

ウグイによるブルーギル卵の捕食効果についての実験的解析

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者名	片野,修 坂野,博之 Velkov,B.
発行元	日本水産學會
巻/号	72巻3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 424-429
発行年月	2006年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ウグイによるブルーギル卵の捕食効果についての実験的解析

片野 修,^{1*} 坂野 博之,¹ Boris Velkov²

(2005年10月11日受付, 2005年12月16日受理)

¹鮭水産総合研究センター中央水産研究所, ²東京海洋大学海洋学部海洋生物資源学科An experimental analysis of the predation effect by Japanese dace
Tribolodon hakonensis on bluegill eggsOSAMU KATANO,^{1*} HIROYUKI SAKANO¹ AND BORIS VELKOV²¹National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency, Ueda, Nagano 386-0031, ²Department of Marine Bioscience, Tokyo University of Marine Science and Technology, Minato, Tokyo 108-8477, Japan

To analyze the predation effect by Japanese dace *Tribolodon hakonensis* on bluegill *Lepomis macrochirus* eggs, one male and two female bluegill were stocked in an artificial experimental pond. Two trays with gravel were laid in each pond to serve as spawning redds. In total, 12 spawnings occurred and the number of eggs that could be counted from above varied from 2,060 to 3,850. For a brood in which the number of eggs counted from above was 2,060, close examination of the egg number revealed that the real number was 4,789, indicating that only 43% of eggs were countable from above. To equalize the number of eggs between redds, the number from above was reduced to 3,000 in 11 cases with more than 3,000 eggs. Ten Japanese dace were stocked in 6 of 11 cases and no dace in 5 cases. The number of bluegill larvae that appeared four days after spawning in ponds with dace was on average 28.5 and significantly less than that (888.0) without dace. Stocking Japanese dace in ponds and lakes is potentially useful for controlling bluegill.

キーワード：ウグイ, 産卵床, 繁殖抑制, ブルーギル, 卵捕食

ブルーギル (*Lepomis macrochirus*) は1960年に米国から移入された後, とくに1980年以降日本各地で急速に増加し, 現在ではほぼすべての都道府県で生息が確認されている。¹⁻³⁾ 大半の移入先では, 放流の記録がないままに広まっており, 自然拡散や密放流によって分布が拡大したと考えられている。⁴⁾ 本種は他魚の卵, 仔稚魚のほか, 他魚の餌となる動物プランクトンや水生昆虫類, 水面に落下する陸生昆虫類を捕食することが知られており,⁵⁻⁸⁾ 水産有用魚を含む湖沼や河川の生態系に悪影響を及ぼすことが懸念されている。2005年6月1日には, ブルーギルは環境省によって外来生物法 (特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律) の対象種に指定され,⁹⁾ 被害の防止が求められている。

全国の河川・湖沼ではオオクチバス (*Micropterus salmoides*), コクチバス (*Micropterus dolomieu*) とともにブルーギルの駆除が水産試験場, 漁業協同組合, 市民

団体等によって行われているが, ブルーギルの生息密度が著しく高い場合が多く, 効果的な駆除技術は開発されていない。

ブルーギルは釣りや網具によって捕獲することができるが,¹⁰⁾ 多数の個体を捕獲するためには多大の労力が必要となる。しかも, 1尾のブルーギルは1繁殖期に1万以上の卵を産むことが報告されており,¹¹⁾ 繁殖抑制を行わない場合, 多数のブルーギルが産まれることになる。

したがってブルーギル個体群の増加を抑えるためには繁殖抑制が第一に必要である。繁殖抑制にあたっては, ブルーギルの産卵床を襲ってその卵を捕食する在来魚の利用が効率的である。ウグイ *Tribolodon hakonensis* は雑食性であるが, とくに河川や湖沼の底部をつつき, 場合によっては頭部を泥の中に突込みつつ, ユスリカなどの水生昆虫類を捕食することが報告されている。^{12,13)} またウグイは長野県の青木湖では, 集団でブルーギルと同

じサンフィッシュ科の外来魚であるコクチバスの産卵床を襲うことが観察されている。¹⁴⁾ また実験条件下でウグイにブルーギルの卵や仔魚を与えるとよく捕食することも報告されている。¹⁵⁾

しかし、実験的にブルーギルの卵や仔魚を与えてウグイが捕食したとしても、雄親が防衛する自然条件下でウグイがブルーギルの産卵床を襲い卵や仔魚を捕食するかどうかは明らかでない。そこで私たちは、小型の実験池においてブルーギルに産卵床をつくらせ、産卵後にウグイを放流して、ブルーギルの卵を減耗させるか否か、前者の場合にはどの程度減耗させるかを明らかにするために実験を行った。その結果はブルーギルの繁殖抑制に役立つと考えられたのでここに報告する。

材料および方法

供試魚 実験に用いたウグイは千曲川で採集された卵から民間の養魚場で育てたのち、中央水産研究所上田庁舎の、本実験と同じ広さの飼育池において河川水を用いて1年以上飼育したものである。餌としてはアユ用のペレットを適宜与えていた。ブルーギルは2005年5月30日に長野県小県郡丸子町の明賀池で釣りによって採集したのち、上田庁舎に持ち帰ったものである。実験に用いるまでブルーギルは120 cmの長さの屋内水槽でクリル（乾燥オキアミ）を適宜与えて飼育した。

実験池 実験は上田庁舎内の長さ4.4 m、幅0.9 mのコンクリート池7面（Fig. 1）を用いた。池の中には直径0.5～1.5 cmの礫を満杯になるまで入れたトレイ（40 cm×35 cm×高さ5 cm）を2個設置し、産卵床として利用できるようにした。また39 cm×19 cm×高さ15 cmで10 cm×8 cmの穴が3つ開いているコンクリートブロックをトレイから50 cm下流に置いたほか、長さ70～90 cm、幅15～20 cmの木板片を各池の後半部に2個ずつ浮かべ、魚の隠れ場所とした。水深は40 cmとし、水温については15時～15時30分の間に毎日各池で測定した。ブルーギルの卵孵化については水温20～26℃が適していることが報告されているので、^{16,17)} 井戸水（16.0～24.0℃）を60～90 mL/秒流入させることによって水温の上昇を防いだ。ただし、実験初期には降雨が続いたことにより水温が低下した場合があり、実験期間中の水温は18.3～27.0℃の間を変動した。実験池の水面からコンクリート壁の上部までの高さは50 cmであった。池の水の流出部には、0.5 mmの網目のステンレスネットを張りつけ、稚魚が外部へ流出しないようにした。

実験手順 2005年6月10日に標準体長、体重をそれぞれ0.1 cmと0.1 gまで計測したのち、ブルーギルの雄1尾と雌2尾を各池に放流した。雄については婚姻色の明瞭な個体を、雌については腹部の膨満した個体

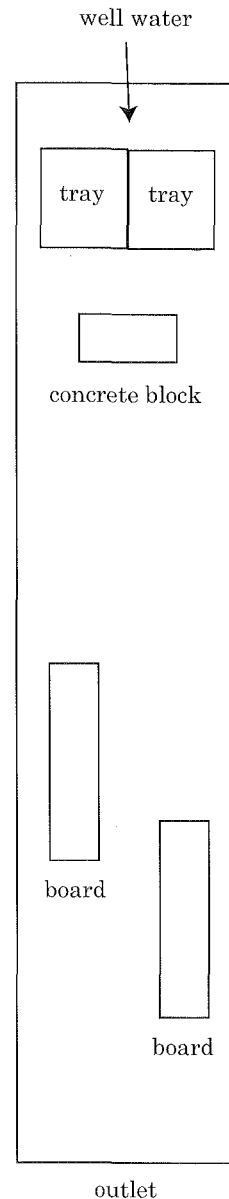


Fig. 1 Experimental pond. Two trays with gravel were laid on the ground to serve as spawning redds of bluegill. Two boards were floated to provide refuges for fish.

を選択した。各個体の鰭の一部を1～2ヶ所個体ごとに異なって切り分け、個体識別を施した。実験に用いたブルーギル雄の体長は12.6～15.0 cm、体重は94.1～183.6 gの範囲に、雌の体長は10.2～14.5 cm、体重は44.2～144.8 gの範囲にあった。その後、毎日1～2回産卵床の観察と、産卵床の礫中の卵の有無の確認を行った。卵は産卵床の表面だけでなく、その中の礫の全面に産みつけられていた。卵が確認された場合、産卵床の卵数を平均化するために、次の手順を行った。まず、トレイの中の礫を10～30個ずつ小バットに取り出し、上か

ら見える卵数を10単位で数えた。この際に礫をひっくり返してその下部の卵を数えることは、卵への影響が大きいのと考えて行わなかった。数え終わった礫は、産卵床として設置したトレイと同型の新しいトレイに水を張ったのち入れた。数えた卵数が3,000に達したら、それ以上の卵は同様の手法で数えた後、別のトレイに分け、後に陸地に捨てた。3,000に達したトレイは真中にくぼみをつくり元の産卵床と同じ場所に設置した。この作業により、上部から目視で数えた卵数が把握され、どの池の産卵床でもほぼ同数の卵が残されたことになる。なお、7月20日に産卵が行われた産卵床では目視による産卵数が2,060個と3,000に満たなかったため、これについて10時間かけてすべての礫を正確に検査し、付着した卵数を数えたところ、4,789卵であった。このことから、総産卵数の約43%が各池で数えられたことになり、3,000卵としたものは実際には6,977卵程度であったと推察される。

産卵床となったトレイを戻した後、たも網もしくは電気ショッカーを用いて、池の中の雌2尾を捕獲し、水槽に収容した。その後、残った雄が産卵床上に戻ったことを確認してから、一部の池にウグイ10尾を放流した。ウグイの標準体長は、10.4~18.8 cm、体重は15.8~115.1 gの範囲にあり、各池に放したウグイの平均体長、平均体重はそれぞれ、14.1~15.1 cm、51.7~64.4 gの範囲にあった。その後、産卵床上にブルーギル雄親が留まっているか否か、ウグイが産卵床上にいるか否か、雄親によるウグイへの攻撃があるか否かについて適宜観察した。ブルーギルの卵は水温20~25℃のもとでは37~52時間で孵化し、その後産卵床から浮上するのに3~5日必要である。¹⁷⁻¹⁹⁾そこで、本実験では、卵を数えた後、4日経った時点で産卵床トレイを回収し、その中の仔魚を計数した。計数にあたっては小型ボールに礫を5~10ずつ取り上げ、少量の水を入れて泳ぎ回る仔魚を数えた。

この作業の後、池の中の水をポンプで吸い上げプランクトンネットでこしつつ、稚魚がトレイ外に流出していないことを確かめた。その後、再度実験池をセットし、新しい雌雄を放流した。雌については1度産卵した後、再度腹部が膨満した個体を用いた場合があったが、雄については1度実験に用いた個体を再度用いることは行わなかった。ウグイについても、毎回新しい個体を用いた。

最後の産卵が7月30日に行われたのち、8月10日まで産卵は行われなかったため産卵期が終了したと考えて実験を終了した。実験終了時に親魚はすべて確認され、外部へ脱出した個体は認められなかった。

Table 1 Spawning activities of bluegill.

Case	Date of spawning	Japanese dace	S.L. of Male bluegill (cm)	Mean water temperature (°C)	Number of larvae
1	26 June	stocked	14.3	21.5	0
2	29 June	stocked	12.9	21.4	0
3	30 June	stocked	13.1	21.3	0
4	9 July	stocked	12.6	23.6	169
5	16 July	stocked	13.5	24.2	2
6	30 July	stocked	13.9	25.5	0
7	26 June	unstocked	13.6	20.6	329
8	29 June	unstocked	14.2	22.0	362
9	2 July	unstocked	14.1	21.6	1,566
10	5 July	unstocked	13.0	23.3	144
11	15 July	unstocked	12.8	23.3	2,039

結 果

2005年6月26日~7月30日まで合計で12例の産卵が行われた (Table 1)。すべての産卵において、雄はあらかじめ産卵用トレイの真中に直径20~30 cmのくぼみを掘り、その中心部はトレイの底に達していた。

7月2日午後2時に観察された産卵行動 (例9) では、雄があらかじめ掘ってくぼみをつくった産卵床の内側に雌、外側に雄が位置し、雌雄はくぼみの周囲を回って泳ぎながらときおり体をくぼみの中心部に向かって倒し、雄が雌に覆いかぶさり、体を震わせながら放卵した。雌はしばしば産卵床の外へ出ることもあったが、また戻って何度も産卵した。産卵が終了すると、雄は産卵床のまわりを速やかに泳ぎ回り、ときどき口部で産卵床をつついて掃除をするような行動を行った。

卵数の上方からの目視による計数値は2,060~3,850 (平均 $3,168 \pm 436$ SD) であった。3,000に満たない1例を除いた11例のうち6例についてウグイ10尾を放流し、残りの5例はウグイを放さない対照区とした (Table 1)。ウグイを放流した場合としなかった場合で、ブルーギル雄の体長、実験期間中の平均水温に有意差は認められなかった (Mann-Whitney *U*-test, $P > 0.5$)。

ウグイを放流すると、すぐにウグイは群れをつくって池の底で摂食行動をはじめ、実験池の水は濁った。ウグイがブルーギルの産卵床で底をつつくことも6月29日 (例1, Table 1) と7月17日 (例5) に観察された。例1, 2, 3, 6 (Table 1) では、4日後にトレイを回収する際に、ブルーギルの雄は産卵床上にいなかった。ただし、そのうち例1と3では、2日目に雄が産卵床上にいることが観察されている。一方、例4では7月12日の12時にブルーギルによるウグイへの攻撃行動が観察された。産卵床上を守る雄は、そのトレイに近づいてきた単独のウグイを3回攻撃し追い払うところが観察され

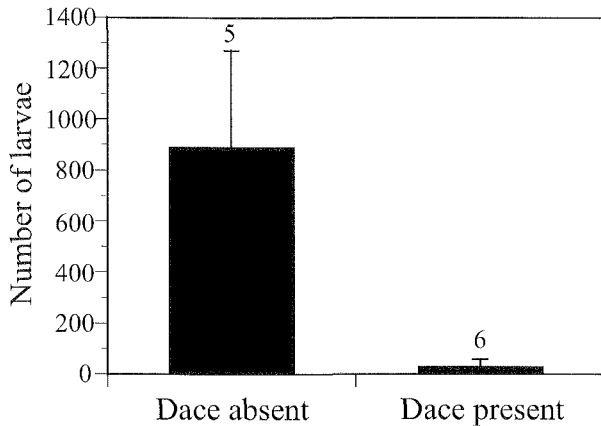


Fig. 2 Comparison of the number of bluegill larvae that appeared in ponds with and without Japanese dace. Numerals and vertical bars indicate the number of data and standard errors, respectively.

た。この行動は7月13日の12時にも4回観察され、ウグイが産卵床外の池の底部でつつき行動を行うところも12回観察された。この雄および例5の雄はトレイ回収時に産卵床上に留まっていた。一方、ウグイを放流しなかった実験池では、5例中3例でトレイ回収時に雄は産卵床上に留まっていたが、残りの2例では産卵床上にいなかった。

産卵後4日目に産卵床を調べると、最も多い場合に30の死卵が確認された。死卵数はウグイを放流した場合（平均 8.0 ± 12.5 SD）としなかった場合（ 6.0 ± 113.4 SD）で有意に違わなかった（Mann-Whitney *U*-test, $P > 0.5$ ）。

ウグイを放流しなかった場合、仔魚は144～2,039尾確認された（Table 1）。仔魚はいずれも眼球が黒化しており、礫の下にもぐりこむ行動を示した。一方、ウグイを放流した場合には6例中4例で仔魚は確認されず、多くても169尾の仔魚が出現したにすぎなかった。ウグイを放流した場合の残存仔魚数は放流しなかった場合に比べて有意に少なかった（Mann-Whitney *U*-test, $z = 2.62$, $P < 0.02$ ）（Table 1, Fig. 2）。ウグイを放流した場合でも、しなかった場合でも残存仔魚数とブルーギル雄の体長、孵化から取り上げまでの平均水温との間に有意な相関関係は認められなかった（Pearson's *r*, $P > 0.2$ ）。

考 察

ブルーギルに限らず、外来魚の駆除を考えるときに、釣り、網具、トラップなどで捕獲する方法は有効であるが、いずれも人間の手間がかかるという問題がある。外来魚の個体密度が高い場合には、多大の時間と労力が必要である。一方、ブルーギルの個体密度が低くなった場合には、努力量あたりの捕獲数が減少するために、駆除

が進まなくなる恐れがある。このような場合でも、ブルーギル、オオクチバス、コクチバスなどのサンフィッシュ科の魚類は一繁殖期に多数の卵を産むために、少数の親を放置するだけで多数の仔稚魚が産まれることになる。^{14,17,19,20}

このような状況を考えるとき、在来魚を利用し、外来魚の卵や仔稚魚を捕食させる手法は有効であろう。サンフィッシュ科の外来魚が減少すると、在来魚の捕食圧は残された産卵床へ集中し、ますます外来魚を減らす役割を果たすことが期待される。サンフィッシュ科の外来魚のうち、日本におけるオオクチバスの卵、仔魚の捕食者としてはブルーギル、ヨシノボリ類（*Rhinogobius* spp.）、オイカワ（*Zacco platypus*）などが報告されている。²⁰ またコクチバス卵については、ウグイ、ニゴイ（*Hemibarbus barbus*）、コイ（*Cyprinus carpio*）などが自然条件下で捕食することが明らかになっている。^{14,20} とくに長野県青木湖で2002年に27個の産卵床に産みつけられたコクチバス卵数の変化を潜水観察によって調べたところ、卵数の平均して92%以上が捕食されること、その主な捕食者はウグイであることが明らかになっている。¹⁴ 青木湖においてウグイはコクチバスを絶滅に追いこむことが期待されている。本論文で実験を行ったブルーギルについても、その卵が自然条件下でオイカワ、ヨシノボリによって捕食されることが知られている。²⁰

本実験においては、礫の上部の卵のみを大まかに数え、産卵床によって卵の数にばらつきがないようにした後、ウグイを放流した場合としない場合で、残った仔魚の数を比較した。仔魚の数は最も多い場合でも2,039尾であった。石の上部で3,000に平均化した卵は実際にはその側面や下部を含めて約7,000個であったと推測された。したがって、最も残った場合でもおよそ70%の卵は死滅したと考えられる。この理由としては一度産みつけられた卵を計数のために取り上げ、別のトレイに移したことが挙げられ、この操作が卵の死滅率を高めたと考えられる。一方、自然条件下でも卵の孵化率は100%ではなく、^{16,17} 礫の深部に産みつけられたり、水生昆虫等に捕食されて死滅したものもあったと推測される。ただし、回収時に産卵床中にあった死卵の割合は低く、ウグイを放流した場合としない場合で有意差は認められなかったため、死卵も含めた卵の消失には、ウグイ以外による捕食の影響も大きかったと推察される。ウグイを放流しなかった場合でも、水生昆虫のほか、ブルーギル雄親による捕食の可能性を否定できない。

ウグイを放流した場合でもしなかった場合でも、ブルーギルの雄親が産卵床上に留まる場合と留まらない場合があった。ウグイを放流しなかった場合には、実験池の中に雄親以外の他魚がいなかったため、雄親は必ずし

も産卵床上で卵を防衛する必要はなかったと推測される。一方、ウグイを放流した場合には雄親は卵を守る必要があったが、卵がすべて消失した4個の産卵床では雄は床上に留まっていなかった。ただし、そのうち2例では雄は産卵後2日目には床上にいることが確認されているので、卵がすべて消失するまでは雄は産卵床上に留まって防衛しようとするのではないかと考えられる。

卵数をコントロールしてウグイの影響を調べた実験により、ウグイがブルーギルの卵、仔魚を減らす効果が明確になった。ブルーギルは単独のウグイに対して攻撃し産卵床を守りことも観察され、ブルーギルの雄によって防衛能力に違いのあることも示唆されたが、多くの場合にウグイはブルーギルの産卵床に侵入し、卵を捕食したと考えられる。

ウグイは他のコイ科魚類と比べて河川や湖沼の底部をつつき、ときには頭部を泥中に突っこむほど深く潜ってユスリカ類などの底生生物を捕食する。^{12,13)} この習性がコクチバスやブルーギルの卵を捕食するうえで効果的であると考えられる。なお、ブルーギルはコロニーをつくり、多数の雄が同時に同所的になわばりをつくって卵を防衛する。このような状況でウグイの捕食が有効か否かは今後検証する必要がある。しかし、少なくとも1つずつ分離した単独産卵床に対してはウグイの捕食は効果的であろう。また、コロニーをつくるブルーギル産卵床において、同じコイ科の淡水魚オイカワが卵を捕食することが観察されている(滋賀県水産試験場、未発表データ)。ウグイやオイカワはブルーギルを減少させるうえで有効であると考えられる。なお、本実験ではウグイを1m²あたり2.5尾の密度で放流している。自然水域では、それほど高くない密度で放流しても、ウグイは広い範囲を動き回りながら次々にブルーギルの産卵床を襲ってその卵を捕食すると考えられるが、そのための適切な放流量をどの程度にするべきかは今後の課題として残されている。

ウグイをブルーギル駆除に利用するにあたってはいくつかの注意が必要である。第一にその湖沼や溜池にすでにウグイが生息しているのであればそれらを保全し、増殖させることが必要であり、人為的に放流する場合にはその地域にすむウグイを使うことが望ましい。他地域のものを放流することによる遺伝的攪乱は避けなければならない。またブルーギルだけでなく、オオクチバスやコクチバスが生息する場合には、これらのバスに捕食されにくい体長20 cm以上のウグイ^{22,23)}を放流することが効率的であろう。

謝 辞

本実験を行うにあたり、尾沼深志、石原あゆ美、関敦子の各氏に御協力を頂いた。本研究は水産庁の有害生

物食害等対策事業として行われた。本論文は水産総合研究センター中央水産研究所業績(B-382)として認められた。

文 献

- 1) 東 幹夫. 移入された淡水魚による生態系の攪乱. 遺伝 1998; **52**: 28-32.
- 2) 全国内水面漁業協同組合連合会. 止まらない密放流! 外来魚の生息域さらに拡大. 広報ないすいめん 2002; **27**: 12-14.
- 3) 河村功一, 米倉竜次, 石川正樹, 片野 修. ミトコンドリア DNA の制限酵素切断多型から見た日本・韓国産ブルーギルの遺伝的特徴. 水産育種 2004; **33**: 93-100.
- 4) 横川浩治. 第1章移入された外来魚の問題点 第3節ブルーギル(1)概要. ブラックバスとブルーギルのすべて—外来魚対策検討委託事業報告書. 全国内水面漁業協同組合連合会, 東京, 1992; 75-89.
- 5) Azuma M. Ecological release in feeding behaviour; the case of bluegills in Japan. *Hydrobiologia* 1992; **243/244**: 269-276.
- 6) 横川浩治. 第1章移入された外来魚の問題点 第3節ブルーギル(3)食性. ブラックバスとブルーギルのすべて—外来魚対策検討委託事業報告書. 全国内水面漁業協同組合連合会, 東京, 1992; 92-103.
- 7) 片野 修, 中村智幸, 山本祥一郎. 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 2003; **69**: 733-737.
- 8) 片野 修, 中村智幸, 山本祥一郎, 阿部信一郎. 長野県浦野川におけるブルーギル幼魚の胃内容物. 水産増殖 2005; **53**: 115-119.
- 9) 瀬能 宏. 外来生物法とオオクチバス—特定外来生物指定をめぐる攻防— 遺伝 2005; **59**: 85-90.
- 10) 岡本晴夫. 第2章繁殖抑制技術マニュアル 第3節水域形態と生息状況に適した資源抑制(1)捕獲による資源抑制. ブラックバスとブルーギルのすべて—外来魚対策検討委託事業報告書. 全国内水面漁業協同組合連合会, 東京, 1992; 167-181.
- 11) 中村中六, 笠原正五郎, 矢田敏晃. 実験動物としてのブルーギルサンフィッシュに関する研究, I, 産卵習性について. 広島大学水畜産学紀要, 1969; **8**: 1-11.
- 12) Katano O, Toi J, Maekawa K, Iguchi K. Colonization of an artificial stream by fishes and aquatic macro-invertebrates. *Ecol. Res.* 1998; **13**: 83-96.
- 13) 片野 修, 青沼佳方. ナマズが実験水路に侵入するウグイの体長と活動性に及ぼす影響. 陸水学報 2003; **18**: 15-24.
- 14) Iguchi K, Yodo T. Impact of indigenous egg eaters on the early survival of exotic smallmouth bass. *Ecol. Res.* 2004; **19**: 469-474.
- 15) 新潟県内水面水産試験場. 平成14年度ブルーギル食害等影響調査報告書. 新潟県内水面試験場, 新潟. 2003; 1-11.
- 16) 大阪府淡水魚試験場. ブルーギル養成試験. 大阪府淡水魚試験場業務報告, 昭和47年度, 1974; 68-88.
- 17) 横川浩治. 第1章移入された外来魚の問題点 第3節ブルーギル(5)成熟. ブラックバスとブルーギルのすべて—外来魚対策検討委託事業報告書. 全国内水面漁業協同組合連合会, 東京, 1992; 113-120.
- 18) 赤城正人, 松岡正浩, 新崎 勉. ブルーギルの産卵と卵発生. 水産増殖 1970; **18**: 191-199.
- 19) 中村中六, 笠原正五郎, 矢田敏晃. 実験動物としてのブルーギルサンフィッシュに関する研究, II, 卵内発生と

- 仔魚の成長. 広島大学水畜産学部紀要, 1971; **10**: 139–151.
- 20) 太田滋規. 第2章資源抑制技術マニュアル 第3節水域形態と生息状況に適した資源抑制(2)繁殖阻止による資源抑制. ブラックバスとブルーギルのすべて—外来魚対策検討委託事業報告書. 全国内水面漁業協同組合連合会, 東京, 1992; 181–191.
- 21) 内田和男, 阿部信一郎, 清水昭男. 卵や仔稚魚の生残様式の解明と繁殖抑制技術への応用. 外来魚コクチバスの生態学的研究及び繁殖抑制技術の開発. 農林水産省農林水産技術会議事務局, 東京, 2002; 69–86.
- 22) 片野 修, 青沼佳方. コクチバスによって捕食されるウグイの最大体長. 日本水産学会誌, 2001; **67**: 866–873.
- 23) Katano O, Yamamoto S, Nakamura T. Predation of Japanese dace, *Tribolodon hakonensis*, by largemouth bass, *Micropterus salmoides*, in experimental aquaria. *Ichthyol. Res.* 2002; **49**: 392–396.