

標識放流結果からみた由良川アユ資源に 関する二・三の知見 *1

内野 憲・富田恒男・井上 寿

The Population of Ayu Fish in the River Yuragawa Observed by Tagging Experiments

Ken UCHINO*2, Takao TOMITA*3 Hisashi INOUE*3

全国アユ *Plecoglossus altivelis* T & S 種苗の約7割を供給している琵琶湖のアユ資源は、近年減少傾向にあり、河川、湖沼等における天然アユ種苗の増大をはかることが急務となっている。

海産稚アユ(由良川産アユ)の種苗の増大を図る有効な施策を明らかにする目的で、由良川におけるアユ資源の生態解明調査が1977年・1978年行われた。その中で、標識放流が実施され、由良川アユ資源に関する二・三の貴重な結果が得られたので報告する。

本文に入るに先だち、標識放流実施にあたり、御指導を賜った長崎大学教育学部助教授・東幹夫博士、御協力いただいた京都府立大江高校新庄寿彦、杉下多期教諭をはじめとする地学クラブの皆さん、京都府淡水漁連・由良川漁協の方々に厚くお礼申しあげる。

方 法

琵琶湖産種苗アユを1978年5月6日5,317尾、5月7日5,367尾、計10,684尾標識放流した。

使用したアユは、尾叉長4.5~8.5cm(平均体重2.74g)の大きさである(図1)。標識法は、MS222投与による麻酔後、脂鰭・腹鰭の片側をハサミで除去する方法を採用した。標識魚は、消毒液に浸したのち、自然に河内に移動できるように設置された生けすに放たれた。そのため、生けす中での死亡個体は、6日286尾、7日68尾であったが、標識尾数には含まれていない。標識放流場

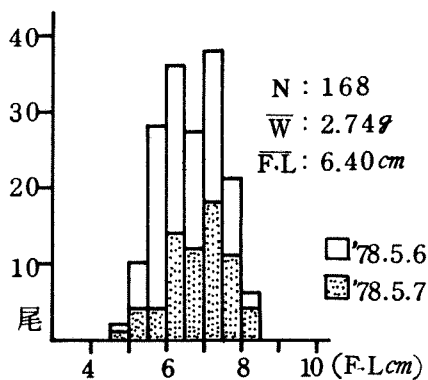


図1 標識放流アユの大きさ

- *1 水産庁委託調査研究「アユ種苗生産開発試験事業」の一部として行なわれた。
- *2 Kyoto Institute of Oceanic and Fishery Science, Miyazu
Kyoto, Japan
- *3 京都府水産課

所は、河口から25 Km上流の由良川中流域波見橋である(図3中に示す)。再捕報告の欠落を防ぐため、漁業者には由良川漁協を通じ、遊魚者には、テレビ・ラジオ・新聞・チラシ・看板で周知徹底を図った。報告の内容は、漁場番号(図3に示す)、当日漁獲量、再捕魚の体長・体重・漁法とした。

結果および考察

1978年6月10日～1978年11月1日の間に注1)に、網により80尾、素掛により4尾、釣により5尾の計89尾が再捕された。再捕率は、0.83%である。再捕までの経過日数注2)を図2、移動状況を図3、再捕アユの体重・体長組成を図4に示す。

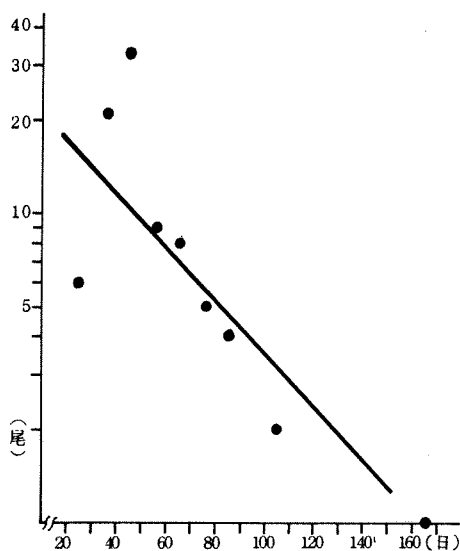


図2 再捕までの経過日数

これらの結果から、由良川アユ資源に関するいくつかの知見を得ることができる。なお、11月1日に再捕された個体は、産卵終了後であるため、以下の解析からは除いてある。

発育成長 放流魚各月再捕魚の1尾平均体長(F・L)・体重を各々求めると下記のとおりである。放流魚 6.40 cm・2.74 g (N=168)、6月再捕魚 4.4 cm・30.45 g (N=31)、7月再捕魚 16.6 cm・45.06 g (N=51)、8月再捕魚 17.8 cm・4.7 g (N=5)。

成長度は、河川の流量や水量によって又、溯上数量によっても著しく異なるが、普通、溯河期体長5～8 cm (3～5 g)であったものが、8月末には、20～

25 cm (100～300 g)程度に成長するとされている(島津¹⁾)。今回の再捕魚は小型の傾向をうかがわせる。各再捕時における標識魚の漁獲量中混入率が大きな変化を示さないことから、標識魚のみが特異な生活をしていたとは思われない。再捕のほとんどが網漁法によるものであり、アワバリ生活群よりも、群れアユ群を漁獲対象としたために生じた現象かもしれない。

移動 図3から明らかなように、由良川本流での再捕が圧倒的に多く、特に、8・13・15漁区の占める割合が高い。放流点から各漁場区までの距離を放流後経過日数で除した1日あたり移動距離を、本流内7月末再捕魚について求めると図5の結果を得る。京都府の宇川で、1ヶ月に6.2 Km、上大堰川で4日間に4 Km移動した例(京都府水産課²⁻³⁾)があるが、今回1日あたりの移動が1番速かったのは、1日あたり0.96 Km (6月10日、15漁区再捕)である。

注1) 由良川アユ漁獲期間は5月26日～9月末までである。他は禁漁期間

注2) 放流は5月6日、7日であるが、7日を基準日とした。

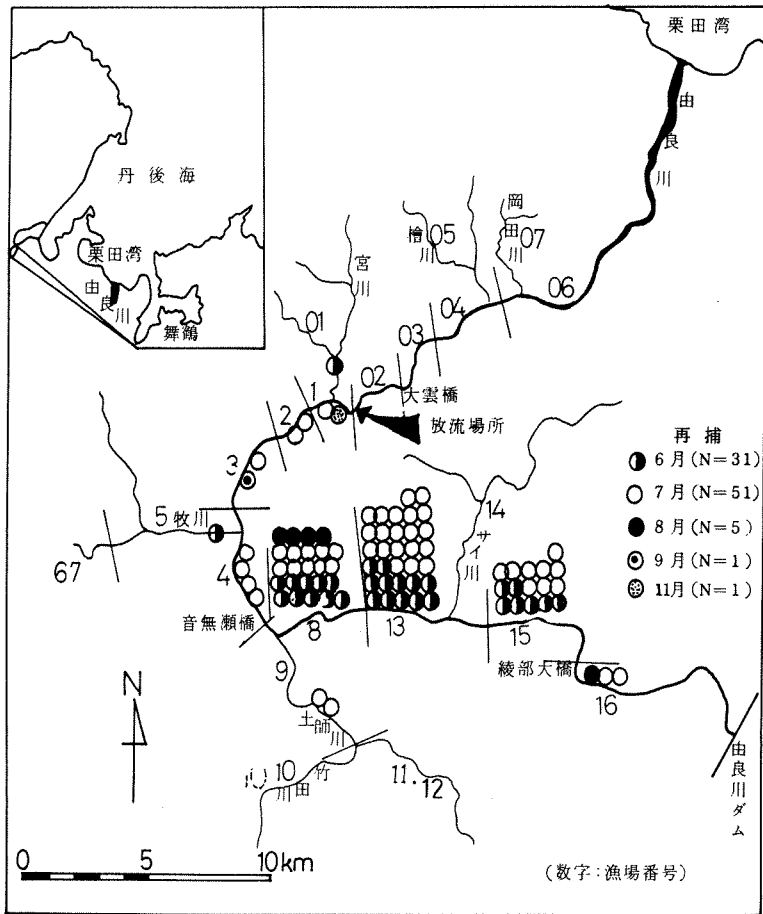


図3 標識アユ移動状況

全体的には、1日あたり、0.3~0.4 Km 移動したものが多く、宇川より速い傾向を示した。

資源尾数の推定 1978年の由良川漁協(由良川水系唯一のアユ漁獲物集荷)の旬別出荷高、標識放流再捕報告に伴う漁獲量・漁獲尾数同時報告データによる1尾平均体重、およびそれを使用しての旬別推定漁獲尾数値を表1に示す。

標識放流法による資源量推定に、Petersenの式、De Luryの式があるが、この式が適用できるには6つの条件が必

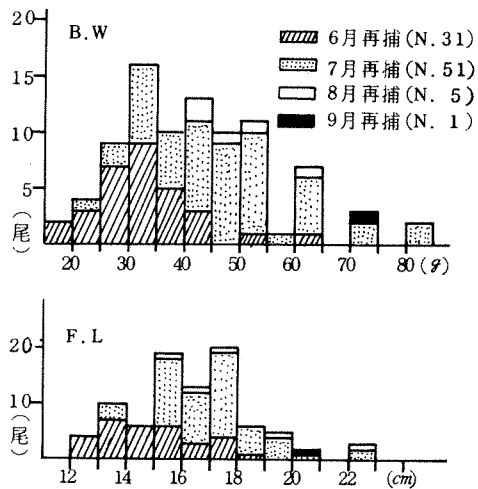


図4 再捕アユ体長・体重組成

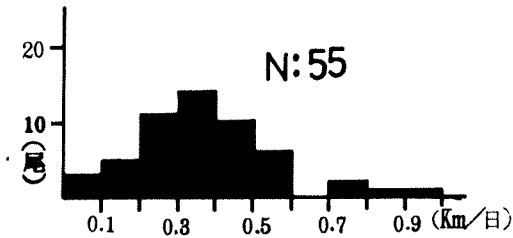


図5 再捕アユ1日あたり移動距離
(本流内7月末までの再捕魚)

要である(能勢⁴)。今回の標識放流の場合、①脂鱗・腹鱗除去法のため、標識の脱落はなく、②脂鱗・腹鱗切断にともなう早期死亡個体は除去してあるので、標識装着による死亡率差は生じないと思われる。ただ、①再捕報告のアピールは十分したが、遊魚者による標識魚発見・報告がすべてなされたかどうかの問題、②群

をつくることの多いアユにあって、標識魚と非標識魚が一樣混在、同様漁獲されていたかどうかの問題、③遊魚をかかえる中、漁獲努力量が一定であり、漁獲量が魚群量の分布に比例しているかどうかの問題、④5月標識放流であり可能性がうすいとは言え、漁獲対象群への非標識魚の加入がなかったかどうかの問題は、すべて問題なしとの仮定を設定して上式を適用する。なお、由良川漁協の旬別出荷高は、実際の漁獲の $\frac{1}{3}$ である(漁協の話し)との仮定を設定する。資源尾数 N ，漁獲尾数 C ，再捕尾数 x ，標識尾数 X ，とすると、

$$N \text{ および } 95\% \text{ 信頼区間は、 } N = \frac{C \cdot X}{x}, \frac{C \cdot X}{x + 2\sqrt{x(1 - \frac{X}{C})}} < N < \frac{C \cdot X}{x - 2\sqrt{x(1 - \frac{X}{C})}}$$

前記標流放流結果、旬別推定漁獲尾数値を使用して計算すると、

$$9865259 < N = 11955756 < 15170447 \text{ の結果を得る。}$$

能勢⁴)が指摘するように Petersen 法が成立するための条件が満たされているかどうかは、再捕期間をいくつか区切ってチェックすればよい。そこで6月末、7月末に区切って各々計算すると

$$\text{6月末までの計算値 } N = 5598760$$

$$\text{7月末までの計算値 } N = 9765176 \text{ の結果を得る。}$$

この結果をみると、条件がすべて満たされていたとは言えない。

図6に、再捕尾数累積曲線、推定漁獲尾数累積曲線を示すが、この図から明らかなように、

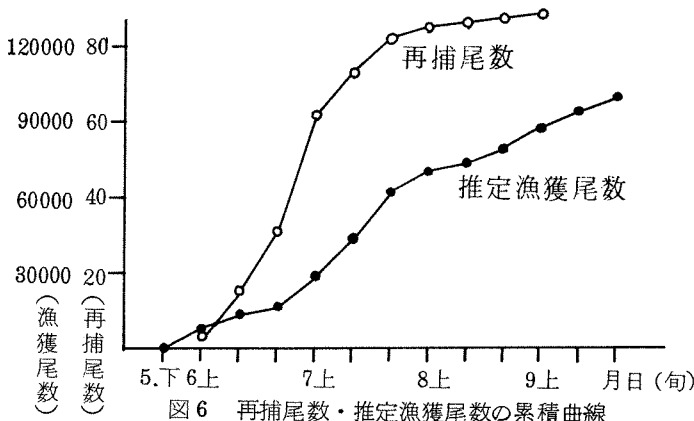


図6 再捕尾数・推定漁獲尾数の累積曲線

再捕は7月上旬に急増し、一方漁獲量の方は7月中下旬に急増する。この時期の差が、一樣混在の問題によるのか、あるいは漁獲量の資源量への比例の問題によるのかは不明である。しかし、この除去なしに Petersen の式 De

Lury の式を適用することは無意味である。その点では、6月末までのデータによる計算値を、由良川資源量の推定値として採用することが妥当と思われる。勿論のことながら、この推定値そのものも、誤差ははらんでいる。

また、遊魚者等の標識魚発見・報告率が100%であったとは想定できず、資源量は、上記推定値よりも低いと思われる。今、仮りに再捕魚発見・報告率を70%とすると、資源量は、 $3013563 < N = 3917868 < 5597584$ となる。

以上の結果から、資料不足による推定誤差が多分にあるとは言え、1978年における由良川アユ資源量は、300～500万尾程度と推定できる。

8月上旬、幅8～10m、距離10Kmの間に推定50万尾生存していたとの宇川での例（京都府水産課²⁾）からすると、放流点から再捕最上流域まで、幅10m以上、距離30Kmの由良川水域に、流入河川も含めて、300～500万尾のアユが生存していたとしてもおかしくはない。又、1978年に由良川水域に種苗放流されたアユは42.2万尾であり上記推定資源量の8～14%にあたる。筆者の一人、内野⁵⁾は、統計解析によって由良川アユ漁獲量推定式を導きだす中で、種苗放流尾数が漁獲量変動の一つの要因になっていることを報じているが、この指摘とも矛盾しない。

全減少係数・漁獲係数 図2に示すように、放流後経過日数別再捕尾数は、等比級数的に減少している。そのため、田中の方法（浅見⁶⁾）を適用する。標識放流尾数 N_0 、放流（ t_0 ）後 t_1 までの再捕尾数 n_1 、 t_1 後から t_2 後までの再捕尾数 n_2 、 $t_1 - t_0 = t_2 - t_1 = \lambda$ 、 2λ 期間内の漁獲係数 F 、 2λ 期間内の漁獲係数以外の減耗係数 M とすると、

$$F = \frac{1}{n_1} \cdot \frac{1}{\lambda} \ln \frac{n_1}{n_2} \quad F + M = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{n_1}{n_2} \quad \text{が与えられる。}$$

$$N_0 \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right)$$

$\lambda = 60$ 日（ $2\lambda = 120$ 日 5月7日～9月14日までの期間）とすると、 $n_1 = 69$
 $n_2 = 19$ $N_0 = 10684$ が与えられ、 $F = 4.0237 \cdot 10^{-8}/\text{day}$ 、 $F + M = 0.02149/\text{day}$ が求まる。

生残率は、 $S = e^{-(F+M)}$ であるから、放流後、120日間（5月7日より9月14日まで）で、当初資源量の0.07586（7.59%）が生き残ったことになる。

資源特性値の計算の場合、標識魚の再捕資料のみを扱うので、解析の際、加入の影響は無視できるが、一様混在の問題や、標識魚発見・報告率の問題などは、前項資源尾数の推定の項でのべたと同様無視できない。しかし、能勢⁴⁾が指摘するように、標識魚発見・報告率の問題は、全減少係数には影響を与えないので、今回の標識放流結果による生残率には、一定の信頼がおけるものと思われる。

ただ、今回の標識放流は5月7日に実施され、放流魚体長も5～8cmが主であった。楠田⁷⁾によれば、由良川と同様に栗田湾に注ぐ大雲川の溯上群は、大型群が先に溯上し、4月20日頃からは、4～6.9cmの小型魚が中心である。その点では、天然群の死亡率、全減少係数は、標識放流結果から推定した値よりも小さく、生残率は高くなると思われる。

川那部⁸⁾は、京都府宇川の調査より8月上旬の生息数は溯上数の30~50%であり、しかもこの値はだいたい一定していると報じている。普通、自然死亡率は、成長するに従い低くなる。にもかかわらず、今回の9月14日までの生残率が7.59%と低くなるのは、7月中旬~9月にかけての漁獲努力・漁獲量の増加がひきおこした結果であろうと思われる。

以上、今回の標識放流結果から、由良川アユ資源に関し、種々論議してきたが、データ不足のため、仮定を設定せざるを得ず、その資源解析には、まだまだ多くの問題が残されている。しかし、今回の標識放流結果が、いくつかの貴重な知見を与えてくれたこともまた事実である。

最後に、求められた各推定値を活用して計算すると、1978年9月14日時点で、23~38万尾以上のアユが、由良川水域に産卵準備群として生存していたことになる。

要 約

- 琵琶湖産種苗アユ10684尾を由良川中流域で標識放流し、89尾の再捕を得た。この結果から、成長・移動を論じるとともに、由良川アユ資源に関するいくつかの資源解析を行った。
1. 各月再捕魚の1尾平均体長(F・L)・体重は、放流魚6.40cm・2.74g(N=168)、6月再捕魚14.4cm・30.45g(N=31)、7月再捕魚16.6cm・45.06g(N=51)、8月再捕魚17.8cm・47g(N=5)であった(図1、図4)。
 2. 再捕は、等比級数的に行なわれた(図2)。由良川本流での再捕が圧倒的に多く(図3)、放流点から各再捕漁区までの距離を放流後経過日数で除した1日あたり移動距離を7月末までの再捕魚についてみると、0.3~0.4Kmのものが多かった(図5)。
 3. Petersenの式、DeLuryの式に基づき、1978年の由良川水域アユ資源尾数は、300~500万尾であったと推定した(表1)。
 4. 田中の方法によって、放流後120日間の減少係数が、0.02149/dayであることを知り、生残率が、0.07586であると推定した。
 5. 各推定値を使用して、1978年9月中旬に、由良川には、23~38万尾以上のアユが生きていたとの算出結果を得た。

文 献

- 1) 島津忠秀：鮎，養魚講座第3巻，緑書房，東京，1969，pp. 15
- 2) 京都府水産課：鮎放流基準調査報告書，1951。
- 3) 京都府水産課：鮎放流基準調査報告書，1955。
- 4) 能勢幸雄：水産資源論，海洋学講座 12，東京大学出版会，東京，1973，pp. 47-pp. 56。
- 5) 内野 憲：本報，163~165(1978)。
- 6) 浅見忠彦・松田星二：モジャコ(ブリ幼魚)標識放流の経過と問題点，漁業資源研究会議報，12，55-70(1971)。
- 7) 楠田理一：海産稚アユの溯上生態-II，日水誌，29(9)，821-827(1963)。
- 8) 川那部浩哉：アユの社会構造と生産-II，日本生態会誌，20(4)，144-151(1970)。

表1 由良川水域アユ推定漁獲尾数

(1978)

旬	由良川漁協取り扱い高		尾数換算値			推定尾数
	① 生尾数	② 取り扱い高(kg)	③ 1尾平均体重(g)	使用データ (月日:尾数)	④	
5月下	10					10×3
6月上	22	59.92	25	N=8 (6/10:3)		2419×3
中	0	82.6	40.51	N=832 (6/11:155) (6/20:177)		2040×3
下	13	24.39	26.14	N=199 (6/25:122) (6/26:77)		946×3
7月上	34	159.18	40.87	N=438 (7/2:90) (7/5:263) (7/8:85)		3929×3
中	20	240.67	48.41	N=157 (7/13:39) (7/15:75) (7/17:43)		4991×3
下	24	316.53	48	N=85 (7/22:21) (7/25:42) (7/27:22)		6618×3
8月上	0	131.85	55.53	N=293 (8/9:293)		2374×3
中	0	48.35	46.2	N=26 (8/11:26)		1047×3
下	0	106.02	60	N=1 (8/29:1)		1767×3
9月上	0	121.91	42.5	N=60 (9/8:60)		2868×3
中	0	107.38	47.4	N=50 (9/19:20) (9/20:30)		2265×3
下	0	111.95	58.2	N=50 (9/27:50)		1924×3
計	123	1510.75				99594

備考 ④: 漁獲量が同時に尾数と重量で報告されたデータを使用しての各旬1尾平均体重(g)

④: ① + $\frac{②}{③}$ で与えられるが由良川漁協取り扱い高は実際の1/3である

(漁協の話)。