

令和元年6月6日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K07647

研究課題名(和文) 渡鳥コハクチョウのもつ営農コスト削減ポテンシャルの検証と湖沼流域への負荷削減効果

研究課題名(英文) Evaluation of nutrient load inputs to winter-flooded paddy fields by overwintering Tundra Swan

研究代表者

宗村 広昭 (Somura, Hiroaki)

岡山大学・環境生命科学研究所・准教授

研究者番号：90403443

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、コハクチョウの越冬が冬期湛水水田の田面水や土壌にどのような影響を与えるかを評価し、冬期湛水水田への施肥量削減の可能性を考察することを目的に研究を進めた。現地調査では、コハクチョウの日中行動パターンを観察し冬期湛水水田に滞在する個体数の把握を行った。その際、田面水を採水し、T-PやT-Nなどを分析した。また越冬開始前後の水田土壌を、コハクチョウが帰郷した後(5月)とコハクチョウが飛来する前の水稲収穫後(10月)で採取・分析し、pH、EC、T-N、可給態リン酸、C/N比などを比較した。その結果、水質に関してはコハクチョウの滞在羽数と水質変動について統計的に有意差が確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

農地は食糧を生産する重要な場ですが、私たち人間だけではなく野生動物も利用しています。コハクチョウは毎年10月中旬頃ロシア極東から日本へ飛来し、3月中旬頃から徐々に帰郷します。越冬するコハクチョウの一部は、冬場に水田内に水を貯める冬期湛水水田を寝ぐらとして利用し、日中は畦畔で休んだり、周辺農地で採餌したりします。水田や周辺農地で多くの時間を過ごすコハクチョウは、糞という分解されやすい有機物の形で栄養塩を水田内や農地へ供給します。コハクチョウの越冬行動を観察し、水域や土壌へ供給された栄養塩量を正しく評価することで営農に生かすと共に、流域内物質循環の解明を通して水環境の保全に繋がりたいと考えています。

研究成果の概要(英文)：In this study, we evaluated an influence of overwintering Tundra Swan against water quality and soil fertility in winter-flooded paddy fields. In the field survey, we observed the daytime behavior pattern of the birds and understood their activities. We collected surface water in the paddy fields and analyzed water qualities such as T-P and T-N. In addition, the paddy soils before and after overwintering were collected and analyzed pH, EC, T-N, Available-P, and C/N ratio. As results, regarding the water quality, a statistically significant difference was confirmed between the number of staying Tundra Swan and the water quality fluctuation. However, soil fertility and the number of the birds were still unclear.

研究分野：地域環境工学・計画学

キーワード：物質循環 冬期湛水水田 コハクチョウ 水環境保全 持続可能な農業

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

冬期(10月中旬~3月末)に、ロシアの北極海沿岸からコハクチョウが島根県中海・宍道湖周辺に飛来し、その中の一部が安来市宇賀荘地区の冬期湛水水田にて越冬している。コハクチョウは夏にロシアの北極海沿岸にて子どもを産むが、冬になると水面の凍結により主な餌である水草が確保できなくなるため、5,000kmもの長い距離を飛んで日本に南下し、3月頃に再び故郷へと帰っていく。

コハクチョウが生活の拠点(休息や採餌、ねぐら)として利用する「冬期湛水水田」とは、冬水田んぼとも呼ばれ、稲刈りの終わった水田に冬の間、水を張る農法のことを示す。これは元禄時代の1684年に佐瀬与次右衛門が書いた「会津農書」で推奨されているほど昔から存在する農法である(岩淵、2007)。冬期に水を張ることは、春先の雑草の発生を抑制し(山本ほか、2003)、農薬の使用量を減らすことができるため、営農コストの削減につながる。また、人工湿地としてイトミミズ、ユスリカ、渡り鳥(コハクチョウやガンカモ類)などのさまざまな生き物の生息環境の提供にもなり、腐食性の生物であるイトミミズ、ユスリカは秋から冬、春にかけて繁殖する低温菌(酵母菌や麹菌、乳酸菌、光合成細菌など)との相互作用によって、有機物に富む膨軟な層、いわゆる「トロトロ層」を形成させる。さらに、渡り鳥が排出する糞には窒素やリン酸が多く含まれ、水田の微生物の繁殖に効果的で、有効な肥料分となり得る(岩淵、2007)。

コハクチョウが冬期湛水水田へと排出した糞は有機肥料として稲作への活用が期待され、「環境保全米」として付加価値の付帯による収益も見込める(八木ほか、2004)。しかし、水田へと供給されたコハクチョウの糞が施肥としてどの程度利用可能について十分な知見が集積されていない。

2. 研究の目的

本研究では、島根県安来市宇賀荘地区10枚の冬期湛水水田を調査対象(Fig.1)とし、コハクチョウの越冬に由来する栄養塩(窒素・リン等)を定量的に把握し、次シーズンの稲作における施肥量削減の可能性を評価することを目的に研究を進めた。

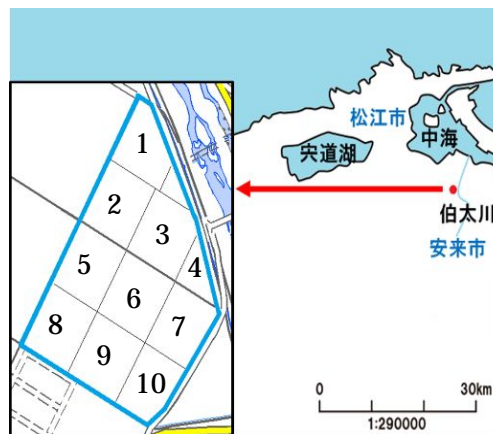


Fig. 1 調査対象地域

3. 研究の方法

調査対象地域は、安来市の市街地から伯太川に沿って約4kmあまり南に進んだ能義平野に位置する。能義平野は、簸川平野と並ぶ県内有数の穀倉地帯であり、中海に飛来するコハクチョウやマガンの餌場として知られている。

宇賀荘地区の農事組合法人「ファーム宇賀荘」は、農薬や化学肥料を使用しない「環境に配慮したお米づくり」に取り組んでおり、2004年に除草対策の一環として「冬期湛水水田」を導入した。その結果、西日本最大のコハクチョウの越冬場であった鳥取県米子市の水鳥公園から宇賀荘地区に越冬場を変えるコハクチョウが増え、現在では1000羽を超えるコハクチョウが宇賀荘地区にて越冬するようになった。

その背景には、周囲に収穫後の水田が多くあり、餌となる落ち穂などがあること、大きな構造物が少なく飛行しやすいことなどが考えられる。

今回調査対象とした冬期湛水水田は、圃場整備が行われたものであり、用・排水施設に自然圧によるパイプラインシステムを採用している。また、冬期に水を張る前、ぼかし肥料の散布と荒起しが行われ、冬期湛水をしている間は近隣の伯太川より定期的に灌漑水が供給され、田面水の入れ替えが起こっている。

調査方法は、コハクチョウ飛来前(稲作後)から帰郷後(稲作前)にかけて水田土壌・田面水などを採取し、分析を行った。それに加えて、冬期(12月~3月)の早朝、水田にて滞在するコハクチョウを観測することで、滞在羽数とコハクチョウ越冬によって水田土壌へと供給された肥料分との相関を検証した。コハクチョウの水田滞在羽数と田面水や水田土壌の分析結果との関係性を検討するため、コハクチョウ滞在羽数パターンをCluster分析(Ward法)

によって、滞在数大の群と滞在数小の群、滞在数中の群の3つに分類して解析を進めた(Fig.2)。

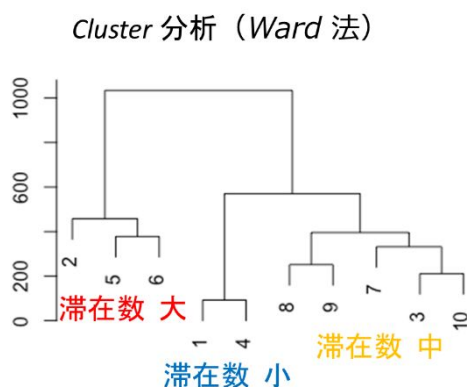


Fig.2 コハクチョウ水田滞在数による分類

コハクチョウの観測方法は、2015年12月～2016年3月は月2回、明るくなり観察が可能となる午前7時から暗くなる午後5時半まで2時間おきを目安に、10枚の冬期湛水水田に滞在するコハクチョウの個体数をカウンターを用いて数え、コハクチョウの一日の行動パターンを観察した。2016年12月～2017年3月は月に4回、午前7時に10枚の冬期湛水水田に滞在するコハクチョウの個体数をカウントした。

田面水の採取方法・分析項目は、冬期湛水水田に水が張られた、2015年12月～2016年3月に月2回、2016年12月～2017年3月に月4回、冬期湛水水田1～10の田面水と、冬期湛水水田へと供給される灌漑水(伯太川の水)をそれぞれ1500mlほど採取して実験室に持ち帰り、全窒素(T-N)・全リン(T-P)・クロロフィルa・イオン成分(K^+ ・ NH_4^+ ・ NO_3^- ・ PO_4^{3-} ・ Ca^{2+} ・ Mg^{2+} ・ SO_4^{2-} ・ Cl^- ・ Na^+)を分析した。なお、採取は取水排水溝の影響を避けるために向かい側の畦の真ん中から行った。また、バケツに水を汲んで、調査地にてマルチ水質モニタリングシステム(HORIBA U-21XD)を用いて、水温・pH・電気伝導度(EC)・濁度(TURB)・溶存酸素(DO)・塩分濃度(SAL)・蒸発残留物(TDS)を測定した。同時に定規を用いて水深も測定した。

水田土壌の採取方法・分析項目は、2015年5月のコハクチョウ帰郷後(水田6,9)、2015年10月のコハクチョウ飛来前(水田6,9)、2016年5月のコハクチョウ帰郷後(水田1～10)、2016年11月のコハクチョウ飛来前(水田1～10)、2017年4月のコハクチョウ帰郷後(水田1～10)の水田土壌を採取し、pH(H_2O)・電気伝導度(EC)・全窒素(T-N)、可給態リン酸(Avail-P)、炭素の分析を行った。採取には内径5cm、深さ5cmのコアサンブラを採取目的の深さまでゴムテープで連結したものを用い、各水田の四隅と真ん中の5地点(各地点の周辺3ヶ所で採取し混合)で行った。また、冬期に水を張る前に水田に散布される、ぼかし肥料(くず大豆+籾殻+米糠+有効微生物群)も同様に分析して評価した。

4. 研究成果

コハクチョウは2月の中旬までは1000羽近くが滞在しており、その後、徐々に数が減っていき、3月末にはすべてのコハクチョウが帰郷していた。コハクチョウはすべての水田に均等に滞在してはならず、水田1や4のように期間中に滞在が確認されない水田も存在した。また、2015年12月～2016年3月の日中、2時間おきに観測を行ったところ、コハクチョウは気温の上昇とともに餌場へと飛び立ち、日が落ちる午後5時ごろに冬期湛水水田に帰ってくるという行動パターンが分かった(Fig.3)。



Fig.3 コハクチョウの越冬

コハクチョウの観測結果において、コハクチョウが滞在する冬期湛水水田とコハクチョウが滞在しない冬期湛水水田が存在した。水質分析結果では、田面水の水質変動においてコハクチョウの滞在の有無がどのように影響しているかを評価した。田面水の水質(窒素、リン、クロロフィル *a*) を見てみると、コハクチョウが滞在しない水田と比較して、滞在する水田の田面水の栄養塩濃度はコハクチョウの越冬による影響を受けていると思われた。実際、現地調査時、コハクチョウが滞在しない水田の田面水は透明であったが、滞在が多い水田の田面水は濃い緑色や茶色になっていることが多かった (Fig.4)。



Fig.4 冬期湛水水田における田面水色の違い

コハクチョウの越冬は冬期湛水水田の田面水の栄養塩濃度に影響を与えていたと考えられたので、次に、水田土壌への影響を評価した。コハクチョウ飛来前後において全窒素、可給態リン、炭素に統計的な有意差が認められ、コハクチョウの越冬による水田土壌への影響が示唆された。しかし、コハクチョウの滞在羽数との明確な相関は認められなかった (Fig.5)。また、コハクチョウが水田に滞在していた羽数と、水田土壌の pH や EC についても明確な相関は見られなかった。

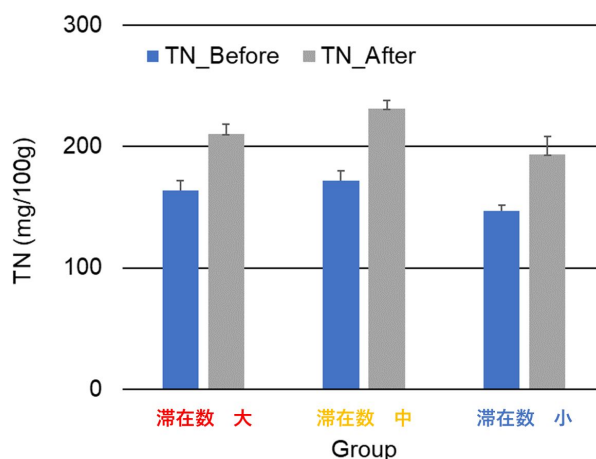


Fig.5 コハクチョウ越冬前後の土壌窒素量の変化

今回の水田土壌サンプリングはコハクチョウの水田内での滞在 (空間分布) を考慮したものでなかったため、コハクチョウ滞在による影響が顕著に見えなかったと推測される。

【引用資料】

- 岩淵成紀 (2007): 「ふゆみずたんぼを利用する環境と暮らしの再生プロジェクト」, 日本水大賞報告書, pp41-48.
- 八木洋憲・嶺田拓也・芦田敏文・栗田英治 (2005): 「水利系統を考慮した環境保全型水稲作の立地配置」, 農村計画論文集, No7, pp.67-72.
- 山本浩伸・大畑孝二・山本幸次郎 (2003): 「カモ類の採食場所として冬期湛水することが水田耕作に与える影響 -片野鴨池に飛来するカモ類の減少を抑制するための試み III-」, Strix Vol.21, pp.111-123.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

1. H. Somura, T. Masunaga, Y. Mori, I. Takeda, J. Ide, H. Sato (2015): Estimation of nutrient input by a migratory bird, the Tundra Swan (*Cygnus columbianus*), to winter-flooded paddy fields, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119, 1-9. DOI: 10.1016/j.agee.2014.07.018. (査読有)

〔学会発表〕(計 6 件)

1. H. Somura (2018): Evaluation of water quality and soil nutrients in winter-flooded paddy fields, The second international scientific conference on sustainable agriculture and environment (Ho Chi Minh city, Vietnam), 13-15 December 2018.
2. 宗村広昭, 毛利達也 (2018): コハクチョウ越冬による田面水や土壌への影響評価, 平成 30 年度農業農村工学会大会講演会 (京都市), 2018 年 9 月.
3. H. Somura, T. Mori (2017): Influence of overwintering Tundra Swan against soil nutrients in winter-flooded paddy fields, AGU Fall Meeting (New Orleans, LA, USA), 11-15 December 2017.
4. 毛利達也・宗村広昭: コハクチョウ越冬による冬期湛水水田への施肥削減効果の検証, 平成 29 年度農業農村工学会大会, 2017 年 8 月.
5. H. Somura (2016): Potential availability of feces from a migratory bird, Tundra Swan, in winter-flooded paddy fields. Myanmar-Japan International Symposium 2016 (Patheingyi, Myanmar), 2-4 December 2016.
6. 毛利達也・宗村広昭: コハクチョウの越冬が冬期湛水水田の土壌栄養塩量に与える影響に関する基礎研究, 平成 28 年度農業農村工学会大会, 2016 年 8 月.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 森 也寸志

ローマ字氏名: Yasushi MORI

所属研究機関名: 岡山大学

部局名: 大学院環境生命科学研究科

職名: 教授

研究者番号 (8 桁): 80252899

(2)研究協力者
研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

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、研究者個人に帰属されます。