魚類生理學

川本信之著

需要全本请访问 www.ertongbook.com

魚類生理學

川本信之著

第2版

石崎書店刊
1962

序

魚類を対象として研究し，或いは水産業に携わる者にとって魚類の習性行動を科学的に知ることは極めて緊要であって，今更ながら論を待たないところである．然るに従来は単なる経験によって帰納的にこれを知るのみであったから，多分に想像が含まれていたことはやむを得ない事であった．しかし私はかねてより魚類生理学が進歩して的確な魚類の習性を推知し得てこそ，初めて理論的な漁業の基礎が確立されることと確信していたのである．

この意味において私は“魚類生理学”の創成に半生を捧げて来た．1936年“魚類の生理”を出版して日頃の筆者の意のあるところを世に問うたが，しかし当時魚類生理学に対する認識は未だ低く，さほどの関心も払われなかった．ところが年を経ると共に，次第に水産の基礎としての生理学の重要性が新進の学徒に認識されて来て，この学問に対する支持者も漸次増加して行った．前著刊行と時を同じうして外国では Prof. Dr. W. Wunder の“Physiologie der Süsswasserfische Mitteleuropas”(1936年) 等の著書が出版されたが，欧米でもこの方面に対する関心は比較的少なかったように見られた．

しかるに第二次大戦以後の学界を見るに，魚類の生理学的研究が顕著に増加して来ており，特に Prof. Dr. W. S. Hoar をはじめとする研究者グループの“Physiology of Fish”に関する数多の業績は，我々水産学者をして実に驚異の目をひらかしめるものである．

彼様な内外の事情の変遷と並行して，私の研究もいさゝか進み，外国から興味ある文献も続々集まって来て，すべてが熟したので，こゝに要望に応えて本著を刊行するに意を決した次第である．

本書は内容を第一編と第二編とに分けた．第一編は主として魚体の血液，呼吸，生殖等魚体そのものの生理であり，第二編は神経，感覚などについて述べた．もとより劃然たる区別はできないが，あえていえば増殖生理学と漁撈生理学とでもいうべきであろう．

たゞ生理学という広汎な分野，且つ私の浅学菲才のため，研究を志してより長年月を費してこゝにまとめた内容にも，誤りや脱落が少なくないと思うので諸賢の御叱正を望んでやまない．この本の原稿が出来上がったのは1954

年の秋であった．その後次々と世にあらわれた諸学者の業績は，つとめて追加したつもりではあるが，その間鮭鱒母船会の後援により米・加の水産研究所を視察して得るところ少なからず，彼の地で得た論文や新研究を出来るだけ挿入することに努力したが，何分多忙であったので充分でなかったことを多少の心残りとするところである．

世の水産技術者，水産業者の諸氏がこれによって水産の基礎知識を得られ，その応用に何等かの裨益する点があれば私の幸いとするは勿論，比較生理学としての医学研究者や動物生理学者の方々にも，いさゝかなりとも参考になればと願う次第である．

本著の出版に際しては，松原喜代松教授をはじめとして，石崎書店主石崎釗氏並びに係員諸氏等の終始熱意をもった御援助を得た．なおこの執筆に当り清水俊夫，東浦文子の両氏に少なからざる御助力をいたゞいた．こゝに改めて上記諸氏に衷心謝意をさゝげる．

1956年6月

津城趾旧本丸にて

著者識す

増補に際して

最近，生理学の進歩はまことにすばらしいものがある．そして魚類に関した生理もまた同様であって，たくさんの優れた論文が集まってきている．

過日突然，石崎書店主石崎剣氏から再版に際し増補の執筆と旧版の改訂を依頼された．

そこでたくさんの論文のうちで特に注目すべき研究を選んでつけ加えることとした．

この小著全体としていえることは，殆んどすべての章において，著者の研究と経験並びに当研究室の業績とを基礎として，これに関連した諸学者の研究論文を読み，消化しつつ書いたものであることである．

もとより誤った箇所も少なくないと思われるが，諸氏の示教を得て是正して行きたいと思う．

1962年2月

生理生態学教室にて

著者しるす

需要全本请访问 www.ertongbook.com

凡　例

1　本書は私の研究を基礎として，諸学者の数多い研究成果をも加え，“魚類生理学”としてまとめたものである．

2　魚類の生理研究は，日々新にしてめざましいものがあり，本書の内容は前著“魚類の生理”より全く離れて新しい研究を基礎として書いた．ただ二三引用した点もあるが，これはその後の研究が全く見られなかったものである．

3　内容を第一編，第二編とに分けたのは，序文にも述べたように研究者の参考に便利なためである．

4　本書は水産生態学の基をもなすものと信ずる．

5　本書は物理的生理学を主としたが，更に機を見て化学的生理学をも書くつもりである．

6　魚体生理の説明には，水棲動物なるが故に陸上動物と大いに異るため，その体構造及び解剖を簡単に記述しつゝ筆を進めた．

7　魚体構造，解剖を記載したとはいえ，魚の種類により各々著しくその構造を異にするものがあるから，読者はこの点充分留意せられんことを望む．

8　魚名は漢字を用いず，片仮名を用いることとした．和名のない種は学名のほかに‘類’を当てた．

目　次

第Ⅰ編　増殖生理

第1章　循環系統生理……3
A　血管系の構造……3
B　心臓の生理……8
C　血　液……14
D　血液ガス……20

第2章　呼吸生理……30
A　呼吸機構……30
B　鰓の構造……34
C　呼吸研究方法……36
D　呼吸とその環境……41
E　呼吸生理……45
F　呼吸と水質との関係……54
G　呼吸と温度との関係……58
H　呼吸と環境水の滲透圧……59
I　附属呼吸器の機能……61

第3章　消化系統生理……74
A　消化系統……74
B　胃と腸の運動……79
C　消化腺……82

第4章　生殖生理……85
A　卵……87
B　精子及び受精……89
C　孵化の経過……90
D　孵化と環境条件……91

第5章　泌尿生理……96

第6章 内分泌生理……98
A ホルモンの作用……98
B 環境条件による性ホルモンの調節……102
C ホルモンと魚の成長……103
D ホルモンと洄游……106
E 水産におけるホルモンの利用……108

第7章 成 長……111
A 成長と水温……115
B H因子と成長……116
C 絶食と成長……118
D 魚類の体重と諸臓器の重量との関係……118

第8章 水質に対する生理……123
A 水質の影響……123
B 水温と魚類……126
C 水温変化に対する魚の抵抗と適応……129
D 水質汚濁と魚類……132
E pHと魚類……144

第II編 漁撈生理

第1章 神経生理……149
A 神経系統……149
B 脳の機能……152
C 脳の生理……156

第2章 感覚生理……159
A 視 覚……159
B 魚類の趨光性……174
C 聴 覚……177
D 側線器官の生理……188
E 味 覚……193
F 嗅 覚……198

G 温度感覚 …… 200
H 耐温性の調節 …… 206

第3章 皮膚及び体色の生理 …… 211
A 鱗 …… 211
B 年　輪 …… 214
C 体　色 …… 217
D 体色の変化 …… 221

第4章 滲透圧生理 …… 229
A 淡水魚類の滲透圧調節作用 …… 229
B 鹹水魚類の滲透圧調節作用 …… 232
C 遡河魚及び降河魚 …… 233

第5章 洄　游 …… 239

第6章 鰾の生理 …… 242
A 水中上下運動の機構 …… 246
B ガス分泌 …… 249
C ガス気泡の放出 …… 254
D 呼吸機能 …… 256
E 感覚機能 …… 258

第7章 電気器官生理 …… 264

第8章 発光魚 …… 269

第9章 魚　毒 …… 273
A 有毒魚 …… 273
B 毒　魚 …… 276

第III編 増　補

第1章 増殖生理増補 …… 283
血　液 …… 283

呼　吸…… 287
消化系統 …… 292
生殖生理 …… 296
泌尿生理 …… 297
内分泌生理…… 300
水質に対する生理…… 302

第2章　漁撈生理増補…… 305
神経系統 …… 305
滲透圧…… 313
鰾…… 316

参考文献…… 319

参考文献増補 …… 333

事項索引…… 339

学名索引…… 351

普通名索引 …… 359

第Ⅰ編　増殖生理

需要全本请访问 www.ertongbook.com

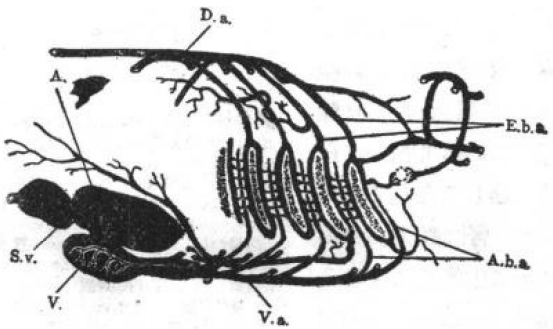
第1章　循環系統生理

魚類の循環系統は他の高等脊椎動物と同様心臓と諸血管系とから成り立っている．この生理を論ずる前にまずその構造の概略を述べよう．

A　血管系の構造

血管は動脈，毛細管及び静脈とに分れた完全な閉鎖循環（Closed circulation）である．魚体の諸部から戻って来る静脈血はキュービエー氏管（Ductus Cuvir）及び肝門脈系（Hepatic portal system）を経て，まず静脈竇（Sinus venosus）に合し，ついで心房（Auricle）に入り，それから心室（Ventricle）に移り前方動脈幹（Truncus arteriosus）に送られる．心室から動脈幹に移るところに，しばしば心臓球（Conus arteriosus）が存在する．またこれを有せず心室は直接に動脈球（Bulbus arteriosus）と接続する場合もある．この両球中いずれか一つを有する時は他を有しないのが通例であるが，例外として両者を有するものも存在する．

心臓の位置は体腔前端，左右の鰓の合する部分の直後に囲心腔（Pericardial cavity）があって，この中に蔵せられる．1心室，1心房から成り立ち，他の脊椎動物の場合と同様，不随意筋であって有紋筋である．



第1図　板鰓類の動脈循環系統
S.v.……静脈竇　V.……心室　A.……心房　V.a.……腹大動脈　A.b.a.……導入鰓血管　E.b.a.……導出鰓血管　D.a.……背大動脈
〔QUIRING より〕

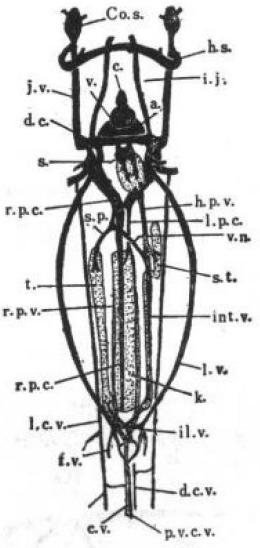
動脈幹から左右有対的に各鰓弧に沿って導入鰓血管（Afferent branchial vessels）となり，その中を流れる血液は鰓瓣動脈から鰓瓣片内毛細血管を経て，そこでガス交換を行い動脈血に変ずる（この点は毛細血管を述べる際に詳述しよう）．これらの血管は各々鰓弧に沿って上行する導出鰓血管（Efferent branchial vessels）によって大動脈に合する（第1図）．大動脈（Aorta）は背側体壁中脊梁の直下を

縦走し，その際分派する諸動脈中主なるものは，前方に向って頭部に入る頸動脈（Carotid a.），胸鰭に入る鎖骨下動脈（Subclavian a.），消化系内臓に行く腹腔動脈（Coeliac a.）及び懸腸膜動脈（Mesenteric a.），腎臓に入る腎動脈（Renal a.），生殖腺に入る卵巣動脈（Ovarian a.）又は精巣動脈（Spermatic a.）並びに腹鰭に入る腸骨動脈（Iliac a.）等がある．大動脈の後方は尾部に入って尾動脈（Caudal a.）となる．

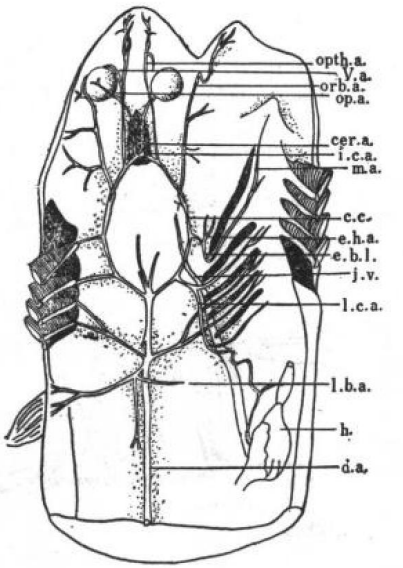
諸動脈は硬骨及び上覆組織を除いた全身の諸組織の中に存在する，いわゆる全身毛細脈系（Systemic capillary system）に接続し，こゝで呼吸によって得た酸素を毛細管壁を通して体組織へ放出し，代謝機転の結果出来た炭酸ガスや種々の老廃物を収集し，その結果，動脈血から静脈血に移行して諸静脈を辿って次第に諸方から合して太くなりつゝ再び心臓にかえる。

魚類静脈の主なものは，頭部から左右の頸静脈（Jugular vein）が走り後方から来る軀幹の主静脈（Cardinal v.）と合して左右のキュービエー氏管に至り，更に腹側に下行して心臓の後部にある静脈竇に合する．尾部から返って来る静脈血は尾静脈（Caudal v.）となり，尾動脈の直下に沿って相共に尾椎の血道門を通って前進し体腔に達して左右に分れ，この両枝は直接主静脈に連るか或は腎門動脈（Renal portal a.）となって腎臓に入り後に主静脈になる．胃腸から発する諸静脈は肝門動脈（Hepatic portal a.）に集まって肝臓に入り，脈網に分解して後肝静脈（Hepatic v.）を経て静脈竇に達する（第2図）．

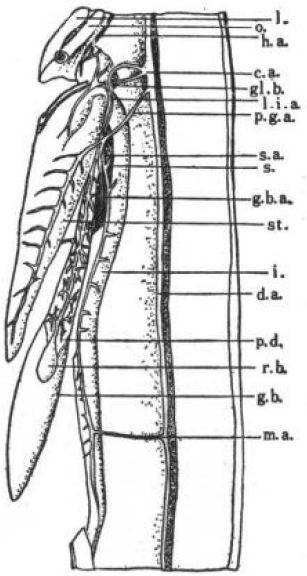
この外体壁中の両側を走る側静脈（Lateral v.）がある．腹鰭から来る腸骨静脈（Iliac v.）並びに胸鰭からの鎖骨下静脈（Subclavian v.）を受けて前端はキュービエー氏管に合する．



第2図　サメ（*Mustelus antarcticus*）の静脈系模式図（腹面図）
a.……心房　c.……心臓球　Co. s.……眼窩腺　c.v.……尾静脈　d.c.……キュービエー氏管　d.c.v.……背皮静脈の後部　f.v.……胸鰭からの静脈　h.p.v.……肝臓を通ずて来た肝門静脈　h.s.……舌骨腺　i.j.……内頸静脈　il.v.……腸骨静脈　int.v.……腸動脈　j.v.……頸静脈　k.……腎臓　l.c.v.……右側皮静脈　l.p.c.……左後主静脈　l.v.……側静脈　p.v.c.v……後腹皮静脈　r.p.c.……右後主静脈　r.p.v.……右腎門静脈　s.……肝臓　sp.……精巣静脈　st.……胃　t.……精巣　v.……心室　vn.……後心臓静脈から門脈への連絡
〔LANKASTER より〕



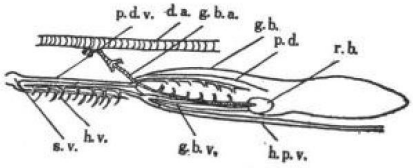
第3図　ウナギの頭部血管分布を示す．
opth.a.……眼動脈（ophthalmic a.）　V. a.……Virchow 氏特別前進血管（Virchow's "peculiary proceeding vessel"）　orb. a.……眼窩動脈（orbital a.）　op.a.……眼動脈（optic a.）　cer.a.……腦動脈（cerebral a.）　i.c.a.……内頸動脈（inter carotid a.）　m.a.……下顎動脈（mandibular a.）　c.c.……環腦血管（circulus cephalicus）　e.h.a.……導出舌弧動脈（efferent hyoidean a.）　e.b.l.……第一導出鰓動脈（first efferent branchial a.）　j.v.……頸静脈（jugular v.）
l. c. a.……左冠動脈（left coronary a.）　l.b.a.……左鰓動脈（left branchial a.）　h.……心臓（heart）　d.a.……背大動脈（dorsal aorta）
〔MOTT より〕



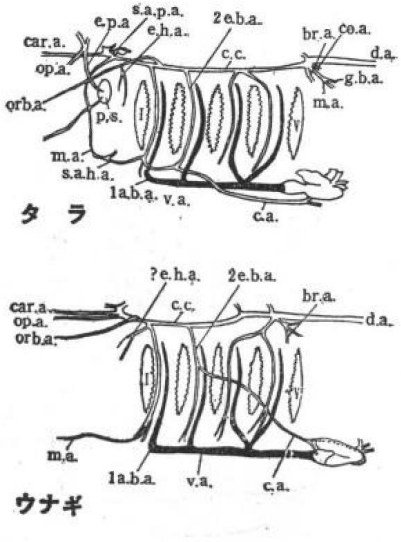
第4図　食道と肝臓動脈とをわけて肝臓を左に出して血管の分布を示す．鰾も外に出した．
l.……肝臓（liver）　o.……食道（oesophagus）　h.a.……肝動脈（hepatic a.）　c.a.……腹腔動脈（coeliac a.）　gl.b.……胆嚢（gall bladder）　l.i.a.……脾腸動脈（lieno-intestinal a.）　p.g.a.……気管腸動脈（pneum gastric a.）　s.a.……脾動脈（splenic a.）　s.……脾臓（spleen）　g.b.a.……鰾動脈（gas bladder a.）　st.……胃（stomach）　i.……腸（intestine）　d.a.……背大動脈（dorsal aorta）　p.d.……気管（pneumatic duct）　r.b.……赤斑（red body）　g.b.……鰾（gas bladder）　m.a.……腸間膜動脈（mesenteric a.）
〔MOTT より〕

第3図から第6図までは MOTT (1949) によるウナギ血管系の解剖図であって，今後の生理実験の材料としてまことに使いよい魚であるから特にこゝに掲載しておく．即ち第3図は頭部血管系で鰓への分布が詳しく示され，第4図は内臓の血管分布である．又第5図は鰾へ如何に血管が分布され赤斑でガス分泌をしているかを示す意味でよい図だと思う．第6図はタラとウナギの血管系模式図でこれで

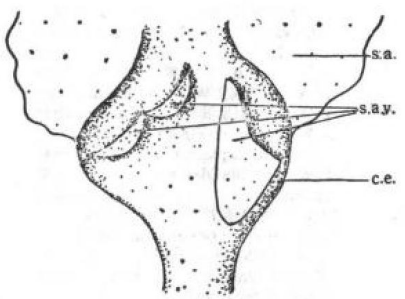
は特に偽鰓のないウナギと有するタラとの血管分布の差を示している点に注意せられたい.



第5図　ウナギの鰾に関係ある血管の模式図
p.d.v.……気管静脈（pneumatic duct v.）
d.a.……背大動脈（dorsal aorta）　g.b.a.……鰾動脈（gas bladder a.）　g.b.……鰾（gas bladder）　p.d.……気管（pneumatic duct）
r.b.……赤斑（red body）（簡単にたゞ一つ示す）
s.v.……静脈洞　h.v.……肝静脈（hepatic v.）
g.b.v.……鰾静脈（gas bladder v.）　h.p.v.……肝門静脈（hepatic portal v.）
〔MOTT より〕



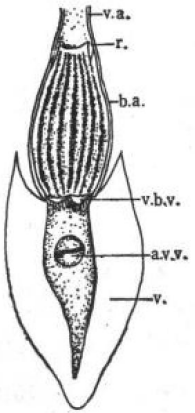
第6図　タラとウナギの血管系比較模式図
car.a.……内頸動脈（internal carotid a.）　op.a.……眼動脈（ophthalmic a.）　orb.a.……眼窩動脈（orbital a.）
s.a.p.a.……第二導入偽鰓動脈（secondary afferent pseudobranchial a.）
e.h.a.……導出舌弧動脈（efferent hyoidean a.）　2 e.b.a.……第二導出鰓動脈（second efferent branchial a.）
c. c.……環脳血管（circulus cephalicus）　br. a.……鰓動脈（branchial a.）
co. a.……腹腔動脈（coeliac a.）
d. a.……背大動脈（dorsal aorta）
e.p.a.……導出偽鰓動脈（efferent pseudobranchial a.）　g.b.a.……鰾動脈（gas bladder a.）　m.a.……腸間膜動脈（mesenteric a.）　s.a.h.a.……第二導入舌弧動脈（secondary afferent hyoidean a.）　1 a.b.a.……第一導入鰓動脈（first afferent branchial a.）
v. a.……腹大動脈（ventral aorta
c. a.……冠動脈（coronary a.）
〔MOTT より〕



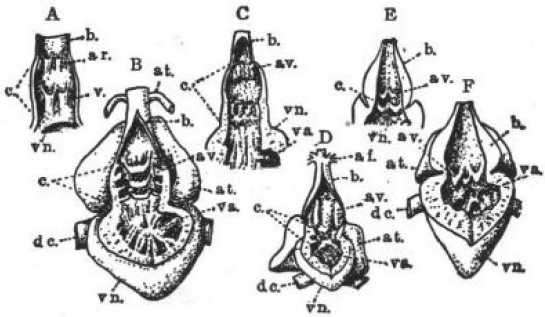
第7図　腹側中央から切開したる静脈洞と心房の連絡箇所（ウナギの心臓）
s.a.……心房の腹表面　s.a.v.……静脈洞—心房接　c.e.……切断面
〔MOTT より〕

心　臓

魚類の心臓は，たゞ静脈血のみ通流させる．心房は静脈竇から静脈血を受け，その直前腹側にある心室にこれを送る．静脈竇と心室との間には膜瓣があって血

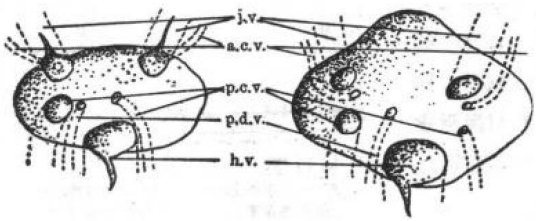


第8図　ウナギ心臓の腹側切開による心室と動脈球の内面を示す．
v. a.……腹大動脈　r.……鰓　b.a.……動脈球　v.b.v.……心房—動脈球瓣　a.v.v.……心房—心房瓣　v.……心室
〔MOTT より〕



第9図　各種魚類の心臓内部を示す（腹側より）．
A……*Chimaera monstrosa* L. の心臓球　B……*Alopias vulpes* GM. の心臓　C……*Acipenser sturio* L. の心臓球　D……*Amia calva* L. の心臓　E……*Albula conorhynchus* B. et S. の動脈球　F……*Salmo salar* の心臓
af.……心臓後導入管　at.……心房　av.……前瓣　b.……腹大動脈の基部でE及びFの動脈球　c.……筋収縮をする心臓球(Fにはない)　dc.……キュービエー氏管　v.……後瓣　va.……二枚の瓣を有する房室間通路　vn.……心室
〔LANKESTER より〕

液の逆流を防ぐ（第7図参照）．心房よりの血液は動脈幹（Truncus arteriosus）に行くが，こゝは常に幾分肥大して筋性壁となる．この膨大部の内面に数環列の半月形小膜瓣を有する時に，特にこれを心臓球という．しかし時によって退縮して膜瓣は，その唯一環列のみ存留するような場合もある．また動脈幹の始部にもなお一膨大部があるがこれは心臓よりの膨大というより，むしろ動脈よりの膨大部であって，動脈球という（第8図参照）．板鰓類並びに多数



第10図　ウナギの静脈竇の腹面切開による諸静脈開口を示す．
j.v.……頸静脈　a.c.v.……前心臓静脈　p.c.v.……後心臓静脈　p.d.v.……呼吸血管静脈　h.v.……肝臓静脈
〔MOTT より〕

需要全本请访问 www.ertongbook.com