

クルマエビ催熟への餌飼料からのアプローチ —クルマエビの成熟に関与する餌料生物の化学成分の検討—

齋藤洋昭*¹・青野英明*²・丹羽健太郎*²

Do the chemical components in wild prey have an influence to maturation of kuruma prawn *Marsupenaeus japonicus*?

Hiroaki SAITO*¹, Hideaki AONO*² and Kentaro NIWA*²

Abstract In order to estimate the influence to maturation of kuruma prawn *Marsupenaeus japonicus* by the chemical components in wild prey, we analyzed an effect of organic compounds in the prey worm, such as a polychaeta *Perinereis nuntia*. The tissue lipids in *Perinereis nuntia* might have an activity for maturation of kuruma prawn. The lipid and fatty acid compositions of the crude lipid in *Perinereis nuntia* were determined, and it had very low levels of DHA compared with other marine animal lipids. The maturation of kuruma prawn might not be influenced by these n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) containing DHA, because the low levels of n-3 PUFA in *Perinereis nuntia* were also observed.

Key words: kuruma prawn, maturation, feed, calm worm, lipid

クルマエビの種苗生産量は増加しているが、採卵用親エビの確保は昔ながらの天然採捕に限られ、経験的な選別収集に依存している。天然資源が減少する中で、親エビ需要が増大し、採卵にはホルモンを用いる、眼柄を切除するなどの人為的産卵の方策が試みられているが、実験段階を出ず、的確な手法が確立されていない。成熟や産卵に関しての生理、生態的知見が乏しいこともあり、クルマエビの親エビ養成技術は滞っている。

水産総合研究センター百島栽培漁業センター（百島実験池）において、粗放的に育成された稚エビでは20%前後の個体に卵巣発達が見られ、親エビ養成の可能性が示唆されている（福永，1982）。本実験池の特性は広大な廃止塩田を利用し、厚さ20cmに及ぶ砂敷きであり、注排水は自然干満を利用している。このことから、できるだけ自然に近い形での餌条件、環境条件による

親エビ養成が成熟・産卵に適していると推定されているが、成熟や産卵誘発の主要因については全く明らかになっていない。また、金沢（1983）や矢野（1988）はクルマエビ最終成熟がホルモンや眼柄処理により誘発されることを記載している。さらに、金沢（1993）、Alave *et al.*（1993）は成熟・産卵にリン脂質や高度不飽和脂肪酸が関与することを示唆している。飼料に添加したビタミンやリン脂質が体内における脂質の移行・運搬を促進し、生殖巣の発達に効果があると推定されているが、詳細は明らかになっていない。

本研究では百島実験池の種々の環境条件の中で餌条件に着目し、人工飼料との相違を明らかにする。また、人工飼料に天然餌料由来の脂質成分を添加した天然脂質添加飼料を調製し、成熟・産卵に与える影響を検討し、成熟に関わる飼料性化学成分を明らかにする。特に、砂泥域でクルマエビの天然飼料となっていると考

2005年11月15日受理 (Received: November 15, 2005)

*¹ 中央水産研究所 〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦2-12-4 (National Research Institute of Fisheries Science, 2-12-4, Fukuura, Kanazawa, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan)

*² 中央水産研究所横須賀庁舎 〒238-0316 神奈川県横須賀市長井6-31-1 (Yokosuka branch, National Research Institute of Fisheries Science, 6-31-1, Nagai, Yokosuka, Kanagawa 238-0316, Japan)

えられるイソゴカイなどの多毛類の影響について検討し、クルマエビの成熟や産卵への関与を明らかにし、親エビ養成技術への端緒とする。

砂泥域の動物餌料の効果

砂泥域の動物餌料モデルとしてイソゴカイ（アオイソメ *Perinereis nuntia*）を投与し、配合飼料と比較することから成熟への効果を調べた。成熟開始に近いクルマエビ（平均体長17.9cm, 平均体重41.6g）に、イソゴカイ生き餌を投与（イソメ区）し、対照区として配合飼料（ヒガシマル社ゴールドプローン）を給餌（配合区）し、29～30日間、複数回飼育した。成熟度の評価は、透過光を用いた目視による卵巣発達の評価、卵巣重量、組織切片の顕微鏡観察（卵形成過程の推定）、卵巣のピテロジェニン遺伝子発現量の定量により行った。その結果、すべての区で成長はほぼ同じで、同程度の体長・体重増加が観察された。また、成熟度に関しては、いずれの評価法でも、配合区では成熟の促進はまったく見られず、ときに退行も見られたが、イソメ区で一部の個体に成熟の進行が見出された。このように、配合飼料とイソゴカイ生き餌では、成熟に対し顕著な相違が観察され、砂泥域の動物に催熟効果が示唆された。

砂泥域動物由来の脂質成分の効果

クルマエビ成熟に関して、イソゴカイに、配合飼料と異なる有効性が見出されたため、イソゴカイの生体内化学成分の中で脂溶性成分に着目した。イソゴカイ脂質を抽出し、長期催熟試験を行い、その効果について検討した。



Fig. 1. The kuruma prawn after the maturation influenced by the lipids of *Perinereis nuntia*.

イソゴカイを凍結乾燥し、Folchの方法に類似させ脂溶性成分を抽出し、得られた粗製脂質を配合飼料（ヒガシマル社製）に約5%重量濃度で添加したイソゴカイ抽出脂質添加配合飼料（イソメ油添加区）を調製し、4～6ヵ月間飼育した。対照区として約5%大豆油を添加し栄養的にはほぼ同じ大豆油配合飼料（大豆油添加区）を調製し、同じ条件下で飼育した。試験は2期行い、低水温の12月～4月までの時期（第I期）と高水温の3月～9月までの時期（第II期）に、給餌試験を行った。

大豆油添加区、イソメ油添加区、それぞれについて比較したところ、若干の相違はあったものの、いずれの区も同様に成長し（有意差なし）、栄養条件はほぼ同じであることが示唆された。

低水温期（18.0～22.0℃）では両区とも成熟しなかったが、高水温期（21.1～27.2℃）では、それぞれの区で異なった結果が得られた。大豆油添加区では、まったく成熟が見られなかったのに対し、イソメ油添加区では、6ヵ月経過後、5個体中3個体が透過光による成熟度比較、卵巣重量及び組織切片の顕微鏡観察の、すべての評価法によって、成熟の進行が観察された（Fig. 1, Fig. 2, Table 1, Table 2）。

成熟に影響を与える要因に、主要因として水温が推定されたが、水温の他にイソゴカイ抽出脂質に関しても、成熟誘発の可能性が示された。これらのことから、砂泥域の餌料生物の脂質成分が成熟に影響を与えることが示唆された。

イソゴカイの脂質成分

クルマエビ成熟に関して、イソゴカイ抽出脂質に、



Fig. 2. The matured ovary of kuruma prawn influenced by the lipids of *Perinereis nuntia*.

Table 1. Changes of body size and maturation of Kuruma prawn under low sea-water temperature (18.0-22.0°C)

	Sex	Replicate animals (n)	Body length (cm)	Body weight (g)	Maturity ^a	Ovary weight (g)	GSI
Starting (0 day)							
Soybean	♀	30	15.4±0.4	29.2±1.7	0.0±0.0	0.1±0.1	0.5±0.2
<i>P. nuntia</i>	♀	30	16.0±0.4	31.7±2.4	0.0±0.0	0.3±0.3	1.0±0.7
After 2 months							
Soybean	♀	5	15.0±0.6	30.6±2.8	0.1±0.3	0.1±0.1	0.5±0.2
<i>P. nuntia</i>	♀	5	16.2±0.3	34.7±1.5	0.1±0.3	0.2±0.0	0.6±0.1
After 3 months							
Soybean	♀	5	15.6±0.4	33.4±1.1	0.3±0.4	0.2±0.1	0.7±0.2
<i>P. nuntia</i>	♀	5	16.2±1.1	34.7±5.9	0.1±0.3	0.2±0.1	0.7±0.3
After 4 months							
<i>P. nuntia</i>	♀	9	16.2±0.8	36.6±4.8	0.4±0.4	0.3±0.1	0.9±0.1

^a Maturity score by estimation of looking: non-maturation; 0, A-; 0.7, A; 1.0, A+; 1.3, B-; 1.7, B; 2.0, B+; 2.3, C-; 2.7, C; 3.0, C+; 3.3, perfect matured D: 4.

Table 2. Changes of body size and maturation of Kuruma prawn under medium sea-water temperature (21.1-27.2°C)

	Sex	Replicate animals (n)	Body length (cm)	Body weight (g)	Maturity ^a	Ovary weight (g)	GSI
Starting (0 day)							
Soybean	♀	30	17.5±0.5	41.1±4.1	1.0±0.7		
<i>P. nuntia</i>	♀	30	18.0±0.6	43.7±4.1	1.2±0.7		
After 4 months							
Soybean	♀	5	18.0±0.4	50.2±3.1	0.4±0.5	0.5±0.2	1.0±0.3
<i>P. nuntia</i>	♀	5	18.1±0.2	53.8±3.6	0.3±0.4	0.5±0.1	1.0±0.2
After 5 months							
Soybean	♀	5	18.1±0.8	54.3±4.0	0.0±0.0	0.7±0.2	1.2±0.3
<i>P. nuntia</i>	♀	5	18.1±0.8	52.9±4.1	0.1±0.3	0.5±0.1	1.0±0.3
After 6 months							
Soybean	♀	10	18.7±0.5	57.5±3.1	0.0±0.0	0.5±0.1	0.8±0.2
<i>P. nuntia</i>	♀	5	19.4±1.0	63.9±10.0	0.9±0.9	1.2±0.8	1.7±1.0

^a Maturity score by estimation of looking: non-maturation; 0, A-; 0.7, A; 1.0, A+; 1.3, B-; 1.7, B; 2.0, B+; 2.3, C-; 2.7, C; 3.0, C+; 3.3, perfect matured D: 4.

配合飼料と異なる有効性が見出されたため、脂質の化学分析を行い、配合飼料中の脂質との相違について調べた (齋藤, 2003)。

イソゴカイの脂質含量は1.0%程度と低く、脂質クラスにおいて、中性脂質ではトリアシルグリセロールが主成分で、相当量のステロール類、少量のワックスエステル、などを含み、極性脂質ではホスファチジルエタノールアミンやホスファチジルコリンなどのリン脂質が主成分であり、一般的な海産動物脂であった。全脂質の脂肪酸組成では、ドコサヘキサエン酸 (DHA, 22:6n-3) は少なく、配合飼料に比較して1/10程度であった (Table 3)。一方、イコサペンタエン酸 (EPA,

20:5n-3) は、両者ともに、中程度の量含まれていた。イソゴカイでは n-3 PUFA の比率は配合飼料ほど高くなかった。一方、イソゴカイ脂質にはアラキドン酸 (20:4n-6) や n-6 ドコサテトラエン酸 (22:4n-6) が相当量見出され、餌脂質の生体内濃縮が推定された。また、非メチレン中断型ジエン酸が相当量含まれていた。以上の結果、今まで効果がしばしば取りざたされた DHA は成熟に影響せず、他の脂質成分がその起因となることが示唆された。また、イソゴカイ、配合飼料とも n-6 PUFA が比較的高かったが、これはいずれも含まれる陸上植物由来の脂質によると推定された。

Table 3. Fatty acid compositions of the feed stuff and the *Perinereis nuntia* lipids (%)

	Feed stuff of Arasaki	Feed stuff of Ishigaki	<i>P. nuntia</i> of Arasaki	<i>P. nuntia</i> of Ishigaki
Total saturated	29.0 ± 0.2	26.8 ± 1.6	29.8 ± 0.5	29.4 ± 0.5
14:0	4.2 ± 0.1	4.3 ± 0.5	0.6 ± 0.0	0.7 ± 0.1
15:0	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.7 ± 0.0	1.1 ± 0.1
16:0	18.9 ± 0.1	17.1 ± 1.1	19.1 ± 0.9	14.8 ± 0.1
17:0	0.5 ± 0.0	0.5 ± 0.0	1.5 ± 0.1	2.3 ± 0.1
17:0 i	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.6 ± 0.1	1.1 ± 0.0
18:0	3.8 ± 0.1	3.2 ± 0.0	5.1 ± 0.0	6.7 ± 0.2
22:0	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.0
Total monoenoic	24.3 ± 0.0	23.6 ± 0.1	22.1 ± 0.8	22.0 ± 0.7
16:1n-7	5.2 ± 0.1	4.5 ± 0.5	4.5 ± 0.4	3.3 ± 0.2
17:1n-8	0.5 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.3 ± 0.1	0.6 ± 0.0
18:1n-9	8.9 ± 0.0	8.4 ± 0.1	3.5 ± 0.0	3.3 ± 0.1
18:1n-7	3.8 ± 0.0	4.0 ± 0.1	1.9 ± 0.1	2.1 ± 0.2
18:1n-5	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.0	6.5 ± 0.2	7.1 ± 0.3
19:1n-8(9)	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.5 ± 0.0
20:1n-13	1.3 ± 0.0	1.2 ± 0.1	1.7 ± 0.0	2.2 ± 0.1
20:1n-9	1.6 ± 0.0	1.5 ± 0.1	2.3 ± 0.1	1.5 ± 0.1
20:1n-7	0.5 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.6 ± 0.0	0.7 ± 0.0
22:1n-11	1.0 ± 0.0	1.1 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Total dienoic	0.3 ± 0.0	0.1 ± 0.1	5.7 ± 0.0	6.6 ± 0.2
20:2n-9, 15	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.1 ± 0.0
20:2n-7, 15	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.0
22:2n-7, 15	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	3.7 ± 0.0	4.6 ± 0.1
Total n-4 polyenoic	1.2 ± 0.0	1.0 ± 0.3	0.8 ± 0.0	1.0 ± 0.0
16:2n-4	0.9 ± 0.0	0.7 ± 0.3	0.8 ± 0.0	1.0 ± 0.0
16:3n-4	0.2 ± 0.1	0.3 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Total n-6 polyenoic	15.6 ± 0.1	14.8 ± 0.2	14.4 ± 0.9	14.4 ± 0.6
18:2n-6	13.2 ± 0.0	12.4 ± 0.2	1.7 ± 0.3	2.2 ± 0.1
18:3n-6	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0	1.1 ± 0.0	1.1 ± 0.1
20:2n-6	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0	3.3 ± 0.6	2.5 ± 0.1
20:3n-6	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0
20:4n-6	1.6 ± 0.0	1.6 ± 0.1	2.7 ± 0.1	3.2 ± 0.2
22:4n-6	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	5.0 ± 0.1	4.7 ± 0.1
22:5n-6	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.0	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.0
Total n-3 polyenoic	27.3 ± 0.1	30.5 ± 1.6	21.6 ± 0.4	16.9 ± 2.5
18:3n-3	1.6 ± 0.0	1.7 ± 0.0	1.2 ± 0.3	1.1 ± 0.1
18:4n-3	1.3 ± 0.0	2.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.0 ± 0.0
20:4n-3	0.3 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.1
20:5n-3	12.3 ± 0.1	14.4 ± 0.5	14.4 ± 0.5	10.1 ± 2.4
22:5n-3	0.6 ± 0.0	0.6 ± 0.1	3.5 ± 0.2	3.7 ± 0.1
22:6n-3	10.9 ± 0.0	11.2 ± 1.0	1.7 ± 0.1	1.4 ± 0.1

おわりに

クルマエビの成熟には主に、水温の影響が大きいことが明らかとなったが、イソゴカイの抽出脂質が、成熟誘発効果を示したことから、少なくとも多毛類などの動物性の餌生物の有する化学成分が一因となる可能

性が見出された。さらに、DHAなどのn-3 PUFAの影響はさほど大きくないことが示唆された。

文 献

Alave, V. R., Kanazawa, A., Teshima, S., and

- Koshio, S., 1993: Effect of dietary phospholipids and n-3 highly unsaturated fatty acids on ovarian development of kuruma prawn. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **59**, 345-351.
- 福永辰広, 1982: 百島実験地におけるクルマエビの親養成事例. *さいばい*, **22**, 32-38.
- 金沢昭夫, 1983: 甲殻類. 水産学シリーズ41「魚介類の成熟・産卵の制御」. 恒星社厚生閣, pp. 80-89.
- 金沢昭夫, 1993: 水産動物における高度不飽和脂肪酸
およびリン脂質の生理効果. 水産学シリーズ96「水産脂質—その特性と生理活性」. 恒星社厚生閣, pp. 69-79.
- 齋藤洋昭, 2003: イソゴカイ (*Perinereis nuntia*) の脂質成分. 第42回日本油化学会年会講演要旨集, 225.
- 矢野 勲, 1988: クルマエビ属. 水産学シリーズ71「エビ・カニ類の種苗生産」. 恒星社厚生閣, pp. 54-63.