関西自然保護機構会誌 *28*（*2*）：*117−125*, *2007*

原　著

琵琶湖の堅田内湖に生息するワタカ個体群の季節的消長

近畿大学農学部　鈴木誉士
九州大学水産実験所　中島　淳
大阪信愛女学院短期大学人間環境学科　中川雅博

Seasonal changes in the *Ischikauia steenackeri* population in Katada Naiko, Lake Biwa. Takashi Suzuki（*Faculty of Agriculture, Kinki University*）, Jun Nakajima（*Fishery Research Laboratory, Kyushu University*）and Masahiro Nakagawa（*Department of Human and Environmental Science, Osaka Shin-Ai College*）

The numbers of *Ischikauia steenackeri*, an endemic fish of Lake Biwa, have recently decreased i n its native habitats because of environmental deterioration. To understand the biology of this species as a step toward *in situ* conservation, the seasonal changes in its numbers and g onad somatic indices (GSIs) were investigated in Katada Naiko, located in the western part of Lake Biwa. Specimens were collected using a casting net for 20 min each night from August 2001 to July 2006. We examined the fish fauna based on the specimens collected in 179 nights during the five years. The samples comprised 2,238 specimens that represented 16 species. *I. steenackeri* (92 individuals, 4.3%) was collected only from February to October. Based on the ranges of the body length (58.6-151.1 mm; average, 91.5 mm), the population was assumed to comprise individuals aged from 1+ to 3+. Then, maturity of *I. steenackeri* was examined by measuring the body length and weight and gonad weight of 70 specimens collected in the first year. The GSIs of the females (0.23-4.84) and males (0.84-4.90) of this species clearly showed high scores only in June and July. These results indicate that this species seasonally migrates to Katada Naiko and that spawning occurs in coastal areas during the rainy season.

琵琶湖周辺に点在する内湖は，水質の浄化や保水機能，魚類の産卵場や育成場といった多様な役割を担い，琵琶湖の生物多様性維持のために不可欠な水域である。琵琶湖に生息する魚類の多くは，産卵や成育など何らかのかたちで内湖と密接なかかわりをもっている。本研究の対象魚種であるワタカ *Ischikauia steenackeri* もまたその１つである。

ワタカは，もともとは琵琶湖淀川水系の固有種で，いまでは移植個体群が関東平野，北陸地方，奈良県，岡山平野，宍道湖，山口県，九州北部に広く生息している（細谷，2001）。近年，本種の琵琶湖個体群は減少傾向が著しく，その保護対策を検討し実施することが急務となっている（滋賀県生きもの総合調査委員会，2006）。そのため，滋賀県では，本種の個体群回復を狙って増殖試験が行われている（滋賀県水産試験場，2004）。種保存の実施には，当該種の生態をよく理解することが，きわめて重要である。

琵琶湖でのワタカの生息場所や季節的な移動は，これまでにいくつか報告されてきた。中村（1969）は，1938〜1940年に琵琶湖で実施したエリ・小糸網（底刺網）・モロコ網（底曳手操）・投網・稚魚採集用曳網などを用いた調査結果をまとめ，本種が湖南部と湖東部の水草の繁茂したところに多く生息することと，季節的に深浅移動をすること

関西自然保護機構業績　第395号

を指摘した。また，三浦ほか（1966）は，1964年4月1日～7月31日に，赤野井の内湾に設置されたエリで漁獲された魚種とその漁獲量をもとに，4～6月にはホンモロコとフナ類が，その後7月上旬～下旬にはワタカが優占することを報告した。さらにこの調査では，エリの設置場所を考慮して，7月に出現したこれらの個体群が，産卵群であることが言及された（三浦ほか，1966）。これらの報告によって，本種の生息場所や季節的移動の概要を知ることができる。しかしながら，知見が断片的であることや，これらの報告以降に定期的かつ定量的調査に基づいた報告がなされていないため，近年の琵琶湖水系でのワタカの生息実態については不明な点が多い。

そこで，本研究では，現在でのワタカの生息実態を把握することを目的として，本種の採集記録がある堅田内湖の湖岸で，5年間にわたる定量採集をおこない，本種の季節的消長を明らかにした。また，体サイズ組成や生殖腺指数を求めて，産卵にかかわる生活史の一部を解明した。

調査場所と方法

調査場所

調査地は滋賀県大津市の堅田内湖である。この内湖は残存内湖のひとつで，琵琶湖の南湖西岸の真野川と天神川の間に位置する。開水面は4つにわかれ，それらすべてをあわせても，表面積は0.1 ㎢に満たない。本稿では既報（中川，2005）に従い，水路でつながった4つの水面を大きい順にA池，B池，C池およびD池と称することにする（図1）。おもな流入水路はA池に注ぐ3本（図の左側矢印）があり，いずれもコンクリート護岸が施されている。琵琶湖への流出は3箇所あり，それぞれA池から堅田港と堅田漁港を介する2つの水路，C池からの1つの水路である。採集は原則としてC池の東岸で行った。

流出箇所の3水路すべてが堰により琵琶湖と隔離された閉鎖系であるため（美濃部・桑村，2001），琵琶湖の水位にかかわらず，採集地（135° 55′ 70″ E，35° 07′ 15″ N，海抜高度89m）の水深はおおむね82㎝と一定である。C池から流出する水路の一部は2002年に親水・レクリエーション機能を持たせた環境共生型公園として整備され，C池の東岸の一部は2005年9月以降に舗装道路として埋め立てられた。

調査時期と調査方法

調査期間は2001年8月～2006年7月である。5年の調査期間は，採集頻度によって第Ⅰ期～Ⅲ期に区分した。第Ⅰ期は2001年8月31日～2002年8月29日とした。この期間中の1ヶ月あたり8～12日，合計112日の採集を実施した。第Ⅱ期は2002年9月～2003年7月まで，毎月2回，上旬と中旬に，22回の採集を行なった。ここで上旬は原則として1～4日までの4日間のいずれか1日とし，中旬は14～18日までの5日間のいずれか1日とした。2003年11月から始まった第Ⅲ期は2003年度，2004年度，2005年度（以下，それぞれⅢ03期，Ⅲ04期，Ⅲ05期）に区分し，2ヶ月に1度3日連続

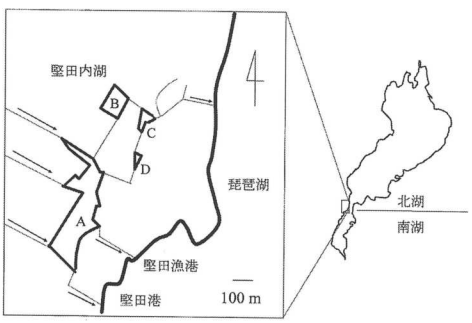


図1． 調査地．採集はC池で行った．矢印は流入・流出水路を示す．

の採集を行なった。すなわち11月，１月，３月，５月，７月に各月３回，各年度15回の計45回の調査日を設けた。一連の調査で，調査日の都合がつかなかった2003年の４月上旬分や2003年の11月分など一部の日程は，それぞれ３月31日や10月31日といったもとの調査日と近い代替日を設けることで対処した。Ⅲ05期の2006年１月，３月，５月の調査では，調査場所に工事の重機が設置されていたため，Ｃ池の北岸と西岸を臨時の採集場所とした。Ⅲ05期の2006年７月の調査では，Ｃ池の東岸で完成した護岸部を含む従来の地点を採集場所とした。また，第Ⅰ期の一部の調査日では，夜間（21：00～24：00）に地上100cmの気温と水面下10cmの水温を測定した。

調査方法は投網（目合10mm×10mm）を用いて定量法を採用した（Nakagawa，2006a）。いずれの調査日でも同一の捕獲努力量になるように配慮した。採集時刻は，日照等の環境条件のばらつきが少なくなる夜間（21：00～24：00）のうち，20分間で実施した。この作業時間は投網を７箇所に各１回（計７回）投じ，得られた個体をソーティングする時間に相当する。

はじめに，当地の魚類相を明らかにした。種の同定および標準和名や学名は原則として中坊（2000）に従った。当地では，ゲンゴロウブナ・ニゴロブナ・ギンブナの３種のフナ属魚類が生息しているが（中島ほか，2001），本稿ではフナ属魚類１種として取り扱った。なお，混獲された魚類には『レッドデータブック』（環境省，2003）に記載されている種はなかった。

つぎに，第Ⅰ期に得られたワタカ個体について，デジタルノギス（最小単位0.01mm）とデジタル天

表１． 堅田内湖における各調査時期別の出現魚種と個体数.

魚種／調査回数	第Ⅰ期		第Ⅱ期		Ⅲ03期		Ⅲ04期		Ⅲ05期	
	112	%	22	%	15	%	15	%	15	%
フナ類	695	46.9	173	64.3	77	52.0	33	18.0	21	13.5
モツゴ	341	23.0	25	9.3	19	12.8	0	0.0	3	1.9
タイリクバラタナゴ	200	13.5	29	10.8	6	4.1	1	0.5	0	0.0
ワタカ	70	4.7	4	1.5	5	3.4	10	5.5	3	1.9
ブルーギル	42	2.8	10	3.7	17	11.5	109	59.6	105	67.7
ツチフキ	39	2.6	14	5.2	8	5.4	4	2.2	1	0.6
ホンモロコ	38	2.6	4	1.5	5	3.4	1	0.5	0	0.0
コイ	16	1.1	4	1.5	3	2.0	3	1.6	2	1.3
トウヨシノボリ	16	1.1	3	1.1	1	0.7	0	0.0	1	0.6
オオクチバス	16	1.1	2	0.7	7	4.7	17	9.3	16	10.3
カワムツ	7	0.5	1	0.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0
カネヒラ	1	0.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
ナマズ	1	0.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
カムルチー	1	0.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
オイカワ	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5	2.7	2	1.3
スゴモロコ	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.6
合　計	1483	100	269	100	148	100	183	100	155	100

秤（最小単位0.001ｇ）を用いて体長，体重および生殖腺重量を測定した。生殖腺重量は右側生殖腺の値に２を乗じて算出した。卵巣と精巣の区別がつかない場合，未成魚として取り扱った。体重と生殖腺重量から，生殖腺指数（GSI；生殖腺重量/体重×100）を雌雄別に算出した。

結　果

気温と水温の変動

気温と水温を図２に示す。 気温は７月20日～８月16日までの12調査日連続で30.0℃を上回り，最高気温は33.0℃（４調査日）に達した。冬季では２月10日に最低気温の0.0℃を記録した。水温は夏季で同調査日の気温よりもやや低く，冬季でいくぶん高かった。最高水温は７月30日の31.5℃で，最低水温は１月29日と２月11日の3.0℃であった。水温が安定して9.0℃を下回るのは11月下旬～３月上旬であった。

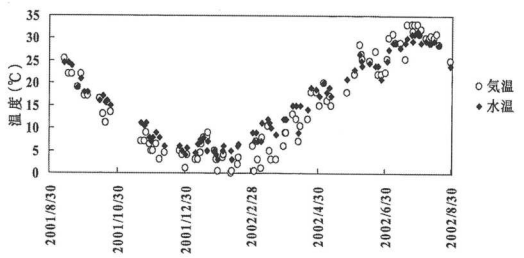


図２． 調査地における気温と水温の周年変化（第Ⅰ期：2001年８月31日～2002年８月29日）.

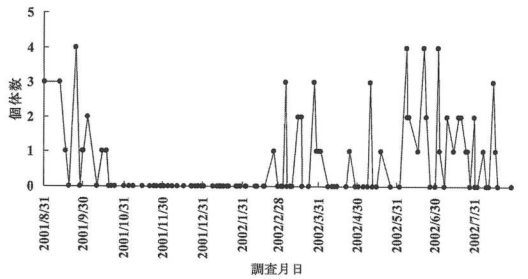


図３． ワタカの出現個体数の推移（第Ⅰ期）.

調査時期別の魚類相

５つの調査時期をとおして明瞭な優占種の変化が認められた（表１）。第Ⅰ期と第Ⅱ期では，フナ属魚類，モツゴ，タイリクバラタナゴの３種が優占した。この３種が全採集個体に占める割合は第Ⅰ期で83.3%，第Ⅱ期で84.4%であった。第Ⅲ03期で優占上位３種はフナ属魚類，モツゴ，ブルーギル（76.3%）となり，ブルーギルの個体数（11.5%；17個体／全採集148個体）が増加した。第Ⅲ04期と第Ⅲ05期でブルーギル，オオクチバス，フナ属魚類が優占上位３種となった。この３種が全体に占める割合は第Ⅲ04期で86.9%，第Ⅲ05期で91.5%であった。

ワタカは５つのいずれの調査時期においても採集された（表１）。第Ⅰ期の112調査日中では，ほぼ３日に１回にあたる39調査日で採集され，その個体数は70個体（個体数順位；14種中４位）であった。第Ⅱ期の22調査日中では，４調査日で４個体（９種中６位）が採集された。第Ⅲ期の各15調査日中では，03期の４調査日で５個体（10種中７位），

表２． 第Ⅱ期（2002年７月上旬～2003年７月中旬）でのワタカの個体数.

調査月	調査期間	
	上旬	中旬
9月	1	1
10月	1	0
11月	0	0
12月	0	0
1月	0	0
2月	0	0
3月	0	0
4月	0*	0
5月	0	0
6月	0	0
7月	1	0

＊調査日を確保できなかった４月上旬のデータを，３月31日のデータで補填した。

04期の７調査日で10個体（９種中４位），05期の２調査日で４個体（10種中４位）が採集された。

ワタカ個体群の季節的消長

５つの調査時期をとおして明瞭な季節的消長が認められた（図３，表２および表３）。すなわち，いずれの調査時期でも，11月上旬～２月中旬の低水温時にはまったく採集されなかった。第Ⅰ期では，８月31日～10月17日で17個体（採集された調査日数／調査日数；９日／12日）が採集された（図３）。続く10月19日～２月17日では39調査日で連続して出現しなかった。その後，２月24日～８月29日で53個体（30日／61日）が採集された。第Ⅱ期では，９月上旬・中旬と10月上旬の３調査日で各１個体が採集された（表２）。続く10月中旬～６月上旬までの17調査日の間も出現しなかった。その後，７月上旬に１個体が採集された（表２）。第Ⅲ期では，03期の11月調査（10月31日）に採集された１個体を除いて，11月調査と１月調査では採集されなかった（表３）。加えて03期と05期では３月調査でも採集されなかった。採集され始めた月日とそのときの個体数は，03期で５月２～３日の各１個体，04年で３月19～20日の各２個体，05年で５月２日の１個体であった（表３）。いずれの調査期でも，冬季に採集されないとするこれらの結果は，ワタカ個体群が季節によって内湖のなかで生息場所を変えていること示す。

ワタカ個体群（第Ⅰ期）の体長組成・GSI値の季節変化

第Ⅰ期に得られたワタカの体長組成の変化を図４に示す。期間中に体長58.6～151.4㎜（平均91.5㎜）の個体が出現した。2001年８～10月では，体長120㎜前後と70㎜前後の明確に区別できる２つ

表３． 第Ⅲ期 （2003年11月－2006年７月）でのワタカの採集個体数.

調 査 月	調査期間		
	Ⅲ03期	Ⅲ04期	Ⅲ05期
11月	1-0-0*(10/31-11/2)	0-0-0 (11/1-3)	0-0-0 (11/14-16)
１月	0-0-0 (1/10-12)	0-0-0 (1/11-13)	0-0-0 (1/17-19)
３月	0-0-0 (3/19-21)	2-2-0 (3/19-21)	0-0-0 (3/13-16)
５月	1-1-0 (5/2-4)	1-1-1 (5/13-16)	1-0-0 (5/2-4)
７月	2-0-0 (6/29-7/1)	2-0-1 (6/18-20**)	2-0-1 (7/4-6)

＊　１日目の個体数－２日目の個体数－３日目の個体数，で表した。() 内は採集日。
＊＊調査日を確保できなかった７月のデータを，６月のデータで補填した。

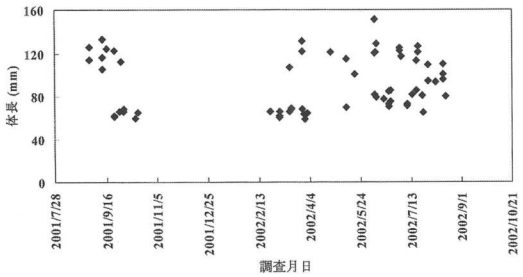


図４． ワタカの体長組成の変化（第Ⅰ期）.

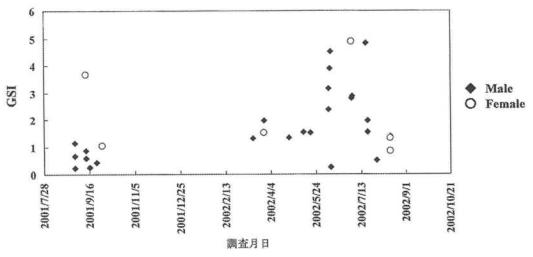


図５． ワタカのGSI値の変化（第Ⅰ期）.

のサイズクラス群が認められた。2002年２～５月も同様に２つのサイズ群が出現したが，70㎜前後のサイズ群に体サイズの増大がみられ，７～８月になると２群は明確には区別できなくなった。

つぎに，第Ⅰ期に得られたワタカのGSI値の変化を図５に示す。70個体のうち，生殖腺が未発達で測定不能だった40個体を除く，30個体でGSI値を得た。雌雄比は，４：１で有意に雄が多かった（$p<0.05$；$\chi^2=10.8$）。GSI値は雄，雌でそれぞれ0.23～4.84，0.84～4.90の範囲で変動し，両者とも７月に最高値を示した。

考　察

堅田内湖でのワタカの季節的消長

これまで琵琶湖でのワタカの生息場所や季節的な移動について，いくつかの報告がなされてきた（三浦ほか，1966；中村，1969；前畑，2003）。しかし，これらの報告は断片的な情報をつなぎあわせたものであり，最近までワタカに焦点をあてた体系的な研究はなされてこなかった。そのため，琵琶湖水系でのワタカの生息実態についてはいまだに不明な点が多い。そこで本研究は，2000年代以降のワタカの生息実態を把握することを目的に，堅田内湖の湖岸で定量採集を５年間にわたって実施し，本種の季節的消長を明らかにした。

三浦ほか（1966）は，琵琶湖の内湾に設置したエリの漁獲データをもとに，ワタカ産卵群が７月上旬から下旬にかけて大量に出現すると報告している。また，前畑（2003）は，1970年代後半から80年代はじめの話として，梅雨時期には堅田内湖の対岸にある草津市湖岸のヨシ帯に，ワタカの成熟個体が高密度で採集されていたことを報告している。これらの報告はいずれも，ワタカの産卵期が６～８月の水温22～25℃の時期であるとするもので，日本産コイ科魚類のなかで最も遅いとする見解と一致する（細谷，2001）。本研究でも，６～７月に比較的多くの個体が集中して出現し（図３，表２および表３），この時期の個体のGSI値はほかの時期と比較して高い値を示す個体が多かった（図５）。また，６～７月の当地の水温は，本種の産卵適水温にほぼ一致した（図２）。さらに，護岸工事前のC池東岸にはヨシ帯が残っていた。これらの諸点をあわせると，この２ヶ月間に集中して内湖沿岸域での産卵が行なわれていたものと推定できる。本研究で得られた成熟個体は，有意に雄個体が多かった（図５）。ワタカは，産卵の際には１尾の雌個体に複数の雄個体が追尾するので（中村，1969），本研究でみられた雌雄の偏りは，本種の繁殖様式との関係が推察される。一方，雌のGSI値がそれほど高くなかった点については（図5），十分に議論するだけの標本数がなく，検討の余地を残した。

2001年８～10月と2002年２～５月では，体長120㎜前後と70㎜前後の明確に区別できる２つのサイズ群が認められた（図４）。中村（1969）は，本種の年齢と全長を比較し，1+，2+および3+齢でそれぞれ全長72.2～80.0㎜，143.8～209.0㎜および169.5～238.0㎜に成長すると報告している。本研究では体長58.6～151.4㎜の個体が得られた。これにより，本研究で得られた標本のうち，体長120㎜前後のサイズクラス群は2+～3+齢，70㎜前後のサイズクラス群は1+齢とそれぞれ異なる年級群と考えられる。また，2002年２～５月に現れた70㎜前後の年級群は，体サイズが増大する傾向がみられ，７～８月には120㎜前後の年級群と明確に区別できなくなった（図４）。このことは，70㎜前後の年級群が本調査地周辺で成長していることを示しており，内湖沿岸域は本種にとって成育場として機能していることを示唆する。

５ヵ年にわたって実施した本研究で，ワタカは11月下旬～２月中旬までまったく採集されなかっ

た。このことは，本種は冬季では内湖沿岸から別の場所に生息場所を移行していることを強く示唆する。中村（1969）は，本種が冬季に琵琶湖中央部の湖底で越冬するのを確認している。しかし，堅田内湖は閉鎖水系であることから（美濃部・桑村，2001），冬季にワタカが琵琶湖に移動しているとは考えにくく，内湖内で越冬しているものと推察される。ワタカの冬季の生息場所については，今後調査範囲を拡大して把握する必要がある。

一方で，大津市湖岸に突きでた琵琶湖文化館の周辺で，1990年代はじめには，６～７月の梅雨時ばかりでなく，冬季（11～１月）と４月にも採集記録がある（前畑，1993）。また，1975～1985年では，個体数こそ多くないものの，冬季にも採集されていたという（前畑，1993）。これらの結果は，11月下旬～２月中旬まではまったく採集されなかった本研究の結果と一致しない（図３と表２）。この冬季での採集結果の相違の理由についてはいまのところ明らかでないが，環境状況の如何によって，ワタカの行動範囲が異なる可能性がある。

ワタカ仔稚魚調査の重要性

内湖は魚類の生物多様性を創生する重要な湿地であることは古くから知られていた。しかし，内湖の魚類に焦点をあてた体系的な研究は最近になるまでほとんどなかった（西野，2005a；西野・浜端，2005）。したがって，内湖でのワタカの生息状況，産卵場所および卵・仔稚魚に関する詳細な知見は今まで得られていない。

ワタカは，湖岸一帯や内湖のヨシやマコモの繁茂した浅所で，水面に浮かぶ水草等に産卵し，ふ化直後の仔魚はコイやフナ類と同様に水面の浮遊物に懸垂する（中村，1969）。これは，内湖沿岸に広がるヨシを主体とする水生植物帯が，本種の繁殖と仔魚期を中心にした初期生活期に重要であることを意味する。そのため，当地でワタカの産卵場所と初期生態を明らかにすることは，生息域内での保全策を講じるうえで重要である。最近になって堅田内湖でおこなわれた仔稚魚に焦点をあてた採集調査でも，ワタカの仔稚魚は確認されていない（西野ほか，2006）。したがって，今後，琵琶湖の水生植物帯での卵と仔稚魚の分布およびそれらの出現時期を詳しく調べる必要がある。

ワタカ個体群の現状と保全

現在，琵琶湖水系では在来生態系の保全への取組みがうたわれており，その実施にむけた基礎的資料として琵琶湖周辺水域の魚類の生息状況が調べられている（美濃部・桑村，2001；中島ほか，2001）。琵琶湖の残存内湖のうち堅田内湖は，ごく最近まで国や県の干拓事業の影響を受けなかった。また，この内湖は日本各地で希少となったメダカの採集記録があることや（滋賀県水産試験場，1996；中島ほか，2001），侵略的外来種による生態系の破壊を免れた数少ない内湖であったため，近年「内湖の生態系復元モデル地」として注目されてきた（美濃部・桑村，2001）。

しかしながら，近年，公園整備による池と水路の一部埋め立てや，侵略的外来種急増による優占種の交替が起こっていることが，一連の研究で明らかになってきた（表１；中川，2005；Nakagawa，2006a）。調査地であるＣ池の東岸も2005年８月以降に埋め立てられ，ヨシ帯の一部が消失した。このことは，主にヨシ帯周辺を生殖場所として，水草を主体とする食性をもち（細谷，2001），産卵の際に卵を付着させる基質を必要とする本種の繁殖に影響を及ぼす。また，内湖に定着するオオクチバスの捕食対象が魚類全般におよぶことは西の湖（淀・木村，1998），湖北野田沼（福田ほか，2005），堅田内湖（Nakagawa，2006b）の例を挙げるまでもなく明白である。さらに，第Ⅲ04期以降に個体数で過半数を超えたブルーギルが，ワ

タカと同様の流線体型をもつモツゴを捕食するという実験結果もある（片野ほか，2003）。環境構造が単純な人造内湖は，環境構造が多様な残存内湖よりも種多様性が低いと指摘もある（西野，2005b）。これらのことはいずれも，人工護岸により湖岸に抽水植物が乏しくなり「人造内湖化した堅田内湖」において，ワタカ個体群の生息環境が急速に悪化していることを強く示唆している。

本種の存続を図る具体的な方策が必要となっており，その一環として放流を目的とした増殖試験が行われている（滋賀県水産試験場，2004）。ただし，ワタカは「ちょっと小さな稚魚なら後ろからガブリとやる大変物騒な連中で，（著者ら中略）一見おとなしそうに見えてもいまだに正体のわからぬ魚」（松田ほか，1980）であるそうだから，在来種といえども他魚種への影響を考えて，本種の琵琶湖や内湖などへの種苗放流などは慎重に検討する姿勢を要する。また，本種は琵琶湖・淀川水系に分布するが，地域間の遺伝的分化程度など遺伝的多様性に関する知見はまったくない。ワタカ個体群の生息域内における保全単位を明確に把握するために，各地域個体群の遺伝的特性についても十分に理解する必要がある。

謝　辞

びわ湖サテライトエリア研究会の浅香智也氏には，本稿をまとめるにあたって貴重なご意見をいただいた。ここに記して御礼を申し上げる。

引用文献

福田大輔・辻野寿彦・細谷和海・西野麻知子．2005．琵琶湖周辺内湖における魚類および無脊椎動物の種多様性―湖北野田沼における在来魚と外来魚の現状．「内湖からのメッセージ―琵琶湖周辺の湿地再生と生物多様性保全」（西野麻知子・浜端悦治編），126－140．サンライズ出版，滋賀．

細谷和海．2001．ワタカ．「日本の淡水魚第3版」（川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編），286－287．山と渓谷社，東京．

環境省自然環境局野生生物課（編）．2003．改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物―レッドデータブック―4，汽水・淡水魚類．230pp．（財）自然環境研究センター，東京．

片野修・中村智幸・山本祥一郎．2003．実験水槽におけるブルーギルによるモツゴの捕食．日本水産学会誌，69（5）：733－737．

前畑政善．1993．琵琶湖文化館周辺水域（南湖）における魚類の動向．滋賀県立琵琶湖文化館研究紀要，11：43－49．

――．2003．消えてしまった琵琶湖の魚，その復活は可能か？魚類自然史研究会会報「ボテジャコ」，7：1－24．

松田尚一・前畑政善・秋山廣光．1980．湖国びわ湖の魚たち．177pp．第一法規出版，東京．

美濃部博・桑村邦彦．2001．琵琶湖周辺の内湖における魚類相の変化と生息環境分析－在来魚の繁殖・生息の場としての生態的機能の復元に向けて．応用生態工学，4（1）：27－38．

三浦泰蔵・須永哲雄・川那部浩哉・牧岩男・東幹夫・田中晋・平井賢一・成田哲也・友田淑郎・水野信彦・名越誠・高松史朗・白石芳一・小野寺好之．1966．魚類．「びわ湖生物資源調査団中間報告（一般調査の部）」，711－906．

中坊徹次（編）．2000．日本産魚類検索－全種の同定，第二版．1748pp．東海大学出版，東京．

中川雅博．2005．2004年の滋賀県堅田内湖に発生したボタンウキクサの繁茂状況．関西自然保護機構会誌，27（1）：53－56．

Nakagawa, M. 2006a. Disruption in the dis-

tribution of fish fauna simultaneous with the increase of introduced bluegill and largemouth bass in a lagoon of Lake Biwa, Japan. Proceedings of the 11th World Lake Conference, Nairobi Kenya, Volume 2. 236-241.

——. 2006b. Feeding habits of introduced largemouth bass around Lake Biwa and in ponds without mesopredators in Japan. Proceedings of the 11th World Lake Conference, Nairobi Kenya, Volume 2. 242-247.

中島経夫・藤岡康弘・前畑政善・大塚泰介・藤本勝行・長田智生・佐藤智之・山田康幸・濱田浩之・木戸裕子・遠藤真樹. 2001. 滋賀県湖南地域における魚類の分布パターンと地形との関係. 陸水学雑誌, 62（3）：261－270.

中村守純. 1969. ワタカ.「日本のコイ科魚類」, 247－253. 資源科学研究所, 東京.

西野麻知子. 2005a. 内湖の生物多様性維持機構の解明. 琵琶湖研究所記念誌（所報22）, 121－133.

——. 2005b. 琵琶湖周辺内湖における魚類および無脊椎動物の種多様性—内湖魚類相の特性.「内湖からのメッセージ—琵琶湖周辺の湿地再生と生物多様性保全」（西野麻知子・浜端悦治編）, 141－155. サンライズ出版, 滋賀.

——・浜端悦治. 2005. 内湖からのメッセージ—琵琶湖周辺の湿地再生と生物多様性保全. 253 pp. サンライズ出版, 滋賀.

——・濱端悦治・金子有子・福田大輔・細谷和海・井鷺祐司. 2006. 内湖の生物多様性維持機構の解明—貴重植物, ヨシおよび在来種からみた内湖の生物多様性. 滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター平成16年度試験研究報告書, 89－106.

滋賀県生きもの総合調査委員会. 2006. 滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック2005年版. 560pp. サンライズ出版, 滋賀.

滋賀県水産試験場. 1996. 平成6－7年度琵琶湖および河川の魚類等生息状況調査報告書. 177pp. 滋賀県水産試験場, 滋賀.

——. 2004. ワタカにおけるホルモン処理による採卵技術の検討.「平成15年度主要試験研究成果一覧. 琵琶湖の水質・生態系保全に配慮した特色ある農林水産技術の開発」http://www.pref.shiga.jp/g/suisan-s/seika/h16/h16-11.pdf.

淀太我・木村清志. 1998. 三重県青蓮寺湖と滋賀県西の湖におけるオオクチバスの食性. 日本水産学会誌, 64（1）：26－38.