

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 4 月 18 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24380016

研究課題名(和文) 農村ランドスケープにおける半自然草地再生に向けた実験景観生態学的研究

研究課題名(英文) Experimental landscape-ecological studies on restoration of semi-natural grasslands in rural landscapes

研究代表者

大黒 俊哉 (OKURO, Toshiya)

東京大学・農学生命科学研究科・教授

研究者番号：70354024

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,600,000円

研究成果の概要(和文)：制御された環境下で大規模野外実験を実施し、実験景観生態学的手法により、半自然草地を構成する草原性植物の発芽・成長・再生産にいたる生態的特性と刈り取り等に対する反応を実験的に解明するとともに、半自然草地の生態系サービス(雑草制御サービス)の効果と動態を野外で検証した。以上の成果にもとづき、半自然草地の復元技術および復元計画に資する信頼性・客観性・汎用性の高い学術的基盤情報(データベース)を構築した。

研究成果の概要(英文)：We carried out large-scale field experiments under controlled environment and elucidated the ecological characteristics in various stages ranging from germination, growth, to reproduction and response to disturbances such as cutting/mowing of the semi-natural grassland plant species through experimental landscape-ecological approaches. We also examined the effect and dynamics of ecosystem services (weed control service) in semi-natural grasslands. Based on those results, we developed database systems of ecological characteristics of semi-natural grassland plant species with high reliability, objectivity and applicability, which could contribute to the improvement of restoration technology and planning of semi-natural grasslands.

研究分野：景観生態学

キーワード：自然再生 半自然草地 生態系サービス

1. 研究開始当初の背景

東アジアモンスーン地域に成立する草原植生の多くは、人為的な働きかけによって維持されてきた半自然草地である。日本の草地もかつては、草地農業(放牧)が行われる山地・傾斜地のみならず、平地、台地や丘陵地においても役畜の飼料採集や自給肥料の供給地として広範に分布し、いわゆる「里山」とよばれる農村ランドスケープの主要な構成要素のひとつであった。しかし、明治・大正期には当時の水田面積を上回る面積(国土の約11%)を占めていた草地は現在、数%にも満たない程度にまで減少し、草原性植物の多くが消失の危機に瀕しており、その保全と再生が生物多様性保全の観点から急務の課題となっている(農林水産省, 2009)。とくに、草原性植物は一般に埋土種子を形成しにくいことから、半自然草地の再生には草原性植物の再導入による復元が必要であり、そのための技術開発が求められている。

農村ランドスケープにおける半自然草地の生物多様性はまた、生態系サービスの発現を通じて農業生産の持続性にも貢献することが指摘されている(大黒・武内, 2010)。とりわけ、花粉媒介者、天敵や種子食性昆虫のハビタット提供を通じた、送粉サービス(Taki et al., 2010)や害虫・雑草制御サービス(Ichihara et al., 2011)など、環境保全型農業に資する半自然草地の重要性が、近年の研究により明らかになりつつある。農林地とセットで存在する半自然草地のこうした生態系サービスは、農地や林地など他の構成要素と隣接しつつ適切に配置されることにより最大限に発揮されることから、半自然草地の復元に際しては、農村ランドスケープの構成要素として最適な空間配置を考慮することが、生物多様性保全と生態系サービスの再生をはかるうえで重要である。

草原性植物の発芽、成長、再生産にいたる生理生態的特性や、刈取り等の人為的攪乱に対する反応は種によって様々である。そのため、半自然草地の保全・再生のためにはまず、これらの特性を種ごとに明らかにする必要があり、こうした観点からの研究は申請者を含め国内外で多くの蓄積がある。しかし既存研究の大半は、実際の自然再生の現場での調査や管理試験によるものであり、それぞれ環境要因や土地利用履歴等の条件が異なる個別事例の収集にとどまっているため、相互比較や他地域への適用が難しい。そのため、今後の半自然草地の復元に際し、適切な復元目標種の設定や復元技術選択の指針として既存の成果を活用することは現状では困難である。

一方、半自然草地の生態系サービスについては、上記のような事例が各地で報告されているものの、多数の環境要因が存在する個別事例での実態解明の段階にとどまっている。農村ランドスケープのモザイク構造を実験的に再現し、構成要素の空間配置と生物多様

性との関係を実証した研究としては守山(1992)の例があるが、半自然草地の生態系サービスに着目した実証研究は未着手であり、半自然草地の復元計画における最適な空間配置につながる知見は得られていない。

以上のように、半自然草地の復元に関してはこれまで、技術面および計画面から広範な研究が進められているものの、事例収集や実態解明にとどまっており、汎用的な復元技術や空間計画に結びつく成果となっていない。一方、モザイク状景観における半自然草地の生物多様性や生態系サービスの価値に由来から着目してきたヨーロッパ諸国においては、草原性植物の個生態や生活史特性に関する情報が種レベルで比較可能な形で整備されるとともに、生態系サービスと関連した空間配置の効果についても実証的な研究が進められており、それらの成果は環境便益に関する基準・指標の策定に貢献している(EEA/UNEP, 2004)。逆にいえばわが国の現状は、植生復元という技術開発の側面のみならず、農業政策への貢献という面からも問題といわざるを得ない。

2. 研究の目的

上記の背景をふまえ、本研究では、半自然草地の復元技術および復元計画に資する信頼性・客観性・汎用性の高い学術的基盤情報を得ることを目的として、制御された環境下で大規模野外実験を実施する。具体的には、草地再生実験区および農村モザイク再現実験区からなる「半自然草地再生実験フィールド」を造成し、集中的な野外実験・観測を展開する。具体的な目標と内容は下記の通りである。

(1) 草原性植物の種特性の実験的解明：草地再生実験区において、半自然草地を構成する主要な草原性植物を選定し、それらの発芽・成長・再生産にいたる生態的特性と刈り取り等に対する反応を制御された環境下で実験的に解明する。

(2) 半自然草地の生態系サービスの実験的解明：農村モザイク再現実験区において、空間配置と関連した生態系サービスのなかで近年実態解明が進みつつも実証研究が未着手の雑草制御サービス(半自然草地をハビタットとする種子食性昆虫による雑草発生抑制機能)に着目し、その効果を実験的に解明する。

(3) 半自然草地再生データベースの構築：
(1)および(2)の解析結果に基づき、草原性植物の種特性、復元目標種および復元技術の選択指針、生態系(雑草制御)サービスと空間配置の関係をとりまとめたうえでデータベースを作成し、Web上で公開するシステムを構築する。

また、野外条件下においても半自然草地の再生に関わる調査実験をあわせて実施し、実際の技術適用における問題点等を検討した。

3. 研究の方法

本研究を開始するにあたり、付属施設である生態調和農学機構・西東京フィールド（東京都西東京市）敷地内およびその他の圃場内に、「半自然草地再生実験フィールド」をあらたに造成したうえで、下記実験を実施した。

（1）草原性植物の種特性の実験的解明

【対象種の選定】本実験では、半自然草地を代表するススキ草原の主要構成種（ススキクラス標徴種）群を中心とした10種程度をターゲット種として選定した。これらは種子繁殖により更新する多年生草本であり、播種による再導入にも適していることから、復元目標種の候補となり得る種群である。ターゲット種の種子は、関東近辺のドナーサイトでの採集または研究機関からの譲渡等により、あらかじめ十分な量を確保した。

【実験圃場の設定および調査】「草地再生実験区」を均質に耕起・均平化した後、小区画に分画し、これを小実験区として設定した。半自然草地では一般に、大型イネ科多年生草本が Matrix-forming (MF) 種として優占し、株間の小ギャップに上記対象種のようなススキクラス構成種が生育するが、その発芽・成長・再生産のパターンは、MF 種の生育型に基づく優占形態の違いによって大きく異なることが知られている。そこで、半自然草地における Matrix-forming(MF)種の代表的な優占形態を再現するため、叢生型 MF 種優占区、匍匐型 MF 種優占区、裸地区（対照区）を設定し、そのなかでターゲット種の栽培実験を実施した。本実験では、叢生型 MF 種のモデル植物としてとしてススキ、匍匐型 MF 種としてチガヤを用いた。まず、MF 種およびターゲット種を小実験区ごとに播種し、MF 種優占群落を造成するとともに、ターゲット種の発芽・成長をモニタリングした。裸地区ではターゲット種のみを播種し、競争・攪乱のない条件での成長を観測した。さらに、MF 種優占群落が形成される2年目以降に刈り取り処理を実施した。

（2）半自然草地の生態系サービスの実験的解明

【研究対象の選定】半自然草地の空間配置と関連した生態系サービスについては、送粉、害虫制御、雑草制御、分解等の多様なサービスが指摘されている。本実験ではこのうち、近年とくにその効果が注目されている雑草制御サービス、すなわち半自然草地をハビタットとする種子食性昆虫による雑草発生抑制機能に着目し、その効果を実験的に解明することとした。種子食性昆虫として、地上徘徊性甲虫類（ゴミムシ類）を対象とし、農地に隣接する土地利用（草地、樹林地等）の違い、とくに群落構造の異なる半自然草地が、農地内の種子食性ゴミムシ類の個体密度および雑草種子採食量に及ぼす効果を野外実験により解明することを目指した。

【実験圃場の設定および調査】「農村モザイク再現実験区」は、農地を中心として、草地、

樹林地、裸地等の異なる土地利用パッチの組み合わせからなる。本実験では、農地と草地の組み合わせ、とくに草地の管理程度と群落構造の差異に着目して処理区を設定した。まず、試験に先立ち、調査圃場を小区画に分割し、種子食甲虫が移動できないよう波板で仕切りを設置した。つぎに、外縁部の草刈りを2~4cmの高さで行う処理区（慣行管理区）、草刈りを行わない処理区（無管理区）、慣行管理区と無管理区の間の高さで草刈りを行う処理区（高草刈り管理区）を4反復で設定した。

各処理区において、モデル作物栽培開始時に、農地内外にピットフォールトラップを設置し、定期的に回収して捕獲したゴミムシ類の種類・個体数を計測した。また、ピットフォールトラップに隣接して種子カード（布ヤスリに雑草種子を糊付けしたカード）を設置し、定期的に食害種子数をカウントした。植生については、処理区ごとに農地内外に1m×1mの永久調査区を複数設置し、種組成、被度、植物高等の変化を定期的に調査した。

（3）半自然草地再生データベースの構築

まず、既存の植物データベースを参考にし登録情報をリストアップしたうえで、リレーショナルデータベースによる入力フォーマットを構築した。つぎに、（1）（2）で得られた結果を順次入力し、データベース構築を進めるとともに、サーバーサイド言語を用いてデータベースと連携し、大量のデータを比較的容易に入力・検索・閲覧できる Web アプリケーションを作成した。

（4）野外条件下における草地再生調査

国内外の半自然草地において、草原再生に関する現地調査を実施し、技術的課題について検討を行った。

4. 研究成果

（1）草原性植物の種特性の実験的解明

本実験の結果、各ターゲット植物の発芽・定着・成長に関わる栽培条件および、光条件の劣化した群落内での発芽・成長特性が明らかになった。また、混植実験を行うことにより、上記の成育特性が MF 種の生育型によって可塑的に変化することが明らかになった。

草原性植物の生育に最も影響を及ぼす攪乱要因として刈り取り処理を加えた実験を実施し、MF 種優占群落及びターゲット種の再成長パターンを観測した結果、刈り取り攪乱の影響の程度は、ターゲット種の機能特性によって類型化できることがわかった。さらに、刈り取りによって形成されるギャップサイズや形状が MF 種の生育型によって異なり、そのことがターゲット種の生残パターンにも影響をおよぼすことが明らかになった。

以上の結果から、ターゲット種および MF 種の組み合わせに基づいて、草地復元における導入手法および管理指針を類型化することができた。

(2) 半自然草地の生態系サービスの実験的解明

圃場外縁部においては、草刈り管理の違いによって種子食甲虫の個体数に差が出ることが示された。慣行管理区と高草刈り管理区、無管理区間で種子食甲虫個体数に有意差が見られたことから、一定程度以上の植生高を刈り残す管理を行うことで、種子食甲虫の生息に好適な種組成および群落構造が形成されたと考えられた。一方、圃場内部では種子食甲虫個体数が少なく、処理区間でも有意な差が認められなかった。既往研究により、裸地は植物の被陰による微気象の緩衝効果が望めないこと、餌資源に乏しいことなどから、肉食甲虫やクモ類の生息に適さないことが報告されている。種子食甲虫類についても、移動性が低いことに加え、裸地を避ける性質があるものと推察された。

また、捕獲された種子食甲虫個体数と残存種子の割合に有意な負の相関が見られたことから、種子食甲虫類が雑草の種子を採食しており、雑草発生制御サービスの提供者となりうることを示唆された。種子食甲虫は種によって選好する種子の形態が異なることが報告されているが、サイズや堅さの異なるメヒシバ・シロザ種子間で被食率に差が見られなかったことから、両方の種子をそれぞれ採食する種が含まれていたと推察された。

本研究の結果、周辺環境を改変することなく、圃場外縁部の管理を変えることで、慣行管理よりも種子食甲虫の個体数と雑草採食量を増加させることが可能であることが示された。しかし一方で、圃場外縁部での個体数の増加が、圃場内部での種子採食量の増加につながるとは限らないことも併せて示された。今後は作物の有無や種類などの圃場内部の状態が種子食甲虫に与える影響を明らかにしたうえで圃場内部に種子食甲虫を誘導する方法を開発する必要があると考えられた。

(3) 半自然草地再生データベースの構築

本研究によって開発されたデータベースを活用することにより、(1)によって得られたターゲット種の機能特性に関する情報と、(2)によって得られた半自然草地の雑草制御サービスに関する情報を関連づけ、上記の導入・管理指針に基づいて復元される半自然草地がどの程度の生態系(雑草制御)サービスを発現するかを推定することが可能になった。

(4) 野外条件下における草地再生調査

中国やモンゴルを含む、国内外の半自然草地において、草原再生に関する現地調査を実施した結果、植生遷移や生態系サービスの回復を促進する生態系機能(facilitation)を活用することの有効性と適用における制約条件が明らかになった。

<引用文献>

守山弘. 1992. 谷津田環境の配置がもつト

ンボの種供給機能. 環境情報科学 21(2): 84-88.

EEA/UNEP. 2004. High nature value farmland. EEA report No.1/2004, European Environment Agency, 27pp.

農林水産省. 2009. 草地管理指標 - 草地の多面的機能編. 日本草地畜産種子協会, 198pp.

大黒俊哉・武内和彦. 2010. 里地里山の生態系 - 生態系サービスを評価する. 小宮山宏・武内和彦・住明正・花木啓祐・三村信男編『サステナビリティ学第4巻 生態系と自然共生社会』, 東京大学出版会, 75-107.

Taki H et al. 2010. Effects of landscape metrics on Apis and non-Apis pollinators and seed set in common buckwheat. *Basic and Applied Ecology* 11: 594-602.

Ichihara et al. 2011. Quantifying the ecosystem service of non-native weed seed predation provided by invertebrates and vertebrates in upland wheat fields converted from paddy fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 140: 191-198.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計11件)

安部真生・山田晋・根本正之・大黒俊哉 (2015) チガヤ草地内のギャップサイズが在来種植栽個体の生育に及ぼす影響: 生育型に着目して. *日本緑化工学会誌* 41(1), 91-96. <http://ci.nii.ac.jp/naid/40020589884>

Koyama, A., T. Sasaki, U. Jamsran and T. Okuro (2015) Shrub cover regulates population dynamics of herbaceous plants at individual-shrub scale on the Mongolian steppe. *Journal of Vegetation Science* 26, 441-451. doi:10.1111/jvs.12253

Koyama, A., Y. Yoshihara, U. Jamsran and T. Okuro (2015) Role of tussock morphology in providing protection from grazing for neighbouring palatable plants in a semi-arid Mongolian rangeland. *Plant Ecology & Diversity* 8, 163-171.

doi:10.1080/17550874.2014.926406

Miyasaka, T., T. Okuro, E. Miyamori, X. Zhao and K. Takeuchi (2014) Effects of different restoration measures and sand dune topography on short- and long-term vegetation restoration in northeast China. *Journal of Arid Environments* 111, 1-6.

doi:10.1016/j.jaridenv.2014.07.003

安部真生・山田晋・根本正之 (2014) 河川堤防の張芝緑化地における半自然草地構成種導入手法の検討. *日本緑化工学会誌* 40(1), 14-19. <http://doi.org/10.7211/jjsrt.40.14>

〔学会発表〕(計 29 件)

白土晃一・山田晋・根本正之・大黒俊哉. 種多様性に配慮したシバ・チガヤ型造成草地の植生分布と土壌環境. 日本雑草学会第 55 回大会, 2016 年 3 月, 東京農業大学, 東京.

山田晋・根本正之・南定雄・大黒俊哉. 遮光処理が数種の半自然草地構成種の発芽および生育に及ぼす影響. 日本生態学会第 62 回大会, 2015 年 3 月, 鹿児島大学, 鹿児島.

根本正之・安部真生・山田晋. チガヤ型草地におけるセイタカアワダチソウの侵入について. 日本雑草学会第 53 回大会, 2014 年 3 月, 法政大学, 東京.

羽田野真寛・山田晋・根本正之・大黒俊哉. 土壌 pH が河川堤防草地に生育する在来植物の発芽・生育に及ぼす影響. 日本生態学会第 61 回大会, 2014 年 3 月, 広島国際会議場, 広島.

山田晋・羽田野真寛・安部真生・根本正之. 植生復元において播種時期が草原生植物の発芽・定着状況に及ぼす影響. 日本生態学会第 61 回大会, 2014 年 3 月, 広島国際会議場, 広島.

〔図書〕(計 5 件)

大黒俊哉・吉原祐・佐々木雄大 (2015) 草原生態学-生物多様性と生態系機能. 東京大学出版会, 170pp.

大久保悟 (2013) なぜ里山の生物多様性を守るのか? 地域生態学から考える. 『アジアの環境研究入門(卯田宗平編)』, 東京大学出版会, 66-83.

〔産業財産権〕

なし

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

大黒 俊哉 (OKURO, Toshiya)
東京大学大学院農学生命科学研究科・教授
研究者番号: 7 0 3 5 4 0 2 4

(2)研究分担者

大久保 悟 (OKUBO, Satoru)
東京大学大学院農学生命科学研究科・助教
研究者番号: 3 0 3 3 4 3 2 9

山田 晋 (YAMADA, Susumu)
東京大学大学院農学生命科学研究科・助教
研究者番号: 3 0 4 5 0 2 8 2

(3)研究協力者

根本 正之 (NEMOTO, Masayuki)
羽田野 真寛 (HATANO, Masahiro)
安部 真生 (ABE, Shinha)