

深泥池外来魚対策事業の個体群抑制効果報告

安部倉完・堀道雄（京都大学理学研究科）・竹門康弘（京都大学防災研究所）

1. はじめに

深泥池は、京都市北部に位置し、面積約 9ha、周囲約 1km 余りの小さな池である。これまでに行われた生物相調査によって、多数の希少種を含むきわめて豊富な種多様性が報告されている（三木 1929；地学団体研究会 1976；京都市文化観光局 1981；京都市建設局 1997）。深泥池は、北方系と南方系の動植物が同所的に生息する点で極めて特異な存在であり、全国的にも稀な生物群集指定の天然記念物となっている。1970 年代に行われたボーリング調査の花粉分析の結果から、深泥池は少なくとも数万年間は湿地であり続けたと推定されており（那須 1981）、この池の生物相発達の歴史がきわめて古いことが生物多様性の高さの原因の一つとして考えられる。

この深泥池では、1970 年代までは近畿地方の淡水域で一般的にみられる在来種（フナ類、タナゴ類、モロコ類など）が観察されていた（京都市文化観光局 1981）。しかし、1970 年代後半に、代表的な侵略的外来魚であるオオクチバスやブルーギルが池に侵入して以来、12 種中 7 種の在来魚は全滅または個体数が激減してしまった（Abekura et al. 2004）。また、1979 年以後水生動物の種組成が激変している事実も明らかとなった（竹門 1997）。このため、外来魚が深泥池の動物群集に重大な影響を与えていると考えられ、1998 年からは京都市による外来魚除去事業が継続されている。

本報告書では、2005 年度に実施された京都市の外来魚除去事業の概要と結果を示し、近年の魚類相の変遷やオオクチバス、ブルーギルの個体数推定値の経年変化について解説する。さらに、オオクチバスとブルーギルの個体数抑制効果について評価するとともに、ブルーギルについては、現在の除去努力を継続した場合の将来の個体数変動について個体群モデルを用いた予測を行った結果を示す。

2. 調査方法

本研究の調査にあたって、オオクチバス・ブルーギルの産卵床の目視観察と計数の他、エリ網、投網、モンドリによる各魚種の捕獲を行った。2005 年度は、4 月から 10 月まで週 2 回、モンドリによる捕獲、4 月から 10 月まで週 2 回、エリ網による捕獲、4 月から 10 月まで週 1 回、投網による捕獲を行った（添付資料 1）。なお、この除去作業にはボランティア団体である深泥池水生生物研究会のメンバーによって行われた。

オオクチバス、カムルチの個体数推定は、1998 年、1999 年、2000 年に標識再捕法を用いて行った。推定値の計算には Petersen 法の修正式（Chapman 1951）を用いた。ブルーギルは、1999 年に標識再捕法で個体数推定を行った。ブルーギルの標識再捕法については、えり網で取れた個体を対象とし、個体識別をしない鱗切り

法を用いた。オオクチバスについては、尾鰭にタグをつけて個体識別し放逐した。2001年からはブルーギルの個体数推定には、除去法 (Delury1947,1951) を用いた。また、ブルーギルの年齢は、Cassie's length-frequency example (Cassie, 1954) による判定を使用した。また、伴浩治氏とその生徒である京都府立商業高校、京都府立東稜高校の生徒の体験学習の一環として計測された体長データを用いた。

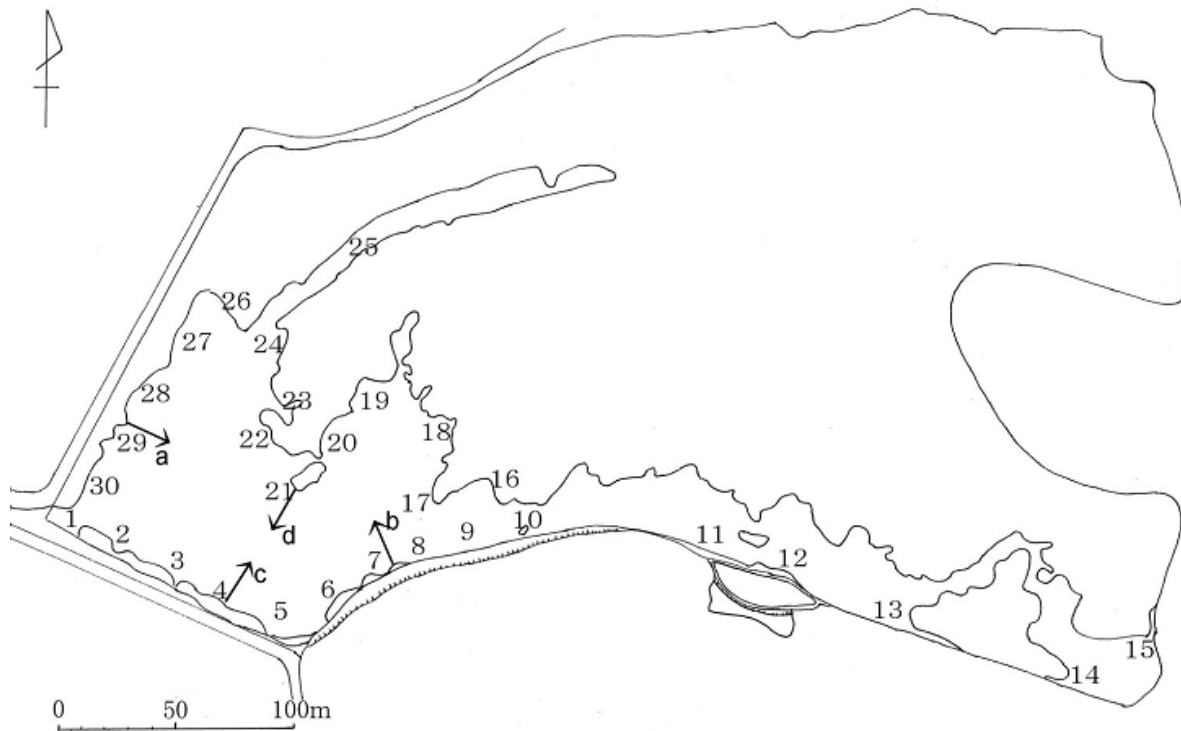


図. 1 矢印 a-d は、エリ網の設置位置, 1-30 はモンドリを設置した位置である。エリ網は、1998 年には a と b, 1999 年には a,b,c,d, 2000 年から 2002 年までは d と c, 2003-2005 年は a と c に設置した。モンドリは、2001 年には 1-10 に、2002-2005 年は 1-30 に設置した。なお、2001 年にも、1-30 すべてに春、夏、秋の各季節 1 度ずつ仕掛けた。

3. 2005 年度の作業実績 (添付資料 1, 2 参照)

本年度は、エリ網による除去作業を 4 月 10 日から 10 月 25 日まで計 36 日間、モンドリによる除去作業を 4 月 17 日から 10 月 20 日まで計 42 日間、投網による除去作業を 4 月 17 日から 10 月 20 日まで計 18 日間行った。刺し網による除去を 4 月 17 日から 10 月 6 日まで計 26 日間行った。その結果、ブルーギルの 1 歳魚以上の個体を 937 尾、稚魚を 265 尾、オオクチバスの 1 歳魚以上の個体を 35 尾、稚魚を 7,747 尾除去した。また、産卵期には、産卵床の観察も行い、ブルーギルの産卵済みの産卵床を 36 個、オオクチバスの産卵済みの産卵床を 14 個除去した。

4. 2005年度の結果および考察

魚種相の変遷

1970年代には、ニホンバラタナゴ、カワバタモロコ、シロヒレタビラ、メダカなど、京都市のレッドデータブックに記載されている在来種が多くいたが、外来魚であるオオクチバスやブルーギルが池に侵入して以来、12種中7種の在来魚は全滅または個体数が激減してしまった(表1)。1972年には外来種の種数比率は7.7%だったものが、2003年には50%になっており、魚類の種多様性は著しく減少した。2005年はペットだったと思われるカーディナル・テトラとプレコの一種が一匹ずつ捕獲された。両種とも深泥池では冬の水温が低すぎ定着は不可能と思われる。最近、頻繁にアカミミガメや土のついたままの観葉植物を捨てる傾向が見られる。

表1. 深泥池における魚類相の変化

○：在来種、●：国内外来種、▲：国外来種、*：深泥池に注ぐ細流にて採取

科名	名前	学名	72	77	79	85	98	99	2000	01	02	03	04	05
コイ科	カワムツ	<i>Zacco temminckii</i>	○											
	オイカワ	<i>Zacco platypus</i>	○		○						○			
	カワバタモロコ	<i>Aphyocypris rasborella</i>	○	○	○									
	タモロコ	<i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>	○	○	○									
	ホンモロコ	<i>Gnathopogon elongatus caeruleus</i>		●										
	モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	コイ	<i>Cyprinus carpio</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ゲンゴロウブナ	<i>Carassius auratus cuvieri</i>		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ギンブナ	<i>Carassius auratus langsdorffii</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	オオキンブナ	<i>Carassius carassius buergeri</i>					○							
	キンギョ	<i>carassius auratus</i>					●	●	●					●
	カマツカ	<i>Pseudogobio esocinus</i>									●			
タイリクバラタナゴ	<i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i>		▲	▲										
ニホンバラタナゴ	<i>Rhodeus ocellatus kurumeus</i>	○												
シロヒレタビラ	<i>Acheilognathus tabira tabira</i>		○											
ドジョウ科	ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ロリカリア科	セイルフィンプレコ	<i>Glyptoperichthes gibbiceps</i>							▲					▲
ナマズ科	ナマズ	<i>Silurus asotus</i>	○	○			○	○	○					
メダカ科	メダカ	<i>Oryzias latipes</i>	○	○	○									
カダヤシ科	カダヤシ	<i>Gambusia affinis affinis</i>				▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
タイワンドジョウ科	カムルチ	<i>Channa argus</i>	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
バス科	オオクチバス	<i>Micropterus salmoides salmoides</i>			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	ブルーギル	<i>Lepomis macrochirus</i>			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
カワスズメ科	カワスズメ科の一種	<i>Cichlidae sp.</i>							▲					
ハゼ科	ドンコ	<i>Odontobutis obscura</i>	○	○										
	トウヨシノボリ	<i>Rhinogobius sp.</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
カラシン科	カーディナル・テトラ	<i>Paracheirodon axelrodi</i>												▲

外来魚の個体群抑制効果

ブルーギル

ブルーギルは1998年に9,545尾から1999年に7,477尾、2000年に5,744尾に減少したが、2001年には5,775尾で必ずしも減少しなかった。1999年には1,2歳魚の個体数は減少したが、その後、1999年から2001年にかけて、1,2歳魚は、増加した。逆に3,4歳魚は減少した(図2)。よって、投網やエリ網によって全体の個体数の1/3程度除去する方法では、3歳魚以上の個体数は抑制出来ても、1,2歳魚の個体数は抑制できないため、全体として個体数が減少しなかった可能性が考えられる。投網、エリ網だけでなく、それ以外の方法でも除去する必要があると考えた。そこでモンドリによる捕獲を試行した。結果、2001年度以降、除去数が2000年の1452尾から4796尾まで増加した。しかし、2002年5387尾と2001年と比べ殆ど減少しなかった。2,3,4歳魚の個体数は2001年より増加していた。これは、モンドリを併用することで

除去数が増加し個体数密度がより減少したことによって、高齢魚の生存率も上昇したためと考えられる(表 3)。そこで 2002 年度はモンドリによる捕獲を単純に捕獲効率の良い夏に集中させるのではなく、ブルーギルの産卵期前の 4-5 月にも除去努力を行うことにした。すると、2003 年 4675 尾、2004 年 3,238 尾と徐々に減少し始めた。2003 年度以降、動物プランクトンが増えると共に水の透明度が上昇し、オオカナダカナダモが大量に繁茂するようになった。そのため、さらに水の透明度が上がり、産卵床の発見が容易になった。2003 年度以降、産卵床の破壊した個数が増えているのはそのためと考えられる。産卵床の破壊したことは新規加入数の抑制につながり、2004 年度以降の 1+の個体数の減少に寄与したと思われる。動物プランクトンが増えたのはプランクトン食であるブルーギルを除去し動物プランクトンの捕食圧が下がったためと考えられ、成魚の駆除による思わぬ副次効果があったといえるかもしれない。2005 年のブルーギルの個体数 1,011 尾と推定され、2004 年

表 2. ブルーギル (*Lepomis macrochirus*)の個体数と捕獲数の年次変動. 推定には1998、1999年はPetersen法の修正式(Chapman, 1951)を用いた。2001年、2002年は除去法を用いた。2000年は、2001年度の投網による捕獲数の比率によって求めた。1歳魚以上の平均捕獲数は、5月から7月の各漁法の捕獲数から求めた。0歳魚は、9月から10月の各漁法の捕獲数から求めた。

Year	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
エリ網捕獲日数	112	49	39	23	30	32	33	36
使用した網の系統数	2	4	2	2	2	2	2	2
投網捕獲日数	3	28	29	17	11	7	7	18
投数/日	10	5-10	14	14	14	14	28	28
モンドリ捕獲日数	—	—	—	35	52	47	46	42
籠数/日	—	—	—	10	30	30	30	30
刺し網	—	—	—	—	2	—	11	26
枚/日	—	—	—	—	2	—	2	5
1+以上								
個体数推定値	9,545	7,477	5,744	5,775	5,387	4,675	3,238	1,011
95%信頼限界上限値	—	9,713	—	7,069	6,586	5,526	4,628	1,350
95%信頼限界下限値	—	5,241	—	4,481	4,188	3,825	1,847	672
マーク個体数	—	254	—	—	—	—	—	—
再捕獲数	—	33	—	—	—	—	—	—
エリ網による捕獲数	1,214	1,900	666	574	325	95	45	17
捕獲数/系統・週	22	20	32	31	16	4	2	0
投網による捕獲数	77	758	786	715	180	115	33	34
捕獲数/投	2	3	4	4	1	1	0	0
モンドリによる捕獲数	—	—	—	3,601	4,353	3,817	2,954	885
捕獲数/籠	—	—	—	13	4	3	3	1
刺し網	—	—	—	—	0	—	14	1
駆除数	771	2,404	1,452	4,796	4,858	4,027	3,046	937
0+								
エリ網による捕獲数	3,759	0*	12,679	4,707	2,792	91	0	0
捕獲数/系統・週	207	—	756	315	248	1	0	0
投網による捕獲数	19	494	222	97	76	7	0	27
捕獲数/投	—	3	2	1	1	0	0	0
モンドリによる捕獲数	—	—	—	119	1,329	419	0	238
捕獲数/籠	—	—	—	3	3	1	0	1
駆除数	3,778	494	12,901	4,923	4,197	517	0	265
産卵床破壊								
	0	0	0	0	2	7	17	36
総捕獲数	5,069	3,152	14,353	9,719	9,055	4,544	3,046	1,202
総駆除数	4,549	2,898	14,353	9,719	9,055	4,544	3,046	1,202

*1999年は、9月以降、エリ網によって捕獲を行っていない。

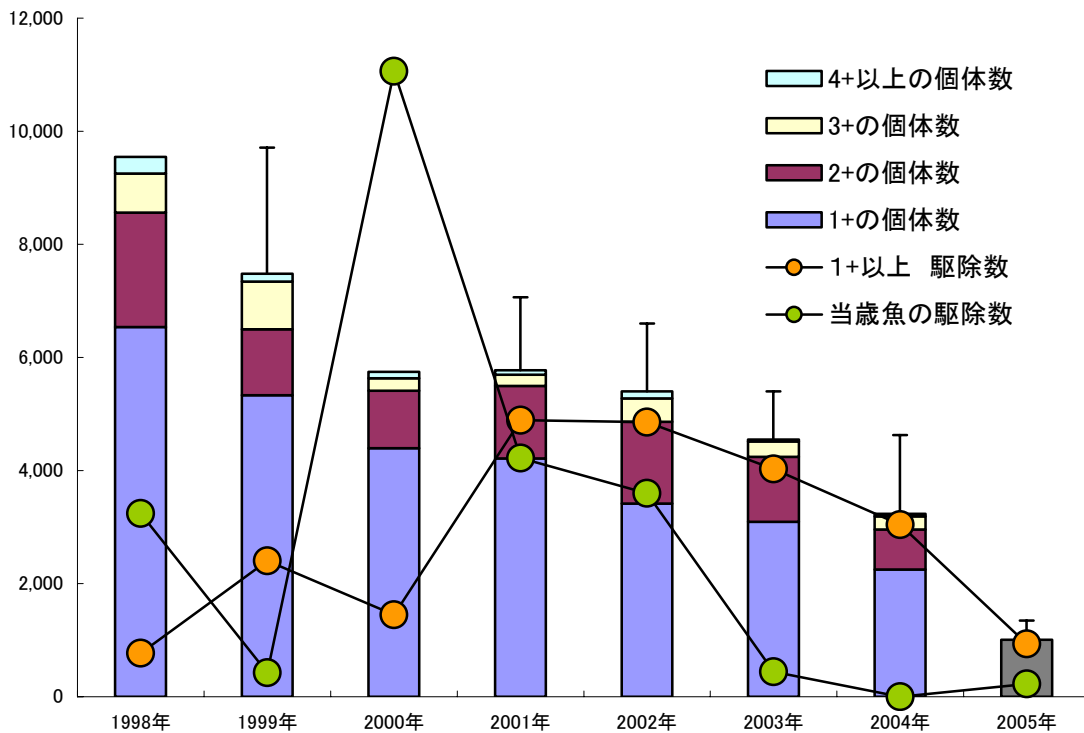


図2 ブルーギルの年齢別個体群の変化

表3 ブルーギル (*Lepomis macrochirus*)の年齢別個体数と季節ごとの捕獲数の年次変動。Cassie's length-frequency exampleを用い、1998-2004年度のエリ網、投網、モンドリの3種の各漁法によって捕獲された総個体を元に、それぞれを年齢級群を分類した。

	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004
総個体数推定値	9,545	7,477	5,744	5,775	5,387	4,675	3,238
1+の個体数(%)	6,541 (68.5)	5,336 (71.4)	4,426 (77.0)	4,223 (73.1)	3,418 (63.4)	3,135 (67.1)	2,252 (69.6)
1+の個体数(%)	2,022 (21.2)	1,164 (15.6)	965 (16.8)	1,277 (22.1)	1,446 (26.8)	1,108 (23.7)	702 (21.7)
1+の個体数(%)	690 (7.2)	849 (11.4)	246 (4.3)	197 (3.4)	412 (7.7)	260 (5.6)	236 (7.3)
4+以上の個体数(%)	292 (3.1)	127 (1.7)	107 (1.9)	74 (1.3)	125 (2.3)	34 (0.7)	47 (1.5)
1+							
総駆除数	528	1,725	1,111	3,501	3,122	2,864	2,114
春の駆除数	528	1,354	333	251	1,134	799	794
夏の駆除数	-	122	605	2,740	1,742	1,829	865
秋の駆除数	-	249	173	510	245	236	455
残存数	6,012	3,609	3,285	715	336	427	134
2+							
総駆除数	163	377	256	1,064	1,276	847	668
春の駆除数	163	167	149	160	716	435	369
夏の駆除数	-	71	97	709	416	387	229
秋の駆除数	-	140	10	195	144	24	70
残存数	1,859	789	758	217	142	158	42
生存率	31%	19%	28%	39%	202%	342%	165%
3+							
総駆除数	56	273	57	165	368	190	216
春の駆除数	56	134	24	53	199	109	84
夏の駆除数	-	43	13	106	159	77	129
秋の駆除数	-	96	20	6	9	5	4
残存数	634	571	167	34	41	37	14
生存率	25%	45%	28%	26%	190%	191%	147%
4+以上							
総駆除数	24	43	28	62	107	21	46
春の駆除数	24	21	13	27	89	18	30
夏の駆除数	-	11	13	35	14	3	11
秋の駆除数	-	11	2	1	4	0	5
残存数	269	91	83	13	12	5	3
生存率	30%	15%	17%	30%	271%	70%	112%

の 3,238 尾から 3 分の 1 以下に減少し、2005 年度のブルーギルの個体群抑制は成功した。2003 年以降の各年齢級群の生存率は 100%以上になっており、モンドリを使用した除去法による個体数推定では過少評価されることが分かった。これは、モンドリによる捕獲では池全体に十分に除去効果が及んでいないためかもしれない。除去効果が十分でない理由として、ブルーギルの移動分散は想定していたよりも小さいためや、ヨシ、ジュンサイ、マコモなどによって移動が妨げられているためと思われる。

個体群モデル

モンドリによる駆除は個体群抑制に効果があり、1998 年に比べ 1/9 以下に個体数を減少させることが可能であった。しかし、今後、どの程度まで個体群抑制は可能なのか検証する必要がある。そこで生存率と密度の関係について各年齢級別に式を求め、個体群モデルを立て将来予測をすることにした。個体数の密度が増加すると生存率は低下する、また、その生存率と個体数密度の関係は指数関数によく近似される(内田 1941)と新規加入個体の推定には漸近的な、Beverton and Holt 型モデル(1957)を用い、個体群モデルを立てた。また、ブルーギルの最低成熟サイズは 10cm といわれおり、本調査地では 10cm 以上のサイズになるのは 4 年以上かかる。繁殖個体群は 4+以上とし、性比も 1:1 と仮定した。産卵期は 6-7 月といわれており、3-5 月の繁殖期前に除去した四歳魚以上の個体はすべて繁殖できなかったと考えた。ブルーギルは一匹の雄が複数のメスの卵を一つの産卵床に産卵させること、一方、巢がもてなかった雄がスニーキングすることが知られている。それらの比率が実際にどうであったか分からないため、本研究では簡単に産卵床を一つ破壊するごとに、雄雌一尾ずつ二尾の繁殖を阻止したと仮定した。ただし、産卵床を破壊された個体は駆除個体にはカウントされていない。

Beverton and Holt recruitment equation:

$$M_{y-1} = (1 - Rb_{y-1})(1 - Rs_{y-1})N_{\leq 4, y-1} \quad - (1a)$$

y : 年 My : y 年の繁殖個体数 Rb : 産卵床の破壊率

Rs : 繁殖期前の 3 月から 5 月までに除去された個体数

N<4 : 四歳魚以上の個体数

$$N_{1,y} = \frac{\alpha_1 M_{y-1}}{1 + \beta_1 M_{y-1}} \quad - (1b)$$

最小二乗法により $\alpha = \alpha_0, \beta = \beta_0$ を決定する。そして α_0, β_0 を代入し以下の式を得る

$$\lambda_y = \frac{\alpha_1 M_{y-1}}{1 + \beta_1 M_{y-1}} \frac{1}{N_{\leq 4, y-1}} \quad \lambda \text{ は新規加入係数} \quad - (1c)$$

Utida equation:

$$S_{a,y} = N_{a,y} / N_{a-1,y-1} \quad - (2a)$$

$$S_{a,y} = \alpha_a \exp(-\beta_a R_{y-1} N_{a,y-1}) \quad (a = 2, 3, \leq 4) \quad - (2b)$$

(1c),(2)より以下の数列にしたがって、y年の個体数を決定する。

$$\begin{bmatrix} N_{1,y} \\ N_{2,y} \\ N_{3,y} \\ N_{\leq 4,y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \lambda_{y-1} \\ R_{y-1}S_{1,y} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_{y-1}S_{2,y} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & R_{y-1}S_{3,y} & R_{y-1}S_{3,y} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} N_{1,y-1} \\ N_{2,y-1} \\ N_{3,y-1} \\ N_{\leq 4,y-1} \end{bmatrix} \quad - (3)$$

$$P_y = N_{1,y} + N_{3,y} + N_{2,y} + N_{\leq 4,y} \quad - (3c)$$

P_y : y年の1+以上の個体数

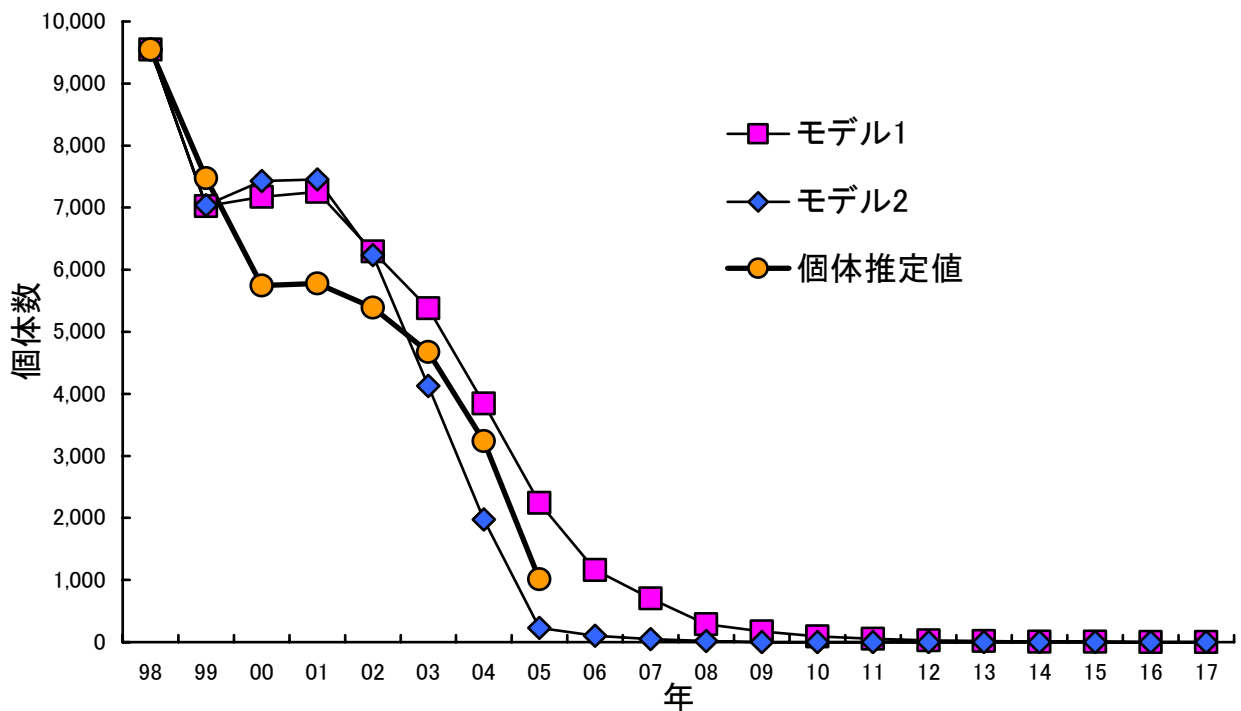


図3 個体群変動モデル。再生産量の推定には Beverton and Holt 型再生産モデル(1957)、2+以上の個体数の推定には生存率と個体数密度の関係は指数関数によく近似される内田モデル(1941)を用いた。モデル1は、産卵床の破壊と成熟魚の繁殖前の捕獲を考慮しなかったもの($R_b=0, R_s=0$)。モデル2は産卵床の破壊と成熟魚の繁殖前の捕獲を考慮したもの。

モデル1よりも産卵床の破壊と成熟魚の繁殖前の捕獲を考慮したモデル2の方がより、現実の状態に近いと思われる。しかし、モデル2の将来予測では2004年1974尾、2005年228尾と推測されており、実際に除去法で推定された3238尾、1011尾とは大きく異なっている。モデルの将来予測が大きく外れたのは、過少評価された個体数推定値を使ってモデルを立てたためと考えた。そこで、除去法によって推定された個体数は一定割

合過少評価されると仮定し、個体数を一定割合増加させた値を使って、生存率や除去率を計算しなおしモデルを検証してみた。

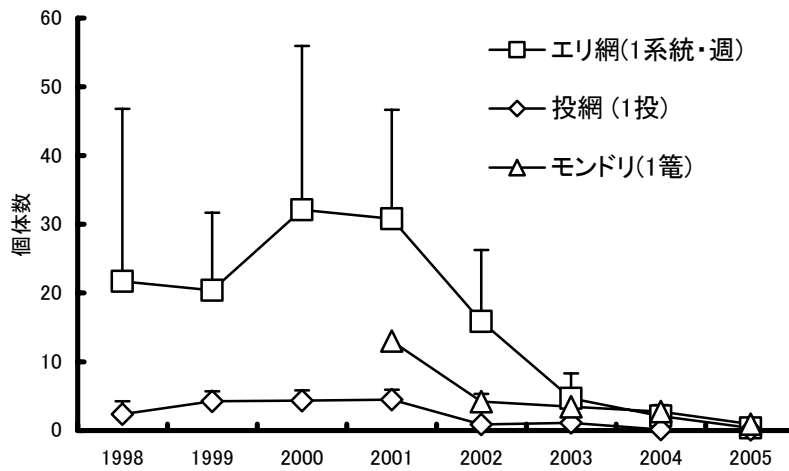


図4 各漁法の捕獲努力量あたりの捕獲数の年変化

まず、過少評価の程度は、モンドリ以外で得られた CPUE の比較によって推定することにした。図 4 より 1999 年のエリ網、投網の CPUE は 20.4、3.5 で 2001 年の 30.8、3.8 よりも少ない。よって 2001 年の個体数は 1999 年より多かった可能性がある。また、1999 年のエリ網、投網の CPUE は 2002 年の 15.9、0.9 よりも多い。このことから 2002 年の個体数は 1999 年より少なかった可能性がある。1999 年より 2001 年の個体数の方が多いという条件を満たす為には除去法によって推定された個体数を 30%以上増加させる必要がある。1999 年より 2002 年の個体数の方が少ないという条件を満たす為には増加させる個体数は 40%以下までにしなくてはならない。よって、過少評価の割合は 30-40%の間と仮定した。

図 5 のモデルでは除去法で推定された個体数を中間値である 35%増加させ駆除率、生存率を再度計算し、Eq.(1a)-(3c)に基づき個体数変動モデルを立てたものである。モデル 2 よりも 2004 年、2005 年における除去法により推定された個体数推定値にモデルで推定された値が近くなった。そのため、図 5 で示されたモデルの方がより精度のよい未来予測をしている可能性が高いただろう。モンドリを使用していない 2000 年と同じ労力を続けた場合、個体数は除去前の状態に戻ってしまい抑制が全く出来ないことが分った。次に、モンドリの効率の良い夏に除去を重点的に行った場合は、6500 尾程度までしか個体群を抑制出来ないことが分った。2002 年以降のようにモンドリを年中仕掛けた場合は、努力量 128 時間まで努力量を減らせば 5500 個体程度で安定してしまふ。200 時間以下の努力量だと 300 尾程度で安定する。根絶に向かう為には 2004 年度レベルの努力量 250 時間を維持する必要があり、その場合、2013 年には 100 尾以下となると予想された。このモデルでは非常に低密度でも密度依存的に生存率が変化すると仮定しているが、実際にはある程度、密度が低くなれば、生存率がこれ以上あがることないという限度があるだろう。その場合は、より早く個体数が減少する可能性がある。また、低密度の条件下では一つの産卵床をつぶし損ねただけで新規加入数は千単位で変動する可能性があり運により左右される要素もあるであろう。

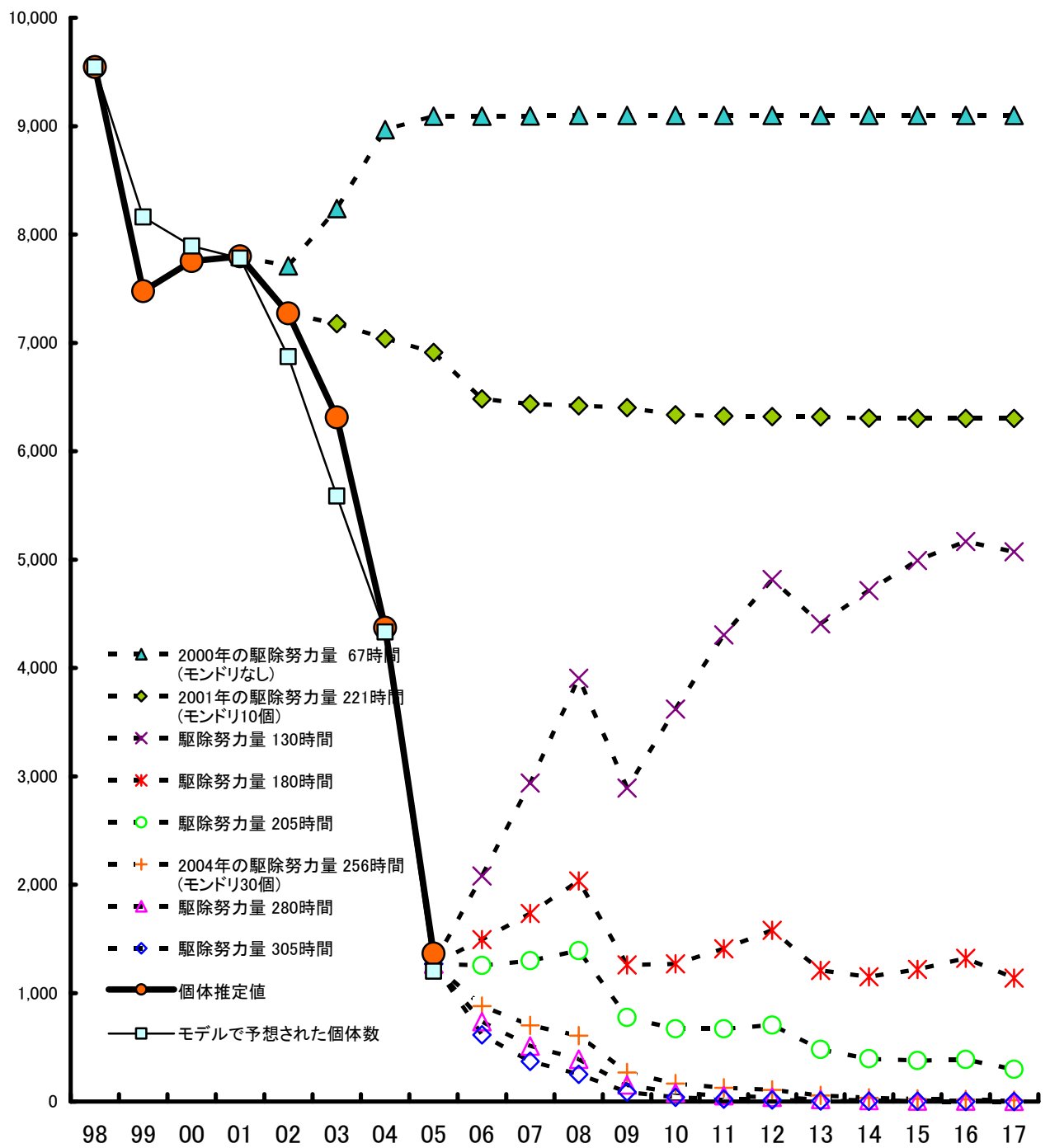


図4 ブルーギルの個体群変動モデルによる将来予測。2005年度以降2004年の除去方法を続ける仮定した。

オオクチバス

本年度のオオクチバスの除去数は成魚 35 尾、稚魚 7747 尾、産卵床の除去 14 個となった。1998 年は約 84 個体だったものが 2000 年には約 33 個体と推定され、2001 年以降、えり網による捕獲数 0-1 個体と減少していた。深泥池において、エリ網、投網による捕獲で、個体群を抑制することは可能であると考えられた（表 3）。しかし、バスの捕獲数は 2003 年以降大幅に増えている。40 センチを超える大型の個体が多数捕獲されたが、深泥池でこのようなサイズが取れることはまれで、観察もされていない。捕獲されたには一度釣られた痕のある個体が複数捕獲されており、継続的にオオクチバスの密放流が行われている可能性が高い。稚魚の捕獲数は去年と比べ 10 倍以上になっており、来年度は個体数が増加する可能性が高い。

表4 オオクチバス (*Micropterus salmoides salmoides*)。個体数の推定には Petersen 法の修正式 (Chapman, 1951) を用いた。1 歳魚以上の平均捕獲数は、5 月から 7 月の各漁法の捕獲数から求めた。0 歳魚も同じく、5 月から 7 月の各漁法の捕獲数から求めた。各漁法の 1 日あたりの努力量は Table 2 を参照。

Year	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
エリ網捕獲日数	112	49	39	23	30	32	33	36
使用した網の系統数	2	4	2	2	2	2	2	2
投網捕獲日数	3	28	29	17	11	7	7	18
投数/日	10	5 - 10	14	14	14	14	28	28
モンドリ捕獲日数	—	—	—	35	52	47	46	42
籠数/日	—	—	—	10	30	30	30	30
刺し網	—	—	—	—	2	—	11	26
枚/日	—	—	—	—	2	—	2	5
1+以上								
個体数推定値	83.6	48.4	33.7	—*	—*	—*	—*	—*
95%信頼限界上限値	109.4	75.1	57.2	—	—	—	—	—
95%信頼限界下限値	57.8	21.8	10.1	—	—	—	—	—
マーク個体数	24	12	7	—	—	—	—	—
再捕獲数	12	4	2	—	—	—	—	—
エリ網による捕獲数	45	19	12	0	1	4	1	1
捕獲数/系統・週	0.7	0.3	0.5	0.0	0.1	0.2	0.06	0.05
投網による捕獲数	1	21	2	3	6	4	2	7
捕獲数/投	0.03	0.20	0.03	0.04	0.04	0.02	0	0
モンドリによる捕獲数	—	—	—	0	4	4	4	2
捕獲数/籠	—	—	—	0	0.004	0.001	0	0.003
刺し網による捕獲数	—	—	—	—	4	—	24	25
駆除数	12	24	7	3	15	12	31	35
0+								
エリ網による捕獲数	1,290	591	616	285	36	453	539	7583
捕獲数/系統・週	54	16.4	26.9	15.8	1.8	21.6	29.9	379.2
投網による捕獲数	7	14	59	33	39	4	4	100
捕獲数/投	0.2	0.4	0.2	0.3	0.1	0.05	0.02	0.23
モンドリによる捕獲数	—	—	—	19	37	35	95	64
捕獲数/籠	—	—	—	0.1	0.03	0.03	0.04	0.06
駆除数	1,297	605	675	337	112	492	638	7,747
産卵床破壊	0	数個	2	5	4	5	8	14
総捕獲数	1,343	645	689	340	123	504	669	7,782
総駆除数	1,309	629	682	340	127	504	669	7,782

*エリ網で、1+以上の個体が捕獲されなかったため推定できなかった。

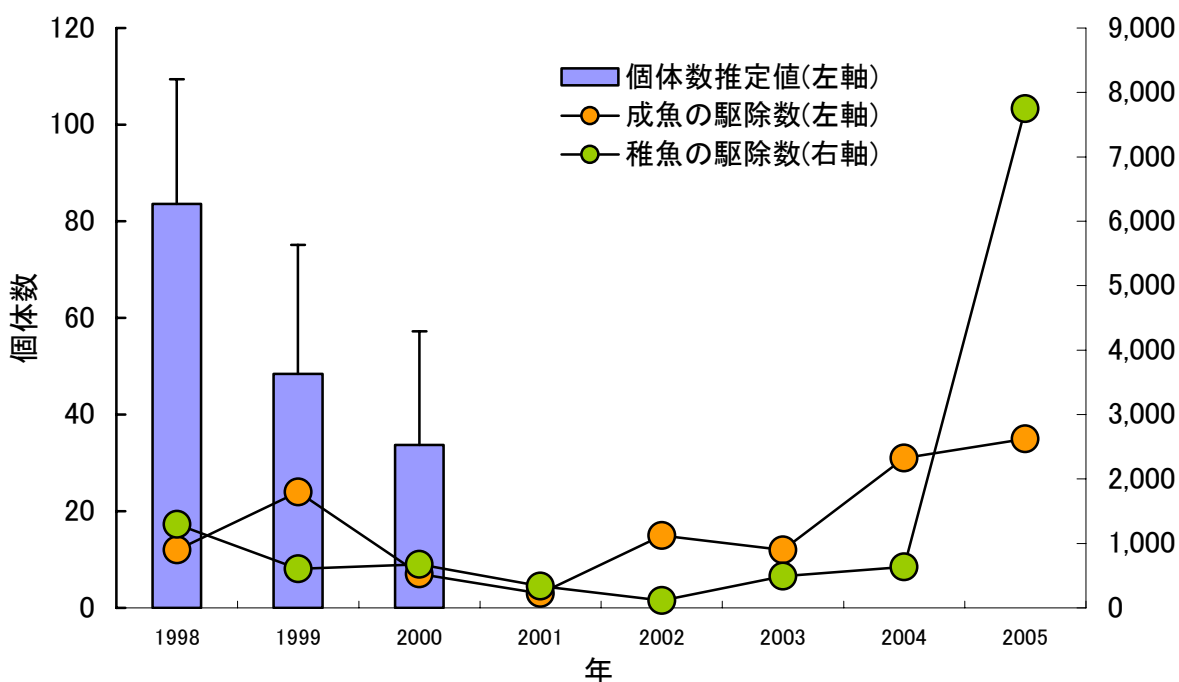


図5 オオクチバスの個体数と除去数の変化

5. 引用文献

- Abekura, K., Hori, M. and Takemon, Y. (2005) Changes in fish community after invasion and during control of alien fish populations in Mizoro-ga-ike, Kyoto City. *Global Environmental Research*: vol. 8 : 145-154.
- Beverton, R. J. H., Holt, S. J. (1957). On the dynamics of exploited fish populations. *Fishery Investigations*, London, Series II, 19: 1-533.
- Cassie, R.M. (1954) Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aust.J.Mar.Freshwater Res.*, 5: 513-522.
- Chapman, D. G. (1951) Some properties of the hyper-geometric distribution with application to zoological censuses. *University of California Publications in Statistics* 1 : 131-160.
- Delury, D. B. (1947) On the estimation of biological populations. *Biometrics* 3 : 145-167.
- Delury, D. B. (1951) On the planning of experiments for the estimation of fish populations. *Fisheries Research Board of Canada* 8 : 281-307.
- 久野英二 (1986) 動物の個体群動態研究法 1 個体数推定法. p39-42. 共立出版, 東京.
- 香川県水産試験場 (1992) 平成3年度外来魚現地実態調査報告. 外来魚対策検討委託事業報告書, 香川.
- 京都市岩倉上賀茂線深泥池検討委員会 (1997) 京都市岩倉上賀茂線深泥池検討委員会報告書. 京都市観光局文化保護課, 京都.
- 京都市観光局 (1981) 深泥池の自然と人 深泥池学術調査報告書. 京都市文化観光局, 京都.
- 三木茂 (1929) 深泥池特に浮島の生態研究. 京都府史蹟名勝天然記念物調査報告 10 : pp. 63-64. 京都市文化観光局, 京都.



写真 1 (左) 刺し網で捕れたオオクチバス



写真 2 (右) 傷跡のある個体

添付資料1 深泥池における外来魚駆除期間

	えり網設置数	エリ網時期	投網	モンドリ設置数	モンドリ時期	産卵床破壊	刺し網
1998年	2(a,b)	3-7月,9-11月	4-6月	—	—	—	—
1999年	4(a,b,c,d)	3-7月	3-11月	—	—	4-7月	—
2000年	2(c,d)	4-7月,9-11月	4-11月	—	—	4-7月	—
2001年	2(c,d)	5-7月,9-11月	4-11月	10	5-11月	4-7月	—
2002年	2(c,d)	5-7月,9-10月	4-10月	30	4-11月	4-7月	6月
2003年	2(a,d)	5-7月,9-10月	3-10月	30	4-10月	4-7月	—
2004年	2(a,c)	5-7月,9-10月	3-10月	30	4-10月	4-7月	4-6月,9月
2005年	2(a,c)	4-7月,9-10月	4-10月	30	4-10月	4-7月	4-6月,9-10月

添付資料 2 各年の外来除去努力量

	エリ網		投網		モンドリ		刺し網		産卵床除去		総努力量 (時間)
	(系統数)(日数)	努力量 (時間)	(日数)	努力量 (時間)	(籠数)(日数)	努力量 (時間)	(系統数)(日数)	努力量 (時間)	(日数)	努力量 (時間)	
1998	(2)(112)	56	(3)	4.5	—	—	—	—	—	—	60.5
1999	(4)(49)	49	(28)	42	—	—	—	—	(36)	18	109
2000	(2)(39)	19.5	(29)	43.5	—	—	—	—	(20)	10	73
2001	(2)(23)	11.5	(17)	25.5	(10)(35)	175	—	—	(18)	9	221
2002	(2)(30)	15	(11)	16.5	(30)(52)	208	(2)(2)	4	(35)	17.5	261
2003	(2)(32)	16	(7)	10.5	(30)(47)	188	—	—	(29)	14.5	229
2004	(2)(33)	16.5	(7)	14	(30)(46)	184	(2)(17)	17	(33)	16.5	248
2005	(2)(36)	18	(18)	30.5	(30)(42)	168	(5)(26)	26	(27)	13.5	256