

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 1 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450197

研究課題名(和文)水系ネットワークにおける溪流魚の空間的動態と森林のパッチモザイク構造との関係

研究課題名(英文) Spatial dynamics of stream fish populations at a stream network scale in relation to patch mosaic structure of riparian forests

研究代表者

井上 幹生 (Inoue, Mikio)

愛媛大学・理工学研究科(理学系)・教授

研究者番号：10294787

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、天然林と人工林から成るパッチモザイク構造とサケ科溪流魚個体群の時空間的動態との関係を水系スケールで検討した。サケ科魚類の産卵場所は水系内で極めて不均一に分布するが、孵化した当歳魚の移動分散によって均一化がおり、そのことが水系全体の効率的利用に帰結することが示された。その過程において、天然林パッチは当歳魚の初期成長を高める場として機能することが示唆された。

研究成果の概要(英文)：This study examined spatial dynamics of salmonid populations at a whole stream network scale in relation to patch mosaic structure of riparian forests (natural broadleaved forests / conifer plantation). The results illustrated that the distribution of spawning sites was highly heterogeneous, but that of young-of-the-year (YOY) fish became gradually homogenized during summer, owing to their density-dependent dispersal. The results also suggested that, in this process, natural forest patches functioned as a habitat where YOY fish attained higher growth rates.

研究分野：河川生態学

キーワード：溪流魚 アマゴ 溪畔林 人工林 移動分散

1. 研究開始当初の背景

国内においても、この20年間で森林-河川相互作用に関する多くの知見が蓄積されてきたが、意外なことに、人工林が河川生態系に及ぼす影響についての知見は極めて乏しい。人工林は、日本の森林の4割、国土総面積の1/4以上を占める主要な自然景観要素であり、それが生態系に及ぼす影響を多面的に評価することは、今後の森林政策・管理において極めて重要である。特に、人工林と天然林とでの河川に対する生態的機能の違いに関する知見を実際の森林管理にとりいれるためには、森林のパッチ性とそれに起因する河川生物側の空間的動態の重要性を明らかにしていく必要がある。

日本の森林は、人工林と天然林がモザイク状に組み合わさったパッチ・モザイクから成る。溪畔林においても、明瞭な境界を持つ人工林パッチと天然林パッチが流路沿いに繰り返すが、魚類の餌となる樹冠からの落下陸生無脊椎動物の供給量は、人工林よりも天然林のほうが2-4倍ほど高いことが示されている

(Inoue et al. 2013)。つまり、魚類から見れば、河川流路は、餌が豊富で環境収容力の高い区間(天然林パッチ)と餌が乏しく環境収容力の低い区間(人工林パッチ)とに比較的明瞭に区分されることを意味している。魚類は移動性が高いことから、生活史を通して河川水系全体の利用を最適化している可能性がある。近年の河川魚類生態学においては、河川水系全体を通じた個体群の空間的動態、すなわち、どこで生産され、どこで成長し、どこで繁殖するかといったことを景観構造と関連させて把握することの重要性が強調されるようになってきた(Gido & Jackson 2010)。人工林が河川生態系に及ぼす負の影響を最小化するためには、それを達成するための林分の最適配置を考えることが重要である。そのためには、林分の配置(パッチ・モザイク)と河川生物個体群の空間的動態との関連性を明らかにする必要があるが、そのような試みはそれまでのところあまりなされてこなかった。

2. 研究の目的

本研究では、天然林と人工林から成るパッチ・モザイク構造が溪流魚(アマゴ・イワナ)個体群の空間的動態(出生、成長、繁殖、移動)とどのように関わっているかを水系ネットワーク全体で捉えることを目的とする。これまでの研究により、人工林区間よりも天然林区間のほうがアマゴの現存量が高く、それには高い餌供給量が介在していることが示唆

されている(Inoue et al. 2013)。そのような関係が見られるしくみとしては、天然林区間のほうが(1)新規加入(出生)率が高い、(2)個体の成長率が高い、(3)移入率が高い、または(4)生残率が高い、といったいくつかの時空間的プロセスが考えられる。今回、河川源流部の水系ネットワーク全体を対象とし、水系内の(1)どこで産卵頻度が高いか、(2)どこで稚魚の生産量が高いか、(3)どこで個体の成長量は高いか、(4)どこで増加/減少率は高いかを明らかにするとともに、それらのうちのどれが溪畔林タイプ(天然林/人工林)と関係しているのかを明らかにする。これらの結果を基に、人工林/天然林パッチ・モザイク構造が、溪流魚個体群の空間的動態にどのように関わっているのかを検討する。

3. 研究の方法

人工林と天然林とがパッチ状に存在する愛媛県の石手川源流域において、集水面積2-3 km²程度の小水系を調査流域として設定した

(総流路長2.45km)。その流路全体を50m区間に分割し(49区間)、全区間において魚類(アマゴ)の個体数推定を5月、7月、9月に行い初夏(新規加入時期)から秋(繁殖期)までの個体数の時空間的動態を把握した。この調査流域上の5地点では当歳魚に標識を施し、当歳魚の移動と成長を調査した。また、各50m区間の環境特性(溪畔林タイプを含む)を調査し、各区間の魚類密度、現存量、それらの増加率/減少率と溪畔林タイプ(人工林/天然林)との間に関係が見出されるか検討した。

これと同様な調査を、治山構造物によって分断化された水系(石手川の別の水系)と天然林が優占する3水系(仁淀川水系黒川源流:アマゴとイワナが生息)でも行った。また、石手川の別の調査地で行った魚類の標識採捕データを用いて溪畔林タイプ(人工林/天然林)によって魚類(アマゴ)の成長量が異なるかを比較した。

4. 研究成果

(1) 溪流魚個体群の時空間的動態

石手川の調査流域でアマゴの時空間動態を調査した結果、産卵場所は水系全体に均一に分布するのではなくパッチ状に分布することが示された。また、当歳魚は5月の段階では、産卵場所と同様、極めて不均一に分布するが、その後、7月、9月となるにつれ当歳魚密度は流域内で均一化されていくことが示された

(図1)。各区間における生息密度および現存量の増加/減少率と各区間の環境特性、溪畔林

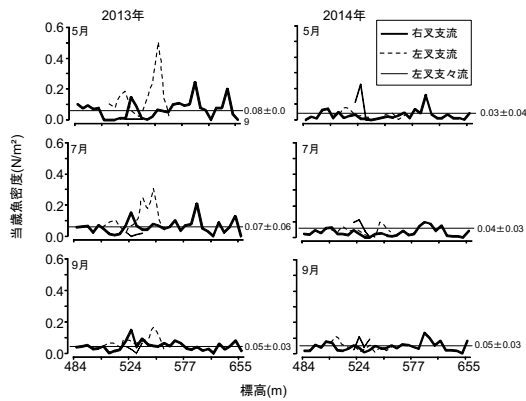


図1 石手川調査流域におけるアマゴ当歳魚密度の流程分布の初夏～秋での変化

タイプとの間には特に明瞭な関係は認められなかったが、初期密度との間には明瞭な負の相関が認められた (図2)。すなわち、高密度区間ではその後密度は減少し、低密度区間では密度が増加することを示しており、新規加入時期である初夏以降、密度依存的な分散によって密度が均一化されていくことを支持する結果となった。5地点の標識採捕調査を基に、移動個体と定住個体との間で成長率を比較した結果、移動個体の方が成長率が高いことが示された (図3)。移動個体は、高密度区間から低密度区間へ移動することにより、成長率が高められるものと考えられる。

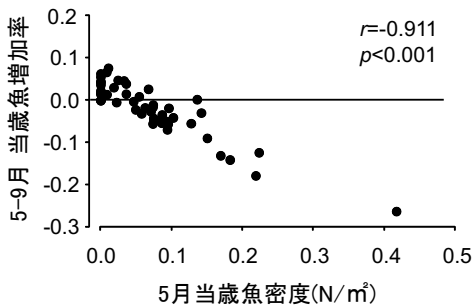


図2 石手川調査流域におけるアマゴ当歳魚密度増加率と初期密度との関係

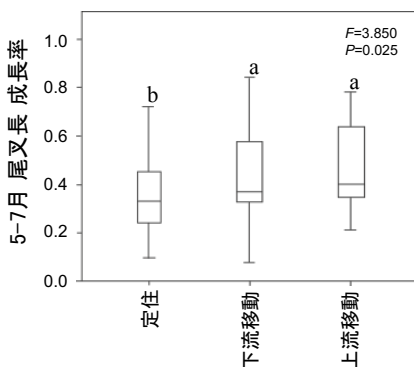


図3 石手川調査流域におけるアマゴ当歳魚の成長率の比較

以上の結果から、アマゴ個体群では、当歳魚初期での移動分散が水系全体での密度均一化を促し、水系全体の効率的な利用に結びついていることが示唆された。同様な、新規加入時期における当歳魚のパッチ状分布とその後の均一化は、黒川3水系のアマゴ、イワナいずれにおいても認められた。しかし、石手川の分断流域では移動阻害のために低密度区間での密度増加は見られず、水系全体の効率的利用が阻害されていることが示された。

(2) 溪流魚の時空間的動態と人工林/天然林

石手川の調査流域においては、アマゴ生息密度、現存量ともに溪畔天然林割合と正の相関が見られた (図4)。しかし、密度や現存量の増加/減少率、産卵床および当歳魚のパッチ状分布に対する溪畔林 (人工林/天然林) の顕著な影響は認められなかった。天然林区間と人工林区間とでアマゴの成長率を比較した結果、5月の当歳魚において人工林よりも天然林で成長率が高いことが示された。これらのことから、溪畔域の天然林パッチは、当歳魚の初期成長を促進する場として機能していることが示唆された。

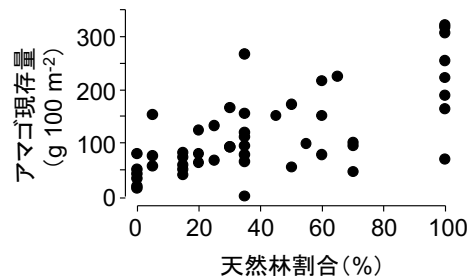


図4 石手川調査流域におけるアマゴ現存量と溪畔域における天然林割合との関係

<引用文献>

- Gido K.B. & Jackson D.A. (2010) Community ecology of stream fishes: concepts, approaches, and techniques. American Fisheries Society.
- Inoue M., Sakamoto S., Kikuchi S. (2013) Terrestrial prey inputs to streams bordered by deciduous broadleaved forests, conifer plantations, and clear-cut sites in southwestern Japan: effects of the abundance of red-spotted masu salmon. Ecology of Freshwater Fish 22: 335-347.

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 2 件)

- ① Kotera N, Inoue M (2015) Position choice by red-spotted masu salmon: applicability of a bioenergetics model to habitat evaluation of headwater streams in southwestern Japan. *Landscape and Ecological Engineering* 11: 119 -128. (査読有)
- ② 菊地修吾, 井上幹生 (2014) 人工構造物による溪流魚個体群の分断化 -源頭から波及する絶滅- 応用生態工学 17: 17-28. (査読有)

[学会発表] (計 7件)

- ① 市守大介, 井上幹生. 「仁淀川水系黒川源流域における移入イワナと在来アマゴの幼魚期における成長」 日本魚類学会2016年度年会. 2016年9月24日, 岐阜大学 (岐阜県岐阜市)
- ② 井上幹生, 菊地修吾, 竹林佑記. 「溪流生態系への餌資源供給と土砂流出に対する森林植生の影響範囲」 日本生態学会中四国地区大会. 2016年5月15日, 米子コンベンションセンター (鳥取県米子市)
- ③ 阿部博文, 市守大介, 井上幹生. 「仁淀川水系黒川源流域における在来アマゴに対する移入イワナの影響 -食性解析からの推測-」 日本魚類学会2015年度年会. 2015年9月5日, 近畿大学奈良キャンパス (奈良県奈良市)
- ④ 市守大介, 阿部博文, 井上幹生, 水野信彦. 「仁淀川水系黒川源流域における移入イワナの分布域拡大および在来アマゴに対するその影響」 日本魚類学会2015年度年会. 2015年9月5日, 近畿大学奈良キャンパス (奈良県奈良市)
- ⑤ 奥谷孝弘, 後藤将太, 福家柔, 末國仙理, 井上幹生. 「アマゴ個体群の時空間的動態から見た分断化の影響」 日本魚類学会2015年度年会. 2015年9月5日, 近畿大学奈良キャンパス (奈良県奈良市)
- ⑥ 市守大介, 阿部博文, 井上幹生, 水野信彦. 「仁淀川水系における移入イワナの分布」 日本生態学会中国四国地区大会. 2015年5月17日, 愛媛大学 (愛媛県松山市)

- ⑦ 奥谷孝弘, 福家柔, 末國仙理, 井上幹生. 「源流小水系全域におけるアマゴの空間的動態 -局所プロセスの効果-」 日本魚類学会2014年度年会. 2014年11月16日, 神奈川県立 生命の星・地球博物館 (神奈川県小田原市)

[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]

特に無し

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井上 幹生 (INOUE, Mikio)
愛媛大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号: 10294787

(2) 研究分担者

なし ()
研究者番号:

(3) 連携研究者

なし ()
研究者番号:

(4) 研究協力者

末國 仙理 (SUEKUNI, Senri)
藤田 知功 (FUJITA, Tomonori)
福家 柔 (FUKE, Yawara)
奥谷 孝弘 (OKUYA, Takahiro)
後藤 将太 (GOTO, Shota)
阿部 博文 (ABE, Hirofumi)
市守 大介 (ICHIMORI, Daisuke)
篠原 拓馬 (SHINOHARA, Takuma)