

	サウゾム
氏 名	佐藤 臨
本籍（国籍）	青森県
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	連研第連研 696 号
学位授与年月日	平成 29 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物環境科学
学位論文題目	管理されたヨシ原における安定同位体を用いた食物網解析（Food web analysis using stable isotope in managed reedbed）
学位審査委員	主査 弘前大学教授 東 信行 副査 中村 剛之(弘前 准教授), 東 淳樹(岩手 講師), 赤坂 卓美 (帯広 助教)

論文の内容の要旨

青森県はかつて津軽平野に広い低湿地環境を有していたが、現在ではその多くが開発等によって失われている。岩木川下流部の河川敷は比較的規模の大きいヨシ原が残存している場所で、希少な草原性鳥類や湿地性昆虫の繁殖地および生息地の一として知られる。このヨシ原は火入れや刈取りといった伝統的なヨシ管理によって湿地環境が維持されてきたが、近年ヨシ需要の減少によって管理が縮小し、放棄されたヨシ原において植生遷移による湿地の荒廃が問題となっている。低湿地のヨシ群落は水質や土壌の浄化作用、地形侵食防止のほか、水中から陸上を含む湿地性生物に生息場所と食物を提供している重要な環境であり、人為的管理の行われないヨシ原の増加はこうした生物の減少と絶滅を引き起こすと考えられる。ヨシ原の人為的管理が生物に与える影響に関して、一部の鳥類や植物においては多くの研究が行われているが、食物となる昆虫などにおける知見は少ない。また、ヨシ原に生息する生物間の詳細な食物連鎖関係は明らかでなく、湿地生物の保全において重要な生態情報の蓄積が十分でないのが現状である。そのため、ヨシ原生物群集の現状と個々の種における食性、その連鎖によってつくられる複雑な食物網構造を把握することは、保全管理策を策定する上で重要な知見となりうる。よって本研究では、管理の異なるヨシ原において節足動物の群集比較を行うほか、CN 安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N} \cdot \delta^{13}\text{C}$) を用いた食物網の解析によって人為的管理が生物群集に与える影響を評価した。更に、同所的に生息する鳥類および節足動物における餌ニッチ分割を明らかにし、各種にとって重要な餌資源を推

定した。第1章では地表性甲虫を用いた群集解析により、岩木川ヨシ原における湿地性種を主体とした特徴的な群集構造が示された。希少種を含むこの群集の種多様性は刈取りによって高く維持されるが、放置ヨシ原ではこれらの種多様性は著しく減少し、乾燥したヨシ原は湿地性種に不利な環境であった。一方で、刈取りや火入れはリターで越冬する鱗翅目昆虫を除去するため、放置区が鱗翅目の供給源として重要である可能性が示唆された。第2章ではCN安定同位体比による網羅的な解析によってヨシ原食物網が可視化され、C3植物とその腐植を起源とする2つの連鎖系の寄与が大きいことが分かった。捕食者の食性は類似したが、分類群によって安定同位体比の分布傾向は異なり、食性におけるニッチ分割の可能性が示された。第3章では異なる管理区に共通して生息する種において安定同位体比の比較を行ったところ、腐食連鎖を利用する節足動物の $\delta^{13}\text{C}$ に地点差が確認された。これは土壌やリターの $\delta^{13}\text{C}$ 変化と対応しており、 $\delta^{13}\text{C}$ の値は火入れで低く幅が狭いが、放置区では値の幅が大きく全体的に高い $\delta^{13}\text{C}$ を示した。刈取り区は両者の中間値を示しており、この変化は管理区ごとのリター堆積の程度に関連する。つまり、リター堆積の多い放置区は腐植が様々な分解状態にあるが、リターが燃やされた火入れ区の腐植資源は単純で、腐食連鎖に乏しい環境であることが推定された。第4章では鱗翅目昆虫において幼虫から成虫に変態する過程で排出される物質を分析し、羽化時に出される多量の蛹便によって劇的な $\delta^{15}\text{N}$ の濃縮と $\delta^{13}\text{C}$ 変化が起こること、さらに雌雄差があることを明らかにした。成虫の高い $\delta^{15}\text{N}$ は、食物網推定において根拠となる捕食者の $\delta^{15}\text{N}$ が被食者のそれより高くなるという性質に矛盾し、解析に混乱をもたらすものだったが、第5章ではこの同位体差を利用することで、鳥類における種または個体の餌利用（幼虫か成虫か）の違いを推定することができた。ヨシ原で同所的に生息する草原性鳥類において、幼虫を専門に食べるコジュリンと成虫も利用する個体が多いオオジュリンに見られる同属間の資源分割や、他種鳥類との明瞭な資源・採餌空間におけるニッチ分割などが認められた。鳥類は種ごとに様々な資源を必要とするが、多くは鱗翅目を利用しており、餌の供給源として放置区の存在が重要であると考えられた。第6章においては節足動物における餌利用を、オサムシ類、シデムシ類、徘徊性クモ類それぞれで検証し、体サイズや移動能力の異なる種間のニッチ分割を確認した。中大型のオサムシ類成虫は餌ニッチが互いに強く重複する競合種であるが、幼虫期において餌資源を分けている可能性がある。重要種であるマークオサムシなどは湿地に生息する巻貝が重要な資源と考えられ、巻貝が生息しない放置区では餌資源の制約があり生息に適さないことが示唆された。また、飛行能力が無く長距離の移動が不可能なこれらの甲虫は、放置区の増加に伴って生息地が分断化されており、刈取り管理の縮小に伴って絶滅のリスクが高まると考えられた。しかしながら、鱗翅目とそれを餌とする鳥類で示されたように管理の行われない放置区もまたヨシ原の食物網を形成する上で重要な環境であると推測される。火入れまたは刈取りを広範囲に行う画一的な

管理はかえって湿地全体の種多様性を損なう可能性があるため、異なる管理を組み合わせることで多様な環境を創出するような管理を行うことが肝要である。

論文審査の結果の要旨

本研究は、管理の異なるヨシ原において節足動物の群集比較を行い、CN安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N} \cdot \delta^{13}\text{C}$) を用いた食物網解析によって人為的管理が生物群集に与える影響を評価し、同所的に生息する鳥類および節足動物における餌ニッチ分割を明らかにしたものである。

第1章では地表性甲虫を用いた群集解析により、岩木川ヨシ原における湿地性種を主体とした特徴的な群集構造が示された。希少種を含むこの群集の種多様性は刈取りによって高く維持されるが、放置ヨシ原ではこれらの種多様性は著しく減少し、乾燥したヨシ原は湿地性種に不敵な環境であることがわかった。一方で、刈取りや火入れはリターで越冬する鱗翅目昆虫を除去するため、鱗翅目の供給源として放置区の重要性が示唆された。第2章ではCN安定同位体比による網羅的な解析によってヨシ原食物網が可視化され、C3植物とその腐植を起源とする2つの連鎖系の寄与が大きいことを明らかにした。第3章は異なる管理区に共通して生息する種の比較を行い、腐食連鎖を利用する節足動物の $\delta^{13}\text{C}$ に管理の違いによる差を見だし、値は火入れで低く幅が狭いが、放置区では値の幅が大きく全体的に高い $\delta^{13}\text{C}$ を示した。刈取り区は両者の中間値を示しており、この変化は管理区ごとのリター堆積の程度に関連する。つまり、リター堆積の多い放置区は腐植が様々な分解状態にあるが、リターが燃やされた火入れ区の腐植資源は単純で、腐食連鎖に乏しい環境であることが推定された。

第4章では鱗翅目昆虫において幼虫から成虫に至るまでに排出される物質を分析し、羽化時に出される多量の蛹便によって劇的な $\delta^{15}\text{N}$ の濃縮と $\delta^{13}\text{C}$ 変化が起こること、さらに雌雄差があることを明らかにした。成虫の高い $\delta^{15}\text{N}$ は、食物網推定において根拠となる捕食者の $\delta^{15}\text{N}$ が被食者のそれより高くなるという性質に矛盾し、解析に混乱をもたらすものだったが、第5章ではこの同位体差を利用することで、鳥類における種または個体の餌利用（幼虫か成虫か）の違いを推定することができた。ヨシ原で同所的に生息する草原性鳥類において、幼虫を専門に食べるコジュリンと成虫も利用する個体の多いオオジュリンに見られる同属間の資源分割、他種鳥類との明瞭な資源・採餌空間におけるニッチ分割が認められた。鳥類は種ごとに様々な資源を必要とするが多くは鱗翅目を利用しており、餌の供給源として放置区の存在が重要であると考えられた。第6章においては節足動物における餌ニッチ分割を、オサムシ類、シデムシ類、徘徊性クモ類それぞれで検証し、体サイズや移動能力の異なる種間におけるニッチ分割を確認した。中大型のオサムシ類成虫は餌ニッチが互いに強く重複する競合種であるが、幼虫期においては餌資

源を分けている可能性がある。重要種であるマークオサムシなどは湿地に生息する巻貝が重要な資源と考えられ、巻貝が生息しない放置区では餌資源の制約があり生息に適さないことが示唆された。また、飛翔能力が無く長距離の移動が不可能なこれらの甲虫は、放置区の増加に伴って生息地が分断されており、刈取り管理の縮小に伴って絶滅のリスクが高まっていると考えられた。

以上のように、ヨシ原生物群集の食物網を人為的管理の違いに着目して、詳細に解析した研究であり、複数の新しい学術的知見をもたらした内容である。

よって本審査委員会は、「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士(農学)の学位論文として十分価値のあるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文

主論文

1. 佐藤臨, 東信行 (2013)

堤外地におけるヨシ原植生管理の違いがもたらす食物連鎖と物質循環の特性..
河川技術論文集, 第19巻, 447-452.

2. Sato, N. & Azuma, N. (2016)

Isotopic fractionation with morphological change and sexual
specificity in the lappet moth *Euthrix potatoria*.
Entomologia Experimentalis et Applicata. 161(3):181-186.

参考論文

1. 佐藤臨, 東信行 (2013)

人為的管理がヨシ原の地表性甲虫群集に与える影響..
白神研究, 9巻, 11-19.