

# 「農」の現場で生物多様性を保全するためには？ — 水田生態系の雑草群落を例に —

東京大学大学院農学生命科学研究科 大黒俊哉

## 1. はじめに

2010年に第10回生物多様性条約締約国会議(COP10)が名古屋で開催されて以降、日本でも生物多様性保全に対する国民的関心は徐々に広がりをみせつつある(内閣府大臣官房政府広報室2012)。2012年9月には、新しい国家戦略である「生物多様性国家戦略2012-2020」が閣議決定され、COP10で採択された愛知目標の達成に向けたわが国のロードマップが示された。そのなかで、SATOYAMAイニシアティブの推進に代表されるように、生物多様性保全における農業・農村の重要性はますます高まっている。新しい生物多様性国家戦略では、今後取り組むべき施策の方向性として、(1)生物多様性を社会に浸透させる、(2)地域における人と自然の関係を見直し再構築する、(3)森・里・川・海のつながりを確保する、(4)地球規模の視野を持って行動する、というこれまでの4つの戦略に、(5)科学的基盤を強化し政策に結びつける、を加えた5つの基本戦略が示された。いずれの項目も農業・農村に深く関わっているが、とくに(2)については、具体的内容として、①里地里山及び里海の保全活用に向けた取組の推進、②鳥獣と共存した地域づくりの推進、③生物多様性の保全に貢献する農林水産業の推進、④地

域固有の野生生物を保全する取組の推進、とあり、これらはまさに農業・農村において解決すべき課題にほかならない。近年注目を集めている「里地里山」についていえば、国土の4割を占め、絶滅危惧種の5割以上が分布するとされることから、農林業活動など人間の営みを通じて維持されてきた二次的な自然環境が、生物多様性保全上いかに重要性かがわかる。

ところで、里地里山のような農村空間で絶滅が危惧される生物の多くは当然のことながら、かつて我々の身近で普通にみられた種であり、そのなかには駆除の対象とされていた雑草も含まれている。このような、雑草やかつての普通種は農村空間でどのように維持されてきたのか、なぜ減少したのか、そして今後、農村空間のなかでどのように保全していくべきなのか。本稿では、とくに水田生態系を中心にこの問題を考えてみたい。

## 2. 農村空間における生物多様性の特徴

農村空間は、二次的な自然環境を主体とする生態系からなる空間であり、生物からみた最も重要な特徴は、人間の働きかけ、つまり攪乱によって維持されてきたダイナミックな系という点である。自然状態で生じる攪乱は、生物群集

の更新過程に重要な役割を果たすことが知られているが、農村生態系ではむしろ、人間が排除してきた自然撓乱を、農業活動を通じた人為的撓乱が肩代わりする役割を担ってきたという面がある(守山1997)。伝統的な農村では、自然自身の再生能力を損なわない範囲での生産活動や地域の行動規範(入会地や共同賦役など)によって適切に利用管理されることで、そうした撓乱の周期や規模、強度(撓乱体制)が、一定の枠内に納められていたと考えられる。農耕地の雑草は、耕耘や施肥、除草などの一連の農作業という撓乱体制に適応した植物であり、かつそうした時間的異質性を生み出す撓乱環境でのみ生存可能な植物といえる。

農村空間のもうひとつの大きな特徴は、水田、畑、雑木林、屋敷林、水路、ため池、二次草地など、多様な構成要素(生息地)がパッチ状に分布し、農村ランドスケープを形成している点である。パッチが十分に大きい場合を除いて、パッチ間を種が移動できるかどうかは、生物集団の動態を左右する。撓乱によるパッチの生成と回復のバランスがうまく保たれていれば、生物相にとって動的な平衡状態が形成されると考えられるが、その際重要となるのが、回復過程に必要な種の供給である。パッチが撓乱を受け、局所的な個体群が一時的に消滅しても、周辺からそこに種が供給されれば、そのパッチに個体群が回復する。一方、そうしたパッチ状の性質の異なる生息地を組み合わせることで生息する生物もいる。伝統的な農村では、一定の管理(撓乱)を通じて、土地自然の多様さを保持しながら、パッチの生成と回復のバランスを維持してきたと考えられている(井手・大黒1998)。

以上のように、農村空間の多様な生物相を特徴づけてきたのは、自然立地の多様さ、人間による一定の管理(撓乱)を背景とした群落の多様さ、撓乱からの回復と種の移動・供給のバランスなど、土地利用や景観構造に係わる要因である。農耕地雑草にとっても、この時間的・空間的異質性は、その生存に重要な役割を果たす。たとえば、水田雑草は湿性環境下での水田耕作という撓乱に適応した植物種群といえるが、それらは水田のみならず、水路・ため池の周囲や休耕田など、水田に隣接する多様な湿性環境で生育可能であり、複数のハビタットが相互にレフュージア(避難地)となることで、局所的な個体群の消滅を逃れてきたと考えられる。生物多様性の観点からみた水田生態系の特徴については、清水(1998)に詳しくまとめられている。

### 3. 農業・農村の変遷と生物多様性への影響

従来、合理的に自然に手を加えてきた(撓乱を与えてきた)農林業が、結果として二次的な生物群集を「保全」してきた仕組みを以上のように考えると、農村空間における生物相の特徴やその変動は、人為的な働きかけの変化との関連でとらえることができる。1960年代以降の農業・農村の変容は、こうした人為的な働きかけの質や土地自然の多様性を大きく変化させた。これには、大規模基盤整備、機械化、化学資材の投入にみられるような、人為的な働きかけの規模や強度の強化(intensification)および、薪炭林の放棄などに代表されるような、管理粗放化にともなう人為的な働きかけの停滞や周期の変動(abandonment)、という2つの側面が含まれる。生物多様性国家戦略でまとめられている

「生物多様性の危機の構造」との関連でいえば、前者は第1の危機（開発など人間活動による危機）および第3の危機（化学資材等人間により持ち込まれたものによる危機）、後者は第2の危機（自然に対する働きかけの縮小による危機）に対応する。こうした変化は、従来の農村空間の特徴である、時間的・空間的異質性を低下させる方向へ導いたと考えられる。これは、自然立地の多様さや群落の多様さの消失と、生息環境の均質化を意味する。また、生息空間が分断されたことによって、種の移動・供給が保障されない状況が生じてきた。生息環境の均質化の影響を受けやすいのは、とくに遷移の途中相的な性質をもつ環境と結びつきの強い生物であり、一方、分断化の影響を受けやすいのは、移動能力の低い生物などである。こうした生息空間の均質化および減少・分断化はさらに、生物生息地としてのポテンシャルの高いエコトーン（異なる景観構成要素の境界域）の減少も引き起こしている（楠本ほか 2006）。

では、水田を中心とする生態系ではどのような変化が起き、生物の生息、とくに雑草群落にどのような影響を及ぼしたのか。近代農業による雑草管理が始まる前の戦前、水田雑草は191種定義されたが（笠原 1951）、現在、このうち19種が全国的に絶滅の恐れがある種とされ、それ以外にも地域的な絶滅の恐れがある種は少ない（山田 2010）。伊藤（1987）は、水田雑草群落の変遷に影響を及ぼした農業上の要因を図-1のようにまとめている。除草剤の普及は、水田雑草植生に最も大きなインパクトを与えた要因のひとつであるが（清水 1998）、昨今の絶滅危惧雑草の出現をもたらすような変化は、より複合的な要因によって引き起こされたと考えられている。なかでも、圃場整備による乾田化と農業機械の普及は、それまでの湿性環境の特徴を大きく変えるとともに、冬作の減少ともあいまって、耕作時期や管理方法、すなわち雑草にとっての攪乱体制をも大きく変えることとなった（富永・三浦 2010）。これらの変化は、上

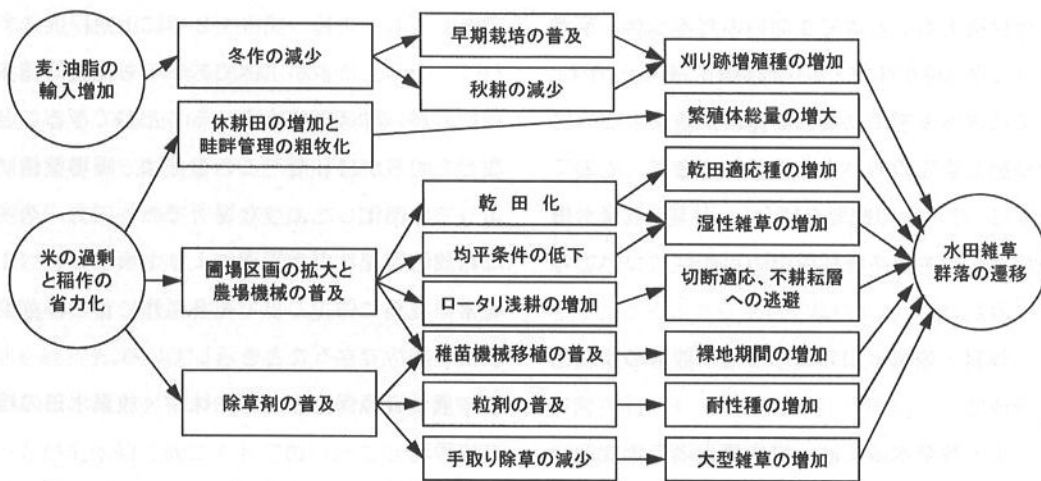


図-1 水田雑草群落の遷移に関する農業上の要因（伊藤 1987）

述したように、水田生態系における時間的・空間的異質性の低下をもたらすものである。

#### 4. 休耕・放棄水田の活用による時間的・空間的異質性の創出

つぎに、農村空間で維持されてきた雑草やかつての普通種を、今後どのように保全していくのが望ましいのかを考えてみたい。保全生態学の分野では、自然への働きかけにより維持されてきた二次的な自然環境を保全・再生するためには、従来の伝統的な管理手法を長期的に適用することが最適との考え方が、多くの生態学的研究によって裏づけられており、国際的にも広く認知されている (Samoy et al. 2007; SER 2004)。もちろん、わが国の農業・農村を取り巻く現状をかながみれば、生物多様性保全を社会の目標として、国土の約4割の地域をこれまでと同じ姿で適切に管理していくことはきわめて困難である。しかし、上に述べたような農村空間における生物多様性維持の仕組みを理解したうえで、現在の社会条件にも適合した管理手法を再構築することはできないのだろうか。筆者らは、その鍵が休耕・耕作放棄地にあると考え、とくに水田生態系における休耕・放棄水田の植生動態と管理のあり方を検討してきた。そこで以下に、それらの概要を紹介し、休耕・放棄水田を活用した生物多様性保全の可能性について考えてみたい。

##### (1) 休耕・放棄水田における植物群落の動態と多様性

休耕・放棄水田では、耕作停止後の年数という時間軸に加え、地形や土壌などの立地特性に代表される自然的要因と、人為的要因である圃

場整備の程度や耕作停止後の管理履歴の違いが植生遷移の方向や速度に影響を及ぼす重要な要因と考えられている。たとえば、圃場整備の進んでいない山間部の棚田地帯などでは、斜面形態等の地形条件に対応した水分条件の違いによって、凸型・等斉型斜面におけるススキを中心とした乾性の遷移と、凹型斜面におけるヨシを中心とした湿性の遷移に分かれる例が報告されている (大黒ほか 1996)。これに対し地形条件がほぼ一律な低地域では、主として管理履歴の違いが、植物群落の形成に重要な役割を果たすことが知られている。楠本ほか (2005) は、大規模河川下流域の低地域の休耕・放棄水田を対象に、植物群落と管理履歴の関係を解析し、とくに休耕後の耕起頻度と引水管理による土壌水分レベルの違いが、多様な雑草群落タイプの成立に大きく寄与することを示した (図-2)。とくに、植物種の多様性に富んだ良好な湿地性の植物群落は3年に1回程度の適度な耕起と水分ポテンシャルを湿潤に保つことで維持できること、復田を前提として高度に管理された休耕地であっても、耕起の頻度を2年に1回程度にすれば、一年生草本が主体であっても比較的種多様性の高い群落を成立させることができることなどを明らかにした。このことは、圃場整備によって乾田化したような場所であっても、適度な粗放的な管理と引水管理により土壌水分レベルを常に湿潤に保つことで種多様性に富む群落を創出・維持できることを示している。

##### (2) 農地資源保全のための休耕・放棄水田の粗放管理

休耕・放棄水田の維持管理についてはまた、農地資源の保全・確保という観点からも研究が進

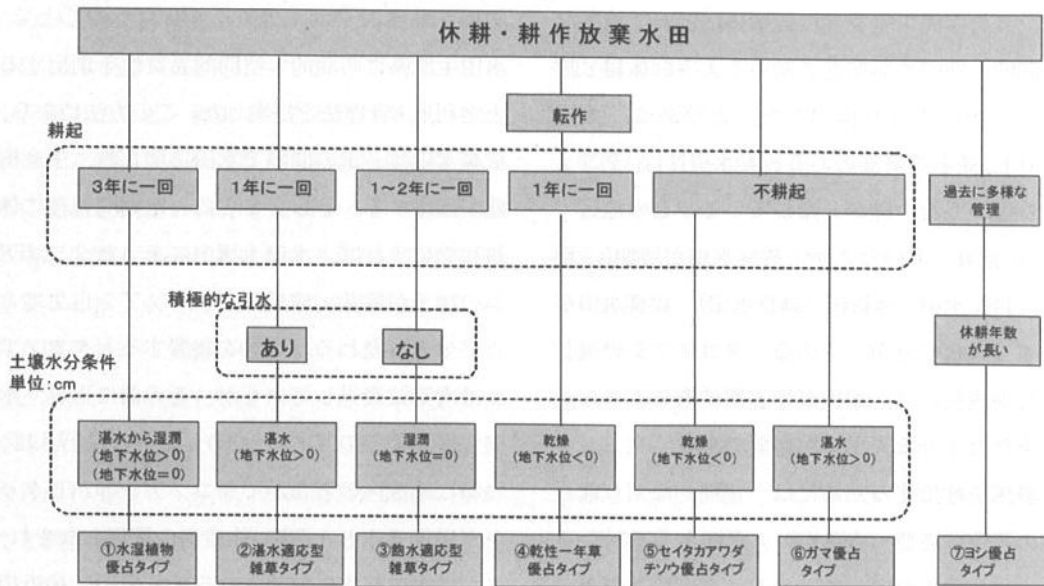


図-2 休耕・耕作放棄水田における植物群落タイプと管理履歴との対応模式図 (楠本ほか 2005)

められている。有田ほか (2008) は、わが国の長期的な食糧需給の不安定性に対処するためには、急増する耕作放棄地の資源的価値の劣化を抑制する必要があるとして、耕作放棄地を復田可能な状態で維持するための低コストな管理手法を検討した。山間部のさまざまな放棄水田を対象に、植生排除 (刈り払い、伐木、除根、抜根、集積、搬出等)、基盤整備 (整地、レベル測量、基盤均平、畦畔造成、耕起、水張均平等) など、復田に要する作業量および費用を計算し、放棄後の年数経過に伴う植生変化との関係をモデル化した。その結果、耕作放棄初期からの毎年の軽微な作業 (耕起および刈り払い) によって農地を維持管理し続ける方法が、経済的に効果的であることが明らかになった。また、湿性圃場の方が全体的に低コストであったことから、湿性状態での維持が望ましいことも分かった。

こうした粗放管理は、土壌保全、景観・周辺環

境保全、農家意欲の継続など、経済性以外のメリットも大きいばかりでない。粗放管理によって形成・維持される雑草群落は、じつは上に述べた「植物種の多様性に富んだ良好な湿地性の植物群落」との類似性がきわめて高いのである。すなわち、農地資源を保全するための粗放管理は、同時に生物多様性保全や生態系サービスの維持にも大きく貢献することが期待できる。

(3) 「農」の現場で生物多様性を保全するとは？

休耕・放棄水田を活用した生物多様性保全の取り組みは、すでに各地で実践されている。しかしながら、「農」の現場で保全する以上、単なるサンクチュアリとして維持するだけではなく、粗放管理の項で述べたように、休耕・放棄水田が潜在的にもっている多様な機能、つまり食糧生産機能や各種環境保全機能も同時に発揮する空間として再構築されることが望ましい。

筆者は、こうした多様な機能の発現を促しつ



つ、農村空間の生物多様性維持にとって重要な時間的・空間的異質性を高めるような休耕・放棄水田の活用方法を検討したことがある（大黒2000）。茨城県南部のある放棄水田には、タコノアシという希少種が分布している。この地区では、後継者の問題などから放棄水田が増加し、現在は耕作水田、休耕地（調整水田）、放棄水田がモザイク状に分布している。タコノアシの発芽と初期成長には、水位が地表面にあるような湿性条件と十分な光環境が必要であり、タコノアシ群落を維持するためには、定期的な刈り取り等の管理が必要であるが（大黒ほか2003）、このまま放置すれば、ヨシやセイタカアワダチソウが優占してタコノアシはいずれ消失してしまうと懸念された。ところが、地区全域で埋土種子を調べたところ、タコノアシの種子は、放棄水田だけでなく、水流によって隣接した現行水田や調整水田にも広く散布されていることが分かった。つまり、この地区の水田全体が、タコノアシのハビタットとなりうることが示唆されたのである。そこで、現在水田耕作を行っている

圃場を地区内でローテーションさせることで、水田生態系に時間的・空間的異質性を創出する土地利用・管理法を提案した。この方法により、放棄水田は一定の間隔で水田に戻され、生産機能が回復する。そしてさらに一定期間の後に休耕状態にすれば、水田土壌にあったタコノアシの種子が発芽・成長し、タコノアシ自生地として生まれ変わる。これを放置するとタコノアシは次第に衰退していくが、その前に再び、水田に復元するのである。こうした管理を行えば、つねに地区内のどこかでタコノアシのハビタットが出現するとともに、休耕地の管理もなされ、さらに水田耕作も継続される（図-3）。最近では、休耕地を活用したバイオ燃料としての飼料イネ栽培の取り組みが進められているが、水田機能の維持による不測の事態への備えという役割を考えれば、上述の粗放管理のバリエーションとして位置づけることができ、このローテーションに組み込むことも十分可能である。そうすれば、休耕地の機能はさらに高まるであろう。以上、「農」の現場で生物多様性を保全するた



図-3 生物相を動的に保全するためのローテーション監理の模式図（大黒2000）

めのひとつの方法としての休耕・放棄水田の活用について述べてきた。もちろん、労力・コストや管理方法など、解決すべき課題は多い。しかしここで強調したいのは、生物多様性の保全は単に絶滅危惧種の保存を意味するのではなく、多様な生態系サービスの保全・再生と密接に関連するという点である。この点を踏まえれば、農村空間における生物多様性保全において本質的なことは、単に過去を復元し、かつての生き物と呼びもどすだけではなく、あらたな持続的生物資源利用のしくみを、二次的自然環境の豊かさと調和したかたちで再構築することであろう(大黒・武内2010)。

#### 引用文献

- 有田博之・山本真由美・大黒俊哉・友正達美 (2008) 農業農村工学会論文集 254, 23-29.
- 井手任・大黒俊哉 (1998) 『平成9年度生物の生息・生育環境の確保による生物多様性の保全及び活用方策調査委託事業報告書』 社団法人農林水産技術情報協会, 1-6.
- 伊藤一幸 (1987) 研究ジャーナル10(6), 16-22.
- 笠原安夫 (1951) 農学研究 39, 143-154.
- 楠本良延・大黒俊哉・井手任 (2005) 農村計画論文集 7, 7-12.
- 楠本良延・山本勝利・大黒俊哉・井手任 (2006) 農村計画学会誌 25, 281-286.
- 内閣府大臣官房政府広報室 (2012) <http://www8.cao.go.jp/survey/h24/h24-kankyou/index.html>
- 守山弘 (1997) 『自然環境とのつきあい方6 むらの自然をいかす』, 岩波書店, 東京.
- 大黒俊哉・松尾和人・根本正之 (1996) 日本生態学会誌 46, 245-256.
- 大黒俊哉 (2000) 『農山漁村と生物多様性』 宇田川武俊編, 家の光協会, 172-188.
- 大黒俊哉・白戸康人・伊藤一幸 (2003) ランドスケープ研究 66, 599-602.
- 大黒俊哉・武内和彦 (2010) 『サステナビリティ学第4巻 生態系と自然共生社会』 小宮山宏・武内和彦・住明正・花木啓祐・三村信男編, 東京大学出版会, 75-107.
- Samoy, D., M. Lambotte, K. Biala and J.M. Terres (2007) Validation and Improvement of High Nature Value Farmland Identification - National Approach in the Walloon Region in Belgium and in the Czech Republic. EUR \_\_ Scientific and Technical Research series (EUR 22871 EN), European Commission.
- 清水矩宏 (1998) 『水田生態系における生物多様性』 農業環境技術研究所編, 養賢堂, 82-126.
- Society for Ecological Restoration International (2004) The SER international primer on ecological restoration, <http://www.ser.org/>
- 富永達・三浦励一 (2010) 『身近な自然の保全生態学』 根本正之編著, 培風館, 69-99.
- 山田晋 (2010) 『身近な自然の保全生態学』 根本正之編著, 培風館, 49-67.