

第4回

琵琶湖オオクチバス等防除モデル事業調査検討会

参考資料 - 1 調査結果中間報告

目次

1 方法	1	3 考察	38
1.1 湖北野田沼における調査・防除	1	3.1 データの整理	38
1.1.1 人工産卵床	1	3.2 野田沼における外来魚の生態	43
1.1.2 自然産卵床	1	3.2.1 産卵期	43
1.1.3 産卵親魚捕獲	2	3.2.2 産卵場所	53
1.1.4 仔稚魚駆除	4	3.2.3 成育場所	58
1.1.5 仔稚魚調査	4	3.2.4 オオクチバスの繁殖について	59
1.1.6 魚類移動調査	5	3.2.5 ブルーギルの繁殖について	61
1.1.7 魚類相調査	6	3.3 内湖における駆除効果の評価と手法の検討	65
1.1.8 水温ロガー測定	7	3.3.1 駆除効果	65
1.2 乙女が池における調査	8	3.3.2 駆除手法の検討	80
1.2.1 魚類相調査	8	4 琵琶湖における繁殖場マップの更新	84
1.3 琵琶湖における繁殖場マップ情報の収集整理	9	4.1 繁殖場成立要因の見直し	84
1.3.1 繁殖場アンケート調査	9	4.2 繁殖場マップの更新	87
1.4 防除体制に関する検討	9	4.3 既往情報との比較	90
2 結果	10	4 その他	92
2.1 湖北野田沼での調査・駆除結果	10	4.1 人工産卵床へのモツゴの産卵	92
2.1.1 水位の変化	10	5 今後の予定	92
2.1.2 水温変化	10	5.1 実施中・未実施項目の実施	92
2.1.3 産卵親魚捕獲結果	15	5.2 調査結果のとりまとめ	92
2.1.4 産卵床確認結果	19	6 参考文献	93
2.1.5 仔稚魚駆除結果	21		
2.1.6 仔稚魚調査結果	21		
2.1.7 魚類移動調査結果	22		
2.1.8 魚類相調査結果	28		
2.2 乙女が池での調査結果	30		
2.2.1 魚類相調査結果	30		
2.3 琵琶湖における繁殖場マップ情報の収集整理結果	32		
2.3.1 繁殖場アンケート調査結果	32		
2.4 防除体制に関する検討結果	37		

1 方法

1.1 湖北野田沼における調査・防除

1.1.1 人工産卵床

湖岸部に人工産卵床(ピンポン玉センサーつき)を6区域計48個設置した。調査時には全人工産卵床についてセンサーの反応の有無を確認し、センサーが反応していたものについて水深を測定するとともに潜水等により産着卵の有無を確認した。産卵がみられた場合には保護雄により種の判別を行った後、産着卵を除去した。また、センサー反応の有無に関わらずほぼ毎回全人工産卵床のチェックを行った。

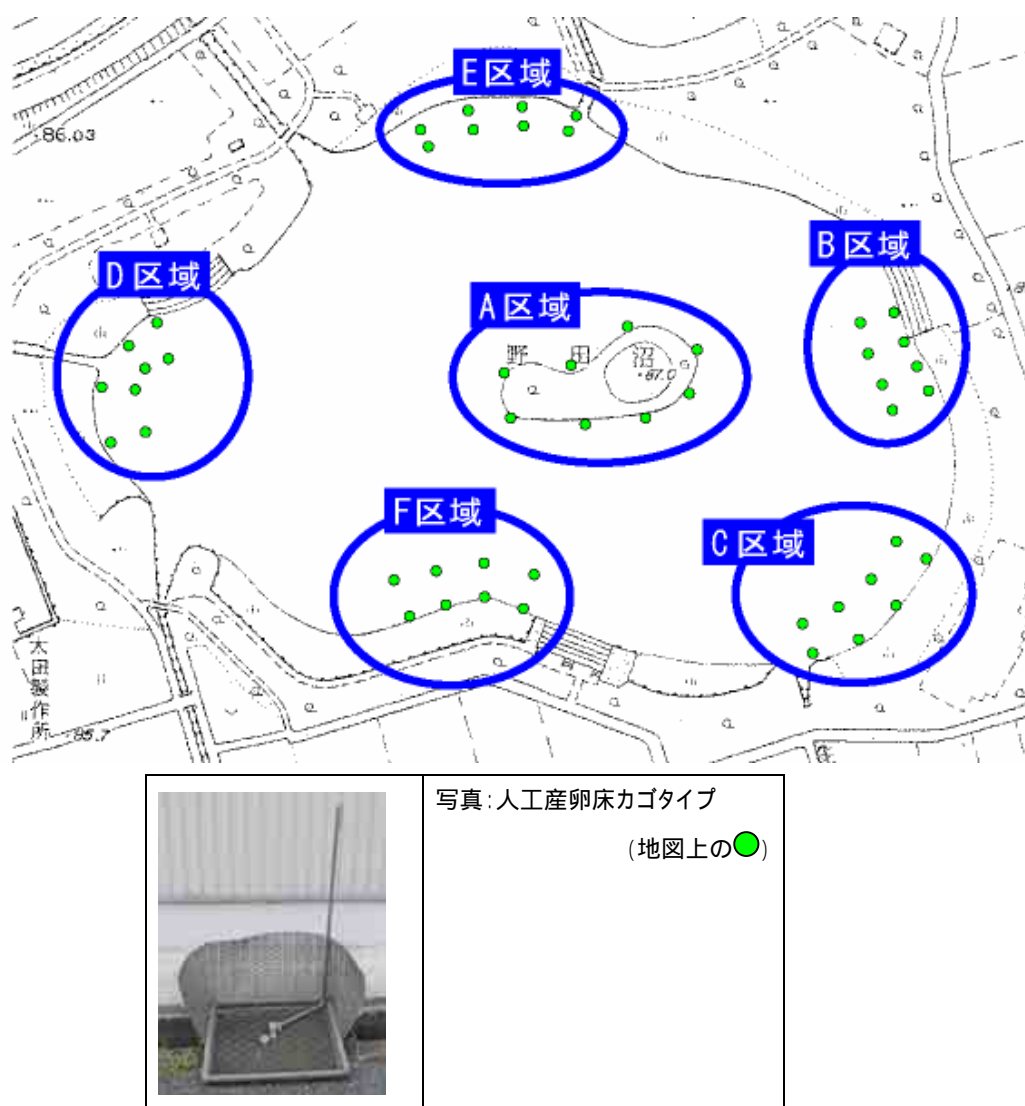


図 1.1 人工産卵床設置位置

1.1.2 自然産卵床

湖内を周回し、観察筒、潜水目視等により自然産卵床の分布調査を行った。自然産卵床が確認された場合には保護親魚により種を同定し、その位置を地図上に記録した。

1.1.3 産卵親魚捕獲

6区域計48個設置している人工産卵床付近に各1個の小型三枚網を設置し、産卵親魚を捕獲した。また、各区域において一枚網を併用した。在来魚の混獲を軽減するため設置は日中に限定し、設置時間は約3時間とした。採集された魚類については、外部形態により種の同定を行い、オオクチバス、ブルーギルについては、雌雄および捕獲位置を記録するとともに、体長、体重、生殖腺重量の測定を行った。

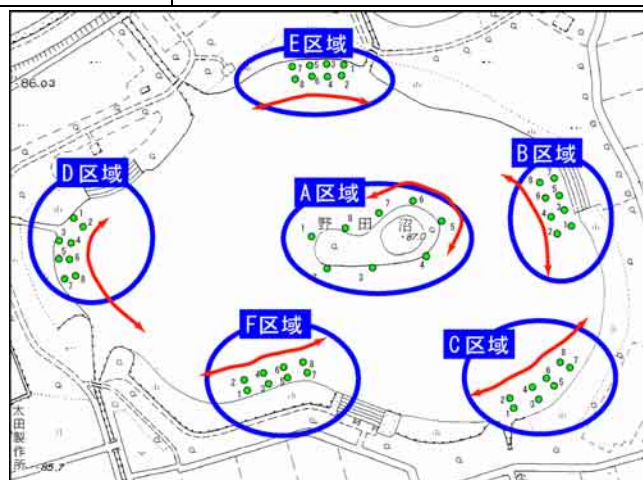


図 1.2 小型三枚網()、一枚網()設置位置

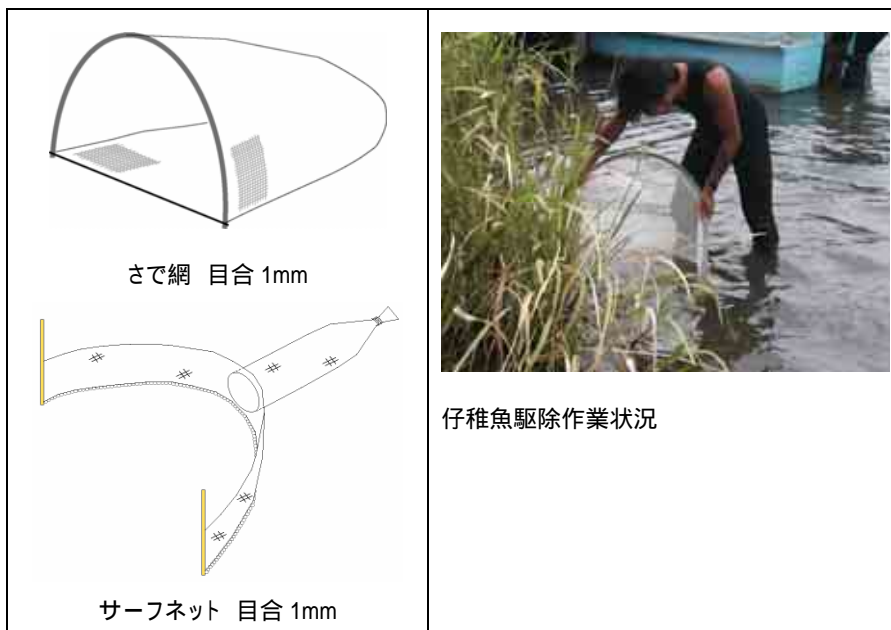
農林水産技術会議事務局(2003)研究成果417を参考とした

【一枚網による駆除について 補足】

一枚網はオオクチバスをより効率的に駆除するために実施した。設置場所について、期間中に2パターン(各区域人工産卵床の沖側に設置(5/11、18、25、7/20、27、8/3、10、17、24、31の10回)および水際に設置(6/1、8、15、22、29、7/6、13、27、8/3、10、17、24の12回))を行ったが、オオクチバス採集数について両パターン間に差がみられなかった(沖:2.5 個体/回、岸:2.75 個体/回)ため、本報告書ではあわせて示す。なお、3.3.2 駆除手法の検討では一枚網と三枚網を区別して検討を行った。

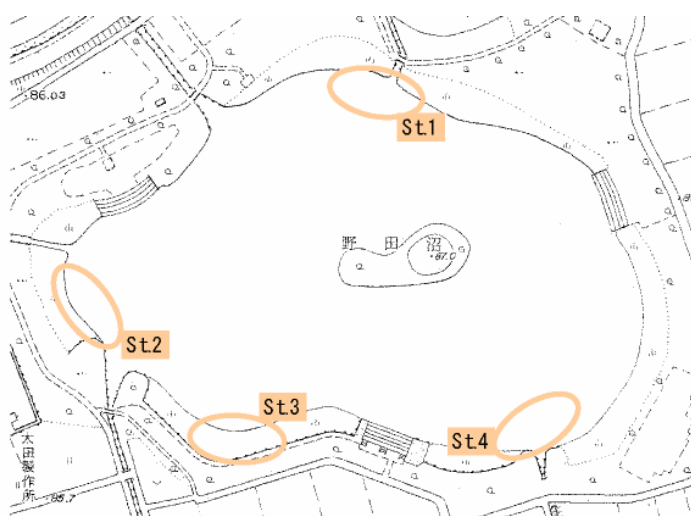
1.1.4 仔稚魚駆除

ヨシ帯際を中心にオオクチバス、ブルーギルの仔魚を探索し、サデ網、サーフネットを用いて採集した。採集された仔稚魚はその場で 10%ホルマリンで固定し、外部形態により種を同定、総個体数と総湿重量を測定した。なお、総個体数については 100 個体の湿重量を測定し、総湿重量から推定した。



1.1.5 仔稚魚調査

目合い 0.5mm の稚魚ネットを用いて、1 地点あたり 3 名×15 分の努力量で魚類の仔稚魚を採集した。採集した仔稚魚は 5%ホルマリンで固定した後、外部形態により種の同定を行うとともに、各個体の全長・体重を計測した。



稚魚ネット 目合 0.5mm

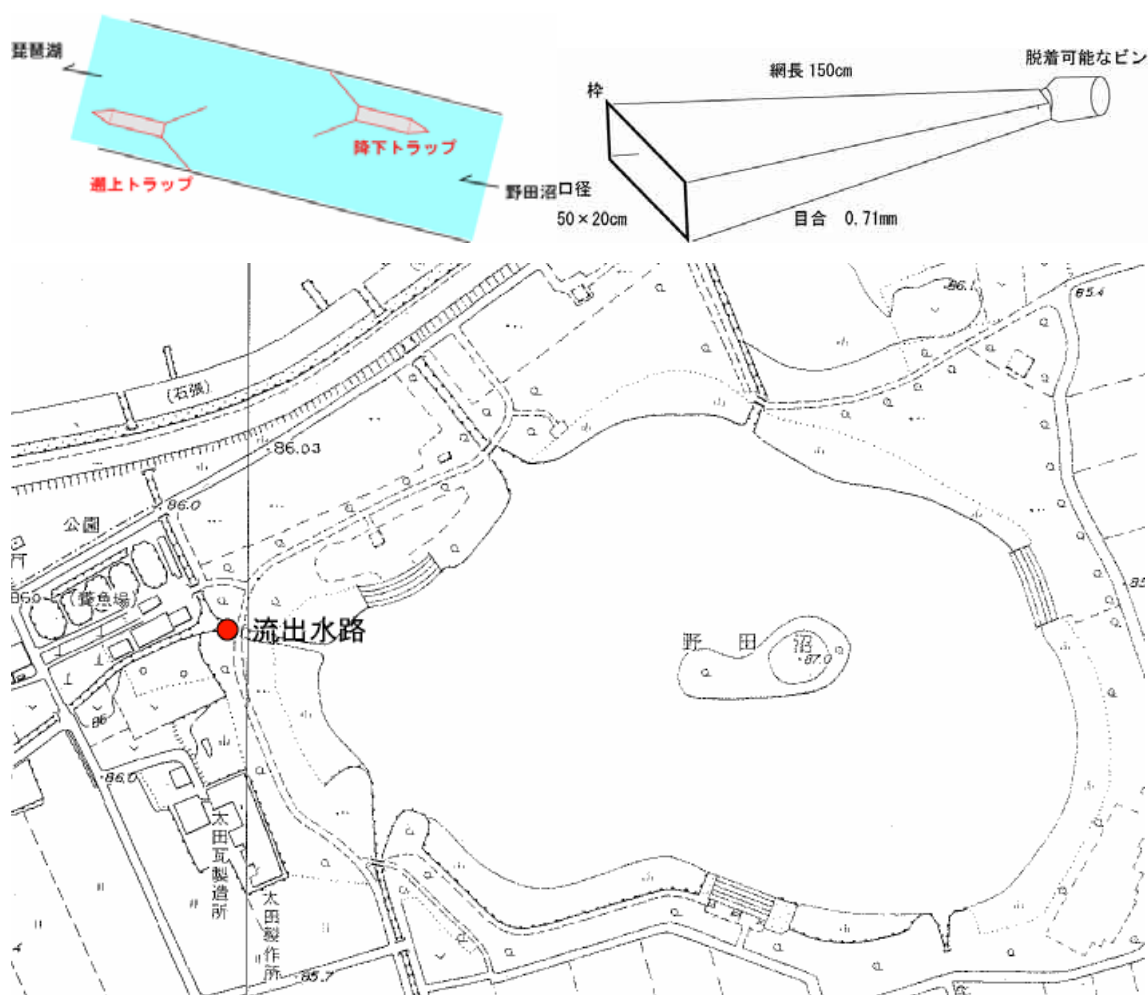
1.1.6 魚類移動調査

(1) 魚類移動調査 1

稚魚～成魚を対象に、流出水路部に遡上・降下それぞれの方向にトラップ（目合 3mm）を設置し移動する魚類を採集した。設置時間は 24 時間とし、採集された魚類は体長を測定し、在来魚は再放流、オオクチバス等は処分した。

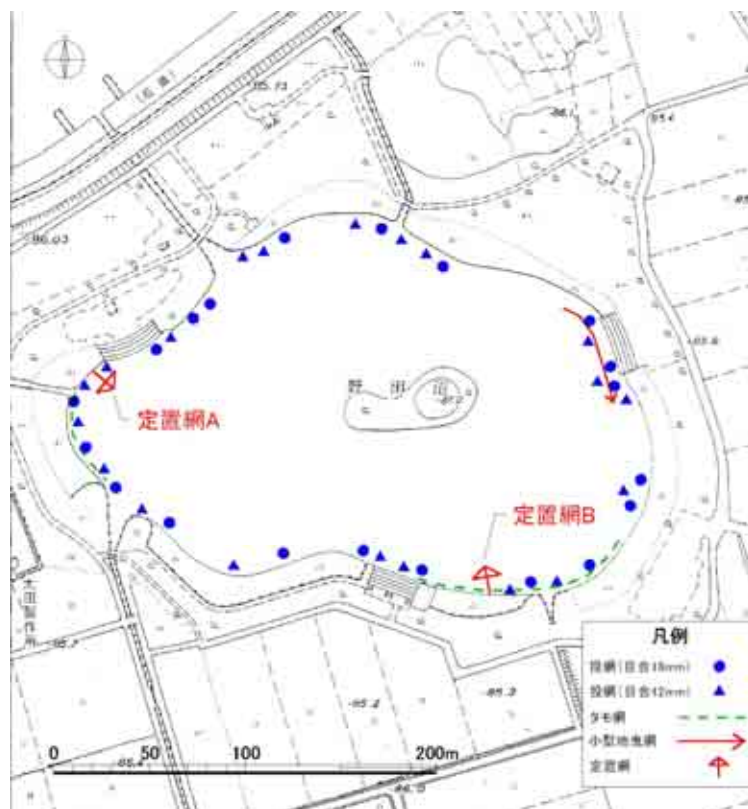
(2) 魚類移動調査 2

仔魚を対象に、流出水路部の降下方向に仔魚ネット（目合 0.71mm）を設置し移動する魚類を採集した。設置時間は夜間を全て含む 16 時間程度とした。採集された魚類は全て 5% ホルマリンにより固定し、持ち帰った後ソーティング、種同定および計数し、各種上限 20 個体について全長測定を行った。



1.1.7 魚類相調査

魚類相を把握することを目的とし、小型定置網、小型地曳網、投網、夕モ網を用いて魚類を採集した。



<p>小型定置網 湖岸の2箇所にて日中設置、翌朝回収</p>	<p>投網 湖岸を1周しながら目合(12mm、18mm)を各20回打網</p>
<p>小型地曳網 直線50m曳網</p>	<p>夕モ網(目合2mm) 小型定置網周辺で実施 2人×1時間</p>

図 1.3 湖北野田沼における魚類相調査地点と漁具

1.1.8 水温ロガー測定

湖内外の計 5 カ所の表層および 1 カ所の中層・底層に水温ロガー(HOBO Water Temp Pro、onset 社製)を設置し水温を連続観測した。

なお、野田沼沖地点の水深は約 3m であったため、中層は水面下約 2m、底層は水面下約 3m とした。

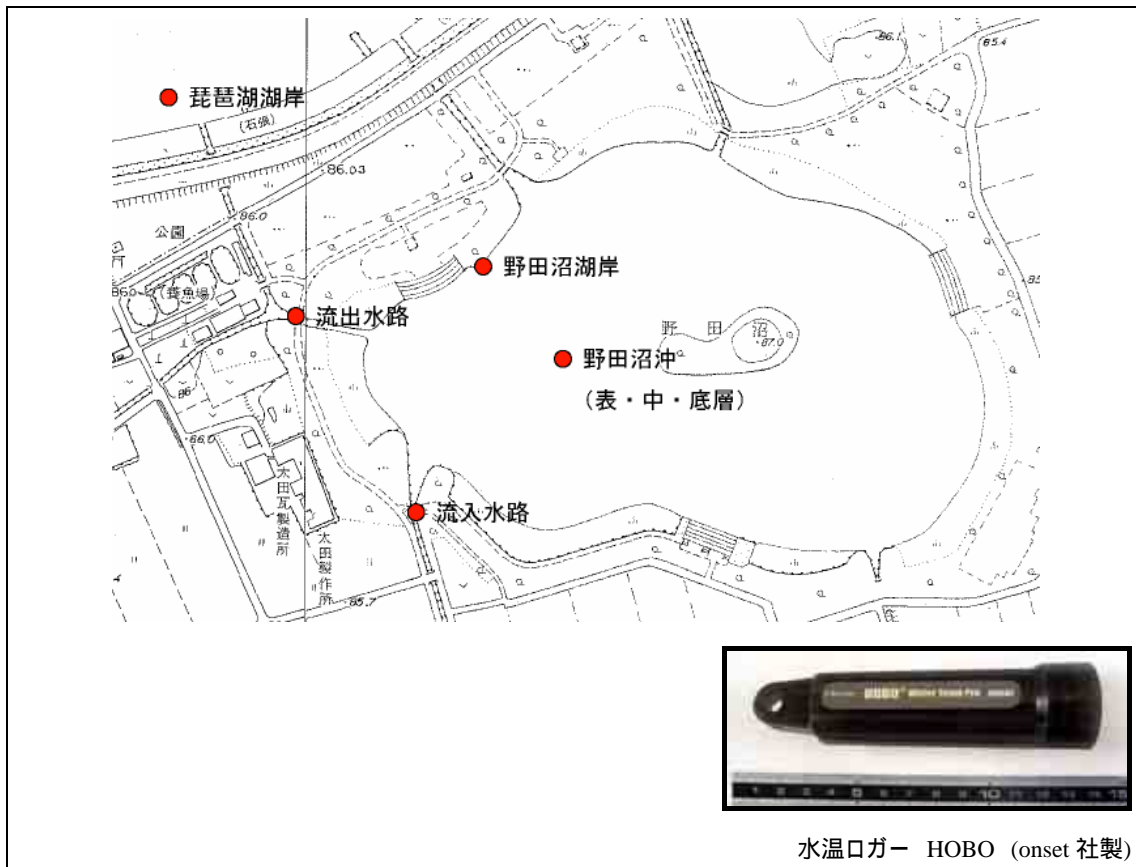


図 1.4 ロガー設置位置

1.2 乙女が池における調査

1.2.1 魚類相調査

湖北野田沼における魚類相調査と同様に実施した。漁具設置位置等は 2005、2006 年調査に準じた。

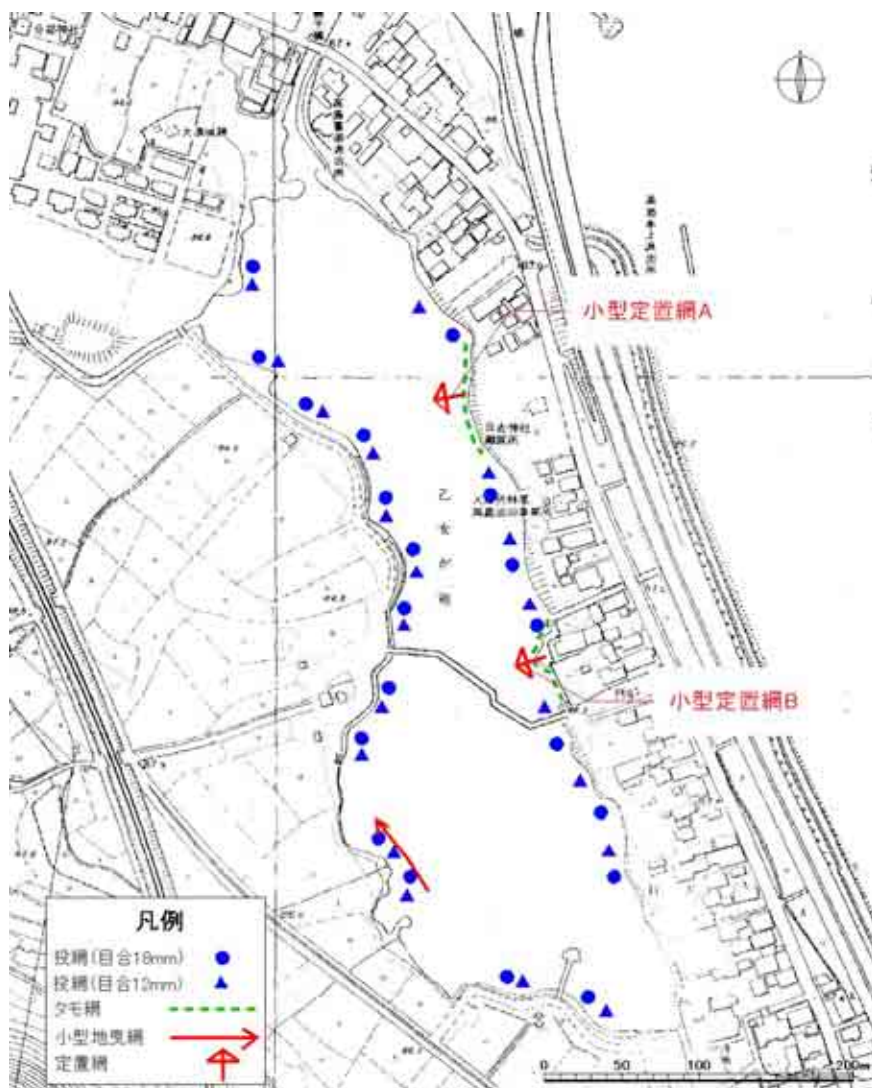


図 1.5 乙女が池における魚類相調査地点

1.3 琵琶湖における繁殖場マップ情報の収集整理

1.3.1 繁殖場アンケート調査

繁殖場マップを補完することを目的とし、漁業者によるオオクチバス等繁殖の目撃情報を収集した。地図付きのアンケート用紙を沿湖30漁協に配布し、漁業者によってオオクチバス等の繁殖が目撃された場合には、年月日 魚種 確認時の状況 場所（地図に記入）を記入してもらい、回収し整理した。なお、アンケートの実施にあたっては滋賀県漁連の協力を仰いだ。

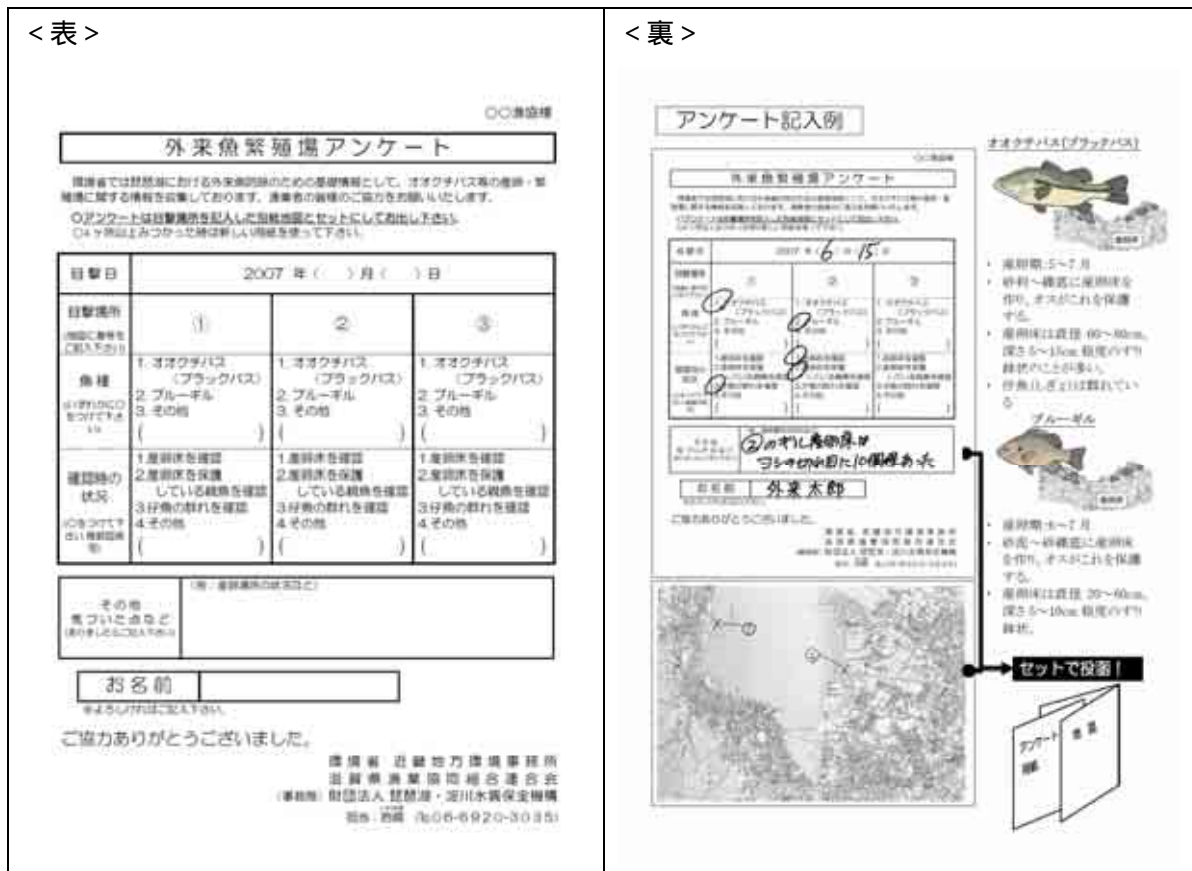


図 1.6 アンケート用紙

1.4 防除体制に関する検討

すでに行われている琵琶湖における防除について事例を収集・整理した。

(実施中)

2 結果

2.1 湖北野田沼での調査・駆除結果

2.1.1 水位の変化

野田沼内の定点における水深の変動は琵琶湖水位とほぼ連動していたが、8月以降に琵琶湖水位がB.S.L.-20cmを下回るようになっても野田沼水位はそれより下がらず、この傾向は昨年と同様であった。

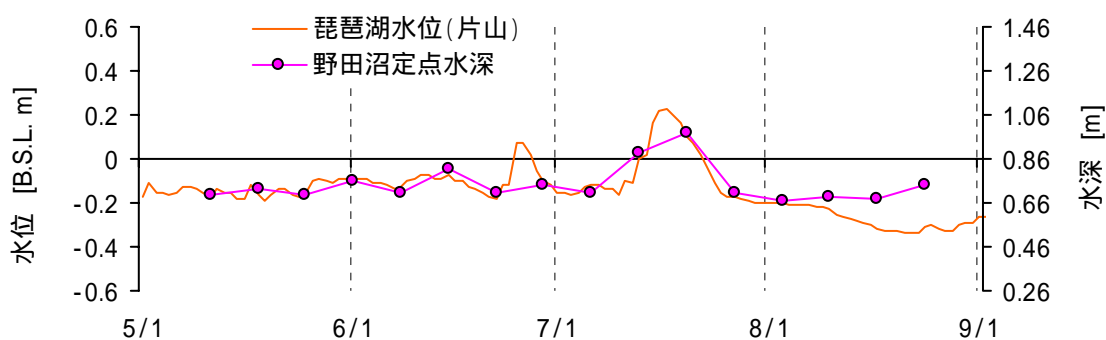


図 2.1 水位の変化 [H19, 野田沼]

2.1.2 水温変化

琵琶湖と野田沼の表層では、6月までは琵琶湖のほうが低く、その後はほぼ同じ水温となった。これは昨年と同様であった。

野田沼内の表層では湖岸と中央でほとんど差はなかった。

流入水は6月までは琵琶湖とほぼ同じ水温でありそれ以降は琵琶湖よりも低い水温であった。常に野田沼の表層よりも低い水温であった。流出水は野田沼と琵琶湖の平均的な値を示し、水の交換がうかがえた。

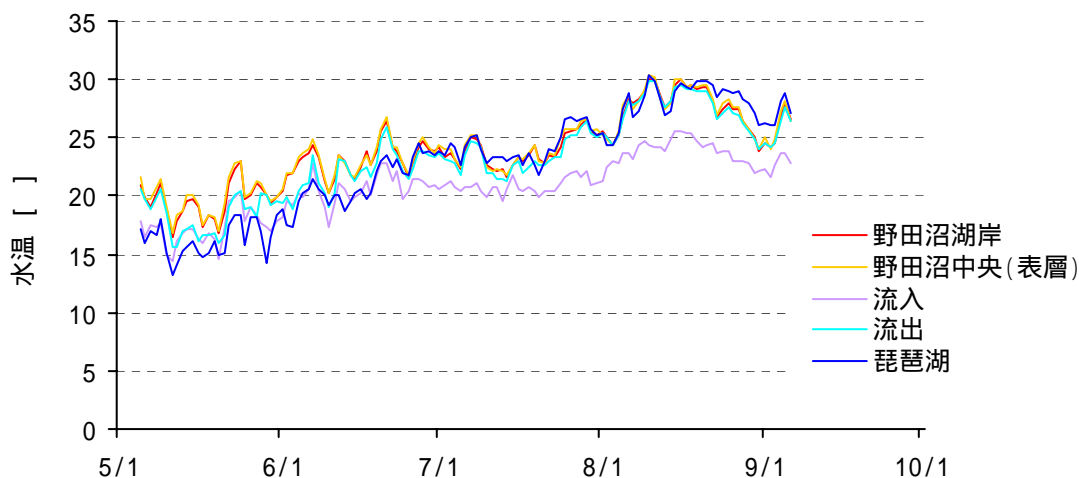
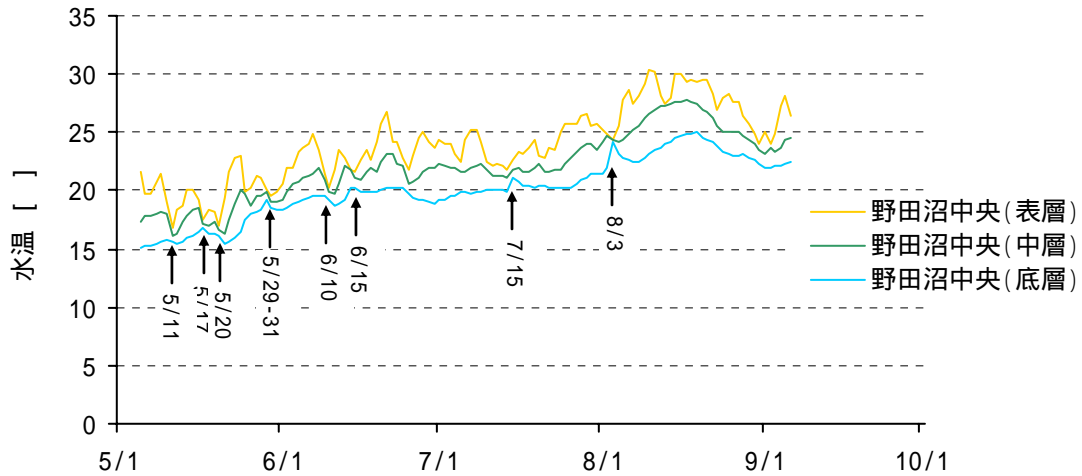


図 2.2 水温の変化(水平分布) [H19, 野田沼]

野田沼中央部の水温鉛直観測では、常に表層で高く底層で低かった。
 短期的に表底層の差がなくなった時には比較的風が強く(最大風速で約 6m 以上)、風による攪拌を受けていると考えられた。なお、7/15、8/3 は台風の影響によるものであった。



矢印は表底層の水温差が 1.5 以内であった日を示す

図 2.3 水温の変化(鉛直分布) [H19, 野田沼]

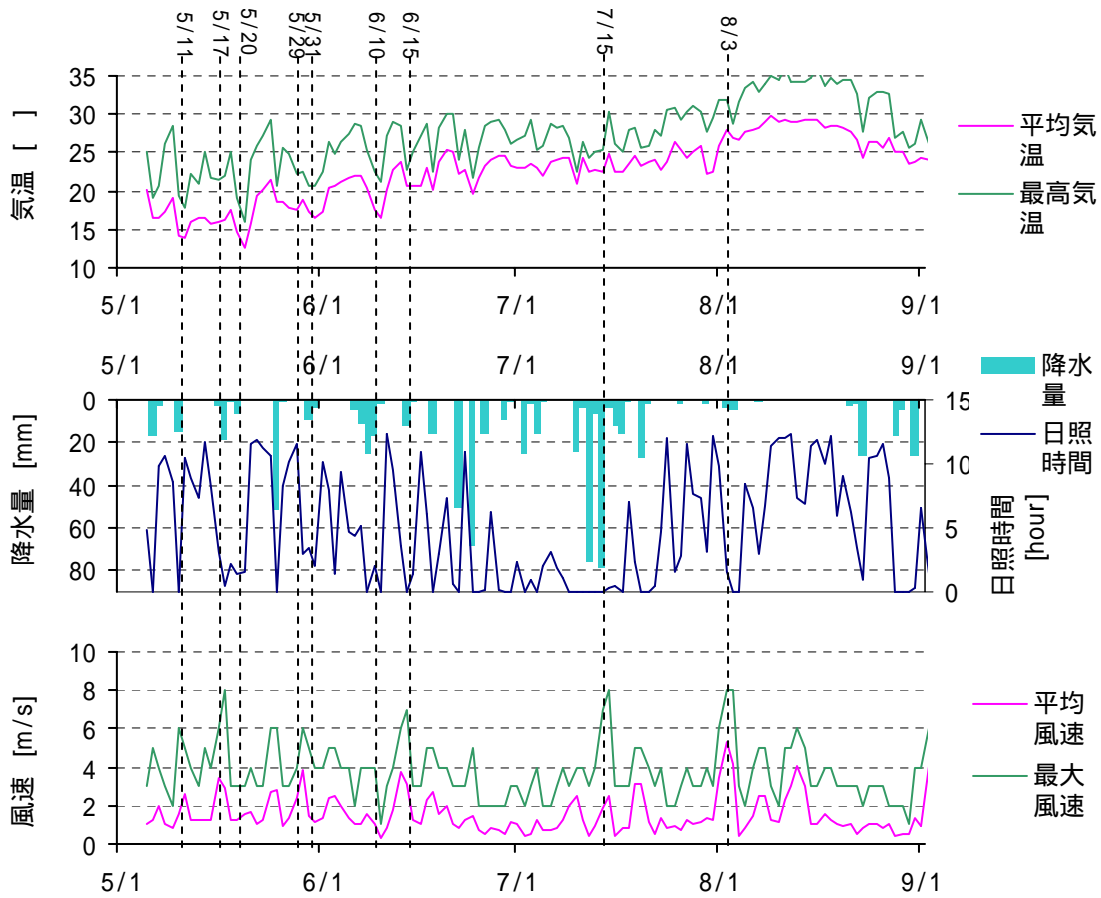
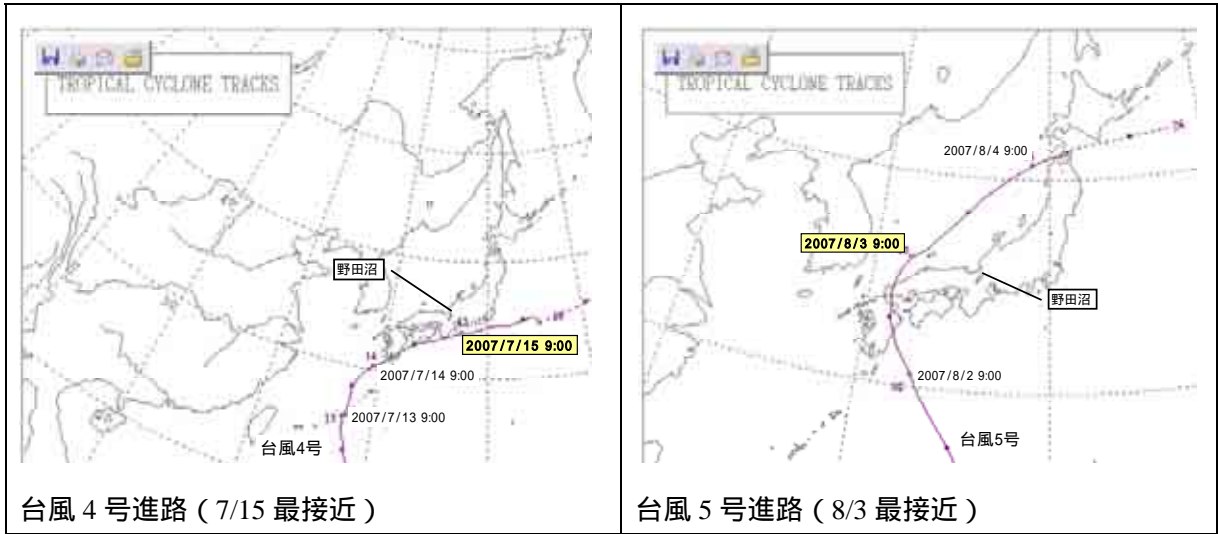


図 2.4 全層循環時の気象 [H19, 虎姫]



気象庁 HP より引用した図を改変

図 2.5 鉛直攪乱を起こした台風の接近進路

水温の日変動は野田沼中央の中層・底層で小さかった。

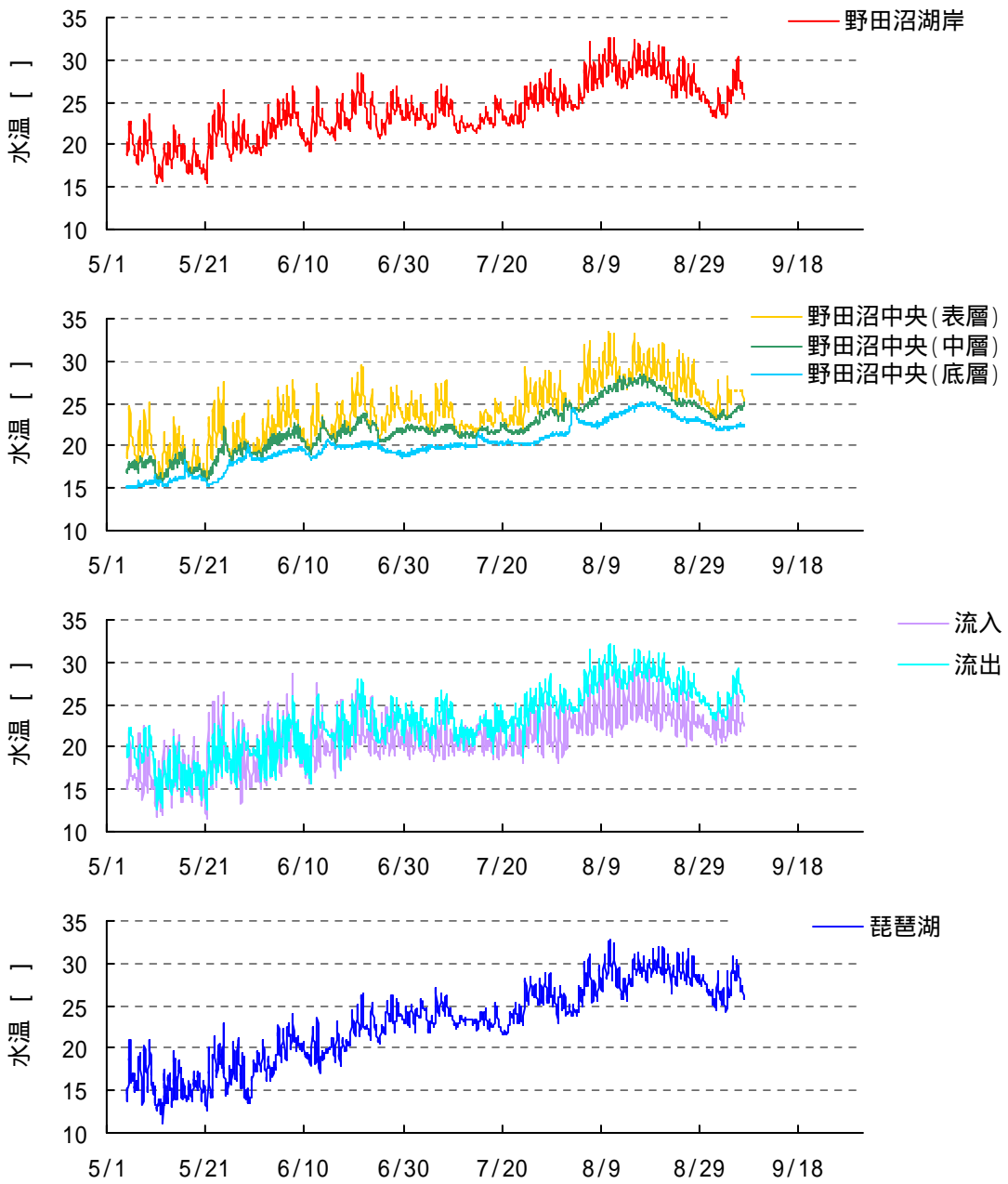


図 2.6 水温の変化(日変動) [H19, 野田沼]

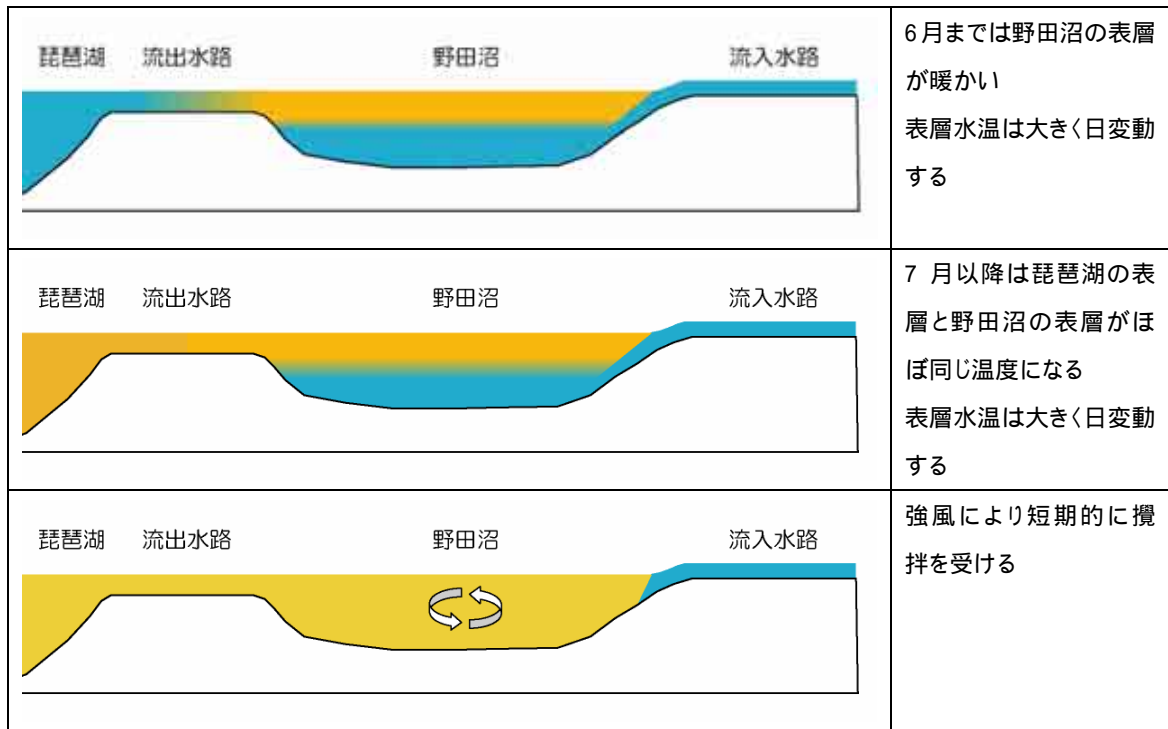
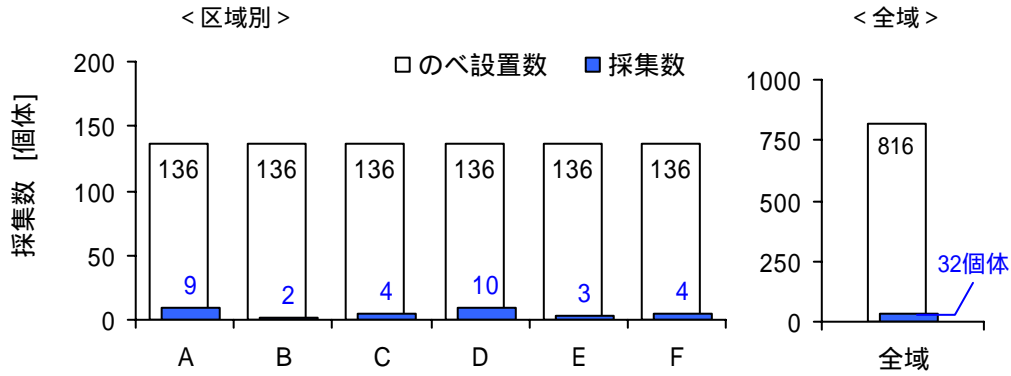


図 2.7 野田沼水温断面模式

2.1.3 産卵親魚捕獲結果

17回の調査により、小型三枚網によって各区域で2～10(合計32)個体のオオクチバスと9～17(合計76)個体のブルーギルが採集された。三枚網100枚あたりのオオクチバス採集数は1.5～7.4個体であり、D>A>C=F>E>B区域の順で多く、ブルーギルは6.6～12.5個体でありE>F>B=C>D>A区域の順で多かった。

オオクチバス



ブルーギル

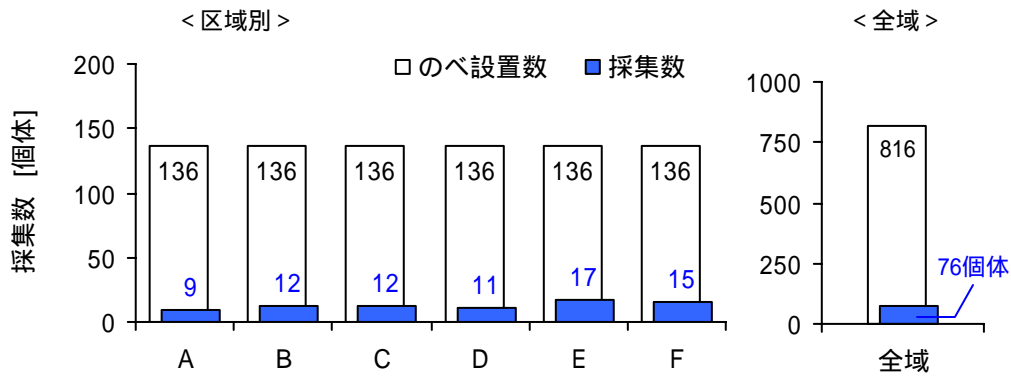
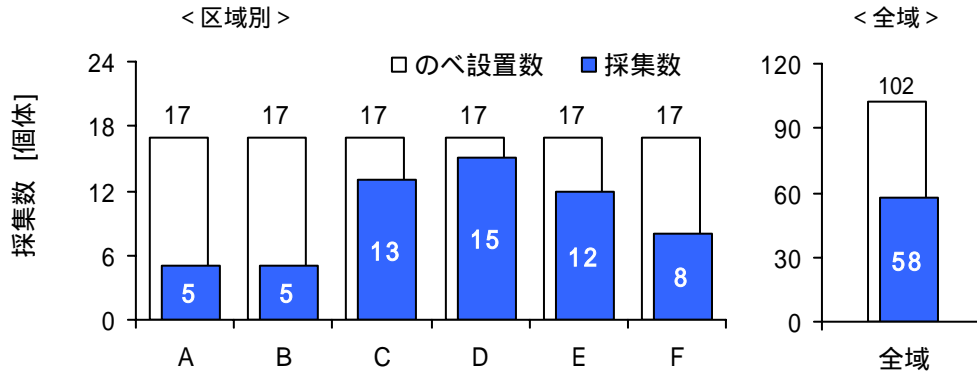


図 2.8 小型三枚網による特定外来生物採集状況(区域別) [5/11～8/31 17回調査]

17回の調査により、一枚網によって各区域で5～15(合計58)個体のオオクチバスと2～10(合計32)個体のブルーギルが採集され、オオクチバスは D>C>E>F>A=B 区域の順で多く、ブルーギルは D>A>C=F>E>B 区域の順が多かった。

オオクチバス



ブルーギル

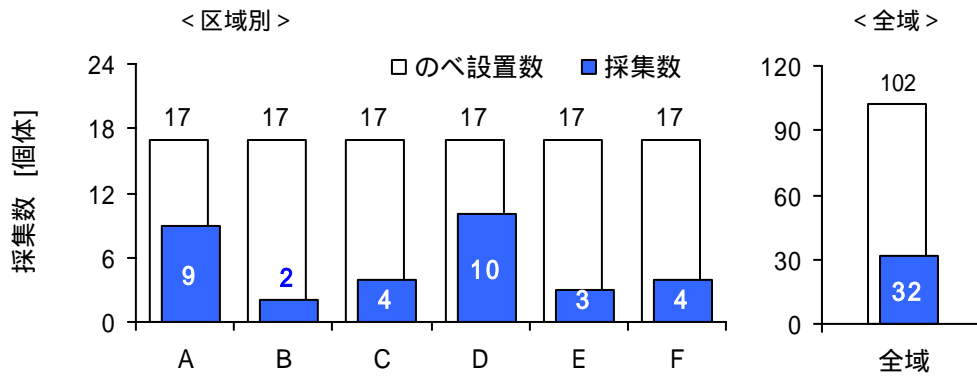
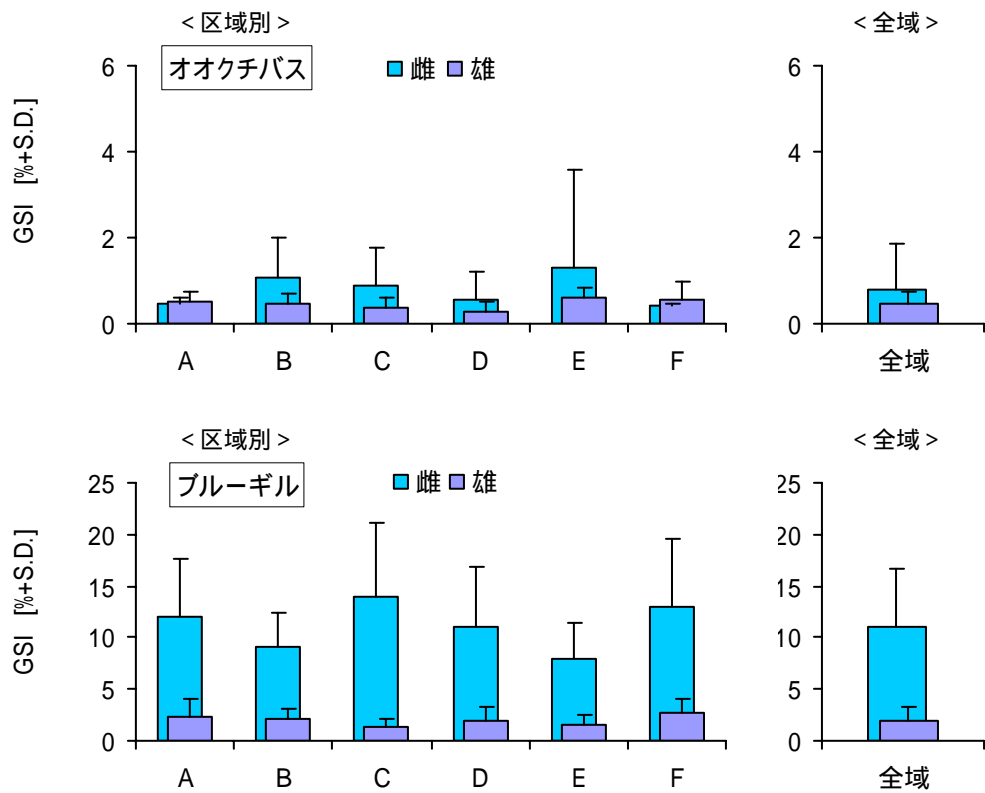


図 2.9 一枚網による特定外来生物採集状況(区域別) [5/11～8/31 17回調査]

刺網(小型三枚網、一枚網)で採集されたオオクチバスの生殖腺指数(GSI)は、雌はE>B>C>D>A>F区域の順で高く、雄はE>F>A>B>C>D区域の順で高かった。
 ブルーギルのGSIは、雌はC>F>A>D>B>E区域の順で高く、雄はF>A>B>D>E>C区域の順で高かった。



GSI[%] = 生殖腺重量 / (体重 - 生殖腺重量) × 100

図 2.10 小型三枚網・一枚網で得られた特定外来生物の生殖腺指数(GSI)の区域間比較
 [5/11 ~ 8/31 17回調査]

GSI(Gonad Somatic Index): 体重に占める生殖腺重量の割合。ここでは、次式を用いている

$$GSI[\%] = \frac{\text{生殖腺重量}}{\text{体重} - \text{生殖腺重量}} \times 100$$

採集量は、オオクチバスは6月上旬以降に増加し、その後8月上旬に多かった。ブルーギルは6月上旬および6月下旬から7月上旬にかけて多く、7月下旬以降に少なかった。

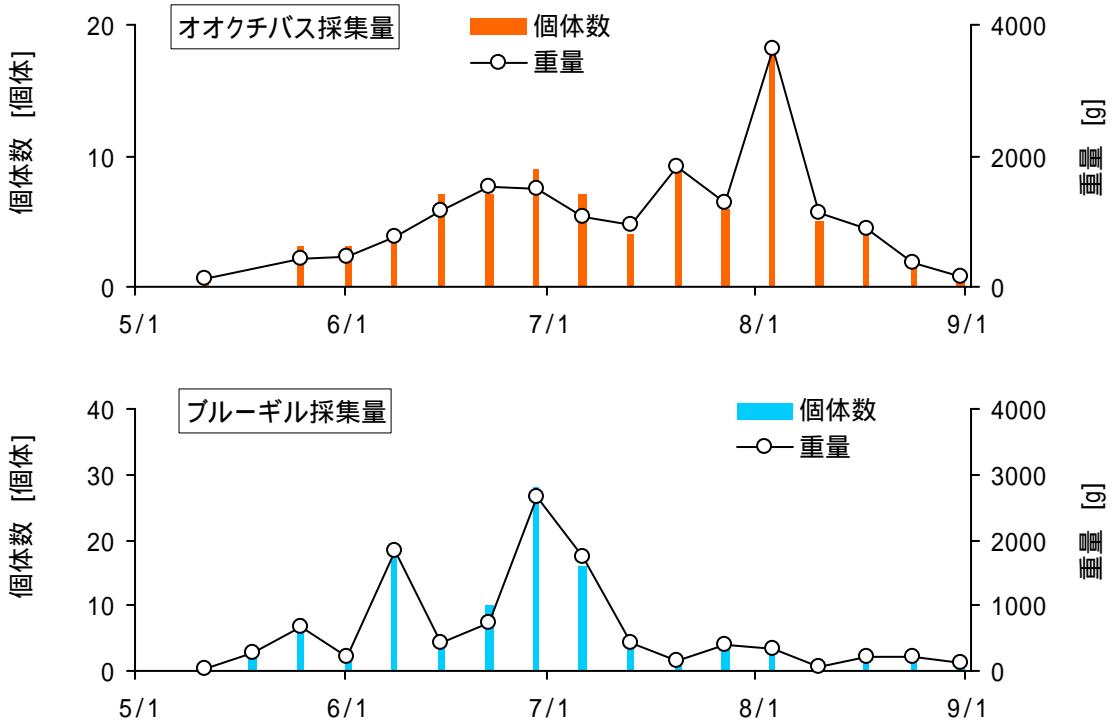
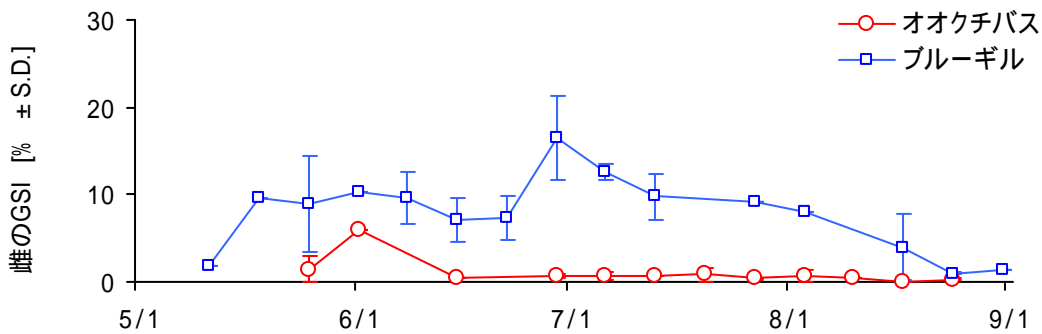


図 2.11 小型三枚網・一枚網による採集状況(変化) [5/11 ~ 8/31 17回調査]

オオクチバス雌の生殖腺指数(GSI)の最大値は6月上旬、ブルーギルは6月下旬にみられた。



$GSI[\%] = \frac{\text{生殖腺重量}}{\text{体重} - \text{生殖腺重量}} \times 100$

図 2.12 小型三枚網・一枚網で得られた雌の生殖腺指数(GSI)の変化 [5/11 ~ 8/31 17回調査]

2.1.4 産卵床確認結果

17回の調査により、人工産卵床のセンサーが反応したのは7～42(合計128)個、反応率(人工産卵床設置数に対するセンサー反応数の割合)は5.1～31.0%でありB区域で最も高かった。人工産卵床で産卵が確認されたのは3例、全てブルーギルであった。

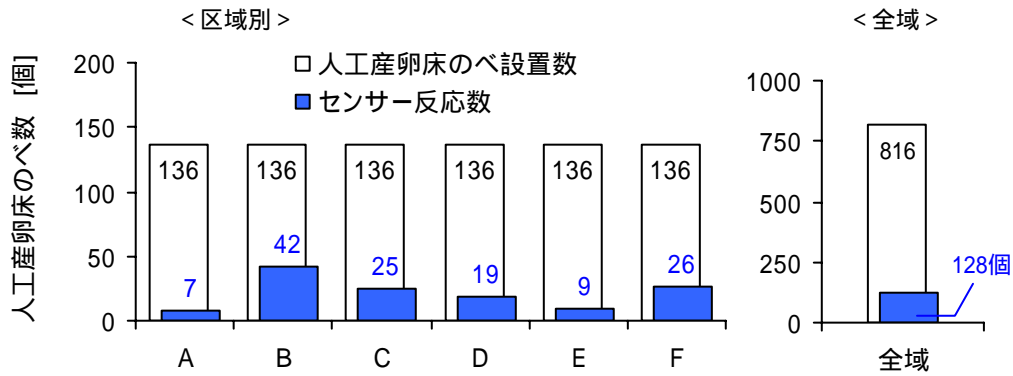
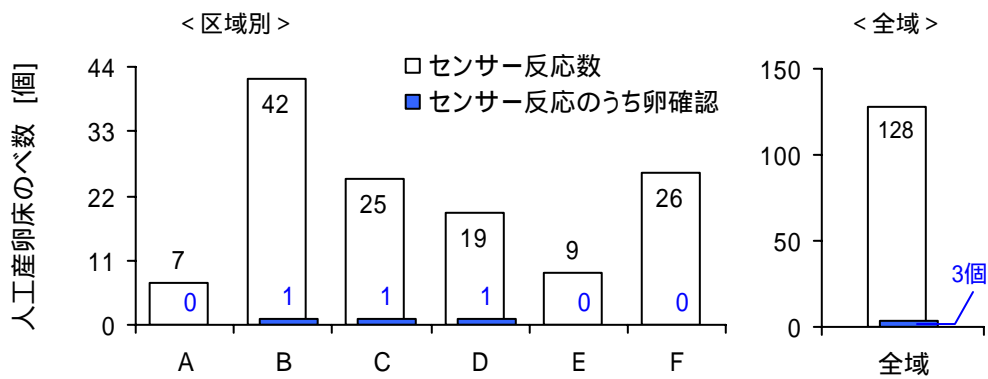


図 2.13 人工産卵床のセンサー反応状況 [5/11～8/31 17回調査]



卵確認3例は全てブルーギル

図 2.14 人工産卵床への特定外来生物産卵状況 [5/11～8/31 17回調査]



オオクチバスの産卵は確認されなかった。
 ブルーギルの産卵が確認されたのは6月下旬(人工産卵床、自然産卵床)と7月下旬(人工産卵床)であった。

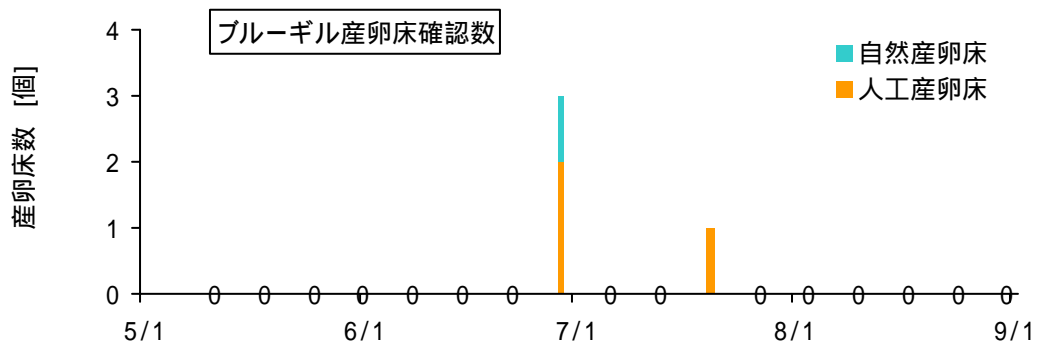
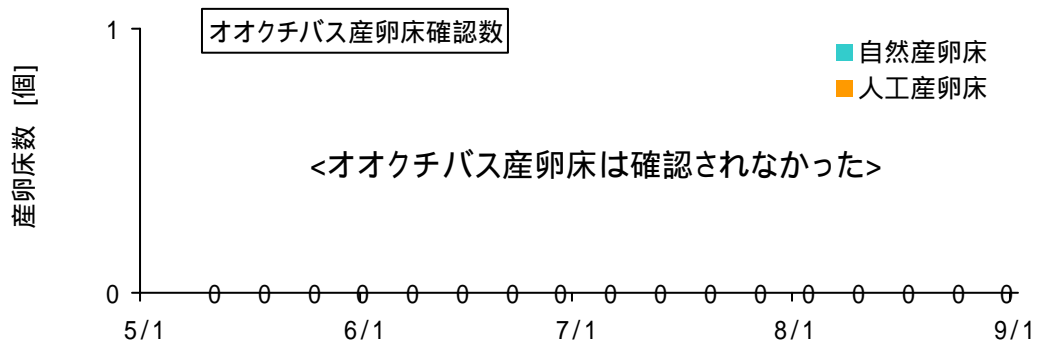
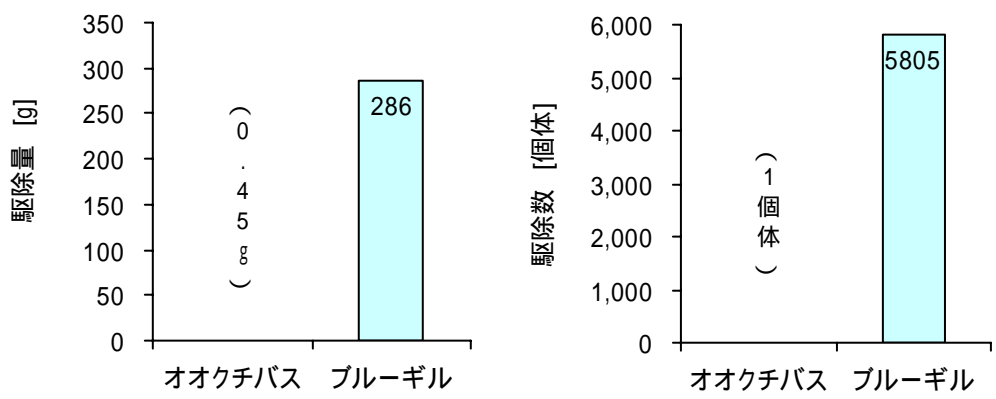


図 2.15 産卵床の確認数 [5/11 ~ 8/31 17回調査]

2.1.5 仔稚魚駆除結果

19回実施した仔稚魚駆除(サデ網、サーフネットによる)では、オオクチバス 1 個体 0.45g、ブルーギル 5,805 個体 286g (平均 0.05g) を駆除した。



ブルーギルについて、TL59.4-94.4(合計56.27g)の5個体を含む

図 2.16 仔稚魚駆除による特定外来生物の駆除量 [2007 年, 野田沼]

2.1.6 仔稚魚調査結果

最も多かったのはカネヒラであり、5/11 に多かった。ついでダニオ亜科が多く 8/10 に多かった。ブルーギルは少なく 9/14 に 1 個体のみ、オオクチバスは採集されなかった。

表 2.1 仔稚魚調査 採集結果 [2007 年, 野田沼]

種名	調査方法: 稚魚ネット										合計
	4月27日	5月11日	5月25日	6月8日	6月22日	7月6日	7月20日	8月10日	9月14日	10月12日	
ワカサギ		1		14	4	3					22
カネヒラ	3	497	36	5	1		1				543
アブラボテ						1					1
アブラボテ属				5	3	20	17	45			90
タイリクバラタナゴ								7	14	1	22
タモロコ属					1	1					2
モツゴ								1			1
ウグイ	9										9
アブラハヤ	2	2									4
オイカワ									2	4	6
カワムツ					1				5		6
ヌマムツ									2	4	6
ダニオ亜科						5	17	125	64		211
フナ類				5	6	7		3			21
コイ・フナ類	55	35	7	2				3			102
ドジョウ						1					1
カムルチー						200					200
ブルーギル									1		1
ドンコ				1							1
トウヨシノボリ				2	1	2	5	11	12	6	39
ヌマチチブ					2				5	2	9
ウキゴリ		10	6	12	8	1	1				38
合計	69	545	49	46	27	241	41	195	105	17	1,335

2.1.7 魚類移動調査結果

17回の調査により、降下トラップで22種1,408個体、遡上トラップで28種1,599個体、仔魚トラップで3種34個体の魚類が採集された。

表 2.2 魚類移動調査(遡上・降下トラップ)採集結果 単位:個体数

流水状況		-																合計	
種名	5/11	5/18	5/25	6/1	6/8	6/15	6/22	6/29	7/6	7/13	7/20	7/27	8/3	8/10	8/17	8/24	8/31		
降下トラップ (野田沼)	ワカサギ						1	1										2	
	アユ	26	63	39	5	11	35	11	19	50	10	32	2	3		1	3	310	
	カネヒラ							1	5	44				1	1			52	
	ヤリタナゴ		1			1			3	2				1		4		13	
	アブラボテ												1					18	
	ビワヒガイ		1						1						8	1	8	6	
	タモロコ									1						1		2	
	ホンモロコ									1								2	
	モツゴ	1				1			2									5	
	アブラハヤ							2	1	7					1			11	
	オイカワ							1						1				2	
	カワムツ									1								1	
	ダニョビ科				1											1		2	
	ニゴロブナ									1					1			3	
	フナ類							1	12	71	28							112	
	ドジョウ					3	1		9	12		1					3	29	
	ナマズ				1				5	5				2				13	
	オオクチバス															1		1	
	ブルーギル		1	10			26		6	10		2		5	2			62	
	ドンコ							1										1	
トウヨシノボリ	37	34	50	51	49	52	86	104	17		6	10	3	11	24	14	2	550	
ヌマチチブ	4	1	5	5	14	5	45	32	9		9	3		3		1		136	
ウキゴリ	1		4	3	8	2	15	9	12	1		4		1	5	4		69	
ウツセミカジカ					1		5											6	
小計	69	101	110	65	88	124	179	267	200	11	50	20	17	27	38	35	7	1,408	
遡上トラップ (琵琶湖野田沼方向)	ウナギ								1									1	
	ワカサギ					47		3	2	3								55	
	アユ	78	56	11	10	3	32	2	6	20	5	26			3		4	3	259
	カネヒラ						4	10	32	27	15	5	2		1	8	1	6	111
	ヤリタナゴ	1	1		3	1	3		2	5		30			8	5	6	65	
	アブラボテ											1			2			4	
	タイリクバラタナゴ						1											1	
	ビワヒガイ	1			1		8	4	1			1			2	13	1	32	
	タモロコ		1						5	2	1	1	4					2	16
	ホンモロコ															6	1		7
	モツゴ										2							1	3
	アブラハヤ								2										2
	オイカワ						11	3			1	1			1				17
	カワムツ								1										1
	ヌマムツ									6	1	1	1						9
	ハス	1														1			2
	ダニョビ科				1											1			2
	ギンブナ								1										1
	ニゴロブナ						1								1		1		7
	フナ類							8	123	6	5		4		3		1	2	147
ドジョウ				1				4	9	7	1	5	1	1	3			32	
スジシマドジョウ大型種							1											1	
ナマズ	1			1				3		2	1		2					10	
カムルチー		1								1				2				4	
オオクチバス																5		5	
ブルーギル	4		13	26	10	14	62	47	8	6	8	4		7	3			212	
トウヨシノボリ	9	24	64	49	38	62	10	9	8	16	13	8		1	10	16	22	359	
ヌマチチブ	7		31	12	29	6	44	21	8	3	10	9	2	6	12	1		201	
ウキゴリ		1		4		3		3	6	3	2	1		1	6	1	1	32	
ウツセミカジカ									1									1	
小計	102	84	121	106	128	145	147	262	111	67	101	41	5	24	67	45	43	1,599	
合計	171	185	231	171	216	269	326	529	311	78	151	61	22	51	105	80	50	3,007	

:順流 :時折逆流 :逆流 -:流れなし

種名	5/11	5/18	5/25	6/1	6/8	6/15	6/22	6/29	7/6	7/13	7/20	7/27	8/3	8/10	8/17	8/24	8/31	合計	
仔魚トラップ																			
ブルーギル														20					20
トウヨシノボリ													2		1	2	2		7
ヌマチチブ										1									1
ハゼ科																5	1		6
合計										1			2	20	1	7	3		34

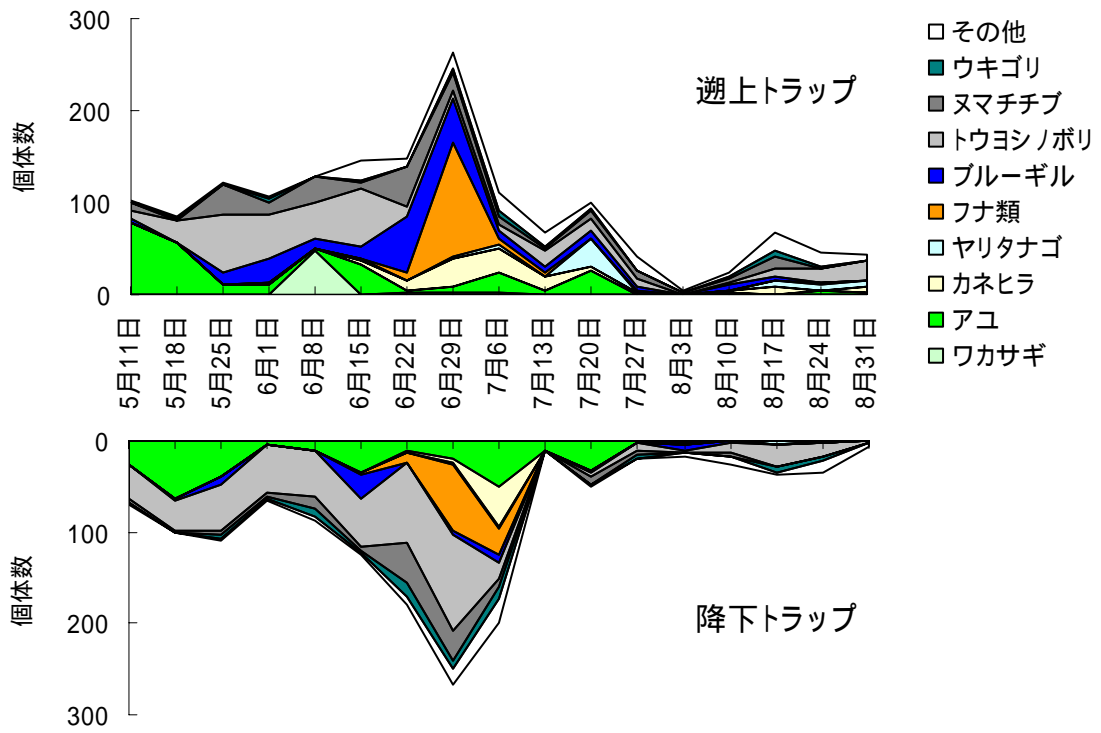


図 2.17 魚類移動調査(逆上・降下トラップ)採集結果

遡上・降下トラップで採集されたオオクチバスの体長は34-44mm、ブルーギルの体長は34-151mmであった。ブルーギルは6月下旬に琵琶湖から野田沼方向への採集が多かった。仔魚トラップで採集されたブルーギルの全長は4.2-5.6mmであった。(全て8/3に採集されたためグラフは省略する)

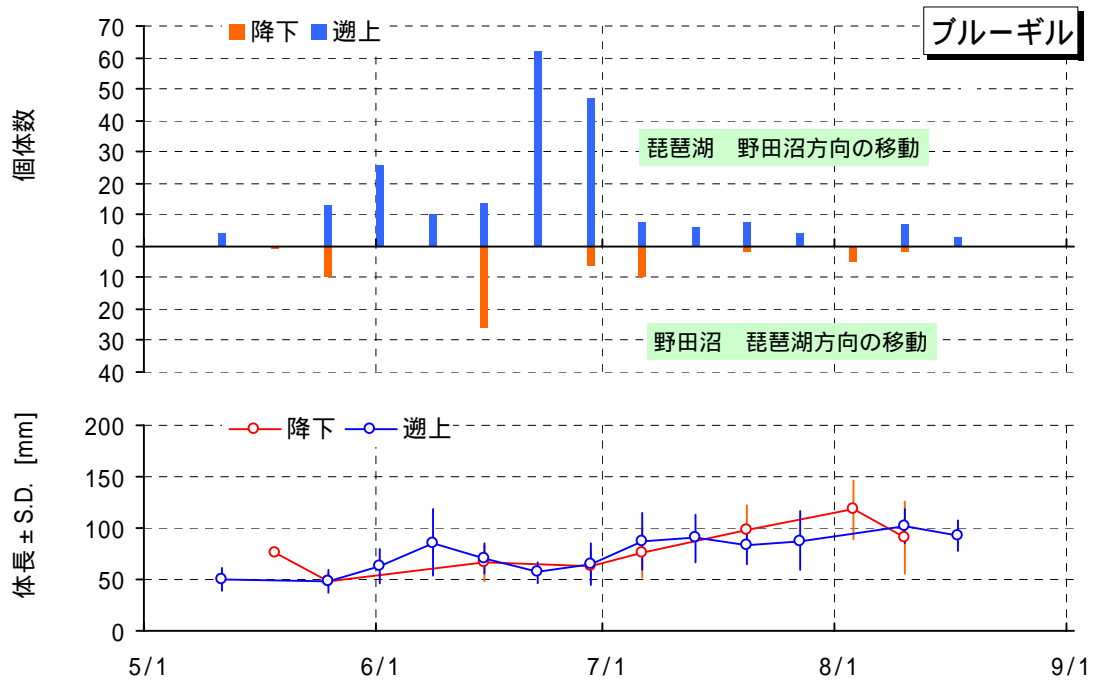


図 2.18 魚類移動調査でのブルーギルの採集状況

遡上・降下トラップ

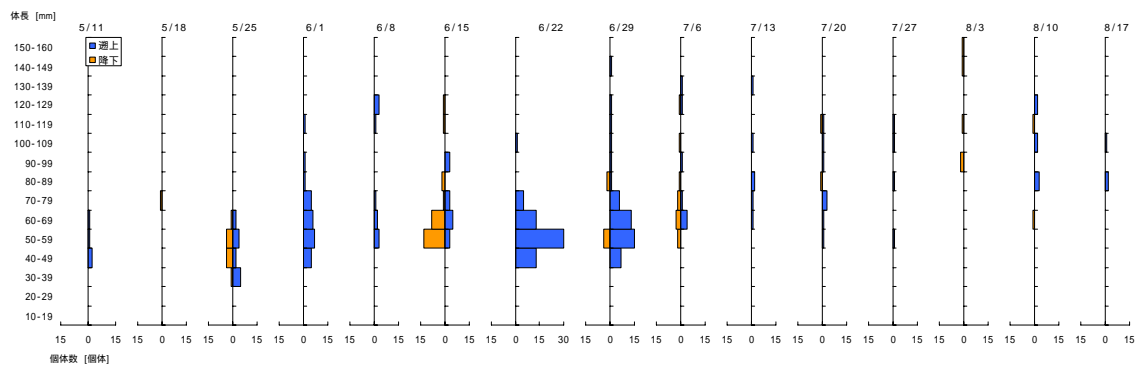


図 2.19 魚類移動調査で採集されたブルーギルの体長組成

遡上・降下トラップで採集された 29 種のうち、野田沼内で仔稚魚(今年生まれの当歳魚)が採集されたのは 23 種であった。野田沼内での仔稚魚出現状況、繁殖時期から考えて、春季～夏季に琵琶湖から野田沼内へ進入、繁殖している可能性が考えられる種は 16 種(図 2.20)であった。

当歳魚しかとれていないダニオ亜科、フナ類を除く

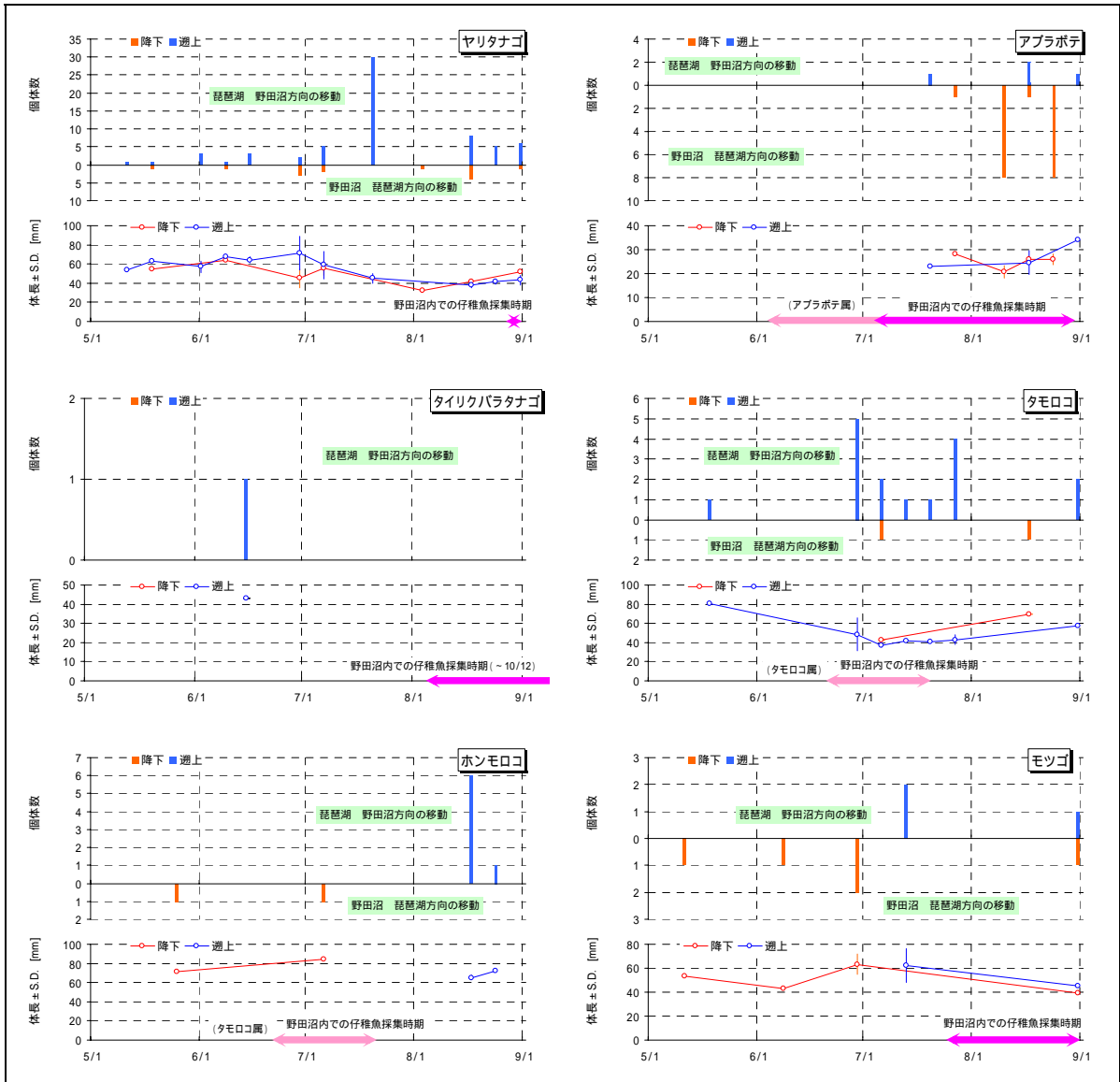


図 2.20(1)琵琶湖から野田沼に進入して繁殖している可能性が考えられる種の移動状況 [2007]

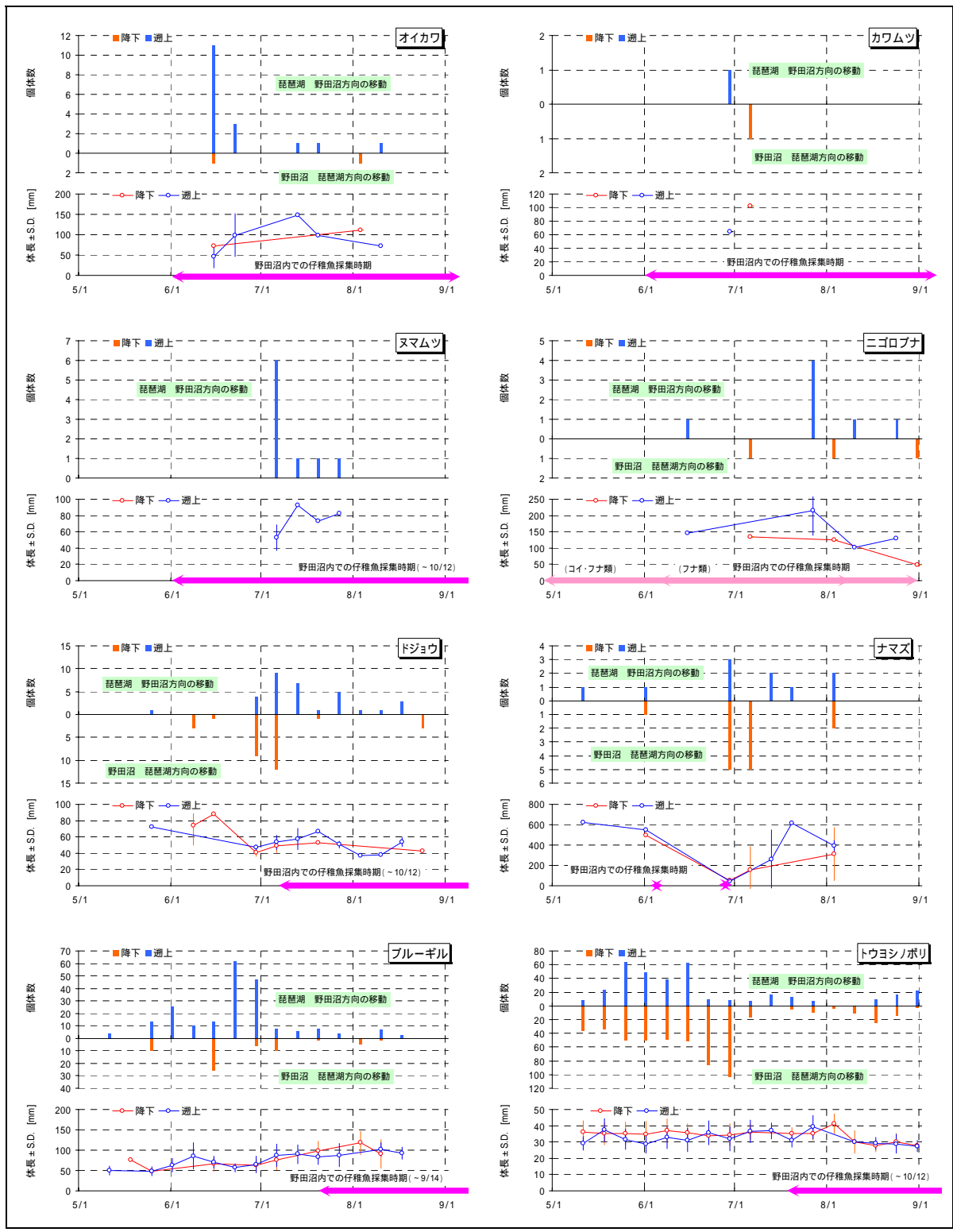


図 2.20(2)琵琶湖から野田沼に進入して繁殖している可能性が考えられる種の移動状況 [2007]

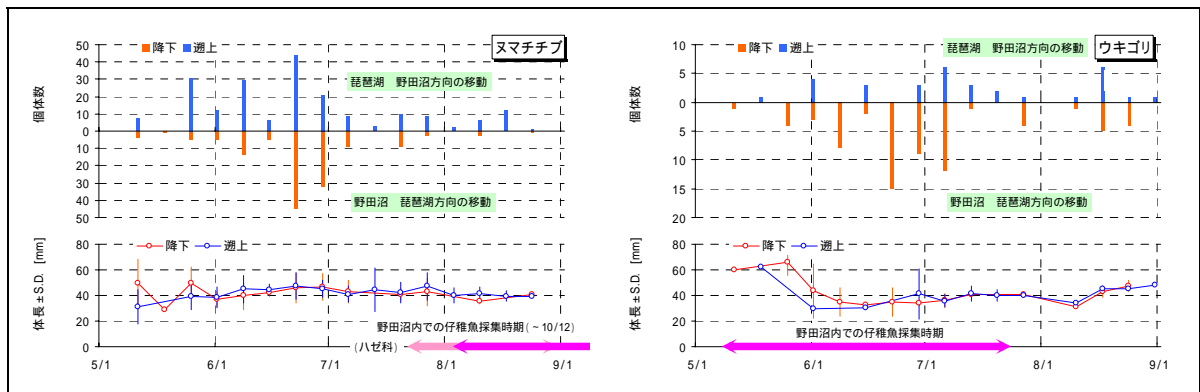
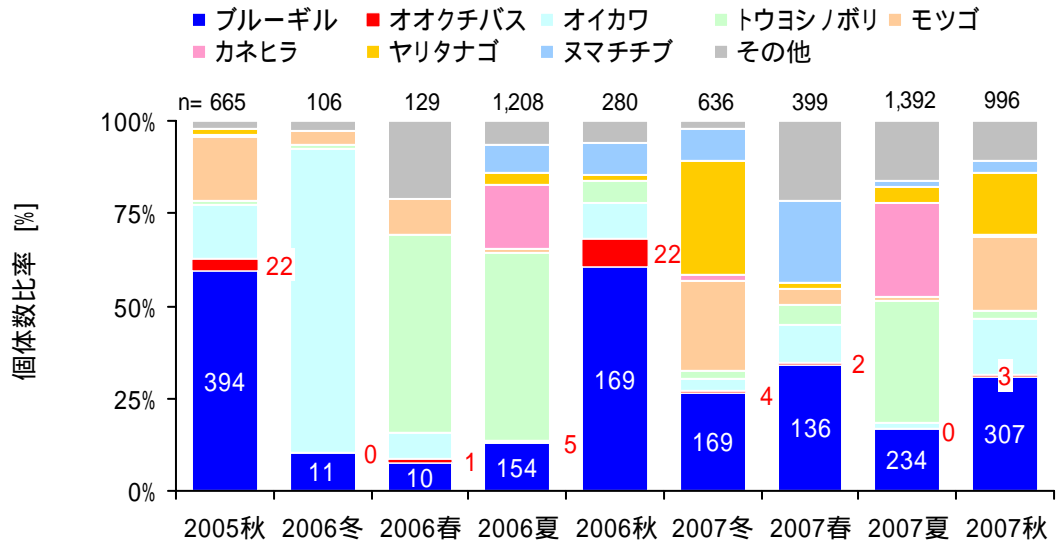


図 2.20(3)琵琶湖から野田沼に進入して繁殖している可能性が考えられる種の移動状況 [2007]

2.1.8 魚類相調査結果

魚類相調査による春季・夏季における採集魚類に占める特定外来生物の割合は昨年よりも高かったが、秋季では昨年よりも低かった。



注) グラフ中数字は採集数を示す

図 2.21 魚類相調査結果 [野田沼, ~2007年秋季]

【冬季調査未実施】

表 2.3 魚類相調査 採集結果 [野田沼, ~2007 年秋季調査]

漁法:タモ網・定置網・投網・小型地曳網
単位:個体

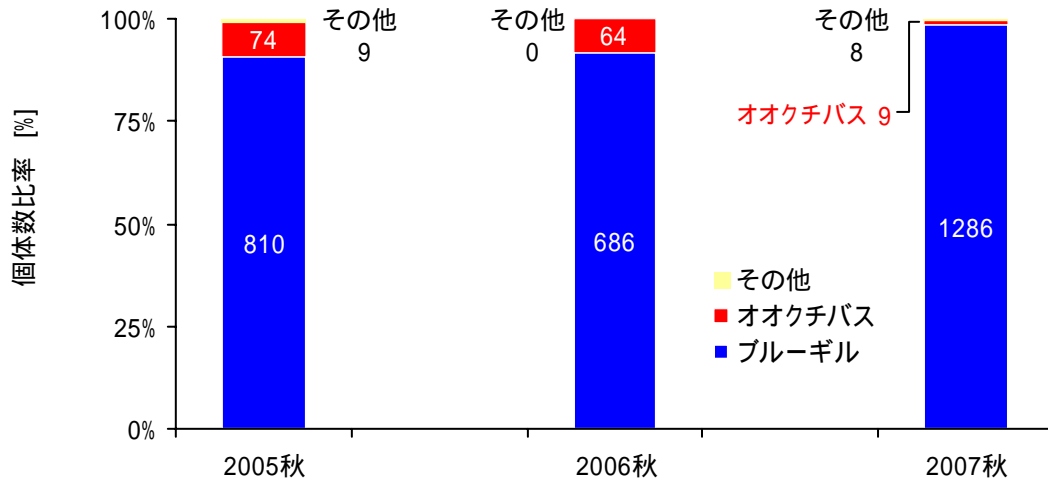
No	分類	種名	2005秋	2006冬	2006春	2006夏	2006秋	2006秋2回目	2007冬	2007春	2007夏	2007秋	合計
1	魚類	ウナギ								1			1
2		ワカサギ							2	3			5
3		アユ	1	1	3					27	4	6	42
4		カネヒラ	2			211			8		348	4	573
5		ヤリタナゴ	12			40	4		198	7	67	164	492
6		アブラボテ			2	4						2	8
7		タイリクバラタナゴ					1					4	5
		タナゴ亜科								29	3	1	33
8		ピワヒガイ				8	4	1		2	14	1	30
9		カマツカ									1		1
10		タモロコ				4					6		10
11		ホンモロコ			11	4				3	14		32
12		デメモロコ									1		1
13		ゼゼラ			2								2
14		モツゴ	115	4	13	15	1		155	17	15	203	538
15		ウグイ			1								1
16		アブラハヤ				1							1
17		オイカワ	98	87	9	7	27	58	20	40	19	154	519
18		カワムツ				1	7	4	2	6	8		28
19		ヌマムツ				16	2	9	1	3	6	64	101
20		ハス				1					3	2	6
		ダニオ亜科	7		1						10	2	20
21		ギンブナ	1		5								6
22		ニゴロブナ							2	1	1	1	5
23		ゲンゴロウブナ		1			1					2	4
		フナ類	2			31			5	1	143	11	193
24		ユイ		1							2		3
25		ドジョウ	1				1			1		5	8
26		ナマズ							1				1
27		カムルチー	1		1					2			4
28		オオクチバス	22		1	5	22	21	4	2		3	80
29		ブルーギル	394	11	10	154	169	88	169	136	234	307	1,672
30		ドンコ				1			1	2		3	7
31		カワヨシノボリ										1	1
32		トウヨシノボリ	9	1	69	608	16	22	14	23	464	19	1,245
33		ヌマチチブ				88	25	96	54	87	22	36	408
34		ウキゴリ			1	9				6	7		23
35		ウツセミカジカ										1	1
	魚類	種類数	12	7	13	19	13	8	14	19	19	20	35
	魚類	個体数	665	106	129	1,208	280	299	636	399	1,392	996	6,110
1	エビ類	ヌマエビ	3		87		5	17	4	16	9	6	147
2		カワリヌマエビ属	77		8	1	1	78	11	21	11	45	253
3		スジエビ	36		16,204	185	682	395	31	4,061	843	931	23,368
4		テナガエビ	13	3		3	10	6	6	2	23	22	88
5		アメリカザリガニ	11	1	6	2	3	8	11	5	3	20	70
	エビ類	個体数	140	4	16,305	191	701	504	63	4,105	889	1,024	23,926
	合計		805	110	16,434	1,399	981	803	699	4,504	2,281	2,020	30,036

注)種類数計数方法は河川水辺の国勢調査形式とした

2.2 乙女が池での調査結果

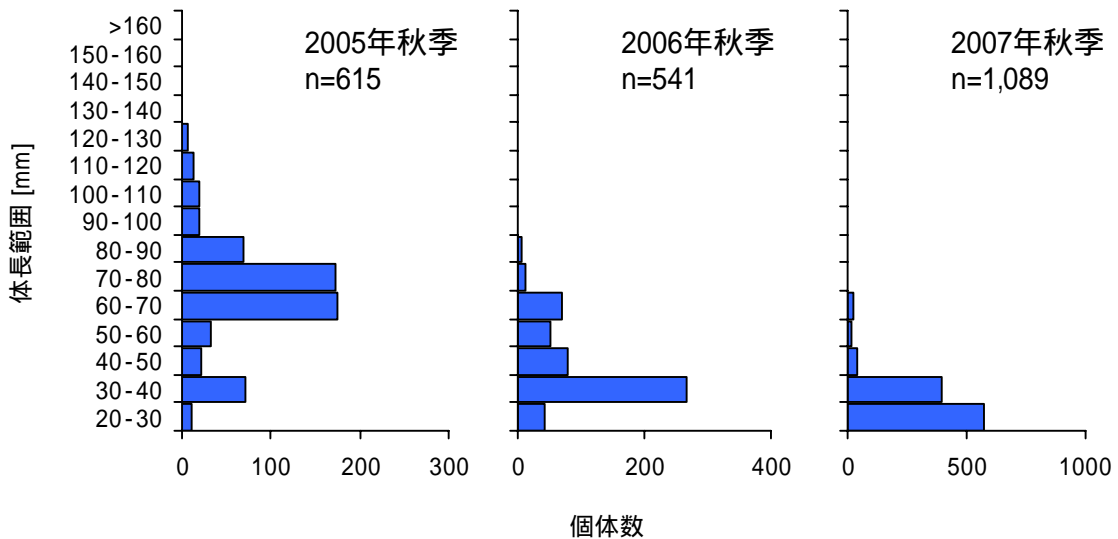
2.2.1 魚類相調査結果

乙女が池では依然としてブルーギルが圧倒的に優占している。2007年秋季では、ブルーギルの採集数は過年に比べ多く、オオクチバス採集数は過年に比べ少なかった。採集されたブルーギルのサイズは年々小型化している。



注) グラフ中数字は採集数を示す

図 2.22 魚類相の年比較 [乙女が池, 小型定置網・投網・タモ網・小型地曳網の合計]



小型定置網2基による採集結果

図 2.23 ブルーギル体長組成の年比較 [乙女が池]

表 2.4 魚類相調査 採集結果 [乙女が池, ~2007 年秋季調査]

漁法: タモ網・定置網・投網・小型地曳網

単位: 個体

No.	分類	種名	2005秋	2006秋	2007秋	合計
1	魚類	ワカサギ			2	2
2		モツゴ	2		1	3
3		オイカワ	6		2	8
4		ゲンゴロウブナ	1			1
5		オオクチバス	74	64	9	147
6		ブルーギル	810	686	1,286	2,782
7		ヌマチチブ			3	3
魚類 種類数			5	2	6	7
魚類 個体数			893	750	1,303	2,946
1	エビ類	ヌマエビ			1	1
2		テナガエビ	3	10	10	23
3		アメリカザリガニ		4	8	12
エビ類 個体数			3	14	19	36
合計			896	764	1,322	2,982

2.3 琵琶湖における繁殖場マップ情報の収集整理結果

2.3.1 繁殖場アンケート調査結果

沿湖のほぼ全域にわたる 30 漁協にアンケート用紙を配布し、うち 10 漁協から回答を得た。協力いただいた漁業者数は 81 名、情報事例数（人、確認日、魚種、確認状況、確認場所ごとに 1 事例としてカウント）はオオクチバスに関するもの 134、ブルーギルに関するもの 192 であった。



図 2.24 アンケート回答のあった漁協

表 2.5 アンケート回答結果

送付漁協数	回答漁協数	回答率
30	10	33.3

協力漁業者数	情報事例数		
	オオクチバス	ブルーギル	その他 (未記入含む)
81	134	192	13

これらの中には不完全な情報（例：場所がわからない、魚種がわからない等）も含まれていた。また、ほぼ完全な情報でも現地の詳細な様相が不明であった。これらのことから、得られた情報の中から 34 カ所を抽出し、現地踏査により追加情報を得た。現地踏査地点の抽出にあたっては、オオクチバス、ブルーギルそれぞれの産卵に関する情報が得られ

た場所について、可能な限り地域的に偏りが無いよう配慮した。以下の検討は、アンケート調査に現地踏査結果を合わせ、繁殖場マップの作成に使用可能な 252 データを抽出し使用した。

漁業者への外来魚繁殖場アンケート集計の結果、252 例(オオクチバス 99 例、ブルーギル 153 例)の情報が得られた。
 オオクチバス、ブルーギルのいずれも、仔魚の群れを確認した事例が多かった。
 オオクチバス、ブルーギルのいずれも、湖南での情報が最も多く、次いで湖東での情報が多かった。
 オオクチバス、ブルーギルのいずれも、6 月の確認事例が最も多かった。

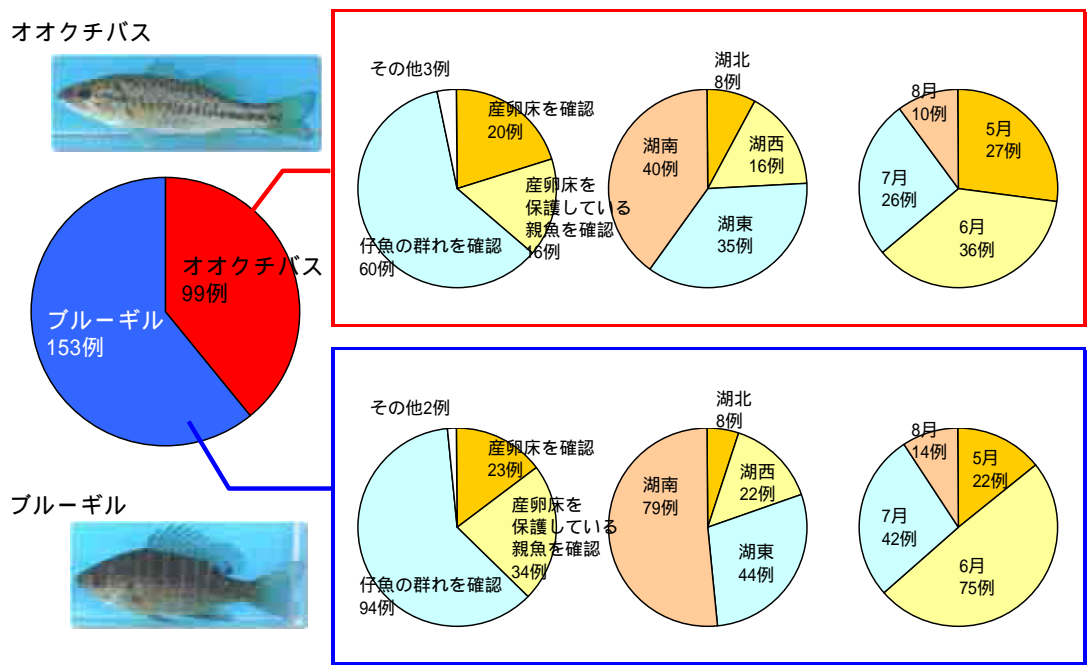
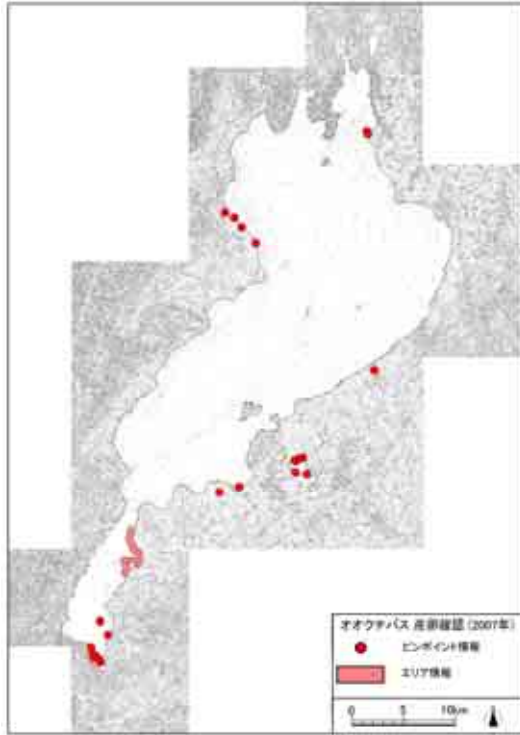
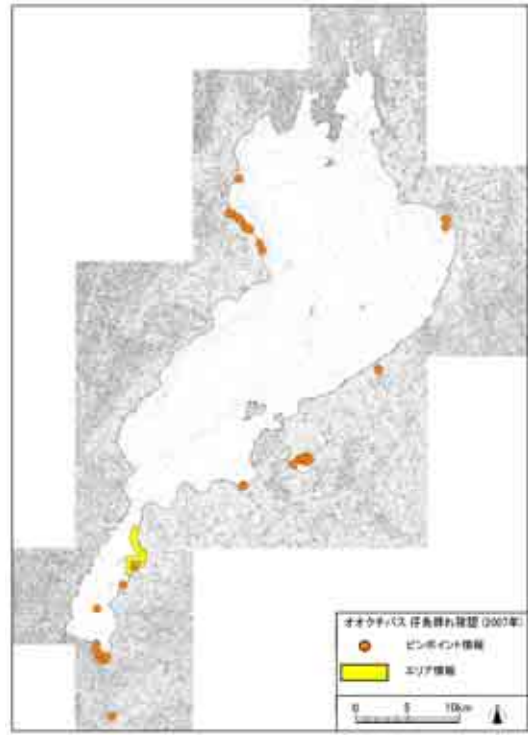


図 2.25 繁殖場アンケート集計結果

情報の位置としては、湖西の南半分および湖岸の西側の情報が得られなかった。なお、湖西の南半分については主にエリ漁を行っているため、外来魚の繁殖自体を確認する機会が少ないことがわかっている。

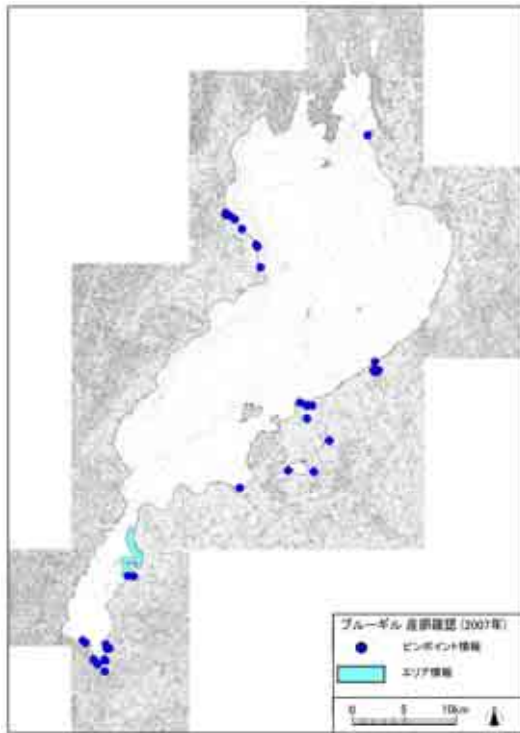


オオクチバス産卵情報(2007)

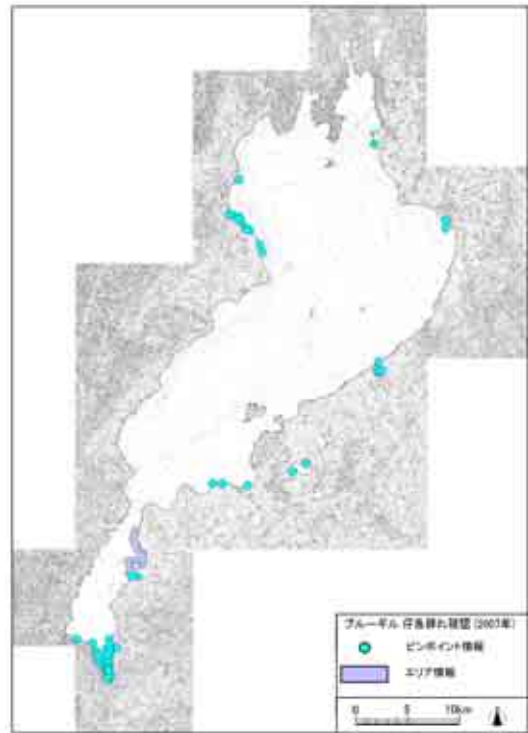


オオクチバス仔魚群れ確認情報(2007)

図 2.26 繁殖場アンケート調査結果(オオクチバス)



ブルーギル産卵確認情報(2007)



ブルーギル仔魚群れ確認情報(2007)

図 2.27 繁殖場アンケート調査結果(ブルーギル)

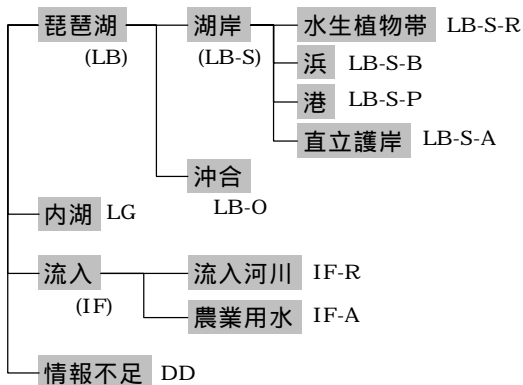
産卵を確認した情報(93 例)に着目し、地域(湖北・湖西・湖東・湖南)ごとに確認位置の環境別の事例数を集計した。

オオクチバス・ブルーギルともに、最も情報数が多かったのは湖東であり、その多くが内湖で確認された。

湖岸での確認例が多かったのは港(オオクチバス)および水生植物帯(オオクチバス、ブルーギル)であった。また、オオクチバス、ブルーギルともに琵琶湖の沖での確認事例も多く、これらは全て湖南であった。

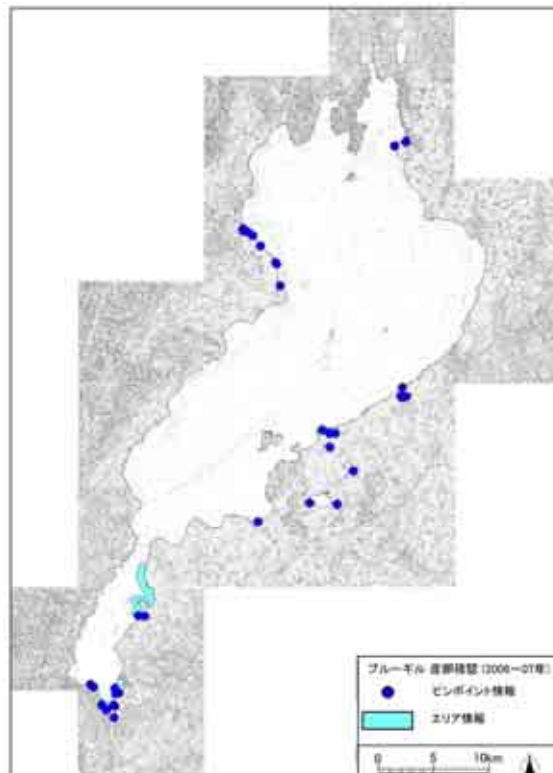
表 2.6 産卵場情報の環境分類別事例数

魚種	位置環境分類		(記号)	湖北	湖西	湖東	湖南	総計	
オオクチバス	琵琶湖	湖岸	水生植物帯	LB-S-R	1	1			2
			浜	LB-S-B				1	1
			港	LB-S-P	1	1	2	1	5
			直立護岸	LB-S-A				1	1
		沖	LB-O				5	5	
	内湖		LG			14		14	
	流入	流入河川	IF-R			1		1	
		農業水路	IF-A					0	
	情報不足		DD		2		5	7	
	計				2	4	17	13	36
ブルーギル	琵琶湖	湖岸	水生植物帯	LB-S-R	1	4		2	7
			浜	LB-S-B					
			港	LB-S-P		3	4		7
			直立護岸	LB-S-A				4	4
		沖	LB-O				5	5	
	内湖		LG			17	4	21	
	流入	流入河川	IF-R			6		6	
		農業水路	IF-A					0	
	情報不足		DD		2		5	7	
	計				1	9	27	20	57
総計				3	13	44	33	93	



昨年(2006年)に行った各漁協への聞き取り調査とあわせ、オオクチバス等の産卵場情報を図示した。

湖東では琵琶湖に面した場所での産卵情報が少なく内湖や流入河川内に偏っていた。湖南では沖合いでも産卵可能であるが、北湖ではそのような情報はなかった。北湖では港内、水生植物帯など外湖に直接面さない場所での産卵情報が多かった。



オオクチバス産卵確認情報(2006-2007)

ブルーギル産卵確認情報(2006-2007)

図 2.28 繁殖場アンケート調査結果(ブルーギル)

2.4 防除体制に関する検討結果

(未実施)

3 考察

3.1 データの整理

“成魚”の判断

野田沼において駆除したオオクチバスとブルーギルについて、体長から成魚と当歳魚を区別した。なお、ここでは成魚は2006年に生まれた個体、当歳魚は2007年に生まれた個体とする。

小型三枚網および一枚網で採集されたオオクチバスは114~283mmSL、ブルーギルは72~195mmSLであり、採集時期からみて2007年生まれとは考えられないため全て成魚とした(図3.1)

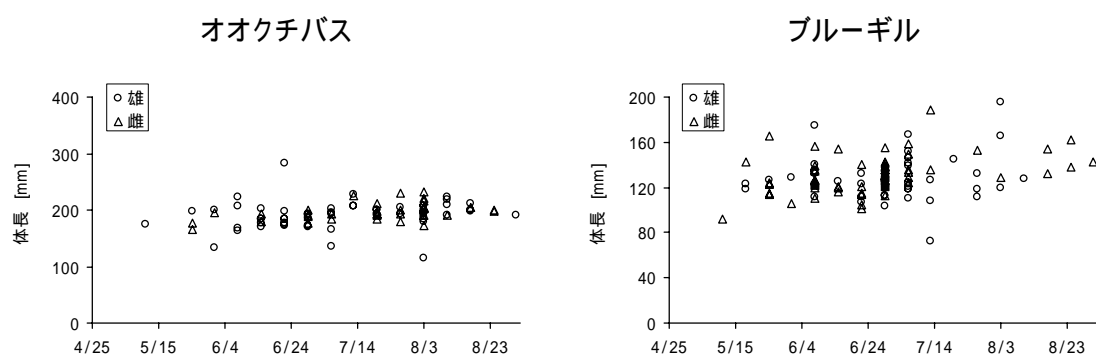


図 3.1 小型三枚網・一枚網で採集されたオオクチバス、ブルーギルの体長 [野田沼, 2007]

小型三枚網以外にオオクチバスを駆除した方法として、仔稚魚駆除と魚類相調査があげられる。仔稚魚駆除では7/20に34.2mmSLの個体を駆除しており、これは2007年生まれと考えられた。魚類相調査では2006年11月から2007年8月の3回が駆除効果検証の対象となり、得られた個体は全て成魚と判断した。なお、2007年秋の魚類相調査をもって駆除効果を評価するため、それ以降は今回は対象外となる(図3.2)。

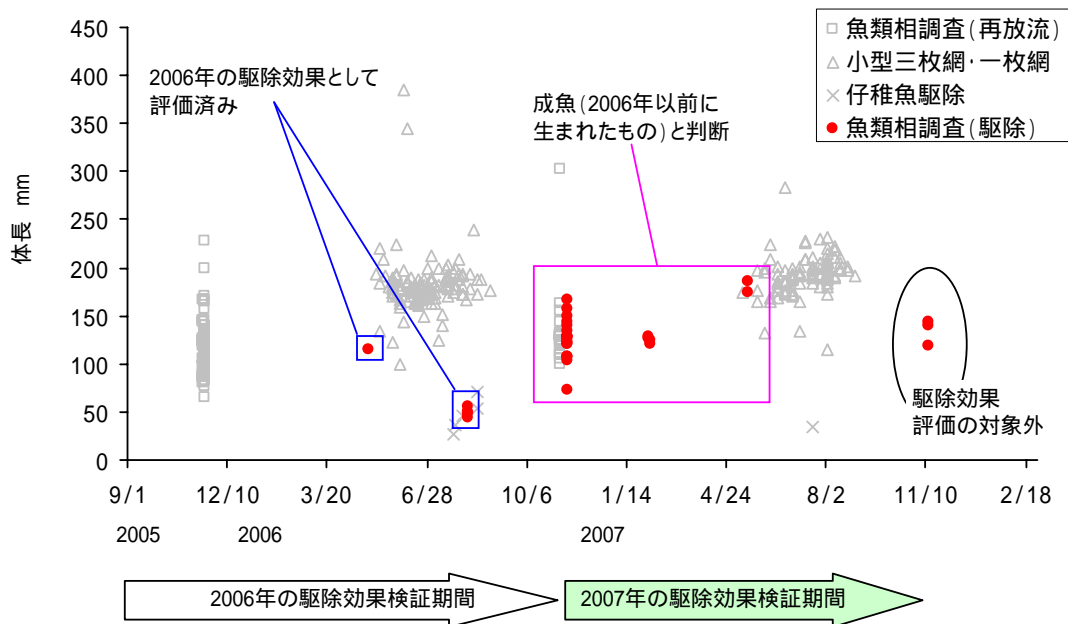


図 3.2 魚類相調査で駆除されたオオクチバスの体長 [野田沼]

小型三枚網以外にブルーギルを駆除した方法として、仔稚魚駆除、仔稚魚調査と魚類相調査があげられる。図 3.3 に示したとおり、仔稚魚駆除得られた大型個体は 2006 年以前に生まれたもの（成魚）と判断し、それら以外は 2007 年生まれの当歳魚と判断した。仔稚魚調査では 9 月に 22.1mmSL の個体を駆除しており、これは 2007 年生まれの当歳魚と判断した。魚類相調査では 2006 年 11 月から 2007 年 8 月の 3 回が駆除効果検証の対象となり、2007 年 8 月の 4 個体（12-23mmSL）を 2007 年生まれの当歳魚、それ以外を 2006 年以前に生まれた成魚と判断した。なお、オオクチバスと同様、2006 年秋の魚類相調査をもって駆除効果の評価するため、それ以降は今回は対象外となる（図 3.4）。

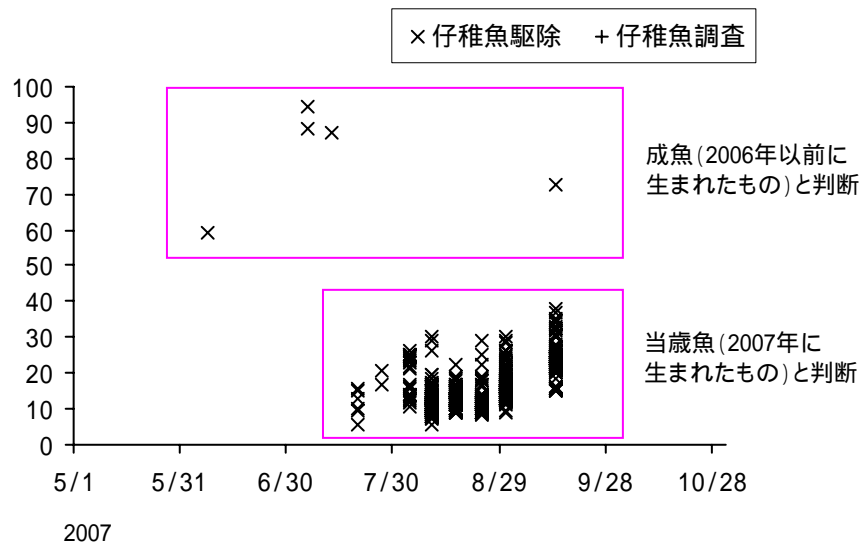


図 3.3 仔稚魚駆除・仔稚魚調査で駆除されたブルーギルの体長 [野田沼]

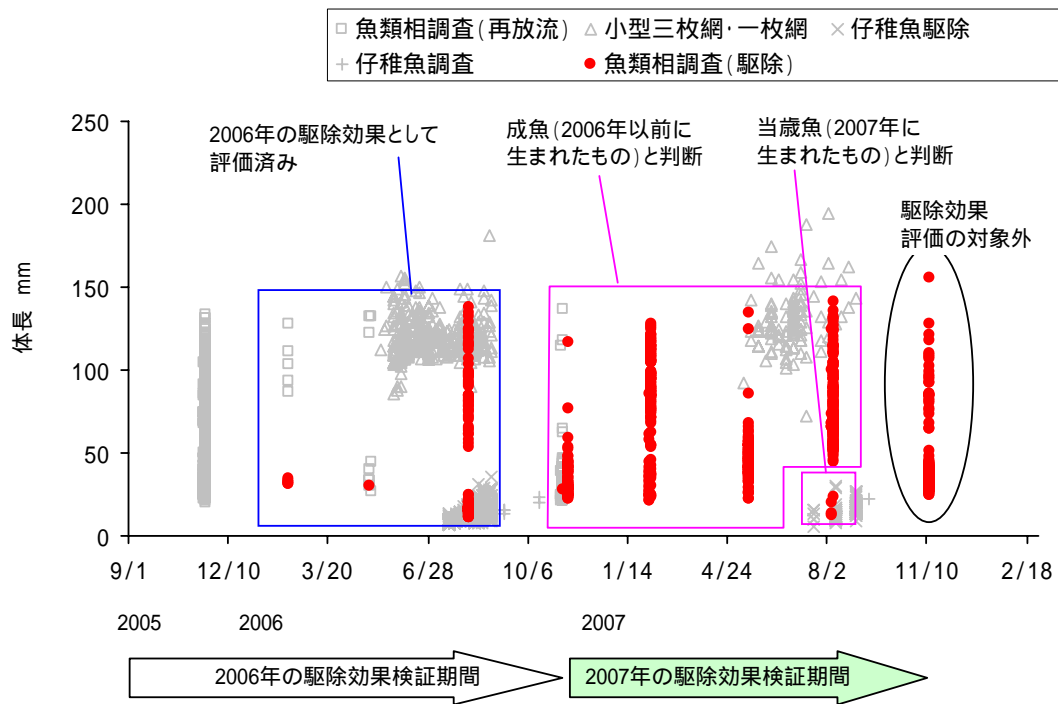


図 3.4 魚類相調査で駆除されたブルーギルの体長 [野田沼]

“親魚”の判断

野田沼において駆除したオオクチバスとブルーギルについて、GSI*から成魚と親魚を区別した。但し、GSIを測定したのは小型三枚網・一枚網による採集のみであることから、魚類相調査で採集された成魚にも親魚が含まれている可能性はあるもののここでは取り扱わなかった。

小型三枚網で採集されたオオクチバスのGSI頻度分布を2006年の結果とあわせ図3.5に示した。雌雄ともに2峰型をなしたため、大まかに0.3%以上(雄) 2%以上(雌)を産卵可能な“親魚”とした(図3.5)。ブルーギルもオオクチバスと同様、GSI頻度分布2峰型(あるいはそれ以上)をなしたため、大まかに0.9%以上(雄) 4%以上(雌)を産卵可能な“親魚”とした(図3.6)。

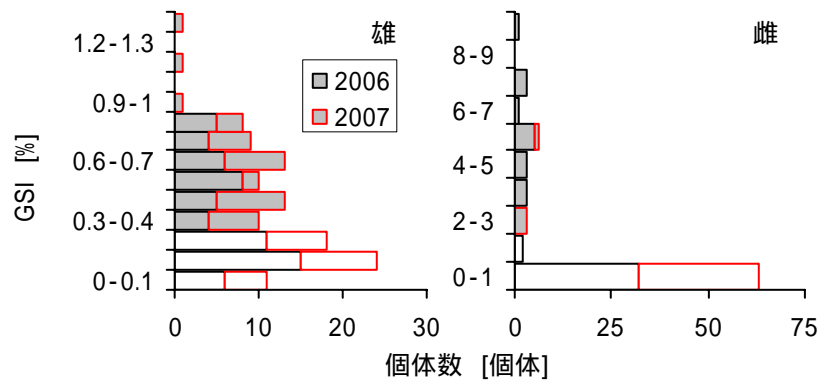


図 3.5 小型三枚網・一枚網で採集されたオオクチバス GSI の頻度分布 [2006-2007, 野田沼]

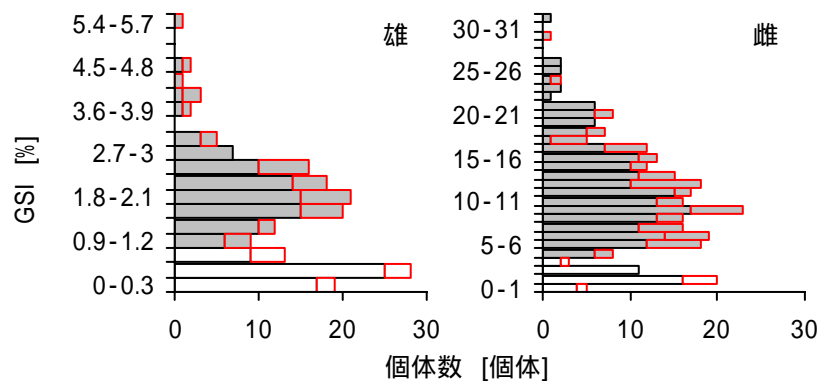


図 3.6 小型三枚網・一枚網で採集されたブルーギル GSI の頻度分布 [2006-2007, 野田沼]

* GSI ; 生殖腺指数 $GSI = \text{生殖腺重量} / (\text{体重} - \text{生殖腺重量}) \times 100$

駆除量まとめ

以上の検討により、2006年から2007年の“成魚駆除”効果の評価対象となる駆除量はオオクチバスで117個体18.7kg、ブルーギルで741個体22.0kgとなった。また、“繁殖抑制”効果の評価対象となる駆除量は、オオクチバスでは親魚38個体7.2kg、当歳魚1個体0.5g、ブルーギルでは親魚97個体9.2kg、当歳魚5,804個体232gとなった。これらに各魚種の産卵床の駆除（オオクチバス0床、ブルーギル4床）を加えたものが“繁殖抑制”のための駆除量となる。

表 3.1 野田沼におけるオオクチバス、ブルーギルの駆除量（～2007年秋）

項目	時期	オオクチバス						ブルーギル										
		成魚(2005年以前に生まれたもの)			当歳魚 ('06年生まれ)			成魚(2005年以前に生まれたもの)			当歳魚 ('06年生まれ)							
		親魚でない成魚	親魚	(計)	親魚でない成魚	親魚	(計)	親魚でない成魚	親魚	(計)	親魚でない成魚	親魚	(計)					
重量g	個体数	重量g	個体数	重量g	個体数	重量g	個体数	重量g	個体数	重量g	個体数	重量g	個体数					
駆除効果検証期間	魚類相調査	2005秋	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	魚類相調査	2006冬	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	0	0	7	6	0	0
	魚類相調査	2006春	30	1	0	0	30	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	魚類相調査	2006夏	0	0	0	0	0	0	14	5	2,266	55	0	0	2,266	55	19	99
	小型三枚網	2006年5～8月	10,275	71	8,824	48	19,099	119	0	0	6,206	85	20,101	267	26,307	352	0	0
	仔稚魚駆除	2006年5～8月	0	0	0	0	0	0	15	5	0	0	0	0	0	0	1,844	25,186
	仔稚魚調査	2006年5～10月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1
小計		10,305	72	8,824	48	19,129	120	29	10	8,480	147	20,101	267	28,581	414	1,872	25,286	
駆除効果検証期間	項目	時期	成魚(2006年以前に生まれたもの)			当歳魚 ('07年生まれ)			成魚(2006年以前に生まれたもの)			当歳魚 ('07年生まれ)						
			親魚でない成魚	親魚	(計)	親魚でない成魚	親魚	(計)	親魚でない成魚	親魚	(計)	親魚でない成魚	親魚	(計)				
	魚類相調査	2006秋	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	魚類相調査	2006秋2回目	1,069	21	0	0	1,069	21	0	0	221	88	0	0	221	88	0	0
	魚類相調査	2007冬	190	4	0	0	190	4	0	0	5,036	169	0	0	5,036	169	0	0
	魚類相調査	2007春	265	2	0	0	265	2	0	0	643	136	0	0	643	136	0	0
	魚類相調査	2007夏	0	0	0	0	0	0	0	0	5,522	230	0	0	5,522	230	0	4
	小型三枚網・一枚網	2007年5～8月	9,956	52	7,248	38	17,204	90	0	0	1,316	15	9,157	97	10,473	112	0	0
	仔稚魚駆除	2007年5～9月	0	0	0	0	0	0	0	1	56	5	0	0	56	5	231	5,799
仔稚魚調査	2007年5～10月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
小計		11,480	79	7,248	38	18,728	117	0	1	12,796	644	9,157	97	21,952	741	232	5,804	
合計		21,785	151	16,072	86	37,856	237	29	11	21,275	791	29,258	364	50,533	1,155	2,103	31,090	
駆除効果の評価区別				繁殖抑制	成魚駆除	繁殖抑制				繁殖抑制	成魚駆除	繁殖抑制						

注)2007年秋季以降の駆除量は含まない

3.2 野田沼における外来魚の生態

3.2.1 産卵期

産卵床確認日

現地ではオオクチバスの産卵床は確認されなかった。ブルーギルについては、実際に産卵床を確認した時期は 6 月下旬、7 月下旬であり（表 3.2）これらの時期は明らかに産卵期間であったといえる。

表 3.2 産卵床確認日 [2007 年, 野田沼]

種名	産卵床確認日
オオクチバス	(確認されなかった)
ブルーギル	6/29、7/20

GSI 変化からの推定

一般に、GSI は産卵期に最大値を示し、産卵期が終了すると生殖腺の萎縮により急速に低下する。小型三枚網・一枚網で採集されたオオクチバスの GSI の変化を個体別、雌雄別に図 3.7 に示した。

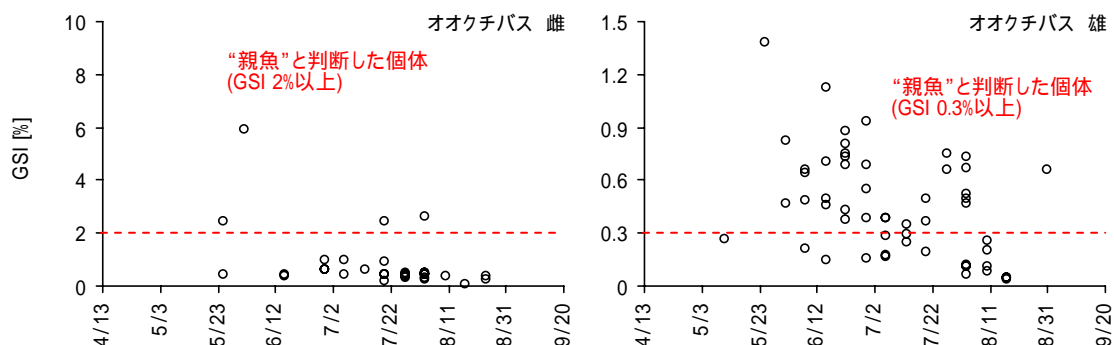


図 3.7 小型三枚網+一枚網で採集されたオオクチバスの GSI 変化 [2007 年, 野田沼]

オオクチバスの GSI は雌雄ともに期間中に低下傾向がみられた。"親魚"と判断された個体は 5 月下旬～8 月上旬（雌）、8 月下旬（雄）にみられたことから、雌雄ともに繁殖可能と考えられる個体が採集された期間、すなわち 8 月上旬までが産卵期であったと推定された。

ブルーギルについてもオオクチバスと同様に、小型三枚網で採集された個体の GSI の変化を個体別、雌雄別に図 3.8 に示した。

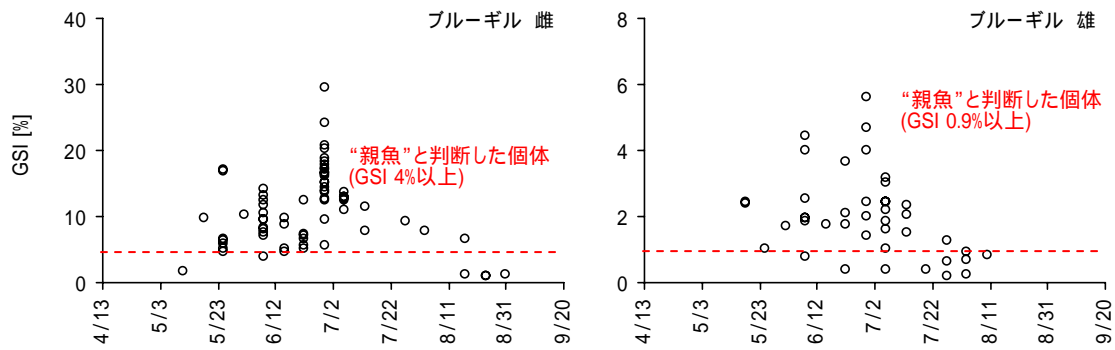
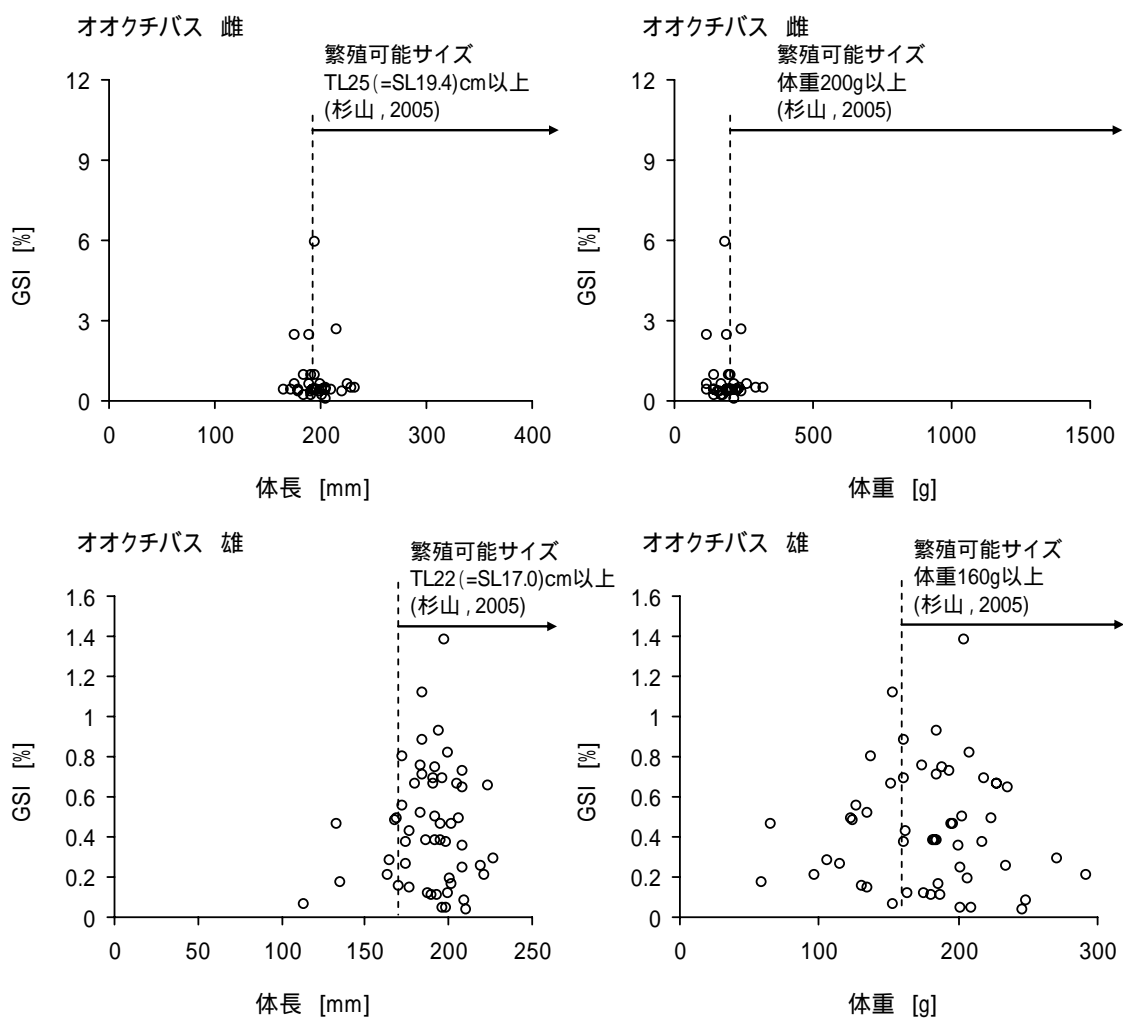


図 3.8 小型三枚網+一枚網で採集されたブルーギルの GSI 変化 [2007 年, 野田沼]

ブルーギルの GSI は雌雄ともに 6 月下旬をピークにその後低下傾向がみられた。“親魚”と判断された個体は 5 月中旬～8 月中旬（雌）、8 月上旬（雄）にみられたことから、雌雄ともに繁殖可能と考えられる個体が採集された期間、すなわち 8 月上旬までが産卵期であったと推定された。

なお、オオクチバスの繁殖可能なサイズについて、杉山（2005）は雌で全長 25cm、体重 200g、雄で全長 22cm、体重 160g で成熟するとしている。本調査の小型三枚網・一枚網で得られたオオクチバスの GSI と体長、体重の関係は図 3.9 に示すとおりであり、2006 年同様、杉山（2005）の示す繁殖可能サイズよりも小さい個体でも高い GSI を示していた。



香川水試によるオオクチバス全長 - 体長換算式 $SL = 0.7189 \times TL^{1.023}$ を用い杉山（2005）の全長を体長に変換した

図 3.9 小型三枚網、一枚網で採集されたオオクチバスの GSI と体長・体重の関係 [2007 年、野田沼]

水温変化からの推定

既往知見より、オオクチバス、ブルーギルの産卵期水温をまとめ表 3.3 に示した。残念ながらブルーギル産卵期の水温上限に関する情報は得られなかったが、これは本種の産卵期が時に最高水温期を超え 9 月に至ることから、産卵の終焉が水温によるものでないと判断されているためではないかと推測される。

これらの知見より、昨年度と同様にオオクチバスの産卵期水温を 15~24、ブルーギルの産卵期水温を 20 以上として推定を行った。

表 3.3 オオクチバスの産卵期水温

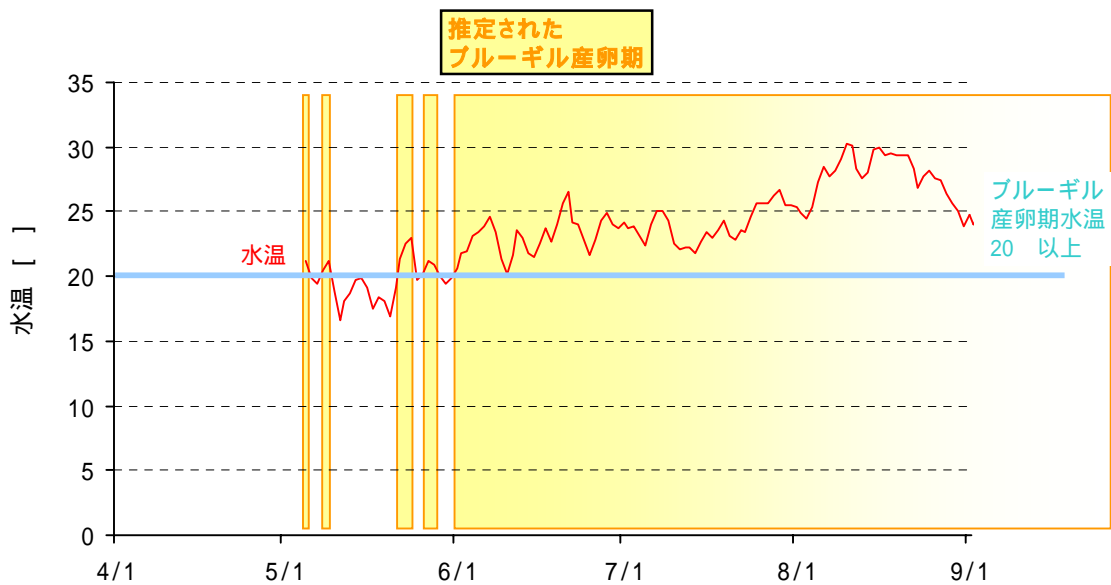
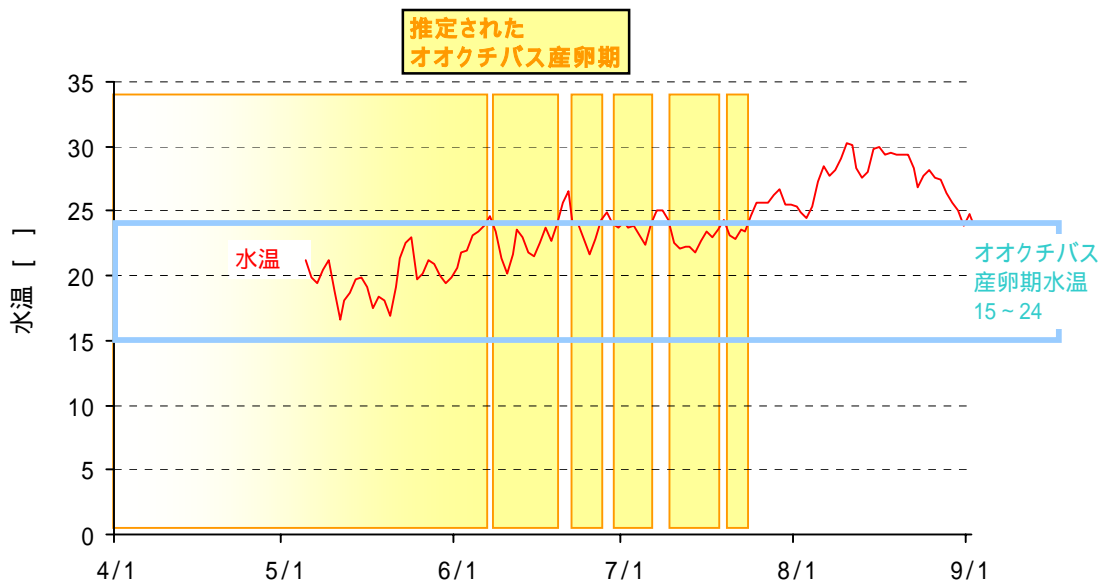
文献	場所	水温帯
Kramer and Smith(1962)	ミネソタ州	15-24
津村(1989)	琵琶湖	11.8~23.3 主に 16~20 前後
前畑(2001)	-	16~22
伊豆沼マニュアル(2006)*	-	(開始)15 前後
遠藤・宇部(2006)	岩手県御所湖	(開始)15 前後

表 3.4 ブルーギルの産卵期水温

文献	場所	水温帯
全内協(1992)	-	20 以上

野田沼湖内の 2 ヲ所（沿岸部と中央）の表層に設置したデータロガーによって得られた日平均水温を、各日について平均した値を野田沼平均水温とし、その変化に上記産卵水温（15~24）を重ねたところ、野田沼におけるオオクチバスの産卵期はおよそ 7 月下旬まで、ブルーギルは 5 月上旬以降であったと推定された。

*環境省・宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団，2006



野田沼平均水温:野田沼湖内(沿岸・中央表層)におけるデータロガーによる連続測定結果から毎日の平均値を求め、日付ごとに2箇所を平均した値

図 3.10 水温によるオオクチバス・ブルーギル産卵期の推定 [2007年,野田沼]

仔稚魚採集結果からの推定

仔稚魚駆除(サーフネットおよびサデ網)により採集されたブルーギル仔稚魚の体サイズより、孵化日の逆算を試みた。

仔稚魚駆除により採集されたブルーギル仔稚魚について、毎回の試料から無作為に最大200個体程度(全8回、総計733個体)を抽出し、全長を測定した結果を図3.11に示す。この図より、昨年同様にブルーギル仔稚魚は複数回にわたり孵化していることがうかがえる。

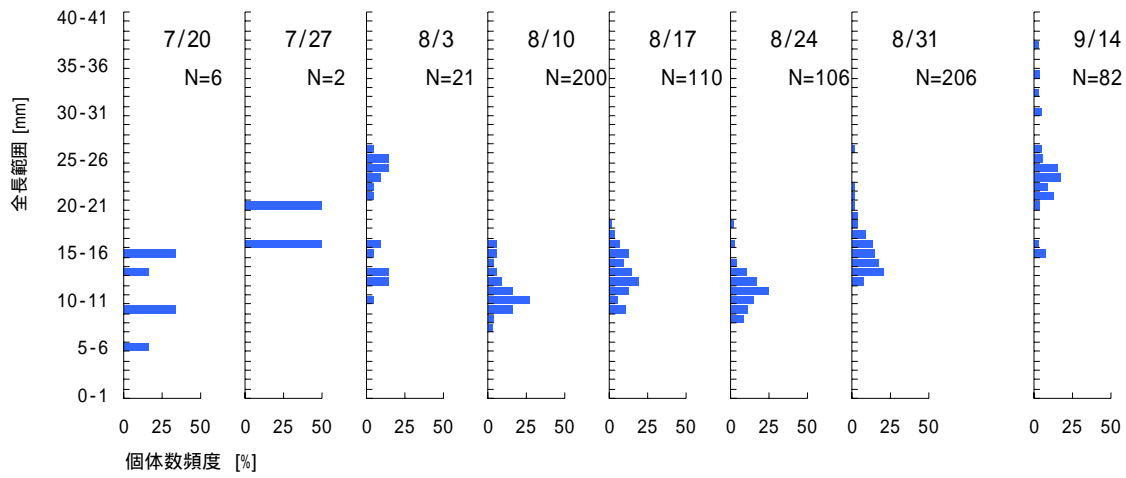


図 3.11 ブルーギル仔稚魚の全長変化 [2007 年, 野田沼]

得られたブルーギルの全長組成の変化より、ブルーギルの初期成長について MARQUALDT 法によるコホート解析を行い (図 3.12) 得られた最頻値の変化から 2007 年のブルーギル仔魚の野田沼における成長を求めた (図 3.13)。

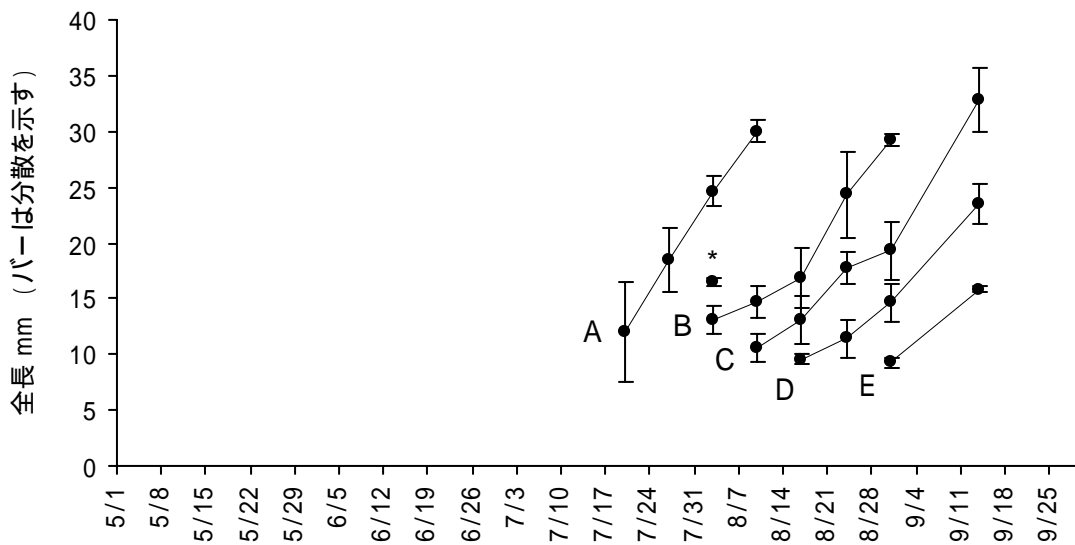
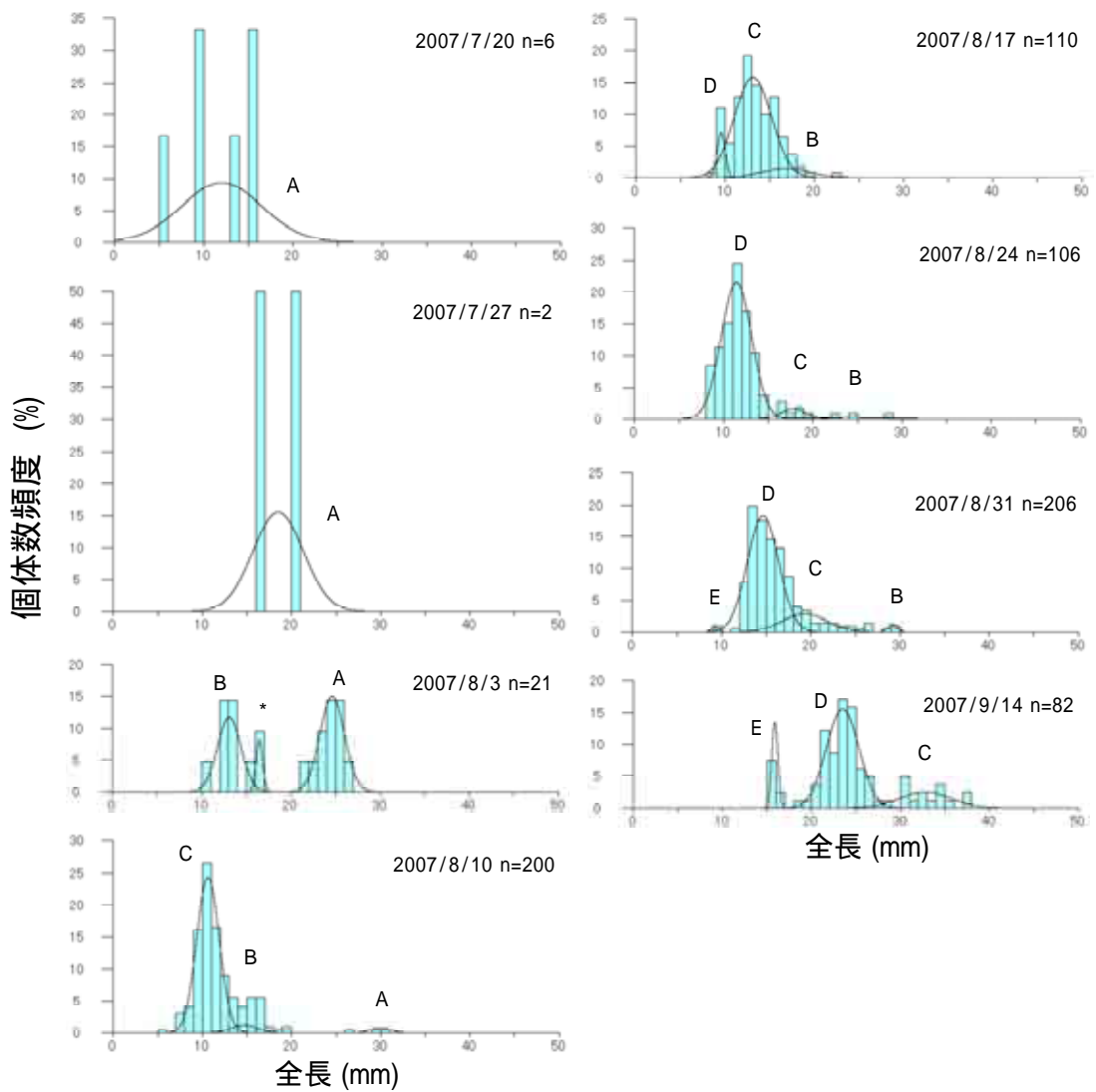


図 3.12 ブルーギル仔稚魚の全長変化 [2007 年, 野田沼]



縦軸：個体数、横軸：全長 mm

図 3.13 ブルーギル仔魚の全長頻度分布によるコホート解析結果 [2007年, 野田沼]

ブルーギル孵化仔魚は全長 3.1~3.5mm とされている（全内協，1992）ことから、おおよそではあるが野田沼におけるブルーギルの孵化日が推定でき、さらに孵化日数を引くことで産卵期が推定できる。孵化日数は水温 20~21 で 48~52 時間（赤崎ほか，1970）、24.5 で 37~43 時間、28.5 で 27~29 時間（中村ほか，1971）とされていることから、図 3.14 に示す通り、産卵期は主に 7月上旬~8月中旬と推定された。

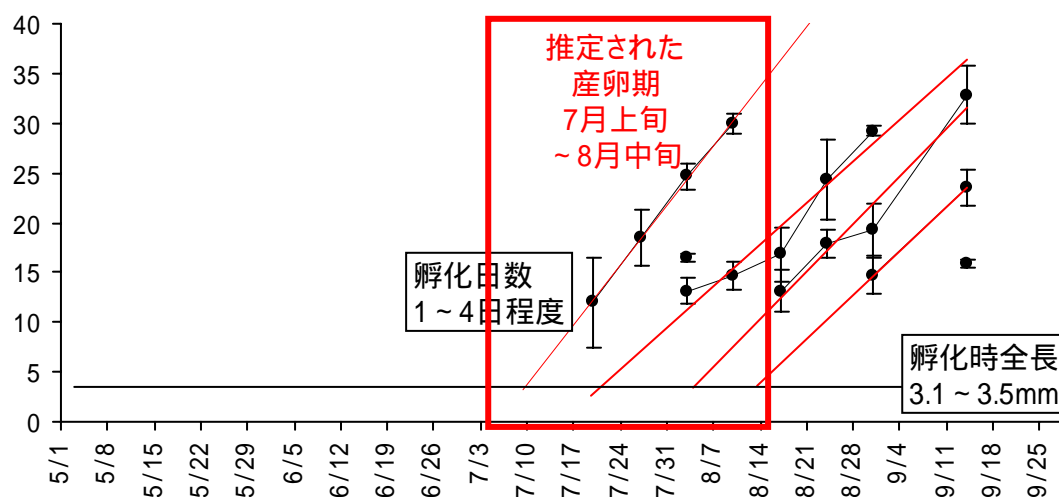


図 3.14 ブルーギルの成長による産卵期の推定結果 [野田沼]

なお、オオクチバスについては仔稚魚駆除で 1 個体（全長 34.2 mm、7/20）しか確認されていないことから、仔魚の出現から産卵期を推定することはできなかった。

本調査による確認・推定結果と他事例の比較

以上の野田沼における産卵期推定結果を、既往知見と照らし表 3.5 に示した。産卵が実際に確認されており、もしくは他からの推定で2項目以上が該当した期間を赤線で囲った。

本調査結果から総合的にみて、野田沼におけるオオクチバスの産卵期は5月上旬～7月下旬、ブルーギルの産卵期は5月中旬～8月中旬と推定された。また、この結果は他の既往知見からみてほぼ妥当であり、オオクチバスの産卵期がブルーギルのそれよりもやや早い点も一致した。

表 3.5 野田沼における産卵期推定結果と他水域(既往知見)の比較 [2007年]

種名	場所	内容	4月			5月			6月			7月			8月			9月			
			上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
オオクチバス	野田沼	産卵床確認																			
		GSI変化からの推定																			
		水温変化からの推定																			
琵琶湖 芦ノ湖	琵琶湖(北湖西岸)	前畑(2001)																			
		琵琶湖河川事務所																			
		前畑(2001)																			
一般	全内協																				
ブルーギル	野田沼	産卵床確認																			
		GSI変化からの推定																			
		仔稚魚からの推定																			
		水温変化からの推定																			
琵琶湖(北湖西岸) 琵琶湖(南湖東岸) 大阪府(試験池)	琵琶湖河川事務所	琵琶湖河川事務所																			
		琵琶湖河川事務所																			
		大阪淡水試(1974;1976)																			
西日本	寺嶋(2001)																				

(参考) 2006年の検討結果

種名	場所	内容	4月			5月			6月			7月			8月			9月		
			上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
オオクチバス	野田沼	産卵床確認																		
		GSI変化からの推定																		
		水温変化からの推定																		
琵琶湖 芦ノ湖	琵琶湖(北湖西岸)	前畑(2001)																		
		前畑(2001)																		
		一般	全内協																	
ブルーギル	野田沼	産卵床確認																		
		GSI変化からの推定																		
		仔稚魚からの推定																		
		水温変化からの推定																		
大阪府(試験池)	大阪淡水試(1974;1976)																			
西日本	寺嶋(2001)																			

参考) 琵琶湖湖岸ヨシ帯周辺におけるオオクチバス・ブルーギルの産卵期

- ・ 「ブルーギルの産着卵は 6/8～8/13 に確認され、コイ・フナ類やホンモロコに比べ遅かった。」(2003 年・北湖西岸)
- ・ 「オオクチバスの産着卵は 5/2～6/8 に確認され、同じサンフィッシュ科のブルーギルよりも早く、コイ・フナ類やホンモロコと同時期に産卵を行っていた。」(2003 年・北湖西岸)
- ・ 「オオクチバスの産着卵は 5/8～6/19 に確認され、同じサンフィッシュ科のブルーギルよりも産卵開始時期は早いですが、コイ・フナ類やホンモロコに比べると約一ヶ月遅かった。ブルーギルの産着卵は 5/28～6/10 に確認され、コイ・フナ類やホンモロコに比べ産卵開始時期が遅かった。」(2004 年・北湖西岸)
- ・ 「ブルーギルの産着卵は 7/11 から 8/19 にかけて確認され、コイ・フナ類やホンモロコ、ナマズと比較すると産卵開始時期が遅く、同じサンフィッシュ科のオオクチバスに比べても約 1 ヶ月遅かった。」(2005 年・北湖西岸)
- ・ 「オオクチバスの産着卵は 6/8 から 7/11 にかけて確認され、同じサンフィッシュ科のブルーギルよりも産卵開始時期は早いですが、コイ・フナ類やホンモロコに比べると約 2 ヶ月遅かった。」(2005 年・北湖西岸)
- ・ 「オオクチバスの産着卵は 6/5 から 7/8 にかけて確認された。」(2006 年・北湖東岸)
- ・ 「ブルーギルの産着卵は 6/5 から 8/13 にかけて確認された。」(2006 年・北湖東岸)
- ・ 「ブルーギルの産着卵は 5/29 から 8/3 にかけて 5 回確認された。」(2006 年・南湖東岸)
(国土交通省琵琶湖河川事務所資料より引用)

3.2.2 産卵場所

産卵床を確認した場所

実際に外来魚の産卵床を確認した場所を図 3.15 に示す。オオクチバスの産卵床は確認されなかった。

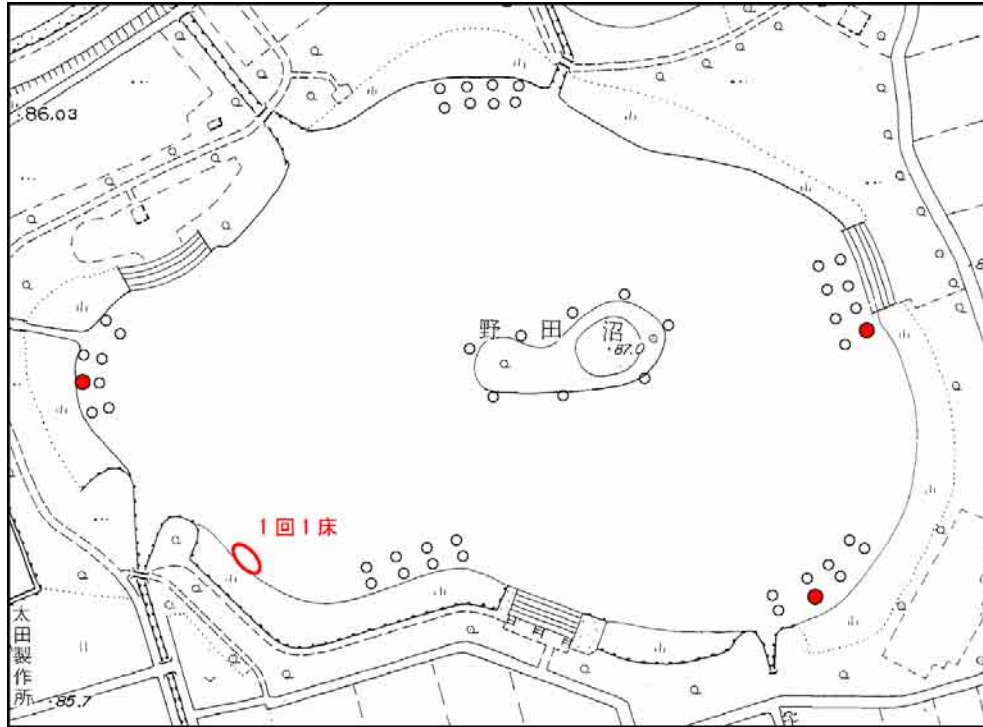


図 3.15 ブルーギル産卵床確認位置 [2007年,野田沼]

成魚はどこで多かったか

オオクチバス・ブルーギルはともに水底に産卵床を作り、雄が保護する性質をもつ。従って、産卵場所には産卵親魚が長く留まるため、推測された産卵期に小型三枚網・一枚網での採集が多かった場所が産卵場として利用されている可能性が高いと考えられる。

小型三枚網による外来魚の採集数を月別に図 3.16、図 3.17 に示した。オオクチバスは採集数が少なかったことから分布の偏りについて明らかでなく、産卵場を推定するに至らなかった。ブルーギルは5-6月にE区域で多く、6月にはほかにB、C、F区域で多かったが顕著な偏りはみられなかった。

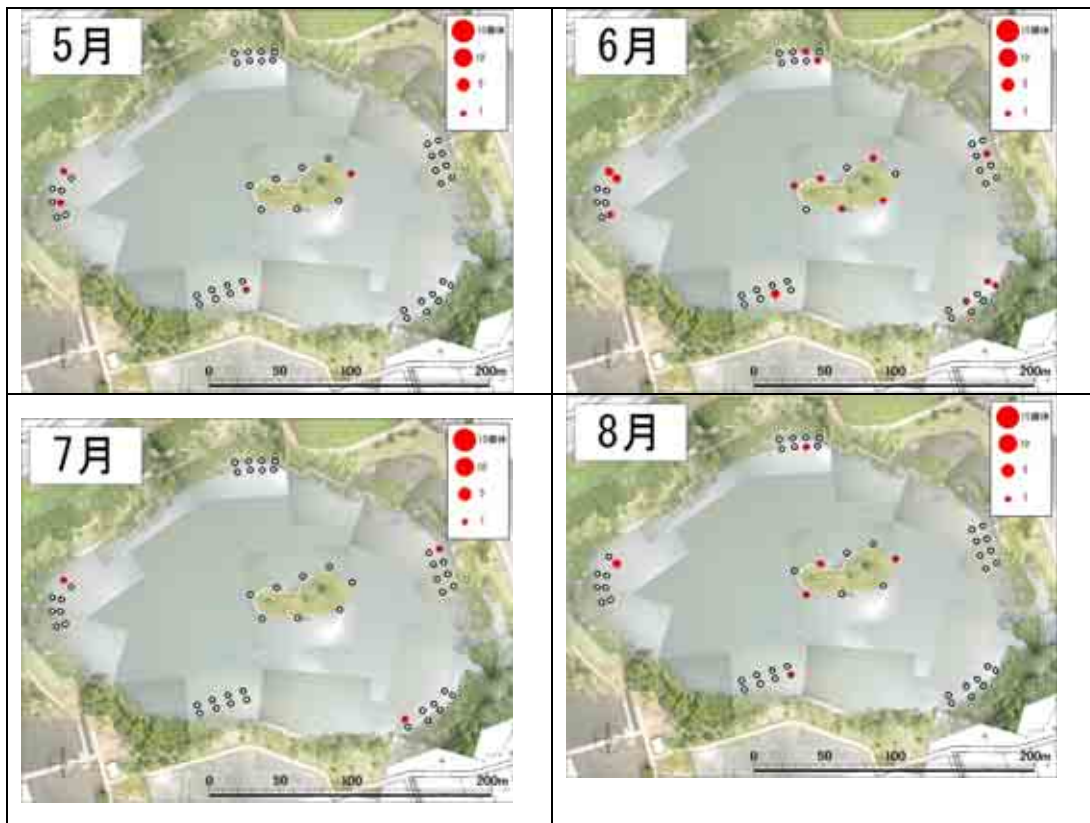


図 3.16 小型三枚網で採集されたオオクチバスの分布 [2007年, 野田沼]

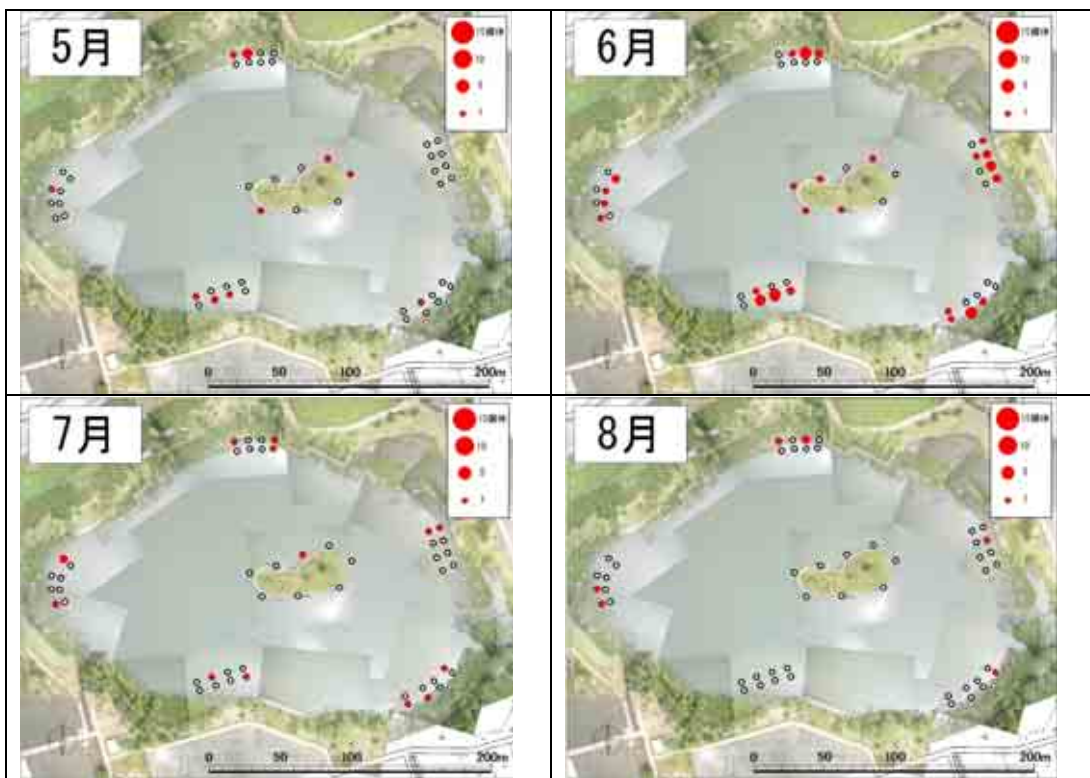


図 3.17 小型三枚網で採集されたブルーギルの分布 [2007年, 野田沼]

GSI が高い個体はどこで多かったか

産卵前の親魚は GSI が高いため、GSI の高い個体が採集された場所は産卵場に近い可能性が高い。小型三枚網の設置地点（48 カ所）と一枚網（各区域 1 カ所）ごとに、採集されたオオクチバス雌各個体の GSI をプロットすると（図 3.18）、オオクチバスで繁殖可能と考えられた GSI の高い個体は B、C、D、E 区域でそれぞれ 1 個体ずつであり、採集場所に偏りはなく産卵場所を推定するに至らなかった。

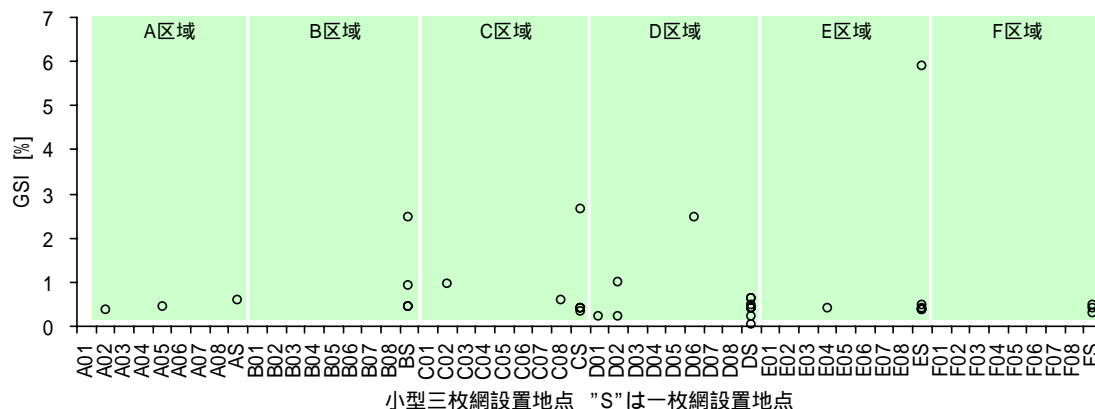


図 3.18 オオクチバス雌 GSI の分布 刺網設置場所別 [2007 年, 野田沼]

オオクチバスの GSI 分布について水深別にみても（図 3.19）、GSI の高い個体が多い特定的水深帯はみられなかった。なお、オオクチバス雌の“親魚”4 個体のうち 3 個体は一枚網で採集されたため水深不明であり本図には載っていない。

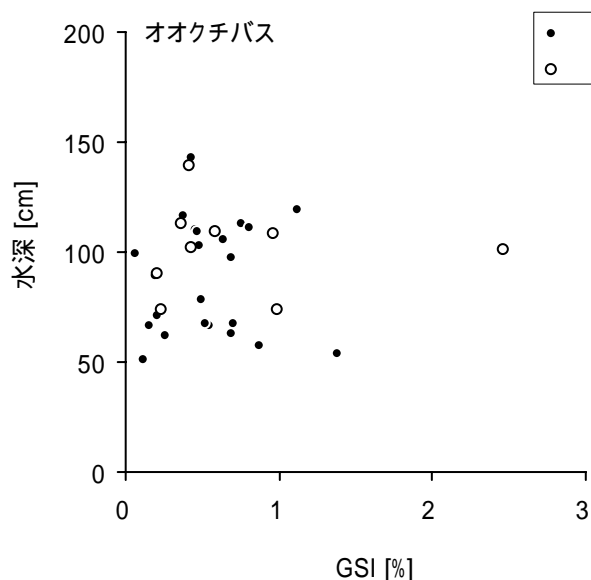


図 3.19 オオクチバス GSI の分布 水深別 [2007 年, 野田沼, 小型三枚網]

ブルーギル雌でもやはり GSI の高い個体が全区域でみられ、オオクチバスと同様に GSI から産卵場所を推定することは困難であった（図 3.20）。これは、GSI の頻度分布でも同様であった（図 3.20）。

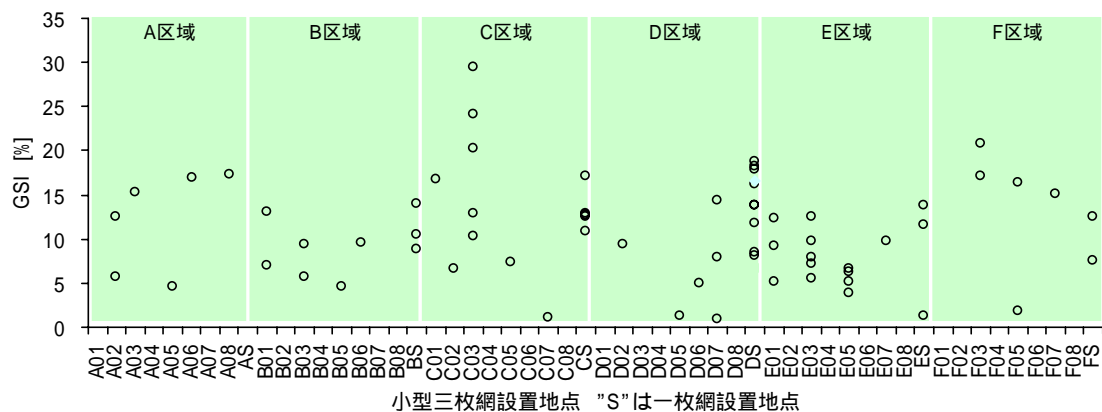


図 3.20 ブルーギル雌 GSI の分布 刺網設置場所別 [2007 年, 野田沼]

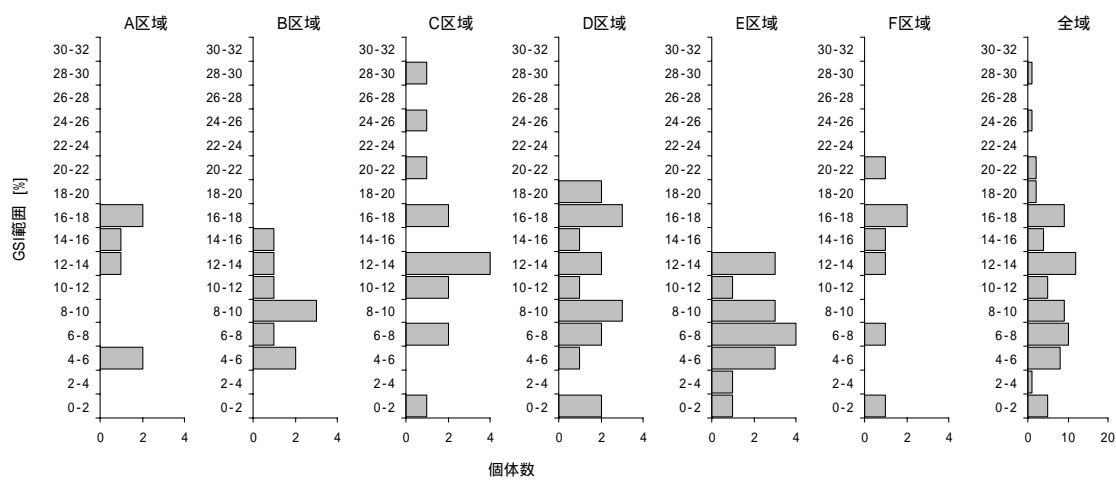


図 3.21 区域別にみたブルーギル雌 GSI 頻度分布 [2007 年, 野田沼]

ブルーギルの GSI 分布について水深別にみると(図 3.22)、GSI の高い個体は低い個体に比べ比較的浅い水深帯、特に GSI が 20% を超えるような個体は水深 1m 以浅で採集されているものが多く、これは 2006 年の調査結果と一致した。

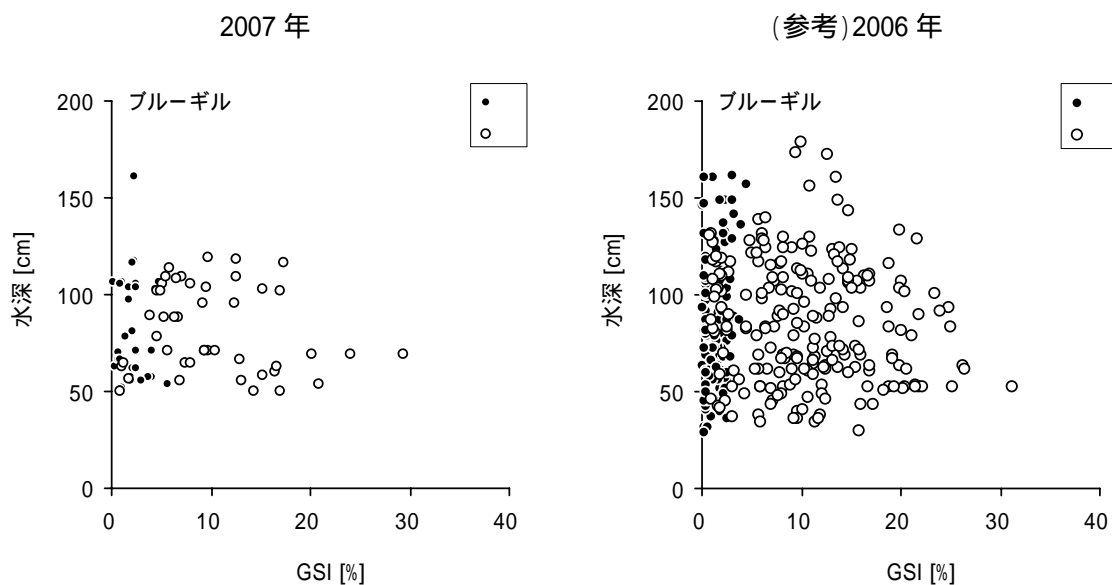


図 3.22 ブルーギル GSI の分布 水深別 [2007 年, 野田沼, 小型三枚網]

まとめ

オオクチバスは産卵床の確認がなく、また小型三枚網・一枚網での採集数や GSI の分布にも平面的な偏りがみられなかったことから、2006 年同様に特定の産卵場は推定できなかった。ブルーギルはわずかな産卵床が広い範囲で確認され、オオクチバスと同様に採集数や GSI の分布に平面的な偏りはみられなかった点で 2006 年と同様であったことから、特定の産卵場はないものと考えられた。

3.2.3 成育場所

昨年同様、野田沼ではオオクチバス仔稚魚はほとんど確認されなかった

オオクチバスの仔稚魚は群れをなすことが知られており、ある程度水が澄んだ状態では水面上から容易に観察することができるが、産卵期から想定される成育期（5～8月）に週1回のペースで湖内を観察したにもかかわらずオオクチバス仔稚魚の群れは全く確認されなかった。4～10月に10回行った仔稚魚調査でもオオクチバスは全く採集されていない。サデ網およびサーフネットを用いた仔稚魚駆除では、7/20に1個体（全長34.2mm）を確認したのみである。以上のことから、野田沼内でオオクチバスが成育している状況は確認されていない。

2006年の野田沼では出水後にある程度成長した個体が5個体（3-7cm）採集されていた。これを受け、2007年には流出水路での魚類移動調査を実施、8/17に6個体（34-44mm、うち琵琶湖から野田沼方向へ5個体）が採集されたことから、このサイズの当歳魚がわずかながら琵琶湖から野田沼へと侵入するものと考えられた。

野田沼におけるブルーギル仔稚魚の出現状況

ブルーギルの仔稚魚はオオクチバスほど顕著な群れを形成しない（全内協，1992）が、群がり（方向不定の集団）を形成することはある。これらの仔稚魚は主に仔稚魚駆除で採集され（図 3.23）湖内の南側で比較的多い傾向がみられた。なお、ブルーギル仔魚がみられた場所をより詳細に記述すると、沈水植物が生えている場所、あるいは沈船の周辺であり、ヨシ帯直近よりはその沖側に数m離れた場所で多く確認された。

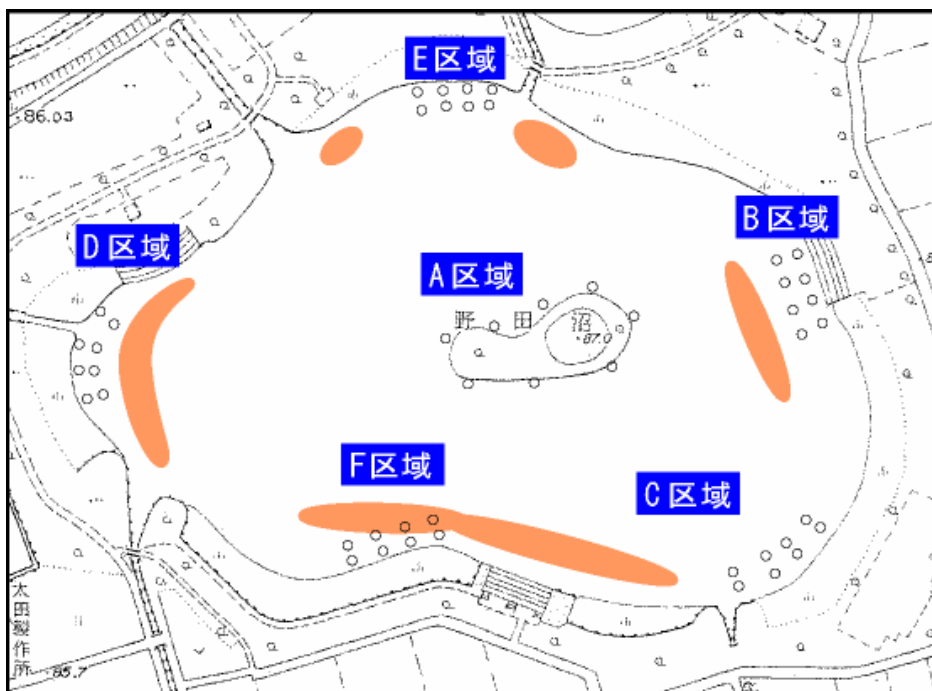


図 3.23 ブルーギル仔魚の主な確認範囲 [2007年, 野田沼]

3.2.4 オオクチバスの繁殖について

野田沼でオオクチバスは繁殖していたのか？

すでに述べたとおり、野田沼で得られたオオクチバスの GSI が時期を追って低下したことは、野田沼におけるオオクチバスの繁殖を示唆している。一方で、産卵床が確認されなかったこと、仔魚が全く確認されず、稚魚もごくわずかであったことは、野田沼でオオクチバスがほとんど繁殖していなかったことを示唆しており、昨年同様に相反する結果となった。

この可能性として考えられることは以下のとおりである。

オオクチバスが野田沼で繁殖していたとすると、

- 1 産卵床、仔稚魚の見落とし
- 2 産卵したが何らかの要因により孵化あるいはごく初期の成長ができなかった
- 3 産卵床の見落とし・孵化しごく初期に仔魚が他水域へ移動した

オオクチバスが野田沼で繁殖していなかったとすると、

- 1 他水域（琵琶湖等）で産卵した成魚が野田沼に侵入していた

これらについて昨年は、 -2、 -1 の可能性が高いものとしていた。

今年は追加検討として、野田沼と琵琶湖の魚類移動状況について調査を行ったため、この結果を踏まえ追加検討を行った。

まず、仔魚トラップ（野田沼 琵琶湖方向の仔魚を捉える）ではオオクチバスは確認されなかったことから、 -3 の可能性はほとんどないものと考えられる。

次に、遡上・降下トラップにより 8/17 に 6 個体（34-44mm、うち琵琶湖から野田沼方向へ 5 個体）が採集された。このことから、琵琶湖で 3～4cm 程度にまで成長した個体は、多少野田沼へと侵入するものとみられる。

以上より、野田沼におけるオオクチバスの繁殖可能性は依然として不明であるが、2 ヶ年続けて繁殖の証拠が得られなかったことから、可能性はかなり低いものと考えられた。

野田沼内でオオクチバスが繁殖していたと仮定し、繁殖に適した水温（15～24℃とした）が存在する場所について、2007年の水温観測結果より模式的に図3.24に示した。

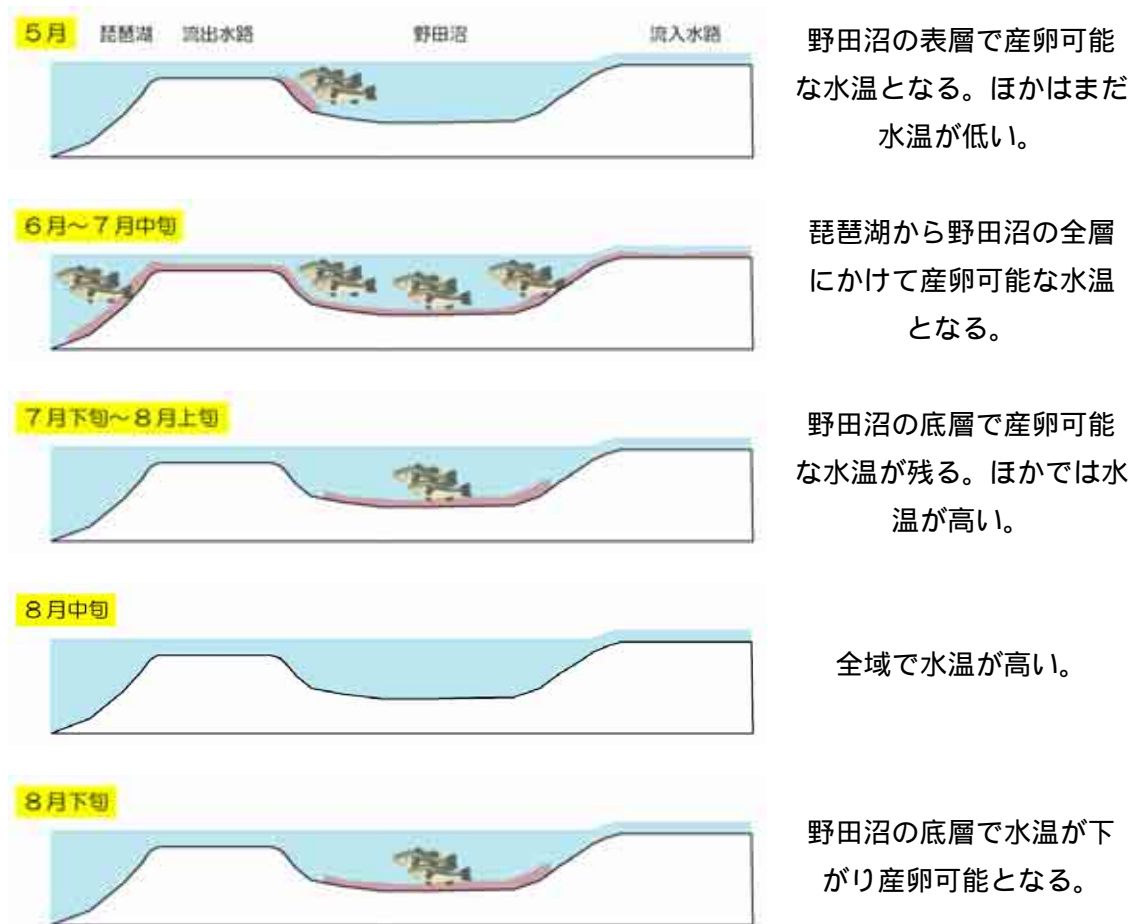


図 3.24 オオクチバスの繁殖に適した水温のある場所(模式)

3.2.5 ブルーギルの繁殖について

ブルーギル繁殖に関する時期別の検討

昨年は、6月上旬にブルーギル産卵床を多く確認したにもかかわらずその時期に孵化したであろう仔魚は確認されなかった。この現象について検討を行い、7月の出水が2006年の野田沼におけるブルーギルの繁殖に大きなインパクトを与えたであろうこと、6月の産卵床駆除は効果があったが、7月の出水時に見えないところで多量の産卵が行われたか、琵琶湖から仔魚が流入したために出水後に仔魚を多数確認するようになったとも考えられると結論している。

ブルーギルの繁殖に関わると考えられる気象・水象等の時系列変化を図 3.25 に示した。今年新たに得られた情報は、水温の鉛直分布からみた上下層の混合と、琵琶湖 - 野田沼間の成魚の移動状況である。

今年、6月上旬にはブルーギル産卵床は確認されておらず、仔稚魚の出現時期は昨年とほぼ同様であった。このため、仔稚魚の全長変化から逆算した産卵期と、産卵床を実際に確認した時期の乖離は昨年ほど大きくはなかった。7月の降雨による水位上昇はみられたが、昨年ほどは大きくはなく、琵琶湖から野田沼への水の逆流も観察されていない。従って、琵琶湖から野田沼へ多量の仔魚が流入したとは考えにくい。にもかかわらず、8月にはブルーギルの仔魚を野田沼内で多数駆除することができた。このことから、2006年の出水時に琵琶湖から多量の仔魚が流入したとは考えにくく、むしろ野田沼内にはブルーギルの未知の産卵場があると考えるのが妥当である。

産卵と水温は密接な関係があると考えられることから、水温プロファイルとブルーギルの繁殖状況を重ね、図 3.26 に示した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- ・ ブルーギル成魚の野田沼への侵入が活発になったのは水温が 22 を超えたところであり、野田沼と琵琶湖の水温差が小さくなったときであった(2007年)。
- ・ 産卵床がみられたのは水温が 20-28 であり、上昇したときに多かった(2006、2007年)。
- ・ 仔稚魚が駆除されだしたのは攪乱の後の高水温期であり、駆除数のピークは水温が低下したタイミングと一致した(2006、2007年)。

なお、2007年の水温鉛直プロファイルより、ブルーギルの産卵が水温に強く依存しているならば、適水温および水温変化(上昇)からみて、仔魚サイズから推定された産卵期、特に7月中旬以降においては未知の産卵場はより深所にあるものと考えられた。

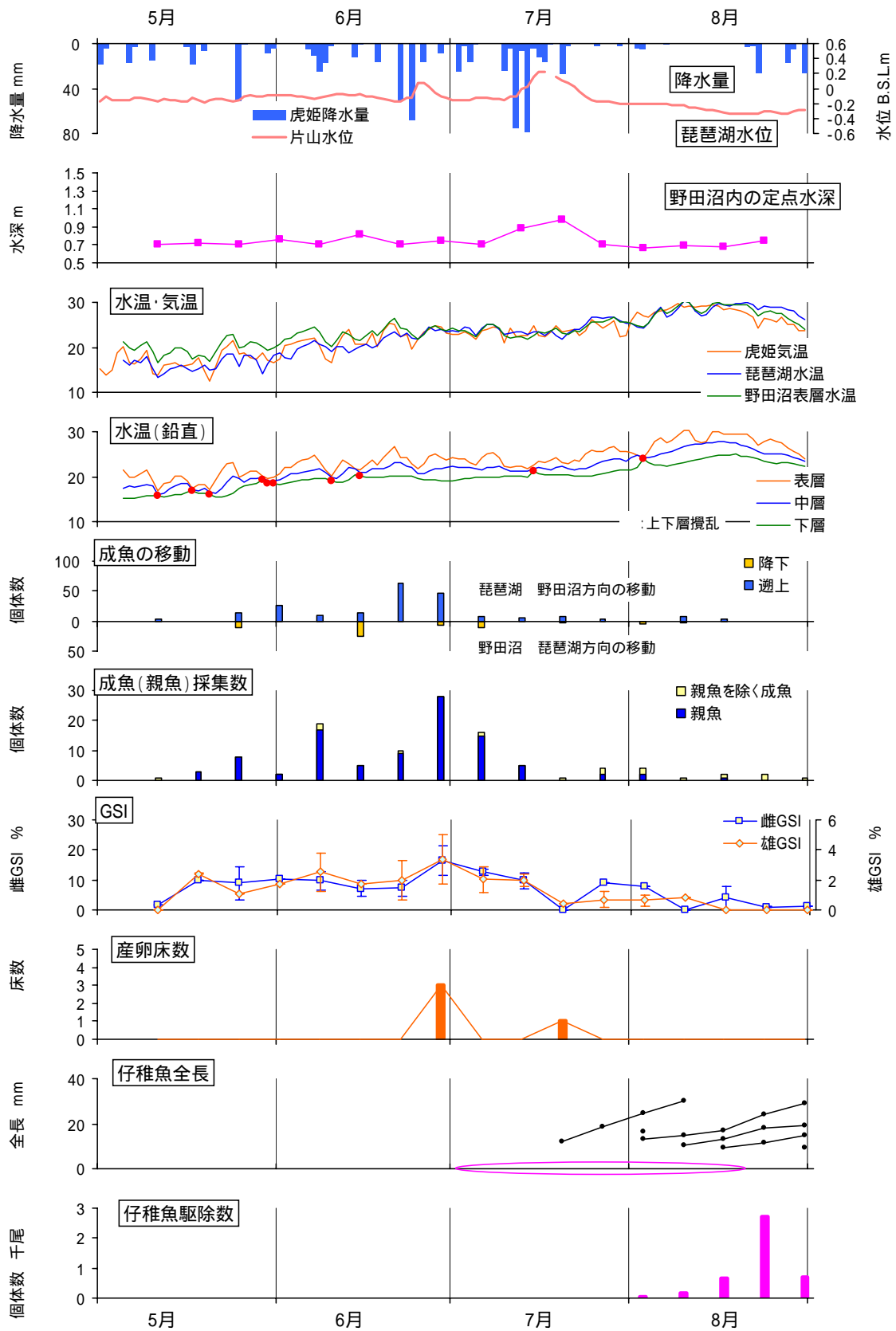
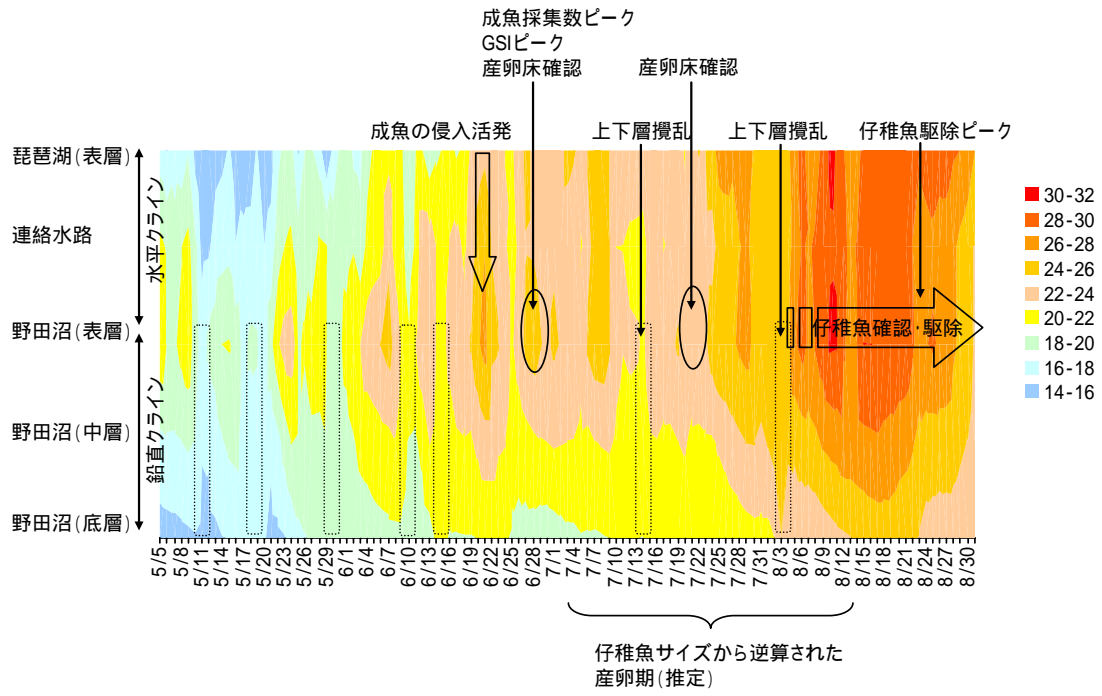


図 3.25 ブルーギル繁殖に関する事象の時系列変化 [2007年, 野田沼]

2007年



2006年

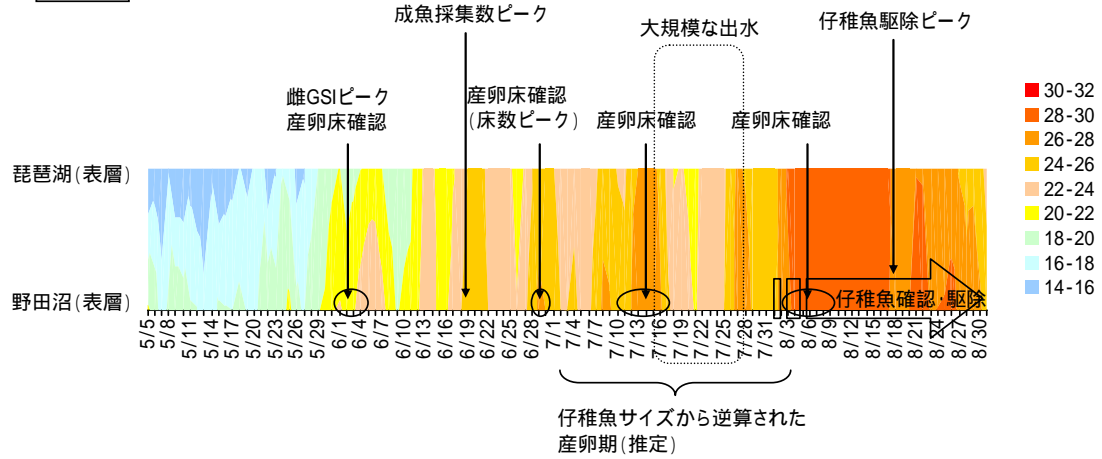


図 3.26 水温からみたブルーギル繁殖に関する事象の時系列変化 [野田沼]

ブルーギルの繁殖に適した水温（20 以上とした）が存在する場所について、2007 年の水温観測結果より模式的に図 3.24 に示した。

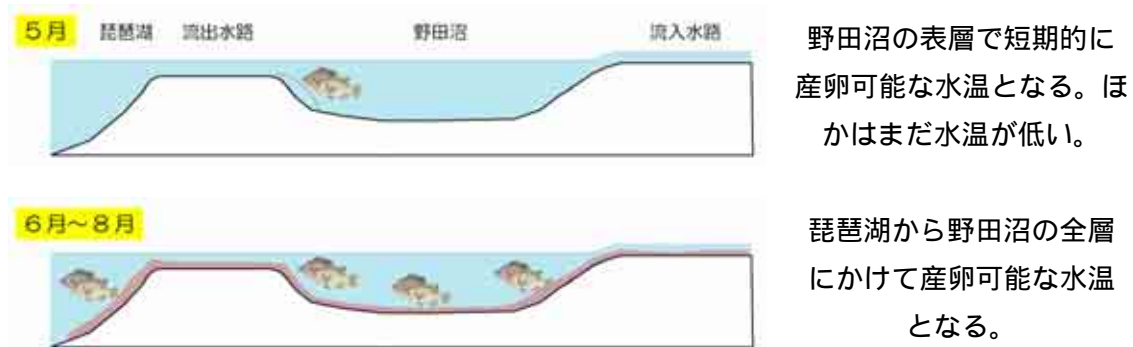


図 3.27 ブルーギルの繁殖に適した水温のある場所(模式)

3.3 内湖における駆除効果の評価と手法の検討

3.3.1 駆除効果

駆除効果の2つの考え方

野田沼における駆除効果の評価にあたっては、2006年同様、在来魚への食害の影響緩和効果としての「成魚の駆除効果」と、外来魚自体を減らすための「繁殖抑制効果」を分けて考える（図 3.28）。

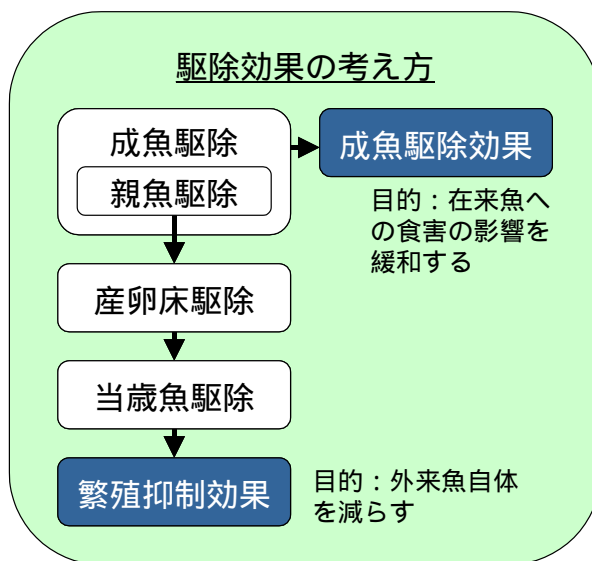
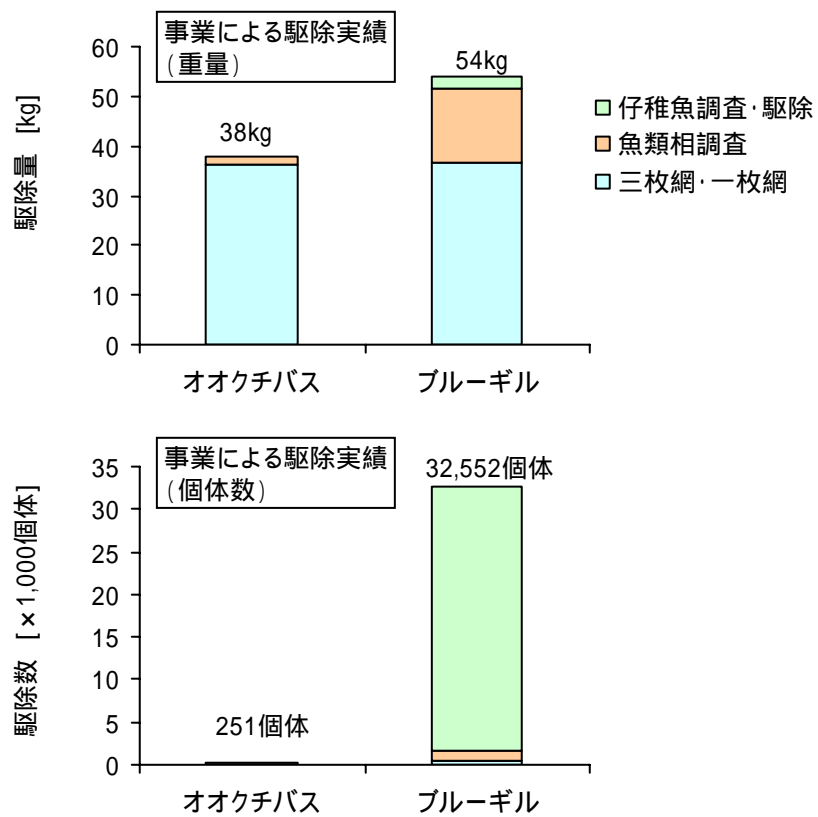


図 3.28 駆除効果の考え方

野田沼における外来魚の駆除実績を図 3.29 に示す。現時点での駆除実績はオオクチバス 38kg・251 個体、ブルーギル 54kg・32,552 個体である。

ここでは 2005 年 11 月、2006 年 11 月、2007 年 11 月に同じ手法で行った魚類相調査の結果を比較し、駆除効果について検証する。



注) 魚類相調査で標識放流したものは除く

図 3.29 事業全体での特定外来生物駆除総量 [野田沼](2007年11月現在)

採集量の比較

秋季（11月）に同様の方法で行った2005-2007年の魚類相調査（小型定置網、タモ網、投網、小型地曳網）による特定外来生物の採集数および採集重量を比較し図3.30に示した。

2007年は、オオクチバスは採集数・重量ともに前年に比べ大幅に減少し、2005年からみても減少していた。ブルーギルは個体数、重量とも前年に比べ増加、2005年に比べると減少していた。

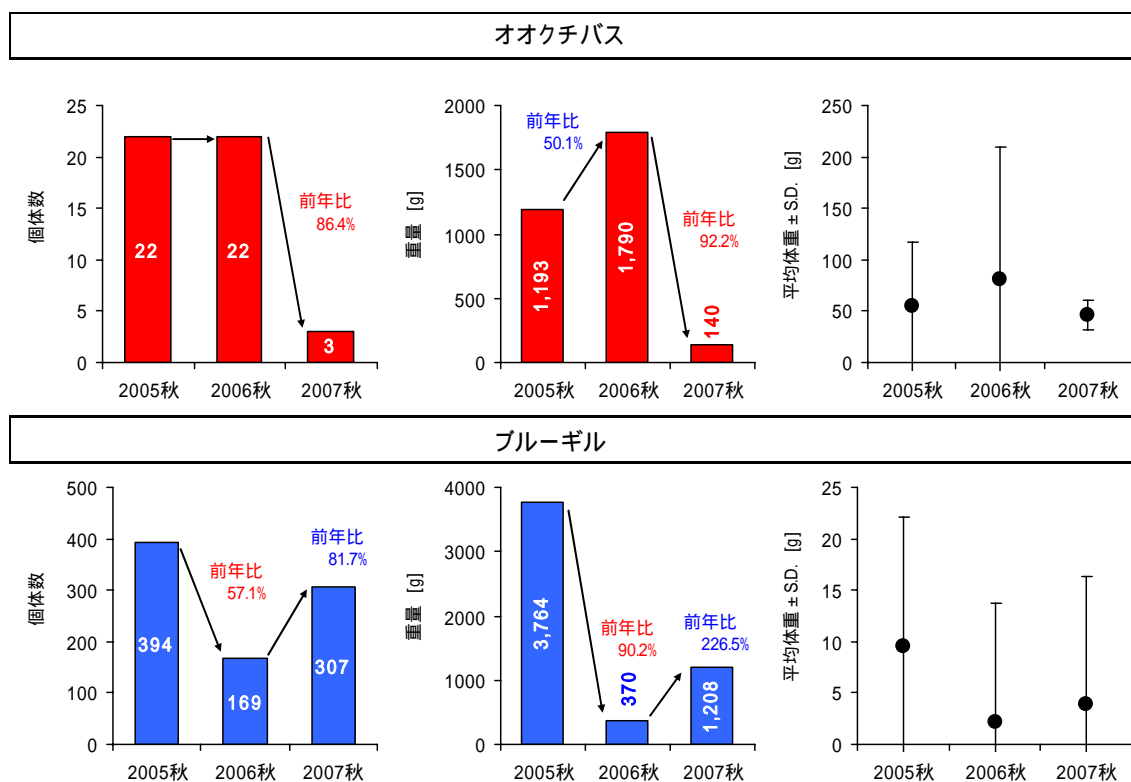


図 3.30 魚類相調査(秋季調査)による特定外来生物採集量の経年変化 [野田沼]

繁殖は抑制できたか 当歳魚数の比較

魚類相調査によって採集されたオオクチバスの体長組成を漁法別に図 3.31 に示す。個体数が少ないため、頻度分布から年級群をみることは困難である。琵琶湖南湖における当歳魚の成長は図 3.32 に示すとおりであり（全内協，1992）、調査を行った秋季（11月）には当歳魚（0+）はおよそ体長モード 11~13cm であるとよみとれる。次の年級群（1+）ではモード 20cm を超えるので、野田沼の秋季魚類相調査で得られた個体はほとんどが当歳魚であったと考えられ、採集数は大幅に減少したといえる。

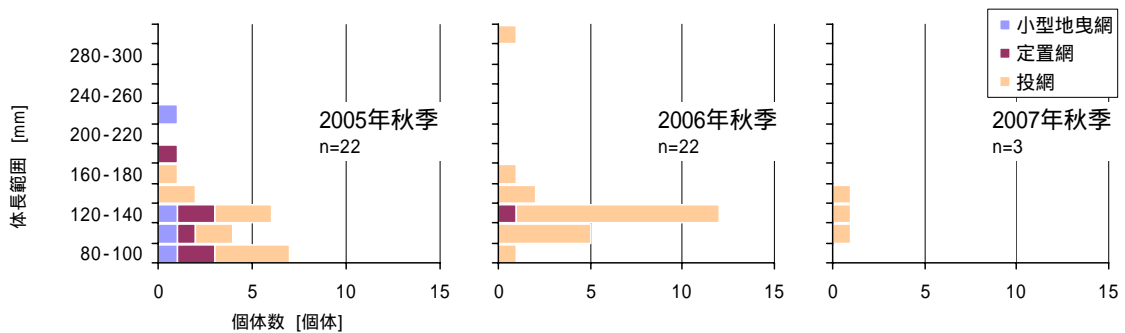
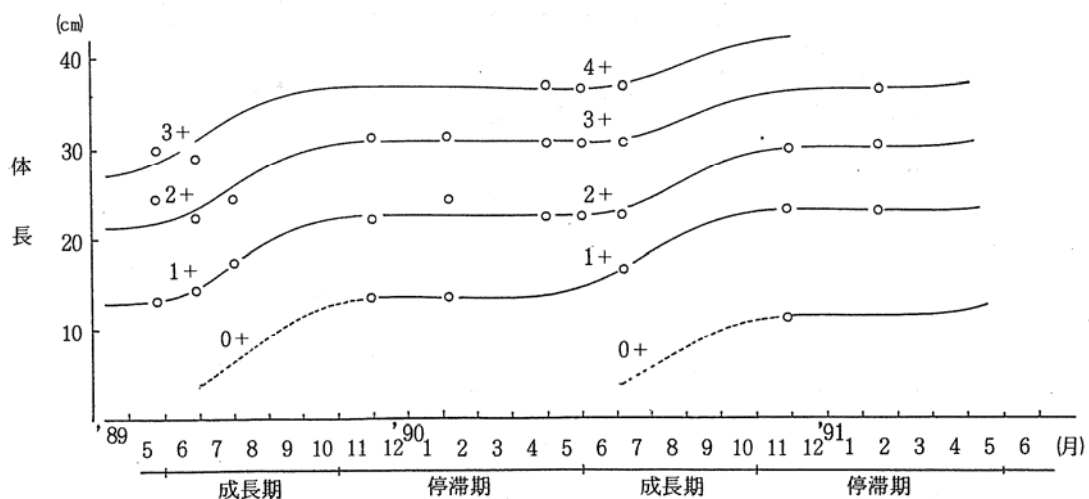


図 3.31 オオクチバスの体長組成 [野田沼, 秋季]

表 3.6 魚類相秋季調査によるオオクチバス当歳魚・成魚別の採集数経年変化

	2005 秋	2006 秋	2007 秋
当歳魚	21	21	3
成魚	1	1	0



（全内協，1992 より引用）

図 3.32 琵琶湖のエリで漁獲されたオオクチバスの各月年級群の平均体長

魚類相調査によって採集されたブルーギルの体長組成を漁法別に図 3.33 に示す。2005 年秋季には体長 30-40mm をモードとする小型群と、体長 80-90mm をモードとする群がみられ、この小型群が当歳魚とみられる。2006 年秋季には小型群のモードは 2005 年に比べやや小さく 20-30mm であり、これらもまた当歳魚と考えられる。2007 年秋季には体長 30-40mm をモードとする小型群が当歳魚とみられる。昨年の評価時と同様に、仮にここで体長 70mm までを当歳魚と仮定すると、採集数は 252 個体（2005 年） 166 個体（2006 年） 280 個体（2007 年）であり、2006 年に比べ 69% 増、2005 年に比べても 11% 増であった。

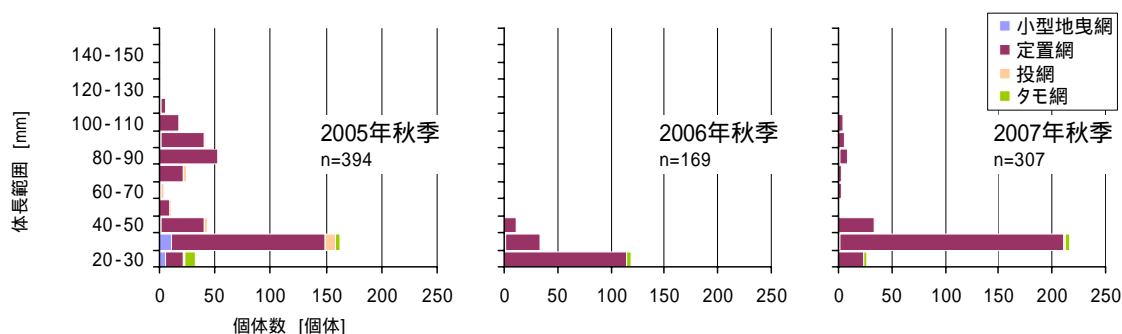


図 3.33 ブルーギルの体長組成 [野田沼, 秋季]

表 3.7 魚類相秋季調査によるブルーギル当歳魚・成魚別の採集数経年変化

	2005 秋	2006 秋	2007 秋
当歳魚	252	166	280
成魚	142	3	27

各年に生まれた年級群の動態をみるため、秋季以外の魚類相調査結果も合わせて体長組成の変化を図示した（図 3.34）。

A:2005 年群（2005 年に生まれた年級群、以下同様）は、2006 年冬、春に体長モード 30-40mm のままであり成長が認められない。この点について、昨年は「2006 年冬、春の採集数自体が極めて少なかったことを踏まえると、この成長停止は現実に即していない可能性もあるが、その場合でもこの 2005 年群にとって 2005 年から 2006 年にかけての冬に成長あるいは生残の点から厳しい環境にあったものと推定される。」としていた。B 群（2006 年群）は、冬季を経て春季までわずかに成長がみられ、また春季同士で比べると 2006 年よりも 2007 年のほうがかなり多かった。2006～2007 年の冬は記録的な暖冬であったことから、当該水域での当歳魚の冬越しは厳しいものの、暖冬が生残や成長に正の影響を与えた可能性が考えられる。春季から夏季にかけての成長について、A 群、B 群ともに同様の傾向であったことから、この時期に急成長するものと考えられる。

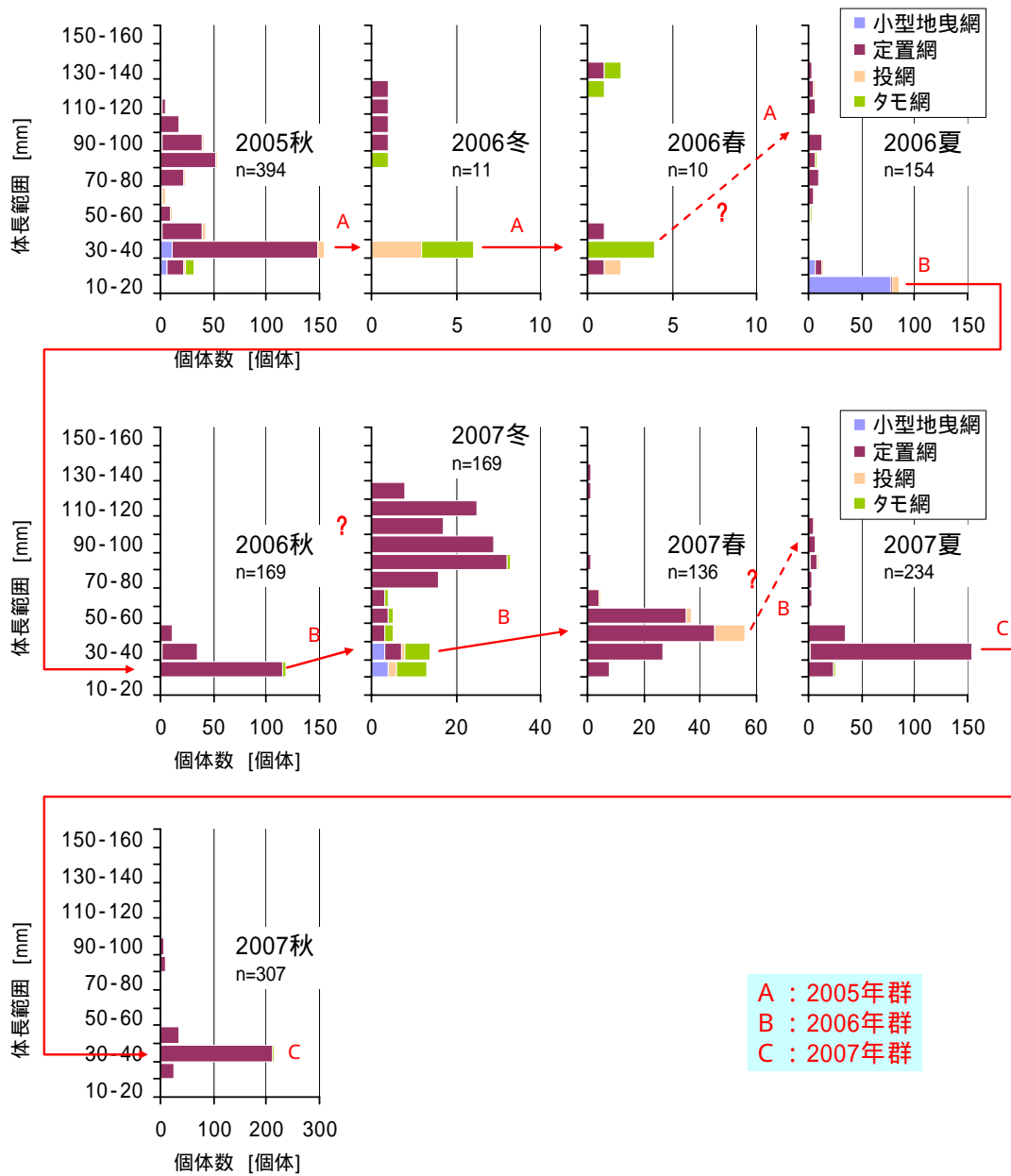


図 3.34 ブルーギル体長組成の変化 [野田沼]

なお、前述のとおり湖西の乙女が池では、3年にわたり小型化がみられる。この傾向は野田沼（図 3.34）に示した傾向と似通っており、加入する年級群の大きさが年によって大きく変動する可能性が示唆される。また、2005年の60-80mmあたりにモードのあるコホートは当歳魚か不明であるが、2006年、2007年は野田沼と同様に体長70mmまでを当歳魚と考えると、その採集数は2006年から2007年にかけてほぼ倍増している（図 3.35）

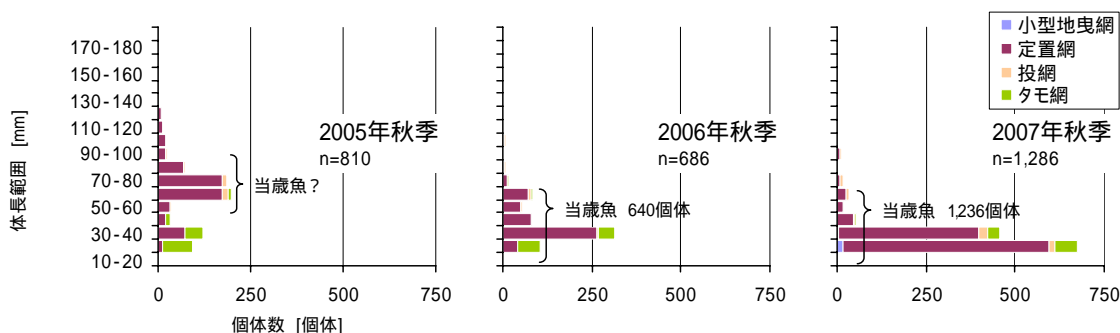


図 3.35 ブルーギル体長組成の年比較 [乙女が池]

外来 - 在来種比率の比較

採集量の比率でみると、2006年に比べ2007年にはオオクチバス、ブルーギルをあわせ個体数で37.1ポイント、重量で46.5ポイントの低下がみられた。在来種の個体数比率では、2006年に比べ2007年に42.3ポイントの上昇がみられた。

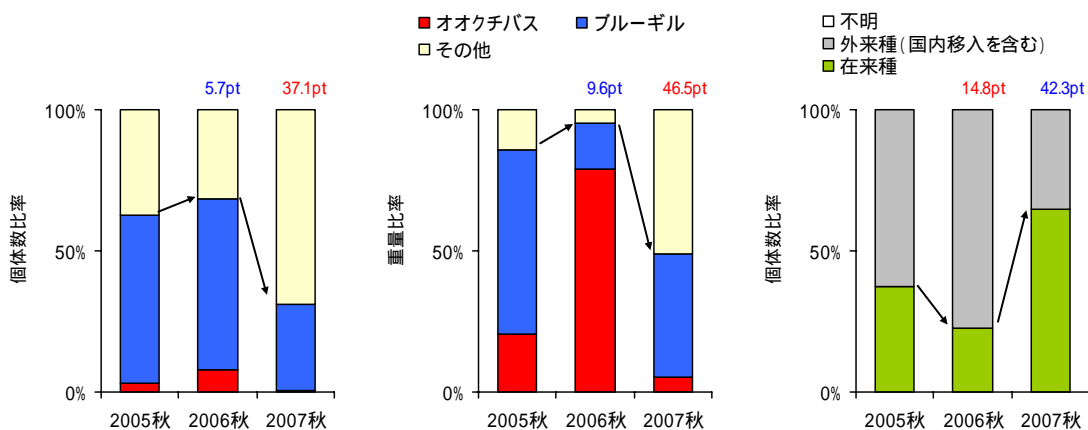


図 3.36 魚類相調査による特定外来生物採集比率の経年変化 [野田沼]

魚類相の変化

2005～2007 年秋季の魚類相調査により採集された魚類の採集数について増減傾向をみると、オオクチバス、ブルーギルのいずれも減少傾向にあった。ほかに減少傾向にあったのはダニオ亜科、ギンブナ、カムルチーであるがこれらはいずれも採集数が少なく一定の傾向とは認めがたい。一方で、増加傾向が著しかった種はヤリタナゴ、モツゴ、オイカワ、ヌマムツ、ヌマチチブなどであった。参考として、エビ類ではカワリヌマエビ属の減少とスジエビの増加が目立った。このような変化は大きな年変動の一部を呈している可能性があることから、外来魚駆除効果を検証するためには経年的なモニタリングが必要であろう。

表 3.8 秋季の魚類相調査による3ヵ年の採集数増減傾向(2005 - 2007 年)

分類	種名	外来種	2005秋	2006秋	2007秋	増減
魚類	ウナギ	在来種				-
	ワカサギ	外来種(国内)				-
	アユ	在来種	1		6	
	カネヒラ	在来種	2		4	
	ヤリタナゴ	在来種	12	4	164	
	アブラボテ	在来種			2	
	タイリクバラタナゴ	外来種(国外)		1	4	
	タナゴ亜科	不明			1	
	ビワヒガイ	固有種		4	1	
	カマツカ	在来種				-
	タモロコ	在来種				-
	ホンモロコ	固有種				-
	デメモロコ	在来種				-
	ゼゼラ	在来種				-
	モツゴ	在来種	115	1	203	
	ウグイ	在来種				-
	アブラハヤ	在来種				-
	オイカワ	在来種	98	27	154	
	カワムツ	在来種		7		-
	ヌマムツ	在来種		2	64	
	ハス	準固有種			2	
	ダニオ亜科	在来種*	7		2	
	ギンブナ	在来種	1			
	ニゴロブナ	固有種			1	
	ゲンゴロウブナ	固有種		1	2	
	フナ類	在来種*	2		11	
	コイ	在来種				-
	ドジョウ	在来種	1	1	5	
	ナマズ	在来種				-
	カムルチー	外来種(国外)	1			
	オオクチバス	外来種(国外)	22	22	3	
	ブルーギル	外来種(国外)	394	169	307	
	ドンコ	在来種			3	
	カワヨシノボリ	在来種			1	
トウヨシノボリ	在来種	9	16	19		
ヌマチチブ	外来種(国内)		25	36		
ウキゴリ	在来種				-	
ウツセミカジカ	固有種			1		
エビ類 参考	ヌマエビ	在来種	3	5	6	
	カワリヌマエビ属	不明	77	1	45	
	スジエビ	在来種	36	682	931	
	テナガエビ	在来種	13	10	22	
	アメリカザリガニ	外来種(国外)	11	3	20	

3ヵ年の採集数の増減傾向について増減欄(増加:・減少:)で示した。
秋以外の季節に確認した種も参考としてリストアップした

野田沼（湖北野田沼）は、琵琶湖の他の内湖からみるとオオクチバス、ブルーギルの生息密度が低く在来種が多い内湖であるとされている（西野，2005）。2005年秋から2007年夏の各季（計8季）に1回ずつ行った魚類相調査の結果を西野（2005）の図にのせると図3.37のようになり、やはり他の内湖に比べると外来魚生息密度が低く在来種数が多い部類に入る。

そこでオオクチバスとブルーギルの百分率個体数を基準とし、在来魚の種数、内湖に依存する種の種数、内湖に依存する種の百分率個体数を縦軸にとることで2005年秋、2006年秋と2007年秋の魚類相調査結果を比較したところ、在来種の種数、内湖に依存する種数、個体数についていずれも理想とする方向（グラフ左上）へと移行していつていることがわかり、内湖機能が復活傾向にあるものと考えられた。

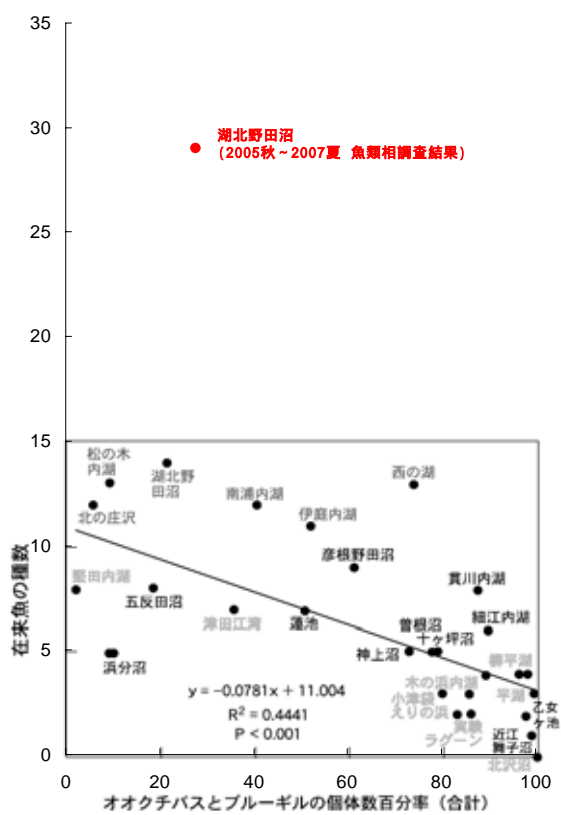
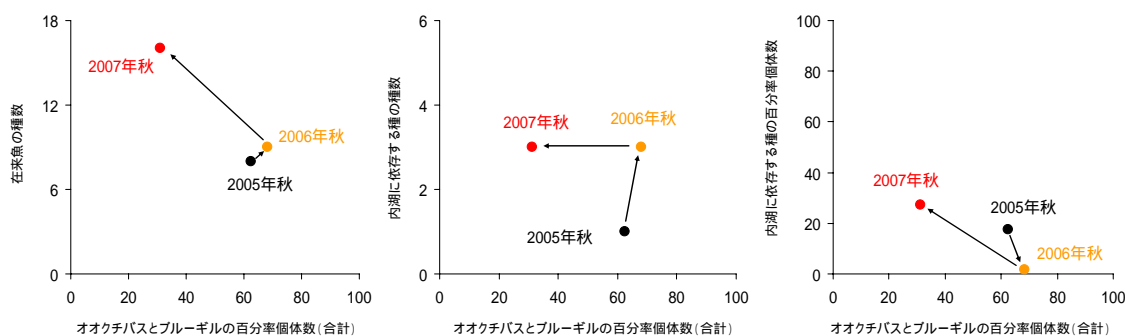


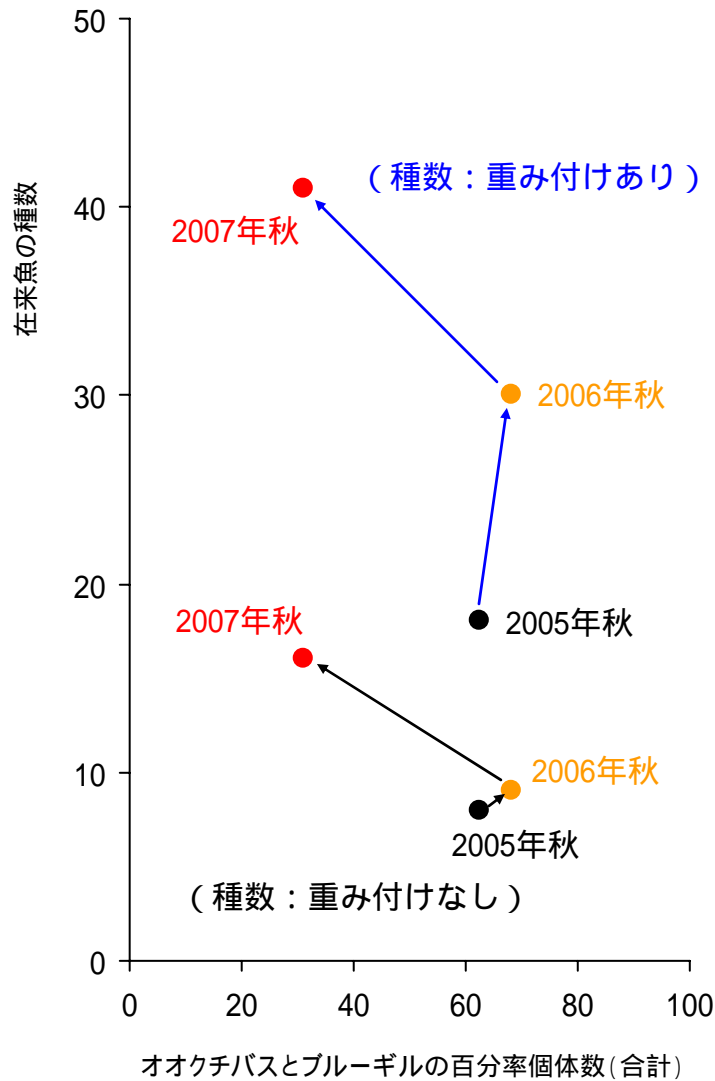
図 3.37 各内湖におけるオオクチバス・ブルーギル個体数百分率と在来魚種数の関係

西野（2005）に本調査結果を乗せて作図



内湖に依存する種：タイリクバラタナゴ、モツゴ、ヌマムツ

図 3.38 オオクチバスとブルーギルの百分率個体数に対する在来種数、内湖に依存する種の種数および個体数百分率の関係

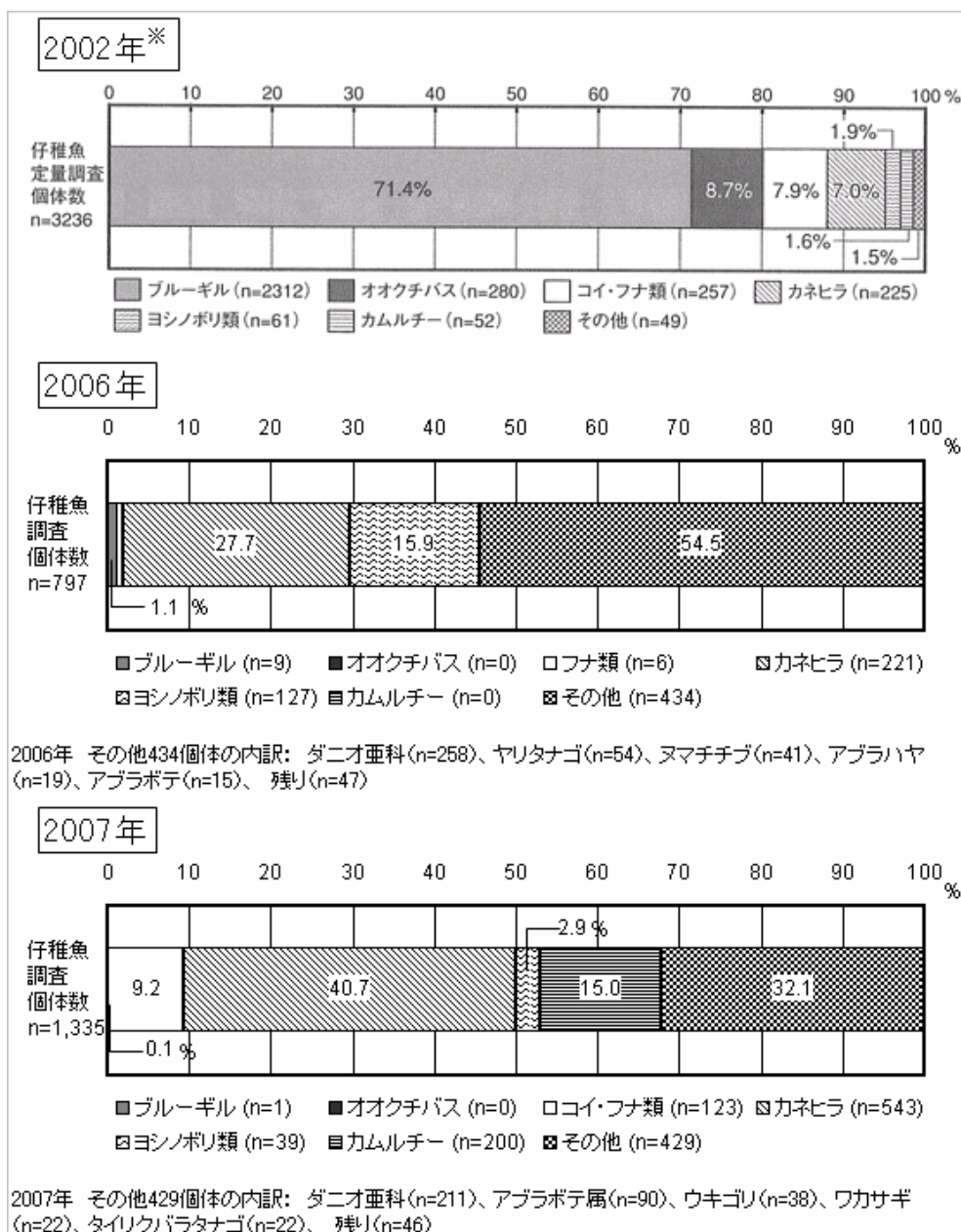


種数の重み付け

- 内湖に依存する種 = 5点
(タイリクバラタナゴ、モツゴ、ヌマムツ)
- 内湖を成育場あるいは繁殖場として利用する種 = 3点
(カネヒラ、ビワヒガイ、タモロコ、ホンモロコ、アブラハヤ、オイカワ、ニゴロブナ、ゲンゴロウブナ、コイ、ナマズ、トウヨシノボリ)
- その他の在来種 = 1点
- 国内外からの移入種 = 0点
- 種が不明なもの(属止め等) = 0点

図 3.39 オオクチバスとブルーギルの百分率個体数に対する内湖依存性によって重み付けされた在来種数の関係

今回の野田沼での仔稚魚調査は近畿大学水産生物学研究室による過去の野田沼での調査（「仔稚魚定量調査」）と時期・手法・地点・努力量を統一して実施しているため、そのまま比較が可能である。2002年の調査結果と今回（2006年）を比較すると、まず採集数の比率では、2002年にはオオクチバスとブルーギルが80.1%を占めていたのに対し、2006年にはわずか1.1%、2007年には0.1%に過ぎず、2006年、2007年ともオオクチバスの採集数は0であった。

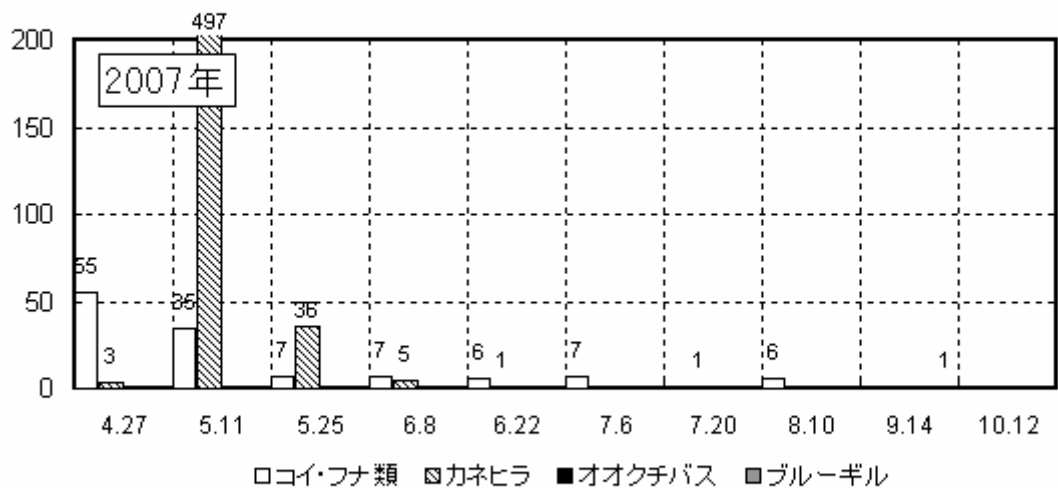
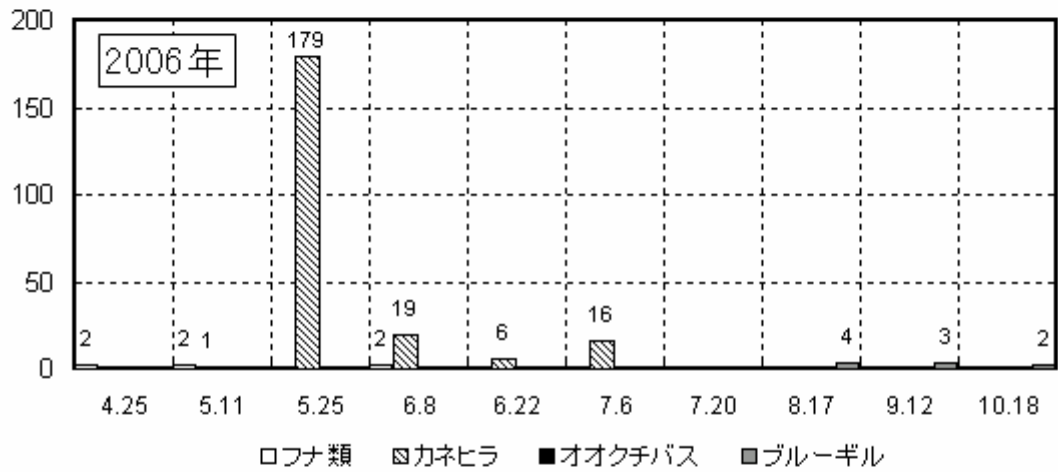
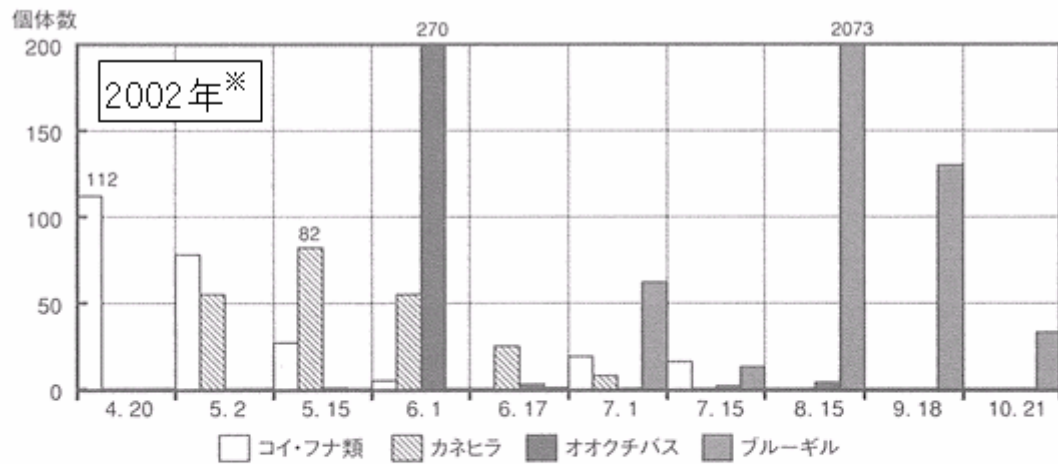


*2002年… 福田大輔・辻野寿彦・細谷和海・西野麻知子 2005. 湖北野田沼における在来魚と外来魚の現状. 西野真知子・浜端悦治 編, 内湖からのメッセージ 琵琶湖周辺の湿地再生と生物多様性保全. サンライズ出版, 彦根. より引用

図 3.40 仔稚魚調査結果(魚類相)の既往知見との比較

コイ・フナ類、カネヒラ、オオクチバス、ブルーギルの 4 種類について季節別の変化をみると(図 3.41) コイ・フナ類は 2006 年に顕著に少なく、出現が 6 月上旬までに限られた(2002 年は 7 月まで出現していた)。2007 年は 4 月から 8 月まで確認され、2002 年と同様の傾向を示した。カネヒラは時期、採集数とも 2002 年、2006 年はほぼ同じであった。2007 年は 2002 年、2006 年に比べやや出現のピークが早く、採集数はほぼ倍であった。オオクチバスは 2002 年は 6 月に多量に採集されており、それ以降もわずかずつ採集されているが 2006 年、2007 年は全く採集されなかった。ブルーギルは 2002 年は 7 月以降継続的に採集され、特に 8 月以降に多かったのに対し、2006 年は 8 月以降 9 個体のみ、2007 年は 9 月に 1 個体のみでの採集であった。

ブルーギルについて、仔稚魚、成魚の駆除努力をかけた結果、仔稚魚調査による出現が少なく抑えられたものと考えられる。

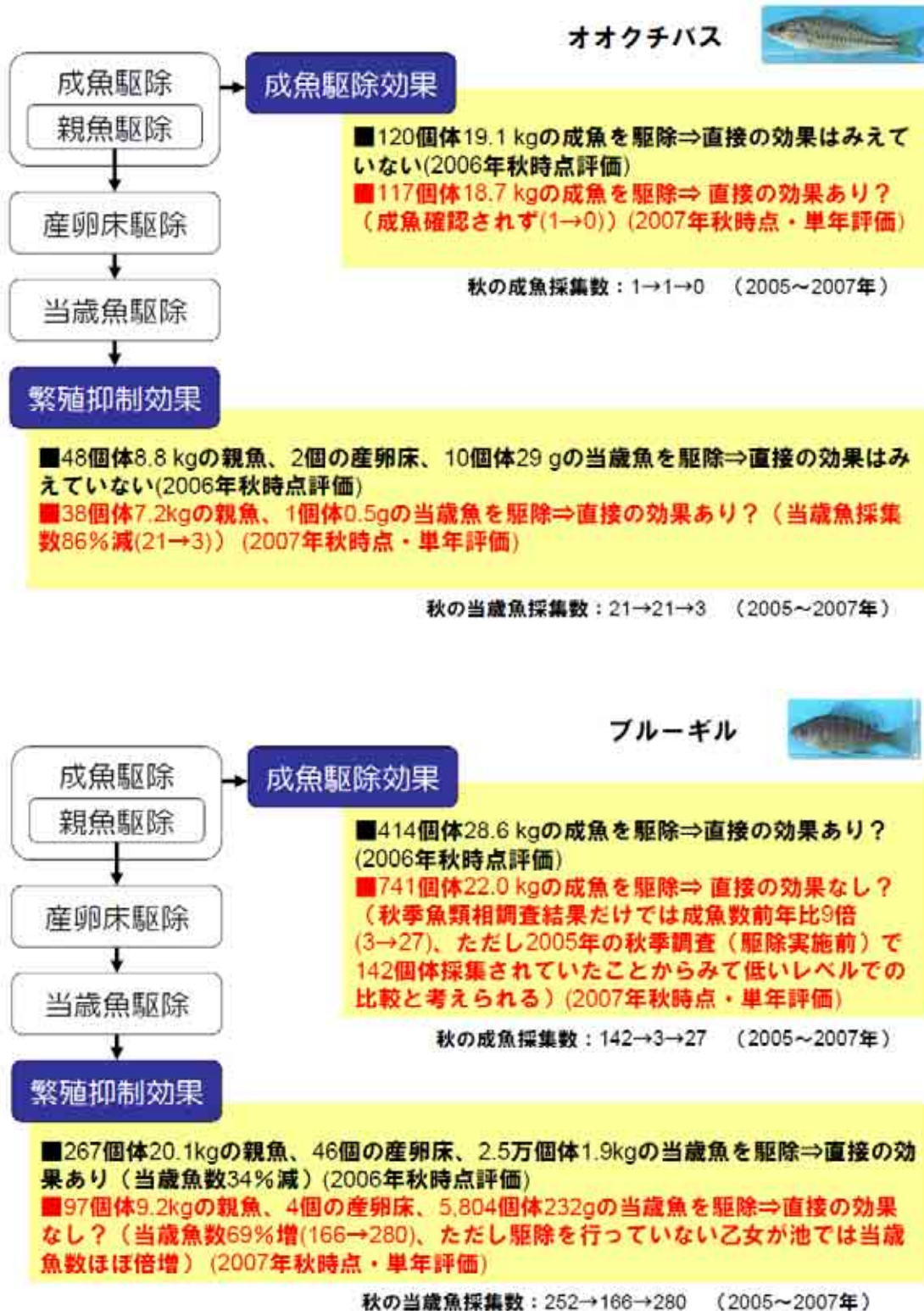


※2002年… 福田大輔・辻野寿彦・細谷和海・西野麻知子 2005. 湖北野田沼における在来魚と外来魚の現状. 西野真知子・浜端悦治 編, 内湖からのメッセージ 琵琶湖周辺の湿地再生と生物多様性保全. サンライズ出版, 彦根. より引用

図 3.41 仔稚魚調査結果(主要種の採集数変化)の既往知見との比較

駆除効果まとめ

以上の駆除効果に関する考察をまとめ、図 3.42 に示した。





ブルーギル

成魚駆除

→

成魚駆除効果

親魚駆除

↓

産卵床駆除

↓

当歳魚駆除

↓

繁殖抑制効果

■414個体28.6 kgの成魚を駆除⇒直接の効果あり？(2006年秋時点評価)
 ■741個体22.0 kgの成魚を駆除⇒直接の効果なし？(秋季魚類相調査結果だけでは成魚数前年比9倍(3→27)、ただし2005年の秋季調査(駆除実施前)で142個体採集されていたことからみて低いレベルでの比較と考えられる) (2007年秋時点・単年評価)

秋の成魚採集数：142→3→27 (2005～2007年)

■267個体20.1kgの親魚、46個の産卵床、2.5万個体1.9kgの当歳魚を駆除⇒直接の効果あり(当歳魚数34%減)(2006年秋時点評価)
 ■97個体9.2kgの親魚、4個の産卵床、5,804個体232gの当歳魚を駆除⇒直接の効果なし？(当歳魚数69%増(166→280)、ただし駆除を行っていない乙女が池では当歳魚数ほぼ倍増) (2007年秋時点・単年評価)

秋の当歳魚採集数：252→166→280 (2005～2007年)

図 3.42 野田沼における 2005 秋～2007 秋駆除の直接的な効果の評価



図 3.43 野田沼における 2005 秋～2007 秋駆除の間接的な効果の評価

3.3.2 駆除手法の検討

一枚網の評価

オオクチバス成魚を効果的に捕獲する方法として、今年は一枚網を用いた。昨年より使用している小型三枚網と比較した結果はに示すとおりであり、これら 2 手法の間には有意な差がみられ(χ^2 検定、 $p < 0.01$)、一枚網が小型三枚網に比べオオクチバスをより効果的に捕獲できることが明らかとなった。

表 3.9 一枚網と小型三枚網によるオオクチバス、ブルーギル捕獲数の比較 [2007 野田沼]

	オオクチバス	ブルーギル
一枚網	58	36
小型三枚網	32	76

(17 回調査の合計)

捕獲効率の比較手法 CPUE と混獲率を用いた評価

CPUE (Catch per unit effort) は、漁獲量を努力量あたりに換算することにより、異なった漁法での漁獲量を比較するために広く用いられている。そこで、野田沼において実施した外来魚の捕獲効率についてまず CPUE を用いて評価する。さらに、駆除のコンセプトとして在来種をできるだけ混獲しないことが望ましいという考え方から、在来種の混獲率についても各漁法間で比較する。

各漁法の CPUE の計算

野田沼で実施した 8 通りの漁法 (稚魚ネットは除く) について、CPUE (努力量あたりの漁獲量) を算出する。計算にあたっては、努力量の実績を (人 × 時間) で表す。

表 3.10 各漁法による特定外来生物漁獲の CPUE 比較 [2005-2007 野田沼]

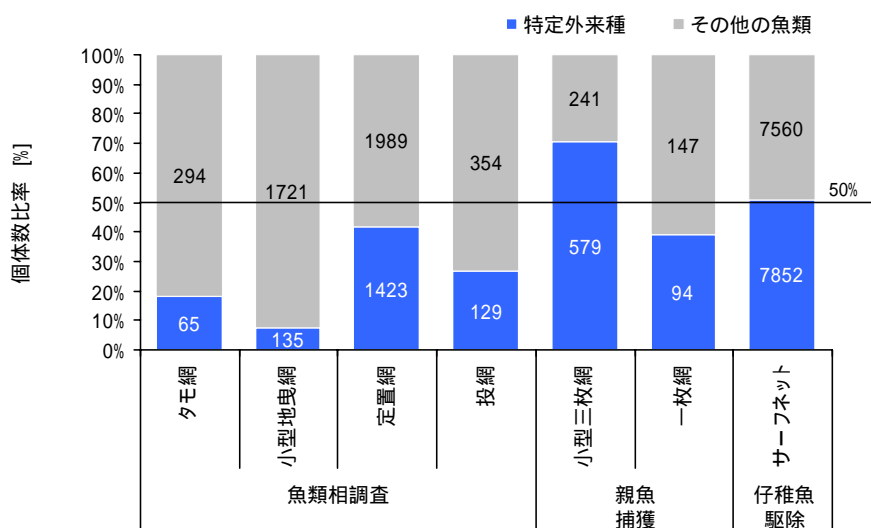
漁法 \ 単位:	総漁獲量				総努力量 (人 × 時間)	CPUE			
	オオクチバス		ブルーギル			オオクチバス		ブルーギル	
	(個体)	(g)	(個体)	(g)		(個体/人・時間)	(g/人・時間)	(個体/人・時間)	(g/人・時間)
タモ網	3	155.6	62	340.5	20	0.2	8	3.1	17
小型地曳網	6	392.6	129	192.3	30	0.2	13	4.3	6
定置網	9	404.6	1,414	18,533.3	60	0.2	7	23.6	309
投網	62	3,737.6	67	498.0	20	3.1	187	3.4	25
小型三枚網	151	24,305.9	430	32,839.5	306	0.5	79	1.4	107
一枚網	58	12,142.7	36	4,203.6	102	0.6	119	0.4	41
さで網	4	4.1	23,141	1,527.3	117	0.0	0	198.6	13
サーフネット	2	11.6	7,829	602.6	20	0.1	1	391.5	30

以上より、野田沼で行った 8 通りの漁法の中では、オオクチバスを効率的に捕獲する方法は投網、小型三枚網、一枚網であり、一枚網のほうが小型三枚網よりも効率的であった。ブルーギルでは数をとるならさで網やサーフネット、重さでみると小型定置網や小型三枚網が比較的効率よく捕獲する方法であると考えられた。

混獲率

各漁法での混獲率（特定外来生物であるオオクチバス、ブルーギル以外の魚類を捕獲してしまう割合）は小型地曳網、タモ網、投網で比較的高く、小型三枚網で低く 50%を下回った。

小型地曳網とサーフネットでは、漁具の特性から対象となる魚類のサイズが小さく（平均体長約 20mm）、水草等のゴミを同時に多量にとることから採集された魚類のほとんどが弱っており、再放流してもほとんど生きるものはないため、在来種が多い環境での駆除方法としては適さない。一方でその他の漁法はほとんど全ての魚を生きたまま採集することができた。



注) グラフ中数字は採集数を示す

図 3.44 漁法ごとの特定外来生物とその他魚類の採集状況(2005 秋季～2007 秋季)

野田沼における漁法ごとの駆除効率の相対評価 - 成魚駆除

各漁法の CPUE および混獲率より、オオクチバス、ブルーギル成魚の駆除に効率的、効果的な漁法を検討した結果、総合的に見て、オオクチバス成魚駆除には投網、小型三枚網、一枚網、ブルーギル成魚駆除には定置網、小型三枚網が比較的効果が高いと考えられた。

表 3.11 成魚駆除効率の漁法比較 [野田沼, vs. オオクチバス]

手法	CPUE /人・時間		漁獲体長 mm			バスギル以外の魚類 混獲率 生死		手法評価 (相対評価・野田沼限定) 成魚駆除
	個体数	重量g	平均	±	S.D.	%		
タモ網	0.2	8	127.7	±	1.2	81.9		-
小型地曳網	0.2	13	109.3	±	66.6	92.7	×	-
定置網	0.2	7	122.6	±	32.5	58.3		-
投網	3.1	187	125.2	±	35.4	73.3		-
小型三枚網	0.5	79	181.8	±	28.0	29.4		-
一枚網	0.6	119	199.7	±	21.3	61.0		-

注)バスギル以外の魚類の生死は、 (生かすことが可能)
(生かすことが可能 但しダメージは大きい) × (ほとんど死ぬ)

表 3.12 成魚駆除効率の漁法比較 [野田沼, vs. ブルーギル]

手法	CPUE /人・時間		漁獲体長 mm			バスギル以外の魚類 混獲率 生死		手法評価 (相対評価・野田沼限定) 成魚駆除
	個体数	重量g	平均	±	S.D.	%		
タモ網	3.1	17	38.5	±	23.9	81.9		-
小型地曳網	4.3	6	22.5	±	16.0	92.7	×	-
定置網	23.6	309	57.0	±	29.6	58.3		-
投網	3.4	25	47.3	±	24.5	73.3		-
小型三枚網	1.4	107	121.0	±	12.8	29.4		-
一枚網	0.4	41	140.3	±	17.5	61.0		-

注)バスギル以外の魚類の生死は、 (生かすことが可能)
(生かすことが可能 但しダメージは大きい) × (ほとんど死ぬ)

野田沼における漁法ごとの駆除効率の相対評価 - 繁殖抑制

繁殖抑制について、ブルーギル産卵床は自然産卵床の駆除が効率的であると考えられた。また、各漁法の CPUE、漁獲体長および混獲率、漁獲物の生死より総合的にみて、オオクチバス親魚捕獲には投網・小型三枚網、一枚網、ブルーギルには定置網、小型三枚網が、ブルーギル仔稚魚捕獲にはサデ網、サーフネットが比較的効果的であると考えられた。

表 3.13 産卵床駆除効率の手法比較 [野田沼]

	駆除産卵床数		
	オオクチバス	ブルーギル	
人工産卵床	2	8	(混獲なし)
自然産卵床	0	42	(混獲なし)

表 3.14 親魚・仔稚魚駆除効率の漁法比較 [野田沼, vs. オオクチバス]

手法	CPUE		漁獲体長			バスギル以外の魚類		手法評価 (相対評価・野田沼限定) 繁殖抑制
	個人数	重量g	平均	±	S.D.	混獲率	生死	
タモ網	0.2	8	127.7	±	1.2	81.9		-
小型地曳網	0.2	13	109.3	±	66.6	92.7	×	-
定置網	0.2	7	122.6	±	32.5	58.3		-
投網	3.1	187	125.2	±	35.4	73.3		-
小型三枚網	0.5	79	181.8	±	28.0	29.4		-
一枚網	0.6	119	199.7	±	21.3	61.0		-
サデ網	0.0	0	34.4	±	9.3	-		-
サーフネット	0.1	1	62.1	±	11.0	49.1	×	-

注)バスギル以外の魚類の生死は、(生かすことが可能)
(生かすことが可能 但しダメージは大きい) × (ほとんど死ぬ)

表 3.15 親魚・仔稚魚駆除効率の漁法比較 [野田沼, vs. ブルーギル]

手法	CPUE		漁獲体長			バスギル以外の魚類		手法評価 (相対評価・野田沼限定) 繁殖抑制
	個人数	重量g	平均	±	S.D.	混獲率	生死	
タモ網	3.1	17	38.5	±	23.9	81.9		-
小型地曳網	4.3	6	22.5	±	16.0	92.7	×	-
定置網	23.6	309	57.0	±	29.6	58.3		-
投網	3.4	25	47.3	±	24.5	73.3		-
小型三枚網	1.4	107	121.0	±	12.8	29.4		-
一枚網	0.4	41	140.3	±	17.5	61.0		-
サデ網	198.6	13	12.9	±	4.7	-		-
サーフネット	391.5	30	13.2	±	4.2	49.1	×	-

注)バスギル以外の魚類の生死は、(生かすことが可能)
(生かすことが可能 但しダメージは大きい) × (ほとんど死ぬ)

4 琵琶湖における繁殖場マップの更新

昨年実施した各漁協へのヒアリング結果および、今年実施したアンケート結果より、琵琶湖における繁殖場マップを更新した。更新にあたっては、2005 年に実施された検討を図 4.1 のフローに従い再検討した。

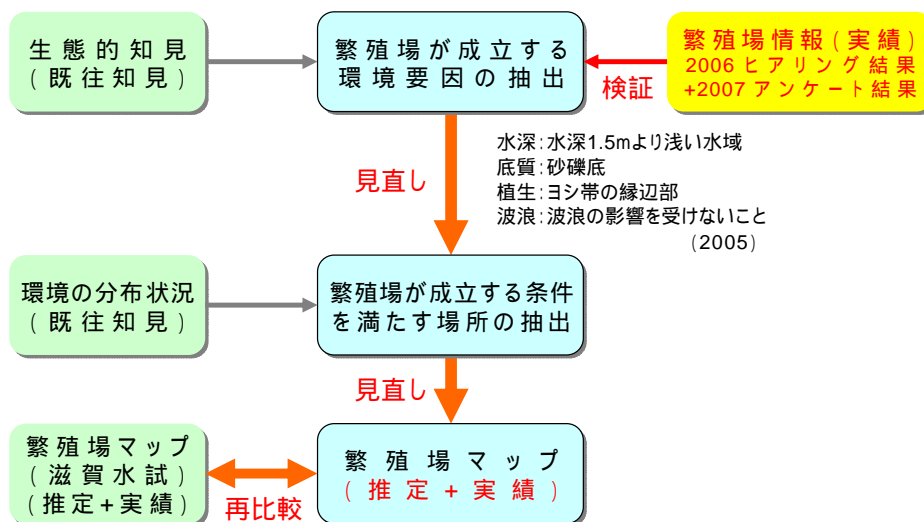


図 4.1 繁殖場マップの再検討フロー

4.1 繁殖場成立要因の見直し

2005 年には、琵琶湖の外来魚の繁殖場の成立要因について、生態的知見より以下のとおり整理を行っている。

水深：水深 1.5m より浅い水域
底質：砂礫底
植生：ヨシ帯の縁辺部
波浪：波浪の影響を受けないこと

それぞれについて、2006 年、2007 年に追加で得られた繁殖場情報から検証を行った。

水深

「天然湖沼でオオクチバス産卵床が造営される水深は 0.5m から 4m、多くの場合 1～2m 前後」(全内協, 1992)

「水深 15cm 程で、雄のオオクチバスの背鰭が露出する位浅い産卵床もある」(全内協, 1992)

「(ブルーギル)水深約 1.2m 以浅」(全内協, 1992)

琵琶湖全域規模での繁殖場推定にあたり、「水深 1.5m より浅い水域」と設定(2005)

ヒアリング調査(2006)およびアンケート調査(2007)では詳細な水深情報は得ていない。また、漁業者の目視確認による情報なので、水深の大きな場所は確認できていないと考えられる。従って、従来どおり、繁殖場推定にあたっては「水深約 1.5m より浅い水域」と設定した。

底質

「(オオクチバス)砂～砂礫」(淀, 2002)

「(ブルーギル)砂底～礫底」(北島・森, 2003)

「(ブルーギル)砂地」(寺島, 1980)

「(ブルーギル)石積み護岸」(中尾ほか, 2002)

琵琶湖全域規模での繁殖場推定にあたり、「砂礫底」と設定(2005)

ヒアリング調査(2006)およびアンケート調査(2007)では詳細な底質情報は得ていない。アンケート調査後の踏査(オオクチバス産卵場 7 ヲ所、ブルーギル産卵場 12 ヲ所)で、砂礫部分が明らかでない場所はなかった。従って、従来どおり、繁殖場推定にあたっては「砂礫底」と設定した。

植生

「(オオクチバス)周囲に必ずヨシや水草、木の根、人工廃棄物や栈橋等の障害物がある」(全内協, 1992)

「(ブルーギル)ヨシ帯の辺縁部から少し沖合部にかけて」(寺島, 1980)

琵琶湖全域規模での繁殖場推定にあたり、「ヨシ帯の縁辺部」と設定(2005)

アンケート調査(2007)では、オオクチバス産卵情報 31 例のうちヨシ帯がある場所は 18 例、ない場所は 10 例、不明は 3 例、ブルーギル産卵情報 52 例のうちヨシ帯がある場所は 30 例、ない場所は 17 例、不明は 5 例であった。しかし、内湖や河川を除き琵琶湖に限った場合、オオクチバス、ブルーギルいずれもヨシ帯がない場所の情報数のほうがある場所を上回った(表 4.1、表 4.2)。従って、ヨシ帯の縁辺部は繁殖場の条件としては用いないこととした。

表 4.1 アンケート調査によるオオクチバス産卵確認事例数(植生の有無別)[2007]

位置環境分類				事例数			
				植生有	植生無	不明	総計
琵琶湖	湖岸	水生植物帯	LB-S-R	2			2
		浜	LB-S-B		1		1
		港	LB-S-P	1	4		5
		直立護岸	LB-S-A		1		1
	沖	LB-O	1	4		5	
内湖			LG	14			14
流入	流入河川		IF-R			1	1
	農業水路		IF-A				
情報不足			DD			2	2
総計				18	10	3	31

表 4.2 アンケート調査によるブルーギル産卵確認事例数(植生の有無別)[2007]

位置環境分類				事例数			
				植生有	植生無	不明	総計
琵琶湖	湖岸	水生植物帯	LB-S-R	7			7
		浜	LB-S-B				
		港	LB-S-P	2	4	1	7
		直立護岸	LB-S-A		4		4
	沖	LB-O		5		5	
内湖			LG	21			21
流入	流入河川		IF-R		4	2	6
	農業水路		IF-A				
情報不足			DD			2	2
総計				30	17	5	52

波浪

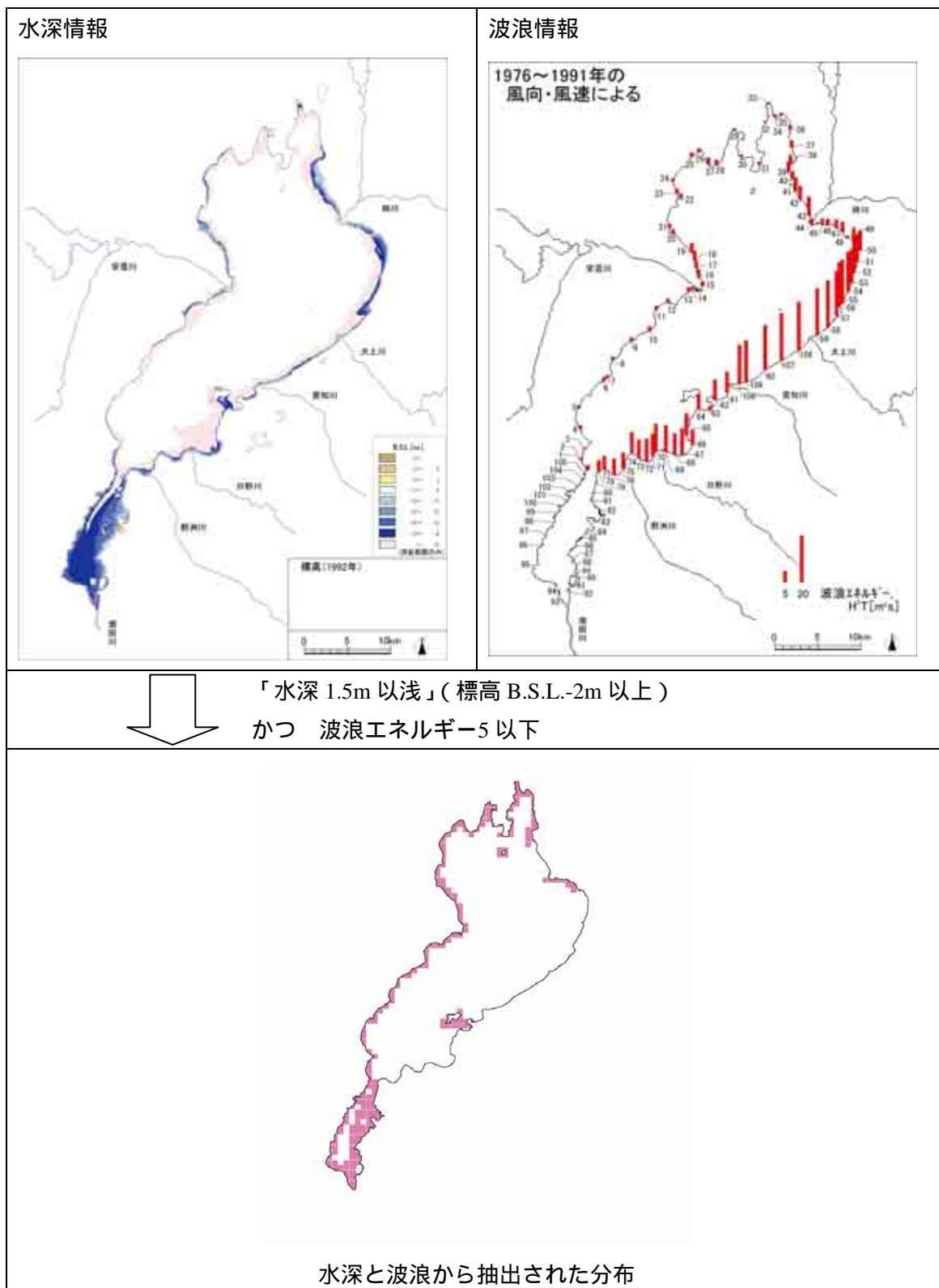
「(オオクチバス)強い波浪の影響を受けず、かつ水通しのよいところ」(淀, 2002)
 「(ブルーギル)このような場所は、風や波の影響を受けにくく、遊泳能力が低い状態で産卵床を離れるブルーギルの稚魚にとっては好適な場所であると推察されている。」(環境省(編), 2004)

琵琶湖全域規模での繁殖場推定にあたり、「波浪の影響を受けないこと」と設定(2005)

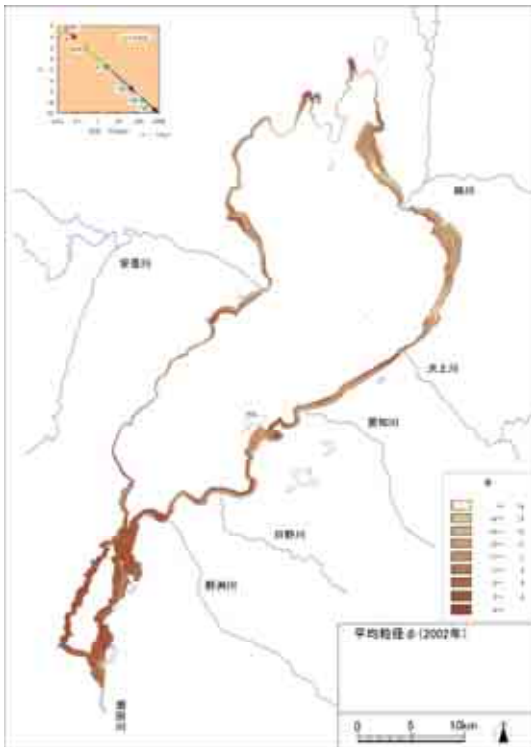
アンケート調査(2007)では、オオクチバス、ブルーギルともに琵琶湖内で相対的に波浪が強いと判断される場所では全く産卵情報は得られなかった。従って、従来どおり、繁殖場推定にあたっては「波浪の影響を受けないこと」と設定した。

4.2 繁殖場マップの更新

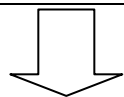
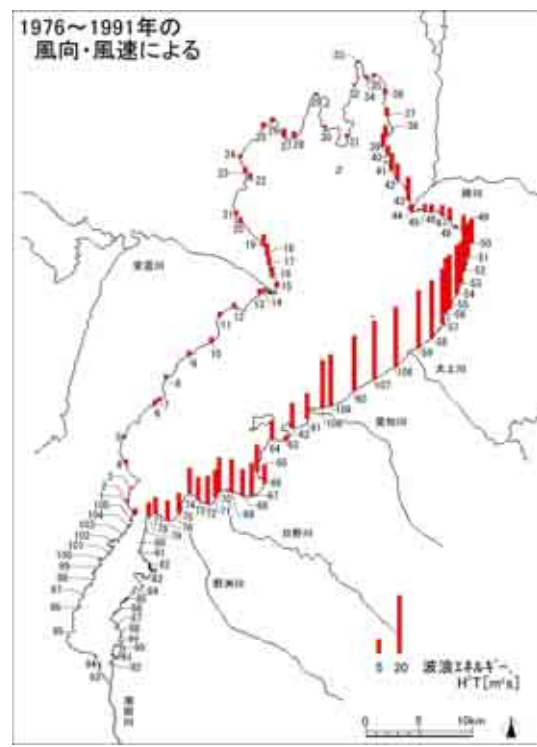
以上の検討結果を受け、繁殖場マップの更新を行った。



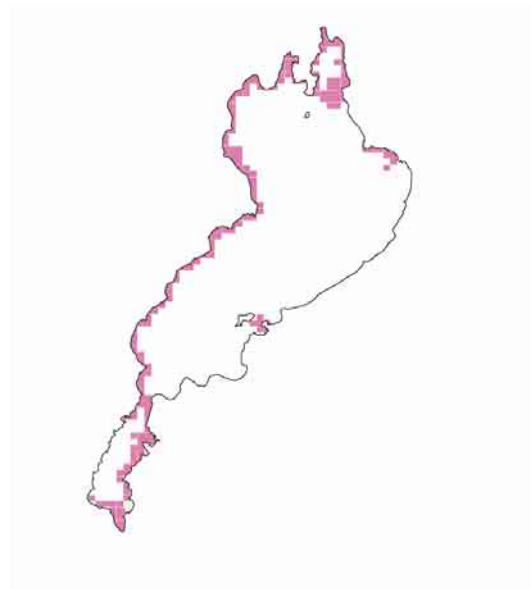
底質情報



波浪情報



「砂礫」($\phi < 1$ 以下)
かつ 波浪エネルギー5 以下



底質と波浪から抽出された分布



4.3 既往情報との比較

作成した繁殖場マップについて、既往情報と比較することにより考察した(図 4.2)。

作成した繁殖場マップは、実績および既往情報とほぼ一致したが、一部でいまだ情報不足の場所がみられた。

(大津市雄琴～志賀付近) (草津市北山田～烏丸半島付近)

:環境からみて繁殖場はあると考えられ、滋賀水試の情報でも繁殖場が確認されかつ可能性が非常に高いとされている点が密集しているが、2006-2007 のヒアリング・アンケート調査からは情報が得られていない。

(大津市志賀～北小松付近)

:環境からみて繁殖場はあると考えられるが、滋賀水試の情報、2006-2007 のヒアリング・アンケート調査からは情報が得られていない。この区域はエリ漁業中心であり、2006 年のヒアリングによっても、操業の性質上ほとんど外来魚の繁殖をみる機会がないということである。従って、この区域で外来魚が繁殖を実際に行っているかどうかを確認するためには、漁業者以外の情報源が必要と考えられる。

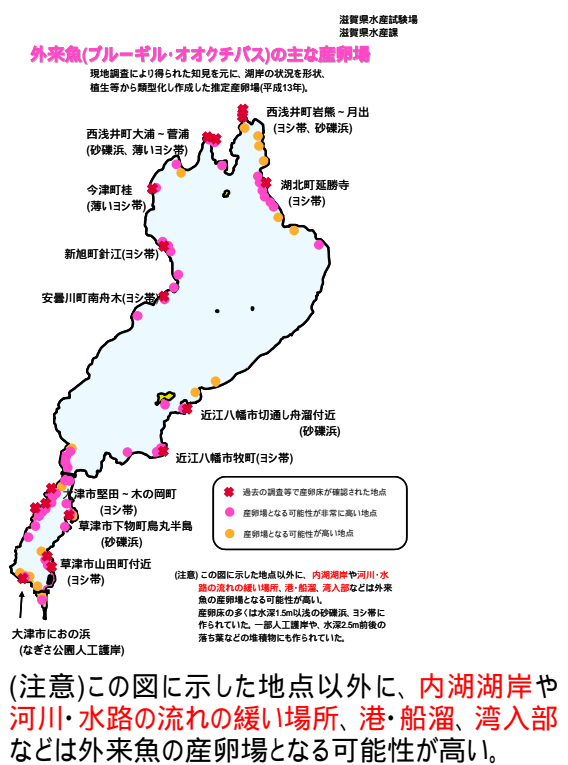
オオクチバス繁殖場（実績,2006-2007）



ブルーギル繁殖場（実績,2006-2007）



滋賀水試（実績+推定）



繁殖場マップ（推定,2007）

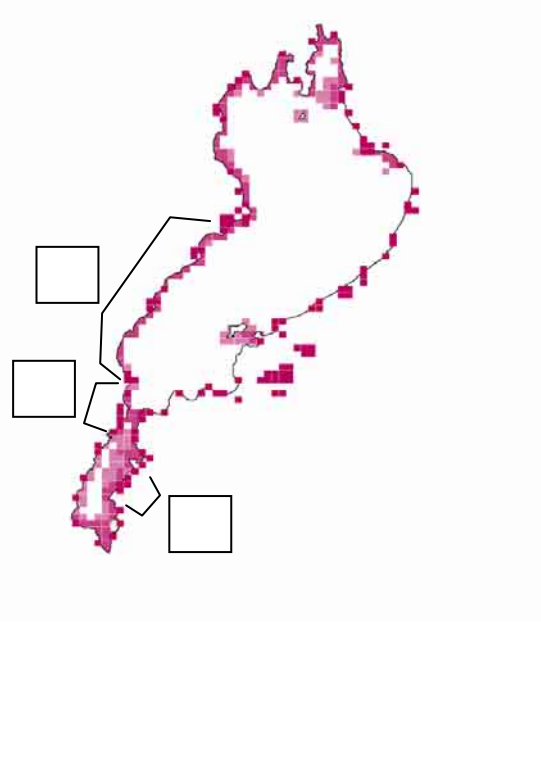


図 4.2 繁殖場情報の比較

5 その他

5.1 人工産卵床へのモツゴの産卵

昨年に引き続き、今年も人工産卵床の棒部分にモツゴの産卵がみられた。

今年用いた産卵床は全てカゴタイプであり、棒部分の材質は塩ビであった。



人工産卵床の棒に付着したモツゴ卵(6/1)

6 今後の予定

6.1 実施中・未実施項目の実施

- ◇ 魚類相調査 - 野田沼（2月調査）
- ◇ 防除体制に関する情報収集と検討

6.2 調査結果のとりまとめ

【第5回検討会・最終報告に向けて】

- ◇ 防除体制に関する情報収集結果についてまとめる。
- ◇ 魚類相調査（冬季調査）結果を踏まえ、駆除効果について検証する。
- ◇ 本事業の最終目標であるマニュアル作成に向け目次案を作成する。
- ◇ 本年度の調査・検討結果等を元に次年度の計画を立案する。

7 参考文献

- Kramer, R. H. and L. L. Smith, Jr. 1962. Formation of Year Classes in Largemouth Bass. Transactions of the American Fisheries Society, 91, 29-41.
- 遠藤良徳・宇部稔, 2003. 外来魚の生態に関する研究. 平成 16 年度岩手県内水面水産技術センター年報.
- 福田大輔・辻野寿彦・細谷和海・西野麻知子 2005. 湖北野田沼における在来魚と外来魚の現状. 西野真知子・浜端悦治 編, 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. サンライズ出版, 彦根.
- 環境省東北地方環境事務所・財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団. 2006. ブラックバス駆除マニュアル～伊豆沼方式オオクチバス駆除の実際～. 96pp.
- 前畑政善, 2001. 日本の淡水魚(川那辺浩哉・水野信彦 編) 3 版. 494-503. 山と溪谷社. 東京
- 西野真知子. 2005. 内湖の生物多様性維持機構の解明. 琵琶湖研究所記念誌, 22, 121-133.
- 大阪府淡水試験場, 1974. 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. 68-88.
- 大阪府淡水試験場, 1976. ブルーギル養成試験. 大阪府淡水魚試験場業務報告, 昭和 49 年度. 5-22.
- 杉山秀樹, 2005. オオクチバス駆除最前線.(有)無明舎出版. 秋田
- 寺島 彰, 2001. 日本の淡水魚(川那辺浩哉・水野信彦 編) 3 版. 506-511. 山と溪谷社. 東京
- 津村祐司, 1989. 産卵生態および産卵床分布. 昭和 60～62 年度オオクチバス対策総合調査報告書. 滋賀県水産試験場研究報告. 第 40 号
- 全国内水面漁業共同組合連合会, 1992. ブラックバスとブル - ギルのすべて～外来魚対策検討委託事業報告書. 東京
- 農林水産技術会議事務局, 2003. 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. 研究成果第 417 集.
- 淀太我, 2002. 日本の湖沼におけるオオクチバスの生活史. 川と湖沼の侵略者ブラックバス-その生物学と生態系への影響. 恒星社厚生閣, 東京.
- 北島淳也・森誠一 2003. 農業用ため池におけるブルーギル(*Lepomis macrochirus*)の繁殖場所. 2003 年度魚類学会講演要旨集.
- 寺島 彰, 1980. ブルーギル - 琵琶湖にも空いていた生態的地位. 日本の淡水生物 侵略と攪乱の生態学, 東海大学出版会, 東京.
- 中尾博行・藤田健太郎・中井克樹・沢田裕一 2002. 琵琶湖および内湖におけるブルーギル(*Lepomis macrochirus*)の生態 - 特に繁殖と摂餌について. 平成 13 年度滋賀県立大学研究機関連携推進事業研究報告 - 琵琶湖集水域の環境保全と生物資源利用のための自然および農地生態系管理システムの構築に関する研究(3)琵琶湖生態系への侵入と攪乱. 滋賀県立大学環境科学部.
- 環境省自然環境局野生生物課(編), 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. 財団法人自然環境研究センター, 東京.