

カワウによる内水面資源の捕食実態の把握

静 一徳

目 的

青森県におけるカワウによる内水面資源の捕食実態の把握のため、カワウの捕食魚組成を明らかにする。

材料と方法

1. 胃内容物調査

(1) 調査月日

2019年2月～2020年10月

(2) 調査場所

新田川支流松館川、青葉湖、管理釣り場（新郷村）、赤石川、中村川

(3) 調査方法

有害鳥獣駆除または学術研究のための鳥獣捕獲等許可の免許を受けて捕獲されたカワウの胃内容物を分析した。学術研究のための鳥獣捕獲は新井田川支流松館川にて刺網（水中設置、糸16号、半目10cm、高さ1.5m×幅20m）により実施した。

(4) サンプル処理

回収したカワウは-30℃の冷凍保管後に解剖した。カワウは年齢（幼鳥～若鳥又は成鳥）を査定した後、全長、体重を測定後、開腹し、生殖腺からの雌雄判別と胃内容物の摘出を行った。

(5) 胃内容物分析

消化が進み全長、体長、体重測定が出来なかったアユは、尾鰭長¹⁾又は準下尾骨長²⁾からの推定式により全長、体長、体重を推定した。胃内容物がサケ稚魚の場合、多くは消化が進んでいたが、消化前の体重等の推定は行わなかった。

2. カワウ糞を利用したDNAメタバーコーディング解析

(1) 調査月日

2019年6月13日、8月20日、9月25日、2020年1月27日、2020年5月26日

(2) 調査場所

八戸市新井田川中流の石手洗ねぐら（図1）

(3) 調査方法

新井田川の石手洗ねぐら下で糞を採取した。

2019年6月はサンプル採取の前日にねぐらの下にビニールを敷き、翌日にビニール上の糞を、2019年8月～1月はねぐら下に落ちている比較的新しい糞を、各月約20個を目安に採取した。各月20個の糞をプールしたサンプルと、6月、9月は各月8個の個別の糞サンプル（8×2=16サンプル）を対象に分析を行った。2020年5月はねぐら下の植物の葉に付着した糞を8ヶ所から採取し8サンプルとした。なお新井田川における2020年のアユ放流は5月21日に実施された。糞はDNA抽出まで-30℃で冷凍保存した。

糞からのDNA抽出にはQIAamp Fast DNA Stool Mini Kit (Qiagen)を使用した。抽出DNAについてMiFishプライマー³⁾を使用してPCRを行った後、PCR産物を次世代シーケンス解析（アンプリコン・シーケンス解析）に供した。データ解析方法としては、Qiime2を用いてプライマー配列、3'末端の120bp、ノイズ配列が除去された配列を取得した後、代表配列とOTU表を出力した。各サンプルの総リード数に占める割合

が 0.1%未満の低頻度 OTU は解析から除外した。得られた代表配列は魚類ミトコンドリアゲノムデータベース MitoFish と MiFish 用参照配列に対し BLASTN を行い系統推定した。その後、総リード数に対する系統別のリード数割合（相対存在量）を算出した。なおカワウ糞のアンプリコン・シーケンス解析によるリード数の相対存在量が、捕食魚類の重量ベースでの相対存在量とどの程度対応するかは明らかになっていない。次世代シーケンス解析は株式会社生物技研に委託した。

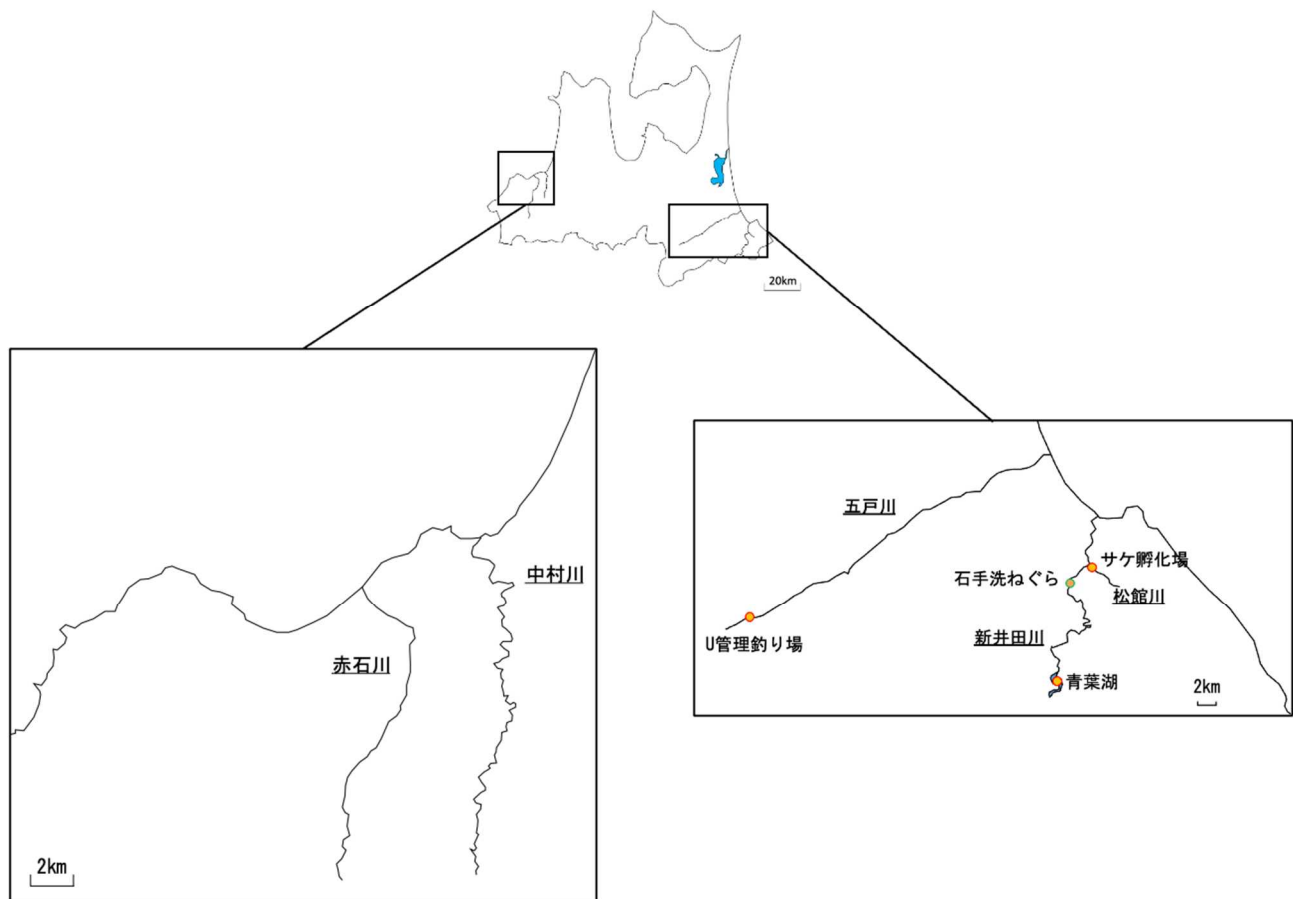


図 1. 調査定点

結果と考察

1. 胃内容物調査(表 1～2、図 2)

2019 年 2 月に新井田川支流松館川の新井田川ふ化場前において刺網で捕獲されたカワウ 6 羽の胃内容物は 1 羽が空胃、5 羽がサケ稚魚のみであった。2018 年と同様の結果であり、新井田川ふ化場前に飛来するカワウは、ほとんどがサケ稚魚を捕食していると推察される。

2019 年 2 月に青葉湖で銃器捕獲されたカワウ 2 羽の胃内容物は 2 羽とも空胃であった。

2019 年 4 月に管理釣り場（新郷村）で銃器捕獲されたカワウ 2 羽の胃内容物は 1 羽がニジマス 84%、フナ属 16%、1 羽がニジマスのみであった。以前より当管理釣り場ではカワウの飛来が確認されていたが、胃内容物からも食害を受けていることが初めて実証された。

2020 年 2 月 15 日に新井田川支流松館川の新井田川ふ化場前にて、刺網で捕獲されたカワウ 1 羽の胃内容物はサケ稚魚のみであった。2018 年⁴⁾、2019 年と同様、この地点に飛来するカワウはサケ稚魚のみを捕食していたと考えられる。サケふ化場上流に位置する石手洗ねぐらは、県内では数少ない越冬場所となっ

ており、1,000羽～2,000羽が冬期に生息する。この規模のねぐらを移動させることは、生息地の拡散によりむしろ被害を拡大させてしまう可能性が高い。この場所でのカワウの生息を許容できるよう、サケ稚魚の捕食の防除が肝要と考えられる。新井田川漁業協同組合の飛来数調査によると、2020年のこの地点のカワウ飛来数は1日数羽であり、2018年の1日平均18羽⁴⁾と比較して大きく減少した。刺網の設置や、サケ稚魚の放流時間帯を夕方へ変更したことなどの対策が高い効果を上げていると推察される。一方、未だ飛来している数羽への対策を講じるためには、同地点にカワウが飛来する時間や条件、飛来する個体の特徴を明らかにする必要がある。

2020年10月4日～10月17日に赤石川で6羽、中村川で2羽、銃器捕獲された個体の胃内容物は全サンプルがアユのみで占められた。捕食されていたアユの全長、体重は、赤石川で推定全長10.7 cm～20.4 cm（平均16.2 cm）、推定体重9.3 g～75.2 g（平均40.3 g）、中村川で推定全長12.6 cm～21.5 cm（平均15.7 cm）、推定体重16.2 g～89.4 g（平均35.7 g）であった。抱卵しているアユも確認された。また、カワウ捕獲を行った地点は、赤石水産漁業協同組合（現鱒ヶ沢町漁業協同組合）によりアユの産卵場と認知されており、産卵期のアユが捕食されていたと考えられる。

赤石川、中村川におけるアユの捕食量、捕食金額の算定を行う。青森県猟友会鱒ヶ沢支部、中村川振興漁業協同組合による10月のカワウ飛来数調査の結果、赤石川で1日平均10羽、中村川で1日平均2羽が飛来していた。捕食量、捕食金額を、上記の胃内容物調査結果、飛来数調査結果、および鱒ヶ沢町役場によるアユ種苗単価3,960円/kg、カワウの1日捕食量500gから算出すると、10月の31日間の赤石川におけるアユの捕食尾数は3,875尾、捕食量は155 kg、捕食金額は61万円、中村川では捕食尾数は861尾、捕食量は31 kg、捕食金額は12万円と算出された。これらの多寡については各河川の産卵期のアユの全資源量が明らかでないため現時点では評価が難しいものの、次世代への影響も考慮すると資源への影響は算出された値よりも大きいことが推察される。この時期のアユの捕食は望ましくなく飛来対策を検討する必要があると考えられる。その対策としては両河川での追い払いの他、飛来元のねぐらの除去も検討の余地があり、今後飛来元の特定が必要となると思われる。また、新井田川、赤石川、中村川では、その対策効果が評価できるよう、今後も同様の調査を継続していく必要がある。

表 1. カワウ胃内容物分析結果

捕獲日	捕獲場所	全長 (cm)	体重 (kg)	年齢	♀♂	実測胃内 内容物重量 (g)	推定胃内 内容物重量 (g)※	胃内容物組成 (%)				
								サケ (稚魚)	ワカサギ	フナ属	ニジマス	アユ
2019/2/10	松館川	76.5	1.7	幼~若	♀	0.0	-	0	0	0	0	0
2019/2/10	松館川	76.3	1.9	成	♂	75.4	-	100	0	0	0	0
2019/2/12	松館川	76.8	1.6	成	♀	9.9	-	100	0	0	0	0
2019/2/12	松館川	73.4	1.8	成	♀	64.2	-	100	0	0	0	0
2019/2/13	松館川	81.1	1.7	幼~若	♂	39.0	-	100	0	0	0	0
2019/2/16	松館川	78.0	1.5	幼~若	♀	20.4	-	100	0	0	0	0
2019/2/11	青葉湖	79.0	2.2	成	♂	0.0	-	0	0	0	0	0
2019/2/14	青葉湖	78.6	2.0	幼~若	♂	0.0	-	0	0	0	0	0
2019/4/5	U管理釣り場	78.0	2.2	幼~若	♂	199.6	-	0	0	16	84	0
2019/4/5	U管理釣り場	81.7	2.3	成	♂	122.3	-	0	0	0	100	0
2020/2/15	松館川	81.4	1.8	幼~若	♂	8.2	-	100	0	0	0	0
2020/10/4	赤石川	76.5	2.2	幼~若	♂	115.4	260.7	0	0	0	0	100
2020/10/10	赤石川	73.4	2.1	成	♀	37.9	149.2	0	0	0	0	100
2020/10/10	赤石川	75.0	1.8	幼~若	♀	57.9	62.9	0	0	0	0	100
2020/10/11	赤石川	81.1	2.1	幼~若	♂	11.0	37.8	0	0	0	0	100
2020/10/11	赤石川	80.0	2.3	幼~若	♂	44.4	53.8	0	0	0	0	100
2020/10/11	中村川	80.0	2.2	幼~若	♂	80.6	191.5	0	0	0	0	100
2020/10/11	中村川	79.0	2.3	幼~若	♂	77.3	165.8	0	0	0	0	100
2020/10/17	赤石川	75.5	1.6	幼~若	♀	42.0	80.6	0	0	0	0	100

※消化による魚体欠損のため、尾鰭長、準下尾骨長から未欠損時の魚体重を推定した値

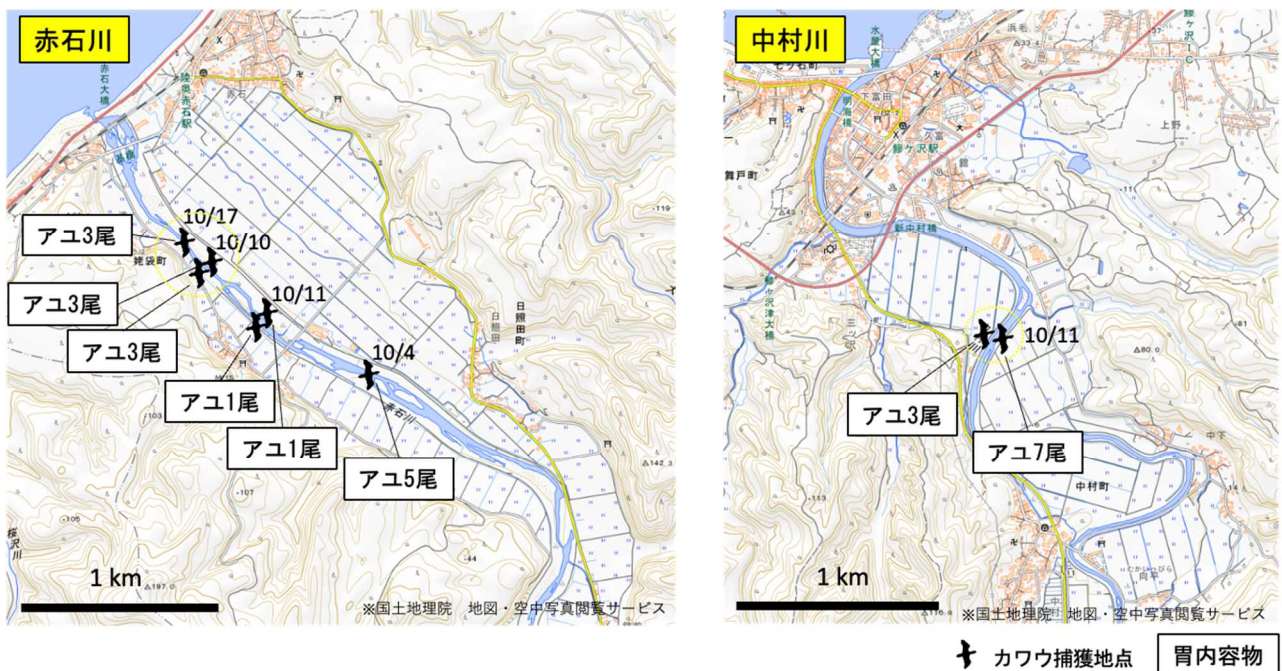


図 2. 赤石川、中村川におけるカワウの捕獲地点と胃内容物 (2020年10月)

表 2. 赤石川、中村川で捕獲されたカワウの胃内容物分析結果（2020年10月）

捕獲日	河川	魚種	全長(cm)	標準体長(cm)	体重(g)	合計重量(g)	備考
2020年10月4日	赤石川	アユ	12.0	9.9	13.7	260.7	推定値 [※]
		アユ	19.3	16.1	63.9		推定値 [※]
		アユ	17.3	14.4	44.4		推定値 [※]
		アユ	20.4	17.0	75.2		推定値 [※]
		アユ	19.4	16.1	63.6		実測値・推定値 [※]
2020年10月10日	赤石川	アユ	15.7	13.0	32.6	149.2	推定値 [※]
		アユ	19.3	16.1	63.9		推定値 [※]
		アユ	18.2	15.2	52.7		推定値 [※]
2020年10月10日	赤石川	アユ	16.4	13.6	37.4	62.9	推定値 [※]
		アユ	10.7	8.8	9.3		推定値 [※]
		アユ	12.6	10.4	16.2		推定値 [※]
2020年10月11日	赤石川	アユ	16.4	13.7	37.8	37.8	推定値 [※]
2020年10月11日	赤石川	アユ	18.3	15.3	53.8	53.8	推定値 [※]
2020年10月11日	中村川	アユ	14.2	11.7	23.5	191.5	推定値 [※]
		アユ	15.3	12.7	30.1		推定値 [※]
		アユ	16.6	13.8	39.2		推定値 [※]
		アユ	12.8	10.6	17.0		推定値 [※]
		アユ	17.0	14.1	42.1		推定値 [※]
		アユ	12.6	10.4	16.2		推定値 [※]
		アユ	14.2	11.7	23.5		推定値 [※]
2020年10月11日	中村川	アユ	16.2	13.5	36.1	165.8	推定値 [※]
		アユ	16.8	13.9	40.3		推定値 [※]
		アユ	21.5	17.9	89.4		推定値 [※]
2020年10月17日	赤石川	アユ	13.6	11.3	20.5	80.6	推定値 [※]
		アユ	17.4	14.5	45.8		推定値 [※]
		アユ	12.2	10.0	14.3		推定値 [※]
平均	赤石川	アユ	16.2	13.5	40.3	107.5	推定値 [※]
	中村川	アユ	15.7	13.0	35.7	178.7	推定値 [※]

※魚体に欠損があったため、尾鰭長または準下尾骨長から推定した値

2. カワウ糞を利用した DNA メタバーコーディング解析(表 3～6、図 3～5)

(1) 2019 年

各月の糞の分析結果から、石手洗ねぐらのカワウは、9月下旬にアユの捕食割合が比較的高いことが確認された。2018年は8月下旬にアユの捕食割合が高まる傾向が確認されている。よって、新田川のアユは晩夏から秋にかけて、他の時期と比較して高い捕食圧を受けている可能性がある。

また、9月の個別の糞の分析結果から、石手洗ねぐらのカワウは落ちアユ時期には一部の個体がアユを中心に捕食している可能性が示唆された。よって、石手洗ねぐらのカワウによるアユ食害対策に関して、落ちアユ時期にはねぐら集団全体を対象とした対策は不要であるが、アユを採食する一部の個体への対策が必要である可能性がある。現場での実態を明らかにするため飛来調査を行う必要がある。

2018年⁵⁾と同様、春から秋にかけて、淡水魚から海水魚へと捕食割合が高まる傾向が確認されたことから、これは石手洗ねぐらのカワウの一般的な採食の季節的特徴と考えられる。6月、9月の個別の糞の解析結果から、6月と9月はねぐらの約2割～4割の個体が主に淡水域で捕食していた可能性が推察される。

また、汽水魚と海水魚に着目すると、春から秋にかけてはカレイ類やハゼ類などの底生魚類を多く捕食し、海水魚の捕食割合が高い冬には、イワシ類やボラなどの浮魚類を主に捕食していた。春から秋に捕食されているカレイ類の生態について、イシガレイでは、底棲期に移行する稚魚は3月に水深2m以浅の砂質底の成育場に出現し、7月～8月に沖合に移動することが確認されている⁶⁾。また、新井田川の感潮域にはヌマガレイの稚魚が高密度に生息し、カワウにカレイ類の稚魚が多く捕食されていることが確認されて

いる⁴⁾。カワウの平均潜水深度(5m~6.6m⁷⁾)も考慮すると、春から秋にカワウに捕食されるカレイ類は、主に浅場の砂質底に生息する稚魚である可能性が推察される。

(2) 2020年

2020年5月26日の石手洗ねぐら下の糞8サンプルの分析の結果、サンプルNo.1~No.6で6割以上をウグイが占め、最も多く出現した。過去2ヶ年の石手洗ねぐらにおける調査では、春から夏にかけて淡水魚~汽水魚の割合が高い傾向が確認されたが、2020年5月も同様であったと言える。本調査の主な調査対象であるアユについては、2サンプルから出現したものの割合は1%前後で、全サンプル平均では0.24%であり低かった。2020年の新田川におけるアユ放流は5月21日に実施されており、よって2020年に関してはアユ放流から1週間以内の石手洗ねぐらにおけるカワウの主な採食水域は淡水域であるが、アユはあまり捕食していなかったと推察された。

過去2ヶ年の石手洗ねぐらにおける調査では、アユは2018年8月下旬に平均11%⁵⁾、2019年9月下旬に6%と、他の月と比較して高い割合で出現した。アユ放流後1週間以内の調査は今回が初であるが、アユの割合は平均で1%未満と低く、新田川ではアユ放流直後はカワウによる食害は少なく、産卵期に比較的多いことが推察される。ただし放流直後に関しては1ヶ年のみの調査結果なので、継続的な調査が必要である。

表 3. 次世代シーケンス解析によるリード数の相対存在量(%) (2019年6月~2020年1月、石手洗ねぐら)

出現魚種	2019/6/13	2019/8/19	2019/9/25	2020/1/27
アユ	0.26	0.00	6.13	0.00
コイ	0.00	13.35	0.00	0.00
ウグイ	10.69	7.04	30.21	0.00
ニゴイ/コウライニゴイ	0.00	0.00	0.00	2.14
アブラハヤ	0.00	10.18	0.00	0.00
スナゴカマツカ	0.00	38.22	0.00	0.00
ウキゴリ	0.00	0.00	0.00	0.00
シマウキゴリ	0.00	0.00	0.00	0.00
ウツセミカジカ	28.04	0.00	0.00	0.00
ナマズ属	0.00	3.19	0.00	0.00
ヌマガレイ	39.15	15.39	8.27	0.00
アシシロハゼ	4.40	0.00	0.00	0.00
マハゼ	0.00	0.00	10.64	0.00
マイワシ	8.22	0.00	0.00	7.51
マサバ/ゴマサバ	0.00	0.00	0.00	0.00
ボラ	0.00	0.00	0.00	90.35
カンパチ	0.00	0.00	12.37	0.00
マガレイ/マコガレイ	6.09	12.62	23.50	0.00
イシガレイ	3.16	0.00	0.00	0.00
クロガシラガレイ	0.00	0.00	8.88	0.00
ヒレグロ	0.00	0.00	0.00	0.00
分析に供した糞数	20	20	20	20

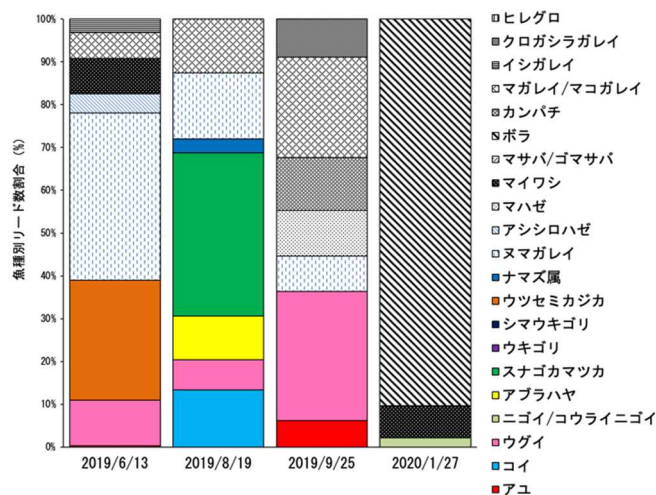


図 3. 次世代シーケンス解析による魚種別リード数組成 (2019年6月~2020年1月、石手洗ねぐら)

表 4. 次世代シーケンス解析によるリード数の相対存在量 (%) (2019年6月、石手洗ねぐら)

出現魚種	2019/6/13-1	2019/6/13-2	2019/6/13-3	2019/6/13-4	2019/6/13-5	2019/6/13-6	2019/6/13-7	2019/6/13-8
アユ	0.00	2.09	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
コイ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ウグイ	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ニゴイ/コウライニゴイ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
アブラハヤ	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
スナゴカマツカ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ウキゴリ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
シマウキゴリ	0.00	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ウツセミカジカ	0.00	95.53	98.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ナマズ属	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ヌマガレイ	0.00	0.00	0.80	70.69	71.38	100.00	100.00	11.92
アシシロハゼ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
マハゼ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.64
マイワシ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.44
マサバ/ゴマサバ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ボラ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
カンパチ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
マガレイ/マコガレイ	0.00	0.00	0.00	22.68	21.95	0.00	0.00	0.00
イシガレイ	0.00	0.00	0.00	6.64	4.71	0.00	0.00	0.00
クロガシラガレイ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ヒレグロ	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96	0.00	0.00	0.00
分析に供した糞数	1	1	1	1	1	1	1	1

表 5. 次世代シーケンス解析によるリード数の相対存在量 (%) (2019年9月、石手洗ねぐら)

出現魚種	2019/9/25-1	2019/9/25-2	2019/9/25-3	2019/9/25-4	2019/9/25-5	2019/9/25-6	2019/9/25-7	2019/9/25-8
アユ	0.00	78.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
コイ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ウグイ	100.00	0.00	45.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ニゴイ/コウライニゴイ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
アブラハヤ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
スナゴカマツカ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ウキゴリ	0.00	21.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
シマウキゴリ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ウツセミカジカ	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ナマズ属	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ヌマガレイ	0.00	0.00	28.73	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
アシシロハゼ	0.00	0.00	4.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
マハゼ	0.00	0.00	0.00	0.00	70.28	0.00	0.00	0.00
マイワシ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
マサバ/ゴマサバ	0.00	0.00	0.00	0.00	12.03	100.00	50.21	0.00
ボラ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
カンパチ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.79	0.00
マガレイ/マコガレイ	0.00	0.00	15.48	0.00	17.69	0.00	0.00	100.00
イシガレイ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
クロガシラガレイ	0.00	0.00	5.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ヒレグロ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
分析に供した糞数	1	1	1	1	1	1	1	1

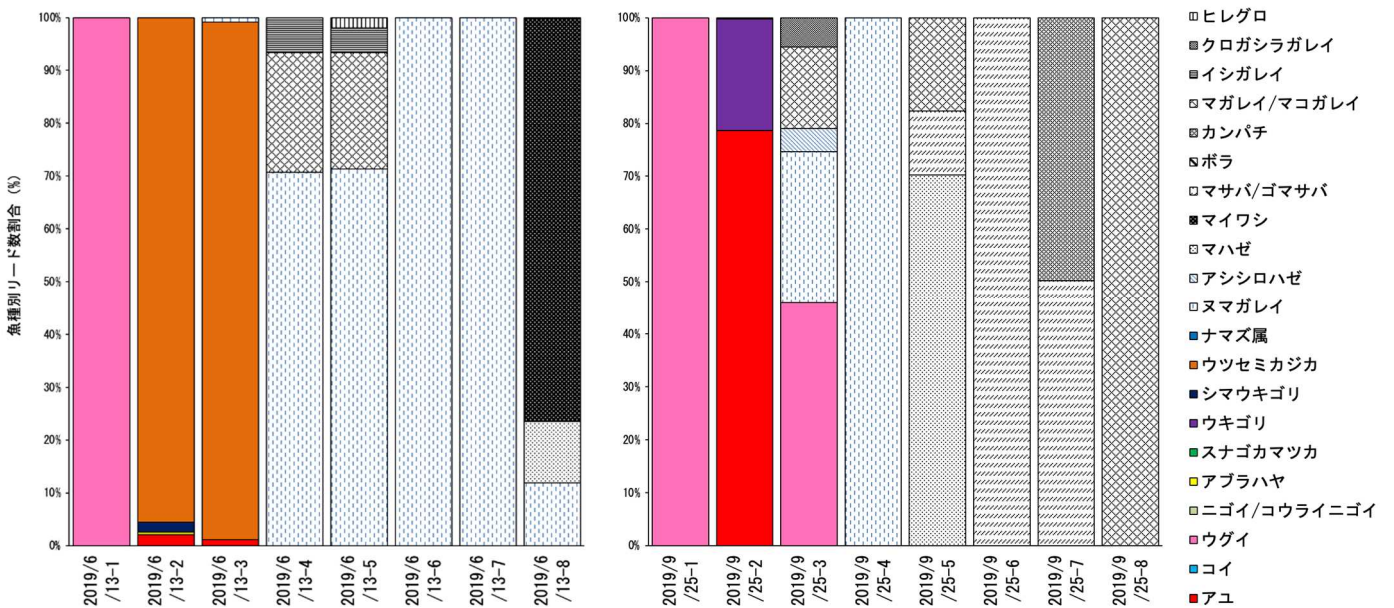


図 4. 次世代シーケンス解析による魚種別リード数組成 (2019年6月、9月、石手洗ねぐら)

表 6. 次世代シーケンス解析によるリード数の相対存在量 (%) (2020年5月、石手洗ねぐら)

出現魚種	2020/5/26-1	2020/5/26-2	2020/5/26-3	2020/5/26-4	2020/5/26-5	2020/5/26-6	2020/5/26-7	2020/5/26-8
アユ	0.00	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	0.57	0.00
サクラマス/サツキマス	0.00	13.97	0.00	8.32	0.00	0.00	0.00	0.00
ジュウサンウグイ	0.00	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ウグイ	100.00	83.83	85.19	64.79	96.56	92.95	30.33	0.00
ニゴイ/コウライニゴイ	0.00	0.00	0.00	3.95	0.00	0.00	0.00	0.00
アブラハヤ	0.00	0.00	3.02	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00
モツゴ属	0.00	0.00	0.00	2.88	0.00	0.00	0.00	0.00
ヨシノボリ属	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
シマウキゴリ	0.00	0.00	10.80	16.29	0.00	0.00	0.00	0.00
ワカサギ	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00
ヌマガレイ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	7.05	18.94	0.00
マハゼ	0.00	0.00	0.00	0.00	2.53	0.00	28.55	0.00
ボラ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	0.00
ウミタナゴ属	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.01	0.00
カタクチイワシ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	1.27
マイワシ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.73
ニシン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.41	0.00

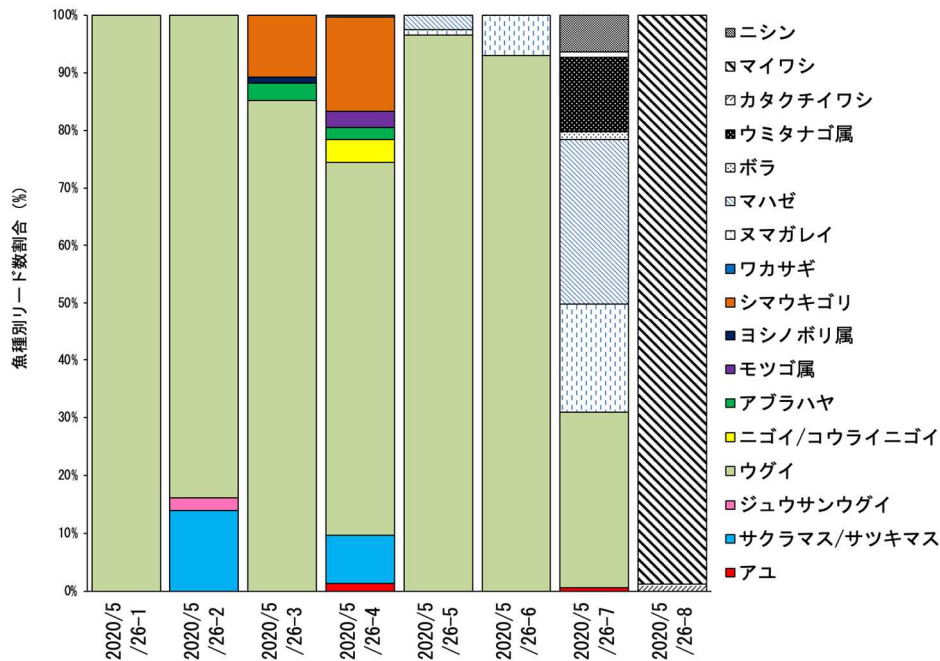


図 5. 次世代シーケンス解析による魚種別リード数組成 (2020年5月、石手洗ねぐら)

謝 辞

新井田川における調査では新井田川漁業協同組合、青森県内水面漁業協同組合連合会、三八地方水産事務所、青葉湖における調査では八戸市水産事務所、赤石川、中村川における調査では青森県猟友会鱈ヶ沢支部、中村川振興漁業協同組合、青森県内水面漁業協同組合連合会、弘前大学、鱈ヶ沢町役場に協力をいただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

文 献

- 1) 戸井田伸一 (2002) 相模川水系におけるカワウ *Phalacrocorax carbo hanedae* の食性. 神奈川県水産総合研究所研究報告, 7, 117-122.
- 2) 高橋鉄美, 亀田佳代子, 川村めぐみ (2002) 尾鰭骨格による琵琶湖産アユおよびワカサギの種判別と体長の推定 (短報). 日本水産学会誌, 68, 576-578.
- 3) Miya, M., Sato, Y., Fukunaga, T., Sado, T., Poulsen, J. Y., Sato, K., Minamoto, T., Yamamoto, S., Yamanaka, H., Araki, H., Kondoh, M., & Iwasaki, W. (2015) MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. *Royal Society open science*, 2(7), 150088.
- 4) 静一徳・本多里奈・高橋雅雄・東信行 (2021) カワウによるアユ等内水面資源の食害等実態調査. 平成 29 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 68-79.
- 5) 静一徳 (2022) カワウによる内水面資源の捕食実態の把握. 平成 30 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 56-59.
- 6) 遊佐多津雄 (1977) カレイ類の初期生活史と海洋における再生産機構. 水産海洋研究会報, 31, 23-29.
- 7) 山本麻希 (2008) カワウってどんな鳥? ~効果的な管理・防除に向けて~. 全国内水面漁業協同組合連合会. 東京.