



Title	日本産サケマス類の洄游時における血液について：第1報 血液の氷点降下度
Author(s)	久保, 達郎; KUBO, Tatsuro
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 4(2), 138-148
Issue Date	1953-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/22806
Type	departmental bulletin paper
File Information	4(2)_P138-148.pdf



日本産サケマス類の洄游時における血液について

第1報 血液の氷点降下度

久 保 達 郎

(淡水増殖学教室)

ON THE BLOOD OF SALMONOID FISHES OF JAPAN DURING MIGRATION

I. FREEZING POINT OF BLOOD

Tatsuro KUBO

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

Observations were made on the differences and changes, in relation to form and migration, occurring in the freezing points of the blood of some salmonoid fishes of Japan, mainly in natural life.

Generally, there is no great difference in the freezing points according to species.

Freezing points of the blood of the fish in fresh water form or stage are lower than those in salt water form or stage (the former, $\Delta -0.60 \sim -0.69^{\circ}\text{C}$; the later, $\Delta -0.75 \sim -0.90^{\circ}\text{C}$).

In smolt stage, freezing points of the blood become fairly higher than those of fresh water form (dark parr) or fresh water stage (parr); in the blood of smolts, freezing points vary from $\Delta -0.70^{\circ}\text{C}$ to $\Delta -0.76^{\circ}\text{C}$, and there appears to be an anticipatory change in the osmotic pressure of the internal environment as a consequence of parr-smolt transformation, before the change of external environment from fresh water to salt water.

In adults ascending rivers, the freezing point changes gradually, as the fish goes from salt water to fresh water; at the height of spawning, it tends to decrease remarkably.

The results of observations concerned with density, water content, chloride, various non-protein and protein nitrogens, etc. of the blood, will be discussed in following reports.

I. 緒 言

サケマス類の一般的特徴として河川海洋の間を移動する事、即ち成長洄游としての降海、生殖洄游としての浜河が良く知られており、これ等の習性は主に成長度の研究、魚群系統の研究及び標識放流試験等によつて生態学的或は水産資源学的の方面から研究され、又洄游の原因に関する考察は凡ゆる見地よりなされ、最近又 Huntsman (1950)は温度が洄游を支配する因子の中の重要なものであると論じている。一方又生理学的研究も断片的ながらかなり行われ、特にホルモン及び滲透圧調節に関する研究が多く、Hoar等(1951)はこれについて詳細に紹介している。しかしサケマス類の洄游性に関する機構を生態学と生理学との両面を結びつけた見地より考察した例はあまり多くない。サケマス類が浜河性であると言う事は生理学的に見れば広塩度性であると言う事と深い関係があり、更にこの関係を考察するならば、恐らくは外圍の環境と体内のホルモンの作用、体内の物質代謝及び体液の滲透圧調節其の他の生理学的、生化学的諸条件が深く交錯している事が推測される。元来サケマス類は移動

に際して形態色彩に明かな変化を生ずるもので、又ウナギ、ヤツノに於てもそのような現象のある事が一般に知られているが、他の魚種にはあまり例を見ない所である。これは両棲類に於ける変態と似た現象と考えられる。サケマス類が生活史の或る転換期に於て甲状腺ホルモンの作用に依り体色の變化を生ずる事は Hoar (1951), Robertson (1949, 1951) に依り実験されている。このような場合、外面的變化の生ずると同時に魚体の内部媒質である血液に対しても、脳下垂体ホルモン及びそれに誘導されて活動すると言われている甲状腺ホルモン等の干渉が起り、各種体成分の代謝の変動及び血液滲透圧の変動調節等が生じ、それ等の結果として向流性等の習性上の交換を生じ、降海、浜河等の行動が誘起される事が考えられる。更にこれ等の体内部の色々の機能を刺激或は調節する要因として外界の光、温度及びそれ等の週期性的の変動とそれによる生殖腺の成熟の如何が重要なものであろう。

筆者は色々な環境の下に於けるサケマス類の血液の各種性状の差異、特に洄游異動に際して起るその変動を観察して上記の諸点を解明しようと試みた。今回は2,3の種類の子ケマス類の主に自然生活に於ける各種の Stage の血液について、特に滲透圧調節に大きな関係ありと考えられる氷点降下度を測定し、それと移動習性との関係性を論じた。

以下報を追つて血液の比重、水分量、塩分、各種非蛋白態窒素及び蛋白態窒素其の他について論及する予定である。

II. 材料及び方法

材料として *Oncorhynchus masou* (サクラマス、ヤマベ)、*Salvelinus leucomaenis* (アメマス) を主として用い、*Oncorhynchus nerka* (ヒメマス)、*Oncorhynchus keta* (サケ)、*Oncorhynchus gorbuscha* (カラフトマス) 及び *Salvelinus malma* (オシヨロコマ) を併せて用いた。

期日は昭和25年5月以降、昭和27年11月に至り、場所は北海道各地に於ける河川、湖沼、海洋である。その採取の回数、地点が比較的多いので、それらのみをまとめて1表に示す煩をさけ、それぞれの表中にかかげた。

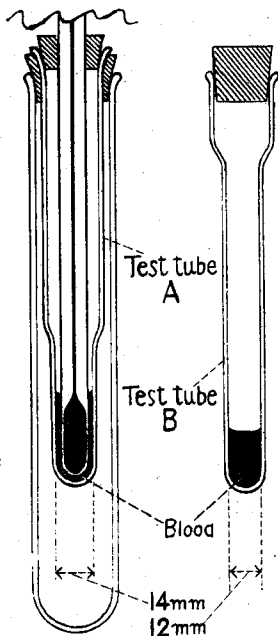


Fig. 1 Method for freezing point determination

氷点降下度の測定には、ベックマンの装置を用いた。しかし一般に入手し得る血液の量は極めて少く、たとえば全長15cm内外のヤマベでは1個体より0.2c.c.内外であり、そのため、ほぼ同大の個体数尾の血液を混合して総量が1.5c.c.以上になるようにして測定した。

血液の採取は河川、湖沼及び海浜の水際又は漁船の上に於て水中より取揚げた活魚の体表の水を拭取つた後、布で包み、水分汚物等の混入せぬように注意しながら尾柄部を切断して直ちに試験管中に血液を滴下させ、特別に凝固防止の処置をする事なく、大型魔法ビン中に氷藏して実験室に携行した。血液量の多い時には一昼夜放置して血清を分離して測定したが、一般には全血そのままを測定した。実際に血清のみを分離して測定した値は、全血のそれと殆ど差異を示さなかつた。

測定装置は少量の材料を扱うために特別に小型の容器を準備した(第1図)。図中の試験管A又はBに採血の場所に於て直接この中に血液を入れて携行し、後でそのままこの中にベックマンの寒暖計を挿入するようにした。測定に方り容器を取かえる労をはぶき、尙血液の変質を幾分でも防ぐための試である、試験管Bを用いる時は1.2c.c.の血液についても測定が可能であつた。

冷却の際被検液の攪拌を行わず、約10秒に1回寒剤をかきまわすと同時に寒暖計の水銀部で血液をこねまわすようにして動揺させ、且、かなり冷却した頃に上記の操作と併せて寒暖計を軽く叩き氷結を促した。この方法による正確の度合を吟味するために、一定濃度の食塩水を用いて通常の装置と比較測定してその間に差異の認められぬ事を確めた。

Ⅲ. 実験結果

1. *Oncorhynchus masou* (サクラマス) : その結果は第1表に示す所である。

No.1~No.5は孵化後1年未満の時代のものである。No.1は地中飼育による材料で、自然の状態のものとは環境の差のある事は勿論であるが、水量、人工餌料及び天然餌料が相当量あり、その当時の自然生活の魚に劣らぬ良好な成長のもので、初期のいわゆる Parr としては大量に使用し得る好適の材料であつた。その氷点降下度 $\Delta -0.66^{\circ}\text{C}$ は淡水生活時代の正常な値と言つて差支ないであろう。No.2は同一条件下の秋の材料である。No.3は天然の状態の秋の材料であるが No.2 と良く似た値を示している。No.4, No.5の両者は同一時期の同一河川のものであり、No.4は比較的小型の、No.5は比較的大型の魚について測定したものである。後者は特に未熟の雌を多く含んでいる。一般に氷点降下度は $\Delta -0.70^{\circ}\text{C}$ 以下のものが多い。

No.17~No.25は いわゆるギンケヤマベとして、約1年余の河川生活を終了して降海する時代の材料に対する観察値である。全て河川の中流若しくは池中に於て得られた材料であり、或る一定時間後海に入るべき筈のものである。僅かの例 (No.21, No.22, No.25) を除いてはその氷点降下度は $\Delta -0.70^{\circ}\text{C}$ の上にある。No.21はNo.20とは年次が1年異なるのみで季節、場所が全く同じであるが、前者はギンケヤマベを河川より捕獲してから約5日間、2坪余の池に於て相当強い水流と摂餌せぬ状態で蓄養し疲労したものをを用いている故にやゝ不自然の状態の材料である。No.22も亦同様で、約1m³の小型水槽に給餌完全でない状態で100尾以上を蓄養し、少しく衰弱していたものを材料とした。又No.25は比較的広い養魚池に於て良い成長をしたものであるが、千歳川に於ける自然状態のギンケヤマベの降下行動の最も盛んな時期は5月の中旬と考えられる故にこの材料は時期的に正常のものと思ふ事は困難で、池中にとちこめられて降下を妨げられた状態のものである。

次に降海しないで河川に残留する型のいわゆる Dark parr の血液について観察した結果はNo.6~No.16である。これ等の中でギンケヤマベ即ち Smolt と時期的に対照せらるべきものはNo.6~No.9であり、一見して Smolt のそれよりも小さい氷点降下度を示す。一般に魚体の成長は同一年令に拘らず Dark parr が Smolt よりも良好のようである。

No.1~No.16は夏から秋にかけての大型ヤマベ即ち年令満1年半以上の Dark parr について観察した結果であるが、No.14及びNo.11が異状に大きい値を示している外は春の Dark parr 及び前年の秋の Parr と同様な氷点降下度を示している。

Smolt が海に入った時期のものはNo.26である。この場合の時期は比較的早く、又魚体の大きさ、形状、色彩は全く河川のそれと同じであり、恐らく降海直後のものと考えられる。その氷点降下度の著しく大きい事が特徴である。この時期以後に海洋に洄游中の魚を入手する事は困難である。

降海した翌年の早春、相当に成長して接岸したものの氷点降下度は比較的低い値を示す (No.27, No.28, No.29)。

その後間もなく河川に浜上し産卵を数ヶ月後にひかえて河川内に遊んでいる時の氷点降下度は浜河前のものと大差ない (No.30, No.31)。

更に秋深まり生殖巣が成熟して産卵行為をなす時期のものは氷点降下度は著しく低下して来る。

Table 1. Freezing point of blood of *Oncorhynchus masou*

Sample No.	Date	Locality	Freezing point $\Delta^{\circ}\text{C}$	Total length cm.	Number of fish	Remarks
1	3/ VII, 1952	Fish pond (Nanae)	0.66	8.5- 9.1	20	Parr
2	22/ IX, 1952	Do.	0.69	10.2-11.9	7	
3	28/ IX, 1951	Matsukura R. (Hakodate)	0.68	14.9,17.0	2	
4	27/ X, 1951	Yunosawa R. (Moheji)	0.645	12.5-15.0	10	
5	27/ X, 1951	Do.	0.70	15.0-17.0	5	
6	26/ IV, 1952	Kame R. (Izumizawa)	0.68	15.9-19.5	6	Dark parr
7	10/ V, 1952	Do.	0.67	15.0-17.6	7	
8	25/ V, 1952	Fish pond (Nanae)	0.69	10.6-16.1	18	
9	8/ VI, 1952	Shibetsu R. (Nakashibetsu)	0.68	16.0-19.0	3	
10	14/ VI, 1952	Fish pond (Chitose)	0.67	8.5-18.0	9	
11	3/ VII, 1952	Do.	0.82	32.0	1 ♀	
12	23/ VII, 1950	O R. (Onakayama)	0.675	16.0-19.0	11	
13	7/ IIX, 1950	Do.	0.675	17.0	1 ♂ nearly mature	
14	20/ IIX, 1950	Ninnikuzawa R. (Kikyo)	0.71	16.5-18.0	7	
15	26/ IIX, 1951	Aka R. (Kameda)	0.72	28.0	1 ♂ do.	
16	24/ IX, 1950	O R. (Onakayama)	0.69	17.5,18.5	2	
17	26/ IV, 1952	Kame R. (Izumizawa)	0.74	13.5-15.5	10	Smolt
18	4/ V, 1952	Koronai R. (Shiriuchi)	0.70	14.5-15.5	9	
19	10/ V, 1952	Kame R. (Izumizawa)	0.70	15.0-17.6	9	
20	16/ V, 1951	Chitose R. (Nishikoshi)	0.72	14.5-18.0	30	
21	19/ V, 1950	Chitose R. (Nishikoshi)	0.65	15.0-18.0	29	
22	25/ V, 1952	Aquarium (Nanae)	0.69	12.9-15.7	13	
23	6/ VI, 1951	Shibetsu R. (Nakashibetsu)	0.73	13.0-17.0	20	
24	8/ VI, 1952	Do.	0.75	12.5,13.0	2	
25	14/ VI, 1952	Fish pond (Chitose)	0.69	12.5-17.8	12	
26	11/ VI, 1952	Akkeshi Bay	0.90	15.3-16.2	8Sea, Smolt
27	1/ II, 1952	Off Sumiyoshi (Hakodate)	0.765	44.0	1	Sea, Adult
28	17/ II, 1952	Do.	0.75	40.5	1 ♂ do.	
29	14/ IV, 1952	Do.	0.86	45.0	1 ♂ do.	
30	6/ VI, 1951	Nishibetsu R. (Shuwanbuto)	0.85	49.5	1 ♀ mature somewhat	River, Adult
31	18/ VI, 1951	Tokoro R. (Tanno)	0.75	49.0	1 ♀ do.	
32	8/ X, 1952	Shiribetsu R. (Rankoshi)	0.66	55.0	1 ♀ mature	
33	18/ X, 1952	Lake Toya	0.74	39.5	1	♀ immatureLake, Adult

No.32 は放卵直前の魚より採つたものである。

サクラマスが湖沼に生活する場合には亦比較的大きな氷点降下度を示す (No.33)。

2. *Salvelinus leucomaenis* (アメマス), 及び *Salvelinus malma* (オシヨロコマ): その結果は第2表に示す所である。

アメマスの場合にはサクラマスと異り魚体の大いさによる以外には Parr と Dark parr との区別が困難であり、こゝには両者併せて記したが、一見してサクラマスのそれよりも小さい値の氷点降下度

Table 2. Freezing point of blood of *Salvelinus leucomaenis*

Sample No.	Date	Locality	Freezing point Δ°C	Total length cm.	Number of fish	Remarks
1	18/ V, 1952	Ishikawa (Kameda)	0.69	14.5-16.5	4	} Parr or Dark parr
2	21/ V, 1952	Sukunobe R. (Akaigawa)	0.63	12.0-13.0	4	
3	14/ IIX, 1950	Matsukura R. (Hakodate)	0.605 0.58	12.4-18.2	15	
4	19/ IIX, 1951	Moheji R. (Moheji)	0.66	12.3-21.5	20	
5	26/ IIX, 1951	Aka R. (Kameda)	0.64	15.7-21.2	7	
6	16/ V, 1951	Hekirechi R. (Kamiiso)	0.76	29.0	1	} Smolt
7	8/ VI, 1952	Shibetsu R. (Nakashibetsu)	0.76	18.5-28.5	3	
8	23/ VI, 1951	Fish pond (Shiriuchi)	0.74	25.3	1	
9	8/ VI, 1951	Aquarium (Akkeshi)	0.89	34.0, 36.0	2	} Sea, Smolt
10	11/ VI, 1952	Akkeshi Bay (Shinryu)	0.80	38.5	1	
11	11/ VI, 1952	Do.	0.78	29.5	1	
12	11/ VI, 1952	Do.	0.79	18.4-25.2	12	
13	11/ VI, 1952	Do.	0.83	22.0-25.0	4	
14	9/ VII, 1952	Do.	0.90	20.0-33.0	2	
15	8/ VII, 1952	Do.	0.88	26.0	1	
16	21/ VII, 1951	Off Makinouchi (Nemuro)	0.83	23.5-29.0	5	
17	8/ VII, 1952	Akkeshi Bay (shinryu)	0.82	53.0	1	imm.ture } Sea, Adult do.
18	23/ VII, 1951	Off Hashirikotan (Nemuro)	0.80	48.0	1	
19	19/ X, 1952	Bekanbeushi R. (Akkeshi)	0.67	53.0	1 River, Adult
20	18/ X, 1952	Oboro R. (Karikan)	0.715	44.0, 44.5	2 Griles ?
21	2/ VII, 1951	Lake Shikotsu	0.845	20.0-29.0	8	} Lake smolt ♀ adult ♀ do.
22	13/ VII, 1952	Do.	0.68	27.0-29.0	2	
23	27/ VII, 1951	Do.	0.68	25.0-31.0	5	
24*	13/ XI, 1951	Yambetsu R. (L. Shikaribetsu)	0.68	22.0-30.0	4	mature River, Adult

* *Salvelinus malma* (Dolly vardon trout; Miyabe-iwana)

を示す。しかし魚体の大きさ、成熟の程度によつても多少氷点降下度に変動差異があるようである。

Parr 及び Dark parr に対して Smolt に於ける氷点降下度を見れば三つの材料共に高い値を示し、両型の間の差異を判然と示す。

Smolt が海に降つた直後のものと考えられる No.10~No.13 は氷点降下度 $\Delta -0.80^{\circ}\text{C}$ 附近を示している。No.9 はやゝ高い値を示すが、前記の材料と年次を異にし、且暫時水槽中に飼育したものであるから併せて観察するには無理があらう。その後約 1 ヶ月を経て観察したものは No.14, No.15 であり、氷点降下度はかなり上昇している事が認められる。しかし場所を異にする No.16 は時期はかなり後れているが氷点降下度に於て予想外に低い。これ等は全て生殖巣は未発達であり、その年の中に成熟するとは考えられない。

魚体がかかなり大きくて、生殖巣も中程度以上に発達し、明にその年の中に生殖を行う成魚と認められるものについて観察したものは No.17, No.18 であり、前記の各材料よりは僅に低い氷点降下度を示す。

Table 3. Freezing point of blood of *Oncorhynchus nerka*, *Oncorhynchus keta* and *Oncorhynchus gorbusha*.

Species	Sample No.	Date	Locality	Freezing point $\Delta^{\circ}\text{C}$	Total length cm.	Number of fish	Remarks	
<i>O.n.</i>	1	25/ VI, 1950	Lake Toya	0.76	13.0-19.5	30	} Lake, Smolt	
	2	13/ VII, 1952	Lake Shikotsu	0.68	19.0	1		
<i>O.n.</i>	3	2/ VII, 1951	Lake Shikotsu	0.94	30.0	1	} Lake, Adult	
	4	13/ VII, 1952	Do.	0.76	31.0,31.0	2		immature
	5	27/ VII, 1951	Do.	0.66	29.0-30.5	5		mature
	6	17/ X, 1950	Do.	0.62	31.0,36.5	2		mature
	7	18/ X, 1951	Lake Toya	0.627	29.5-31.0	3		mature
<i>O.k.</i>	8	3/ VII, 1952	Fish pond (Nanae)	0.71	7.3- 9.1	20	} Confined fry	
	9	5/ IIX, 1952	Do.	0.75	10.3-12.2	12		
	10	12/ XI, 1950	Do.	0.60	17.0-18.5	9		
<i>O.k.</i>	11	13/ XI, 1952	Shiriuchi R. (Shiriuchi)	0.73	78.5	1	} River, Adult	
	12	1/ XII, 1951	Do.	0.665	85.0,85.0	2		mature
<i>O.g.</i>	13	23/ VII, 1951	Off Hashirikotan (Nemuro)	0.77	49.0	1	♀ immature ...Sea, Adult	

成魚が産卵期に於て浜河した場合の氷点降下度は No.19の示す通りで、サクラマスの場合と同じである。但し此の材料は河中の生簀の中に数日間留めおかれ完全に放卵し終つた魚によるものである。又産卵を目的とする成魚と共に河川を浜上する魚群があり、恐らくその年の春に降海したものと見なされ、生殖巣は全く未熟であるが、此の型の魚について観察した結果は No.20の示す通り一般の河川内の型のものよりも少しく高い氷点降下度を示す。

アメマスが湖水中に生活する場合の状態は No.21~No.23 の示す所で、支笏湖にはヒメマスと共に此の型のアメマスが比較的多い。No.21 は明かに Smolt の形態色彩を有し、其の氷点降下度 $\Delta -0.845^{\circ}\text{C}$ で淡水中の魚としては大きすぎる値である。これは Smolt が降海した後の氷点降下度と同じである。しかし7月に入ると Smolt の形態色彩は急に Dark Parr のそれに変化し、同時に血液の氷点降下度は少し低くなる (No.22, No.23)。

3. *Oncorhynchus nerka* (ヒメマス), *Oncorhynchus keta* (サケ) 及び *Oncorhynchus gorbusha* (カラフトマス): これらに関する結果は第3表に示す通りである。

No.1 は洞爺湖に於ける排水部である発電所用水取入口に大群をなして殺到したヒメマスの Smolt に関するもので、これらの魚は大部分3年魚であり、雌雄ほぼ同数で、其の血液の氷点降下度はサクラマス、アメマスの場合と良く似ている。これら Smolt の対照となるべき Dark parr に関しては観察出来なかつた。しかし当時の大型魚の血液の氷点降下度は No.3 の示す通り予想外に高いが、No.4, 5 の通り時期の経過と共に低下し、晩秋の産卵期に於ては No.6 及び7等の示す通り相当に低下する傾向にある。

サケ及びカラフトマスについては他種のように生活史の各期に亘り観察出来なかつたが、サケの場合主に池中に於ける稚魚を材料としたものが No.8~No.10 である。No.8 は孵化後6ヶ月余池中に留め、当時は全長に於て8cm位に成長したが毎日多数の死亡続出し、其の後の飼育困難であると思われ

た群を材料としたが、氷点降下度 $\Delta -0.71^{\circ}\text{C}$ は明に高い値と考えられる。しかし或る時日を経て淡水に対する危険時期より淡水に対する順応性を生ずる時期に入ったと思われるものを材料とした No.9 は前者よりも高い。それ等の魚と年次を異にするが、No.10 は池中の生活に良く順応してかなり大きく成長していた魚を材料としたものであるが、比較的低い氷点降下度を示している。

産卵のため浜河した成魚は海より河川に入った直後と思われる No.11 は精巢はやゝ成熟しかけた状態であるが血液の氷点降下度はそれ程低下していないが、完全に成熟して放卵直前である魚を材料とした No.12 ではかなり低い値を示している。

No.13 は産卵洄游の途中接岸して建網に入ったカラフトマス成魚に関するものである。

IV. 考 察

1. 材料として用いた魚種の習性の概要：

それぞれの魚種の生活史の詳細に関してはまだ明白でない部分が多いが、論議の都合上、その必要な部分だけを過去の文献と色々の資料及び筆者の観察の結果に基いて、ここにそのあらましをぬき出して見る。

Oncorhynchus masou (サクラマス、ヤマベ)：サクラマスは大野(1933)、佐野(1950)の述べている通り、初夏海より浜河して秋産卵し、冬より早春にかけて孵化した稚魚は臍嚢吸収の後、河川を降下し、河口部に至る事があるが決して海に入る事はなく、再び浜上して1年間河川内に於て、いわゆる Parr として(小型のヤマベ)の生活を送り、其の年の秋、一定の大いさに達した雄の大多数は成熟して放精する。この場合海より浜上した雌を配偶とすると言われて居るが明でない。2年目の春4月上旬~6月上旬には雌の大部分及び未成熟の雄の一部は、サケ稚魚と前後して河川を降下して海に入る。此のような降海稚魚の体形色彩は、いわゆるギンケヤマベと言われる通り、体表面はグアンの層に依つて被われ、Parr mark はその下にかくされて認めがたくなり、ウロコははげやすく、脂肪は減少して体形は比較的細長くなり、背ビレの頂端部は著しく黒色化する。この外面的な特徴は Atlantic salmon の Silver phase 即ち Smolt のそれと殆んど同一であり、この現象は *Oncorhynchus* 及び *Salvelinus* の各種類に共通する降海行動の前ぶれとしての著明な徴候である(図版 I, B)。この様な Smolt の型に対して河川内に残留する雄の方は体高が大きく、肉づき良く、色彩特に Parr mark の黒色は鮮明で、側線部及び尾ビレの下方は薄紅色を示す(図版 I, A)。又早春には往々にして体全体が少し黒ずんでいる事があり、俗に「さび」が掛かると言われる現象である。このように河川に残るヤマベは Atlantic salmon の Dark phase 即ち Dark parr に該当するものと言える。降海した Smolt は1年間の海洋生活の後、3年目の春~夏成魚として浜河し、又河川中の Dark parr は数年成熟を繰返す。又 Smolt を人工的に淡水中に留める時は一部分死亡するものもあるが、大部分は1年後にはその外観は Dark parr の形態に変わり、抱卵するようになる。

Salvelinus leucomaenis (アメマス)：アメマスは又イワナとも言われるもので、大島(1938)はこれをアメマスとエゾイワナの二型に分け、又石田(1942)はこれを Sea-run form と Dwarf form との二型に分け、何れも生活史を異にする二型に区別しているが、筆者がウロコの成長形式及び飼育観察の結果によれば、全く型の区分の必要を認めないようで、其の外形的の異同は地方的又は季節的差異変動によるものと考えられる。海より浜上した親魚は晩秋産卵し、春先孵出した稚魚は河川上流に於て成長し、2年間の Parr の生活を送る。即ちこの時期の個体は溪流に於ける小型のイワナである。3年目の春にはそれまでに成熟しなかつた個体は Smolt としてギンケヤマベとほぼ同一の時期に降海する。Smolt はその大半が雌である。降海した翌年の秋、成魚として浜上する。しかしアメマスはサ

クラマスの場合と異つて、Parr の年限及び海洋生活の年限は必ずしも一定したものではないようで、明白な事は断言出来ない。又 Parr の生活の間に成熟することが多く、従つて Smolt に成る機会を失つて、世代を重ねて淡水中の生活を送る場合が多く、このような場合を通常陸封と言うが、これが原因でアメマスとイワナの二型が別個の型又は品種として考えられた事が多い。更に又一旦 Smolt に成つた個体でも其のまま淡水中に留めておけば間もなく Dark parr の形態色彩に変化する。アメマスの Smolt はサクラマスの Smolt と同じく背ビレの頂端は黒化して、体色は銀白色と成り、腹部の朱赤色は全く消失する。Parr mark は体表のグア=ン層の下に尙認められるが大型個体では見えぬ事が多い(図版 I, E)。Dark parr は一般に多少紫色を帯びた褐色を呈している(図版 I, C)。Smolt が海に出て時日を経過するに従い体色は青緑色を帯びるに至り、しかもその白斑が大きくなる傾向がある。体形もサケマス類の成体としての特徴を示すようになる(図版 I, D)。

Oncorhynchus keta (サケ)：一般によく知られている通り早春孵出した稚魚は臍嚢吸収後間もなく降海して遠洋に去り、3~5年の後成魚として河川に浜上産卵する。降海に先立つて体側の銀白色は増し、背部は黒褐色より青緑色に変わり、背ビレの頂端部は黒色化する。これ等の変化の時期以後は強いて淡水中に留めておく時は死亡するものが甚だ多く、池中飼育は困難である。

Oncorhynchus nerka (ヒメマス)：ヒメマスはベ=マスの一つの型と言われるが本来のベ=マスとは習性が多少異なる。しかしこれはヒメマス独自のものとして固定されたものと断定は出来ぬ。カムチャツカ、千島方面のベ=マスは1年間湖水で Parr の生活を送り、2年目の春即ち2年魚として降海すると言われるが、洞爺湖、支笏湖のヒメマスは Smolt となつて湖水の排水部に殺到するのは大部分3年魚で、年に依つては4年魚を相当数混する事があり、2年魚は極めて少い。Smolt の形態色彩はサクラマスのそれと殆んど同一である。実際に獲れる Smolt の性別を見ると必ずしも雌が多いとは限らぬようである。又 Smolt の大きさに該当する Dark parr とも言うべき魚が判然と認められない事より見れば、或る年限に達すれば大部分のものは Smolt として降海行動を起すが、その習性はサケのように強烈なものでなく、人為的な障害等により湖心部に逆行して生活するものと考えられる。

その他の魚種に関しては省略する。

2. 血液の氷点降下度について：

筆者は野外に於て自然生活をしている魚より採血する場合、凝固防止の蓋のヘパリン等を用いなかつた。約12時間~24時間氷蔵して後氷点降下度の測定を行つた事が多かつたが、上清の血清と、血液全体との間には氷点降下度の測定値に差異が認められなかつた。Collins (1932) はネズミの血液の氷点降下度の測定に於て、血清と血球との間に差異がないとなえ、過去の研究者等に依つて認められた差異は遠心沈澱等の際に生じた乾燥濃縮に原因するものと考えた。即ち筆者の観察と合致する所である。

観察の結果に於て最も注目し値する事は各々の魚種を通じて、それぞれの生活の相を異にするに従い血液の氷点降下度も異り、しかもそれ等の転換期に於て血液の氷点降下度も比較的明白な変動をする事であり、それ等の変動が外周の変化と如何に対応するか、特に主動的であるか、又は受動的であるかと言う所が論議の対象となる点である。

サクラマス、アメマスその他の魚種を通じて一般に Parr の Stage にあるもの及び Smolt と同一の年令に於て河川に留つて降海する性質を失つた Dark parr の血液の氷点降下度は低い値を示している。即ち通常、 $\Delta -0.70^{\circ}\text{C}$ に達せぬ事が多く、もしそれ以上の値の示される場合には特別な要因の作用している事が推測される。例えば第1表、No. 5 の $\Delta -0.70^{\circ}\text{C}$ の材料となつた魚体はすでに背ビレの頂端がうす黒く変化しはじめ、すでに Parr から Smolt への転換が始つている事は明である。又

特別に大型の Dark parr (第1表, No.11及びNo.15), 又は或る程度成熟している Dark parr (第1表, No.14)の場合には異状に高い氷点降下度を示す事があるが, これについては今の所説明出来ぬ。

サクラマス及びアメマスの Parr が冬を越して Smolt に転換した時には, 年令その他の生活環境に於て同一である Dark parr より血液の氷点降下度は明に高い値を示すが, それは Smolt が降海するに先立ち, 淡水生活をしている間に, 即ち外部媒質の滲透圧のまだ増大せぬのに, 内部媒質である血液の滲透圧が上昇すると考えられる。上に述べた通り第1表, No.5 の例では, 個体によつて多少の差はあるが, 外観上及び体内部に於ける Parr-smolt の転換はかなり早目に発現するようである。

又特別に説明し得る環境要因特に人為的要因のある場合には外観上明白な Smolt であつても血液の氷点降下度は意外に低い場合がある(第1表, No.21, 22及び25)。即ちNo.21, 22 は明に不自然な蓄養の結果と考えられるが, 更に一つの原因として, 降下の適期を失えば再び淡水に対する順応性を現わして来る場合があるようで, No.25 はその好例ではないかと思われる。元来サクラマスはアメマスと異つて Smolt を栄養の良好な状態で淡水に飼育する場合にはかなり遅くまで外観上 Smolt の形態色彩を失わぬ。サケ, ヒメマスの場合も同じである。例えば第3表, No.10の池中飼育のサケ及びNo.2の支笏湖の湖心部洄游中のヒメマスはすでに降海の時期を失い, 血液の氷点降下度は通常の Smolt の型のものよりも低く明に淡水生活に適応した状態であるが, その外観は判然とした Smolt の色彩形状である。或る地区の Smolt の降海の盛期が何時であるかと言う事はその場所の Smolt の生理生態を論ずるのに重要な事である。即ち筆者の観察する所では, 北海道函館附近では4月下旬~5月上旬, 根室附近では少し遅れて5月下旬~6月上旬がサクラマスの Smolt の降海盛期と考えられる。アメマスの場合も大凡似ている。これは恐らく緯度の差に依る日照週期の差に原因するものであろう。又上記の地理的条件の差に依る降海時期の差以外に同一河川内に於ける多数の小魚群の独立性と言う事も考慮しなければならぬ。実際にサクラマスの Smolt の降下盛期の行動を観察すれば, 河川全域に普遍的に分散する事はなく, あちこちに10~100尾位の小魚群を形成して游泳して居り, 魚群によつて体の成長に特徴が認められる事より考えると, それら小魚群は互に独立した行動をとつて河川を降つてゆくものと考えられる。アメマスの場合はそれ程判然としないが, ヒメマスは良くそれが認められる。恐らくこれ等小魚群の差異は成長及び週期の差に依るものであろう。そのような見地より考えるならば同一河川内の Smolt に於ける日時の違つた場合の血液の氷点降下度の差異は或程度説明し得る。例えば, 第1表, No.17とNo.19とは全く同一場所であり乍ら約15日間の時期の差に於て血液の氷点降下度に $\Delta -0.04^{\circ}\text{C}$ の差異を示している。

上述の論議を一括すれば, Smolt と Dark parr との血液の氷点降下度の差異は河川内に於てすでに $\Delta -0.70^{\circ}\text{C}$ より上にあるか, $\Delta -0.69^{\circ}\text{C}$ より下にあるかによつて決るものである。このような現象は Fry の時代に降海するサケについてもあてはまる事であり, 第3表のNo.8は未だ淡水に順応せぬ時期の血液の状態であるに対して, No.10は淡水に順応した個体の血液の状態であり, 両者の関係は, Smolt と Dark parr との関係と同一である。

渡辺教授(未発表)の実験によれば, 洞爺湖のヒメマスの2年魚は10月末より11月初にかけて, すでに Smolt に近い外観を示しているが, 海水に対する抵抗力は殆んどない。ヒメマスが実際に降下行動を起すのはそれより半年以上後の事である故にこの場合血液の性状の変化と外観の変化とは相伴わぬ事が判る。

即ち各魚種共, 血液の滲透圧調節機能と外観上の変化及び降下行動との関係は単純なものではない。Smolt の降海直後のものゝ材料としてサクラマスの場合は第1表, No.26があるが, アメマスの場合は明にそれと該当するものと断定出来る材料が得られず, 反面サクラマスの場合には降海後相当の

長期間沿岸に洄遊しているものが入手し得ないので明言し難いが、アメマス、サクラマスの両種間に生理的条件の差異がないとすれば、降海直後に於て一時的に血液の氷点降下度が著しく上昇すると考えられる。即ち第2表, No. 9 ~ No. 15 によつて考察すれば、厚岸湾に於けるアメマスは降海直後は一時血液氷点降下度の上昇を来すが、その後少しく低下し、又再び上昇して或る一定の安定状態に入るものゝようである。少くとも6月11日の材料と7月8日9日の材料との間には血液の氷点降下度に於て $\Delta -0.1^{\circ}\text{C}$ の差を示している事は明である。

又それ等のアメマスよりも年令に於て1年多い成魚の場合は明に血液の氷点降下度は低下している(第2表, No. 17, No. 18)。この事は成殖腺の成熟しはじめている成魚では、未熟の前年よりも血液の氷点降下度は明に淡水のそれに近よつている事、即ち血液の滲透圧に於て淡水に誘導されている事が暗示される。第3表, No. 13のカラフトマス及び第1表, No. 27, 28のサクラマスの成魚に於ける血液の氷点降下度は沿岸に近接した場合に於ては比較的低い事を示している。しかし河川に浜上後のサクラマスの早期のもの(第1表, No. 30, 31)及びサケの成熟一步前のもの(第3表, No. 11)の血液の氷点降下度は予想よりも高く、前記の沿岸に近接した魚の血液の氷点降下度と大差がなく、完全に成熟して放卵する時期に入つてから血液の氷点降下度の低下を示す事は降海時の変化と比較して少しく異なる所である。勿論産卵洄遊の方向を指示するものは単に血液の氷点降下度のみであると言う事は出来ぬ故、降海前の血液の変化と同一の機構を以て説明する事は無理であろうが、その要因の一部分に關聯を有している事は考えられる。産卵床に到達して産卵を開始する時期に於ては第1表, No. 32, 第2表, No. 19及び第3表, No. 6, 7及びNo. 12に見る通り血液氷点降下度の低下は著しく、これはむしろ外部媒質の変化に適応する為の内部媒質の受動的な変化と言う事にも考えられる。

このような事はすでに Green (1904)がマスノスケについて、又 Benditt等(1941)が大西洋サケについて観察報告している。即ちマスノスケが海水中にある時はその血液の氷点降下度は $\Delta -0.762^{\circ}\text{C}$ 、汽水中にあるときは $\Delta -0.737^{\circ}\text{C}$ 、淡水に入る時は $\Delta -0.628^{\circ}\text{C}$ であり、又大西洋サケでは河口部に於ける血液の氷点降下度は $\Delta -0.77^{\circ}\text{C}$ 、河の上流では $\Delta -0.64^{\circ}\text{C}$ であると言われる。

サクラマスが湖水中の生活をしていて未だ成熟せぬ時は海に於けると同じくかなり高い血液の氷点降下度を示す(第1表, No. 33)。これは2年目の生活を終了しようとしている個体であり、本来は海洋生活の最中にあるものであるから、浜河した当時の成魚の血液の氷点降下度が比較的高い事と照合して見れば、必ずしも高い氷点降下度を示しているとは言ひ難い。それに対してアメマスは湖沼中にあつては Smolt の型のもは間もなく体色は銀白色から紫赤色を帯びた褐色に変わり、その生殖巣は全く未熟であつて、その年の内の成熟と言う事は全く考えられぬにも拘らず、その血液の氷点降下度は著しく低下する傾向にある(第2表, No. 22, 23)。アメマスの Smolt を淡水中に留めて飼育する場合はサクラマスの Smolt と異り、比較的短時日の間に全く Dark parr の形態色彩に変化する事は、筆者自身の観察した例を有する。この場合全ての条件に対してサクラマスよりも強健である。この傾向は一般に *Salvelinus* が *Oncorhynchus* よりも淡水に対する適応性の強いと言う事を暗示している。すでに述べた通り Parr 及び Dark parr の場合、サクラマスの血液氷点降下度よりもアメマスのそれが多少低い事も又それに関聯があるようである。

V. 摘 要

1. 日本産の二三のサケマス類に於ける各種の型及び洄遊移動に關聯する血液の氷点降下度の差異變動について観察及び考察した。
2. 一般に魚種の別による血液の氷点降下度の差異はそれ程著しくない。

3. 各魚種共に淡水生活をする時期又は型の個体の血液は低い氷点降下度を示し($\Delta -0.60 \sim -0.69^{\circ}\text{C}$)、海洋生活をする時期の個体の血液は高い氷点降下度を示す($\Delta -0.75 \sim -0.90^{\circ}\text{C}$)。
4. 淡水生活より海洋生活へ移行する転換期に於ては、降海する型の個体はまだ淡水生活をしている間に血液の氷点降下度は大となる($\Delta -0.70 \sim -0.76^{\circ}\text{C}$)。これに対して淡水に残留する型の個体は同一条件下に於ても血液の氷点降下度の上昇は認められない。
5. 産卵のため浜河する成魚の場合に於ては海に於て先行的に血液の氷点降下度の低下する事は著しくなく、時期の経過と共に又上流に行くに従つて漸次低下するようであり、しかも産卵の時には比較的著しく低下する。

筆をおくに方り、実験上及び材料の入手について多大の便宜を与えられた北大理学部厚岸臨海実験所助教授山本喜一郎氏、根室水産練習所山田知治、桑田治の両氏、北海道水産孵化場木村龍郎、佐野誠三、石川博、星野克己、武田重秀、広重兼太郎、大東信一、佐々木正三、阿部春三、浅沼美義、内藤知孝、鴨志田一彦の諸氏、北海道水産試験場釧路支場桜井基博、猪川喜久男の両氏、及び本学部洞爺湖実験所助教授大友涉氏、直接実験を補助された小林哲夫氏、又研究上種々御教示を賜つた本学部教授渡辺宗重、田村正、小林新二郎、佐藤信一の諸氏、助教授浜野繁氏に厚く感謝の意を表す。

尙本研究は文部省科学研究費及び同助成補助金による所が多かつた事を附記して謝意を表す。

文 献

- Benditt, E., P. Morrison, and L. Irving, 1941. The blood of the Atranttic salmon during migration. Biol. Bull., Vol. 80: 429-440.
- Collins, D. A. 1932. The freezing points of serum and corpuscles. J. Biol. Chem., Vol. 97: 182-213.
- Green, C. W. 1904. Physiological studies of chinook salmon. Bull. U. S. Bur. Fish., Vol. 24: 429-456.
- Hoar, W. S., V. S. Black, E. C. Black, 1951. Some aspects of the physiology of fish. University of Toronto Biological Series, No.59.
- Huntsman, A. G. 1950. Factors which may affect migration. The Salmon and Trout Magazine, No.130: 227-239.
- 石田寿老, 1942. 樺太のイワナ(1)アメマスとエゾイワナ, 動物学雑誌, Vol. 54: 347-353.
- 大島正清, 1938. 本邦産イワナ類に関する研究, 植物及び動物, Vol. 6: 1492-1497, 1668-1674, 1821-1826, 1979-1986.
- 大野磯吉, 1933. 北海道産サクラマスの生活史, 鮭鱒彙報, No.2: 15-29.
- Robertson, O. H. 1949. Production of the silvery smolt stage in rainbow trout by intramuscular injection of mammalian thyroid extract and thyrotropic hormone. J. Exp. Zool., Vol. 110: 337-352.
- Robertson, O. H. 1951. A study of the melanophore-concentrating effect of mammalian thyroid extract in rainbow trout. Endocrinology, Vol. 48: 658-668.
- 佐野誠三, 1950. さくらまスの生活, 魚と卵, 昭和25年度 No.2: 15-22.
- 渡辺宗重(未発表). 鮭鱒類の稚魚と海水.

(水産科学研究所業績 第180号)

Explanation of Plate

- A.- Dark parr of *O. masou*, Koronai River, Shiriuchi. May 4, 1952. 16.0cm. in total length.
- B.- Smolt of *O. masou*, Hekirechi River, Kamiiso. April 11, 1952. 14.8cm. in total length.
- C.- Dark parr of *S. leucomaenis*, Shibetsu River, Nakashibetsu. June 5, 1947. 16.5cm. in total length.
- D.- Smolt of *S. leucomaenis*, in sea, off Shinryu, Akkeshi Bay. July 9, 1952. 24.3cm. in total length.
- E.- Smolt of *S. leucomaenis*, Shibetsu River, Nakashibetsu. June 8, 1952. 18.5cm. in total length.

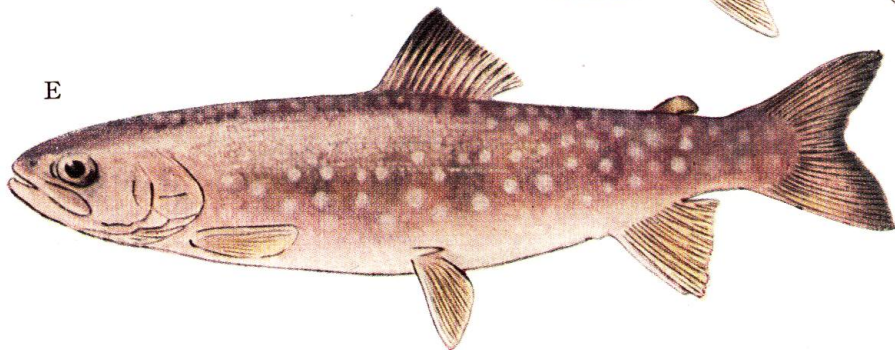
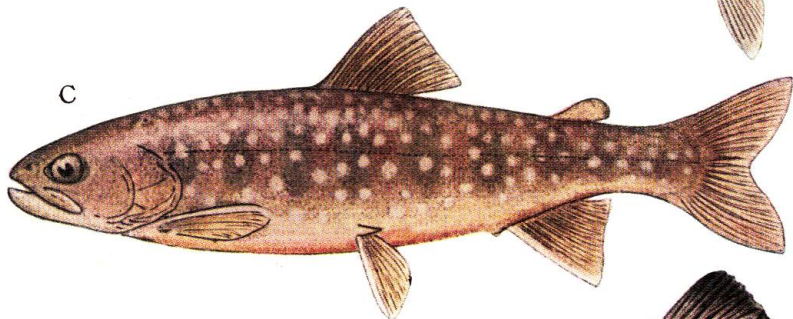
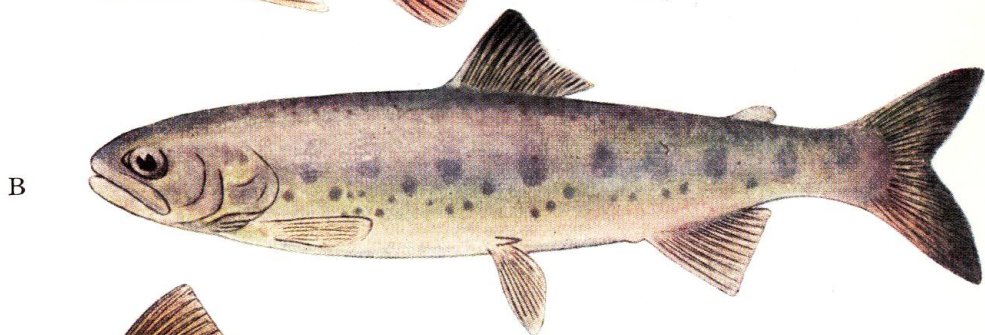
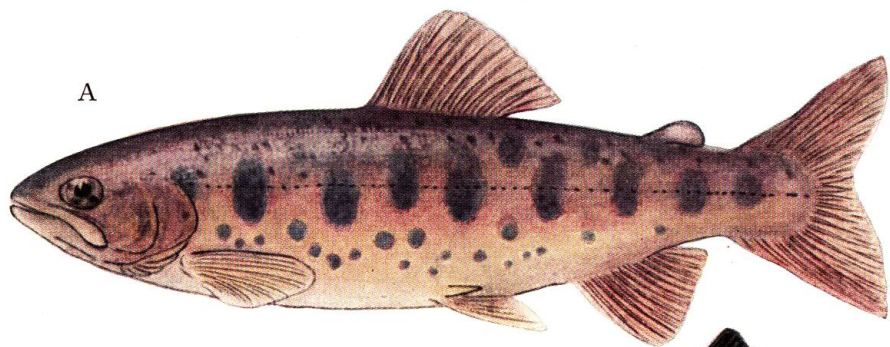


PLATE I.