仔稚魚用生物餌料の一般組成およびミネラル組成^{*1}

渡辺 武・荒川敏久・北島 力

福所邦彦・藤田矢郎

(1978年3月10日受理)

Proximate and Mineral Compositions of Living Feeds
Used in Seed Production of FishTakeshi WATANABE,^{*2} Toshihisa ARAKAWA,^{*2} Chikara KITAJIMA,^{*3}
Kunihiko FUKUSHO,^{*3} and Shiro FUJITA^{*3}

Proximate and mineral compositions of *Brachionus*, *Artemia*, *Tigriopus*, *Acartia*, *Moina*, and *Daphnia* were determined in order to clarify their nutritional value as living feeds for the seed production of fish. Culture media such as baker's yeast and freshwater or marine *Chlorella* greatly affected the proximate composition of *Brachionus*, but not their mineral compositions. When comparing the rotifers cultured with baker's yeast with those cultured with *Chlorella*, the water content was higher in the former and the lipid content in the latter. There were also no marked differences in the mineral compositions of *Tigriopus* and *Moina* due to the differences of culture media, although a slight change was observed in the contents of trace elements. *Artemia* from different places showed a similar mineral composition regardless of their place of production, except that the iron content was several times higher in *Artemia* from South America and Canada than those from San Francisco. A slight seasonal variation was observed in the content of trace elements of *Acartia* caught in May, June, and November.

The results of the present study show that minerals are not principal factors in the dietary value of living feeds.

近年、魚類の種苗生産における技術面での進歩は著しく、種苗生産対象魚種は増加しつつある。しかし、その基礎研究は、初期減耗の例で見られるように、仔稚魚の栄養要求や初期餌料の栄養価に関する研究は皆無に等しい。

現在、種苗生産において初期餌料として多用されているのがシオミズボウムシ（以下、ワムシと略記）である。ワムシは従来海産クロレラを餌料として培養されていたが、最近になつて酵母類がその培養餌料として優れていることが明らかにされ、増殖密度をクロレラによる40~60 個体/ml から400~600 個体/ml に上げることが可能になり^{1)*4}、種苗生産の大量化に対応してワムシの培養には酵母を使用することが普及した。

ところが、酵母で培養したワムシ（酵母ワムシ）で飼

育した仔稚魚では成長が劣り、著しい場合には給餌開始後10日前後で全滅する例がマダイ^{2)*5}やインダイ^{3)*6}等で多数報告されている。これを予防するには、ワムシの培養に当り餌として酵母とクロレラの併用、または給餌前にワムシにクロレラを摂取させるなどの方法が有効とされている。

次にワムシで仔魚後期末まで飼育した変態期前後の稚魚を魚介肉ミンチに餌付させる時期に甲殻類プランクトンが与えられるが、この時アルテミア幼生が補助的に使用されている。しかし、アルテミア幼生を単独に連続投与すると、多くの魚で大量へい死が起り⁴⁾、へい死しないものも活力が低下する。この現象は魚種による差異があるといわれる。

このように、初期餌料だけをみても種苗生産は2、3

^{*1} 種苗生産における初期生物餌料の栄養価に関する研究—I。

^{*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).

^{*4} 野沢卓爾・大原脩平・北村佐三郎・仲川憲一：昭和47年度日本水産学会春季大会講演。

大原脩平・野沢卓爾・小林慎策・北村佐三郎：昭和49年度日本水産学会春季大会講演。

^{*5} 隅田征三郎・尾脇満雄・浦田勝喜：昭和48年度事業報告（熊本水試），373-382（1974）。

の大きな問題をかかえている。そこで、著者らは現在種苗生産で使用されている各種生物餌料の栄養価を明らかにすることを目的として、先ず生物餌料の化学組成の比較検討を行なつた。

本報では各種生物餌料の一般組成とミネラル組成について述べる。

実験方法

生物餌料 ワムシ *Brachionus plicatilis* は長崎県水産試験場増養殖研究所（長崎水試）で 1975～1977 年に培養したものと、岐阜県魚苗生産試験調査事業美濃試験地（岐阜水試）で 1975～1976 年に培養したものをを用いた。長崎水試のワムシはパン酵母 *Saccharomyces cerevisiae* で培養したもの（酵母ワムシ）、海産クロレラ *Chlorella minutissima* で培養したもの（クロレラワムシ）および両者の併用で培養したもの（併用ワムシ）の 3 種類である。岐阜水試のワムシは酵母ワムシとクロレラワムシの 2 種類で、アユの種苗生産に用いられているものである。岐阜水試のクロレラワムシは長崎水試のものとは異なり、酵母ワムシをアユに給餌する前に淡水クロレラ *Chlorella regularis* で 36 時間以上二次培養したものである。さらに、長崎水試では天然の汙過海水を用いて培養したが、岐阜水試では人工海水を約 25°C に加温して行なつた。

アルテミア *Artemia salina* は 1975 年に長崎水試、岐阜水試、東京水産大学増殖化学講座（東水大）および 1977 年に長崎水試でそれぞれ孵化させたものである。1975 年のアルテミアはすべて Brine Shrimp Co. Inc. のサンフランシスコ産であるが、1977 年のものはそれに加えて同社の南米産およびカナダ産のものを孵化させて分析に供した。なお、用いた海水は長崎水試では天然の汙過海水、岐阜水試では人工海水、東水大では 30% 海水であつた。

アカルチア *Acartia clausi* は長崎県野母湾において、1976 年の 5 月、12 月および 1977 年の 9 月に集魚灯を用いて天然採集したものである。ミジンコ *Daphnia* sp. は 1975 年 6 月に東京都水産試験場水元本場（都水試）より入手したもので、タマミジンコ *Moina* sp. は岐阜水試で 1976 年にパン酵母、鶏糞および両者の併用で培養したものである。

チグリオパス *Tigriopus japonicus* は 1975～1977 年に長崎水試で、パン酵母、醤油粕およびクルマエビ用配合飼料等の単用あるいは併用で培養したものである^{*)}。

なお、培養したワムシ、タマミジンコ、チグリオパスおよび 1975 年のアルテミア幼生は回収後、水道水で

20 分間水洗し、分析に供するまでフリーザー中に保存した。ミジンコは 20 倍量の蒸留水で、アカルチアは海水で 20 分間水洗した。

一般分析 アルテミアの卵を除き、すべての生物餌料は解凍後、2,000 r.p.m. で 20 分間遠沈を行ない、上澄液を除いたものを湿物試料とし、分析に供した。粗蛋白質はケルダール法、粗灰分および水分は常法、粗脂肪は FOLCH らの方法⁹⁾ により測定した。

ミネラル分析 上記の湿物試料あるいは凍結真空乾燥した試料を硝酸-過塩素酸法で湿式分解し、各ミネラルの分析に供した。P の定量はモリブデン-青比色法⁷⁾ によつた。Na および K は炎光光度法⁸⁾、Ca および Mg は原子吸光法⁹⁾（日立 208 型原子吸光光度計）によつて定量した。なお、微量元素の定量は DDTC (Sodium Diethyldithiocarbamate)-MIBK (Methyl isobutyl ketone) 法¹⁰⁾ による抽出を行なつた後、原子吸光法によつた。

結果および考察

シオミズツボワムシ 長崎水試で培養した過去 3 年間の酵母ワムシ、併用ワムシおよびクロレラワムシの一般組成とミネラル組成の分析結果を Table 1 に示した。一般組成をみると、3 年間を通して各ワムシでほぼ同じ傾向がみられ、酵母ワムシはクロレラワムシに比べ水分含量が高く、粗脂肪量が低いのが特徴となつている。クロレラワムシの脂質含量が 3.7～4.2% であるのに対し、酵母ワムシでは 1.4～2.3% とかなり低く、酵母ワムシの総エネルギー含量が低いことがうかがわれる。

各ワムシのミネラル組成をみると、個々のミネラル含量には多少の差はみられるが、ワムシの栄養価を直接左右していると思われる程の顕著な差異は認められなかつた。ミネラル含量の 2, 3 の相違はワムシの培養餌料による相違よりも、同一方法で培養したワムシにおける培養年度による差の方が大きい。例えば、酵母ワムシにおける Na や各ワムシの Fe 含量にその傾向がうかがわれる。Na 含量の差は、培養後回収するときの水洗の影響によるものと推察される。各ワムシの培養には毎年ほぼ同一方法を採用しているが、培養時期はそれぞれのワムシで異なっており、水温によるミネラルの取込みの差などに影響されたと考えられる。このことはまた、1976 年に各ワムシの培養を 200 トン水槽を用いて 2 群づつパラレルに行なつた実験結果 (Table 1, I および II) からもうかがわれる。すなわち、ほぼ同一条件で培養した 2 群のワムシのミネラル組成には大きな差はみられなかつた。このように、ワムシのミネラル組成には培養方法

* 長崎県水産試験場増養殖研究所：昭和 49～52 年度指定調査研究総合助成事業報告Ⅲ～Ⅵ。

Table 1. Proximate and mineral compositions of rotifer *Brachionus plicatilis* cultured with baker's yeast *Saccharomyces cerevisie* and marine chlorella *Chlorella minutissima* at Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries during 1975-1977 (wet basis)

	Yeast				Yeast+ <i>Chlorella</i> * ¹				<i>Chlorella</i>			
	1975	1976* ²		1977	1975	1976* ²		1977	1975	1976* ²		1977
		I	II			I	II			I	II	
Moisture %	90.8	91.8	—	89.6	87.9	89.0	—	89.1	86.4	86.7	—	87.6
Crude protein %	6.0	5.5	—	7.2	7.7	7.4	—	7.9	7.9	8.0	—	7.8
Crude lipid %	1.4	1.7	—	2.3	2.8	2.2	—	2.3	3.7	4.2	—	3.8
Crude ash %	1.0	—	—	0.4	0.7	—	—	0.4	0.9	—	—	0.5
Ca mg/g	0.16	0.18	0.27	0.12	0.11	0.10	0.10	0.26	0.15	0.11	0.11	0.21
Mg mg/g	0.23	0.14	0.20	0.14	0.20	0.17	0.14	0.17	0.31	0.14	0.16	0.14
P mg/g	1.11	1.20	1.13	1.48	1.38	1.31	1.26	1.44	1.54	1.36	1.39	1.37
Na mg/g	3.27	0.16	0.21	0.41	1.51	1.29	1.51	0.30	2.06	0.26	0.29	0.29
K mg/g	0.61	0.19	0.19	0.35	0.60	0.54	0.45	0.12	0.62	0.53	0.37	0.23
Fe µg/g	26.0	25.8	38.2	15.9	28.6	9.5	11.0	52.5	27.4	9.7	17.5	43.3
Zn µg/g	8.6	7.6	7.8	7.4	9.8	6.9	7.6	9.8	9.9	4.3	6.9	8.2
Mn µg/g	0.7	0.6	0.9	0.4	0.8	0.8	1.2	1.1	1.1	1.1	0.7	1.1
Cu µg/g	0.7	0.8	0.4	1.1	0.8	0.4	0.5	1.5	0.9	0.8	0.5	1.7

*¹ Rotifers cultured with both marine chlorella and yeast (1 g of yeast/10⁶ cell/ml sea water/day).

*² The culture was conducted in duplicate 200 ton tanks (I and II).

Table 2. Proximate and mineral compositions of rotifer *Brachionus plicatilis* cultured with baker's yeast *Saccharomyces cerevisie* and freshwater chlorella *Chlorella regularis* at Mino Branch of Gifu Prefectural Fisheries Experimental Station (wet basis)

	<i>Brachionus plicatilis</i> cultured with			
	Yeast		<i>Chlorella</i> *	
	1975	1976	1975	1976
Moisture %	89.5	91.5	87.2	87.7
Crude protein %	6.0	—	8.8	—
Crude lipid %	1.0	2.0	2.1	2.7
Crude ash %	1.4	—	1.0	—
Ca mg/g	0.13	0.08	0.14	0.24
Mg mg/g	0.09	0.07	0.11	0.11
P mg/g	1.32	1.21	1.83	1.37
Na mg/g	2.60	1.81	2.20	0.07
K mg/g	0.83	0.61	0.63	0.57
Fe µg/g	79.0	7.8	15.0	35.6
Zn µg/g	10.4	7.5	31.0	10.4
Mn µg/g	0.8	0.8	0.7	2.2
Cu µg/g	2.3	1.1	2.2	1.0

* Rotifers cultured with yeast were secondary cultured with freshwater chlorella for 36 hrs.

あるいは培養時期による顕著な差はないといえよう。

一方、岐阜水試の酵母ワムシとクロレラワムシにも長崎水試のワムシと同じ傾向がみられた (Table 2)。すな

Table 3. Mineral compositions of baker's yeast *Saccharomyces cerevisie*, marine chlorella *Chlorella minutissima* and freshwater chlorella *Chlorella regularis* used for cultivations of rotifer *Brachionus plicatilis* and other feeding organisms (dry basis)

	Yeast		<i>Chlorella minutissima</i>	<i>Chlorella regularis</i> *	
	1975	1976	1976	1975	1976
Moisture %	70.2	69.3	74.0	6.0	6.4
Ca mg/g	0.16	0.43	1.04	1.20	1.80
Mg mg/g	1.20	1.28	4.04	3.43	3.93
P mg/g	11.19	13.04	2.55	25.41	13.49
Na mg/g	1.47	1.31	16.26	0.76	0.86
K mg/g	17.14	17.12	8.01	10.96	5.95
Fe µg/g	19.8	22.0	417.7	173.3	187.5
Zn µg/g	39.5	41.6	56.5	11.2	11.3
Mn µg/g	12.6	17.8	31.9	105.5	102.8
Cu µg/g	6.3	8.4	25.2	9.1	6.7

* Dried sample.

わち、酵母ワムシで水分含量が高く、クロレラで二次培養すると水分含量が減少し、脂質含量が増加した。ミネラル組成においても長崎水試の場合と同様、培養餌料に関係なく、Na や微量元素の Fe, Zn などの含量に差が認められた。

長崎水試および岐阜水試で各ワムシの培養に用いたパン酵母、海産クロレラおよび淡水クロレラのミネラル組成を Table 3 に示した。パン酵母のミネラル組成には

製造年度による差はほとんどみられなかつた。海産クロレラは淡水クロレラより P, Mn の含量が低く, Na, Fe, Zn および Cu の含量が高い。海産クロレラで Na の含量が著しく高いのは海水の影響と考えられる。またクロレラはパン酵母に比べ, Ca, Mg, Fe および Mn の含量が高く, K の割合が低い。このように, 培養餌料のミネラル組成は著しく異なるのに, 培養された各ワムシのミネラル組成をみると, これら培養餌料との相関関係は認められず, いずれのワムシもほぼ一定の組成をもっている。これは海水がミネラルの給源として作用するためと推察される。

このように, 培養餌料はワムシのミネラル組成を左右する程の大きな要因ではなく, ワムシのミネラル組成は餌料以外の培養条件によつて影響を受け, その他分析試料の前処理の方法などによつても異なってくるものと考えられる。このことは後述するチグリオパスやモイナの場合にも認められる。いずれにせよ, 各ワムシのミネラル組成にはワムシの栄養価に直接関与していると思われる程の顕著な相違はないことがわかつた。

アルテミア アルテミアの一般組成とミネラル組成の分析結果を Table 4 にあげた。

アルテミア幼生の一般組成をみると, 1975 年の岐阜水試のものを除いてはほぼ一定の組成を示しており, 水分約 90%, 粗蛋白質 6~7%, 粗脂肪 2% 前後, 粗灰分約 1% であつた。岐阜水試のものは水分含量が低く, 粗蛋白質および脂質含量が比較的高かつたが, 孵化条件

や孵化後経過日数の相違によるものと推察される。一方, 卵の一般組成には産地によつてかなり異なつた値が認められた。

サンフランシスコ産アルテミア幼生のミネラル組成をみると, 1975 年と 1977 年のものでは多少の相違はあるが, ほぼ同一の組成を示している。また, 他の幼生と比べると, 南米産およびカナダ産のものは Fe の含量が 6~7 倍も高いのが特徴的であるが, それ以外のミネラルでは各産地のアルテミアに顕著な差は認められなかつた。ROEDER および ROEDER¹¹⁾ は, アルテミア単用で魚の成長が劣るのはアルテミアの Fe 含量が少ないためと報告しているが, 今回著者らの分析したアルテミアではいずれも Fe の含量は彼らの測定した値よりもかなり高く, $28 \times 10^{-3} \sim 295 \times 10^{-3} \text{ mg/g}$ の範囲にあつた。アルテミアの Fe の含量は産地や時期によつてかなり異なるので一概にはいえないが, 今回の分析値をみると, アルテミア単用で Fe が不足するとは考えられなかつた。

アルテミア卵のミネラル組成は産地によつてかなり異なっているが, これは一部は分析した卵に砂などの混入があつたためとも考えられる。いずれにせよ, 毎年各地で種苗生産に用いられているアルテミア幼生のミネラル組成には, Fe などの微量元素を除いては顕著な差がないことがわかつた。

チグリオパス 長崎水試で 1975~1977 年に種々の餌料を用いて培養したチグリオパスの分析結果を Table 5 に示した。

Table 4. Proximate and mineral compositions of *Artemia salina* from San Francisco, South America and Canada (wet basis)

	<i>Artemia salina</i>								
	Larva of San Francisco Brand* ¹			Egg* ²			Larva* ²		
	Tokyo	Nagasaki	Gifu	San Francisco	South America	Canada	San Francisco	South America	Canada
Moisture %	90.1	89.3	85.7	—	—	—	89.7	90.9	88.2
Crude protein %	5.8	6.6	8.7	54.4	51.5	47.5	6.1	6.5	6.8
Crude lipid %	1.9	1.8	3.7	6.4	10.5	4.8	2.0	1.6	2.1
Crude ash %	1.0	1.0	0.8	6.3	13.0	15.3	1.2	1.0	1.5
Ca mg/g	0.21	0.22	0.45	3.73	2.21	1.41	0.23	0.24	0.41
Mg mg/g	0.24	0.35	0.26	2.80	2.53	5.59	0.44	0.20	0.68
P mg/g	1.51	1.53	1.75	7.60	6.95	7.63	1.33	1.21	1.44
Na mg/g	1.56	1.54	0.61	6.13	31.91	28.58	4.02	1.43	4.93
K mg/g	0.73	1.52	0.80	5.73	5.34	7.12	1.08	0.96	1.16
Fe $\mu\text{g/g}$	40.3	28.4	40.4	1298.0	1276.6	1021.6	52.2	294.6	287.3
Zn $\mu\text{g/g}$	18.5	16.0	18.3	91.2	96.0	61.4	16.1	21.1	24.1
Mn $\mu\text{g/g}$	0.2	1.2	1.5	98.3	50.9	14.8	2.1	2.6	3.7
Cu $\mu\text{g/g}$	1.6	2.9	3.2	10.6	9.1	15.9	0.6	1.1	1.9

*¹ Larva hatched out at our laboratory of Tokyo University of Fisheries (Tokyo), Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries (Nagasaki) and Mino Branch of Gifu Prefectural Fisheries Experimental Station (Gifu) respectively in 1975.

*² Eggs from San Francisco, South America and Canada in 1977 and their larvae just after hatching.

Table 5. Proximate and mineral compositions of *Tigriopus* cultured under various conditions (wet basis)

		Cultured under natural condition without feed Nov.-Feb. 1975-1976	<i>Tigriopus japonicus</i> cultured with								
			Yeast			Yeast+ Chlorella		Yeast+ formula diet of prawn Nov. 1977	S Yeast*2	Soy sauce cake	
			Dec. 1976	Nov. I	1977*1 II	Jun. 1976	Nov. 1977	Dec. 1976	Nov. 1977		
Moisture %		88.6	87.1	87.3	87.1	86.0	87.3	86.3	87.2	87.8	84.8
Crude protein %		8.1	8.5	9.2	9.1	9.1	9.0	9.8	8.7	9.2	9.6
Crude lipid %		2.6	3.2	2.2	2.4	3.6	2.8	3.1	2.6	1.7	3.0
Crude ash %		0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
Ca	mg/g	0.11	0.26	0.25	0.18	0.30	0.15	0.25	0.40	0.36	0.50
Mg	mg/g	0.23	0.35	0.21	0.26	0.28	0.23	0.27	0.33	0.38	0.31
P	mg/g	0.94	0.92	1.27	1.39	1.24	1.31	1.39	1.41	1.46	1.42
Na	mg/g	0.73	1.57	0.31	0.52	0.47	0.61	0.42	0.46	1.98	0.56
K	mg/g	0.66	1.07	0.63	0.77	0.89	0.84	0.63	0.68	0.96	0.86
Fe	µg/g	94.1	20.3	41.9	26.5	36.8	33.8	22.3	33.5	25.4	44.7
Zn	µg/g	11.4	9.4	32.0	15.8	8.1	12.3	40.6	24.5	8.5	40.4
Mn	µg/g	2.1	0.9	1.0	0.8	1.5	1.0	1.3	1.3	1.1	1.9
Cu	µg/g	1.8	3.0	3.1	2.5	2.3	2.4	5.2	2.7	1.9	8.2

*1 *Tigriopus* cultured using an 1 ton (I) or a 200 ton tank (II).*2 Baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae* supplemented with cuttlefish liver oil.

Table 5 にみられるように、分析に供したチグリオパスはそれぞれ培養の方法や時期が異なるが、一般組成をみると培養餌料によると思われる程の顕著な差は認められず、いずれも水分 85~89%、粗蛋白質 8.1~9.8%、粗脂肪 1.7~3.6%、粗灰分 0.5~0.6% の範囲であった。

各チグリオパスのミネラル組成をみても、個々のミネラル含量には多少の差はあるものの、培養餌料によると考えられる差は認められなかった。これは上述したように、海水がミネラルの給源として作用することや、培養が粗放的であるために培養の過程で生じる微小藻類、ワムシおよびデトリタス等をも培養餌料とともに捕食しているためと推察される。このことは、1975 年 11 月から 1976 年 2 月にかけて何も給餌せずに自然条件下で培養したチグリオパスのミネラル組成が、他のものとあまり差がないことからうかがわれる。また、同じ餌料を用いて培養したチグリオパス間でミネラル組成に差がみられるのも同様の理由によるものと推察される。

その他の生物餌料 長崎水試で天然採集したアカルチア、都水試および岐阜水試でそれぞれ培養したミジンコおよびタマミジンコの一般組成およびミネラル組成を Table 6 に示した。

アカルチアは 5 月、6 月および 12 月に採集したものであるが、それぞれほぼ同じ一般組成を示しており、季節的変動は少なかった。また、タマミジンコではパン酵母と鶏糞の併用で培養したものの粗脂肪含量が多少低か

つたが、水分および粗蛋白質含量には著しい差はなかった。ミジンコもこれらと良く似た組成を示していた。

アカルチアのミネラル組成をみると、Fe, Zn および Cu などの微量元素には季節の変動がみられるが、その他のミネラルには採集時期による差異は認められなかった。各微量元素の含量の差はワムシやチグリオパスの場合と同様、季節による海水中のミネラル含量の差などによつて生じたものと考えられるが、そのほかアカルチアの捕食する生物餌料の種類や充足度が季節によつて異なるためと推察される。また、アカルチアは K と Zn の含量が他のいずれの生物餌料よりも高いのが特徴的であった。なお、アカルチアの Na 含量が他の生物餌料より著しく高いのは、試料の水洗を海水を用いて行なつたためと考えられる。

タマミジンコの場合も微量元素以外のミネラルの含量には培養方法による差異はみられなかった。分析に供したタマミジンコはパン酵母、鶏糞および両者の併用で培養したもので、各微量元素の含量に培養条件による差がみられたものの、培養餌料との相関関係は認められなかった。ミジンコはタマミジンコと大変良く似たミネラル組成をもっているが、ミジンコで Mn の含量が高く、Cu の含量が低い傾向がみられた。

以上、魚類の種苗生産で現在使用されている各種生物餌料のミネラル組成を明らかにした。いずれの生物餌料も培養条件等によつて微量元素、特に Fe の含量にかなりの差が生じるが、その他のミネラルは培養餌料の影響

Table 6. Proximate and mineral compositions of *Acartia*, *Daphnia* and *Moina*
(wet basis)

	<i>Acartia clausi</i>			<i>Daphnia</i> sp.	<i>Moina</i> sp. cultured with		
	May 1976	Dec. 1976	Jun. 1977		Yeast Feb. 1976	Yeast+ poultry manure Oct. 1976	Poultry manure Dec. 1976
Moisture %	86.9	87.8	88.1	89.3	87.2	89.0	87.9
Crude protein %	9.3	8.6	8.5	7.5	8.8	8.6	8.2
Crude lipid %	1.1	1.5	1.3	1.4	2.9	1.3	3.3
Crude ash %	—	—	2.1	0.7	—	—	—
Ca mg/g	0.60	0.39	0.39	0.21	0.12	0.12	0.23
Mg mg/g	0.91	0.90	0.76	0.12	0.12	0.11	0.18
P mg/g	1.53	1.52	1.48	1.46	1.85	1.23	1.57
Na mg/g	6.91	5.66	6.63	0.74	1.09	1.46	0.56
K mg/g	2.90	3.05	2.21	0.72	0.92	1.03	0.90
Fe µg/g	37.3	61.0	11.5	72.2	46.4	38.0	175.8
Zn µg/g	98.2	130.4	39.0	12.8	10.0	9.4	17.2
Mn µg/g	0.8	1.0	0.2	13.2	0.5	0.7	3.5
Cu µg/g	12.2	8.6	2.8	1.1	5.8	2.8	3.8

をほとんど受けず、ほぼ同じ組成を示し、例えば、Ca, Mg および P はそれぞれ 0.1~0.6, 0.1~0.9 および 1.0~1.9 mg/g の範囲にあつた。各生物餌料に含まれるミネラルがすべて仔稚魚に利用される形態のものかどうかは別として、ミネラル組成からみたかぎりでは各生物餌料の栄養価は大差ないものと推察された。これは環境水がミネラルの給源として作用するためと考えられるが、そのため生物餌料のミネラル組成は培養餌料の影響を受けにくいものと推察された。

終りに、終始御懇切な指導を賜わ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、本実験を行なうに当り、種々御便宜を賜わつた岐阜県水産試験場石井重男氏、淡水クロレラおよびミジンコをそれぞれ提供して頂いたヤクルト研究所および東京都水産試験場に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 伏見 徹：稚魚の摂餌と發育(日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, 1975, pp. 67-83.
- 2) 北島 力・耕田隆彦：長崎水試研報, 2, 113-116 (1976).
- 3) 福所邦彦：長崎水試研報, 3, 152-154 (1977).
- 4) 藤田矢郎：日本プランクトン学会報, 20, 49-53 (1973).
- 5) 福所邦彦・北島 力：水産増殖, 25, 63-67 (1977).
- 6) J. FOLCH, M. LEES, and G. H. S. STANLEY: *J. Biol. Chem.*, 226, 497-507 (1957).
- 7) O. H. LOWRY and J. A. LOREZ: *J. Biol. Chem.*, 162, 421-428 (1946).
- 8) 日本分析化学会北海道支部編：新版水の分析, 化学同人, 京都, 1971, pp. 230-235.
- 9) 増村忠宏・菅原道熙・有吉修二郎：農芸化学, 39, 402-407 (1965).
- 10) 菅野三郎・福井昭三・節田節子・内藤昭治・金子幹宏・松崎淳三：衛生化学, 17, 24-27 (1971).
- 11) M. ROEDER and R. H. ROEDER: *J. Nutrition*, 90, 86-90 (1966).