カサゴの血液学的研究—V.

血液要素・血清蛋白泳動像ならびに分画値の季節的变化*

山下 秀 夫

(1969 年 1 月 27 日受理)

Haematological Study of a Species of Rockfish,
Sebastes marmoratus—V.Seasonal Changes of Blood Elements, Electrophoretic Pattern of
Serum Proteins and their Percentage Fractions.

Hideo YAMASHITA**

From the results of preliminary experiments made during the preceding five years, using 177 specimens of rockfish, *Sebastes marmoratus*, it became evident that a few individual fish are enough for the analysis of the seasonal change of the blood elements of this species (Table 1, Fig. 1). Three rockfish were, therefore, kept in a concrete tank (0.7 m³) of circulating sea water during the period of one year. The blood was drawn six times from each individual to compare the seasonal change of the blood elements (Table 2).

Sampling of the blood, measurements of the specific gravity, serum protein and haematocrit, and electrophoresis were done following the same techniques used in the previous studies.

In both male and female, the specific gravity of the blood, the amount of serum protein and haematocrit value were most high during October and November, the period when spermatozoa are discharged in the male. The lowest values were found in February, when the female of this species is usually liberating viviparous larvae (Fig. 2).

Five fractions were observed in the electrophoretic pattern of serum protein. These components were separated clearly throughout the year in the female, while sometimes they were not separated distinctly in the male (Fig. 3).

The percentage of serum protein fractions varied with the season. Component I showed the minimum and Component III the maximum during the period discharging spermatozoa, in both the male and the female (Fig. 4). It is of interest to note that the change in the amount of blood elements as well as its seasonal percentage occurrence seemed to coincide fairly well with some physiological characteristics, i. e. the development of sexual glands, of the rockfish.

SANO^{1,2)} はニジマスの血糖量・血中尿素・血中クレアチニン・血清蛋白量・血清アルブミン・血清グロブリン・ヘマトクリット値および赤血球沈降速度などの季節変化と、成長にともなう血清蛋白量およびヘマトクリット値の変化について報告した。また、斎藤³⁾ はコイとゴマサバを用いて、時期的にその血清蛋白分画像を観察した結果、蛋白量は冬期に少なく、夏期に多く、特にアルブミンの変化が大きいと述べている。著者は前報⁴⁾ において、正常なカサゴ (*Sebastes marmoratus*) の冬期 (仔魚産出期) における血液要素・血清蛋白泳動パターンならびに各成分の分画値について述べたが、さらにこれらの季節的変動を知るために

* 西海区水産研究所業績第 233 号

Contribution from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 233.

** 西海区水産研究所 (Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Nagasaki, Japan).

実験を行なったので、その結果を報告する。

この研究をまとめるにあたって、北海道大学水産学部小林新二郎教授ならびに辻田時美教授の有益な御教示と論文校閲の労を賜った。また、西海区水産研究所青山恒雄博士に適切な助言をうけた。さらに、当所の安楽正照博士には示唆をうけ、同所福尾ちた技官、ほか、所員各位には、カサゴ飼育にあたって御世話になった。以上のかたがたに対して、心から謝意を表する。

予 備 実 験

1963年9月から1968年2月までの5年間に、雌64個体、雄93個体および雌雄不明20個体の合計177個体について予備実験を行なった (Table 1, Fig. 1)。血液比重および血清蛋白量は、5～8月の間に高い値をしめす。ところが、前報⁴⁾で観察したと同様に雌では仔魚産出後(1月ごろ)急に血液比重・血清蛋白量が減少し、いつぼう、雄ではそれらは8月以降に漸次減少した。この5年間に分析した177個体の血液諸要素の値と、本研究に用いた3個体のそれらについて比較したところ、疾病時を除いて同じ傾向が認められた。したがって、カサゴの血液要素の季節変化を知るためには、少数個体から系統的に得た資料に基づいて、十分信頼のおける解析を行ないうことがわかった。

材料および方法

3個体の供試魚は、前報⁴⁾の実験に用いたのち、1967年2月1日から翌年2月10日までの間、コンクリート製循環水槽(0.7 m³)で飼育し、この間に6回の採血を行なった (Table 2)。血液採取・全血液比重・血清蛋白量・

Fig. 1. Mean monthly changes of the specific gravity of blood and serum protein obtained during the preliminary experiment, over a period of five years. Symbols below the abscissa indicate: (a)-resting period, (b)-preparatory period for spermatogenesis, (c)-period of spermatogenesis, and (d)-discharging period of spermatozoa in the male of this species.

Table 1. Number of rockfish used in the experiment each month.

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Female	13	15	—	1	10	5	2	0	0	10	8	0	64
Male	14	24	—	4	10	13	4	0	0	10	9	5	93
Total	27	39	—	5	20	18	6	8*	12*	20	17	5	177

* sex unknown

Table 2. Seasonal comparison of the blood elements of rockfish.

Specimen	Date of experiment (1967~68)	Feb. 1	May 17	Jul. 24	Oct. 12	Nov. 17	Feb. 10
#1 Female	Condition of health	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	Total length (mm)	167	178	180	190	190	195
	Body weight (gr)	85	95	110	150	140	120
	Specific gravity of blood	1.034	—	1.041	1.042	1.041	1.039
	Serum protein (g/100 ml)	3.2	5.3	6.0	6.2	6.9	5.8
	Haematocrit (%)	20.8	23.5	28.0	31.0	28.0	27.2
#2 Female	Condition of health	Normal	Normal	Diseased	Normal	Normal	Diseased
	Total length (mm)	197	200	200	210	206	210
	Body weight (gr)	144	150	175	225	215	170
	Specific gravity of blood	1.032	1.041	1.037	1.038	1.044	1.041
	Serum protein (g/100 ml)	3.8	6.5	6.6	6.5	6.4	5.4
	Haematocrit (%)	18.5	31.5	20.0	28.8	35.0	31.0
#3 Male	Condition of health	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Diseased
	Total length (mm)	202	208	215	215	211	220
	Body weight (gr)	155	165	175	260	265	235
	Specific gravity of blood	1.036	1.039	1.040	1.039	1.040	—
	Serum protein (g/100 ml)	2.9	5.1	5.5	5.7	4.1	3.6
	Haematocrit (%)	28.2	28.2	28.0	31.7	33.5	16.0

ヘマトクリット値などの測定は、山下^{5,6)}と同じ方法によつた。また、血清蛋白電気泳動法も山下⁷⁾と同じ方法を用いた。

結 果

標本の状態 5月の第2回採血時までは、3個体とも活発に運動し摂餌した。標本#2は6月下旬ごろから背鰭の棘条部にメラニン色素が凝集してやや灰白色をおび、運動が緩慢となり、7月上旬ごろに表皮組織が破れ、一部は欠損して棘条の露出がみられた。いつぼう、標本#1および#3は、この間も活発に運動しかつ摂餌した。10月の採血時には、標本#2の背鰭部の表皮組織の損傷も回復し、一部にこん跡がみられる程度となり、3個体とも活発に遊泳した。11月の採血時には、標本#2の背鰭部はほとんど全快し、そのこん跡もみられない位となつた。翌年2月の採血時に、標本#1は未熟な卵を放出した。標本#2はひふの表面が薄い透明な粘液でおおわれ、体色は全体にやや黒灰色を呈し、また標本#3は鰓蓋を開いたところ、キューヴェ氏管のまわりに、漏出性出血(diapedesis)が認められ、採血が困難で、全血液比重の測定は不可能であつた。このごろは、標本#2および#3とも動作が緩慢で摂餌も不活発であつた。

全血液比重 山下^{5,6)}は、本種の血液比重について、自然に近い状態で餌育したものは個体差がかなり小さいが、環境水の塩素量濃度を変えた場合、疾病時、仔魚産出などには著しく低下し、個体差も大きくなることを観察した。本実験では、2月の仔魚産出期をのぞき、血液比重は1.040前後で前報とほぼ一致する(Fig. 2)。#2の異常な変化はひふ病の影響であろう。一般に夏から秋にかけて高くなるが、この時期は本種の精子放出時期にあたる。また、2月に低い傾向がみられるが、ちょうどこの種の仔魚産出最盛期に一致し、血液比重と生殖巣の発達とは密接な関係があると推察される。仔魚産出魚において急激な比重値の低下がみられることは既報⁵⁾(山下)と同様である。第1回は仔魚産出直後で、第6回は仔魚産出前に採血を行なつたので、両者に差がみられたものと考えられる。

血清総蛋白量 一般に雌は雄より多く、雌雄ともに生殖巣の発生にともなつてふえ、雌では仔魚産出前

Fig. 2. Seasonal changes of the specific gravity of blood, serum protein and haematocrit of rockfish. Symbols below the abscissa indicate: (a)-resting period, (b)-preparatory period for spermatogenesis, (c)-period of spermatogenesis, and (d)-discharging period of spermatozoa in the male of this species.

急激に減少することは、血清蛋白量が卵形成・胎児発生と密接な関係があるのではないかと推測される。

ヘマトクリット値 山下⁶⁾は本種のヘマトクリット値と血清蛋白量との関係を考察し、疾病時には両者の値は急激に減少すると報告している。また、田村ら¹⁰⁾はヘマトクリット値が病魚ないし異常魚の診断上に意味をもち、保科¹¹⁾は鰭赤病ウナギのヘマトクリット値が病状の進行にともなって低下することを報告している。本実験においては、雌(#1, 2)は全血液比重の変化と同様な傾向をしめしている。#2の7月は20.0%と低い値をしめしているが、これは表皮組織が破れ、潰瘍にまで悪化したためと考えられる。これ以外のものを正常な変化とみるならば、10・11月ごろに最高値を、2月ごろ(仔魚産出期)に最低値をしめす。雄(#3)では、2月から7月までは、ほとんど一定で28.0%をしめし、11月は33.5%の最高値を得たが、2月は16.0%と急激に低下している。これは、キュヴィエ氏管のまわりに、漏出性出血がみられたためと思われる。この異常値をのぞくと、雌と同様に10～11月ごろ(精子放出期)に最高値が現われるものと推測される(Fig. 2)。

血清蛋白の電気泳動像 正常魚の仔魚産出期の電気泳動像が5つの成分に分画されることは先に報告した⁴⁾。個体・時期により泳動像の変化はかなり大きい。このうち1967年7月の標本#2と翌年2月の標本#2および#3は、疾病にかかり正常な状態でないと思われるので、考察に当たってはこれらの3回分の資料は除外した。標本#1および#2の雌は、5成分の分離が明りようであるが、標本#3の雄は5月か

期(1～2月)に、雄では精子放出の時期(10月ごろの交尾期)に最大値に達する傾向があり、また血液比重との間には高い正の相関関係がみられることは既報⁵⁾で報告した。本実験においては、雌(#1)は7, 10月は6.0%前後で11月は6.9%と最高値をしめしているが、翌年2月は6.0%以下に低下している。#2は5月から11月まで6.5%前後で、ほとんど変わらず、翌年2月は#1と同様に低下している。しかし、1968年2月の測定値は1967年2月ほどは低くない。これは先述のように、採血時に未熟な卵がみられ、卵巣内で発生・ふ化が行なわれていなかったためであろう。雄では、2月から漸次増加して10月は5.7%と最高値をしめしたが、11月には4.1%と急に低下し、それ以後もわずかな低下をしめした(Fig. 2)。大池ら⁸⁾はゲンゴロウブナの産卵最盛期に血清総蛋白量は減少することを観察し、西野⁹⁾はサケの成熟にともなって血清蛋白量が低下すると報告している。このように、産卵前期あるいは仔魚産出期までは血清蛋白量は増加するが、産卵最盛期または仔魚産出期には

Fig. 3. Seasonal change of electrophoretic pattern of serum protein obtained from three specimens of rockfish.

Fig. 4. Seasonal change of percentage serum protein fractions measured for three specimens of rockfish. Combined values of component II and III and also IV and V were used for specimen #3 as these were difficult to separate. Symbols below the abscissa indicate: (a)-resting period, (b)-preparatory period for spermatogenesis, (c)-period of spermatogenesis, and (d)-discharging period of spermatozoa in the male of this species.

ら 11 月にかけ成分 I と II, II と III および IV と V の分離がやや不明りようである (Fig. 3)。これらの各成分の分画値の季節変化をみると (Fig. 4), 成分 I は雌雄ともに冬に高く, 夏に低い傾向をしめすが, 成分 II は標本 #1 および #2 の雌では 10% 前後をしめし, 季節による著しい変化はみられない。成分 III は, 標本 #1 および #2 の雌でいずれも 2 月に低く, 10 月に高く, 成分 I とは逆の変化をしめしている。標本 #3 (雄) では成分 II と III の分離が不明りようなので, 両分画値を加えその変化をみると, 1967 年 2 月の値がやや高いことは別として, 雌 (#1・2) の成分 III に似た変化の傾向をしめす。雌では, 成分 II の値がほとんど変わらないことから, この合成値の変化は主として成分 III の変化によるものと考えられる。

カサゴの雄は, 7 月から 10 月にかけて精子の形成から放出の時期にあたるが^{12,13)}, この時期の分画値は, 成分 I は低く成分 III は高い。いつぼう, 雌では 10 月に成分 I が最低で, 成分 III が最高である。この時期は雄の精子放出時期にあたるので, 交尾と関係した変化であろう。雌の成分 IV は, 1967 年 2 月 (仔魚産出後) から 11 月までは 15% 前後をしめし, この間わずかな変化がみられるが, 翌年 2 月 (仔魚産出期) には急激に増加して約 40% をしめしている。成分 V では, 1967 年 2 月は 30~40% をしめしているが, 11 月以降はその値は漸次低下し, 翌年 2 月には急減して 10% 程度となり, 成分 IV とは全く逆な傾向がみられた。1968 年 2 月における成分 IV の増加に対する成分 V の低下は, 仔魚産出期になつても仔魚産出するまでに生殖巣が成熟していないためではないかと推察される。雄では, 成分 IV と V の分離が不明りようなので合成値でしめた。この値も雌と同様に時間の経過にともなつて減少する傾向があるが, 5 月と 11 月に僅かに上昇する双峯型である。

考 察

本実験の標本は, 血液諸要素の変化からみて, 罹病した一時期をのぞき, 正常な状態であつたと考えられる。反復採血について, 著者⁵⁾ は本種の場合採血してから 3 日間以上経過すると, 採血による影響はないことを確認し, また SANO¹⁾ によれば, 体重の 1/300 以下の採血ではニジマスの魚体はすみやかに正常に回復すると報告している。本実験の採血間隔は最短 37 日から最長 107 日であつたので, 反復採血による影響は認められなかつた。血液比重・血清蛋白量およびヘマトクリット値の季節変化は, 生殖巣の成熟・精子放出および仔魚産出などの内的要因が血液性状に反映するようで, 雌雄ともに先述の血液 3 要素が交尾期 (精子放出期) に最も高い値をしめた。仔魚産出期にこれらの値が急減することは, 前報⁵⁾ と一致し, さらに, SANO²⁾ のニジマスにおける血清蛋白量が生殖巣の完熟期の 1 カ月後にかけて最低をしめすという観察結果とも類似する。生殖巣の発達・成熟にともなつて, 体内貯蔵蛋白・糖・脂肪・その他の物質が生殖巣に移行するか, またはエネルギー源として消費され, その間における体力の消耗が著しいであろう。したがつて, 血液比重・血清蛋白量・ヘマトクリット値および血清蛋白分画値の変動と一致することは, 生殖巣の成熟から仔魚産出あるいは放精後にかけて起こる魚体の消耗と栄養の不足が, 造血機能に影響して血液性状に反映されるものと考えられる。

要 約

カサゴの雌 2 尾, 雄 1 尾をコンクリート製循環水槽で, 1967 年 2 月から 1 年間飼育し, その間に 6 回採血して, 血液諸要素の量的変化および電気泳動法による血清蛋白分画値の季節変化について比較検討し, その生理生態的な意義を考察した。

1. 雄の精子放出期 (交尾期にあたる 10 月~11 月) に血液比重・血清蛋白量およびヘマトクリット値の 3 要素とも最高値をしめし, 雌の仔魚産出期 (2 月) には急減し, 最低値をしめた。
2. 血清蛋白電気泳動像は, 5 つの成分に分離される。雌では周年明りように分離するが, 雄では各成分の分離がやや不明りような場合もみられた。
3. 血清蛋白電気泳動像の分画値の季節変化は, 精子放出期に雌雄ともに成分 I は最低を, 成分 III は逆に最高をしめた。

文 献

- 1) T. SANO: J. Tokyo Univ. Fish., 46, 67~75 (1960).
- 2) T. SANO: J. Tokyo Univ. Fish., 46, 77~87 (1960).
- 3) 斎藤 要: 本誌, 22, 768~772 (1957).
- 4) 山下秀夫: 本誌, 34, 1066~1071 (1968).
- 5) 山下秀夫: 本誌, 33, 81~90 (1967).
- 6) 山下秀夫: 本誌, 33, 995~1001 (1967).
- 7) H. YAMASHITA: Marine Biology, 1, 277~281 (1968).
- 8) 大池一臣・草刈宗晴・小坂 淳: 未発表.
- 9) 西野一彦: 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 20, 21~25 (1966).
- 10) 田村 修・藤木哲夫・恵藤国臣: 長大水産研究報告, 12, 72~77 (1962).
- 11) 保科利一: 東水大特別研究報告, 6, 1~105 (1962).
- 12) 水江弘一: 長大水産研究報告, 5, 27~29 (1957).
- 13) 水江弘一: 長大水産研究報告, 6, 27~38 (1958).