

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12254

研究課題名（和文）アンダーユース問題解決のための生態系機能を活用した省力的な放棄地管理の評価

研究課題名（英文）Assessment of labor-saving abandoned land management utilizing ecosystem functions to solve underuse problems

研究代表者

伊藤 浩二（ITO, Koji）

岐阜大学・地域協学センター・助教

研究者番号：30530141

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：身近な自然の管理放棄地の持続的管理・活用を目的に、石川県内で新たに構築されつつある特徴的な社会生態システム（クヌギ植林、水稲栽培、法面管理）に着目し、生物多様性、生態系サービス（供給サービス）、復元・管理コストをそれぞれ継続調査し、4年間のスパンでこれら指標が対照地と比較して高いレベルで同時に達成可能かを検証した。その結果、管理放棄地のような一般に生産条件として良くない場所でも、供給サービスを確保しながら生物多様性保全や景観保全に寄与できることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

里地里山のような人間と自然が相互作用で作り出す社会生態システムでは、近年、先進国を中心に人口減少の影響で管理放棄が進行し、放棄地が拡大している（アンダーユース問題）。本研究では身近な自然の管理放棄地において、生態系が持つ環境改善機能を生かした省力的な生態系管理を行うことで、生態系保全だけが目的でない21世紀型の里山システムを創出することが可能であることを示す実証的なデータを得た。

昆明-モントリオール生物多様性枠組で合意された世界的目標であるネイチャーポジティブの具体的な達成手法として荒廃地の自然再生技術が注目を浴びる中、本成果は技術化には未だ途上にはあるもののその可能性を開くことができた。

研究成果の概要（英文）：Aiming at the sustainable management and use of abandoned land nearby, we focused on distinctive socio-ecological systems (sawtoothed oak forests, rice fields, and slope management) that are being newly established in Ishikawa Prefecture, and examined 1) biodiversity, 2) ecosystem services (provisioning services), and 3) restoration and management costs, respectively.

The results showed that even generally unfavorable production conditions, such as abandoned land, can contribute to biodiversity and landscape conservation while ensuring provisioning services.

研究分野：生態系管理

キーワード：生態系管理 生物多様性 生態系サービス 里山 社会生態システム 管理放棄地 粗放的管理 植生

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本の里地里山のような人間と自然が作り出す「社会生態システム」は、豊かな生物多様性の保全と、収穫物等の自然の恵み、即ち生態系サービスを同時に得ることができる持続的な土地利用システムと言われる。しかし、近年の経済・社会環境の変化に伴い、自然の利用低下(アンダーユース)が生じ、里山林や水田では管理放棄と植生遷移が進行している。このため、生態系サービスの低下のみならず、イノシシやクマによる獣害、景観悪化、病害虫のような負の生態系サービスを生む温床とさえなっている。特に人口減少著しい農村地域では、今後さらなる担い手不足により従前の人為的管理が困難になることが予想されることから、省力的管理を前提とした現実的な生態系管理方法の提案が必要とされる。草刈りや植樹、有機物施用などの適切な人為干渉により、管理継続のインセンティブにつながる新たな生態系サービスを生み出すような時代に合った里山の社会生態システムを創出することが、人口減少社会における管理放棄地対策の鍵となる。

本研究は、これまでの政策で推し進められてきた、集約的な労働力や資本投下による農地再生プログラムで「元の生産農地を取り戻す」形の放棄地利用とは異なるオルタナティブな提案として、「省力的に最小限の人為管理の下で、生態系サービスを得ながら継続的に管理放棄地を維持管理することができる農林業システムモデルを実証的に提案する」という命題に答えるものである。

2. 研究の目的

本研究の着眼点は、管理放棄地に対する人為的管理の労力・コストを最小化するために、元来生態系に備わる生態系機能を管理放棄地の復元・活用に生かすことである。例として、畑作放棄地にクヌギ等の陽樹を植えることで、早期に樹冠を形成させ林床的環境を生み出すことで、競争的植物種の勢いを抑え、ストレス耐性や攪乱耐性の強い植物種の定着が促すことにより、生産性と生物多様性保全の両立を図ることができる。また、水田放棄地を復田して湿性作物を栽培する際に、肥培目的で裁断草木を投入する伝統的農法である刈敷(かりしき)を活用することが考えられる。これにより復元水田のみならず周辺の耕作放棄地にも管理が同時に及ぶことで、省力的かつ広範囲で生物多様性保全と両立した管理放棄地の再生が期待される。さらに、セイタカアワダチソウなどの外来植物が侵入し容易に植生管理することが困難になった法面放棄地では、光合成産物の地下部転流の時機に応じて草刈り頻度とタイミングを変えることで、省力的に景観維持を行うとともに、頻繁な刈取りに適応したフキなどの山菜利用との両立を図ることが期待される。

そこで本研究の目的は、群集生態学等の生態学的知見や、生物資源利用による資源循環型の作物栽培といった生産科学的知見を併せて組み入れることで、耕作放棄地の省力的利用による生態系サービスの維持・向上と、生物多様性保全の両立を目的とした『21世紀型の新たな里山利用システム』の構築が可能であることを、フィールドでの実証試験および生産現場のデータから明らかにすることである。

3. 研究の方法

石川県で新たに創出されつつある社会生態システムとして、3タイプの管理放棄地の復元管理モデル(A:クヌギ植林、B:水稲栽培、C:法面管理)を選定し、管理方法や履歴の異なる調査区を設け、生物多様性、生産性や供給サービス、復元・管理コストの観点から調査を行い、4年間でこれら指標が、耕作放棄地と比較して高いレベルで同時に達成可能かどうかを検証した。また順応的管理の考えに基づき、これらの評価で得られた知見を管理手法の改善に生産者とともにフィードバックすることで、学術的知見のみならず実践的知見の蓄積・創出を目指す。

4. 研究成果

(1) クヌギ植林モデル

石川県珠洲市の奥能登丘陵に位置する広葉樹二次林を開削してできた畑地(昭和40年代の国営開発事業地)が耕作放棄地となった場所で、地元の製炭業者が管理してクヌギ植林を行った林齢の異なる林分を対象にクロノシーケンス法による植生調査を行った。ここではほぼ8年おきにクヌギ伐採・萌芽を繰り返している。クヌギは高級木炭である茶の湯炭の材料として使われている。

生物多様性の調査

2020年および2023年に管理履歴が異なるクヌギ植林地の林床に方形区を複数設置し、植物社会学的植生調査を行い、植物種多様性や種組成の違いと管理条件との関係性を多変量解析手法で検討するとともに、植樹に伴う管理放棄地からの自然再生過程を植生遷移の視点から明らかにすることとした。

2020年の調査では、植樹2、3年後の林分では耕地雑草群落および荒地雑草群落を特色づける一年生草本の出現が特徴的であった一方、植樹後8-9年を経過した林分ではクヌギ林冠がほぼ閉塞し、森林生および草原生の小型多年生草本や木本種実生が増加していた。また萌芽更新を1

回経験した林分では一時的にイタドリ、フキが優占する草原的環境に変化したものの、ニシノホンモンジスゲ、ミツバツチグリ等の林冠閉鎖時に増加した種が引き続き共存しており、種多様性の大きな低下は認められなかった。萌芽更新後再び林冠閉鎖した林分では、イタドリやシシウドなど高茎草本群落を構成する種群が低被度で存続する一方、草原生種や鳥散布によると思われる木本種の増加により種多様度の高い林床植生が形成されていた。

2023年の調査でも同様に、植樹後間もない林分では耕地雑草群落および荒地雑草群落を特色づける一年生草本の出現が特徴的であったが、一部の林冠が閉鎖しはじめた方形区では2020年と比較し林床にススキやフキが優占する群落タイプへの移行が認められた。また植樹からの経過年数に伴う林床植物種数の増加速度が遅い林分が認められ、植樹前の土地利用履歴の違い(畑作か果樹作か)が影響を与えている可能性が考えられた。

供給サービスおよび復元・管理コストの調査

2021年および2022年に、耕作放棄地から新たに得られた生態系サービスのうち、供給サービスに相当する生産物の収穫量、推定生産額を評価した。クヌギ収穫には最低でも8年かかるため、収穫量に代わる指標として毎木調査により樹高および胸高直径から材積推定と年間成長速度を算出すると共に、生産額は研究協力者からの情報提供で収穫量に基づく予想生産額を算出した。

またクヌギ収穫時の伐採方法として従来の地際伐採に代わる地上50cm付近での伐採(いわゆる台場クヌギ)による萌芽成長状況の調査を行い、木炭の生産効率を高めるための管理方法について検討した。これらにより効率的な炭材確保につながる施業方法と生物多様性・生態系サービス向上の両立につながる管理手法を検討した。

(2) 水稲栽培モデル

実験1年目は、石川県珠洲市の地元NPOが保全管理する耕作放棄地(ヨシ群落)および無肥料栽培水田を対象に水稲栽培実験(コシヒカリ)と生物調査を行った。対象地の多くは耕作放棄してから少なくとも20年以上経過しているが、NPOにより一部区画にて2007年から復田されている。周辺耕作放棄地から刈り取ったヨシを長さ5cmほどに裁断したもの(刈敷)をイネ移植後に条間に乾重500kg/10a相当量を施用した処理区と、無施用の対照区を用意した。各4反復の実験区を設置し、水生動物および水田雑草の種組成を調査した。水生動物については刈敷の有無で種組成および種数に明確な違いは認められなかったが、個体数は刈敷ありで若干多い傾向がみられた。

研究2年目は、地域の慣行で行われている水稲栽培(コシヒカリ特別栽培米レベル、化学肥料、化学除草剤施用あり)が行われている水田内に畔板で囲った実験区画を設置し、ヨシ刈敷の施用量水準を変えて(無施用、乾重443kg/10a施用、乾重886kg/10a施用)比較栽培を行うとともに生物調査を実施した。その結果、米生産量増加に有意な効果を見出せなかったが、玄米品質(食味値、整粒歩合)に統計的に有意な向上が認められた。ヨシ刈敷の最適投入量としては水田耕作面積の50%の面積で採取可能な量であると考えられた。

研究3年目は、2年目と同様に水稲栽培水田(ひやくまん穀)内に実験区を設置し、ヨシ刈敷投入処理に加えて、鉄材(酸化第二鉄)および茶殻投入によるタンニン鉄の供給が窒素固定細菌の促進を通じてイネの成長に及ぼす効果ならびに、玄米品質向上効果の検証を行った。その結果、玄米生産量に対し統計的に有意な効果を見出せなかった。これには栽培するイネ品種の違いの影響が考えられた。

研究4年目は、ヨシ刈敷投入、鉄材投入による玄米収量及び玄米品質に対する効果検証を、土壌栄養塩レベルとコメの品種を変えたイネのポット栽培試験を行い、ヨシ刈敷の投入効果が現われるメカニズムの解明に取り組んだ。その結果、無化学肥料栽培、慣行栽培いずれの条件下でもヨシ刈敷および酸化第二鉄の施用がコシヒカリ玄米収量の増加に寄与することが判明したが、その効果量は限定的であり、実用レベルの技術化にあたっては窒素固定に寄与する水田土壌微生物の添加などが必要だと考えられた。

(3) 法面管理モデル

都市近郊の里山放棄で問題となっている管理放棄によるクズやセイタカアワダチソウの繁茂による偏向遷移の課題解決を念頭に、金沢大学角間キャンパス(金沢市)内の切土ないし盛土斜面地を対象に、植生管理頻度・時期と植生の関係性を明らかにした。ハンマーナイフモア(オーレック社HRC664)を用いた地上部刈取りを2021年は年2回(8月、10月)、年1回(8月)、年1回(10月)、年0回、2022年から2年間は年4回(6-9月)、年3回(6-8月)、年1回(11月)、年0回と頻度を変え実施した。各処理区において3反復ずつ方形区を設置し、春季植生(5月下旬)および秋季植生(11月上旬)を対象にした植生調査(被度、群度、植物高)および土壌条件調査(土壌硬度、土壌体積水分率)を行うことで、クズおよびセイタカアワダチソウの抑制効果と生物多様性保全状況の評価、環境条件との対応関係の検討を行った。

その結果、クズの繁茂自体は継続的な年1-2回刈取りで抑制可能だが、その頻度ではかえってセイタカアワダチソウの増加を招く恐れがあり、景観・緑地利用上の問題を解決するにはセイ

タカアワダチソウに焦点を当てた別の対策指針が必要であることが判明した。具体的には、6-9月期間中、年3回以下の刈取りではセイタカアワダチソウのさらなる増殖を招く恐れがあり、景観上の問題を解決するには6-9月の毎月の草刈り(計4回)が必要であることが判明した。ただし6-9月の期間中に年3回の草刈り管理を2年以上継続することで、生物多様性保全および景観保全上問題となるクズおよびセイタカアワダチソウの2種を同時に抑制することが可能であると判明した。また、山菜としての利用価値が高いフキ・ヨモギを増やすには年2回の刈取りが必要であった。このような生態系サービスの獲得は、景観に配慮した植生管理を行う動機づけとなることが期待できる。

以上から、里山のアンダーユース問題と生産性向上の同時解決に寄与する生産活動と生物多様性保全を一体的に進めることができるエビデンスを得た。社会生態システムとしての持続可能性を向上させるため、現場での技術普及を図る実用段階へ進むことが期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Kohsaka Ryo, Ito Koji, Miyake Yoshitaka, Uchiyama Yuta	4. 巻 497
2. 論文標題 Cultural ecosystem services from the afforestation of rice terraces and farmland: Emerging services as an alternative to monoculturalization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Forest Ecology and Management	6. 最初と最後の頁 119481-119481
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.foreco.2021.119481	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 伊藤浩二・大野長一郎	4. 巻 963
2. 論文標題 能登半島で実践するクヌギ植林による耕作放棄地活用とその発展可能性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 森林技術	6. 最初と最後の頁 12-15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Lailati Masfiro, Shang Yichen, Huynh Thien Quang, Ito Koji, Katsumi Naoya, Mizuuchi Yumiko, Ino Masaya, Takashima Tadao, Usio Nisikawa	4. 巻 3
2. 論文標題 Effects of ground bamboo application on weed suppression and rice production: a 3-year paddy field experiment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 CABI Agriculture and Bioscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s43170-022-00087-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Usio Nisikawa, Lailati Masfiro, Huynh Thien Quang, Shang Yichen, Ito Koji, Katsumi Naoya, Mizuuchi Yumiko, Ino Masaya	4. 巻 19
2. 論文標題 Effectiveness of ground bamboo mulching in suppressing weeds and enhancing rice production: a microcosm experiment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Paddy and Water Environment	6. 最初と最後の頁 159 ~ 171
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10333-020-00827-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 伊藤浩二, 野尻博美
2. 発表標題 継続的な刈取り処理によるクズおよびセイタカアワダチソウ群落の抑制効果の検証
3. 学会等名 日本生態学会第71回横浜大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 伊藤浩二・野尻博美
2. 発表標題 刈払い管理はクズ-セイタカアワダチソウ群落を別の群落へと転換させることが可能か？
3. 学会等名 日本生態学会第70回仙台大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊藤浩二・野尻博美
2. 発表標題 刈取りによる植生管理でクズ群落を抑制可能か？～生態系サービスとの相乗効果を狙って
3. 学会等名 日本生態学会第69回福岡大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤 浩二 , 大野 長一郎
2. 発表標題 耕作放棄地に植樹したクヌギ林の林床群落組成と施業履歴の関係
3. 学会等名 日本生態学会第68回岡山大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Koji Ito, Nisikawa Usio	4. 発行年 2024年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 227
3. 書名 Chapter 12 Vegetation Surveys, Environmental Measurement, and Analysis: Biodiversity Conservation in Satoyama, In: Field Work and Laboratory Experiments in Integrated Environmental Sciences, Noriko Hasebe, Masato Honda, Keisuke Fukushi, Seiya Nagao (eds.)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	大野 長一郎 (Ohno Cho-ichiro)		
研究協力者	野尻 博美 (Nojiri Hiromi)		
研究協力者	宇都宮 大輔 (Utsunomiya Daisuke)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------