

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：82114

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26740048

研究課題名(和文) 流域地質に依存する河川ハビタット構造と魚類群集に対する土砂量レジーム変化の影響

研究課題名(英文) Effects of sediment regime alteration to stream habitat structure and fish assemblage related to watershed geology

研究代表者

永山 滋也 (Nagayama, Shigeya)

国立研究開発法人土木研究所・土木研究所(つくば中央研究所)・研究員(移行)

研究者番号：70540558

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)：本研究では、流域地質に依存したハビタット構造と魚類群集構造、それらに対する横断構造物の影響を検討した。地質は主として河床環境に影響を与え、地質ごとに異なるハビタット構造となることが明らかになった。また、ハビタット構造の違いが、遊泳魚や底生魚の生息に影響を与え、地質によって異なる魚類群集構造となることが示唆された。さらに、ダム等による土砂量レジームの変化が、ダム下流のハビタット構造を変化させ、地質に関連した魚類群集構造の特徴を喪失させる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：We examined stream habitat structure and fish assemblage with reference to watershed geology and effects of check dam on them via sediment regime alteration. Streams with different watershed geology showed different habitat structures with different riverbed environments. The characteristics of habitat structures affected fish assemblages, probably leading to different fish assemblages associated with different geology. Habitat structure (channel-unit and substrate compositions) and fish assemblage of the downstream of check dam was altered, indicating potential loss of geology-related fish assemblages.

研究分野：応用生態工学、流域保全学

キーワード：地質 河川 生息場 魚類 ダム 土砂レジーム

1. 研究開始当初の背景

(1) 河川における魚類のハビタット研究は、1980年代頃から多数行われており、魚類の生息量や多様性に対し、流速、水深、植生カバーといった「微環境」や、瀬淵といった「流路単位」の不均質性が重要であることが示されてきた¹⁾。河川における不均質な(多様な)ハビタット構造は、河床に存在する土砂の運搬過程において堆積や洗掘を生じることで形成される。また、土砂の流送・運搬形態は、量、サイズ、硬さ、形状といった土砂特性に関係しており²⁾、土砂特性は供給源となる流域地質に依存する³⁾。それゆえ、河川内のハビタット構造は、地質の影響を強く反映し、結果として、地質に関係した特徴的な魚類群集構造を生み出していると考えられる。

(2) 一方、ダム等の横断構造物は、下流への供給土砂特性を変化させ、ハビタット構造の均質化を招くことが知られている⁴⁾。ハビタット構造の均質化は、その場を利用する魚種構成の単純化を招くと考えられ、地質に関係した魚類群集の特徴を喪失させることが懸念される。

2. 研究の目的

(1) 地質に依存した河川内ハビタット構造とそれに応答する魚類群集構造を明らかにする。

(2) 横断構造物による供給土砂量(土砂量レジーム)の変化が、地質帯特有の魚類群集構造に与える影響を解明する。

3. 研究の方法

(1) 魚類生物地理学的に類似の地域とされる東海エリアにおいて、国土の主たる構成地質帯(ここでは、火山岩、付加体堆積岩、深成岩、結晶片岩)に着目し、流域の80%以上が単一の地質で構成される⁴²⁾の小流域を選定した。選定された小流域は、木曾川、長良川、揖斐川および榑田川の支流であり、火山岩帯で12、付加体堆積岩帯で26、深成岩帯で2、結晶片岩帯で2となった。

各小流域の中で最下流に位置するセグメントにおいて、魚類採捕および河床環境の測定を行った。各調査河川では、河川水面幅の10倍の縦断長を持つ2区間を設定した。河床環境として、各区間につき100箇所河床材料のサイズを測定し、65mm以上の礫については浮石か沈み石かを記録した。

(2) ダム等による土砂量レジーム変化の影響を検討するため、堤高約5mの治山ダムが設置されている火山岩の小流域を一つ選定し、ダムの上下流において縦断50mの調査河道を6つずつ設定し、魚類採捕および物理環境の測定を行った。物理環境として、河床材料を100箇所計測した。また、ダム上下流の各400m区間において、流路単位の縦断分布調査を行った。

4. 研究成果

(1) 地質による河床環境の差異を検討するために、浮石の割合および各種河床材料の構成割合を使って主成分分析(PCA: principal component analysis)を行った(図1)。その結果、火山岩の河川は浮石と巨礫が多いこと、深成岩の河川は砂と巨礫が多いこと、結晶片岩の河川は中礫が多いことで特徴づけられた。また、堆積岩の河川は、河床環境を表す各項目のばらつきが大きかった。

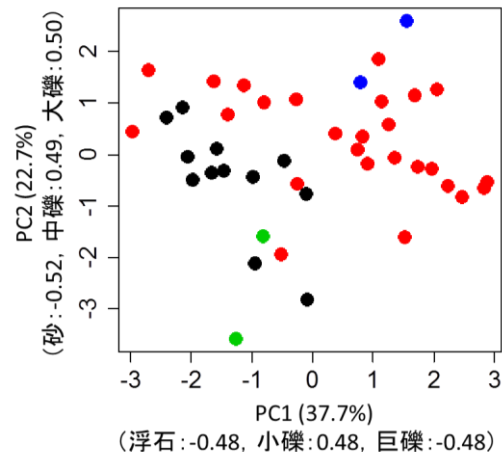


図1. 主成分分析の結果。火山岩は黒、堆積岩は赤、深成岩は緑、結晶片岩は青で表わされる。

火山岩は岩質が硬く、基盤岩から生産される土砂のサイズが大きいため河床に巨礫が多く、それらが積み重なることで浮石も多かったと考えられる。深成岩(ここでは主に花崗岩)は風化による砂(マサ)が大量に生産される一方で、風化せずに残ったコラストーンを供給するため、河床に砂と巨礫が多かったと考えられる。加えて、砂が多いため、河床間隙は砂で充填され、巨礫が多くても浮石が少ない状態であったと考えられる。結晶片岩は扁平または針状に割れやすく、河川内に供給された後も容易に破碎されるため、他の河川とは異なり中礫が多かったと考えられる。

砂岩、泥岩、チャートから主に構成される堆積岩帯では、小流域内でもこれらの岩石が複数分布する場合があります、その割合も小流域ごとに異なりました。加えて、風化により小型化した礫が河床に優占する河川と、風化せず硬く大きな礫が優占する河川とが存在した。こうした理由により、河床材料構成や浮石割合の変動が調査河川間で大きかったと考えられる。

以上より、地質によって河床環境に差異のあることが明確となった。また、それらの差異は、基盤岩の岩質に依存していることが示唆された。

(2) 地質による魚類群集構造の差異を検討するために、各魚種の生息密度を用いた非計量

多次元尺度構成法 (NMDS: non-metric multi dimensional scaling) ならびに類似性分析 (ANOSIM: analysis of similarities) を行った。ここでは、各調査河川で設定した2つの河道それぞれを解析単位として実行した。NMDSの結果は序列軸上で表現され、プロット間の距離が離れているほど、魚類群集構造が異なることを示す。解析の結果、NMDSの序列軸上では、地質ごとに異なるまとまりが形成された(図2)。ただし、深成岩の河川のプロットは明確に2つに分かれた。ANOSIMの結果、火山岩と堆積岩、火山岩と結晶片岩、堆積岩と深成岩、深成岩と結晶片岩との間に有意な群集構造の差が検出された(表1)。

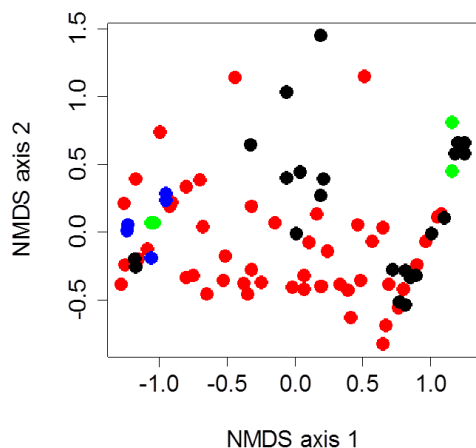


図2. NMDSの結果。火山岩は黒、堆積岩は赤、深成岩は緑、結晶片岩は青で表わされる。

表1. ANOSIMの結果。赤字は $p < 0.05$ 。

地質	火山岩	堆積岩	深成岩	結晶片岩
火山岩				
堆積岩	0.001			
深成岩	0.103	0.017		
結晶片岩	0.001	0.191	0.04	

標高と相関を示したイワナを除外すると、火山岩の河川ではアマゴとカジカが多いことで特徴づけられ、堆積岩の河川ではアマゴとカジカに加えてアジメドジョウとカワムツ属が多く、結晶片岩の河川ではカワムツ属とヨシノボリ類が多い群集構造であった。深成岩の河川は、アブラハヤ、カワムツ属、タカハヤが多い河川と、イワナが多い河川に分かれたが、後者は標高の影響と考えられた。

アマゴのようなサケ科魚類は、淵の多い河道で多くなることが知られている。大礫や巨礫が多い火山岩や堆積岩の一部の河川では、礫のステップ構造による淵が多く、好適なハビタットを提供していたものと考えられる。カジカは礫が作る間隙を利用して底生生活をしている。それゆえ、砂が少なく、大礫や巨礫による浮石の多い火山岩と堆積岩の河川が適していたと考えられる。ヨシノボリ類はカジカと同様、礫間を利用する魚類である

が、体サイズはカジカよりも小さく、浮石への依存度はそれほど高くないのかもしれない。それゆえ、中礫が優占する結晶片岩の河川で生息量を高く維持していたと考えられる。

(3) 魚類群集とハビタット構造に与える土砂量レジームの変化の影響を検討するため、火山岩帯の河川に設置された治山ダムの上流で比較を行った。ダム上下流の流路単位構成は大きく異なった(図3)。ダム下ではダム上に比べて、岩盤の割合が多く、瀬と側流路が少なかった。これは、ダムによって下流河道へ供給される土砂量(特に大きな礫)が減少し、基盤岩が露出する区間が増えたこと、礫洲上の側流路や瀬が減少したことを示すと考えられる。河床材料データからも、ダム下流では、ダム上流に比べて大礫と巨礫が少なく、岩盤の占める割合が多いことが確認された。

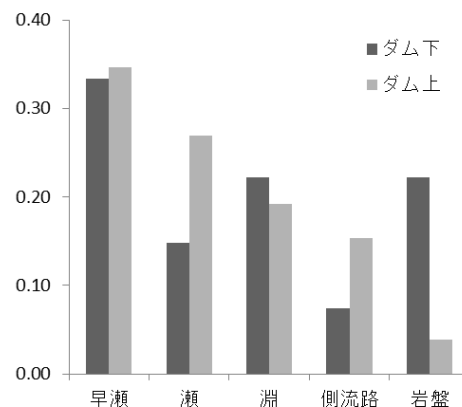


図3. ダム上下流の400m区間における流路単位の構成割合。

また、ダム上下流における魚類群集構造の差異を検討するためにNMDSを実施した結果、NMDSの序列軸上で、ダム上下流の河道が明瞭に分かれた(図4)。本来は、同様の群集構造が想定される区間であるが、ダムを境にして明瞭に群集構造が異なっていること

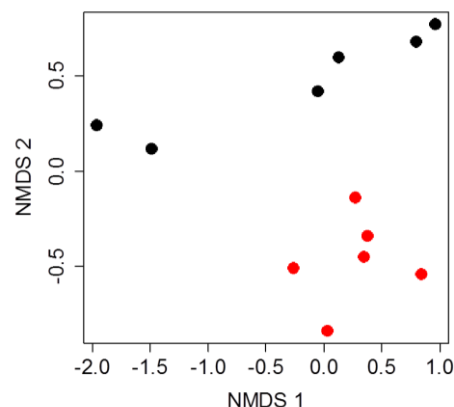


図4. NMDSの結果。ダム上流(赤)、下流(黒)。

が示された。特に、岩盤の露出が顕著であった2つのダム下流河道（図4中の左側の2プロット）では、底生魚が生息しておらず、群集構造の差異が際立っていた。これには、河床材料および流路単位の構成の違いが影響していた。

以上より、ダム等の横断構造物によって、その下流河道における土砂量レジームが変化し、ハビタット構造の変化を通じて、魚類群集構造も変化することが示唆された。特に、基盤岩が露出する露岩化は、底生魚の生息に強い影響を与えていた。基盤岩の上に堆積した土砂が河床を形成している河川は、検討を行った火山岩帯だけでなく、他の地質帯においても普遍的に存在する。それゆえ、他の地質帯においても、ダム等による土砂量レジームの変化が、本検討と類似の影響を及ぼし、地質に関係した魚類群集構造を喪失させ、単純化させることが懸念される。

(4) まとめ

本研究から、河床環境を主としたハビタット構造が地質によって異なることが明らかになった。また、その違いが、遊泳魚や底生魚の生息に影響を与え、地質によって異なる魚類群集構造となることが示唆された。さらに、ダム等による土砂量レジームの変化が、ハビタット構造を変化させ、地質に関連した魚類群集構造を喪失させる可能性が示唆された。

ハビタット構造が仲介する地質と水生生物群集との関連を検討した研究は、これまでほとんど見られなかった。本研究は、日本列島のように、多様な地質から構成される地域において、魚類群集の多様性や特異性を、地質という上位の観点からも検討することの必要性を示唆する。今後は、十分な調査地点数を確保できなかった地質帯について、追加調査・検討を行い、地質帯による傾向をより明確に示していく必要がある。

<引用文献>

- ① Inoue et al. (1997) Juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*) abundance and stream habitat relationships in northern Japan. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 1331-1341.
- ② Nagayama et al. (2009) Summer microhabitat partitioning by different size classes of masu salmon (*Oncorhynchus masou*) in habitats formed by installed large wood in a large lowland river. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 66: 42-51.
- ③ Dietrich et al. (1989) Sediment supply and the development of the coarse surface layer in gravel-bedded rivers. *Nature* 340: 215-217.
- ④ 田代ほか (2007) 流域の地質構造・地形特性に着目した河川景観の階層性の分析。

河川技術論文集 13: 279-284.

- ⑤ Kondolf (1997) Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management* 21: 533-551.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計1件)

- ① 永山 滋也, 原田 守啓, 萱場 祐一, 河川地形と生息場の分類～河川管理への活用に向けて～, 応用生態工学会誌, 査読有, 18 巻, 2015, 19-33. DOI: <http://doi.org/10.3825/ece.18.19>

[学会発表] (計2件)

- ① Nagayama et al., Geomorphological changes for the last half-century in a lowland segment of the Kiso River – bed degradation and terrestrialization. The 8th International Gravel Bed Rivers Workshop (GBR 8). 2015/9/16. Kyoto & Takayama (Japan)
- ② 永山滋也, 日本の地史と河川地形分類体系の整理～地質と魚類群集の関係解明に向けて～, 応用生態工学第19回郡山大会, 2015/9/10. 日本大学工学部キャンパス (福島県郡山市)

[図書] (計1件)

- ① Nagayama et al., Springer, Labor Forces and Landscape Management – Japanese case studies -. 2017, 107-120.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

永山 滋也 (NAGAYAMA, Shigeya)
国立研究開発法人土木研究所・自然共生研究センター・研究員
研究者番号: 70540558

(2) 研究協力者

田代 喬 (TASHIRO, Takashi)
原田 守啓 (HARADA, Morihiro)
高岡 広樹 (TAKAOKA, Hiroki)