— 原著論文 —

卵の置き換えがカワウの繁殖成功および個体数に与える影響

坪井潤一^{1,*}・桐生 透¹

¹ 山梨県水産技術センター 〒400-0121 山梨県甲斐市牛匂497

(2006年9月8日受付；2006年12月5日受理)

キーワード：カワウ，擬卵，被害対策，野生生物保護管理。

日本鳥学会誌

Japanese Journal of
Ornithology

© The Ornithological Society
of Japan 2007

Jun-ichi Tsuboi¹, Toru Kiryuu¹. 2007. Effects of egg replacement on the reproductive success and population abundance of a Great Cormorant colony. Jpn. J. Ornithol. 56: 33–39.

Abstract. In Japan, the abundance of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* disturbs sports fishing communities. Replacement of cormorant eggs with artificial eggs has been used as a method of decreasing the reproductive success of Great Cormorants. In this study, we evaluated the effects of egg replacement on the reproductive success and population abundance of a cormorant colony over three years. Both chicken eggs and artificial (gypsum) eggs were successfully accepted by cormorants. Although some pairs relaid after their eggs were replaced, the number of fledged chicks in nests with replacement eggs was lower than in nests without replacement. In 2006, relaid eggs were also replaced in 191 of 194 nests, resulting in only 12 chicks fledging. Therefore, replacement with artificial eggs was proven to be a very effective means of reducing the reproductive success of cormorants. Despite the recruitment of young birds into this population having been reduced experimentally, the colony has increased in size, perhaps because of the immigration of birds from other large colonies. Our results suggest that egg replacement can only reduce the numbers of new chicks, and the abundance of Great Cormorants within a colony may be influenced by the population size over a larger area. In the future, methods of egg replacement of Great Cormorants should aim not at population management, but at reduction of damage to fisheries by reducing the food intake of chicks during the breeding season.

Key words: Great Cormorant, *Phalacrocorax carbo*, Artificial egg, Damage control, Wildlife management

¹ Yamanashi Fisheries Technology Center, Kai, Yamanashi 400-0121, Japan.

はじめに

日本のカワウ *Phalacrocorax carbo* 個体数は1970年代に激減したが、1980年代後半には増加に転じ、2000年の推定で50,000~60,000羽とされている(福田ら2002)。個体数の増加に伴いカワウによる被害が顕在化しており、魚類捕食による水産被害(以下、食害)や排泄物による公園や森林の樹木枯死、それに伴う景観の悪化など、人との間に軋轢を生じさせている(環境省2004)。近年、被害防除や個体数抑制などのカワウ保護管理の必要性

が高まる中、カワウの餌生物(亀田ら2002, Takahashi *et al.* 2006)、繁殖生態(福田2002)、保護管理の考え方(羽山2002, 藤岡2003)など、カワウ管理に必要となる研究成果が蓄積されつつある。また、現場レベルでのカワウ対策の事例集(日本野鳥の会2001, 環境省2004, 水産庁2003, 2005)が海外のもの(Moran Committee Joint Bird Group 2005)も含め関係機関から出版されている。2005年には、移動分散能力の高いカワウを広域的に管理する目的で「関東カワウ広域協議会」が設置され、関東カワウ広域保護管理指針(以下、広域指針)が作成された。

広域指針では、被害防除とカワウ個体数抑制が

* E-mail: tsuboi-ahxx@pref.yamanashi.lg.jp

短期的対策の二本柱として掲げられている。全国内水面漁業協同組合連合会が、被害の発生状況について全国の内水面漁業協同組合（405 漁協）を対象にアンケートを行ったところ、食害を受けている魚種ではアユ *Plecoglossus altivelis* が最も多く、食害の発生時期はアユの放流時期である3月から5月に顕著であった（全国内水面漁業協同組合連合会 2004）。3月から5月はカワウの繁殖期に含まれることが多く（福田 2002）、繁殖期には産卵や雛を育てるために捕食量が増加することが知られている（Platteeuw *et al.* 1995）。そのため、繁殖を抑制し捕食量を減らすことは、食害軽減に効果的であると考えられる。また、繁殖抑制は被害防除と並んで広域指針のもう一つの柱である個体数抑制としても有効な対策となり得る。

繁殖抑制の先駆的な事例として、アメリカミシシッピ *P. auritus* でのオイリングがあげられる（Johnson *et al.* 2001, Shonk *et al.* 2004）。米国五大湖の小島に形成されたコロニーにおいて、カワウ卵および巣材に食用油を塗布し窒息により卵の発生を止める方法を用い、巣立ち雛数を対照区のわずか 3.25% に抑えることに成功している（Johnson *et al.* 2001）。日本では、オイリングや石鹸水塗布による繁殖抑制が琵琶湖の竹生島で実験的に行われており、効果が期待されている。一方、カワウ卵から擬卵へ置き換える方法については、兵庫県（高津 2004）と長野県（熊川 2005）ですでに成功事例がある。いずれも置き換えを行った巣で高い繁殖抑制効果がみられ、特に長野県杉ノ木コロニーでは全営巣数 15 巣の小規模なコロニーではあるが、置き換えを行った 14 巣全てで雛の孵化を完全に抑制できている（熊川 2005）。本研究では、3 年間にわたり擬卵置き換えが行われた営巣数 100 巣以上のカワウ繁殖コロニーにおいて、繁殖成功および個体数についてモニタリングを行い、繁殖抑制がカワウ個体群に与える影響について評価した。

調 査 地

富士川水系最大の繁殖コロニーである下曽根コロニー（山梨県甲府市中道町、河口から約 70 km）において調査を行った。カワウの繁殖期は3月から7月であり、河川の中州にほぼ一列に生育するニセアカシア *Robinia pseudoacacia*、サワグルミ *Pterocarya rhoifolia*、エノキ *Celtis sinensis* の樹上に営巣がみられた。河川の対岸から個体数計数や繁殖状況の観察を容易に行うことができ、調査場所として適している。周辺には道路、工場、住宅地

があるため、銃器による捕獲や追い払いなどは行われていない。

方 法

2003 年 1 月から 2006 年 8 月まで毎月 20 日前後の夕方に、ねぐら入り調査を実施し個体数を計数した。個体数の経年変化について季節変動（自己相関）を考慮した回帰分析を行った（Pyper & Peterman 1998）。なお、雛は個体数に含まないが、成鳥とほぼ同じ大きさまで成長し、巣外に出るようになった個体については巣立ち雛とみなし、個体数に含めた。繁殖期には約 10 日に一回、対岸から単眼スコープ（倍率×60）を用いて繁殖状況の観察を行った。巣が完成した後、翼を胴体に密着させて座り込み、尾羽を後方上向きに上げる抱卵の姿勢が確認された時点で営巣したとみなした。ごくまれに（2006 年では 194 巣のうち 8 巣）、同一の巣において、抱卵開始後に再び羽を開閉させる行動（オスによるメス誘引、Childress & Bennun 2002）が観察され、その後抱卵が再開した。このような巣では、最初の繁殖は失敗に終わり、その後別の繁殖が始まったとみなした。この場合、営巣数は合計で 2 巣としたが、個体識別を行っていないため、同一ペアによる繁殖であるかは明らかにできなかった。巣を識別するため営巣位置を写真に記録し、繁殖期に確認された巣の和をその年の営巣数とした。全ての雛が巣立ち、親鳥が擬卵の抱卵を放棄するまで観察を継続した。

擬卵の置き換えを開始した 2004 年は入手が容易である鶏卵を擬卵として用いたが、2005、2006 年は石膏製のものを用いた。しかし、高津（2004）によると、カワウは市販されている鶏卵型の木片でも、カワウ卵に似せた石膏製の擬卵と同様に抱卵したため、擬卵の色や材質等による抱卵行動の差異は比較的小さいと推測される。本研究で用いた石膏製の擬卵作成には本物のカワウ卵の形状をもとに設計されたシリコン製の型枠を用いた。型枠に石膏を流し込み、固まったら取り出すという作業を繰り返した。擬卵の耐水性を高めるため、工作用のラッカープレー（白色）を塗布した。

2004 年 4 月 19 日から 5 月 21 日まで、2005 年 4 月 14 日から 5 月 19 日まで、2006 年 3 月 14 日から 7 月 11 日まで、山梨県からカワウ卵採取許可を取得した上で、擬卵の置き換えを実施した（表 1）。調査開始以降、個体数の急激な減少が見られず、富士川流域でのカワウ個体群の絶滅確率が極めて低いと判断し、置き換え巣数、擬卵置き換え率（置き

表1. 年別月別の擬卵置き換えを行った巣数. ()内は置き換え作業を行った日数. 2006年の数値に擬卵置き換え後に産み足し卵の置き換えを行った巣は含まない.
Table 1. Number of nests in which eggs were replaced each year and month. Number of working days is in parentheses. Nests in which relaid eggs were replaced are not included in 2006.

月 Month	年 Year		
	2004	2005	2006
3			49 (3)
4	16 (2)	38 (3)	82 (5)
5	5 (1)	33 (2)	58 (4)
6			2 (3)
7			0 (1)
計 Total	21 (3)	71 (5)	191 (16)

表2. 営巣数の年変化と擬卵置き換えによる繁殖抑制の概要

Table 2. Annual changes in nest numbers and a summary of nests in which eggs were replaced.

年 Year	営巣数 Nest number	置き換えた巣数 Number of nests with egg replacement	置き換え率 (%) % of nests with egg replacement	擬卵材料 Type of replacement eggs
2003	26	0	0	
2004	78	21	26.92	鶏卵 Chicken egg
2005	116	71	61.21	石膏 gypsum
2006	194	191	98.45	石膏 gypsum

換え巣数/コロニー全体の営巣数)ともに年々増加させた(表2). 一回の置き換え作業は約3時間程度であり, 同一の樹木における連続作業時間は1時間以内であった. 作業中, 多くの親鳥は上空を旋回するように飛んでおり, 作業終了後, 筆者らが営巣樹木から数m離れただけで, すぐに巣に戻り抱卵を再開した. いずれの年も置き換えを行った全ての巣で擬卵を抱卵する親鳥が観察された. 手の届かない高所の巣でも安全に置き換えを行うために, 遠隔操作棒を用いた. これは, 長い棒の先に料理用のプラスチック製のザル(直径14 cm)をぶら下げ, ザル外側の底部分に粘着面が下になるようにして, ねずみ捕りシートを装着したものである. また, 巣の中の卵数, 卵の正確な位置を把握するために, 棒の先に角度可変式の自転車用ミラーと手鏡(直径15 cm)を装着したのぞき棒を作成した. 図1に卵採取の様子を示す. なお, カワウ卵はタモ網でできる限り受け止め, 重金属分析等のサンプルに供した. カワウ卵の採集後, タモ網を用い擬卵を巣内に置いた. 2004, 2005年はカワウ卵を同数の擬卵に置き換えたが, 2006年

図1. 粘着シートによるカワウ卵採取.

Fig. 1. Removing cormorant eggs using pressure-sensitive adhesive sheets.

は産み足し防止の効果を期待し, 3卵以下の巣では一律4つの擬卵を置き, 4卵, 5卵の巣では同数の擬卵との置き換えを行った. また, 2006年の置き換え作業では, 前回までの作業で, すでに置き換えを行っている巣内の観察を, 新しく形成された巣での置き換えと並行して実施し, 産み足し卵があった場合には採取し擬卵と置き換えた.

結 果

個体数は秋に増え, 春に減る季節変動がみられ, 有意ではないものの年と正の相関関係を示した(図2, 自己相関を考慮した回帰分析; $r=0.42$, $N=44$, $P>0.05$). 営巣数は繁殖が始まった2003年以降, 増加し続けた(表2).

親鳥の抱卵が観察された期間は, 擬卵置き換えを行った巣では, 置き換え前に本物の卵を抱いていた日数を含め 77.34 ± 34.37 日(平均 $\pm$ 標準偏差), 擬卵置き換えを行っていない巣では, 24.46 ± 11.35 日であり, 擬卵を抱く親鳥は孵化時期を過ぎた後も長期間にわたり抱卵を継続する傾向が認められた(Mann-Whitney U 検定,

$U=632.00$, $N_1=249$, $N_2=28$, $P<0.01$). 5月31日以前に擬卵の抱卵を放棄した親鳥は全体の7.85% (15/191 巣) であり, 多くの親鳥が繁殖期後期まで擬卵を抱卵した.

産み足しによる繁殖成功率 (産み足しにより雛が巣立った巣数/擬卵に置き換えた巣数) は産み足し卵の確認を行わなかった2004, 2005年はそれぞれ14.29%, 16.90%であったが, 産み足し卵の確認を一巣あたり2回以上行い, 産み足し卵についても置き換えを実施した2006年は2.09%で有意に低かった (G 検定, $G=18.67$, $df=1$, $P<0.01$). なお, 2006年は産み足し防止を目的として, 3卵以下の巣では一律4つの擬卵と置き換えたが, 全体の9.95% (19/191) の巣で産み足しが確認され, 2004, 2005年と比較して産み足しのあった巣の比率に有意差は見られなかった (G 検定, $G=2.28$, $df=1$, $P>0.05$). そのため, カワウ卵よりも多くの擬卵を置くことによる産み足し抑制効果は低いことが示された. 2006年に行った巣内の観察で産み足し卵が確認された時期は, 置き換え後 25.68 ± 14.59 日 (平均 $\pm$ 標準偏差) であり, 産み足し卵のあっ

図2. 2003年1月から2006年8月までの下曽根コロニーにおけるカワウ個体数.

Fig. 2. Size of the Great Cormorant colony at Shimosone from January 2003 to August 2006.

た19巣のうち14巣では22日以内であった.

置き換えを行った巣と行わなかった巣で, 巣立ち雛数を比較したところ, 置き換えを行った巣のほうが有意に少なく, 繁殖が抑制されていた (表3, 図3). 擬卵の材料によって繁殖抑制効果に差があるかどうかを調べるため, 置き換え後の確認を行っていない2004年 (鶏卵) と2005年 (石膏) で置き換えを行った巣における巣立ち雛数を比較した. その結果, 巣立ち雛数に有意差は見られず (分散分析, $F_{1,90}=0.19$, $P>0.05$), 鶏卵および石膏製ともに, 同等の繁殖抑制効果が示された.

繁殖が確認された2003年以來, 営巣数は増え続けたが, コロニー全体の巣立ち雛個体数は2004年をピークに減少した (図4). 2006年は194巣のうち8巣で15羽の雛が孵化し, 巣立った雛は12羽であった. 一方, コロニー全体の個体数は雛の加入がほとんどなかった2006年でも, 繁殖期が終わった8月の観察では2005年同月と比較すると1羽だけではあるが多かった (図2).

図3. 擬卵に置き換えていない巣 (置き換えなし) と擬卵に置き換えた巣 (置き換えあり) の1巣あたりの平均巣立ち雛数. エラーバーは95%信頼区間.

Fig. 3. Number of fledged chicks in nests without egg replacement vs. number in nests with egg replacement. Error bar indicates 95% confidence interval.

表3. 二元配置分散分析による置き換えの有無が巣立ち雛数に与える影響

Table 3. Two-factor analysis of variance of the effect of fake egg replacement, year, and their interaction on the number of chicks fledged.

変数 Variable	df	MS	F	P
置き換え有無 Replacement	1	54.13	111.21	<0.01
年 Year	2	1.20	2.47	0.09
置き換え有無 * 年 Rep. * Year	2	2.98	6.12	<0.01
誤差 Error	348	0.49

図4 繁殖成功の年変化（置き換えを行った巣を含む）。

Fig. 4. Annual changes in reproductive success, including nests with egg replacement.

考 察

擬卵置き換えを3年間行った結果、いずれの年も置き換えを行った巣では高い繁殖抑制効果がみられ、巣立ち雛数は2004年をピークに減少した。一方、コロニー全体の個体数は調査を開始した2003年以来周期変動がみられるものの減少傾向は認めなかった。そのため、擬卵の置き換えは、個体数抑制対策としてではなく、雛数抑制による食害防除を短期的な目標として実施されるべきである。

ほとんどの巣（191/194巣）で擬卵の置き換えを行った2006年をモデルとして、擬卵置き換えが食害防除に及ぼす効果について検討する。2006年は擬卵の置き換えを行っていない巣が3巣のみであるため、2003年から2006年まで置き換えを行っていない100巣における繁殖成績である1巣あたり平均1.87羽を推定値として用いた。この値を2006年にあてはめると194巣から363羽の巣立ちが期待され、実際に巣立った12羽との差である351羽の巣立ちが抑制されたと推定された。雛が巣立ちまでの45日間（福田 2002）、一日平均386 g（Platteeuw *et al.* 1995）の魚類を餌として消費すると仮定すると、6,097 kgの魚類が被食を免れたことになる。雛の成長期である4月から5月に山梨県内で銃器により捕獲されたカワウ55羽の胃内容物を解析したところ、重量比でアユが41.59%を占めた（坪井未発表）。春から夏にかけてアユがカワウの主要な餌生物であることは、琵琶湖で行われた調査結果と一致する（Takahashi *et al.* 2006）。山梨県内の各漁業協同組合が行っている飛来数および飛来方向

の調査によると、下曽根コロニーに生息するカワウの採食場所は、天然アユの遡上が不可能な水域であると推測される。そのため、胃内容物のアユはほとんど全て放流魚であったと考えられ、2,536 kgの放流アユが繁殖抑制により食害から守られたと推定された。これは富士川水系のアユ放流量9,840 kgの25.77%に相当し、擬卵の置き換えが被害防除対策として有効であることが示唆された。

繁殖抑制に限らず、野生生物管理を行う上で費用対効果の意識は重要である。2006年に擬卵置き換えの資材（はしご、三脚、遠隔操作棒、石膏等）を全て揃えたとしても約15万円必要であり、作業補助員（6,600円×3人×16回）の人件費約32万円を足しても、50万円以下で191巣での擬卵の置き換えが可能であった。筆者らの賃金を考慮しても、前述のアユの推定食害抑制量を金額に換算した888万円（放流種苗単価3500円/kg）と比較すると安価であり、擬卵置き換えは費用対効果の高い被害防除対策であると推定された。

擬卵置き換え後の産み足し卵の多くは、置き換え後22日以内に確認された。実際に産み足された時期は少なくとも観察される以前である。アオノドヒメウ *P. penicillatus* では卵黄形成だけでも16日を要することが知られており（Grau 1984）、本研究でみられた産み足しは擬卵置き換え前にすでに成熟していた卵であったと推測される。カワウの産卵は2日に1卵ずつで、産卵から孵化までの日数は28日前後であるため（福田 2002）、置き換え後2、3週間後に産み足し確認を1度行えば、雛の孵化を効率的に抑制することができると考えられる。

擬卵置き換え作業に伴う攪乱は、コロニーの分散をまねく可能性がある。実際に、2005年6月に下曽根コロニーよりも約10km下流のマルバヤナギ *Salix chaenomeloides* の大木に11巣のカワウの巣が観察された。しかし、銃器による捕獲や追い払い等の対策を行った結果、定着を阻止できた。長野県佐久市の貯水池にある杉ノ木コロニーでは、擬卵の置き換えを行った後、近隣の人造湖に新コロニーが形成された事例もある(熊川真二 私信)。コロニー内で繁殖抑制等の対策を行う際は、繁殖適地と判断される場所における新コロニー形成に細心の注意を払う必要がある。

2003年から2006年までカワウ個体数に減少傾向はみられず、逆に有意ではないものの年々増加する傾向が認められた。今後もモニタリング調査を継続し、擬卵置き換えがカワウ個体群に与える長期的な影響を明らかにする必要がある。下曽根コロニーは繁殖が始まって4年しか経っておらず、個体数、営巣数ともに増加傾向にある言わば拡大中のコロニーであると言える。カワウが広域的に移動することは良く知られており、他地域からの加入は、擬卵の置き換えが個体数抑制につながらなかった主な要因であると推測される。実際に山梨県内では千葉県や愛知県で標識された個体の捕獲記録がある。繁殖抑制や銃器による捕獲など広域的に移動するカワウの個体数抑制は、世界的に見ても成功例が無いのが実情である(藤岡2003)。

今後、カワウによる被害防除に向け、時期や場所に合わせた対策を、複合的に実施すべきである。そのためには漁業協同組合、自治体、国、研究者、鳥獣保護団体、河川管理者など、カワウに関係する全ての機関が、協力し情報を共有することが必要不可欠である。山梨県では2006年に関東カワウ広域協議会山梨県協議会が発足し、カワウ個体群動態に迅速に対応できる体制が構築されつつある。

東京都葛西臨海水族園福田道雄氏、特定非営利活動法人バードリサーチ加藤七枝氏には、カワウの繁殖生態について有益なご助言をいただいた。独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所の森田健太郎博士には、統計解析について有益なご助言をいただいた。山梨県工業技術センター萩原 茂博士には、擬卵作成に多大な協力をしていただいた。帝京科学大学遠藤辰典氏、後藤章浩氏、佐々木幸穂氏をはじめ学生諸氏には、擬卵置き換え作業に協力をしていただいた。心より感謝の意を表する。

摘 要

魚類への食害など人間との軋轢が顕在化しているカワウ *Phalacrocorax carbo* の被害防除を目的とし、3年間にわたり山梨県下曽根コロニーにおいて擬卵置き換えによる繁殖抑制を行った。擬卵には鶏卵および石膏製のものを用いたが、置き換えを行ったすべての巣で親鳥が擬卵を抱卵した。置き換えを行った巣での一巣あたりの巣立ち雛数は、置き換えを行っていない巣よりもはるかに少なく、繁殖抑制効果が認められた。特に2006年はコロニー内のほとんどすべての巣で産み足し卵についても置き換えを行った結果、194巣からわずか12羽の雛しか巣立たなかった。営巣数が年々増加したものの、コロニー全体の巣立ち雛数は2004年をピークに減少したため、擬卵置き換えは雛数抑制に有効であることが示された。しかし、雛の加入が制限されているにもかかわらず、個体数の減少傾向はみられなかった。そのため、擬卵置き換えは、個体数抑制ではなく、雛数抑制による食害防除を短期的な目標として実施されるべきである。

引用文献

- Childress RB & Bennun LA (2002) Sexual character intensity and its relationship to breeding timing, fecundity and mate choice in the great cormorant *Phalacrocorax carbo lucidus*. J. Avian Biol. **33**: 23–30.
- 藤岡正博 (2003) カワウによる被害対策の方向 — 羽山 (2002) へのコメント—. 日鳥学誌 **52**: 24–28.
- 福田道雄 (2002) 日本におけるカワウの繁殖生態. 日鳥学誌 **51**: 116–121.
- 福田道雄・成末雅恵・加藤七枝 (2002) 日本におけるカワウの生息状況の変遷. 日鳥学誌 **51**: 4–11.
- Grau CR (1984) Egg formation. Whittow GC & Rahn H (eds.) *Seabird Energetics*: 33–57. Plenum Press, New York.
- 羽山伸一 (2002) カワウにおける保護管理の考え方. 日鳥学誌 **51**: 56–61.
- Johnson JH, Ross RM & Farquhar J (2001) The effects of egg oiling on fish consumption by double-crested cormorants on Little Galloo Island, Lake Ontario in 2000. NYSDEC Special Report: Section 4 Page 1–5 (online), 入手先 <<http://www.dec.state.ny.us/website/dfwmr/cormorant/corm01sec4.pdf>>, (参照 2006–08–10) .
- 亀田佳代子・松原健司・水谷 広・山田佳裕 (2002) 日本におけるカワウの食性と採食場所選択. 日鳥学誌 **51**: 12–28.
- 環境省 (2004) 特定鳥獣保護管理計画技術マニュアル (カワウ編). 環境省, 東京.
- 熊川真二 (2005) カワウをこれ以上増やすな!! ~擬卵交換で繁殖抑制へ~. 広報ないすいめん (40): 43–50.

- Moran Committee Joint Bird Group (2005) Protecting your fishery from cormorants. Moran Committee Joint Bird Group. (online), 入手先 <<http://www.cormorants.info/pdfs/ProtectingFishery.pdf>>, (参照 2006-12-01), 日本語版入手先 <http://www.bird-research.jp/1_katsudo/index_kawau_kaigaijirei.html>, (参照 2006-12-01).
- 日本野鳥の会 (2001) カワウ保護管理方策検討調査報告書. 日本野鳥の会, 東京.
- Platteeuw M, Koffijberg K & Dubbeldam W (1995) Growth of cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* chicks in relation to brood size, age ranking and parental fishing effort. *Ardea* **83**: 235-245.
- Pyper BJ & Peterman RM (1998) Comparison of methods to account for autocorrelation in correlation analyses of fish data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **55**: 2127-2140.
- Shonk KA, Kevan SD & Weseloh DV (2004) The effect of oil spraying on eggs of double-crested cormorants. *The Environmentalist* **24**: 119-124.
- 水産庁 (2003) 内水面生態系管理手法開発事業報告書 (カワウ等食害防止対策). 水産庁, 東京.
- 水産庁 (2005) カワウによる食害防止対策の手引き. 水産庁, 東京.
- Takahashi T, Kameda K, Kawamura M & Nakajima T (2006) Food habits of great cormorant *Phalacrocorax carbo hanedae* at Lake Biwa, Japan, with special reference to ayu *Plecoglossus altivelis altivelis*. *Fish. Sci.* **72**: 477-484.
- 高津一男 (2004) 伊丹市・昆陽池公園における擬卵によるカワウの繁殖抑制実験 擬卵による繁殖抑制への試み. 広報ないすいめん (37): 10-17.
- 全国内水面漁業協同組合連合会 (2004) カワウによる漁業対象種の食害状況調査結果. 全国内水面漁業協同組合連合会, 東京.