）

- ① 片野 修, 勝呂尚之, 個体識別, 塚本勝己編「魚類生態学の基礎」, 恒星社厚生閣, 2010, pp. 132-143
- ② 片野 修, 第 2 章相互作用の多彩な効果, 大串隆之ほか編「生物間ネットワークを紐とく」, 京都大学学術出版会, 2009, pp. 61-92

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

片野 修 (KATANO OSAMU)

独立行政法人水産総合研究センター・中央水産研究所内水面研究部・室長

研究者番号：60211843

(2)研究分担者 ()

研究者番号：

(3)連携研究者 ()

研究者番号：