

人工河川河口域のコアユの遡上に関する研究 —〔I〕

標識放流魚の遡上について（予察）

Studies on the Upstream of Anadromous Ayu-Fish, Plecoglossus Altivelis T.et.S, in the Artificial River —〔I〕 Results of Marking Experiments (preliminary Report)

はじめに

人工河川の主目的は、天然の湖中コアユ親魚の効果的産卵を計ることにある。そのためには、湖中親魚の遡上が十分に行われなければならない。産卵期であれば、湖中のコアユは遡上産卵することは当然であるので、遡上量は、湖中親魚の河口水域の資源量に左右される。人工河川への遡上は、河川内の流水の状態、湖中への流入水の拡散および流動、流入水の水温、流入水による水音等によつて、より効果的に遡上するものと思われ、流入水の影響範囲に親魚が分布しているかどうかが問題になると考えた。そこで、親魚の分布量を知る手段としては、河口水域の地曳網による漁獲、近在の漁具による漁獲量、魚群探知機による水域の量的な把握等が考えられる。しかし、人工河川施設の河口域は、地曳網の未操業水域で、地曳網による推定は困難である。近在漁具は、コアユの禁漁期である事と、定置漁具のエリが台風の影響等を考えて操業しない期間が多いため、漁獲量の推定は不確実である。魚群探知機による方法は、浅所であるために探査能力、範囲がかなり制約されるため現在検討中で、今回の実験には用いていない。このため、流入水の影響と遡上を推定する方法として、コアユ標識魚の放流の方法を用いた。そして、標識魚の放流地点と遡上との関係から流入水の影響を知ろうと試みたので、その結果を報告する。

実験場所

人工河川竣工前は水産試験場排水路を利用し、竣工後は、人工河川で実験した。

実験方法および考え方

- 1 標識放流 標識魚は、水産試験場水路に遡上したコアユを用いた。標識は体部分標識の方法で、体部分標識の対象としてもつともよい形質として推奨されている¹⁾脂鱗を切断した。この方法は、魚の遊泳力の要求される遡上試験ではもつとも適当と思われる。本試験では同水域の異なる地点に放流するため、多重に標識すれば、同一条件下で試験できるので好都合であるが、他の鱗の切断は遊泳に支障があるのではないかと考え、また、魚体が小さい事（平均体重 8.96 g）、標識魚数、等から他に適当な標識方法が見つからなかつたので、第1回の標識放流魚が、（人工河川のヤナで）殆んど再捕されなくなつた時点で第2回の（標識）放流を行う方法をとつた。標識した後のコアユは、池中にて1～2ヶ月間（人工河川工事遅延のため）飼育し、放流時には、放流魚と同様な扱いをした魚を他の池中に放し斃死率をみた。
- 2 人工河川の遡上水路および湖中への水の流入に対する考え方 遡上水路は、滋賀県内河川の特種漁具、かつとり梁（安曇川等）にみられるように、流量の多い時は流心部の流速、流量を多くし流量の少ない時には魚取部のみに水を流して魚取部にコアユを誘引する漁法を参考にし、また、安曇川におけるコアユの遡上の肉眼観察から、濁水状態は別として、流量が通常またはそれ以上の時には、流心部を避けるように、兩岸近くを主に遡上していた事（安曇川連続調査 1972 未発表）、および、よび水効果²⁾の結果から Fig. 1 にみられるように土のうを配して遡上の水路を工夫してみた。湖中への河川水の流入が河口域に分布する魚の遡上に及ぼす効果については、報告や知見が見当らなかつたので、流入水による環境の変化をコアユが感知して遡上するであろうと考えて、湖中へは出来るだけ沖へ出てゆくように人工河川の河口を工夫した。

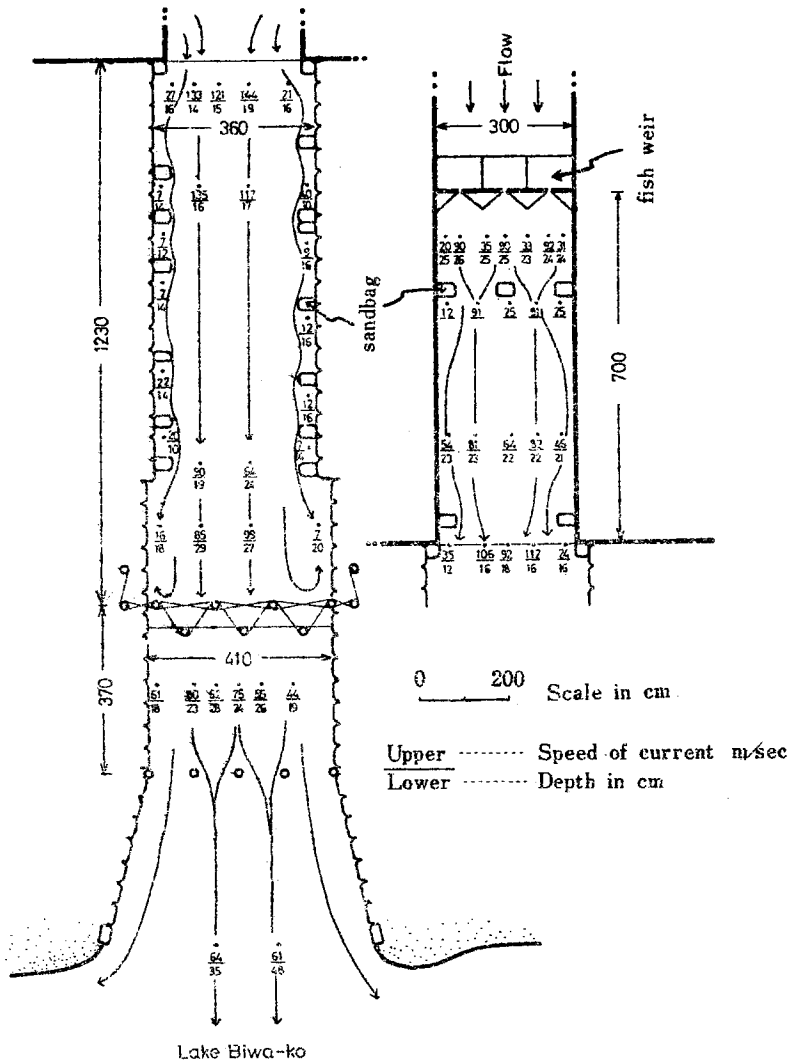


Fig. 1 Water current in the inlet stream of Artificial River

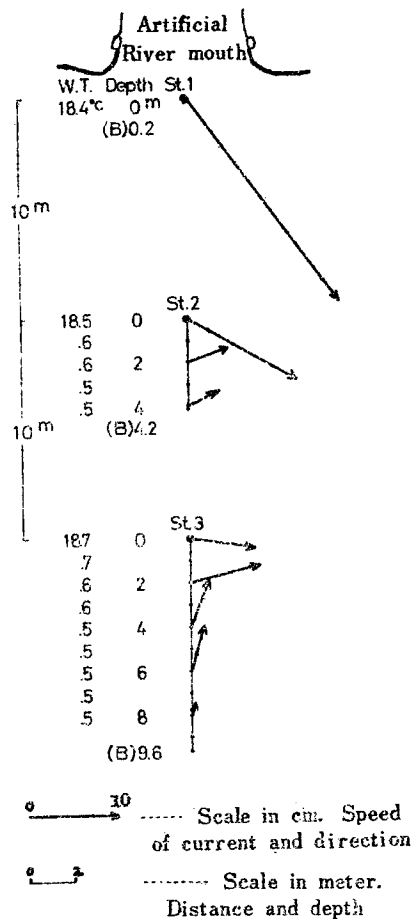


Fig. 2 Water current from Artificial River to Lake Biwa-ko

試験結果および考察

1 水産試験場総排水路地先での放流 実験人工河川が竣工するまでの予備実験として、水産試験場の池水の水路が、琵琶湖に流入する場所で7月25日と8月1日の2回行った。この時期のコアユの水路への遡上は、夕方と早朝に多く、昼間は少ないので昼間の放流はコアユが散逸するかもしれないので放流時間は2回共、日出前に行った。第1回は、7月25日8時40分に水路地先14mの湖中に1,114尾(1尾平均5.7g)を放流した。放流後の再捕尾数、再捕率はFig. 3に示したような経過をたどった。放流当日は、9時まで11尾、9時~16時に16尾再捕されたが、翌日からは夕方から朝に遡上再捕され、昼間は全く再捕されなかつた。7月25日から7月30日までの再捕総数は51尾で、再捕率は4.6%であつた。遡上水路に非常に近い水域に放流したにもかかわらず、再捕率は意外に低かつた。第2回は、8月1日4時18分に第1回よりもやや遠い、水路地先20mの地点に1,096尾(1尾平均4.7g)を放流した(Fig. 4)。放流当日は16時まで5尾再捕されたのみで、翌日9時まで11尾と比較的多く再捕された。8月1日から8月6日までの再捕総数は82尾で、地中斃死率から補正した再捕率は3.9%と第1回同様に非常に低率であつた。次に2回の放流結果から、標識放流魚と通常に遡上しているコアユの同水路のヤナでの漁獲をみると、Fig. 3、Fig. 4に示した様に、夕刻から朝にかけて遡上し、水温の高くなる昼間は遡上が少ないという高水温時のパターンを示している。遡上水路に近い場所で放流されても、放流の時点ですでに分散してしまい、放流翌日以降ではさらにそ

の傾向が強いと思われる。再捕率が低いことからこの時期の標識放流が流入水の影響を知るために適当かどうか疑問に感じられる。

2 実験人工河川地先での放流 第1回は10月25日、第2回は10月29日の2回、人工河川地先に放流した。時期的に産卵終期に当たり、放流魚中に過熟状態のものが見られた。各放流後の遡上の状況と池中での斃死率は Fig. 5、Fig. 6およびTable 1、2、3、4 に示した。10月28日は14時20分に人工河川地先10mのSt. 2の湖中に3,023尾(1尾平均10.1g)を放流した。放流アユの雌雄は、雌51.2%、雄48.8%で雌雄比は100:95であつた。放流後16時までの再捕数が雄405尾で雄の放流尾数の27.1%、全放流尾数の18.5%を占め、雌が110尾で雌の放流尾数の7.1%、全放流尾数の3.5%、雌雄合せて515尾、全放流尾数の17.0%が再捕された。放流後から18時までの再捕状況は、雄585尾で雄の放流尾数の39.7%、雌205尾で雌の放流尾数の13.2%、雌雄合せて790尾で全放流尾数の19.6%が4時間以内に再捕された。放流後から18時までの再捕尾数が最大のピークで、18時以降の再捕数は極端に少なくなる。そして翌日の16時から18時にピークがあり、雄55尾、雌54尾が再捕されたが、それ以後はまた極端に少なくなり、これ以後には再捕のピークはみられずに漸減していつている。すなわち、St. 2に放流されたアユの群れは散逸しながら80時間前後は滞まつていて、群れの約38%が遡上した事になる。10月29日~11月1日の総再捕尾数は1,214尾、総再捕率45.0%の高率で再捕された。再捕魚に占める雌雄の割合は、雄では放流時の雄の総数1,475尾に10月26日の24時までの雄の池中の(1-累積斃死率)を乗じた尾数で、同時間までの雄の総再捕尾数を除すると57.5%となり、同様にして雌は32.4%となる。これは雄は雌に比べて1.8倍も再捕率が高いことになる。この原因は明確ではないが、遡上の傾向が、産卵行動そのものを示していると思われ、産卵期に於ける一般河川での淵(産卵行動を示さない時、または放卵、放精を終えた個体のすみ場所——琵琶湖と考える)と瀬(産卵場および産卵行動を示す時のすみ場所——人工河川と考える)の移動³⁾の様に見える。さらに雄では完全熟状態にある期間が長いことから、放流時でも雄の大部分は直ちに産卵に参加できる状態にあつたと考えられるが、雌の熟度の状況は調べなかつたのではつきりしないが、明らかに過熟であると認められるものがあつたことから雌では、放流時点では、過熟を含めて産卵に参加できる状態にあつた個体が雄よりも少なかつた事は十分に考えられ、また池中での斃死率が雄よりも約1.8倍高いこともその一端を示していると思われるので、標識放流魚の遡上を、前述のように産卵行動そのものと考えれば産卵群の構造⁴⁾から雌の遡上が雄よりも少なかつた理由と考えることも可能であろう。第1回放流魚の再捕期間の10月23日~10月26日では、標識魚を除く天然遡上のアユの尾数は、産卵終期でもあり非常に少なく、10月23日の14時~16時の46尾が最大で、その他の時間帯は10尾内外かそれ以下であつた。10月26日以後10月29日までに標識アユの雌8尾、雄5尾が再捕された。第2回の標識放流は10月29日に行つた。放流地点は第1回の放流地点の延長線上のSt. 1より90m沖の地点に、1,613尾(1尾平均11.0g)を放流した。放流アユの雌雄の割合は、雌785尾(48.7%)、雄828尾(51.3%)で性比は100:105であつた。放流後の再捕尾数は非常に少なく、放流から約4時間後に雌1尾がはじめて再捕され、放流当日に7尾、翌30日に13尾、

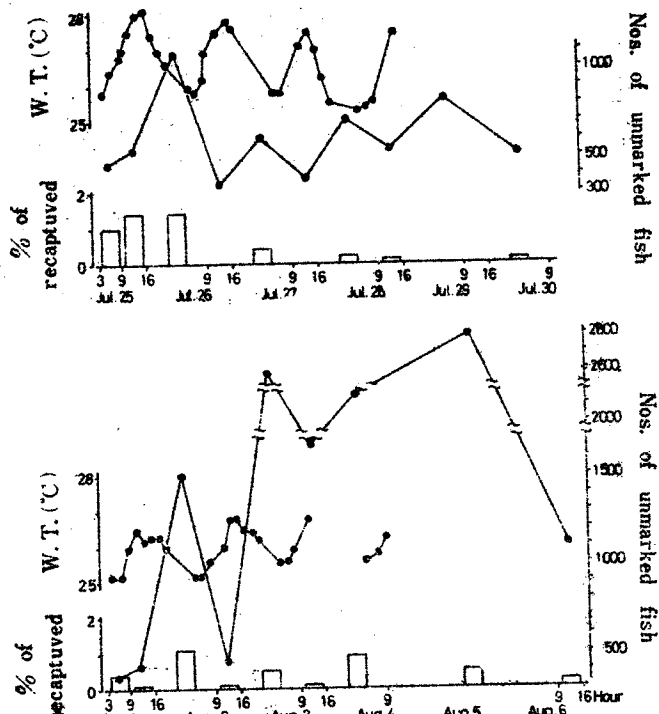


Fig. 3 Recaptured percentage of marking fish in our Experimental station's waterway

雌雄合せて790尾で全放流尾数の19.6%が4時間以内に再捕された。放流後から18時までの再捕尾数が最大のピークで、18時以降の再捕数は極端に少なくなる。そして翌日の16時から18時にピークがあり、雄55尾、雌54尾が再捕されたが、それ以後はまた極端に少なくなり、これ以後には再捕のピークはみられずに漸減していつている。すなわち、St. 2に放流されたアユの群れは散逸しながら80時間前後は滞まつていて、群れの約38%が遡上した事になる。10月29日~11月1日の総再捕尾数は1,214尾、総再捕率45.0%の高率で再捕された。再捕魚に占める雌雄の割合は、雄では放流時の雄の総数1,475尾に10月26日の24時までの雄の池中の(1-累積斃死率)を乗じた尾数で、同時間までの雄の総再捕尾数を除すると57.5%となり、同様にして雌は32.4%となる。これは雄は雌に比べて1.8倍も再捕率が高いことになる。この原因は明確ではないが、遡上の傾向が、産卵行動そのものを示していると思われ、産卵期に於ける一般河川での淵(産卵行動を示さない時、または放卵、放精を終えた個体のすみ場所——琵琶湖と考える)と瀬(産卵場および産卵行動を示す時のすみ場所——人工河川と考える)の移動³⁾の様に見える。さらに雄では完全熟状態にある期間が長いことから、放流時でも雄の大部分は直ちに産卵に参加できる状態にあつたと考えられるが、雌の熟度の状況は調べなかつたのではつきりしないが、明らかに過熟であると認められるものがあつたことから雌では、放流時点では、過熟を含めて産卵に参加できる状態にあつた個体が雄よりも少なかつた事は十分に考えられ、また池中での斃死率が雄よりも約1.8倍高いこともその一端を示していると思われるので、標識放流魚の遡上を、前述のように産卵行動そのものと考えれば産卵群の構造⁴⁾から雌の遡上が雄よりも少なかつた理由と考えることも可能であろう。第1回放流魚の再捕期間の10月23日~10月26日では、標識魚を除く天然遡上のアユの尾数は、産卵終期でもあり非常に少なく、10月23日の14時~16時の46尾が最大で、その他の時間帯は10尾内外かそれ以下であつた。10月26日以後10月29日までに標識アユの雌8尾、雄5尾が再捕された。第2回の標識放流は10月29日に行つた。放流地点は第1回の放流地点の延長線上のSt. 1より90m沖の地点に、1,613尾(1尾平均11.0g)を放流した。放流アユの雌雄の割合は、雌785尾(48.7%)、雄828尾(51.3%)で性比は100:105であつた。放流後の再捕尾数は非常に少なく、放流から約4時間後に雌1尾がはじめて再捕され、放流当日に7尾、翌30日に13尾、

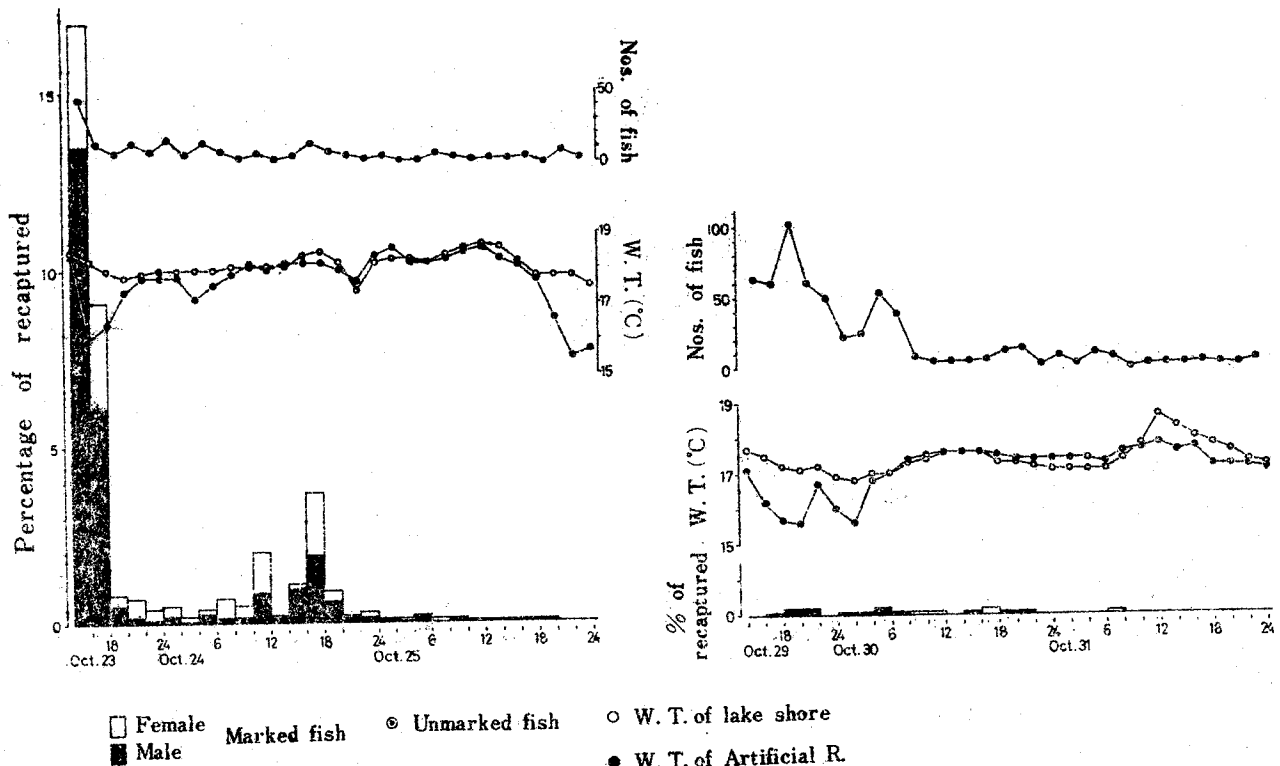


Fig. 4 Diurnal fluctuation of the marking Ayu-fish which recaptured by the weir Yana in Artificial River

10月31日に1尾、再捕されたのみである。10月29日から11月1日の総再捕尾数21尾でその内、雌6尾、雄15尾であった。その後11月9日までに雌1尾が再捕された。総再捕率は1.5%（雌0.4%、雄1.1%）、雌は放流時の雌尾数の0.8%、雄は放流時の雄尾数の1.9%（いずれも池中斃死率から補正）が再捕された。第2回放流は再捕尾数が少なく、遡上の傾向もわからないが、第1回同様に雄の再捕率が2.4倍と高い傾向を示している。総再捕率の1.5%を単純に河口からの距離によるものと考えれば、アユの河口からの距離的分布が遡上量に大きく影響するともいえるし、逆に本人工河川の遡上親魚の誘引範囲が自ずから決定されるともいえる。人工河川の湖中への流入水は出来るだけ沖へ出る様に工夫したけれども、Fig. 2から明らかな様に、20m沖のSt. 3ではすでに流入水の影響は少なく、河口水域の湖水の流動に影響されているのがみられるので、流入水が遡上誘引に大きな影響を与えると考えれば一層の考慮が必要である。

ま と め

- 1 実験人工河川への湖中天然親魚（コアユ）の効果的な遡上は、第1に流入水の影響であろうと考え、河口域の分布量と遡上量との関係から流水の影響を知ろうとした。方法として、標識コアユの放流を試みた。
- 2 7月下旬～8月上旬にかけての、水産試験場水路地先での2回の放流結果では、湖岸近くの放流であったが再捕率4.6%、3.9%と低かった。
- 3 10月下旬に実験人工河川地先の10m、90mの地点への放流結果では、再捕率45.0%、1.5%となった。再捕魚は雄が多く、10m地点で雄の再捕率は雄の放流尾数の39.7%、雌は13.7%、90m地点では、同じく雄1.1%、雌0.4%であった。この現象が産卵期のものかどうか不明である。
- 4 放流結果から当然のことであろうが、生態的にも遡上の傾向の強い産卵期の方が再捕率は高い。また、放流地点が河に近い方が再捕率は高い。

引用文献

小山長雄他5名 1967 よび水式魚道に関する実験 木曾三川河口資源調査報告 №3 1～17
 久保伊津男・吉原友吉 1969 水産資源学 1～482 共立出版 東京

白石秀一・鈴木規夫 1962 アユの産卵生態に関する研究 淡水研報 12(1) 88-107

石田力三 1959 アユの産卵生態-I 産卵群の構造と産卵行動 日水誌 25(4) 259-268

Table 1 Nos. of recaptured and percentage of Marking fish in Artificial River

Hour		Oct. 23			Oct. 24			Oct. 25			Oct. 26			Oct. 29			Oct. 30			Oct. 31			Nov. 1		
		♂	♀	T.	♂	♀	T.	♂	♀	T.	♂	♀	T.	♂	♀	T.	♂	♀	T.	♂	♀	T.	♂	♀	T.
0-2	(a) No. of recaptured				6	9	15	3	1	4	0	0	0				1	0	1	0	0	0	0	0	0
	(b) % of recaptured				02	08	05	007	008	01	0	0	0				007	0	007	0	0	0	0	0	0
	(c) % of sex distinction of recaptured				04	06		02	01		0	0	0				01	0		0	0		0	0	0
2-4	(a) "				2	4	6	1	3	4	0	0	0				1	0	1	0	0	0	0	0	0
	(b) "				005	015	02	008	007	01	0	0	0				007	0	007	0	0	0	0	0	0
	(c) "				01	08		01	02		0	0	0				01	0		0	0		0	0	0
4-6	(a) "				7	6	13	3	2	5	1	1	2				3	0	3	0	0	0	0	0	0
	(b) "				025	015	04	018	007	02	004	004	007				02	0	02	0	0	0	0	0	0
	(c) "				05	04		02	01		01	01					04	0		0	0		0	0	0
6-8	(a) "				5	16	21	0	4	4	0	0	0				1	0	1	0	1	0	0	0	0
	(b) "				016	054	07	0	01	01	0	0	0				007	0	007	0	007	007	0	0	0
	(c) "				03	10		0	08		0	0	0				01	0		0	01		0	0	0
8-10	(a) "				4	10	14	1	2	3	0	0	0				0	1	1	0	0	0	0	0	0
	(b) "				017	033	05	005	005	01	0	0	0				0	007	007	0	0	0	0	0	0
	(c) "				08	06		01	01		0	0	0				0	01		0	0		0	0	0
10-12	(a) "				24	35	59	0	1	1	0	0	0				0	1	1	0	0	0	0	0	0
	(b) "				082	118	20	0	003	008	0	0	0				0	007	007	0	0	0	0	0	0
	(c) "				16	22		0	01		0	0	0				0	01		0	0		0	0	0
12-14	(a) "				5	1	6	0	1	1	0	1	1				0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(b) "				015	005	02	0	008	008	0	004	004				0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(c) "				08	01		0	01		0	01					0	0		0	0		0	0	0
14-16	(a) "	405	110	515	27	7	34	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	(b) "	185	35	170	094	026	12	0	003	008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	007	0	007	0	0	0
	(c) "	275	71		18	05		0	01		0	0	0				0	0		01	0		0	0	0
16-18	(a) "	180	95	275	55	54	109	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0
	(b) "	61	30	91	19	18	37	007	0	007	0	0	0	0	0	0	0	006	006	0	014	014	0	0	0
	(c) "	122	61		37	35		01	0		0	0	0				0	01		0	03		0	0	0
18-20	(a) "	15	10	25	17	10	27	0	2	2	1	0	1				3	0	3	1	0	1	0	0	0
	(b) "	05	08	08	06	08	09	0	007	007	004	0	004				02	0	02	007	0	007	0	0	0
	(c) "	10	06		12	06		0	01		01	0					04	0		01	0		0	0	0
20-22	(a) "	7	15	22	4	2	6	0	0	0	1	0	1				0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(b) "	02	05	07	015	005	02	0	0	0	004	0	004				0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(c) "	05	10		08	01		0	0		01	0					0	0		0	0		0	0	0
22-24	(a) "	3	10	13	4	5	9	0	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(b) "	01	08	04	015	015	03	0	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(c) "	02	06		03	03		0	0		0	0	0				0	0		0	0		0	0	0

Table. 2 Mortality of marking fish in pond

Hour		Oct. 23			Oct. 24			Oct. 25			Oct. 26			Oct. 29			Oct. 30			Oct. 31			Nov. 1		
		♂	♀	T.	♂	♀	T.	♂	♀	T.	♂	♀	T.	♂	♀	T.	♂	♀	T.	♂	♀	T.	♂	♀	T.
0-2	(a) Mortality No. (%)				4	2	6(0.9)	16	17	33(8.3)	27	42	69(8.8)				18	18	36(5.8)	24	35	59(8.3)	51	69	120(17.4)
	(b) Mor. (% of sex distinction)				0.5	0.4		3.3	3.3		5.5	8.1					5.5	5.8		7.3	11.8		15.6	19.3	
2-4	(a) "				5	2	7(0.7)	16	18	34(3.4)	29	49	78(7.7)										58	61	119(17.9)
	(b) "				1.0	0.4		3.3	3.5		5.9	9.5											16.2	19.6	
4-6	(a) "				8	4	12(1.2)	17	18	35(3.5)	29	51	80(7.9)							26	36	62(9.7)	55	68	123(18.5)
	(b) "				1.6	0.8		3.5	3.5		6.9	9.9								8.0	11.6		16.3	20.3	
6-8	(a) "				8	5	13(1.8)	18	27	45(4.5)										27	38	65(10.2)	57	65	122(19.1)
	(b) "				1.6	1.0		3.7	5.2											8.3	12.2		17.4	20.9	
8-10	(a) "				10	6	16(1.6)				32	54	86(8.6)				20	20	40(6.3)	30	40	70(11.0)	60	57	117(19.9)
	(b) "				2.0	1.2					6.5	10.5					6.1	6.4		9.2	12.9		18.3	21.5	
10-12	(a) "							19	27	46(4.6)	38	56	94(8.8)				20	21	41(6.4)	31	43	74(11.6)	62	69	131(20.5)
	(b) "							3.9	5.2		6.7	10.9					6.1	6.8		8.5	12.3		18.6	22.2	
12-14	(a) "				10	8	18(1.8)	21	29	50(5.0)							21	21	42(6.5)				54	71	125(21.2)
	(b) "				2.0	1.6		4.3	5.6								6.4	6.5					19.6	22.6	
14-16	(a) "	0	0	0	18	14	32(2.7)	28	25	53(5.2)	34	61	95(8.4)	4	5	9(1.4)	22	24	46(7.2)	31	45	76(11.9)	64	72	136(21.9)
	(b) "	0	0	0	2.6	2.7		4.7	5.6		6.9	11.8		1.2	1.6		6.7	7.7		9.5	14.5		19.6	23.2	
16-18	(a) "	8	1	4(0.4)							34	67	101(10.0)	7	11	18(2.8)	24	31	55(8.6)	36	50	86(15.5)	65	79	144(22.6)
	(b) "	0.6	0.2								6.9	13.0		2.1	2.5		7.3	10.0		11.6	16.1		19.9	25.4	
18-20	(a) "				14	15	29(2.9)				34	63	102(10.1)	9	11	20(3.1)	24	33	57(8.9)	40	50	90(14.1)	68	81	149(23.4)
	(b) "				2.8	2.9					6.9	13.2		2.3	2.5		7.3	10.6		12.2	16.1		20.8	26.0	
20-22	(a) "				15	15	30(3.0)	24	34	58(5.8)	38	70	108(10.7)	13	12	25(3.9)							71	83	154(24.1)
	(b) "				3.0	2.9		4.9	6.6		7.4	13.6		4.0	3.9								21.7	25.7	
22-24	(a) "	4	2	6(0.9)	15	16	31(3.1)	25	36	61(6.1)	39	72	111	15	16	30(4.7)	24	35	59(9.2)				75	85	160(24.8)
	(b) "	0.8	0.4		3.0	3.1		5.1	7.0		7.6	14.6		4.6	4.8		7.3	11.3					23.3	27.3	