

コアユの群形成に関する池中実験

Experiment on the Forming School of "Ayu" *Plecoglossus artivelis* T.et.S. in the Pond

はじめに

びわ湖上に夏季にみられるコアユの群泳“マキ”は、コアユ生活史の中の一時的な群形成であり、何んらかの生物学的な機能を有するものと思われ、それらは生理的な面、棲息環境によるもの、摂餌、捕食者からの防衛またはより複雑な要素を含むもの(Radakov 1972)であるかもしれない。

本報では、これらのうち湖上の群泳“マキ”の調査、漁業者の観察からコアユの群形成の一因として、捕食者ハスと被食者コアユの関係は無視することの出来ない事実であるので、この両者の関係を池中で実験的に再現出来るかどうかについて試みたので、その結果を報告する。

方法および供試魚

実験池 水産試験場の丸型池(半径8.7 m、水深1 m)を使用し、池中央部の排水口部分に高さ約3 mの観察台を設けた。池水はびわ湖水を用い、流速は10~50 cm/secであった。

供試魚 コアユ(*Plecoglossus artivelis* T. & S)は、本場水路に遡上した1尾平均3.96 gを用い、池中に約3000尾(人工飼料で餌付けしたもの)を入れた。ハス(*Opsariichthys uncirostris* T. & S)は、産卵期(6~8月)に河川に遡上したものを別丸型池に一部砂利を敷いて(池に放した殆んどハスがこの部分を遊泳したので、天然魚の馴致には効果があつたと思われる)約2週間は無給餌(餌付き易くするため)で毎日2回メチレンブルーで薬浴し、捕獲時の“スレ”からの魚病の感染を防いだ。この間、ハスは足音や人影に驚いて、水面を無方向に躍って池壁に激突するため死傷する魚が多かつた。8週目頃から、生きたコアユを池に少しづつ放して自然に喰べさせた。ハスの食欲がでてきた時を見て、弱らせたアユを手で与えた。5週目頃には、よく餌付いて、投げ入れるコアユを待つ様にして、集まって盛んに摂餌するようになった。5週間後の生残は約80%であつた。この頃の摂餌量は、ハスの総量12 kg前後であつたが、1日約1 kgの生きたコアユが必要であつた。

実験結果および考察

実験結果は Fig. 1, photo. 1-1~6 に示した。

- (1) コアユのみ (Fig. 1, A-1, A-2) コアユは池底、壁の藻を喰んで池全面に分散している事が多く(A-1) コアユに人工飼料を十分に与えると、かなりまとまって行動する(A-2)が後述のようなハスがいて群れる状態と比較すると、群れが比較的大きく、群れの密度が低いまたこの群れから離れていくものもあり、かなり様相が異なる。群れが移動していると、序々に群泳が長くなって来て後部から小さなグループで分かれ、後部のコアユがさらに10尾前後これについて離れ、逆の方向に泳ぎ出す、そして大きな群れの先頭と出会うと、すぐ合流して大きな群と共に泳ぐ、この時必ずしも先頭になるとは限らないが、先頭部分にいる。そしてこの合流した群れが池中を廻っている内に、また同じような事をくり返す。この様な現象は、餌料を与えた後1時間以内ぐらいによく見られる。時間の経過と共に池底、壁を喰むコアユが見られはじめる。
- (2) ハス1尾 (Fig. 1, B-1~B-4) コアユに無給餌の場合は、B-2のように、ハスが動かない時または移動の時、その周囲に Empty space (Radakov 1972) があるが、コアユはその部分を除いては、池全面に分散しているのがよく見られた。コアユに給餌すると、B-1、水流のある時はB-3、B-4のような型が多くみられた。B-3では、中心部のアユは一定方向にぐるぐる廻り、その輪が時に大きくなつたり、小さくなつたりした。B-3はハスの“鼻カン”(アユの友釣りに用いる方法でハス用のものを作成した)に繋いである糸を伸ばして中心部に近づけると、コアユはハスを避けて、一部分が半島状に突き出たような型になつて廻つていた。この輪から時に、20尾位のグループで何んとなく分かれ始める。そして離れた小さなグループは、中心部の大きな群

れの輪に近づくと、すぐに一緒になるというような事を、1時間の内に何回となくくり返した。群れからの離脱自体に意味があるとは考えられない。群れから離れる時、2、8尾が離れても、近くのコアユは付いて出ない。またこの2、8尾も離れる事が恐いのかのように、急いで群れに戻る事が多く、20尾位で離れてゆく回数に比較して、2、8尾が離れようとする回数は非常に多い。大きな群れから、極端に小数の群れでは分かれにくいものと思われる。

(3) ハス2~4尾 (Fig.1 C-1, C-2, D) ハスを2~4にしたが、状況は1尾の場合と変わらない。鼻カンを取外した場合、ハスが自由に行動できるので、コアユは側壁に沿って廻る個体が多かった。

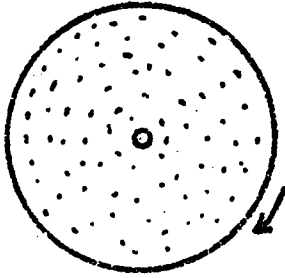
(4) ハス10尾 (Fig.1 E) ハスは、多くの場合、群れて泳ぎ、ハスが側壁近くを廻ると、コアユは中心部に群れて廻り、ハスが中心部に近づくと、コアユは中心部で一層密度が高くなってより中心部に群れるか、または中心部から離れてしまった。

(5) ハス20尾 (Fig.1 F) コアユに給餌しないと、ハス20尾であつても分散して、池底、壁を喰む個体が多い。ハスが時に追う(捕食のための攻撃とみられる)様な動きを示すと、近くのコアユは素速く放射状に逃げるが、群れずにすぐ分散して喰む行動をし、群れる事は非常に少ない。

ハスの尾数を順次多くしているのは次のような理由による。池中実験では、この場合、丸型池の中心部の排水口部分の壁や、周囲の側壁にコアユが集まる群れは、自然の水域では、ハスを避けて、逃避できるかもしれない状態にあるが、池中であるため壁面で止められているかもしれないと考え壁面に沿わない群れの形成を期待したからである。

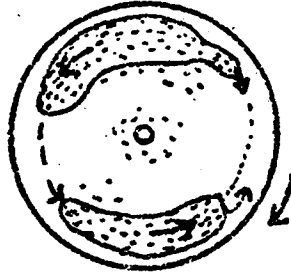
(6) ハス40尾 (Fig.1 G~H-4) コアユに無給餌でもハスの密度が増すと壁面でない所で、コアユの密度の高い群形成がみられた(G)。群れの型は、次々と様々に変化し、一定したものではないが、ハスが追う(捕食のための攻撃 attack、迫力のある泳ぎ方 force)のために、群れが分断されて小群が出来ることが、大きな群れに、また互いの群れが一緒になろうとする傾向は強い。ハスの追いの激しさが鈍ると、すぐ分散して池底、壁を喰み始める。ハスの追いの程度、その時のハスの密度で、コアユの摂餌状況に関係なく群れが形成されたり、しなかつたりするものと思われる。この場合コアユが飽食状態であれば、さらに群れは形成され易く、また長く続いた。次にH-1~H-4はコアユ無給時、ハス40尾で、ハスの追いを中心に観察したものである。H-1は、朝からハスの追いが激しく、コアユは水面を飛び躍りながら側壁をぐるぐる廻り、ハスが割つて入ると、群れは分断され、コアユは panic状態を呈していた。H-1でもハスの追いは激しく、コアユは2または3群に分かれている事が多かつた。ハスの追いは、①コアユの後についてゆつくり泳ぐか、遊泳方向をしばしば変えながら、時々急にスピードを増してコアユに近づくと、②は①の動作が非常に激しくまた敏捷で、見ていていかにも餌を「喰う」という追いの2通りあるように思われる。コアユを捕食する場合は、多くは②の追いで水面に押し上げられたコアユ約10尾程度が群れから離れると、すぐ近くにいるハスだけでなく、少し離れているハスまで(他のハスの行動を察知してと思われるが)も一斉に猛スピードで、ハスが互いに、またはハスが池の壁に衝突する位に集まり、バシヤツという水音と同時にコアユを捕食し、直後ハスがコアユを嚙下する動作や、口にコアユを喰わえているのがみられる。くり返される捕食の状況は殆んどこのパターンで行われた。群れから離れる事が捕食の対象となる事から、群れであることが捕食されにくい事を示しているが、魚の機動性や守備的動作が捕食魚をまごつかせる程のものがある(Radokov 1972)かどうかは疑問である。観察からは、ハスの追いの動作が激しく、どうしようもなくより集まったという感じが強い。H-8は、ハスが喰べ易いように、予め弱らせたコアユを飽食状態とみられるまで与え、その2時間後からの観察では、ハスの追いは全く鈍く、コアユは分散していた。その後コアユに給餌したが、無給時であつたのに、摂餌状況は悪く、むしろ池底を喰む個体数の方が多かつた。H-4では、H-8よりもハスの追いはみられるが攻撃というものではなく、コアユは巾広くかなり密度の低い群れで、ハスの上を通過したりしており、H-1、H-2でみられた panic状態は想像も

A-1



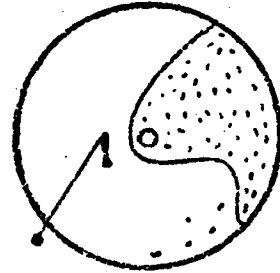
ハス なし
コアユ 無給餌

A-2



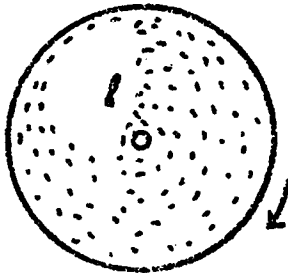
ハス なし
コアユ 給餌

B-1



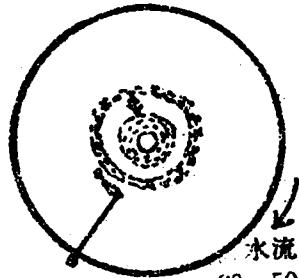
水流なし
ハス1尾
コアユ 給餌

B-2



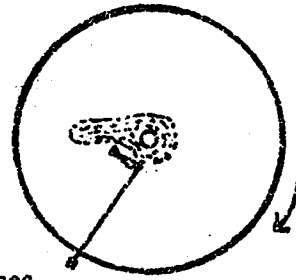
ハス1尾
コアユ 無給餌

B-3



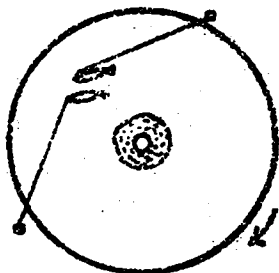
ハス1尾
コアユ 給餌

B-4



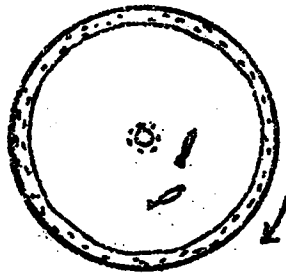
ハス1尾
コアユ 給餌
中心部にハスを近づける

C-1



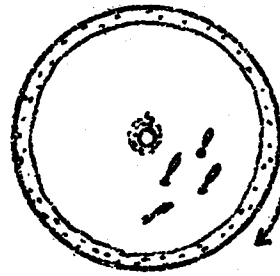
ハス2尾
コアユ 給餌

C-2

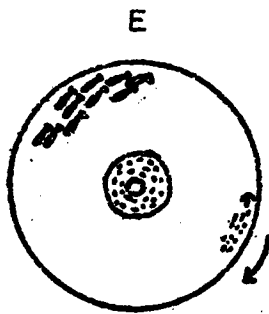


ハス2尾
鼻カンを除く
コアユ 前日給餌
周壁をまわる

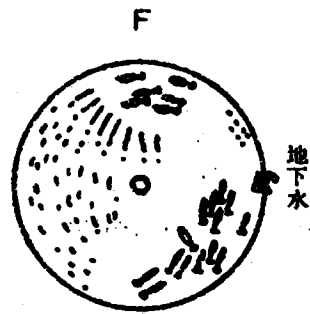
D



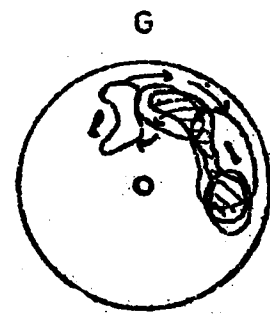
ハス4尾
コアユ 前日給餌
周壁をまわる



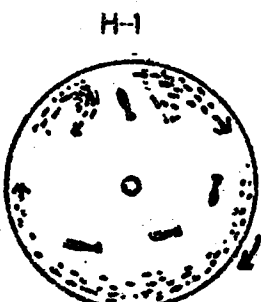
E
ハス10尾
コアユ 2日前給餌
大部分のアユは中心部



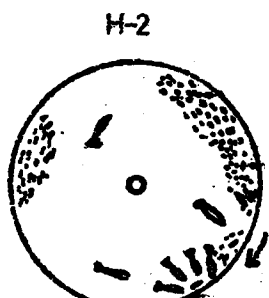
F
ハス20尾
コアユ 無給餌
ハスに追われると素早く逃げるが、群れずに、すぐバラバラになって泳ぐ。



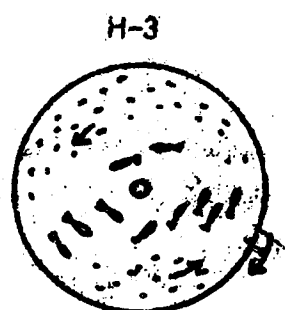
G
ハス40尾
コアユ 無給餌
激しく追われると1つの群れが分割される。小さく分かれた群れは大きな群れに帰ろうとする。追いが止むと、すぐに分散して池底を喰む。



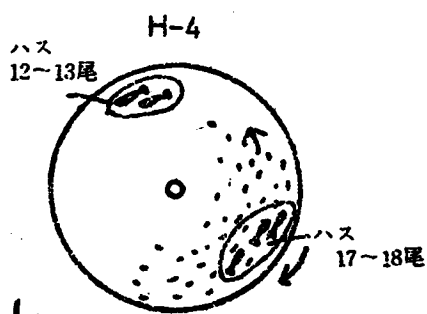
H-1
9:30(8月15日)
ハス40尾(前日に入れる)
コアユ 無給餌
コアユは周壁を飛びはねながら廻り、時に分断される、panic状態



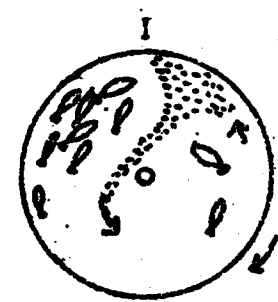
H-2
10:15
群れは、分かれている事が多い。ハスが激しく追って、数尾のコアユが群れからはなれると、5-7尾のハスが互いに突き当たるぐらいのスピードで一斉に追い、カユを食う。



H-3
14:00
12:00より20分程ハスに別に用事したアユを餌食状態とみられるまで与える。14:00ではハスの追いはにぶくバラけている。コアユもユアユもバラけている、コアユにも投餌するが喰いは悪い。底を喰むものが多い。



H-4
16:00
ハスは14:00よりは、コアユを追うのがみられるが、コアユは巾広くなって泳ぎ、ハスの上をかなりバラけた状態で通過する。ハスが特に追わなければ、午前中にみられたpanic状態からは想像出来ない状況である。



I
コイ10尾(1尾約1kg)
コイはハスのように追わない。1団になって泳ぎ、たまたまコイがアユを囲むような形になると、アユは水面に浮いて逃げ、はねる事もある。(食害魚でなくて人魚の形になりうる)

Fig. 1 Schooling behavior of Ayu-fish in the round pond under the influence of Hasu-fish and carp.

By the observations in the round pond, Ayu-fish forming school easily when feed diets to Ayu-fish and Hasu-fish is starvation.

出来ない状態であつた。

(7) コイ10尾(1尾平均約1kg)(Fig. 1 I)絶食状態のコイを、ハスを取除いた同池に入れた。ハスとは食性が異なるので、追うという動作はみられない。偶然にコイがコアユを囲む状態になると、コアユは逃げて水面に浮き飛び躍ねる事もあるが、池中はハスの場合と全く異なり、平穩であると表現出来る。捕食魚でなくても瞬間的には、ハスが追わない状態で近づいた時と同じような型と似たものが出来得るということであろう。

以上、ハスとコアユの関係から、群れ(“マキ”)の形成の池中実験を行つて、ハスの追いに關連する“マキ”形成は再現できたと考えているが、さらに、水温、流速、時間を加えた池中実験、また自然水域では、湖中のマキの出現状況、出現の時間、季節的なもの、アユの生理的な面との關係、アユを専食する12cm以上のハス(田中1964)の活動時間、時期、コアユおよびハスの摂餌の時間的な面等とどのように關連しているかを今後追求しなければならない。

ハスの池中でのコアユ捕食量

前記同円型池にコアユ3000尾(平均体重3.96g)、を計数して入れ、ハス40尾(平均体長27.6cm ± 0.5、平均体重203.5g)を入れ、8日間放置し、その間斃死アユは計数して取り上げ、8日目には再び全数を計数した。ハス1日、1尾当りの捕食量は8.1尾(12.3g)であつた。

$$\text{コアユ } 3,000 \text{尾} - (\text{残数 } 1,919 \text{尾} + \text{斃死 } 108 \text{尾}) = 978 \text{尾}$$

$$\text{コアユ } 978 \text{尾} \div \text{ハス } 40 \text{尾} \div 8 \text{日} = 8.1 \text{尾} / \text{ハス } 1 \text{尾} / \text{日}$$

ハスの消化率

前記同円型池にハス89尾(40尾中より不健全魚1尾を除く)を入れ、コアユ(尾部を切断し、コアユの遊泳力を減じ、ハスが喰べ易くし、また残餌の生きたコアユを取り上げ易くした)を飽食状態にまで喰べさせ、その後時間毎に、5尾づつ取り上げ、直ちに開腹し、腸内容物量(無胃魚のため)を計量した。取り上げは、他のハスへのストレス、取り上げ魚の餌の吐出、脱糞等を考慮して素早く、掛け釣で釣り上げ、高濃度の麻酔液(M.S. 222)に入れた。結果はFig. 2、photo. 7~13に示した。

その他

ハスの消化率実験で、ハスを開腹中、腸管後部にコアユの背髄骨が形が崩れずにあるのがみられた。池中にも同様の背髄骨が多く排泄されていたので記録に止めた(photo 14)。

ハスの腸管内では、コアユは頭部より嚙み込まれたもの、尾部からのものとまちまちであつた。

また、実験中コアユ投餌後、残餌コアユの取り上げ時に、コアユの頭部のみや魚体の半分近くが咬み切られた様なものがあり、その後も度々みられた事から興味ある喰べ方をするのでこれも記録に止めた。

(photo 15)。

まとめ

- 1 琵琶湖上で夏季にみられるコアユの群れの形成“マキ”に関して、捕食者ハスと被食者コアユの關係について、池中実験での再現を試みた。
- 2 池中所ける群形成の要素は、本実験からではまづコアユが飽食状態であれば群れ易いというコアユ(被食者)の摂餌状態が考えられ、次にハス(捕食者)の数が多の方がコアユが群れ易いというハスの密度、ハスが飽食状態であればコアユを追わないというハスの摂餌状況の8つが考えられる。

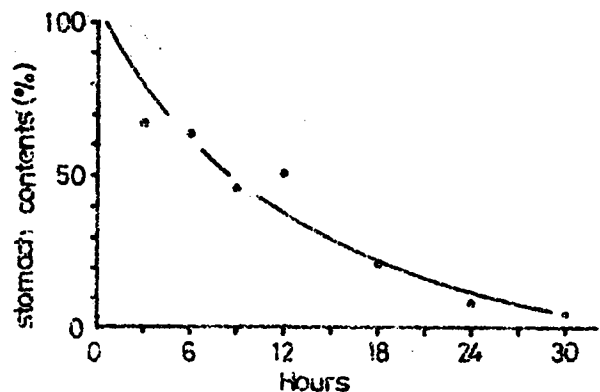


Fig. 2. Digestibility of Ayu in Hasu
Body length $23.4 \pm 0.2(\text{se})\text{cm}$.

引用文献

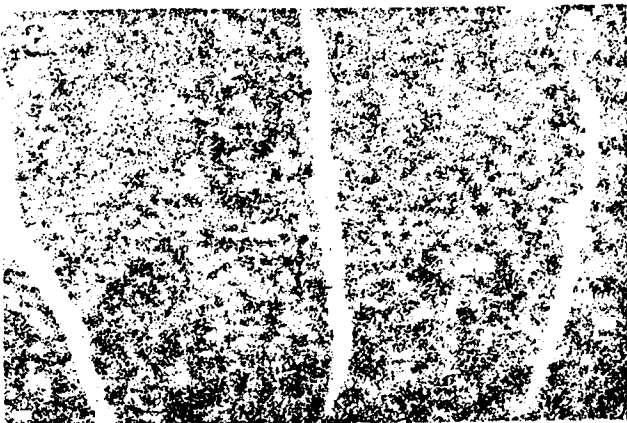
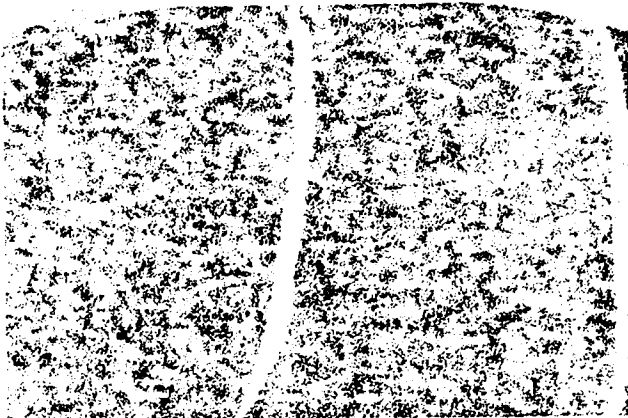
D.V. RADA KOV 1972 STAINOST'RYB KAK EKOLOGICHESKOE YAVLENIE.
1-178 Izdatei'stvo "NavKa" Moscow (Translated from Russian by H. Mills)
1978 SCHOOLING IN THE ECOLOGY OF FISH. JOHN WILEY & SONS.

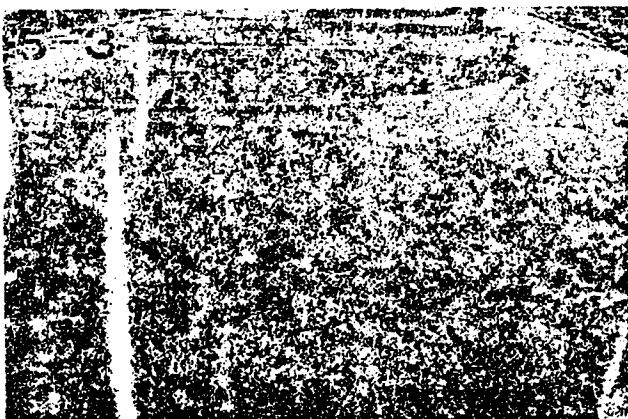
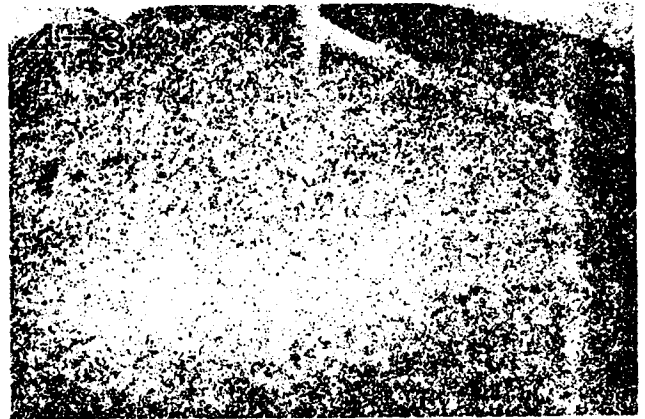
N. Y.

田中 晋 1964 びわ湖産ハス *Opsariichthys uncirostris* (T.&S) の食物と成長
生理生態 12, 106-114

Explanation of plates

- Photo. 1 - 1 } -----Hasu-fish is no existence. Ayu-fish is starvation.
1 - 2 }
- Photo. 2 - 1 } -----Hasu-fish is no existence. Feeding sufficient
2 - 2 } Ayu-fish on artificial diets.
- Photo. 3 -----One fish of Hasu-fish. Ayu-fish is starvation.
- Photo. 4 - 1 } -----Forty fishes of Hasu-fish.
4 - 2 } Ayu-fish is starvation.
4 - 3 }
- Photo. 5 - 1 } -----Forty fishes of Hasu-fish. Feeding sufficient on artificial
5 - 2 } diets.
5 - 3 }
- Photo. 6 -----Ten fishes of Carp. Ayu-fish is starvation.
- Photo. 7 ~ 13 -----Digestive process of Ayu-fish in the alimentary canal
of Hasu-fish.
- Photo. 7 ----- 3 hours later from eating
- Photo. 8 ----- 6 "
- Photo. 9 ----- 9 "
- Photo. 10 ----- 12 "
- Photo. 11 ----- 18 "
- Photo. 12 ----- 24 "
- Photo. 13 ----- 30 "
- Photo. 14 -----Vertebrae, integments and fins of Ayu-fish excreted from
anus of Hasu-fish in the cultural pond.
- Photo. 15 ----- a } Cutting off purposely caudal fin that Hasu-fish is
b } easy to take it.
c } Ayu-fish body bitten by Hasu-fish in the cultural
d } pond.







7

11

8

12

9

13

10

15