

令和 5 年 6 月 13 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K06096

研究課題名(和文) 自然生態系と連続した土地利用はハビタットの質を引き継ぐか？

研究課題名(英文) Evaluation of habitat quality in paddy field which originate from natural wetland

研究代表者

大澤 剛士 (Osawa, Takeshi)

東京都立大学・都市環境科学研究科・准教授

研究者番号：40554332

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：水田は湿地環境である一方、人間による改変を受けた土地利用形態の一つでもあるため、その由来には様々なものがありうる。本研究は、もともと湿地であった場所に成立した水田は長期的に湿地が維持されている状態に近く、湿地性植物のハビタットとしての質が高いという仮説を検証することを目的として実施した。研究期間を通し1)もともと湿地であった場所に成立している水田は湿地ハビタットとして高い質を持つこと、2)ただし、そういった水田の多くは大面積であるため、農作業の効率化を目指す圃場整備が優先的に行われ、期せずしてハビタットの質を大きく低下させている側面があることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、少なくとも関東において本来的にハビタットとしての質が高い水田は、優先的に圃場整備が行われ、結果的にその質が失われてきた可能性が高いことが示唆された。現在の日本は既に人口減少社会に突入しており、輸入食品の増加等も影響し、農業活動の縮小が進んでいる。他方、地域の生物多様性を保全する必要性が社会的に高まっている。圃場整備は農業活動の効率化を図る上で極めて重要な役割を持つ一方で、湿地ハビタットとしての質を著しく損なう面がある。農作業の近代化を進めるために圃場整備は現在も進められているが、今後もさらに拡大していく必要が本当にあるのか、再検討するべき時期が来ているかもしれない。

研究成果の概要(英文)：Paddy fields area currently one of important wetland habitat for several species. Paddy fields are also a form of land use that has been modified by humans. Therefore, they could have various origins such as natural wetland, forest and others. This study aimed to test the hypothesis that paddy fields established in areas that were originally natural wetlands are close to a state of long-term wetland which have high quality as habitats for wetland plants. Through the research period, it was revealed that 1) paddy fields established in areas that were originally wetlands have high quality as wetland habitats, and 2) however, many of these paddy fields are large in size and tend to be priority a consolidation work to improve agricultural efficiency.

研究分野：生物多様性情報学

キーワード：水田生態系 植物群集 土地利用変化 圃場整備 自然史資料 標本

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

人為的な土地改変による生物の生息環境(ハビタット)の喪失、劣化は、種の絶滅を引き起こす主要因の一つである。その一方で、人間活動によって形成された二次環境がハビタットとして高い質を持つ場合がある。代表的な例として、水田が湿地の代替ハビタットとしての機能を持つことは、既に広く知られている。

しかし、全ての水田が湿地ハビタットとして高い質を有するわけではない。例えば圃場整備を経験した水田はハビタットとしての質が低下し、湿地性植物がほとんど分布しなくなることが知られている。ただし、圃場整備を経験していても多くの湿地性植物が分布する水田も少なからず存在している。このことは、人為改変の影響以外にもハビタットの質を高める要因が存在することを示唆する。

半自然草原等、人為的な影響を受けた生態系であっても、長期間その状態が維持されたハビタットは高い質を保ち、地域の生物多様性に貢献することが報告されている。水田は人間によって形成された人工湿地であるものの、その由来、つまり水田が形成される以前の自然生態系には様々なものが考えられる。このうち、もともと自然湿地であった場所に形成された水田は、長期的に湿地ハビタットが維持されている状態に近いと考えられる。このような「もと湿地」の水田は、自然湿地が持つハビタット機能を引き継ぎ、他の由来を持つ水田に比して高い湿地ハビタットとしての質を保持している可能性がある。

2. 研究の目的

本研究は、湿地性植物を対象に、もともと自然湿地が成立していた場所に形成された水田は、湿地として質の高いハビタットを有するという仮説を検証することを目的とした。具体的には、地形解析によって潜在的な自然湿地を推定することで、現存する水田をかつての自然湿地と、湿地以外の場所に形成された場所に区分し、標本を中心とする既存データおよび現地調査を通して、それぞれのハビタットとしての質を比較した。さらに、水田が持つ湿地ハビタットとしての質を大きく低下させる圃場整備の影響についても併せて検討を行った。

3. 研究の方法

(1) 基盤データの整備

もと湿地であった場所を抽出するため、50m 解像度の標高データ(Digital Elevation Model) を利用し、全国スケールでの累積流量(Flow Accumulation Value: FAV)を計算した。累積流量は水が溜まりやすい地形を抽出できるパラメータで、この値が高い場所に立地する水田は、もともと湿地環境であった可能性が高いと考えられる(図1)。

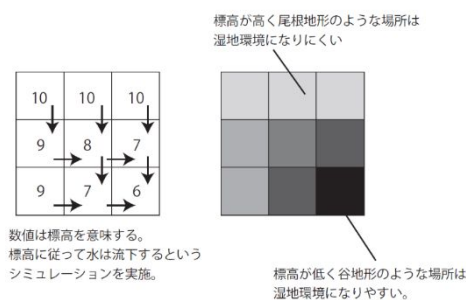


図1. Flow Accumulation Value の概念図。この値が大きい場所は地形的に水がたまりやすく、かつて湿地であった可能性が高いと判断できる

FAV データの上に、国土交通省から入手した平成 26 年(2014 年)土地利用細分メッシュデータ(100m 解像度のグリッドデータ)を重ね合わせ、水田グリッドごとに FAV の値を付与することで、この値を水田の「もと湿地度合」の指標とした。すなわち、この値が高い水田を「もと湿地水田」とした。この値を標準 3 次メッシュ(1km メッシュ単位で集計した。さらに、農林水産省から入手した 2001 年の農地区画整理率を 1km メッシュ単位で集計し、そのメッシュにおける水田に対する圃場整備の強度データとして用いた。

(2) 既存データベースを用いた検討 -もと湿地という立地と湿地性植物分布の関係-

(国研)農研機構よりオープンデータとして公開されている、利根川流域の 32 地域(1km メッシュ単位)において 3 時期(2002 年, 2007 年, 2012 年)にわたり実施された水田の植物モニタリングデータを入手した(図 2)。この調査は、1km メッシュ内における水田に約 20 の 1m² コドラートを設置し、そこに出現した植物を記録するというものであった。この調査データから草本データを抽出し、検討対象とした。

得られた 1km メッシュ単位で 3 時期のモニタリングが行われていた植物データについて、日本産水生・湿生植物チェックリスト (<https://wetlands.info/tools/plantsdb/wetlandplants-checklist/>) を利用し、湿地性植物とそれ以外の種に分離した。3 時期のデータを利用し、確認された種のネスト構造、すなわち過去から現在にかけて同種が存在している場合と、ターンオーバー構造、すなわち過去から現在にかけて種が入れ替わっている状態それぞれの検討を行った。具体的には、2012 年に確認された種のうち、2007 年に確認された種の共通種の比率、ならびに 2007 年に確認された種のうち、2002 年に確認された種の共通種の比率と、もと湿地度および圃場整備度合の関係を、一般化線形モデルによって検討した。

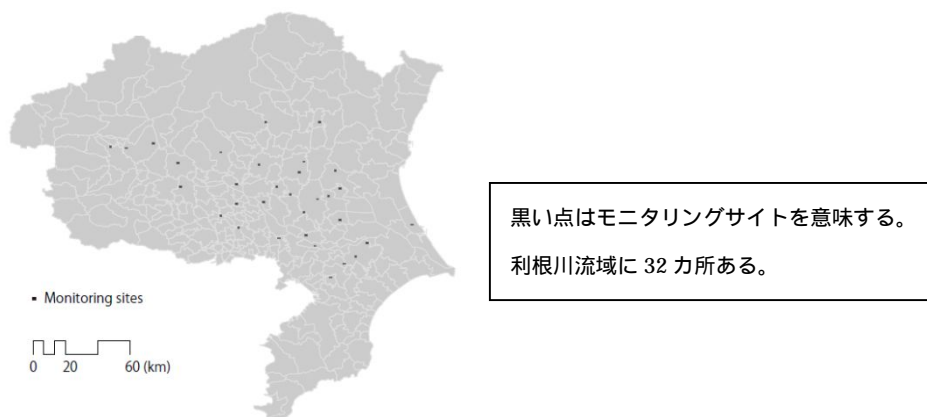


図 2. 農研機構から入手した植物モニタリングの実施地点。

(3) 既存データベースを用いた検討 -もと湿地という立地と圃場整備の関係-

圃場整備を経験した水田はハビタットとしての質が低下することが明らかになっているが、圃場整備は機械化を含めた生産効率を高める行為であるため、機械化が容易な大面積の水田では優先的に実施される可能性がある。一方、FAV が高い場所はもともと氾濫原であった場合が多いと考えられ、これも大面積である可能性がある。もし、圃場整備の優先順位と、もと湿地という立地条件が意図せず一致していた場合、これまでの圃場整備戦略は、高いハビタット機能をもつ水田から優先的に実施するという生物多様性に対して極めて甚大な負の影響をもたらすものであった可能性がある。そこで、もと湿地という立地と水田面積の関係、圃場整備の関心に相関関係があるかどうかを回帰分析によって検討した。

(4) 標本および現地調査による検討

神奈川県立生命の星・地球博物館に収蔵されている標本データのうち、上述日本産水生・湿生植物チェックリストを用いて県内における湿地性植物のレコードを抽出した。さらに、これらのうち神奈川県レッドデータブックに記載されている絶滅危惧物種を検討対象とした。抽出した標本レコードの採取地点情報を標準 3 次メッシュ (1km) 単位に変換し、水田のもつもと湿地度合データ、圃場整備率データと重ね合わせられるようにした。植物標本は採取年代にばらつきがあったことから、レコード数が多く、現在の分布状況を反映していると考えられる 2010 年以降に採取されたレコードを対象に、メッシュごとの湿地性かつ絶滅危惧植物種数をカウントした。さらに、(1)において整備した地形および土地利用データから、もと湿地の度合いが高いと考えられ、標本レコードがない水田において植物相調査を実施した。調査方法は、地形データからもと湿地度が高いと判断された場所において、営農が行われている水田の畔を歩行し、確認できた植物を全て記録すると同時に、水田における圃場整備の有無も記録するというものである。

各年代における絶滅危惧植物種数を目的変数に、もと湿地度および圃場整備率を説明変数とした一般化線形モデルによって、その関係を検討した。

4. 研究成果

(1) 既存データベースを用いた検討 -もと湿地という立地と湿地性植物分布の関係-

一般化線形モデルによる分析の結果、2002-2007 の間において、累積流量が高い水田では、湿地性植物がネスト構造を保持する傾向が見出され、予想どおり「もと湿地」水田は湿地ハビタットとして安定した環境を提供している可能性が示された (表 1)。ただし、2007-2012 の間においてこの関係は検出されなかった (表 1)。一方、圃場整備率が高い水田では、湿地性植物、非湿地性植物に限らず、2002-2007 ならびに 2007-2012 の間ともにターンオーバー構造になる傾向が見出された (表 1)。すなわち、圃場整備を経ることで湿地ハビタットとしての質が低下すること、さらに種の入替わりを強く促進する傾向があることが示唆された。

表 1. 湿地性植物と非湿地性植物のネスト構造を一般化線形モデルにあてはめた結果。

P 値はワルド検定の結果、括弧内は推定値の標準誤差を意味する。

説明変数		2002-2007	p	2007-2012	p
		(S.D.)		(S.D.)	
湿地性植物	累積流量 (自然	0.00799	*	-0.0022	0.52
	対数変換)	(0.0039)		(0.0034)	
	圃場整備率	-0.0014	*	-0.0025	***
		(0.0006)		(0.0007)	
	切片	2.6845		2.7469	
非湿地性植物	累積流量 (自然	-0.0035	***	-0.0018	0.13
	対数変換)	(0.0010)		(0.0012)	
	圃場整備率	-0.0055	***	-0.0062	***
		(0.0002)		(0.0002)	
	切片	3.9619		3.9163	

p value, * < 0.05; ** < 0.01; *** < 0.001

(2) 既存データベースを用いた検討 -もと湿地という立地と圃場整備の関係-

回帰分析の結果、水田面積ともと湿地の度合い (FAV 値) (図 3a)、圃場整備を受けた水田面積と、もと湿地の度合い (FAV 値) (図 3b)、圃場整備を受けた水田面積と、水田におけるもと湿地度合 (FAV 値) (図 3c)、全てのケースにおいて、統計的に有意な正の相関が検出された。この結果は、もと湿地度が高い水田は大面积である傾向が高く、その結果として農業の効率化を目指す圃場整備が積極的に行われていることを示唆するものである。この結果は、湿地としてのハビタットの質が高い水田ほど、圃場整備が積極的に行われてきた可能性を示唆するものであり、現代の水田における生物多様性は極めて危機的な状況にある可能性を示唆する。

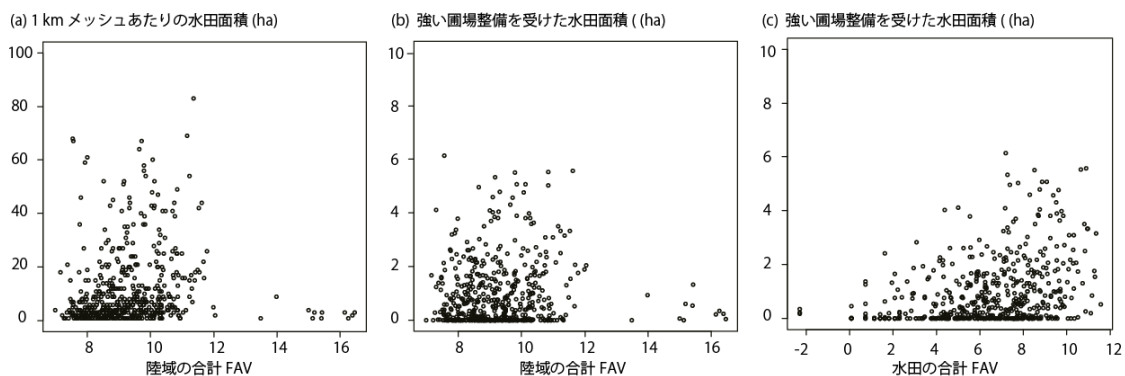


図 3. 水田面積と、もと湿地の度合い (FAV)、圃場整備を受けた水田それぞれの関係を示したもの。全ての組み合わせについて正の相関関係があった。

(3) 標本および現地調査による検討

一般化線形モデルによる分析の結果、神奈川県内において、もと湿地水田が多く存在する 1km メッシュ内では多くの湿地性絶滅危惧種が確認される傾向が検出された (表 2)。他方、圃場整備率が高いメッシュでは、これらの確認数が減少する傾向が検出された (表 2)。この結果は、予想どおり「もと湿地」の水田が湿地性絶滅危惧植物にとって重要なハビタットになっていることを示唆するものである一方、圃場整備は、もと湿地であったという立地条件にあっても、ハビタットの質を大きく低下させる要因であることを示唆するものである。

表 2. 湿地性植物かつレッドデータブックに記載された種数を一般化線形モデルにあてはめた結果。P はワルド検定の結果、括弧内は推定値の標準誤差を意味する。

説明変数	推定値 (S.D.)	p
湿地性絶滅危惧種数	累積流量(自然対数変換)	***
	(0.01954)	
	圃場整備率	***
	(0.11442)	
	切片	-4.74984

p value, * < 0.05; ** < 0.01; *** < 0.001

その一方で、現地調査を行った結果、地形解析によって得られた累積流量、すなわち「もと湿地度」が高い水田であっても、圃場整備を経ていると判断される地域では、湿地性植物がほとんど確認されなかった。この結果も、もと湿地であったというハビタットの質が高くなる立地条件にある水田であっても、圃場整備を被ることで、ハビタットの質が大きく低下することを示唆するものである。

(4)全体まとめ

本研究により、もともと湿地であった場所に立地する水田は高いハビタットの質を保っていることが明らかになった。その一方で、少なくとも研究対象地である関東圏においては、もと湿地であるという由来がもたらす高いハビタットの質は、圃場整備によって大きく損なわれてしまっていることも明らかになった。さらに、もと湿地水田の多くは氾濫原由来であると考えられるが、こういった場所は大面積である傾向があり、これがために優先的に圃場整備が行われてきたことも示唆された。すなわち、関東においてハビタットとしての質が高い水田は、結果的に優先的にその機能が失われてきた可能性があることが示唆された。

現在の日本は既に人口減少社会に突入しており、輸入食品の増加等も影響し、農業活動の縮小が進んでいる。他方、地域の生物多様性を保全する必要性が社会的に高まっている。圃場整備は農業活動の効率化を図る上で極めて重要な役割を持つ一方で、湿地ハビタットとしての質を著しく損なう面がある。農作業の近代化を進めるために圃場整備は現在も進められているが、今後もさらに拡大していく必要が本当にあるのか、再検討するべき時期が来ているかもしれない。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 大澤 剛士、瀧 健太郎、三橋 弘宗	4. 巻 advpub
2. 論文標題 河川合流の特性を活かした防災・減災（Eco-DRR）の可能性：那珂川周辺に存在する水田の利活用アイデア	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 保全生態学研究	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18960/hozen.2030	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Osawa Takeshi、Nishida Takaaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Toward Social Infrastructure: Typological Idea for Evaluating Implementation Potential of Green Infrastructure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Green Infrastructure and Climate Change Adaptation	6. 最初と最後の頁 61～70
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-981-16-6791-6_5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Osawa Takeshi、Nishida Takaaki、Oka Takashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Paddy Fields as Green Infrastructure: Their Ecosystem Services and Threatening Drivers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Green Infrastructure and Climate Change Adaptation	6. 最初と最後の頁 175～185
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-981-16-6791-6_11	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Osawa Takeshi、Nishida Takaaki、Oka Takashi	4. 巻 10
2. 論文標題 Paddy fields located in water storage zones could take over the wetland plant community	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 14806-14806
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-020-71958-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 浮田 悠、佐藤 臨、大澤 剛士	4. 巻 advpub
2. 論文標題 東京都多摩地域南部におけるゲンジボタル <i>Luciola cruciata</i> の生息に及ぼす過去の土地被覆の影響	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 保全生態学研究	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18960/hozen.2219	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ohata Seiichiro, Osawa Takeshi, Sato Nozomu, Tsutsumida Narumasa	4. 巻 1
2. 論文標題 Large, concealed islands in the urban sea: Scattered surrounding green space enhances the quality of grassland habitats in urban parks, Tokyo	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Urban Ecosystems	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11252-022-01311-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	大西 亘 (Ohnishi Wataru) (00588270)	神奈川県立生命の星・地球博物館・企画情報部・主任学芸員 (82709)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------