

人工湖の水産利用に関する研究

伊自良湖におけるワカサギの増殖研究

原 徹・森美津雄*・都竹仁一

Studies on artificial lake utilized to fisheries

Studies on propagation of Wakasagi (*Hypomesnus transpacificus nipponensis*) on Lake Ijira

Toru HARA・Mitsuo MORI*・Niichi TSUZUKU

伊自良湖のワカサギは多くの遊漁者に親しまれ、またその料理・加工品は特産品として位置付けられるなど、観光資源として地域活性化にも大きく貢献している。

伊自良湖には毎年4千万粒前後のワカサギ卵が導入移殖されている。しかし、すべて他県に依存しているため必要量の計画的導入が難しく、増殖計画に支障をきたしている。

そこで、流入河川を利用した自然産卵や人工採卵による再生産方法等を検討し、ワカサギ資源の積極的な増殖を図るための方策を検討した。

伊自良湖の概要

伊自良湖は、岐阜県山県郡伊自良村長滝に位置する農業用溜め池である。主要緒元は第1表に示すとおりで、湛水面積2.12km²、総貯水量は540,000m³である。

また概略は第1図に示すとおりで、流入河川は伊自良川と孝洞谷がある。

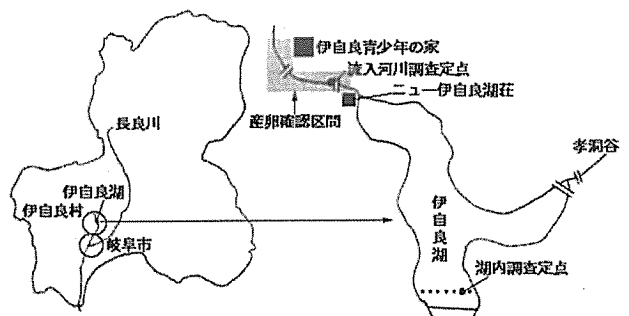
第1表 伊自良湖の主要緒元

ダム位置	岐阜県山県郡伊自良村長滝
総貯水量	540,000m ³
有効貯水量	486,000m ³
湛水面積	2.12km ²
利用水深	13.5m
常時満水位	E L 104m
堤高	18m
堤頂標高	E L 110.25m
流域面積	5.35km ²

調査方法

1. 湖内定点調査

湖内に定点を定め(第1図)、水深や水温の鉛直分布及び表層の水質(DO、pH及びCOD等)の季節変動を調査し、近隣県でワカサギの生産地であり、また種卵の主供給地の一つである諏訪湖の水質¹⁾と比較した。



第1図 伊自良湖概況図

* 岐阜県農林商工部水産課

2. 流入河川調査

伊自良湖の流入河川である伊自良川に設けた定点（第1図）において水温、DO及びpHの季節変動を調査した。

3. ワカサギ採捕調査

ワカサギ漁解禁以降にワカサギを釣りて採捕し、雌雄毎の体重やGSIの推移について調査した。

4. ワカサギ仔魚採捕調査

春に夜間湖面を蛍光灯(36W×2本)で照らして、集まったワカサギ仔魚を採捕し、耳石の日周輪から孵化日の推定を行った。

5. 産卵状況調査

流入河川におけるワカサギの産卵時期や産卵場所、産卵場の環境条件、産着卵の大きさ等について調査した。

6. 人工採卵

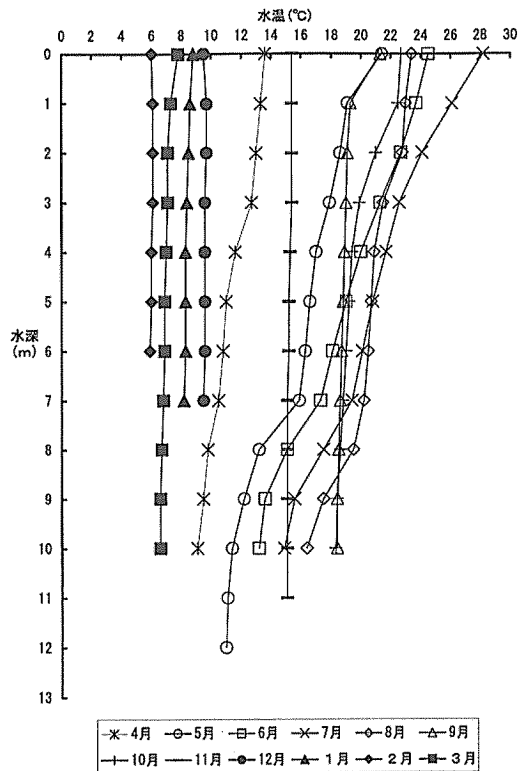
流入河川に産卵のために遡上したワカサギを採捕し、人工採卵について検討した。

7. 導入卵の発眼及び孵化状況調査

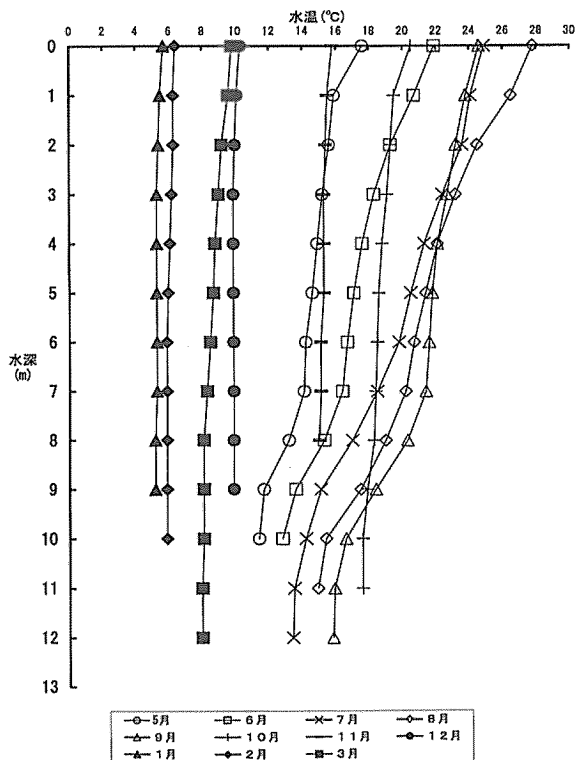
網走湖から導入した卵の発眼及び孵化の状況と積算水温を調査した。

8. 孵化率向上のための技術改良の検討

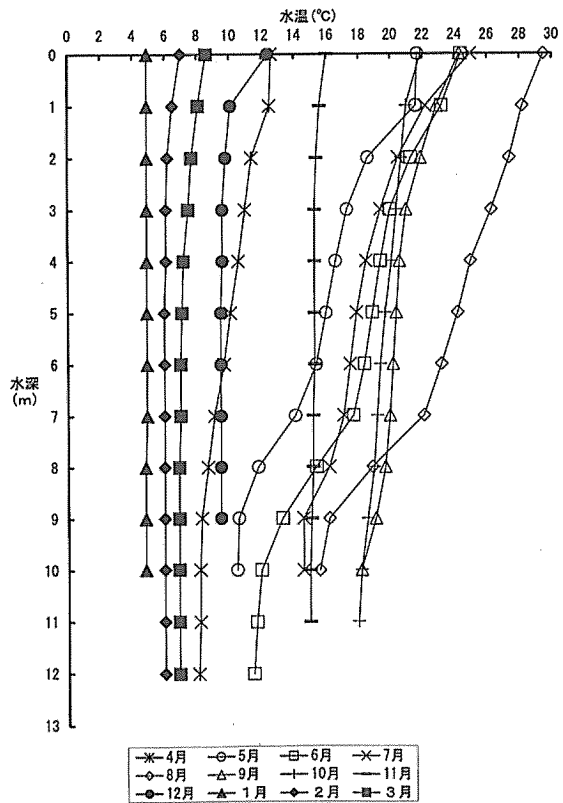
産着卵及び導入卵の孵化率を向上させるための技術改良を行った。



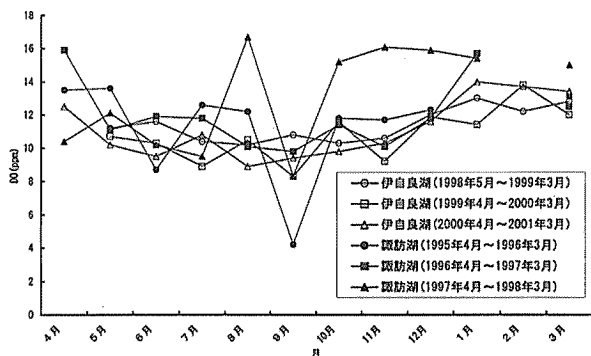
第3図 伊自良湖各月の鉛直水温(1999年4月～2000年3月)



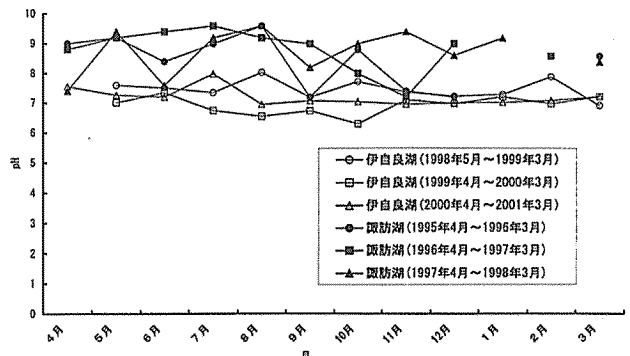
第2図 伊自良湖の各月の水温鉛直分布(1998年5月～1999年3月)



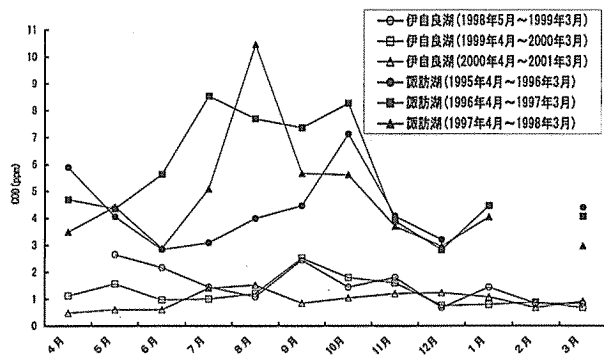
第4図 伊自良湖各月の鉛直水温(2000年4月～2001年3月)



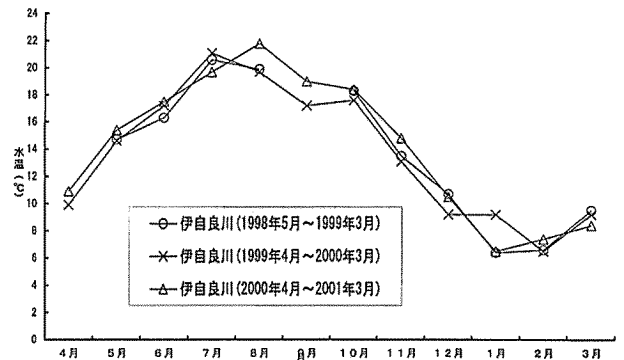
第5図 伊自良湖(1998年5月～2001年3月)及び諏訪湖(1995年4月～1998年3月)のDOの推移



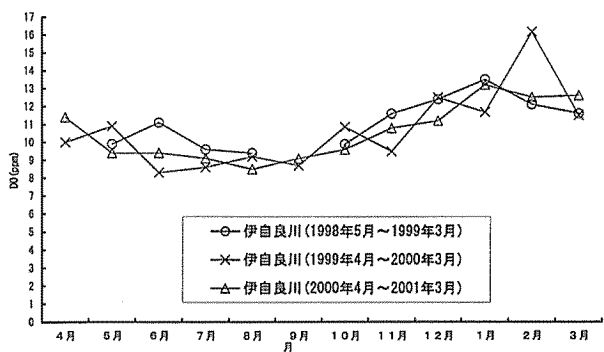
第6図 伊自良湖(平成10～12年度)及び諏訪湖(平成7～9年度)のpHの推移



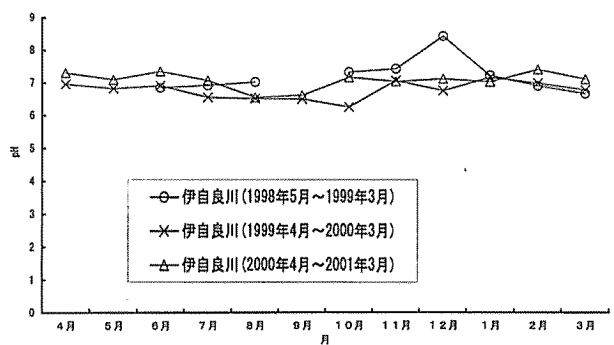
第7図 伊自良湖(平成10～12年度)及び諏訪湖(平成7～9年度)のCODの推移



第8図 伊自良川定点の水温の推移(1998年5月～2001年3月)



第9図 伊自良川定点のDOの推移(1998年5月～2001年3月)



第10図 伊自良川定点のpHの推移(1998年5月～2001年3月)

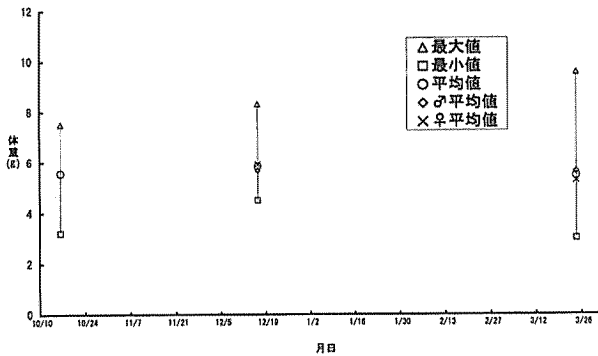
結果及び考察

1. 湖内定点調査

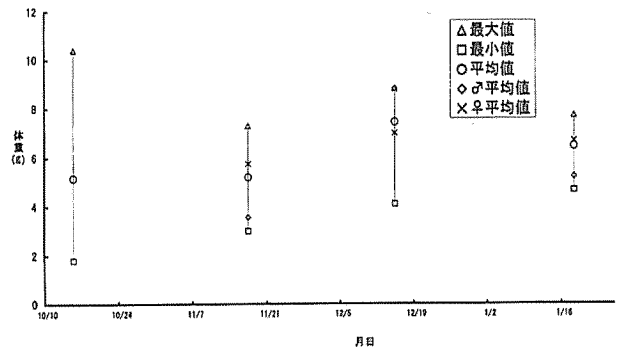
第2図に1998年5月～1999年3月の水温の鉛直分布を示した。水深は9m～12mの範囲で推移しており、7月、9月が最も深く、12月と1月が最も浅くなっていた。また水温は表層で5.0～27.8℃、底層で5.2～17.6℃で推移しており、12月～3月は表層と底層の水温差はほとんどないが、5月～9月は表層から7～9mの間に躍層が形成されていた。

第3図に1999年4月～2000年3月の水温の鉛直分布を示した。水深は6m～12mの範囲で推移しており、前年より減水期である12月～2月の水深が浅くなっていた。水温は、表層で6.0～28.2℃、底層で5.9～18.4℃で推移しており、12月～3月は表層と底層の水温差はほとんどないが、5月～9月は表層から7～9mの間に躍層が形成されていた。

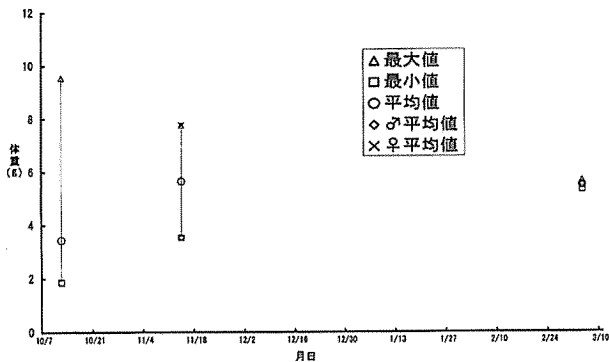
第4図に2000年4月～2001年3月の水温の鉛直分布を示した。水深は9m～12mの範囲で推移していたが、前年及び前々年と比較して、最も貯水量が多く、水位変動の少ない年であった。また水温は表層で4.9～29.5℃、



第11図 ワカサギ採捕魚の体重分布(1998年10月～1999年3月)



第12図 ワカサギ採捕魚の体重分布(1999年10月～2000年3月)

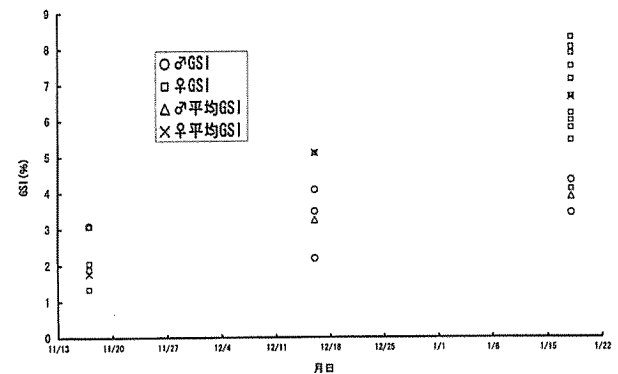


第13図 ワカサギ採捕魚の体重分布(2000年10月～2001年3月)
底層で4.8～18.2℃で推移しており、12月～3月は表層と底層の水温差はほとんどないが、5月～8月は躍層が形成されていた。

第5図に伊自良湖(1998年5月～2001年3月)及び諏訪湖(1995年4月～1998年3月)のDOの推移を示した。伊自良湖は8.3～13.8ppmの範囲で推移しているのに対し、諏訪湖は4.2～16.7ppmであった。伊自良湖は諏訪湖と同様に、夏期のDOが低くなる傾向がみられた。しかし、諏訪湖では夏期とそれ以外の時期の値の差は大きかったが、伊自良湖ではその差は小さかった。

第6図に伊自良湖(1998年5月～2001年3月)及び諏訪湖(1995年4月～1998年3月)のpHの推移を示した。伊自良湖は6.3～8.0の範囲で推移しているのに対し、諏訪湖は7.2～9.6の範囲で推移していた。諏訪湖では毎年夏期に最も高い値であったが、伊自良湖においては、調査時期と計測値の間に一定の関係は認められず、年間を通して大きな変動はみられなかった。また、月ごとの値を比較してみると、ほとんどの場合において伊自良湖は諏訪湖より低い値であった。

第7図に伊自良湖(1998年5月～2001年3月)及び諏訪湖(1995年4月～1998年3月)のCODの推移を示した。伊自良湖は0.48～2.65ppmの範囲で推移しているのに対し、諏訪湖は2.84～10.47ppmの範囲で推移してい



第14図 ワカサギ採捕魚のGSIの推移(1999年11月～2000年1月)
た。

伊自良湖は6～12mの範囲で水位変動しており、冬期に減水する傾向がみられた。夏期の表層と底層の水温差が大きく、5～9月に表層から7～9mの間に躍層が形成された。またpH、DO及びCODの値はいずれも人工湖の環境基準の水域類型Aの範囲²⁾以内で、諏訪湖と比較しても伊自良湖の水質は安定しており、水質は良好と考えられた。

2. 流入河川調査

流入河川である伊自良川における水温、DO及びpHの推移をそれぞれ第8図～第10図に示した。水温は6.4～21.8℃の間で推移した。DOは8.5～16.15ppmの間で推移し、5月～10月の間が低い値であった。pHは6.3～8.4の間で推移していたが、大きな季節変動はみられなかった。

pH及びDOの値は、河川における環境基準の水域類型AAの範囲²⁾以内であり、水質は良好と考えられた。

3. ワカサギ採捕調査

1998年10月～1999年3月のワカサギ採捕魚の体重分布を第11図に示した。採捕魚の最大値は採捕日が進むにつれ大きくなる傾向であったが、平均体重には大きな変化は見られなかった。また雄の平均体重は時期が進んでも大きな変化は認められなかったが、雌の平均体重はやや

低下する傾向がみられた。

1999年10月～2000年1月のワカサギ採捕魚の体重分布を第12図に示した。採捕魚の平均体重は12月に高くなり、1月に減少する傾向が見られ、雌雄を比較すると、雄でその変動が大きかった。

2000年10月～2001年3月のワカサギ採捕魚の体重分布を第13図に示した。採捕魚の平均体重は11月に高くなり、3月にわずかに低下する傾向が見られた。

これらのことから、ワカサギは解禁当初の10月から12月にかけて体重が増加し、その後産卵期に向けて体重が減少する傾向であった。

また解禁当初の平均体重は1998年が5.6g、1999年は5.2gと同程度だが、2000年は3.4gと2g近く低くなっていた。2000年は4g以上の採捕魚が少なかったために、1998年及び1999年と比較して、平均体重が低かったことによると思われる。

第2表に1998年12月及び1999年3月の雌雄毎のGSIを示した。雄では12月に4.3%であったものが3月には1.8%と半分以下に減少していたのに対し、雌では12月に3.7%であったものが3月には22.4%と約6倍に増加していた。

第2表 12月及び3月の雌雄それぞれのGSI(平成10年度)

採捕月日	雄GSI(%)	雌GSI(%)
12月16日	4.3(N=13)	3.7(N=30)
3月24日	1.8(N=25)	22.4(N=25)

第14図に1999年11月から2000年1月にかけての採捕魚のGSIの推移を示した。時期が進むにつれて雌雄ともGSIの値は増加しているが、雌雄を比較すると雌の増加が著しかった。

第3表に2000年11月及び2001年3月の雌雄のGSIを示した。前年と比較して11月のGSIの値は雌雄とも低く、生殖腺の発達が前年より遅いことがうかがわれたが、採捕尾数が少ないため、その後のGSIの推移について比較することはできなかった。

第3表 11月及び3月の雌雄それぞれのGSI(平成12年度)

採捕月日	雄GSI(%)	雌GSI(%)
11月14日	1.9(N=1)	0.6(N=1)
3月5日	2.6(N=2)	-

3年間の調査結果から、ワカサギのGSIは、雄においては11月から産卵期にかけて増加するが、産卵後期の3月下旬には減少すると推察された。雌においては11月から産卵後期の3月下旬までGSIが増加することが推察さ

れた。

4. ワカサギ仔魚採捕調査

1999年5月25日夜に湖面を蛍光灯で照らして、集まったワカサギ仔魚を採捕し、耳石(扁平石)の日周輪から孵化日の推定を行った結果を第4表に示した。採捕されたワカサギ仔魚は5尾で、平均全長17.9mm、平均体重0.008g、平均耳石半径0.124mm、平均日齢50.2日であった。平均推定孵化日は4月6日で、最も早いもので3月8日、遅いもので4月22日であった。

2000年4月26日と5月24日の夜に同様に湖面を蛍光灯で照らしてワカサギ仔魚の集魚を試みたが、ワカサギ仔魚は集まらず、採捕できなかった。

第4表 ワカサギ稚魚の耳石調査結果

No.	全長(cm)	体重(g)	耳石半径(mm)	日齢(日)	推定孵化日
1	2.21	0.019	0.205	79	3月8日
2	1.76	0.006	0.120	41	4月15日
3	1.63	0.005	0.090	34	4月22日
4	1.78	0.006	0.115	57	3月30日
5	1.59	0.004	0.009	40	4月16日
平均	1.79	0.008	0.124	50.2	4月6日

5. 産卵状況調査

流入河川である伊自良川への産卵遡上は、1999年は2月中旬から見られ(聞き取り)、2月19日から4月5日の調査まで産着卵が確認された。2000年は湖水の水位が低下して流入河川への産卵遡上が不可能であったため、産着卵が確認されたのは水位が上昇した3月22日から3月29日までであった。2001年は3月5日の調査から3月29日の調査まで産着卵が確認された。

もう一つの流入河川である孝洞谷では、3年間調査を継続したが、産着卵は確認されなかった。

また2000年には伊自良湖の湖岸でも産着卵の調査を行ったが、産着卵は確認できなかった。

伊自良川で産着卵が確認された場所は、1999年が「伊自良青少年の家」の裏から湛水域に架かる橋の間の流程約169m、水面積約962㎡の区間であった。2000年は「ニュー伊自良湖荘」裏の6.9㎡の区間だけであった。2001年は、「ニュー伊自良湖荘」裏の0.12㎡の区間と「伊自良青少年の家」の裏から湛水域に架かる橋の間の流程約57m、水面積約57㎡の区間であった。

コドラート(25cm×25cm)で産着卵を採集して計数した。各年度の最も多かった時の産着卵数を比較してみると、1999年4月5日に933粒で、これを1㎡に換算すると14,928粒、産卵場全体に換算すると14,360,736粒であ

た。2000年が3月28日に62粒で、これを1㎡に換算すると992粒、産卵場全体に換算すると6,844粒であった。2001年3月28日に83粒で、これを1㎡に換算すると1,328粒、産卵場全体に換算すると75,700粒であった。

伊自良川で産着卵が確認された場所の底質は小石や礫で、アユの産着卵が確認される場所と類似していた。1999年の調査時に産卵場になっていた場所の小石や礫が1999年9月の台風による出水で押し流されたために、「伊自良青少年の家」の裏から湛水域に架かる橋の間の底質の粒径が粗くなった。さらに押し流された小石や礫が、湛水部であった「ニュー伊自良湖荘」裏に堆積したため、1999年12月からの減水の際に湛水部に架かる橋から湖まで河川水が伏流し、ワカサギが伊自良川に産卵遡上できなくなった。しかし、小石や礫の新たな堆積により、2000年に「ニュー伊自良湖荘」裏で再び産着卵が確認されるようになったものと推察された。

これらのことから、親魚の遡上を阻んでいる堆積した小石や礫を取り上げ、その小石や礫で「伊自良青少年の家」の裏から湛水域に架かる橋の間を産卵場を造成することにより、1999年のような産卵場を人為的に回復させるとが可能と考えられた。またワカサギの自然産卵を増加させる方策として、河床耕運や産卵に適した小石や礫を敷き詰めたり、流速を遅くする等の産卵場造成や、人工河川を造ること等が有効と考えられた。さらに、河川水の濁り等によって産着卵に泥や砂が掛かり、発眼率や孵化率が低下する恐れが考えられるため、産卵場より上流における河川工事等には注意する必要がある。

6. 人工採卵技術開発

1999年に産卵のために伊自良川に遡上したワカサギを採捕し、人工採卵を試みた。3月24日に採捕したワカサギは、雄294尾、雌25尾で、産卵場における雌雄比は雌：雄=1:11であった。受精卵はサランロックに付着させ、発眼まで「ニュー伊自良湖荘」のコンクリート池(2.2×2.0×0.8m)で管理し、その後第1図に示した伊自良湖内の定点付近に吊し、孵化させた。受精卵の平均卵径は0.91mm(N=50)で、琵琶湖産アユの平均卵径³⁾と同程度であった。また受精卵をスライドグラスに付着させ、発眼率等を調査したところ、発眼までの積算水温は134℃で、発眼率は39.2%であった。人工採卵を3月下旬に行ったため、雄のGSI値が低く、採精量も少なかったために発眼率が低くなった可能性が考えられる。今後は、雌雄の成熟状況や産卵場での産着卵の状況を参考にしたうえで、採卵適期に人工採卵を行うことにより、発眼率を高めることができるものと考えられた。

7. 導入卵の発眼及び孵化状況調査

1999年4月5日に網走湖から導入した約3,600万粒の受精卵の発眼までの積算水温は約120℃で、発眼率は約61%であった。

2000年4月13日に網走湖から導入した約3,600万粒の受精卵の発眼までの積算水温は116℃で発眼率は約19.1%、孵化までの積算水温は146℃で孵化率は約14.8%であった。

2001年3月28日に網走湖から導入した約3,600万粒の受精卵の発眼までの積算水温は123℃で発眼率は約64.7%、孵化までの積算水温は156℃で孵化率は約63.4%であった。

これらのことから、ワカサギの発眼までの積算水温は120℃前後、孵化までの積算水温は150℃前後であることが明らかになった。発眼率や孵化率は導入年度や時期、卵質等によって大きく異なることが明らかとなった。

8. 孵化率向上のための技術改良

1999年3月24日の夕刻に産卵場にシュロの毛を設置し、翌朝取り上げたところ、シュロの毛にワカサギの産着卵が確認された。産卵場にはオイカワが多く生息しており、食害による産着卵の減少も考えられる。今回試みたように、産卵場に夕刻シュロの毛やシュロ枠を設置して翌朝取り上げ、水槽等に収容して産着卵を管理することにより、他魚種による食害を防ぎ孵化率を向上させることが可能と考えられた。

伊自良湖では従来導入した卵をシュロ枠に付着させ、それを重ね合わせて束ねたものの底に重りを付けて第1図の湖内調査定点付近に吊して孵化させていた。ところがこの場所はほとんど水の流れがなく、泥が堆積したりして付着させた卵の多くが死卵になっていた。そのため、水の流れがある場所で卵を管理することにより、泥の堆積を防ぎ、卵により多くの酸素を供給することにより、発眼率や孵化率を向上させることが可能と推察された。

2001年3月28日に網走湖から導入した卵の一部をシュロ枠に付着させ、それを束ねたものをフロートを取り付けたプラスチック製野菜出荷用メッシュコンテナに収容し、流入河川の河口部の水当たりの良い場所に係留した。その後4月18日に従来の方法で管理したものと野菜用メッシュコンテナで管理したものの双方を引き上げて発眼状況を比較したところ、従来の方法で管理したものには泥が堆積し、多くの卵が死卵となっていたが、野菜用メッシュコンテナで管理したものは泥の堆積が少なく、従来の管理方法より死卵が少なく、多くの卵が発眼していた。これらのことから、シュロ枠をフロート付き野菜用メッ

シュコンテナに収容して流入河川の河口付近の水衝部に係留することにより、発眼率や孵化率を高めることが可能と考えられた。

要 約

1. 伊自良湖の水質は諏訪湖と比較して良好と考えられた。
2. ワカサギはGSIの推移から、12月以降に急激に成熟が進むと推察された。
3. ワカサギの産着卵は2つの流入河川のうち伊自良川では2月中旬以降に確認されたが、孝洞谷では確認されなかった。
4. ワカサギの産着卵は底質が小石や礫の場所で確認され、漁場造成や人工河川の整備により自然産卵量を増加させることが可能と考えられた。
5. 産卵場にシュロの毛等を設置し、産み付けられた卵を水槽等を用いて管理することで、他魚種による食害を防ぐこともできると考えられた。
6. 産卵期における産卵場への濁水の流入に注意する必要があると考えられた。

文 献

- 1) 長野県, 1998;平成7、8、9年度保護水面管理事業報告書, わかさぎ保護水面(諏訪湖:上川河口域), 24-27.
- 2) 日本分析化学会北海道支部, 1989;水の分析(第3版), 化学同人, 10-18.
- 3) 石田力三, 1980;琵琶湖産アユと天然アユとの違い, 動物と自然, 10(6), 5-11.