

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 1 日現在

機関番号：13301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2015

課題番号：24780229

研究課題名(和文) 水稲農法とその変遷が農村景観内の植物種多様性に及ぼす影響

研究課題名(英文) Effects of rice farming history on plant species diversity in Japanese agricultural landscape

研究代表者

伊藤 浩二 (ITO, Koji)

金沢大学・地域連携推進センター・特任助教

研究者番号：30530141

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：近年日本各地で導入が進む水稲の「乾田不耕起V溝直播農法」が、農村生態系の植物種多様性と水稲栽培の持続性に及ぼす影響を評価した。植物種数および希少種生育の観点から、本研究は地域に慣行農法と本直播農法が混在する状況を維持することが、生産性の向上と生物多様性保全を両立させる現実的手段として有効であることを示唆するものであった。一方で、直播農法を連作しつづけることでイネ科雑草の増加に伴う雑草害の影響が懸念されることもわかった。そのため、本直播農法の連作にあたっては、3-4年おきに慣行農法を挟む輪作体系を導入するのが望ましいと考えられた。

研究成果の概要(英文)：This study had been conducted to evaluate the influence of newly introduced rice-farming method, "V-furrow direct seeding method" in Japan, on the weed diversity in the paddies and the sustainability of the farming method. To achieve both rice productivity and biodiversity conservation, this study suggested that it is effective as a realistic means to maintain a situation in which a mosaic of conventional farming and the direct seeding methods ensured in the agricultural landscapes. However, there is a concern of weed risk with increasing barnyard grass by keeping the direct-seeding method. Therefore it is desirable to introduce a crop rotation system with this two rice farming methods every 3 or 4 years.

研究分野：植物生態学

キーワード：水田雑草 直播栽培 農法履歴 希少種 生態系管理

1. 研究開始当初の背景

近年各地で導入が進んでいる、水稻の乾田不耕起V溝直播農法(以降、直播農法とする)が農村生態系の植物種多様性に及ぼす影響について、空間スケールの階層性を考慮して種分布を規定する環境要因を特定することで解明しようとした。さらに、水田雑草群落は過去に形成された埋土種子集団の影響を受けることが想定されるため、農法変遷パターンを類型化したものを説明要因として統計モデルに組み入れることで、農法のもつ生物保全の効果を土地利用計画の観点から評価することを試みようとした。

2. 研究の目的

本研究では以下の3つの目標を設定した。

- (1) 農村景観内での直播農法導入にかかる土地利用・農法の時間的変遷、およびその空間分布の評価
- (2) 景観および圃場の各スケールにおける植物種の空間分布特性の解明と、その分布を説明する各種要因(耕種的条件、立地特性、および土地利用変遷に関する要因)の相対的影響力の評価
- (3) 保全上重要な植物種に関する、農法との共存を可能にする機構の解明

3. 研究の方法

研究実施にあたっては、諸般の事情により当初の計画から以下のように変更した。

- (1) 農法の空間分布、時間的変遷の整理
調査地(石川県珠洲市N地区)における農家への聞き取り、現況の航空写真や土地改良にかかわる既存データ等の整理に基づき、GISにてそれらの情報を統合し、農法変遷をいくつかのパターンに類型化した。具体的には、直播農法導入直後の水田、導入後継続的に直播農法を行っている水田、直播農法を行ったことのない水田等に分類し、さらに土地改良以前の圃場区画情報を収集し、土地利用変遷をとらえた。
- (2) 水田雑草群落の植生調査
植生調査は2010年から2013年にかけて、8月から9月の間に毎年1回実施した。農法の経歴が異なるのべ29の圃場を対象に各水田の内部に1m²の方形区を圃場面積にに応じて5-10個ずつ無作為に設置し、枠内の維管束植物、コケ類および藻類の被度を種ごとに目測した。
- (3) 直播水田での種組成の経年変化の評価
(2)の調査水田のうち、直播水田を対象を絞って、植物種数および多様度指数、ならびに主要な強害草種4種の積算植被率と、直播連作年数との関係性を評価した。
- (4) 農法およびその履歴が水田雑草群落に与える影響の評価

4年間に調査された慣行水田と直播水田を含む29の調査水田の水田雑草群落の種組成をDCA(Detrended Correspondence Analysis)で分析し、種スコアおよびサンプルスコアを計算した。その上で、各水田圃場における種組成を表すDCAのサンプルスコア(Axis1、Axis2)を応答変数、直播農法の連作年数、農法の違い(直播であるか否か)、イネの植被率を固定変数、圃場IDと調査年を説明変数とした一般線形混合モデルで検定を行った。正規性の前提を満たすためDCA第1軸については平方根変換を施した。分析はJMP12.2を用いた。

4. 研究成果

(1) 植物種多様性と直播水田の関係

植物種多様性の農法間比較の結果、慣行水田(移植栽培)の方が直播水田より植物種数が多い傾向にあった(表1)。これは直播水田での深水管理の影響で、発芽に酸素を必要とする雑草種子の発芽が抑えられたためと考えられる。

希少植物の観点では、直播水田では2010年を除き、慣行水田よりもそれらが見つかる種数、頻度が高かった。ミズオオバコ、シャジクモなどの希少種は、中干しを行う慣行水田でも水が溜まりやすい凹地では限定的に生育していたが、直播水田でより多く生育が確認された。深水を好む沈水性植物の存続にとって、直播水田により夏期を通じて広い面積で形成される水域が確保される意義は大きい。一方で、希少種でもミズワラビやイチヨウキゴケは慣行水田で多く見られたことから、これらの種は直播水田よりも好気的環境を好んでいることが伺えた。

このように、異なる栽培方法の水田が地域内に混在していることで、景観スケールでの植物種多様性を向上させていることが推察された。

表1. 農法間での植物種数、希少植物種数の比較結果(年ごとの傾向)

調査年	全植物種数		希少物種数	
	V溝直播 vs 慣行栽培	V溝直播 vs 慣行栽培	V溝直播 vs 慣行栽培	V溝直播 vs 慣行栽培
2010年	極少	多	少	多
2011年	変わらず	変わらず	多	少
2012年	少	多	多	少

(2) 直播農法の連作と持続可能性

直播水田の雑草群落の種多様性は、連作3年目をピークに、連作期間が長くなるに従い減少傾向にあった(図1)。Shannon-Wienerの多様度指数H'は連作4年目までは増加傾向にあるが、連作5年目以降はやや低下傾向にあった。希少種の観点では、生育に安定水域が必要な沈水植物(ミズオオバコ等)は直播農法の連作5年後でも生育しつづけていることを確認した。

一方、直播農法の連作4年目以降に、イヌビエ、オオクサキビなどのイネ科雑草およびイボクサ、クログワイといったコメの生産上問題となる雑草が増加していた(図2)。直播水田で増加したイネ科雑草は、斑点米被害を引き起こすカスミカメムシ類の食草でもあり、斑点米被害を低減するには管理が重要である。このためコメ生産の持続可能性を高めるために、直播農法は3-4年おきに慣行農法等を組み入れる輪作体系の導入が必要と考えられた。

直播水田におけるイヌビエ発生量の増加傾向は、水田の土壌特性により生じた可能性がある。耕起が水田雑草の初期発生に及ぼす影響を調べた嶺田・日鷹(2002)によると、春先に耕起・代かきを行う通常の水田では、給水後に土壌が急激に還元化し、還元条件下で発芽が促進されるコナギ等の発生量が急増した。一方、不耕起の水田では、土壌還元化の進行は緩やかであるためコナギ等の発生が抑えられ、発芽における酸素要求度が比較的高いイヌビエ(片岡・金 1978)が優占した。このことから、V溝直播水田では土壌還元化の進行は緩やかであることから(愛知県農業総合試験場 2007)、不耕起水田と同様のプロセスによりイネ科雑草が優占していったと考えられた。

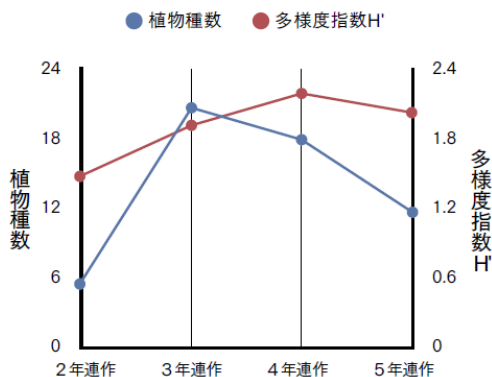


図1. 乾田不耕起V溝直播農法の連作年数と植物種多様性の関係

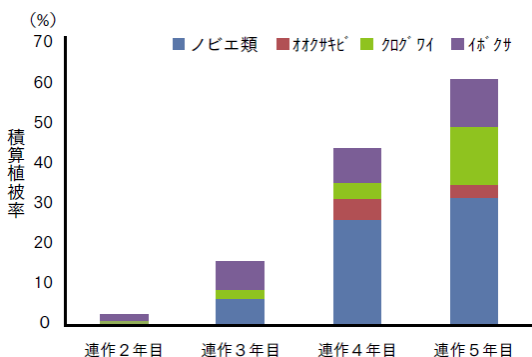


図2. 乾田不耕起V溝直播農法の連作年数と主要強害草の量(積算植被率)との関係

最後に、一般混合線形モデルによる検定の結果、DCA第1軸では農法の違い、イネ植被率、直播連作年数の3つの固定効果がともに有意であり、DCA第2軸では直播連作年数、農法の違いのみが有意であった(表2)。自由度調整済みR²はDCA第1軸が47.1%、DCA第2軸は40.5%であった。このことから、水田雑草群落の種組成を規定する要因として、圃場スケールで変化する農法の違いや、局所スケールでの光環境を左右するイネの植被率のみならず、時間的スケールの変数である直播連作年数が重要であることが判明した。

表2. 29の水田圃場の水田雑草群落を対象に算出したDCAサンプルスコアを応答変数とした、一般線形混合モデルによる検定結果

	直播連作年数		農法の違い		イネ植被率	
	F値	p値	F値	p値	F値	p値
DCA Axis1	8.5	0.006	57.3	<.0001	49.3	<.0001
DCA Axis2	16.1	2E-04	14.0	2E-04	0.4	0.527

(3) 成果の位置づけとインパクト

近年、基盤整備の進行により水田一筆ごとの面積が拡大し、少数の農業生産法人に水田が集約されつつある。そのため、耕作者の違いに起因する水田環境の不均一性は失われる傾向にあると思われる。しかし、このような生産効率を重視した近代的農業の中でも、直播農法と慣行農法の組み合わせによって地域内に多様な水田環境を提供することで、それぞれの環境に適した生物種が生息できる可能性を持っている。本研究は、地域に多様な農法が混在する状況を維持することが、生産性の向上と生物多様性保全を両立させる現実的手段として有効であることを示唆するものである。

一方で、直播農法を連作しつづけることで雑草害の影響が懸念されることもわかった。このような傾向は直播水田では世界的に問題となっている。コメ生産への悪影響を避けながら、水田の希少種を守っていくために、輪作の導入といった農法システムの工夫と継続的なモニタリングを行い、その結果をさらなる農法の改善に役立てることができるよう、農家と行政、研究者の協働体制の構築が重要な鍵となる。

(4) 今後の展望

今回紹介したこの直播農法が、植物種多様性保全に有効な一般的な選択肢になるのかを評価するには、今後、以下について評価する必要がある。

- ・他の地域での同様な種多様性調査
- ・イネ科雑草増加が及ぼす希少植物への影響
- ・直播水田に生育する希少植物種が、慣行栽培や転作大豆などを組み入れた輪作体系の

なかでも存続できるか？

日本のコメ農家を巡る経済的環境は年々厳しさを増している。付加価値の高いコメの生産と生物多様性の保全との両立を目指して、水管理や農薬管理のあり方をさらに工夫することで、経済的理由から導入が始まったこの乾田不耕起V溝直播農法を「環境保全型農法」としてさらに価値を高められる可能性があると考えられた。

<引用文献>

愛知県農業総合試験場、不耕起V溝直播栽培の手引き、農業の新技术、74、2007
嶺田拓也、日鷹一雅、水田雑草の湛水後初期発生に及ぼす耕起・代かきの影響、雑草研究、47 (Suppl.)、2002、232-233
片岡孝義、金昭年、数種雑草種子の発芽時の酸素要求度、雑草研究、23、1978、9-12

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

小路晋作、伊藤浩二、日鷹一雅、中村浩二、省力型農法としての「不耕起V溝直播農法」が水田の節足動物と植物の多様性に及ぼす影響、日本生態学会誌、査読有、65巻、2015、279-290

〔学会発表〕(計2件)

伊藤浩二、中村浩二、水稻の不耕起V溝直播栽培による連作が水田雑草群落組成に及ぼす影響、日本生態学会第62回全国大会、2015.3.21、鹿児島大学(鹿児島県・鹿児島市)

伊藤浩二、中村浩二、水稻栽培における農法履歴の違いが水田の植物種多様性に及ぼす影響 - 不耕起V溝直播農法に着目して、日本生態学会第60回全国大会、2013.3.7、静岡県コンベンションアーツセンター(静岡県・静岡市)

〔図書〕(計1件)

Koji S, Ito K, Akaishi D, Watanabe K, Nomura S, Utsunomiya D, Pei H, Tuno N, Hidaka K, Nakamura K, Springer, Responses of aquatic insect, terrestrial arthropod, and plant biodiversity to the V-furrow direct seeding management in rice fields. In: Social-Ecological Restoration in Paddy-Dominated Landscapes (Usio N, Miyashita T eds.), 2014, pp. 173-195.

〔その他〕

ホームページ等
金沢大学地域連携推進センター・能登里山里海研究部門(珠洲市)

<http://www.crc.kanazawa-u.ac.jp/endowed/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

伊藤 浩二 (ITO, Koji)

金沢大学・地域連携推進センター・特任助教

研究者番号：30530141