



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Influences of wetland network structure on species and genetic diversity of freshwater fish in agricultural landscape [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	石山, 信雄
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第11545号
Issue Date	2014-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57156
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Nobuo_Ishiyama_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博 士 (農学) 氏名 石 山 信 雄

学 位 論 文 題 名

Influences of wetland network structure on species and genetic diversity of freshwater fish in agricultural landscape

(農地景観における湿地ネットワークの構造が魚類の種
および遺伝的多様性に与える影響)

一般的に生物は、近隣の生息地間だけでなく、複数の生息地を経由して移動することも可能である。こうした生息地間の直接・間接的な連結性を含む「生息地ネットワーク」は、攪乱後の個体移入の促進に大きく寄与し、分断化景観での長期的な生物多様性の維持には必要不可欠である。氾濫原の湿地生態系は、現在、農業活動の活性化に伴い世界的に劣化しており、生物多様性の効果的な保全が必要となっている。湿地（ここでは氾濫原湿地の湖沼を指す）は本来、河川の氾濫によって相互に連結し、個体がこうした連結性を利用し湿地間を移動することで、各湿地の魚類の種多様性および個体群は維持されてきた。しかし、農地景観の拡大やそれに関連して実施される築堤等の河川整備事業により、本来の湿地間の連結性は失われつつある。一方、開発が進行した現代の農地景観では、湿地群は主に農業用水路や河川といった「流路ネットワーク」を介して他の湿地と直接・間接的に連結している。この湿地ネットワークの構造は、魚類の多様性や個体群の維持に大きく寄与していると予想される。しかし既存研究では、湿地間の連結性は単に「近隣の湿地との直接的なつながり」として捉えられており、湿地ネットワークの構造が湿地性魚類の群集および個体群構造にどのような影響を及ぼすかは明らかになっていない。そこで本研究では、残存湿地に生息する魚類の効果的な保全に資するために、1) 農地景観内に存在する多様な水域タイプと比較して、湿地が魚類の種多様性に与える影響を明らかにすること、2) 湿地ネットワークの構造が湿地性魚類の群集構造（種多様性）・個体群構造（個体数、遺伝的多様性）に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

農地景観には、止水から流水的環境まで、多様な水域タイプが存在している。こうした水域タイプの多様性が魚類の種多様性に及ぼす影響、そして特に保全上の優先順位が高い水域タイプを明らかにするため、2011 年～2012 年にかけて、北海道十勝川流域に広がる農地景観内の 5 タイプの水域（水路、山地小河川、平地小河川、大河川、湿地）計 132 地点で魚類の分布を調べた。Additive diversity partitioning の結果、水域タイプ間の種組成の違いが農地景観全体の魚類多様性の約 40%を説明していた。また 5 つの水域タイプの中でも、魚類の種数および希少性は、湿地および大河川が他の水域タイプよりも高かった。これらの結果から、多様な水域タイプの存在が農地景観で魚類の多様性を支えていること、中でも湿地と大河川の生息環境が保全上特に重要であることが示された。

残存湿地に生息する魚類の種多様性の保全に資する知見を提供するため、湿地ネットワークの構造と魚類の種多様性の関係を、特に種の遊泳能力に着目して検証した。2011 年に北海道十勝川流域の 24 の残存湿地において魚類の種数を調べた。本研究では、湿地ネットワーク全体を維持する上で、各湿地の相対的重要性をグラフ理論に基づく連結性指標 (delta Integral Index Connectivity : dIIC) を用いて算出することで、湿地ネットワークの構造を考

慮した連結性を評価した。また、魚類は遊泳能力の高い種群（半止水性）と低い種群（止水性）の2グループに分け解析を行った。湿地の連結性と各種群の種数との関係を検証した結果、遊泳能力の高い種群の種数は、湿地の連結性の高さと正の相関があった。この結果から、流路ネットワークの構造が残存湿地の魚類の多様性に影響を及ぼしていることが示された。しかし、遊泳能力の低い種群の種数は、連結性との関係性は認められなかった。おそらくこれは、本調査地においては遊泳能力の低い種群が自由に移動できない程、湿地の分断化が進行してしまっているためだと考えられた。

種の保全を考えるうえで、検討すべき重要な要因は「個体数」と「遺伝的多様性」である。遺伝的多様性は、個体数と異なり極めて稀な個体の移入にも影響を受けるため、湿地ネットワーク内では、より離れた湿地間のつながりも遺伝的多様性の維持には重要かもしれない。こうした、個体数と遺伝的多様性について、影響を受ける空間スケールの違いを明確にすることは、分断化景観で種を効果的に保全する上で必要不可欠である。そこで本研究では、湿地ネットワークでの種の保全に資する知見を提供するため、2011年に北海道十勝川流域の24の残存湿地で、トゲウオ科のイバラトミヨを対象に、個体数と遺伝的多様性のそれぞれで、最も影響を受ける湿地間の距離を検証した。個体数の指標として CPUE（1 定置網・1 日当たりの捕獲個体数）、遺伝的多様性の指標としてヘテロ接合度の期待値とアليل多様度を算出した。4 章同様のネットワーク解析を用いて検証した結果、個体数、遺伝的多様性（アليل多様度）共に湿地の連結性とは正の関係があったが、最も影響を受ける湿地間の距離は遺伝的多様性の方が長かった（個体数：5km, 遺伝：12.5km）。これらの結果は、残存湿地において効果的に種を保全するためには、保全目標（個体数 or 遺伝的多様性）に応じて適切な空間スケールを考慮した湿地ネットワークの管理を行っていく必要があることを示している。

本研究によって、農地景観での魚類保全上、湿地とそれらをつなぐ水路や河川といった流路ネットワークを適切に管理することが重要であることが明らかになった。水域タイプ間の種組成の違いが農地の魚類多様性に大きく寄与していたことから、多様な水域タイプが含まれるエリアを優先的に保全することが、農地景観での魚類の多様性を保全する上で理想的であるといえる。しかし、こうした保全戦略は土地利用や資金的制約等から実施することが困難な場合も多い。そのため、全水域タイプを魚類の生息場として十分に保全できない状況下では、種多様性・希少性が高く、また本調査地での出現種の大部分をカバーしていた湿地と大河川の水域タイプを優先的に保全することが望ましい。特に本研究で対象とした湿地の中でも、高い種多様性や遺伝的多様性が示された湿地は、連結性が高く維持されていた。これは、他の水域タイプと比べて魚類の生息場としての重要性が相対的に低い水路や小河川も、魚類のコリドーとしては極めて重要であること、そのために流路内の段差解消を行うことが、農地景観で魚類多様性を保全するために最低限必要があることを示している。また、湿地ネットワーク内において、同一種でも遺伝的多様性の方が個体数より大きな空間スケールの影響を受けていた。そのため、環境変化への適応能力とも関連し、長期的に種の保全を考えるうえで重要な遺伝的多様性の保全のためには、より広域スケールで湿地間の連結性を保全・再生していく必要があることが明らかとなった。今回ネットワーク解析に使用した dIIC は、現在の農地景観に湿地や流路を復元した際、湿地ネットワーク全体の連結性がどのように変化するか、シミュレーション評価を行うことも可能であり、魚類の保全を考慮した今後の土地利用計画を考えるうえでも有効であると考えられる。