

魚類の血合筋について(第1報)

比較解剖學上より見たカツオ・マグロ類の血合筋

加 福 竹 一 郎

(淡水區水産研究所)

“Red muscles” in fishes. I. Comparative anatomy
of the scombroid fishes of Japan

By TAKEICHIRO KAFUKU

序 論

一般硬骨魚類の表皮を剥ぎ、体側筋を見ると、側神経に沿つて、Pectoral fin 基底上端附近より、尾柄まで一連の赤色筋が見られる。又所謂 Scombroid fish では、これとは全く別に体側筋内部に赤黒色筋肉の部分が見られる。我が國では之の両者を混同して古くから血合筋の名稱で之を呼んでいる。

血合筋の解剖學的研究は殆んど行はれず、岸上博士(1914)¹⁾の報文があるのみである。これに依ると岸上博士は「予の此處に血合と稱するは、シビ科魚類(所謂 Scombroid fish)に見られる栗色暗赤色部分を指す。一般硬骨魚類に見る側肉 Lateral line portion のものを往々血合と稱するも、之は全々別物にて、予は之を表面血合と稱し、前者を眞生血合と稱す」。この様に岸上博士は両者を明確に區別しては居るが、之等が比較解剖學上互に Analogical なものであるか、或は Homological なものであるかに關しては、全々言及して居ない。これ等両者の解剖學的並に生理學的意義の究明は、Scombroid fish の生態研究に寄與し得るものと想定し、本研究に着手した。尙最後に既往の化學論文に基き、血合の機能についても若干の考察を加へた。

本研究にあつては始終御指導下さつた元台北帝國大學理學部平坂恭介教授及び原田五十吉助教授に厚く感謝の念を捧げる共に、文献、發表其他に何かと便宜をはかられた淡水區水産研究所長黒沼勝造氏に感謝する。

材 料

研究に用いた材料は主として、台灣基隆及び静岡縣御前崎近海より採集した標本で、10%ホルマリンにて固定し、比較組織の研究に用いた。

尙ほ解剖に際しては、生の魚体を半煮えとなし、Myocommata のコラーゲンを或程度溶出せしめ、後 20% ホルマリンにて數日固定を行ひ、好結果を得た。

使用した魚種名は次の通りである。(第1表)

硬 骨 魚 類 Teleostei

第 1 表

科 名	和 名	學 名
サバヒ科 Chanidae	サバヒ	<i>Chanos chanos</i> (Forsk.)
イワシ科 Clupeidae	ニシ	<i>Clupea harengus</i> Linnaeus
	マイワシ	<i>Sardinella melanosticta</i> (Temminck & Schlegel)
コノシロ科 Dorosomidae	コノシロ	<i>Clupanodon punctatus</i> (Temminck & Schlegel)
サケ科 Salmonidae	サケ	<i>Oncorhynchus keta</i> (Walbaum)
アユ科 Plecoglossidae	アユ	<i>Plecoglossus altivelis</i> (Temminck & Schlegel)
エソ科 Synodontidae	マエソ	<i>Saurida argyrophanes</i> (Richardson)
※ドジョウ科 Cobitidae	ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicandatus</i> (Cantor)
コヒ科 Cyprinidae	フナ	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus)
	コヒ	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus)
	ハクレン	<i>Hypophthalmichthys moritrix</i> (Cuvier & Valenciennes)
ウナギ科 Anguillidae	ウナギ	<i>Anguilla japonica</i> Temminck & Schlegel
トビウオ科 Exocoetidae	トビウオ	<i>Cypselurus agoo</i> (Temminck & Schlegel)
サンマ科 Scomberesocidae	サンマ	<i>Cololabis saira</i> (Brevoort)
タラ科 Gadidae	タラ	<i>Gadus macrocephalus</i> Tilesius
※カレヒ科 Pleuronectidae	イシガレヒ	<i>Kareius bicoloratus</i> (Basilewski)
ボラ科 Mugilidae	ボラ	<i>Mugilcephalus linnaeus</i>
サバ科 Scombridae	ホンサバ	<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn
マグロ科 Thunnidae	マグロ	<i>Thunnus orientalis</i> (Schlegel)
	ビンナガ	<i>Thunnus germo</i> (Lacepede)
	メバチ	<i>Parathunnus sibi</i> (Temminck & Schlegel)
	キハダ	<i>Neothunnus macropterus</i> (Temminck & Schlegel)
	カツオ	<i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus)
	ヤイト	<i>Euthynnus yaito</i> Kishinouye
	ソウダ	<i>Auxis hira</i> Kishinouye
シイラ科 Coryphaenidae	シイラ	<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus
サハラ科 Cybiidae	サハラ	<i>Cybium nipponius</i> Temminck & Schlegel
	オキザハラ	<i>Cybium chinense</i> Temminck & Schlegel
	ハガツオ	<i>Sarda orientalis</i> Temminck & Schlegel
※タチウオ科 Trichuridae	タチウオ	<i>Trichurus japonicus</i> Temminck & Schlegel
ハマシマガツオ科 Bramidae	ハマシマガツオ	<i>Brama japonica</i> Hilgendorf
ブリ科 Seriolidae	ブリ	<i>Seriola quinqueradiata</i> Temminck & Schlegel
アザ科 Carangidae	ムロアジ	<i>Decapterus muroadsi</i> Temminck & Schlegel
スズキ科 Oligolidae	スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i> (Cuvier & Valenciennes)
キントキダヒ科 Priacanthidae	チカメキントキ	<i>Priacanthus japonicus</i> Cuvier & Valenciennes
タヒ科 Sparidae	キダヒ	<i>Taia tumifrons</i> (Temminck & Schlegel)
	マダヒ	<i>Pagrosomus major</i> (Temminck & Schlegel)
メダナ科 Girollidae	メダナ	<i>Girella punctata</i> Gray
アマダヒ科 Branchiostegidae	アカアマダヒ	<i>Branchiostegus japonicus</i> (Houttuyn)
タカノハダヒ科 Aplodactylidae	タカノハダヒ	<i>Goniistius zonatus</i> (Cuvier & Valenciennes)
ニザダヒ科 Acanthuridae	ニザダヒ	<i>Xesurus scalprum</i> (Cuvier & Valenciennes)
カサゴ科 Scorpanidae	クロメバル	<i>Sebastodes giintheri</i> Jordan & Starks
アイナメ科 Hexagrammidae	ホツケ	<i>Pleurogrammus monoptyerygius</i> (Pallas)
コチ科 Platycephalidae	コチ	<i>Platycephalus indicus</i> Linnaeus
※ハウボウ科 Triglidae	イゴダガホデリ	<i>Lepidotrigla alata</i> (Houttuyn)

※ベラ科 Coridae	キウセン	<i>Halichoeres poecilopterus</i> (Temminck & Schlegel)
ブダヒ科 Sparisomidae	ブダヒ	<i>Calotomus japonicus</i> Cuvier & Valenciennes
※ミシマオコゼ科 Uranoscopidae	ミシマオコゼ	<i>Uranoscopus japonicus</i> Houttuyn
カハハギ科 Monacanthidae	カハハギ	<i>Monacanthus cirrhifer</i> Temminck & Schlegel
※ハコフグ科 Ostraciidae	イトマキフグ	<i>Aracana aculeate</i> (Houttuyn)
チオオチオオウオ科 Chaetodontidae	ゲンロクダヒ	<i>Coradion modestum</i> (Temminck & Schlegel)
キザリウオ科 Antennariidae	ハナオヨゼ	<i>Pterophryne histrio</i> (Linne)

※印は、標本が小さな爲に前及後斜走腱は認められなかつたが、個体の大きなものでは、認め得ると思ふ。尙タチウオは特殊化されたものが認められた。

一般硬骨魚類の体側筋構造の概要

体側筋については 19 世紀末葉より、Gegenbauer (1878) Mc Murrich (1884) Maurer (1892) Wiedersheim (1909) Knauer (1910) Dietz (1910) Chevrel (1913) Shann (1914) Greene (1914) 等に依り研究されて居る。体側筋は一見單純に見える事から、他の頭部、尾柄附屬の筋肉のような精密な研究はなく、尙幾多の問題が残されてゐる。これ等については更に報告する豫定である。

主として Shann²⁾ に依れば、一般硬骨魚類の体側筋は 2 状に体表上に表はれた結締組織の筋隔 (Myocommata) と、筋隔内の筋肉部分である筋節 (Myomere) よりなる。今數個置きに筋節を單獨に取り出して見ると、第 1 圖の如く複雑な構造を示す。

筋節は断面圖で解る様に脊椎骨腹側面寄りの點より体表面へと垂直に走る horizontal septum (以下この筋隔をこの名稱で呼ぶ) により腹部 (hypaxial portion) 脊部 (Epiaxial portion) に 2 分される。この Septum を中央に挟み、体側筋中央深部に、前方に向ふ 2 つの大きな圓錐形部分 (anterior cone) と、2 線の後方屈折部の体表面近くに、同じく 2 つの小さな後方を向く圓錐形部分 (Posterior cone) とを持つて居る。体前部では rib の發達の爲に、腹部の cone の發達が妨げられ腹脊 asymmetry となつてゐるが尾端に近づくにつれて Symmetry な型を取る。即ち体側筋は、連続的に變化した數十個の腕を重ねた形となつてゐる。

体側筋外部の筋纖維の走向を観察すると、腹背では horizontal septum を境に互に Symmetry の關係が見られるが、一方 horizontal septum に沿ふ部分では、これとは全々走向を異にした、体軸平行の筋纖維よりなる部分が見られる。この筋纖維は、体側筋が白色乃至は桃色を呈するのに対し、赤色或は赤黒色を呈し、確然と區別される。之が所

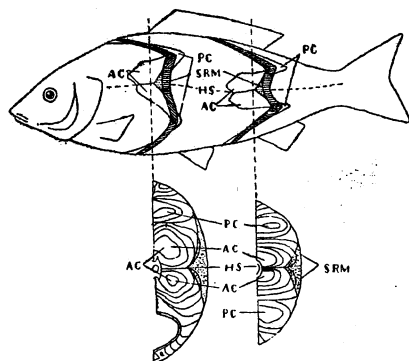


Fig. 1

フナの体側筋前後に於ける單獨 myomere と、其の部に於ける体側筋断面との關係を示す。

The variation in form of the myomeres in two parts of body, and cross sections of the lateral muscle at the corresponding parts of body in *Carassius auratus*.

謂岸上博士の表面血合筋である。之の断面圖を見ると、中央は horizontal septum に 2 分され、V 状の断面を示し、体側筋との境は結締組織によつて區切られてゐる。一般に表面血合筋は、尾端に進むにつれて V 状部分を中心に、腹背寄りの体表面上に薄く且つ廣範圍に分布する傾向がある。

以上述べた所を圖示すると第 2 圖の如くなる。

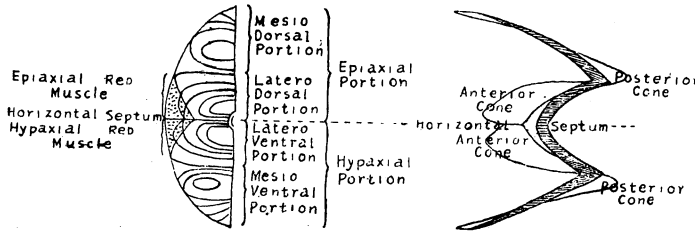


Fig. 2

一般硬骨魚類に於ける
單獨 myomere と、体側
筋の cross section との
關係を示す。

The relation of a
single myomere to the
lateral muscle in teleost
fishes.

單獨の筋節に於ける表面血合筋及び深部血合筋の分布位置

以上述べた様に、一般硬骨魚類の表面血合筋とは、horizontal septum に沿ふ、体軸平行の赤色筋纖維の一連の部分で、体側筋断面圖では V 状を示し、体側筋との境界は、明瞭な結締組織により境されてゐる。この爲に表面血合筋は Musculus Rectus Lateralis (Maurer) 或は Musculus Superficialis Lateralis (Greene) 等と呼ばれて來た。魚種により、この部分の發達は多様であるが、一般に運動力の少い礁魚(a)、浮游生活を送るもの(b)、底魚(c)では發達が悪く、礁魚中(d)には之が僅か數十本の筋纖維からなるのみで肉眼では容易に認め難いものもある。一方運動力の大なる洄游性(e)のものでは、大いに發達し中には horizontal septum により腹背に 2 分された表面血合筋の中央尖端の各々が、筋節からは獨立して筋節同様 anterior cone を形造るもの(f)が見られる。

一方 Scombroid fish の場合と之とを比較して見るとサバ、ハガツオでは表面血合筋の發達は良く、厚くなつてゐる。筋の色調、筋纖維の走行の上では特別一般と異なる點は見出し得な。然るに所謂岸上博士の「眞生血合」の最も當達したカツオ、マグロになると之の表面血合筋の部分は頭部より尾端に到るまで殆んど同じ幅で分布し、断面、筋纖維走行では何ら異なる所はないが色調は体側筋と同じ様になり、一見色調のみでは區別し難い。又 horizontal septum 上の V 線の中央交點では、一般の場合とは逆に尖端が後方に向き、言ひ換へると V 線の前方向向ふ中央尖端を後方に折り返した形となつてゐる事が注目される。(第 3 圖カツオ尾柄部参照)

カツオ・マグロの單獨筋節を取り出して、「眞生血合」の位置を明かにすると、赤黒色色調を持つ筋肉の部分は兩 anterior cone の内側の horizontal septum の面より兩 anterior cone の先端へと放射狀に分布し、この部分の筋隔は特に強く數十本の太い扁平な Tendon よりなる。次に血合筋と密接な關係を持つ horizontal septum に附いて述べる。

- (a) ベラ其の他熱帯珊瑚礁産のもの (b) ハナオコゼ (c) マエソ・コチ・ハウボウ (d) ベラ
(e) イワシ・トビウオ・サンマ・サバ・サワラ・サバヒー (f) サンマ・サバヒー

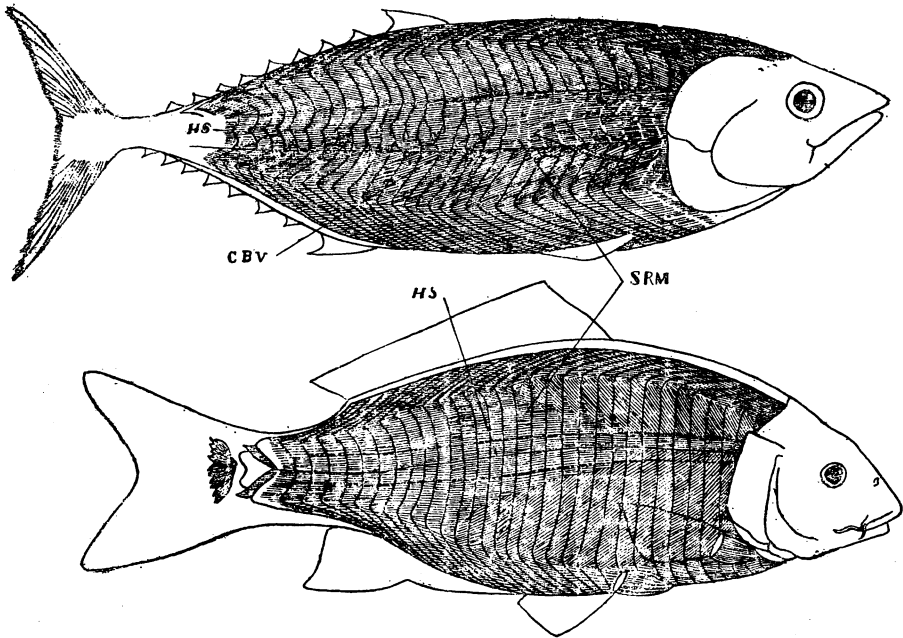


Fig. 3

体表皮を剥ぎ、体側筋上の筋繊維の走向を示す。体軸に平行な筋繊維即ち Superficial lateralis 或は表面血合と呼ばれるこの部分は、コヒ其の他の一般魚類(下圖はコヒ)では赤色筋よりなるが、カツオ・マグロ類(上圖はヤイト)では体側筋と同色調の筋繊維よりなる。

Arrangement of the superficial muscles to show the direction of muscle fibres; in *Cyprinus carpio* (lower figure) the fibres in red muscle runs parallel to body axis, but in *Euthynnus yaito* (upper) the superficial muscles with horizontal fibres are same as other lateral muscles in color and structure.

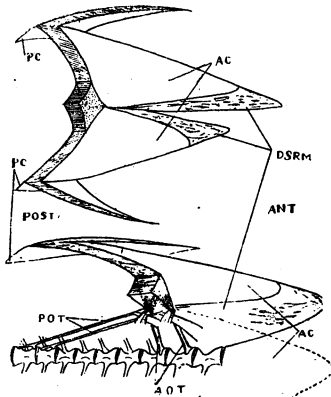


Fig. 4

カツオの真正血合、表面血合位置及び之と前斜走腱、後斜走腱との關係を示す。

The relation between the deep-seated red muscle and the anterior oblique and posterior oblique tendons of *Katsuwonus pelamis*

Horizontal septum の形態學的意義

魚類体側筋については、前述の如く數多の研究があるが、horizontal septum の形態學的意義について記述したものは殆んど無い。僅かに岸上博士 (1914)³⁾ が Scombroid fish でこの魚類獨特の發達した horizontal septum に着目し、Tendon と深部血合との關係を記載してゐるが、之と筋節との關係及び構造については十分に記載されてゐない。

horizontal septum は体側筋及び表面血合筋を Epi 及び hypaxial portion に分ける單なる結締組織の境ではなく、之の部分は硬骨魚類全般を通じて、2種類異なる Tendon に依つて織りなされてゐる。勿論特殊化された運動(g)の爲或は運動力(h)が非常に弱い爲 Tendon の發達が悪く認めにくいものも例外的に見られる。

Typical な例としてコヒの場合を記載する。体側筋の Ventral moiety を除去し horizontal septum の面を腹方より見ると myomere は脊椎骨に intersegmentary に附着し前後の myomere の境には、脊椎骨から太い筋隔の線が出て、これには Segmentary Vein, artery 及び Nerve が附隨するのが見られる。この太い筋隔の線は Tendon と云ふよりも、結締組織に近いもので脊椎骨中央前端腹方寄りの點に、腹背に別れた2枚の Sheath の合さつた附着點を持つ。表面血合 V 状下端では、

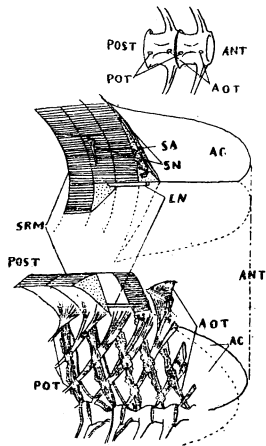


Fig. 5
コヒの表面血合と前斜走腱後斜走腱との關係を示す。
The relation between the superficial red muscle and the anterior oblique tendons of *Cyprinus carpio*. upper lateral view; lower, ventral view.

之の2枚の sheath の先端は扇状に開き、sheath 後端は合して表面血合筋を包む。之を前斜走腱 (Antero oblique Tendon) と名付ける。他の一種類の Tendon は之の前斜走腱より3つ後方の脊椎骨後端 Haemal arch 寄りの點に附着點を持ち、これより完全な、しかも棒状の Tendon として發し、途中の各前斜走腱の間を貫通する。そして sliding 可能な状態を示して、後方より前方へ深部より表面へと段々扁平な扇状に分叉して前述の前斜走腱の分叉點で同じく腹背に扇状に開き、表面血合を包む前斜走腱上に密着する。これを後斜走腱 (Posterior oblique Tendon) と名付ける。

サバでは前斜走腱は一本の、しかも中央に軟骨組織に近い部分を認め得るものよりなり、表面血合の V 状下端部では、強力な fibrous tissue となり、コヒと同様に腹背に扇形に分れる。後斜走腱はコヒの場合とは異り、一本の棒状 Tendod よりなり、2個後方の脊椎骨より始まり、前斜走腱の腹側を走り、sliding 可能な状態で直前の前斜走腱を貫通する。

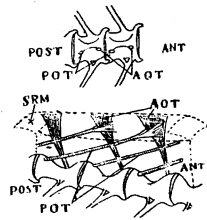


Fig. 6
サバの前斜及び後斜走腱と其の脊椎骨への附着關係を示す。
The relationship between the superficial red muscle and the anterior oblique and posterior oblique tendons (*Scomber japonicus*)

カツオ・マグロになると前斜走腱は前後に扁平な、脊椎骨面に

(g) タチウオ・ハコフグ (h) 一般幼魚時代のもの

底邊を持つ三角形の軟骨よりなり、脊椎骨との附着點は完全な articulation となる。之の articulation の腹背側には十數本の丈夫な fibrous tissue が附着點を持ち、之等は前斜走腱に附隨してゐる。三角形軟骨先端は上述の fibrous tissue の束と共に表面血合下部位置で Tendon 様組織に變り、腹背に扇狀に開きそれぞれ体側筋と表面血合筋にあたる筋肉間の隔壁及びこれが後方の隔壁となる。後斜走腱は非常に太く、サバと同じく前斜走腱腹側を走り 8 個後方の脊椎骨中央後端に附着點を持つ。(第 4 圖及び第 7 圖参照) サバと異なる點は之の附着點附近で、後斜走腱が分枝して、更に脊椎骨中央前端、軟骨直下に附着點を持つ事である。附着點より始まり、前斜走腱扇形分叉點に到る直前に 3 つの前斜走腱を貫通し、前斜走腱扇形分叉點直前に於て、サバ・コヒと同様に腹背両側に扇形に先端が 2 又する。注目すべきは、この 2 又した扇形部が前斜走腱外側に密着し更に前方深部へと進み、anterior cone の内側の深部血合部にのみ、扇形放射狀の Tendon となつて分布してゐる點である。体側筋一般の筋隔とは異り、この眞生血合部の筋隔は太い扁平な Tendon からなる事は、魚を煮る時、之の部分のみ容易に肉離れをする事からも充分に解る事である。一般に前及び後斜走腱の脊椎骨との附着狀態は種類に依る多少の變化は見られるが、大体一定した關係が見られる。即ち前斜走腱は脊椎骨中央前端腹面寄りの部分に、後斜走腱は脊椎骨中央後端腹面寄りの點に附着點を持ち、そして前斜走腱は脊側のものが發達良く、腹側のものは Ligament 狀をなす。又頭部に近い horizontal septum の位置では應々數十本の先端は軟骨化して、下端の脊椎骨附着點のみ Tendon よりなる前斜走腱が見られる。所謂 Dorsal rib, intermuscular bone, accessory rib と呼ばれるものが之であるが、この様な形態に關しては從來何等の記述も行はれてゐない。後斜走腱は一般に前斜走腱の腹側を走り、前斜走腱扇形部以外の所では、密着せず常に Sliding 可態な構造を持つ。又この腱の先端は前述の如く表面、眞生共に血合筋と關係を持つ故、前斜走腱と稱するよりは、むしろ Chiai-Tendon と呼ぶのが妥當と思考される。

次に体側筋断面の各種魚類の比較並びに比較組織について述べる。

体側筋断面比較及び血合筋の比較組織

コヒ・サバ・ハガツオ・カツオ(ヤイト)・マグロで体側筋断面の比較を行ふと、コヒでは一般硬骨魚類に見られる様に表面血合部分のみが赤色筋よりなるが、サバ・ハガツオ・になると V 狀表面血合筋より horizontal septum の部分に Vertebrae に垂直に赤色筋が入り込んで分布して來てゐる。之が高度に游泳型へと分化したカツオ・マグロになると(勿論体側筋断面には断面位置及び固体による差位が見られるが)一般に表面血合は尾端では眞正血合と一致し赤黒色を呈するが、胴部では表面血合は体側筋と同色調をなし、赤黒色をなす倒立心臟型の眞正血合と分離してしまふ。胸部では再び表面血合と眞正血合との間に部分的な連絡が見られ、この部分では表面血合の或部分は赤黒色調をなし、或部分では体側筋と同一色調を呈する。

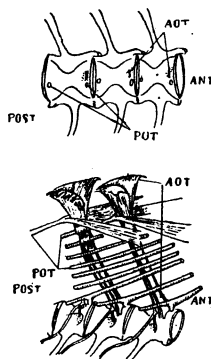


Fig. 7

カツオの前斜及び後斜走腱と其の脊椎骨への附着關係を示す。

The anatomy of the posterior oblique and anterior oblique tendons and their attachment to the vertebrae. (*Katsuwonus pelamis*)

C. W Greene,⁴⁾ 赤塚⁵⁾の体側筋と表面血合及び眞生血合の比較組織學的研究によると赤色筋部、即ち、表面及び眞正血合筋では、体側筋と比較して筋纖維間相互の結合組織は compact で、筋纖維の直徑は著しく細く、断面は体側筋のそれが多角形であるのに對し、類圓形又は圓味を帯びた多角形であり、且つ sarcoplasm に富む事が記されてゐる。以上両氏の研究は、單に赤色筋肉部分と体側筋相互の關係比較であつて、体側筋同色調表面血合に附いては言及されてゐない。

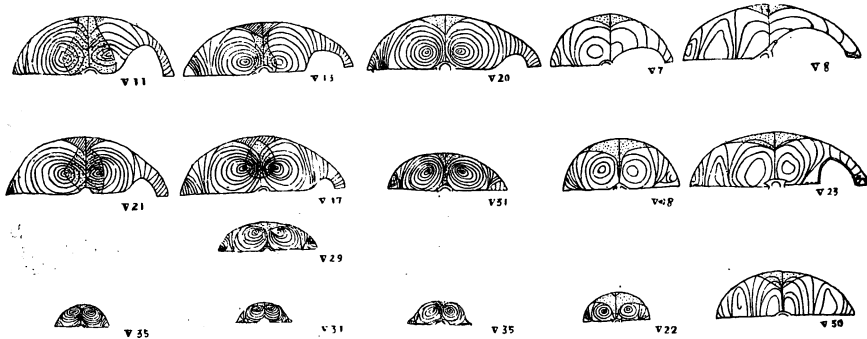


Fig. 8

A. コヒ・B. サバ・C. ハガツオ・D. マグロ・E. カツオ、以上5種類の体側筋断面圖を示す。Dott は赤色筋肉部位を、斜線は体側筋同色調筋部を現はす。

Cross section of the lateral muscle of various teleosts showing the gradual differentiation of superficial red muscle (in non-scombroids) and inner muscle (red in scombroids). A. *Cyprinus carpio*, B. *Scomber japonicus*, C. *Sarda orientalis*, D. *Thunnus orientalis*, E. *Katsuwonus pelamis*, Position of each lateral muscle indicated by the corresponding vertebra. Dotted area shows red muscle, and the oblique-lined area non-red muscle.

著者は更にサバ・ハガツオに見られる horizontal septum 沿ひの赤色筋進入部と、カツオ・マグロの体側筋同色調表面血合筋の比較組織的研究を行つた。サバ・ハガツオの場合では前述両氏の究究と一致した結果を得たが、カツオ・マグロの体側筋同色調表面血合筋では、筋纖維の結合組織はゆるく、断面直徑は体側筋纖維と同様に著しく太く且つ多角形の断面を呈し、Sarcoplasm の量も少く、体側筋纖維と何ら異なる所がない結果を得た。

考 察

我が國では、血合赤色筋が早くより化學醫學者の注目を惹き、色々と論じられて來たが末だに、この機能についての定説はない。古くから生化學の面では、一般に哺乳動物の赤色筋は運動緩慢であるが永續的な働きをなし、白色筋は運動敏捷で且疲勞が早いと云はれて來てゐる。Kiihne (1865) は之は血色素類似物質に基因すると云ひ、Ray Lan Kaster (1870) (chiefferdecker⁶⁾(1927), Watzka⁷⁾(1935), 平井⁸⁾(1943) は良く働き且長時間活動に耐ゝる筋に此の色素の存在する事を述べてゐる。Pankul (1904) は緩慢筋は常に赤色であるが、赤色筋必ずしも緩慢筋ならずと。其他 Fletscher (1914), 安田⁶⁾(1928) は Lactacidogen, 無機磷酸の増減より赤色筋の特殊性を裏づけ様としてゐる。

比較組織學の面よりは最近Hoffman¹⁰⁾(1938), Watzka⁷⁾(1934), 平井⁸⁾(1943a 1943b) 稻葉¹¹⁾(1943), 富永¹²⁾(1942)等の研究に依ると、一般に良く運動する哺乳動物では、餘り

運動しないものに比べて筋組織が良く発達し、細く密で肉漿の密度も高く、總ての點で對象的である。そして筋相互の大きさの變異係數、筋纖維内の毛細管にも相異があると云はれてゐる。勿論以上の點は種による差異、個体差等を考慮に入れねばならない問題であるが、少くとも今日の比較解剖學的の立場からすると、環境や習性に適合する方向と全々相反する方向へ筋纖維の發達が見られると云ふ事は考へられない事であらう。魚類では C, W, Greene, 赤塚の前述の表面血合、平井 (1943) の体側筋の比較組織學的研究が見られるが、哺乳動物と同様な結果が云はれてゐる。以上の事から魚類の血合筋も運動と關連を持つ事は一應考へられる事である。

然るに C, W, Greene, 4) の述べる様に、魚類では体側筋の明確な構造不明なため即ち体側筋と表面血合とが各々異つた運動を行ふ證明も構造も認められなかつた爲に、血合筋が運動に關係のある事は否定されて來たのである。

さて前に記載した様に 1) 表面血合を支持する前斜走腱と 2) 先端が表面血合筋の附着面となつてゐる後斜走腱、及び 3) 其の各々が脊椎骨に強力な附着點を持つ事、又 4) 後斜走腱は表面血合筋後端の扇形部分を除いては、前斜走腱との間に密着部なく自由に Sliding の可能な事實は表面血合筋が運動に關係を持ち体側筋とは獨立に各々異つた運動を行ひ得る可能性を一應考へさせられる。尙体側筋と表面血合間に運動が獨立して行はれる事については、之の他次の様な現象からも類推する事が出来る。即ち体側筋の anterior cone の發達は底魚、或は運動緩慢な種類では、敏捷なものに比して劣り、cone の長さは短く、体側筋断面に現はれる circulation も不完全となつてゐる。cone の發達程度や形態と運動の關係は魚種の差異に見られるばかりでなく、同一個体の場合にも同様の事が云へる。即ち cone の發達は胸部腹部より、運動の激しい尾部に及ぶにつれて良く發達し、cone の發達程度と運動力との間に關係のある事が思惟される。以上の事からサバヒー・イワシ等で表面血合が horizontal septum に沿ふ部分で 2 分されて、体側筋からは獨立して完全な小型 anterior cone を作る事並びに一般硬骨魚類で尾端に進むにつれ、体側筋の myo. commata と表面血合の myocommata との關係が次第にズレを持つ事からも一應想像される事である。

次に表面血合と眞生血合の關係を種々の點より考察して見る。コヒに於ける赤色表面血合筋がサバ・ハガツオでは horizontal septum の部分に進入し、更に active なマグロ・カツオになると、表面血合部位の赤色筋が深部へと移動し、且つ体色筋同色調表面血合部を生じ、之の細胞が体側筋と全く同じ様に變化してゐる事實及び後斜走腱と赤色筋との關係が、構造上表面血合の場合と何ら異なる事のない事は、スズキ型扁平魚類の尾部の vibration 游泳法より、魚雷型遠游魚類であるカツオ型魚類の尾部の beating 游泳法へと運動の特化が行はれた結果、環境に適應して變化が行はれたものと考へられる。之の赤色筋移行の關係が分類學上の考へ 3) と一致する事は興味ある事實である。

之の他血合筋については、運動との關係以外に色々の報文が見られる C, W, Greene (1914) に依ると、血合筋は油滴に對する特殊性を持ちマスノスケ (*Oncorhynchus tshawytscha*) では産卵洩游時に河口で取れたものは、過剰の油滴が筋肉纖維中に見られ、之が体側筋では筋肉纖維間に見られるが、表面血合筋では筋纖維内部に見られると云ふ。又若いマスノスケでは之が赤色筋では Wet weight の 30% 以上の油を持つと云ふ。

又我が國では赤色筋成分に關する生化學的文献が可也多く、奥田¹³⁾に依るとカツオ・ソ

ウダガツオでは、宮内¹⁴⁾、松井¹⁵⁾、深山と大体同じ結果を示し、エーテル浸出物、モノアミノ酸窒素を多量に含み、各種形態の窒素、炭水化物可溶物、水分及びクレアチン量に於て側筋に劣ると云ふ。又宮内、奥田、關根等は血合と活動力との關係ある如く述べ、同じく奥田に依ると血合筋はリポイド状磷酸・硫黄・タウリン・鐵・ヘモグロビンの多量を、橋のアミラーゼ量測定より澱粉分解能力の大なる事を、奥田、關根秋山¹⁶⁾のヒスチジン多量、リチン、アルギニンに乏しき事をあげてゐる。又荻須¹⁷⁾に依るとグリコーゲン量が体側筋に比し多量に見られ、しかも遠洋洄游魚類では兩者の比が非常に大なる事から血合の部分は糖原の Reservoir にして哺乳動物の肝臓と類似の生物學的意義を持つものではないかと云はれてゐる。最近の並木¹⁸⁾堀田¹⁹⁾ (1933, 1934)の研究に依ると血合部はコレステリンが平均体側筋の2倍の値を示し、脂肪量、レンチン量も之に比例して恒に多量で且つビタミンC、カロチン、タウリン、グルタチオン量の酸化型、還元型のシスチン、システイン、チトクローム、インドヘエノール酸化酵素、ゲエラチン基質とする蛋白分解酵素、澱粉基質の多糖類分解酵素は常に血合筋に多量に含まれ、一方ケラチン總量、ケラチン磷酸たるフオスファゲン量は体側筋に劣ると云ふ。其他淺尾²⁰⁾の血合浸出物の造血作用、長谷川²¹⁾の血合含有油脂の沃度價の高い事、關根深山の血合蛋白の研究、竹内²²⁾の各種形態磷酸の普通筋のそれとの比較、東、平井²³⁾のニコチン酸、兒玉²⁴⁾のビタミンB₁、中間²⁵⁾の銅含有量の大なる研究が見られる。又大谷²⁶⁾は鐵が血合筋には2倍近く含まれる事から之の部分がO₂の Reservoir としての働きを持つものではないかと云はれてゐる。之に關連して、筋肉ミオグロビンについては、Haug²⁷⁾ (1934) がヘモグロビンの吸収し得るO₂の約6倍量を吸収する事から、海豹の如く長時間潜水性動物が多量の色素を持ち呼吸に利用するのではないかと云つてゐる事は大變興味深い問題である。

以上を要約すると血合筋は metabolism が盛んで運動に興る以外に、營養物質及び酸素の Reservoir としての機能を持つ事が想像される。特に active なカツオ・マグロ類は運動以外に之の部分が特殊な機能を持ち、organ とも云ふべき状態にある事は、之の類獨特な巨大な Cutaneous Blood vessel を持つ事から考へられる事である。

血合筋の機能に關しては、更に血管、神經等の詳細な比較解剖と生化學の研究と相俟つて結論さるべき今後の問題である。

結 論

- 1) 魚の体側筋中央部を頭部より尾部へと走る horizontal septum は單なる結締組織の septum ではない。硬骨魚類全般を通じて、この部分は2種類の Tendon に依つて布状に織りなされたものである。
- 2) この Tendon を前斜走腱 (anterior oblique tendon), 後斜走腱 (posterior oblique tendon) と名づける。
- 3) 後斜走腱は血合筋と密接な關係を持つ。又構造上から、血合筋は体側筋とは獨立して運動に興る事が考へられる。
- 4) Scombroid fish を除く Teleost と、Scombroid fish 相互の比較解剖並びに組織學的立場から、Scombroid fish 獨特の体側筋深部赤色筋は一般魚類の体表上赤色筋が運動方法に適應して表面より深部へ移行したものと考へられる。
- 5) 既往の化學的研究の結果から考察すると、血合筋、特に大洄游性の Scombroid fish

に見られる深部血合筋は、運動に興る以外に何か Reservoir としての特殊機能を持つもの
の如く思惟される。

文 献

- | | | | | | |
|-----|------------------|-------|------|----------------------------------|-----------------------------|
| 1) | 岸 | 上 | 1915 | 水、學、報 | 1 (2) 1—24. |
| 2) | Shann | E. W. | 1914 | Proc, Zoo. Soc. Lon. | 1914 (1) |
| 3) | 岸 | 上 | 1923 | 東大、農紀 | 8. |
| 4) | Greene | C. W. | 1912 | Amer. Journ. Physiol | 29. |
| | | | 1912 | Amer. Journ. Anat. | 13, 175—178. |
| | | | 1912 | Amer. Journ. Physiol | 30, 278—282. |
| | | | 1912 | Proc. Amer. Soc. Biol. Chemists, | 2, 52—54. |
| | | | 1913 | Anat Rec | 7, 99—101. |
| | | | 1913 | Bull U. S. Bur. Fish | 33. |
| | | | 1946 | 解剖誌 | 23, (1) |
| 5) | 赤 | 塚 | 1927 | Z. Mikrosk. Anat. Forsch | 9. |
| 6) | Schiefferdecker. | P. | 1927 | Z. Mikrosk. Anat. Forsch | 45. |
| 7) | Watzka, | M. | 1935 | Z. Mikrosk. Anat. Forsch | 45. |
| 8) | 平 | 井 | 1943 | 解剖誌 | 21, (8) |
| 9) | 安 | 田 | 1928 | 日、醫、週 | 34, 1178, 1208, 1244, 1281. |
| 10) | Hoffman, | A. | 1938 | Z. Mikrosk. Anat. Forsch. | 43. |
| 11) | Inaba, | M. | 1943 | Okayama jol. anat. jap. | 22. |
| 12) | 富 | 永 | 1943 | 解剖誌、 | 21. |
| 13) | 奥 | 田 | 1916 | 水産學報 | 2 (1) 36—54. |
| | | | 1919 | 日化誌 | 38, 584. |
| | | | 1931 | 水産化學 | 158, 159, 160, 185. |
| | | | 1937 | 科學 | 7 (3) 94. |
| 14) | 宮 | 丙 | 1915 | 水産學報 | 1 (1) 38—49. |
| | | | 1925 | 水産寶典 (水産化學篇) | 15, 18, 19. |
| 15) | 松井・深山 | | 1911 | 水研 | 8(9) 385—387. |
| 16) | 關根・秋山 | | 1926 | 水講試報 | 22 (1) 34. |
| 17) | 荻 | 須 | 1637 | 動雜 | 49 (7) 251—255. |
| 18) | Namiki, | S. | 1933 | J. Biochem. | 18, 193. |
| | | | 1934 | Nagoya J. Med. Sci. | 7, 206. |
| 19) | 堀 | 田 | 1941 | 日生化報 | 6. |
| 20) | 淺 | 尾 | 1932 | 愛知醫會誌 | 39, 1637. |
| 21) | 長 | 谷 | 1947 | 科學 | 7 (3) 74. |
| 22) | 竹 | 内 | 1915 | 農學會報 | 158. |
| 23) | 東・平 | 井 | 1948 | 日水學誌 | 13 (4) 129—132. |
| 24) | 兒 | 玉 | 1938 | 植動 | 6 (7) 28—32. |
| 25) | 中 | 間 | 1948 | 生化學 | 20, 2. |
| 26) | 大 | 谷 | 1917 | 魚類の化學 | P. 49 厚生閣 |
| 27) | Haug, | T. | 1934 | Biochem. Z. | 268, 46—82. |

Abbreviations

ANT	Anterior
AC	Anterior cone
AOT	Anterior oblique tendon
CBV	Cutenious blood vessel
DSRM	Deep seated red muscle
HS	Horizontal septum
LN	Lateral nerve
PC	Posterior cone
POT	Posterior oblique tendon
POST	Posterior
SA	Segmentaly artery
SN	Segmentaly nerve
SRM	Superficial red muscle
V	Vertebrae

Résumé

In 52 species of Japanese bony fishes (Table 1), the horizontal septum was found to be separated into two tendons, and these tendons were here called anterior oblique tendon and posterior oblique tendon respectively. The distal end of each tendon, in the form of connective tissue attaches to the superficial red muscles in the teleosts other than the scombers and tunas. (Fig. 1 and 5). However, in the scombroïd fishes examined here, the end of the tendon reaches the deep seated red muscles with a similar pattern as in other bony fishes. The two tendons are running (Figs. 4, 5, 6, 7) with a loose mechanism so as to make the two tendons slide with each other. This is especially significant in scombroïd fishes.

The Superficial red muscles runs horizontally along the horizontal septum in non-scombroïd teleosts, on the other hand, the same muscles of scombroïds, though homologous with those in the former referring to the position and the direction, was found to be light in color as other non-red-muscles. It has been known that the red-muscle fibres are thinner than those of ordinary muscles in bony fishes. The writer's histological examination, however, showed that the superficial muscles noted above in scombroïds are consisted of thick fibres same as those of ordinary muscles.

This change found in the scombroïds, however, do not take place in the same degree in this particular group of fish. The differentiation occurs gradually (Fig. 8) in the order of *Scomber-Sarda-Thunnus-Katsuwonus*

The three facts clarified here (1. structure of tendons, 2. histology of the superficial muscles, and 3. sliding mechanism of two tendons) convinced the writer to believe that the deep seated red muscles in scombroïd fishes derived from the superficial red muscles in ordinary bony fishes, and the former red muscles sunk from the body surface to the inner part of body accompanied also by function as red-muscle. Such anatomical deformation in scombroïd teleosts tested here seems to have developed adapting to their speedy moving by beating of the tail.

(Freshwater Fisheries Station, Tsukishima Kyobashi, Tokyo)