

(6) 里海湖の水産資源回復に関する研究

家接 直人・橋本 寛

1 目的

ワカサギは内水面漁業および遊漁の重要魚種であるが、福井県における資源量は激減しており、漁業および遊漁に影響を及ぼしている。地元の漁業協同組合が発眼卵放流を長年実施しているものの資源増大に繋がっておらず、効果的な資源回復方法の検討が望まれている。

本研究では三方五湖を対象水域としワカサギの生息環境を調査するとともに、環境 DNA 分析などの新技術を用いてワカサギの分布や移動状況、放流後の生残状況について把握し、資源回復に有効な環境保全の方法や効果的な放流手法を開発する。

2 方法

1) 調査定点の設定

昨年度の4定点(A～D)に加え、三方湖に流れ込みのある場所と三方湖から流れ出す場所に新たに4定点を追加して、計8か所の調査定点を設けた。

定点 A	(N35° 35' 47"	E 135° 53' 16"	水月湖嵯峨隧道口周辺
定点 B	(N35° 35' 25"	E 135° 52' 06"	水月湖水月花前（海山漁協発眼卵放流場所近隣）
定点 C	(N35° 34' 45"	E 135° 52' 22"	水月湖レストハウス湖畔前
定点 D	(N35° 33' 43"	E 135° 53' 44"	三方湖ハス川河口周辺（鳥浜漁協発眼卵放流場所近隣）
定点 E	(N35° 33' 47"	E 135° 54' 04"	観音川河口周辺
定点 F	(N35° 33' 44"	E 135° 52' 24"	別所川河口周辺
定点 G	(N35° 34' 18"	E 135° 52' 10"	伊良積周辺
定点 H	(N35° 34' 33"	E 135° 52' 41"	瀬戸周辺（三方湖と水月湖の境）

定点位置を図1に示した。調査は11月～翌年3月に月1回のペースで計6回行った。

2) 水質測定

各定点の表層における水温、pH および塩分濃度を測定した。測定にはフィールド型ポータブル水質計 LAQUA D-210 (HORIBA 社製) を使用した。

3) 動物プランクトンの同定および計数

各定点の表層水 100 L から、100 メッシュのプランクトンネットを用いて動物プランクトンを採集した。採集したプランクトンを 10% のホルマリンで固定し、適宜同定および計数を行った。同定は 11 月、12 月および 1 月の計 3 回行った。



図1 調査定点の位置

4) 湖沼水環境 DNA 分析

環境 DNA 調査・実験マニュアル（一般財団法人環境 DNA 学会編）に準じて、各定点の表層水を 1,000mL 採集し、リアルタイム PCR を用いた種特異的な単一種検出法により湖沼水環境 DNA の定量分析を行った。採水は 11 月、1 月および 2 月の計 3 回行った。

5) 発眼卵放流

シュロ枠に付着させた諏訪湖産の発眼卵 150 万粒を鳥浜漁協発眼卵放流場所（定点 D 近隣）に放流した。シュロ枠は籠コンテナに収容して 4 月 11 日に設置し、5 月 9 日に回収した。籠コンテナには、水温測定のため水中用温度計測データロガー HOB0 ウォーターテンププロ V2（Onset 社）を取り付けた。

6) 漁獲データ、サンプル収集

漁業者が操業中に漁獲したワカサギのデータおよび耳石の日輪査定用サンプルの収集について鳥浜漁協の協力を得て実施した。サンプルについては測定、日輪査定まで冷凍で保存した。収集は 12 月から翌年 3 月に行った。

3 結果および考察

1) 水質測定

各定点における水質測定の結果を表 1 に示した。福井県の産卵期 2～3 月の水温は 3.7～15.0 の範囲であり、期間中の水温は全ての定点で 17℃以下と卵の孵化適温の範囲であり、産卵・孵化に問題はないと考えられた。塩分は水月湖（定点 A～C）で 3.4～7.4（‰）、三方湖（定点 D～H）で 0～4.2（‰）となり水月湖で高かった。両湖とも塩分が含まれていることから産卵は流れ込む川、用水路で行うと考えられた。pH は三方湖より水月湖が高い傾向がみられ、塩分が影響していると考えられた。

表 1 各調査定点における水質調査の結果

		定点 A	定点 B	定点 C	定点 D	定点 E	定点 F	定点 G	定点 H
水温 ℃	R4. 11. 8	16. 1	16. 6	16. 4	16. 3	17. 0	15. 9	16. 0	16. 1
	R4. 12. 13	11. 5	11. 2	11. 1	10. 4	10. 3	10. 2	10. 3	10. 2
	R5. 1. 6	4. 3	5. 4	4. 4	6. 3	5. 1	4. 8	4. 5	4. 3
	R5. 2. 3	4. 1	4. 2	4. 1	5. 1	4. 3	3. 7	3. 9	3. 8
	R5. 2. 27	6. 5	6. 3	6. 3	7. 0	6. 3	6. 4	6. 1	6. 0
	R5. 3. 24	14. 2	13. 5	13. 9	14. 7	14. 7	15. 0	14. 7	14. 9
塩分 ‰	R4. 11. 8	6. 0	6. 2	6. 3	3. 7	4. 1	0. 0	3. 7	4. 2
	R4. 12. 13	7. 4	7. 3	7. 3	2. 8	3. 6	3. 7	4. 0	4. 0
	R5. 1. 6	3. 7	4. 0	4. 3	0. 2	1. 5	1. 7	1. 6	1. 4
	R5. 2. 3	5. 1	5. 2	4. 9	0. 6	1. 4	0. 9	0. 8	1. 2
	R5. 2. 27	4. 7	4. 2	3. 4	0. 3	0. 6	1. 1	1. 1	1. 1
	R5. 3. 24	3. 8	4. 1	4. 0	0. 5	0. 6	1. 7	1. 4	1. 8
pH	R4. 11. 8	8. 83	8. 95	8. 94	7. 71	7. 28	8. 52	8. 43	8. 57
	R4. 12. 13	8. 01	8. 14	8. 16	7. 66	7. 43	8. 08	8. 18	8. 00
	R5. 1. 6	7. 84	8. 00	8. 12	7. 28	7. 35	7. 74	7. 58	7. 81
	R5. 2. 3	7. 61	7. 41	7. 35	7. 12	7. 60	7. 58	7. 39	7. 63
	R5. 2. 27	8. 50	8. 74	8. 45	6. 95	7. 34	8. 84	8. 99	8. 82
	R5. 3. 24	8. 82	8. 65	8. 68	7. 46	7. 55	8. 26	8. 25	8. 45

2) 動物プランクトンの同定および計数

各定点における動物プランクトンの同定および計数の結果を表2に示した。三方湖ではワムシ類やカイアシ類幼生など、水月湖ではワムシ類や繊毛虫類などが優占種として確認された。水月湖ではカイアシ類幼生が優占種として確認されず、両湖において動物プランクトン相に違いがみられた。ワカサギの仔魚期の餌料となるワムシやカイアシ類幼生など小型の動物プランクトンが優占種として多く確認されたが、枝角類やカイアシ類、アミ類など稚魚期以降の餌となる大型の動物プランクトンの個体数は少なかった。今後はワカサギの成長段階に応じて湖の餌料環境を評価する必要があると考えられた。

表2 各調査定点における動物プランクトンの採集数

		第1 優占種		第2 優占種		総個体数 (個体/100ℓ)
		種類	個体数	種類	個体数	
定点A	R4. 11. 8	Balanomorpha (nauplius)	1, 365	<i>Brachionus urceolaris</i>	1, 035	4, 158
	R4. 12. 13	<i>Mesodinium rubrum</i>	2, 340	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	1, 463	5, 994
	R5. 1. 6	Bdelloidea	6, 413	<i>Zoothamnium</i> sp.	1, 215	9, 941
定点B	R4. 11. 8	Ciliophora	2, 048	<i>Brachionus urceolaris</i>	788	3, 462
	R4. 12. 13	<i>Mesodinium rubrum</i>	4, 950	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	2, 580	9, 878
	R5. 1. 6	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	6, 623	Balanomorpha (nauplius)	4, 688	12, 056
定点C	R4. 11. 8	<i>Brachionus urceolaris</i>	2, 115	Ciliophora	1, 305	3, 819
	R4. 12. 13	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	5, 205	<i>Mesodinium rubrum</i>	3, 510	10, 755
	R5. 1. 6	Bdelloidea	473	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	465	1, 337
定点D	R4. 11. 8	Cyclopoida (copepodite)	2, 498	<i>Brachionus urceolaris</i>	1, 020	6, 332
	R4. 12. 13	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	2, 745	Copepoda (nauplius)	405	3, 825
	R5. 1. 6	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	2, 160	Copepoda (nauplius)	233	3, 335
定点E	R4. 11. 8	Cyclopoida (copepodite)	2, 033	<i>Paracyclopina nana</i>	863	6, 507
	R4. 12. 13	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	5, 400	Copepoda (nauplius)	1, 215	6, 810
	R5. 1. 6	Oligotrichida	2, 565	Ciliophora	428	4, 053
定点F	R4. 11. 8	Cyclopoida (copepodite)	4, 620	<i>Brachionus urceolaris</i>	2, 445	9, 002
	R4. 12. 13	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	2, 520	Oligotrichida	540	3, 630
	R5. 1. 6	Oligotrichida	1, 193	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	233	1, 570
定点G	R4. 11. 8	Cyclopoida (copepodite)	2, 025	Balanomorpha (nauplius)	938	5, 156
	R4. 12. 13	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	1, 815	Balanomorpha (nauplius)	495	2, 940
	R5. 1. 6	Oligotrichida	2, 250	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	300	2, 880
定点H	R4. 11. 8	Cyclopoida (copepodite)	1, 208	<i>Brachionus urceolaris</i>	1, 163	4, 514
	R4. 12. 13	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	4, 425	Balanomorpha (nauplius)	1, 590	8, 385
	R5. 1. 6	<i>Keratella cruciformis</i> var. <i>eichwaldi</i>	2, 250	Oligotrichida	1, 598	4, 824

3) 湖沼水環境 DNA 分析

各定点における環境 DNA 分析の結果を表 3 に示した。DNA 濃度は、場所、時期により大きく変動していた。ワカサギ DNA は、11 月に定点 E、G で、2 月に定点 D と三方湖の 3 定点で検出された。Ct 値が大きくコピー数が低いことから検出されたワカサギ DNA 量はかなり少ないと考えられ、ワカサギの資源もかなり少ないと考えられた。

表 3 各調査定点における動物プランクトンの採集数

		ろ過量 (ml)	DNA濃度 (ng/μl)	Ct値	コピー数
定点 A	R4. 11. 8	1, 100	6. 6	—	—
	R5. 1. 6	1, 000	5. 2	—	—
	R5. 2. 27	825	28. 8	—	—
定点 B	R4. 11. 8	1, 050	3. 9	—	—
	R5. 1. 6	1, 050	5. 2	—	—
	R5. 2. 27	1, 025	28. 0	—	—
定点 C	R4. 11. 8	1, 050	4. 8	—	—
	R5. 1. 6	1, 025	6. 3	—	—
	R5. 2. 27	1, 050	7. 5	—	—
定点 D	R4. 11. 8	1, 050	10. 0	—	—
	R5. 1. 6	1, 050	3. 6	—	—
	R5. 2. 27	1, 050	0. 8	39. 2	19
定点 E	R4. 11. 8	1, 075	21. 0	54. 3	0. 002
	R5. 1. 6	1, 050	6. 8	—	—
	R5. 2. 27	1, 050	3. 7	—	—
定点 F	R4. 11. 8	1, 075	9. 3	—	—
	R5. 1. 6	1, 050	7. 5	—	—
	R5. 2. 27	1, 025	32. 6	—	—
定点 G	R4. 11. 8	1, 075	7. 9	49. 2	0. 055
	R5. 1. 6	1, 050	5. 4	—	—
	R5. 2. 27	1, 050	21. 7	—	—
定点 H	R4. 11. 8	1, 075	11. 1	—	—
	R5. 1. 6	1, 050	5. 1	—	—
	R5. 2. 27	1, 025	34. 1	—	—

4) 発眼卵放流

放流場所の日平均水温と積算水温の推移を図 2 に示した。発眼卵入手先の諏訪湖漁協の「ワカサギ卵ふ化手順」では積算水温 240℃前後で孵化するとされていることから、孵化は 4 月 24 日頃と考えられた。

5) 漁獲データ、サンプル収集

操業中に漁獲されたワカサギは 3 尾のみであり、全てサンプルとして入手した。漁獲されたワカサギの測定結果・漁獲日・日輪数・推定浮孵化日を表 4 に示した。産卵期前であったが、1 尾の雌は生殖腺が発達していた。耳石の日輪数は 245～254 であり、推定孵化日は 5 月 9、11、12 日と集中していた。発眼卵放流結果での孵化日は 4 月 24 日とは 2 週間ほど差はあるが、三方五湖では本研究の放流しか行われていないこと、福井県の産卵期は 2～3 月であることから、漁獲されたワカサギは本研究で放流した個体と考えられた。

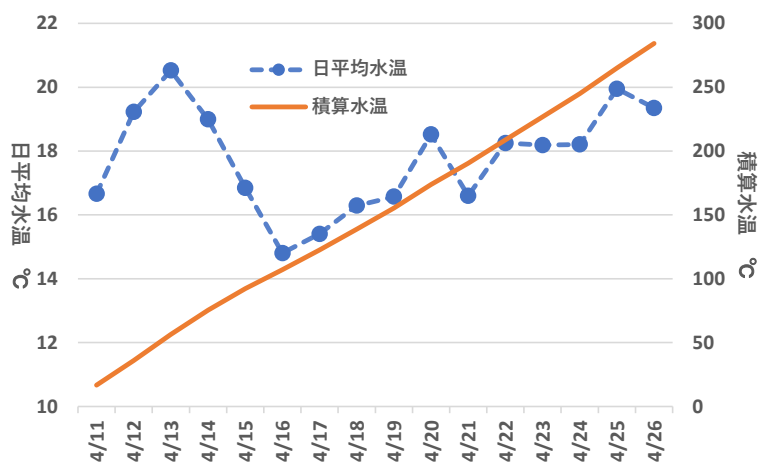


図 2 発眼卵放流後の日平均水温と積算水温の推移

表 4 漁獲されたワカサギの測定および日輪査定の結果

No.	全長	体重	雌雄	生殖腺	漁獲日	耳石	推定
	(mm)	(g)		重量(g)		日輪数	孵化日
1	122.85	12.65	♂	0.61	R5.1.12	246	R4.5.11
2	121.29	13.24	♀	0.75	R5.1.12	245	R4.5.12
3	118.77	12.70	♀	1.20	R5.1.18	254	R4.5.9

4 文献

- 1) 熊丸敦郎 (2003) : 霞ヶ浦における近年のワカサギ資源変動要因について. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告第 38 号 : 1-18
- 2) 大浜秀規 (1990) : 耳石輪紋によるワカサギの日齢査定. 日本水産学会誌第 56 巻 7 号 : 1053-1057
- 3) 隆島史夫・村井衛編 (2005) : 淡水魚. 恒星社厚生閣, 東京都, 103-113
- 4) 久下敏宏 (2006) : 群馬県におけるワカサギの増殖に関する研究. 群馬県水産試験場研究報告第 12 号別冊 : 15-