

# 魚類血液の生化学的研究—V.

## 魚類血液の呼吸要素に就て

齋 藤 要

### Biochemical Studies on Fish-blood—V. On the Respiration Element of Fish-blood

Kaname SAITŌ

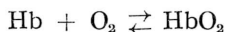
#### 【 緒 言

呼吸は生物の重要な生活現象であるが、殊に脊椎動物は呼吸無くしては一刻も生活する事は出来ない。元来陸上動物の多くは直接空気呼吸を営むが魚類の大部分は水中の遊離酸素を吸収して水中に炭酸ガスを放出しているのである。この呼吸の目的は酸素を取入れ炭酸ガスを排出する事であるが、其の間に入れたる酸素は血液により組織細胞に運ばれ細胞内の酸化作用に関与し、其の結果栄養物質を消費してエネルギーを出すのである。従つて呼吸作用は一般に次の二段に分けて考える事が出来る。

第一段 外界空気と血液間のガス交換 (外呼吸)

第二段 血液と組織細胞間のガス交換 (内呼吸)

斯様に動物が呼吸作用を営む上に於て血液は極めて重要な役割をなすものである。従つて血液自体の諸性質のなかには呼吸に対する適応現象が多々認められるのは当然のことと思う。一般に魚類の血液は他の高等動物の血液と同様に呼吸色素 Hemoglobin (Hb) を有するが其の分子に酸素を附加した Oxyhemoglobin (HbO<sub>2</sub>) は極めて不安定な型であつて、之れが酸素分圧の低い組織を環流する間に分子内の酸素を放出して、



なる反応を繰返して組織に酸素を供給する作用を営むのである。斯かる意義を有する Hemoglobin は動物の血液中では其の有形成分の赤血球中に存在するが一般に脊椎動物の赤血球は Hemoglobin によるガス交換を営む最も進化した細胞と考えられ、其の形態、或は理化学的性質が動物の分化或は呼吸生理等と密接な関係のある事も容易に想像出来る。斯様に赤血球中の Hemoglobin は酸素運搬の機能を有するが其れ自身は附加した酸素によつて組織の酸化還元作用を行うものではなく、此の作用は Hemoglobin と類似の Pyrrol 色素を有する Cytochrome, Catalase, Peroxydase の如き酸化酵素によつて行われるが此等一連の化合物の斯かる呼吸作用は分子内即ち Hemin 中の鉄原子に起因するものと考えられている。

魚類の呼吸に関する研究としては、其の呼吸器、呼吸方法、呼吸係数等の所謂外呼吸に関するものが多く、内呼吸に関するものは極めて少い。即ち魚類血液の酸素解離曲線に就て Krogh<sup>1)</sup>、血液中の鉄含量に就て Hall and Gray<sup>2)</sup>、ウナギの血球容積に就て川本<sup>3)</sup>、コイ、フナの呼吸と赤血球抵抗に就ては狩谷<sup>4)</sup>等の研究があるが、之等は何れも上記の如く特定の事項或は 2、3 の淡水産魚類に就て行つたものである。以上の研究状況より考え、

著者は広く硬骨魚類から軟骨魚類を対照として 其等血液の生化学的研究を進め 既に第一報血液の形態<sup>\*</sup>、第二報比重と一般成分<sup>\*</sup>、第三報凝血時間と凝血要素<sup>\*\*</sup> 第四報肉色と血液の性質に就て<sup>\*\*</sup> 報告したが本報に於ては一部前報で発表した事項も含め、主として前述の如き呼吸作用の見地より内呼吸の要素として、赤血球、Hemoglobin 及び酸化酵素等の形態或は理化学的性質に就て得たる若干の知見を要約して報告する。

## II 実験の部

### A) 実験材料

実験に供した魚類は海水産硬骨魚類（洄游性、定着性）14種、淡水産硬骨魚類3種、及び軟骨魚類（鮫類）4種である。採集は主として1952年10月から12月に亘り一部は1953年1月～2月に採集したものである。採集場所は海水産魚類は主として鹿児島南方海域であつて本学練習船（新汐丸、隼人丸）上で釣獲したものを使用した。又同種の魚類は何れも成体で略々同大のものを選り出来得る限り環境及び生理等の同一条件のものを使用し特に雌雄に就て考慮しなかつた。他に対照として人間及び陸上動物の血液を使用し、又肉質及び造血器官の鉄含量測定には一部市場に水揚された魚類も使用した。

### B) 実験方法

魚類血液の研究に人血を対照とした一般の実験方法を其の儘適用出来ぬ事は著者の常に経験した処である、例えば魚類血液は一般に原始的形態を示し血球が極めて不安定で破壊し易く且つ赤血球或は血小板が有核である事等は特に注意すべき点と思われる。

採血は主として試料の心臓腹部を充分露出させ注射器を動脈球から幾分心室の方向に入れて行い、又鮫類に於ては一部尾静脈を切断し噴出する血液を採集した。

採血に際して血液は直ちに凝固する事は他の高等動物と同様であるが、硬骨魚類に於ては凝固速度は極めて早く、一方軟骨魚類では完全凝固の認められない事は既に第三報に於て報告した如くである。従て著者は必要に応じ抗凝固剤として二重蓆酸塩（蓆酸カリ・蓆酸アンモン・2:3、2%溶液）を血液1ccに対し3～4mg、軟骨魚類では1mg、以下を用い好結果を得ている。人血の場合は1～2mg、で充分である。

#### 1. 赤血球数、及び其の大きさの測定

赤血球の算出は稀釈液として3.8%クエン酸ソーダ溶液0.85%食塩水を用いThoma-Zeiss計算板で行つた。人血で広く用いられる稀釈液のHayem液では往々にして赤血球の凝集を起し、其の分布を不均一にする現象が認められた。赤血球の大きさは塗抹標本をGimsa液で染色しZeiss式のMikrometerにて測定した。魚類は哺乳動物と異なり其の赤血球は有核（白血球は両者共有核）である故、この塗抹標本により白血球数の赤血球に対する比を求めて赤血球数の補正をした。

#### 2. 比重の測定

血液の比重測定法としては比重壘法、落下液滴法等があるが最近広く用いられているのは硫酸銅法<sup>5)</sup>である。本法は船上の如き研究設備の不完全な処に於ても多数の試料を迅速に且つ充分正確に測定する事が出来る極めて便利な方法と思う。即ち比重の知られている

\* 昭和27年11月 日本水産学会九州支部大会発表 日水誌投稿

\*\* 昭和28年4月 日本水産学会東京大会発表 日水誌投稿

濃度の硫酸銅溶液を多数用意して其の中に血液の滴を落とし其の粒の浮沈により比重を求め、此の場合抗凝固剤使用による比重増加の補正を行った。

### 3. Hematocrit.

血球容積の測定は Hematocrit 法<sup>6)</sup>により 30 分間遠心 (3,000 R/M) し下部に沈降した赤血球の高さが不変になつたときの値を全体の被検血液量に対する百分率で表わした。

### 4. Hemoglobin.

Hemoglobin の測定は Sali-Hemometer を用い小宮改良法<sup>7)</sup>によつて行つた。即ち試料を塩酸稀釈液で溶血し発生する褐色の塩酸 Hematin を 30°~40° の温水中に 15 分間浸漬し Hemoglobin を充分塩酸 Hematin に変化して同色調の標準硝子の濃度に達するまで蒸留水で薄め比色管に刻んである目盛り求めた。

### 5. 鉄

鉄の定量は Breuer and Miltzer 法<sup>8)</sup>を次の如く幾分改変した。即ち過マンガン酸加里と硫酸で Hemoglobin 中の鉄を充分遊離せしめ、之れに過硫酸加里液を加えて 2 価の鉄を 3 価に変化し後ロダン加里液にて発色せしめ光電比色計により比色定量を行つた。

### 6. 酸化酵素反応

酸化酵素の定性的な検出反応として最も一般的な Nadi 反応の検出を行つた。即ち  $\alpha$ -naphthol と Dimethyl-P-Phenylendiamin による Indophenol 青合成法を基礎とし、Chloroform 又は Formalin 処理により固定性 Nadi 反応と易動性 Nadi 反応の 2 点に就て観察した。

魚類血液の血球及び顆粒が人血に比較し不安定にして崩壊し易い事は既に第 1 報に於て報告した通りで、標本作成に際しては塗抹を手早く行い且つ速かに乾燥する事が必要で殊に海産魚類の場合は塩類が標本中に止まり May-Gimsa 染色を阻む事がある。

以上各実験方法の詳細は文献<sup>7), 9), 10)</sup>を参照とされたい。尙測定は 1 個体に就き 2 回以上を行ひ且つ 5 個体以上の測定結果の平均値をもつて表わした。又 Nadi 反応は全検出操作中に 2 回以上確認出来た場合を陽性とした。

## III 実験結果及び考察

前述の如く血液中の重要な呼吸色素 Hemoglobin は何れも其の有形成分たる赤血球中に存在するものである。之を換言すれば赤血球は Hemoglobin の運搬体として内呼吸を営む最も進化した細胞と考えられる。次に各魚種の酸素需要性即ち運動性に対する赤血球の適応現象を 2, 3 の形態に就て観察した結果は次の如くである。

### A) 赤血球の形態

人間の赤血球は通常無核であるが魚類では何れも中心に 1 個の核を有している。赤血球の核の有無を呼吸生理上より考えると細胞に核の存在する事は一般的に運搬酸素を其の細胞が自家消耗する事を意味する故 魚類の赤血球は人類の赤血球に比べ 進化が遅れ其の酸素運搬能が劣るものと思われる。

#### 1. 赤血球数

数は第 1 表の如くである。即ち試料中最大値を示すものはキハダマグロで 360 万前後、最小値を示すものは ツマジロ (鮫類) で 20 万前後である、一般に軟骨魚類は硬骨魚類に比べて其の数は極めて少く又人血の 500 万前後に比較すると 魚類では遙に少い数を示して

Table 1. Number and size of red corpuscles in fish-blood.

Species	No. of sample	Red count. Millions in 1mm <sup>3</sup>	Major-axis (Microns)	Minor-axis (Microns)
ク ロ カ ズ キ <i>Eumakaira nigro</i>	10	3,272	7.4—14.6	6.8— 9.3
キ ハ ダ マ グ ロ <i>Neothunnus macropterus</i>	5	3,640	7.2—14.4	6.6— 8.9
マ ガ ツ オ <i>Katsuwonus vagans</i>	7	3,396	7.4—13.7	6.8— 9.0
ゴ マ サ バ <i>Scomber topeinocephalus</i>	11	3,512	8.4—14.7	6.6— 9.2
シ イ フ <i>Coryphaena hippurus</i>	6	3,173	8.8—14.7	7.2— 9.3
ヒ メ ダ イ <i>Pristipomoides sieboldii</i>	6	2,978	8.8—14.4	7.2— 9.8
チ ダ イ <i>Erynnis cardinalis</i>	8	2,758	9.4—14.7	7.0— 9.3
サ バ フ グ <i>Sphaeroides spadiceus</i>	5	2,592	10.3—14.7	7.2—10.4
コ イ <i>Cypinus carpio</i>	8	2,212	10.9—15.1	7.0—10.2
フ ナ <i>Carassius auratus</i>	3	2,024	11.2—16.1	6.9—10.7
イ タ チ ザ メ <i>Goleocerdo arcticus</i>	7	0,328	15.5—28.9	12.3—24.5
ツ マ ジ ロ (ド タ ザ メ) <i>Carcharinus alfimarginatus</i>	8	0,242	16.1—35.2	12.0—28.5
ニ フ ト リ <i>Gallus gallus domesticus</i>	8	2,891	10.2—16.8	6.8—12.2
人 間 <i>Human</i>	11	4,921	6.2— 9.4	—

いる。而しタイ類或はサバ類に於ける観察では同科の魚種間では略々同数を示し、硬骨魚類中でもマグロ、カツオの如き洄游性で酸素需要の高いと思われる魚種はタイ、フグの如き定着性魚類及びコイ、フナの如き淡水産魚類よりも其の数が一般的に多い、即ち赤血球は運動活潑で酸素需要の多い魚種程其の数が多くなる傾向が認められる。

## 2. 赤血球の大きさ

人間の赤血球は 6.2~9.4  $\mu$  位の直径範囲をもつ略々円形であるが魚類赤血球には他に楕円形のものがある。一般的の傾向として楕円形のもの大型で、軟骨魚類は硬骨魚類に比較し其の赤血球は何れも極めて大型で楕円形のものが多い。又硬骨魚類中ではマグロ、カツオの如き洄游性で酸素需要の激しい魚類は、タイ、フグの如き定着性魚類及びコイ、フナの如き淡水産魚類の赤血球より一般に小型で且つ円形のもの多く認められる。この事を前述の赤血球数と対照して見ると、マグロの赤血球では其の数は約 360 万、大きさは 7.2~14.4  $\mu$ 、イタチザメでは約 30 万、大きさは 15.5~28.9  $\mu$  の結果より明らかな如く其の数と大きさとは逆の傾向にあることが認められる。斯る現象を赤血球の呼吸機能上より考えると、人血の赤血球が最も合理的な形態を有しているが魚類に於ては一般に酸素需要の激しい魚類程赤血球の数が多く且小型で円形の赤血球が多い。このことは結局酸素需要の激しい魚類では其の酸素運搬体である赤血球の表面積が大なることを意味し呼吸生理の見地より考えて極めて合理的な自然現象と考えられる。又一方鮫類の赤血球は其の数が極めて少く且著しく大型で、楕円形である事は酸素運搬体として非能率的形態と考えられるが、その反面之等は生物の系統発生上の位置が明らかに硬骨魚類と異なる事を示す一つの要素とも考えられる。

## B) 比重, Hematocrit 及び Hemoglobin 含量

比重：血液の比重は生理的条件によつて其の値は変動するものであるが出来る限り同一条件を撰択すると同種の魚類では殆んど同じ値を示す、本実験の範囲内で魚類を全般的に比較すると第2表に示す如く大凡の傾向として比重により魚類を3群に分けることが出来る。即ち其の第一群はマグロ、カツオの如き洄游性魚類で其の血液比重は 1.060 前後で最も高く、其の値は人血と同程度若しくは其れ以上である。第二群はタイ、フグの如き定着性魚類で其の比重は第一群より低く、1.050 前後である。第三群は鮫類の如き軟骨魚類で其の比重は一般に第二群より低く 1.045 前後である。此の比重の値が一般成分と極めて密接な関係のあることは既に第二報に於て報告したが 尙此処に次記の呼吸要素との関係に就いて考察する。

Hematocrit 及び Hemoglobin：赤血球の機能は酸素運搬作用を主とする。従つて血液中の赤血球の呼吸効率は其の数と同時に大きさ、容積及び全血液量との三者が相関連して初めて一定の意義を有することになる。而し乍ら全血液量の測定に確実な方法がない現状より考へて Hematocrit が酸素運搬能を表す指数として極めて重要な意義を有するものと考えられる。即ち赤血球の単位容積内に含まれる Hemoglobin 量が略々一定しているとすれば赤血球の個々の大きさは小さくても其の数が大でさえあれば酸素の運搬能率は大となる訳である。従つて血液の呼吸効率と云うものは Hematocrit に於て最も端的に表わされていると云う事が出来る。其の測定結果は第2表の如くである。即ち Hematocrit

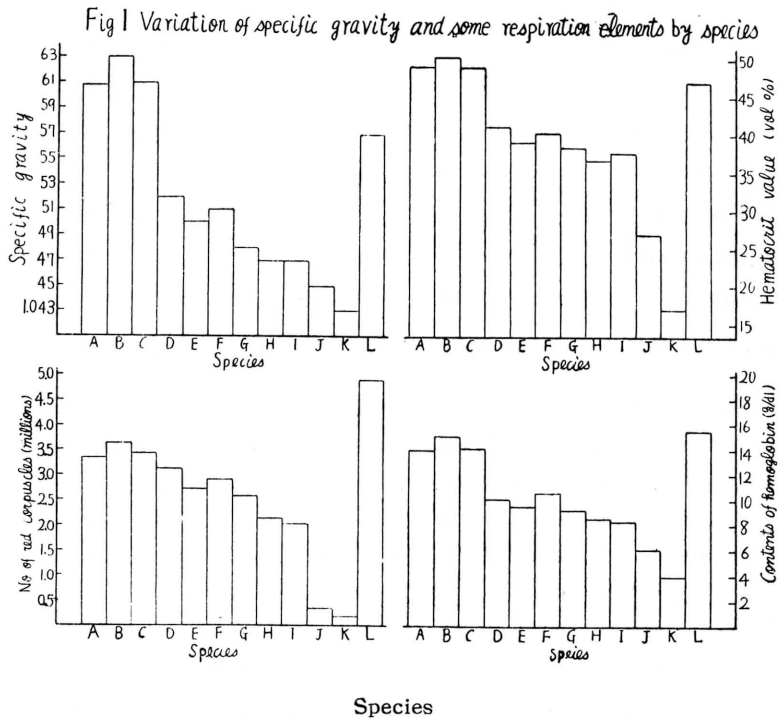
Table 2. Some respiration elements of fish-blood.

Species	Specific gravity	Hematocrit value (vol.%)	Hemoglobin (g/dl)	Fe (mg/dl)	Hemog. Hemat.
クロカヂキ <i>Eumakaira nigro</i>	1,061	49.0	13.5	51.3	0.27
キハダマグロ <i>Neothunnus macropterus</i>	1,063	51.2	14.1	34.2	0.27
マカツオ <i>Katsuwonus vagans</i>	1,061	48.8	14.2	52.9	0.29
ゴマサバ <i>Scomber topeinocephalus</i>	1,059	47.1	13.8	47.2	0.25
シイラ <i>Coryphaena hippupus</i>	1,052	41.2	10.1	32.4	0.23
ヒメダイ <i>Pristipomoides sieboldii</i>	1,049	39.0	8.9	27.7	0.24
チダイ <i>Erynnis cardinalis</i>	1,051	40.2	10.6	30.5	0.21
サバフグ <i>Sphaeroides spadiceus</i>	1,048	38.3	8.8	26.3	0.23
コイ <i>Cyprinus carpio</i>	1,047	36.7	8.6	27.0	0.24
フナ <i>Carassius auratus</i>	1,047	34.9	8.4	25.6	0.23
イタチザメ <i>Goleocerdo arcticus</i>	1,045	25.4	6.5	17.9	0.15
ツマジロ(ドタザメ) <i>Carcharinus alfimarginatns</i>	1,043	18.2	4.3	12.3	0.19
人間 <i>Human.</i>	1,057	49.9	15.4	53.2	0.33

及び Hemoglobin 量(鉄含量)は血液の比重と比例的傾向が認められる。硬骨魚類中ではマグロ、カツオの如き洄游性で酸素需要の激しい魚類は血球容積 50%, 血色素量 14~15g で両者共其の値は定着性魚類より大で人間と同程度若しくは其れ以上である。一方軟骨魚

類の鮫類に於ては血球容積は 15~25%, 血色素含量 4~6g で著しく小さい値で硬骨魚に比べ特異性を示すことは赤血球に於ける知見と同じである。

次に血液中の Hemoglobin 量を Hematocrit で除した値即ち血球の単位容積内に含まれる Hemoglobin 量を示す値は各種赤血球の酸素運搬能を表わす係数として重要な意義を有するものと考えられるが、其の計算値を第2表によつて見ると一般に魚類血液は人血に比較して単位血球容積中の Hemoglobin 含量が低い値を示す。之れは前述の如く人血の赤血球には核がなく且つ数が多く小型の円形である事実よりしても其の妥当性が考えられるのである。又魚類血液に於てはマグロ、カツオの如く洄游性で酸素需要の激しい魚類はフグ、コイの如き定着性の魚類より其の値が高く一方鮫類では其の値が最も小さい結果となつている。此れも前述の如く個体発生が系統発生を繰返す以上は止むを得ない現象であろう。以上の結果を総括すると第1図の如くである。



- Species
- A. クロカジキ *Eumakaira nigra*
  - B. キハダマグロ *Neothunnus macropterus*
  - C. マガツオ *Katsuwonus vagans*
  - D. シイラ *Coryphaena hippurus*
  - E. チダイ *Evyunis cardinalis*
  - F. ヒメダヒ *Pristipomoides sieboldii*
  - G. サバフグ *Sphaerides spadiceus*
  - H. コイ *Cypinus Carpio*
  - I. フナ *Carassius auratus*
  - J. イタチザメ *Goleocerdo arcticus*
  - K. ツマヂロ(サメ) *Carcharinus alfirmarginatus*
  - L. 人間 *Human*

酸化酵素：生体内には Hemoglobin 以外に内呼吸を営む要素として Cytochrome,

Catalase, Peroxydase の如き酸化酵素が存在するが之等の呼吸作用も Hemoglobin と同様に Hemin 中の鉄原子に起因すると考えられている。最近に及ぶ天野等<sup>11)</sup>の研究によれば血液、組織の Nadi 反応と Cytochrome の分布消長とは略一致し且つ新鮮組織に於て最も豊富に認められる Porphyrin 系色素は主として Cytochrome であると述べている。斯る見地より著者は呼吸酵素研究の予備実験として血液及び組織の Nadi 反応を試みたが、魚類血液の血球及び顆粒が人血に比較し不安定にして崩壊し易く、従つて同一試料より得た標本でも一方は確認出来他方では確認出来なかつたことは屢々経験した処であるが第3表の結果は観察中2回以上確認出来たものを陽性として表した。

Table 3. Nadi-reaction of fish-blood and meat.

Species	Erythrocytes		Polymorphys		Eosinophils		Dark muscle		White muscle	
	L. O.	S. O.	L. O.	S. O.	L. O.	S. O.	Fe	S. O.	Fe	
マ ガ ツ オ <i>Katsuwonus vagans</i>	+	+		+		+	22.8	+	7.8	
ヒ メ ダ イ <i>Prsti pomoides sieboldii</i>	+					+	16.9	+	5.3	
サ バ フ ク <i>Sphaeroides spadicus</i>	+	+		+		+	9.6	+	3.7	
コ イ <i>Cyprinus carpio</i>	+	+	+	+		+	14.3	+	4.2	
イ タ チ ザ メ <i>Goleocerdo arcticus</i>	+		+		+	+	7.6	+	5.0	
ツマジロ(ドタザメ) <i>Car-</i> <i>charinus alfirmarginatus</i>	+				+	+	6.9	+	4.9	
人 <i>Human</i>		+		+						

L.O. : labile oxydase    S.O. : stable oxydase    Fe : mg/fresh meat 100g

即ち魚類の血液の赤血球中には人血と異なり易動性 Oxydase 反応が認められるものがあるが、之は其の形態が原始赤血球に属するものである。又一般硬骨魚類の顆粒白血球に於ては易動性 Oxydase 或は安定性 Oxydase 反応が認められるが鯨類では安定性 Oxydase 反応は認められず Oxydase 顆粒は不安定で固定出来ぬものと思われる。

以上の結果は魚類の血球が人血に比べ尙分化程度の低いことを意味し鯨類に於ては殊に其の感を深くするものである。尙肉組織の Nadi 反応は普通肉より血合肉に強く認められる。

次に各呼吸色素の重要成分である鉄含量に就てみると一般硬骨魚類では血合肉が普通肉の3~4倍の含量を示すがサメ、フグの如き魚類では両者間に大差がない。一方普通肉に於ては洄游性で酸素需要の激しいマグロ、サバの如き魚類の肉は定着性の魚類の肉より鉄含量の多い傾向が認められる。此の肉中の鉄含量も血液の呼吸要素及び組織中の呼吸酵素の分布と密接な関係を有し魚類の内呼吸に重要な意義を有するものと考えられる。

#### IV 要 約

以上の実験結果より得た魚類血液の呼吸生理に関する知見を要約すれば次の通りである。

##### A) 赤血球の形態に就て

1. 人間の赤血球は通常無核であるが魚類は1個の核を有し運搬酸素を自家消耗する故人血に比較し其の酸素運搬能が不利と思われる。

2. 洄游性で酸素需要の激しい魚種は定着性の魚種に比べ一般に赤血球の数が多く且つ小型で円形のものが多い。この事実は酸素運搬体である赤血球の表面積が酸素の需要に応じて大きくなる事を意味し呼吸生理の見地より極めて合理的な自然現象と考えられる。

3. 軟骨魚類の赤血球は特異的に大型で楕円形のものが多い、且つ其の数は極めて少く酸素運搬体として非能率的形態と考えられるが、反面之等が生物の系統的発生上一般硬骨魚類と其の位置を異にするためとも考えられる。

#### B) 比重, Hematocrit 及び Hemoglobin 含量に就て

1. 魚類の血液の比重は Hematocrit, Hemoglobin 及び鉄含量と並行的関係が認められ一般にカツオ、マグロの如く洄游性で酸素需要の激しい魚類の血液は定着性のものに比べ比重が重く、Hematocrit 及び Hemoglobin 含量共に大で、略々人血と同程度の値である。

2. 魚類血液は人血に比較して単位血球容積中の Hemoglobin 含量が小である。魚類中では生理生態による酸素の需要の多い魚種が一般に大なる値を有し、軟骨魚類に於ては之等の呼吸要素が何れも特異的に小さい値を示す。

#### C) Nadi 反応及び組織の鉄含量

1. 最も一般的な呼吸酵素 Cytochrome の分布消長を Nadi 反応で検索した結果、魚類血液の赤血球中には易動性 Oxydase が認められるものがあり、又鮫類に於ては其の顆粒白血球中に安定性 Oxydase が認められなかつた。即ち魚類血液の血球は人血のそれに比較して分化程度の低い事が認められる。

2. 肉組織の Nadi 反応は血合肉に強く認められ鉄含量は血合肉が普通肉の3~4倍を含み一方普通肉に於ては酸素需要の激しい洄游性魚類が定着性の魚類より鉄含量が多く之れは血液の Hemoglobin 及び組織の呼吸酵素の分布消長と密接な関係を有するものと思われる。

以上要するに一般硬骨魚類の血液に於ては魚種の酸素需要に応じて血液中の呼吸要素に種々の適応現象が認められるが一方軟骨魚類に於てはその呼吸要素が特異的に非能率的形態及び性質を示す。この事実は生物の個体発生が系統発生を繰返し其の位置が一般硬骨魚類と異なるため止むを得ない現象と思われるのである。

終りに臨み御指導並びに御援助を賜わつた 県立鹿児島大学医学部佐藤堅教授、本学水産学部金森政治教授、今井貞彦助教授、盛田友式助教授及び練習船新潮丸、隼丸乗組各位に深謝の意を表する。

### Résumé

The author studied on the respiration elements of the fish-blood mainly from a biological point of view; namely erythrocyte, hematocrit, hemoglobin, cytochrome (Nadi reaction) and Fe content of several fish-blood were determined. The results were summarized in Table 1~3 and Fig. 1. By these studies, following phenomena were observed.

The blood of migratory fishes such as tunny, bonito and mackerel contained more erythrocyte and its size was smaller than that of bottom fish, shark and



fish-water fish, and consequently the surface of erythrocyte in the former was magnified. Specific gravity, hematocrit value, hemoglobin (Fe) content of blood and Fe content of muscle was greater in the active fish than that of inactive ones. It was thought that these properties showed the nature of fishes connected with their activity and the degree of evolution. The labile oxydase reaction was found in the erythrocyte of *Teleostei* and the stable oxydase reaction was not shown in the leucocyte of *Elasmobranchii* (shark). Generally, the respiration elements in fish-blood was more primitive in its properties and form than that of human-blood, and the shark-blood had peculiarity in many respects.

## 文 献

- 1) A. Krogh : J. Physi, 52, 288 (1919)
- 2) F. G. Hall and J. R. Gray : J. Biol, Chem, 81, 121 (1929)
- 3) 川本信之 : Sci, Rep. Tohoku Imp. Uniu, III, Biol, 4, 645 (1929)
- 4) 狩谷貞二 : 日水誌, 15, 728 (1950)
- 5) R. A. Philipsetc : Bull, U. S. Army Medical Dept, 71, 66 (1943)
- 6) K. Kato : J. Lab, and Clin, Med, 23, 980 (1938)
- 7) 小宮悦造 : 臨床血液学, 東京, 克誠堂, 50 (1941)
- 8) R. Breuer and W. E. Miltzer : J. Biol. Chem. 126, 561 (1938)
- 9) H. M. Carleton and E. H. Leach : Schafer's Essentials of Histolngy, Fifteenthed, London (1949)
- 10) 加藤勝治 : “血液学研究法”, 2版, 南山堂, 東京 (1948)
- 11) 天野重安 : 日本血液学会誌, 3, 84 (1938)