

令和 3 年 6 月 24 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K15857

研究課題名（和文）集水域森林においてシカ害が生じた河川における環境影響評価手法の開発

研究課題名（英文）The assessment method development for the impact of deer induced forest degradation on river ecosystems

研究代表者

中川 光（Nakagawa, Hikaru）

京都大学・東南アジア地域研究研究所・特定助教

研究者番号：00724030

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：京都大学芦生研究林において環境DNAメタバーコーディングの性能評価のため、魚類および水生昆虫について、シカの排除区とコントロール区でそれぞれ、除去法またはコドラート法による種組成および生息密度調査を年間を通して行った。野外観察と並行して、環境DNAの採集を行った。現在までに本研究に関連して申請者がこれまで行ってきた京都大学芦生研究林における長期生態系モニタリングに関する成果を学術論文として公表した。また、リアルタイムPCRによるシカのDNA検出の結果について、結果を取りまとめた論文を進めている。魚類については、環境DNAメタバーコーディングの実験を完了し、結果の解析を進めている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

シカの個体数増加による森林生態系への悪影響が日本全国において問題となっている。特に下層植生の衰退は土壌浸食を促進し、土砂流入の増加や水質の改変など、隣接する河川生態系にも影響が拡がるとされる。しかし、集水域森林においてシカ害が生じた河川生態系において、その影響を検討した研究は少なく、なにを、どのように調べれば適切な影響評価が行えるのかという手法の確立にも至っていない。本研究による環境DNAを用いた効率的な魚類群集のモニタリングや集水域森林へのシカの侵入検出の手法の開発は、上記のようなシカの個体数増加の河川生態系に対する適切な影響評価に応用できることが期待される。

研究成果の概要（英文）：To evaluate the performance of environmental DNA metabarcoding in the Ashiu Research Forest, Kyoto University, I investigated species composition and population density of fishes and macroinvertebrates by the removal method or the quadrat method in catchment areas with and without a deer exclusion fence, respectively, through a year. Environmental DNA was collected in parallel with the above samplings. At present, I have published the paper about the long-term ecosystem monitoring in the research forest, which associates with this research. In addition, I prepare to publish a paper about the results of DNA detection of deer by real-time PCR. For the environmental DNA metabarcoding of fishes, the examination of results of experiments is progressed.

研究分野：河川生態学

キーワード：シカ食害 森と川のつながり 河川魚類 水生昆虫 環境DNA

## 1. 研究開始当初の背景

シカの個体数増加による森林生態系への悪影響は日本のみならず世界各地において問題となっている。シカ害の影響は植物への直接的な捕食の影響だけでなく、植食性昆虫やその他の小動物などさまざまな生態系の構成要素にも及びうる。また、応用的な分野では、主に森林管理や農業被害の側面から影響評価や対策の検討が行われている。

一方で、集水域森林でシカ害が生じた河川生態系において、その影響を検討した研究はまだまだ少なく、なにを、どのように調べれば河川生態系における適切なシカ害の影響評価が行えるのかという手法の確立には至っていない。シカ害が生じた森林において、特に下層植生の衰退は土壌浸食を促進し、土砂流入の増加や水質の改変など、隣接する河川生態系にも影響が及びるとされる。そうした河川環境の改変がそこに住む水生生物に与える影響については、申請者の研究を含め現在少しずつ明らかになりつつあるが、現時点では魚類や水生昆虫、非生物環境などの各論的な報告に留まっている。シカ害の影響評価やその対策は、これまで森林管理や農業被害の側面から検討されてきたが、集水域森林でシカ害が生じた河川生態系において、その影響を検討した研究はまだまだ少なく、なにを、どのように調べれば河川生態系における適切なシカ害の影響評価が行えるのかという手法の確立には至っていない。

申請者らは、これまでの長期にわたる生態系モニタリングによって、河川上流域の小規模水系においては、シカによる下層植生の衰退は森林生態系の窒素吸収能力の低下や土砂流入の増加による河床環境の変化を介した水生昆虫類の多様性の低下といった問題を生じるとともに、その影響は下流部のより大きな河川においても河川環境の改変による魚類相の変化をもたらしていることなどを明らかにしつつある。

## 2. 研究の目的

本研究では、近畿圏を対象に、シカによる森林植生への食害強度が異なる河川集水域において、生物群集（水生昆虫、魚類）の変化を検討した。また、そこで得られた結果を基にして、河川生態系の各構成要素の変化が顕著となる空間スケールおよびその変化が生じるタイミングを検討した。これにより、シカによる森林生態系の劣化が、河川生態系の各構成要素にどのような直接および間接的に影響がどの程度の時空間スケールまで及びうるのかを、その背景にある生態系プロセスとともに解明する。

## 3. 研究の方法

申請者らが従来行ってきた群集の直接観察は、詳細な情報が得られる一方で、一回の調査あたりの労力が大きく、広域・多地点において繰り返しモニタリングを行うのが難しいという問題があった。そこで本研究では、京都大学芦生研究林をモデル地域として、多地点観測にも適用可能な河川環境および生物群集の効率的な測定手法の開発を行った。

水中に漂う DNA 断片を分析することで河川や湖沼に生息する生物種を特定する環境 DNA 技術を用いたシカと魚類、水生昆虫のモニタリングを行った。環境 DNA メタバーコーディングによる生息種の存在の判定手法は、河川魚類についてはほぼ確立している。一方で水生昆虫の検出や構成種の量的な評価（バイオマスなど）は、採水時の水質や季節の影響などの条件依存性の検討が必要である。そのため、支流や集水面積ごとに魚類・水生昆虫相が異なる芦生研究林において、環境 DNA メタバーコーディングの性能評価のための魚類、水生昆虫およびシカを対象とする採集および野外観察を行った。魚類および水生昆虫について、シカの排除区とコントロール区でそれぞれ、除去法またはコドラート法による種組成および生息密度調査を行った。野外観察と並行して、環境 DNA の採集を行った。月に 1 回程度、除去法やコドラート法といった従来の手法と環境 DNA メタバーコーディングによるモニタリングを同時に行い、環境 DNA 検出量と生息密度の関係、およびその季節及び環境依存性を検討した。

近畿周辺地域を対象に、GIS（地理情報システム）を用いて森林へのシカ被害強度やシカ侵入年代が異なる水系および集水域を抽出した。さらに、集水域面積ごとに、地形や植生、土地利用などの条件のばらつきが小さくなるような調査地点を探索した。

## 4. 研究成果

芦生研究林における環境 DNA および魚類と水生昆虫の採集および野外観察はおおよそ予定通り実施することができ、年間を通じた水生生物の生息密度と河川水に含まれる環境 DNA 量の

データを得ることが出来た。近畿圏を対象とした広域調査については、GISデータの整備が進んでいた兵庫県を対象に調査候補地として約100集水域を選定することができたが(図1)、コロナ禍の状況において広域サンプリングの実施が困難であったため、十分なサンプリングができなかった。

現在までに、本研究に関連して申請者がこれまで行ってきた京都大学芦生研究林における長期生態系モニタリングに関する成果を学術論文として公表した。また、リアルタイムPCRによるシカのDNA検出の結果について、結果を取りまとめた論文を進めている。魚類については、環境DNAメタバーコーディングの実験を完了し、結果の解析を進めている。

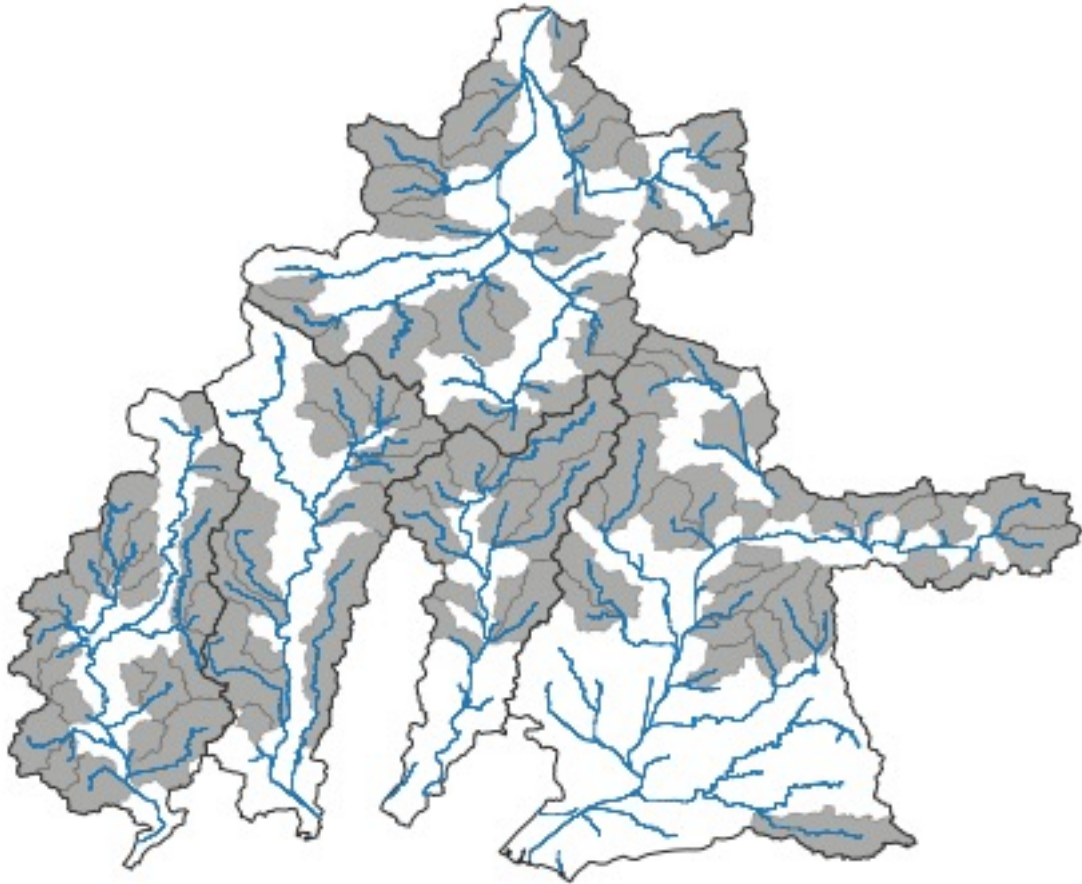


図1 GISデータを用いて選定した兵庫県の調査対象集水域。円山川、加古川、揖保川、千種川、市川の10km<sup>2</sup>以上の末端集水域を対象に、標高、地質条件、植生等の条件を調整した上で、シカによる食害が深刻化してから3年未満、10年未満、10年以上である集水域がそれぞれ複数含まれるように設定した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1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 1件）

1. 著者名 Hikaru Nakagawa	4. 巻 1
2. 論文標題 Habitat changes and population dynamics of fishes in a stream with forest floor degradation due to deer overconsumption in its catchment area	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Conservation Science and Practice	6. 最初と最後の頁 e71
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/csp2.71	査読の有無 有
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 -

〔学会発表〕 計0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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