千曲川におけるアユの放流効果と冷水病の関係

誌名	長野県水産試験場研究報告
ISSN	02893045
著者名	川之辺,素一 沢本,良宏 山本,聡
発行元	長野県水産試験場
巻/号	7号
掲載ページ	p. 10-15
発行年月	2005年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

千曲川におけるアユの放流効果と冷水病の関係

川之辺素一・沢本良宏・山本　聡

Stocking Effect of Ayu, *Plecoglossus altivelis* in Relation to Cold Water Disease, *Flavobacterium psychrophilum* in the Chikuma River

Motokazu Kawanobe, Yoshihiro Sawamoto, Satoshi Yamamoto

長野県のアユ資源は天然魚の遡上が無く、全て放流に依存する一代回収型である。長野県のアユ種苗は4月下旬から5月上旬に放流され、6月中旬から7月下旬に解禁され漁獲される。近年アユ漁の不漁が全国的に発生し問題となっており、冷水病原因菌 *Flavobacterium psychrophilum*(以下冷水病菌)を保菌している種苗の放流が原因として疑われている[1)]。この対策として、冷水病菌を保菌していない種苗の放流が考えられるが、その効果について検証された事例は少ない。そこで我々は、千曲川において漁業協同組合(以下漁協)との共同で冷水病菌を保菌していない種苗の放流効果を検証したので報告する。また、漁協では遊漁者対策として解禁後、成魚放流を行っているため、その効果についても検証した。

材料と方法

2001、2002年に冷水病菌を保菌していない種苗を上流に、保菌している種苗を下流に、河川区域を分けて放流した。解禁時には調査水域内の資源尾数を推定し、初期放流群の生残率を求め、その放流効果を検討した。さらに2003年は冷水病菌を保菌していない種苗のみを放流し、同様の方法で放流効果を検討した。冷水病を保菌していない種苗には人工産及び海産種苗、保菌している種苗には琵琶湖産種苗を想定した。

調査河川及び種苗放流

2001年:「八千穂」(区間長500m)及び「佐久」(区間長500m)の調査水域を設定した(図1)。「八千穂」は南佐久南部漁協が、「佐久」は佐久漁協がそれぞれ管轄している。「八千穂」では1999年に冷水病の発生が確認されている。両水域の間に堰堤があるため、「佐久」から「八千穂」へのアユの遡上はない。なお、南佐久南部漁協は最上流の組合である。「八千穂」から上流では県内産人工種苗のみが放流され、下流の「佐久」では、琵琶湖産種苗と人工種苗の両方が放流された(表1)。アユ漁の解禁日は「八千穂」が7月22日、「佐久」が7月7日であった。なお、「佐久」では解禁後の7月11日、7月14日に琵琶湖産の成魚がそれぞれ1,412尾、897尾追加放流された。

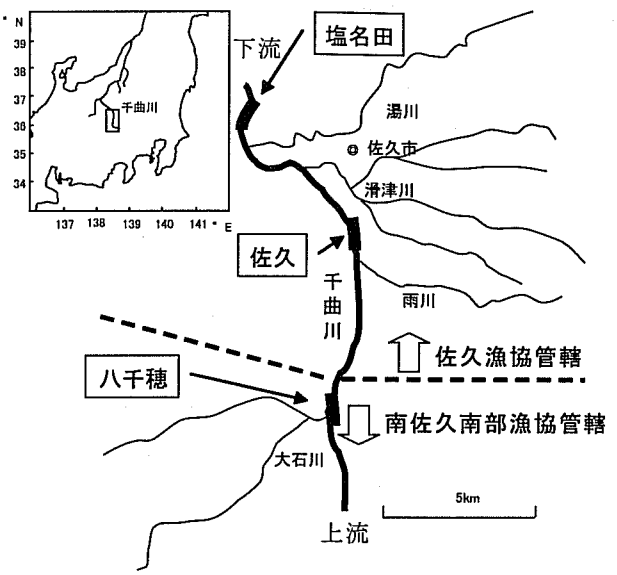

図1　調査区の分布

2002年:「佐久」(区間長500m)及び「塩名田」(区間長300m)の調査水域を設定した(図1)。両水域は佐久漁協が管轄している。なお、「佐久」では2001年に冷水病の発生が確認されている。両水域の間には堰堤があり、「塩名田」から「佐久」へのアユの遡上はない。「佐久」を含む滑津川合流点から上流の千曲川では県内産及び県外産の人工種苗のみが放流され、「塩名田」を含む滑津川合流点から下流では琵琶湖産種苗のみが放流された。両水域へのアユ稚魚の放流状況を表2に示した。アユ漁の解禁日は両区とも6月29日であった。なお、「佐久」では解禁後の7月4日、7月8日に県内人工産成魚がそれぞれ1,717尾、537尾追加放流された。

2003年:「佐久」(区間長500m)及び「塩名田」(区間長300m)の調査水域を設定した(図1)。なお、

両水域では 2002 年に冷水病の発生が確認されている。佐久漁協は、解禁前の種苗について管内全域で人工産及び海産種苗のみを放流した。両水域へのアユ種苗放流状況を表 3 に示した。アユ漁の解禁日は両区とも 6 月 28 日であった。なお、「佐久」では解禁後の 7 月 9 日以降に、県内及び県外人工産や琵琶湖産の成魚が追加放流された。

冷水病菌の保菌検査

アユ種苗放流前の河川在来魚及び放流アユ種苗について、冷水病菌の保菌検査を行った。検査はアユ冷水病防疫に関する申し合わせ事項（2001）[2] に添って行った。すなわち、それぞれ検体の鰓から釣菌して改変サイトファーガ培地に塗沫して 5℃で培養し、増殖した黄色コロニーを PCR 法で調べて冷水病菌の同定を行った。2001、2002 年ではアユ放流後の在来魚についても保菌検査を行った。「佐久」についてはアユ放流後の河川死亡魚についても保菌検査を行った。なお、2001 年「佐久」ではアユ放流前の在来魚の保菌検査は実施しなかった。

資源尾数の推定

資源推定はアユ漁の解禁前に脂鰭を切った標識魚を放流し、翌日以降に投網による採捕を行って、得られた標識魚、非標識魚の値を Petersen 法にあてはめて行った。ただし、2001 年の「八千穂」では、解禁前に脂鰭を切って標識したアユ成魚を放流し、解禁日から 6 日間、友釣りによる釣獲尾数と標識の有無をはがきによるアンケートで調べ、Petersen 法にあてはめて、標識魚放流時点での資源尾数を推定した。さらに、「佐久」では解禁日から、約 2 週間釣獲状況の目視観察を行い、成魚放流が行われる前日までの釣獲状況を DeLury 法[3] にあてはめて、資源尾数を推定した。

成魚放流の効果

2001、2002 年の「佐久」で成魚放流後も目視による釣獲状況調査を続け、CPUE の変動によりその効果を検証した。

表 1　調査水域への放流状況（2001 年）

調査水域	八千穂	佐　久		
種苗の由来	県内産人工	琵琶湖産	県内産人工	県内産人工
放流日	5/21	4/27-5/12	5/16	6/21
平均体重 g	9.6	6.2-14.9	9.2	44
尾数/500m	5,833	8,676	1,620	291
総尾数/500m	5,833	10,587		

表 2　調査水域への放流状況（2002 年）

調査水域	佐久		塩名田
種苗の由来	県内産人工	県外産人工※	琵琶湖産
放流日	4/25-5/13	6 月 25 日	4/27-5/11
平均体重 g	8.3	45	10
尾数/調査区	8,713	1,289	5,292
総尾数/調査区	10,002		5,292

※は解禁直前の成魚放流

表 3　調査水域への放流状況（2003 年）

調査水域	佐久			塩名田		
種苗の由来	県内産人工	県外産人工	県外産海産	県内産人工	県外産人工	県外産海産
放流日	5/7、5/14	5/8、5/12	5/15	5/10	5/13	5/15
平均体重 g	13.7	6.6	7.0	8.4	7.1	7.0
尾数/調査区	2,861	10,743	3,776	2,691	3,638	1,548
総尾数/調査区	17,380			7,878		

結　果

2001 年：冷水病菌の保菌状況を表 4 に示した。「八千穂」でアユ放流前及び放流後に採集した在来魚（イワナ、ヤマメ、ウグイ等）は全て陰性だった。アユについて、県内産人工種苗からは冷水病菌は検出されなかったが、琵琶湖産種苗は 18%が保菌していた。解禁前の「八千穂」では河川での死亡アユは確認されなかった。「佐久」では 31 個体の死亡アユが確認された。皮膚の潰瘍、貧血症状が認められ、11 個体から冷水病菌が検出された。

Petersen 法による推定尾数と初期放流魚の生残率を表 5 に示した。「八千穂」でのアンケート調査から、全釣獲魚中に占める標識魚の比率は解禁から 6 日の間で増減していなかったので、標識魚と無標識魚の釣られやすさには差がないとみなして資源尾数を推定した。「八千穂」及び「佐久」の生残率はそれぞれ 63.8%と 11.6%と推定された。「佐久」での目視調査による累積釣獲尾数と CPUE（尾/人・時間）の関係を図 2 に示した。成魚放流前の 7 月 10 日までの値を DeLury 法にあてはめると、相関係数が有意ではないが、解禁日の資源尾数は 2,906 尾と推定され、標識放流 1,500 尾を除いた初期放流群の生残尾数は 1,406 尾、生残率は 13.3%となり、Petersen 法で推定した 6 月 26 日の現存尾数である 1,225 尾、生残率 11.6%に近い値となった。

成魚放流が行われた両日とも、当日に CPUE が上昇した(図 2)。

表４　冷水病菌の保菌状況（2001 年）

調査水域	八千穂				佐　久			
検体	在来魚（ｳｸﾞｲ等）	県内産人工アユ※1	在来魚（ｳｸﾞｲ等）	県内産人工アユ※2	琵琶湖産アユ	県内産人工アユ※1	河川採捕アユ	県内産人工アユ※2
検体採取日	5/18	5/21	7/5	7/12	4/27-5/12	5/16	5/23-7/9	6/22
検体の状態	正常魚	正常魚	正常魚	正常魚	正常魚・瀕死魚	正常魚	死亡魚・瀕死魚	正常魚
検体数	33	60	16	60	88	60	31	60
陽性数	0	0	0	0	16	0	11	0
保菌率（%）	0	0	0	0	18	0	35	0

※1：同一ロット
※2：資源推定用に標識放流した魚

表5　Petersen 法による推定結果(2001 年)

調査水域 (区間長) 調査日	八千穂 (500m) 7/22-7/27	佐久 (500m) 6/26
標識放流数	2,379	1,500
全採捕数	431	109
標識個体再捕数	168	60
初期放流群推定資源尾数/調査区	3,724	1,225
初期放流尾数/調査区	5,833	10,587
生残率(%)	63.8	11.6

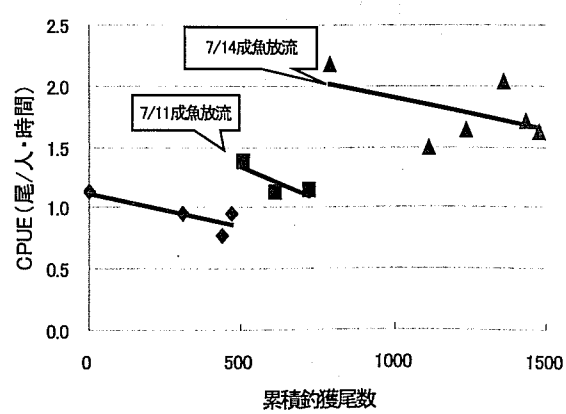

図２　「佐久」の累積釣獲尾数と CPUE の関係（2001 年）

2002 年：冷水病菌の保菌状況を表 6 に示した。両水域でアユ放流前の在来魚（ヤマメ、ウグイ、アブラハヤ等）から冷水病菌は確認されなかった。アユについて「佐久」に放流した人工種苗からは冷水病菌は検出されなかったが、「塩名田」に放流した琵琶湖産種苗は 29.8%が保菌していた。アユ放流後の在来魚の保菌調査をしたところ「佐久」では全て陰性だったが、「塩名田」では 60 尾中 1 尾（ウグイ）保菌個体が確認された。解禁前に「佐久」では 1 個体の死亡アユが確認されたが冷水病菌は検出されなかった。なお、上流を管轄する南佐久南部漁協は県内産人工種苗のみの放流を行ったが、保菌検査の結果、冷水病菌は検出されなかった。

Petersen 法による推定尾数と初期放流魚の生残率を表 7 に示した。「佐久」及び「塩名田」の生残率はそれぞれ 73.6%と 33.1%と推定された。「佐

久」での目視調査による累積釣獲尾数と CPUE（尾/人・時間）の関係を図 3 に示した。解禁日の 6 月 29 日から成魚放流前の 7 月 3 日までの値を DeLury 法にあてはめると、解禁日の資源尾数は 8,509 尾と推定され、標識放流や解禁直前放流を除いた初期放流群の生残尾数は 6,220 尾、生残率は 71.4%となり、Petersen 法で推定した 6,415 尾、生残率 73.6%に近い値となった。

成魚放流が行われた両日とも、翌日に CPUE が上昇した(図 3)。

なお、「佐久」では解禁 10 日後に冷水病による大量死亡が確認された。

表６　冷水病菌の保菌状況（2002 年）

調査水域	佐久						塩名田			
検体	在来魚(ｳｸﾞｲ等)	県内産人工アユ	河川採捕アユ	在来魚(ｳｸﾞｲ等)	県内産人工アユ※	県外産人工アユ	在来魚(ｳｸﾞｲ等)	琵琶湖産アユ	在来魚(ｳｸﾞｲ等)	県外産人工アユ※
検体採取日	4/23	4/25-5/13	5/31	6/19	6/18	6/25	4/23	4/27-5/11	6/19	6/22
検体の状態	正常魚	正常魚	死亡魚	正常魚	正常魚	正常魚	正常魚	死亡・瀕死魚	正常魚	24.3
検体数	60	180	1	60	60	60	60	57	60	60
陽性数	0	0	0	0	0	0	0	17	1	0
保菌率	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	29.8%	1.7%	0%

※：資源推定用に標識放流した魚

表7　Petersen 法による推定結果(2002 年)

調査水域	佐久	塩名田
(区間長)	(500m)	(300m)
調査日	6/19	6/23
標識放流数	1,000	2,013
全採捕数	393	144
標識個体再捕数	53	77
初期放流群推定資源尾数/調査区内	6,415	1,752
初期放流尾数/調査区内	8,713	5,292
生残率(%)	73.6	33.1

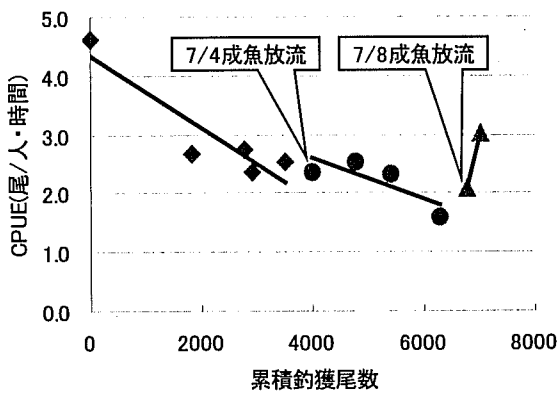

図３「佐久」の累積釣獲尾数と CPUE の関係
(2002 年)

2003 年：冷水病菌の保菌状況を表 8 に示した。両水域でアユ放流前の在来魚（ウグイ、アブラハヤ、オイカワ等）から冷水病菌は確認されなかった。両水域の放流アユ種苗については全て陰性だった。「佐久」で解禁前に確認された 10 個体の河川死亡アユからは冷水病は検出されなかった。なお、上流を管轄する南佐久南部漁協は県内産人工種苗のみの放流を行ったが、保菌検査の結果、冷水病菌は検出されなかった。

Petersen 法による推定尾数について、「佐久」で標識放流したアユが、岩盤の淵に溜っており、採捕時に一網で 50 尾以上の標識魚が捕獲された。このことから、標識魚が十分に調査区内に分散していなかったので、今回の Petersen 法による資源推定は調査の前提を満たしていないと考えられた。「塩名田」の生残率は 30.2%と推定された(表 9)。「佐久」での目視調査による累積釣獲尾数と CPUE（尾/人・時間）の関係を図 4 に示した。解禁日の 6 月 28 日から成魚放流前の 7 月 8 日までの値を DeLury 法にあてはめると、解禁日の資源尾数は 11,257 尾と推定され、標識放流 1,000 尾を除いた初期放流群の生残尾数は 10,257 尾となり、生残率は 59.0%となった。

なお、「佐久」では解禁直前に皮膚に潰瘍のあるアユから冷水病菌が確認された。

表８　冷水病菌の保菌状況（2003 年）

調査水域	佐久						塩名田				
検体	在来魚(ｳｸﾞｲ等)	県内産人工アユ	県外産人工アユ	県外産海産アユ※1	河川採捕アユ	県外産人工アユ※2	在来魚(ｳｸﾞｲ等)	県内産人工アユ	県外産人工アユ	県外産海産アユ※1	県内産人工アユ※2
検体採取日	5/6	5/7, 5/14	5/8, 5/12	5/15	5/14-5/21	6/18	5/6	5/10	5/13	5/15	6/18
検体の状態	正常魚	正常魚	正常魚	正常魚	死亡	正常魚	正常魚	正常魚	正常魚	正常魚	正常魚
検査尾数	60	122	123	71	10	82	60	60	65	71	60
陽性数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
保菌率（%）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

※1：同一検体

※2：資源推定用に標識放流した魚

表9　Petersen 法による推定結果（2003 年）

調査水域（区間長）	佐久（500m）	塩名田（300m）
調査日	6/19	6/19
標識放流数	1,000	1,040
全採捕数	–※	148
標識個体再捕数	–	45
初期放流群推定資源尾数/調査区内	–	2,380
初期放流尾数/調査区内	–	7,878
生残率(%)	–	30.2

※：調査の前提を満たしていないので未記載

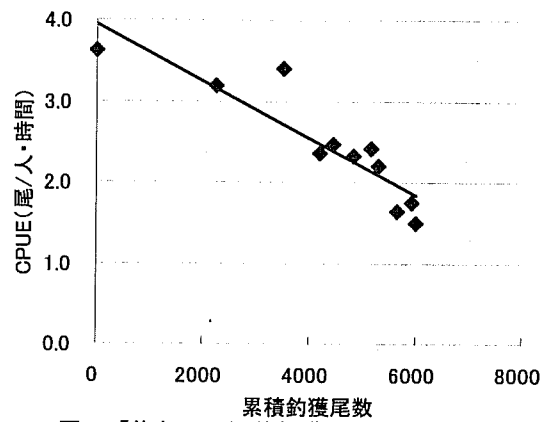

図４「佐久」の累積釣獲尾数と CPUE の関係（2003 年）

考　察

冷水病菌の保菌に関する種苗の設定条件について、琵琶湖産種苗が保菌し、人工産及び海産種苗が保菌していなかった（表4,6,8）ため、想定どおりの調査が実施されたといえる。2001 年と 2002 年に行った DeLury 法による資源推定値については有意でない相関式から資源尾数を求めている。また、Petersen 法では標識魚の区間以外への散逸の可能性があり、実際の資源尾数を過大評価している可能性がある。しかし、異なる方法で推定しているにもかかわらず、各年で初期放流尾数の推定値は接近しているので、概ね妥当な値と判断して、以下論議を行う。

2001 年の結果から、冷水病菌を保菌している種苗としていない種苗を混合放流するよりも、それぞれ分けて保菌していない種苗を上流に放流したほうが種苗の生残率が上がると考えられた。それを踏まえ、2002 年に佐久漁協は「佐久」を含む上流に冷水病菌を保菌していない種苗、「塩名田」を含む下流に保菌している種苗と分けて放流を行った。その結果、「佐久」で 70%以上の生残率を得ることができた。さらに、2003 年に佐久漁協は管内全域で、冷水病を保菌していない種苗を放流し、「佐久」での生残率は 59%になり解禁日の漁獲状況も良好であった。「佐久」は当場で 1997 年から資源量調査を継続している水域である（表 10）。2000 年以前の生残率は 13%～37%程度と推定されている。さらに、冷水病菌の保菌検査では 1998～2000 年の放流種苗に冷水病の保菌が確認されている（表 10）。このことから、2000 年以前は冷水病菌を保菌している種苗を放流したため、種苗を感染源とする冷水病が発生し、初期放流群の生残率が低下していたと推察された。以上のことから、冷水病を保菌していない種苗を放流することが、初期放流群の生残率を高めることになり、解禁日に好釣果につながると考えられた。

「塩名田」では 2002 年と 2003 年の生残率が 30%程度で変化していない。2002 年は 2003 年よりも標識魚放流数が 2 倍近いため、誤差の範囲も大きく異なり、その差に反映されていない可能性がある。実際に推定された資源尾数は 2002 年よりも 2003 年の方が上回っており、釣り人の釣果も 2003 年の方が良かった。

在来魚とアユの冷水病の関係については、冷水病菌を保菌していない種苗を放流しても、在来魚からアユへの感染が疑われた事例がある[4]。今回の調査水域は過去に、冷水病の発生が確認されているが、アユ放流前の在来魚保菌検査の結果から冷水病菌は確認されなかった。このことから、千曲川においては、前年に発生した冷水病菌が次年まで持ち越される可能性は少ないと考えられ、過去にアユの冷水病の発病があっても次年に保菌

していない種苗のみを放流すれば、高い放流効果を期待できることがわかった。

2002、2003年の「佐久」では解禁日前後に冷水病菌が確認された。これは、解禁前後に持ち込まれた友釣り用のオトリに由来する冷水病菌が感染の原因と考えられた。この対策として佐久漁協は平成15年から管内で冷水病菌を保菌していないオトリを販売し、釣り人には他の地域からのオトリ持込を自粛してもらう運動を展開している。

今後は、解禁前後またはそれ以降に発生する冷水病の対策や、発生しても漁獲を維持できるような増殖手法を確立することが課題となる。

2001、2002年の目視調査で解禁後の成魚放流によって当日もしくは翌日にCPUEが上がった。千曲川において、成魚放流はCPUEを上げるための有効な手段であることがわかった。

表10 「佐久」でのアユ資源調査概要

年		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
種苗	群の冷水病菌保菌率	未調査	0%	7%	3%	17%	0%	0%
	異常魚での冷水病菌保菌率	未調査	10%	17%	16%	25%	−	−
放流尾数	初期放流尾数	16,300	19,670	12,735	13,255	10,587	8,713	17,380
	解禁直前放流尾数						1,289	
	Petersen用放流尾数				1,450	1,500	1,000	1,000
	放流合計尾数	16,300	19,670	12,735	14,705	12,087	11,002	18,380
河川内	解禁前死亡魚	あり	なし	あり	あり	あり	あり(1尾)	あり(10尾)
	死亡魚の冷水病菌保菌率	未調査	−	100%	40%	35%	0%	0%
Petersen	解禁X日前での推定	未実施	未実施	未実施	12日	15日	10日	9日
	解禁前資源尾数				4,753	2,725	7,415	−※2
	初期放流魚の生残尾数				3,303	1,225	6,415	−
	初期放流魚の生残率				24.9%	11.6%	73.6%	−
DeLury	調査日数	15日	12日	10日	13日	14日	11日	11日
	解禁日の資源尾数	2,127	7,250	−※1	−※1	2,906	8,509	11,257
	解禁日の放流魚歩留り	13.0%	36.9%	−	−	24.0%	77.3%	61.2%
	初期放流魚の生残尾数	2,127	7,250	−	−	1,406	6,220	10,257
	初期放流魚の生残率	13.0%	36.9%	−	−	13.3%	71.4%	59.0%
	調査期間中の漁獲尾数	1,529	3,516	941	278	1,514	7,418	6,141
解禁日のCPUE（尾/時間）		1.2	2.4	−	−	1.1	4.6	3.6

※1 調査は実施したがサンプル数が少なすぎて推定の精度が低いため未記載。
※2 調査は実施したが調査の前提を満たしていないので未記載。

要　約

1. アユの冷水病対策として、千曲川では冷水病菌を保菌していない種苗を上流、保菌している種苗を下流へ放流することにより、上流で高い放流効果が得られた。さらに、冷水病菌を保菌していない種苗のみを放流することにより水域全域で高い放流効果が得られた。

2. 千曲川では過去に冷水病が発生した水域でも、アユ種苗放流前の在来魚から冷水病菌は確認されず、前年に発生した冷水病菌が次年に持ち越される可能性は少ないと考えられた。

3. 冷水病菌を保菌していない種苗を放流した水域でも、解禁前後に冷水病菌が確認され、オトリアユの持込に由来する感染が疑われた。今後は解禁前後またはそれ以降に発生する冷水病の対策や、発生しても漁獲を維持できるような増殖手法を確立することが課題となる。

4. 成魚放流は CPUE を上げるための有効な手段であることがわかった。

謝辞

本調査に協力していただいた南佐久南部漁協及び佐久漁協の皆様に深謝する。

文　献

1) 植木範行・増成伸文(2000)：一河川の発病経過からみたアユの冷水病の特徴. 岡山水試報告, 15, 47-50
2) アユ冷水病対策研究会事務局(2001)：アユ冷水病防疫に関する申し合わせ事項.
3) 山本　聡・松宮義晴(2001)：千曲川におけるDeLury法によるアユの資源尾数推定. 日本水産学会誌, 67(1), 30-34.
4) アユ冷水病対策研究会(2001)：発生状況および影響調査分科会(第1分科会) 調査結果報告書. プリント, 1-17