

令和元年9月9日現在

機関番号：10105

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K20842

研究課題名(和文) 耕作放棄地利用に関する生物多様性と経済活動の両立：忘れられた草地生態系への考慮

研究課題名(英文) Reconciling biodiversity conservation and sustainable economy by using abandoned farmland

研究代表者

赤坂 卓美 (Takumi, Akasaka)

帯広畜産大学・畜産学部・助教

研究者番号：40748357

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は耕作放棄地を用いた新たな経済活動が生物多様性に与える影響を明らかにし、経済性を有する生物多様性保全戦略について検討した。結果、太陽光発電施設においては、施設内を強度(砂利等による)に管理した施設に比べ、除草剤や草刈により中程度に管理している施設で生物多様性が高かった。加えて、家畜による雑草管理を行っている施設では管理コストが大幅に削減でき、生物多様性も増加させられる可能性が示唆された。この他、耕作放棄地に導入された家畜は健康状態が向上し、放棄地に誘致された鳥類により周囲の農地の害虫抑制機能も増加した。今後、耕作放棄地自体が有する生態系サービスに光を当てた管理方法の検討が求められる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、今後も増加し続ける耕作放棄地の再利用方法について検討した。一般的に耕作放棄地を用いた生物多様性保全は自然再生的な側面が強く経済活動との両立を検討することが少ない。本研究では、人が使いながら生物多様性を保全可能な耕作放棄地の再利用手法を、人口減少や高齢化等、土地の放棄が生じている社会的背景を踏まえ低コスト化を前提に検討することができたことは社会的意義が高い。また、本研究は、家畜等を用いた粗放的な管理が一つの解決策であること、耕作放棄地自体が農畜産業にある貢献する可能性があること示唆し、農畜産学と生態学の融合という点で学術的にも意義があるだろう。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to propose new land management strategies to reconcile human well-being and biodiversity conservation under human population declining situations especially focusing on reuse method of abandoned farmland. This study demonstrated that weed control by livestock could reduce ground management cost and potentially increase biodiversity in solar power facility (one of the major reuse methods of abandoned farmland) than other management methods such as leveling ground by gravels, application of herbicide, and mowing by human. Moreover, this study also clarified that diverse vegetation in abandoned farmland may enhance livestock health, and could promote pest predation of surrounding active farmland by providing habitat of grassland bird species. Highlighting ecosystem service provided by abandoned farmland per se will be important to consider new landscape management.

研究分野：保全生態学

キーワード：耕作放棄地 生物多様性保全 農畜産 再生可能エネルギー 生態系サービス 害虫抑制

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

#### 社会的背景

戦後の農地改革に伴い我が国の国土は急速に農地化され、森林や草地の消失など資源の過剰利用(オーバーユース)により、多くの種の個体群が減少し絶滅した。特に草地生態系はその煽りを最も受けた系であるにも関わらず、注視されず「忘れられた生態系」として今もなお劣化し続けている。これに対し、2008年以降我が国の人口は減少傾向に転じ、それに伴い多くの土地利用が放棄されている。その代表的な土地利用が耕作放棄地であり、その面積は、現状でも徳島県とおよそ同等の面積を占めている。一見、耕作放棄地の増加は、自然環境の復元を齎し生物多様性に貢献する可能性が期待されるが一方で、里地里山で維持されてきた草地性の生物の減少を助長する可能性をはらんでおり、耕作放棄地の適切な管理が求められている。先の東日本大震災以降、自然再生エネルギーの需要が増加しており、バイオ燃料やソーラー発電など潜在的なエネルギー共有の場として期待されている。しかし、これらに対する耕作放棄地の利用が急速に進む一方で、生物多様性への影響はあまり調べられていない。このように生物多様性への応答が予想できない状況下での、耕作放棄地の乱用は、不可逆的な影響を及ぼしかねないとされている。これからも増えゆく耕作放棄地に対し、個々の利用形態による利益と損失を把握し、生物多様性と経済活動のwin winな関係を提示することが急務である。

#### 学術的背景

##### 異なる利用形態に対する生物多様性への応答の把握

生物多様性保全と耕作放棄地の適切な管理は、我が国の長期的な国土保全の上で重要な課題の一つである。この課題解決のためには、「耕作放棄地の立地や放棄前の利用強度と生物の分布の関係の把握」と、「耕作放棄地の異なる再利用形態に対する生物の応答」の二つの課題に着目する必要がある。また、例えば、バイオ燃料用地における管理の粗放化と生物多様性の関係など、管理強度の影響についても考慮する必要がある。しかし、放棄後の植生の遷移などはいくつか先行研究があるが、耕作放棄地が生物多様性に与える影響は未だ明らかになっていない。特に、エネルギー供給地などの新たな利用形態と生物の分布の関係については、用地の乱用の危険性などを警告する意見論文は存在するものの、実証研究は未だに存在しない。今後、放棄後の自然復元とともに、国際的に重要となってくるエネルギー問題に対し、適切な再利用方法の発信は重要となる。また、同時に、生物多様性への貢献のみでなく、それぞれの利用形態から得られる経済効果の把握も欠かせない事項である。各利用形態における経済性と生物多様性のトレードオフを考慮した管理が持続的な資源利用のためには急務となっている。

日本は最も人口減少が進行している国の一つである。将来、世界的な問題となることが確実である人口減少問題を先取りし、アンダーユーズ下で如何に発展していくかを世界に発信することが求められる

##### 広域における土地利用との関係

耕作放棄地の様々な利用形態に対する生物多様性への応答は、個々の放棄地といった局所スケールのみでなく、周辺の土地利用や気候や標高などの地域性を踏まえた広域スケールでの把握も必要になる。広域における土地利用や気象・地形情報は、GISデータベースとして時系列データが整備されるようになり、それらを使用した研究も進んできている(例えば、Yamanaka et al, in press, Ecol Indic, )。これらを用いることで、広域スケールでの時空間的な解析が可能となっており、我が国における草地性鳥類の減少が全国スケールで明らかになっている(Yamaura et al. 2009, Anim. Conserv.; 2011, Oikos)。本申請は、このようなデータを用い、それぞれの利用形態の適切な空間配置も明らかにする。更に、将来的な放棄地増加への対策についてもシナリオ分析により検討する。これにより、今後増え続ける耕作放棄地に対し有効な土地管理方法を提言する。

### 2. 研究の目的

急激な人口減少やTPP問題など新たな社会問題を抱える日本において、増加する耕作放棄地を如何に有効利用していくかが重要な課題となってくる。この課題に対し、有効利用できるものは何もない。本研究は、最も急激な人口減少が予想される北海道において、耕作放棄地の増加に伴う野生動物の応答、バイオ燃料やソーラー発電等のエネルギー資源を獲得する場とした際の生物多様性への影響を明らかにする。また、耕作放棄地の個々の利用形態による生物多様性への影響を広域で捉え、シナリオ分析により適切な土地利用管理手法を提言する。

具体的には、地域または局所(例えば圃場)スケールで現地調査を実施し、耕作放棄地の新たな利用形態や管理強度に対する生物の応答について複数分類群(植物、鳥類、陸生昆虫)を対象に明らかにする。利用形態としては、「放置(自然復元)」、「エネルギー供給地(ソーラー発電、バイオ燃料)」、および、リファレンスサイト(耕作地)とする。また、現地調査により得られたデータと既存生物情報、土地利用や気象などの既存データを用いて、地域性や周辺環境等の空間配置が生物多様性に与える影響についても検討する。個々の利用形態における経済性について

も、空間配置および管理強度から明らかにし、生物への応答の結果と併せてトレードオフ解析を行う。

### 3. 研究の方法

耕作放棄地そのものが生物多様性保全に果たす役割を検討するために、根釧地域と十勝地域に存在する耕作放棄地を地方自治体および農業行動組合への聞き取り調査により抽出した。結果、根釧地域において25の耕作放棄地を抽出した。また、対象区として耕作地への改変前の土地利用である湿地を6か所、現在も牧草地として利用している圃場を6か所抽出した。同様に、十勝地域においても、面積の異なる14の耕作放棄地を地方自治体への聞き取り調査により抽出し、加えて、現在も耕作地として利用している圃場を9か所対象区として抽出し、これらの調査地において、生物多様性を評価した。尚、根釧地域（従来は湿地環境）と十勝地域（従来は草地環境）間の特徴の違いから、根釧地域では地上徘徊性昆虫を、十勝地域では鳥類を指標種として用いた。根釧地域においては、各調査地において16個のピットホールトラップを夏季と秋季に2週間設置し、採集された地上徘徊性昆虫の種、個体数、およびハビタットタイプ（湿地性/開放地性）を記録した。十勝地域においては、各調査地において調査地の面積に応じた距離で、春季にラインセンサスを3回ずつ実施し、出現種数および個体数、ハビタットタイプ（草地性/森林性）を記録した。また、各指標種の生息場評価として、各調査地において植生の草丈高や立体構造を計測した（根釧地域では各調査地10か所、十勝地域では各調査地につき20か所で計測）。加えて、根釧地域においては、湿地環境への回復度を把握するために、土壌水分量も計測した。これらのデータを用いて、耕作放棄地と対象区の生物多様性の比較、および、耕作放棄地の生物多様性の向上に影響する要因を検討した。

また、十勝地方は、日本を代表する農業生産地域である。このため、十勝地域においては、鳥類を介した耕作放棄地の害虫駆除機能についても疑似餌を用いて評価した。各放棄地に隣接する耕作地および、対象区として耕作放棄地が周囲に存在しない耕作地において、プラスチック粘土で作成した疑似餌を2週間設置し（各圃場につきおよそ100個程度）鳥類の捕食跡から害虫捕食量を記録し、耕作放棄地の有無による害虫捕食量の違いを一般化線形モデルによる検討した。

エネルギー施設の管理強度と生物多様性保全の関係を明らかにするために、まず太陽光発電施設等のエネルギー施設および耕作放棄地をランダムに抽出した。本研究の特性上、調査地は全て民有地である。このため、全ての調査地の中から土地管理者に立ち入り許可をいただけた調査地のみ対象とした。まず太陽光発電施設においては、利用可能となった施設が11か所であった。このうち、強管理強度（砂利やアスファルトによる整地）の施設が2か所、中管理強度施設（定期的な草刈りと除草剤散布）が8か所、低管理強度（雑草地に家畜を放牧）の施設が1か所であった。尚、各調査施設間の独立性を考慮して、少なくとも施設間の距離は1km以上とした。これらの施設において、鳥類、植物、昆虫類の種数および個体数をそれぞれ定量化した。本来、鳥類の多様性評価は繁殖期である春季に実施するのが好ましい。ただし、土地管理等の問題により春季の立ち入りが困難であったため、各調査地において3回ずつ夏季にラインセンサスにより出現種および各種の個体数を記録した。植物については、各調査地に1×1mのコドラートを10個設置し、コドラート内の出現種および各種の被度を記録した。また、植物調査で設置したコドラートにおいて、スウィーピング（20回）により昆虫類を補虫した。本研究では指標種として代表的な長翅目のみに着目することとし、長翅目の出現種数および個体数を記録した。以上により得られた生物データと各施設の管理強度の関係性を、一般化線形混合モデルを用いて検討した。ただし、鳥類についてはカイ二乗検定を実施した。

### 4. 研究成果

まず、耕作放棄地そのものが有する野生生物の生息場として価値を、放棄年数、局所および周辺環境を考慮して地上徘徊性昆虫を対象に調査した。この際、放棄後の生態系回復をより見やすくするため、そして、最も減少している生態系への貢献を検討するために、従来は湿地環境であった耕作放棄地を対象とした。結果、耕作放棄地における湿地性種の種組成は、現在も利用されている耕作地よりも、湿地環境の種組成に類似していた。これは、放棄年の増加に伴い耕作放棄地の土壌水分量が増加したと関係が有るかもしれない。このことから耕作放棄地はそのもの自体が従来の野生生物の生息場の代替となる可能性を示唆する。しかし、湿地環境に比べ乾燥した湿地を好む種の組成も豊富であったことから、人の積極的な介入なしには耕作放棄地は野生生物の生息場としての価値を十分に発揮できない可能性も否定できないこともまた懸念された。

人の積極的な介入は、経済活動の場としての価値なしには持続性を確保できない。耕作放棄地の代表的な再利用方法の一つである太陽光発電は、経済性を有す一方で草地管理が多様である。管理強度の異なる太陽光発電施設において、植物、昆虫、そして鳥類の多様性を調査した。その結果、砂利やアスファルトによる施設管理（強管理強度）を実施している施設では、施設内の雑草を除草剤と人の手による定期的な草刈りにより管理している施設（中管理強度）に比べ、生物多様性が低かった。しかし、中程度の管理強度の施設においてでさえ、毎年の運営コストの中で草刈が最もコストが高く課題となっていることも明らかになった。一方で、施設内に草食性の家畜

を導入することにより雑草管理を行っている施設(弱管理強度)では、管理コストを大幅に低減できることが期待されるほか、植物および昆虫に対して優れた生息環境を提供することが明らかになった。しかし、鳥類の種多様性に対しては、中管理強度の施設と同様であった。これは、家畜の存在による繁殖行動への妨害などが関係していると考えられるが、いずれにせよ強管理強度の施設よりも高い種多様性を示した。人口減少下において人員を十分に確保できない可能性は今後増加してくると考えられる。このような状況下において家畜を用いた施設管理は、経済性の向上と生物多様性保全において一つの考え方であることを示唆することができたといえる。また、本研究は、耕作放棄地に導入された家畜の健康状態を調べたところ、耕作放棄地の導入前後で家畜の内部寄生虫量が著しく減少していることも明らかにしたほか、耕作放棄地で飼養した家畜は食味が優れることも明らかにした。このことは、家畜の採食による雑草管理という家畜から人への考え方のみでなく、耕作放棄地から家畜への生態系サービスが畜産業に貢献することを意味し、雑草管理とともに食肉生産を効率的に両立できる可能性を示唆する。

この他の耕作放棄地の再利用方法として、バイオ燃料などが挙げられる。耕作放棄地を用いたバイオ燃料施設を考えた場合、耕作放棄地そのものと想定されるため、低管理強度の環境となる。このような場所は、多くの鳥類の生息地を提供し、耕作放棄地の面積の増加に伴い多くの草地性鳥類の種数および個体数が増加した。また、稚樹が存在する遷移初期に相当する耕作放棄地等、植物の空間構造が複雑な場所では、森林性鳥類も生息が確認され、最も種多様性が高くなった。それだけでなく、放棄地に誘致された鳥類は、周囲の農地において高い害虫抑制効果を有しており、その効果は耕作放棄地の面積と下に凸の関係を示しており、小さいあるいは大きい場合に大きかった。また、本調査地において最も優占していた種(ノビタキ、*Saxicola torquatus*)の個体数と害虫捕食量は強く関係していた。

多くの耕作放棄地(特に牧草地)は、従来の管理強度が高いため放置していても植生の多様性は著しく増加することは少ない。このため、生息地の質としては高くないことが多いため、面積の増加に対して生息する個体数の増加速度は遅くなる。このような状況下では、一定の面積に到達するまでは、面積の増加に対して鳥類の密度が減少することになる。このことが、本研究における耕作放棄地面積と鳥類の個体数(特にノビタキ)の関係を生じさせ、結果として害虫捕食量が中程度の耕作放棄地面積で低くなったのだろう。

耕作放棄地の発生プロセスは様々であるが、集約的農業に伴う農業機械の大型化が原因の場合小規模な耕作地放棄地を創出する。一方で人口減少や農業従事者の高齢化が原因である場合前者に比べ大きい面積の耕作地が放棄される。これら異なる放棄プロセスを考慮した耕作放棄地の面積と空間配置の管理が生態系サービス量を最大化していくと考えられる。また、害虫抑制サービスは、森林の空間は位置によっても変化し、森林がモザイク状に存在する景観において高くなることも明らかにしたことから、今後の放棄形態のみでなく、草地性鳥類の生息場となりうる森林と農地のエコトーンとの相互作用を考慮した土地管理計画が欠かせないだろう。

以上から、耕作放棄地を再利用していく上で、経済性と生物多様性保全の両立は十分に可能であり、家畜を用いることで両立はより促進される可能性を示唆する。また、今後は、耕作放棄地そのものの有する生態系サービス量を考慮することもまた重要となってくるだろう。

## 5. 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計 1 件)

Yamanaka, S., Akasaka, T., Yabuhara, Y., & Nakamura, F. (2017). Influence of farmland abandonment on the species composition of wetland ground beetles in Kushiro, Japan. *Agriculture, ecosystems & environment*, 249, 31-37. doi.org/10.1016/j.agee.2017.07.027 (査読有り)

### 〔学会発表〕(計 1 件)

平田瑞穂、赤坂卓美(2019) 耕作放棄地が鳥類の多様性と害虫抑制サービスに与える影響、日本生態学会、神戸大会

### 〔図書〕(計 0 件)

### 〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等  
なし  
6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：なし  
ローマ字氏名：なし  
所属研究機関名：なし  
部局名：なし  
職名：なし  
研究者番号（8桁）：なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名：内田圭  
ローマ字氏名：Kei UCHIDA

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。