

コイにおけるエネルギー源としての脂肪酸の選択性

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	村田, 寿 東, 敏春
巻/号	46巻11号
掲載ページ	p. 1333-1338
発行年月	1980年11月

コイにおけるエネルギー源としての脂肪酸の選択性^{*1}

村田 寿・東 敏春

(1980年6月10日受理)

Selective Utilization of Fatty Acid as Energy Source in Carp^{*1}Hisashi MURATA^{*2} and Toshiharu HIGASHI^{*2}

In order to elucidate, *in vivo*, the selective utilization of fatty acid as the energy source in carp *Cyprinus carpio*, the incorporation of $1\text{-}^{14}\text{C}$ -acetate and $1\text{-}^{14}\text{C}$ -18:1 ω 9 acid into lipid fraction, their excretion as $^{14}\text{CO}_2$ and the changes of lipid content and fatty acid composition were studied in starved carp.

The formation of fatty acid from acetate and the synthesis of triglyceride from 18:1 ω 9 acid were extremely depressed during starvation, while β -oxidation was accelerated. After 34 days, the total lipid content in the whole body fell remarkably owing to the decrease of the triglyceride content. Thus, the authors inferred that the change of fatty acids in the triglyceride during starvation might be attributable to the fatty acids being utilized as energy source in carp.

In the body triglyceride of carp starved for 66 days, 22:6 ω 3 acid comprised 56% of the total acids; however, both the percentages of 18:1 ω 9 and 18:2 ω 6 acids were reduced to as low as 23% of their initial levels. 18:3 ω 3, 20:3 ω 9 and 20:4 ω 6 acids remained almost unchanged during the starvation. Consequently, it was judged that the composition of fatty acid in the body triglyceride was changed by the selective utilization of fatty acids as energy source rather than by the acceleration of chain elongation and desaturation of the fatty acids.

In conclusion, these results indicated that 18:1 ω 9 and 18:2 ω 6 acids were preferentially utilized as energy source in carp, whereas 22:6 ω 3 acid was utilized minimally.

養魚飼料への脂質の添加が魚の成長や飼料効率の向上を計る上で有効であることから、飼料素材としての脂質の高い評価は広く認められている。ところが、魚類における脂質の役割について、ニジマス、マダイ、コイ、ウナギなどで必須脂肪酸としての魚類脂質の重要性が明らかにされている¹⁾のとは対照的に、エネルギー源としての脂肪酸の選択性についての研究は少ない。すなわち、BROWN and TAPPEL²⁾ および筆者ら^{3,4)} が β -酸化の基質脂肪酸に対する特異性を酵素化学的に *in vitro* で研究している他に、HAYASHI and TAKAGI⁵⁾ が網刺しによるストレス(異常運動)を体験したマイワシ筋肉を用いて、金子ら⁶⁾ が絶食ニジマス筋肉を用いて、脂肪酸組成の変化を研究しているだけで、深く研究されていない。

筆者らは、前報においてコイ血合肉から調製したミトコンドリアで 18:1 ω 9 酸が β -酸化されやすい脂肪酸で、22:6 ω 3 酸のような高度不飽和酸は β -酸化されにくい脂肪酸であると推測した³⁾。さらに、マダイ、ニジマスおよびテラピアの肝臓と血合肉のいずれのミトコンドリアでも 22:6 ω 3 酸は 18:1 ω 9 酸より β -酸化されにくかつ

たことから、魚類での 22:6 ω 3 酸の β -酸化によるエネルギー代謝は劣ると結論した⁴⁾。そこで、筆者らは、コイのエネルギー源としての脂肪酸の選択性を *in vivo* で明らかにする目的で、本研究を行った。すなわち、エネルギー源としての脂肪酸の利用を検討する上で絶食したコイが格好の材料であることを確認した後、コイ全魚体トリグリセリド(TG)の絶食中の脂肪酸組成の β -酸化による変化からコイにおけるエネルギー源としての脂肪酸の選択性を明らかにし得たので、報告する。

実験方法

供試魚 宮崎市近郊養魚場産のコイ *Cyprinus carpio* (体重 4.1~8.8 g) に循環ろ過装置を付けた 100 l (75×38×35 cm) のガラス水槽(水温 24.5~25.5°C) で市販コイ用配合飼料ペレットを与えて予備飼育した後、無給餌飼育した。再給餌を必要とした場合には、予備飼育の場合と同様に市販のコイ用配合飼料ペレットを与えた。飼育水は 10 日目ごとにその半分を換水した。

¹⁴C-脂肪酸の酸化の測定法 測定日ごとに 5 あるいは

^{*1} 魚類の脂肪酸代謝に関する研究—VIII (Studies on the Metabolism of Fatty Acid in Fish—VIII).

^{*2} 宮崎大学農学部水産環境学講座 (Lab. Fish. Envir., Fac. Agr., Miyazaki Univ., Miyazaki 880, Japan).

6尾のコイを採りあげ、0.75% NaCl 溶液に溶かした $1\text{-}^{14}\text{C}$ -酢酸 ($1\text{-}5\text{ mCi/mmol}$) $1\ \mu\text{Ci}$, あるいは $1\text{-}^{14}\text{C}$ -18:1 ω 9 酸 (500 mCi/mmol) カリウム塩 $0.2\ \mu\text{Ci}$ を腹腔内にそれぞれ投与後、1尾ずつ飼育水 600 ml の密封三角フラスコ (1 l) の試験水槽 (水温 $24.5\sim 25.5^\circ\text{C}$) で6時間飼育した。この間飼育水へのエアレーションによって、2時間ごとにモノエタノールアミンで $^{14}\text{CO}_2$ を捕集した。試験終了後、直ちにドライアイスアセトンでコイを凍結すると同時に、飼育水の一部を酸性とし、水蒸気蒸留法で水中の ^{14}C -炭酸物質を $^{14}\text{CO}_2$ として回収した。この $^{14}\text{CO}_2$ と前述のその量の和から、脂肪酸の酸化を測定し、% of injected dose で表示した。なお、 $^{14}\text{CO}_2$ の放射能は Insta-gel (マッカード社製) をシンチレーターとし、液体シンチレーションカウンターで測定した⁷⁾。

脂質の抽出・分離と定量法 (1) 脂質の抽出・分離 FOLCH らの方法⁸⁾ に準じてコイ全魚体から脂質を抽出した。脂質の分離には、Wakogel B-O (和光純薬工業(株)製) の 0.25 mm 薄層を用い、SKIPSKI らの方法⁹⁾ により一次展開溶剤として isopropyl ether-AcOH (96:4, v/v), 二次展開溶剤として petroleum ether-diethyl ether-AcOH (90:10:1, v/v) を用いた。(2) 脂質クラスの定量法 総脂質量は重量法, TG は VIOUQUE and HOLMAN 法¹⁰⁾, リン脂質 (PL) は BARTLETT 法¹¹⁾ で、それぞれ測定した。(3) 脂肪酸組成の分析法 TLC で分離した TG, PL をシリカゲルからかきとり、ケン化後、 $\text{BF}_3\text{-MeOH}$ でメチル化し、GLC によつて脂肪酸を測定した。GLC の分析条件は前報に準じた⁹⁾。

脂質画分へのアイソトープのとり込み測定法 TLC で分離した脂質クラスをヨウ素蒸気で確認した後、液シン用バイアルにかきとり、これに薄層がゲル状を保つように Cab-O-Sil (マッカード社製) を含んだトルエンシンチレーターを加え、溶体シンチレーションカウンターで各脂質クラスの放射能活性を測定した⁷⁾。

結 果

絶食中のコイにおける脂質の生合成と脂肪酸の酸化

絶食中のコイにおける脂質の *in vivo* での生合成および脂肪酸の酸化の変動を明らかにするために、 ^{14}C -脂肪酸の脂質クラスへのとり込みと $^{14}\text{CO}_2$ としての排泄を測定した。

Table 1 に示す 1, 10, 25 日絶食して体重, 脂質量が減少したコイを試料とし、その腹腔内に投与した $1\text{-}^{14}\text{C}$ -酢酸の全魚体脂質画分へのとり込み量と $^{14}\text{CO}_2$ としての排泄量を Table 2 に示す。絶食1日目の場合は6時間の飼育で脂質画分にとり込まれた放射能は投与量の44%であったが、10, 25日目では1日目の値の

Table 1. Decrease in body weight and lipid content in carp during starvation

Starvation (Day)	Body weight (g)	Lipid		
		WL (% of body weight)	TG (mg/10 g of body weight)	PL
1	5.51 ± 0.36	5.78 ± 0.56	383 ± 28	63 ± 4
10	5.12 ± 0.10	5.34 ± 0.27	349 ± 25	42 ± 15
25	4.73 ± 0.35	3.92 ± 0.74	186 ± 51	49 ± 11

Each value is the mean \pm the standard deviation on five fish.
WL: whole lipid, TG: triglyceride, PL: phospholipid.

Table 2. Incorporation of $1\text{-}^{14}\text{C}$ -acetate into lipid fraction and oxidation of that in carp during starvation

Starvation (Day)	Radioactivity (% of injected dose)		
	Lipid fraction	Non lipid fraction	$^{14}\text{CO}_2$
1	43.5 ± 5.2	4.0 ± 1.0	44.2 ± 7.8
10	4.0 ± 0.3	8.5 ± 1.2	57.1 ± 3.3
25	4.4 ± 0.8	10.3 ± 1.7	60.8 ± 2.7

Carp was the same as shown in Table 1. Each carp was injected intraperitoneally with 0.1 ml of $1\text{-}^{14}\text{C}$ -acetate ($1\ \mu\text{Ci}$) dissolved in 0.75% NaCl solution. Carp was killed for assay 6 h after injection. Each value is the mean \pm the standard deviation on five fish.

0.09~0.10 倍にとどまり、酢酸からの脂質の合成は絶食中に極めて抑制された。これに対し、 $^{14}\text{CO}_2$ としての排泄量は、非脂質画分へのとり込み量と同様に絶食による増大傾向が認められた。脂質画分にとり込まれた放射能を各脂質クラス別に調べると、Fig. 1 に示すように、1日目におけるTGへのとり込み量は投与量の30%で最大で、ついでPLで8.7%であった。しかし、10日目以降ではこれらクラスへのとり込み量も、ジグリセリド、モノグリセリド、遊離脂肪酸およびコレステロールエステルと同様に低下し、とくに、PLよりTGの合成が極端な低下を示した。

66日間絶食中のコイおよびその後20日間再給餌飼育したコイ (Table 3) の腹腔内に、 $1\text{-}^{14}\text{C}$ -18:1 ω 9 酸を投与した結果を Fig. 2 に示す。絶食1日目のコイ全魚体脂質中のTGとPLへの18:1 ω 9 酸のとり込みは、投与量のそれぞれ17, 15% でほぼ同一であったが、5日目以降のとり込みは、酢酸の場合と同様にTGで著しく低下し、1日目の値の0.13~0.48倍にとどまった。これに対し、PLではTGのような顕著なとり込みの低下を示さなかつた。他方、18:1 ω 9 酸の β -酸化は、5~34日目で酢酸の酸化と同様に絶食による促進傾向が認められたが、66日目では1日目の値とほぼ同一レベル

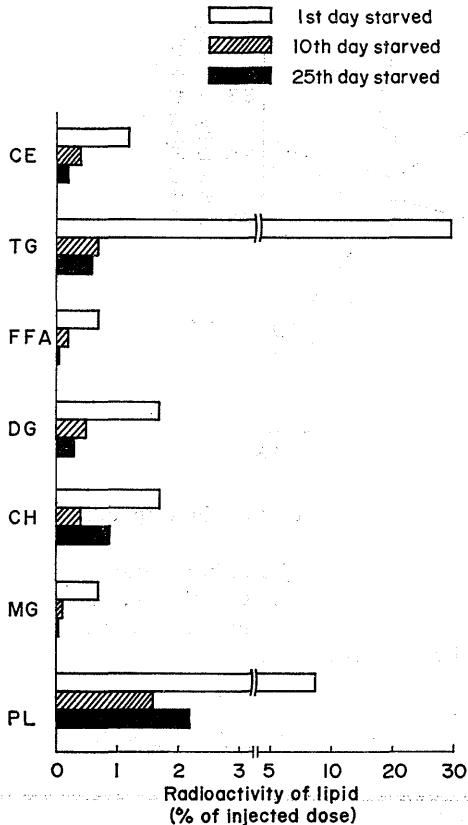


Fig. 1. Incorporation of $1-^{14}\text{C}$ -acetate into lipid class from whole body of carp during starvation.

Experimental conditions are the same as shown in Table 2. Value is the mean on five fish.

CE: cholesterol ester, DG: diglyceride, CH: cholesterol, MG: monoglyceride.

にもどつた。このように絶食による脂質代謝の変動を認めたコイを絶食後 20 日間再給餌すると、TG, PL での放射能分布は 1 日目のそれと同様となつた。

これらの結果、絶食したコイでは脂質の生合成は抑制され、むしろ脂肪酸の酸化が促進される傾向が明らかとなつた。

絶食中のコイにおける全魚体脂質中の TG と PL の脂肪酸組成の変化 Table 3 に示したように、絶食コイでは、PL 量は 66 日目でも 1 日目での 0.48 倍にとどまり緩かな減少傾向であつたのに対し、TG 量は 34 日目以降著しく減少した。このため、総脂質量は顕著に低下した。すなわち、絶食中のコイにおけるエネルギー代謝で TG の重要性が確認できた。

TG と PL の脂肪酸組成の変化をそれぞれ Tables 4, 5 に示す。TG での脂肪酸組成の変化は、10 日目まで体重単位当りでの TG 量の差異と同様に認められなかつたが、TG 量が著しく減少した 34 日目で 22:6 ω 3 酸の割合が 1 日目の値の 7 倍、20:5 ω 3 酸で 2 倍と高度不飽和酸が増加したのに対し、18:1 ω 9 酸は 0.5 倍に減少した。さらに、66 日目では 22:6 ω 3 酸が全脂肪酸の 56% にまで著しく増加したため、18:1 ω 9, 18:2 ω 6 酸でそれぞれ 0.23 倍、16:1 ω 7 酸で 0.31 倍に減少した。しかし、再給餌 20 日後では、絶食 1 日目の値とほぼ同様の脂肪酸組成にもどつた。他方、絶食による体重単位当りでの量の緩かな減少が認められた PL では、絶食中と再給餌後のいずれでも脂肪酸組成に大差はなかつた。

考 察

魚類脂質に与える絶食の影響は、すでに数多くの報告で認められている¹²⁻¹⁵⁾ ように、コイを試料とした本報でも明らかに認められた。すなわち、絶食中のコイにおける全魚体総脂質量は TG 量の著しい減少に基づいて低下した。したがつて、絶食中のコイ全魚体 TG の脂肪酸

Table 3. Changes in body weight and lipid content in carp starved for 66 days and in those in re-fed carp for subsequent 20 days

Rearing period (Day)	Body weight (g)	Lipid		
		WL (% of body weight)	TG (mg/10 g of body weight)	PL (mg/10 g of body weight)
1 Starved	8.39±0.38	3.03±0.94	156±66	82±9
2 "	7.89±0.38	2.99±0.51	162±48	73±4
5 "	7.53±0.59	2.45±0.68	126±66	58±2
10 "	7.57±0.32	2.67±0.63	142±55	68±3
34 "	6.28±0.70	0.91±0.09	8±3	48±9
66 "	5.85±0.27	0.76±0.18	3±1	39±8
86 Starved and re-fed for 20 days	11.34±0.71	3.13±0.76	180±24	67±5

Each value is the mean±the standard deviation on six fish.

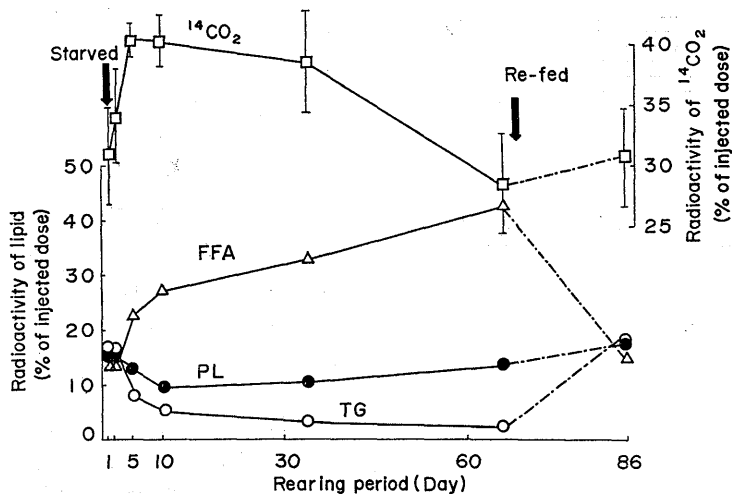


Fig. 2. Synthesis of lipids from $1\text{-}^{14}\text{C}\text{-}18:1\omega 9$ acid and oxidation of that in carp during starvation and re-feed.

Carp was the same as shown in Table 3. Each carp was injected intraperitoneally with 0.1 ml of $1\text{-}^{14}\text{C}\text{-}18:1\omega 9$ acid ($0.2\ \mu\text{Ci}$) dissolved in 0.75% NaCl solution. Carp was killed for assay 6 h after the injection. Each point represents the mean value on six fish and standard deviation is indicated by a vertical line.

Table 4. Change in fatty acid composition (%) of TG from whole body of carp by starvation and re-feed

Fatty acid	Rearing period (Day)						
	1	2	3	10 (%)	34	66	86
<14:0	—*1	—	—	—	4.2 ± 1.8	3.7 ± 0.9	—
14:0	2.6 ± 0.2	2.6 ± 0.1	3.0 ± 0.5	1.4 ± 0.2	2.3 ± 0.6	0.8 ± 0.2	2.2 ± 0.2
15:0	0.7 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.8 ± 0.3	1.4 ± 0.2	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.2	0.3 ± 0.1
16:0	19.7 ± 1.1	19.9 ± 1.0	19.5 ± 2.5	19.7 ± 0.4	16.4 ± 0.8	12.0 ± 0.8	21.2 ± 1.4
16:1 $\omega 7$	6.8 ± 0.4	6.6 ± 0.5	6.0 ± 0.7	6.2 ± 0.2	4.0 ± 0.4	2.1 ± 0.6	9.6 ± 1.3
NK*2	0.4 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.5 ± 0.2	0.7 ± 0.1	0.8 ± 0.3	0.6 ± 0.3	0.5 ± 0.1
NK	0.7 ± 0.1	0.7 ± 0.2	0.5 ± 0.2	0.5 ± 0.1	0.9 ± 0.3	0.6 ± 0.2	0.4 ± 0.2
18:0	3.6 ± 0.4	3.8 ± 0.3	3.7 ± 0.6	4.0 ± 0.5	4.7 ± 0.7	3.1 ± 0.6	4.0 ± 0.5
18:1 $\omega 9$	29.4 ± 1.0	29.7 ± 1.4	28.1 ± 2.1	28.6 ± 1.8	17.8 ± 4.0	6.9 ± 2.1	39.2 ± 3.2
18:2 $\omega 6$	16.9 ± 1.1	17.0 ± 0.5	17.6 ± 2.6	15.7 ± 1.2	11.0 ± 3.7	3.9 ± 1.0	10.9 ± 1.4
18:3 $\omega 3$	1.1 ± 0.2	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.2	0.8 ± 0.2	0.8 ± 0.3	0.8 ± 0.2	0.1 ± 0
20:1 $\omega 9$	8.3 ± 0.6	9.2 ± 1.0	9.1 ± 1.5	9.3 ± 0.7	12.4 ± 4.4	4.0 ± 3.0	6.5 ± 0.4
20:3 $\omega 9$	0.5 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.7 ± 0.2	0.6 ± 0.1	0.3 ± 0.2	0.3 ± 0.1	0.1 ± 0
20:3 $\omega 6$	0.2 ± 0	0.2 ± 0	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0	0.8 ± 1.0	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.1
20:4 $\omega 6$	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0	0.3 ± 0.1	0.7 ± 0.5	0.2 ± 0.1
20:5 $\omega 3$	3.9 ± 0.8	4.2 ± 0.2	5.6 ± 1.9	4.5 ± 0.6	9.2 ± 1.6	4.1 ± 0.9	2.3 ± 0.3
NK	1.5 ± 0.2	0.9 ± 0.2	1.0 ± 0.2	0.7 ± 0.3	0.9 ± 0.4	1.0 ± 0.2	0.9 ± 0.3
22:5 $\omega 6$	0.5 ± 0.2	0.8 ± 0.8	1.0 ± 0.7	1.0 ± 0.5	1.2 ± 0.2	0.9 ± 0.5	—
22:5 $\omega 3$	0.4 ± 0.2	0.3 ± 0.2	0.1 ± 0	0.2 ± 0.1	0.8 ± 0.4	1.7 ± 0.8	0.3 ± 0.1
22:6 $\omega 3$	2.4 ± 0.6	1.4 ± 0.6	1.5 ± 0.3	2.0 ± 0.4	15.3 ± 13.1	56.1 ± 6.7	1.4 ± 0.6
TG content (mg/10 g of body weight)	156	162	126	142	8	3	180

Carp was the same as shown in Table 3. Each value is the mean \pm the standard deviation on six fish.

*1 Fatty acid composition (%) was not determined.

*2 Not known.

Table 5. Change in fatty acid composition (%) of PL from whole body of carp by starvation and re-feed

Fatty acid	Rearing period (Day)						
	1	2	5	10 (%)	34	66	86
14:0	0.9±0.2	0.9±0.4	1.0±0.2	2.0±0.7	0.6±0.1	0.4±0.1	0.7±0.1
15:0	0.5±0.1	0.3±0.1	1.0±0.3	1.2±0.5	0.2±0	0.5±0.2	0.2±0.1
16:0	20.8±1.0	20.6±0.6	20.6±0.6	21.3±1.0	19.5±1.5	18.8±0.6	20.2±0.5
16:1 ω 7	3.6±0.2	4.2±0.7	3.7±0.4	3.6±0.5	2.9±0.5	3.2±0.4	4.5±0.4
NK	0.6±0.1	0.6±0.3	0.6±0.1	0.6±0.2	0.5±0.1	0.8±0.4	0.5±0.1
NK	0.3±0.1	0.4±0.1	0.3±0.1	0.3±0.1	0.5±0.1	0.4±0.1	0.4±0.2
18:0	9.6±0.6	8.5±1.6	9.7±0.1	9.6±0.9	10.7±0.3	12.9±0.5	9.6±0.7
18:1 ω 9	17.9±1.2	19.9±3.0	18.3±0.7	19.7±1.5	18.1±2.5	19.2±1.2	21.8±1.2
18:2 ω 6	8.5±0.7	10.5±2.4	8.5±0.6	9.1±0.9	7.3±0.7	5.9±0.6	7.9±0.6
18:3 ω 3	0.7±0.3	0.7±0.2	0.5±0.2	0.4±0.1	0.6±0.1	0.9±0.1	0.3±0.1
20:1 ω 9	3.8±0.5	4.7±1.2	2.9±0.3	3.5±0.8	3.1±0.2	2.4±0.4	3.4±0.1
20:3 ω 6	1.2±0.2	0.9±0.3	1.0±0.1	0.8±0.1	1.1±0.1	1.2±0.1	1.4±0.2
20:4 ω 6	3.4±0.5	2.9±1.0	3.3±0.3	3.0±0.4	5.3±0.5	6.8±1.0	4.3±0.7
20:5 ω 3	3.1±0.7	2.9±0.5	3.6±0.7	2.5±0.4	3.5±0.6	1.7±0.7	1.6±0.4
NK	4.4±0.5	4.0±0.7	4.4±0.4	4.1±0.8	4.6±0.2	3.7±0.8	4.2±0.3
22:5 ω 6	1.5±0.3	1.5±0.3	1.3±0.5	1.0±0.8	0.7±0.4	0.7±0.5	0.4±0.1
22:5 ω 3	1.2±0.3	1.0±0.5	1.1±0.2	1.3±0.6	1.5±0.2	1.0±0.3	1.2±0.3
22:6 ω 3	17.0±1.6	14.7±3.7	17.9±0.7	15.9±2.2	19.0±1.0	18.9±0.8	16.9±0.8
PL content (mg/10 g of body weight)	82	73	58	68	48	39	67

Carp was the same as shown in Table 4. Each value is the mean±the standard deviation on six fish.

の変動は、エネルギー源としての脂肪酸の利用を検討する上で格好の材料となると考えた。

エネルギー源としての脂肪酸の選択性を脂肪酸組成の変化から明らかにするためには、脂肪酸組成が β -酸化のみでなく、生合成および鎖長延長・不飽和化などによっても変化することから、 β -酸化以外の脂質代謝の変動も考慮した上での論議が重要である。Table 4 に示したように、66 日間絶食したコイにおける TG の脂肪酸組成では、22:6 ω 3 酸の割合が著しく増加し、18:1 ω 9、18:2 ω 6、16:1 ω 7 酸が減少するという現象が観察された。この現象は、18:3 ω 3、20:3 ω 9 および 20:4 ω 6 酸の割合が絶食中ほとんど減少しなかつたことから、18:1 ω 9→20:3 ω 9、18:2 ω 6→20:4 ω 6、18:3 ω 3→22:6 ω 3 への鎖長延長・不飽和化の促進によるものではないと考えた。絶食中のコイでの脂質代謝では、酢酸からの脂肪酸の生合成および 18:1 ω 9 酸からの TG の生合成が極端に抑制されるのに対し、脂肪酸の酸化は促進された本実験の結果 (Table 2, Figs. 1, 2) およびコイ血合肉ミトコンドリアでの絶食による β -酸化促進を明らかにした前報の結果¹⁵⁾などを考え合せると、前述の現象は、 β -酸化によるエネルギー源としての脂肪酸の選択的利用に基づくものであると判断される。したがって、コイでは、絶食で脂肪酸の割合が最も著しく低下した 18:1 ω 9 と 18:2 ω 6

酸がエネルギー源として利用されやすい脂肪酸で、これら脂肪酸と対照的に最も高い増加率を示した 22:6 ω 3 酸は利用されにくい脂肪酸であると結論した。このことは、コイ血合肉と肝臓ミトコンドリアでは 18:1 ω 9 酸が β -酸化されやすい脂肪酸で、22:6 ω 3 酸は β -酸化されにくい脂肪酸であると指摘した前報の *in vitro* における結果^{3,4)}とよく一致した。

要 約

コイにおけるエネルギー源としての脂肪酸の選択性について研究を行った。

(1) コイにおける脂肪酸の生合成と TG の合成は絶食によつて極端に抑制されたが、脂肪酸の酸化は促進された。

(2) 絶食中のコイにおける全魚体総脂質量は TG 量の著しい減少による低下を示し、このため、TG の脂肪酸は、エネルギー源としての脂肪酸の利用を検討する上で格好の材料となると考えた。

(3) 66 日間絶食したコイにおける全魚体 TG で 22:6 ω 3 酸の著しい増加と 18:1 ω 9、18:2 ω 6 酸の顕著な減少は、18:3 ω 3、20:3 ω 9 および 20:4 ω 6 酸が絶食中ほとんど減少しなかつたため、脂肪酸の鎖長延長・不飽和化の促進によるものでなく、 β -酸化によるエネルギー

源としての脂肪酸の選択的利用に基づくものであると判断した。

(4) それ故、コイでは 18:1 ω 9, 18:2 ω 6 酸がエネルギー源として利用されやすい脂肪酸で、22:6 ω 3 酸は利用さにくい脂肪酸であると結論した。

文 献

- 1) 鹿山 光・竹内俊郎・米 康夫・手島新一: 養魚と飼料脂質 (日本水産学会編), 第 1 版, 恒星社厚生閣, 東京, 1978, pp. 7-77.
- 2) W. D. BROWN and A. L. TAPPEL: *Arch. Biochem. Biophys.*, **85**, 149-158 (1959).
- 3) 村田 寿・東 敏春: 日水誌, **45**, 211-217 (1979).
- 4) 村田 寿: 日水誌, **45**, 379-383 (1979).
- 5) K. HAYASHI and T. TAKAGI: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **43**, 1189-1198 (1977).
- 6) 金子 徳五郎・竹内 昌昭・石井 清之助・東 秀雄・菊池 貴明: 日水誌, **33**, 56-58 (1966).
- 7) 村田 寿: 日水誌, **45**, 585-590 (1979).
- 8) J. FOLCH, M. LEES, and G.H. STANLEY: *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-509 (1957).
- 9) V. P. SKIPISKI, A. F. SMOLOWE, R. C. SULLIVAN, and M. BARCLAY: *Biochim. Biophys. Acta*, **106**, 386-396 (1965).
- 10) E. VIOQUE and R. T. HOLMAN: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **39**, 63-66 (1962).
- 11) G. R. BARTLETT: *J. Biol. Chem.*, **234**, 466-468 (1959).
- 12) Y. INI and Y. OHSHIMA: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **32**, 492-501 (1966).
- 13) 坂口 宏海: 日水誌, **42**, 1267-1272 (1978).
- 14) S. SAKAMOTO, M. FURUICHI, and Y. YONE: *J. Fac. Agr., Kyuchu Univ.*, **23**, 71-77 (1978).
- 15) 村田 寿・白石 政巳: 日水誌, **45**, 781-784 (1979).