脂肪酸組成からみた *Artemia* の栄養価^{*1}

渡辺 武・大和 史人

北島 力・藤田 矢郎

(1978 年 4 月 1 日受理)

Nutritional Quality of Brine Shrimp, *Artemia salina*, as a Living Feed from the Viewpoint of Essential Fatty Acids for FishTakeshi WATANABE^{*2}, Fumito OOWA^{*2}, Chikara KITAJIMA^{*3},
and Shiro FUJITA^{*3}

Artemia eggs and nauplii from different locations were analysed for fatty acids in order to clarify their food value to fish. The results demonstrated that *Artemia* could be classified into two types by the fatty acid composition; one contained a high amount of 18:3 ω 3, which is the essential fatty acid (EFA) for freshwater fish, and the other was high in the content of 20:5 ω 3, which is one of the EFA (together with 22:6 ω 3) for marine fish. *Artemia* from San Francisco in 1975 and 1976 and from South America in 1977 were found to be high in the content of 18:3 ω 3 and quite low in the content of the EFA for marine fish, suggesting a poor food value to marine fish. On the other hand, the concentration of 20:5 ω 3 was high in *Artemia* from San Francisco and Canada in 1977, and they were found to be satisfactory as a living feed for red sea bream juveniles. The dietary value of *Artemia* nauplii was improved by feeding them marine *Chlorella* and yeast supplemented with cuttlefish liver oil, both containing high amounts of the EFA of marine fish. The starvation of newly hatched *Artemia* nauplii containing a high amount of 18:3 ω 3 showed that the lipid and 18:3 ω 3 contents significantly decreased and the level of 20:5 ω 3 increased. This may suggest the conversion of 18:3 ω 3 in *Artemia* nauplii, to 20:5 ω 3, to some extent, but not to 22:6 ω 3. Thus the present study has demonstrated that the class of EFA contained in *Artemia* is the principal factor in the food value of *Artemia* to fish.

海産仔稚魚の初期餌料として、シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* (以下、ワムシと略記)、桃脚類を主とする甲殻類プランクトンなどが用いられている²⁾が、ワムシ以外の生物餌料は現状では大量入手が不安定なため、*Artemia* 幼生が補助的に使用されている。しかし、*Artemia* 幼生を単用連続給餌すると、大量への死を招くことが数種の魚種で知られている²⁻⁴⁾。天然プランクトンと併用するとこの現象が緩和されるといわれ、*Artemia* を使用する場合は、ワムシ、天然プランクトン、魚介肉ミンチなどと混合給餌が行われている。

そこで、仔稚魚用生物餌料としての *Artemia* の栄養価を明らかにするため、先にミネラル組成⁵⁾と蛋白質の栄養価⁶⁾を調べた。その結果、*Artemia* の栄養価とミネラル組成との直接的な関連はないこと、蛋白質の栄養価

も比較的優れていることを明らかにした。今回は前報⁷⁾のワムシに引続き、*Artemia* の餌料効果を魚類の必須脂肪酸 (EFA) の観点から検討した。

実験方法

Artemia salina 前報⁵⁾で一般組成とミネラル組成の分析に用いたものと同じである。すなわち、1975 年に長崎県水産試験場増養殖研究所 (長崎水試)、岐阜県魚苗生産試験調査事業美濃試験地 (岐阜水試) および東京水産大学増殖化学講座 (東水大) でそれぞれ孵化させたものと、1976 年および 1977 年に長崎水試で孵化させたものである。1975 年および 1976 年の *Artemia* はすべて Brine shrimp Co. Inc. の San Francisco 産のものであるが、1977 年はその他に同社の South America

^{*1} 種苗生産における栄養学的研究—IV.

^{*2} 東京水産大学 (Laboratory of Fish Nutrition, Tokyo University of Fisheries, Konan 4, Minato-ku, Tokyo).

^{*3} 長崎県水産試験場増養殖研究所 (Aquaculture Research Laboratory, Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, Nomozaki, Nagasaki, Japan).

産および Canada 産の *Artemia* も実験に使用した。なお、孵化条件などは前報³⁾に記載した。

各種餌料による *Artemia* の飼育 *Artemia* の脂肪酸組成に及ぼす餌料の影響をみる目的で、1976年度の San Francisco 産 *Artemia* を用いて飼育試験を行なった。海産クロレラ *Chlorella minutissima* (18×10^6 cells/ml sea water), パン酵母 *Saccharomyces cerevisiae* (9×10^6 cells/ml sea water) あるいはパン酵母にイカ肝油を資化させたもの (油脂酵母) (9×10^6 cells/ml sea water) を海水中に懸濁させた 40 l のポリバケツで、48 時間目に孵化した *Artemia* を 24~72 時間飼育した。なお、無給餌で飼育したものを対照区とした。各餌料で飼育した *Artemia* を経時的に回収し、水道水で 20 分間水洗した後、分析に供した。飼育期間中の水温は 26~27°C であった。

マダイ稚魚に対する *Artemia* の餌料効果 各餌料で飼育した *Artemia* の餌料効果をみるため、24 時間目に孵化した *Artemia* を、海産クロレラ、パン酵母あるいは油脂酵母で 24 時間飼育し、平均体長 11 mm のマダイ稚魚に 25 日間給餌した。なお、*Artemia* の飼育条件は前述のとおりである。飼育開始後 2 週間までは 1977

年の San Francisco 産、3 週目からは 1976 年の同産地の *Artemia* 幼生を用いた。マダイ稚魚の飼育は 30 l のパンライト水槽を用い、各区 200 尾とし、流水式 (13~28 l/h) で行ない、*Artemia* は 1 日 1 回飽食量を給餌した。飼育期間中の水温は 24~28°C であった。

脂肪酸組成の分析 脂質の抽出、分画、メチル化およびガスクロマトグラフィーの条件などは前報^{3,4)}に準じた。

結果および考察

1975 年度 San Francisco 産 *Artemia* の脂肪酸組成 長崎水試、岐阜水試および東水大でそれぞれ孵化させた 1975 年度の San Francisco 産 *Artemia* 幼生および卵の総脂質、極性脂質およびトリグリセリド (TG) の脂肪酸組成の一部を Table 1 に示した。

各機関で孵化条件や孵化後経過日数などに多少の相違はあるが⁵⁾、いずれの *Artemia* も良く似た脂肪酸組成を示している。総脂質の脂肪酸組成をみると、18:1 ω 9 およびリノレン酸 (18:3 ω 3) が主成分となっており、C₂₀ 以上の高度不飽和酸 (HUFA) の含量が低い。18:3 ω 3 の含量が約 28% と高く、海産の動物性餌料としては大変

Table 1.*1 Certain fatty acids of total lipid, polar lipid and triglyceride fractions from *Artemia salina* (San Francisco Brand, 1975) hatched out at Nagasaki Pref. Inst. of Fish., Gifu Pref. Fish. Exp. St. and our laboratory (Tokyo), respectively (area %)

Fatty acid	Total lipid				Polar lipid				Triglyceride			
	Egg		Nauplii		Egg		Nauplii		Egg		Nauplii	
	To-kyo	Naga-saki	Gifu	To-kyo	To-kyo	Naga-saki	Gifu	To-kyo	To-kyo	Naga-saki	Gifu	To-kyo
14:0	1.1	0.9	0.8	1.1	1.2	0.5	0.4	0.3	1.2	1.1	1.5	1.3
16:0	13.2	11.4	10.7	11.2	16.3	9.6	10.0	10.3	14.1	13.6	14.2	13.5
16:1 ω 7*2	4.5	3.2	4.1	4.3	3.2	1.7	2.7	2.5	4.1	4.0	4.8	4.7
16:2}	1.4	2.0	2.0	1.5	0.8	1.6	1.8	1.4	1.8	2.3	2.2	2.2
17:0}												
18:0	4.0	6.0	5.0	4.4	6.6	10.8	11.3	8.2	3.7	4.4	3.4	3.6
18:1 ω 9*2	27.8	28.7	28.7	25.1	33.1	36.7	39.0	36.8	26.6	29.1	28.8	25.5
18:2 ω 6	6.2	6.6	6.6	6.1	6.1	6.1	6.8	5.4	6.6	6.2	6.7	6.3
18:3 ω 3	27.7	27.6	28.1	28.4	16.6	19.2	14.3	19.1	29.9	26.6	23.9	29.4
18:4 ω 3}	3.6	3.1	3.5	4.5	4.8	2.5	1.9	3.3	3.3	1.5	1.9	2.2
20:0}												
20:3 ω 3}	0.6	1.2	1.0	1.0	2.3	2.1	1.7	2.1	0.4	0.8	0.8	0.7
20:4 ω 6}												
20:4 ω 3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.3	1.3	0.4	0.3	0.2	0.3
20:5 ω 3	1.8	2.3	2.1	3.1	3.1	4.2	3.3	5.0	1.4	1.1	1.4	1.2
$\Sigma \omega$ 6	7.4	8.2	7.9	7.7	9.4	8.7	9.4	8.3	7.3	7.5	8.1	7.2
$\Sigma \omega$ 3	35.2	34.7	35.5	38.0	25.8	27.2	20.9	29.4	36.5	31.3	28.7	34.3

*1 *Artemia* eggs and nauplii from San Francisco in 1975 contained a high amount of 18:3 ω 3, the essential fatty acid (EFA) for freshwater fish, and low in the contents of C₂₀< ω 3 fatty acids (ω 3 HUFA), the EFA for marine fish, suggesting the poor food value for marine fish.

*2 Small amounts of the other monoenes were included.

Table 2. Certain fatty acids of total lipids from *Artemia salina* (San Francisco Brand, 1976 fed respectively marine chlorella *Chlorella minutissima*, baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae* and the yeast supplemented with cuttlefish liver oil (S Yeast) (area %)

Fatty acid	Just after	Feeding period in hours										
	hatching	Without feed			Chlorella			Yeast		S Yeast		
	Initial	24	48	72	24	48	72	24	72	24	48	72
14:0	1.0	0.8	1.2	1.5	1.0	1.2	4.0	0.8	0.9	0.9	0.8	1.0
16:0	12.3	11.4	10.4	11.6	11.5	11.6	11.1	11.5	8.9	11.4	9.0	9.4
16:1 ω 7*	3.7	3.8	4.1	5.4	4.2	5.3	11.9	3.7	19.1	3.5	6.7	9.3
16:2}	1.5	1.8	1.8	1.6	1.8	1.8	0.7	1.9	0.9	1.6	1.1	0.9
17:0}												
18:0	5.1	6.4	6.8	5.5	6.0	6.0	1.9	6.8	5.4	5.9	5.4	4.0
18:1 ω 9*	27.4	28.3	32.9	28.6	28.0	28.7	15.1	30.0	35.0	27.9	30.9	32.8
18:2 ω 6	6.6	6.0	5.1	5.1	6.0	5.0	5.0	5.8	4.9	4.9	3.3	2.4
18:3 ω 3	27.9	25.7	18.3	19.0	25.9	21.2	22.4	24.1	9.6	22.5	12.0	7.1
18:4 ω 3}	3.8	3.6	3.2	0.6	3.3	2.8	4.7	3.3	1.5	2.4	1.4	1.1
20:0}												
20:3 ω 3}	1.0	1.5	1.6	2.0	1.3	2.0	1.7	1.4	1.1	1.1	0.7	0.7
20:4 ω 6}												
20:5 ω 3	2.0	3.0	5.1	7.0	3.5	7.3	10.9	3.0	4.3	4.5	7.3	8.8
22:1	—	—	tr	tr	—	—	0.3	—	0.5	2.0	6.2	5.9
22:6 ω 3	tr	0.1	0.4	0.7	0.2	0.1	0.3	0.1	0.4	0.4	1.1	1.5
Lipid %	4.4	2.4	1.4	1.0	2.5	1.7	1.7	2.9	3.1	3.5	4.3	3.8

* Small amounts of the other monoenes were included.

珍しい脂肪酸組成といえよう。WICKINS¹⁰⁾ も Utah 産および San Francisco 産 *Artemia* 幼生で同じような組成をみている。極性脂質と TG 画分を比較すると、TG 画分で 18:3 ω 3 含量が高く、極性脂質で HUFA の含量が高い。リノール酸 (18:2 ω 6) の割合は両画分とも数%で差がなかった。また、卵の脂肪酸組成は幼生のそれとほぼ同じであった。

Artemia の脂質に多量に存在する 18:3 ω 3 は淡水魚¹¹⁻¹³⁾あるいはクルマエビ¹⁴⁾などの EFA なので、淡水魚に対しては有効な生物餌料といえよう。しかし、マダイなど海産魚の EFA^{15,16)}である 20:5 ω 3 や 22:6 ω 3 などの ω 3 高度不飽和酸 (ω 3 HUFA) の含量が非常に低い。さらに、18:3 ω 3 は淡水魚と異なりマダイにとって EFA としての効果はなく、飼料中の 18:3 ω 3 の含量が増加するとむしろ悪影響を及ぼし、肝臓脂質の蓄積をもたらすことが知られている¹⁷⁾。*Artemia* の単用連続給餌による仔稚魚の大量へい死の原因が、パン酵母で培養したワムシの場合と同じ ω 3 HUFA 不足⁷⁾と 18:3 ω 3 の害作用によるものかどうかは不明であるが、これらのことからこの年の San Francisco 産 *Artemia* のマダイ仔稚魚に対する栄養価は低いものと推察された。

***Artemia* の脂肪酸組成に及ぼす餌料の影響** 1976 年度の San Francisco 産 *Artemia* 幼生をパン酵母、油脂酵母および海産クロレラで飼育したときの脂肪酸組成

の経時変化を Table 2 および Fig. 1 に示した。

孵化直後の実験開始時の幼生の脂肪酸組成をみると、1975 年のものとほぼ同じ組成をもっており、18:3 ω 3 が 28% 前後と高く、 ω 3 HUFA の含量が低い。この *Artemia* を各種の餌料で飼育すると、Fig. 1 にみられるように、いずれの餌料を用いた場合でも脂肪酸組成の経時変化にはほぼ同じ傾向がみられる。飼育時間が長くなるにつれて、脂質含量および 18:3 ω 3 の割合が減少し、20:5 ω 3 の含量が増加したが、18:2 ω 6 の含量には大きな変動はみられなかった。

無給餌で放置すると脂質含量は 72 時間後には 4.4% から 1.0% へ、18:3 ω 3 は 48 時間で 27.9% から 18.3% へ減少したが、以後の変動は少なかった。また、18:4 ω 3 (20:0) も 72 時間後に 3.8% から 0.6% へ減少した。両脂肪酸の減少に対し、20:5 ω 3 は逆に 2.0% から 7.0% へ増加した。

クロレラで飼育した場合も同じ傾向がみられたが、脂質含量や 18:3 ω 3 の減少は比較的緩やかであった。クロレラの脂肪酸の影響を受け⁷⁾、20:5 ω 3 の割合が 72 時間の飼育で 2.0% から 10.9% へ著増し、それに対し 18:1 ω 9 が 48~72 時間の間で急激に減少した。

一方、モノエン酸含量の高いパン酵母⁷⁾で飼育した *Artemia* では、16:1 ω 7 および 18:1 ω 9 が著しく増加し、18:3 ω 3 の含量が 72 時間で約 1/3 に減少した。

Fig. 1. Effects of starvation and culture media on the fatty acid compositions of *Artemia* nauplii from San Francisco in 1976. Curves with the mark of ---L--- in the figures indicate changes of the lipid content of nauplii.

Table 3. Effects of starvation and feeding marine chlorella *Chlorella minutissima*, baker's yeast *Sacchromyces cerevisiae* and the yeast supplemented with cuttlefish liver oil (S yeast) on the food value of *Artemia* nauplii to red sea bream juvenile

Diet		No. of fish	Body length (mm)		Final body weight (g)	Survival (%)
			Initial	Final		
<i>Artemia</i>						
1	Starved	200	11.04	29.9±3.2	0.46	58
2	Fed yeast	200	11.04	30.4±3.4	0.50	86
3	Fed S yeast	200	11.04	33.5±2.8	0.62	83
4	Fed <i>Chlorella</i>	200	11.04	36.5±2.7	0.89	29*

* A large number of fish was killed by the accident at the start of the feeding experiment.

ω 3 HUFA を取込ませた油脂酵母を与えた場合は、モノエン酸の増加はパン酵母の場合より緩やかであるが、20:5 ω 3 の増加は大きかった。また、油脂酵母の脂質含量が高いためか、この区の *Artemia* では脂質含量に大きな変化はみられなかった。

このように、*Artemia* の脂肪酸組成も餌料の脂肪酸の影響を受けるが、ワムシほど顕著⁷⁾でないことがわかった。また、20:5 ω 3 を含有しないパン酵母あるいは無給餌で飼育しても、18:3 ω 3 が減少し、20:5 ω 3 の含量が増加するので、*Artemia* 体内で 18:3 ω 3 から 20:5 ω 3 への転換が多少行なわれるものと推察された。海産クロレラや油脂酵母など ω 3 HUFA を含有する餌料で飼育すると 20:5 ω 3 が増加するので、*Artemia* の餌料効果も改善されるものと考えられる。WICKINS¹⁰⁾ は、*Isochrysis galbana* を *Artemia* 幼生に給餌することによつて、ス

ジエビ類に対する Utah 産 *Artemia* 幼生の餌料欠陥を補ったという。著者らの分析結果では、*I. galbana* は 20:5 ω 3 および 22:6 ω 3 の含量が高い。これら ω 3 HUFA を取込んだ結果とも考えられる。このことはまた、 ω 3 HUFA 含量の高い *Tigriopus*, *Acartia*¹⁰⁾ などと併用すると同じ効果がみられる²⁰⁾ ことからもうかがわれる。

マダイ稚魚に対する *Artemia* の餌料効果 海産クロレラ、油脂酵母などで飼育した *Artemia* のマダイ稚魚に対する餌料効果を調べた結果を Table 3 に示した。クロレラで飼育した *Artemia* 給餌区で成長が最も優れており、次いで油脂酵母区で良かった。生残率はクロレラ区を除いていずれも高く、無給餌やパン酵母で飼育した *Artemia* 給餌区で従来みられたような大量への死は起こらなかった。なお、クロレラで飼育した *Artemia* 給餌区で成長が良かったのに反し生残率が低かったの

Table 4.*1 Fatty acid compositions of *Artemia salina* from San Francisco, South America and Canada in 1977 (area %)

Fatty acid	Egg			Nauplii just after hatching		
	San Francisco	South America	Canada	San Francisco	South America	Canada
14:0	1.4	0.6	0.9	0.9	0.5	0.6
16:0	12.0	10.6	10.2	9.5	7.9	8.4
16:1 ω 7*2	18.4	6.4	9.9	12.0	5.8	7.3
16:2 } 17:0 }	1.0	1.7	1.5	0.9	1.9	2.2
18:0	3.6	5.5	3.7	6.8	5.9	7.0
18:1 ω 9*2	31.5	25.0	27.8	36.1	26.3	30.0
18:2 ω 6	4.0	5.6	7.2	3.4	5.2	6.0
18:3 ω 3	9.0	18.6	13.7	10.3	21.0	13.5
18:4 ω 3 } 20:0 }	1.7	4.2	1.4	1.2	6.5	0.6
20:3 ω 3 } 20:4 ω 6 }	1.6	0.3	2.4	2.7	0.6	3.2
20:4 ω 3	0.9	0.5	0.3	0.4	0.7	0.2
20:5 ω 3	7.1	0.2	10.3	9.5	0.3	12.1
Lipid %	6.4	10.5	4.8	2.0	1.6	2.1

*1 *Artemia* from South America was high in the concentration of 18:3 ω 3 and low in the contents of ω 3 HUFA, whereas those from San Francisco and Canada were high in the level of 20:5 ω 3, suggesting that *Artemia* from South America is a good food for freshwater fish and those from San Francisco and Canada of this year for marine fish.

*2 Small amounts of the other monoenes were included.

は、実験開始直後に試験魚を事故で多数死亡させたためである。このように、 ω 3 HUFA を含む餌料で飼育すると、*Artemia* の餌料効果が改善されることがわかったが、他の *Artemia* 給餌区でも生残率は比較的高かった。福所²⁰⁾はワムシを十分に給餌した全長 6~8 mm のインダイでは *Artemia* 幼生を単独給餌しても、50% 以上の歩留りが得られたと報告している。魚のサイズによって *Artemia* の餌料効果が異なるとも考えられる。

1977 年度の San Francisco, South America および Canada 産 *Artemia* の脂肪酸組成 次に、先のマダイ稚魚の飼育試験に用いた 1977 年の San Francisco 産 *Artemia* の脂肪酸組成を調べてみるとともに、同年の South America および Canada 産のものも分析し、比較した。各産地の *Artemia* の卵および幼生の脂肪酸組成の一部を Table 4 に示した。

卵の脂質含量は産地によりかなり差があるが、幼生では大差なかった。また、いずれの産地の *Artemia* も卵と幼生は互いに良く似た脂肪酸組成をもっていた。South America 産の *Artemia* は従来の San Francisco 産のものに比較的近い組成をもっており、18:3 ω 3 の含量が高く、 ω 3 HUFA 含量が低かった。しかし、San Francisco 産と Canada 産の *Artemia* はこれらのものとは大きく異なり、18:3 ω 3 含量が従来のものの半量以下で、逆に 20:5 ω 3 の含量が著しく高い。この年の両 *Artemia* の海産魚に対する栄養価は従来のものより高い

と考えられる。

このように、*Artemia* の脂肪酸組成は産地によって異なり、また同一産地のものでも年度によつて大きく異なることがわかった。*Artemia* の捕食する生物餌料相が年度や時期によつて異なるためと考えられる。先のマダイ稚魚の飼育試験で生残率が高かったのは、20:5 ω 3 の含量が高い San Francisco 産を用いたためと推察される。

1977 年度各産地の *Artemia* の脂肪酸組成に及ぼす餌料の影響 次に、マダイ稚魚の飼育試験に用いた San Francisco 産 *Artemia* の脂肪酸組成を分析するとともに、South America 産および Canada 産のものについても脂肪酸組成に及ぼす餌料の影響を調べた (Table 5)。

各餌料による飼育が 24 時間で短かつたせいか、餌料脂肪酸の影響はあまり顕著でなかった。マダイ稚魚の飼育試験に用いた San Francisco 産の *Artemia* 幼生をみると、無給餌あるいはパン酵母で飼育したものでも ω 3 HUFA 含量がそれぞれ 11.0% および 13.3% と高く、18:3 ω 3 含量が低かつた。このため単用給餌しても大量へい死を起こさなかつたものと推察される。油脂酵母で飼育すると、いずれの *Artemia* も 18:3 ω 3 含量が減少し、脂質含量が増加した。また、South America 産のものをみると、油脂酵母から 20:5 ω 3 および 22:6 ω 3 を取込んでいることがうかがわれる。

Table 5. Certain fatty acids of total lipids from *Artemia salina* fed respectively marine chlorella *Chlorella minutissima*, baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae* and the yeast supplemented with cuttlefish liver oil (S Yeast) for 24 hours (area %)

Fatty acid	<i>Artemia salina</i> from														
	San Francisco					South America					Canada				
	Initial	Without feed	Chlorella	Yeast	S Yeast	Initial	Without feed	Chlorella	Yeast	S Yeast	Initial	Without feed	Chlorella	Yeast	S Yeast
14:0	0.9	0.7	2.1	1.3	1.0	0.5	1.1	0.4	0.5	1.0	0.6	0.8	0.9	1.1	1.6
16:0	9.5	8.2	8.6	8.6	11.9	7.9	8.6	6.7	6.7	11.0	8.4	8.8	9.8	9.0	13.7
16:1 ω 7*	12.0	9.5	16.7	15.1	6.8	5.8	5.1	5.0	5.1	3.7	7.3	7.3	7.5	8.2	6.1
16:2\17:0}	0.9	0.7	0.4	0.7	1.1	1.9	1.0	1.3	1.3	1.2	2.2	1.0	1.2	1.1	1.1
18:0	6.8	8.0	2.0	3.6	6.4	5.9	3.2	7.0	6.0	6.0	7.0	6.2	5.8	5.5	5.6
18:1 ω 9*	36.1	37.3	19.9	28.2	33.3	26.3	22.3	28.9	28.0	30.5	30.0	30.4	27.6	27.0	28.9
18:2 ω 6	3.4	4.0	4.1	4.1	2.7	5.2	6.1	5.5	5.6	3.3	6.0	6.3	6.6	5.9	3.3
18:3 ω 3	10.3	8.8	13.5	11.6	5.6	21.0	25.8	20.6	22.0	11.7	13.5	13.3	14.3	14.1	6.6
18:4 ω 3\20:0}	1.2	1.3	2.1	1.8	0.6	6.5	9.8	7.1	8.2	2.3	0.6	0.8	0.9	0.4	0.4
20:3 ω 3\20:4 ω 6}	2.7	3.8	5.9	4.8	3.2	0.6	2.0	0.6	0.6	1.7	3.2	4.2	3.6	4.3	2.9
20:4 ω 3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.4	0.7	0.8	0.8	0.7	0.4	0.2	tr	tr	tr	0.4
20:5 ω 3	9.5	10.7	15.0	13.0	10.8	0.3	0.8	1.7	0.9	6.6	12.1	12.8	12.0	14.3	10.5
22:5 ω 3	—	—	—	—	0.3	—	—	—	—	0.2	—	—	—	—	0.3
22:6 ω 3	—	—	0.3	0.2	2.3	—	—	—	—	1.7	—	—	—	—	1.9
$\Sigma\omega$ 3HUFA	9.9	11.0	15.5	13.3	13.8	1.0	1.6	2.5	1.6	8.9	12.3	12.8	12.0	14.3	13.1
Lipid %	2.0	1.2	1.4	1.5	2.7	1.6	1.6	1.7	1.6	2.0	2.1	1.4	1.5	1.5	2.4

* Small amounts of the other monoenes were included.

以上, *Artemia* の栄養価を魚類の EFA の観点からみてきたが, *Artemia* の EFA の含量および種類は *Artemia* の産地, 年度あるいは時期によつて大きく異なり, 淡水魚の EFA である 18:3 ω 3 を多量に含有するものと, 海産魚の EFA である 20:5 ω 3 含量が高いものの2つのタイプがあることがわかつた。このため *Artemia* の使用に当つては, 対象魚種と *Artemia* の脂肪酸組成には十分注意すべきであろう。*Artemia* の含有する EFA の内容が不明な場合には, できるだけ単用は避け, 他の生物飼料と併用することが好ましいと考えられる。

終りに, 終始御懇切な指導を賜つた東京水産大学荻野 珍吉教授, 野村 稔教授ならびに九州大学農学部米 康夫教授に深謝の意を表します。また, 本実験を行うに当り, 種々御便宜を賜つた岐阜県水産試験場石井重男氏に厚くお礼申し上げる。

文 献

- 1) 藤田矢郎: 稚魚の摂餌と発育 (日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, 1975, pp. 100-113.
- 2) 伏見 徹: 広島水試研報, **1**, 49-54 (1968).
- 3) 平野礼次郎・大島泰雄: 日水誌, **29**, 282-297 (1963).
- 4) 藤田矢郎: 日本プランクトン学会報, **20**, 49-53 (1973).
- 5) 渡辺 武・荒川敏久・北島 力・福所邦彦・藤田矢郎: 日水誌, **44**, 979-984 (1978).
- 6) 渡辺 武・荒川敏久・北島 力・藤田矢郎: 日水誌, **44**, 985-988 (1978).
- 7) 渡辺 武・北島 力・荒川敏久・福所邦彦・藤田矢郎: 日水誌, **44**, 1109-1114 (1978).
- 8) M. MATSUI, T. WATANABE, and N. IKEKAWA: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **39**, 367-373 (1973).
- 9) T. WATANABE and T. TAKEUCHI: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **42**, 893-906 (1976).
- 10) J.F. WICKINS: *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **10**, 151-170 (1972).
- 11) J.D. CASTELL, D.J. LEE, and R.O. SHINNHUBER: *J. Nutrition*, **102**, 93-100 (1972).
- 12) T. WATANABE, C. OGINO, Y. KOSHIISHI, and T. MATSUNAGA: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **40**, 493-499 (1975).
- 13) 竹内俊郎・渡辺 武: 日水誌, **43**, 541-551 (1977).
- 14) A. KANAZAWA, S. TOKIWA, M. KAYAMA, and M. HIRATA: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **43**, 1111-1114 (1977).
- 15) M. FUJII and Y. YONE: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **40**, 583-588 (1976).
- 16) J.M. OWEN, J.W. ADRON, C. MIDDLETON, and C.B. COWEY: *Lipids*, **10**, 528-532 (1975).
- 17) M. FUJII and Y. YONE: *Rept. Fish. Res. Lab. Kyushu Univ.*, **3**, 65-86 (1976).
- 18) T. WATANABE and R.G. ACKMAN: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **31**, 403-409 (1974).
- 19) 渡辺 武: 養魚と飼料脂質 (日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, 1978, pp. 93-111.
- 20) 福所邦彦: 水産増殖, **21**, 71-75 (1974).