

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月14日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21780021

研究課題名（和文） 二次的自然の植物相復元に関する汎用的評価・モニタリング手法の開発

研究課題名（英文） Evaluating and monitoring plant community restoration of semi-natural grasslands

研究代表者

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：30334329

研究成果の概要（和文）：

里地里山の二次的草地および樹林地林床植物相を対象に、自然再生の効果を植生回復の視点から評価・モニタリングする際の汎用的基準を提示することを最終目的とし、人為攪乱の再導入では復元できない植物種群を抽出し、それらの植物戦略特性を調査・整理し、復元を困難にしている生態プロセスの特定を行った。植生管理を再開した後に比較的速やかに再生する種群と回復傾向の見られない種群の繁殖戦略に関する機能特性の比較を行った結果、両者には光獲得に関する既往に明らかな違いがあることが明らかとなった。比重葉面積と単位葉面積および葉重量あたりの窒素含有量、その陽葉と陰葉での可塑性について調査を行った結果、回復困難種とそれ以外では、葉面積あたりの窒素含量について、陽葉と陰葉での可塑性が大きいかどうか明瞭な違いとして現れた。

研究成果の概要（英文）：

In order to restore plant community in semi-natural habitat such as agricultural meadows and understory vegetation in secondary woodlands, the study aimed to elucidate species groups and their characteristics that hamper rapid recovery after re-introducing human disturbance in semi-natural grasslands. In results, those did not recover soon just re-introduction human disturbance had leaf trait characteristics that showed high plasticity in specific leaf area and nitrogen concentration in leaf mass base between sun and shade leaves with tall plant height.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・園芸学・造園学

キーワード：二次的自然、雑木林、二次草原、植生復元、機能特性、埋土種子

## 1. 研究開始当初の背景

里地里山と呼ばれる二次的自然における植物多様性の減少は著しく、水田や二次的草地、里山二次林などを生育環境としてきた種の多くが絶滅の危機に瀕した種としてリス

トアップされるようになってきた。これは、我が国の新・生物多様性国家戦略策定以来、国家的生物多様性保全の第2の危機として認識されている。そのため、これまで二次的自然における植物多様性の回復と自然再生

には、従来生業活動の中で行われてきた人間による管理の再開、つまり人為攪乱の再導入が不可欠とされてきた（松田ら, 2005）。

しかし、適切な人為攪乱の再導入（植生管理の再開）により、リファレンスとした過去もしくは継続的に管理が行われてきた立地の植物相を復元しきれないことが申請者によって明らかになってきた（Okubo et al., 2005; 大久保ら, 2008）。こうした種群が出現しなかった理由として、(1) 自然再生区における埋土種子集団からの欠落、(2) 再生区周辺のソースとなる個体群の欠如、(3) 近傍個体群が存在したとしてもそこからの繁殖体移入の失敗、(4) 移入可能であったとしても再生区における発芽・定着の失敗、の可能性が指摘される。(1)については、実際に埋土種子集団内にほとんど確認できないことが申請者の研究で明らかになっている（大久保ら, 2008）。そのため、里地里山の二次的草地や樹林地におけるかつての植物相復元には、埋土種子からの再生に過度な期待はできず、上記(2)~(4)のプロセスを精査していかなければならない。

これまでこうしたアプローチの研究は、保全生物学的観点から、特定種の個体群生態に関する研究が行われてきた。しかし、すべての種について個体群動態を把握することは困難である。また、二次的自然の植物組成は地域性の影響が強く、地域によって自然再生を評価する指標種群は大きく異なることから、特定の種に注目した現象解明のアプローチでは、ある事例地から他の事例地へ結果や知見の移転が難しい（Hérault et al., 2005）。

そのため、種レベルではなく、攪乱に対する機能的応答・耐性特性（functional response/resilience trait）などの植物繁殖戦略タイプ（plant strategy type: Grime, 2001）に着目し、人為攪乱再導入だけでは目標植生を復元できない、生態学的プロセスに係る特性抽出を行うアプローチが、二次的自然再生を評価・モニタリングしていく際には妥当であり、汎用的になると考えられる。戦略タイプ群による復元可能性評価は、普遍的なプロセスを理解するのに有効といえ（Lavorel et al., 1997）、種特性に対する洞察は、攪乱・非攪乱に対する植生動態の背後にある生態的メカニズムをより明確に理解することができる（Weiher et al., 1999; Hérault et al., 2005）。しかし、こうした植物種の機能特性に注目して、自然再生の可能性を評価した事例は国際的にみてもきわめて限定的であり（Pywell et al., 2003）、我が国の二次的自然再生での研究例は存在しない。

## 2. 研究の目的

そこで本研究では、里地里山の二次的草地

および樹林地林床植物相を対象に、自然再生の効果を植生回復の視点から評価・モニタリングする際の汎用的基準を提示することを最終目的とする。自然再生プロセスに沿った植生変化を仮定し、実際に人為攪乱の再導入を行った自然再生地における野外実験・観察を中心としながら帰納的にこの過程を検証する。とくに、人為攪乱の再導入では復元できない植物種群を二次資料も含めた調査データから抽出し、それらの植物戦略特性を調査・整理し、復元を困難にしている生態プロセスの特定を行う。

これまでの申請者らによる成果から、復元困難な種群の多くが、ススキ草地の典型種であることが示されている。すなわち、こうした種群は Grime (2001) の CSR 戦略タイプにおいて、年に1~2回程度の刈り取り管理という中~小規模な攪乱に耐性を持ち、ススキなどの競争優位種に対し光資源に関してストレス耐性を持つ種群（S 戦略タイプ）を中心に、C 戦略タイプ（競争優位種）や R 戦略タイプ（攪乱優位種）との中間的な特性を持つ種群（S-C, S-R, C-S-R 戦略タイプ）といえる。このうち、種子休眠特性が低く、埋土種子としての種子寿命の短い種群が、長期の人為攪乱停止により消失し、回復困難な種群となっていることを実証する。

## 3. 研究の方法

### (1) 復元可能性の決定に関わる種特性抽出

これまでの申請者らの既往成果、および関連する二次草地と二次林林床植生の回復に関する二次資料を数多く収集し、自然再生実験で回復しなかった種群を特定する。リファレンスとする過去の植生データなどは、すでに小柳ら (2007, 2008) によって整理された関東地方における過去の二次草地に関するものが存在するため、それを本研究でも活用する。ただし、過去に畑地利用の履歴がある場合には人為攪乱再導入後の植生が大きく異なり（小柳ら, 2007）、耕起や肥料投入などによる物理的な環境条件の違いがあることが多く知られているため、ここでは過去の空中写真を精査し、過去に畑地利用の履歴がない自然再生地のみ植生データを活用する。以降の調査でも、物理的環境条件を揃えるために、畑地利用のない立地を対象とする。ただし、物理的条件が異なった場合の再生プロセスの違いも自然再生プロセス理解に重要な知見をもたらすため、時間の許す限り検討することとしたい。

選抜した、人為攪乱再導入だけでは回復困難な種群に関して、各種図鑑などの文献調査を行い、Grime (2001) の CSR 戦略に対応させて種特性を整理する。一方で、CSR トライアングルの代替として、比重葉面積 (SLA)、最大植物高、生産種子重量、の3つの特性で

戦略特性を把握・類型化する手法が提案されている (LHS 戦略: Westoby, 1998)。この3つの特性は現地で実測可能なものであるため、本研究でもこの手法を適用し、再生前後の植生の中から代表的な種を50種ほど対象にして、上記3つの特性を実測し、回復困難な種群に、埋土種子集団からの速やかな回復が可能な種群 (大久保ら, 2008 によりすでに特定済み) と特徴的な違いがあるかを確認する。

#### (2) 注目種群の種子特性に関する調査

これまでの申請者らの成果から、回復困難な種群にも人為攪乱の停止期間が短い場合には、再生後の植生に出現することが明らかとなってきた (北川ら, 未発表データ)。これは、上記のように光資源競争に対してストレス耐性特性を持っていたと判断できるほかに、短期間ではあるが埋土種子集団に生存していたという可能性も残される。そこで、二年目以降では、人為攪乱停止後の年数が異なる環境条件の類似した場所において土壌採取を行い、回復困難な種群の埋土種子における生存年数がどの程度であるかを、その他の種群と比較しながら明らかにする。

#### (3) 二次的自然再生の模擬・野外実験における注目種群のパフォーマンス調査

上記で選抜した植物種群の指標性を検証するために、実際に二次的自然再生の野外実験を行い、指標種群の再生区におけるパフォーマンスを調査する。回復段階の指標種群となりえる戦略特性を有する数種に着目し、周辺個体群の調査および移入・発芽・定着の個体群動態を野外実験区において調査する。野外実験においては、これまで申請者が調査実績のある、東京都や栃木県の里山や刈り取り二次草地の近傍里山において、保全地域管理者および地権者の了解を元に、管理放棄が進んだ里山二次林において小規模な刈り取り再生実験を行う。最大2年間の野外観察を行い、上図の再生プロセスに沿った指標種群の動向を把握する。とくにこの野外実験では、近傍の個体群ソースおよび放棄年数に違いがあるため、こうした立地特性の違いを反映した再生プロセスと注目種群のパフォーマンスの違いが生じるかを実証することが可能となる。

この調査では、埋土種子形成や新規侵入種の存在を確認するために、再生実験地に人工土壌を充填したステンレス製の枠を土壌表面に設置し、定期的な観測による新規侵入種の定着確認と、注目種群の埋土種子形成能力に関して、1年程度放置した後の人工土壌を実験室において発芽調査を行うことで明らかにする。

### 4. 研究成果

まず、攪乱に対する機能的応答・耐性特性

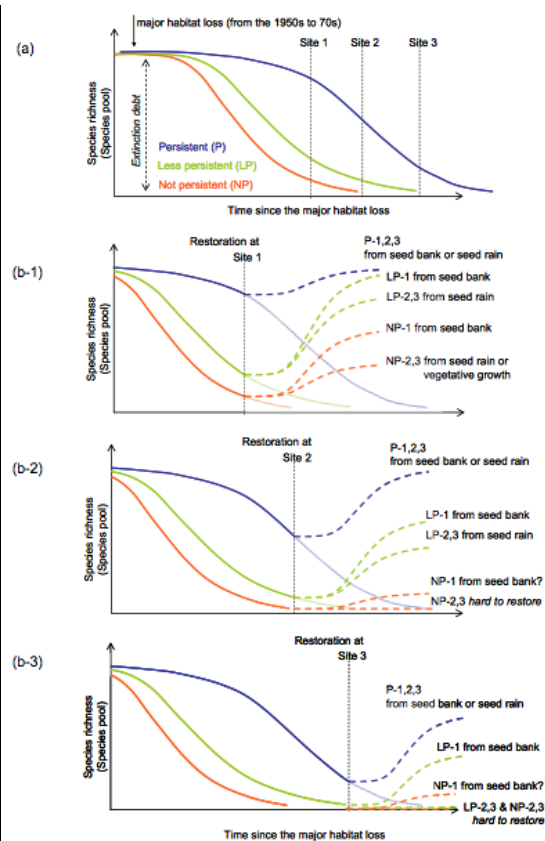


図 種特性の違いで分けられた、主に4つの植物群による、攪乱停止から再攪乱導入後の個体群回復状況を示した模式図。低径の一年生植物は永続的な埋土種子を形成し、攪乱を再開することで早く回復する傾向にあるが、高径の多年生広葉草本のうち、光合成速度と正の関係にある葉特性が、陽葉と陰葉間で大きな可塑性を見せる種群に関しては、埋土種子をほとんど形成せず、攪乱を開始しただけではほとんど回復しない (Koyanagi, 2010 より引用・改変)。

の異なる植物戦略タイプ群の抽出を行った。これまでの申請者らの既往成果、および関連する二次草地と二次林床植生の回復に関する二次資料を数多く収集した。植生管理を再開した後に比較的速やかに再生する種群と回復傾向の見られない種群の繁殖戦略に関する機能特性の比較を行った結果、両者には光獲得に関する既往に明らかな違いがあることが明らかとなった。そのため、Westoby (1998) による、比重葉面積 (SLA)、最大植物高、生産種子重量、の3つの特性で戦略特性を把握・類型化することが、二次的自然の植物相復元の汎用的評価に用いられる指標種群を抽出するのに有効と考えられた。

つぎに、SLA と単位葉面積および葉重量あたりの窒素含有量、その陽葉と陰葉での可塑性について調査を行った。その結果、回復困難種とそれ以外では、葉面積あたりの窒素含

量について、陽葉と陰葉での可塑性が大きいかどうかが明瞭な違いとして現れた。これは、最大植物高とも対応しており、ススキなどの競争優位種との光獲得に関する競合の中で、ある程度草丈を大きくしながら、かつ陽葉と陰葉で異なった光特性に関する特性を持ち得る種が、草地環境に適した種であることが明らかとなった。一方で、こうした種は永続的な埋土種子集団を形成しないことも明らかとなったことから、一度消失した後に埋土種子などからの再生産が困難になる傾向が確認された。これらの結果をもとに草地的植物種の類型化を行い、再生評価・モニタリングの際の指標種を、植物種の機能的な形態および個葉の化学的特性から抽出することが可能となった。ただし、半自然草地の復元の指標となる種の多くが、地下部からの栄養繁殖能力を長期間維持できる能力を有する可能性が高いことから、今後はそうした特性も含めた評価が必要であることも明らかとなった。

#### 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4件)

- ① 山田晋・北川淑子・大久保悟、谷津景観における異なる空間階層の植物種分布パターンが景観スケールの種多様性に及ぼす影響、ランドスケープ研究、査読有、Vol. 75、2012、423-426
- ② Koyanagi, T., Kusumoto, Y., Yamamoto, S., Okubo, S., Iwasaki, N., Takeuchi, K., Grassland plant functional groups exhibit distinct time-lags in response to historical landscape change、Plant Ecology、査読有、Vol. 213、2012、327-338
- ③ 小柳知代・楠本良延・山本勝利・大久保悟・北川淑子・武内和彦、管理放棄後樹林化したススキ型草地における埋土種子による草原生植物の回復可能性、保全生態学研究、査読有、2011、Vol. 16、85-97
- ④ Koyanagi, T., Kusumoto, Y., Yamamoto, S., Okubo, S., Takeuchi, K., Historical impacts on linear habitats: the present distribution of grassland species in forest-edge vegetation、Biological Conservation、査読有、Vol. 142、2009、1674-1684

[学会発表] (計3件)

- ① 大久保悟、アジアスケールでみた農業景観のモザイク性：生物多様性の観点から、第59回日本生態学会大津大会、2012年3月18日、龍谷大学、大津市
- ② 大久保悟、里山の生物多様性と恩恵、首都圏大学サテライト講座 2010年度・冬、

2011年2月12日、緑と水の市民カレッジ、東京

- ③ 大久保悟、湿潤熱帯アジアの里山景観における生態系・生物多様性研究の現況と意義、第1回JBONワークショップ「生態系・生物多様性研究のネットワーク化」、2009年5月10日、東京大学

[その他]

ホームページ等

<http://www.es.a.u-tokyo.ac.jp/lep/>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

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：30334329