

連続して採血したボラ及びコイのヘマトクリット値の変動

松 本 勉

Variation of Hematocrit Values of the Blood Drawn
Successively from Striped mullet *Mugil cephalus* or Carp
Cyprinus carpio

Tsutomu MATSUMOTO

Variation of hematocrit values was studied on the striped mullet blood or carp blood drawn successively from just beneath or above caudal vertebrae or heart. Blood samples were taken with heparinized syringes or by bleeding into heparinized capillary tubes (Ht tubes) by cutting off caudal muscle or puncturing heart. The samples taken with syringes were homogenized by turning the syringes upside down after sucking air and then put into Ht tubes. After five minutes centrifugation at 11,000 rpm, hematocrit values and refractive indexes of plasma were read.

There were differences even in hematocrit values and refractive indexes of consecutive samples. There seemed to be changes with passage of time in hematocrit values of both striped mullet blood and carp blood.

ヘマトクリット値(以下Ht)は魚類の健康状態を判定する指標として利用されている¹⁾。しかし、同時に得られた卵に由来するコイを好適な同一条件下で飼育しても、そのHtには26.4%~74.7%(平均50.08%)の変異があり、7週間絶食させた場合のHtには15.0%~52.3%(平均32.99%)の変異があったと報告されている。²⁾

田村等³⁾は、1個体より少くも2回採血して、その間の個体の血液の変化程度を比較することで変異を除去しようとした。そして採血量及び採血間隔とHtの下降度(減少度)との関係について実験し、同一個体から数回採血し、採血から次回の採血まで供試魚を水中に放った場合に、Htが減少または増加するのを見ている。そしてHtの減少について、短時間内の増血作用との関連を推定している。

筆者は、ボラ及びコイから間隔を置かずに連続して採血した場合にも、Htが変動する実験結果を得た。

材 料 と 方 法

水試の近くの蒲生川で投網により採捕したボラ、及び水試で飼育していたコイを供試した。実験6のボラは、粉砕塩を使って作成した1%塩水中で、14日間無投餌で蓄養した後供試した。その他の実験のボ

らは採捕した日に供試した。実験は昭和56年10月から昭和58年6月の間に行なった。

供試魚をオイゲノールで麻酔した後、ヘパリン処理した注射器に採血し、空気を吸入し、注射器を転倒させて混合し、最初に出てくる数滴を捨てた後ヘパリン処理された市販の毛細管（以下 Ht 管）に吸入するか、尾柄部の筋肉を脊椎骨に達するまで切除するか又は注射針で心臓を傷つけて出血させ、Ht 管に直接吸入した。Ht 管に吸入した後 11,000 回転/分で 5 分間遠心機にかけた後、Ht 及び血しょうの屈折率を測定した。血しょうの屈折率はアタゴ社製の屈折計で測定した。

実験 1. 尾柄部脊椎骨直下から出血させ、各個体から 6 本又は 10 本の Ht 管に採血した。ボラ 6 個体（体重 35g, 35g, 37g, 38g, 46g, 49g）を供試した。

実験 2. 尾柄部脊椎骨直上から出血させ、Ht 管にできる限り採血した。ボラ 5 個体（体重 58g, 60g, (A), 60g (B), 62g, 79g）を供試した。

実験 3. 心臓から出血させ、Ht 管にできる限り採血した後、尾柄部脊椎骨直下から注射器にできる限り採血した。ボラ 4 個体（体重 139g, 153g, 171g, 178g）を供試した。

実験 4. 尾柄部脊椎骨直下から 3 本の注射器に採血状況によって適当量採血した後、心臓から別の注射器にできる限り採血した。ボラ 3 個体（体重 92g, 114g, 133g）を供試した。

実験 5. 心臓から 3 本の注射器に採血状況によって適当量採血した後、尾柄部脊椎骨直下から別の注射器にできる限り採血した。ボラ 3 個体（体重 106g, 111g, 119g）を供試した。

実験 6. 尾柄部脊椎骨直下から 2ml 採血し、5 本の Ht 管に吸入し、一端を Ht 管用パテで封入し注射器と共に室内に放置し、15 分間隔で測定した。また各測定時に注射器に残った血液を混合して Ht 管に吸入して測定した。ボラ 3 個体（体重 72g, 79g, 90g）を供試した。

実験 7. 尾柄部脊椎骨直下から出血させ、Ht 管にできる限り採血した。コイ 4 個体（体重 29g, 53g, 117g, 139g）を供試した。

実験 8. 尾柄部脊椎骨直上から出血させ、Ht 管にできる限り採血した。コイ 1 個体（体重 234g）を供試した。

実験 9. 尾柄部脊椎骨直下から 5 本の注射器に採血した。最初の 4 本は適当量採血し、5 本目はできる限り採血した。コイ 3 個体（体重 94g, 230g, 512g）を供試した。

実験 10. 尾柄部脊椎骨直下及び心臓から各 5 本の注射器に採血した。コイ 2 個体（体重 842g, 912g）を供試し、842g の個体はまず心臓から採血し、つぎに尾柄部脊椎骨直下から採血した。912g の個体は逆の順序で採血した。

実験 11. 尾柄部脊椎骨直下からできる限り採血し、5 本の Ht 管に吸入し、一端を Ht 管用パテで封入し注射器と共に室内に放置し、15 分間隔で測定した。また各測定時に注射器に残った血液を混合して Ht 管に吸入して測定した。コイ 3 個体（体重 57g, 61g, 62g）を供試した。

結 果

実験 1. Fig 1 に示したように、いずれの個体も 1 本目から 6 本目又は 10 本目にかけて、常に Ht が低下することはなかったが、採血が進むにつれて Ht は低下する傾向が見られた。

なお、46gの個体の場合、10本目はHt管に吸入した液の半分位は乳白色であった。

実験2. Fig 2に示したように、79gの個体の場合、採血が進むにつれてHtは低下する傾向が見られたが、その他の個体の場合はHtは大きく変動した。60g(A)の個体は6本採血後出血しなくなったので、採血部位の前方の筋肉を切除して7本目と8本目を採血した。62gの個体は1本採血後出血しなくなったので60g(A)の個体と同様に筋肉を切除して2本目から5本目を採血し、さらに前方の筋肉を切除して6本目を採血した。79gの個体の場合Ht管への吸入がまに合わず、わずかに血液がこぼれた。

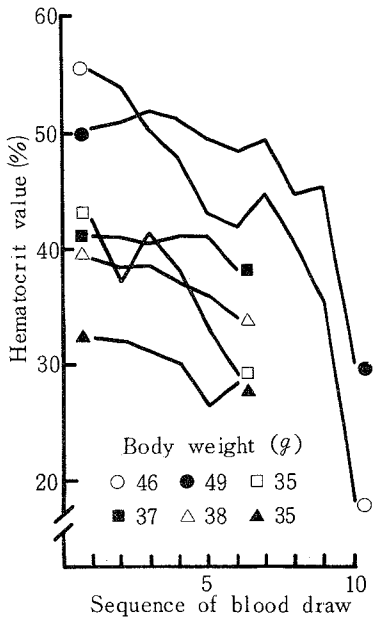


Fig 1. Variation of hematocrit values of the blood drawn into Ht tubes from just beneath caudal vertebrae of striped mullet .

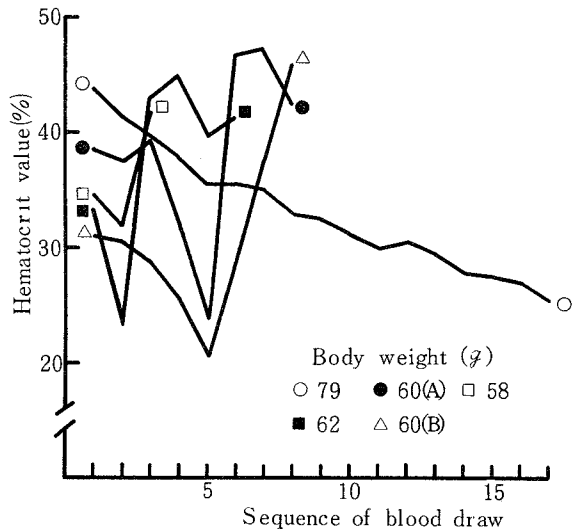


Fig 2. Variation of hematocrit values of the blood drawn into Ht tubes from just above caudal vertebrae of striped mullet .

実験3. Fig 3に示したように、178gの個体の場合を除いて、Htに大きな変動は見られなかった。また、Table 1に示したように、血しょうの屈折率は、Htが特に低い値を示した場合には低い値を示したが、それ以外では変動は小さかった。

なお、心臓からの採血時に、139g, 153g, 171g, 178gの個体からそれぞれ1.9g, 2.1g, 1.4g, 3.0gの血液が、Ht管への吸入が間に合わずこぼれた。また尾柄部脊椎骨直下から139g, 153g, 171g, 178gの個体からそれぞれ0.6ml, 1.3ml, 0.6ml, 0.6ml採血でき、Htはそれぞれ41.8%, 33.8%, 33.8%, 28.0%で、いずれも心臓からの血液のHtより低い値であった。

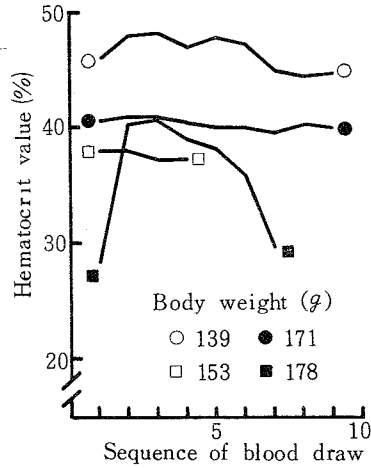


Fig 3. Variation of hematocrit values of the blood drawn into Ht tubes from heart of striped mullet .

Table 1. Variation of refractive indexes of the blood drawn into Ht tubes from heart and then into a syringe from just beneath caudal vertebrae of striped mullet .

Body weight(g)	sequence of blood draw									syringe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
139	1.3440	1.3442	1.3443	1.3442	1.3443	1.3443	1.3444	1.3443	1.3442	1.3440
153	1.3435	1.3434	1.3433	1.3432						1.3430
171	1.3449	1.3448	1.3450	1.3450	1.3450	1.3449	1.3449	1.3448	1.3447	1.3440
178	1.3412	1.3446	1.3447	1.3446	1.3445	1.3445	1.3432			1.3435

実験 4. Fig 4 に示したように、Ht は 3 個体それぞれ別個の傾向が見られた。Table 2 に示したように、Ht が低い値を示した場合、血しょうの屈折率もやや低い傾向が見られた。

実験 5. Fig 5 に示したように、Ht は 3 個体それぞれ別個の傾向が見られた。尾柄部脊椎骨直下からの血液の Ht は、心臓からの血液の Ht に比べいずれもかなり低い値を示したが、血しょうの屈折率は Ht 程の明らかな差はなかった (Table 3)。

Table 2. Variation of refractive indexes of the blood drawn into three syringes from just beneath caudal vertebrae and then into a syringe from heart of striped mullet .

Body weight(g)	syringe number			
	1	2	3	4
92	1.3437	1.3438	1.3434	1.3434
114	1.3433	1.3431	1.3431	1.3422
133	1.3429	1.3430	1.3426	1.3425

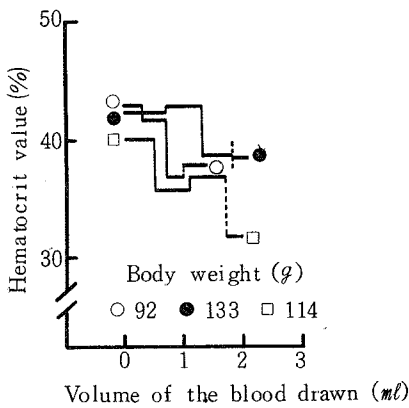


Fig 4. Variation of hematocrit values of the blood drawn into three syringes from just beneath caudal vertebrae and then into a syringe from heart of striped mullet .

Table 3. Variation of refractive indexes of the blood drawn into three syringes from heart and then into a syringe from just beneath caudal vertebrae of striped mullet .

Body weight(g)	syringe number			
	1	2	3	4
106	1.3415	1.3414	1.3420	1.3419
111	1.3425	1.3422	1.3423	1.3421
119	1.3445	1.3436	1.3440	1.3432

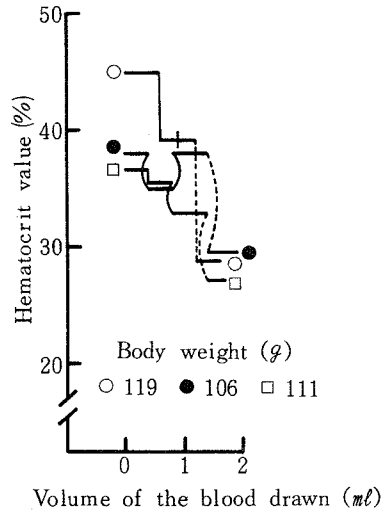


Fig 5. Variation of hematocrit values of the blood drawn into three syringes from heart and then into a syringe from just beneath caudal vertebrae of striped mullet .

実験 6. Fig 6 に示したように、注射器及び Ht 管の血液のいずれも、Ht は時間の経過とともに高くなる傾向が見られた。しかし Table 4 に示したように、血しょうの屈折率の変動は小さかった。

なお、血液を放置した室内の気温は、測定中徐々に上昇し、1 本目を測定する時 23.4℃であったのが、5 本目を測定する時には 24.2℃になった。

実験 7. Fig 7 に示したように、53g の個体では 8 本目に Ht が大きく低下したが、それ以外は実験 1 のボラに比べて、ゆるやかな変化を示した。53g の個体の 8 本目には $\frac{3}{5}$ 位は乳白色の液が吸入されていた。

実験 8. Fig 8 に示したように実験 2 のボラに比べて、Ht の変化はゆるやかであった。

なお、12 本目は事故で測定しなかった。

実験 9. Fig 9 に示したように、いずれも 5 本目の注射器の血液の Ht が最も低い値を示し、実験 4 の

ボラに比べてややゆるやかな変化を示した。

実験10. Fig 10 及び Table 5 に示したように、912g の個体の心臓からの1本目の注射器の血液がHt、血しょうの屈折率とともに低い値を示した。

実験11 Fig 11 に示したように、注射器及びHt管の血液のいずれも、Ht は時間の経過とともに高くなる傾向が見られた。しかし、実験6のボラに比べ変化はゆるやかであった。また Table 6 に示したように、血しょうの屈折率はほとんど変化しなかった。

なお、血液を放置した室内の気温は、測定中徐々に上昇し、1本目を測定する時 26.9℃であったのが、5本目を測定する時には 27.9℃になった。

Table 4. Change with passage of time in refractive indexes of the blood drawn from just beneath caudal vertebrae of striped mullet.

Body weight(g)	Way of storing	Stored time (min)				
		0	15	30	45	60
72	syringe		1.3444	1.3446	1.3446	1.3446
	Ht tubes	1.3441	1.3443	1.3445	1.3446	1.3448
79	syringe		1.3414	1.3414	1.3413	1.3414
	Ht tubes	1.3412	1.3413	1.3414	1.3414	1.3415
90	syringe		1.3429	1.3430	1.3430	1.3429
	Ht tubes	1.3427	1.3429	1.3430	1.3431	1.3430

The blood was drawn into a syringe and put into five Ht tubes from it and stored in the syringe or in the Ht tubes for examinations.

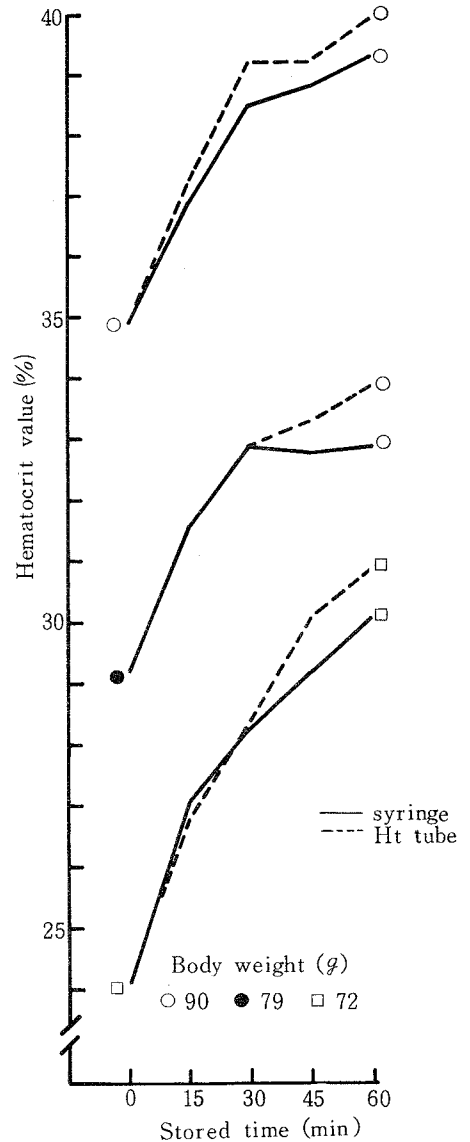


Fig 6. Change with passage of time in Ht values of the blood drawn from just beneath caudal vertebrae of striped mullet. The blood was drawn into a syringe and put into five Ht tubes from it and stored in the syringe or in the Ht tubes for examinations.

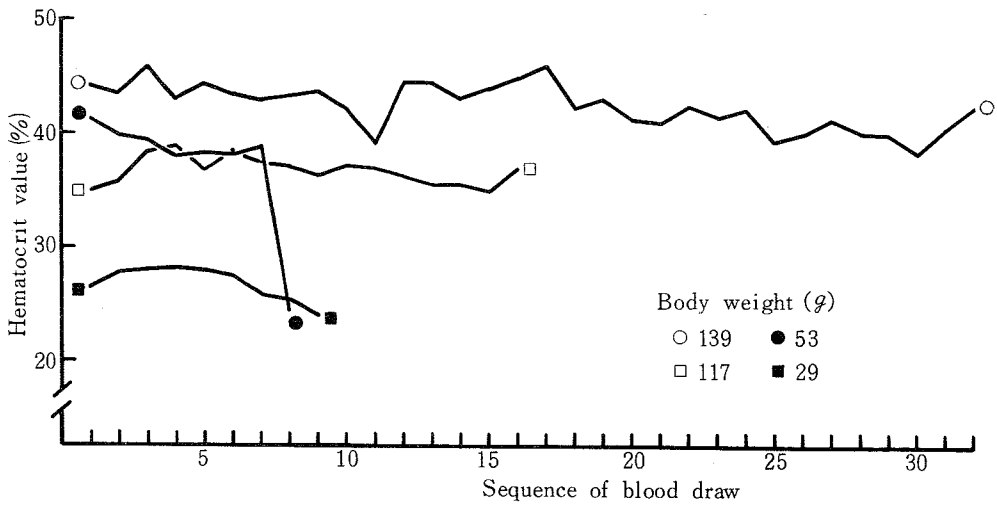


Fig 7. Variation of hematocrit values of the blood drawn into Ht tubes from just beneath caudal vertebrae of carp.

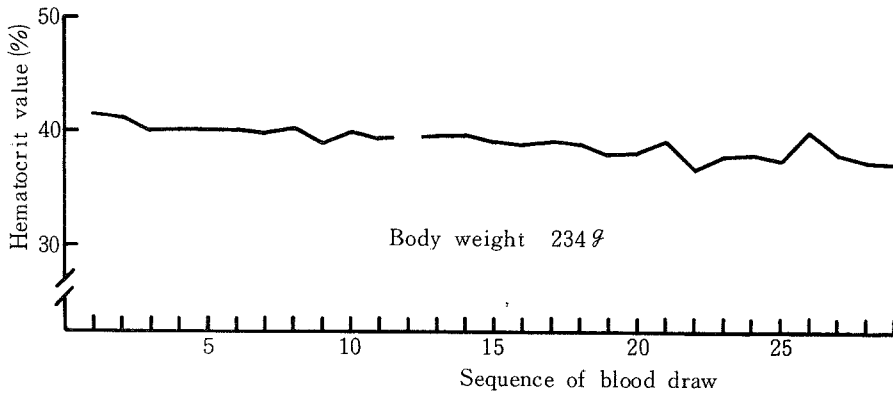


Fig 8. Variation of hematocrit values of the blood drawn into Ht tubes from just above caudal vertebrae of carp. The No.12 sample was not measured.

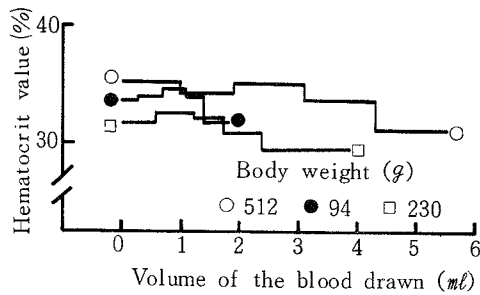


Fig 9. Variation of hematocrit values of the blood drawn into five syringes from just beneath caudal vertebrae of carp.

Table 5. Variation of refractive indexes of the blood drawn into five syringes from heart and just beneath caudal vertebrae of carp respectively .

Body weight(g)	syringe number									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
842	1.3430	1.3437	1.3435	1.3434	1.3436	1.3435	1.3436	1.3434	1.3435	1.3432
912	1.3435	1.3442	1.3435	1.3436	1.3435	1.3421	1.3440	1.3432	1.3431	1.3435

As to the carp (842g in body weight), the blood was drawn from heart at first and then from just beneath caudal vertebrae and as to the carp (912g in body weight), in the reverse order .

Table 6. Change with passage of time in refractive indexes of the blood drawn from just beneath caudal vertebrae of carp .

Body weight(g)	Way of storing	Stored time (min)				
		0	15	30	45	60
57	syringe		1.3404	1.3404	1.3404	1.3404
	Ht tubes	1.3405	1.3404	1.3404	1.3404	1.3404
61	syringe		1.3405	1.3406	1.3406	1.3406
	Ht tubes	1.3406	1.3406	1.3406	1.3406	1.3406
62	syringe		1.3409	1.3409	1.3410	1.3409
	Ht tubes	1.3410	1.3409	1.3409	1.3408	1.3409

The blood was drawn into a syringe and put into five Ht tubes from it and stored in the syringe or in the Ht tubes for examinations .

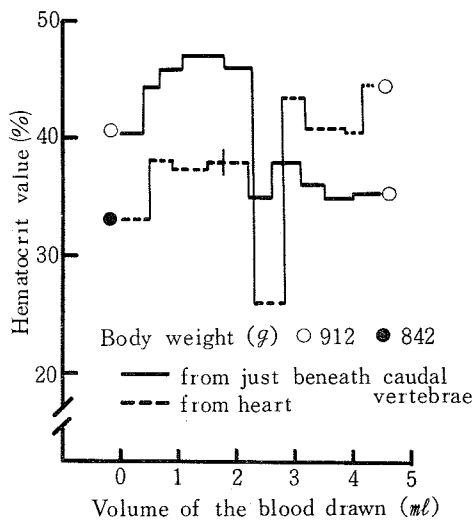


Fig 10. Variation of hematocrit values of the blood drawn into five syringes from heart and from just beneath caudal vertebrae of carp respectively. As to the carp (842 g in body weight), the blood was drawn from heart at first and then from just beneath caudal vertebrae and as to the carp (912 g in body weight), in the reverse order.

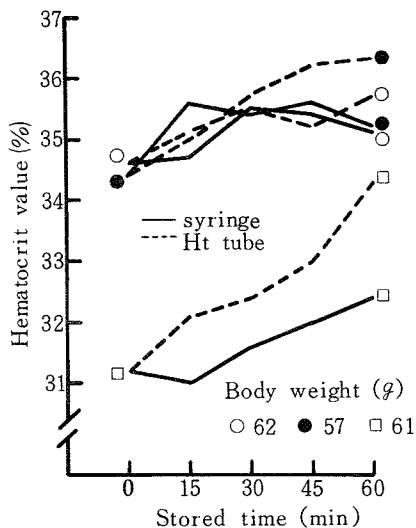


Fig 11. Change with passage of time in hematocrit values of the blood drawn from just beneath caudal vertebrae of carp. The blood was drawn into a syringe and put into five Ht tubes from it and stored in the syringe or in the Ht tubes for examinations.

考 察

Ht を魚の健康状態を判断する指標として利用するためには、測定した Ht がその個体の Ht を代表するものでなければならない。連続して採血した場合に、その Ht が変化しないか、一定の傾向で減少又は増加すれば問題はない。

しかし、ボラにおいても（実験 1～3）、コイにおいても（実験 7, 8）、直接 Ht 管に採血した場合変動がかなりあり、一定の減少又は増加の傾向は見られなかった。また、Ht 管に吸入する血液は 0.05 ml 程度であるので、それに比較して多量に採血して混合した後 Ht を測定すれば、直接 Ht 管に採血した場合に比較して変動が小さくなる可能性を考え実験したが、ボラにおいても（実験 4, 5）、コイにおいても（実験 9, 10）かなり変動し、また一定の傾向は見られなかった。

田村等⁴⁾のコイを使った実験では、体重の 1/200 から 1/1200 (cc/g) を採血した後水中に放養し、24 時間後に再び採血した場合、第 2 採血時には Ht はみな減少したが、採血量と Ht の減少度には判然とした傾向はでていない。第 2 採血時に Ht がみな減少したことは、第 1 採血時及び第 2 採血時の Ht は、ある程度その個体の採血時の Ht を代表していると考えられる。しかし、採血量と Ht の減少度に判然とした傾向が見られない原因として、今回の実験における Ht の変動を考慮しなければならない。

したがって、ボラまたはコイの Ht を求めるには、注射器等にできるだけ採血して、混合した後測定すべきであると思われる。また、1 個体より何回かに分けて採血する場合は、ある程度多量に採血しても

Ht はかなり変動することから、1本の Ht 管を満たすのに必要な量を採血した方が、魚に与える影響を小さくする意味で望ましい。

野村等⁵⁾はニジマスの Ht が経時変化することを見ている。ボラとコイの Ht も経時変化し、1時間以内では上昇するのが見られた(実験6, 11)。使用した遠心機は同時に24本の Ht 管しか収容できないので、実験7と8で同一個体から25本以上の Ht 管に採血した場合、遠心機にかけた間や Ht の読み取りの間に Ht が上昇したと思われるが、明らかな影響は見られなかった。その他の実験では、注射器による採血や Ht 管への吸入と、遠心機への Ht 管の設置に要する比較的短時間(1分位と思われる)が隣りあった採血順位ごとの時間差であり、影響は少なかったと考えられる。

Ht の変動原因は明らかではないが、赤血球が循環する際の物理的抵抗を考慮しなければならない。つまり、血圧と赤血球の物理的抵抗の作用で、血液の液体成分が主に吸入される場合と、赤血球が多量に吸入される場合があったと仮定すれば、今回の実験結果が理解できる。例えば、実験1に比べ実験2では体重の割に採血本数が少なく、Ht の変動が大きいことは前述のように考えれば説明できる。

しかし、血しょうの屈折率にも変動が見られることは、血液が不均一な状態で循環している可能性も考えられる。

要 約

1. ボラ及びコイの同一個体から間隔を置かずに連続して採血しても、その Ht は変動した。
2. 心臓及び尾柄部脊椎骨の直下並びに直上から採血したが、いずれの部位からの血液の Ht も変動した。
3. 血しょうの屈折率も変動した。しかし、Ht の変動に比べると小さな変動であった。
4. ボラ及びコイの血液を注射器または Ht 管に入れて放置して、15分間隔で Ht 及び血しょうの屈折率を5回測定した。その結果 Ht は時間の経過と共に上昇する傾向があった。血しょうの屈折率に大きな変化はなかった。

文 献

- 1) 佐野徳夫：日水誌，29，1113—1118（1963）。
- 2) S. MURACHI：J. Fac. Fish. Anim. Hush. Hiroshima Univ.，2，241—247（1959）。
- 3) 田村修・藤木哲夫・恵藤国臣：長大水研報，12，72—77（1962）。
- 4) 田村修・保田正人：長大水研報，14，43—52（1963）。
- 5) 野村哲一・川津浩嗣：日水誌，43，301—306（1977）。