



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	The Interaction between agricultural land use and flood disturbance on aquatic insects : Approaches from community and population dynamics and genetic structure [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	末吉, 正尚
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第11546号
Issue Date	2014-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57174
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Masanao_Sueyoshi_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 末 吉 正 尚

学位論文題名

The interaction between agricultural land use and flood disturbance on aquatic insects

-Approaches from community and population dynamics and genetic structure-

(農地利用と洪水攪乱が水生昆虫に及ぼす相互作用効果 -群集・個体群動態及び
遺伝的構造からのアプローチ-)

河川では、定期的に発生する洪水攪乱が河川生物の個体数・種数を大きく減少させる負の効果をもつ。この洪水攪乱に対して、河川生物は河川内に形成される避難場に逃げ込むことで、洪水を回避し個体群を維持しているとされている。この避難場環境の形成には、複雑な河川構造や河原が重要であると考えられており、多様な河川環境の維持が河川生物の生存に必要不可欠となっている。一方で、近年様々な人為活動による河川環境の改変が世界中で起こっており、人の影響を受けていない河川はほとんど存在しない。なかでも農地利用は、肥料や土砂の流出、河川の直線化などを介して、河川環境を大きく改変しており、元々は複雑な構造を有していた河川はより単調な環境へと変化している。この農地利用による河川の単調化は、洪水時の避難場を消失させ、洪水攪乱の負の効果を増大させていると予測されるが、農地利用による河川生態系への評価は平水時にのみ行われてきた。そこで本学位論文では、農地利用と洪水攪乱の相互作用が河川生物に及ぼす影響を明らかにし、農地景観における河川生態系の将来的な種多様性動態を予測することを目的として研究を行った。対象とした洪水攪乱は、寒冷地において季節的かつ大規模な融雪洪水であり、対象生物は農地や洪水の影響を鋭敏に受ける指標種である水生昆虫である。本学位論文は 1) 自然河川における融雪洪水攪乱時の避難場環境の解明、2) 農地利用における平水時の河川環境の改変及び水生昆虫の種多様性への影響、3) 農地利用と洪水攪乱が水生昆虫の個体数・種数に及ぼす影響、4) 農地利用と洪水攪乱の相互作用が水生昆虫の遺伝的構造に及ぼす影響の 4 つの関連した個別研究によって構成されている。

融雪洪水のような季節性の高い洪水に対しては、河川生物はより適応的に避難行動をとることが知られており、避難場は個体群の維持においてより重要な機能を有している。北海道北部小河川の一定区間(200m)を対象として、河川及び氾濫原に存在するすべての水域を洪水前中後に網羅的に調査し、どのような環境が避難場として機能しているかを明らかにした。結果として、河川内の蛇行部に形成されるよどみや平水時は陸域である河原、本流に流れ込む支流が避難場として機能していた。これらの環境は洪水時も緩やかな流れを維持しており、水生昆虫は受動的・能動的に避難していたと考えられる。加えて、既存研究においては洪水攪乱によって個体数の減少が大きいとされてきた種も避難場利用によって個体群が維持されていた。このことから、融雪出水時の適応的な避難行動及び複雑な河川構造や広い氾濫原によって維持される避難場の重要性が示された。

農地利用による河川生物への代表的な影響は、栄養塩や化学物質の流出による水質悪化、細粒土砂流出及び沈殿による河床の細粒化、水路化による河川構造の単調化である。これらの間接的影響が水生昆虫の α 及び β 多様性に及ぼす相対的な影響の強さを共分散構造分析(SEM)を用いて明らかにした。対象とした河川は、北海道北部の北見幌別川水系であ

り、農地影響の異なる 27 地点を選定して地点内の α (各地点 12 定量サンプルの平均種数) と β 多様性 (12 定量サンプル間の種組成の違い) を算出した。結果として、農地利用による水質悪化、細粒土砂の沈殿、河川環境の単調化が本調査地でも確認され、 α と β 多様性はそれぞれ異なる間接的影響によって減少していた。 α は細粒沈殿に強い負の影響を受けており、 β は単調化に強い負の影響を受けていた。 β 多様性の低下は各地点内に類似した群集しか形成されないことを示しており、河川環境の単調化が結果として地点内の種群の類似化を引き起こしたと考えられる。また、本章の結果は従来注目されてきた水質悪化よりも他の間接的影響が、水生昆虫の種数に強い影響を及ぼしていることを示しており、河川生物の種多様性の保全・再生の際に、種多様性減少の駆動要因を明らかにすることが重要であることを示している。

ここまでの研究の結果、融雪洪水時に避難場が水生昆虫の生存に重要であること、農地利用が河川環境の単調化を引き起こしていることが示された。そこで、北見幌別川水系において、洪水が起こった際の個体数・種数の変化を明らかにした。結果として、農地影響の強度に沿って水生昆虫の全個体数・種数の減少が確認された。種数は農地の存在しない自然河川においては洪水後も約 9 割残存していたのに対し、最も農地影響の強い地点では、約 5 割まで種数が低下していた。減少した種の中には、洪水攪乱に対して強い抵抗性を持つ種や避難場を有効に利用していた種も含まれていた。このことは、農地利用による河川環境の単調化が避難場を消失させ、洪水攪乱の負の効果を増加させていることを示唆している。

農地利用と洪水攪乱の相互作用により、調査河川内には洪水攪乱を受けやすい地点と受けにくい安定的な地点が形成された。これまでの研究では、各地点における群集・個体群動態を明らかにしてきたが、実際の河川では水生昆虫は地点間 (局所個体群間) を頻繁に移動することが知られている。この際、地点間の移出入には偏りがあるとされており、他の地点への個体の供給源となる個体群はソース個体群と呼ばれ、河川全体で個体群が維持される際に最も重要となる。ソース (供給源) とシンク (受け手) の関係性には各個体群の時間的な安定性が強く影響していると言われており、より安定的な個体群がソースとなる傾向がある。そこで洪水攪乱に安定的な自然地点が、農地影響を強く受けている地点へのソースとなっていると仮説を立て、トビケラ 1 種の遺伝子流動から地点間の個体の移出入を評価した。27 地点中 6 地点を選定し (農地影響小 2 地点、中 2 地点、大 2 地点)、MIGRATE プログラムを用いて、移入率の推定を行った。結果として、農地影響の小さい地点から大きい地点に向かって推定移入個体数が多いことが示され、仮説が支持される結果となった。また、遺伝的多様性は各地点であまり違いがなかったが、固有の対立遺伝子は農地影響の小さい地点でより多く確認された。このことは安定的な個体群が、ソースとしての機能をもつと同時に、河川全体の遺伝的多様性にも貢献していることを示している。

本研究が対象とした調査流域は、8 割近くが森林に覆われており、比較的農地影響の小さい河川である。それにも関わらず、農地利用は平水時・洪水時共に水生昆虫に強い負の影響を有していた。本研究における最も重要な結果は、農地河川では洪水攪乱の度に種数の低下 (局所絶滅) が引き起こされていることであり、既存研究で行われてきた平水時のみの農地影響評価では、将来の種多様性の変化を過小推定しかねない。そして、平水時の農地河川における種数・個体数は周囲に存在する安定的な自然河川から個体が供給されることで維持されている可能性があり、河川内の地点間のつながりを考慮しなければ、保全・再生の際の指針を見誤ると結論できる。