

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24657010

研究課題名(和文)水生菌類群集を用いた河川生態系の栄養指標に関する研究

研究課題名(英文)Environmental factors determining species composition of the epilithic fungal community in a river ecosystem

研究代表者

占部 城太郎 (URABE, Jotaro)

東北大学・生命科学研究科・教授

研究者番号：50250163

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)：名取川水系において、分生物学的手法を用い、河床の石上に形成される菌類群集の種組成とその時空間変動を解析した。その結果、石上菌類群集の種数は下流から上流に向かって増加する傾向があること、その変化は種の入れ替わりによるものであることがわかった。また、それら種組成の変化は水質など河川環境要因だけでなく集水域の土地利用や被覆とも密接に関係していることがわかった。さらに、供給される有機物の質によって菌類種間関係も変化することが野外実験により確認された。河川の石上菌類群集は、河川に供給される有機物の質や多様性の有効な指標となることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：In this study, changes in species composition of the epilithic fungal community in Natori Rivers were examined using a PCR-DGGE method. The result showed that species composition and richness of epilithic fungal assemblages change along the longitudinal gradient of the river, which reflects the changes in types of organic matter derived from primary producers in the river and a variety of land uses and land covers in the drainage basin. A field experiment also showed that there were antagonistic relationships among fungal species, which was changed depending on supplies of different organic matter. These results provide a novel insight into ecological determinants of the diversity and structure of the epilithic fungi in lotic environments, and suggest that species composition of epilithic fungal community reflects quality and diversity of organic matter discharged into rivers.

研究分野：生態学

キーワード：河川 菌類 生物群集 多様性 集水域 群集構造 土地利用 溶存有機物

1. 研究開始当初の背景

菌類は陸上生態系において分解をはじめとする種々の生物学的プロセスにおいて重要な役割を果たしている。菌類は河川のような流水環境でも、供給された様々な有機物を利用し分解するとともに、食物網に栄養塩やエネルギーを輸送していると考えられる。これまでの研究によれば、河川環境では落葉や倒木などが菌類の有機基質として利用され、落葉や倒木の樹種が異なれば異なる菌類群集が形成されるという。これら知見は菌類の群集構造や多様性が有機基質の種類や多様性に依存していることを示唆している。河川には落葉・落枝など以外にも溶存有機物が供給されており、それらを利用することで河床の礫や石といった無機基質の表面にも菌類群集が形成されると考えられる。もしそうであれば、河川の石上菌類群集(epilithic fungal community)は、流入溶存する有機物の質や多様性を指標すると考えられる。しかし、多くの水生菌類は種特異的な形体形質が乏しいため、石上菌類の空間的・季節的な群集構造の違いに関する知見は殆どないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究は、これまで困難であった菌類群集の種組成など構造的特性を、近年発展している分子生物学的手法を用いて把握し、上流から下流に至る石上菌類群集の時空間的動態と集水域特性との関係を解析することで菌類群集の環境指標性を検討することを目的とする。このために、(1)まず河川の石上に形成される菌類群集を分子生物学的手法で捉え、上流から下流にいたる多様性と多様性の時空間動態を把握する。(2)ついで、河川の異なる流域に形成される水生菌類群集の構造と集水域の土地利用や被覆との関係を明らかにする。(3)さらに、河川の付着藻類等によって生産される有機物(自生性生産)の菌類群集への影響を調べ、これら結果から、流入有機物の特性や多様性に対する石上菌類群集構造の指標性を検討する。

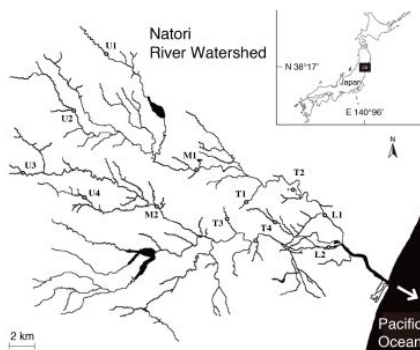


図1 名取川水系に設定した測点

3. 研究の方法

調査は宮城県の名取川水系を対象に、源流域から河口域にいたる12測定を設けて実施

した。また、いくつかの地点では自生性有機物の供給量を操作するための現場遮光実験を行った。菌類群集の構造はPCR-DGGE法によって解析し、電気泳動により分離したバンドを1本につき1種と定義して解析を行った。

4. 研究成果

(1) 石上菌類群集の時空間変動

河川の水質は周辺の植生や土地利用に応じて変化することから、石上付着性菌類の構造と多様性は上流域から下流域までの河川勾配に沿って変化すると考えられる。これを検証するため、秋および春に、名取川の石上付着性菌類群集の構造と多様性を調査した。

結果は仮説を支持し、種の多様性は秋に下流域に向かって有意に増加した。これは、菌類群集が河川の周辺環境から供給される溶存有機物および栄養塩濃度に影響を受けることを示唆している。しかし、種の多様性は溶存有機物濃度(DOC)や栄養濃度(TN, TP)とは有意に相関していなかった。したがって、菌類の群集構造はこれらの供給量よりも有機物の種類や質に影響を受けている可能性がある。また、石間での種のばらつきは下流に向かって有意に減少した。これは基質の時空間的な不安定性を反映したものであろう。一方、春は下流へ向かった菌類種数の変化傾向はめられなかった。これは、低水温による菌類全体の活性低下によるためであろう。

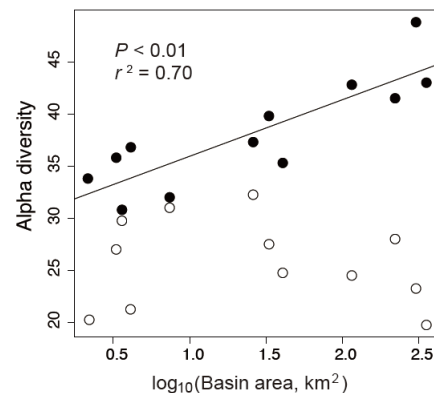


図2 秋(○)と春(●)における上流から下流に至る石上菌類種数(多様性)の変化。河川の測点の位置は集水域の大きさで表している。

なお、両季節ともに、上流域から下流域までの菌類の種構造の変化は有意な入れ子状ではなく、多くの場合、種の入替わりによるものであった。この傾向は、異なる溶存有機物が下流に向かって累加的に増加するのではなく、河川の勾配に沿って置き換わることを示唆している。

(2) 集水域の影響

石上菌類の群集構造に影響する要因を具体的に明らかにするため、各測定でみられた菌類組成とその測点上流域の土地利用や被覆との関係を調べた。

その結果、名取川のそれぞれの測点に自生

する石上菌類群集の種構成は、その地点の水質など河川環境因子のみならず、落葉樹、広葉樹、水田などの集水域環境因子とも有意に相関していた。実際、水田など人間活動の影響が大きいと考える測点と森林が多く占める測点の間では菌類の種組成が異なっており、さらに上流に落葉樹が多く占める測点と広葉樹が多く占める測点でも異なる菌類群集が形成されていた。

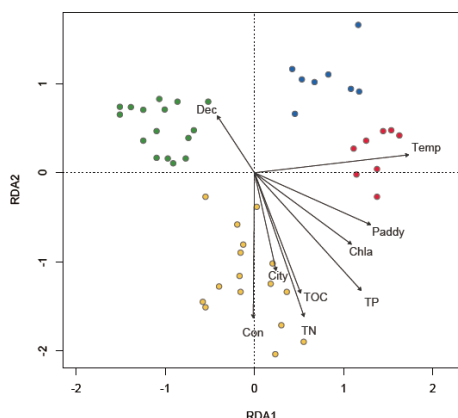


図3 冗長性分析による各流域(上流:緑、黄色:支流、中流:青、下流:赤)の菌類群集組成と環境因子との関係。

各要因の菌類群集構造の空間変動に対する寄与率を解析したところ、河川環境因子と集水域環境因子あわせると、秋の場合は36%、春の場合は41%を説明した。このうち、環境因子との相乗的な効果は両季節とも~6%しか説明しなかった。このことは、環境因子と集水域因子は菌類群集に対してそれぞれ独立に影響していることを示唆している。この結果は、土地利用・被覆に応じて供給される有機物の質や種類が河川の石上菌類群集の構造決定において重要であることを示している。

(3) 自生性有機物の影響

河川の石上菌類群集に及ぼす附着藻類による自生性有機物の影響を光条件を操作する現場培養実験により調べた。実験にあたっては、河川水が通過する遮光(暗条件)及び透明塩ビチューブ(明条件)を用意し、これにタイルを装填し、名取川の3地点において、8月下旬から1ヶ月間浸水培養した。また、時間的な変化を調べるために、上流の地点では11月まで実験を継続した。

実験1ヶ月後に実験装置に装填したタイルを回収して調べたところ、明条件下で培養したタイル上では暗条件のものに比べてクロロフィルaと懸濁態リン量が増加し、菌類の種数も有意に増加していた。これら変化はいずれの地点でも共通しており、一次生産者は多様な菌類種に対して促進的な影響を与えることが示された。また、光条件と暗条件との間で菌類群集の種構成に入れ替わりがあ

り、入れ子構造は観察されなかった。この結果は、菌類種間には光条件によって変化する拮抗的な関係のあることを示唆している。同様の結果は、培養機関を3ヶ月に延ばした場合でも認められた。以上の結果から、河川の一次生産者は、自生性有機物を供給することで菌類種間での優劣関係を変化させ、群集構造に影響を及ぼしていることが示唆された。

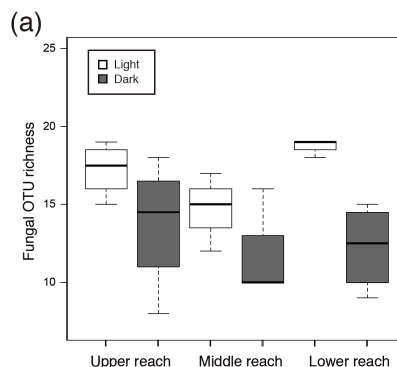


図4 上、中、下流域において、明条件及び暗条件で培養した菌類群集の1ヶ月後の種数(OUT単位)。

本研究の結果は、河川内で変動する有機物の質や多様さが、石上菌類の群集構造を決定する上で重要な役割を果たしていることを示している。この結果は、石上菌類の群集構造が河川を流下する有機物の質や多様性について有効な指標となりうることを示唆するものである。ただし、本研究で用いた分子生物学的手法は、方法の面で煩雑性が伴い、また分類学的な精度も不確定要素が多い。菌類群集の指標性を活用するためには、その群集構造を迅速かつ的確に把握する手法の開発が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Aya Miura and Jotaro Urabe. Spatial and seasonal changes in species diversity of epilithic fungi along environmental gradients of a river. *Freshwater Biology*. 60:673-685. (2015) DOI: 10.1111/fwb.12514 査読有

〔学会発表〕(計 6 件)

Aya Miura and Jotaro Urabe. Effect of light conditions to fungal assemblages on submerged tiles in a river. Joint Aquatic Sciences Meeting 2014. Portland, Oregon. (2014年5月22日)

Aya Miura and Jotaro Urabe. Riverine fungal communities under different light conditions; an experimental study. 第61回日本生態学会大会、広島(2014年3月16日)

Aya Miura and Jotaro Urabe. Spatial and

seasonal variation of fungal species diversity in a river. Federation of European Microbiological Societies 2013. 5th Congress of European Microbiologists. Leipzig, Germany. (2013年7月22日)

Aya Miura and Jotaro Urabe. Diversity of fungal communities in riverine biofilms under environmental gradients. 第60回日本生態学会大会、静岡(2013年3月6日)

Aya Miura and Jotaro Urabe. Spatial gradients of riverine fungal communities and riparian land use and land cover. International Forum for Ecosystem Adaptability Science IV, "Interface between Science and Policy". Sendai, Japan. (2012年12月13日)

Aya Miura and Jotaro Urabe. Spatial gradients of riverine fungal communities and riparian land use and land cover. Association for the Sciences of Limnology and Oceanography, summer meeting. Otsu, Japan. (2012年7月10日)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

占部城太郎 (Urabe, Jotaro)

東北大学・大学院生命科学研究科・教授

研究者番号：50250163