

# サケの産卵回遊時における体成分の変化\*

清水幾太郎\*\*・野村 哲一\*\*

## Changes in Composition of the Muscles during the Spawning Migration of Chum Salmon

Ikutaro SHIMIZU\*\* and Tetsuichi NOMURA\*\*

The contents of lipid, moisture and protein in muscle during the spawning migration of chum salmon were studied biochemically. The materials were taken from the chum salmon captured at Omu coast of the Okhotsk Sea, at Ishikari coast of the Japan Sea, and at the salmon hatchery in the upper reaches of the Chitose River, a tributary of the Ishikari River.

The amount of total lipid in muscle was lower in the material from the Chitose River than in that from Omu or Ishikari coast, while that of moisture in muscle was higher in matured salmon than in the material during the migration in the sea. Proximate composition of the muscles of matured fish in the river and of immatured fish in the sea were 2-3 % and 4-7 % in lipid, 77-78 % and 74-76 % in moisture, and 20 % and 22-23 % in protein, respectively. Total lipid in muscle decreased, while moisture in muscle increased, during the spawning migration. The ratio of triglyceride and phospholipid was high in fat content. Particularly, triglyceride decreased, while phospholipid was maintained at a constant level. It was known that triglyceride was consumed during the spawning migration.

### 結 言

本邦におけるサケ資源は、永年にわたり実施されてきた人工ふ化放流事業により急激に増大し、現在沿岸漁業に大きく貢献しているところである。それらの資源量は近年、4.9千万尾にもなり、量的には計画的生産量に達しているものの、品質の面ではかなり成熟したブナの魚が多獲されるようになり、さらに今後、銀毛対策等の質的改善が重要な課題となっている。サケの品質向上のためには、それらの産卵回遊に伴う肉質の変化を把握することが重要である。

サケは産卵回遊に伴い、体内に蓄積された成分がエネルギーとして消費され、成熟とともに体成分が変動することが当然、予想される。産卵回遊時のサケに関する研究は五十嵐他(1958)、座間他(1954)、Ando et al. (1985 a, 1985 b) によってなされ、採卵後のサケに関する研究は宇野他(1956)、羽田野他(1983)によって、また海洋生活期と産卵期のサケについては高橋他(1975, 1976, 1978)によって研究されている。しかし、ある特定の河川に回帰する系群を対象にして、沿岸回遊時から河川で捕獲されるまでの成分の変動については、未だ明らかにされていない。そこで、今回、産卵回遊に伴う肉質の変化を明らかにするため、1984

---

北海道さけ・ますふ化場研究業績第299号

\* 本研究の概要は昭和60年度日本水産学会春季大会で口頭発表した。

\*\* 水産庁北海道さけ・ますふ化場

(Hokkaido Salmon Hatchery, Fisheries Agency, 2-2 Nakanoshima, Toyohira-ku, Sapporo 062 Japan)

年秋の石狩川に回帰する脂鳍切除の標識魚（4年魚）を中心に筋肉の一般成分分析を行い、産卵回遊時におけるサケの体成分の変動について生化学的に検討した。

本文に先立ち、本研究の企画及び遂行に際して終始有益な助言と指導を頂いた水産庁北海道さけ・ますふ化場的小林哲夫調査課長、標本採取に際し便宜を図って頂いた阿部進一資源研究室長及び真山 紘生態研究室長、並びに千歳支場及び北見支場幌内事業場、天塩支場徳志別事業場の職員各位、さらに門別及び石狩漁業協同組合の職員一同に対し、深く感謝する。また、本報告のとりまとめに際し、種々御教示頂いた北海道さけ・ますふ化場広井 修育種研究室長に厚く御礼申し上げる。

### 材料及び方法

本研究に用いた石狩川産サケは、それらの回遊経路のオホーツク海の雄武沿岸、日本海の石狩沿岸、石狩

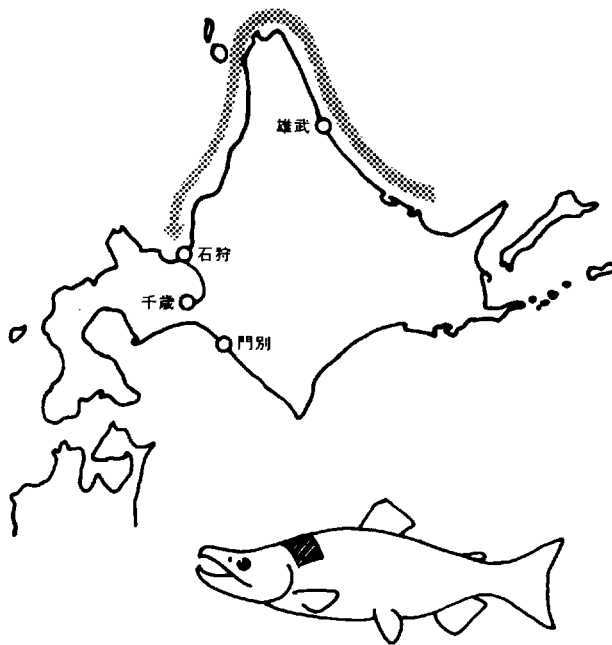


図1 調査地点と筋肉の採取部位(斜線部)

川の支流千歳川の西越捕獲場と千歳支場で標本採取した(図1)。雄武沿岸のサケは、1981年3月1日に石狩川から放流した脂鳍切除の標識魚(真山他 1983)の回帰来遊魚(4年魚)を1984年の9月15日から28日の間に定置網で漁獲したもので、いずれも銀毛の未熟魚(雄3尾、雌7尾、計10尾)である。石狩沿岸では、1984年9月12日から10月27日の間に石狩漁協の定置網で漁獲されたサケの中から、標識魚を含めて、雄13尾、雌17尾、計30尾の4年魚を標本に用いた。千歳川では、1984年の9月10日から10月5日の間に西越捕獲場で捕獲された溯上親魚の中から、未熟魚の雄10尾、雌9尾、計19尾と9月17日から11月29日の間に千歳支場構内で蓄養されていた親魚の中から、成熟魚の雄14尾、雌18尾、計32尾を供試魚(全て4年魚)とした。なお、未熟魚は卵がまだ排卵されずに卵巣膜に包まれている状態の魚、成熟魚は卵が排卵して体腔中に離脱している完熟状態の魚として区別した。さ

表1 供試魚の尾叉長、体重、生殖腺指数及び肝重比 (平均値±S.D.)

調査地点	調査月日	標本数	尾叉長(cm)	体重(kg)	生殖腺重量(g)	肝臓重量(g)	生殖腺指数(%)	肝重比(%)	
門別	1984.6.18	♀	1	64.3	3.41	37.7	77.6	1.1	2.3
		♂	6	68.6±2.8	4.64±0.79	26.2±6.2	92.7±20.9	0.6±0.1	2.0±0.3
石雄	武 9.15-9.28	♀	7	57.5±2.8	2.91±0.38	281.4±105.2	60.9±13.1	12.6±3.5	2.8±0.3
		♂	3	62.7±8.6	2.80±1.20	141.3±29.6	62.5±35.7	5.8±3.2	2.2±0.3
狩石	狩 9.12-10.27	♀	17	63.9±2.7	3.11±0.50	472.2±77.2	84.2±19.0	15.2±1.5	2.7±0.4
		♂	13	63.6±5.1	3.11±0.71	163.3±29.5	63.9±26.3	5.5±1.1	2.0±0.5
系千	未熟 9.10-10.5	♀	9	63.0±2.9	2.75±0.30	467.3±111.4	69.1±13.1	16.9±3.1	2.5±0.4
		♂	10	64.3±5.8	3.18±1.01	146.8±31.5	61.7±23.1	4.8±0.8	1.9±0.3
群川	成熟 9.17-11.29	♀	18	60.6±4.3	2.27±0.52	470.1±134.8	31.8±10.5	20.4±2.2	1.4±0.3
		♂	14	65.0±4.4	2.96±0.68	114.7±35.0	71.9±19.1	3.9±0.8	2.4±0.2

サケの産卵回遊時における体成分の変化

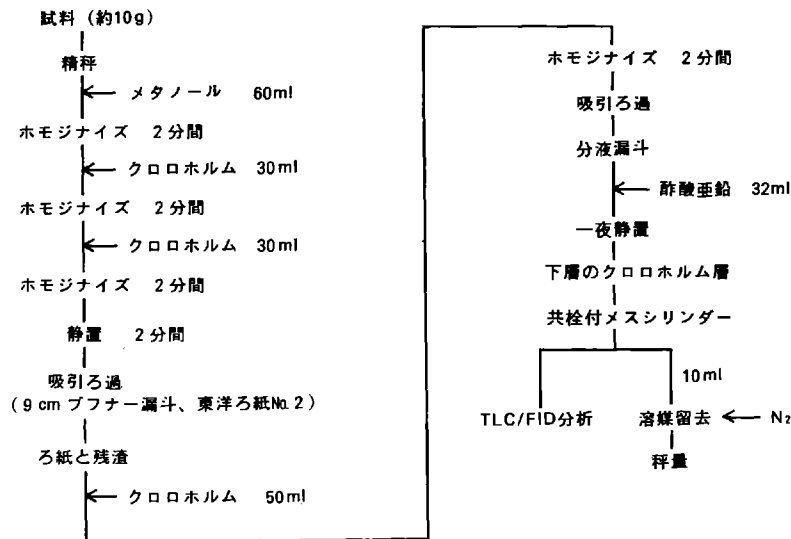


図2 脂質の抽出法

らに、石狩川系サケとは異なるが、より未熟な段階の標本として、春季に北海道の太平洋側に来遊する索餌回遊中のいわゆるトキシラズと呼ばれているサケ、雄6尾、雌1尾、計7尾を1984年の6月18日に日高門別の春定置網で漁獲し、石狩川系サケと比較検討した。

サケ親魚は尾叉長、体重を測定し、年齢査定のため採鱗した後、生殖腺と肝臓を開腹摘出して重量測定し、さらに、体成分分析用試料として、図1に示す部位の背部筋肉を採取して、総脂質・水分・粗蛋白質各々の含量の測定に用いた。供試魚の魚体測定結果は表1に示す通りである。

**総脂質含量** 総脂質は新聞(1974)の方法に従い、メタノールとクロロホルムで抽出し、試料の湿重量に対する割合で求めた(図2)。

**水分含量** 乳鉢中で試料を約2g磨砕し、秤量後、常圧110℃で恒量となるまで加熱乾燥をくりかえして、試料の湿重量に対する割合で求めた。

**粗蛋白質含量** 試料1~2gを秤量後、酸化剤(硫酸カリウム100g、二酸化チタン5g、硫酸銅5gを混合)2gと濃硫酸5mlを加えて、加熱分解し、ケルダール法により窒素含量を求め、窒素係数6.25を乗じて蛋白質含量に換算した。なお、粗蛋白質含量は試料の湿重量に対する割合と水分を除く乾燥重量に対する割合について算定した。

**脂質組成** 脂質組成は薄層クロマト分離と水素炎イオン化検出法の組合せ(TLC/FID法;図3)によって分析した。脂質試料を薄層棒(クロマロッド-S II)にスポットし、溶媒で展開後、イアトロスキャンTH-

表2 TLC/FID法の分析条件

固定相：クロマロッド-S II			
移動相：1回目	n-ヘキサン	60ml	9 cm
2回目	n-ヘキサン：エーテル：ギ酸	48：12：0.08	10cm
Scanning speed：30 sec/scan			
Gas flow：H <sub>2</sub> 160 ml/min Air 2.0 l/min			
内部標準液：スクアラン 3 mg/ml			

10を用いて脂質組成を検出した。この方法の分析条件と検量線作成のための脂質標準物質はそれぞれ、表2、表3に示す通りである。展開は1回目ノルマルヘキサンで9 cm、2回目はノルマルヘキサン、ジエチルエーテル、ギ酸を48:12:0.08の割合で混合した溶液で10 cm行った。表3に示した標準物質をクロロホルム1 mlあたり3.00 mg溶解したスクアラン内部標準液で順次希釈し、検量線用試料とした。標準物質の内部標準物質に対するクロマトグラフのピーク面積比と重量比を両対数で表示した検量線及びそのときのクロマトグラムを図4に示した。

表3 脂質標準物質

		mg/ml
内部標準物質	: スクアラン	<b>3.00</b>
コレステロールエステル	: リノレン酸コレステロール	<b>7.29</b>
トリグリセリド	: トリパルミチン	<b>5.00</b>
遊離脂肪酸	: パルミチン酸	<b>5.00</b>
遊離コレステロール	: コレステロール	<b>2.52</b>
リン脂質	: レシチン	<b>3.59</b>

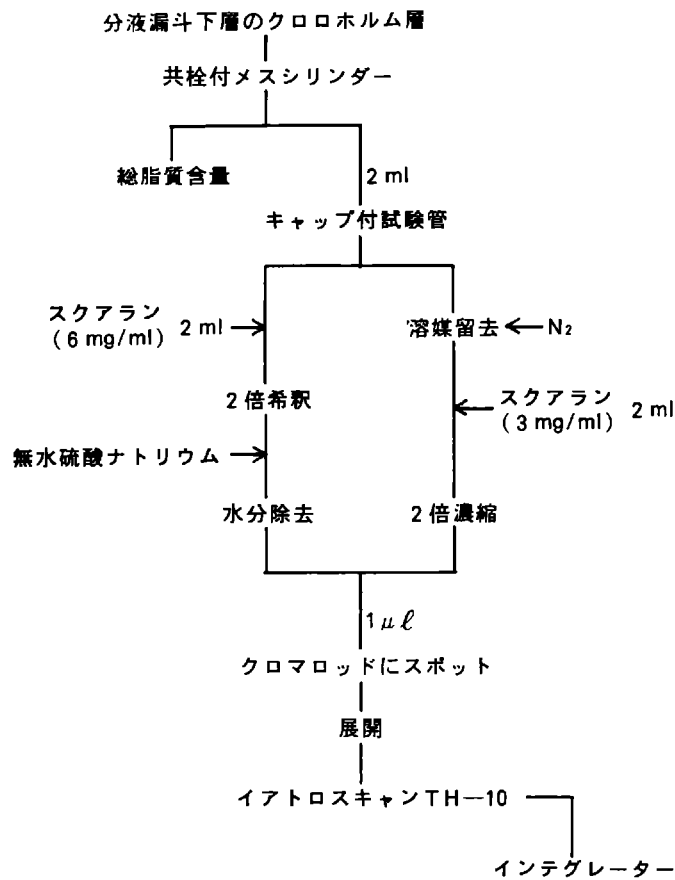


図3 TLC/FID法による脂質組成の分析

サケの産卵回遊時における体成分の変化

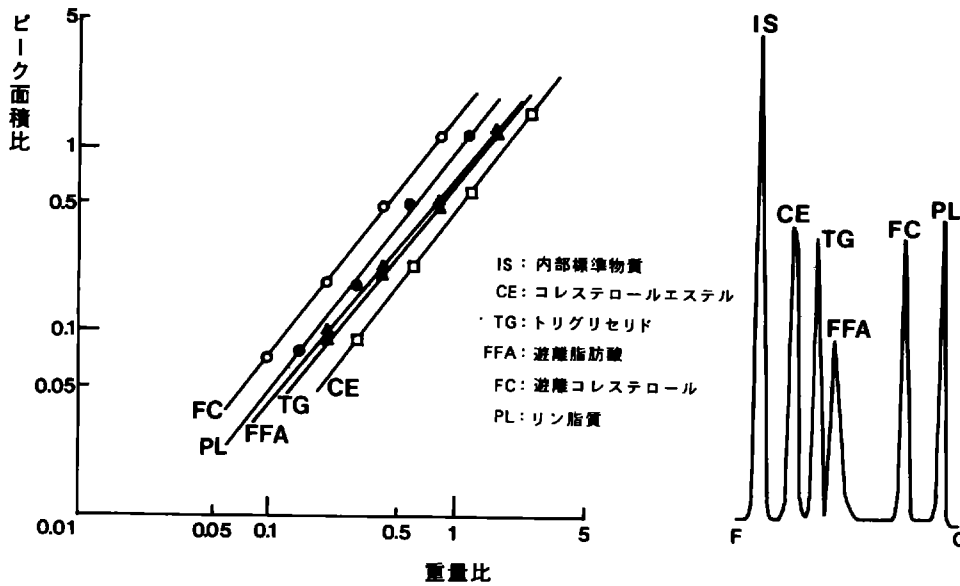


図4 脂質標準物質による検量線とクロマトグラム

結果及び考察

1. 石狩川系サケの生殖腺指数の変化

サケは2年から4年の海洋生活を送ったのち、産卵のため母川への回遊を行う。石狩川へ産卵のため回帰してくるサケは北海道のオホーツク海側に接岸してから宗谷岬を回り、日本海側を南下して石狩湾へ入る。そこから石狩川を溯上し、さらに支流の千歳川に入り、上流部で捕獲される。石狩湾に入ったサケはすでに第二次性徴が現れ始めており、河口から捕獲場までの約70 kmを溯上する間に成熟が進み、さらに婚姻色を強く帯びるようになる。

石狩川系サケの産卵回遊に伴う生殖腺指数(生殖腺重量/体重×100)は、雄の場合、成熟が進むに従い減少する傾向がみられた。雌においては雄武沿岸では12.6%であったが、石狩沿岸で15.2%、さらに千歳川の成熟魚では20.4%にまで増加した(図5)。これら産卵回遊時の生殖腺指数の変化はAndo et al. (1985 a)の報告と同様の傾向を示した。なお、門別沿岸のトキシラズはいずれも著しく低い値を示した。

また、野村(1963)がニジマスで十分に成熟し、生殖腺指数が20~21%を示す個体では肝臓重量の減少がみられると述べているように、産卵回遊時のサケでも、雌の場合、沿岸の魚や河川内の未熟魚の肝重比(肝臓重量/体重×100; 2.5~2.8%)に対し、成熟魚のそれは著しい減少傾向(1.4%)を示した(表1)。

2. 石狩川系サケの産卵回遊に伴う体成分の変化

**総脂質** 石狩川系サケの総脂質は雄の場合、雄武や石狩の沿岸で平均6~7%で、10%以上の値を示した個体もあり、河川内に入っても未熟魚は6%の高い値を示したが、成熟魚になると平均3~4%まで減少した(図6)。また、雌では沿岸の魚も河川の未熟魚も3~5%と雄よりも低く推移し、成熟魚では1%台に減少した。一方、門別の索餌回遊中のサケ(トキシラズ)では20%近い高い値を示した。成熟魚の総脂質含量については、羽田野他(1983)が1.5%と報告しているのと同様な結果であったが、トキシラズについては、羽田野他(1983)の8.5%という値に対して、今回はかなり高い含量を示した。これは羽田野他(1983)がサケ1尾について生殖腺と内臓を除去し、筋肉全体を試料として脂質を測定したのに対して、本報告では特定の部位の筋肉について測定したために差が出たのではないかと考えられる。このことについて、野村他(1985)

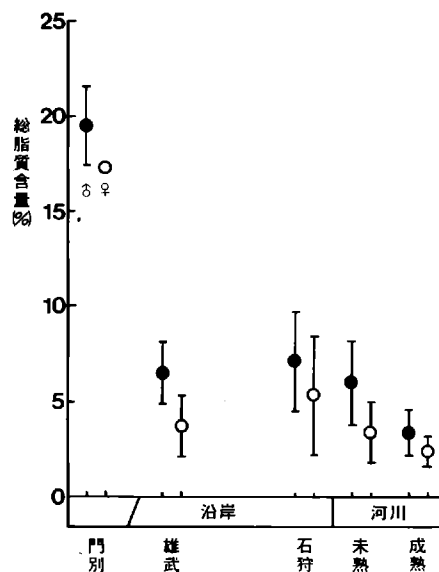
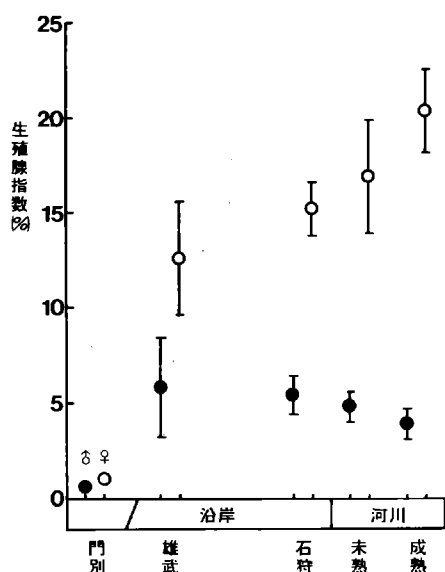


図5 産卵回遊に伴う生殖腺指数の変化。平均値±S.D. 図6 産卵回遊に伴う総脂質含量の変化。平均値±S.D.

はサクラマス親魚について脂質含量を測定した結果、河川溯上直前の魚では筋肉各部の部位により大きな差が認められると示唆している。

産卵回遊開始時期に相当する極めて未熟な段階にあるトキシラズの場合では、脂質が15~22%となり、石狩川系の産卵回遊後期のサケに比べると、雌雄ともかなり高い値を示すことは、産卵回遊に入ったサケが明らかに体内脂質をエネルギー源として消費し、さらに、生殖腺の成熟に向けて移行する際、雌ではその移行の割合が高く、雄よりも低い脂質含量になったものと考えられる。

**水分** 産卵回遊後期のサケ親魚の水分含量は雌雄とも成熟が進むほど増加する傾向が見られ、雄武沿岸で72~75%、石狩沿岸で73~77%、河川内の未熟魚では74~79%、成熟魚になると74~80%に増加した(図7)。いずれも雌の方が雄よりも高い水分含量を示した。索餌回遊中のトキシラズでは70%以下と低い(表4)ことから、産卵回遊に入ると筋肉中の水分量が増加することが知られた。

**粗蛋白質** 粗蛋白質含量は石狩川系サケの場合、雌雄とも沿岸の魚や河川内の未熟魚では約22%程度であるが、成熟魚では20%までにわずかに減少したにすぎない(図8)。さらに、乾物中の含量で比較すると、雌雄とも90%前後で、産卵回遊に伴う変化はみられず、ほぼ一定した値を示した(表4)。一方、索餌回遊中のトキシラズでは乾物中の含量でも60%と低く、これは脂質含量が高いためと考えられる。

**脂質組成** TLC/FID法により分析した沿岸と河川のサケ筋肉の脂質組成におけるクロマトグラムを比較したところ、トリグリセリドとリン脂質の占める割合が高いことが知られた(図9)。さらに、脂質組成の中では沿岸のサケがトリグリセリドに高いピークをもち、河川のサケはリン脂質の出現率の高いのが特徴である。

**トリグリセリド** 産卵回遊に伴う筋肉中のトリグリセリド量の変化は総脂質量の変化とよく似ており(表4, 図10)、成熟が進むに従って減少していく傾向がみられる。総脂質量の多い沿岸でのサケは脂質の大部分をトリグリセリドが占め、河川内の成熟魚は総脂質量も少ないため、トリグリセリドの割合も低くなっている。一方、リン脂質の割合は雌雄ともほぼ1%前後の値を示し、産卵回遊に伴う変化はほとんどみられない(表4, 図10)。これらの結果から、羽田野他(1983)、羽田野(1985)、Ando et al.(1985b)の報告にも述べられているように、産卵回遊時の脂質の減少はトリグリセリドの消費によっていることが認められた。

以上、産卵回遊時のサケの体成分の変動について述べたが、産卵回遊後期の河川溯上後に、総脂質含量が

サケの産卵回遊時における体成分の変化

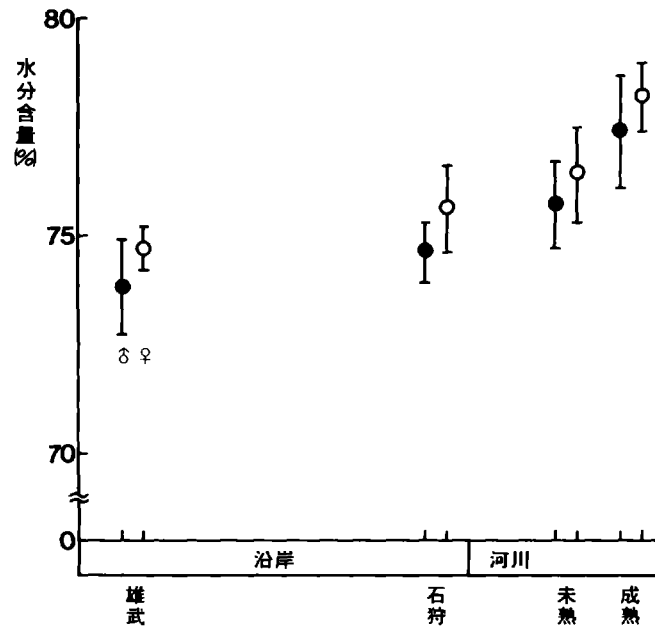


図7 産卵回遊に伴う水分含量の変化。平均値±S. D.

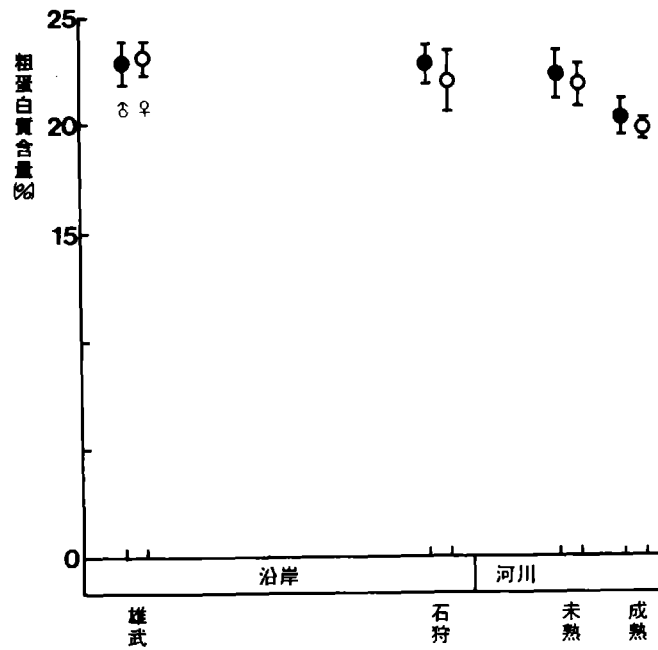


図8 産卵回遊に伴う粗蛋白質含量の変化。平均値±S. D.

表4 供試魚の背部筋肉の一般化学成分

(平均値±S.D.)

調査地点	性別	総脂質*(%)	トリグリセリド*(%)	リン脂質*(%)	水分*(%)	粗蛋白質*(%)	乾物中の粗蛋白質(%)
門別	♀	17.3	14.5	1.1	69.0	18.1	58.4
	♂	19.6±2.1	16.7±1.8	2.0±1.1	65.9±2.6	20.7±1.2	61.0±7.0
石雄	武 ♀	3.7±1.8	2.5±1.8	0.8±0.4	74.7±0.6	23.0±0.9	91.2±4.3
	武 ♂	6.5±2.0	4.9±2.4	1.0±0.4	73.8±1.3	22.8±1.2	86.9±5.0
狩石	狩 ♀	5.3±3.2	3.9±3.2	0.7±0.4	75.6±1.1	21.9±1.4	90.1±3.9
	狩 ♂	7.1±2.8	6.0±2.7	0.5±0.3	74.6±0.8	22.7±0.9	89.5±2.6
系千	未熟 ♀	3.2±1.7	2.0±1.9	0.8±0.2	76.4±1.2	22.0±1.4	93.4±5.8
	未熟 ♂	6.0±2.3	4.9±2.5	0.7±0.2	75.7±1.0	22.1±1.1	91.5±4.4
群川	成熟 ♀	2.4±0.8	0.8±0.9	1.2±0.2	78.2±0.9	19.6±0.5	90.5±3.8
	成熟 ♂	3.4±1.2	1.9±1.3	1.0±0.5	77.3±1.4	20.2±0.8	89.3±4.7

\*含水試料中の値

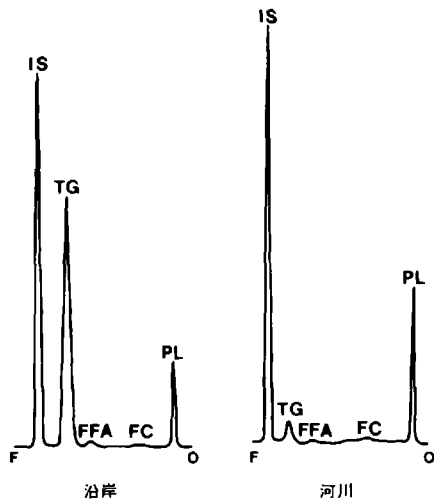


図9 沿岸と河川におけるサケのクロマトグラム

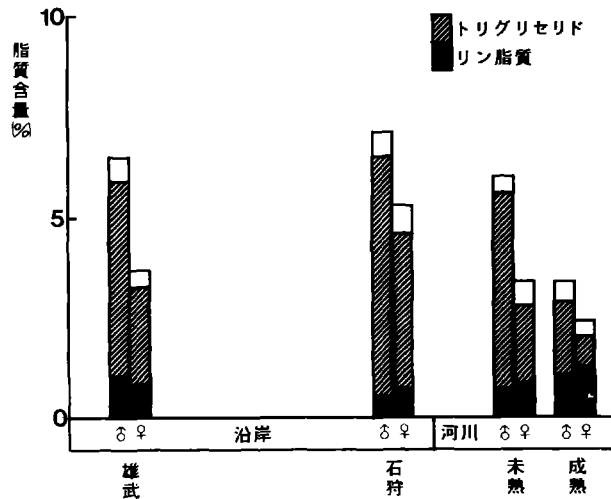


図10 産卵回遊に伴う脂質組成の変化

急激に減少し、一方、水分の割合が増加する。特に索餌回遊中のサケ（トキシラズ）では石狩系の沿岸の魚に比べ、水分が10%程少なく、その分脂質含量が多いという傾向がある。このことから根本他(1982)が考えているように脂質の増減は水分によって置きかえられていることが認められ、粗蛋白質含量が沿岸と河川とで変化のないことから、脂質の減少した分、水分の割合が増す傾向が見られた。

脂質組成の中で比率の高いトリグリセリドは成熟度が進むに従い、その割合が減るが、リン脂質はほとんど変化がない。総脂質とトリグリセリドが顕著な正の相関を示すことから、サケでは産卵場所に近づくにつれて、トリグリセリドが消費されていくことが知られた。

## 文 献

- Ando, S., M. Hatano and K. Zama (1985 a): Deterioration of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) muscle during spring migration—I. Changes in proximate composition of chum salmon muscle during spawning migration. *Comp. Biochem. Physiol.*, 80 B (2), 303–307.
- Ando, S., M. Hatano and K. Zama (1985 b): A consumption of muscle lipid during spawning migration



サケの産卵回遊時における体成分の変化

- of chum salmon *Oncorhynchus keta*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 51(11), 1817-1824.
- 羽田野六男・高間浩蔵・小島博文・座間宏一(1983)：採卵後シロサケ筋肉の食品化学的性状。日水誌, 49(2), 213-218.
- 羽田野六男(1985)：ブナ化と成分変化。秋サケの資源と利用(日本水産学会編), p.68-83, 恒星社厚生閣, 東京。
- 五十嵐久尚・座間宏一(1953)：鮭の生化学的研究-I。鮭産卵回遊時に於ける体成分の変化。日水誌, 18(11), 618-622.
- 真山 紘・関 二郎・清水幾太郎(1983)：石狩川産サケの生態調査-II。1980年及び1981年春放流稚魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊。さけ・ますふ研報, 37, 1-22.
- 根本敬久・関口秀夫(1982)：深海系に分布する動物の生態。海洋動物の非グリセリド脂質(日本水産学会編), p.78-89. 恒星社厚生閣, 東京。
- 野村 稔(1963)：ニジマス的人工採卵に関する基礎研究-V。生殖巣の発達と初産魚の大きさ。日水誌, 29(11), 976-984.
- 野村哲一・真山 紘・大熊一正(1985)：種々の生活期におけるサクラマスの脂質含量の変化。昭和59年度マリーナランチリング計画プログレス・レポート サクラマス(5), 水産庁北海道さけ・ますふ化場, 10-22.
- 新聞弥一郎(1974)：水産物脂質実験法。水産生物化学・食品学実験書(斉藤恒行他編), p.80-102, 恒星社厚生閣, 東京。
- 高橋玄夫・金子博実・一杉哲郎(1975)：サケ・マス類の生化学的研究。予報 産卵期サケ(*Oncorhynchus keta*)の成分について。北水誌月報, 32(8), 11-16.
- 高橋玄夫・金子博実・一杉哲郎(1976)：サケ・マス類の生化学的研究。第1報 産卵期サケ(*Oncorhynchus keta*)の成分について。北水誌月報, 33(12), 1-6.
- 高橋玄夫・金子博実・一杉哲郎(1978)：サケ・マス類の生化学的研究。第2報 産卵期サケの脂質組成について。北水誌月報, 35(4), 8-13.
- 宇野 勉・徳永俊夫・中村全良(1956)：採卵サケ親魚体成分の化学的研究。北水研報, 14, 89-95.
- 座間宏一・五十嵐久尚(1954)：鮭の生化学的研究-II。産卵回遊時に於ける体脂肪組成の変化。日水誌, 19(11), 1087-1091.