魚類血液の生化学的研究—Ⅷ. 血清蛋白質の電気泳動的特性について (TISELIUS 法)*

齋 藤 要
(鹿児島大学水産学部)

Biochemical Studies on the Fish Blood—Ⅷ. On the Electrophoretic Specificity of Serum Proteins

Kaname SAITO

By examining the electrophoretic patterns of some fish serum protein obtained under almost the same condition, the author ascertained the following fact that the specificity, in quantity as well in quality, of the serum protein composition was more or less conspicuous corresponding to their classification of species or to the habitual environment.

(1) In cases of fresh-water teleosts such as, *Cyprinus carpio*, and *Carassius auratus*, component I which might correspond, in its mobility, to the human serum albumin is most rich among the serum proteins, while in cases of marine teleosts, *Chrysophrys major*, *Trachurus japonicus*, *Decapterus muroadsi*, *Coryphaena hippurus*, *Scomber tapeinocephalus*, *Thunnus thynnus*, the presence of the component-f, with the higher mobility than albumin, is apparent, in addition to the component I. The component-f is apt to appear most abundantly among the serum proteins.

On the other hand, in the serum proteins of the marine elasmobranchs, *Squalus mitsukurii*, *Mustelus griseus*, there is no detectable amount of the component I to say nothing of the component-f, but the component II and IV + IV', which correspond maybe to the human serum globulins, are contained in comparatively large amounts.

(2) Generally, in cases of teleosts, the concentration of the component, which corresponds to the γ -globulin of human serum, is far less than the control serum (human and rabbit), but in cases of the shark serum the extraordinarily high concentration of this fraction is found.

(3) The albumin/globulin ratio of the serum protein in cases of marine teleosts is higher than that of the control serum. By using the salt fractionation method it was ascertained that the mackerel serum protein was composed mostly of the albumin fraction, while in the shark's contrarily, most of them were composed of globulin fractions.

(4) The use of the refractometry as the measuring means of shark serum protein concentration was proved to be inadequate.

著者は先に、硬骨魚と軟骨魚とでは血漿中の蛋白質量に著しい相違のあることを報告¹⁾したが、更に血漿又は血清の生物学的特性を良く理解するためには、その主成分をなす蛋白質の分別的研究も重要と考えられる。最近、蛋白質の理化学的研究の進歩によつて該蛋白質の分析法は著しく進展し、特に TISELIUS 法は化学的操作を加えない再現性のある方法として一般に用いられている。この TISELIUS 法による、血清蛋白質に関する研究は多数あるが、魚類を主体とした報告は著者の調べ得た限りではみあたらず、僅に DEUTSH & GOODLOE²⁾, DEUTSH & McSHAN³⁾ 及び MOORE⁴⁾ 等が各種陸棲脊椎動物と共に淡水産のマス、ナマズ及びコイ等について、該蛋白質の分析結果を報告しているに過ぎない。そこでこれらの淡水魚とは棲息環境並に分類学上の位置を異にする海産の硬骨魚及び軟骨魚を主体とし、比較生化学的見地より、血清蛋白質の電気泳動的特性を検討したところ、若干の系統的特性が認められたので報告する。

1956 年 8 月 18 日受理

* 1955 年 4 月 日本水産学会年会にて一部発表。

実験の部

実験材料

魚種: 実験に供した魚類は 12 種である。即ち海産硬骨魚に属するものとしては マダイ *Chrysophrys major* (560~710 g), マアジ *Trachurus japonicus* (410~550 g), ムロアジ *Decapterus muroadsi* (570~620 g), シイラ *Coryphaena hippurus* (950~1130 g), ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* (700~970 g), マグロ *Thunnus thynnus* (幼魚, 2510~3240 g) 及びタチウオ *Trichiurus lepturus* (1250~1330 g) の 7 種, 又海産軟骨魚としてはツノザメ *Squalus mitsukurii* (3040~4150 g), シロザメ *Mustelus griseus* (2280~3510 g) 及びアカエイ *Dasyatis akajei* (3830g) の 3 種, 更に淡水産硬骨魚としてはフナ *Carassius auratus* (270~350g) 及びコイ *Cyprinus carpio* (360~390g) の 2 種を使用した。

採集時期: 供試魚は何れも 1954 年より 1956 年に亘る 3 月から 5 月の間に採集したものである。

採水場所及び水温: 供試海産魚は鹿児島県佐多岬の南方海域において釣獲したもので、漁獲時の水温は表層で 17~20°C, 100 米層で 14~15°C を示した。又供試淡水魚は鹿児島市内の養魚場より同時期に求めたもので、当時の水温は 13~17°C であった。

血清の分離: 同種の供試魚には出来得る限り、環境及び生理的条件の同一のものを選び、その心臓より採血した血液を氷蔵庫 (4~6°C) 中に約 6 時間放置した後に遠心分離 (3000 r. p. m., 3 分間) して得られる血清を使用した。既に報告⁵⁾した如く魚類の赤血球は人間等のものに比べて、一般に溶血し易いため分離した血清が Hemoglobin によつて着色することが多い。又その血清にも、人血清の Lipaemia に類似した濁濁現象が屢々みられた。このような血清では、一般に α 或は β -Globulin 区分の泳動峰が増大する傾向も認められたので、分析値に少なからぬ影響を与えると思われる程度に、溶血又は濁濁した血清は除外し、なお対照として人間及び家兎の血清をも同時に使用した。

実験方法

使用装置と泳動条件: 供試血清の電気泳動には日立製 TISELIUS 装置 (HT-B 型) を用い、電気泳動研究会の標準法⁶⁾に準拠した条件で実験を行つた。その大要は次記の如くである。即ち試料を M/10 磷酸塩緩衝液 (M/10 KH_2PO_4 1 容と M/10 Na_2HPO_4 16 容の混合液, pH=8.0, $\mu=0.28$) で稀釈してから、セロファン紙囊 (No. 400) に入れ、40 倍容の M/20 同緩衝液に対して約 4°C で 20 時間透析し、透析後の血清蛋白質濃度が 1.6~1.8 g/dl になるようにした。以下常法の如く試料を U-Cell に入れ、泳動温度を 10°C (易動度測定の場合は 2°C) に保ち、電位勾配, dE/dx 5.5~6.0 volts/cm の条件で所定時間毎に泳動図を撮影した。

蛋白計使用の吟味: 我国では一般に泳動前の血清蛋白質濃度を簡易な屈折法 (日立製蛋白計, PRP-B 型)^{7,8)}によつて測定している。著者も本実験において同法の使用を試みたところ、サメ類の血清では異常な蛋白質を示す事実を認めた。即ち Table 3 に併記した如く、硬骨魚に属するサバ及びアジ等の血清では蛋白計値と Micro-KJELDAHL 値間に大差はないが、サメ類では前者が後者の約 1.5 倍の値を示した。しかし透析処理をしたサメ類の血清では、このような差は殆んど認められないことより、この場合の異常屈折の現象は、該魚の原血清中に特異的に多く含まれる低分子窒素化合物 (主として尿素及び Trimethylamine oxide) の存在に起因すると思われる (詳細は別報の予定)。

以上述べた如く、人血清と異なる成分組成を有する試料では、蛋白計による測定は正確を期し難い場合もあるから、本実験では供試原血清の蛋白質量はすべて Micro-KJELDAHL 法によつて測定した。

実験結果

泳動図: 前述の泳動条件下における供試血清の泳動過程を観察すると、一般に泳動時間 30 分では各成分蛋白質の分離は不十分で、約 40 分後より良好となる。次に泳動後 50 分 (上昇脚) 及び 55 分 (下降脚) に常法の如く撮影した供試血清の代表的な泳動図を Fig. 1 に示した。

この結果によれば、魚種により血清蛋白質の泳動図にかなりの相違が認められ、又同一血清でも上昇脚と下降脚とでは濃度勾配曲線の形が異なり両者間に鏡像的關係はみられない。一般に上昇脚は下降脚よりも各

Table 1. Mobilities of serum proteins of various fishes

Species	Component					
	f	I	II	III	IV	IV'
シロザメ <i>Mustelus griseus</i>			5.6	4.2	3.3	1.3
マアジ <i>Trachurus japonicus</i>	8.1	6.6	5.2	4.0		1.2
ゴマサバ <i>Scomber tapeinocephalus</i>	8.0	6.9	5.2	3.9		1.3
コイ <i>Cyprinus carpio</i>		6.4	5.4	3.7	2.4	
Control (Human)		Alb.	α	β	r	
		6.6	5.3	3.8	1.5	

All mobilities are expressed as 1×10^{-5} sq. cm. per volt per second.

Table 2. Electrophoretic analyses of serum proteins of various fishes

Species	No. of serum examined	Component						Alb. / Glob. *
		f	i	II	III	IV	IV'	
Marine elasmobranch								
シロザメ <i>Mustelus griseus</i>	5			35.9 83.5	11.1 63.7	19.4 48.9	33.6 17.9	
ツノザメ <i>Squalus mitsukurii</i>	10			33.3 84.0	7.2 67.3	24.6 46.2	34.9 18.4	
Marine teleost								
マダ イ <i>Chrysophrys major</i>	2	34.8 120.4	37.0 96.1	18.4 75.5	4.7 54.9	5.1 34.6		2.5
マアジ <i>Trachurus japonicus</i>	7	48.1 120.0	15.3 98.7	24.4 79.0	10.6 59.8		1.6 18.3	1.7
ムロアジ <i>Decapterus muroadsi</i>	6	57.2 118.7	12.6 98.5	17.1 83.4	7.7 62.3	5.4 46.4		2.3
シイラ <i>Coryphaena hippurus</i>	5	41.5 120.3	23.2 102.3	26.6 77.3	8.7 58.5			1.8
ゴマサバ <i>Scomber tapeinocephalus</i>	12	47.4 118.6	20.2 102.3	22.1 79.4	8.3 54.3		2.0 17.1	2.0
マグロ <i>Thunnus thynnus</i> **	3	55.3 122.4	16.2 101.5	19.4 78.9	7.9 59.1		2.2 16.6	2.5
Fresh-water teleost								
コイ <i>Cyprinus carpio</i>	14		55.7 96.0	16.2 77.9	20.5 56.3	7.6 36.9		1.3
フナ <i>Carassius auratus</i>	4		53.4 99.5	17.0 78.3	25.5 58.1	4.1 39.2		1.2
Control (Human) (Rabbit)			Alub.	α	β		r	
	8		56.8 100.0	7.1 79.2	13.6 60.5		22.5 21.5	1.3
	4		59.2 102.4	9.7 76.6	14.8 62.3		21.3 21.8	1.5

For each component, the values for the first reading are given in per cent of total protein: for the second reading in relative mobility.

* The f component has been considered as albumin in calculating the albumin-globulin ratios. ** Immature fishes.

この結果によれば供試魚の血清蛋白質における区分 I, II 及び III は各々対照血清 (人間及び家兎の血清) の Albumin, α 及び β -Globulin と近似値的な易動度を示す成分であることがわかる。次に Table 1 及び

の結果に基き、各魚種間の血清蛋白質組成における質的特性についてみると、区分 f (人間の血清 Albumin より易動度の高い成分) は対照動物及び供試淡水産硬骨魚 (コイ及びフナ) の血清泳動図ではその存在を確認することは困難であつたが、海産硬骨魚に属するゴマサバ、マグロ、アジ及びマダイ等では大きな独立峰として明らかに認められた。この区分については人間、サル、ブタ及びニワトリ等の血清泳動図にも Albumin の基底近くに微量成分としてみられる場合のあることが報告^{9,10)} されている。又海産軟骨魚に属するシロザメとツノザメでは区分 f のみならず、その易動度からは Albumin に相当する区分 I もみられなかつた。即ちこれらの血清蛋白質には泳動的に Globulin 成分しか認められないのである。このような事実は濾紙泳動法によつても定性的な結果ではあるが認められている^{9,11)}。しかし同種のシロザメでも河口帯で捕獲した幼魚の血清蛋白質には区分 I の存在することを確めている (第 XI 報参照)。

なお、供試軟骨魚と硬骨魚とでは低易動度区分 (IV と IV') の組成も異なることが、Fig. 1, Table 1 及び 2 の結果から予測される。特に同時に併用した濾紙泳動法によるとサメ及びアカエイの血清に γ -Globulin よりも明らかに易動度が低く、時には陰極に移動する成分の存在することが認められた⁹⁾。一方 CONNELL¹²⁾ は軟骨魚の筋肉蛋白質に易動度の特に低い、陰極に移動する成分の存在することを報告している。これらの事実より血清蛋白質と組織蛋白質間には、組成的にも何等かの関連性のあり得ることが推察され、生化学的にも興味深い現象である。

濃度比: 供試血清の泳動図より Planimeter で求めた各区分の平均濃度比を Table 2 に示した。この結果によれば、魚種によつて濃度比にかなり相違が認められるのであるが、成長度とか採集時期の略々等しい同種の個体間では、その値は比較的一定であつた。次に各魚種間の血清蛋白質組成における量的特性についてみると、一般に淡水産硬骨魚に属するコイ及びフナでは対照血清と同様に Albumin に相当する区分 I が最大濃度比を示している。これらに対し海産硬骨魚に属するゴマサバ、マグロ、アジ及びマダイ等の血清では区分 f が最大濃度比を示す傾向がある。なお、これらの硬骨魚では対照血清に比べて、生体の免疫現象に関係のある γ -Globulin に相当する低易動度区分の濃度比が極めて小さく、時にはその存在が確認出来ぬ場合すらあつたことは注目すべき現象と思われる。更に海産軟骨魚に属するシロザメ及びツノザメの血清では区分 II とである IV' の濃度比が大きい結果となつている。即ち供試軟骨魚では血清蛋白質の高低両易動度区分にわたつて質的にも又量的にも特性がみられるのである。

Albumin と Globulin の比: 供試血清の区分 f 及び I を、その易動度より Albumin とし、区分 II, III, IV 及び IV' を Globulin として求めた両者の比 (A/G) を Table 2 に併記した。この結果によれば、泳動的に Albumin 区分の認められなかつたサメ類は例外とし、一般に硬骨魚特に海産硬骨魚に属する魚種は対照動物に比べて血清の A/G 値が高い傾向がある。なお、易動度の大きい蛋白質ほど、一般に塩類溶液に対する溶解度の高いことが知られているので、次に代表的な魚種について塩析法⁽³⁾ により A/G 値を求めてみた。その結果は Table 3 に示す如くである。

Table 3. Albumin-globulin ratios of serum protein by salt fractionation method

Species	Average total protein (g./dl.)		Alb./Glob.
	Refractometry*	Micro-KJEJDAHL	
シロザメ <i>Mustelus griseus</i>	5.2	3.5	0.2
ツノザメ <i>Squalus mitsukurii</i>	5.6	3.2	0.2
マアジ <i>Trachurus japonicus</i>	6.6	6.1	3.0
ゴマサバ <i>Scomber tapeinoccephalus</i>	7.1	6.8	3.3
コイ <i>Cyprinus carpio</i>	5.4	5.1	2.1
人間 (Human)	7.7	7.2	1.7

* HITACHI Hand Protein Refractometer (Form PRP-B)

この結果によればゴマサバとマアジでは血清蛋白質の大部分が Albumin 区分に属するのに対し、サメ類では逆に Globulin 区分が著しく多い傾向が認められる。しかし塩析値と泳動値とを比較すると、同一血清の場合でも両値は必ずしも一致しないことは明らかで、特に塩析法ではサメ類の血清にも Albumin 区分が少

量ながら存在する結果となつている。このような両分析値の相違は哺乳動物の血清を材料とした研究^{10,14,15)}においても認められ、一般に塩析法は泳動法に比べて Albumin 区分が高い値を示すのは、その区分に泳動法の α -Globulin を含むためと報告されている。従つて両分析値の相違は、両法の蛋白質分離能が必ずしも正確に対応するものではないことに起因すると考えられる。

考 察

前述の如く内部環境と外部環境との滲透圧勾配が異なる供試魚間（淡水産硬骨魚、海産硬骨魚及び海産軟骨魚を意味する）では、その血清蛋白質組成にかなりの差異が認められたので、次にこれらについて若干の考察を試みた。

魚類の血液又は血清の物理化学的滲透圧（血液 Δ 値は淡水産硬骨魚：約 0.5，海産硬骨魚：0.68～1.04，海産軟骨魚：約 2.3）¹⁶⁾ は必ずしも外部環境に適応した値を示さないから、魚類にとつては体滲透圧の維持調節作用は特に重要な問題と考えられる。この作用に関する従来の報告をみると、著者の調べ得た限りでは主として塩類或は尿素を対象とした、鰓及び腎臓の滲透圧調整機能にその説明を求めているようである^{16,17,18,19)} 勿論魚類に個有な特殊細胞の機能には重要な滲透圧的意義を有するものもあるが、著者は更にその生理的滲透現象を良く理解するために、血清蛋白質によるコロイド的滲透圧について考えてみた。一般に血清の示す物理化学的滲透圧は、そこに含まれる塩類量（軟骨魚は例外）に支配され、蛋白質は高濃度で存在するにも拘らず分子量が大きいため、該滲透圧に対しては実際上の影響は少ないと思う。しかし、この塩類量は脊椎動物間では略々一定（約 1%）の値を示し¹⁸⁾、しかも塩類は他の低分子化合物と共に通常、毛細血管壁に対して透過性である。従つて、生体の水分保持及び体液の交換作用は、主として各種体液間における蛋白質の濃度差とか、蛋白質の血管壁に対する難透過性等のために起る、血管内の流体静力学的圧並にコロイド的滲透圧の差に支配されると云われている。このような意味で、血液又は血清の生理的滲透圧を論ずる場合には、その蛋白質組成にも重要な意義があるとみて良いと思われる。次に供試海産硬骨魚では常識的に内部滲透圧 (d_i) が外部滲透圧 (d_e) よりも小さいため、水の体外への逸散を防ぐと共に、それを体内に積極的に保持する機能が特に必要と考えられるが、これらの血清蛋白質には区分 I の他に区分 f が略々最大濃度比で認められた。又供試淡水産硬骨魚では d_i が d_e よりも大きいため、水が体内に入るのを促すので前者のように水を体内に保持する機能を発達させる必要はないと思われるが、これらの血清蛋白質には区分 f の存在が殆んど確認出来なかつた。更に海産軟骨魚は血清中に多量の低分子窒素化合物を含むために d_i は d_e よりも幾分大きく、その間の滲透圧勾配は魚類中で最も小さいと報告^{16,18)} されているが、これに属する供試魚の血清には区分 f のみならず区分 I もみられなかつた（軟骨魚に関する考察については別に第 XII 報で述べる）。即ち本実験の結果によれば、滲透圧勾配の異なる供試魚間では、主として血清蛋白質の高易動成分にかなりの特異性が認められるのである。ところで、人血清の高易動成分である Albumin は血清蛋白質中で分子量（約 7 万，Globulin は平均約 30 万）が最も小さく、しかも水和性（水和量，約 40%）の強い球状分子として、人体における水分と滲透圧の調整機能に関与し、特に血液の示すコロイド的滲透圧中その 80%* は Albumin によつて保持されると報告されている^{10,20,21,22)}。勿論人間と魚類とは同様に取扱い得ない諸要素があるにしても、易動度からは区分 I に相当する Albumin そのものは、対照動物にも又硬骨魚にも認められるのに対し、Albumin より易動度の大きい区分 f は、供試魚中では海産硬骨魚の血清にのみ特異的に多くみられることは、前述の意味において興味深い現象である。この区分の理化学的性質と生理的機能に関しては、現在のところ殆んど不明であるが、各研究者により Vor-Fraction 又は Präalbumin とも称せられ、人体では脳脊髄液の如き低蛋白質濃度の体液中でも存在することが報告されている^{24,25,26)}、このことは体液の蛋白質濃度とその組成による生理的滲透圧の調整機能に何等かの示唆を与えはしないだろうか。又区分 f の泳動的性質は Fig. 1, Table 1 及び 2 に示したが、その泳動過程を良く観察すると、泳動時間の経過に伴つて区分 I より別れて来るようにみえること並に血清を塩析処理した場合に区分 I と略々同様な沈澱挙動

* 平井氏等の報文¹⁰⁾ には“血液の有する滲透圧中その 80% と……”あるので答合せたところ、同氏は米国に留学中で直接の返信は頂けなかつたが、Albumin の分子量と血清中の濃度より計算して、80% はコロイド的滲透圧中の値を意味するものと解釈した。

を示すことなどより、一応血清蛋白質中では分子量が小さく、且つ水和性に富むコロイド的滲透圧の要素とみてよいと思われる。しかも供試海産硬骨魚の血清蛋白質では A/G 値が他の供試魚よりも大きく、且つ区分 f が略々最大の濃度比で存在することから、この区分は該魚にとって貴重な水分を、体組織にみられる他の水分調整機能¹⁸⁾と相俟つて、その水和性により体内に保持すると同時に、自由水の減少に伴う体滲透圧の増大作用にも関与すると云う可能性が考えられる。

この想定を実証するためには、区分 f を単に電気泳動的研究の対象に止めるだけでなく、更にその実際分離と、それに続く理化学的性質の解明にまで研究を進めると同時に、各種の生理、生態的条件下における該区分の消長を検討する必要がある。このような意味において、サケの如き淡水と海水間を移動する魚類は興味深い材料である。当地ではサケの入手が不可能なため未だ検討はしていないが、これらに関し、次に挙げる二、三の事項は幾分の参考資料となろう。サケは殆んど絶食状態で河川をのぼるが、サバの飼育魚を用いた実験では、魚体の栄養状態が悪くなると区分 f は減少することを認めている（第Ⅸ報参照）。

この事実は間接的であるがサケの場合にも何等かの示唆を与えるように思われる。又河口帯で捕獲したボラと外海で捕獲したものとは、その血清泳動図（濾紙泳動法）の区分 f に消長のあることが定性的に屢々認められた。なお、入沢等²³⁾は魚類ではないが数種の節足動物の体液蛋白質を濾紙泳動法で検討した結果、海産のアカダガニ、フナムシ及びガザミの体液中には何れも Albumin より易動度の高い成分が認められたのに対し、陸棲のバッタ類にはこの成分はみられなかつたと報告²³⁾している。これらの結果よりも、区分 f は環境に対する生理的滲透圧効果の増大作用に関与する成分であろうと予測することは、必ずしも理由なき飛躍とは云いきれないようである。

以上要するに著者は魚類血清蛋白質の高易動度成分（主として区分 f）にみられた生物学的特性は、生理的滲透圧の維持調節作用とも関連ずけて、考慮されるべきことについて若干の考察を試みたのであるが、未だその実験的根拠は不充分で不備の点は免れ得ない。この点については該蛋白質の低易動度成分にみられた特性と共に今後なお追試する予定である。

要 約

TISELIUS 法により各種魚類血清蛋白質の電気泳動的性質を一定条件で検討したところ、対照とした人及び家兎の血清とは勿論、魚類間でも分類学上の位置（硬骨魚と軟骨魚）或は棲息環境（淡水と海水）によつて、その血清蛋白質組成に質的にも、又量的にも特性のあることを認めた。

1. 淡水産硬骨魚のコイ及びフナでは対照血清（人及び家兎の血清）と略々同様に易動度よりは Albumin に相当する区分 I が血清蛋白質中で最大濃度比を示すが、海産硬骨魚のマダイ、アジ、シイラ、ゴマサバ、マグロ等の血清には Albumin より更に易動度の大きい区分 f が明らかに認められ、しかもその区分が最大濃度比を示す傾向がある。ここれに対し海産軟骨魚のシロザメ及びツノザメの血清蛋白質には区分 f のみならず区分 I も殆んど認められず、易動度よりは Globulin 区分と思われる区分 II 及び IV' の濃度比が比較的高い値を示す。しかし河口附近で捕獲したシロザメの幼魚の血清には区分 f は認められないが、区分 I、並に区分 II より区分 I への移行中間型とも考えられる成分が屢々認められた。

2. 硬骨魚に属する供試魚の血清蛋白質には人血清の γ -Globulin に相当する区分（IV と IV'）の濃度比は対照血清より一般に極めて低く、時にはその確認に困難を感じることもあつたが、サメ類の血清ではこの区分の濃度比が著しく高く、しかも硬骨魚とはその組成も質的に異なることが予測された。

3. 電気泳動法により求めた血清蛋白質の Albumin/Globulin 値は、サメ類を例外とし、一般にかなり異なることを明らかにした。海産硬骨魚に属する供試魚は対照動物に比べて高い傾向がみられ、又塩析法により、硬骨魚に属するものと軟骨魚に属するものとは血清蛋白質中の Albumin 区分と Globulin 区分との量的割合がかなり異なることを明らかにした。

4. 供試海産軟骨魚の血清蛋白質濃度は硬骨魚に属するものに比べて著しく低いのであるが、その濃度を泳動法で常用される蛋白計（屈折法）で求めると異常に高い値を示す事実を認め、哺乳動物以外の血清では蛋白計の使用は特に吟味を要することを明らかにした。

以上述べた結果に基づき、魚類の棲息環境に対する体滲透圧の維持調節作用と血清蛋白質組成とを関連づけ

て若干の考察を試みた。

終りに、本研究を行うに当り、御指導と御便宜を賜った鹿児島大学医学部榎屋富一教授、城哲男教授並に本学部高田幸二教授と実験に協力された鹿児島県水産試験場上田忠男氏及び本学練習船の乗組員各位に深謝する。なお、生体のコロイド的滲透圧に関して御教示を賜った、東京大学伝染病研究所曾良忠雄助教授、同医学部生化学教室東恵彦氏、富山大学工学部浅岡忠知教授及び京都大学化学研究所後藤廉平教授に心から謝意を表する。

文 献

- 1) 斎藤 要：日水会誌, **20**, 196 (1954).
- 2) H. F. DEUTSCH and M. B. GOODLOE: *J. Biol. Chem.*, **161**, 1 (1945).
- 3) H. E. DEUTSCH and W. H. McSHAN: *ibid.*, **180**, 219 (1949).
- 4) D. H. MOORE: *ibid.*, **161**, 21 (1949).
- 5) 斎藤 要：日水会誌, **19**, 1134 (1945).
- 6) 電気泳動研究会：生物物理化学, **2**, 392 (1954).
- 7) 吉川春寿：日新医学, **34**, 6 (1947).
- 8) 藤井暢三：“生化学実験法定量篇” 10 版, 南山堂, 東京, (1955), pp. 514.
- 9) 斎藤 要：日本水産学会年次大会で発表. 於東京 (1955).
- 10) 平井秀松, 島尾和男：生化学, **21**, 54, 109 (1949).
- 11) H. IRISAWA and A. FUNAISI IRISAWA: *Sic.*, **120**, 849 (1954).
- 12) J. J. CONNELL: *Biochem. J.*, **55**, 378 (1953).
- 13) 斎藤正行：“光電比色計による臨床化学検査” 南山堂, 東京 (1952), pp. 132.
- 14) V. P. DOLE and E. BRAUN: *J. Clin. Invest.*, **23**, 708 (1944).
- 15) L. J. ZOLDIS and E. L. ALLING: *J. Exp. Med.*, **81**, 515 (1945).
- 16) F. VLES: “Cours de Physique Biologique” Vigot Frères Éditeurs, Paris (1927), pp. 113.
- 17) 川本信之：“魚類の生理”, 養賢堂, 東京 (1935), pp. 12
- 18) E. BALDWIN: “An Introduction to Comparative Biochemistry” 3rd ed., Cambridge University Press., (1949), pp. 22.
- E. BALDWIN: “Dynamic Aspects of Biochemistry”, Cambridge University Press., (1949), pp. 255.
- 19) 野村七録：“生物物理化学”, 共立社, 東京 (1931), pp. 112.
- 20) M. A. LAUFFER: *Chem. Revs.*, **31**, 561 (1942).
- 21) G. S. ADAIR and M. E. ADAIR: *Proc. Roy. Soc.*, (London), **A190**, 341 (1947).
- 22) F. WUHRMAN and C. WUNDERLY: “Die Bluteiweisskörper des Menschen”, Benno Schwabe & Co., Basal, (1952), pp. 141.
- 23) 入沢 宏, 入沢 彩：広島医学, **7**, 436 (1954).
- 24) T. BÜCHER, D. MATZELT und D. PETTE: *Klin. Wochschr.*, **30**, 325 (1952).
- 25) H. ESSER: *Münch. med. Wochschr.*, **94**, 2316 (1952).
- 26) G. Gries, F. W. ALY und H. F. V. OLDERSCHAUSTEN: *Klin. Wochschr.*, **31**, 644 (1953).