

琵琶湖オオクチバス等防除モデル事業調査

第2回 検討会

参考資料 - 2 内湖における調査結果中間報告

目 次

1 方法	1	5.2 調査結果のとりまとめ	48
1.1 湖北野田沼における調査・防除	1	6 参考文献	48
1.1.1 人工産卵床	1		
1.1.2 自然産卵床	1		
1.1.3 産卵親魚捕獲	2		
1.1.4 仔稚魚駆除	2		
1.1.5 仔稚魚調査	3		
1.1.6 魚類相調査	4		
1.2 乙女が池における調査	5		
1.2.1 魚類相調査	5		
1.3 モデル内湖の環境情報図の作成	6		
1.3.1 空中写真撮影	6		
1.3.2 相観植生図	6		
1.3.3 水温口ガー測定	6		
2 調査結果概要	7		
2.1 湖北野田沼での調査結果概要	7		
2.1.1 地点概観・植生	7		
2.1.2 水位・水温の変化	8		
2.1.3 産卵親魚捕獲結果	9		
2.1.4 産卵床確認結果	12		
2.1.5 仔稚魚駆除結果	14		
2.1.6 仔稚魚調査結果	14		
2.1.7 魚類相調査結果	15		
2.1.8 資源量推定 標識再捕調査結果	16		
2.2 乙女が池での調査結果概要	17		
2.2.1 魚類相調査結果	17		
3 考察	18		
3.1 野田沼における外来魚の生態	18		
3.1.1 産卵期	18		
3.1.2 産卵場所	27		
3.1.3 成育場所	32		
3.2 駆除効果の評価と手法の検討	34		
3.2.1 駆除効果	34		
3.2.2 駆除手法の検討	45		
4 その他	47		
4.1 人工産卵床へのモツゴの産卵	47		
4.1.1 人工産卵床の棒の材質	47		
4.1.2 卵の付着状況	47		
5 今後の予定	48		
5.1 実施中・未実施項目の実施	48		

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5区域計79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2週間に1回の頻度で全人工産卵床のチェックを行った。

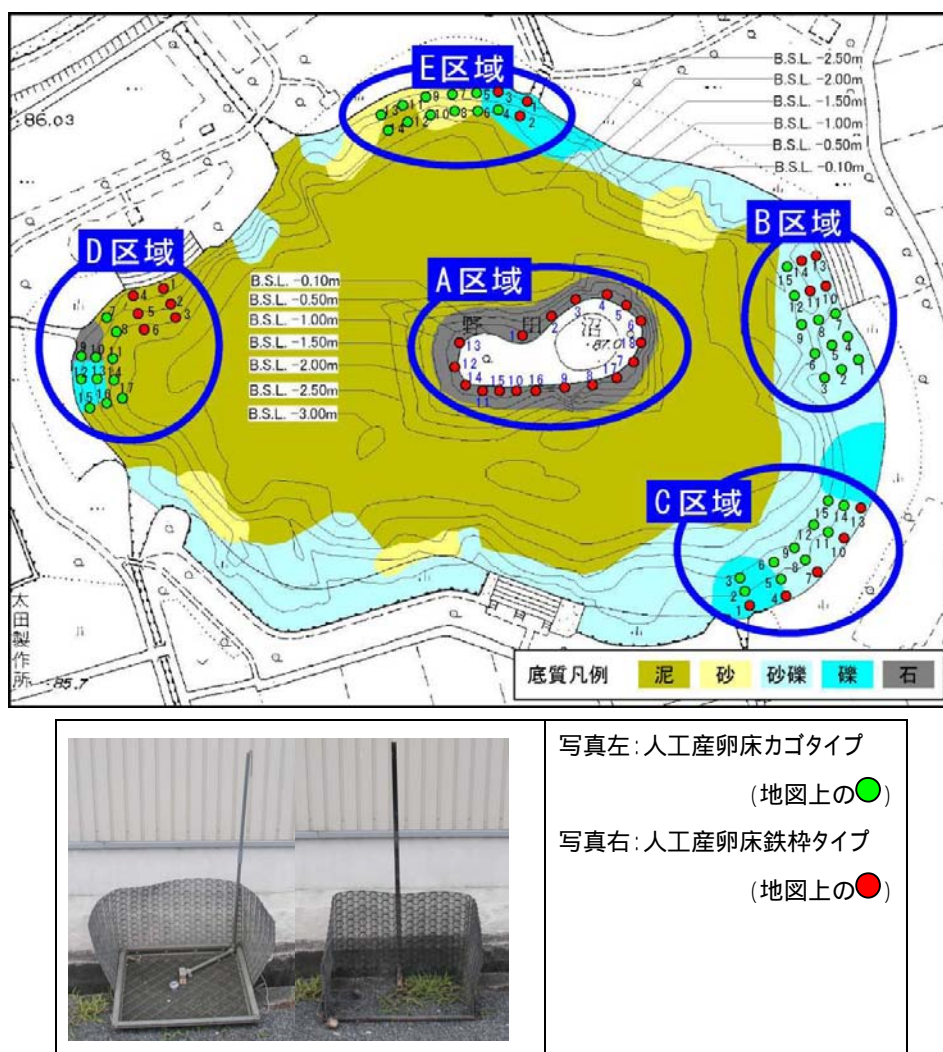


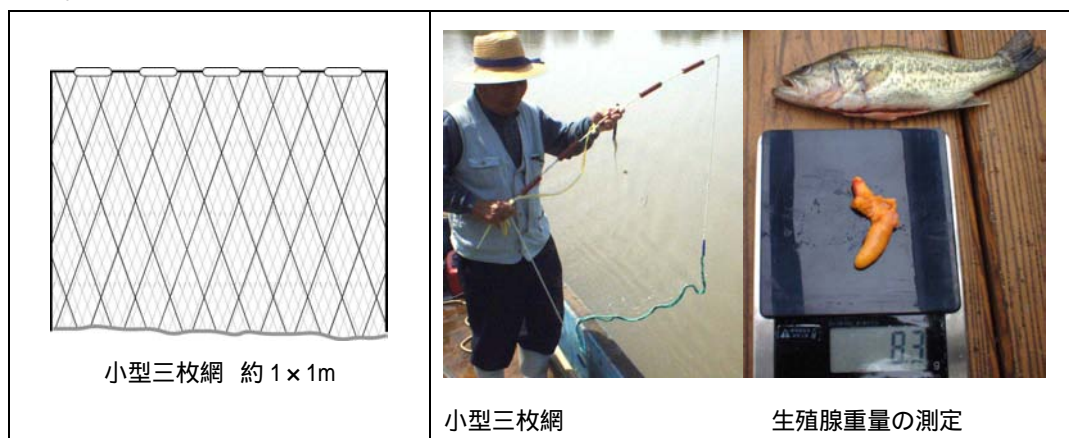
図 1.1.1.1 人工産卵床設置位置

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。

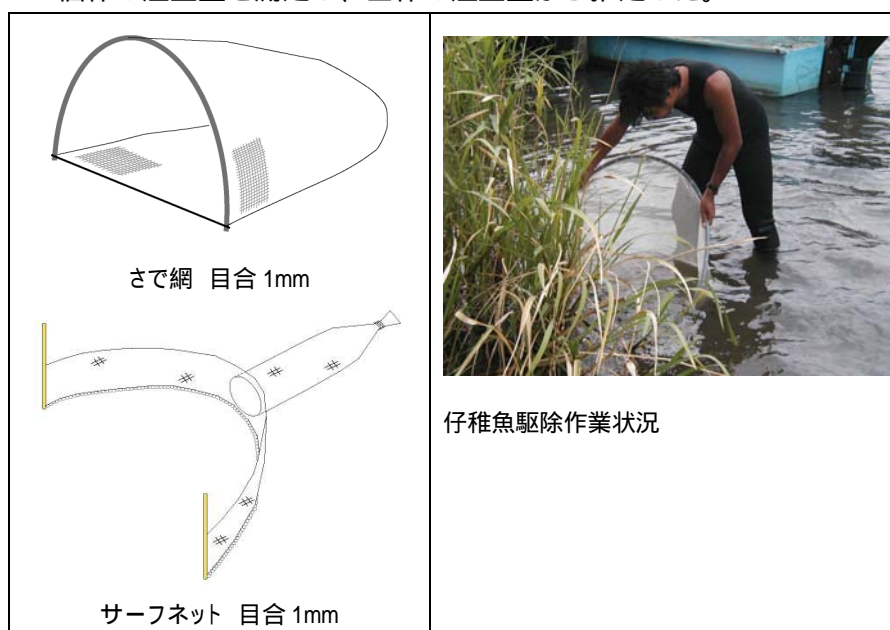
1.1.3 産卵親魚捕獲

5 区域計 79 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。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。



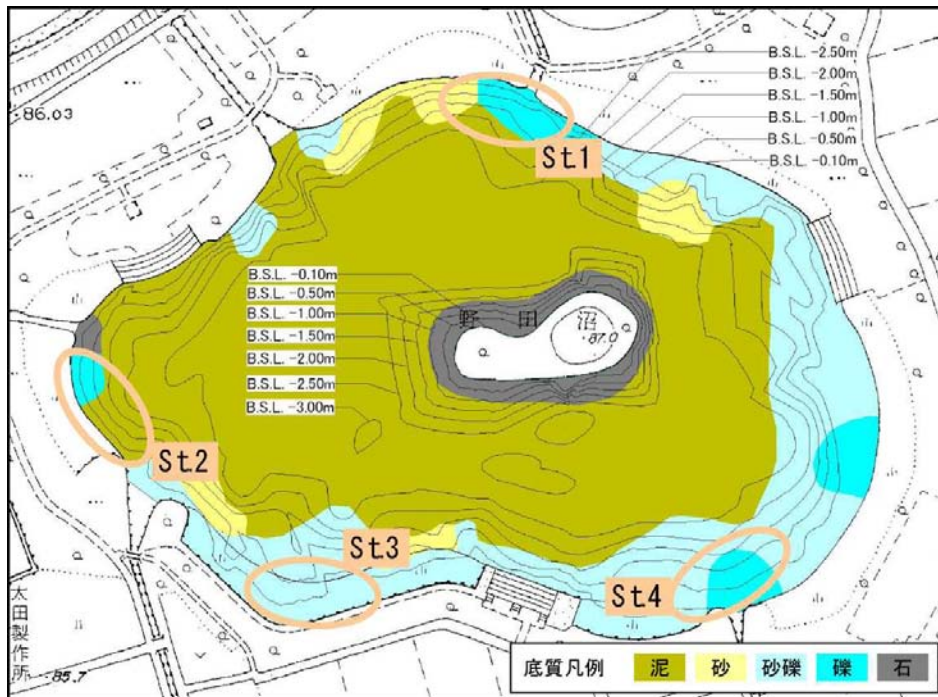
1.1.4 仔稚魚駆除

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、種ごとの湿重量を測定し、一部について乾燥重量を測定した。なお、個体数については 100 個体の湿重量を測定し、全体の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。なお、仔魚は密生した抽水植物帯内部で確認されることが多く、サデ網では過去調査と比較可能な定量調査が困難であったため採集には稚魚ネットのみを用いた。



1.1.6 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、タモ網を用いて魚類を採集した。なお、資源量把握のための標識再捕獲調査を5月に予定していたが、採集数が少なかったため11月調査時に実施した。

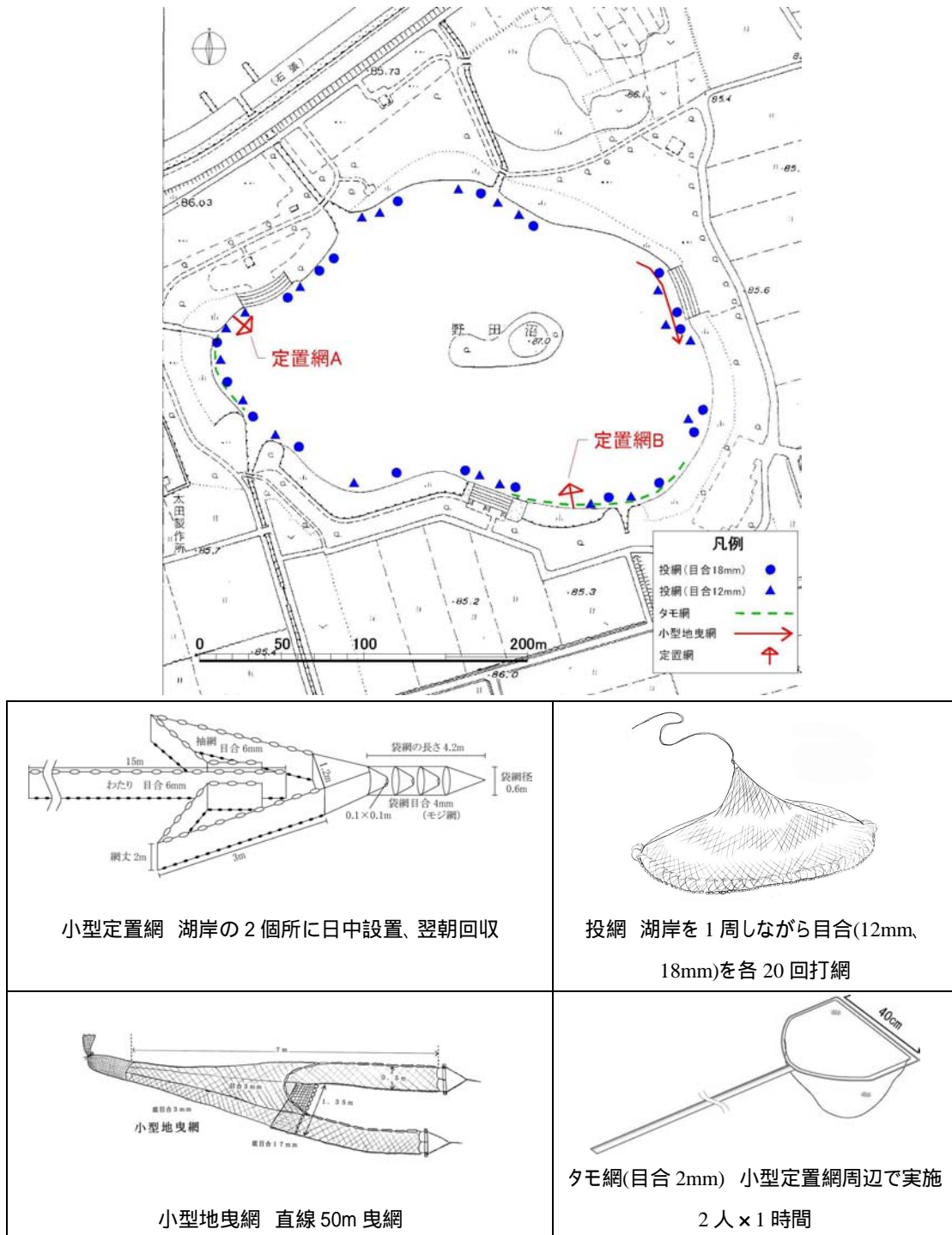


図 1.1.6.1 湖北野田沼における魚類相調査地点と漁具

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。標識再捕は行わなかった。漁具設置位置等は平成17年調査に準じた。

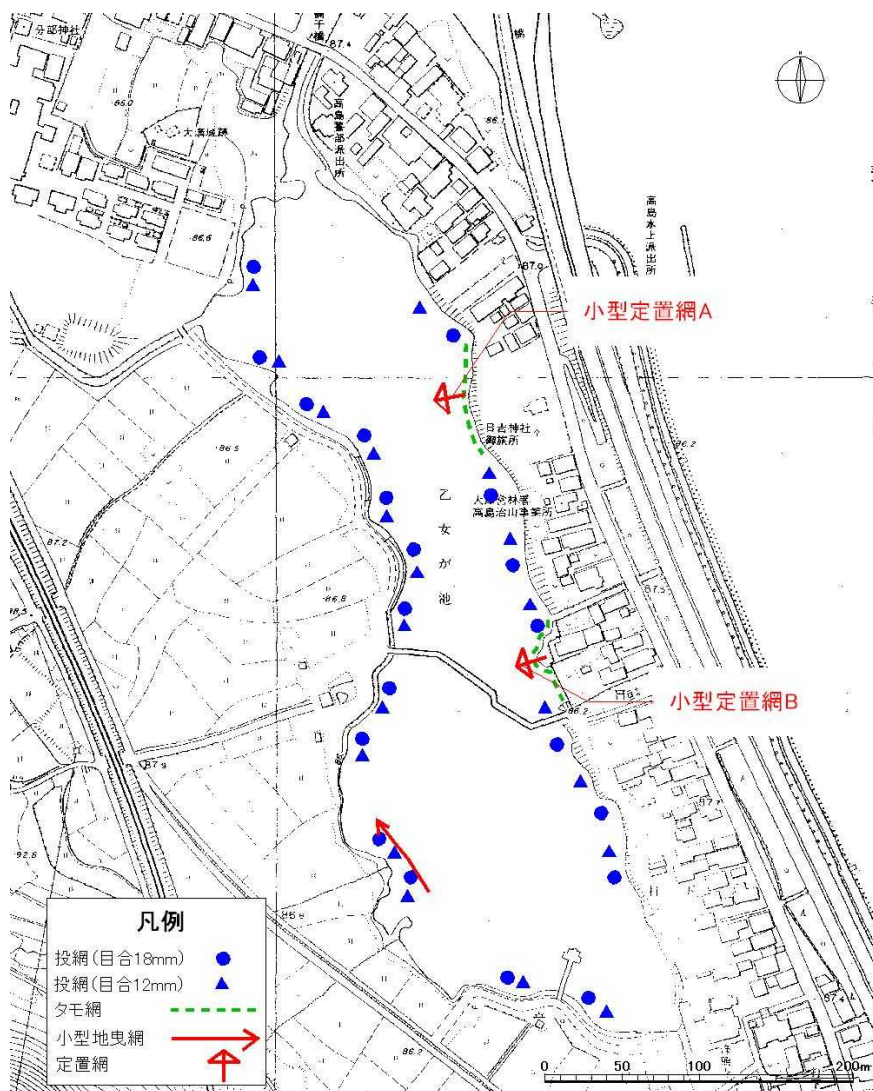


図 1.2.1.1 乙女が池における魚類相調査地点

1.3 モデル内湖の環境情報図の作成

1.3.1 空中写真撮影

ラジコンヘリコプターにより、高度数十～100m程度の上空から撮影を行った。



1.3.2 相観植生図

空中写真から予察図を作成し、これをもとに現地において見晴らしの良い場所から眺望して植生を相観的に区分し、植生図を作成した。

1.3.3 水温ロガー測定

湖内外の計7箇所の表層に水温ロガー(HOBO Water Temp Pro、onset社製)を設置し水温を連続観測した。

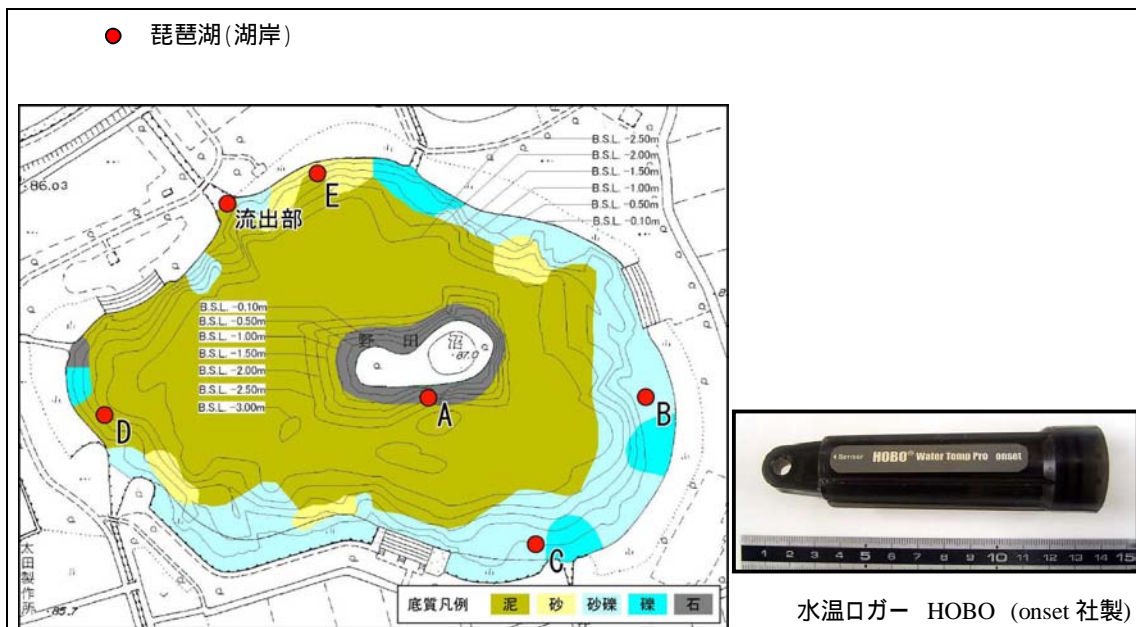


図 1.3.3.1 ロガー設置位置

2 調査結果概要

2.1 湖北野田沼での調査結果概要

2.1.1 地点概観・植生



図 2.1.1.1 野田沼空中写真(例)

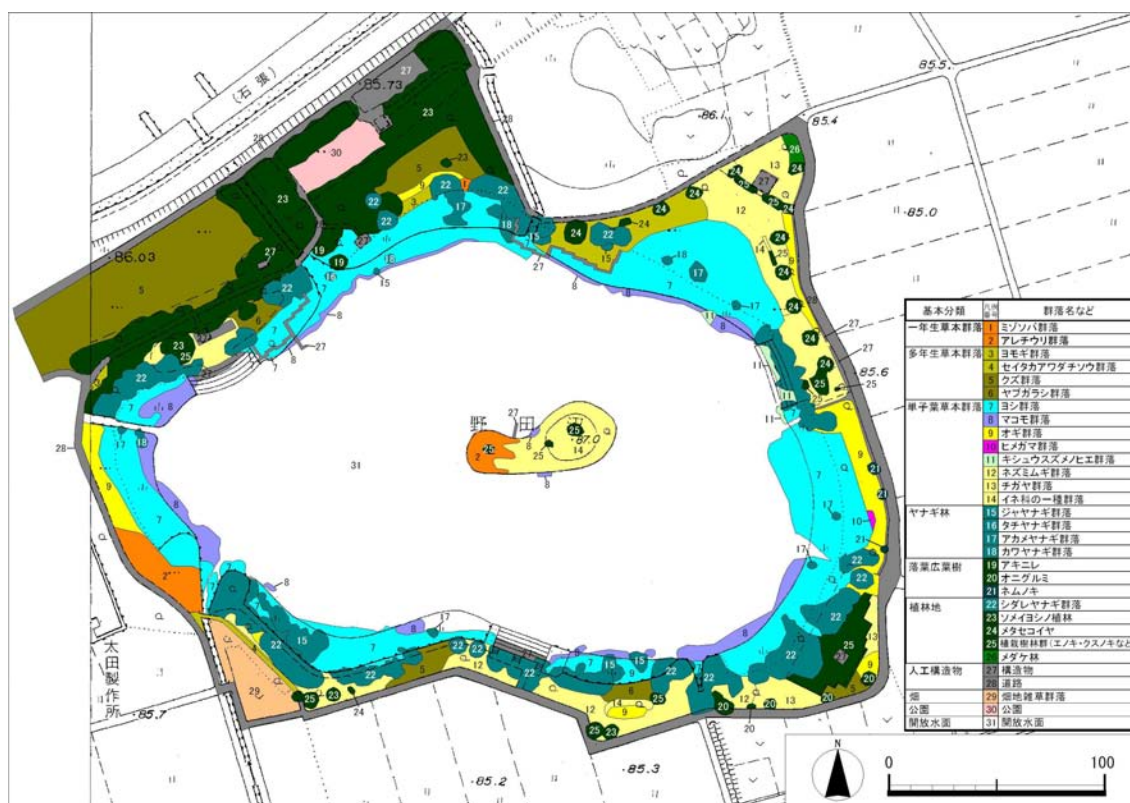


図 2.1.1.2 野田沼の植生

2.1.2 水位・水温の変化

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一定であった。

野田沼内(A～E)での水温の相違はほとんどみられず、6月まではすぐ外側の琵琶湖よりもやや高かった。

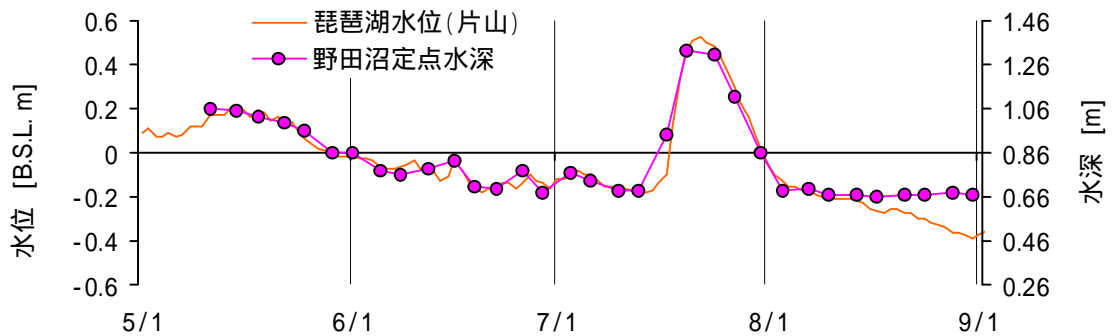
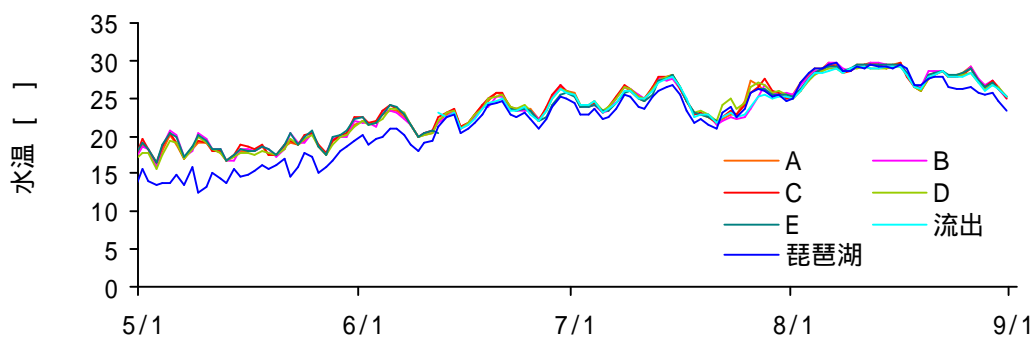


図 2.1.2.1 水位の変化



(流出部 (4/25～6/12) E (6/12～6/22) は不可避の理由により欠測)

図 2.1.2.2 水温の変化

2.1.3 産卵親魚捕獲結果

34回の調査により、小型三枚網によって各区域で17～34(合計119)個体のオオクチバスと43～120(合計352)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3.3～5.9個体でありD区域で多く、ブルーギルは7.2～25.2個体でありE区域で多かった。

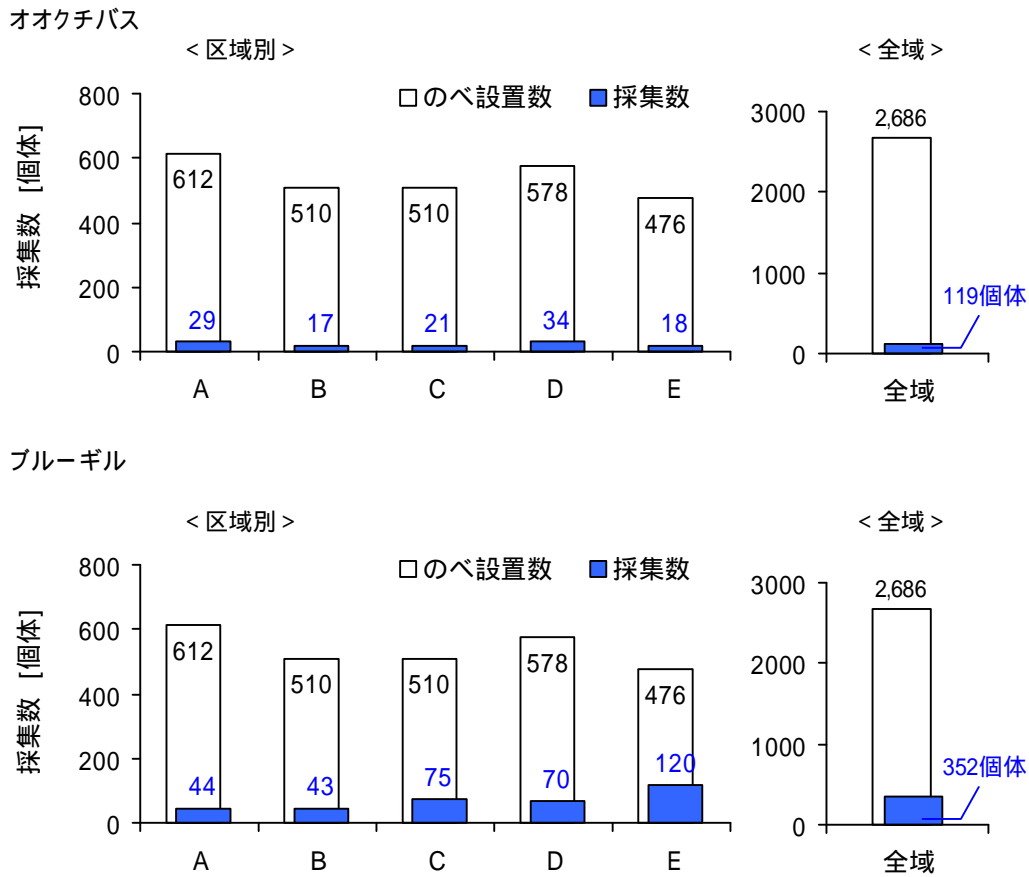
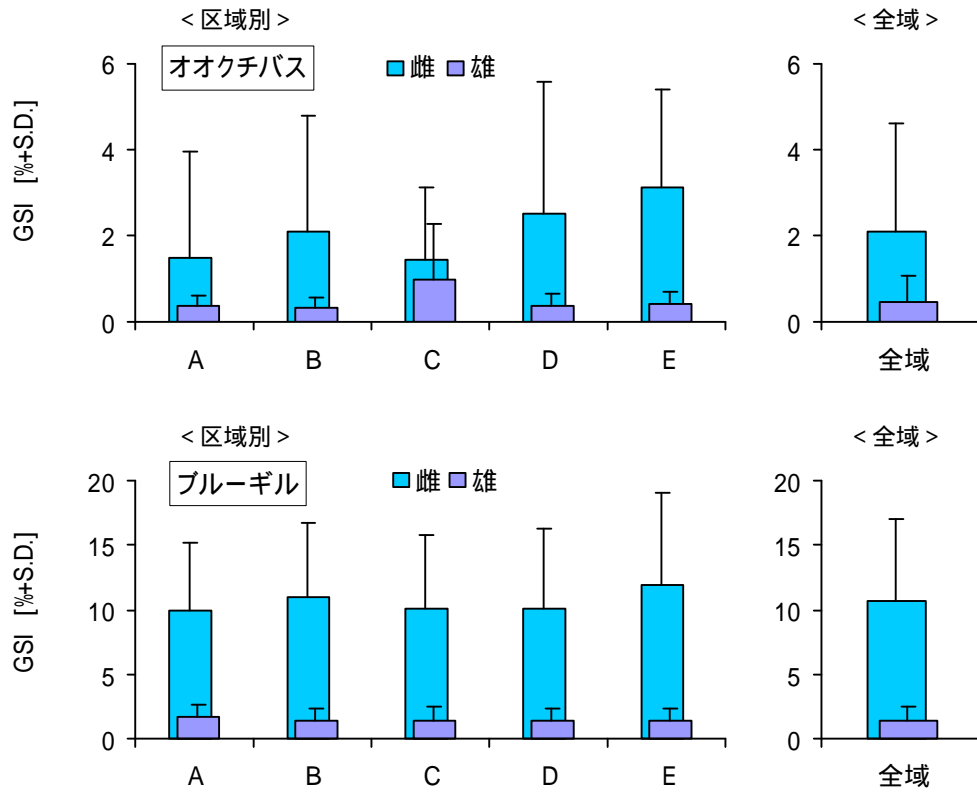


図 2.1.3.1 小型三枚網による特定外来生物採集状況(区域別) [5/8～8/31 34回調査]

オオクチバスの生殖腺指数(GSI)は、雌はD、E区域で高く、雄はC区域で高かった。
 ブルーギルのGSIは、雌はB、E区域で高く、雄は区域間で大きな差はみられなかった。



GSI[%] = 生殖腺重量 / (体重 - 生殖腺重量) × 100

図 2.1.3.2 小型三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 [5/8 ~ 8/31 34 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
 $GSI[\%] = \text{生殖腺重量} / (\text{体重} - \text{生殖腺重量}) \times 100$



親魚の採集量の変化傾向として、5 月上～中旬に少なく 5 月下旬から増加した点、6 月上旬および 6/29 に多かった点はオオクチバス、ブルーギルで一致した。

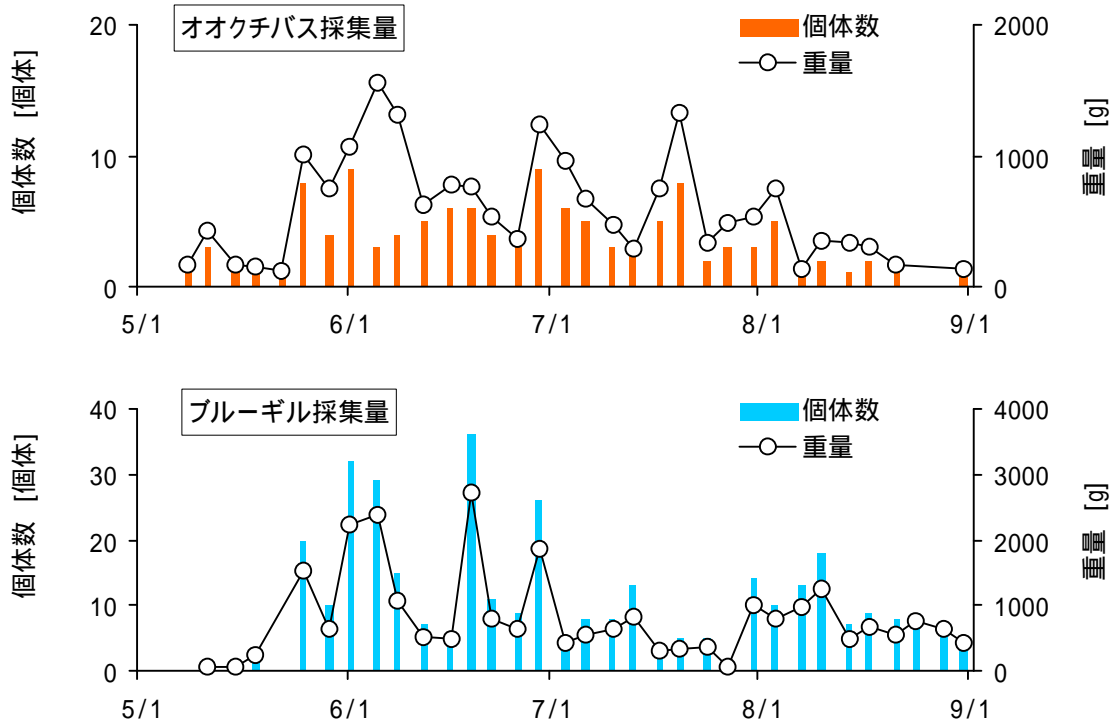


図 2.1.3.3 小型三枚網による特定外来生物採集状況(変化) [5/8～8/31 34回調査]

オオクチバス雌親魚の生殖腺指数(GSI)の最大値は5月上旬、ブルーギルは6月上旬にみられた。

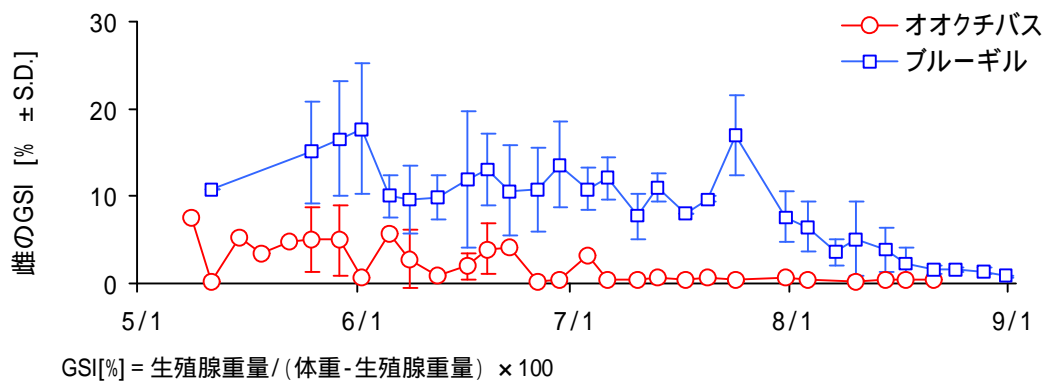


図 2.1.3.4 小型三枚網で得られた特定外来生物の雌の生殖腺指数(GSI)の変化 [5/8～8/31 34回調査]

2.1.4 産卵床確認結果

34回の調査により、人工産卵床のセンサーが反応したのは16～34(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3.4～6.7%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7例、うち2例がオオクチバス、5例がブルーギルであった。

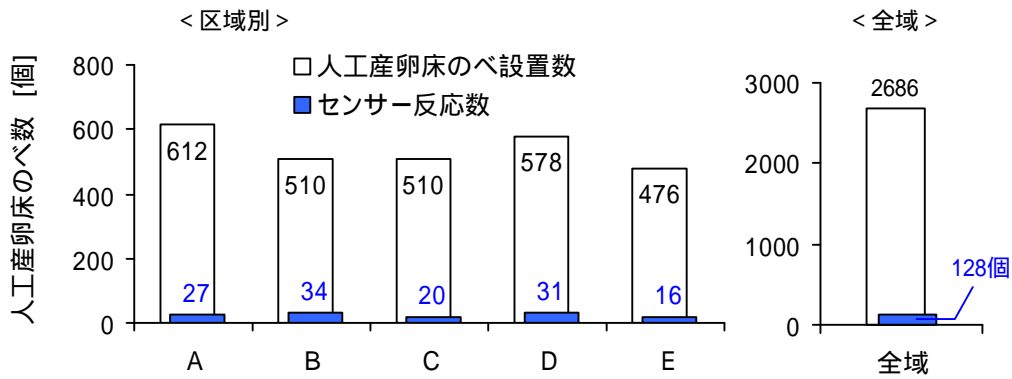
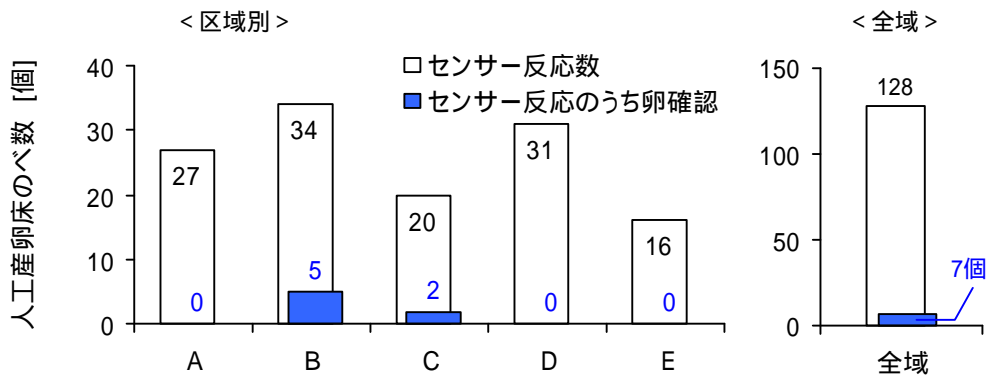


図 2.1.4.1 人工産卵床のセンサー反応状況 [5/8～8/31 34回調査]



B区域の2例はオオクチバス、3例はブルーギル、C区域はブルーギル2例

図 2.1.4.2 人工産卵床への特定外来生物産卵状況 [5/8～8/31 34回調査]



オオクチバスの産卵が確認されたのは6月中旬(人工産卵床)のみであった。
 ブルーギルの産卵が確認されたのは6月上旬(自然産卵床)と7月上～中旬、8月上旬(人工産卵床)であった。

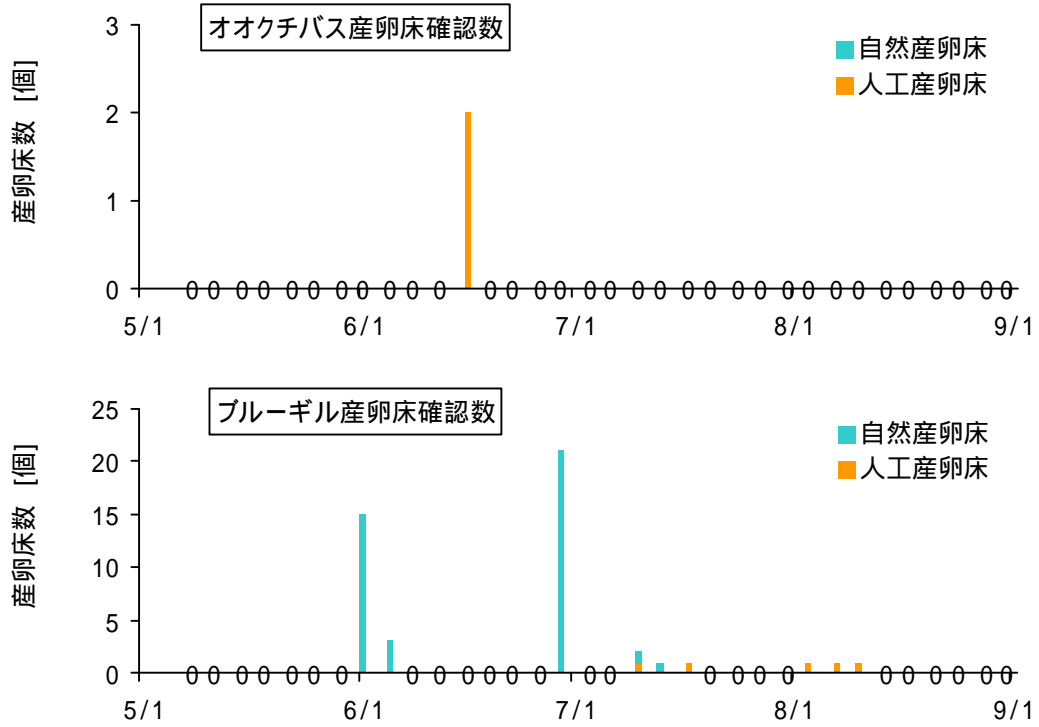


図 2.1.4.3 産卵床の確認数 [5/8～8/31 34回調査]

2.1.5 仔稚魚駆除結果

25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5個体 15g、ブルーギル2.5万個体 1.8kgを駆除した。

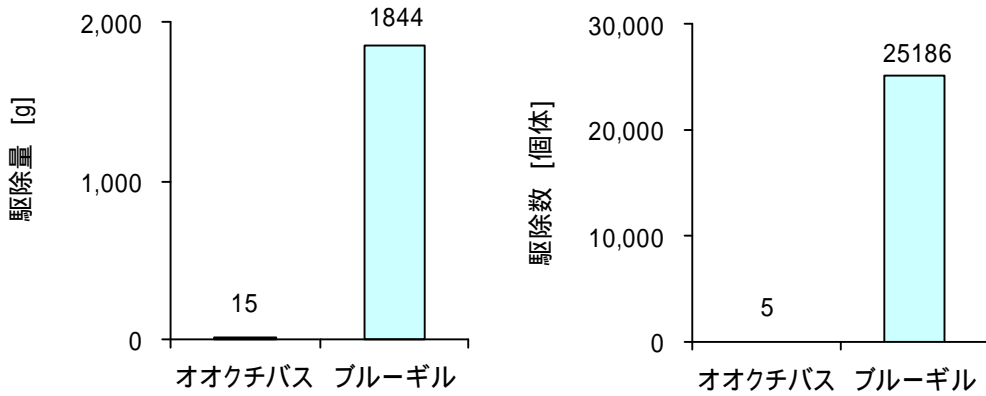


図 2.1.5.1 特定外来生物の駆除量 [2006年, 野田沼]

2.1.6 仔稚魚調査結果

最も多かったのはダニオ亜科であり、7/20に多かった。ついでカネヒラが多く5/25に多かった。ブルーギルは少なく8~10月にあわせて9個体のみが採集された。

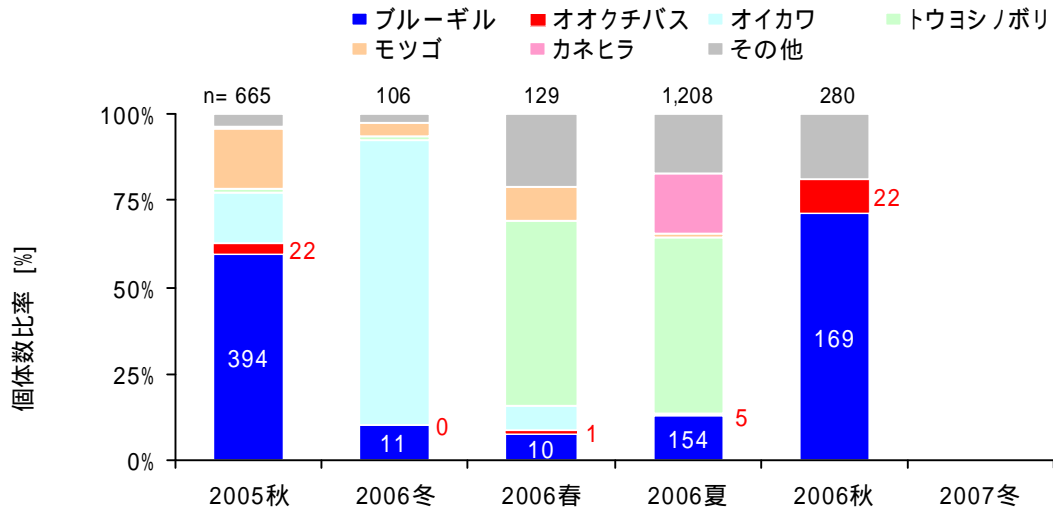
表 2.1.6.1 仔稚魚調査 採集結果 [2006年, 野田沼]

調査方法: 稚魚ネット
単位: 個体

種名	4月25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17日	9月12日	10月18日	合計
カネヒラ		1	179	19	6	16					221
ヤリタナゴ				2	20	8	23	1			54
アブラボテ						1	1				2
アブラボテ属					5	2			8		15
タイリクバラタナゴ									4	6	10
タナゴ亜科						2	4		1		7
タモロコ属			1	1							2
モツゴ					1						1
ウグイ						2	7				9
アブラハヤ	5		14								19
オイカワ						2	2			4	8
カワムツ										1	1
ヌマムツ									6		6
ダニオ亜科			1			7	143	16	87	4	258
フナ類	2	2		2							6
ブルーギル								4	3	2	9
ヨシノボリ類				1	9	13	8	5	79	12	127
ヌマチチブ			1			1		6	29	4	41
ウキゴリ			1								1

2.1.7 魚類相調査結果

魚類相調査による採集魚類に占める特定外来生物の割合は冬、春、夏に低く秋に高いという季節変化傾向がみられた。



注) グラフ中数字は採集数を示す

図 2.1.7.1 魚類相調査結果 [野田沼]

表 2.1.7.1 魚類相調査 採集結果 [野田沼]

漁法: タモ網・定置網・投網・小型曳網
単位: 個体

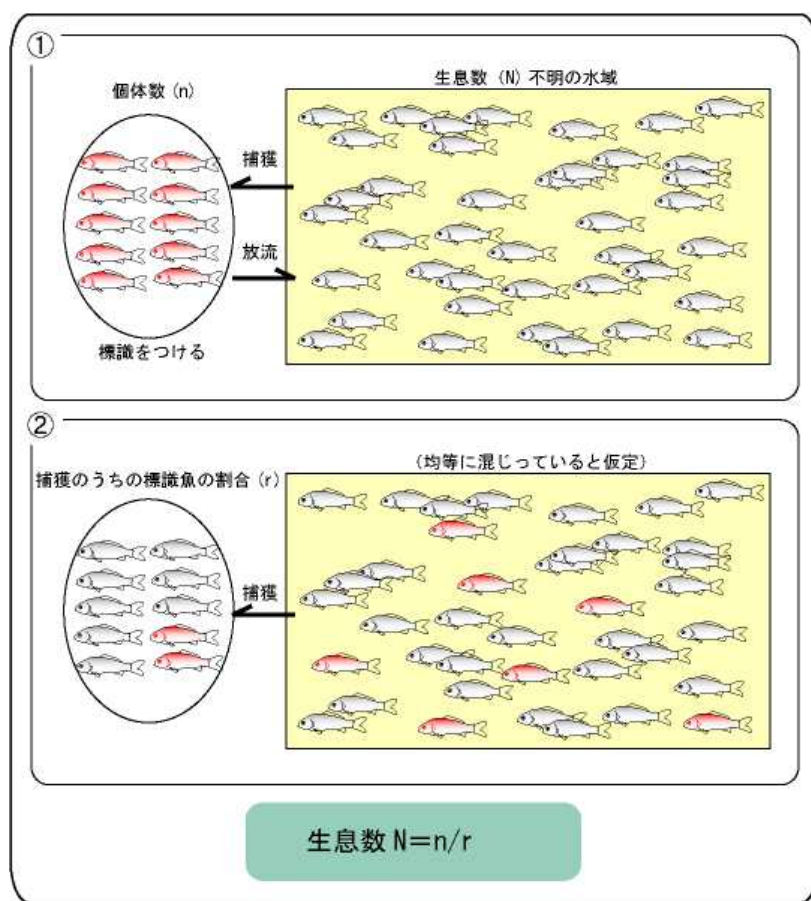
分類	種名	2005秋	2006冬	2006春	2006夏	2006秋	合計
魚類	アユ	1	1	3			5
	カネヒラ	2			211		213
	ヤリタナゴ	12			40	4	56
	アブラボテ			2	4		6
	タイリクバラタナゴ					1	1
	ビワヒガイ				8	4	12
	タモロコ				4		4
	ホンモロコ			11	4		15
	ゼゼラ			2			2
	モツゴ	115	4	13	15	1	148
	ウグイ			1			1
	アブラハヤ				1		1
	オイカワ	98	87	9	7	27	228
	カワムツ				1	7	8
	ヌマムツ				16	2	18
	ハス				1		1
	ダニオ亜科	7		1			8
	ギンブナ	1		5			6
	ゲンゴロウブナ		1			1	2
	フナ類	2			31		33
	コイ		1				1
	ドジョウ	1				1	2
	カムルチー	1		1			2
オオクチバス	22		1	5	22	50	
ブルーギル	394	11	10	154	169	738	
ドンコ				1		1	
トウヨシノボリ	9	1	69	608	16	703	
ヌマチチブ				88	25	113	
ウキゴリ			1	9		10	
魚類計		665	106	129	1,208	280	2,388
エビ類	ヌマエビ	3		87		5	95
	カワリヌマエビ属	77		8	1	1	87
	スジエビ	36		16,204	185	682	17,107
	テナガエビ	13	3		3	10	29
	アメリカザリガニ	11	1	6	2	3	23
エビ類計	140	4	16,305	191	701	17,341	
合計		805	110	16,434	1,399	981	19,729

2.1.8 資源量推定 標識再捕調査結果

2006年11月に実施した標識再捕調査(11/9-10にオオクチバス22個体、ブルーギル168個体に標識をつけ放流、翌週11/16-17に再捕)では、オオクチバス21個体、ブルーギル88個体を採集したが、標識魚は全く採集されず、資源量の推定は行えなかった。

計算ではオオクチバスの資源量は $21 \times 22 = 462$ 個体より多く、ブルーギルは $88 \times 168 = 14,784$ 個体より多い、と推定されるが、放流数・再捕時の採集数が少ないため信頼できる数字ではないと判断される。

参考：標識再捕による資源量推定方法

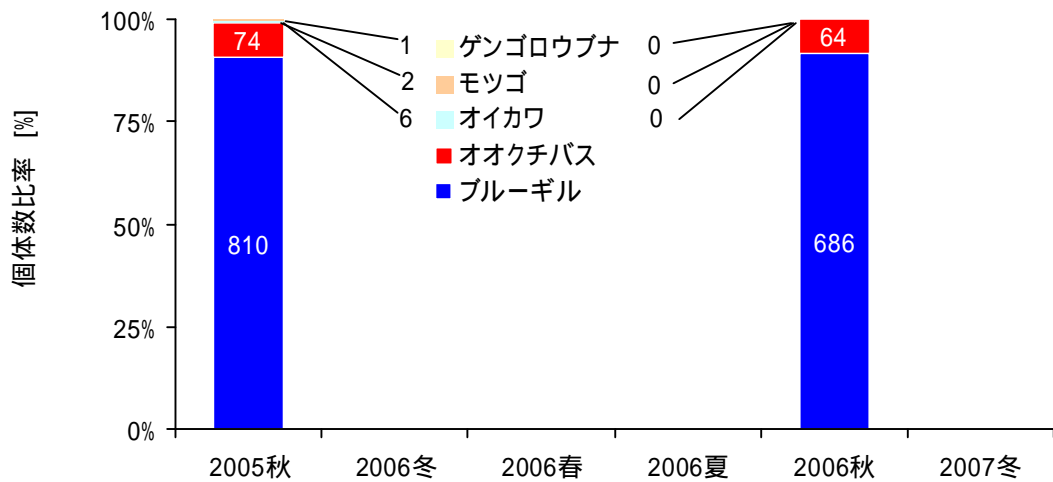


2.2 乙女が池での調査結果概要

2.2.1 魚類相調査結果

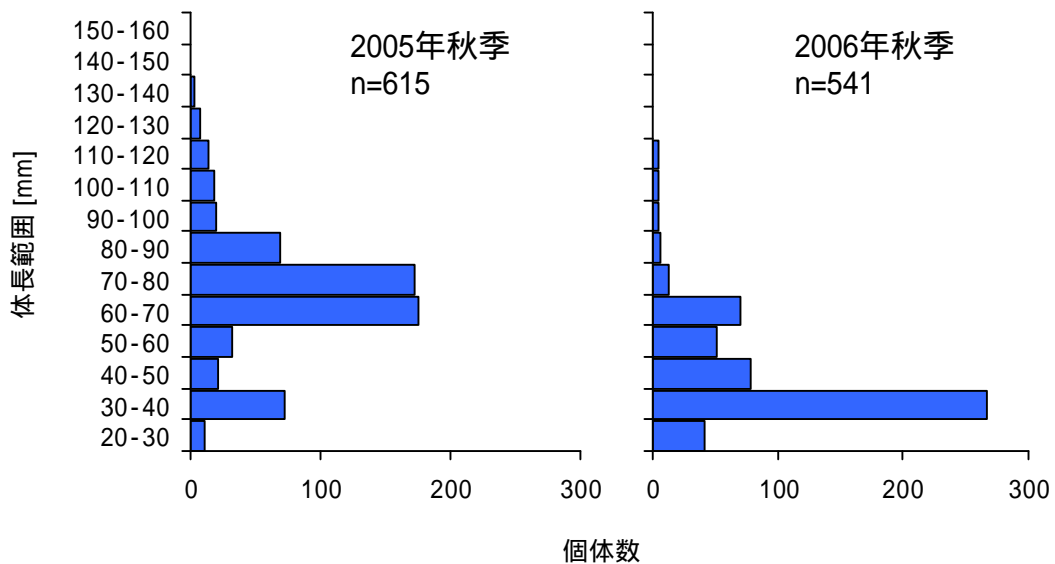
2006 年秋の魚類相調査で得られた魚類 750 個体は全て特定外来生物であった。特定外来生物が極めて多い傾向は 2005 年秋と同様であった。

採集されたブルーギルのサイズは大きく異なっており、2005 年秋季に比べ 2006 年秋季は体長 3~4cm の小型個体が非常に多く、7cm を超える中型、大型個体は少なかった。



注) グラフ中数字は採集数を示す

図 2.2.1.1 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 2.2.1.2 ブルーギル体長組成の年比較 [乙女が池]

3 考察

3.1 野田沼における外来魚の生態

3.1.1 産卵期

産卵期

野田沼における外来魚の産卵場所について、人工産卵床、自然産卵床を実際に確認した時期について、産卵床調査と平行して行った小型三枚網による採集結果、仔稚魚調査結果、水温測定結果をもとに外来魚の産卵時期を推定し、他の事例と比較検討を行った。

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月中旬～7月上旬、ブルーギルの産卵期は5月下旬～8月中旬と推定された。

産卵床確認日

現地で実際に産卵床を確認した時期は、オオクチバスが6月中旬、ブルーギルが6月上旬、6月下旬、7月中旬、8月上旬～中旬であり（表 3.1.1.1）これらの時期は明らかに産卵期間であったといえる。

表 3.1.1.1 産卵床確認日 [2006年, 野田沼]

種名	産卵床確認日
オオクチバス	6/16
ブルーギル	6/1、6/5、6/29、7/10、7/13、7/17、8/3、8/7、8/10

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 3.1.1.1 に示した。

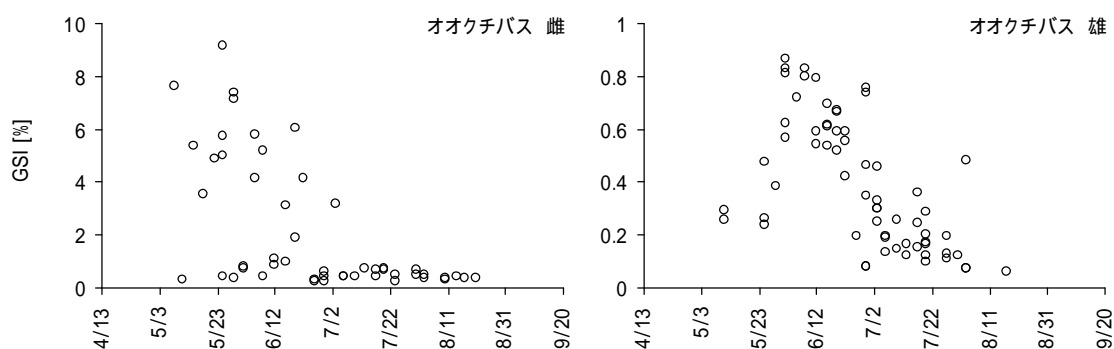


図 3.1.1.1 小型三枚網で採集されたオオクチバスの GSI 変化

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。

産卵期を推定するにあたっては産卵可能な GSI 値が問題となる。そこで、調査全期間に

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

小型三枚網で得られた雌全て (n=50) の GSI を並べたところ、1~3%の間に明らかな変曲点が認められ、これ以上は産卵可能、これ以下は産卵後あるいは未成熟であると考えられた。従って、図 3.1.1.1 で GSI3%以上の個体がみられた期間、すなわち7月上旬までが産卵期であったと推定される。

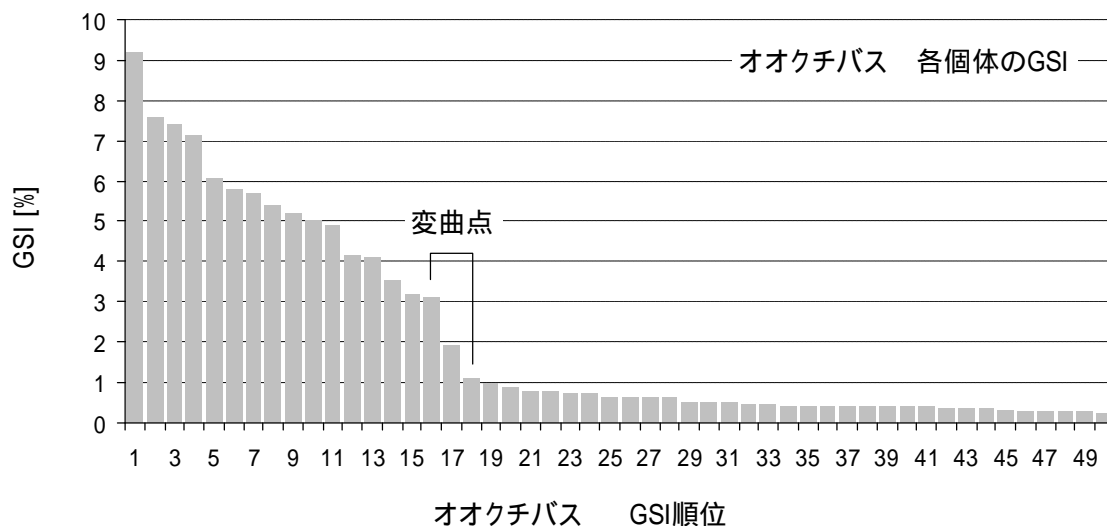


図 3.1.1.2 オオクチバス雌各個体の GSI [2006 年, 野田沼, 小型三枚網]

また、諏訪湖における調査結果および考察結果 (武居, 2006) から、GSI が 3%程度であれば産卵期間中と判断されている。従って野田沼で 7 月上旬にみられたこの雌個体は産卵可能なものと考え、概ねオオクチバスの産卵期は 7 月上旬までと推定された (開始時期不明)。

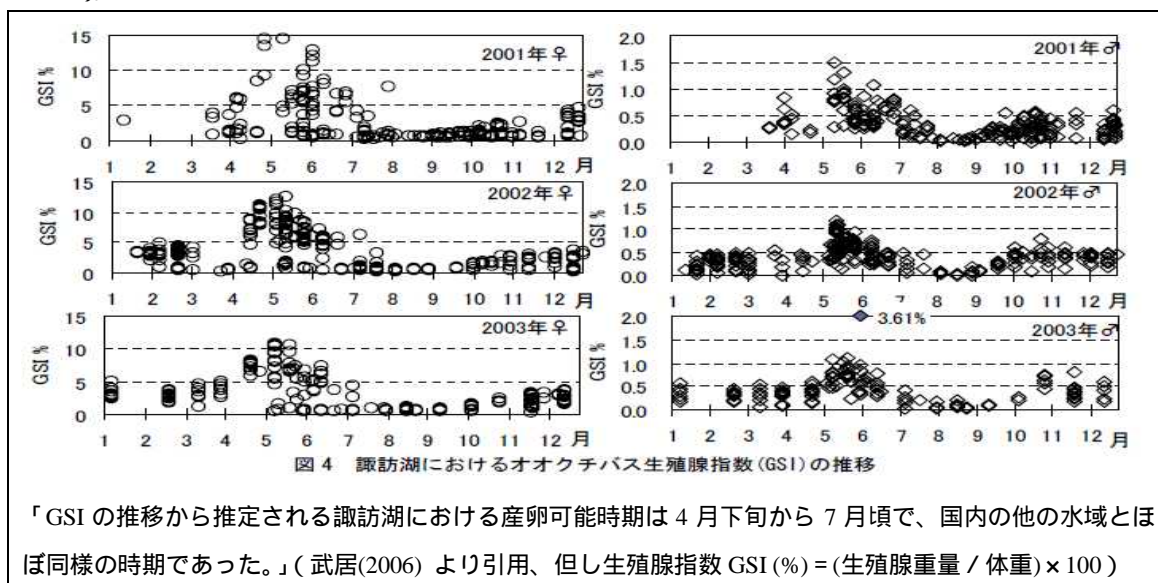


図 3.1.1.3 諏訪湖におけるオオクチバス生殖腺指数(GSI)の推移 武居(2006) より引用

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 3.1.1.4 に示した。

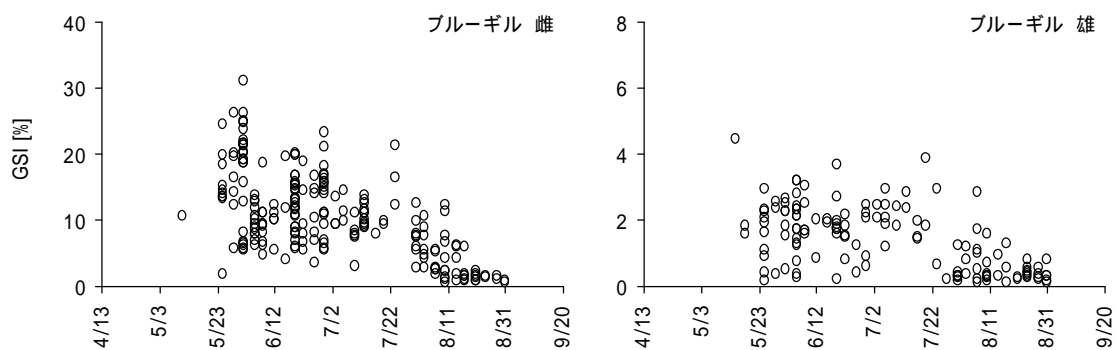
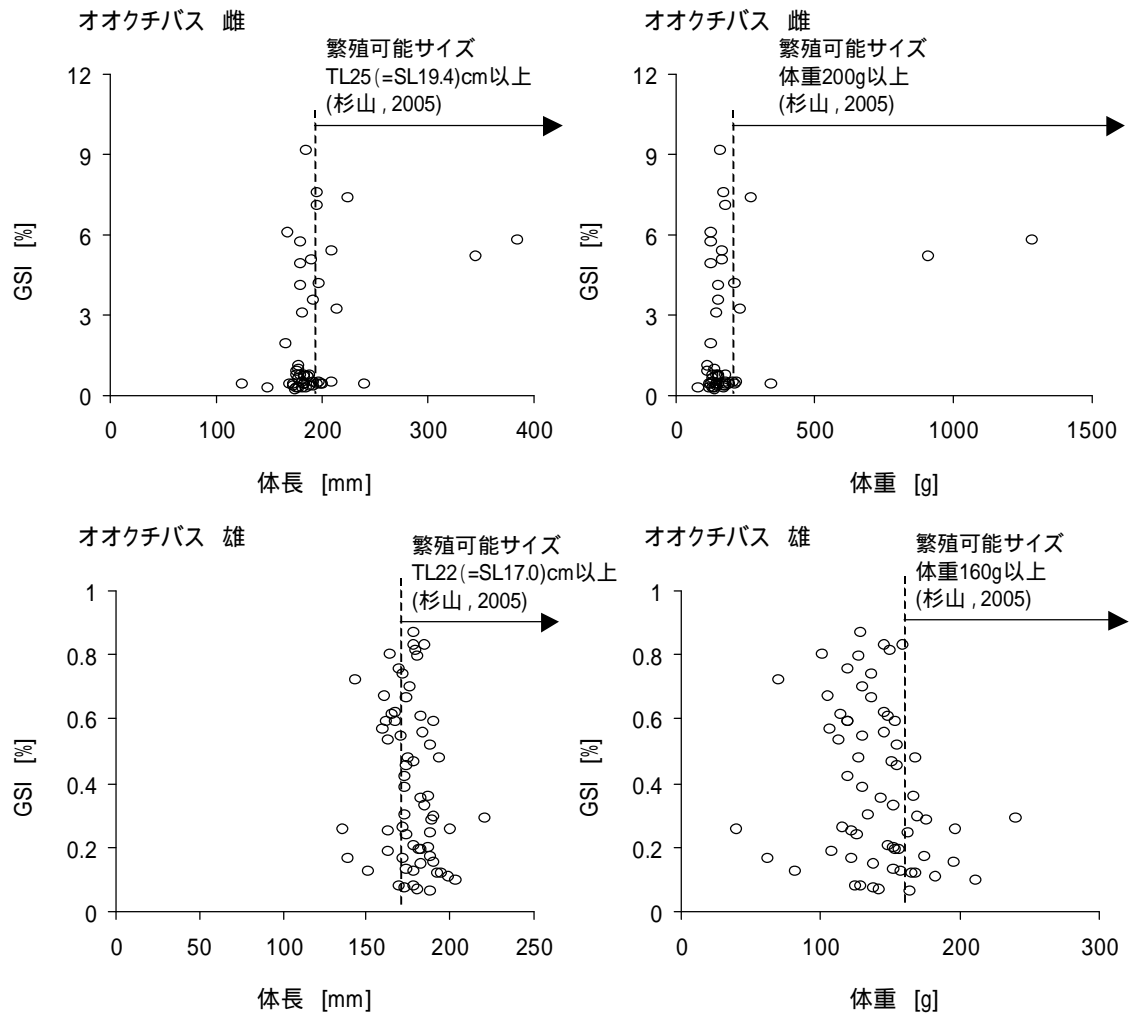


図 3.1.1.4 小型三枚網で採集されたブルーギルの GSI 変化

ブルーギルについては、8月中旬以降に高い GSI を示す個体がみられていないことが雌雄で一致したことから、産卵期は概ね 8月中旬までと推定された（開始時期不明）。

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で得られたオオクチバスの GSI と体長、体重の関係は図 3.1.1.5 に示すとおりであり、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 3.1.1.5 小型三枚網で採集されたオオクチバスの GSI と体長・体重の関係

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 35～200 個体（全 13 回、総計 1,403 個体）を抽出し、全長を測定した結果を図 3.1.1.6 に示す。この図より、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。

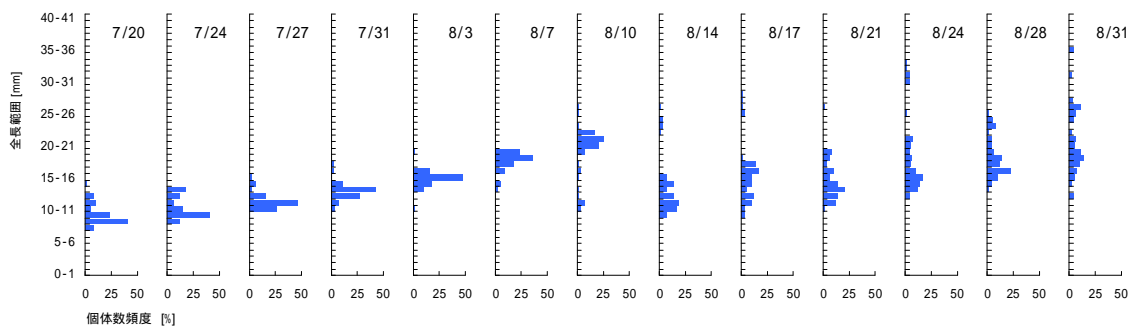


図 3.1.1.6 ブルーギル仔稚魚の全長変化 [2006 年, 野田沼]

ブルーギルの初期成長について調べた Werner (1969) の結果を表 3.1.1.2 に示し、図化したものを図 3.1.1.7 に示す。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、Werner 1969 および孵化仔魚全長（ここでは 3.3mm とした）からみて、ブルーギルの初期成長について以下のような簡易な式に当てはめることとした。

表 3.1.1.2 ブルーギルの初期成長

(Werner, 1969 より)

孵化後日数	測定尾数	平均全長 (mm)	標準偏差	全長範囲 (mm)
16	3	12.3	0.59	12～13
17	7	13.3	0.51	13～14
18	8	13.3	0.71	12～14
19	14	13.3	0.71	12～14
20	76	13.8	0.57	13～15
21	77	14.5	0.60	13～15
22	149	15.1	0.61	13～16
23	134	15.8	0.89	12～18
24	5	16.2	0.84	15～17
25	9	16.8	1.09	16～19
26	5	16.8	0.45	16～17
27	4	18.8	0.48	18～19
28	2	19.0	1.41	18～20
29	3	18.3	0.59	18～20
30	1	21.0	-	21
31	4	21.3	0.96	20～22
35	4	22.0	1.41	21～24
36	4	22.3	0.95	21～23
37	2	21.5	0.71	21～22
38	7	23.0	2.17	20～26
39	2	22.0	-	22
40	11	24.2	2.04	21～27
43	3	27.3	1.53	26～29
44	4	24.8	1.53	23～26
46	1	25.0	-	25

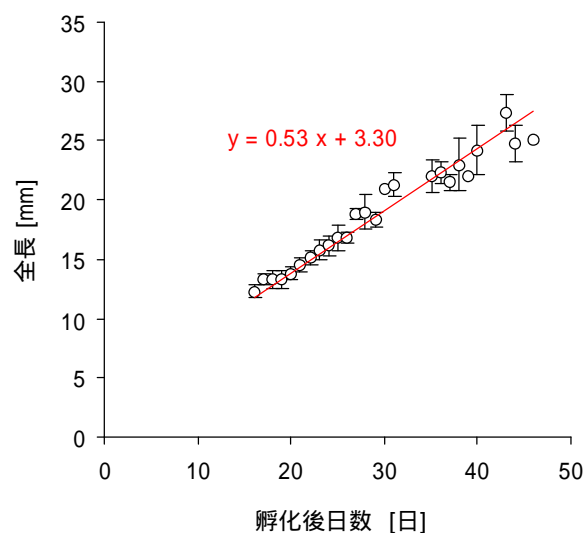


図 3.1.1.7 ブルーギルの初期成長

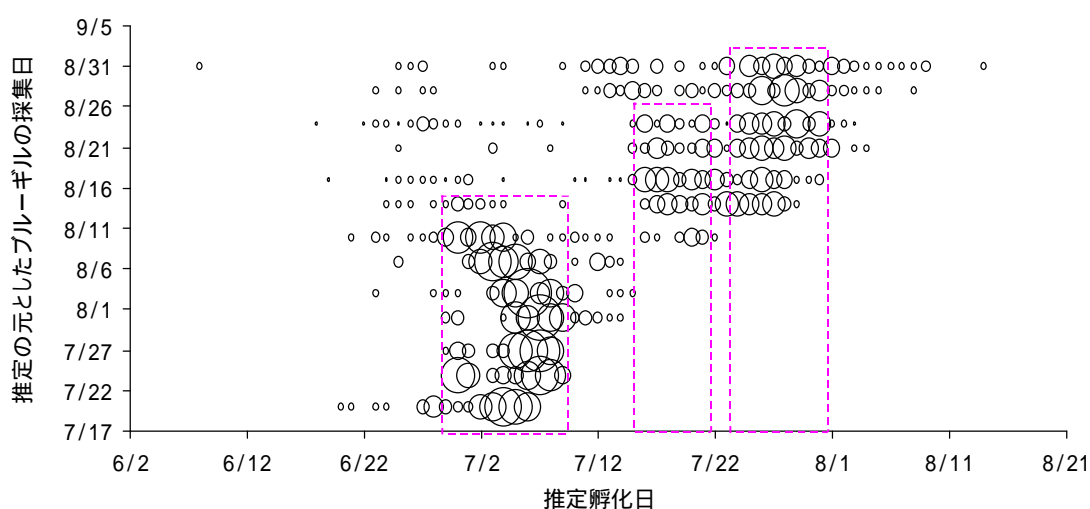
(Werner 1969 図化, 全内協 1994 より近似直線を作成)

ブルーギル仔稚魚の簡易成長式

$$\text{全長 mm} = 0.53 \times \text{孵化日数} + 0.33$$

図 3.1.1.6 に示した各個体の全長から、上式を用いて孵化日を推定した結果を図 3.1.1.8 に示す。

この結果より、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は主に 6 月下旬～7 月下旬にあったものと推定され、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）であることから、産卵期も主に 6 月下旬～7 月下旬と推定された。



円の大きさはそれぞれの調査日の測定個体を100としたときの各個体推定孵化日ごとの個体数を示す

図 3.1.1.8 ブルーギル仔稚魚全長からの逆算による孵化日推定結果

なお、オオクチバスについては仔稚魚駆除で 5 個体（全長 30 – 82 mm）が確認された。これらは 7 月下旬の出水時以降に確認された稚魚であり、採集数が少なかったこと、それ以前に野田沼内で仔稚魚が確認されていないことから、琵琶湖から野田沼内に侵入してきたものである可能性がある。

表 3.1.1.3 仔稚魚駆除で採集されたオオクチバス 5 個体の測定結果

採集日	全長(mm)	体長(mm)	体重(g)
7月24日	30.4	25.9	0.37
7月27日	42.5	36.1	1.07
8月3日	54.6	46.8	1.99
8月17日	66.1	54.3	3.46
8月17日	81.7	69.9	7.34

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 3.1.1.4 に示した。残念ながらブルーギル産卵期の水溫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、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 3.1.1.4 オオクチバスの産卵期水温

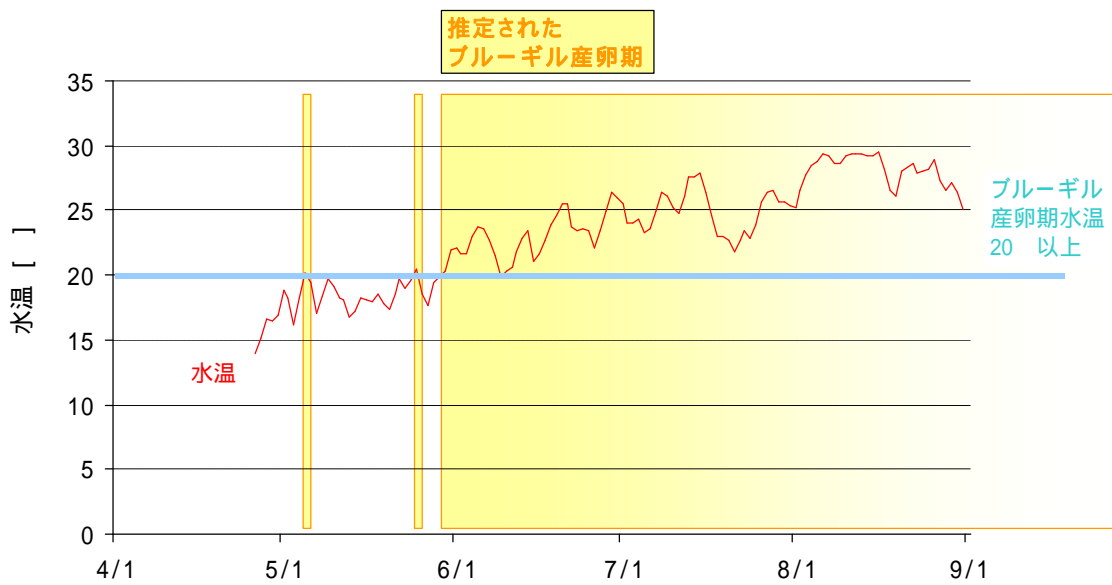
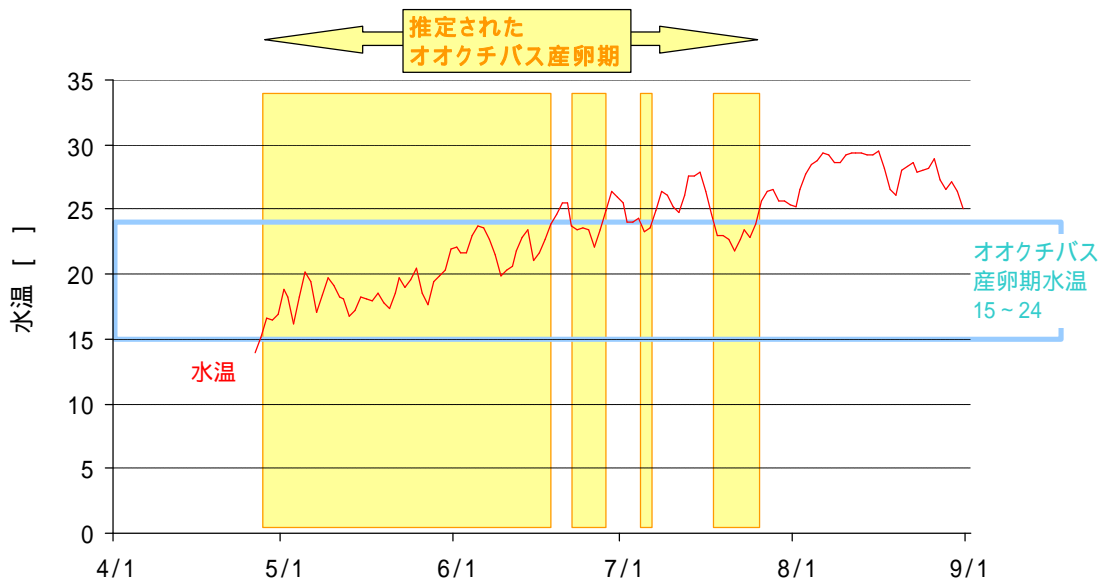
文献	場所	水温帯
Kramer and Smith(1962)	ミネソタ州	15-24
津村(1989)	琵琶湖	11.8～23.3 主に 16～20 前後
前畑(2001)	-	16～22
伊豆沼マニュアル(2006)*	-	(開始)15 前後
遠藤・宇部(2006)	岩手県御所湖	(開始)15 前後

表 3.1.1.5 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 5 箇所（区域 A～E）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 4 月下旬～7 月下旬、ブルーギルは 5 月下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A~E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A~Eを平均した値

図 3.1.1.9 水温によるオオクチバス・ブルーギル産卵期の推定 [2006年,野田沼]

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 3.1.1.6 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月中旬～7月上旬、ブルーギルの産卵期は5月下旬～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、ブルーギルの産卵期のほうが長い点も一致した。

表 3.1.1.6 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

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	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)																		

3.1.2 産卵場所

産卵場所

野田沼における外来魚の産卵場所について、人工産卵床、自然産卵床を実際に確認した場所について、産卵床調査と平行して行った小型三枚網による採集結果との比較検討を行った。

オオクチバスは産卵床の確認がほとんどなく、また小型三枚網での採集数やGSIの分布にも平面的な強い偏りがみられなかったことから、特定の産卵場は推定できなかった。ブルーギルは西部を除く広い範囲で産卵床が確認されたが、オオクチバスと同様に採集数やGSIの分布に平面的な強い偏りはみられなかった。

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 3.1.2.1 に示す。

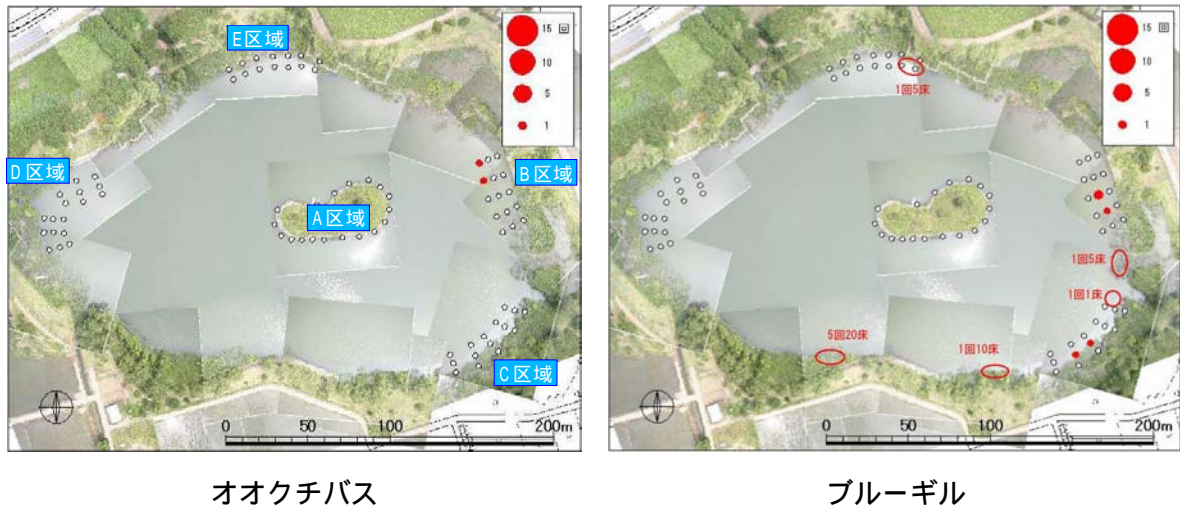


図 3.1.2.1 産卵床確認位置

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 3.1.2.2 に示した。オオクチバスはどの月でも分布に偏りがなく、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、7月以降は区域間にほとんど差がみられなかった(図 3.1.2.3)。

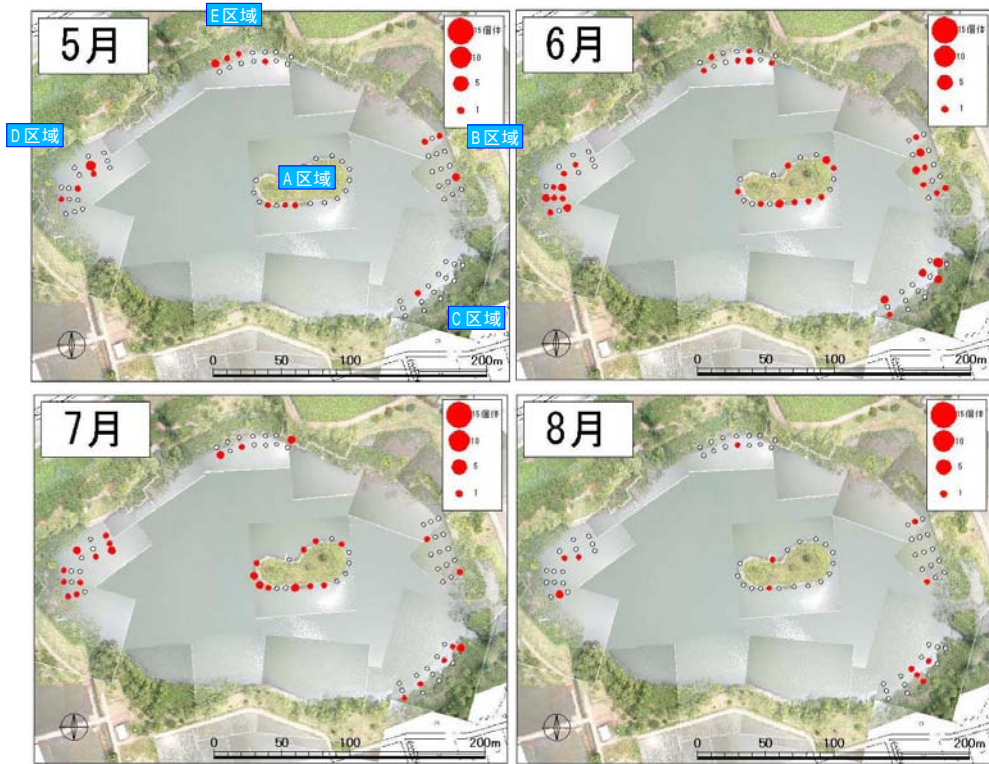


図 3.1.2.2 小型三枚網で採集されたオオクチバスの分布

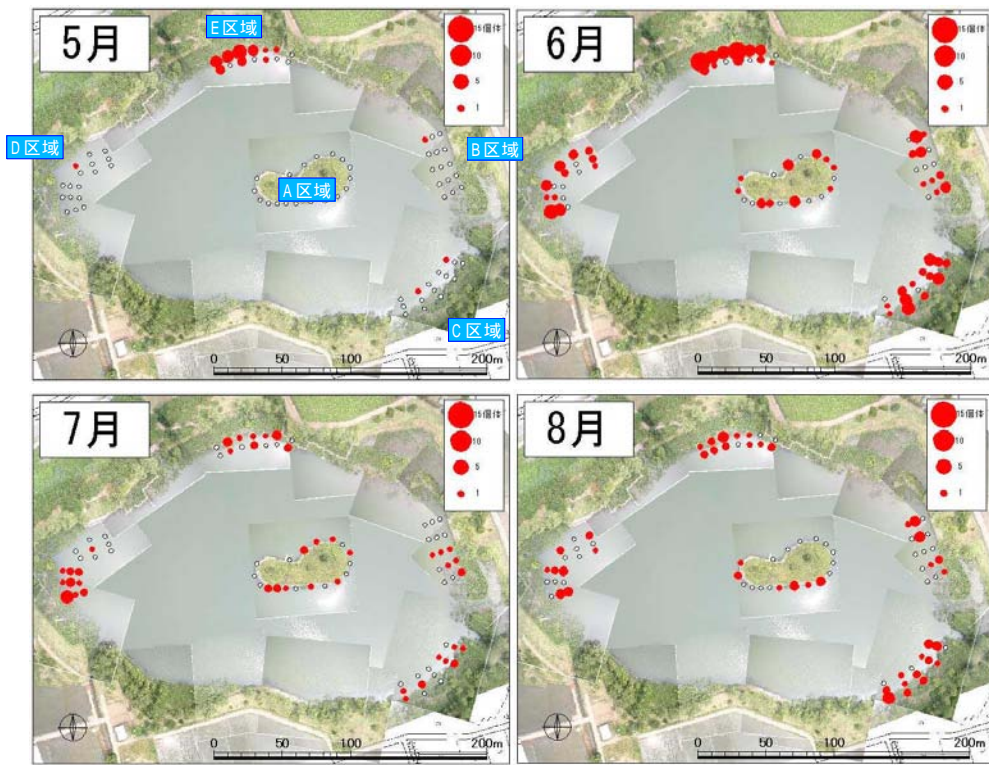


図 3.1.2.3 小型三枚網で採集されたブルーギルの分布

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（79 箇所）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 3.1.2.4）オオクチバスでは GSI の高い個体の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。

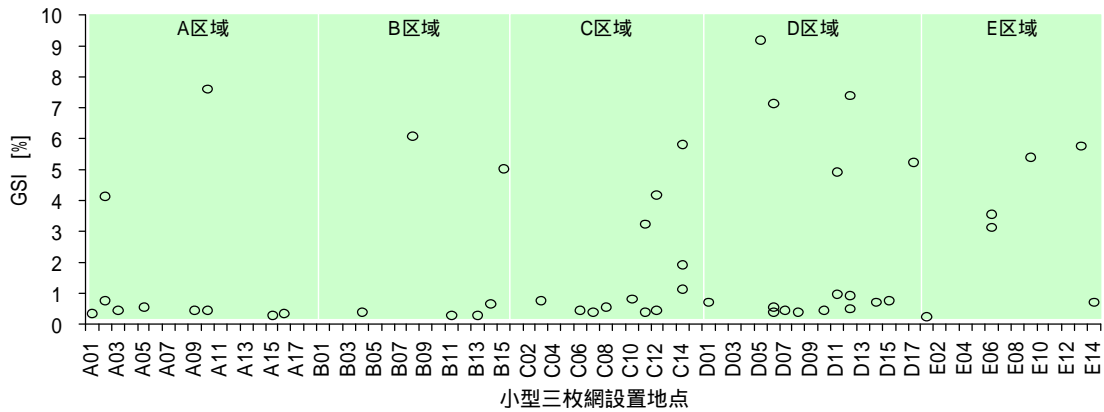


図 3.1.2.4 オオクチバス雌 GSI の分布 小型三枚網設置場所別 [2006 年, 野田沼]

オオクチバスの GSI 分布について水深別にみても（図 3.1.2.5）GSI の高い個体が多い特定の水深帯はみられなかった。

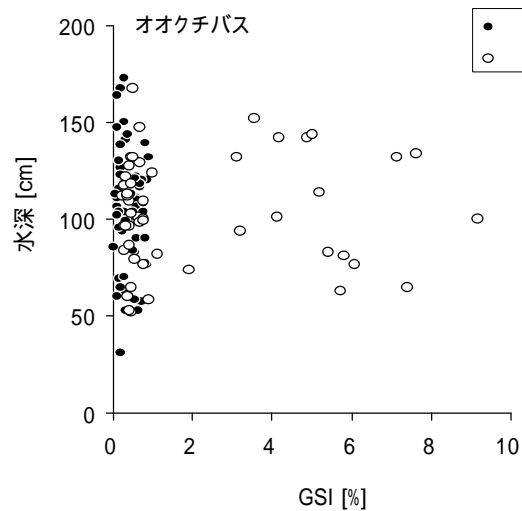


図 3.1.2.5 オオクチバス GSI の分布 水深別

ブルーギル雌でもやはり GSI の高い個体が全区域で見られ、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 3.1.2.6）。しかし、GSI の頻度分布でみると（図 3.1.2.7）GSI の高い個体は E 区域で多い傾向がみられた。このことから、GSI 分布からはブルーギルの産卵可能性は比較的 E 区域で高いものと推察された。

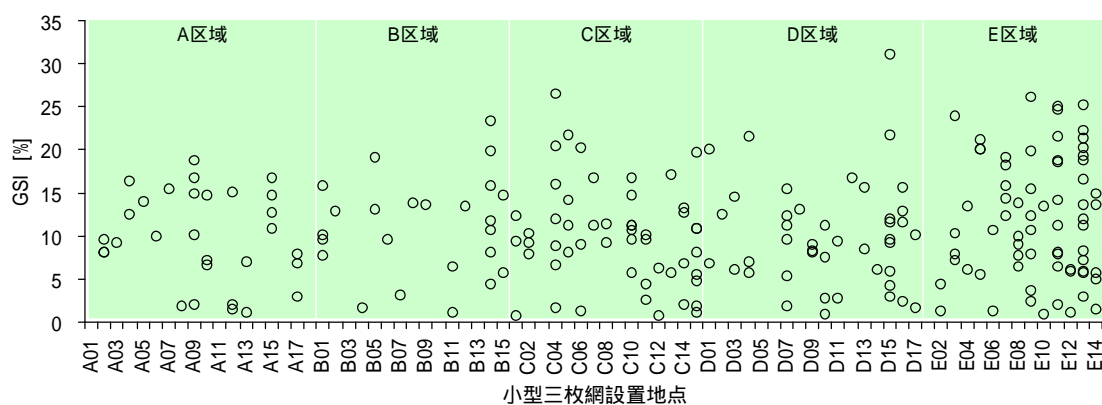


図 3.1.2.6 ブルーギル雌 GSI の分布 [2006 年, 野田沼]

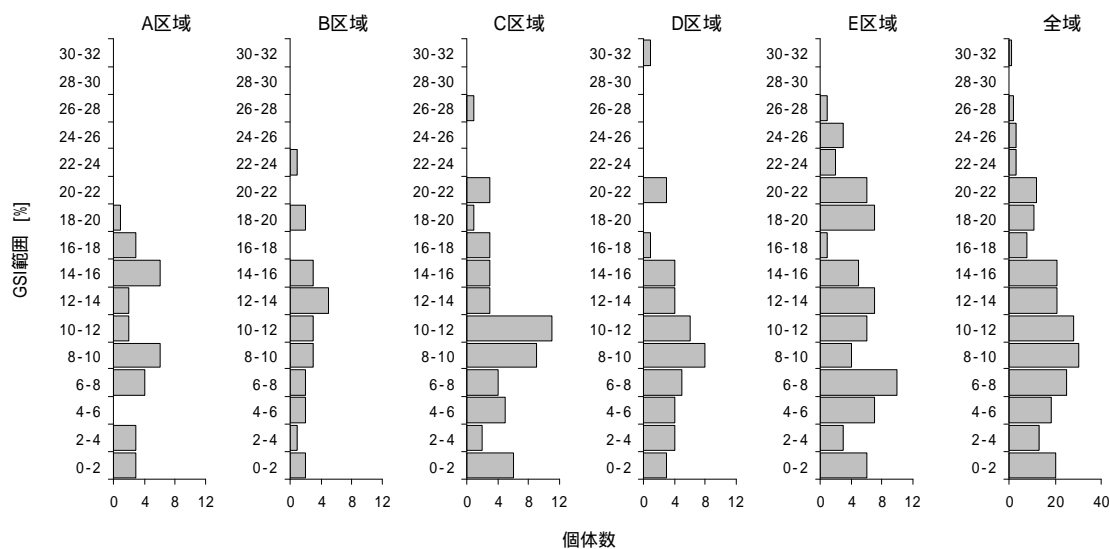


図 3.1.2.7 区域別にみたブルーギル雌 GSI 頻度分布 [2006 年, 野田沼]

ブルーギルの GSI 分布について水深別にみると(図 3.1.2.8)、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かった。

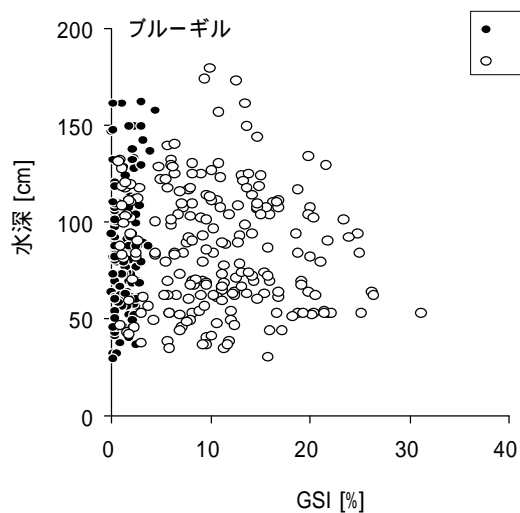


図 3.1.2.8 ブルーギル GSI の分布 水深別

まとめ

オオクチバスは産卵床の確認がほとんどなく、また小型三枚網での採集数や GSI の分布にも平面的な強い偏りがみられなかったことから、特定の産卵場は推定できなかった。ブルーギルは西部を除く広い範囲で産卵床が確認されたが、オオクチバスと同様に採集数や GSI の分布に平面的な強い偏りはみられなかった。

3.1.3 成育場所

成育場所

オオクチバス、ブルーギル仔稚魚の確認位置から野田沼内の成育場所を推察した

オオクチバスの仔稚魚はほとんど採集されず、野田沼内での成育はほとんどなかったものと推察され、成育場所は明らかでなかった

ブルーギルは野田沼内では南側で多い傾向がみられ、かつ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 離れた場所で多い傾向がみられた

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2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8回行った仔稚魚調査でもオオクチバス仔稚魚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、7/24～8/17に4回で5個体（体長3～7cm）を確認したのみである。この期間は降雨により琵琶湖水位が近年になく急上昇した直後であり、採集された5個体も琵琶湖から進入である可能性が高い。湖内で確認した産卵床数が2個と少なかったことからみても、少なくとも2006年の野田沼ではオオクチバスの産卵・成育はほとんど行われなかったものと考えられる。しかし、小型三枚網で採集されたメスには排卵しているとみられる個体が多数確認されていることから、産卵を行ったものの何らかの原因により著しく減耗した可能性もある。オオクチバス卵の捕食者は、ブルーギル、ヨシノボリ、オイカワ、コイなどとされており（全内協 1992）、他の魚による捕食を受けたのかもしれないが実際のところは不明である。

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。これらの仔稚魚主に仔稚魚駆除で採集され（図 3.1.3.1）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 3.1.3.1 ブルーギル仔魚の主な確認範囲

3.2 駆除効果の評価と手法の検討

3.2.1 駆除効果

駆除効果

2005年11月、2006年11月に同じ手法で行った魚類相調査の結果を比較し、繁殖抑制を目的として実施した駆除の効果について検証した

オオクチバスは両年とも採集数が少なく、採集数は同数であり変化は認められなかった。なお、採集された個体のほとんどが当歳魚と考えられた。

ブルーギルの採集量は明らかに減少した。当歳魚は個体数で34%の減少であった。なお、当歳魚以上に2005年生まれの年級群が減少していたが、この年級群に対する駆除はほとんど行っていないため原因は不明である。

特定外来生物の採集数は減少したが、在来種の採集数がより減少したため特定外来生物比率はやや上昇した。減少が目立ったのは2005年に多く採集されていたオイカワ、モツゴであったが、年変動の可能性もある。一方、内湖的魚類が確認されるようになったのは在来魚回復の予兆ともみられた。

2002年に行われた調査と今回の仔稚魚調査結果を比較し、駆除効果について検証した

同じ手法で行った2002年と2006年の調査結果を比較すると、ブルーギルは顕著に減少しており、駆除努力をかけた結果であると考えられた

野田沼における外来魚の駆除実績を図3.2.1.1に示す。前述のとおり、現時点での駆除実績はオオクチバス19.2kg・130個体、ブルーギル30.4kg・25,700個体である。ここでは2005年11月、2006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。

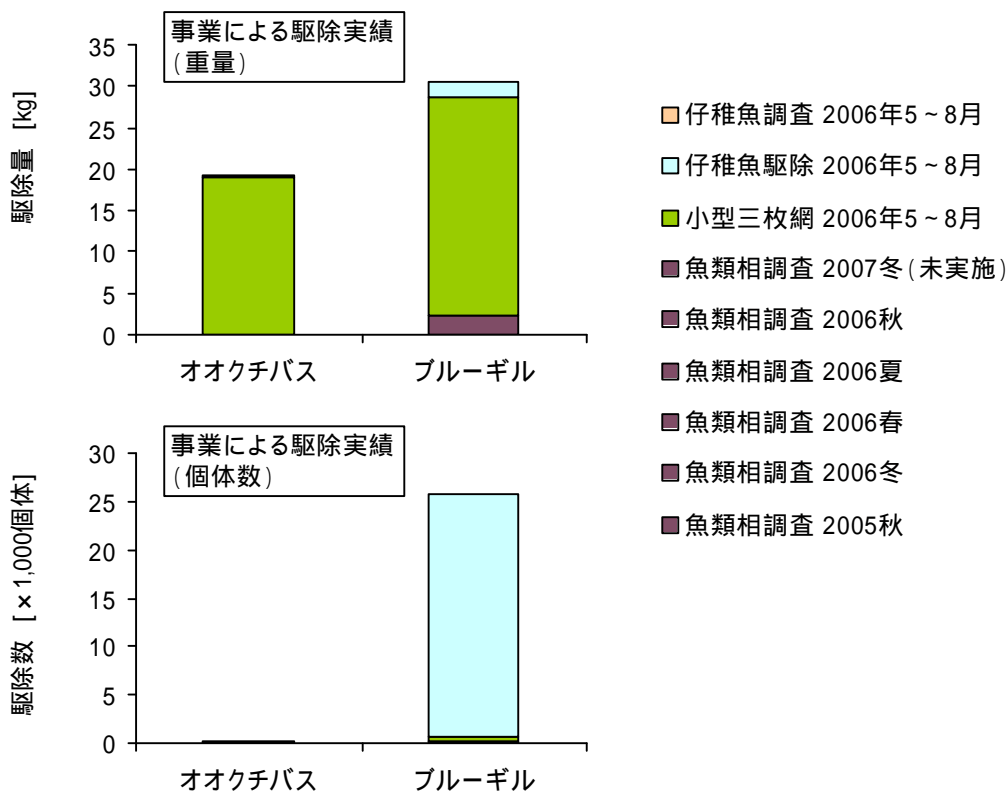


図 3.2.1.1 事業全体での特定外来生物駆除総量 [野田沼]

採集量の比較

秋季(11月)に同様の方法で行った2005年、2006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3.2.1.2に示した。オオクチバスは採集数は同じ、重量は増加したがこれは大型(649g、体長30cm)の1個体によるものであり増加とはいえず、そもそもの採集数が少ないために比較は難しい。ブルーギルは個体数、重量とも顕著に減っていた。

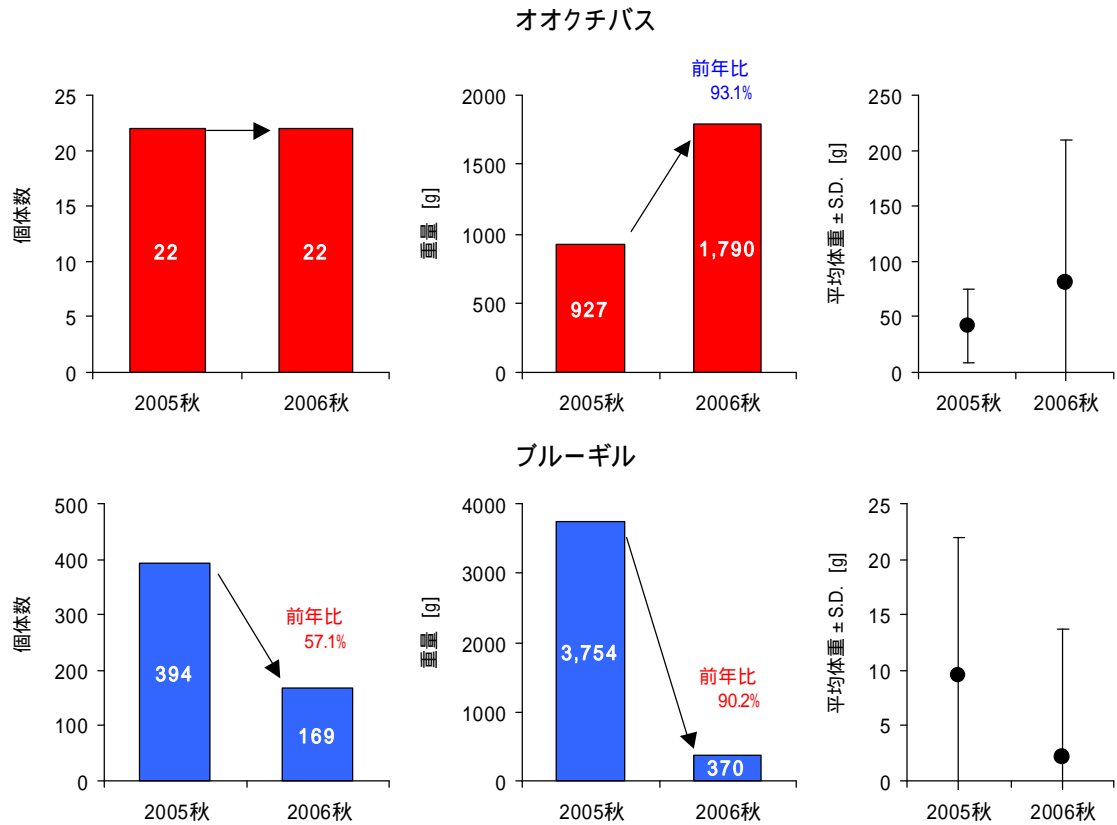


図 3.2.1.2 魚類相調査による特定外来生物採集量の年比較 [野田沼]

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 3.2.1.3 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 3.2.1.4 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、採集数に増減はみられていない。

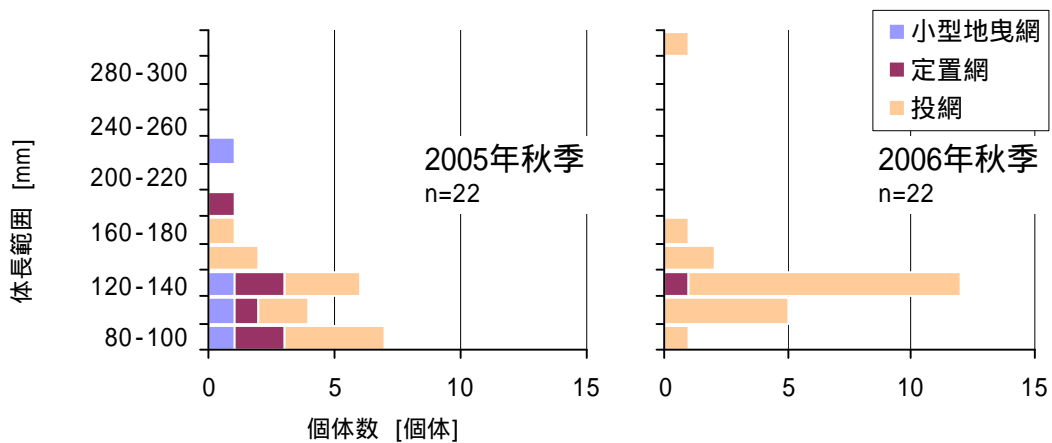
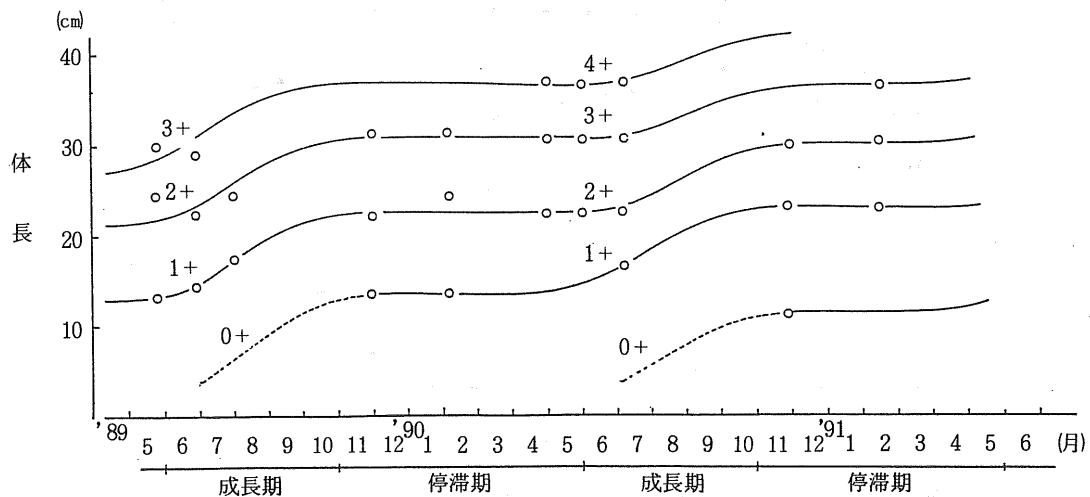


図 3.2.1.3 オオクチバスの体長組成 [野田沼, 秋季]



（全内協，1992 より引用）

図 3.2.1.4 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 3.2.1.5 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。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）であり 34% 減であった。

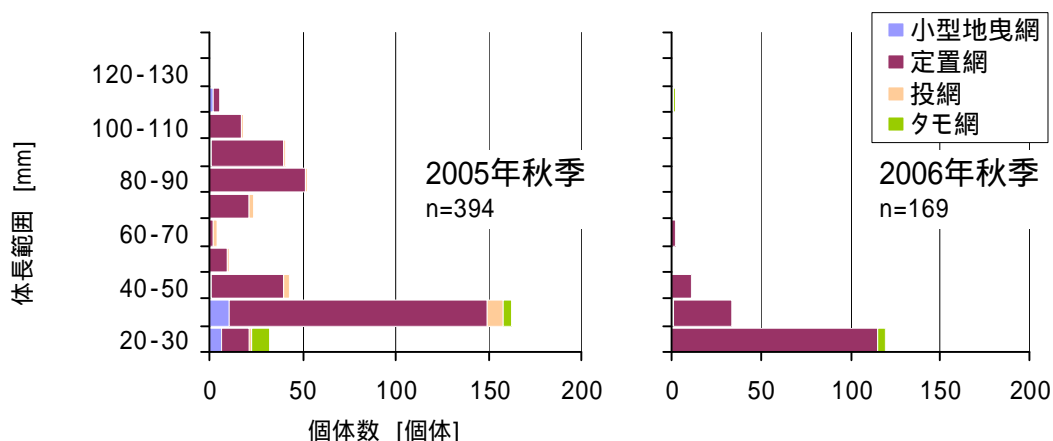


図 3.2.1.5 ブルーギルの体長組成 [野田沼, 秋季]

一方、2005 年秋季の当歳魚と考えられる体長 30-40mm をモードとする小型群が成長したものは、2006 年秋季にはほとんどみられなかった。この群（2005 年群とする）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すると（図 3.2.1.6）2006 年冬、春に確認された個体はいずれも小さく（体長モード 30-40mm のまま）、成長が認められない。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。

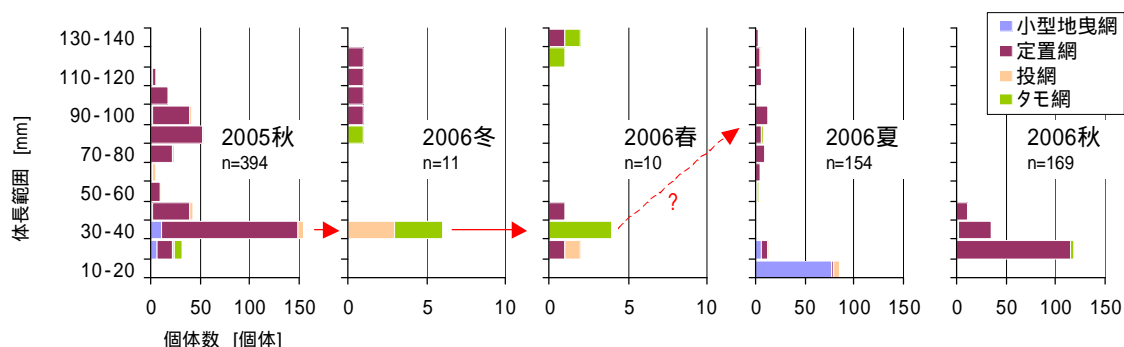
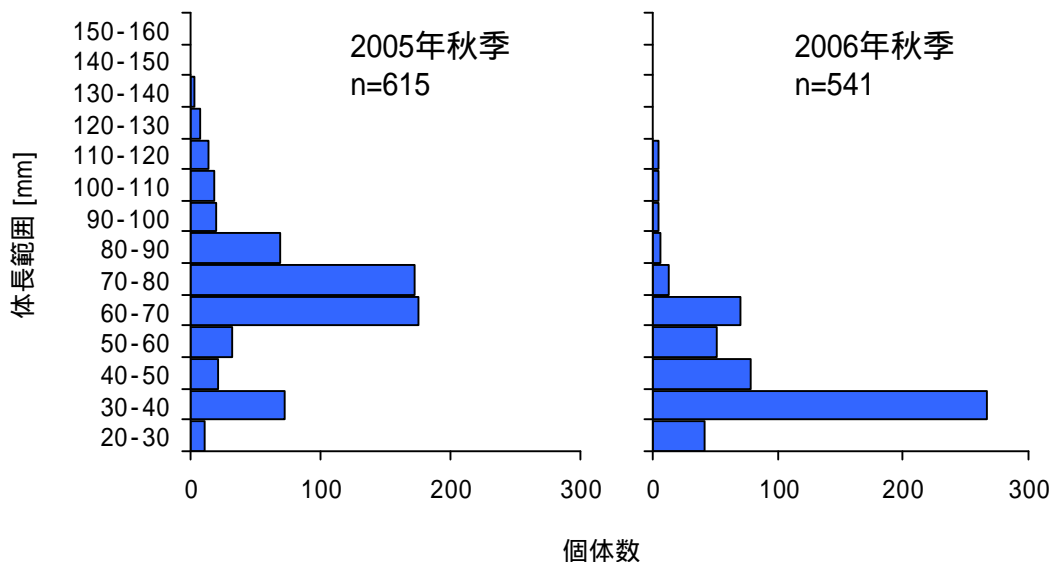


図 3.2.1.6 ブルーギル体長組成の変化 [野田沼]

なお、前述のとおり湖西の乙女が池では、1+歳魚とみられる体長モードが 60-70mm にある点で野田沼（80-90mm）よりも小さいが、2006 年にはこの 1+歳魚が 2005 年の 1+歳魚に比べ少なかった点で野田沼での結果と一致した。一方で、両年の当歳魚とみられる体長モード 30-40mm の小型個体は、2005 年に比べ 2006 年に明らかに増加していた。



小型定置網2基による採集結果

図 3.2.1.7 ブルーギル体長組成の年比較 [乙女が池] (再掲)

外来 - 在来種比率の比較

採集量の比率でみると、2005 年に比べ 2006 年にはオオクチバス、ブルーギルをあわせ個体数で 5.7 ポイント、重量で 10.1 ポイントの上昇がみられた。

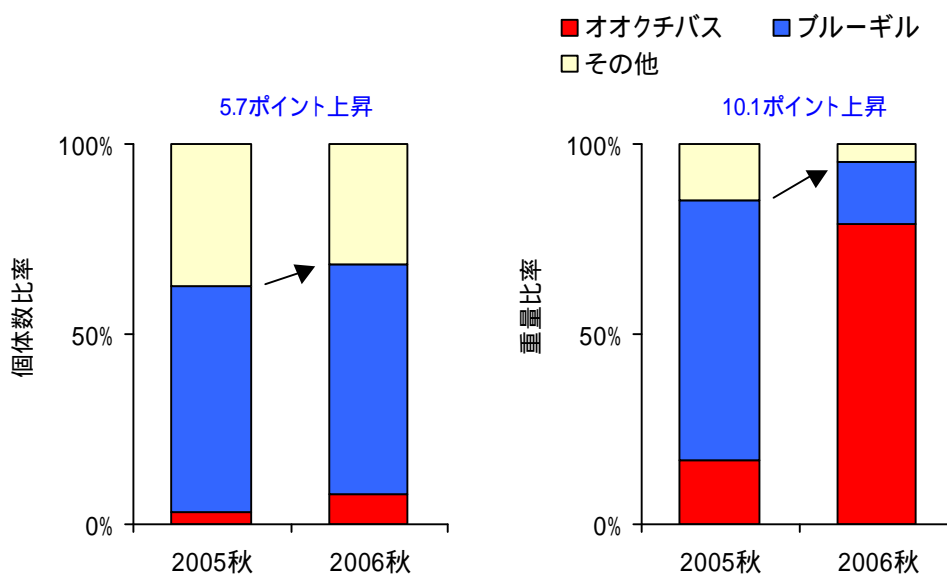


図 3.2.1.8 魚類相調査による特定外来生物採集比率の年比較 [野田沼]

魚類相の変化

2005年秋季、2006年秋季の魚類相調査により採集された魚類の内訳では、2005年に多かったオイカワやモツゴの減少が目立った。逆にヌマチチブは2005年には確認されていなかったが2006年には25個体採集された。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 3.2.1.1 秋季の魚類相調査による2005年と2006年の比較

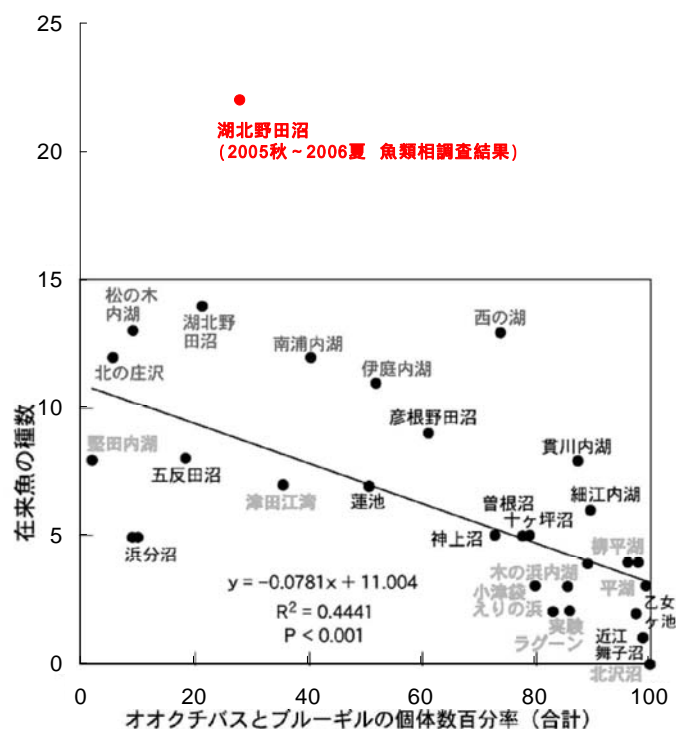
分類	種名	2005秋	2006秋	増減
魚類	アユ	1		
	カネヒラ	2		
	ヤリタナゴ	12	4	
	アブラボテ			
	タイリクバラタナゴ		1	
	ビワヒガイ		4	
	タモロコ			
	ホンモロコ			
	ゼゼラ			
	モツゴ	115	1	
	ウグイ			
	アブラハヤ			
	オイカワ	98	27	
	カワムツ		7	
	ヌマムツ		2	
	ハス			
	ダニオ亜科	7		
	ギンブナ	1		
	ゲンゴロウブナ		1	
	フナ類	2		
	コイ			
	ドジョウ	1	1	
	カムルチー	1		
オオクチバス	22	22		
ブルーギル	394	169		
ドンコ				
トウヨシノボリ	9	16		
ヌマチチブ		25		
ウキゴリ				
エビ類	ヌマエビ	3	5	
参考	カワリヌマエビ属	77	1	
	スジエビ	36	682	
	テナガエビ	13	10	
	アメリカザリガニ	11	3	

魚類について、5個体以上(増加・減少)かつ50%以上(増加・減少)したものを()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2006年夏の4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 3.2.1.9 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。

図 3.2.1.9 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



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年秋と2006年秋の魚類相調査結果を比較したところ、在来魚および内湖に依存する種の種数が2006年には増えていた。具体的にはタイリクバラタナゴとヌマムツが少ないながら確認された。これは内湖機能復活の兆しともよみとれる。

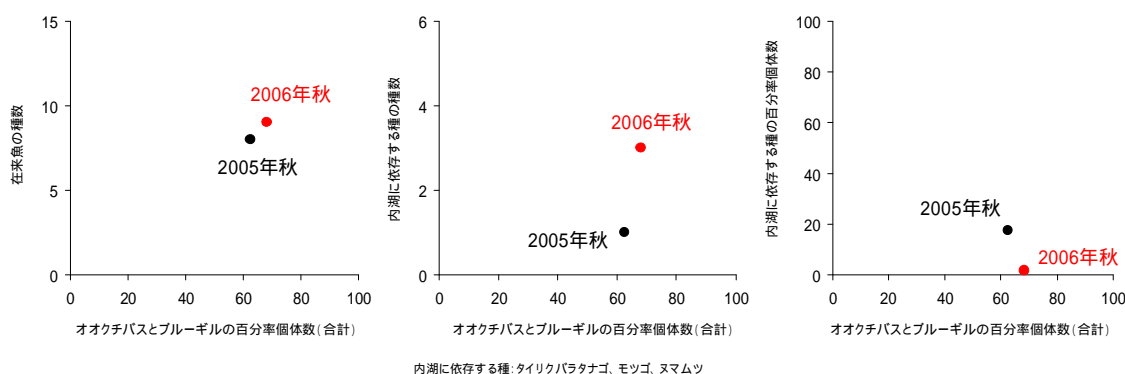
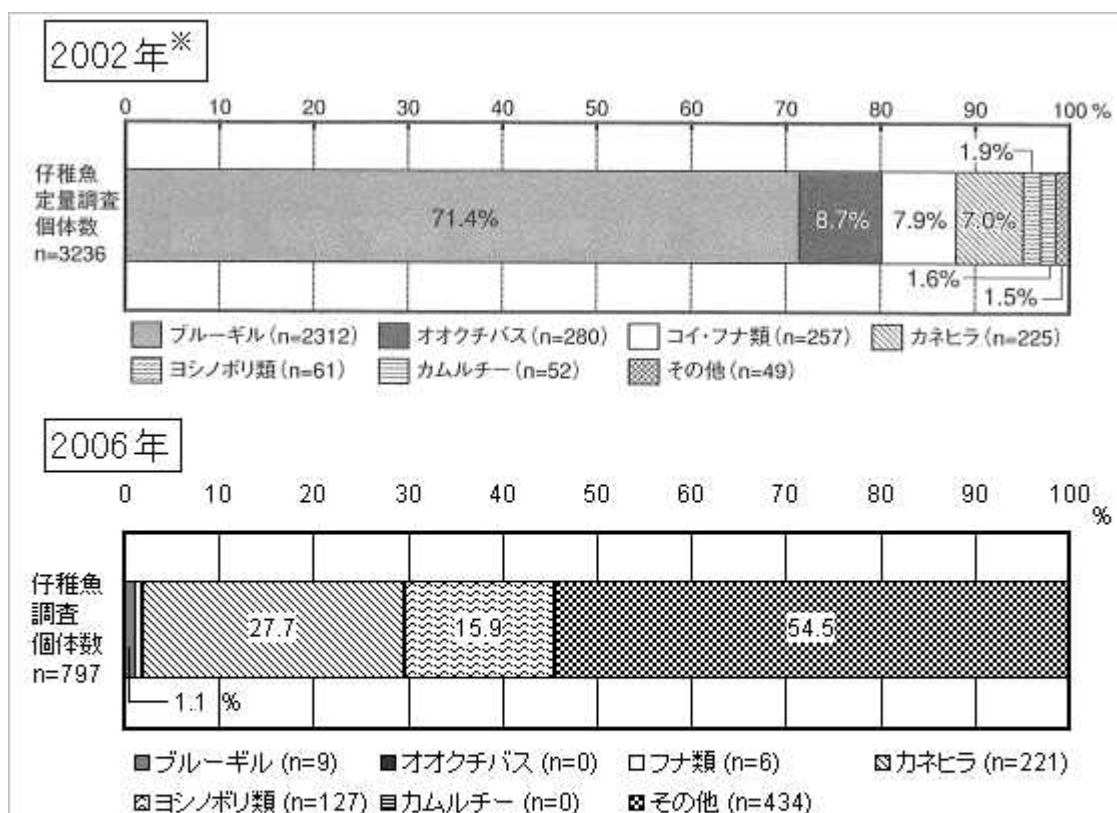


図 3.2.1.10 オオクチバスとブルーギルの百分率個体数に対する在来種数、内湖に依存する種の種数および個体数百分率の関係
内湖に依存する種:タイリクバラタナゴ、モツゴ、ヌマムツ

但し内湖に依存する種の百分率個体数は2005年に比べ減少しており、これはモツゴの減少によるものである。モツゴの減少要因については明らかでない。

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%に過ぎず、オオクチバスの採集数は0であった。



2006年 その他434個体の内訳: ダニオ亜科(n=258)、ヤリタナゴ(n=54)、ヌマチチブ(n=41)、アブラハヤ(n=19)、アブラボテ(n=15)、残り(n=47)

※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 3.2.1.11 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 3.2.1.12)、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)。カネヒラは時期、採集数とも両年ともほぼ同じであった。オオクチバスは2002年は6月に多量に採集されており、それ以降もわずかつ採集されているが2006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(図 3.2.1.14)、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。

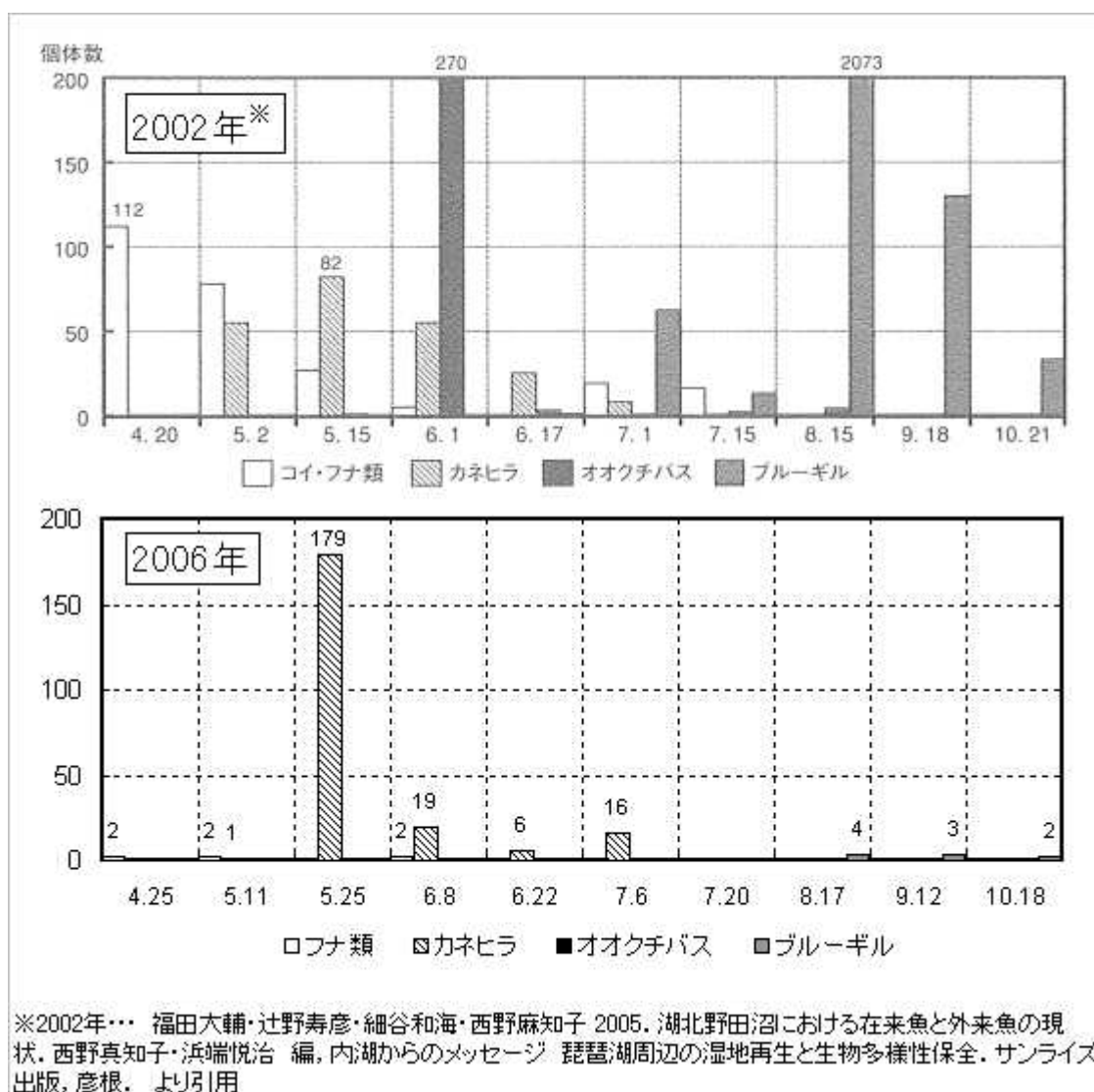
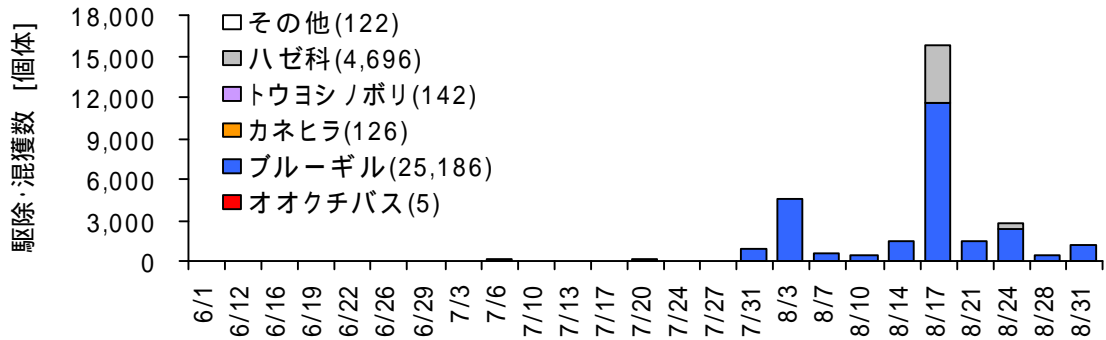


図 3.2.1.12 仔稚魚調査結果(主要種の採集数変化)の既往知見との比較



凡例 ()内数字は期間合計の駆除・混獲数を示す

図 3.2.1.13 仔稚魚駆除数の変化 [2006年, 野田沼]

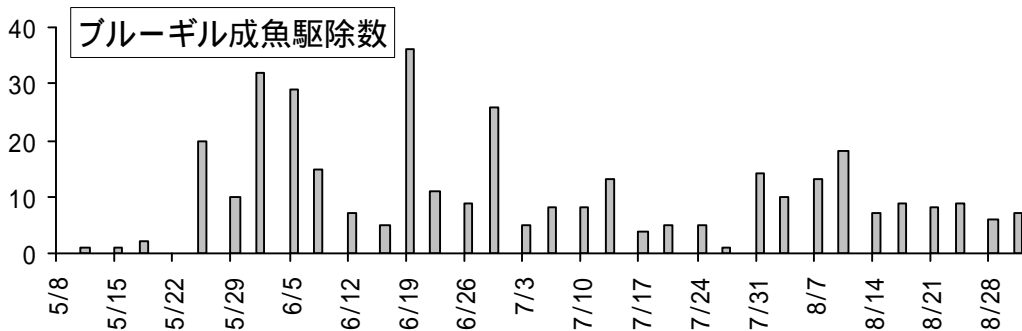


図 3.2.1.14 ブルーギル成魚駆除数の変化 [2006年, 野田沼]

まとめ

オオクチバスは両年とも採集数が少なく、採集数は同数であり変化は認められなかった。なお、採集された個体のほとんどが当歳魚と考えられた。ブルーギルの採集量は明らかに減少した。当歳魚は個体数で34%の減少であった。なお、当歳魚以上に2005年生まれの年級群が減少していたが、この年級群に対する駆除はほとんど行っていないため原因は不明である。特定外来生物は減少したが、在来種がより減少したため特定外来生物比率はやや上昇した。大きく減少したのは2005年に多く採集されていたオイカワ、モツゴであった。

以上より、まずオオクチバスについては、産卵もほとんどみられず、親魚・仔稚魚の採集量も少なかったことから、野田沼ではほとんど繁殖していないものと考えられた。従って駆除自体がほとんど行えず、加えてその効果は明確にみられなかった。

次にブルーギルについては、産卵親魚の捕獲や仔魚の駆除を行った結果、2005-2006 秋季の比較により当歳魚が減少した。湖西の乙女が池では本種の当歳魚採集数が増加していたことも勘案すると、野田沼での駆除効果はあったものとみられる。また、同じ方法で行った仔稚魚調査の結果により2002年と

比較しても、ブルーギルの駆除により仔稚魚調査の採集数が低く抑えられたものと考えられた。

但し、内湖的な魚類の採集数は減少、種類数は増加しており、本事業の目標である在来魚の本格的な回帰には至っておらず、引き続き工夫をしながら防除事業を継続することが望ましい。

3.2.2 駆除手法の検討

駆除手法の検討

野田沼では、駆除、調査をあわせ 7 通りの漁法により外来魚を捕獲した。ここでは、各漁法による捕獲効率を整理することにより、今後の駆除手法について検討を行った。

オオクチバス 投網、小型三枚網、ブルーギル（個体数）さで網、サーフネット、（重量）小型定置網、小型三枚網が比較的効率よく捕獲する方法であり、特に小型三枚網、定置網は在来魚の混獲を避ける上で比較的優秀であった

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 を用いて評価した。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した。

各漁法の CPUE

野田沼で実施した 7 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）を算出した。計算にあたっては、努力量の実績を（人×時間）で表した。

表 3.2.2.1 各漁法による特定外来生物漁獲の CPUE 比較 [2005-2006 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	0	0.0	30	277.2	10	0	0	3	28
小型地曳網	6	127.1	106	161.6	15	0	8	7	11
定置網	7	318.0	568	6,260.3	30	0	11	19	209
投網	37	2,316.0	34	224.1	10	4	232	3	22
小型三枚網	119	19,244.8	354	26,570.4	204	1	94	2	130
さで網	3	3.6	18,781	1,322.2	65	0	0	289	20
サーフネット	2	11.6	6,405	521.7	8	0	1	801	65

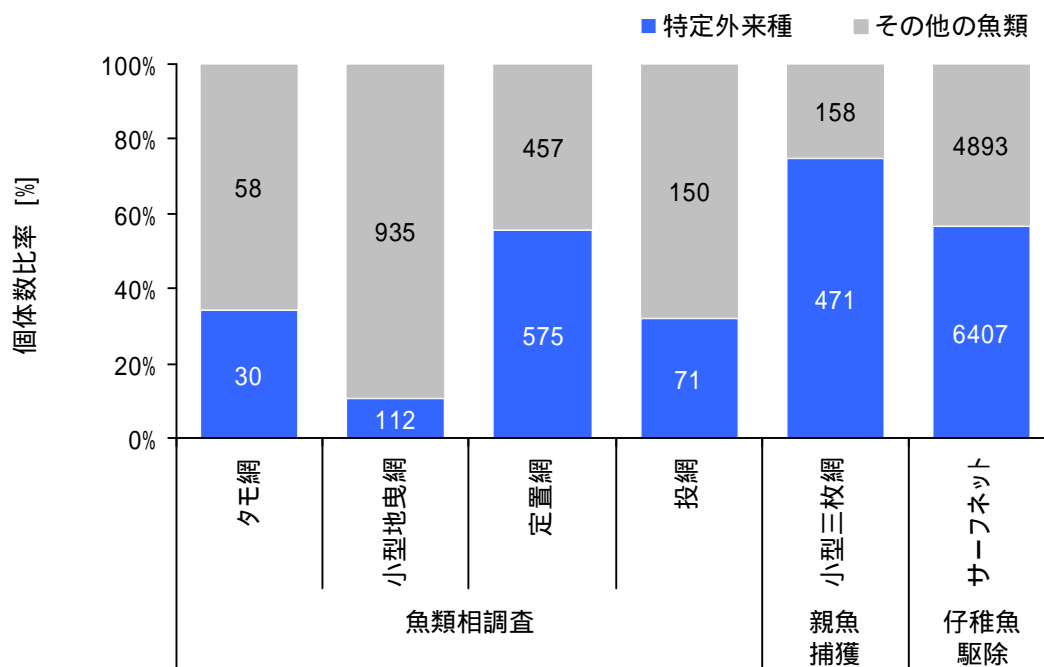
以上より、野田沼で行った 7 通りの漁法の中では、オオクチバスを効率的に捕獲する方法は投網、小型三枚網であり、ブルーギルでは数をとるならさで網やサーフネット、重さでみると小型定置網や小型三枚網が比較的効率よく捕獲する方法であると考えられた。

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、投網で比較的高く、定置網、小型三枚網、サーフネットで低く 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。一方で小型三枚網や定置網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。従って、混獲率および在来種再放流の観点からみると小型三枚網、定置網が比較的優秀であるといえる。



注) グラフ中数字は採集数を示す

図 3.2.2.1 漁法ごとの特定外来生物とその他魚類の採集状況

4 その他

4.1 人工産卵床へのモツゴの産卵

人工産卵床の棒部分にモツゴの産卵がみられたため、補足的に記録を行った。

4.1.1 人工産卵床の棒の材質

鉄棒タイプの人工産卵床の棒部分の材質は鉄、カゴタイプは塩ビであった。

4.1.2 卵の付着状況

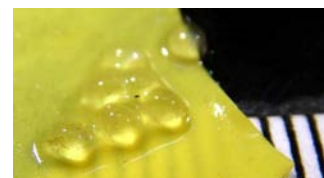
卵の付着は調査開始（5月頭）から終了（8月末）まで継続してみられた。人工産卵床への付着は期間前半に多くみられ、約6割の人工産卵床に卵が付着していた。産着卵確認範囲について、D区域で1回のみ記録した。傾向として浅場よりも深場、底層よりも表層に多かった（図4.1.2.1）。

卵を採取するために棒部分に黄色ビニールテープをまいたところ、それを避けるように産卵されており、産卵基質への選択性が強いものと考えられた。



鉄棒タイプ

カゴタイプ



ビニールテープで採取されたモツゴ卵

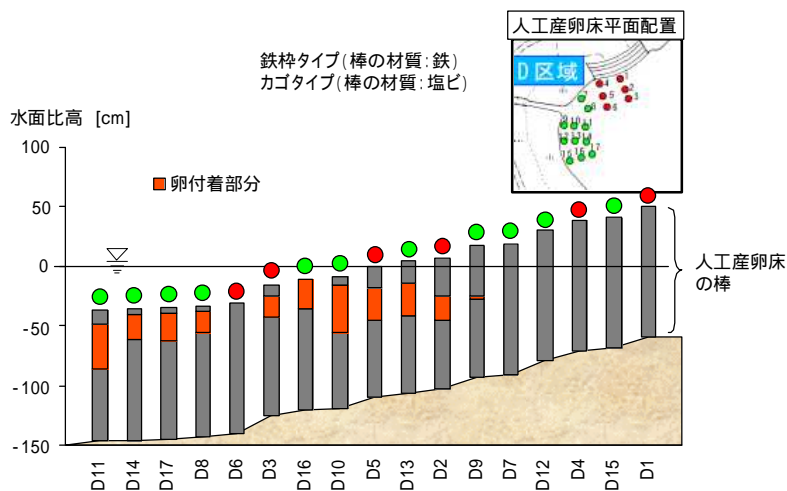


図 4.1.2.1 D 区域の人工産卵床におけるモツゴ産着卵の分布 [2006 年 5 月 18 日, 野田沼]

期間後半は人工産卵床の約1割程度に産卵がみられ、その他にガマの茎への産卵が増えた。

周辺には筒を仕掛けるときの竹や木杭などがあるが、長く水中にあり表面に藻類、ごみなどが付着しており卵は確認できなかったことから、ある程度表面が滑らかなものを選好しているのかも知れない。

かなり多量の産着卵がみられたことから親魚も多く生息していたことが想定されるが、その後秋季の魚類相調査ではほとんど採集されなかった。また、多量に孵化したはずの仔稚魚も仔稚魚調査で1個体(SL11mm)、仔稚魚駆除で3個体(SL16-20mm)が採集されたに過ぎず、これらの原因については明らかでない。

5 今後の予定

5.1 実施中・未実施項目の実施

野田沼、乙女が池では2007年2月に魚類相調査（冬季調査）を実施する。

5.2 調査結果のとりまとめ

モデル内湖である湖北野田沼の調査結果について、魚類相調査（冬季調査）結果を加えた検討を行い、平成18年度結果としてとりまとめるとともに、本年度の調査・考察結果を元に次年度以降の計画を立案する。

6 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.
- Werner, R. G. 1969. Ecology of limnetic bluegill (*Lepomis macrochirus*) fry in Crane Lake, Indiana. *Amar. Midland Natur.* 81(1): 164-181.
- 赤崎正人・松岡正浩・新崎 勉. 1970. ブルーギルの産卵と卵発生. 水産増殖, 18(4): 191-199.
- 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
- 中村中六・笠原正五郎・矢田敏晃. 1971. 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. 10(2): 139-151.
- 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
- 武居薫, 2006. 諏訪湖のオオクチバスの定着初期における生態. 長野県水産試験場研究報告, 8, 22-30.
- 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ーギルのすべて～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.