



Title	ギンザケ(<i>Oncorhynchus kisutch</i>)の成長と脂質におよぼす飼料脂質の影響
Author(s)	太田, 亨; OTA, Toru; 高木, 徹 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 30(4), 294-300
Issue Date	1979-11
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23698
Type	departmental bulletin paper
File Information	30(4)_P294-300.pdf



ギンザケ (*Oncorhynchus kisutch*) の成長と脂質におよぼす飼料脂質の影響

太田 亨*・高木 徹*・小田島玲子*・寺尾俊郎**

Effect of Dietary Lipids on Growth and Lipids
of Coho Salmon, *Oncorhynchus kisutch*

Toru Ota*, Toru Takagi*, Reiko OdaJima* and Toshiro Terao**

Abstract

Diets containing different levels of feed oil were fed to coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) for 22 weeks. The growth rate and fatty acid composition of neutral lipids and phospholipids of the fish were determined after 8 weeks.

The ratio of total $\omega 3$ fatty acids to $\omega 6$ fatty acids in the lipids of liver increased with the increase of feed oil in the basal diets.

The eicosatrienoic acid (20:3 $\omega 9$) level in the phospholipids decreased when feed oil was included in the diets.

Growth of the fish was improved by the addition of feed oil in basal diets, and Diet 5 containing a high level (8.9%) of feed oil supported maximum growth.

The relation between growth and component fatty acids in coho salmon lipids was discussed.

緒 言

魚類脂質に対する飼料脂質の影響に関しては多くの研究が行なわれ、魚体脂質含量についてはアユを試料とした実験がある¹⁾。また魚類脂質の脂肪酸組成に対しては飼料脂質の脂肪酸成分が影響を与え²⁾³⁾、脂質成分の中で中性脂質よりリン脂質の方がその影響をつよく受ける。このような魚類脂質成分に対する影響のほか、飼料脂質が魚類の成長におよぼす効果についても研究が行われ、魚類も哺乳動物と同じように必須脂肪酸 (EFA) を要求すること、その要求が淡水魚や海産魚など魚種によって特異性があり⁴⁾、これが魚類の脂肪酸代謝と関連することが明らかにされている⁵⁾。Takeuchiら⁶⁾、Yuら⁷⁾はニジマス⁸⁾の成長促進に $\omega 3$ 高度不飽和脂肪酸 (20:5 $\omega 3$, 22:6 $\omega 3$) が効果的にはたらくことを報告している。

近年たんぱく資源としての魚類の重要性が認識されるとともに、その資源開発、加工利用への関心もたかまっているが、さらに水産生物の栽培漁業による資源の増大もはかられており、この事業の発展には上述の飼料脂質に関する研究が貢献している。

サケマス類については稚魚放流によりその資源量の拡大が行われているが、栽培漁業も一部実施されている。ギンザケ (*Oncorhynchus kisutch*, Coho salmon) は水産増殖の適種として米国より種卵を輸入して人工飼育による種苗生産が行われているが、その効率は満足なものとはいえず、適正な飼育条件についての検討が必要と考える。

* 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)

** 北海道立水産孵化場育苗餌料科
(Fish Breeding and Nutrition Section, Hokkaido Fish Hatchery, Sapporo)

本報ではギンザケの人工飼育条件の一つとしての飼料脂質の成長効果を知る目的で、飼料に ω 3 高度不飽和脂肪酸を多く含有する油脂を添加した場合のギンザケの脂質組成や脂肪酸組成におよぼす影響を調べ、成長との関連を検討した。

実験方法

試料魚および脂質の抽出：実験にもちいたギンザケ (*Oncorhynchus kisutch*, Coho salmon) は北海道河西郡更別村、日魯養魚株式会社更別事業所で飼育された1年魚および2年魚である。1年魚を2群(各300尾)、2年魚を3群(各200尾)に分け、幅1.8m、長さ15m、水深0.8mの試験池で昭和53年6月中旬から11月中旬までの22週間表1に示す飼料を Leitzritz 給餌率表⁹⁾ に準じて与え飼育した。飼育開始から8週間後の8月中旬に各群3尾のギンザケを採取し、背肉および肝臓の脂質をクロロホルム、メタノールで抽出した⁹⁾。

薄層クロマトグラフィー (TLC)：肝臓脂質の脂質組成分析は TLC-デンシトメトリーによって行なった。吸着剤として Wakogel B-5 (厚さ 0.25 mm, 20×20cm) を使用し、110°C, 1時間活性化後 Downing¹⁰⁾ の方法に準じた溶剤を使用し、試料を展開した。展開後 50% H₂SO₄ を噴霧し 180°C, 90分加熱炭化した。脂質組成はデンシトメーター (オズマ OZ-82D) によって測定した。

ガスクロマトグラフィー (GLC)：総脂質をケイ酸-セラライト (2:1 w/w) カラムクロマトグラフィー (溶剤クロロホルム, メタノール) によって中性脂質 (Neutral lipids, NL) とリン脂質 (Phospholipids, PL) に分画した。両成分から脂肪酸を調製し、7% BF₃-メタノールまたはジアゾメタンでメチルエ

Table 1. Composition of diets and growth of fish.

	Diet no.				
	1	2	3	4	5
Diet composition (%)					
Dry pelleted feed* ¹	98.8	94.2	97.8	93.3	89.1
Feed oil* ²	0	4.7	0	4.7	8.9
Vitamin mix* ³	1.0	0.9	2.0	1.9	1.8
Mineral mix* ⁴	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Moisture (%)	13.1	13.1	13.4	13.1	12.9
Lipid (%)	7.4	11.8	8.5	12.8	15.1
Fish					
No. of fish	300	300	200	200	200
Age	1	1	2	2	2
Average initial body weight (g)	218	218	379	379	379
Average final body weight (g)	291	330	555	600	664
Growth of fish (%/Day)	0.5	0.8	0.7	0.8	1.0
Accumulated mortality (%)	14	10	14	25	16
Initial lipid content in flesh (%)	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0
Final lipid content (%)					
in flesh	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
in liver	4.8	6.2	5.3	4.7	5.8

*¹ Oriental Yeast Fermentation Co.

*² Feed oil Ω (Riken Vitamin Oil Co.)

*³ Supplied vitamins at following levels: (g/Kg) Vitamin B₁ 1.2, Vitamin B₂ 8.0, Vitamin B₆ 1.5, Vitamin B₁₂ 0.002, Vitamin C 10.0, Vitamin E 16.0, choline chloride 70.0, *p*-aminobenzoic acid 7.0, biotin 0.05, Ca-pantothenate 10.0, inositol 10.0, niacin 10.0, folic acid 0.3, yeast 855.95.

*⁴ U.S.P. XIV Salt Mixture (1950)

ステル化したのち GLC (5% DEGS カラム, 1.5 m × 3 mm, 担体 Chromosorb WAW DMCS 100~120 mesh, 190°C または 15% BDS カラム, 1.5 m × 3 mm, 担体 Chromosorb WAW DMCS 80~100 mesh, 215°C) で脂肪酸組成を分析した。組成の計算は島津製クロマトパック-E1A で行なった。

結果および考察

成長：ギンザケの飼育 8 週間後の体成長を体重増加でみると、表 1 に示すように 1 年魚、2 年魚ともに油脂添加量の多い飼料を摂取した魚群ほど成長がすぐれており、日間成長率 (%/Day) は油脂添加量 8.9% の Diet 5 の飼料を摂取した 2 年魚群が 1.0% と一番大きな値を示した。死亡率は 1 年魚の場合油脂添加によって減少の傾向が認められるが、2 年魚では油脂添加飼料の影響は明らかでなかつた。

Table 2. Lipid composition of coho salmon liver (%).

	Diet no.				
	1	2	3	4	5
Hydrocarbons	Tr*	Tr	Tr	Tr	Tr
Sterol esters	3	3	3	3	3
Triglycerides	19	39	30	19	24
Free fatty acids	11	10	8	13	9
Diglycerides	2	2	2	2	2
Sterols	4	5	5	3	4
Phospholipids	61	41	52	60	58

* Trace (less than 1%)

Table 3. Fatty acid composition of natural lipids of diets (%).*

Fatty acid	Diet no.				
	1	2	3	4	5
14:0	3.1	5.5	3.6	6.3	5.2
16:0	18.7	16.2	19.1	16.9	13.1
18:0	4.0	2.6	3.9	2.6	2.4
16:1	5.5	8.2	5.8	8.9	8.5
18:1	26.4	20.9	24.7	20.0	18.0
20:1	4.9	11.3	4.7	11.2	15.1
22:1	3.6	8.0	3.3	7.2	11.2
18:2 ω 6	22.2	12.9	21.6	12.3	9.0
18:3 ω 6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
18:3 ω 3	1.5	0.9	1.5	0.8	0.6
20:2 ω 6	0.1	Tr**	0.1	Tr	Tr
20:3 ω 6	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1
20:4 ω 6	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
20:5 ω 3	3.6	5.7	4.2	5.7	7.2
22:5 ω 3	0.4	0.5	0.6	0.5	0.7
22:6 ω 3	2.7	3.0	3.3	3.0	4.1
Total saturated acids	26.4	25.0	27.1	26.6	21.2
Total monounsaturated acids	40.8	48.9	38.8	47.8	53.3
Total polyunsaturated acids	32.9	26.1	34.1	25.6	25.6
$\Sigma\omega$ 3/ $\Sigma\omega$ 6	0.4	0.8	0.5	0.8	1.3

* Other acids, including 12:0, 15:0, 16:1, 17:1, 20:4 ω 3 and 22:5 ω 6, were detected as minor components.

** Trace (less than 0.05%)

た。しかし死亡率を飼育期間の前期4週間と後期4週間に分けてみると、後期では前期の約1/2であり、また油脂添加量が多い飼料を摂取した魚群ほど死亡率は減少した¹¹⁾。これらの結果は、飼料への油脂添加がギンザケの成長促進に有効であることをあらわしていると考えられる。

脂質含量と脂質組成： ギンザケ背肉の脂質含量は実験開始時の1年魚0.9%、2年魚1.0%にくらべ、8週間後では各群とも若干増加した。しかし油脂添加量による影響は認められなかった(表1)。肝臓の脂質含量は、1年魚で飼料への4.7%油脂添加によって4.8%から6.2%と増加したが、2年魚ではDiet 4群が4.7%と他の2群にくらべ低含量であり油脂添加による肝臓脂質含量への影響は明らかではなかった。

ギンザケ肝臓脂質の脂質組成を表2に示す。肝臓脂質の主要成分はリン脂質(PL)、トリグリセリド(TG)および遊離脂肪酸(FFA)であった。1年魚では油脂添加群でTGが増加し、PLが減少したが、2年魚の場合飼料への油脂添加による脂質組成の変化は認められなかった。

脂肪酸組成： 供与飼料NLの脂肪酸組成を表3に示す。NLの脂肪酸組成は油脂添加量が増すとともに16:0, 18:1, 18:2 ω 6が減少し、16:1, 20:1, 22:1, 20:5 ω 3および22:6 ω 3が増加した。なお飼料脂質PLの脂肪酸組成は、NLにおけるような大きな変化は認められず、20:5 ω 3の含量はDiet 1: 7.1%, Diet 2: 6.9%, Diet 3: 7.6%, Diet 4: 8.0%, Diet 5: 7.2%、また22:6 ω 3はDiet 1: 6.4%, Diet 2: 6.7%, Diet 3: 8.9%, Diet 4: 10.3%, Diet 5: 7.6%であった。

ギンザケ飼育8週間後の肝臓NLとPLの脂肪酸組成を表4, 5に示す。飼料脂質の影響は両脂質成

Table 4. Fatty acid composition of neutral lipids of coho salmon liver (%).*

Fatty acid	Diet no.				
	1	2	3	4	5
14:0	2.7	2.0	3.0	2.5	2.4
16:0	14.3	10.4	15.3	12.6	9.7
18:0	6.9	5.4	6.1	4.9	3.5
16:1	8.2	7.6	9.5	7.5	8.3
18:1	44.1	48.0	51.3	40.2	39.8
20:1	4.8	8.9	2.8	8.2	11.7
22:1	1.0	2.6	0.8	2.5	3.8
18:2 ω 6	4.9	4.5	3.5	5.9	5.2
18:3 ω 6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1
18:3 ω 3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2
20:2 ω 9	1.7	1.5	1.2	1.3	1.3
20:2 ω 6	0.6	0.8	Tr**	0.8	0.8
20:3 ω 9	0.6	Tr	0.1	Tr	Tr
20:3 ω 6	0.5	0.4	0.2	0.4	0.3
20:4 ω 6	1.1	0.4	0.5	0.8	0.6
20:5 ω 3	1.2	1.3	0.8	2.2	2.4
22:5 ω 6	0.2	0.1	—	Tr	Tr
22:5 ω 3	0.4	0.6	0.3	1.0	1.3
22:6 ω 3	5.3	4.1	3.4	6.9	6.9
Total saturated acids	24.3	18.1	24.8	20.6	16.0
Total monounsaturated acids	58.3	67.3	64.5	58.7	63.9
Total polyunsaturated acids	17.4	14.6	10.7	20.6	20.1
$\Sigma\omega$ 3/ $\Sigma\omega$ 6	1.1	1.1	1.2	1.3	1.5
20:3 ω 9/22:6 ω 3	0.11	—	0.03	—	—

* Other acids, including 12:0, 15:0, br16:0, 17:1 and 21:5 ω 3, were detected as minor components.

** Trace (less than 0.05%)

Table 5. Fatty acid composition of phospholipids of coho salmon liver (%).*

Fatty acid	Diet no.				
	1	2	3	4	5
14:0	1.3	1.4	1.1	1.3	1.4
16:0	17.7	17.7	18.8	19.2	13.7
18:0	8.1	6.2	5.5	6.9	9.6
16:1	3.8	3.3	4.6	1.9	3.2
18:1	22.2	19.2	25.8	16.4	17.1
20:1	2.3	2.9	1.3	3.1	5.3
22:1	—	Tr**	—	—	0.9
18:2 ω 6	4.8	3.9	5.2	3.5	2.7
18:3 ω 6	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
18:3 ω 3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
20:2 ω 9	0.8	0.4	0.7	0.4	0.3
20:2 ω 6	0.8	0.8	0.4	0.9	1.1
20:3 ω 9	2.3	0.4	1.0	0.4	0.2
20:3 ω 6	1.8	1.2	1.5	1.1	0.7
20:4 ω 6	5.1	3.4	3.4	3.1	2.2
20:5 ω 3	2.9	6.4	3.8	6.7	7.4
22:5 ω 6	0.6	0.3	0.5	0.4	0.3
22:5 ω 3	1.1	2.4	1.6	2.7	2.3
22:6 ω 3	22.9	27.8	23.2	30.8	29.8
Total saturated acids	27.5	25.7	25.6	27.7	24.8
Total monounsaturated acids	28.4	25.5	31.8	21.6	26.6
Total polyunsaturated acids	44.1	48.7	42.7	50.8	48.6
$\Sigma\omega$ 3/ $\Sigma\omega$ 6	2.0	3.4	2.4	4.2	4.8
20:3 ω 9/22:6 ω 3	0.10	0.01	0.04	0.01	0.01

* Other acids, including 12:0, 15:0, br16:0, 17:1 and 21:5 ω 3, were detected as minor components.

** Trace (less than 0.05%)

分の脂肪酸組成にあらわれるが、特に PL で顕著であった。すなわち、油脂添加飼料を摂取した魚群では無添加群にくらべ 18:1 および 18:2 ω 6 が減少し、20:5 ω 3, 22:6 ω 3 が増加した。18:1 ω 9 や 18:2 ω 6 の変換によって生成する 20:3 ω 9 や 20:4 ω 6 などは油脂無添加飼料の魚群で含量が多いが、油脂添加量が多くなるとともに減少した。モノエン酸のなかで 20:1, 22:1 については PL より NL の方で飼料脂質の影響が大きかった。背肉についてはさきにも述べたように脂質含量に対する飼料脂質の影響はほとんどなかったが、脂肪酸組成に関しては、図 1 に示すように背肉 NL で肝臓におけるのとはほぼ同様の変化が認められた。肝臓脂質の脂肪酸成分中ポリエン酸に関して ω 3 酸と ω 6 酸の比をみると、飼料への油脂添加量が増すとともにその値は増大した。

今回の飼育実験から、飼料に油脂を添加することによってギンザケの成長が促進されることおよびギンザケ脂質の脂肪酸組成が飼料脂質の影響を受けることがわかった。魚類に対する脂質の栄養的価値については多くの知見が得られており、そのなかで Takeuchi ら⁶⁾ はニジマスを試料として、 ω 3 不飽和脂肪酸の成長促進効果について検討した結果、20:5 ω 3 や 22:6 ω 3 などの ω 3 高度不飽和脂肪酸が 18:3 ω 3 の 2 倍以上の力価を持つことを明らかにした。また竹内⁴⁾ はニジマスの最大成長を得るためには、飼料脂質中に 20:5 ω 3, 22:6 ω 3 が 10% 以上含有することが必要であると述べている。今回の実験に使用した添加油脂はスケトウダラ肝油を原料とする ω 3 高度不飽和脂肪酸を多く含有する油脂であり、飼料への油脂添加量が増すとともにギンザケの成長が良い結果を得たことから、 ω 3 高度不飽和脂肪酸は成長促進効果を有するものと考察された。飼料 NL および PL の脂肪酸組成から飼料脂

質中の 20:5 ω 3+22:6 ω 3 量を算出すると、それぞれ Diet 1: 8%, Diet 2: 10%, Diet 3: 10%, Diet 4: 11%, Diet 5: 12% となり、Diet 1 が低い値を示すのに対し Diet 5 が 12% と含量が多かった。このような結果は各魚群おける成長率によく反映されている。

Castell ら¹²⁾ はニジマスの EFA 要求の充足度の指標として 20:3 ω 9/22:6 ω 3 比を提唱し、この値が 0.4 以下であれば EFA 要求を充足すると述べている。ギンザケ肝臓 PL の 20:3 ω 9/22:6 ω 3 はいずれの魚群も 0.1 以下であり(表 5)、ギンザケがニジマスと同様な EFA 要求をもつとすれば供与飼料がギンザケの EFA 要求を充足していると思われるが、油脂添加群の方が低値であることから飼料への油脂添加がより効果的であると考えられる。

要 約

ギンザケ (*Oncorhynchus kisutch*) に添加油脂量が異なる飼料を与え 22 週間淡水飼育し、その間 8 週間後のギンザケの成長と肝臓脂質組成および背肉、肝臓脂質の脂肪酸組成を調べた結果を得た。

1) ギンザケの成長率は飼料への油脂添加量の増加によってたかまり、Diet 5 (油脂添加量 8.9%) 群のギンザケでは成長率が 1.0% と他の魚群にくらべもっとも大きな値を示した。

2) ギンザケ肝臓リン脂質の $\Sigma\omega$ 3/ $\Sigma\omega$ 6 比は飼料への油脂添加によって増大し、逆に 20:3 ω 9 の含量は減少した。

3) ギンザケの成長を促進させるためには飼料への油脂添加が効果的であり、飼料脂質の ω 3 高度不飽和脂肪酸 (20:5 ω 3, 22:6 ω 3) が成長に関与していることが推定された。

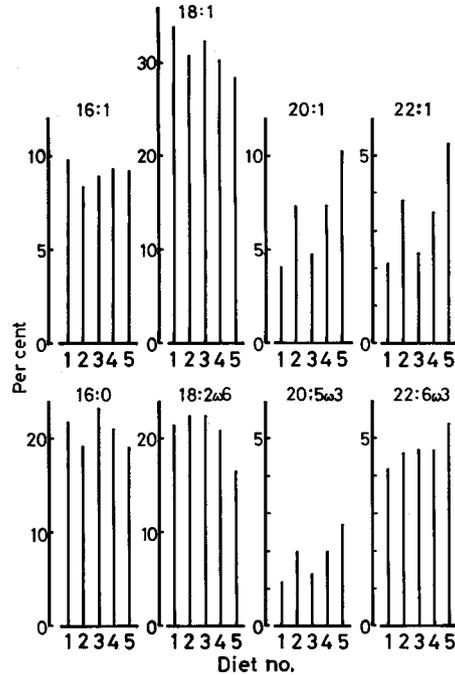


Fig. 1. Fatty acid composition of natural lipids of coho salmon flesh (%).

文 献

- 1) 竹内昌昭 (1978). 飼料の脂質レベルがアユ体脂の蓄積におよぼす影響について. 東海水研報 **93**, 103-109.
- 2) 豊水正道・川崎賢治・富安行雄 (1963). ニジマス油の脂肪酸組成におよぼす餌油の影響. 日本水誌 **29**, 957-961.
- 3) 金子徳五郎・竹内昌昭・石井清之助・東 秀雄・菊地貴明 (1967). 養魚飼料における脂質の役割に関する研究-III. ニジマスへの高度不飽和脂肪酸メチル, リノール酸メチルおよびパルミチン酸メチル投与時の可食部脂肪酸組成への影響. 同誌 **33**, 47-55.
- 4) 日本水産学会編(1978). 水産学シリーズ No. 22, 養魚と飼料脂質 139 p. 恒社厚生閣, 東京.
- 5) Owen, J.M., Adron, J.W., Middleton, C. and Cowey, C.B. (1975). Elongation and desaturation of dietary fatty acids in turbot, *Scophthalmus maximus* L., and rainbow trout, *Salmo gairdnerii* Rich. *Lipids* **10**, 528-531.

- 6) Takeuchi, T. and Watanabe, T. (1976). Nutritive value of ω 3 highly unsaturated fatty acids in pollock liver oil for rainbow trout. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **42**, 907-919.
- 7) Yu, T.C. and Sinnhuber, R.O. (1972). Effect of dietary linolenic acid and docosahexaenoic acid on growth and fatty acid composition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Lipids* **7**, 450-454.
- 8) Leitritz, E. (1960). *Trout and salmon culture*. 112p. Fish Bulletin No. 107. Department of Fish and Game, California.
- 9) Bligh, E.G. and Dyer, W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* **37**, 911-917.
- 10) Downing, D.T. (1968). Photodensitometry in the thin-layer chromatographic analysis of neutral lipids. *J. Chromatog.* **38**, 91-99.
- 11) 寺尾俊郎・岡田鳳二・太田 亨 (1978). 昭和 53 年度指定調査研究総合助成事業報告書 ギンザケの親魚養成に関する研究. 23 p. 北海道立水産孵化場, 札幌.
- 12) Castell, J.D., Sinnhuber, R.O., Wales, J.H. and Lee, D.J. (1972). Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): Growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms. *J. Nutr.* **102**, 77-86.