

体重測定がニジマス・アマゴ 及びニシキゴイに与える影響

松 本 勉

Effect of Measuring Body Weight in Rainbow Trout *Salmo gairdneri*, Red-spot Masu
Trout *Oncorhynchus rhodurus*, and Fancy Carp *Cyprinus carpio*

Tsutomu MATSUMOTO

Body weights of fishes isolated each other in containers, which had been set in a tank with water supply, were measured successively without feeding. The fish were anesthetized each time for measuring in the water dissolved eugenol (for Exp. 1, 2, 3) or carbon dioxide (for Exp. 4) and then back into the containers for next measuring. The speed of decrease of weight seemed to be accelerated by handling for measuring. The accelerated speed of decrease of weight seemed to last more than 24 hours in rainbow trout and red-spot masu trout but less than 24 hours in fancy carp.

Exp.1 Fourteen rainbow trout were tested. The primary weights were measured just after feeding on Dec.4. The weights of five fish fasting for 96 hours were larger than that of the fish fasting for 48 hours. The speed of decrease of weight from Dec. 20 to Dec. 21 is 7.9 times higher than that from Dec. 12 to Dec.20. The water temperature ranged from 12.0°C to 14.5°C during the experiment. The results are summarized on Table 1 and Fig.1.

Exp.2 Six red-spot masu trout (primary weights: mean 145.3g, max. 193.6g, min. 112.0g) were tested. The primary weights were measured on Apr. 15 after fasting for 48 hours. The water temperature ranged from 11.7°C to 14.8°C during the experiment. The results are summarized on Fig.2 and Fig.3.

Exp.3 Six fancy carp (primary weights: mean 305.4g, max. 338.4g, min. 274.7g) were tested. The primary weights were measured on Apr. 30 after fasting for 72 hours. The water temperature ranged from 14.0°C to 16.1°C during the experiment. The results are summarized on Fig.4 and Fig.5.

Exp.4 Five fancy carp (primary weights: mean 314.7g, max. 347.4g, min. 290.9g) were tested. The primary weights were measured on May 27 after fasting for 48 hours. The temperature ranged from 15.0°C to 16.0°C during the experiment. The results are summarized on Fig.5 and Fig.6.

生きている魚の体重の測定は、活魚としての出荷や実験のために日常的に行なわれる。この際、麻酔せずに一度に多数の個体を手網等ですくって測定する場合には勿論、麻酔して一尾ずつ丁寧に測定する場合にも、鱗がはく離する現象が見られることがある。鱗がはく離しないまでも、魚体を空中にさらしたり、体表の水分を拭き取ったりする操作は、魚に何らかの影響を与えていると考えられる。

筆者は、ニジマスが不消化物を排泄するのに要する時間に関する実験を行う中で、連続して体重を測定した結果、体重測定の影響でニジマスの体重が減少する現象を見た。そしてアマゴ及びニシキゴイでも同様の現象が見られることを確認した。

材 料 と 方 法

水試の池で飼育していたニジマス・アマゴ及びニシキゴイを供試した。実験は昭和59年12月4日から昭和60年5月28日の間に行なった。実験時の水温を自記温度記録計で測定した。供試魚をF A 100の $\frac{1}{2,000}$ 液又は炭酸ガスを使って麻酔し、体表の水分をガーゼで拭きとって体重を測定した。

実験1 12月4日の9時30分に配合飼料の練り餌を、水深を50cmにして毎分10ℓの井水を注加したコンクリート水槽（170cm×320cm、以下同）に収容したニジマス14個体に投与した。この約1時間後に体重を測定し、コンクリート水槽内に設置し、網目状の蓋をした2種類の角型容器（46cm×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。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時頃に体重を測定した。

又20日と21日には、1回目の測定から4時間後に2回目の測定をした。測定時はF A 100液10ℓで麻酔した。

実験2 水深を50cmにして毎分6ℓの井水を注加したFRP水槽（100cm×240cm、以下同）に収容していたアマゴに、4月13日の8時30分に配合飼料を投与し、以後投餌せずに供試した。4月15日の9時から1回目の測定を行ない、以後2時間毎に2～5回目の測定を行なった。さらに16日、17日、18日、19日、20日、22日の9時頃に1日1回、6～11回目の測定を行なった。各測定後はFRP水槽に浮べた通水性のある合成樹脂容器（60cm×40cm×深さ30cm）6個に1尾ずつ収容した。測定時はF A 100液20ℓで麻酔した。

実験3 コンクリート水槽で飼育していたニシキゴイに、4月27日の8時40分に配合飼料を投与し、以後投餌せずに供試した。4月30日の8時40分から1回目の測定を行ない、以後2時間毎に2～4回目、その後1時間毎に5・6回目の測定を行なった。さらに5月1日、2日、4日の8時40分にそれぞれ、7・8・9回目の測定を行なった。その他の条件は実験2にそろえた。

実験4 実験3の終了後コンクリート水槽に収容していたニシキゴイを供試した。5月25日の9時30分に配合飼料を投与し、以後投餌せずに供試した。5月27日の9時から1回目の測定を行ない、以後2時間毎に2～5回目の測定を行なった。さらに28日の8時50分に6回目の測定を行なった。測定時は炭酸ガスを溶入させた井水（炭酸ガスの量は測定せず）で麻酔した。その他の条件は実験2にそろえた。

結 果

実験1 実験期間中の水温は12.0℃から14.5℃の範囲であった。体重の測定結果をTable Iに、12月4日の測定値を100とした各測定値の比をFig. 1に、14個体の平均、最大又は最小個体、並びに21日の2回目の測定値の比が最大又は最小を示した個体について示した。20日の測定値の比が最大の個体の場合を除いて、4日から6日にかけて及び6日から20日にかけて並びに20日から21日にかけての減少傾向には、類似した変化が見られた。14個体の平均で、20日の1回目の測定値に対し、21日の1回目の測定値は1.5%減少し、12日の測定値に対する20日の1回目の測定値から得た平均日間減少率0.19%に対する比は7.9であった。又14個体中5個体の体重は、6日から8日にかけて増加した。

Table 1 The mean body weight and body weights of the ones which, among 14 rainbow trout, is the largest or the smallest; has the highest or the lowest percentage of last weight to primary weight.

Date of measuring	mean	largest	smallest	highest	lowest	
December	4	296.3	633.2	144.6	162.4	215.1
	5	287.7	621.3	136.1	158.8	207.7
	6	277.3	603.1	133.9	157.7	195.3
	8	276.6	600.4	133.6	160.9	192.8
	12	271.7	588.4	132.0	159.2	191.2
	20 - 1	267.5	579.2	130.8	159.0	188.0
	20 - 2	266.0	576.6	129.5	158.2	186.6
	21 - 1	263.6	572.7	129.1	157.8	184.1
	21 - 2	263.3	573.7	128.0	157.0	184.1

-1 : measuring of the first time in the day.

-2 : measuring of the second time in the day after 4-hours interval.

実験2 実験期間中の水温は11.7℃から14.8℃の範囲であった。1回目の測定値の平均は145.3g（最大193.6g、最小112.0g）であった。1回目の測定値に対する、2～5回目の測定値の比及び回帰直線を、6個体の平均、5回目の測定値の比が最大又は最小を示した個体についてFig. 2に示した。6個体の平均の場合の回帰直線式は $y = 100.0 - 0.196x$ （ x は経過時間数：以下同）であった。

この直線と1回目の測定値に対する6～11回目の測定値の比をFig. 3に示した。1回目の測定値に対する2～11回目の測定値の比から得られる回帰曲線式は $y = 98.7e^{-0.00047x}$ であった。

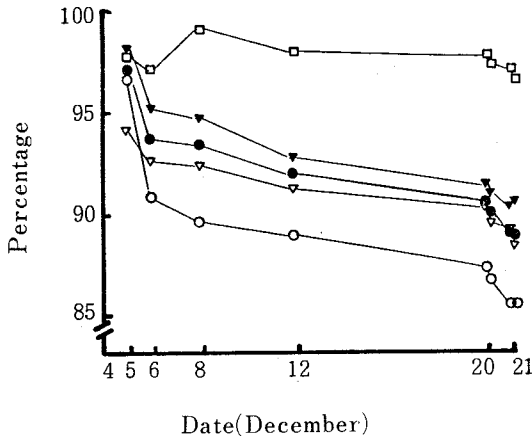
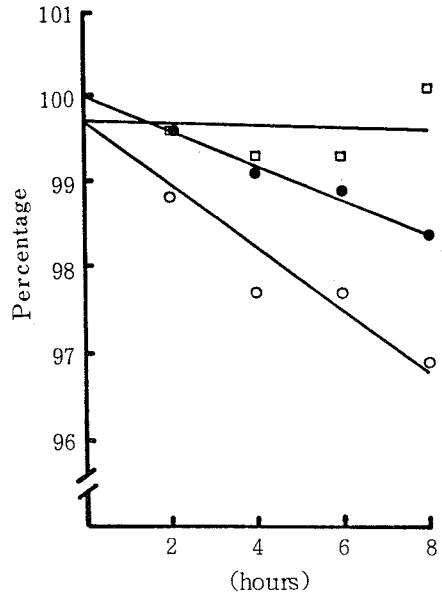


Fig. 1 Percentages of weights measured at the days to the primary weight. The fish tested are rainbow trout.

- : Value of the one whose last percentage is highest among 14 fish.
- ▼: Value of the largest fish.
- : Mean value of 14 fish.
- ▽: Value of the smallest fish.
- : Value of the one whose last percentage is lowest among 14 fish.

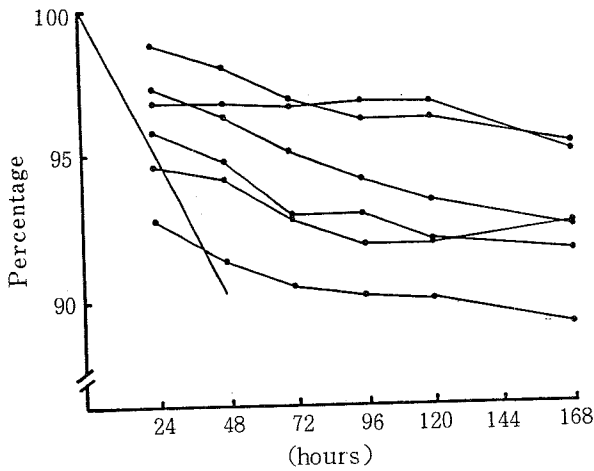


Time after measuring the primary weight

Fig. 2 Percentages of weights measured at the times to the primary weight and regression line of the percentages on the times. The fish tested are red-spot masu trout.

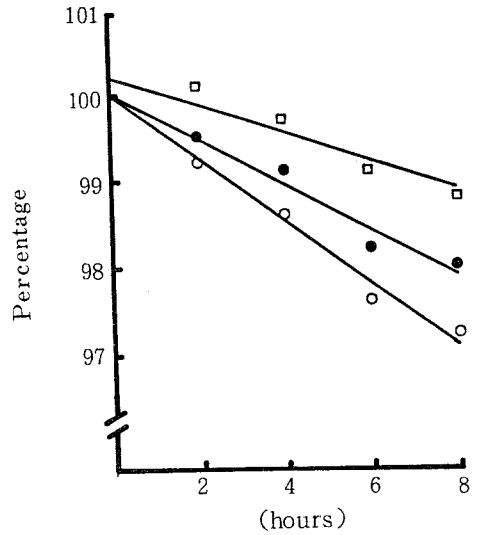
- : Value of the one whose last percentage is highest among 6 fish.
- : Mean value of 6 fish.
- : Value of the one whose last percentage is lowest among 6 fish.

実験3 実験期間中の水温は14.0℃から16.1℃の範囲であった。1回目の測定値の平均は305.4g(最大338.6g、最小274.7g)であった。1回目の測定値に対する2~5回目の測定値の比及び回帰直線を、5個体の平均、5回目の測定値の比が最大又は最小を示した個体についてFig.4に示した。5個体の平均の場合の回帰直線式は $y = 100.0 - 0.265x$ であった。又この回帰直線と1回目の測定値に対する6回目の測定値の比を実験4の結果と共にFig.5に示した。



Time after measuring the primary weight

Fig. 3 The regression line derived from the mean values within 8 hours and percentages of weights measured at the times to the primary weight. The fish tested are red-spot masu trout.

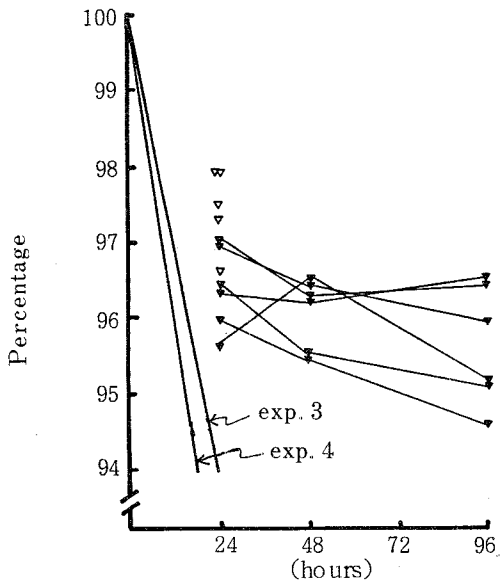


Time after measuring the primary weight

Fig. 4 Percentages of weights measured at the times to the primary weight and regression line of the percentages on the times. The fish tested are fancy carp.

- : Value of the one whose last percentage is highest among 5 fish.
- : Mean value of 5 fish.
- : Value of the one whose last percentage is lowest among 5 fish.

実験4 実験期間中の水温は15.0℃から16.0℃の範囲であった。1回目の測定値の平均は314.7g(最大347.4g、最小290.9g)であった。1回目の測定値に対する2~5回目の測定値の比及び回帰直線を、6個体の平均、5回目の測定値の比が最大及び最小を示した個体についてFig.6に示した。6個体の平均の場合の回帰直線式は $y = 99.9 - 0.324x$ であった。又この回帰直線と1回目の測定値に対する6~8回目の測定値の比をFig.5に示した。

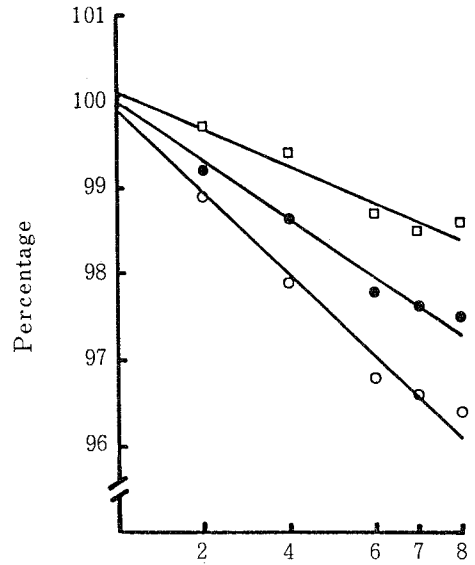


Time after measuring the primary weight

Fig. 5 The regression lines derived from the mean value within 8 hours and percentages of weights measured at the times to the primary weight in the exp.-3 and exp.-4. The fish tested are fancy carp.

▼: Values in the exp.3.

▽: Values in the exp.4.



Time after measuring the primary weight

Fig. 6 Percentages of weights measured at the times to the primary weight and regression line of the percentages on the times. The fish tested are fancy carp.

□: Value of the one whose last percentage is highest among 6 fish.

●: Mean value of 6 fish.

○: Value of the one whose last percentage is lowest among 6 fish.

考 察

実験 1 のニジマスには 1 回目の体重測定直前に、配合飼料の量で給餌率表に示された量の 2 倍弱投餌している。このため、4 日から 6 日にかけての体重の急激な減少の原因の一つに、消化管内容物の排泄が考えられるのは当然である。しかし、体重 200g のニジマスの消化管内容物は 14.0~15.5℃ の時、摂餌後 48 時間でほと

んどなくなるとされている³⁾。今回の実験はこれに比べて水温が低いので、消化管内容物の減少はやや遅くなるとしても、6日以後の体重減少に与える消化管内容物の影響は小さいものと考えられる。したがって、20日から21日にかけての体重の急激な減少は、取り揚げ、麻酔、体表の水分の拭き取り、又はその他の空中での操作に対して、ニジマスが体水分を減少させることを主とした適応反応を行なった結果と考えられる。4日から8日にかけての体重の変動には、この反応と反応後の状態から反応以前の状態への復帰及び消化管内容物の排泄を仮定すれば理解できる。

アマゴ及びコイの5個体又は6個体の平均では、実験開始8時間以内の体重の減少傾向は直線的であった。又体重の減少率が最大及び最小の個体でも、減少率が最大のアマゴを除いて、直線的であった（Fig. 2.4.6）。回帰直線式から求められる計算値と実測値では、アマゴの場合に実験開始48時間以後、コイの場合に24時間以後大きな差を生じた（Fig. 3.5）。アマゴの場合に得られた回帰曲線は、指数部の定数が小さくて直線的であり、実測値と計算値にはかなりの差があり曲線への回帰は不適と考えられる。コイではF A 100で麻酔した場合と炭酸カスを溶入させた水で麻酔した場合での差はないと考えられる。

ニジマスの20日から21日にかけての体重の減少と、アマゴの実験開始24時間及びコイの実験開始8時間の体重の減少は、魚肉の持つエネルギー量⁵⁾と魚類のエネルギー消費量^{4) 6)}を考えれば、エネルギー代謝では説明できない。魚ではlaboratory diuresisという現象が知られているが、体重の急激な減少は体水分の減少以外に考えられない。コイの場合、実験開始後約24時間でlaboratory diuresisから回復すると考えられているが、⁸⁾今回の実験における体重の減少の時間的経過との関連は興味がある。ニジマス及びアマゴの体重の変化とlaboratory diuresisを経時的に検討する必要もあるだろう。

養殖業者の話では、出荷先とのトラブルを避けるため、活魚出荷の際に契約重量を越えた重量を出荷している。出荷のための作業（取り揚げや計量等）によっても、今回の実験で見られたように、体重の急激な減少が起きる可能性を考えれば、必要な処置であろう。

要 約

- 1) 摂餌直後のニジマス14個体の体重を測定し、以後絶食させて体重を測定した結果、絶食開始2日後まで体重は急激に減少した。14個体中5個体の絶食開始4日後の体重は、絶食開始2日後の体重より増加した。絶食開始16日後から17日後にかけての体重の減少率は、絶食開始8日後に体重を測定した後、次回は絶食開始16日後に初めて体重を測定して得られた値から求められた日間減少率の7.9倍であった。
- 2) 48時間絶食させたアマゴの体重を連続して測定した結果、1回目の測定から24時間後まで、体重は直線的に減少したが、48時間以後の体重はこの直線から大きく離れた。
- 3) 48又は72時間絶食させたコイの体重を連続して測定した結果、1回目の測定から8時間後まで、体重は直線的に減少したが、24時間以後の体重はこの直線から大きく離れた。

文 献

- 1) 松本 勉：鳥取水試報告、28、45-52 (1985)。
- 2) 田代文男他：養魚講座10、ニジマス、緑書房、東京、1974、P.152
- 3) 山崎隆義：水産研究叢書17、淡水魚の活魚輸送、1967、日本水産資源保護協会、P P.4 ~ 5
- 4) 荻野珍吉編、魚類の栄養と飼料、恒星社厚生閣、東京、1980、P P.42 ~ 79
- 5) K. F. Lagler J. E. Bardach · R. R. Miller, edited : Ichthyology, USA, 1977, P.155.
- 6) 山崎耿次郎：水産増殖、20、127 - 136 (1972)
- 7) 川本信之編：魚類生理、恒星社厚生閣、東京、1970、P.174
- 8) 小山次朗：日水誌、49、883 - 887 (1978)