

学位論文

圃場整備済み水田において人為の影響下で
繁殖するケリの生態に関する研究

指導教員 江崎 保男 教授

2016年1月26日

兵庫県立大学大学院

環境人間学研究科 博士後期課程

脇坂 英弥 (HD10E010)

目次

I. はじめに.....	2
II. 方法.....	3
1. 材料.....	3
2. 調査地.....	4
3. ケリの個体数, 分布, 集団サイズ, 繁殖状況調査.....	4
4. 餌量調査.....	5
III. 個体群の動向.....	6
IV. 営巣場所選択と繁殖成功.....	6
V. 土木的要因: なぜ湿田ができるのか?.....	7
VI. 提言.....	8
VII. 引用文献.....	9
VIII. 謝辞.....	10

圃場整備済み水田において人為の影響下で繁殖するケリの生態に関する研究

脇坂 英弥

I. はじめに

戦後、日本では機械化農業と生産性の向上を目的とした圃場整備事業が全国的に展開された。圃場整備とは、農業水路をコンクリートU字溝とする、水路を用水路と排水路に分離する、水田と排水路に落差を設ける、水田と水路をパイプラインで結ぶ、農道の拡大整備をするといった、稲作の効率化をめざした一連の事業のことである。これにより、農閑期の乾田化や水田と河川の移動経路の分断化などの構造的改変が起これ、その結果、水田を利用する魚類、両生類にとって好適なハビタットが消失したと考えられる(片野 1998, 長谷川 1998)。このことは、田園生態系の高次消費者である鳥類の多様性衰退をも招き、とりわけ水田がもつサギ類の餌場としての機能が著しく低下したことが明らかになっている(Lane & Fujioka 1998, 中島ほか 2006)。

こうしたなか、地上営巣性の鳥であるチドリ科のケリ *Vanellus cinereus* は、かつて東北や北関東地方の草原・河川敷でしか繁殖記録がなかったが、30~40年前から近畿・東海・北陸地方の水田で局地的に繁殖するようになった(竹田 1996, 図 1)。また地域レベルで見ると、兵庫県内では 1994 年まで淡路島でのケリの繁殖確認はなかったが、それ以降に繁殖が確認されるようになった(奥野ほか 2006)。鳥の餌となる水生動物が減少したと考えられている圃場整備済み水田において、水田を主たる営巣ハビタットとするケリの繁殖生態を解明することは、農業と鳥の共存をはかる上で重要である。

また、水田は春から夏にかけての農繁期に耕起、湛水、代かき、田植えが施され、乾いた草原(農閑期)から一面の湿地(農繁期)へと劇的に変化する。このように水田が乾いた草原から湿地へと急変する農繁期がケリの産卵、抱卵、育雛時期にあたる繁殖期と重複することから、農作業にともなう人為攪乱がケリの繁殖を中断させることは想像に難くない。例えば、ケリに近縁で、農地を営巣ハビタットとするタゲリ *Vanellus vanellus* の繁殖失敗の要因は、農作業にともなう巣の破壊であることがヨーロッパでの研究で知られている(Galbraith 1988, Baines 1990, Berg 1992)。国内ではこれまでケリに関する研究として、モビングが捕食者としてのハシボソカラスの行動に与える防衛効果の検証(Ohno 1996)や、繁殖行動と繁殖成功率の解析(Takahashi & Ohkawara 2007)などがあるものの、ケリの生態全般を明らかにした研究や個体群動態に関する研究はなされていない。また農作業にともなう人為攪乱がケリの繁殖に与える影響、およびケリのエサとなる水生動物の現存量に主眼をおいた研究もない。さらに、国内に生息するケリの個体数と分布は明確に把握されていない現状にあり、本種は環境省 4 次レッドリストに情報不足(DD)として新たに記載されている(環境省 2012, <http://www.env.go.jp/press/files/jp/20551.pdf>)。

既述のとおり、水田で営巣する鳥類と農作業にともなう人為の相互作用の評価は、農業と田園鳥類の共存を考える上で重要であるが、その研究材料としてケリはうってつけである。なぜなら、本種は水田そのものを主たる繁殖ハビタットにし、かつ水田の小動物を餌にしている鳥で、人為の影響をまともに受けながらも水田に依存して個体群を維持してい

ると想像されるからである。しかもこれだけ人と密接な関係をもつ鳥でありながら繁殖生態が十分に解明されておらず、これを明らかにすることは生態学の研究として重要であるばかりでなく、田園鳥類の保全ならびに水田の生物多様性保全の手法を知る手掛かりになると考えられる。

本研究の調査地である巨椋池干拓地（京都府南部）の農地一帯には、圃場整備済み水田が広がっている。しかし圃場整備された個々の田面の状態は一様ではなく、大多数の乾田に混じって、農閑期であっても田面の一部に水たまりのできる湿田が局所的に存在している。そこで本研究では、圃場整備済み水田での湿田の有無がケリの繁殖と個体群動態に与える影響を解明することを目的とし、そのために、湿田が存在する調査区（KI 区）とそれが存在しない調査区（OG 区）との間で、ケリの産卵のタイミング、繁殖成功、ならびにふ化したヒナの餌量等を比較する。また、湿田が形成される土木的な要因についても明らかにし、生物多様性に富んだ水田生態系の再生に関しての提言をおこなう。

加えて、早成性の性質（ヒナはふ化後すぐに歩行し、親鳥から給餌を受けずに自ら採餌する）をもつ本種の繁殖生態には未解明な部分が多いが、脇坂ほか(2015)および脇坂・江崎(印刷中)が色足環により個体識別した親鳥を追跡調査し、本種の配偶システムおよびふ化後のヒナの移動距離などの繁殖生態の一部を解明した。本研究はこれらの定量的データに基づいて得られたケリの生態に関する知見も加味し、8年間にわたる長期的なケリの個体群調査のデータを解析したものである。

II. 方法

1. 材料

図1にケリ成鳥、巣と卵、抱卵、ふ化雛の様子を示す。ケリ成鳥は全長約340mm、体重は約270gで(Wakisaka *et al.* 2006)、雌雄同色のチドリ科鳥類である。Wakisaka *et al.* (2006)がケリの翼長や体重などの外部形態の測定値およびDNAによる性判別のデータを基に解析し、本種には外部形態に顕著な雌雄差はなく、外見だけで性判別できないことを明らかにしている。よって本論文ではケリの性を分けずに調査することとした。

ケリの繁殖地は中国北東部・ウスリー南部・日本、越冬地は日本・中国南部・ミャンマーにかけての範囲である。国内において繁殖が確認されているのは、青森、秋田、岩手、山形、宮城、栃木、静岡、愛知、岐阜、新潟、石川、福井、滋賀、三重、京都、大阪、兵庫などの各府県で(図2)、ハビタットは水田、河原、草原などの平坦で開けた場所である(中村・中村 1995)。繁殖期は3月から6月で(脇坂ほか 2015)、農地や草原の地表に枯れ草を集めただけの簡素な巣を設ける。クラッチサイズ(一腹卵数)は3から4が多く、抱卵期間は約1か月、ペアの雌雄が交替で抱卵する。ヒナは早成性の性質を有しており、ふ化後すぐに歩行して、親から給餌を受けることなく自らクモや昆虫などの小動物をつまみとるようにして採る(中村・中村 1995)。

本種の捕食者はカラス類やタカ・ハヤブサなどの猛禽類である。捕食者が繁殖場所に接近した場合、その周辺で抱卵もしくは育雛していたケリが旋回飛行し、捕食者に対して疑

似攻撃(モビング)することが知られている(Ohno 1996, Takahashi & Ohkawara 2007). また, ケリに近縁のタゲリにとっては, アカギツネ *Vulpes vulpes* などの肉食性の哺乳類が主要な捕食者であるとの報告がある(Seymour *et al.* 2003).

2. 調査地

図 3 に調査地を示す. 当地はかつて「巨椋池(おぐらいけ)」とよばれる広大な湿地であったが, 昭和 8 年に国営干拓事業が開始され, 耕作のための道路や用排水路が区画整備された農地となった. 合わせて周辺水田の用排水の改良も施され, 昭和 16 年に事業が完成し, 現在は「巨椋池干拓地」と呼ばれている. 巨椋池は宇治川, 木津川, 桂川の河川が合流する, かつては一帯に広がる大きな湖沼の底であったが, 戦前の干拓事業により陸地となった. それでも河川が集まる広大な低地という地形的な特徴を今でも残しており, 必要に応じてポンプによる排水をおこなっている. また, 以前は農業用水を宇治川と木津川から自然取水していたが, やがて河床低下が原因でそれが困難となったため, 今では揚水機場を設置して宇治川と地下水から用水を得ている(農水省 2007). 標高は海拔 10~12m で, 旧巨椋池の底部が周辺より 1.0~1.8m 低い, すり鉢状の地形となっている(巨椋池土地改良区 2001). また, 昭和初期からの国営干拓事業とともに水田が区画整備されて以降, 田面配置は大きく変わっていないものの, 昭和 34 年(1959 年)より道路の拡幅, 水路のコンクリート化, 暗渠排水工事といった圃場整備事業が順次実施された経緯がある(巨椋池土地改良区 2001).

調査地は京都市, 宇治川, 久御山町の 3 市町の境界付近にあり, 北から桂川, 宇治川, 木津川の三川合流点の東に位置する巨椋池干拓地(約 650ha)とそこから商業施設や宅地などで隔てられた北川顔(きたがわづら, 約 60ha)でおこなった. 本論文では, 巨椋池干拓地を OG 区, 北川顔を KI 区とよぶが, さらに OG 区のみを農道や大型排水路を境界にした 9 つのサブサイトに分け, それぞれ NW, NC, NE, CW, CC, CE, SW, SC, SE と名づけた. すべてのサブサイトが, 圃場整備済み水田が大部分を占めるなかに畑地やビニールハウスが点在する農地となっている. また, 調査地内のすべての田面は, 水路(幅 0.5~1m, 高さ 0.3~1m, 水深 0~0.3m)および農家の使用する軽トラックが通行できる農道(幅 2m 以上)に必ず面しており, 農道はコンクリートで舗装されたものとそうでないものが混在している. ただし両区には異なる点がひとつあり, OG 区は冬期にほぼ全面的に乾田化するのに対し, KI 区は冬期にも湿った田面がみられる(図 4).

調査地では, 3 月から耕起が開始され, 4 月下旬に半数以上の田面で耕起, 6 月中旬に湛水(代かき, 田植えのために田面に入水すること)が全体の半数以上の田面で施されており(図 5), 毎年, 両区で同じ農事暦が繰り返されていた. なお, 田面の耕起は手作業ではなく耕運機を使用することが常であった.

3. ケリの個体数, 分布, 集団サイズ, 繁殖状況調査

調査は 2008 年 2 月から 2015 年 6 月の 8 年にわたっておこなった。仁部(1979)は「ケリは地上の砂地に窪みを掘って枯れ草や木片などを敷く」と述べているが、本調査地のケリも同様に田面の地上に皿形の凹みをつくり、そこに枯れたイネ科草本を敷き詰めた産座を設けていた。

既述のとおり調査地のケリ個体群の繁殖期(産卵から雛が確認される期間)は 3 月から 6 月であるので、本論文でもそれに従い、3 月から 6 月の 4 か月間を繁殖期、それ以外の月を非繁殖期とした。2008 年から 2015 年の繁殖期(3 月から 6 月)には 7 日から 14 日に 1 回、非繁殖期(1 月, 2 月, 7 月から 12 月)には各月 1 回、調査地全体を網羅するルートセンサスをおこなった。

繁殖期の調査では、航空写真を基にした田面区画のわかる地図を用意し、ケリを発見する毎に地図に個体の位置をプロットすると同時に、その行動をできるだけ詳しく記録した。田面に座っているケリを発見した際は、その場所に近づいてケリを立たせ、巣の有無、および巣があった場合は巣内の卵数を記録した。こうした調査を毎回おこない、調査地全域におけるケリおよび巣の分布の把握に努めた。卵が存在することを確認した巣は、次回以降の調査時には必ずその存在を確認し、繁殖の経過を記録した。ただし、前回の調査で卵があることを確認した巣に親鳥が座っていた場合は、抱卵の継続と考え、巣への接近を控えた。いっぽう、前回の調査で親鳥が抱卵していたにもかかわらず、当該調査で親鳥が巣に座っていなかった場合は、巣に近づきその中を確認した。巣内に卵がない場合は、巣付近で親鳥とヒナを探した。ヒナはふ化後 2 週間までは、巣場所から 15m の範囲内にいることが分かっているので(脇坂・江崎 2015)、この範囲内を双眼鏡(8 倍)と望遠鏡(30 倍)を用いて入念に探索するとともに、巣のあった田面およびそれに隣接する 8 枚の田面も可能な限り探索した。営巣を確認したにもかかわらず巣内の卵がなく、かつ周辺にヒナが見られなかった場合を「ふ化失敗」としたが、その際、田面が耕起直後である場合は「耕起による卵の破壊」、湛水直後である場合は「湛水による卵の水没」、そして耕起も湛水もなされていないのに全卵が消失している場合は「捕食者による卵の捕食」とみなして記録した。

非繁殖期も同様に地図にケリの位置をプロットすると同時に、その行動をできるだけ詳しく記録した。また田面 1 枚内で確認されたすべての個体をひとつの集団として扱い、その個体数を記録した。

4. 餌量調査

ケリが利用できる餌動物の密度を調査するために、2008 年および 2015 年の 2 月から 5 月にかけての各月 1 回、KI 区の湿田、KI 区の乾田、OG 区の乾田に 0.5m×0.5m のコドラートを設定し、コドラート内の地表で目視できたケリの餌動物(サイズ: 1-15mm)を全数サンプリングした。なお、6 月以降は田面で湛水がなされたため、餌動物の採集ができなかった。

Ⅲ. 個体群の動向

繁殖期と非繁殖期の平均個体数を比較した（表 1）。KI 区の平均個体数（±標準偏差）は 36.6 ± 12.1 個体，最大値は 2009 年 11 月 7 日の 64 個体，最小値は 2011 年 12 月 4 日の 14 個体であった。OG 区の平均個体数は 16.6 ± 6.4 個体，最大値は 2009 年 9 月 23 日の 42 個体，最小値は 2010 年 3 月 27 日の 1 個体であった。

また個体密度を比較すると（図 6），KI 区は OG 区の 23 倍であり，KI 区の個体密度が圧倒的に高いことが分かった。いっぽう，KI 区・OG 区とも調査日ごとに個体数のばらつきがあるものの，いずれも年を追って個体数が減少傾向にあることが示された。いっぽう，各年の繁殖期と非繁殖期の個体数には差がなく，留鳥として周年調査地にとどまっていることが分かった。

図 7 に繁殖期と非繁殖期の空間分布の一例（2012 年 4 月 15 日，8 月 28 日）を示す。繁殖期は 1-2 羽で調査地に散在しているが，非繁殖期になると 3 羽以上の集団を形成していた。そこで，2008 年から 2015 年の月ごとの集団サイズを 1-2 羽と 3 羽以上の 2 つのカテゴリーにわけて集団全体に占める割合をもとめたところ（図 8），KI 区では繁殖期（3～5 月）は 1-2 羽の集団の占める割合が全集団の 90%以上を占めていたが，非繁殖期（1・2 月と 6～12 月）は 1-2 羽集団が 65～88%と下がった。同様に OG 区でも繁殖期は 1-2 羽の集団の占める割合が 90%以上を占めていたが，非繁殖期は 44～84%を推移した。このことから，KI 区，OG 区とも繁殖期はペア単位で過ごす，繁殖期が終わると 3 羽以上の集団を形成すると考えられる。

Ⅳ. 営巣場所選択と繁殖成功

8 年間でケリの巣を 176 個確認したが，営巣場所選択をみると，176 巣のうちもっとも早い 3 月産卵が 54 巣で，そのうち 42 巣が KI 区であったことから，産卵は KI 区から開始されることが分かった（表 2，図 9）。また，各サブサイトの湿田割合とケリの営巣密度には有意な正の相関があることが分かった（図 10）。このように，KI 区は生息密度が高いこと，毎年 KI 区から営巣が開始されること，湿田割合と営巣密度に正の相関があることから，ケリは営巣場所選択において KI 区を選好していることが分かった。また KI 区の中でも湿田で先に産卵が開始されるのかどうかをみたところ，3 月産卵の 7 割（29 巣）が湿田で確認されたことから（表 3），ケリが KI 区を選好する理由は湿田にあると考えられた。

では，KI 区の繁殖成功はどうだろうか。1 卵でもふ化に成功した巣を「ふ化成功」，ふ化を確認できなかった巣を「ふ化失敗」としたところ，3 月産卵 54 巣のうち 45 巣（0.83）がふ化に成功し，3 月産卵のふ化成功率が他の産卵月に比べて最も高いことが明らかとなった（表 4）。そこで，KI 区と OG 区の繁殖成功率（ふ化成功巣数／確認巣数）を産卵月ごとに比較したが（表 5），いずれの月も有意差がなく，営巣場所として選好された KI 区のふ化成功率が必ずしも高いわけではなかった。つまり親個体の立場に立つと KI 区で産卵するメリットは，少なくとも卵のステージには存在しないことになる。ただし，KI 区の高営巣密度に起因して，ここでは全体の 84%（83/99）に及ぶヒナ（ただし巣数）が生産

された。

いっぽう、KI 区の湿田と乾田間でふ化成功率を比べると（表 6）、3 月の湿田（0.88）では乾田（0.67）よりも有意に成功率が高かった。ただし、3 月から 5 月のふ化失敗要因は、ほぼすべて人為（耕起と湛水）であった可能性が高く（表 7）、かつ人為による攪乱は機会的に起こるものなので、鳥には予測不能なものである。よって、ここでも親個体の立場に立つと湿田で産卵するメリットは、少なくとも卵のステージには存在しないことになる。つまり営巣場所選択において、KI 区、なかでも湿田を好む理由は卵のステージには存在しないと結論付けられる。

では、ヒナのステージではどうだろう。ふ化後のヒナが採る餌動物密度の季節変化を KI 区の湿田と乾田、OG 区の乾田の 3 か所に分けて比較したのが図 11 である。これにより、3 月から餌が出始めること、KI 区の湿田は他に比べて餌条件が良いこと、そして KI 区の餌量は OG 区よりも 4 月に有意に多くなること（U-test, $p < 0.05$ ）が分かった。また、KI 区、OG 区のケリのふ化成功巣数を月別にみたところ（図 12）、KI 区のヒナ（3 月産卵）のふ化時期は、餌量が多くなる 4 月に一致した。本種のヒナが独立するまでには約 47 日かかり、その間には豊富な餌が必要になるが、それが餌条件の良い 4・5 月に合致する。

鳥の繁殖期のなかでもヒナを育てる育雛期は、1 年のうちで最も大量の餌が必要な時期であり（Lack 1950）、例えばシジュウカラ *Parus major*、アオガラ *Parus Caeruleus*、イワツバメ *Delichon urbica* など親鳥がヒナに給餌する晩成性の鳥類では、育雛期が鳥の利用可能な餌量のピークに合致することが知られている（Gibb 1950, Bryant 1975）。このように鳥の繁殖期が、エサのピークにヒナの時期が一致するよう進化してきたことは一般理論として確立されており、本種もその例外ではないと結論できる。つまり KI 区、なかでも湿田がケリに選好される理由は、ヒナに豊富な餌を提供できるためだと考えられる。ただし、そのいっぽうで鳥には予測不能な人為攪乱（田面での耕起や湛水）が、ケリのふ化成功（卵の生き残り）を左右していることも明らかであった。

以上のことから、ケリの親鳥はできるだけ早期に卵を産み、その後の攪乱に対しては成り行きに任せた受け身の姿勢をとる、対照的にヒナには餌の豊富な湿田を選択するなどして手厚く育てあげる。これが本種の繁殖戦略の本質だと考えられる。

ところで、調査地では餌動物としてスクミリンゴガイとサカマキガイを主とする巻貝類が多かったが、とりわけ 4 月の湿田においてこれらの増加が際立っており、ケリの主要な餌動物のひとつになっている可能性がある。実際、ケリの予備調査としておこなった糞分析により巻貝の殻が確認された。水田のスクミリンゴガイの越冬期の死亡率は、土壌表面の個体のほうが潜土個体よりも高いとの報告があり（清田・奥原 1987）、土壌の軟らかい湿田は、スクミリンゴガイが土中に潜りやすく適した越冬環境なのかもしれない。そうだとすれば、4 月に湿田の水たまりの水温が上昇するのに合わせて、土中に潜っていたスクミリンゴガイが活動を始め、地表に露出する個体が増加し、これがケリの餌となっていると考えられる。

V. 土木的要因：なぜ湿田ができるのか？

調査地は初期の圃場整備の姿を残しており、農繁期には農地に張り巡らされたコンクリート製の給水路に水を流し、その給水路から圃場に注水して個々の田面を湛水している。ところが、KI 区の一部には冬期の給水路に水のたまった場所があり、その給水路に接する田面に水がしみ出し、田面の一部に水たまりが形成されていた（図 13）。冬期の圃場整備済み水田の田面は本来ならば湿り気のない乾田の状態を維持するものだが、一部に湿田が存在している（図 14 のように田面内に乾いたところと湿ったところが混在する）のが KI 区の特徴であり、ケリにとっての一等地となっていた理由であるが、これをもたらしていたのは、旧式の圃場整備事業と欠陥のある旧水路、という人為である。

ところで調査地のケリの個体数は減少傾向にあることが本研究から分かった。また営巣数の経年変化をみても（図 15）、減少の傾向がみえる。2008 年と 2015 年の湿田数を比較すると（図 16）、調査地内の湿田数は 2008 年の 40 から 2015 年の 19 へと 8 年間で半減しており、巨椋池干拓地全体で乾燥化が進んでいるとも捉えられよう。要は、湿田の減少による一等地の減少がハビタットの質の低下を招き、ケリの個体数減少につながっていると考えられる。

ところで、ケリにとっての繁殖適地とはどのような環境だろうか。かつてのケリの営巣ハビタットは河川の氾濫原にあったと思われる。ところが、治水を優先する河川護岸の整備拡大にともなって氾濫原は減少し、ケリはその代替場所として水田を巣場所として利用するようになったとか考えられる。本種は地上に巣を設けるが、完全に水に浸かるような場所では巣をつくることはできないので、多少乾いた地上面が必要である。つまり巣と卵が水に浸からない「乾いた場所」と、餌の豊富な「湿った場所」がセットで存在する田面を繁殖適地として選好していると思われる。そうだとすれば、圃場整備による農地形態の変化が、ケリの繁殖に恩恵をもたらしたとも考えられないだろうか。湿田は豊富な餌を得られるという面では極めて重要であるが、その反面、田面一帯が完全に湛水されたような場所では、卵が水浸しになるために営巣場所としては適さない。圃場整備による農地の改変は、とりわけ農閑期にあたる冬期の乾田化を推し進めたが、その結果、乾燥した田面とほどほどに残された湿田の双方が存在可能になり、それがケリの繁殖適地の拡大に貢献したのかもしれない。かつて東北地方でのみ繁殖確認されたケリが、近年、北関東から東海、北陸、近畿地方に分布を広げた背景には、こうした圃場整備の全国的な拡大があったのかもしれない。ケリにとっては、ほどほどの湿田が好適ハビタットなのだろう。

VI. 提言

近年、鳥類と冬期湛水の関係についての研究がなされており、冬期湛水が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ている(前田・吉田 2009)。しかしこれはあくまでも鳥の越冬環境を評価したので、繁殖期、ひいては本種のような地上営巣する鳥に対しては、冬期湛水にみられる完全な湛水は不向きであることは十分想像できる。

そこで、本研究から得られた知見をもとに、提言をおこなうとすれば、まず「調査地の耕起を遅らせる」ことにより、人為攪乱のタイミングを後にずらすことで、ケリのふ化成功数を増加させること（卵のステージの底上げ）ができるであろう。次に「ほどほどの湿

田をつくる」ことにより、ケリの餌動物（貝類，クモ類，昆虫類など）を増加させ，恐らくヒナの生残確率を高めること（ヒナのステージの底上げ）ができるであろうし，結果としてこれが「水田の生物多様性の向上」につながるはずである。

VII. 引用文献

1. Bryant DM 1975. Breeding biology of House Martins (*Delichon urbica*) in relation to aerial insect abundance. *Ibis* 117:180-216
2. Gibb J 1950. The breeding biology of the Great and Blue Titmice. *Ibis* 92:507-539
3. 長谷川雅美 1998. 水田耕作に依存するカエル類群集. 水辺環境の保全—生物群集の視点から—(江崎保男・田中哲夫 編). 朝倉書店, 東京. pp53-66
4. 環境省自然環境局 2004. 第 6 回自然環境保全基礎調査 生物多様性調査報告書. 環境省, 山梨県富士吉田市. pp105
5. 片野 修 1998. 水田・農業水路の魚類群集. 水辺環境の保全—生物群集の視点から—(江崎保男・田中哲夫 編). 朝倉書店, 東京. pp67-79
6. 清田洋次・奥原國英 1987. スクミリングガイの越冬経過について. 九病研会報 33:102-105
7. Lack D 1950. The Breeding Seasons of European Birds. *Ibis* 92:288-316
8. Lane SJ and Fujioka M 1998. The impact of changes in irrigation practices on the distribution of foraging egrets and herons (Ardeidae) in the rice fields of central Japan. *Biol Conserv* 83:221-230.
9. 前田 琢・吉田 保志子 2009. 水田の冬期湛水がもたらす鳥類への影響. 日本鳥学会誌 58 (1). pp 55-64.
10. 中島 拓・江崎保男・中上喜史・大迫義人 2006. 水田と河川, コウノトリの野生復帰地での餌場の相対的価値—豊岡盆地に生息するサギ類を指標として—. 保全生態学研究 11:35-42
11. 中村登流・中村雅彦 1995. 原色日本野鳥生態図鑑(水鳥編), 保育社, 東京.
12. 仁部富之助 1979. 野の鳥の生態. 1 巻. 大修館書店. 東京.
13. 日本鳥学会目録編集委員会 2012. 日本鳥類目録 改訂第 7 版. 日本鳥学会, 東京.
14. 農林水産省近畿農政局巨椋池農地防災事業所 2007. 夢よ咲け 巨椋池. 農林水産省近畿農政局巨椋池農地防災事業所.
15. 巨椋池土地改良区 2001. 巨椋池干拓六十年史. 巨椋池土地改良区.
16. Ohno, Y. 1996. Effects of nesting Grey-headed Lapwings *Microsarcops cinereus* on the intensity of the artificial nest predation by Carrion Crows *Corvus corone*. *Japanese Journal of Ornithology* 45(2): 91-99.
17. 奥川一之助・石井照明・三野 衛・長谷川 茂・柄本和子・青木皆子・山下幸夫・山本早苗 1970. 京都府巨椋干拓農地に繁殖するケリ(チドリ科)の生態調査資料. 京都教育大学紀要 37:3-87

18. 奥野俊博・下土居知子・脇坂英弥・三橋弘宗 2006. 兵庫県における鳥類の分布と変遷. 兵庫県立人と自然の博物館, 三田. pp69
19. 奥川一之助・石井照昭・三野 衛 1970. 京都府巨椋干拓農地に繁殖するケリ(チドリ科)の生態調査資料. 京都教育大学紀要 37:3-87.
20. Parish, D.M.B., Thompson, P.S. & Coulson, J.C. 1997. Mating systems in the Lapwing *Vanellus vanellus*. Ibis 139: 138-143.
21. Seymour, A.S., Harris, S., Ralston, C. & White, P.C.L. 2003. Factors influencing the nesting success of Lapwings *Vanellus vanellus* and behaviour of Red Fox *Vulpes vulpes* in Lapwing nesting sites. Bird Study 50: 39-46.
22. Takahashi, M. & Ohkawara, K. 2007. Breeding behavior and reproductive success of Grey-headed Lapwing *Vanellus cinereus* on farmland in central Japan. Ornithological Science 6: 1-9.
23. 竹田伸一 1996. 日本動物大百科 3 鳥類 I (樋口広芳・森岡弘之・山岸哲 編). 平凡社, 東京. pp85-89
24. Thompson, P. S, Baines, D., Coulson, J. C. & Longrigg, G. 1994. Age at first breeding, philopatry and breeding site-fidelity in the Lapwing *Vanellus vanellus*. Ibis 136: 474-484.
25. Wakisaka, H., Nakagawa, M., Wakisaka, K. & Itoh, M. 2006. Molecular sexing and sexual difference in carpal spur length of the Gray-headed Lapwing *Vanellus cinereus* (Charadriidae). Ornithological Science 5: 133-137.
26. 脇坂英弥, 脇坂啓子, 中川宗孝, 江崎保男 2015. ケリの配偶システムと営巣場所への帰還性. 山階鳥類学雑誌 47 (1).
27. 脇坂英弥, 江崎保男 印刷中. ケリ *Vanellus cinereus* の営巣場所, 雛の離巢, そして繁殖成功. 兵庫県立人と自然の博物館紀要, 人と自然 26.

VIII. 謝辞

本研究をまとめるにあたり, 貴重なご助言とご指摘をくださった井口博夫教授, 太田英利教授のお二方に心から感謝申し上げます.