

調査・研究終了報告書

研究分野：環境

調査・研究名	ワンヘルス・アプローチに向けた生態系把握への環境DNAの適用に関する研究
研究者名（所属） ※印：研究代表者	○平川周作、戸田治孝、植木隆太、松木昌也、富澤慧、中川修平、岡元冬樹、古閑豊和、高橋浩司（水質課）、更谷有哉、石間妙子、金子洋平、中島淳（環境生物課）
本庁関係部・課	保健医療介護部がん感染症疾病対策課、環境部自然環境課
調査・研究期間	令和4年度～6年度（3年間）
調査・研究区分	1. 種類 <input type="checkbox"/> 行政研究 <input checked="" type="checkbox"/> 課題研究 <input type="checkbox"/> 共同研究（共同機関名：） <input type="checkbox"/> 受託研究（委託機関名：） 2. 目的 <input checked="" type="checkbox"/> 基礎研究 <input type="checkbox"/> 応用研究 <input type="checkbox"/> 開発研究
福岡県総合計画	基本方向：誰もが住み慣れたところで働き、長く元気に暮らし、子どもを安心して産み育てることができる 中項目：快適な環境の維持、保全 小項目：自然との共生と快適な生活環境の形成
ワンヘルス実践6つの柱	柱3 「環境保護」
ワンヘルス研究の位置づけ	本研究は、環境DNAを用いて多様な野生生物の網羅的検出を試みたものである。環境における生物多様性の状態を把握する調査方法の確立により、人の健康や環境の健全性を脅かす有害生物の侵入把握や希少生物の生息地保護への貢献が期待されるという観点から、ワンヘルス研究に位置づけられる。
福岡県環境総合ビジョン（第五次福岡県環境総合基本計画） ※環境関係のみ	柱：自然共生社会の推進（柱5） テーマ：生物多様性の保全と自然再生の推進
外部研究資金	（資金名） <input checked="" type="checkbox"/> 採択（科研費基盤研究（C）：研究代表者 平川周作、厚労行政推進調査事業費補助金：研究分担者 香月進） <input type="checkbox"/> 申請予定 <input type="checkbox"/> 申請中 <input type="checkbox"/> 予定なし
キーワード	①環境DNA ②野生鳥獣 ③魚類 ④生態系 ⑤水質
研究内容	
1) 背景、目的及び必要性 人の健康・動物の健康・環境の保全を一つとするワンヘルスに取り組むためには、生態系や野生生物の実態を把握する調査が必要である。しかし、調査対象ごとに専門家が必要であり、また、調査には人員と時間を要するため、コストの増大や広範囲調査が困難といった課題がある。これまで水に含まれる生物由来のDNA（環境DNA）を解析することにより、調査地点に生息する魚類を把握する方法について研究を実施してきた。その中で、分析法や試料採取法を最適化することで、水辺を利用する野生鳥獣のDNAを検出できる可能性が示された。環境DNA生物調査は、コストを抑えて作業を標準化した広域のスクリーニングや高頻度のモニタリング技術として活用が期待できる。本研究では、環境から取り組むワンヘルス・アプローチに向けて、環境DNA分析を活用し、水辺を利用する野生生物（鳥類、哺乳類、魚類、微生物）を把握する調査方法を確立する。	
2) 概要 <ul style="list-style-type: none"> ● 冬季の人工湿地における鳥類の網羅的検出を目的とした環境DNA調査方法の検討と課題整理 ● 里山における陸生哺乳類の網羅的検出を目的とした環境DNA調査方法の検討と課題整理 ● 河川における環境DNAを用いた魚類及び微生物の季節変化の調査と水質による影響の解析 ● 環境DNAの同定精度向上を目的とした福岡県内に生息する生物（魚類、哺乳類）のDNAデータベース整備 	
3) 達成度及び得られた成果 <ul style="list-style-type: none"> ● 目視観察調査を実施している福岡市内的人工湿地において、冬季に鳥類の網羅的検出を目的とした環境DNA調査を実施した。その結果、目視観察された水禽類10種のうち9種が検出されたが、他の鳥類は検出されなかつた。本検討では、検出された水禽類においてもDNA配列の類似度が高いことから種の識別が困難な種も存在すること、水禽類以外の目視観察された種の検出方法に課題があることがわかった。 ● 太宰府市内の里山において、自動撮影カメラや音声録音による生態観察と水系の環境DNA（沢の上流と下流、又夕場、里山からの水が流入する河川）を用いた陸生哺乳類の網羅的検出を比較し環境DNA調査方法を検討した。まず、環境水のろ過資材を検討した結果、ろ過後の保存性と生物片の捕集の観点から0.22 μmの筒状資材が適当と考えられた。また、陸生哺乳類を対象とした環境DNA調査には、水質調査と異なり降雨直後の河川の濁水が適していることが示唆された。一方、濁水はろ過が困難であることから、遠心分離を行った後に上澄みを筒状資材でろ過、沈殿物は別途DNAを抽出して分析することにより検出種数の取りこぼしが少なくなると考えられた。さらに、調査地の水辺の土壤（底質）を採取し環境DNAを抽出・分析した結果、土壤にも哺乳類のDNAが残存していることがわかった。その他、陸生哺乳類の通り道にある落葉や低木の洗浄水、自動撮影カメラで陸生哺乳類との接触がみられた岩石や樹木のふき取り綿から環境DNAを抽出・分析した結果、撮影回数の多い種は複数の媒体で検出頻度が高いことがわかった。小型ポンプを用いた大気中の環境DNA捕集も検討したが、陸生哺乳類は検出されなかつた。本研究により降雨直後の濁水や岩石や樹木のふき取りは陸生哺乳類の環境DNA検出に有効と考えられたが、安定した結果を得る信頼性の高い調査方法として確立するには更なる工夫が必要である。 ● 福岡県北西部から北部の4河川における汽水域を対象として、干潮前後3時間を目安に魚類相、微生物群集構造、水質の変遷を毎月一回通年調査し、それらの関係を解析した。非計量多次元尺度構成法（NMDS）による散布図 	

を作成した結果、調査地点の最西部または最東部の河川における魚類相と微生物群集構造は離れて配置され、異なる構造であることを「みえる化」できた。全地点の調査データを使用し魚類相と水質の関係を解析した結果、魚類相と水質項目 (DO, pH, BOD, COD, TOC, HCO₃⁻, Ca²⁺, NO₃-N) に有意な相関関係が認められた。また、微生物群集構造と水質項目 (pH, ORP, BOD, COD, TOC, HCO₃⁻, Ca²⁺, F⁻, NO₃-N, NO₂-N, NH₄-N) にも有意な相関関係が認められた。これらの結果は河川生態系の変化において鍵となる水質項目を示すものかもしれない。

- 環境DNAによる各分類群の網羅的検出において、種同定は国際塩基配列データベースに登録されている配列と照合することが一般的である。上記データベースには世界中からデータがアップロードされるため、登録数が多く情報は日々追加されているが、過去に登録されたデータが最新の分類を反映していない、種を間違えて登録しているデータが混在しているなどの課題がある。そこで、環境DNAを用いた網羅的検出の同定精度を高めるため、福岡県内で確認された個体を採捕・同定・標本化した試料を用いてDNA配列を解読し、データベース化を進めた。令和7年3月末時点で魚類131種、哺乳類11種の個体から標的領域のDNA配列を解読済みである。

4) 県民の健康の保持又は環境の保全への貢献

環境DNAの活用を通して「環境保護」や「環境と人と動物のより良き関係づくり」を数値化して評価できる可能性がみえてきた。これは生物多様性の恵みを生態系サービスとして得る観点からも有用である。さらに、本研究の一部の検体から感染症の宿主となる野生鳥獣の環境DNAが検出された。今後の課題、調査方法を最適化することで人の生活環境への野生鳥獣の侵入を敏感に察知し「人と動物の共通感染症対策」に貢献できると考えられる。

5) 調査・研究結果の独創性、新規性

これまで魚類を対象として急速に発展してきた水系の環境DNA技術を鳥類、哺乳類、微生物群集といった分類群に拡大し、鳥類・哺乳類の生態学の専門家と共同して調査地点の選定から検討を実施した。特に水系の環境DNAから陸生生物を検出するには、降雨後など調査のタイミングや濁水中の懸濁物からのDNA抽出の有用性が明らかとなつた。

6) 成果の活用状況

陸生の哺乳類や鳥類については追加検討が必要であるが、水系で生活する魚類や微生物、鳥類のうち水禽類については広域のスクリーニングや定期的なモニタリング技術として活用可能である。希少種の生息地把握や外来種の侵入察知に活用することで重要地点の選定を省力化できる。一方、本研究の調査から野生鳥獣の検出法に関する課題が示された。令和7年度から継続実施する研究の進展により人獣共通感染症対策への活用も期待される。

7) 当該調査・研究課題に関する発表等

① 行政に対する情報提供

- 特になし

② 県民への情報提供

- 保健環境トピックス 環境DNAを用いた魚類調査について、保健環境研究所年報, 49, 3-4, 2022
- 気候変動と生物多様性：ふくおかエコライフ応援ペーパー減CO₂クラブ、発行者 福岡県地球温暖化防止活動推進センター（一般社団法人九州環境管理協会）, 21, 2022
- 平川周作・中島淳、保健環境研究所年報, 50, 79-84, 2023

③ 学会誌掲載、学会発表

○学会誌掲載

- 更谷有哉ら、伊豆沼・内沼研究報告, 18, 1-16, 2024
 - Hirakawa et al., Journal of Material Cycles and Waste Management, 27(2), 1050-1061, 2025
- ###### ○学会発表
- 平川周作・中島淳、第25回日本水環境学会シンポジウム、2022(東京)
 - 平川周作ら、環境DNA学会オンラインワークショップ、2022(オンライン)
 - 更谷有哉ら、日本動物学会第94回大会、2023(山形)
 - 中島淳・平川周作、第49回九州衛生環境技術協議会、2023(福岡)
 - 更谷有哉ら、第26回自然系調査研究機関連絡会議 (NORNAC), 2023(三田)
 - 平川周作・中島淳、第6回環境DNA学会、2023(福岡)
 - 平川周作ら、第7回環境DNA学会、2024(つくば)

④ その他

- 平川周作：水環境における魚類調査への環境DNA技術の適用に関する研究、福岡県職員表彰(研究表彰), 2023

8) 研究経費

- 令和4年度：③外部研究費(その他) 【金額：2,080千円, 委託名：科学研究費助成事業 基盤研究 (C) 代表 平川周作】
③外部研究費(その他) 【金額：5,662千円, 委託名：厚生労働行政推進調査事業費補助金 分担 香月進】
令和5年度：③外部研究費(その他) 【金額：1,560千円, 委託名：科学研究費助成事業 基盤研究 (C) 代表 平川周作】
③外部研究費(その他) 【金額：2,680千円, 委託名：厚生労働行政推進調査事業費補助金 分担 香月進】
令和6年度：①政策的経費(AB経費) 【金額：2,611千円, 区分：県費(ワンヘルスセンター研究力強化費)]
③外部研究費(その他) 【金額：520千円, 委託名：科学研究費助成事業 基盤研究 (C) 代表 平川周作】

9) 備考

新型コロナウイルス感染症の流向状況を勘案し、研究開始時はDNA配列解読とデータベース化を進めた。また、突發的事由から研究期間内に研究代表者の一時療養が必要となった。研究分担者との連携により研究は継続できたものの、現在も療養しながら断続的に作業している。そのため、当初計画より解析やまとめに時間を要しているが、本研究期間に得られた成果は今後論文として社会へ還元する予定である。