



Title	ニシンの脂質に関する研究：第Ⅰ報 北東カムチャッカニシンの脂質について
Author(s)	近藤, 尚; KONDO, Hisashi
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 25(1), 68-77
Issue Date	1974-07
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23512
Type	departmental bulletin paper
File Information	25(1)_P68-77.pdf



ニシンの脂質に関する研究
第I報 北東カムチャッカニシンの脂質について

近 藤 尚*

Studies on the Lipids of Herring

I. The lipids of the North-Eastern Kamchatka herring

Hisashi KONDO*

Abstract

Seasonal changes of the lipid contents, iodine values, unsaponifiable matter contents, and fatty acid compositions in the lipids of the North-Eastern Kamchatka herring in the Olyutorsky Gulf were studied for the purpose of clarifying the role of the lipids of the herring during its life cycle with in its spawning season as an important period of its life. The spawning season was presumed to appear between May and June, from the result of the seasonal trends of the gonad weight and its lipid contents. The lipid contents were at a minimum during spawning and then increased rapidly. The unsaponifiable matter contents did not change strikingly. The male herring showed a tendency to consume mainly monoenoic acid towards the spawning season and accumulate it in the feeding period after spawning, while the female herring tended to consume saturated acid specially towards the spawning period. The observed changes in chemical value and composition were in relation to the feeding and spawning season of the fish. As compared with Alaskan herring lipids, the lower iodine values, the larger quantities of monoenoic acid and the smaller quantities of polyenoic acid were the characteristics of the lipids of the North-Eastern Kamchatka herring.

結 言

ニシンは大別して太平洋種と大西洋種にわけられ、太平洋種の分布は極東水域から北米沿岸におよんでいる。極東水域のニシンに関しては北東カムチャッカ群、北西カムチャッカ群、南西カムチャッカ群、北部オホーツク群、北海道・南サハリン群、南サハリン西岸群および南部沿海州群などの各系統群の存在が知られており、各系統群ごとに局地的生息分布を示している。これらは産卵期には特定の沿岸に近接して産卵の目的を達し、その後沖合に移動して限られた海域での索餌期間をすごした後、冬期間は深海部に静止していわゆる冬眠の越冬をするものと考えられている。

北東カムチャッカニシンはオリユートル岬を中心とする海域に生息し、別名オリユートルニシンあるいはコルフオカラギン系ニシンと呼ばれている。産卵期には沿岸のアナプンスキーおよびコルフオスキー地方に來遊するが、その時期は5月ないし6月で成熟年齢は満3才魚以上であることが知られている。¹⁾

* 北海道大学水産学部魚油化学講座
(Laboratory of Chemistry of Fish Oil, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

ニシン脂質に関する研究報告は、大西洋ニシンについては数多くあるが太平洋ニシンについては比較的少ない。Kawamura²⁾は北東カムチャッカニシンについて生物資源的観察をおこなった報告の中で、肝臓重量と脂質含量は産卵前に低く産卵後急激に高くなるという。Robischら³⁾は1964年と1965年の両年にわたりアラスカ産太平洋ニシンの油について、その脂肪酸組成をガスクロマトグラフィーにより検索しているが、飽和脂肪酸は約23%、モノエン酸は約50%、ポリエン酸は約27%でモノエン酸が全脂肪酸の約半量をしめており、主要脂肪酸としては16:0, 18:1, 20:1, 22:1, 20:5がそれぞれ10%以上、14:0, 16:1, 22:6がそれぞれ5%以上であるとの結果を報告している。

大西洋ニシンに関しては Lovernら⁴⁾⁵⁾が1937年から1938年にかけて北海産ニシンの種々の群について、その季節的な含油量変化および脂質の脂肪酸変化を調べた結果、含油量は季節および産卵期に深い関連があり、産卵期の4月には摂餌の中断により急減するが5月から7月にかけて急激に増加するのは集中的摂餌によるものであると述べている。また脂肪酸組成に関してはC₂₂酸の異常に多いことおよび時としては、C₁₆, C₁₈の不飽和酸やC₂₀, C₂₂の飽和酸の存在がこの種ニシンの特徴であり、かつ摂餌によって体内に摂取された高度不飽和酸は逐次飽和化されるものと考えられるが、C₁₈酸はあまり変化せずC₁₆酸は飽和化されるよりもむしろ脱水素化されるものと推論している。Linkoら⁶⁾がバルチック海産ニシンの長鎖脂肪酸をガスクロマトグラフィーによって検索した結果によると、春ニシンと秋ニシンとではその脂肪酸の種類に相異があり春ニシンでは長鎖脂肪酸中、C₂₄からC₃₂にいたる脂肪酸では15種のものが存在するのに対し、秋ニシンではC₂₄からC₂₈にいたる9種の脂肪酸が存在しているにすぎない。これらの相異に関して Linkoらは春の時期に食餌量が不足であること、および蓄積脂肪に関係のある脂肪酸の選択的変換に差異があるためであろうと推論している。Ackmanら⁷⁾は1965年から1968年にわたってカナダ大西洋岸に産するニシンの脂質に関し、ヨウ素価の変動と脂肪酸組成との関連をしらべた結果、ヨウ素価の増減は飽和脂肪酸の含量に無関係でモノエン酸量とポリエン酸量との比に関係していると報告している。

ニシンはイワシなどのごとく多獲魚の一種としてその脂質が種々の用途に役立てられてきた。したがって市場価値的見地におけるニシン油の調査研究は比較的古くからおこなわれているが、ニシンの脂質とニシンの生活史との関連についての報告はほとんどない。

本実験は時期別に漁獲された同一海域のニシンについて、その脂質含量の変化および脂質の性状をさらばさらにガスクロマトグラフィーによる脂肪酸組成の検索をおこなって、ニシンの脂質と産卵期を中心としたニシンの生活史との関連を追究した。

実験および結果

1. 試料

本実験の試料は1967年大洋漁業株式会社の所属船第五播州丸が北東カムチャッカ海域において漁獲したニシンを、北海道大学水産学部漁場学講座で生物資源学的調査のため収集したもののなかから分

Table 1. Location of sampling station.

Group number	Date	Location of sampling	
		Latitude	Longitude
1	25 April 1967	59°26'N	165°35'E
2	12 May "	59°39'N	165°34'E
3	2 June "	59°01'N	165°56'E
4	15 June "	59°30'N	165°13'E
5	7 July "	59°22'N	165°20'E
6	24 July "	60°16'N	167°46'E
7	14 August "	60°21'N	168°50'E

譲を受けたものである。収集されたニシンは5才魚および6才魚であったが、実験には5才魚のみを用いた。またその漁獲時期は4月より8月にいたっており産卵期がその間に介在している。漁獲時期にしたがって7群におけ各群ごとに雌魚および雄魚の各10尾を無作為に選り取り実験材料とした。漁獲年月日および漁場の位置は Table-1 のとおりである。

2. 生物学的測定

実験試料各個体につき、体長、体重および生殖巣重量を測定した。その結果各群の平均体重と生殖巣重量の平均値を Fig. -1 に示した。

3. 脂質試料の調製

生物学的測定終了後の実験試料各個体を頭部、体部、内臓部の3部分に分け、体部は三枚におろし体肉部と骨部にわけた。時期別および雌雄別の各10尾を各部ごとに合し、その体肉部と内臓部の脂質を Bligh & Dyer 法にもとずき、メタノール・クロホルム混合溶剤で抽出分離した。えられた脂質の収量から算出された体肉部および内臓部の含油量について、その時期的な変化を Fig. -2A および Fig. -2B に示した。

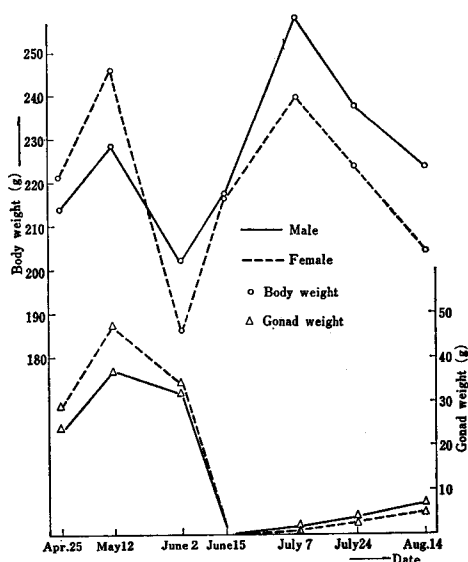


Fig. 1. Seasonal variation of body and gonad weight of herring.

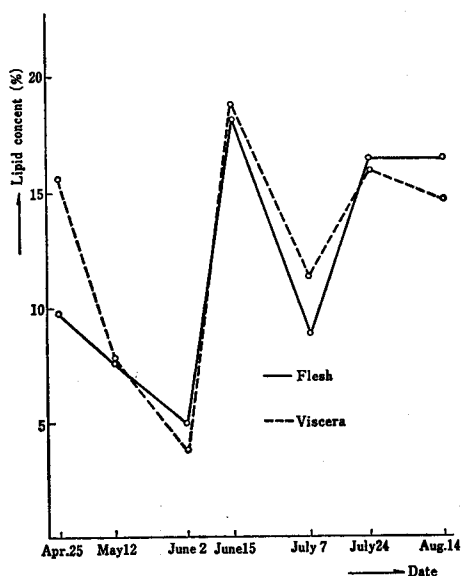


Fig. 2A. Seasonal variation of lipid contents in the herring flesh and viscera (male).

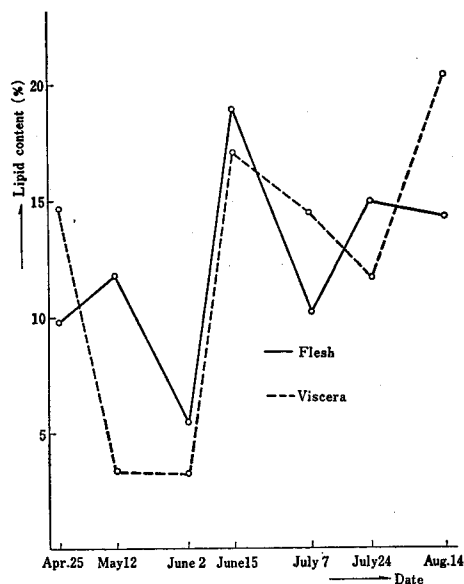


Fig. 2B. Seasonal variation of lipid contents in the herring flesh and viscera (female).

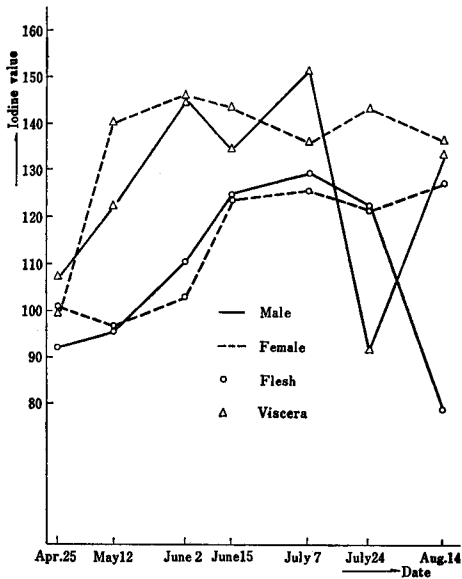


Fig. 3. Seasonal variation of iodine value.

4. 脂質の分析

前項でえられた脂質を10倍量のアセトンに溶解し冷却して析出する部分を除去した後、溶剤を溜出してアセトン可溶部を分離した。その収率はTable-2に示した。このアセトン可溶脂質につき、ヨウ素価および不ケン化物含量を測定しそれらの時期的変化をFig.-3およびFig.-4A, Fig.-4Bに示した。またこの脂質をケン化して混合脂肪酸を分離し、14%三弗化ホウ素・メチルアルコール溶液によってメチルエステル化した。これを石油エーテルにとかし5%溶液としてガスクロマトグラフィーを実施した。その操作条件はTable-3に示すとおりである。えられたクロマトグラムより算出した脂肪酸組成をTable-4ないしTable-7に示した。

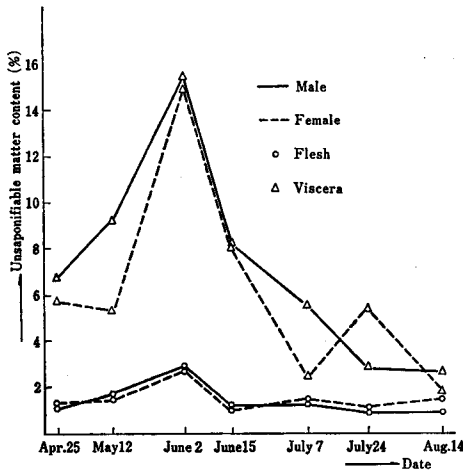


Fig. 4A. Seasonal variation of unsaponifiable matter contents in the herring lipids.

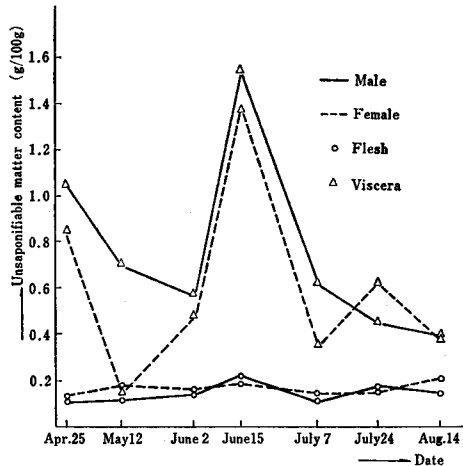


Fig. 4B. Seasonal variation of unsaponifiable matter contents in each part of the herring.

考 察

1. 生殖巣重量の推移について

Panin¹⁾の調査報告によると北東カムチャッカニシンの産卵時期は5月ないし6月となっているが、本試験結果によるとFig.-1のごとく5月12日の試料魚において生殖巣重量が最大となっており、6月2日の試料魚では減少しさらに7月7日の試料魚にいたるまで急激に減少しつゞけている。このこ

Table 2. *Content of acetone soluble fractions of the lipids.*

Group number	Flesh (%)		Viscera (%)	
	Male	Female	Male	Female
1	96.5	98.8	94.1	90.2
2	98.2	97.6	93.2	94.7
3	83.4	99.8	87.9	92.9
4	96.9	99.2	97.1	98.7
5	83.0	98.1	97.4	98.4
6	98.9	99.2	97.9	98.1
7	99.2	98.2	99.7	98.6
Mean	93.7	98.7	95.3	95.9

Table 3. *Operating conditions of gas-liquid chromatography.*

Instrument	Yanagimoto GCG-5DH
Column	10% diethylene-glycol succinate on Neosorb NC (80-100 mesh) 3 mm i.d. 1.5 m
Column temp.	190°C
Carrier gas	N, Column inlet pressure 0.8 kg/cm
Detector	FID, H 15 ml/min Air 600 ml/min Attenuation 1/16, Sensitivity 10

Table 4. *Fatty acid compositions of lipids of the herring flesh (male).*

Group number Fatty acid	1	2	3	4	5	6	7
14:0	12.3	8.6	10.2	11.7	10.7	9.3	10.7
14:1	0.9	1.1	1.4	2.3	1.7	2.2	2.4
15:0	0.4	0.6	1.0	1.6	1.1	0.9	1.4
16:0	16.3	16.5	18.6	16.4	17.6	14.2	14.6
16:1	10.6	8.1	7.7	12.2	12.7	8.9	11.9
17:0	1.5	1.9	2.3	1.8	1.7	1.3	1.7
17:1+16:2	0.9	1.1	tr	1.7	1.6	1.2	1.5
18:0	1.4	1.6	2.1	1.9	1.9	1.5	1.9
18:1	19.1	22.1	18.2	12.4	15.1	13.8	16.9
19:0(?)	1.4	1.4	tr	2.3	1.8	1.6	1.9
18:2	1.0	1.0	1.3	1.6	1.2	1.2	1.0
20:0	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
18:3	0.6	0.5	0.7	0.9	1.0	0.9	0.8
20:1	13.3	13.1	13.5	10.3	9.3	13.6	10.6
18:4	1.6	1.1	tr	3.5	2.4	2.1	2.0
20:4(ω6)	tr	0.4	tr	tr	tr	tr	tr
20:4(ω3)+ 22:1(Main)	11.4	12.0	11.6	10.7	9.1	15.0	9.3
20:5	3.0	2.9	3.9	5.8	5.7	5.7	6.3
24:1	1.7	1.9	tr	tr	tr	2.7	tr
22:5	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
22:6	2.5	4.2	7.6	3.0	5.4	3.9	5.1
Total	99.9	100.1	100.1	100.1	100.0	100.0	100.0

Table 5. *Fatty acid compositions of lipids of the herring flesh (female).*

Group number Fatty acid	1	2	3	4	5	6	7
14:0	10.9	9.5	10.8	9.0	10.9	12.0	11.0
14:1	0.6	0.6	1.3	0.8	0.9	1.3	1.2
15:0	0.5	0.5	1.0	0.5	0.7	0.8	0.7
16:0	20.2	18.0	17.2	14.8	15.3	16.8	16.9
16:1	10.8	10.0	8.0	10.3	13.0	12.0	12.7
17:0	0.9	1.7	1.8	1.2	1.2	1.0	0.9
17:1+16:2	0.8	0.7	0.9	0.9	1.0	1.2	1.2
18:0	1.3	1.4	1.8	1.5	1.7	1.7	1.7
18:1	23.2	24.9	19.1	15.5	16.2	15.8	14.9
19:0(?)	0.8	0.8	0.8	1.2	1.2	1.2	1.4
18:2	0.8	0.8	1.0	0.7	0.7	0.8	0.9
20:0	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
18:3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6
20:1	12.5	13.2	13.7	14.8	11.5	13.2	12.7
18:4	0.9	0.7	1.3	0.2	2.4	2.1	1.6
20:4(ω 6)	0.4	tr	tr	tr	0.4	0.5	tr
20:4(ω 3)+ 22:1(Main)	8.8	11.0	11.9	17.2	9.8	8.8	11.3
20:5	3.4	2.7	3.2	6.1	7.4	5.3	5.9
24:1	0.9	0.8	1.2	1.3	1.1	1.4	1.4
22:5	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
22:6	1.9	2.2	4.4	3.4	4.1	3.2	3.0
Tosal	100.0	99.9	99.9	100.0	100.0	99.9	100.0

とはその期間中に産卵がおこなわれていることを示すもので Panin の報告と一致する。

2. 含油量の変化について

Fig. -2A および Fig. -2B によると、体油については雌魚の場合5月の試料魚が4月のものより幾分高い値を示しているが、6月にいたると急激に減少しており、雄魚の場合は4月から6月にかけて漸減の線をたどっている。いずれも6月初旬が最低で6月中旬に最高値を示していることは、5月中旬から6月初旬にかけて産卵がおこなわれその後摂餌によって体油が急増することを意味している。またそれは Fig. -1 における生殖巣重量の推移とも一致している。内臓部の含油量についても雌雄ともに体油の場合とほぼ似ているが、これは主として摂餌量の変化と深い関連があって5月ないし6月の産卵期にはほとんど摂餌のないことを示している。産卵後の6月中旬にいたって索餌活動がにわかに活潑となったことは体部および内臓部の含油量がその期にいたって急増している結果から推察することができる。

3. Fig. -3 ヨウ素価の変動について

Fig. -3 によるとヨウ素価は産卵期を境にして大きく変化している。体油の場合は5月から6月にかけての産卵期に上昇しはじめ、産卵後の摂餌期に入るとさらに急増している。これは食餌中の脂質成分に影響されているものと推定され、内臓油が特に甚だしい増加を示していることから十分推察されうることである。7月ないし8月にいたってヨウ素価がやゝ下降線をたどるのは、そのころから蓄積脂肪としてのモノエン酸が漸増するためであろうと推論される。

Table 6. *Fatty acid compositions of lipids of the herring viscera (male).*

Group number Fatty acid	1	2	3	4	5	6	7
14:0	10.9	8.3	6.6	13.1	10.6	10.1	10.3
14:1	1.7	2.2	1.6	2.3	3.2	2.4	2.2
15:0	1.0	1.2	1.0	1.6	1.7	1.3	1.4
16:0	17.6	21.5	17.9	15.2	15.5	12.5	14.6
16:1	10.3	8.1	7.8	13.5	11.3	10.8	19.1
17:0	1.7	1.9	2.9	1.8	2.3	1.8	1.5
17:1+16:2	1.7	1.3	tr	1.7	1.9	1.7	1.8
18:0	1.7	2.5	3.3	2.1	2.7	1.7	1.8
18:1	18.5	16.9	20.2	13.5	14.2	14.3	13.4
19:0(?)	1.6	1.3	tr	2.3	2.4	1.8	1.8
18:2	1.5	1.5	1.5	1.3	2.0	1.1	1.4
20:0	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
18:3	1.3	2.0	tr	0.8	1.8	1.0	1.3
20:1	9.5	9.3	8.4	8.5	7.0	12.1	10.0
18:4	1.8	2.8	tr	3.0	3.4	1.8	2.0
20:4(ω 6)	1.5	tr	1.5	tr	tr	0.9	tr
20:4(ω 3)+ 22:1(Main)	8.1	8.5	6.8	8.8	6.2	14.4	9.2
20:5	4.8	5.7	8.7	7.2	7.0	5.6	5.4
24:1	0.3	tr	3.0	tr	tr	tr	tr
22:5	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
22:6	4.7	5.2	8.9	3.3	6.8	4.1	2.9
Total	100.2	100.2	100.1	100.0	100.0	100.2	100.1

4. 不ケン化物含量の変化について

Fig. -4A によると不ケン化物含量は含油量に大きく左右されることがわかる。すなわち6月2日の不ケン化物含量が最大値を示しているのは丁度その時期に含油量が最低となっているためである。魚体各部における不ケン化物の絶対量 (g/100g) については Fig. -4B によると、体内部の場合には時期的に特に大きな変化が認められずほとんど一定であるが、内臓部では6月15日に高い値を示している。これは脂質含量がこの時点で最大値を示すことから摂餌が活潑になるとともに内臓中に脂質が蓄積され、脂質成分のうちくに不ケン化物が代謝過程の中で一時的に大きく蓄積されたためと推定される。分離された不ケン化物の外観は体油では淡色液状で内臓油では濃色固状であった。これは前者が主として高級アルコール、もしくは炭化水素から成り後者が主としてステリンより成るものであらうと推定される。

5. 脂肪酸組成について

体油においては18:1酸が首位を占めその量は雄魚13.8-22.1(平均16.8%),雌魚14.9-24.9(平均18.5%)である。ついで16:0酸(平均値雄魚16.3%,雌魚17.0%),20:1酸(平均値雄魚11.9%,雌魚13.1%),22:1酸(平均値雄魚11.3%,雌魚11.3%),16:1酸(平均値雄魚10.3%,雌魚11.0%),14:0酸(平均値雄魚10.5%,雌魚10.6%)などの脂肪酸が主なものである。このようにモノエン酸が多いことは Ackman ら⁷⁾の指摘することく、ヨウ素価の比較的低い要因である。体油の構成脂肪酸をモノエン酸およびポリエン酸に区分し各含量の時期的変化を Fig. -5 に示した。雄魚においてはモノエン酸含量は産卵期にむけて減少を示し、その後増加するが8月に入って再び低

Table 7. *Fatty acid compositions of lipids of the herring viscera (female).*

Group number Fatty acid	1	2	3	4	5	6	7
14:0	12.5	8.3	10.5	9.2	10.9	9.7	9.2
14:1	1.7	3.6	2.8	1.3	3.1	1.9	2.1
15:0	1.2	2.4	2.0	0.8	1.9	1.3	1.3
16:0	18.3	23.1	19.1	13.3	16.9	14.3	13.5
16:1	12.2	7.8	9.6	12.3	12.2	10.8	12.9
17:0	2.0	2.4	2.6	1.5	1.9	1.6	2.4
17:1+16:2	1.6	2.3	2.2	1.4	1.7	1.9	2.0
18:0	1.7	3.4	3.3	2.0	1.0	2.4	1.9
18:1	19.3	13.6	17.5	14.1	14.7	15.9	15.2
19:0(?)	1.9	1.9	tr	2.2	2.6	2.1	2.4
18:2	2.4	2.0	2.0	1.5	1.3	1.3	1.4
20:0	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
18:3	1.0	tr	tr	1.2	1.1	1.2	1.4
20:1	8.8	5.5	6.3	10.1	9.6	10.4	10.1
18:4	1.5	4.1	2.1	5.6	2.2	1.0	1.5
20:4($\omega 6$)	tr	2.5	2.2	tr	tr	1.1	tr
20:4($\omega 3$) + 22:1(Main)	6.3	4.8	4.7	10.8	8.1	8.2	8.3
20:5	4.5	5.1	7.4	8.8	5.2	8.4	6.9
24:1	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
22:5	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
22:6	3.1	7.3	5.9	4.1	5.6	5.8	6.1
Total	100.0	100.1	100.2	100.2	100.0	100.0	100.1

Table 8. *Comparison of saturated, monoenoic, polyenoic acids and main acid contents between North-Eastern Kamchatka herring and Alaskan herring lipids.*

Main fatty acid	Alaskan herring ^{a)}			North-Eastern Kamchatka herring		
	1964	1965	Mean	Male	Female	Mean
14:0	6.3	6.8	6.6	10.5	10.6	10.6
16:0	14.8	15.9	15.4	16.3	17.0	16.7
Saturated acid	23.3	23.1	23.2	32.7	32.2	32.5
16:1	7.4	6.6	7.0	10.3	11.0	10.7
18:1	16.2	16.7	16.5	16.8	18.5	17.7
20:1	15.1	10.8	13.0	11.9	13.1	12.5
22:1	11.7	11.1	11.4	11.3	11.3	11.3
Monoenoic acid	51.2	46.4	48.8	53.0	55.9	54.5
20:5	13.1	12.9	13.0	4.8	4.9	4.9
22:6	6.1	7.0	6.5	4.5	3.2	3.9
Polyenoic acid	25.2	26.8	26.0	13.1	10.9	12.0

下する。飽和酸の消長はモノエン酸のそれと逆の変化を示している。またポリエン酸含量の変化も飽和酸のそれと似た傾向を示しているが飽和酸の場合ほど顕著ではなく全期間を通じて漸増する傾向を示している。

6. アラスカニシン脂質との比較

同じ太平洋種ではあるがアラスカニシンと北東カムチャッカニシンの脂質を比較すると、その性状に明らかな相異が認められる。Robisch らの報告によるとアラスカニシンのヨウ素価は 145.0 ないし 149.3 であるが、本実験における北東カムチャッカニシンのそれは 107.5 ないし 114.0 と低い値であり、これは構成脂肪酸の相異を示している。Table-8 によると北東カムチャッカニシンはアラスカニシンに比べ、飽和脂肪酸およびモノエン酸量において高い値を示しているのに対してポリエン酸量は約半量と低い数値である。この含量の相異がヨウ素価の低い結果と関連があり、それぞれの生息環境が異なるために生ずる食餌の相異に深い関係があるものと推定される。構成脂肪酸は 14:0, 16:0 の両飽和酸において北東カムチャッカニシンの方が多く、20:5, 22:6 の高度不飽和酸にあってはアラスカニシンの方が多く結果を示している。

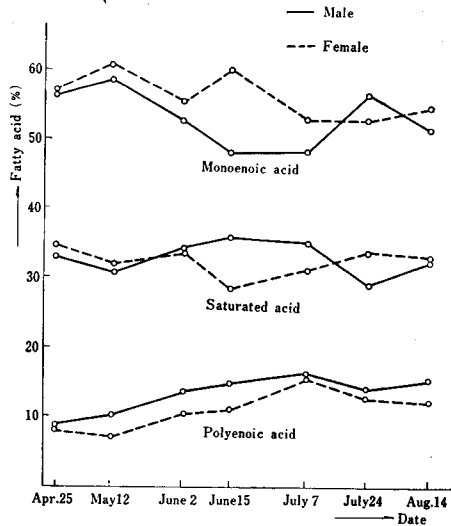


Fig. 5. Seasonal variation of contents of saturated, monoenoic and polyenoic acids in the total fatty acid of the herring flesh lipids.

要 約

北東カムチャッカニシンの脂質についてその含有量、性状およびガスクロマトグラフィーによる脂肪酸組成の検索をおこなって産卵期を中心とするニシンの生活史との関連をしらべた結果を要約すると次のごとくである。

- (1) 生殖巣重量および含油量の推移から同魚の産卵期は 5 月ないし 6 月と推定される。
- (2) 含油量は産卵期に最低でその後急増するが、不ケン化物含量は体油の場合目立った増減はない。
- (3) 雄魚においては産卵期にむけて主としてモノエン酸を消費し産卵期終了とともに摂餌の過程でモノエン酸を蓄積し、雌魚においては産卵期にむけて飽和酸を多く消費する傾向を示した。
- (4) アラスカニシンの脂質に比較すると、ヨウ素が低く飽和酸、モノエン酸の含量が多いがポリエン酸の含量が少ない。

文 献

- 1) Panin, K. (1950). Biological data on the North-Eastern Kamchatka herring. *Bull. Pac. Inst. Ocean.* 32.
- 2) Kawamura, G. (1970). Studies on the North-Eastern Kamchatka herring. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 21, 1-11.
- 3) Robisch, P.A. and Gruger, E.H., Jr. (1968). Variation in the fatty acid composition of Pacific herring oil in Alaska during 1964 and 1965. *Fish. Ind. Res.* 4, 143-150.
- 4) Lovern, J.A. and Wood, H. (1937). Variation in the chemical composition of herring. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 22, 281-293.

- 5) Lovern, J.A. (1938). Seasonal changes in the composition of herring fat. *Biochem. J.* **32**, 676-680.
- 6) Linko, R.R. and Karinkanta, H. (1970). Fatty acid of long chain length in Baltic herring lipids. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **47**, 42-46.
- 7) Ackman, R.G. and Eaton, C.A. (1970). Biochemical implications of seasonal trends in the iodine value and free fatty acid levels of commercially produced Atlantic coast herring oils. *J. Fish. Res. Bd. Canada* **27**, 1669-1683.