

農業に有用な生物多様性の指標

—農林水産省プロジェクト研究の概要—

農業環境技術研究所 ^た田 ^{なか}中 ^{こう}幸 ^{いち}一

はじめに

生物多様性の保全は、21世紀の最重要課題の一つとして位置づけられている。1992年にブラジルのリオデジャネイロで開催された国連環境開発会議（地球サミット）において生物多様性条約が採択された。2010年には、同条約の第10回締約国会議（COP10）が名古屋で開催される。そこでは、2002年のCOP6で設定された2010年目標である「生物多様性の損失速度を顕著に低下させる」ことに関する国別の報告およびポスト2010年目標が議論される。このように、2010年は生物多様性条約にとって節目の年に当たり、国連は「国際生物多様性年（International Year of Biodiversity）」と名づけている。

我が国は、次の締約国会議までの議長国を務めることになり、重要な責務を担っている。我が国では、生物多様性条約締結後の1995年に生物多様性国家戦略が作られ、2002年および07年の改定を経て10年3月に生物多様性国家戦略2010（環境省、2010）が策定された。その中では、農林水産関連施策を効果的に推進するうえで生物多様性指標の開発が必要であることや、農林水産業が生物多様性に果たす役割を解明し、国民的・国際的な理解を深めることを推進することが明記されている。2007年7月に制定された農林水産省生物多様性戦略においても、同様のことが記されており、さらに、08年6月には生物多様性基本法が施行され、法律に基づいて生物多様性の保全および持続可能な利用に関する施策を行うことが義務づけられた。

これらのことを背景として、2008年度から5年計画で、農林水産省委託プロジェクト研究「農業に有用な生物多様性の指標及び評価手法の開発」が実施されている。本プロジェクトの目的は、環境保全型農業が農業生態系の生物多様性に及ぼす効果を、科学的に評価するための生物指標を選抜し、その評価法を開発することである。本稿では、本プロジェクトの目的や基本的な考え方、

研究の進め方を紹介するとともに、2年間の成果の概要と将来の成果の活用等について述べたい。

I プロジェクトの目的および基本的考え方

環境に配慮した農業は、環境保全型農業あるいは環境にやさしい農業と呼ばれ、その推進が図られている。このような農業は、農業生態系に生息する生物や生物多様性にとってプラスの効果があると考えられている。しかし、その効果を定量的に評価した研究は少ない。そのため、「はじめに」で述べたように、生物多様性保全の効果の評価するための指標開発が必要なことが指摘されており、そのためのプロジェクト研究が開始された。本プロジェクトは、環境保全型農業など生物多様性を重視した農業が、生物多様性の保全・向上に及ぼす効果を現場レベルで評価できるような指標生物を開発することを目的としている。指標として選ぶ対象生物は、農業に有用な生物であり、主に農業害虫の天敵となる昆虫やクモ等の捕食者・捕食寄生者である。農業は様々な生態系サービスの恩恵を受けて成り立っており、その中には、害虫防除や花粉媒介、有機物分解等がある。これらの生態系サービスは、それぞれ類似した機能をもつ生物群である機能群（functional group）によってもたらされる。そのような機能群の多様性は、機能的生物多様性（functional biodiversity）と呼ばれる。農業害虫の捕食者・捕食寄生者はそのような機能群の一つであり、農業生態系の中で特に種数が多いグループである（安田ら、2009：p. 8～9）。また、食物網の中で中位の栄養段階にあり、その多様性は、餌昆虫など下位の栄養段階や脊椎動物など上位の捕食者の多様性を、ある程度反映するものであろう。したがって、農業生態系の生物多様性の指標として有効であると考えられる。さらに、環境保全型農業においては、殺虫剤の散布回数や散布量を減らすことが要求されることから、害虫の増殖を抑制するこれらの機能群は、環境保全型農業を行ううえで有用となることが期待できる。一方、指標として選定する生物は、国民にわかりやすいものとする必要があるため、比較的大型（おおむねルーペで確認できる程度の大きさ以上）の種を対象としている。最終的に指標とする生物として、主に天敵を対象としているが、調査過程においては、他の機能群

Indicators for Functional Agro-Biodiversity : Outline of the Research Project. By Koichi TANAKA

（キーワード：指標生物，機能的生物多様性，環境保全型農業，天敵）

の多様性も把握するために、天敵のほかに害虫やそれ以外の昆虫（いわゆる「ただの虫」）も含めて調査を行い、その構成要素を明らかにしたうえで、種数および多様度指数、各種の個体数と管理法との関係を解析している。

本プロジェクトの研究期間は5年間（2008～12年度）であり、初めの2年間で指標生物の候補を選び、次の3年間で調査法・評価法を開発して最終的な指標にする計画である。

II プロジェクト課題の構成

本プロジェクトは、「指標の候補を選抜するための研究」と「指標及び簡便な評価手法並びに予測技術の開発」

という二つの大課題から成る。本稿では、指標の候補を選抜するための研究を中心に紹介する。この大課題では、北海道から沖縄まで全国各地において調査を行い、地域別、作目別に、指標生物を選抜することを目的としている（図-1, 2）。この大課題は、さらに「圃場」単位の生物多様性の解析と「集落」単位の生物多様性の解析という二つの中課題を担う研究チームによって構成されている（以下、圃場チームと集落チームと呼ぶ）。生物が農法や栽培管理から受ける影響の現れ方は生物によって異なり、圃場ごとの栽培管理の違いに敏感に反応する生物がいると考えられる。圃場チームでは、基幹となる果樹や野菜等（カンキツ、リンゴ、ナシ、モモ、チャ、

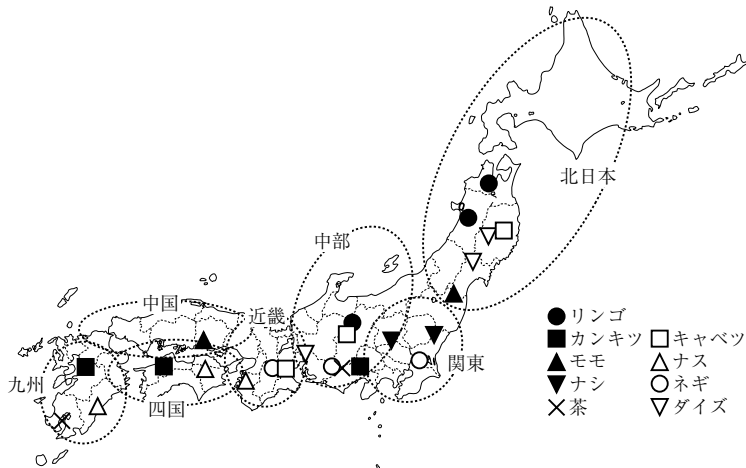


図-1 圃場チームの調査地域

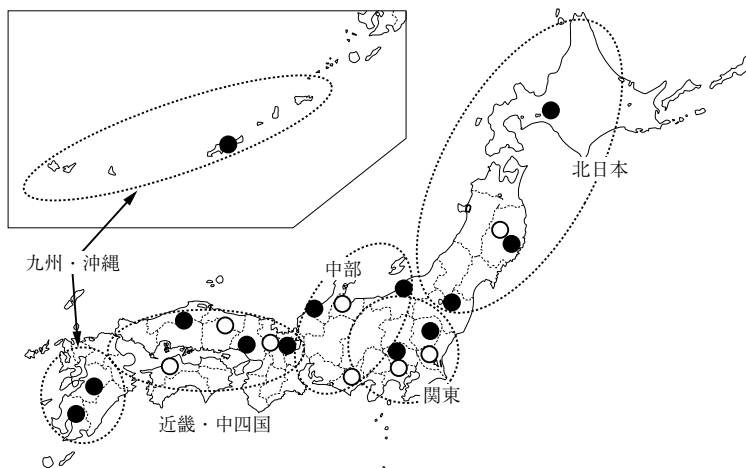


図-2 集落チームの調査地域

●地域ごとに設定された調査地、○多様な農業地域（説明は本文参照）。

キャベツ、ナス、ネギ、ダイズ)の圃場において、圃場管理の影響を受ける生物種を選抜するために調査・解析を行っている(図-1)。各作物について、代表的な生産地を対象として、おおむね三つの小課題で構成されている。

一方、日本の農地は、集落を中心として構成されている場合が多く、生物の中には、集落内を広域に移動したり複数の種類の生息地を利用するものがあり、そのような生物はより広い範囲の農業環境に影響されると考えられる。集落チームでは、そのような生物を想定して、水田を中心とする集落に調査地を設定して調査・解析を行っている(図-2)。対象地域を北日本から九州・沖縄まで五つの地域に分け、各地域においておおむね三つの小課題によって調査が行われている。集落チームには、これらに加えて、多様な農業地域として、都市近郊地域および被覆植物など植生管理を行っている地域、草地等を対象とした小課題がある。さらに、EU諸国など海外における農業環境政策や指標生物の開発の状況について、情報収集および分析を行う小課題もある。

指標生物の候補を選抜する基本的な方法は、環境保全型農業を行っている圃場や地区(集落)と慣行農業(一般管理)を行っている圃場や地区を比較して、環境保全型農業圃場・地区に特徴的な(個体数が多い)生物を候補として選ぶ、というものである。そのための調査においては、作物ごとに、基本となる調査手法をできるだけ統一して調査を行ってきた。圃場チームでは、ピットフォールトラップ、黄色粘着版トラップ、すくい取り(スィーピング)、叩き落とし(ビーティング)、見取り等を基本的調査手法とした。集落チームの水田調査地においては、すくい取り(水田内および畦畔など周辺植生)、払い落とし(粘着版または捕虫網を使用)、イネ株見取り、畦畔および水田外縁部見取り(カエルやトンボが対象)、水中すくい取り、集落内のルートセンサス等を基本的調査手法とし、水田以外の調査地では、圃場チームの調査手法に準じて調査を行った。

次に、指標および簡便な評価手法並びに予測技術の開発は、開発に必要なライフサイクルなどの基礎的解析と国土全体の把握・予測を行うための研究という二つの中課題を担う研究チームによって構成されている(以下、評価手法チームと国土チームと呼ぶ)。評価手法チームでは、指標となる生物種の簡易識別法や効率的モニタリング法・トラップ法等、簡便な調査手法・評価手法の開発を行うための基礎的研究を行っている。一方、国土チームでは、圃場チームおよび集落チームで得られる膨大なデータを効率的に収集し蓄積するシステムの構築、これらのデータを広域(全国レベルや地域レベル)で解析

するシステムの開発、農業環境(農法や景観構造)の変化に伴う農地の生物多様性の変化を予測する手法の開発等を行っている。そのための基本的システムとして、農業環境技術研究所で開発を進めている「農村景観調査・情報システム(Rural Landscape Information System: RuLIS)」を用いている。RuLISの概要については、楠本ら(2006)を参照されたい。

本プロジェクトは二つの独立行政法人(農業環境技術研究所、農業生物資源研究所)が中核機関となり、それに独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構に所属する六つの研究所および六つの国立・私立大学、25都道府県の試験研究機関が参画しており、これらの参画機関の分担・協力体制によって上述の研究内容を全国的に実施している。

III 指標候補の選抜経過

II章で述べたように、2008～09年度は、指標の候補を選抜するために調査・解析を行った。圃場チームおよび集落チームにおいて、各年度において総計200万個体以上の生物(主に節足動物)を捕獲・確認した。これらの生物の中から、一次・二次のスクリーニングを行い、さらに総合的な検討を加えて指標生物の候補を選抜した。プロジェクトのチームリーダー、サブリーダーを中心として、選抜のためのワーキンググループを作った。一次スクリーニングでは、各課題担当者とワーキンググループによって、課題ごとに指標候補を選んだ。選定にあたって、選ぶ対象は原則として種レベルとすること、また基本的に農業害虫は除くこととし、環境保全型農業圃場・地区と慣行農業圃場・地区を比較して、環境保全型で統計的に有意に個体数の多い種を候補とした。その際、多数の種について比較を行うため、何回も検定を行うことになり多重比較の問題(MORAN, 2003)があるが、多めに候補を選ぶ観点から、有意水準の補正は行わず種ごとの有意性だけで判断した。二次スクリーニングはワーキンググループが行い、過去の文献や知見に基づいて、指標として妥当な種であるか検討してさらに絞り込みを行うとともに、農業現場での実行可能性を考慮して、種より上の分類群レベルでグループ化した。さらに、全国あるいは地域において多くの課題で共通して候補としてあげられたものを残す方針で、すなわち限られた地域だけであげられた種は除いて、指標候補とした(図-3)。共通性を検討する過程で、水田集落地域(水田域)と果樹・野菜圃場など水田以外の圃場・地域(野菜・果樹等)のそれぞれで共通性が高い生物が多いことが判明したため、それら二つに分けて候補とした。水田域では、

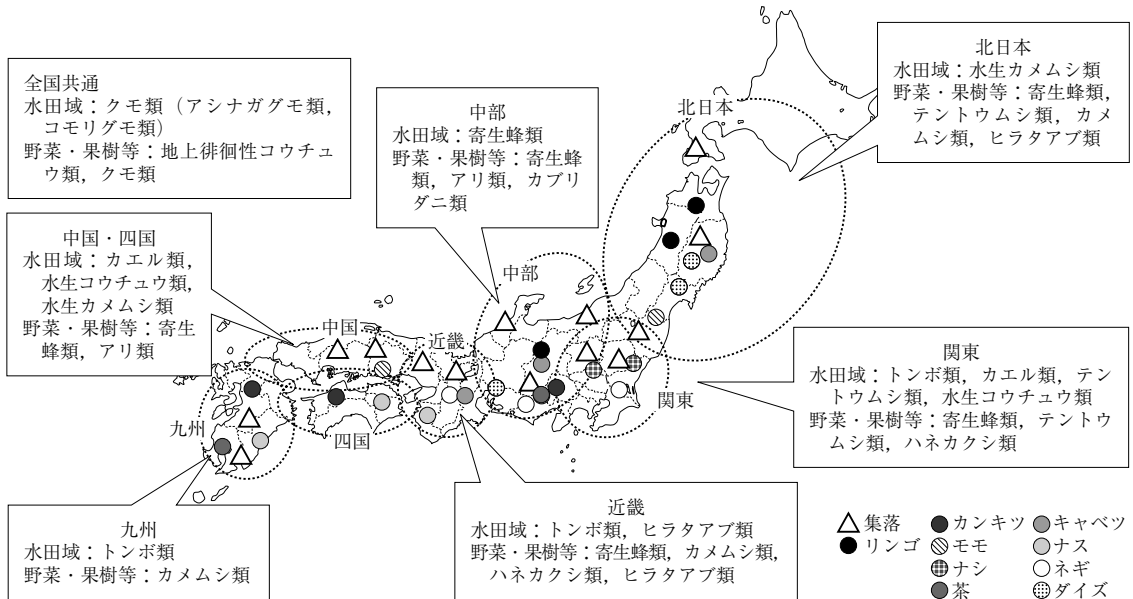


図-3 全国および各地域における指標生物の主要候補

全国的に共通性が高い候補として、植物体上部に生息するクモ類および植物体下部に生息するクモ類があげられた。前者の代表は、ヤサガタアシナガグモ、トガリアシナガグモ等のアシナガグモ属であり（口絵①）、主にすくい取り調査で捕獲された。また、後者の代表は、キクヅキコモリグモ、キバラコモリグモ等のコモリグモ類であり（口絵②）、イネ株見取り調査や払い落とし調査で確認された。野菜・果樹等では、地上徘徊性コウチュウ類およびクモ類が全国的に共通性が高かった。前者の代表はゴミムシ類であり（口絵③）、ピットフォールトラップで捕獲された。また、クモ類には、地上徘徊性のコモリグモ類（主にピットフォールで捕獲）と植物上に生息するハエトリグモ科、カニグモ科、コガネグモ科（見取り調査、叩き落とし調査等で確認）等が含まれた。一方、地域ごとに共通する候補として、水田域ではトンボ類、カエル類、ヒラタアブ類、水生コウチュウ類、水生カメムシ類等が、野菜・果樹等では、テントウムシ類、捕食性カメムシ類、アリ類、ハネカクシ類、ヒラタアブ類、寄生蜂類等があげられた。これらは、まだ候補の段階であり、確定したものではないことに注意されたい。

IV 今後の展望

以上述べたように、2年間の研究により指標生物の候補が選定された。本プロジェクトでは、環境保全型農業の効果を評価する指標生物の開発というアジア地域で初

の成果として、COP10におけるサイドイベントや展示ブースにおいて情報を発信する予定である。プロジェクト研究においては、3年目に入り、調査対象を指標候補に絞り、さらに多くの調査地において指標として妥当であるか検証するとともに、簡便な調査手法および標準的な評価手法（個体数を基準としてスコア化するなど）を開発する研究を開始した。それらの結果に基づき、妥当性が確認され、調査手法・評価手法が確立されたものを最終的な指標生物とし、その簡易な識別法、調査手法、評価手法を記したマニュアルを作成することとしている。

その成果を今後の施策にどのように活用するかは、まだ決まっていない。しかし、いくつか活用が期待されている。まず、農村における環境保全や環境向上施策や取り組みの効果を評価するのに用いることがあげられる。例えば、農水省で2007年度から実施している農地・水・環境保全向上対策事業の効果を評価するのに用いられつつある。この事業の中で、営農活動への支援を受けるためには、化学肥料および化学合成農薬を5割以上削減することが条件である（http://www.maff.go.jp/j/nousin/kankyo/nouti_mizu/index.html）。本プロジェクトにおける水田集落の課題では、同事業の対象地域を調査地を含むものが数課題ある。これらの課題において、同事業実施地域では対照地域に比べて、指標候補生物の個体数が多い傾向があり、その解析結果は同事業の中間評価に用いられる予定である。

次に、環境支払いとして農家への直接支払いの基準として活用されることが期待される。EUにおいては、農業環境政策 (agri-environmental scheme) の一環として、生物多様性など環境にプラスの効果をもつと考えられる農業を実践する農家に対して、環境支払いが行われている。その多くは、行った行為に対して、すなわち何をしたかによって基準を満たせば補助金が支払われる。しかし、一部に生物指標によってその効果を評価することが行われている。EUの政策や状況については、平井(2009)が詳しく解説しているので、それを参照されたいが、ここでは生物指標を用いるドイツの例を補足しておく。ドイツ南西部のバーデン・ヴェルテンベルク州は、1992年からMEKA (Markt Entlastungs und Kulturlandschafts Ausgleich: 市場負担緩和と農耕景観保全のための所得補償) 制度を実施しており、2000年からはMEKA IIとして制度の拡大を行った。その中で環境保全のための選択可能なメニューとして、化学肥料・農薬の削減や草地の粗放的管理等とともに、草地における植物の多様性に対する報酬がある。対象となる指標植物(維管束植物)として、植物の専門家チームによって、対象の生態系に特徴的であり、多すぎることなく希少すぎることもない種であり、農家にわかりやすい花をつけるものが選ばれた。このオプションを選択した農家は、保有する草地で農家自身が指標植物を数えて、基準の数を満たせば点数が得られる。制度導入後に、ここで選定された指標植物が、植物の多様性を示すか調査

する研究が行われ (WITTING et al., 2006), 指標として妥当であることが報告されている。

また、農家に対する助言や指導に活用することが期待される。農家圃場を調査した結果、農業に有用な指標生物の個体数が少なかった場合、それらを増加させる農法を取り入れるよう助言や指導を行うことが考えられる。そのためには、農薬の削減だけでなく、植生管理などを活用して有用生物を増加させる農法を確立する必要がある。一部の果樹や果菜類では、そのための実用化研究が開始されている。しかし、水田においては研究が進んでおらず、今後実用的な技術開発研究に取り組む必要がある (田中, 2003; 2010)。

本プロジェクトの成果は、上記のような活用が考えられる。一方、我が国において、農地の生物多様性を全国規模で調査・解析した例はなく、本プロジェクトの調査で得られたデータは、農業が生物多様性の保全に果たす機能を明らかにし、また農業環境の変化が生物多様性に及ぼす影響を予測することに活用することが期待できる。

引用文献

- 1) 平井一男 (2009): 植物防疫 63: 646 ~ 650.
- 2) 環境省 (2010): 生物多様性国家戦略 2010, http://www.env.go.jp/nature/biodic/nbsap2010/attach/01_mainbody.pdf
- 3) 楠本良延ら (2006): 農村計画学会誌 25: 281 ~ 286.
- 4) MORAN, M. D. (2003): Oikos 100: 403 ~ 405.
- 5) 田中幸一 (2003): 植物防疫 57: 520 ~ 523.
- 6) ——— (2010): 研究ジャーナル 33: (印刷中)
- 7) WITTING, B. et al. (2006): Biol. Conserv. 133: 186 ~ 197.
- 8) 安田弘法ら編 (2009): 生物間相互作用と害虫管理, 京都大学学術出版会, 京都, 319 pp.

発生予察情報・特殊報 (22.7.1 ~ 7.31)

各都道府県から発表された病害虫発生予察情報のうち、特殊報のみ紹介。発生作物：発生病害虫 (発表都道府県) 発表月日。都道府県名の後の「初」は当該都道府県で初発生の病害虫。

※詳しくは各県病害虫防除所のホームページまたはJPP-NET (<http://www.jpnp.net/>) でご確認下さい。

- キク：えそ病 (山口県) 7/8
- キク：茎えそ病 (福岡県：初) 7/9
- スイカ：えそ斑点病 (福井県：初) 7/9
- チャ：ミカントゲコナジラミ (岡山県：初) 7/16
- トルコギキョウ：チャノキイロアザミウマ (新規系統) (熊本県：初) 7/20
- ウメ：ウメ輪紋ウイルス (*plum pox virus*) による病害 (埼玉県：初) 7/23
- ウメ：ウメ輪紋ウイルス (*plum pox virus*) による病害 (奈良県：初) 7/23
- ウメ：ウメ輪紋ウイルス (*plum pox virus*) による病害 (大阪府：初) 7/23
- ヒメユリ：ジャガイモクロバネキノコバエ (長野県：初) 7/29
- リンゴ：葉巻萎縮病 (仮称) (長野県：初) 7/29
- 小麦：条斑病 (秋田県：初) 7/29