— 原 著 論 文 —

水田の冬期湛水がもたらす鳥類への影響

前田 琢^{1,*}・吉田保志子^{1,**}

¹ 農業研究センター・鳥害研究室 〒305-8666 茨城県つくば市観音台 3-1-1

(2007年8月1日受付；2008年10月5日受理)

キーワード：餌動物、水田、湛水田、蓮田、水鳥。

日本鳥学会誌

Japanese Journal of
Ornithology

© The Ornithological Society
of Japan 2009

Taku Maeda^{1,*} and Hoshiko Yoshida^{1,**}. 2009. Responses of birds in rice fields to winter flooding. Jpn. J. Ornithol. 58: 55–64.

Abstract. Two segments of rice fields (0.4 ha each) in the coastal rice-producing region of Lake Kasumigaura, central Japan, were experimentally flooded from December to February (non-cultivation season), and bird abundance and macroinvertebrate availability in the fields were compared with those in unflooded rice fields and continuously flooded lotus fields. No waterbirds were recorded in the unflooded fields, but the experimentally flooded fields attracted Northern Lapwing *Vanellus vanellus* and snipe *Gallinago* spp., probably due to higher numbers of Tubificidae, Insecta (except Chironomidae) and Hirudinoidea in the soil and the water on the fields. Snipe were more abundant in unplowed flooded fields than plowed ones, indicating the importance of leaving rice stubble and post-harvest shoots as shelter for these secretive foragers. The flooded rice fields did not attract fish-eating waterbirds such as egrets *Egretta* spp., herons *Ardea* spp. or kingfishers *Alcedo atthis*, which occasionally appeared in the lotus fields. This was, probably because water pumped on to the experimentally flooded fields provided few fish or tadpoles. Land-bird abundance also differed significantly among the field types. Unflooded fields supported more Skylarks *Alauda arvensis* and Siberian Meadow Buntings *Emberiza cioides* than others, whereas flooded fields were preferred by Water Pipits *Anthus spinoletta*. Lotus fields attracted Dusky Thrushes *Turdus naumanni*, White Wagtails *Motacilla alba* and Japanese Wagtails *M. grandis*. The results indicate that flooding fields in a dry rice-producing region in winter provides many water- and landbird species with suitable habitats, and contributes to increasing the diversity of the wintering bird community.

Key words: macroinvertebrate, paddy field, flooded field, lotus field, waterbird.

¹ National Agriculture Research Center, 3-1-1, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8666 Japan.

はじめに

日本にある約 255 万 ha の水田（農林水産省統計部 2006）は、イネ *Oryza sativa* の耕作期が訪れるたびに広大な人工湿地となる。これらは数少なくなった自然湿地を補うように、多くの淡水性小

動物の生息場所となり、それらを餌とする鳥類の保全にも極めて重要な役割を持っている（前田 1998, Fujioka & Yoshida 2001, Maeda 2001）。しかし、乾田化が進んだ今日、ほとんどの水田は耕作終了後に水が抜かれて乾かされ、非耕作期には湿地としての性質を失っている。そのため、非耕作期の水田は湿地性鳥類の生息場所としてはほとんど機能していない (Maeda 2001)。国内において水田のような浅い淡水湿地に依存して越冬する水鳥は、ガンカモ、コウノトリ、ツル、チドリ目を中心に約 30 種（迷行種は除く）みられるが（中

* 現所属：岩手県環境保健研究センター 〒020-0852 岩手県盛岡市飯岡新田 1-36-1

** 現所属：（独）農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター 〒305-8666 茨城県つくば市観音台 3-1-1

村・中村 1995b などをもとに分類), このうち国内レッドリスト記載種 (環境省 オンライン) は, コウノトリ *Ciconia boyciana*, マガン *Anser albifrons*, ナベヅル *Grus monacha*, ヒクイナ *Porzana fusca* など約 3 分の 1 を占めている. 水田という広大な湿地が干上がる冬期間, これらの種の生息には河川や湖沼が頼りとなるが, そうした自然湿地も埋め立てや改修工事等による消失や自然度の低下が進み, 良好な越冬場所は限られてきている (Finlayson & Moser 1991, 樋口・成末 1997).

近年, 耕作を行なわない冬期間の水田に水を張ることで, 湿地としての機能を保つ試みが盛んになりつつある. アメリカ合衆国, スペイン, イタリアなどの一部では大規模な冬期湛水が実施され, 水鳥への優れた生息場所供給効果が示されている (Fasola & Ruiz 1997, Day & Colwell 1998, Elphick & Oring 1998, 2003). 国内でもガンカモ類, ハクチョウ類, ツル類の越冬場所や, 野生個体群の復帰を目指すトキ *Nipponia nippon*, コウノトリの採餌場所供給の目的で, あるいはイネ栽培上の目的で, 個人から地域レベルまで様々な規模での冬期湛水が全国的に行なわれるようになってきた (山本ら 1999, 岩渕ら 2001, 嶺田ら 2004, 西村 2006, 呉地 2007).

冬期湛水は農業上のさまざまな利点も注目されるため (Bird *et al.* 2000, 山本ら 2003, 岩渕ら 2006), 導入事例は次第に増えていくと予想される. しかし, 国内の冬期湛水による鳥への効果について, 詳細な報告は未だ多くない. 特に, 誘致対象種 (例えばガン類やハクチョウ類) がいる場合は, それ以外の鳥種にどのような変化が起きるのか明らかにされることは少ない (Elphick 2004). また, 湿地ということで水鳥のみが注目される傾向にあるが, 冬期の水田は陸鳥の越冬にも貢献しうるため (Maeda 2001), 陸鳥の反応についても明らかにしておく必要がある. さらに, 冬期湛水による水田の餌動物の変化は, 夏期については多少調べられているものの (岩田・藤岡 2006, 岩渕ら 2006, 伊藤 2006), 冬期はほとんど知見がない状態であり, 鳥の採餌場所としての機能を評価するうえでも調査が求められる.

本研究では茨城県霞ヶ浦沿岸の水田地帯において, 冬期に 2 か所の水田を湛水管理し, 日中および夜間の鳥類の利用とその潜在的な餌となる小動物の現存量を明らかにする調査を行なった. また, 自然に水の溜まった水田や年間を通して湛水されている蓮田, 対照区としての非湛水田においても

同様の調査を行なって比較し, 冬期湛水による鳥類や餌動物への効果について明らかにした.

調査地域と方法

1) 調査地域

調査は茨城県南部, 美浦村および江戸崎町 (現: 稲敷市) に含まれる余郷入干拓地周辺で実施した (図 1). 同地域は霞ヶ浦の南岸に位置し, 干拓された入江や湖岸沿いの低地が広く水田として利用されている. ほとんどの水田は圃場整備済みの乾田であるが, ハス *Nelumbo nucifera* を栽培しレンコンを収穫するため年間を通して湛水された蓮田が少数点在するほか, 排水不良のため非耕作期にも自然に水が溜まりやすい水田もごくわずか見られる. これらの水田から, 湛水実験田 2 か所, 自然湛水田 1 か所, 蓮田 4 か所, 非湛水田 4 か所の合計 11 か所を選んで調査区とした (図 1, 表 1). 各調査区はいずれも水田 1~2 枚分の規模であり, 面積は 0.23~0.52 ha (平均 0.40 ha) であった. いずれの調査区も広い水田地帯の中に位置しており, 周辺は全て水の入っていない乾田である.

湛水実験田 (調査区 FL1 と FL2) には 1998 年 12 月から 1999 年 2 月までの 3 か月間, 隣接する排水路から動力ポンプで随時水を汲み上げ, 水深 5cm 前後になるよう管理した. 湛水実験田は, 非湛水田の調査区 4 か所と地形や耕作の方法 (慣行栽培) は同等であり, ポンプによる実験湛水を開始する前には周囲の水田と同じく乾燥状態にあった. 自然湛水田 (FL3) は, 乾田地帯の中にあるが排水が悪く, 雨水などでそこだけ水が溜まりやすい水田である. 自然湛水のため天候によって水深がなくなる期間が最大 3 週間あったが, 他の乾田のように完全な乾燥状態になることはなかった. このため, 水深が平均 1.0 cm 以上あった期間のみを対象として湛水の調査区とした. FL1 は稲刈り後に耕起されており, FL2 と FL3 は耕起されず刈り株が残った状態であった.

これらの湛水田との比較のため, 湛水されていない水田にも 4 調査区 (DR1~4) を設けた. これらの水田には耕起済みの田と未耕起の田が混じっていたが, いずれも土壌表面は降雨の日を除いて乾燥した状態にあった. 蓮田の 4 調査区 (LT1~4) は, いずれも乾田の中に孤立した 1~2 枚の田であり, 栽培上の理由で年間を通して湛水され, 調査時には枯れたハスの地上部 (茎や葉) が水面上に

図 1. 調査地域における水田の分布（灰色部）と調査区（非湛水田 DR1-4, 湛水田 FL1-3, 蓮田 LT1-4）.
Fig. 1. Rice fields (gray area) in the study area and sites of the unflooded (DR1-4), flooded (FL1-3) and lotus fields (LT1-4) surveyed.

表 1. 調査区の概要と調査回数.

Table 1. Profile of the study plots and number of surveys.

調査区 Study plot	面積(ha) Area (ha)	田の種類 Field type	冬期湛水状態 Status of winter flooding	鳥類調査回数 No. of bird censuses		土壌サンプル数 No. of soil samples	
				日中 Daytime	夜間 Nighttime	表層 Surface	土壌コア Core
FL1	0.39	稲田（耕起済み） Rice field (plowed)	実験的に湛水 Experimentally flooded	28	5	6	6
FL2	0.40	稲田（未耕起） Rice field (not plowed)	実験的に湛水 Experimentally flooded	28	5	6	6
FL3	0.50	稲田（未耕起） Rice field (not plowed)	自然に湛水 Naturally flooded	14	4	2	2
DR1	0.51	稲田（耕起済み） Rice field (plowed)	非湛水（乾燥） Unflooded (dried)	28	5	3	3
DR2	0.44	稲田（一部耕起済み） Rice field (partly plowed)	非湛水（乾燥） Unflooded (dried)	28	5	3	3
DR3	0.38	稲田（未耕起） Rice field (not plowed)	非湛水（乾燥） Unflooded (dried)	28	5	3	3
DR4	0.46	稲田（一部耕起済み） Rice field (partly plowed)	非湛水（乾燥） Unflooded (dried)	28	5	3	3
LT1	0.31	蓮田 Lotus field	耕作用に湛水 Flooded for cultivation	28	5	3	3
LT2	0.23	蓮田 Lotus field	耕作用に湛水 Flooded for cultivation	28	5	3	3
LT3	0.27	蓮田 Lotus field	耕作用に湛水 Flooded for cultivation	28	5	3	3
LT4	0.52	蓮田 Lotus field	耕作用に湛水 Flooded for cultivation	24	5	3	3

疎らに残っている状態であった。LT1~4の平均水深は調査期間内において1.2~15.8 cmの変化があったが、多くの場合3~8 cmの範囲であった。

2) 鳥類調査

調査区に出現した鳥類の個体数調査を、日中(9~15時)および夜間(日没後~22時)にそれぞれ実施した。まず、調査区から十分に離れた場所から徒歩でゆっくり近づきながら、調査区内(周囲の畦も含む)に発見された鳥類(上空通過個体は除く)を全て記録した。さらに、調査区の縁をまわったり調査区内部に踏み込んだりすることで、潜んでいる鳥類(主にタシギ属の種 *Gallinago* spp.)も追い出して数をカウントした。夜間の調査ではナイトスコープ(Litton社製 M-944)も利用した。また、夜間の追い出し時には、飛び立ちの羽音や声も頼りに調査した。

鳥類調査はFL1~2に実験湛水を開始した直後(1998年12月)から1999年2月までの期間に、各調査区で日中28回、夜間5回実施した(表1)。自然湛水されたFL3では、水がなくなった時には調査を行なわなかったため、調査回数は日中14回、夜間4回となった。また、LT4では農作業(レンコン掘り)が行なわれていた時に調査を行なわなかったため、日中の調査回数は24回となった。調査日および調査時刻は調査区の間で偏らないよう調整した。

記録された鳥類は種ごとに個体数を合計し、調査回数、調査区面積で除して平均密度(羽/ha)を求めた。形態の類似した種が複数含まれるタシギ属の種では、特に夜間の調査では種を識別することがしばしば困難であったため、属レベルで集計した。但し、日中に種が識別できたタシギ属の鳥は全てタシギ *Gallinago gallinago* であり、それ以外の種は確認されなかった。確認された鳥種のうち、サギ目、ガンカモ目、チドリ目、カワセミ科は水鳥とし、それ以外は陸鳥として分類した。

湛水田(N=3)、非湛水田(N=4)、蓮田(N=4)のカテゴリー間で鳥類の密度に違いがあるかを知るために、記録個体数を目的変数、田のカテゴリーを説明変数とし、調査区の面積をオフセット項、調査区を変量効果として含めた一般化線形混合モデル(GLMM)を作成し、説明変数から田のカテゴリーを除外したモデルとの間で尤度比検定を行なった。解析にはR2.7.1(R Development Core Team 2008)を使用し、一般化線形混合モデルの作成には関数 lmer を用い、分布族にはポアソン分布

を用いた。

3) 餌動物調査

鳥類にとって水田内には様々な餌資源が存在するが、本研究では湛水実験によって特に変化の予想される小型の水生・底生・土壌動物を対象に現存量を明らかにする調査を行なった。

各調査区において水田表層部および土壌からサンプルを採取した。水田表層サンプルは、水田表面に39.5×19.5 cmの枠を設置し、目の細かいハンドネットで枠内の水および土壌表面(0.5~1.0 cmまで)を掻きとって採取した。また土壌サンプルは、水田土壌中に内径7.1 cmの塩化ビニール製パイプを挿入し、深さ10 cmまでを土壌コアとして採取した。いずれもこの1回の作業で集められた試料を1サンプルとして平均値の算出に用いた。非湛水田でも同じ方法を用いて採取した。採取は12~2月に月に1回の頻度で行ない、各月において湛水田(FL)では表層2サンプル、土壌2サンプル、それ以外では表層、土壌各1サンプルをとった(表1)。FL3では水がなくなった期間があったため、採取できたサンプル数他より少なくなった。採取位置は毎回ごとに水田内にランダムに設定した。

サンプルは実験室に持ち帰り、4 mm, 2 mm, 1 mmメッシュのふるいで順次水洗後、動物を選別し、以下のカテゴリーに分けて同定した: イトミミズ類 Tubificidae, ユスリカ類幼虫 Chironomidae, ハエ目幼虫(ガガンボ類など), 水生のコウチュウ目昆虫(ガムシ・ゲンゴロウ類), その他昆虫(陸生のコウチュウ目(ハネカクシ類など)やトビムシ目など), クモ類 Araneae, ヒル類 Hirudinoidea, 巻貝 Prosobranchia, 二枚貝 Bivalvia, アメリカザリガニ *Procambarus clarkii*。

同定後のサンプルは60°Cの乾燥器で48時間乾燥させた後、天秤(METTLER AE100)によって重量を測定した。出現数の多くなかったハエ目幼虫、水生のコウチュウ目昆虫、その他昆虫はあわせてユスリカを除く昆虫類とし、巻貝と二枚貝はあわせて貝類として集計し、表層は100 cm²、土壌は100 cm³あたりの乾重に換算した。餌動物の乾燥重量が湛水田(N=3)、非湛水田(N=4)、蓮田(N=4)のカテゴリー間で異なるかを明らかにするため、乾燥重量を目的変数、田のカテゴリーを説明変数とし、調査区を変量効果として含めた一般化線形混合モデル(GLMM)を作成し、田のカテゴリーを説明変数から除外したモデルとの間で尤度

表 2. 各調査区で観察された水鳥の平均密度 (羽/ha±SD). 非湛水田 (DR1~4) では水鳥は観察されなかったため, 表中には示さなかった.

Table 2. Average waterbird density (/ha±SD) on each study plot. Densities at the study plots of unflooded fields (DR1-4) are not shown in the table because of no waterbird appearance at these plots.

調査区 Study plot	湛水田 Flooded field			蓮田 Lotus field			
	FL1	FL2	FL3	LT1	LT2	LT3	LT4
日中 Daytime							
チュウサギ <i>Egretta intermedia</i>						0.1±0.7	
コサギ <i>Egretta garzetta</i>	0.1±0.5				1.4±2.1	0.9±2.1	
アオサギ <i>Ardea cinerea</i>						0.3±1.0	
コガモ <i>Anas crecca</i>						1.3±4.4	
コチドリ <i>Charadrius hiaticula</i>						0.4±1.2	
タゲリ <i>Vanellus vanellus</i>	2.2±3.3		1.8±3.9	0.9±1.5	3.5±4.2	1.7±2.1	0.1±0.4
タシギ属 <i>Gallinago</i> spp.	0.3±0.8	1.2±2.2	0.9±1.9	0.2±0.8		1.4±3.6	0.2±0.9
ユリカモメ <i>Larus ridibundus</i>							0.1±0.4
カワセミ <i>Alcedo atthis</i>					0.5±1.4		
夜間 Nighttime							
ゴイサギ <i>Nycticorax nycticorax</i>							0.4±0.9
アオサギ <i>Ardea cinerea</i>				0.6±1.4			
カルガモ <i>Anas poecilorhyncha</i>			2.5±3.8		6.0±11.2	21.3±22.4	
コガモ <i>Anas crecca</i>				0.6±1.4	2.6±3.9		
種不明カモ類 Unidentified ducks			1.0±2.0	0.6±1.4	1.7±2.4		
タゲリ <i>Vanellus vanellus</i>					0.9±1.9		
ハマシギ <i>Calidris alpina</i>			1.0±2.0				
タシギ属 <i>Gallinago</i> spp.	1.0±2.3	3.5±5.2					0.4±0.9

比検定を行なった. 解析には R2.7.1 (R Development Core Team 2008) を使用し, 一般化線型混合モデルの作成には関数 lmer を用い, 分布族には正規分布を用いた.

結 果

1) 鳥類密度の比較

実験的または自然に湛水された水田 (FL1~3) には, 日中 3 種, 夜間 4 種の水鳥が確認された (表 2). 耕起済み湛水田 (FL1) では, 湛水後 21 日でタゲリ *Vanellus vanellus* が出現し, その後日中はタゲリが最も多く見られ, 群れで採餌を行っていた. 耕起していない湛水田 (FL2) では湛水後 9 日目からタシギ属の種が確認され, 特に夜間に密度が高い傾向にあった. 自然湛水田 (FL3) では, 日中はタゲリ, タシギ属の種, 夜間はカモ類やハマシギ *Calidris alpina* が確認された. これに対し, 非湛水田 (DR1~4) では, 日中も夜間も水鳥は出現しなかった. 蓮田 (LT1~4) では日中 9 種, 夜間 7 種と多様な水鳥が見られ, チュウサギ *Egretta intermedia*, アオサギ *Ardea cinerea*, ゴイサギ *Nycticorax nycticorax*, カワセミ *Alcedo atthis* など大型

の水生動物 (魚や両生類など) を餌とする種が目立っていた.

尤度比検定の結果, 湛水田, 非湛水田, 蓮田のカテゴリー間で密度に有意な差が見られた種は, 日中はタゲリ ($\chi^2=12.4$, $df=2$, $P<0.005$) とタシギ属の種 ($\chi^2=15.1$, $df=2$, $P<0.0001$) であった. 夜間にもタシギ属の種の密度には有意な差が認められた ($\chi^2=6.7$, $df=2$, $P<0.05$).

陸鳥は全調査区あわせて 14 種が確認された. 平均密度が非常に低かったキジバト *Streptopelia orientalis* (0.08~0.39 羽/ha), モズ *Lanius bucephalus* (0.09 羽/ha), セッカ *Cisticola juncidis* (0.09~0.15 羽/ha), ハシブトガラス *Corvus macrorhynchos* (0.09 羽/ha) を除いた 10 種について, 湛水田, 非湛水田, 蓮田のカテゴリー間で平均密度を比較した (図 2). 非湛水田ではヒバリ *Alauda arvensis* やホオジロ *Emberiza cioides* の密度が相対的に高い傾向が見られ, カテゴリー間で有意な差が認められた ($\chi^2=8.3$, $df=2$, $P<0.05$; $\chi^2=9.2$, $df=2$, $P<0.05$). 一方, タヒバリ *Anthus spinoletta* にも有意差が見られたが ($\chi^2=7.4$, $df=2$, $P<0.05$), 密度は非湛水田で低い傾向があり, その差は湛水田や蓮田に対しておよそ 5 分の 1 から

図2. 非湛水田, 湛水田, 蓮田で観察された陸鳥の平均密度 (羽/ha). 誤差棒は標準偏差を示す.
Fig. 2. Average landbird density (/ha) on the study plots of unflooded, flooded and lotus fields. Error bars indicate SD.

13分の1であった。オオジュリン *E. schoeniclus*, コジュリン *E. yessoensis*, ハシボソガラス *C. corone* は、ほぼ湛水田のみに出現していたが、カテゴリー間で有意な差は見られなかった。ハクセキレイ *Motacilla alba* ($\chi^2=25.5$, $df=2$, $P<0.0001$), セグロセキレイ *M. grandis* ($\chi^2=19.8$, $df=2$, $P<0.0001$), ツグミ *Turdus naumanni* ($\chi^2=7.7$, $df=2$, $P<0.05$) は蓮田で最も数が多い特徴があり、特にセキレイ類はほとんどが蓮田のみに集中していた。ムクドリ *Sturnus cineraceus* は湛水田で密度が最も高かったものの、カテゴリー間に有意な違いは見られなかった。

2) 餌動物現存量の比較

餌動物の乾燥重量では、イトミミズ類 (土壌: $\chi^2=6.7$, $df=2$, $p<0.05$, 表層: $\chi^2=6.3$, $df=2$, $P<0.05$), ユスリカ (表層: $\chi^2=6.7$, $df=2$, $P<0.05$), クモ類 (表層: $\chi^2=7.2$, $df=2$, $P<0.05$) においてカテゴリー間に有意な差が見られた (図3)。イトミミズ類は表層, 土壌のいずれのサンプルにおいても、湛水田や蓮田で現存量が多い特徴があり、ほとんど出現しなかった非湛水田に比べて34~65倍の違いがあった。ユスリカ類幼虫は蓮田の表層において特異的に多い一方、非湛水田では全く確認されなかった。ユスリカ以外の昆虫類

も非湛水田では少ない傾向にあったが、カテゴリー間の差は有意ではなかった。一方、非湛水田のみで確認されたのはクモ類で、表層ではカテゴリー間に有意な差が見られた。貝類は湛水田と蓮田の表層で多く見られ、アメリカザリガニは湛水田表層のみで採集されたが、カテゴリー間に有意な差は見られなかった。ヒル類にも有意差はなかったものの、非湛水田や蓮田では少なく、湛水田の表層で多い傾向があった。

耕起済み湛水田 (FL1) と耕起していない湛水田 (FL2) の間で餌動物を比較すると、イトミミズ類は FL1 表層で $3.4 \text{ mg}/100 \text{ cm}^2$, 土壌で $5.9 \text{ mg}/100 \text{ cm}^3$ であったのに対し、FL2 では表層 $0.3 \text{ mg}/100 \text{ cm}^2$, 土壌 $1.2 \text{ mg}/100 \text{ cm}^3$ と有意に少なかった (Mann-Whitney *U*-test, 表層 $N_1=6$, $N_2=6$, $U=3$, $P=0.016$, 土壌 $N_1=6$, $N_2=6$, $U=4$, $P=0.025$)。一方ヒル類は、FL1 表層が $0.1 \text{ mg}/100 \text{ cm}^2$ であるのに対し、FL2 表層では $1.6 \text{ mg}/100 \text{ cm}^2$ と多い傾向があった (Mann-Whitney *U*-test, $N_1=6$, $N_2=6$, $U=1$, $P=0.006$)。それ以外の分類群には有意差は認められなかった。

考 察

冬期の水田を湛水管理した本実験の結果、乾いた水田には全く見ることでできなかったタゲリや

図 3. 調査区の水田表層および土壌コアサンプルに確認された餌動物の平均乾燥重量 (表層: mg/100 cm², 土壌: mg/100 cm³). 誤差棒は標準偏差を示す。

Fig. 3. Average dry weight of macroinvertebrates found in soil samples of the study plots (Unit: mg/100 cm² for soil surface, mg/100 cm³ for soil core). Error bars indicate SD.

タシギ類を中心とした水鳥の飛来が確認された。天候や土地利用により変化しやすい浅水湿地を利用するこれらの種は、常に好適な採餌場所を見つけて移動する必要があるだろう。そのため、湛水によって新たに出現した湿地にも反応し、実験開始後早期に誘致効果を生むことができたと考えられる。本研究では、まわりを乾燥した水田に囲まれて孤立した 1 ha に満たない湛水田での調査であったが、このような小さな水田でも餌場として利用がみられたことから、タゲリやタシギ類と同じような習性を有する越冬シギ・チドリ類には、

小規模、短期の湛水でも即効的な誘致効果が期待できるものと思われる。

湛水田がタゲリやタシギ類を集めたのは、湛水によって水田内に餌となる小動物が増加したことと結びついているだろう。タゲリやタシギ類はミミズ類やユスリカ・甲虫類・ハエ類の成虫や幼虫、ヒル類などを中心に、地表性および土壌中の無脊椎動物を幅広く採食することが知られており (Cramp & Simmons 1983), 本研究で記録された動物もほぼ全てその食性に含まれると考えられる。湛水によりイトミミズ類、昆虫 (ユスリカ以外),

ヒル類などの現存量は大きく増加し、特にイトミミズ類の増加は顕著であった。イトミミズ類は水田表層、土壤中ともに現存量が多いため、湛水田が鳥類の採餌場所として機能するための重要な資源の1つと位置づけられる。一方、湛水によって有意な減少が見られたのはクモ類のみであった。水田の土壌間隙や刈り株の間で越冬するクモとして、コサラグモ科、コモリグモ科、ヒメグモ科などの種が知られるが(松村 1998)、湛水状態においてはこれらのクモの生息場所は維持されなかったとみられる。

イトミミズ類の現存量は未耕起の湛水田(FL2)より耕起済みの湛水田(FL1)で多かった。しかし、土壤中に潜むミミズ類の採食を得意とするタシギ類(Cramp & Simmons 1983)の密度は、未耕起の湛水田(FL2)の方がより高い傾向にあり、フランスにおける事例(Beck *et al.* 1999)とも一致していた。この理由として考えられるのは、餌場において餌量と並んで重要となる安全性である(Barbosa 1997)。耕起された田は見通しが良いため、危険を察知すれば餌場を離れるタゲリには都合が良い環境であるが、危険に対してまず身を潜める習性のタシギ類には、隠れ場所が少なく安全性において劣っている。一方、刈り株やそれから伸びた二番穂によって身を隠すものがある未耕起の湛水田は、タシギ類により好適な餌場であると考えられる。こうした耕起の有無による鳥類生息密度の違いはさまざまな農地において報告されている(Flickinger & Pendleton 1994, Lokemoen & Beiser 1997, Maeda 2001)。

年間を通して湛水状態にある蓮田では、シギ・チドリ類のみならず多様な水鳥の利用が観察され、特にサギ類やカワセミなどの出現が特異的であった。採集された餌動物にはユスリカ類幼虫が多い傾向があったが、これは中干しがユスリカの個体数抑制の大きな要因であること(Ikeshoji *et al.* 1980)から考えて、干されることのない蓮田の環境を特徴付ける生物であるといえる。しかし、ユスリカはサギやカワセミの餌としては小さ過ぎ、これが直接の誘因になったとは考え難い。むしろ、小型の無脊椎動物に主眼を置いた本研究の採集方法では評価できなかった大型の脊椎動物(魚類、両生類など)の違いを反映していたものと考えられる。ポンプによって水を汲み上げて湛水したFL1, FL2では、水田に魚が供給される可能性は非常に低かった。自然湛水のFL3も水位変動により水のなくなる期間があり、魚類の常時生息は困

難であった。また、湛水田にアメリカザリガニは生息していたが、多くは土壌深く潜って越冬しているため(小田・大塚 1997)、餌として利用することは難しいと考えられる。実際、FL1にコサギの飛来は記録されたが、餌が得られなかったためか、短期間で姿を見せなくなった。これに対して恒常的に水のある蓮田は魚類や両生類(ウシガエル *Rana catesbeiana* の幼生)の良い生息場所となっているため(岩田・藤岡 2006)、サギ類やカワセミなどの採餌場所としても機能できたと考えられる。したがって、ポンプを使わず水路によって湛水を行なったり、常時水のある排水路と段差少なく接続している水田を用いれば(端 1998)、湛水田における餌動物の幅が広がり、利用する鳥類も多様になると予想される。

湛水管理は陸鳥にも個体数の違いをもたらした。冬期に主に種子食であるヒバリとホオジロは(中村・中村 1995a)、非湛水田に比べ湛水田で数が少なくなった。北米での研究でも示されるように、種子食の鳥種は冬期湛水によって負の影響を受けやすく(Elphick 2004)、田面にあった穀類などが水没し利用できなくなることが関係すると推察される。しかし、本研究ではヒバリは平均密度が非湛水田の約半分になったものの、湛水田においても泥の露出した部分などに観察され、全く利用できない環境になったわけではなかった。ホオジロが湛水田に全く見られなかったのは、ヒバリより足指が短く、泥の上などを利用しにくかったためかもしれない。一方、非湛水田よりも湛水田や蓮田に多かった種にはタヒバリとオオジュリンがいた。タヒバリは乾燥した田畑にも見られるが、湿った環境をより好む傾向があるため(Cramp 1988, 中村・中村 1995a)、水鳥と同様に湛水管理によって大きな保全効果が見込める種と考えられる。オオジュリンの増加は未耕起湛水田(FL2, FL3)におけるものであり、これはイネの刈り株から伸びた二番穂が、丈は低いもののヨシ原などの湿性植物群落とやや類似した環境を提供したためと考えられる。絶滅危惧Ⅱ類のコジュリン(環境省 オンライン)もこうした刈り株のある湛水田に飛来していた。一方、主に耕起済み湛水田(FL1)に依存していた種にはハシボソガラスがいた。このように、湛水田の耕起の有無は陸鳥の利用にも異なった影響をもたらしていた。

蓮田にはハクセキレイ、セグロセキレイ、ツグミが高い密度で見られ、泥面上や水面に横たわる枯れたハスの上などを採餌場所に利用していた。

これらの種が誘引された理由は餌内容についてさらなる調査を必要とするが、前述のように冬期の乾燥した水田で得られる動物質の食物はクモ類くらいであることから、セキレイ類のように主として動物性の食物を求める陸鳥（中村・中村 1995a）にとって、昆虫類やイトミミズが豊富に存在する蓮田は魅力的な餌場になっていることが示唆される。

本研究では小面積の湛水田でも、鳥類を誘致し採餌場所を提供できることが確認された。このような規模の冬期湛水は個人レベルでも可能であるため、各地で導入されれば水田の生物保全機能への関心を高め、普及を促す役割を果たすことが期待される。しかし、小面積の湛水田で利益の得られる個体は、地域の個体群のごく一部でしかない。鳥類の保全策として実効のあるものにするためには、ある程度まとまった面積での実施が重要であり、地区や自治体レベルで取り組む体制や、それを支援する施策や制度の整備が望まれる。

水田で越冬する鳥類相は地域によって異なり、気候の違いによって水田内の餌発生量の差も予想される。また、周辺部の水域の有無で水鳥の飛来しやすさも変化するであろう。こうしたことから、本研究で得られた結論はどこの水田にもそのまま当てはまるものとは言い難い。それぞれの地域で冬期湛水の実施とともに効果の検証がなされ、地域の生物相の特徴に合わせた方法が検討される必要がある。

本研究の実施にあたって多くの有用な助言を頂いた藤岡正博博士、ならびに餌動物の分類、同定において支援頂いた横田啓博士に厚く御礼申し上げます。また、湛水実験に供する水田を快く提供して頂いた地元農家の方々や、調査に便宜を図って頂いた余郷入土地改良事務所にも感謝申し上げます。

摘 要

茨城県霞ヶ浦沿岸の水田地帯において、冬期（12～2月）に約0.4 haの水田2か所を湛水管理し、日中および夜間の鳥類の利用およびその潜在的な餌となる小動物の現存量を調査した。また、自然に水の溜まった水田、年間を通して湛水されている蓮田、対照区としての非湛水田においても比較調査を行ない、冬期湛水による鳥類や餌動物への効果について明らかにした。乾燥した田には水鳥の生息は全く見られなかったが、湛水田にはタゲリ *Vanellus vanellus* やタシギ類 *Gallinago* spp.

を中心とした水鳥が飛来し、採餌場所として利用された。これは主に、湛水によって水田表層や土壌中に増加したイトミミズ類、ユスリカを除く昆虫類、ヒル類などによるものと考えられた。また、未耕起の湛水田にタシギ類がより多かったことから、隠れ場所（刈り株や二番穂）の存在も重要であると考えられた。蓮田はシギ・チドリ類に加え、魚食性のサギ類やカワセミ *Alcedo atthis* などにも利用され、ポンプによる給水のため魚類や両生類幼生の生息しない湛水田との違いが現れた。湛水管理は陸鳥にも有意な個体数の違いをもたらす、ヒバリ *Alauda arvensis* とホオジロ *Emberiza cioides* は非湛水田に多かったが、タヒバリ *Anthus spinoletta* は湛水田に集まり、ツグミ *Turdus naumanni*、ハクセキレイ *Motacilla alba*、セグロセキレイ *M. grandis* は蓮田で密度が高い傾向にあった。これらの結果から、冬期の乾田地帯に湛水田を設置することは、水鳥・陸鳥ともに多様な種が選好する新たな採餌場所を供給し、鳥類の越冬環境としての水田の機能を高める効果があると考えられた。

引用文献

- Barbosa A (1997) The effects of predation risk on scanning and flocking behavior in dunlin. *J. Field Ornithol.* **68**: 607–612.
- Beck N, Mesleard F & Mondain-Monval JY (1999) Impact of winter management of the Camargue rice fields on the aquatic macroinvertebrates and the common snipe (*Gallinago gallinago*). *Gibier Faune Sauvage* **16**: 123–141 (In French with English summary).
- Bird JA, Pettygrove GS & Eadie JM (2000) The impact of waterfowl foraging on the decomposition of rice straw: mutual benefits for rice growers and waterfowl. *J. Appl. Ecol.* **37**: 728–741.
- Cramp S (ed.) (1988) *The Birds of the Western Palearctic*, vol. 5. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S & Simmons KE (eds.) (1983) *The Birds of the Western Palearctic*, vol. 3. Oxford University Press, Oxford.
- Day JH & Colwell MA (1998) Waterbird communities in rice fields subjected to different post-harvest treatments. *Colonial Waterbirds* **21**: 185–197.
- Elphick CS (2004) Assessing conservation trade-offs: identifying the effects of flooding rice fields for waterbirds on non-target bird species. *Biol. Conserv.* **117**: 105–110.
- Elphick CS & Oring LW (1998) Winter management of Californian rice fields for waterbirds. *J. Appl. Ecol.* **35**: 95–108.
- Elphick CS & Oring LW (2003) Conservation implications of flooding rice fields on winter waterbird communities. *Agric. Ecosys. Environ.* **94**: 17–29.
- Fasola M & Ruiz X (1997) Rice farming and waterbirds: in-

- egrated management in an artificial landscape. Pain DJ & Pienkowski MW (eds.) *Farming and Birds in Europe: the Common Agricultural Policy and its Implications for Bird Conservation*: 210–235. Academic Press, San Diego.
- Finlayson M & Moser M (eds.) (1991) *Wetlands*. Facts On File, Oxford.
- Flickinger EL & Pendleton GW (1994) Bird use of agricultural fields under reduced and conventional tillage in the Texas Panhandle. *Wildl. Soc. Bull.* **22**: 34–42.
- Fujioka M & Yoshida H (2001) The potential and problems of agricultural ecosystems for birds in Japan. *Global Environmental Research* **5**: 151–161.
- 端 憲二 (1998) 水田灌漑システムの魚類生息への影響と今後の展望. *農業土木学会誌* **66**: 143–148.
- 樋口広芳・成末雅恵 (1997) *湿地といきる*. 岩波書店, 東京.
- Ikeshoji T, Iseki A, Kadosawa T & Matsumoto Y (1980) Emergence of chironomid midges in four differently fertilized rice paddies. *Japanese Journal of Sanitary Zoology* **31**: 201–208.
- 伊藤豊彰 (2006) 稲作に生物多様性をとりこむ試み. *科学* **76**: 309–313.
- 岩渕成紀・呉地正行・稲葉光國 (2001) 水鳥とイネと人が共生する冬季湛水水田の多面的利用法. *農山漁村文化協会 (編) 農業技術大系・作物編第8巻 (追録第23号)*: 1–8. 農山漁村文化協会, 東京.
- 岩渕成紀・呉地正行・稲葉光國 (2006) ラムサール条約湿地「蕪栗沼・周辺水田」のふゆみずたんば. 鷺谷いづみ (編著) *地域と環境が蘇る水田再生*: 70–103. 家の光協会, 東京.
- 岩田 樹・藤岡正博 (2006) ハス田とイネ田における冬期湛水の有無が作物成長期の水生動物相に与える影響. *保全生態学研究* **11**: 94–104.
- 環境省 (オンライン) “生物多様性情報システム” 入手先 (<http://www.biodic.go.jp/J-IBIS.html>), (参照 2007-05-02)
- 呉地正行 (2007) 水田の特性を活かした湿地環境と地域循環型社会の回復: 宮城県・蕪栗沼周辺での水鳥と水田農業の共生をめざす取り組み. *地球環境* **12**: 49–64.
- Lokemoen JT & Beiser JA (1997) Bird use and nesting in conventional, minimum-tillage, and organic cropland. *J. Wildl. Manage.* **61**: 644–655.
- 前田 琢 (1998) 鳥のすむ水田環境をめざして. *農林水産研究ジャーナル* **21**: 27–23.
- Maeda T (2001) Patterns of bird abundance and habitat use in rice fields of the Kanto Plain, central Japan. *Ecol. Res.* **16**: 569–585.
- 松村 雄 (1998) 水田生態系における昆虫の多様性とは何か. *農業環境技術研究所 (編) 水田生態系における生物多様性*: 127–155. 農業環境技術研究所, つくば.
- 嶺田拓也・栗田英治・石田憲治 (2004) 水田冬期湛水における営農効果と多面的機能: 管理主体へのアンケートおよび聞き取り調査による実態解析から. *農村計画論文集* **6**: 61–66.
- 中村登流・中村雅彦 (1995a) 原色日本野鳥生態図鑑 (陸鳥編). 保育社, 大阪.
- 中村登流・中村雅彦 (1995b) 原色日本野鳥生態図鑑 (水鳥編). 保育社, 大阪.
- 西村いつき (2006) コウノトリを育む農業. 鷺谷いづみ (編著) *地域と環境が蘇る水田再生*: 125–146. 家の光協会, 東京.
- 農林水産省統計部 (2006) ポケット農林水産統計平成 18 年版. 農林統計協会, 東京.
- 小田英智・大塚高雄 (1997) *ザリガニ観察事典*. 偕成社, 東京.
- R Development Core Team (2008) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- 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 3. *Strix* **21**: 111–123.
- 山本浩伸・大畑孝二・山本芳夫 (1999) 石川県加賀市の水田地帯における越冬期のカモ類の環境選好性: 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. *Strix* **17**: 127–132.