

塩水浴によるコイのヘマトクリット値 及び血しょうの屈折率の変化※

松 本 勉

Changes of Body Weights, Hematocrits, and Refractive Indexes of Plasma of Carps During Salt Solution Baths.

Tsutomu MATSUMOTO

Carps whose blood had been drawn with syringes from just beneath a caudal vertebra after determining the body weights (B.W.) were kept in tanks containing 1.1 kl of 0.8% salt solution in which 0.177 kg of CaCl_2 was dissolved (Exp.-1-A), 1.1 kl of 0.8% salt solution (Exp.-1-B), 0.5 kl of fresh water (Exp.-2-C), or 0.5 kl of 0.8% salt solution (Exp.-2-D). After duration of bathing, about 20 hours for Exp.-1 or about 24 hours for Exp.-2, the B.W. were measured and the blood were taken for the second time. Then the carps in the Exp.-2 were backed into the tanks both of which contain 0.5 kl of salt solution increased the amount of salt content to 3.0%. After treating the carps in the 3.0% salt solution for 80 to 143 minutes, the B.W. were weighed and the blood were withdrawn for the third time. The numbers of the fish tested were 15 for the each experiment (Exp.-1) and 18 for the each (Exp.-2). Changes of the B.W., the hematocrits (Ht) of the blood, and the refractive indexes (R.I.) of the plasma of the blood were examined.

The results are as follows.

1. After the 0.8% salt solution baths the Ht increased or did not decrease on the average in spite of the blood draw (Exp.-1 or Exp.-2-D).
2. After the duration in fresh water, the Ht decreased on the average more than expected to do from the blood volume drawn for the first time (Exp.-2-C).
3. The less decrease of the B.W. correlated with the more increase of the R.I. after the 3.0% salt solution baths.
4. The decrease of the B.W. or the increase of the Ht and the R.I. are thought to be occurred within or mainly within 80 minutes after the beginning of the 3.0% salt solution baths.

※ 塩水浴について - 2

魚類の寄生虫を塩水浴によって駆除する方法は広く用いられており、その場合塩水は塩化ナトリウム、食塩、並塩又は海水等を使って作成されている。筆者は食塩又は粉碎塩で作成した塩水のアマゴ及びニシキゴイに対する致死作用が、塩化カルシウムの添加で軽減され、塩化カルシウムを添加しない場合、食塩で作成した塩水の方がアマゴに対する致死作用が強いことを報告した¹⁾。

塩類組成によって塩水の魚類に対する致死作用に差がある原因が明らかになれば、より有効な塩水浴の方法を検討する手掛りになると思われる。この原因を明らかにする一環として、塩水浴によるコイのヘマトクリット値（以下 Ht）及び血しょうの屈折率（以下屈折率）並びに体重の変化について測定し、これらの相互関係及び塩水浴時間又は採血との関係を検討した。

材料と方法

実験 1 土木工事による河川の濁りがコイに与える影響を調査する目的で、河川水で流水飼育するために簡易に作られた池に昭和 56 年 11 月 9 日に収容され、昭和 57 年 4 月 9 日に少量の水とともにビニール袋に入れ、酸素を封入して約 4 時間かけて水試に搬入されたコイを供試した。4 月 9 日に平均 1.0 ml 採血し、採血部位にアラビアゴムをまぶし、0.8% 食塩水 1.1 kl に塩化カルシウム（食品添加物）177 g を溶解して入れた（以下 A 区）又は 0.8% 食塩水 1.1 kl を入れた（以下 B 区）FRP 水槽（100 cm × 240 cm × 水深、以下同じ）に各 15 個体ずつ約 20 時間収容後、1 回目の採血順位に従って順次 2 回目の採血（平均 1.9 ml）をした。1 回目は井水に、2 回目は実験用水にオイゲノールを加えて供試魚を麻酔し、ヘパリン処理した注射器で尾柄部脊椎骨直下から採血した。採血は A 区と B 区交互に行った。採血した注射器に空気を吸入し、数回転倒させて血液を攪拌し、最初に押し出される数滴を捨て、ヘパリン処理された市販の毛細管に吸入した後 11,000 回転/分で 5 分間遠心し、Ht 及び屈折率を測定した。屈折率はアタゴ社製の血清蛋白屈折計で測定し、体重は採血前に測定した。塩水は水道水を使って作製し、通気して止水とした。実験中の水温は A 区で 12.6℃ から 11.0℃ に、B 区で 11.3℃ から 10.5℃ に徐々に下降した。各個体は背鰭棘に標識をつけて識別した。供試魚のうち 11 個体には体の一部に潰瘍や水生菌の着生が見られたが、A 区に 5 個体、B 区に 6 個体収容した。

体重、Ht、及び屈折率の 1 回目の測定値に対する 2 回目の測定値の比をそれぞれ、体重比、Ht 比、及び屈折率比とし、総称して比とする。又 1 回目の体重（g）に対する 1 回目の採血量（ml）の比を採血率とし、比相互及び比と採血率の相関の有無を 5% の危険率で判定した。

実験 2 昭和 57 年 12 月に業者から購入し、コンクリート水槽で飼育していたコイから昭和 58 年 10 月 31 日に 1 回目の採血（平均 0.33 ml）をし、水道水 0.5 kl（以下 C 区）又は 0.8% 食塩水 0.5 kl（以下 D 区）を入れた FRP 水槽に 18 個体ずつ約 24 時間収容後、1 回目の採血順位に従って順次 2 回目の採血（平均 0.31 ml）をして各水槽に再び収容した。採血時は実験 1 と同じ方法で麻酔した。各水槽に再び収容した全ての個体が麻酔から回復した様子を示した後、各水槽の実験用水の一部を使用して作成した濃厚食塩水を実験用水全体と混合し、各水槽の食塩濃度を瞬時に 3% に上昇させた。3% 食塩水中に 80 分から 143 分収容して、平衡を保てなくなった供試魚から順次麻酔せずに 3 回目の採血（平均 0.33 ml）をした。採血はいずれの場合も C 区と D 区交互に行った。体重、Ht、及び屈折率の測定は実験 1 と同じ方法

で行った。実験中の水温は開始時のC区 10.0℃、D区 9.4℃から除々に上昇し、実験開始 13 時間 30 分後にC区 12.3℃、D区 12.0℃になり、その後除々に下降して 23 時間後にC区 11.6℃、D区 11.3℃になり、再び上昇し 27 時間 30 分後に両区とも 12.6℃になった。27 時間 30 分後に両区の食塩濃度を 3% にしたことにより、両区の水温は 0.3℃急激に下降したが、その後除々に上昇し実験終了時にC区 12.8℃、D区 12.7℃になった。各個体は鱗切除によって識別した。いずれの個体も外観に異常は認められなかった。

体重、Ht、及び屈折率の 1 回目の測定値に対する 2 回目の測定値の比並びに 2 回目の測定値に対する 3 回目の測定値の比をそれぞれ、1 回目及び 2 回目の体重比、Ht 比、並びに屈折率比とする。1 回目及び 2 回目の体重比、Ht 比、並びに屈折率比を総称して 1 回目の比及び 2 回目の比とする。1 回目及び 2 回目の体重 (g) に対する 1 回目及び 2 回目の採血量 (ml) の比をそれぞれ 1 回目及び 2 回目の採血率とする。1 回目の比相互、2 回目の比相互、1 回目の比と 2 回目の比、3% 塩水浴時間と 2 回目の比、1 回目及び 2 回目の採血率と 1 回目及び 2 回目の比の相関の有無を 5% の危険率で判定した。

結果と考察

実験 1 1 回目の測定値の平均、最大値、及び最小値を Table 1 に示した。A 区の屈折率の最小値は他に比べて低い値であった。血清蛋白屈折計でコイの血清蛋白量を測定した場合、マイクロケルダール

Table 1 The mean, max., and min. of first readings on the B.W., the Ht, and the R. I. in the Exp.-1.

	B.W. (g)			Ht (%)			R. I.		
	mean.	max.	min.	mean.	max.	min.	mean.	max.	min.
Exp.-A	855	1389	656	38.5	48.5	23.1	1.3418	1.3431	1.3385
Exp.-B	878	1344	662	35.1	42.7	28.6	1.3417	1.3425	1.3407

法で測定した場合に比べ高い値を示し、摂餌後の経過時間等によって異なった補正係数が必要とされている²⁾。血しょう蛋白量においても血清蛋白量と同様の傾向が考えられ、又淡水魚を食塩水に収容するといった条件があるので、屈折率を指標としたが、屈折率を蛋白量に換算すれば、屈折率が A 区で最小であった個体の血しょう蛋白量と A 区の平均の血しょう蛋白量は 1 : 2.7 となり、個体の異常を認識するのは容易となる。しかし相関を求めるには屈折率を指標として問題はなく、又食塩水中では血しょう中の塩類量³⁾が変化し、屈折率に影響する可能性を考えれば屈折率を指標とした方が良く²⁾考える。屈折率を蛋白に換算して佐野の結果と比較すると、A 区の最小値以外に屈折率に特に異常は認められなかった。又 Ht にはかなり個体差が見られるが、MURACHI の報告と比較して異常はなかったと考えられる⁴⁾。

比の平均等を Table 2 に示した。Table 2 から明らかなように、1 回目の測定時に比べ 2 回目の測定時には全個体の体重が減少し、Ht は平均で両区とも増加し、屈折率は平均で両区とも減少した。粟倉³⁾

Table 2 The mean, max., and min. of ratios of second readings to first ones on the B.W., the Ht, and the R.I. and ratios of the volume of the blood drawn for the first time to first readings on the B.W. in the Exp.-1.

	B.W.			Ht			R. I.			blood volume ^(ml) /B.W.(g)		
	mean.	max.	min.	mean.	max.	min.	mean.	max.	min.	mean.	max.	min.
Exp.-A	0.980	0.989	0.969	1.04	1.32	0.93	0.99938	1.00052	0.99859	0.0011	0.0014	0.0009
Exp.-B	0.981	0.988	0.968	1.06	1.27	0.93	0.99931	1.00052	0.99851	0.0012	0.0015	0.0010

は $\frac{1}{3}$ 海水に 24 時間飼育したコイで Ht が 28.6% 増加したとしている。従ってコイの全血量を体重の 3% とすれば、採血率からみて Ht の増加は予期される結果と考えられる。

比相互及び採血率と比の相関について Table 3 に示した。A 区では体重比と屈折率比にだけ負の相関

Table 3 The coefficients of correlation among ratios of second readings to first ones on the B.W., the Ht, and the R.I. or between ratios of the volume of the blood drawn for the first time to first readings on the B.W. and ratios of second readings to first ones on the B.W., Ht, and the R.I. in the Exp.-1.

	B.W. & Ht	Ht & R.I.	B.W. & R.I.	volume of the blood drawn &		
				B.W.	Ht	R. I.
Exp.-A	-0.345	0.399	-0.571	0.056	0.177	-0.286
Exp.-B	-0.640	0.512	-0.833	0.204	-0.188	-0.192

が認められ、B 区では体重比と Ht 比及び体重比と屈折率比にだけ負の相関が認められたが、比と採血率にはいずれも相関は認められなかった。比と採血率に相関が認められなかったことから、Ht 及び屈折率の変化には採血よりも塩水浴の方が強く影響したものと考えられる。

実験 2 1 回目の測定値の平均等を Table 4 に示した。Ht 及び屈折率ともに、実験 1 の項で述べたように異常はなかったと考えられる。

比の平均等を Table 5 に示した。体重は C 区で一例だけ 1 回目の測定時に比べ 2 回目の測定時に増加したが、その他は全て減少した。

Table 4 The mean, max., and min. of first readings on the B.W., the Ht, and the R.I. in the Exp.-2.

	B.W. (g)			Ht (%)			R. I.		
	mean.	max.	min.	mean.	max.	min.	mean.	max.	min.
Exp.-C	207.4	300.3	88.0	33.5	52.8	23.6	1.3438	1.3462	1.3426
Exp.-D	199.6	323.4	114.5	32.1	38.0	22.7	1.3438	1.3460	1.3426

Table 5 The mean, max., and min. of ratios of second or third readings to first or second ones respectively on the B.W., the Ht, and the R.I. and ratios of the volume of the blood drawn for the first or second time to first or second readings respectively on the B.W. in the Exp.-2.

	B.W.			Ht			R. I.			blood volume (ml)/B.W. (g)		
	mean.	max.	min.	mean.	max.	min.	mean.	max.	min.	mean.	max.	min.
Exp.-C												
to first	0.991	1.042	0.980	0.86	1.09	0.53	0.99951	1.00030	0.99792	0.0017	0.0034	0.0008
to second	0.948	0.961	0.930	1.12	1.47	0.69	1.00272	1.00447	1.00119	0.0016	0.0034	0.0010
Exp.-D												
to first	0.975	0.996	0.959	1.00	1.33	0.83	0.99947	1.00119	0.99866	0.0018	0.0026	0.0011
to second	0.954	0.970	0.944	1.15	1.41	0.92	1.00305	1.00514	1.00127	0.0018	0.0031	0.0011

体重の増加した個体の尾柄部は2回目の採血時には水腫状態を示していた。採取された血液量が赤血球以外の成分で補充され、かつコイの全血量を体重の3%と仮定すれば、C区の1回目のHt比は約0.94が期待されるのに対し0.86とかなり低く、1回目の採血と2回目の採血の間に出血等により赤血球が減少したと考えられるが、観察される出血はなかった。C区の1回目のHt比がD区のそれより小さくなるのは、実験条件に相違があるが、田村等⁶⁾及び栗倉³⁾の結果から推定できる。しかし、実験1のA区及びB区のHt比に比べD区の1回目のHt比が小さい原因は不明である。

1回目の比及び2回目の比相互の相関係数をTable 6に示した。1回目及び2回目の体重比とHt比にはいずれも相関は認められず、Ht比と屈折率比には全て正の相関が認められた。1回目の体重比と屈折率比にはC区にだけ負の相関が認められ、2回目の体重比と屈折率比には両区とも正の相関が認められた。

「淡水魚を種々な濃度の塩液に入れてみると、水分排泄機能と水分浸入との間に失調をきたし、体内の水分を失い、そのために早急に体重減少を来して遂に死に至る。この早急の体重減少は水分の喪失によるものである。恐らく鰓などから先ず血液の水分が失われる。濃厚になった血液は組織へゆき組織の水分を奪ってそれを鰓から再び失うという循環をくりかえし、組織の生活機能に破綻を来さしめて死ぬのである

Table 6 The coefficients of correlation among ratios of second readings to first readings or third ones to second ones on the B.W., the Ht, and the R.I. in the Exp.-2.

	B.W. & Ht	Ht & R.I.	B.W. & R.I.
Exp.-C			
to first	- 0.403	0.690	- 0.614
to second	0.250	0.696	0.580
Exp.-D			
to first	- 0.260	0.576	- 0.338
to second	0.305	0.730	0.611

う」とされている。⁵⁾血液の水分が失われれば、Ht、屈折率ともに増加すると考えられるが、3%の塩水浴で両区のHt、屈折率はともに増加した。しかし、体内水分の喪失によると考えられる体重の減少は、C区で10.6g(2回目の体重の5.2%)、D区で8.7g(2回目の体重の4.6%)であり、C区の方がD区以上に減少しているにもかかわらず、C区の2回目のHt比及び屈折率比はD区のそれより小さかった。又C区、D区ともに2回目の体重比と屈折率比に正の相関が認められた。これらのことから、3%食塩水に収容された場合、血しょうの屈折率を高くする機能が働らき、その機能が強い個体では機能が弱い個体に比べ水分の喪失量が少なくなったものと考えられる。Table 7 に示すように、1回目の比と2回目の比にはいずれも相関が認められないことから、この機能は、採血後0.8%食塩水又は淡水に収容された場合に働らいたはずの恒常性維持機能とは関連がないと考えられる。Table 8 に示すように、3%塩水浴時間と2回目の比に相関が認められないことから、3%塩水浴による体重の減少、又はHt及び屈折率の増加は、3%塩水浴開始後80分以内に、あるいは主に80分以内に起ったものと考えられる。採血率

Table 7 The coefficients of correlation between ratios of second readings to first readings and ratios of third ones to second ones on the B.W., the Ht, and the R.I. in the Exp.-2.

	B.W.	Ht	R.I.
Exp.-C	- 0.285	0.122	- 0.018
Exp.-D	0.139	0.035	- 0.316

Table 8 The coefficients of correlation between ratios of third readings to second ones on the B.W., the Ht, and the R.I. and durations of baths in the 3% salt solution in the Exp.-2.

	B.W.	Ht	R.I.
Exp.-C	0.136	0.459	0.065
Exp.-D	-0.157	0.286	0.059

に関しては Table 9 に示すように、D区の2回目の採血率と2回目の体重比にだけ負の相関が認められた。採血率は個体によって差が大きかったにもかかわらず、一例だけしか相関が認められなかったことから、今回の実験程度の採血率では採血よりも塩水浴の方が、体重、Ht、及び屈折率に与える影響が強いものと考えられる。

Table 9 The coefficients of correlation between ratios of the volume of the blood drawn for the first time to first readings on the B.W. and ratios of the second readings to first ones on the B.W., the Ht, and the R.I. or between ratios of the volume of the blood drawn for the second time to second readings on the B.W. and ratios of third readings to second ones on the B.W., the Ht, and the R.I. in the Exp.-2.

	B.W.	Ht	R.I.
Exp.-C			
to first	0.129	-0.004	0.084
to second	-0.002	-0.410	-0.186
Exp.-D			
to first	0.259	-0.152	-0.170
to second	-0.537	-0.196	-0.368

要 約

1. 採血後0.8%の塩水に収容したコイのHtは減少しないか又は増加したが、淡水に収容したコイのHtは採血率から期待される以上に減少した。
2. 採血後3%の食塩水に収容したコイの体重は減少し、Ht及び屈折率は増加した。しかし、体重減少には血液水分の減少が先行すると考えると、体重がより減少した個体屈折率がより増加すると考えられるが、逆の結果が得られた。
3. 3%食塩水浴による体重の減少及びHt並びに屈折率の増加は、塩水浴開始後80分以内又は主に80

分以内に起きたと考えられる。

文 献

- 1) 松本勉：鳥取県水産試験場報告，22，1-5（1980）。
- 2) T. SANO：J. Tokyo Univ. Fish.，48，99-104（1962）。
- 3) 栗倉輝彦：魚と卵，15，8-13（1964）。
- 4) S. MURACHI：J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ.，2，241-247（1959）。
- 5) 尾崎久雄：魚類生理学講座第1巻，緑書房，東京，1968，pp 4，54
- 6) 田村修・保田正人・藤木哲夫，日水誌，28，504-509（1962）。