



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	河川浜上期に於けるサクラマス( <i>Oncorhynchus masou</i> )の血液の性状：特に滲透圧濃度の季節的变化について
Author(s)	久保, 達郎; KUBO, Tatsuro
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 12(3), 189-195
Issue Date	1961-11
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/23137">https://hdl.handle.net/2115/23137</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	12(3)_P189-195.pdf



河川浜上期に於けるサクラマス (*Oncorhynchus masou*) の血液の性状  
特に滲透圧濃度の季節的变化について

久 保 達 郎  
(北海道大学水産学部淡水増殖学教室)

Notes on the Blood of *Masu* Salmon (*Oncorhynchus masou*) during  
Up-stream Migration for Spawning, with Special  
Reference to the Osmoconcentration

Tatsuro KUBO

Abstract

The seasonal changes in osmoconcentration and some other characteristics of *masu* salmon blood during up-stream migration were studied.

At the beginning of the migration when the fish stay in the lower part of a river, the freezing point of their blood is slightly high, but it tends to decline, as the season progresses and the fish ascend the river. Then, a temporary rise in the freezing point of blood occurs in the fish whose sexual products are developing in preparation for spawning, and finally the freezing point of blood falls markedly in the fish which is ready for spawning.

The chloride content of blood shows the same fluctuation as that of the freezing point.

There is found an apparent inverse correlation between the change of the density and that of the water content of blood. These two characteristics may bear no direct relationship with the freezing point and chloride content of blood. In contrast with blood of the inshore-migrating fish, that of fish during up-stream migration shows relatively high density and low water content. However in the blood of the ripening fish, the reduction of the density and the increasing of the water content are obvious.

These changes of the density and the water content of blood may be induced by changes in protein content and some other biochemical characteristics of blood.

緒 言

サクラマス (*Oncorhynchus masou*) は海洋生活の第 2 年目の春河川に浜上するが、その産卵は秋に行われるために浜上後河川内で遊ぶ期間がかなり長く成熟の進行に伴ってその形態、色彩並に食性に著しい変化の現れる事は一般に良く知られる所である。従って同時に魚体内部に於て生理学的変化特に血液の性状に或る種の変動の生ずる事は推測に難くない。筆者は前報 (久保, 1960) に於て海洋生活期のサクラマスの血液の滲透圧濃度の季節的变化について示したが、今次の研究に於て浜河より産卵に至るまでの期間の血液の性状について観察したので、ここに主として滲透圧濃度に関係の深い氷点降下度と塩分含量及び比重並に水分量の季節的变化について報告する。

北海道さけますふ化場長荒井定治氏並に同場調査課長佐野誠三氏は本研究の機会を与えられ、同場

並に道立水産孵化場の各位特に石川嘉郎、広重兼太郎、麓竜司、桑田治、笹本安弘、鎌口憲治、長谷川友之助の諸氏は捕獲現場に於ける材料の準備について多大の配慮を賜った。又、石狩町中村信一、斜里町宇登呂漁業協同組合手塚弘の両氏からは建網による材料の提供について便宜と好意を戴いた。血液の採取並に処理に際しては北海道さけますふ化場小林哲夫、阿部進一の両氏及び北海道大学水産学部小坂淳氏に色々手数を煩した。北海道大学水産学部山本喜一郎教授並に田村正教授は原稿閲読の労と有益な批判教示を賜った。ここに記して上記の諸氏に心から謝意を表する次第である。

### 材料及び方法

材料の大部分は北海道さけますふ化場の捕獲装置に入ったものから得られた。主として常呂川、斜里川及び石狩川のを併せて用いたが、これら三河川の魚は浜河の開始並に産卵の時期に關しては殆んど一致しているので、材料の大部分を一つの系列のものと仮定して観察した。石狩川河口部の魚についてはすでに前報に於て触れているが、比較考察の都合上再度これを掲げた。用いられた魚の体長は 42~54 cm の範囲 (平均 45.3 cm)、体重は 0.95~2.0 kg の範囲 (平均 1.4 kg) のものである。

血液の採取に當っては凡て健全な魚を水中より取り揚げ、直ちに尾部を切断した。血液の処理及び分析測定の方法は凡て前報 (久保, 1953; 1954; 1955) に示したものと同様である。

### 結 果

観察の結果は第 1 表に示す通り月日の順に配列した。前報 (久保, 1960) では沿岸並に沖合生活時期の段階を I~V、河口部のそれを VI として六つの相を設けたが、それらに引続く所の生活史の段階を便宜上 VII~X の相に区分した。

#### 第 VI の相の魚について

これに關してはすでに前報に於てその概要を述べたが、この相にある魚は恐らく河川浜上開始の段階にあるものである。石狩に於て得られた魚は実際には河口部より少しく右側の厚田方面に偏った建網で捕獲されているが、石狩川の流出状況より判断してこの位置は殆んど河口部と見做される場所である。即ちこの水域は河川水の影響をうけてその表層水の塩分は著しく低く、1959年 6月 4日の調査では表層水の比重は沖合 1000 m で 1.0039 (15°C)、沖合 600 m で 1.0023 (15°C) であり、これは塩分にして夫々約 6% 並に 4%に相当する。実際に沖合 600 m の位置に於けるサクラマスの漁獲は沖合 1000 m のそれよりも著しく多い。又、岩尾別に於ける材料は岩尾別川の川口より約 3000 m 東北方の比較的岸に近い場所 (約 200 m 沖) の建網で獲られており、恐らくこの個体は沿岸の河川を求めて動いている魚群に属するものと推測される。

前報の通り、この第 VI の相の魚の血液の氷点降下度は  $-0.83^{\circ}\text{C}$  と言う例外的なものを除いてその前の第 V の相の値が  $-0.73\sim-0.75^{\circ}\text{C}$  であるのと比べるとかなり低く、又塩分の含量に於ても同様の傾向がうかがわれ、第 V の相では 400 mg 以上のものが多いのに対して、この相では 400 mg を越すものが見られない。最後の岩尾別沿岸に於ける 2 尾の場合はその典型的なものであり、氷点降下度は意外に低く 2 尾共に  $-0.68^{\circ}\text{C}$  であり、又塩分含量が 369 mg 並に 364 mg と言う比較的小さい値となっている。しかしこの相では一般に比重が高まって 1.055 以上のものが多く、逆に水分量は 80% 若しくはそれ以下に低減している。この事は或る意味で血液が濃縮化を起し、しかもその原因として晶質以外のものが関与している事を暗示している。

#### 第 VII の相の魚について

Table 1. Freezing point and some other characteristics of *masu* salmon blood

Phase	Date	Locality	Freezing point (°C)	Cl <sup>-</sup> content (mg/DL)	Density (sp. gr.)	Water content (%)	Remarks	
VI	58-5-30	Ishikari	0.71	390	1.0552	80.2	Inshore or estuarine waters	
	do.	do.	0.83	395	1.0554	80.2		
	59-6-4	do.	0.70	365	1.0563	79.4		
	do.	do.	0.71	390	1.0563	79.9		
	57-6-8	do.	0.75	375	1.0503	80.3		
	61-6-6	Iwaobetsu	0.68	369	1.0509			
VII	*52-6-8	Nishibetsu R.	0.85				Lower reaches	
	*52-6-18	Tokoro R.	0.75					
	59-6-24	Shari R.	0.73	375	1.0561	78.5		
	do.	do.	0.73	395	1.0583	79.0		
VIII	57-7-25	Tokoro R.	0.68	335	1.0554	81.9		
	do.	do.	0.65	330	1.0562	80.7		
IX	59-8-21	do.	0.69	435	1.0439	85.2		
	do.	do.	0.68	415	1.0435	85.2		
X	60-8-15	Iwaobetsu R.	0.69	318	1.0550	80.6		Upper reaches
	*52-10-8	Shiribetsu R.	0.66	366	1.0510	84.0		
	56-10-15	do.	0.62	412	1.0330	91.7		
	57-10-15	Chitose R.	0.67		1.0530	81.0		
	do.	do.	0.64	352	1.0490	82.4		
	58-10-10	do.	0.64	310	1.0565	80.5		
	59-10-20	do.	0.64	370	1.0541	82.0		

\* These data are taken from Kubo (1954)

この相の魚は前の第 VI の魚が海水淡水の入り混った水域に獲られたのと異って完全な淡水域に入った状態のものである。その材料は斜里川の下流部即ち河口より約 12 km 上流の部分で獲られたものであり、恐らく浜河後それ程長い時間を経過していないものようである。その血液の氷点降下度  $-0.73^{\circ}\text{C}$  は第 VI の相のものよりもやや高く、塩分含量の変化は明らかでないが、著しい比重の増大 (1.056 以上) と水分量の減少 (79% 以下) という点から見れば、血液が第 VI の相に於けるよりも更に濃縮化している傾向が認められる。先に筆者 (久保, 1953) が観察した所の 6 月 6 日の西別川、6 月 18 日の常呂川のサクラマスの血液の氷点降下度がそれぞれ  $-0.85^{\circ}\text{C}$  並に  $-0.75^{\circ}\text{C}$  である事を併せ考えるならば、サクラマスは浜河の後その血液の電解質などの晶質によるものは勿論その他の要素に基く全般的な滲透圧濃度は河口部に於けるよりも高まり、その状態がかなり長く続くものようである。このような現象は Greene (1904) のマスノスケ及び Benditt 等 (1941) の Atlantic salmon の場合には示されていない特異な状態である。

#### 第 VIII の相の魚について

この材料は常呂川の中流部即ち河口より約 37 km の部分より獲られたものである。浜河後恐らく 2 ヶ月近い時日を経過したものであるが、体形、体色より見て成熟の度合が未だそれ程進んでいない

状態のものである。この相の魚の血液に於ては氷点降下度、塩分含量の低下が著しく、特に塩分 335, 330 mg と言う低い値はその前後の相のそれと比較して特徴的である。しかし比重並に水分量に於ては前の第 VII の相からの変化がそれ程大きくなく、高比重、低水分の状態を保持している。胃の内容より考えて魚はこの頃にはすでに殆んど餌を取っていないようである。

#### 第 IX の相の魚について

この相の材料は第 VIII の相のそれと同一の場所で獲られたものであるが、その時期は 8 月下旬であり、魚体の側面にはすでにうすい桃色と緑色の斑紋が出現し、ウロコがややはげ難くなっていた事から判断して成熟の度合がかなり進んでいる魚と見做される。即ちその血液は前の相のものに比べて氷点降下度に於て僅に上昇の傾向にあるが、塩分含量の増大がかなり著しく、435, 415 mg と言う値は前の相の塩分含量の約 30% 増に当る。更に注目される現象として、それまでに余り大きな変動が起らずに継続した高比重、低水分量の状態が逆に低比重、高水分量の状態に変わっている事が特徴的である。

#### 第 X の相の魚について

この相の材料は殆んど完全に成熟の段階に到達したものであり、さけますふ化場に於て採卵に供する時期のものである。実際にサクラマスがこの相に入る時期はもっと早いものであり、産卵の盛期は 9 月中～下旬であるが、ここでは材料入手の都合上大部分 10 月の材料のみを観察している。その大部分の個体の血液の氷点降下度、塩分含量共に著しく低下しているが、逆に比重は再び上昇し、水分量は同じく低減している。60 年 8 月 15 日岩尾別川に於て獲られた魚は単に時期のみから見れば、第 IX の相に該当しそうであるが、元来この川の魚は他処よりも早く成熟する傾向があり、しかもこの個体は完全に成熟した雄で一見して放精も間近いものと見做されたため第 X の相にある魚として取扱った。又 1956 年 10 月 15 日尻別川に於て採られた魚の血液の塩分、比重並に水分量は例外的なしかも異様な値を示している。

### 考 察

第 VI より第 X に至る五つの相の区分は材料採取の都合上約 1 ヶ月の間隔をおいて設けられた所の便宜的なものであるが、しかし實際上それぞれの相の魚の血液にはかなり明白な特徴が現れている。

元来サクラマスの浜河開始より産卵に至る期間はかなり長く、通常 4 ヶ月以上に亘るものであり、この間に於ける魚体の外観の変化並に生殖巣の発達著しい (大野, 1933; 佐野, 1950)。更に又浜河に伴い当然外部環境即ち塩分濃度、水温、水素イオン濃度等に大きい変化が起る。従ってそれら内的及び外的要因の変動が血液の性状に何等かの影響を与える事は容易に推測出来る。即ち環境水の塩分濃度の急低下の結果として滲透圧調節作用の活潑化と呼吸機能の変化並にそれに伴う血液の緩衝作用の変化が生ずるに相違ない。又魚体そのもの起る各種の物質代謝の変化に基く血液成分の変化も予測される所である。

血液の氷点降下度を Greene (1904) のマスノスケ、Benditt 等 (1941) の Atlantic salmon に関する観察の結果と比較すれば、沖合より河口部を経て上流の産卵場へと向うに従って低減する傾向は似ているが、しかし浜河の後再度上昇の認められる事は特異の現象と言わなければならない。又第 IX の相の場合を除いて一般に著しい高比重、低水分の傾向にある事は浜河して産卵の直前であるサケの場合 (久保未発表) と共通する現象であり、黒田等 (1941) の「淡水、海水両域に生活出来る魚の血液の水分量は淡水中に於ては低下する」と言う見解と合致している。

第 1 表に示された血液の諸性状の季節的变化を各相の間に於て比較観察するために模式的表現を試

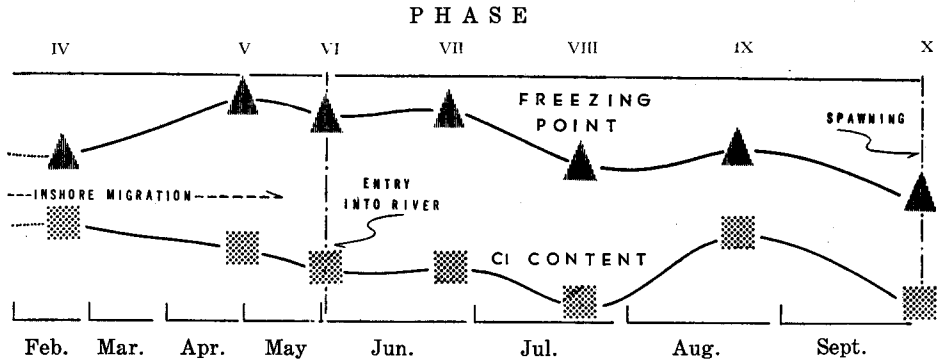


Fig. 1. Diagrammatically represented fluctuation of freezing point and chloride content of *masu* salmon blood during up-stream migration

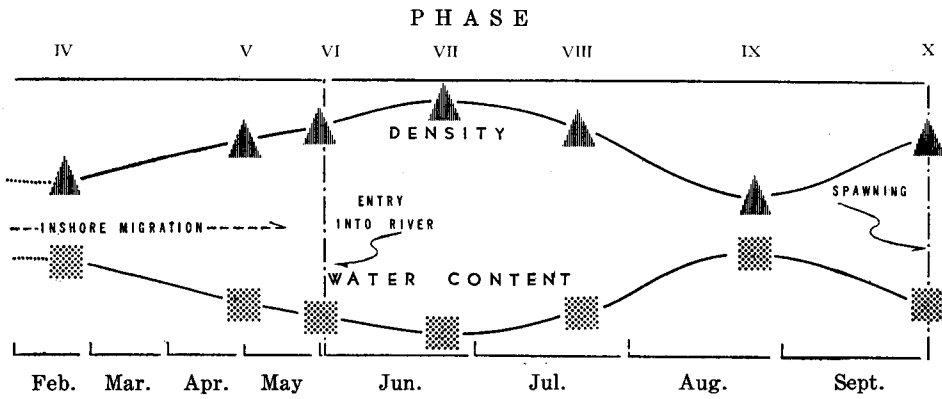


Fig. 2. Diagrammatically represented fluctuation of density and water content of *masu* salmon blood during up-stream migration

Table 2. Comparison of the partial osmotic pressure due to the chloride of blood between phases

	Phase						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	34	25	28	27	26	33	29
	31	28	26	29	27	32	25
	33	28	27				30
$\frac{\Delta_{Cl}}{\Delta_T} \times 100$	36	30	28				24
(%)	34	29	27				29
	32	27	28				
	31	29	28				
	33	29					

Note.... $\Delta_T$ : Total blood freezing point  
 $\Delta_{Cl}$ : Equivalent  $Cl^-$  freezing point

みたものが第 1, 2 図である。尚河川派上の前の段階からの変化を見る目的で前報に掲げた海洋生活期の血液の性状に関する資料もグラフの中に付け加えた。

第 1 図を一見して判る通り、氷点降下度と塩分含量との間には一応相似変動の傾向がうかがわれる。

今水の分子凍点降下度を  $-1.86^{\circ}\text{C}$  として塩素イオンに基づく氷点降下度（いわゆる滲透分圧）を計算して血液全体の氷点降下度に対する割合（%）を求めるならば第 2 表の通りとなる。個体数が少ないので断言し難いが、他の相のものに於けるこの割合が 26~29% の辺にあるのに対して第 IX の相のもの値は 32, 33% であり、これは海洋生活期の第 IV 相のそれに匹敵する所の高い値であり、しかも一方その氷点降下度はそれ程高くない。この事は魚体内に於ける塩分の存在意義が滲透圧濃度の保持の為のみでは無い事を暗示している。

魚類の水分並に無機塩分の代謝調節作用の機構については Fontaine (1956) が多数の研究者の業績を要約しており、その中の重要なものとして副腎皮質ホルモンの作用、効果について述べている。又 Fontaine と Hately (1954) は Atlantic salmon の産卵洄遊並に産卵の時に副腎皮質ホルモンの分泌が増大する事を示し、更に Jones (1956) は Spalding の未発表の資料に基き、ACTH を注射された brown trout の血清並に筋肉中のナトリウム量の増大とカリウム量の減少を述べている。現在の研究の場合に見られる塩分含量の変動の過程としては、環境水の滲透圧に支配される所の一時的変化と共に或は上記のような内分泌機能の影響によるものがあるかも知れない。例えば第 IX の相に見られる著しい塩分含量の上昇はそのような観点に立てば説明可能である。

一方、第 2 図に示される通り血液の比重並に水分量の変動は氷点降下度並に塩分含量のそれとは直接相似の関係は認められず、しかも比重と水分量との間には明白な逆相関の関係が現れている事は注目せらるべき現象である。比重と水分量とが浜河の全期間を通じて氷点降下度の上下と無関係に変動している事は、これらの二者が無機塩その他の晶質とは深い関係を有せず、むしろそれ以外の、しかも共通の要素に支配されている事が推測される。沼野井 (1948) は一般に血液の比重は水分量と関係が深い事を述べ、加藤 (1950) は血液の比重の高低は蛋白質含量の多少と結び付いている事を述べている。試に著者の未発表資料より沿岸洄遊から浜河産卵に至る間のサクラマス血液中の蛋白態窒素の量に関するものを引用すれば下記の通りである。

	Phase						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Total blood-N (mg/DL)	2170	2220	2550		3140		2010
	2130	2540	2400		2980		2495
	1690	3925	3190				3120
	1790	2820	2920				
	1710	2400					
	1400	2500					
Total serum-N (mg/DL)	505	727	975	1150		630	630
	530	690	975			520	610
		1110	1490				640
			990				
Serum albumin-N (mg/DL)	316	370	495	715		365	430
	296	370	585	670		370	410
		410	710				430
		510	760				

即ち海洋生活の初期（第 IV の相）に比較的低い値を示している蛋白質含量はその後上昇を始め、河川生活に入ってその傾向は一層大となる事は比重の場合に相通ずる現象であり、特に血清中の蛋白

質の組成の主体を占め、しかも生理学的に重要な機能を有するアルブミンの量と比重とが海洋生活期より産卵の時期に至る長期間を通じて相似変動の傾向にある事は注目に値する。この表の中の血液の総窒素量より近似的に蛋白態窒素の量を推定すればその量は凡血液の 10~20% に該当している。この点からも血液の比重並に水分量が蛋白質含量と密接な関係にある事が理解される。尚前述の通り産卵直前のサケの血液は著しい高比重、低水分量の特徴とするが、一方その蛋白質含量は海洋生活期のそれと比べて明らかに大きい(久保未発表)。このような蛋白質と比重並に水分量との関係の有意性を示す研究はすでにウナギについて行われている。即ち Firly と Fontaine (1932) 並に Firly (1934) によれば成熟したウナギの降海時には血清蛋白質量が減少し、変態した幼魚の浜河の時にはそれが増大する。又 Bertin (1956) はウナギの降海に際して血液中の蛋白質の分解とその結合水の放出が起り、これが滲透圧調節の過程の一つとなっていると述べている。

このような現象は恐らく洄游性の魚類に共通する所の補償的機能の現われであるかも知れない。

### 摘 要

海洋生活を終ったサクラマスの浜河より産卵に至る間の血液の氷点降下度、塩分含量、比重及び水分量の変動について調べた。

氷点降下度と塩分含量とはほぼ相似の変動を示し、全般的に浜河前のものよりも低い。しかし浜河直後の一時期及び産卵前に上昇する傾向がある。

比重と水分量とは明白に逆相関の関係にあり成熟前の一時期を除いて一般に高比重、低水分量が特徴的である。

比重と水分量の変動は必ずしも氷点降下度及び塩分含量のそれとは一致しない。

比重並に水分量の高低は蛋白質含量と密接な関係があるらしい。

### 文 献

- Benditt, E., Morrison, P. & Irving, L. (1941). *Biol. Bull.* **80**, 429-440.  
 Bertin, L. (1956). *Eels, A Biological Study*. 192 p. London; Cleaver-Hume Press, Ltd.  
 Firly, S. & Fontaine, M. (1932). *C. R. Acad. Sci. Paris* **194**, 1854-1856.  
 ———— (1934). *C. R. Soc. Biol.* **115**, 952-954.  
 Fontaine, M. & Hatey, J. (1954). *C. R. Acad. Sci. Paris* **239**, 319-321.  
 ———— (1956). *Mem. Soc. Endocrinol.* (5), 69-82.  
 Greene, C. W. (1904). *Bull. U. S. Bur. Fish.* **24**, 429-456.  
 Jones, I. C. (1956). *Mem. Soc. Endocrinol.* (5), 102-124.  
 加藤 勝治 (1950). 血液学研究法. 596 p. 東京; 南山堂.  
 久保 達郎 (1953). 北大水産彙報 **4**, 138-148.  
 ———— (1954). 同誌 **5**, 249-252.  
 ———— (1955). 同誌 **6**, 201-207.  
 ———— (1960). 同誌 **11**, 15-19.  
 黒田嘉一郎・李基寧 (1941). 植物及び動物 **9**, 781-794.  
 沼野井春雄 (1948). 動物の血液. 157 p. 東京; 河出書房.  
 大野 磯吉 (1933). 鮭鱒彙報 **5**(2), 15-26; **5**(3), 13-25.  
 佐野 誠三 (1950). 魚と卵 (1950年度) (2), 15-22.