

ニジマス及びオオクチバスに摂取させた不消化物の体内滞留時間

松 本 勉

Retention Time of Indigestible Materials Fed to Rainbow Trout *Salmo gairdneri* and Largemouth Bass *Micropterus salmoides*

Tsutomu MATSUMOTO

Excretion of indigestible materials fed to rainbow trout or a largemouth bass with paste made from commercial food, wheat flour, and tap water; with live tadpoles; or with fillets of striped mullet was examined. The materials are plastic balls (3 mm in diameter), ball-like styrofoams (3 mm to 6 mm in diameter), pieces of plastic tube (5 mm in diameter, 3 mm in length) filled with the styrofoams, and chopped gum threads (1.5 mm in diameter, 7 mm in length).

The results are:

- 1) The retention times of the materials in the fishes were variant in reference to the materials or food.
- 2) All the plastic balls fed to the trout and the bass were recovered, but some of the styrofoams, the pieces of plastic tube, and the chopped gum threads fed to the trout were not recovered nevertheless dissection.
- 3) A statistically significant ($p < 0.1$) coefficient of correlation between the numbers of the chopped gum threads recovered from the individual trout and refractive indexes of the plasma of each was gained. The vigorousness of the trout was conjectured by the numbers because the chopped gum threads had been taken by the trout under rivalries.

魚類に対するストレスとして密殖、酸素不足、感染症、驚かすこと、強制運動、麻酔等が指適され、これ等は血液性状を変化させ、鰓における血液の流路を変化させるとされる¹⁾。筆者はストレスにより不消化物の体内滞留時間（不消化物の摂取から排泄までの所要時間）に差がでると仮定した。この仮定が成立すれば、ストレスの大きさを不消化物の体内滞留時間から推定することも可能と思われる。

又、養殖魚に疾病が発生した場合、医薬品を飼料等に添加して投与されることがあるが、この際、医薬品を健康状態に差がある個体にできるだけ均等に摂取させる必要がある²⁾。従って、健康状態に差がある個体の摂餌状態を明らかにすることは重要である。

上記の仮定を検証し、健康状態に差がある個体の摂餌状況を明らかにするための予備的試験として、ニジマス及びオオクチバス (*Micropterus salmoides*) に摂取させた不消化物の体内滞留時間等を検討した。

材 料 と 方 法

実験は昭和59年8月27日から12月21日の間に行ない、いずれの実験でも実験開始日の前日は投餌しなかった。実験期間中は自記温度記録計で水温を測定した。

実験1 水深を75 cmにして毎分6 ℓの井水を注加したFRP水槽（100 cm×240 cm、以下同）に収容したニジマス6個体（体重136 g～226 g、平均176 g）にプラスチックボール（直径3 mm、ナイロン、木綿又は絹糸を通して結び標識とした。以下同）を練り餌に包んで摂取させた。練り餌は配合飼料（オリエンタルます用固型No.4）と水道水の5：3の重量比で作製し、プラスチックボールを包んでいない餌と共に、8月27日から9月1日まで1日2回投与した。プラスチックボールを包んだ餌は投与開始直後に与え、その後プラスチックボールを包んでいない餌を、水槽底に落ちた餌が摂取されなくなるまで与えた。適宜プラスチックボールの排泄を観察し、体内滞留時間を検討した。排泄されたプラスチックボールの摂取日時はプラスチックボールに結んだ糸の色で確定した。

実験2 実験1に引き続き、ボラの切身に各1個のプラスチックボールをくくりつけて、9月3日から9月8日まで1日2回、各6切又は5切投与し、さらに投与した切身が水槽底に落ちて摂取されなくなるまで、プラスチックボールをつけない切身を投与した。9月3日の2回目の投餌から9月4日の1回目の投餌の間に、1個体が水槽から飛び出して死亡した。その個体の消化管は空で、供試魚中で最小の個体であった。投与したプラスチックボールの数は供試魚の残存数に一致させた。9月6日の1回目に摂取させたプラスチックボールのうち1個が体内に滞留している間に、そのプラスチックボールと識別できないプラスチックボールを9月8日の2回目に摂取させたので、これ等のプラスチックボールは摂取されなかったものとみなして、実験1に準じて検討した。

実験3 水深を50 cmにして毎分10 ℓの井水を注加したコンクリート水槽（170 cm×320 cm、以下同）に収容したニジマス14個体（体重131 g～530 g、平均250 g）に発泡スチロール（3 mm～6 mmの大きさの球状体、以下同）及びプラスチックチューブ（外径5 mm、内径3 mmのものを約3 mmの長さに切って発泡スチロールを詰め込んだもの、以下同）に木綿又は絹糸を結びつけたものを練り餌に包んで摂取させた。練り餌は配合飼料（全農アマゴ稚魚用No.4）60 g、小麦粉10 g及び水道水60 mlで作製し、11月12日から11月21日まで11月17日を除いて1日1回投与したが、13日と14日には摂餌欲が落ちていたのでそれぞれ92 g及び101 gしか投与しなかった。この間12日、13日、14日には発泡スチロールを各14個、19日、20日21日にはプラスチックチューブを各14個摂取させた。又11月22日から12月1日まで11月23日、25日、27日を除いて配合飼料（実験1に用いたもの）60 gと水道水55 mlで作製した練り餌を1日1回投与した。実験1に準じると共に実験4の期間中の排泄及び開腹結果から検討した。

実験4 実験3に引き続き、12月3日に3色のカラーゴム（頭髪を束ねるために使われるもので、色のついた糸で被覆されたゴムを約7 mmの長さに切ったもの。直径1.5 mm、以下同）を、12月4日に別の3色のカラーゴスを摂取させた。配合飼料（実験1に用いたもの）60 gと水道水55 mlで作製した餌を122個に丸め、12月3日に黒色のゴム1個を包んだ餌、包んでいない餌、赤色のゴム1個を包んだ餌、包んでいない餌、桃色のゴム1個を包んだ餌の順に、それぞれ21個、合計105個を7個ずつ10秒間隔で投与し、その後カラーゴスを包んでいない餌17個を投与した。12月4日に同じ方法で青、黄、桃色の順に摂取させた。12月4日にカラーゴスを摂取させた約1時間後にFA100で麻酔して体重を測定し、2種類の角型容器（46

cm×30cm、深さ25cmのもの4個と37cm×21cm、深さ28cmのもの10個)に1個体ずつ収容した。供試魚を収容した容器は、コンクリート水槽内に沈めて網目状の蓋をした。以後投餌せずに、12月5日、6日、8日、12日、20日、21日の午前11時頃にFA 100で麻酔して体重を測定し、排泄された不消化物を計数した。又21日に供試魚を開腹し、体内の不消化物を計数した。ただし20日と21日には2回体重を測定し、2回目の測定及び計数は午後2時頃であった。21日に2回目の体重を測定した後、No.4の個体を除いた13個体の尾柄部下部からヘパリン処理した注射器で採血し、3000rpmで10分間遠心して得られた血しょうの屈折率及びカルシウム量を測定した。血しょうの屈折率はアタゴ社製の屈折計で測定し、カルシウムはOCPC法(Calcium C-Test wako)によって測定した。

実験5 鳥取県下の多鯰ヶ池で採捕したオオクチバス1個体にあらかじめ餌付をし、生きているオタマジャクシ又はボラの切身と共にプラスチックボールを摂取させた。8月27日から9月1日まで尾の基部の背方に1個のプラスチックボールをくくりつけたオタマジャクシを、1日2回各1個体投与した。又9月3日から9月8日まで、1個のプラスチックボールをくくりつけたボラの切身を、1日2回各1切投与した。さらに、摂餌欲が見られる場合は、プラスチックボールをくくりつけていない切身を投与した。9月10日に測定した供試魚の体重は268gであった。

結 果

実験1 実験水槽の水温は実験期間中18.7℃から20.3℃の範囲であった。各投与時に3個から6個のプラスチックボールが摂取され、最も早いもので18時間以内に、最も遅いもので125時間かかって排泄された(Fig. 1)。摂取された日毎の体内滞留時間の平均は、実験の進行とともに短くなった。しかし、日毎の摂餌量は配合飼料換算で8gから14gと、実験の進行と関係なく変化した(Fig. 2)。又1日当たり平均摂餌量は配合飼料換算で11gであり、ニジマスの給餌率表³⁾に示された量の約 $\frac{2}{3}$ であった。

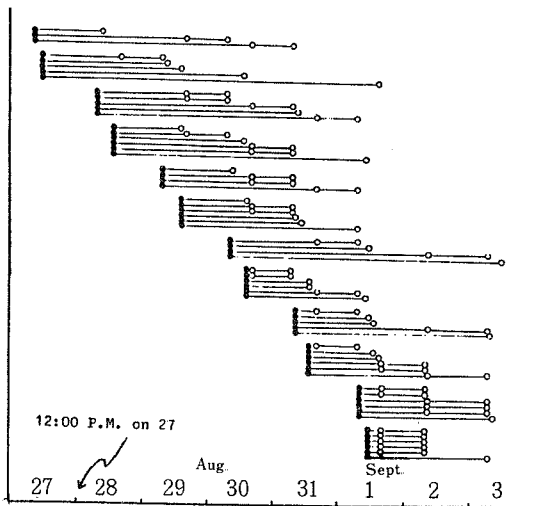


Fig.1 Excretion of the plastic balls taken with the paste made from commercial food and tap water by rainbow trout. A ball was taken at the time indicated by a closed circle and excreted at the time indicated by an open circle or between the times indicated by two open circles.

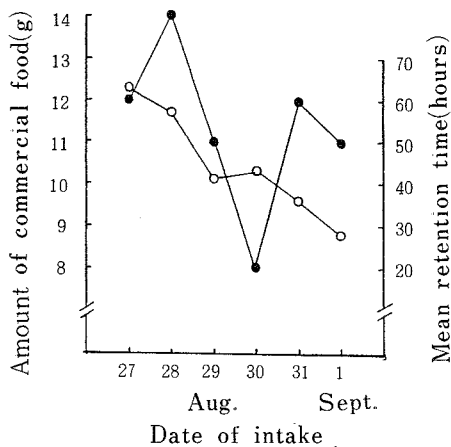


Fig. 2 Mean retention time of plastic balls in the bodies and the amount of commercial food contained in the paste taken by rainbow trout. The open circles indicate the mean retention time and the closed circles indicate the amount of commercial food.

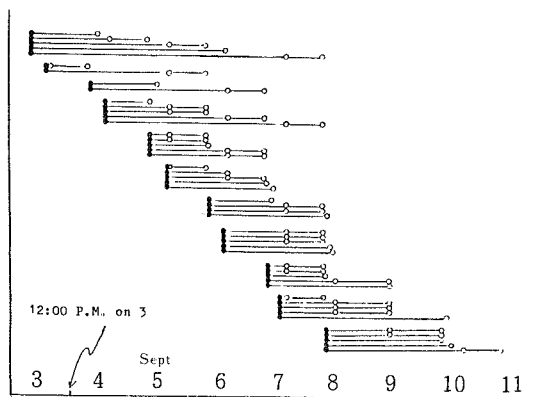


Fig. 3 Excretion of plastic balls taken with fillets of striped mullet by rainbow trout. A ball was taken at the time indicated by a closed circle and excreted at the time indicated by an open circle or between the times indicated by two open circles.

実験2 実験水槽の水温は実験期間中18.3℃から20.0℃の範囲であった。各投与時に2個から5個のプラスチックボールが摂取され、最も早いもので17時間以内に、最も遅いもので104時間から119時間かかって排泄された。実験開始日及びその翌日に摂取されたプラスチックボールの体内滞留時間はバラツキが大きかった (Fig.3)。しかし、摂取された日毎の体内滞留時間の平均及び摂取量は実験の進行と関係なく変化した (Fig. 4)。又1日当り平均摂取量は17gでニジマスの給餌率表に示された量の約 $\frac{2}{3}$ と推定された。

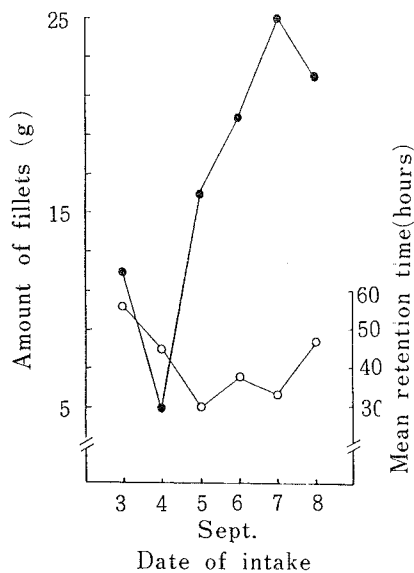


Fig. 4 Mean retention time of plastic balls in the bodies and the amount of fillets of striped mullet taken by rainbow trout.

The open circles indicate the mean retention time and the closed circles indicate the amount of fillets.

実験3 実験水槽の水温は実験期間中 13.0℃から 16.2℃の範囲であった。12月1日までに発泡スチロール21個、プラスチックチューブ28個が排泄され、発泡スチロールの体内滞留時間はプラスチックチューブの体内滞留時間より長い可能性を示していた (Fig.5)。その後実験4の期間中の排泄及び開腹結果では、発泡スチロールは1個を除いて排泄が確認できたが、プラスチックチューブは8個が回収できなかった。又プラスチックチューブに詰め込んだ発泡スチロールは、プラスチックチューブから離れて回収されたものもあった。

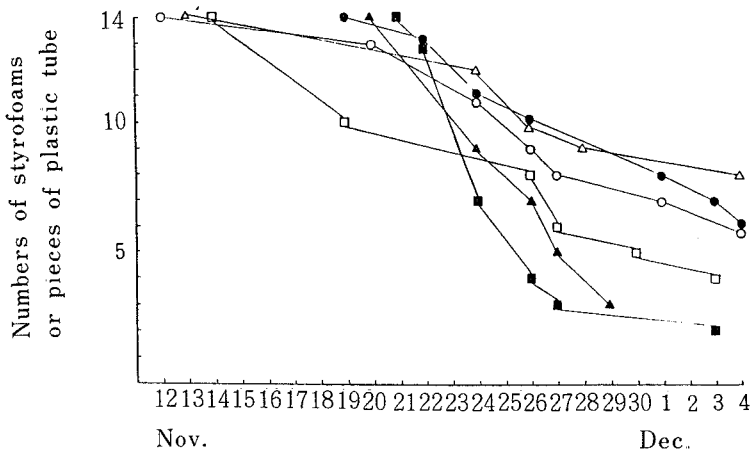


Fig.5 Excretion of styrofoams or pieces of plastic tube taken with the paste made from commercial food, wheat flour and tap water by rainbow trout. The open symbols indicate the numbers of the styrofoams retained in the bodies and the closed symbols indicate the numbers of the pieces of plastic tube retained in the bodies.

実験4 実験水槽の水温は実験期間中 12.0℃から 14.5℃の範囲であった。12月5日の観察ではカラーゴムの排泄はみられなかった。カラーゴムは排泄によって67個、開腹によって39個回収され、20個は回収できなかった。20個回収できなかった原因は不明であった。開腹によって回収されたカラーゴムは全て胃内に滞留しており、腸は空であった。胃内にも配合飼料は見られなかった。各個体毎に回収されたカラーゴム数の標準偏差は黒色 0.94、赤色 0.74、桃色 1.10、青色 1.15、黄色 1.20、燈色 1.04 であった。

各個体から回収されたカラーゴムの数と血しょうのカルシウム量に有意な相関は見られなかったが、血しょうの屈折率とは有意な相関 ($r = 0.5291$, $P < 0.10$) が見られた。3日と4日に摂取されたカラーゴムを区別して血しょうの屈折率との相関を見ると、3日に摂取されたカラーゴムとは有意な相関 ($r = 0.5703$, $P < 0.05$) が見られたが、4日に摂取されたカラーゴムとは有意な相関は見られなかった。体重の測定結果は別途報告する⁴⁾ (Table)。

Table 1. Numbers of the chopped gum threads recovered from tanks in which rainbow trout were isolated or from the stomachs, and refractive indexes of the plasma and the volume of the calcium in the plasma.

fish No	color of the threads						refractive indexes	calcium mg/dl	Body weight(g) (on December 4)
	black	red	pink	blue	yellow	orange			
1	2	2	0	2	1	1	1.3494	11.7	633.2
2	1	2	2	2	3	1	1.3490	10.4	464.4
3	3	1	2	1	1	2	1.3492	10.8	362.8
4	1	1	3	0	0	0	-	-	360.8
5	1	2	2	1	2	3	1.3458	11.7	304.4
6	0	2	2	3	1	0	1.3461	11.6	308.4
7	2	2	2	0	2	0	1.3454	10.7	311.7
8	1	2	2	3	1	0	1.3442	11.1	311.4
9	2	1	0	1	4	2	1.3455	10.0	215.1
10	3	1	0	3	0	0	1.3461	11.1	204.3
11	1	2	0	1	1	2	1.3448	10.9	185.4
12	0	0	0	0	0	0	1.3434	9.9	162.4
13	1	1	1	2	2	2	1.3444	9.9	178.7
14	2	0	0	0	0	1	1.3445	10.6	144.6

実験5 実験水槽の水温は実験期間中 19.0℃から 21.5℃の範囲であった。8月30日の2回目に投与したオタマジャクシ及び9月5日、8日に投与したボラの切身並びに9月7日の2回目に投与したボラの切身は捕食されなかったので水槽から取り出した。オタマジャクシと共に摂取させたプラスチックボールは最も早いもので18時間以内に、最も遅いもので33時間から48時間かかって排泄された。又ボラの切身と共に摂取させた場合、最も早いもので25時間で、最も遅いもので79時間から95時間かかって排泄された。又摂取された順位と逆転した順位で排泄された例も見られた (Fig. 6)

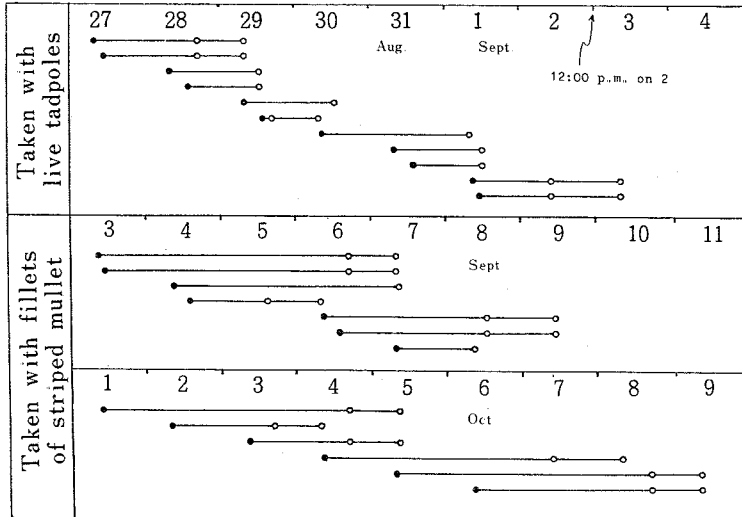


Fig.6 Retention time of plastic balls in the bodies taken with live tadpoles or with fillets of striped mullet by the largemouth bass. A ball was taken at the time indicated by a closed circle and excreted at the time indicated by a open circle or between the times indicated by two open circles.

考 察

4種類の不消化物を使って実験を行なったが、体内滞留時間や回収率に、不消化物の種類による差が見られることは、摂取される不消化物の材質、形状の検討が重要なことを示している。プラスチックボールの排泄は確認されやすく、全て回収されたが、摂餌欲が無くなるまで投餌しても、給餌率表に示された量の約 $\frac{2}{3}$ しか摂餌せず、プラスチックの摂取が摂餌欲を低下させた可能性がある。開腹によって回収された不消化物が全て胃内に滞留していたこと、及び不消化物以外は胃及び腸内が空であったことは、不消化物と可消化物では胃内の滞留時間に差があることを示している。このことは胃の内容物の腸への移動機構⁵⁾から当然のことと考えられる。又絶食したニジマス⁵⁾を飽食させた場合、糞の排泄は水温15°Cの場合9~10時間後に始まるとされているのに比較して、今回の実験で不消化物の体内滞留時間が長いのも当然の結果であろう。これ等は今回の実験に用いた不消化物の摂取が、供試魚にストレス⁵⁾として作用したことを示していると考えられる。

魚病の治療薬を経口投与する際には、全部の魚に投与するために、初めに普通の餌料を与えるなどが考えられている⁶⁾。これは活動の旺盛な個体の摂餌欲を低下させれば、活動力の落ちている個体も摂餌できやすくなると考えられることから合理的であろう。この考え方に立てば、各個体毎のカラーゴムの摂取数の標準偏差は黒、赤、桃色及び青、黄、燈色の順に大きいと期待される。しかし、回収されたカラーゴムの数からは桃、黒、赤色及び黄、青、燈色の順に大きい標準偏差が得られた。魚病の治療には重要な点であるので再検討する必要がある。

カラーゴムの摂取数は、摂餌欲及び摂餌活動の旺盛さを示していると考えられる。カラーゴムの摂取数

と血しょうの屈折率に有意な相関が見られたことは以下のように考えられる。血しょうの屈折率は摂餌との関連で変動するので、カラーゴムの摂取数の少ない個体は、摂餌量が少なかったと仮定すれば予想される結果かも知れない。しかしそうであれば、12月3日に摂取されたカラーゴムの数より4日に摂取されたカラーゴムの数との相関が強いはずであるが、結果は逆であった。したがって、摂餌欲及び摂餌行動の旺盛さと血しょうの屈折率との相関についてもなお検討する必要がある。

要 約

- 1) 不消化物の体内滞留時間は、不消化物の種類及び、不消化物を摂取させる時に与えた餌の種類によって変化した。
- 2) 14個体のニジマスに6色のカラーゴムをそれぞれ21個ずつ連続的に摂取させ、各個体毎に回収された数の標準偏差を求めたところ、標準偏差と投与順位に一定の傾向は見られなかった。
- 3) 前項の回収されたカラーゴムの数と各個体の血しょうの屈折率に相関が見られた。

文 献

- 1) G.A. Wedemeyer, F.P.Meyer, and L.Smith: in "Disease of Fishes" Led. by S.F. Snieszko and H.R.Axelrod, Book 5, T.F.H. Publications, New Jersey, 1976, PP. 26-88.
- 2) 尾崎久雄・池田彌生: 魚類薬理学、サルファ剤、緑書房、東京、1978, PP. 32-36.
- 3) 田代文男他: 養魚講座10、ニジマス、緑書房、東京、1974、PP. 151-152.
- 4) 松本勉: 鳥取水試報告、28、1-8、(1985)
- 5) 能勢健嗣: 淡水研報、10巻1号、淡水区水産研究所、東京、1960、PP. 11-22.
- 6) 原武史: 魚の病気と治療法、緑書房、東京、1971、PP. 57-78.
- 7) T.SANO: J.Tokyo Univ. Fish., 48, 99-104, 1962