

漁場環境・水生生物に関するモニタリング調査－1

漁場環境モニタリング調査

福田祐一

調査の目的

長期的な漁場環境の変動を監視するため、県内主要河川の大分川において、水質環境調査、付着藻類、底生動物、魚類生息状況調査を実施した。

調査の方法

1. 調査地点

図1に示す大分川本流の3定点で調査を実施した。最下流部のSt.1(大分市畑中)は七瀬川との合流点になる。また、St.2(由布市挾間町向原)は山王川、St.3(由布市湯布院町湯平)は花合野川のそれぞれの合流点にあたる。



図1 調査点の位置

2. 調査内容

1) 水質環境調査

水温、DO、pH、透視度等を各定点において、月1回、計12回観測した。

2) 付着藻類調査

各季(県4回)において現存量、類型組成(綱まで)を調べた。

3) 底生動物調査

春季および秋季に各定点において現存量、類型組成(科まで)を調べた。また、各季の平均スコア値(ASPT値)も求めた。

4) 魚類生息状況調査

春季および秋季にSt.1において投網で生息魚類を採捕し、種組成を調べた。

調査の結果

1. 水質環境

各定点の観測結果を表1～3に示した。最高水温は8月のSt.1の25.8℃、最低水温は1月のSt.2の6.2℃であった。水温はSt.1、St.2は8月に、St.3は6月に最高となり、St.1は12月、St.2、St.3は1月に最低になった。水温の年間変動は下流のSt.1で19.1℃と大きく、上流のSt.3では15.3℃と比較的小さかった。

DOは各定点ともに例年と同じようにおおむね夏季に低く、冬季に高い傾向がみられた。DOの最高値は2月のSt.1の15.90mg/L、最低値は8月のSt.3の8.00mg/Lであった。

pHの最高値は1月のSt.2の8.9、最低値は5、6、9月のSt.1の7.8であった。

透視度は各月、各定点ともに50cm以上であった。

2. 付着藻類

表4に調査結果を示した。強熱減量は、St.1で高かったのは3月、St.2で高かったのは6月、St.3で高かったのは8月であった。特にSt.2の6月は1m²あたり22gの値を示した。

類型組成では、ほぼ珪藻類が優占していた。珪藻類は夏季St.1を除き全ての定点で優占した。緑藻類は、全ての定点で10%以下であった。藍藻類は例年に比べ占める割合が低かった。

3. 底生動物

表5、6に春季及び秋季に採取した底生動物の測定結果(科毎の個体数、重量)を示した。10目15科の底生動物が採取されたが、カゲロウ目のコカゲロウ科、トビケラ目のヒゲナガカワトビケラ科、シマトビケラ科、トンボ目サナエトンボ科、ハエ目のユスリカ科、ヨコエビ目ヨコエビ科が各時期、各定点とも多くみられた。特にユスリカ科、コカゲロウ科は他より個体数で多く、ヒゲナガカワトビケラ科、カワニナ科は重量で多かった。

6月には10科、8月は11科、11月は14科、3月には13科の底生動物がみられた。

表1 水質等観測結果 (St.1)

月 日	4月27日	5月30日	6月28日	7月26日	8月29日	9月26日	10月26日	11月30日	12月28日	1月26日	3月2日	3月16日
時刻	9:50	14:22	10:35	10:17	10:27	14:10	13:37	10:15	10:00	13:55	10:22	9:59
天 候	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	快晴	曇り	快晴	晴れ	曇り	晴れ	曇り	曇り
水温 (°C)	17.6	19.5	22.8	23.4	25.8	19.6	17.7	14.6	6.7	6.9	8.9	9.0
pH	8.5	7.8	7.8	8.5	8.4	7.8	8.6	7.9	8.2	8.7	8.4	8.1
DO (mg/L)	12.10	9.53	10.27	10.96	9.49	9.16	13.40	12.85	15.90	14.87	11.00	11.88
透視度 (cm)	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<

表2 水質等観測結果 (St.2)

月 日	4月27日	5月30日	6月28日	7月26日	8月29日	9月26日	10月26日	11月30日	12月28日	1月26日	3月2日	3月16日
時刻	10:30	15:01	11:53	11:20	11:18	14:42	13:05	11:41	10:53	14:29	10:55	11:05
天 候	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	快晴	曇り	快晴	曇り	曇り	晴れ	雨	雨
水温 (°C)	14.7	18.3	23.2	21.8	23.4	18.8	16.2	14.2	6.7	6.2	8.9	8.5
pH	8.5	7.9	8.0	8.3	8.4	8.2	8.2	8.2	8.6	8.9	8.6	8.5
DO (mg/L)	12.78	9.70	10.14	10.27	8.39	9.39	11.92	12.11	12.57	13.46	11.25	12.06
透視度 (cm)	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<

表3 水質等観測結果 (St.3)

月 日	4月27日	5月30日	6月28日	7月26日	8月29日	9月26日	10月26日	11月30日	12月28日	1月26日	3月2日	3月16日
時刻	11:03	15:36	12:53	11:55	12:26	15:13	12:27	13:00	11:07	15:05	11:31	10:42
天 候	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	快晴	曇り	快晴	曇り	曇り	晴れ	曇り	晴れ
水温 (°C)	15.6	18.2	23.2	21.5	22.6	18.6	15.5	16.0	7.9	7.9	12.4	12.7
pH	8.2	8.0	7.9	8.5	8.2	8.4	7.9	8.1	8.4	8.6	8.6	8.4
DO (mg/L)	12.65	9.47	9.54	10.16	8.00	9.28	11.31	11.71	11.24	13.07	10.09	11.07
透視度 (cm)	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<	50<

表4 付着藻類現存量および類型組成

観測月日	6月28日			8月29日			11月30日			3月16日			
調査定点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3	
沈殿量 (mL)	2.0	9.4	4.0	10.0	6.0	7.0	2.0	4.2	4.1	7.2	10.1	7.8	
湿重量 (g)	1.4772	4.1430	2.1286	2.3200	2.6835	2.9846	1.3693	2.4381	2.4299	2.5653	5.000	2.9330	
乾重量 (g)	0.2449	0.8753	0.4534	0.1841	0.6155	0.6363	0.0874	0.5566	0.2064	0.3296	0.6327	0.6604	
強熱減量 (g)	0.0555	0.2240	0.0953	0.0896	0.1239	0.1522	0.0425	0.0912	0.0888	0.1401	0.1972	0.1511	
類型	藍藻類	7.6	19.0	14.3	10.1	1.2	41.5	6.0	7.5	8.3	14.7	19.5	18.4
組成	珪藻類	92.4	74.9	82.5	88.7	97.9	57.6	88.1	88.8	91.4	85.0	80.5	81.3
(%)	緑藻類	0.0	6.1	3.2	1.2	0.9	0.9	6.0	7.5	0.3	0.3	0.0	0.3

(石面積 100cm²あたり)

重量は春季の St.2 の 42.0g が最高であった。また、春から夏は定点中、St.2 で、秋から冬は St.1 で高い値を示した。これは、ヒゲナガカワトビケラ科およびシマトビケラ科、カワニナ科の採取個体数が多かったためである。各季 (St.1 ~ 3 を合算) の平均スコア値 (ASPT 値) は春季が 7.5、夏季が 8.0、秋季が 7.9、冬季が 7.8 と良好な値を示した。

4. 生息魚類

5 月には 2 種 6 尾の魚類が採捕された (表 7)。内訳はアユ 2 尾、ヨシノボリ 4 尾であった。11 月は昨年度に続きいずれの魚類も採捕されなかった。今年度は例年通り夏季の採集を実施しなかったが、以後、夏季の採集を加える必要があるものと思われる。

表5 底生動物の現存量 (1)

調査月日	6月28日						8月17日					
	St.1		St.2		St.3		St.1		St.2		St.3	
調査地点	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)
カゲロウ目												
チラカゲロウ科											3	11.4
ヒラタカゲロウ科					1	9.9	7	21.2	2	5.6	12	19.0
コカゲロウ科			12	64.3	2	3.8	31	41.7	27	95.0	1	2.1
マダラカゲロウ科							9	29.4	9	33.0		
キイロカワカゲロウ科												
トビイロカゲロウ科												
モンカゲロウ科												
トンボ目												
サナエトンボ科			3	699.4			1	2.1	2	741.8		
カワゲラ目												
アミメカワゲラ科												
カワゲラ科					4	29.4						
ヘビトンボ目												
ヘビトンボ科												
トビケラ目												
ヒゲナガカワトビケラ科	1	159.0	7	3355.0			1	13.1	8	772.5	3	553.8
カワトビケラ科												
シマトビケラ科							1	16.2	3	17.7	6	4.3
ナガレトビケラ科												
ヤマトビケラ科												
ハエ目												
ガガンボ科					1	35.3						
ブユ科							14	18.9	16	42.5		
ユスリカ科	3	9.5	5	14.6	1	1.8						
ヌカカ科												
ウズムシ目												
ドゲツシア科			3	15.3					10	427.5		
ヨコエビ目												
ヨコエビ科			10	49.8	20	86.0			334	942.7	27	64.6
オサムシ亜目												
ヒラタドロムシ科												
腹足目												
カワニナ科					1	70.2			7	953.9		
合計	4	168.5	40	4198.4	29	166.2	64	142.6	418	3078.3	52	655.2

表6 底生動物の現存量 (2)

調査月日	11月30日						3月16日					
	St.1		St.2		St.3		St.1		St.2		St.3	
調査地点	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)
カゲロウ目												
チラカゲロウ科	2	0.0										
ヒラタカゲロウ科	8	7.0	20	86.2	7	19.1	2	0.0	3	7.8	53	783.8
コカゲロウ科	156	215.3	31	30.0	18	44.1	93	313.7	106	708.5	72	249.4
マダラカゲロウ科	12	12.8					36	442.2			15	110.6
キイロカワカゲロウ科												
トビイロカゲロウ科												
モンカゲロウ科			10	76.3								
トンボ目												
サナエトンボ科	1	2.6									1	60.3
カワゲラ目												
アミメカワゲラ科												
カワゲラ科	1	12.1			3	142.8					10	580.6
ヘビトンボ目												
ヘビトンボ科											2	1284.4
トビケラ目												
ヒゲナガカワトビケラ科	25	1854.5	1	27.2	1	2.8	57	1434.7	10	208.9	6	50.1
カワトビケラ科												
シマトビケラ科	16	268.5	1	29.0			26	477.0				
ナガレトビケラ科												
ヤマトビケラ科												
ハエ目												
ガガンボ科	5	9.1			1	2.6	4	17.4	7	60.8	4	21.2
ブユ科												
ユスリカ科	255	104.0	21	14.8	2	2.2	113	206.0	296	512.2	12	10.3
ヌカカ科												
ウズムシ目												
ドゲツシア科							6	59.2			5	40.1
ヨコエビ目												
ヨコエビ科			1	3.3	103	475.8			4	42.5	12	113.0
オサムシ亜目												
ヒラタドムシ科					1	15.7						
腹足目												
カワニナ科					6	1613.0					5	9991.3
合計	481	2485.9	85	266.8	135	689.4	337	2950.2	426	1540.7	192	3303.6

(採取：サーバネット 30cm × 30cm × 2回)

表7 生息魚類調査結果

調査月日	5月31日			11月30日		
	調査地点	St.1		St.1		
項目	個体数	体長 (mm) (平均±SD)	体重 (g) (平均±SD)	個体数	体長 (mm) (平均±SD)	体重 (g) (平均±SD)
魚種	アユ	2	88.4±16.5	8.5±3.9	0	
	ヨシノボリ類	4	39.0±2.3	1.2±0.3	0	
	合計	6			0	

(投網：26節、10回)

漁場環境・水生生物に関するモニタリング調査－2 イワメの生息状況調査

内海訓弘

調査の目的

パーママークを欠くアマゴ (*Oncorhynchus masou ishikawae*) やヤマメ (*O. masou masou*) をイワメと呼び、関東から九州にかけて6カ所で生息が確認されている。九州では大野川水系波木合川メンノツラ谷にのみ生息し、大分県の天然記念物に指定されている。¹⁾

メンノツラ谷の溪谷斜面には杉が広く植林され、谷面の崩壊や伐採・林道の敷設などに伴う土砂の流入が恒常的にみられる。イワメの生息環境は気象の変動や人為的な影響を強く受ける不安定な状況下であり、個体群の減少や消滅が憂慮される。

内水面研究所ではイワメ個体群の保全の観点から、1994年に生息状況調査を開始し、²⁾ 1997年からは定量的なモニタリング(以下、モニタリング調査とする)を継続している。³⁾⁻¹⁵⁾

調査場所の概要及び調査方法

1. 調査場所の概要

イワメの調査区間の概要を図1に、その河川勾配を図2に示した。測量は2001年の2月7日と同月20日に行った。

生息状況モニタリング調査³⁾⁻¹¹⁾では調査の流程位置を定める基準(ランドマーク)として、調査区間の下流から順に、淵(上流側と下流側を早瀬で区切られた、滞留部を有する深み)ごとに淵番号(st ナンバー)を付近の岩にペイントラッカーでマーキングした。淵番号は、波木合川とまんりょう谷からの支流との合流点をst.0とし、それより下流側の淵を下流に向かってst.-1～-9(砂防堰堤上)、上流側の淵を順にst.1～134とした。

生息環境として重要な転換ポイントにはそれぞれO、A、B、C、D、Eの名称をつけて、調査区間を

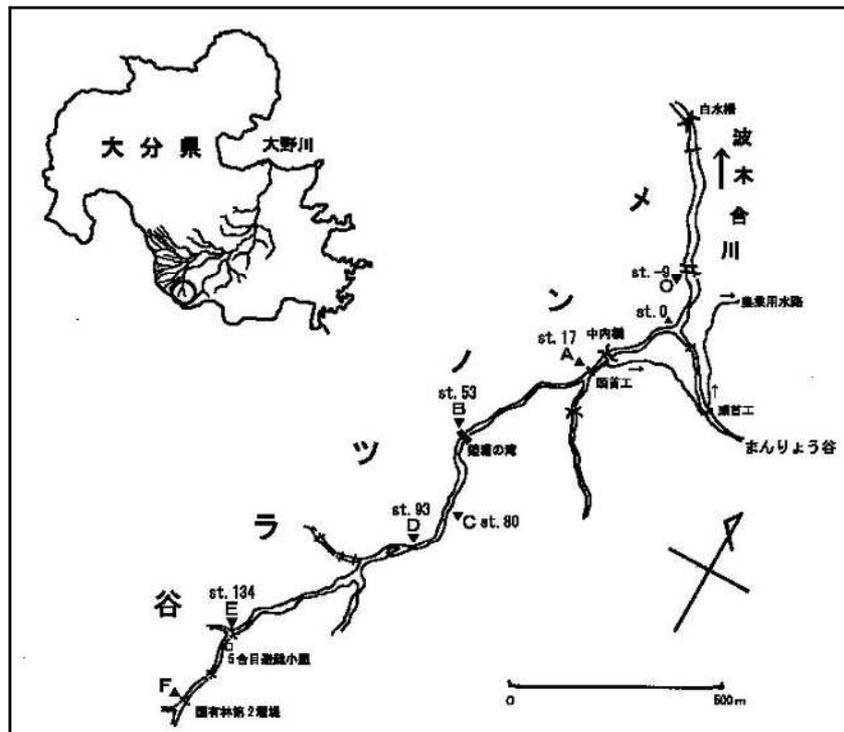


図1 調査区間の概要

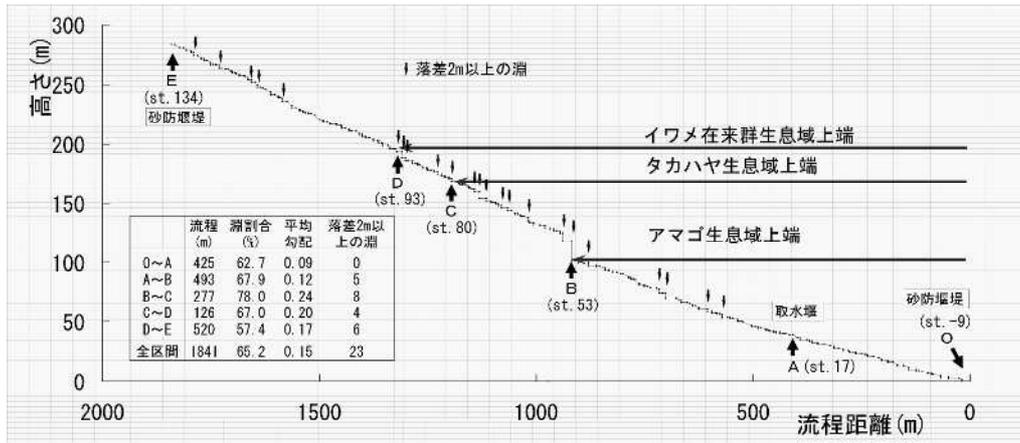


図2 調査区間の河川勾配

区分した。O(st.-9 下)はイワメのモニタリング調査区間の始点である砂防堰堤を表し、A(st.17 上)は農業用の頭首工(取水堰)の位置を示し、B(st.53 上)はアマゴの生息域の上端である鑑淵の滝を、C(st.80)はタカハヤの生息域の上端を、D(st.93)は移殖放流によらない在来イワメ生息域の上端を表している。E(st.134 上)は 5 合目避難小屋横の砂防堰堤で、調査区間の終点となっている。

2. 移殖放流の実施

在来群生息区間上流への移殖放流がイワメの生息量の増加にどの程度効果があるのかを調べるために、1998年5月8日に、E地点(st.134)の砂防堰堤直下の淵に脂鰭をカットしたイワメの浮上稚魚^{*1} 47個体(平均尾叉長 48.2 ± 5.5mm)を放流した。放流魚は st.81 から st.93 の間で捕獲したもので、その大部分は st.93 のものであった。移殖放流はその 1 回だけ実施した。

3. 潜水目視調査

調査区間内のイワメ及びアマゴの成魚(1歳魚以上)及び浮上稚魚の生息分布状況と個体サイズを潜水目視により観察した。目視確認した魚の流程位置はランドマークに従ってその位置を記録した。

本年度の調査は、5月9日にO～A間を、10日にA～B間を、12日にB～D間を、13日にD～E間を行った。

4. 水温観測

A'(st.20.5)に onset 社製水温データロガー(stowaway tidbit)を設置し、水温を30分間隔で観測した。

結果及び考察

1. 水温および気象状況

図3にA'(st.20.5)における水温の観測結果(4月1日から7月11日までの間欠測)を、表1に竹田アメダス観測所の月平均気温および月間降水量を示した。

4月は晴れが続き降水量は記録的に少なかったが、気温は平年よりも低かった。5月は中旬まで平年より気温が高く少雨だったが、下旬は気温が低く多雨となった。6月は5日ごろ梅雨入りし、中旬は平年より気温が低かったが下旬は高く、中旬の降雨により記録的に降水量が多かった。7月は例年より早く9日ごろ梅雨明けし、上旬は気温が高かったが中旬以降は平年並で、降水量も平年並だった。8月は中旬に気温が高かったが上旬下旬は平年並で降水量も平年並だった。9月は中旬まで平年並の気温だったが下旬は低く、降水量は平年並だった。10月は上旬は気温が低かったが中旬以降は平年並で、降水量も平年並だった。11月は上旬に曇りが多く中旬まで気温が高かったが、降水量は平年並だった。12月は上旬は曇りや雨の日が多かったが中旬以降は晴れて気温が低く、降水量は平年より少なかった。多く寒暖の変動が大きかったが気温は平年並で降水量は平年よりかなり多かった。1月は気温は平年より

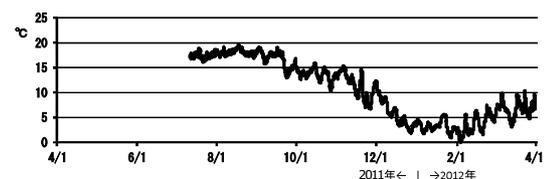


図3 A'(st.20.5)の水温変化

*1 遊泳生活を開始して間もない稚魚

低く、降水量も平年より少なかった。2月は平年より気温は低かったが、降水量は平年よりかなり多かった。3月は気温は平年並で、降水量は平年より多かった。

2. 在来群の生息状況

各調査区間別の浮上稚魚の目視数の経年変化をアマゴについて表2に、イワメについて表3に示した。また、成魚(1歳魚以上)についてはアマゴを表4に、イワメを表5に示した。

自然生息区間(O～D)のイワメは2003年の浮上稚魚激減の結果、2004年の成魚数は2002年の2割程度まで落ち込んだが、2004年、2005年とも例年並みとはいかないものの一定量の浮上稚魚が出現し、2005年、2006年とも成魚数は順調に回復した。しかし2006年以降は浮上稚魚数が少なく、成魚数も2007年以降は低い水準で推移している。

3. 移殖放流群の生息状況

図4に移殖放流区間(D～E)のイワメの流程分布の経年変化について示した。2006年の浮上稚魚数が2005年の3分の1程度に減少したことにより、2007年から2009年にかけては成魚数が減少した。2007年、2008年と浮上稚魚数が増加したことにより2010年、2011年の成魚数は高い水準となったが、浮上稚魚数が2009年以降減少していることから成魚数がこの水準を維持してくのか見守りたい。

表2 アマゴ[♂] 浮上稚魚目視数(尾)の流程分布の経年変化

区間\年	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
O～A	137	63	-	60	25	58	60	12	6	1
A～B	32	1	46	0	17	12	6	3	1	9

※04年はO～A間は欠測

表3 イワメ[♂] 浮上稚魚目視数(尾)の流程分布の経年変化

区間\年	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
O～A	45	5	-	1	4	0	18	2	0	0
A～B	62	1	25	32	9	1	4	0	0	3
B～D	30	1	41	31	13	14	2	1	8	6
D～E	110	98	77	107	39	63	100	18	43	44

※04年はO～A間は欠測

表4 アマゴ[♂] 成魚目視数(尾)の流程分布の経年変化

区間\年	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
O～A	43	46	-	79	35	19	16	18	53	9
A～B	2	15	8	30	17	11	6	10	15	3

※04年はO～A間は欠測

表5 イワメ[♂] 成魚目視数(尾)の流程分布の経年変化

区間\年	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
O～A	11	17	-	5	3	6	5	10	0	0
A～B	117	109	22	25	71	23	4	13	11	15
B～D	146	111	27	52	57	33	33	19	36	36
D～E	121	172	178	157	174	153	134	129	183	168

※04年はO～A間は欠測

表1 竹田アメダス観測所の月平均気温および月間降水量の変化

平均気温(°C)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2002年	5.1	5.8	10.4	14.6	18.4	21.5	25.5	25.4	21.9	15.7	8.2	6.2
2003年	3.3	5.5	7.7	14.7	17.7	21.0	24.2	25.2	22.7	14.9	13.3	6.2
2004年	2.9	6.5	7.9	14.8	18.9	21.9	26.7	25.3	22.3	16.1	12.0	7.4
2005年	3.1	3.6	7.5	15.0	18.2	22.8	25.9	25.8	23.3	17.3	11.2	2.8
2006年	3.8	5.5	7.6	12.8	18.2	21.9	25.6	25.9	20.8	17.2	11.8	6.2
2007年	4.3	7.0	8.6	12.6	18.4	21.5	24.9	26.2	23.7	17.3	10.7	6.7
2008年	4.3	3.0	8.3	13.1	17.6	20.2	26.3	24.9	22.2	16.8	10.3	5.9
2009年	3.9	7.1	8.5	13.7	18.3	21.9	24.9	25.5	22.0	16.1	11.0	5.7
2010年	4.3	7.0	8.6	11.9	17.2	21.2	25.2	26.8	23.5	16.7	10.1	6.0
2011年	1.2	5.3	6.2	12.6	18.3	22.0	25.2	25.4	22.1	16.6	12.8	4.6
2012年	2.7	3.1	8.0									
10年間の平均	3.4	5.4	7.9	13.6	18.1	21.6	25.4	25.6	22.4	16.5	11.1	5.8
降水量(mm)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2002年	47	64	53	137	362	217	302	220	57	46	51	124
2003年	24	46	134	151	286	259	396	538	82	70	159	30
2004年	34	38	101	100	210	221	56	440	523	303	59	90
2005年	15	102	76	36	122	64	319	71	612	86	128	7
2006年	61	90	76	177	170	306	487	283	160	6	130	64
2007年	20	44	97	96	111	145	719	327	145	81	31	70
2008年	123	34	97	110	198	672	98	120	362	115	130	44
2009年	60	109	81	59	57	180	358	237	45	152	100	44
2010年	29	129	174	217	180	278	273	48	56	102	16	61
2011年	2	26	38	18	174	832	288	253	246	128	102	36
2012年	27	164	133									
10年間の平均	39	78	93	110	187	317	329	254	229	109	91	57

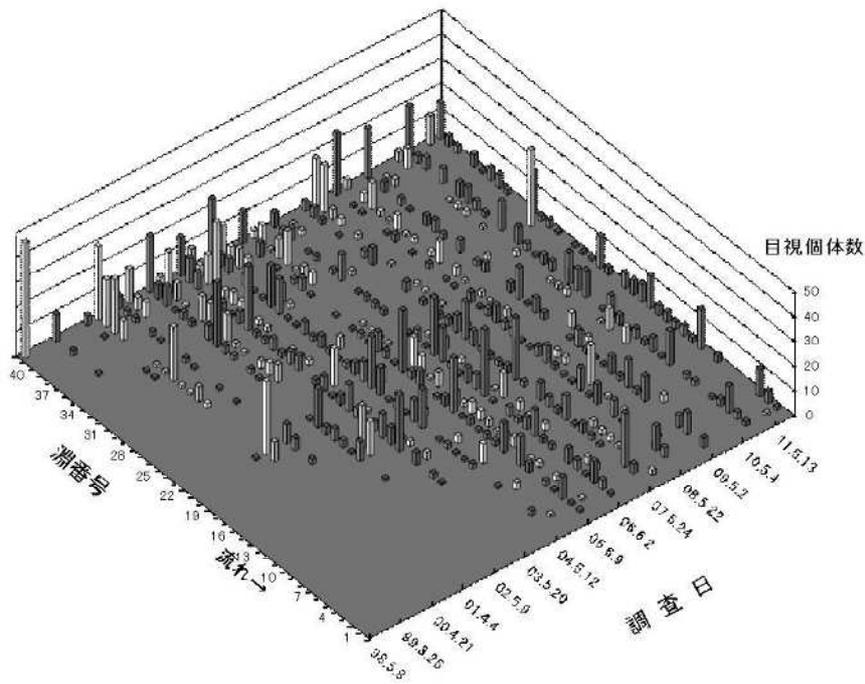


図4 移植放流区間(D-E)間の流れ分布の経年変化

今後の課題

1. 在来群

イワメ在来群の主な生息区間である A ～ D における成魚目視数は、1999 年～ 2003 年の平均は 194.6 尾であったが、2004 年～ 2008 年は 73.2 尾に減少、2009 年以降は 46.7 尾とさらに減少している。本年の浮上稚魚数も少ないことから生息数は低い水準で推移すると予測され、その動向を注視していかなくてはならない。

2. 移植放流群

目視状況から放流(1998 年)後 7 年で移植放流区間(D ～ E)のほぼ全域(放流点から下流側 520m)にイワメは定着したと思われる。移植放流群の生息数は 2003 年から 2006 年にかけて高い水準(平均 170.3 尾)で推移し 2007 年～ 2009 年はやや低下(平均 138.7 尾)したが、2010 年～ 2011 年は高い水準(平均 175.5 尾)で推移した。しかしながら浮上稚魚の目視数は 2010 年、2011 年の両年とも 50 尾を下回っており来年は本年と同程度かやや減少すると予測される。今後、在来群と同様に大きな年変動がみられるようになるのかに注目して調査を継続したい。

文献

- 1) 木村清朗. 「日本の淡水魚」山と溪谷社, 東京. 1992 ; 168.
- 2) 矢野鎌太郎, 藤枝國丸, 古川英一. 希少魚増殖対策試験. 平成 6 年度大分内水漁試事報 1996 : 50-58.
- 3) 徳光俊二, 景平真明. 希少水生生物保存対策推進事業. 平成 9 年度大分海水研内事報 1999 : 33-36.
- 4) 徳光俊二, 猿渡実, 景平真明. 希少水生生物保存対策推進事業. 平成 10 年度大分海水研内事報 2000 : 48-52.
- 5) 徳光俊二, 景平真明. イワメの生息状況モニタリング調査. 平成 11 年度大分海水研内事報 2001 : 22-25.
- 6) 景平真明. 希少水生生物保存対策事業. 平成 12 年度大分海水研内事報 2002 : 20-21.
- 7) 景平真明. イワメの基礎生態及び生息状況調査. 平成 13 年度大分海水研内事報 2003 : 19-21.
- 8) 景平真明. イワメの生息状況調査. 平成 14 年度大分海水研内事報 2003 : 14-17.
- 9) 景平真明. イワメの生息状況調査. 平成 15 年度大分海水研内事報 2004 : 337-340.

-
- 10) 景平真明. イワメの生息状況調査. 平成 16 年度
大分水試事報 2005 : 325-328.
- 11) 景平真明. イワメの生息状況調査. 平成 17 年度
大分水試事報 2006 : 293-296.
- 12) 景平真明. イワメの生息状況調査. 平成 18 年度
大分水試事報 2007 : 288-291.
- 13) 景平真明. イワメの生息状況調査. 平成 19 年度
大分水試事報 2008 : 281-284.
- 14) 景平真明. イワメの生息状況調査. 平成 20 年度
大分水試事報 2009 : 328-331.
- 15) 内海訓弘. イワメの生息状況調査. 平成 21 年度
大分水試事報 2010 : 292-295.

漁場環境・水生生物に関するモニタリング調査－3

2008 年から 2011 年にかけての神原川禁漁区における在来アマゴ資源の推移

朝井隆元

調査の目的

アマゴ、ヤマメ等の溪流魚の資源は、環境の悪化により減少するとともに、在来マス類の養殖技術が普及した 1970 年代以降は、養殖種苗の放流により、その在来個体群が消失していると考えられる。在来個体群の保護には漁業・遊漁による利用との調整が必要であるが、その解決策の一つに「ゾーニング」がある。¹⁾

当チームでは、2003～2007 年度にゾーニングの実証試験である国庫委託事業「渓流域管理体制構築事業（委託事業）」を受託した。²⁾ 委託事業では、在来アマゴ個体群の生息域と推定された大野川水系神原川の最上流部における保護策について、地元住民、大野川漁協、遊漁者等で構成される検討委員会で協議を行った。その結果、当該水域は 2008 年 7 月 23 日付で大野川漁協の規則に基づく禁漁・無放流区となり、在来アマゴ個体群の保護が図られることとなった。

本事業では、禁漁区の在来アマゴ個体群の調査を継続するとともに、禁漁化された 2008 年以降の調査結果^{3～5)}を踏まえた上で、今後の保護策を検討することを目的とした。

調査の方法

調査時期 毎年 9 月に実施した。

調査場所 大野川水系神原川の一合目滝から五合目滝までの約 1km 区間（図 1、2）で、淵には下流から黄色ラッカー Sprey により番号を記した。

調査方法 潜水目視を行い、目視による確認尾数および推定全長を記録した。

資源量推定 目視された個体を、それぞれ < 10cm、10～15cm、15～20cm、20～25cm、25cm 以上に区分し、委託事業で測定された個体重量の値を元にして、区分ごとの個体重量を順に、5g、12g、50g、100g、200g と仮定した（表 1）。さらに、これまでの調査結果⁴⁾から、目視率を 4 割として、2008 年以降の資源重量を推定した。



図 1 大野川水系神原川と調査場所の位置

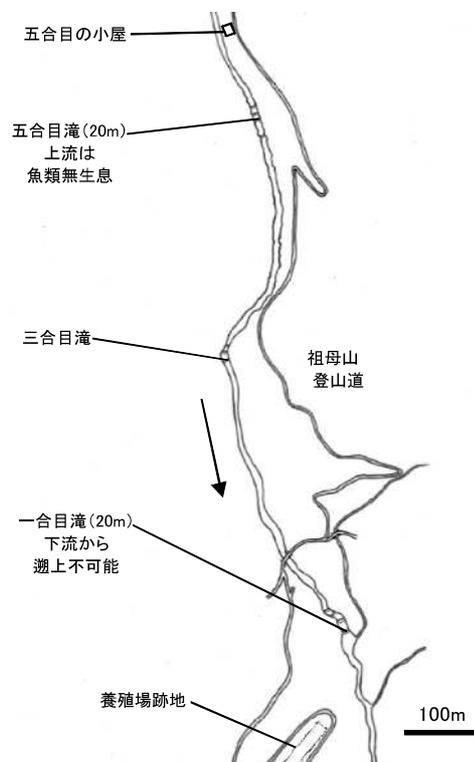


図 2 調査場所の詳細

表 1 資源重量を推定する際に使用したアマゴの全長区分ごとの換算表

アマゴの全長 ^{※1}	< 10cm	10～15cm	15～20cm	20～25cm	25cm 以上
個体重量の仮定値 (g) ^{※2}	5	12	50	100	200

※1 潜水目視によって推定。

※2 過去の調査結果³⁾に基づく。

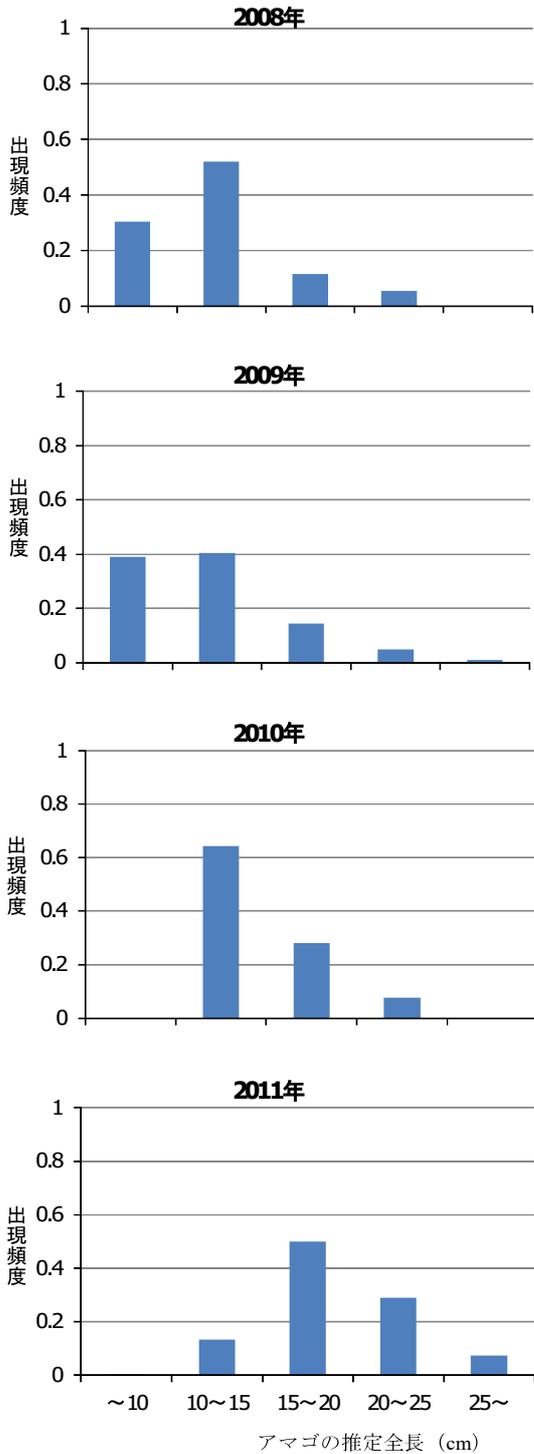


図 3 潜水目視された全長別出現頻度

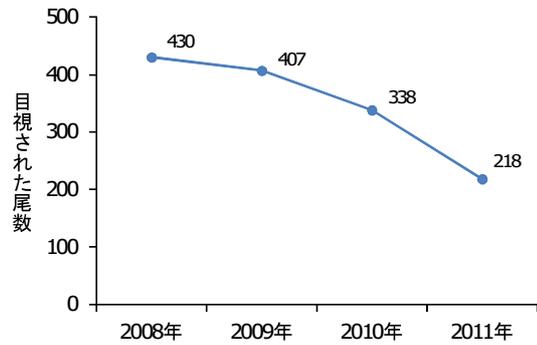


図 4 アマゴの潜水目視尾数の推移

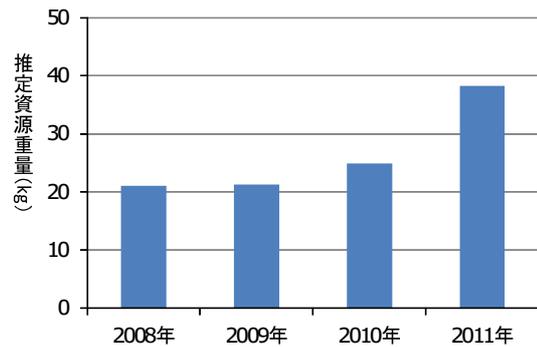


図 5 アマゴの推定資源重量の推移

※ 目視率を 4 割として、目視尾数から全長別の資源尾数を推定し、表 1 を元に資源重量を試算

調査の結果

図 3 に全長別のアマゴ目視頻度を示した。本年度(2011 年)は例年と異なり、15～20cm のアマゴの目視尾数が多かった。2008 年以降でみると、アマゴの大型化傾向が伺える。また、2010 年以降は、10cm 未満のアマゴの目視尾数はわずかで、本年度は 1 尾のみの確認となった。

図 4 にアマゴの目視尾数を示した。2011 年に目視されたのは 218 尾で、2008 年以降減少傾向にある。一方で、2011 年は大型魚が増加した結果、推定資源重量が約 38kg となり、2008 年以降で最も多くなった(図 5)。

今後の問題点

アマゴの保護区として、大野川漁協の規則で禁漁化された 2008 年以降、アマゴの目視尾数の減少している。これは、15cm 未満の小型魚が大きく減少したためであるが、その要因として以下の 2 つが想定される。

想定Ⅰ：大型魚の増加 2008 年以前は、遊漁者等によって大型魚が漁獲されていたと想定されるが、禁漁化によって、2009 年以降は大型魚が残存しやすい環境となった。大型魚の増加に伴って、捕食される小型魚が増加するだけでなく、限られた餌の独占を図るために大型魚がなわばりを形成するため、小型魚が調査区間外の下流へと追いやられる。結果として目視される小型魚が大きく減少した。アマゴの生息環境には特に問題はなく、資源重量で評価した場合、資源状態はむしろ良好と言える。

想定Ⅱ：再生産環境の悪化 何らかの環境要因によって、アマゴの再生産が困難な状況となり、孵化・育成した稚魚の数そのものが大きく減少した。例えば、表 2 に示したように 2010 年はアマゴの産卵期前の降水量が極端に少なく、調査区間の河川流量も大きく減少していた。このことがアマゴの成熟や採卵に悪影響を及ぼした可能性は否定できない。

本事業は、産卵期の前の 9 月に潜水目視調査を行うことによって、産卵親魚の数を把握することを目的としてきたが、9 月の潜水では、再生産がどの程度行われたのかを把握することは困難である。したがって、次年度は春期に潜水目視調査を実施して、稚魚の加入量を推定することにより、今後の在来アマゴ個体群の保護策を検討する必要がある。

表 2 大分県竹田市の降水量 (mm)

	8 月	9 月	10 月	計
2007 年	327	145	81	553
2008 年	120	362	115	597
2009 年	237	45	152	434
2010 年	48	56	102	206

※ 気象庁ホームページ www.data.jma.go.jp から抜粋

文 献

- 1) 木村清朗. 溪流魚の適正な利用と増殖のために. イワナ、ヤマメ、アマゴの増殖と管理, 全国内水面漁業協同組合連合会 2004 : 243-252.
- 2) 木本圭輔. 天然再生産力が低く種苗放流が不可欠な渓流域におけるゾーニング導入に際しての課題把握. 渓流域管理体制構築事業報告書 2008 : 69-91.
- 3) 木本圭輔, 景平真明. 淡水生物増殖技術開発 (3) 神原川在来アマゴ個体群の資源量調査. 平成 20 年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告 : 332-333.
- 4) 木本圭輔, 内海訓弘. 淡水生物増殖技術開発 (3) 神原川在来アマゴ個体群の資源量調査. 平成 21 年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告 : 296-298.
- 5) 朝井隆元, 福田祐一, 内海訓弘. 漁場環境・水生生物に関するモニタリング調査ー 2. 平成 22 年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告 : 268-269.

漁場環境・水生生物に関するモニタリング調査－4

緊急雇用内水面食害対策事業①（カワウ調査）

福田祐一・柴田一郎*・佐藤美保*

事業の目的

カワウは、1920年代には全国に分布していたといわれていたが、1970年代には3,000羽まで個体数が激減している。しかしながら1980年代から個体数が増加し、2000年代にはその分布が全国に広がるにつれ（5～6万羽）、漁業被害、食害被害が全国で問題になっており、大分県でも例外ではない。

カワウは、高い潜水能力（水深10m以上潜水可能）と移動能力（日に50kmの広域移動例あり）、大食漢、繁殖能力が高い等の特徴があり、2006年全国内水面漁業協同組合連合会調査によれば、被害金額は73億円と推定している。¹⁾

このため、大分県においても河川漁協を中心に、カワウ被害対策を実施しているが必ずしも効果を上げていないように見える。

そこで、今年度より、カワウの個体数を科学的に管理する目的で、全県的な個体数把握のためのモニタリング調査及び繁殖地（コロニー）対策の実施をするとともに、河川漁協によるより効果的な被害対策指針を確立することを目的とする。

事業の方法

1. 調査期間

2011年4月～2012年3月

2. 調査項目とその方法

1) モニタリング調査

2名の調査員により、2ヵ月に1回のペースで、県内のねぐら及びコロニーを確認後、目視により当該地点での個体数、コロニーは営巣数、幼鳥数も併せて計測した。ねぐらの個体数計測は、夕方の「ねぐら入り」の際の個体数とした。

また、カワウが餌場としている地点の観測も実施したが、個体数には加えていない。

2) ねぐらの除去の試み

日田市松原ダム、下釜ダムでのねぐらについて、テープによる除去を試みた。

3) 沖黒島のコロニー、三栗島のねぐら調査の追加

11月より、佐伯市沖黒島に上陸しコロニーの調査を開始した。同時に大きなねぐらが形成されている佐伯湾内の三栗島の調査も実施した。

事業の結果

1. モニタリング調査結果

1) カワウ個体数の季節別推移

ねぐら、コロニーでの季節別個体数をみると春季（4月～6月）にかけては、ねぐらが山国川耶馬溪ダム（以下耶馬溪ダム）、駅館川桜づつみ（以下桜づつみ）、大山川柚木（以下柚木）、大分川櫟木ダム（以下櫟木ダム）、大野川舟本（以下舟本）、緒方川定付（以下定付）、北川ダムの7ヵ所、コロニーは宇佐市安心院町黒木池（以下黒木池）で200羽、大分川横瀬（以下横瀬）で70羽の2ヵ所確認された。県内最大目視個体数合計は、507羽であった（図1）。

夏季（7月～8月）は、ねぐらが耶馬溪ダム、柚木、津江川（新規）、舟本、大野川竹田ダム（新規、以下竹田ダム）、北川の6ヵ所で、桜づつみ、櫟木ダム、定付は消滅した。コロニーは引き続き、黒木池、横瀬の2ヵ所を確認した。最大目視個体数合計は396羽であった（図2）。

秋季（10月～11月）は、ねぐらが耶馬溪ダム、桜づつみ、津江川、櫟木ダム、竹田ダム、定付、左津留川乙見ダム（新規、以下乙見ダム）、佐伯市久留須川、北川であり、柚木、横瀬、舟本は消滅したものの9ヵ所に増加した。コロニーは消滅した。最大目視個体数合計は386羽であった（図3）。

冬季（12月～3月）は、ねぐらが耶馬溪ダム、津江川、横瀬、櫟木ダム、乙見ダムの6ヵ所に加え、新たに杵築市守江湾付近の夫婦池（以下夫婦池）、大野川河口域鉄塔で2ヵ所のねぐらが確認された。

*水産振興課嘱託

このうち、桜づつみ及び乙見ダムの2カ所は既存のねぐら(桜づつみ 100羽程度、乙見ダム 10羽程度)に新たな個体群(それぞれ 100羽以上)が加わって大きなねぐらを形成していた。この時期、豊前海、杵築市守江湾、大野川河口、臼杵湾沿岸域の堤防等において、移動(渡り)個体(以下渡り個体)と思われる大きなカワウの群れが目視された。桜づつみ、乙見ダムを加えて新たなねぐらのカワウ渡り個体数は合計 1,343羽となり、ここを拠点にして沿岸域に飛来し、菜食しているものと思われる。コロニーは、3月に入り黒木池、横瀬で前年春季と同程度の個体数で再度形成されるとともに、新たに竹田ダム(100羽以上)で確認された。

最大目視個体数合計は、残留個体の 538羽と渡り個体をあわせ 2,000羽近くになった(図4)。

なお、以上の個体数は、沖黒島、三栗島は除いている。

季節ごとの地域別個体数の推移を図5～8に示した。



図3 秋季(10月～11月)のねぐらとコロニー

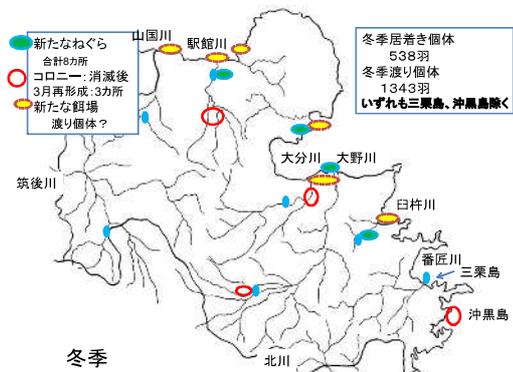


図4 (1月～3月)冬季のねぐらとコロニー

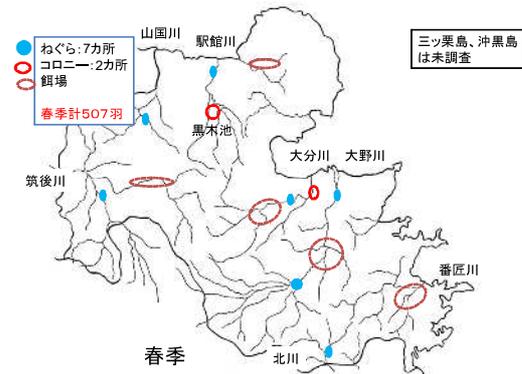


図1 春季(4月～6月)のねぐらとコロニー

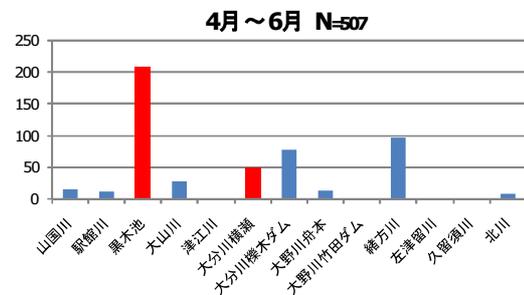


図5 春季ねぐらとコロニーでの個体数の推移
コロニー：黒木池、横瀬



図2 夏季(7月～8月)のねぐらとコロニー

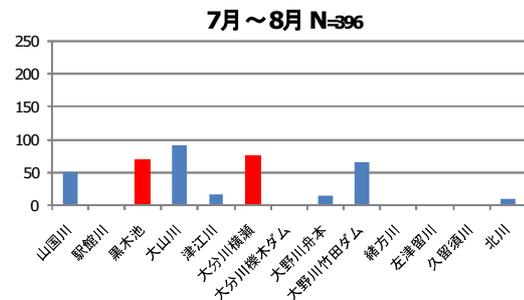


図6 夏季ねぐらとコロニーでの個体数の推移
コロニー：黒木池、横瀬

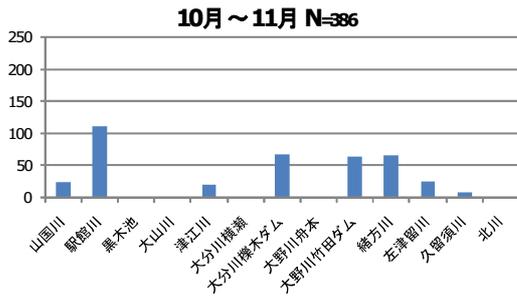


図7 秋季ねぐらとコロニーでの個体数の推移
コロニー：なし

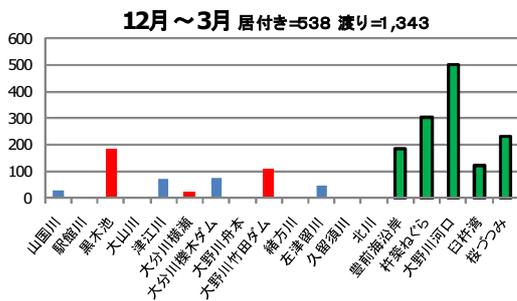


図8 冬季ねぐらとコロニーでの個体数の推移
コロニー：黒木池、横瀬、竹田ダム
渡り個体：豊前海沿岸、夫婦池、大野川河口
口鉄塔、臼杵湾、桜つつみ

2) 沖黒島、三栗島での調査結果

佐伯市の米水津村と蒲江町の境の洋上に浮かぶ沖黒島(無人島)は全国的にカワウの個体数が激減した1970年代に全国で2ヵ所残ったカワウ繁殖場所(コロニー)の1つといわれている。

また、三栗島は番匠川河口域沖の佐伯湾に位置する無人島で、大きなねぐらを形成している事で知られている。

いずれも、船を用いなければ近づけない事もあり、当初は調査を予定していなかった。

しかしながら、7月に入り対岸からの目視調査を実施したところ、7月に三栗島で68羽、沖黒島で12羽の個体を目視したことから、以後、11月～3月に船を用いて個体数把握等の追加調査を実施した(図9)。

三栗島における11月、1月、3月の各月1回の合計3回のねぐら個体数調査結果によれば、11月、1月は300羽前後であったが、3月は14羽と激減した。

沖黒島における11月、12月、3月の各月1回の合計3回のコロニー個体数調査結果は、11月が200羽、12月は100羽、3月は85羽と減少した。11月、12

月は、尾根から南斜面一帯にの樹木上に大きなコロニーが形成され、卵、孵化直後の雛から巣立ち直前の幼鳥まで観察できた。巣は、12月が80～100個であった。3月はコロニー形成は一部で、巣の数も激減しており、繁殖の終了が予測された。なお、いずれの調査時も、コロニーは南斜面のみに集中して形成されていた(図10、11)。

2. ねぐら除去の結果

2月に下笠ダム、3月に松原ダムのねぐらを、荷造りテープを使用して、ねぐら除去を試みた結果、カワウの追い払いに成功した。



図9 三栗島、沖黒島位置図



図10 沖黒島地形図

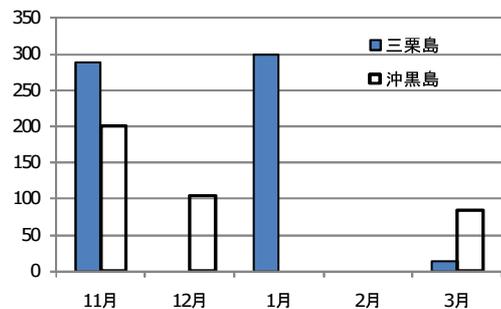


図11 三栗島と沖黒島の個体数の推移

今後の課題と考察

大分県におけるカワウ生息調査は、2003 年（平成 15 年）に大分県が（財）日本野鳥の会大分県支部に委託した「平成 15 年度大分県カワウ生息調査事業報告書」がある。

それによれば、「県内の冬季のカワウ生息数は、最大で 2,200 羽程度、夏季の生息数は、沖黒島周辺に 100 羽から 200 羽、三栗島（番匠川）に 80 ～ 150 羽、その他の地域に 20 ～ 40 羽、合計 200 羽～ 350 羽程度と見られる」²⁾としている。また、コロニーは沖黒島 1 ヲ所、ねぐらは 5 ヲ所となっている。

この報告書と今年度の調査結果を比較すると、沖黒島、三栗島の個体数の増加は見られないものの、他地域では四季を通じて、400 羽以上が常時生息（残留個体）しているようである。つまり、冬季は渡り個体と残留個体の合計で 2,000 羽くであり、2003 年当時と大差はないが、春季～秋季の残留個体がこの 8 年間で大幅に増加したようである。

実際県内ほとんどの河川で、餌場として目視されていることから、食害被害は確実に拡大していると予測される。

また、コロニーは 8 年前、沖黒島のみであったが、

宇佐市安心院町内にある黒木池（農業用ため池）、大野川竹田ダム、大分川横瀬でコロニーが確認され、更に個体数増大の恐れがある。

このうち、黒木池は 100 巣近くにある、かなり大きなコロニーで、夏季以降当該集団は、ねぐらを駅館川下流部の桜づつみに移動・拡散しているようである。発生抑制対策の実施等早急な取り組みが必要と思われる。

また、沖黒島については、三栗島との関係が指摘されているが、これらの個体が県内の個体数増加に寄与しているかの解明が必要である。今後は年間を通しての定期的な調査及び標識の装着等による移動生態の解明が特に重要である。

文 献

- 1) 山本麻希. カワウに立ち向かう 2. 全国内水面漁業協同組合連合会 2010 ; 4.
- 2) 財団法人日本野鳥の会大分県支部. 平成 15 年度大分県カワウ生息調査事業報告書. 財団法人日本野鳥の会大分県支部 2003 ; 6.

漁場環境・水生生物に関するモニタリング調査－4 緊急雇用内水面食害対策事業②（電気ショッカーボートによる外来魚駆除試験）

福田祐一・柴田一郎*・佐藤美保*

事業の目的

2005年6月より施行された「特定外来生物による生態系等に係わる被害の防止に関する法律(通称：外来生物法)」に指定されているオオクチバス及びブルーギルは、県内湖沼河川のほとんどのに分布している。

この間、河川漁協によって、主にオオクチバスの駆除を実施してきたが依然としてその効果は上がっていないように見える。

そこで、全国内水面漁業協同組合組合連合会(以下全内漁連という)所有の電気ショッカーボート(以下ショッカーボートという)を用いて外来魚駆除試験を実施し、その効果を検証する。

事業の方法

1. 試験期間

2011年10月～11月

2. 試験場所

山国川水系耶馬溪ダム(以下、耶馬溪ダム：1984年竣工、特定多目的ダム)、筑後川水系松原ダム(以下、松原ダム：1972年竣工、特定多目的ダム)、下笠ダム(以下、下笠ダム：1972年竣工、特定多目的ダム)、大分川水系芹川ダム(以下、芹川ダム：1957年竣工多目的ダム)、北川水系北川ダム(以下、北川ダム：1962年竣工、多目的ダム)、駅館川水系香下ダム(以下、香下ダム：1993年竣工、農業用ダム)の6カ所で行った(図1)。

上記ダム湖は、ブラックバス、ブルーギルが放流され、①ゲームフィッシングの場としてかなりの生息量であると予想される②閉鎖域のため外来生物への悪影響が大きい③電気ショックによる外来生物への影響観察が比較的容易である④ショッカーボートの作業性が良い等の理由により選定した。

3. ショッカーボートによる操業と捕獲方法

全内漁連所有のショッカーボート(組み立て式アルミ船0.3トン)を用いた(図2)。

操業は、1日目に、地形、分布状況把握のためダム湖全水域を、2日以降は分布の多かった水域を重点的に実施した。

捕獲は、搭載している発電機により数秒間水中へ通電し、一時的に外来魚を気絶させ、タモ網ですくい取った。なお、「水中に電流を通じてする漁法」は法令により禁止されているので、特別採捕許可を受け実施した。

4. 捕獲魚の処理

捕獲されたオオクチバスとブルーギルは、内水面チームに持ち帰り、体長、体重、生殖腺重量等の測定、胃内容物の同定等をおこなった。

5. 香下ダムでの駆除効果の試算

香下ダムは、他のダムに比べて規模が小さいうえに、長年にわたるブラックバスとブルーギルの放流により在来魚類のほとんどが駆逐され、オオクチバスとブルーギル優先の魚類相となっている。

そこで、当該水域でのショッカーボートによる駆除量と生残量の推測及び在来種の復活方法等を検討するため、4日間の捕獲を試みた。



図1 ショッカーボートによる駆除試験場所

*水産振興課嘱託

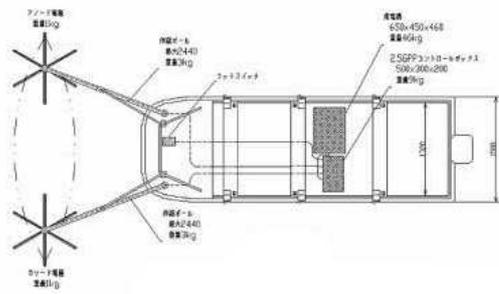


図2 ショッカーボート平面図

事業の結果

1. 全体の捕獲量

延べ 11 日間の操業で、オオクチバス 626 尾、ブルーギル 1,349 尾を捕獲した(表 1)。

なお、ショッカーボートによるコイ等の他の魚種への影響については、電極の直下では同じように気絶して浮き上がるものの、すぐに回復し、斃死した個体は見受けられなかった。

2. 松原ダム

11月21日、22日の2日間実施した。オオクチバス 26 尾、ブルーギル 4 尾を捕獲した。ダム湖は超満水状態であり十分な駆除ができなかった。捕獲地点はダムの上流部であった。オオクチバスの全長は 200 ミリ前後の個体であった(図 3、4)。

表1 ダム湖別、魚種別捕獲尾数

調査日	日数	調査水域 ダム名	オオクチ バス(尾)	ブルーギル (尾)
11/17~12/16	4	香下	513	1,061
11/21,22	2	松原	26	4
11/24,25	2	下笠	5	0
12/9	1	北川	12	1
12/5,6	2	耶馬溪	45	75
12/14,15	2	芹川	25	208
		合計	626	1349



図3 松原ダムでの捕獲地点

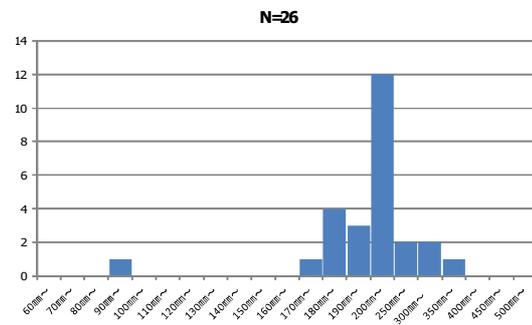


図4 捕獲したオオクチバスの全長



図5 下笠ダムでの捕獲地点

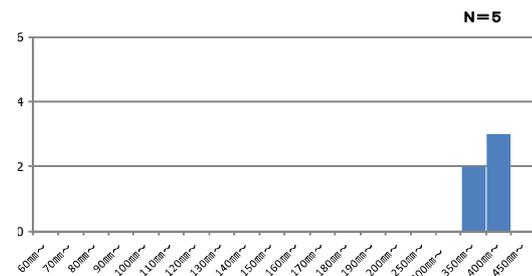


図6 捕獲したオオグチバスの全長

3. 下釜ダム

11月24日、25日の2日間実施した。オオクチバス5尾、ブルーギル0尾であった。ダム湖は超満水状態であり松原ダム以上に十分な駆除ができなかった。捕獲地点はダムの上流部であった。全長は400ミリ前後の大型個体であった(図5、6)。

4. 北川ダム

雨天のため予定していた2日のうち1日は中止し、12月9日のみ実施した。オオクチバス12尾、ブルーギル1尾であった。ダム湖は工事のため低水位となっており、ショッカーボートの航行に支障を来すほどであった。捕獲地点は上流部の航行可能な境目付近が主で、全長は400ミリ前後の大型個体であった(図7、8)。



図7 北川ダムでの捕獲地点

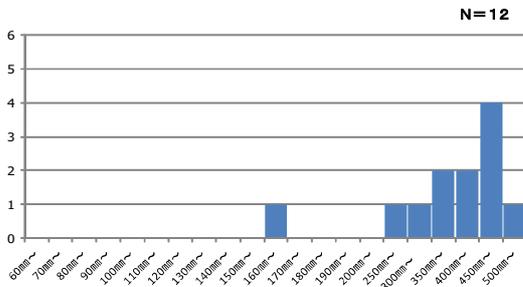


図8 捕獲したオオクチバスの全長

5. 耶馬溪ダム

12月5日、6日の2日間実施した。オオクチバス45尾、ブルーギル75尾であった。捕獲地点はクラブハウス周辺と上流部にあたる柿瀬橋、太平橋付近多かった。オオクチバス、ブルーギルは稚魚、成魚ともども捕獲され、盛んに再生産が行われている水域であると思われた(図9、10、11)。



図9 耶馬溪ダムでの捕獲地点

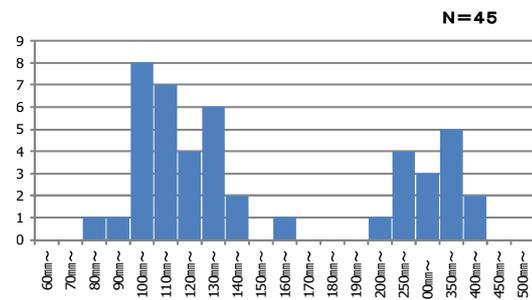


図10 捕獲したオオクチバスの全長

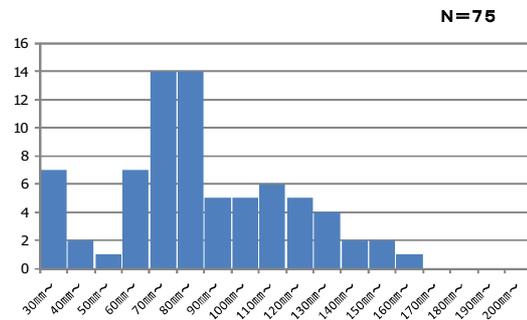


図11 捕獲したブルーギルの全長

6. 芹川ダム

12月14日、15日の2日間実施した。オオクチバス25尾、ブルーギル208尾であった。オオクチバス、ブルーギル捕獲地点は主に北斜面沿いに多かった。このうちオオクチバスは、水深が比較的深く岩、石等が複雑に入り組んだ地点に多かった。全長350ミリ以上の大型個体のみであり、稚魚は捕獲できなかった。ブルーギルは小型個体が多かった。今回はワカサギが多く釣れる水域(法螺貝)の調査は実施できなかった(図12、13、14)。



図12 芹川ダムでの捕獲地点



図15 香下ダムでの捕獲地点

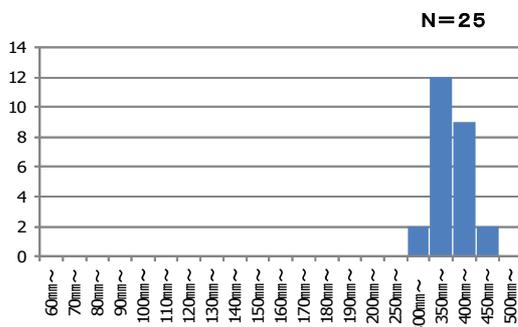


図13 捕獲したオオクチバス全長

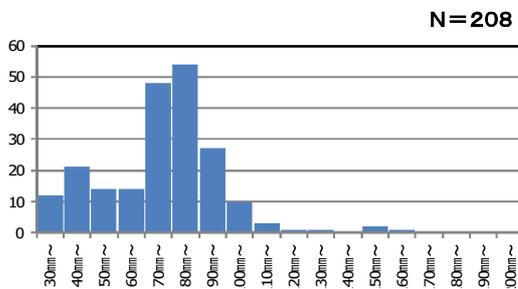


図14 捕獲したブルーギルの全長

2) 個体数の推定及び生態系復活の検討

ショッカーボートによる4回のオオクチバス、ブルーギルの捕獲個体数を基に、プログラム Capture を用いて、個体数推定を行った結果は以下のとおりである。

- ・オオクチバス 598 尾 (SE23.7337)
95%信頼区間 563 尾 - 658 尾
- ・ブルーギル 1,408 尾 (SE67.1621)
95%信頼区間 1,300 尾 - 1,566 尾

計算上は相当数の捕獲をしたことになる。ただ、実際の生息量よりも少なく計算される傾向にあること、ショッカーボートの効果水深限度は、1m 程度のため、特に大型のオオクチバス捕獲が少なかった等から、それ以上の個体数が生息していると思われる。

また、オオクチバス、ブルーギルを当該水域から駆除すると同時に、魚類相を在来の魚種に変換する一環として、駅館川産ナマズを 25 尾を妙見川河口域に放流した。

今後の留意点

7. 香下ダム

1) 捕獲状況

11月17日、29日、12月2日、16日の4日間実施した。捕獲尾数はそれぞれオオクチバス 513 尾、ブルーギル 1,061 尾であった。両種とも捕獲地点はダム全域に及んだが、中でも2つの河川の注ぎ口(バックウォーター)に多かった。オオクチバスは100mm 前後の稚魚が主体であった。ブルーギルも同じく稚魚が多かったが、60mm 前後を中心とする個体群と 110 ミリ前後を中心とする個体群があった。他魚種はほとんど目視されなかったことから、この2種で盛んに再生産が行われているようであった(図15、16、17)。

今年度、ショッカーボートによる外来魚駆除試験を初めて実施した。来年度以降実施するにあたり以下の点を留意する必要がある。

- ・駆除水域の地形等を事前によく把握しておく。
- ・水位が大きく変動するダム湖の場合は、高水位になると捕獲効果が低下するので、水位情報を把握したうえで操業する。
- ・小規模ダム湖は、オオクチバス、ブルーギルのみの魚類相になるので、駆除後は在来個体群復活の取り組みをあわせて検討する必要がある

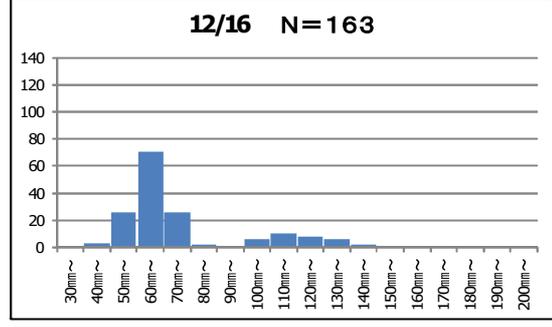
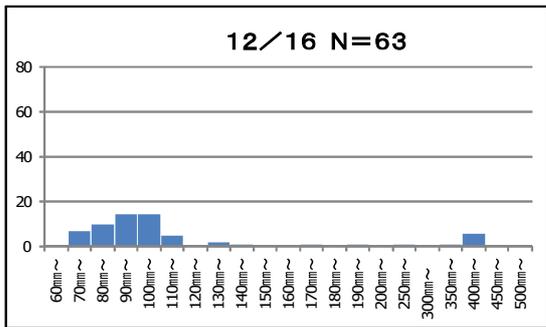
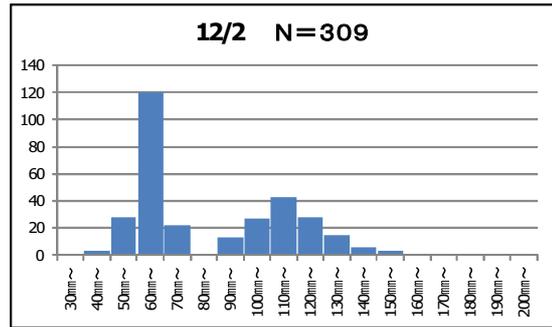
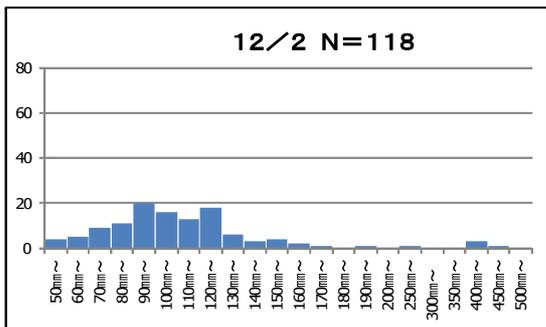
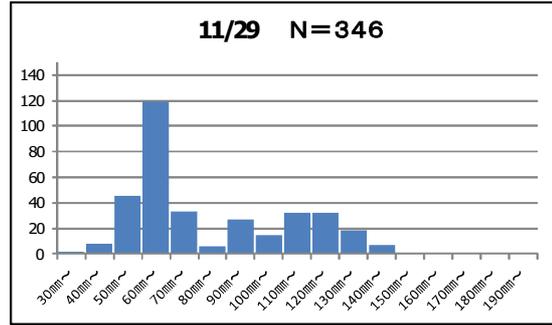
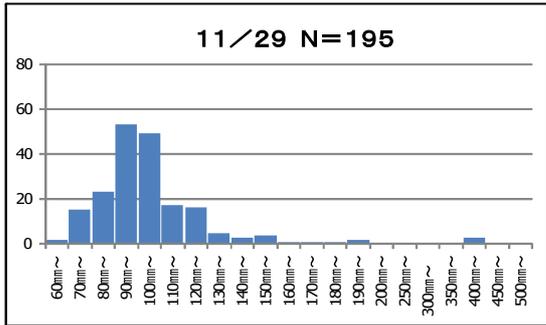
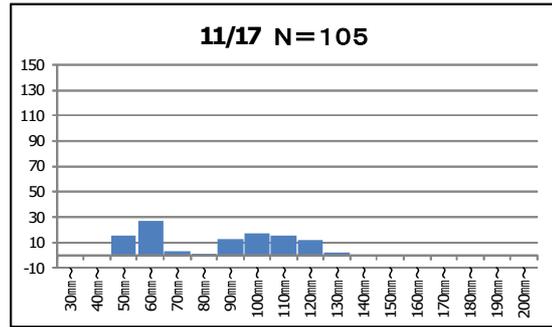
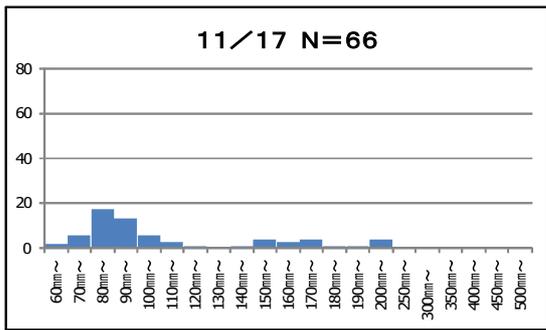


図16 捕獲したオオクチバスの全長の推移

図17 捕獲したブルーギルの全長の推移