魚類血液の生化学的研究—Ⅳ. 造血器官及び血液の鉄含量と肉色に就て*

斎 藤 要

(鹿児島大学水産学部)

Biochemical Studies on the Fish-Blood—Ⅳ.

On the Colour of Meat and Fe-content in Blood and Hemopoietic Organ

Kaname SAITŌ

Some studies on the colour of meat and Fe content in blood and hemopoietic organ of several fishes were performed mainly from a biological point of view. The results were summarized in Table 1~3, Fig. 1 and by these studies the following phenomena were observed.

The Fe content of the blood of some migratory fishes, as tunny, bonito and mackerel, was larger than that of bottom fish, while that of the shark-blood was very small. The hematocrit value and especially hemoglobin content showed to have a correlative relation to the content of Fe in fish-blood. Then the author studied the ratio of the weight of various hemopoietic organs to the body weight and by these studies the liver of shark was found to have very larger ratio of the weight than that of other fish. Generally the kidney of fresh-water fish and the spleen of active fish had larger ratio of weight than any other fish in each case and the Fe content of spleen was larger than that of other hemopoietic organs; and that of each organs in the shark was very small.

The Fe content of dark meat (especially the caudal part) was larger than that of white meat and Nadi reaction in the former was distinct. These contents of the active fish were larger than that of inactive one.

It was provable that these phenomena showed that the colour of meat had some connections with the quantity of the hemoglobin content and the volume of blood.

I 緒 言

哺乳動物の造血作用は主として骨髓で行われるが軟骨魚類には所謂骨髓はなく又硬骨魚類は原始骨髓を有するがこれは造血作用には関与しないとされている。肝臓が一種の造血器官であることは魚類でも認められている。Jordan,¹⁾によると魚類の主な造血器官は腎臓で脾臓の作用に就ては魚種により相当の差があり、系統発上生之等の作用は下等脊椎動物程旺盛であつて、高等脊椎動物では其の機能が痕跡化すると述べている。一般に体内の鉄は血色素, Myoglobin, Cytochrome 等の構成元素として内呼吸に関与し、且其れが又肉色とも深い関係を有する元素とも考えられる。

以上の見解に基き著者は魚類の肝臓, 脾臓, 腎臓血液及び肉質の鉄含量を定量し更に主要造血器官の体重に対する重量比を測定した結果、其の生理生態的な意義に就て若干の知見を得たので報告する。

1954 年 1 月 21 日受理

* 昭和 28 年 4 月 日本水産学会東京大会発表

I. 実験の部

A) 実験材料

実験材料の詳細は第3報²⁾参照, 肉質の鉄含量測定は血合肉と普通肉に分け其の採集部位は両者共に体高測定箇所側線を境とした背部更に血合肉は尾柄部よりも採集した。造血器官のうち腎臓の採集には特に注意した。

Fig. 1. Relation of hemoglobin content and hematocrit value to Fe content.

Table 1. The content of hemoglobin, Fe and hematocrit value of fish-blood

Species	Hematocrit value (vol. %)	Hemoglobin (g/dl)	Fe (mg/dl)
クロカジキ <i>Eumakaira nigro</i>	49.0	13.8	51.3
キハダマグロ <i>Neothunnus macropterus</i>	51.2	14.5	52.2
マカツオ <i>Katsuwonus vagans</i>	48.8	14.2	52.9
ゴマサバ <i>Scomber tapetinocephalus</i>	47.1	13.5	47.2
シイラ <i>Coryphaena hippurus</i>	40.2	10.1	32.4
チダイ <i>Pristipomoides sieboldi</i>	39.0	8.9	27.8
ヒメダイ <i>Evynnis cardinalis</i>	40.2	10.6	31.5
サバフグ <i>Sphaeroides spadiceus</i>	38.3	8.8	26.3
コイ <i>Cyprinus carpio</i>	34.7	8.6	27.0
フナ <i>Carassius auratus</i>	36.1	8.4	25.6
イタチザメ <i>Goioacordo arcticus</i>	25.1	5.6	16.1
シュモクザメ <i>Sphyrna zygaena</i>	23.8	5.4	14.9
人 Human	48.9	14.8	53.2

B) 実験方法

採血方法, 血球容積及び血色素定量法は第3報参照

鉄の定量: 鉄の定量は Bleuer-Miltzer 法³⁾の原理により過マンガン酸加里と硫酸で試料中の鉄を充分遊離せしめ, 之れに過硫酸加里液を加え後ロダン加里液にて発色せしめ光電比色計により定量を行つた。

酸化酵素の検出: 酸化酵素の定性的な検出反応として最も一般的な Nadi 反応 (Indophenol Blue 合成反応) の検出を肉質の凍結切片を使用して行つた。

II. 実験結果及び考察

実験結果の平均値算出法は前法参照。又造血器官の重量は小型の魚類では体重と共に g 単位で測定し大型の魚類は体重は kg 臓器は g 単位で測定し両者共に体重に対する重量比を%で表わした。

A) 血液中の鉄含量

血液中の鉄は其の殆んどが赤血球中の血色素中に含まれる故其の含量は血球容積及び血色素量と密接な関係があることは Table 1 及び Fig. 1 の如くである。即ち鉄含量は血球容積, 特に血色素量とは比例的な関係が認められ, 一般にマグロの如く酸素需要の激しい回遊性魚類は 50mg/dl 前後で最も多い結果となつて

Table 2. The ratio of the wight of various hemopoietic organs to the body weight. (%)

Species	No. of sample	Liver	Kidney	Spleen
キハダマグロ <i>Neothunnus macropterus</i>	4	1.01	0.20	0.41
マガツオ <i>Katsuwonus vagans</i>	7	1.18	0.31	0.31
マイワシ <i>Sardina melanosticta</i>	10	1.27	0.12	0.36
シイラ <i>Coryphaena hippurus</i>	6	1.14	0.43	0.08
チダイ <i>Erynnis cardinalis</i>	6	0.86	0.09	0.19
ヒメダイ <i>Pristipomoides sieboldii</i>	7	0.92	0.12	0.05
ザバフグ <i>Sphaeroides spadiceus</i>	4	3.62	0.48	0.11
コイ <i>Cyprinus carpio</i>	5	2.26*	0.53	0.21
フナ <i>Cassius auratus</i>	4	1.58	0.47	0.20
ウナギ <i>Anguilla japonica</i>	7	1.16	0.65	0.24
シユモクザメ <i>Sphyrna zygaena</i>	4	7.80	0.27	0.12
イタチザメ <i>Goleocercus arcticus</i>	4	11.53	0.32	0.15
ヨゴレザメ	5	6.29	0.44	0.26

* Hepatopancras

B) 主要造血器官の重量比

魚類の肝臓は一般に胃に接して存在し其の色調及び形態は魚種によりかなり異なる。腎臓は腹腔の上壁に接して存在する赤紫色の細長い器官でフグは幾分其の形態が異なる。脾臓は一般に胃に接して存在する楕円形の器官であるがサメ類では其の形態が異なる。之等造血器官の体重に対する重量比を求めた結果は Table 2 の如くである。即ち肝臓の重量比は魚種により大小あるが一般に鯨類は其の値が極めて大である。硬骨魚類では

Table 3. The content of Fe and Nadi-reaction in fresh meat and organ. (mg%)

Species	Liver	Kidney	Spleen	Dark muscle			White muscle	
				No. 1	No. 2	N. R.	No. 1	N. R.
キハダマグロ <i>Neothunnus macropterus</i>	47.6	42.1	52.3	21.5	25.2	++	8.2	+
マガツオ <i>Katsuwonus jagans</i>	40.1	61.4	61.8	18.7	24.3	++	7.8	+
ゴマサバ <i>Scomber tapeinocephalus</i>	31.2	33.2	72.8	20.8	21.4	++	6.6	+
ヒメダイ <i>Pristipomoides sieboldi</i>	50.7	46.1	96.5	12.9	16.4	++	5.3	+
チダイ <i>Erynnis cardinalis</i>	43.2	40.8	54.0	18.2	14.3	++	4.8	+
ザバフグ <i>Sphaeroides spadiceus</i>	7.8	23.5	34.2	12.2	13.6	+	3.7	+
コイ <i>Cyprinus carpio</i>	10.2*	17.9	39.4	16.4	16.6	+	4.2	+
イタチザメ <i>Goleocercus arcticus</i>	5.8	7.8	20.6	10.3	11.2	+	5.0	+
ツマジロ(ドタザメ) <i>Carcharinus acifimarginatus</i>	4.2	6.5	16.4	8.9	12.4	+	4.9	+

* Hepatopancras No. 1-The backpart. No. 2-The caudal part. N. R.-Nadi reaction

いる。又魚類血液は人血に比べ血球容積の割に鉄含量の少いのは魚類赤血球は有核であるため単位血球容積中に含まれる血色素量が人血より小さいためと思う。魚類の酸素需要度に対する血液の適応性は外に赤血球の数形大きさ及び血液比重にも認められることは既に報告した如くで血液鉄含量も之等の適応性と密接な関係があるものと考ええる。

尚軟骨魚類血液の鉄含量は硬骨魚類に比べ極めて少いが之等の特異性は赤血球の形態或は一般成分にも認められ斯かる相違は両者の分類学上の位置が異なるためと考えられる。

資料中フグ、コイ等が比較的大きい。之等肝臓の重量比の大きな魚類は一般に肝油量の多い種類である。尚コイの肝臓は所謂肝脾臓 (Hepatopancreas) を形成するものである。

腎臓の重量比に就ては肝臓程の魚種による差は明らかではないが一般にコイ、ウナギの如き淡水産魚類が比較的大きな値を示す結果となつている。

脾臓の重量比に就いては本実験の範囲内では一般にカツオ、マグロの如き酸素需要の激しい洄游性魚類が比較的大きな値を示す傾向が認められる。此の事実より或は造血器官としての脾臓の形態が血液の諸性質と関係があるのではないかと考えられるが此の問題に就いては今後研究する予定である。

C) 造血器官の鉄含量

各種造血器官の新鮮組織中の鉄含量を測定した結果は Table 3 の如くである。即ち造血器官中では一般に各魚種共に脾臓が鉄含量多く、サメ類は硬骨魚類に比べ各器官共に其の含量が少い。次に各臓器の重量比を考慮して鉄含量を比較すると一般に重量比の大なる器官は単位質量中の鉄含量が少くなる傾向が認められる。即ちサメ、フグの肝臓は鉄含量少く之れが又肝油含量と相関性があると考えられることは前述の如くである。更にコイの肝臓も鉄含量が少い結果となつているがこれは肝脾臓の形態をなすためと考える。

D) 肉質の鉄含量と肉色

魚肉は鮭肉等の Astacin 系統の色は別とし一般に洄游魚特に血合肉が濃色で其の量も定着魚より多い事は富士川氏等⁴⁾により認められている。各魚種の肉質中の鉄を定量した結果は Table 3 の如くて血合肉が普通肉より多く又血合肉中では尾部のものが多く傾向が認められ魚種別では運動性の魚類が其の血液と同様に肉質中にも鉄含量多く又 Nadi 反応も強く認められる。既報の如く赤身の魚は白身の魚に比べ赤血球数及び血色素量が多く且つ其の形は小である。又著者の経験では生魚の肉質をメスで切断した際赤身の魚特に血合肉部に多く血液が滲出する。元来肉色は Hemin 系筋肉色素等も勿論要素であるが以上の事実より筋肉中の血液量と血色素量とも密接な関係があると考え。尚筋肉中の血液量を直接測定する事は困難であるが単位肉質中の毛細血管数と其の直径より間接的に血液と肉色との関係を知るべく目下研究中である。尙天野氏は Nadi 反応の強弱は Cytochrome の分布消長と略々一致すると述べている。

IV. 要 約

(1) 魚類血液の鉄含量は一般に洄游性で酸素需要の激しい魚類は定着性のものに比べ多く又軟骨魚類は特異的に其の含量が少い。鉄含量は血液の血球容積特に血色素量と比例的関係が認められる。

(2) 魚類の主要造血器官の体重比は肝臓では軟骨魚類が極めて大きな値を示す、一般的に肝油量の多い魚種が肝臓の重量比が大きくなる傾向が認められる。腎臓では一般的に淡水産魚類が大きな値を示し脾臓に就ては一般的に洄游性魚類が大きな値を示す傾向がある。

(3) 造血器官の鉄含量は一般に脾臓が最も多く、軟骨魚類は硬骨魚類に比べて各臓器共に血液同様其の含量は少く各器官の重量比の大小とその単位質量中の鉄含量との間には一般に逆相関の傾向がある。

(4) 肉質の鉄含量は血合肉が普通肉より多く血合肉では活動の激しい尾部のものが多く傾向がある。Nadi 反応も血合肉に強く認められ一般に赤身の魚類が白身のものより血液同様鉄含量が多い。

之等の鉄は Hemin 系化合物 (呼吸色素或は呼吸酵素等) の分布消長と密接な関係があるが更に洄游性魚類の肉色は其の有する血液の量及び性質特に血色素含量とも極めて深い関係があるものと考え。

終りに御指導御援助を賜った京都大学医学部天野重安教授、本学榎谷富一教授今井貞彦助教授及び練習船新潮丸盛田友式船長以下乗組員各位に感謝の意を表す。

文 献

- 1) H. Jordan : "Downey's Handbook of hematology" 2, 699 (1938).
- 2) 斎藤 要 : 日水誌 同時投稿
- 3) R. Breuer and W. Miltzer : J. Biol. Chem., 126, 561 (1928).
- 4) 富士川 豊, 永沼秀哉 : 日水誌, 5, 95 (1936).
- 5) 天野重安 : 日本血液学会誌, 3, 84 (1953).