

侵入直後のオオクチバス *Micropterus salmoides*が 短期間のうちに溜め池の生物群集に及ぼした影響

藤本泰文^{1*}・星 美幸²・神宮宇 寛²

¹宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団 〒989-5504 宮城県栗原市若柳字上畠岡敷味 17-2
TEL0228-33-2216 FAX 0228-33-2217 e-mail fimo@hotmail.com

²宮城大学食産業学部農村生態工学研究室 〒982-0215 宮城県仙台市太白区旗立 2-2-1
* 責任著者

キーワード: 伊豆沼・内沼 外来種 拡散 希少種 食害 捕食圧

2009年3月25日受付 2009年4月3日受理

要旨 定期的に調査を行なっていた宮城県北部の溜め池にオオクチバスが侵入した。すぐに捕獲作業を行ない、82個体のオオクチバスを捕獲した。環境調査の記録から、オオクチバスが侵入して13日が経過した段階で捕獲したと考えた。胃内容物を調査した結果、オオクチバスは1個体あたり3.0個体の水生生物を捕食していた。溜め池に生息する水生生物の個体数推定を行ない、オオクチバスによる水生生物に対する捕食数と捕食率を算出した。その結果、オオクチバスは溜め池に生息した13日間で、溜め池に生息する約9,000個体の水生生物のうち、タナゴ1,687個体、トヨシノボリ400個体、エビ類718個体、アメリカザリガニ267個体を捕食したと推定された。これは生息個体数のそれぞれ37.9%, 31.0%, 35.0%, 21.2%に相当する。侵入初期のオオクチバスによる水生生物への影響を報告した事例はこれまでになく、本研究の結果は、オオクチバスが水生生物を大量に捕食する性質を持ち、今回のように生息する水生生物の約1%に相当する個体数が侵入した場合においても、強い捕食圧を与える、その水域の水生生物を急減させることを示した。

はじめに

オオクチバス *Micropterus salmoides* は、北米原産のスズキ目サンフイッシュ科に属する淡水魚である。本種は1925年に日本に移植され、1970年頃から全国に分布を広げた。肉食魚である本種は、移入した水域で在来の水生生物を捕食し、生態系に大きな影響を及ぼしてきた。湖沼では、オオクチバスの侵入と増加にともない、在来種の種数の減少や個体数の激減が報告されている(高橋ほか、2001, 安部倉ほか、2003)。オオクチバスが確認された溜め池では、それ以前と比較して水生動物の種数が減少することが報告されている(Maezono & Miyashita 2003, 琢磨ほか、2004, 坂本ほか、2006)。数多くの事例から、オオクチバスは移入した水域で水生生物を捕食し、絶滅や減少をもたらしてきたと考えられている(環境省 2004, 細谷・高橋 2006)。しかし、侵入したオオクチバスの水生生物に対する捕食活動

や捕食圧を報告した事例はなく、その捕食量を水槽で確認した実験結果(田畠・柴田 1975, 北田ほか 2007, 内田・細谷 2007)から推測するしかなかった。今回、宮城県北部のタナゴ類が生息する溜め池にオオクチバスが侵入した際に、生息地の水生生物に対する捕食状況を調査したので報告する。

方法

調査地

宮城県北部にある農業用の溜め池を調査地とした。調査地は面積3,000 m²以下の小型の農業用溜め池で、堰堤は盛土で形成されていた。調査地の下流側にも溜め池があり、調査地からの排水は、水路を通じて下流側の溜め池に流入していた。調査地の堰堤と水路の間には、土の堰堤によって形成された高さ約 50cm の落差があった。落差を流れる水量はほとんどなく、魚類の水路側からの遡上は困難であった。調査地には、タナゴ *Acheilognathus melanogaster* やゼニタナゴ *Acheilognathus typus* といった希少種が生息する。その他、ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*, トヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OR, ヌカエビ *Paratya compressa improvisa*, スジエビ *Palaemon paucidens*, アメリカザリガニ *Procambarus clarkii*, ウシガエル *Rana catesbeiana* が生息する。一方、調査地の下流側の溜め池にはオオクチバスが生息していた。

オオクチバス侵入状況

2008年4月から9月までの月2回、調査地における魚類の生息状況をもんどりや目視観察で調査した。オオクチバスの侵入を確認した9月7日にはオオクチバスの駆除を行ない、9月18日にはオオクチバスの駆除とその他の水生生物の生息個体数を推定するための捕獲作業を行なった。捕獲作業では、調査地の水面全域を地引網で一度に引いて水生生物を捕獲した。後述する除去法による個体数推定のため、捕獲した水生生物は別の場所にストックし、調査後、元の場所に戻した。調査地からオオクチバスが完全に除去されたと考えられるまで、捕獲作業を繰り返した。

水温データ

小型温度データロガー (Thermochron, Maxim Integrated Products, California) を用い、調査地の水温を3時間間隔で記録した。調査地の水深20cmの位置に、温度データロガーを設置した。水位低下を確認した9月7日には、温度データロガーが水上に露出していたため、温度データロガーを水深20cmの位置に再設置した。温度データロガーの測定値は、後述するオオクチバスの侵入日の推定に用いた。

胃内容物分析

捕獲したオオクチバスの一部について、全長・体長・体重を計測した後、解剖して胃内容物量を計測した。次の計算式で胃内容物指数を算出した。

$$\text{胃内容物指数} = (\text{胃内容物量} / \text{体重}) \times 100$$

胃内容物中の生物種を同定し、計測可能な個体については体サイズを計測した。体サイズについて

は、魚類では体長を、甲殻類では頭胸甲長を1mm単位で計測した。

分析

侵入から駆除されるまでの間にオオクチバスが水生生物に及ぼした影響を示す値として、各水生生物種の個体群に対する期間中の捕食率を算出した。本研究では、侵入したオオクチバスのほとんどを9月7日に捕獲したため、この時点までのオオクチバスの捕食率に焦点を絞って算出した。この捕食率は下記の計算式で算出した。

$$H(\%) = (F/G) \times 100$$

H:オオクチバスによる水生生物に対する侵入から9月7日まで間の捕食率

F:侵入から9月7日までの間にオオクチバスが捕食した水生生物の個体数

G:オオクチバスが侵入する直前の水生生物の生息個体数

オオクチバスが9月7日までに捕食した水生生物の個体数(F)を算出するため、オオクチバス個体群による1日あたりの水生生物の捕食数を算出し、侵入から9月7日までの日数を乗算する方式で計算した。オオクチバス個体群による1日あたりの水生生物の捕食数を下記の計算で推定した。解剖したオオクチバスの胃内容物における各水生生物種の出現頻度の平均値を算出した。オオクチバスの消化速度を調査した田畠・柴田(1975)やHayward & Bushmann(1994)の報告から、捕獲時の水温(20-25°C)では、オオクチバスの胃内容物には24時間以前に捕食した消化物は残っていないと考えられた。そこで前述の平均値をオオクチバス1個体の1日あたりの平均捕食個体数とした。この値に調査地で捕獲したオオクチバスの個体数や、侵入からの日数を乗算し、調査地に侵入したオオクチバス個体群の1日あたりの捕食個体数や、侵入から9月7日までの捕食個体数を算出した。なお、9月7日の捕獲で獲り残したオオクチバスが9月8日から9月18日にかけて捕食したと推定される水生生物の個体数についても同様に算出した。

オオクチバスが侵入する直前の水生生物の生息個体数(G)については、オオクチバスが侵入から9月7日までに捕食した個体数と、獲り残した個体が9月18日までに捕食した個体数を、9月18日に行なった水生生物の個体数調査で得た結果に加算することで求めた。9月18日の時点での水生生物の個体数を、その日に行なった地引網による各回の捕獲個体数から除去法を用いて算出した。計算には統計ソフトウェアのCAPTURE(White et al. 1978)を用いた。オオクチバスが侵入する直前の水生生物の個体数と、オオクチバスが9月7日までに捕食した水生生物の個体数から、オオクチバスによるこの期間中の捕食率を算出した。

結果と考察

オオクチバスの侵入状況

調査地で行なった2008年4月から8月下旬までの調査では、オオクチバスは全く確認されなかった。目視調査では、体長100mmを超える魚は観察されなかつた。タナゴがゆっくりと遊泳し、底泥をついぱむ様子がしばしば観察された。設置したもんどうりには、毎回数～数十個体のタナゴが入っていた。この状況は、8月20日の調査まで続いていた。

調査地でオオクチバスを初めて確認した日は、8月20日の次に調査を行なった9月7日であった。

体長約 140mm のオオクチバス 4 個体を目視で発見した。タナゴは 200 個体前後の密度の高い複数の群れを形成し、それぞれ最大遊泳速度に近いと考えられる速度で岸際を遊泳していた。オオクチバスがタナゴの群れを追い回すのが観察された。オオクチバスの捕食活動のためか、設置した 9 個のもんどりにはタナゴが 1 個体も入らなかった。オオクチバスを駆除した 9 月下旬以降に行なった、もんどりによるタナゴの調査では、オオクチバス侵入以前と同様の個体数が捕獲されるようになった。

調査地の環境変化

9月 7 日の調査で、堰堤の一部が幅約 50cm にわたって楔状に崩れているのを確認した。現地の状況から、堰堤側面に穴が空いて水が流れ、一度に崩れたと考えられた。溜め池の水位は、前回の調査時と比較して 33cm 低下し、排水路との落差が約 20cm に減少していた。水の流出は落ち着いており、溜め池からの流量は少なく、流出部の水深は 10mm 程度であった。この流量では、体長 140mm 前後のオオクチバスの遡上は困難であると思われた。オオクチバスが調査地に侵入した時期は、溜め池の堰堤が崩れた直後の、遡上可能な水量が流れた期間だと推測した。

調査期間を通じて、水温は日周変動を示した(図 1)。8月 25 日以前には水温の 1 日の温度変化は 6°C 以内と小さかった。8月 26 日以降、1 日の温度変化が大きくなり、温度データロガーを水中へ再設置した 9月 7 日以降は、1 日の温度変化は再び小さくなり 8月 25 日以前と同様の変化を示すようになった。一般的に、水温よりも気温の方が 1 日の温度変化が大きい。温度変化の大きかった期間は、温度データロガーが水上に露出していた期間であると考えた。したがって、溜め池の水位低下は 8月 26 日に生じ、この時点でオオクチバスが調査地に侵入したと考えた。

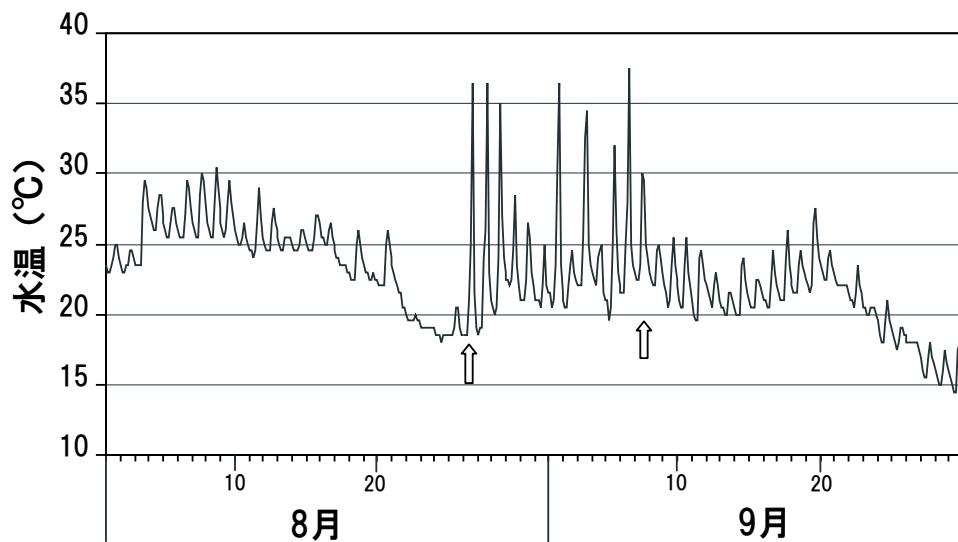


図 1. 調査地の水温の季節変化。矢印はオオクチバスが侵入したと考えられる 8 月 26 日と、オオクチバスの駆除を開始した 9 月 7 日を示す。

表1. 捕獲したオオクチバスの計測データ

捕獲日	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	胃内容物量 (g)	胃充満度	胃内容物中の個体数				
						タナゴ	ドジョウ	トウヨシノボリ	エビ類	アメリカザリガニ
9月7日	176	143	87.8	5.9	6.8	1				1
	184	150	85.3	0.5	0.6	1		2		3
	172	140	69.3	2.3	3.2	3		1		4
	173	140	78.7	1.7	2.1				1	1
	164	132	67.8	1.8	2.7				1	1
	170	136	68.6	0.8	1.2	3				3
	176	142	80.6	0.5	0.6	1		1		2
	163	132	59.8	1.0	1.7	2				2
	165	134	59.2	0.4	0.7	1				1
	161	131	62.0	1.4	2.3	3				3
	172	140	72.9	1.9	2.6		1			1
	169	137	69.1	0.6	0.9	2				2
	155	126	52.6	2.0	3.7				1	1
	167	135	63.0	0.6	1.0	1				1
	171	139	63.2	2.0	3.2	5				5
	185	150	95.0	0.3	0.4			3		3
	176	143	76.6	0.5	0.6	1				1
	189	154	115.0	7.1	6.2		1	1		3
	181	145	87.9	2.2	2.5	2			5	7
	179	143	83.0	1.3	1.5	5			1	6
	174	140	76.1	1.9	2.5	3		4	2	9
	177	143	85.0	2.2	2.5			1		1
	186	151	101.0	2.3	2.3	4		2	2	8
	174	143	79.3	1.7	2.2	1			1	3
平均値	173.0	140.2	76.0	1.8	2.4					3.0

胃内容物分析

9月7日と9月18日の捕獲作業でオオクチバスをそれぞれ73個体と9個体捕獲した。捕獲した82個体のオオクチバスのうち、24個体を計測した(表1)。ほとんどのオオクチバスは、体長約140mmの1歳魚と考えられる個体であった。オオクチバスの胃内容物には、タナゴ、トウヨシノボリ、ドジョウ、エビ類(ヌカエビとスジエビ)、アメリカザリガニが含まれていた(図2)。オオクチバスは平均3.0個体の水生生物を捕食していた(表1)。

オオクチバスによる水生生物の捕食率の推定

侵入したオオクチバス個体群による水生生物の1日あたりの捕食個体数を、ほとんどのオオクチバスを捕獲し終えた9月7日を指標として算出した(表2)。統計プログラム CAPTUREによって推定した調査地の個体数に、9月7日の捕獲で残った9個体のオオクチバスによって、9月7日から9月18日にかけて捕食されたと考えられる水生生物の個体数を、表2の値を元に算出して加算し、9月7日の時点での調査地の推定生息個体数とした(表2, D)。ドジョウについては、地引網ではほとんど捕獲されなかったため、個体数推定はできなかった。その結果、オオクチバスによる調査地の水生生物に対する9月7日の時点での1日の捕食率はウシガエルの幼生の0%からタナゴの4.7%まで、水生生物種による違いを示した。

水生生物個体群に対するオオクチバスの侵入日から駆除日にかけての捕食率を表3に示した。オオクチバスの侵入日を8月26日、駆除日を9月7日として算出した。オオクチバスが侵入した13日間で、ウシガエル以外の4種は21.2%から37.9%の範囲で捕食されたと考えられた。



図 2. オオクチバスとその胃内容物. a: タナゴ 3 個体(○), トウヨシノボリ 4 個体(△), エビ類 2 個体(□)を捕食していたオオクチバス; b: タナゴ 2 個体, エビ類 5 個体を捕食していたオオクチバス; c: アメリカザリガニ; d: アメリカザリガニとドジョウ; e: タナゴ; f: スジエビ. a-d, e 左下のスケールバーは 50 mm を示す.

表2. 各水生生物個体群に対するオオクチバスの9月7日の時点での1日あたりの捕食率

	タナゴ	ドジョウ	トウヨシノボリ	エビ類	アメリカザリガニ	ウシガエルの幼生
解剖した24個体のオオクチバスにおける捕食個体数(A)	38	3	9	17	6	0
オオクチバス1個体あたりの捕食個体数(B)*	1.58	0.13	0.38	0.71	0.25	0
侵入したオオクチバス82個体による1日あたりの推定捕食個体数(C)**	129.8	10.3	30.8	58.1	20.5	0
推定生息個体数(9月7日時点)(D) ***	2768	—	891	1331	938	133
1日あたりの捕食率(%) (E)****	4.7	—	3.5	4.4	2.2	0.0

*: $B = A \div 24$ 個体で求めた。**: $C = B \times 82$ 個体で求めた。***: 統計プログラムCAPTUREで求めた値に、9月8日から9月18日にかけて捕食された個体数($=B \times 9$ 個体 $\times 11$ 日)を加算した。****: $E = (C \div D) \times 100$ で求めた。

表3. 各水生生物個体群に対するオオクチバスの8月26日から9月7日にかけての捕食率

	タナゴ	ドジョウ	トウヨシノボリ	エビ類	アメリカザリガニ	ウシガエルの幼生
侵入したオオクチバス82個体による1日あたりの推定捕食個体数(C)	129.8	10.3	30.8	58.1	20.5	0
9月7日までに オオクチバスに捕食された 各水生生物種の個体数(F)*	1687	—	400	718	267	0
各水生生物種の生息個体数 (8月26日時点)(G)**	4455	—	1291	2049	1205	133
オオクチバスによる各水生生物種に 対する9月7日までの 捕食率(%) (H)***	37.9	—	31.0	35.0	21.2	0

*: $F=C \times 13$ 日で求めた。**: $G=D$ (表2)+Fで求めた。***: $H=(F \div G) \times 100$ で求めた。

侵入したオオクチバスによる水生生物個体群に対する捕食率は、Savino & Stein (1983)が示すように、その水環境、対象生物の体サイズ、生息密度や侵入したオオクチバスの個体数によって変化する。それでも、わずか13日間で溜め池に生息する約9000個体の水生生物の30%以上が捕食された今回の結果は、オオクチバスが水生生物を大量に捕食する性質を持ち、今回のように水生生物の約1%の個体が侵入した場合においても、強い捕食圧を与え、その水域の水生生物を急減させることを示した。したがって、オオクチバスが侵入した際には、早期発見と駆除が水生生物の保全にとって重要である。この調査地では、希少種であるタナゴの生態学的研究として月2回の調査を行なっていたため、オオクチバスの侵入を早期に発見し、対処することができた。しかし、希少種の生息地であっても、多くの場所では調査や監視の頻度がこれよりも低く、早期発見が困難だと思われる。オオクチバスが日本全国に分布を広げる原因となった違法な放流(密放流)は現在も続いている、予期せぬ侵入もあるだろう。オオクチバスの侵入後、短期間で生じる被害を考えると、オオクチバスの侵入によって水生生物への被害が懸念される

水域では、侵入リスクを低減させるための、侵入に対する監視、密放流に対する地域への啓蒙活動や、侵入あるいは移植元となる近隣水域からのオオクチバス駆除といった、予防的な取り組みが必要である。

謝辞

本研究を行なうにあたり、中央水産研究所の斎藤憲治博士、宮城県水産試験場の高橋清孝博士、ナマズのがっこうの三塚牧夫氏、伊豆沼・内沼環境保全財団の嶋田哲郎博士と進東健太郎氏には、貴重なコメントと情報提供を頂いた。伊豆沼・内沼環境保全財団の方々には研究への暖かいご支援と多くの便宜を図って頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

- 安部倉 元・堀 道雄・竹門康弘. 2003. 京都市深泥池における魚類相の変遷と外来魚除去による個体群抑制効果. 関西自然保護機構 25: 79-85.
- Hayward, R. S. & Bushmann, M. E. 1994. Gastric Evacuation Rates for Juvenile Largemouth Bass, Trans. Am. Fish. Soc. 123: 88-93.
- 細谷和海・高橋清孝. 2006. ブラックバスを退治する—シナイモツゴ郷の会からのメッセージ. 恒星社厚生閣、東京.
- 環境省. 2004. ブラックバス・ブルーギルが在来生物群集及び生態系に与える影響と対策. 環境省、東京.
- 北田直樹・西井啓大・能宗斎正・細谷和海. 2007. オオクチバスはどれくらいの小魚を食べるのか. 近畿大学水圏生態研究室(編). ブラックバスを科学する 駆除のための基礎資料. pp. 24-31. (財)リバーフロント整備センター、東京.
- Maezono, Y. & Miyashita, T. 2003. Community-level impacts induced by introduced largemouth bass and bluegill in farm ponds in Japan. Biol. Conserv. 109: 111-121.
- 坂本 啓・佐藤豪一・安部 寛・浅野 功・根元信一・五十嵐義雄・高橋清孝. 2006. ブラックバスの脅威にさらされる全国20万個のため池. 細谷和海・高橋清孝(編). ブラックバスを退治する—シナイモツゴ郷の会からのメッセージ. pp.48-52. 恒星社厚生閣、東京.
- Savino, J. F. & Stein, R. A. 1983. Predator-Prey Interaction between Largemouth Bass and Bluegills as Influenced by Simulated, Submersed Vegetation. Trans. Am. Fish. Soc. 111: 255-266.
- 田畠和男・柴田 茂. 1975. オオクチバスの生態に関する研究—I 飼育環境下における摂餌生態. 兵庫県水産試験場研究報告 15: 51-62.
- 高橋清孝・小野寺 肇・熊谷 明. 2001. 伊豆沼・内沼におけるオオクチバスの出現と定置網魚種組成の変化. 宮城県水産研究報告 1: 111-119.
- 琢磨千恵子・渡辺雄二・有山泰代・小川貞子・酒井宏光・武市博人・岸 基史・森本静子・藤田朝彦.

2004. 生駒市高山ため池群の魚類相について－サンフィッシュ科魚類の在来魚に与える影響－. 関西自然保護機構会誌 26:123-130.
- 内田誠治・細谷和海. 2007. オオクチバスはどれくらいのメダカを食べるのか. 近畿大学水圏生態研究室(編). ブラックバスを科学する 駆除のための基礎資料. pp. 32-36. (財)リバーフロント整備センター, 東京.
- White, G. C., Burnham, K. P., Otis, D. L. & Anderson, D. R. 1978. User's Manual for Program CAPTURE, Utah State Univ. Press, Logan, Utah.

Initial impact on a pond community
by a short term invasion of *Micropterus salmoides*

Yasufumi Fujimoto^{1*}, Miyuki Hoshi² & Hiroshi Jinguji²

¹ The Miyagi Prefectural Izunuma-Uchinuma Environmental Foundation,
17-2 Shikimi, Wakayanagi, Kurihara, Miyagi Pref. 989-5504, Japan
e-mail fjimo@hotmail.com

² Laboratory of Ecological Engineering, Miyagi University School of Food,
Agricultural and Environmental Sciences Department of Environmental Sciences,
2-2-1 Hatatake, Taihaku-ku, Sendai, Miyagi Pref. 982-0215 Japan

* Corresponding author

Abstract Largemouth bass invaded a small pond in Northern Miyagi Prefecture. We captured all the invaded 82 individuals of largemouth bass immediately after discovery. The record of the environmental factor showed that we found the largemouth bass 13 days after the invasion. Gastric content analysis showed that each largemouth bass ate an average of 3.0 individuals of freshwater fauna such as *Acheilognathus melanogaster* and *Paratya compressa improvisa*. The total population of freshwater fauna which inhabited in the pond was estimated at about 9,000 individuals before the largemouth bass invaded. The estimate based on these results showed that the largemouth bass ate 3,172 individuals (35.2%) of prey during the 13 days. The initial influence on fauna by the invasion of the largemouth bass has been reported. This report provides important evidence about the influence of predation pressure of largemouth bass causing a decrease of freshwater fauna.

Keywords: diffusion, endangered species, feeding damage, inversed species, Lake Izunuma-Uchinuma, predation pressure

Received: March 25, 2009 / Accepted: April 3, 2009