

ガザミ種苗生産における浮遊珪藻 *Chaetoceros calcitrans* の添加効果

松村靖治・高木将愛*¹

Effect of planktonic diatom, *Chaetoceros calcitrans*
added into rearing water in seed production of
blue crab, *Portunus trituberculatus*

Yasuharu Matsumura and Masachika Takaki

The effect of *Ch. calcitrans* was examined by the rearing experiments using the first zoea of 70×10^4 individuals contained in a concrete tank of 16 kl volume with sea water. Foods used were rotifers and brine shrimps fed *Ch. calcitrans* for more than 24 hours before feeding.

The survival rates were 32% and 12% in the rearing experiments where the diatom was added and not added, respectively. The difference of survival rate was due to mass mortality occurred on magalopic stage in the rearing the diatom was not added. From the results of water analysis, significant differences were not recognized in water quality of the two rearing experiments, so that water quality is not to be a cause of the mortality. It is thought that the diatom works as a food and thus nutritionally effect the high survival rate.

ガザミ種苗生産においては、飼育水にナンノクロロプシス, *Nannochloropsis* sp. を添加したり、施肥によって自然に珪藻類を増殖させ、幼生にとって好適な育成環境を維持するいわゆ

る“水づくり”が行われてきた。¹⁾ナンノクロロプシスは増殖させることは容易であるが珪藻類に比べて効果が劣り、また施肥による方法は有効な珪藻を選択的に増殖させられない等の欠

脚註 * 1 長崎県漁業公社

* 2 長崎県水産試験場：平成2年度長崎県水産試験場事業報告

* 3 長崎県水産試験場：平成3年度長崎県水産試験場事業報告

点があり、これらの方法には問題が残されている。

このようななかで、安元ら²⁾は、浮遊珪藻の一種 *Chaetoceros calcitrans* が容易に大量培養できる点に着目し、これを利用する水づくりによって22,000尾/tの高密度生産を行った。これ以後長崎県水産試験場島原分場ではこの方式によって高密度生産を安定して行っている。^{*3} 本研究では、*Ch. calcitrans* の飼育水への添加効果を、水質、栄養の両面から検討した結果、若干の知見が得られたのでここに報告する。

材料と方法

親ガニ及びふ化 親ガニは、1992年8月21日に長崎県島原市地先において、小型底曳網で漁獲された中から発眼している卵を有した3尾を選別し、長崎県水産試験場島原分場へ搬入した。卵を顕微鏡下で観察し翌日にはふ化すると思われる1尾(全甲幅:177mm, 重量:390g)をふ化槽(0.5kl黒色ポリエチレン水槽)に止水・無給餌で收容し、翌日にふ化したゾエア幼生を飼育実験に供した。

飼育管理 飼育水槽は、屋外角型コンクリート水槽(底面積:10m², 有効水量:16kl)を用い、*Ch. calcitrans* 添加区と無添加区を1面ずつとし、幼生の收容尾数は各区共に700,000尾(43,750尾/kl)とした。飼育水は両区共に塩素で殺菌した濾過海水を用いた。添加区における *Ch. calcitrans* の密度は図1に示すように飼育開始時 5×10^4 cell/mlとし、流水飼育に移るゾエア3令期(日令7)までは毎日添加し

た。方法は、添加する量と等量の飼育水をサイフォンで予め排水しておき本種を培養液(約 30×10^4 cells/ml)と共に追加した。飼育水は日令7まで止水、以降流水とし、流水量は両区とも成長に伴い0.5回転/日から2回転/日まで徐々に増やした。通気は塩化ビニールパイプを底に敷き、15ヶ所の孔(Φ1mm)から180l/分の割合で行った。水槽の上面は遮光幕(遮光率:90%)で覆い光量を調整した。

両区ともメガロパ幼生へ変態以降に付着基質としてナイロン製のモジ網(5×1.5m)を垂下した。垂下枚数はメガロパ幼生の生残数を考慮し、添加区は6枚、無添加区は3枚とした。飼育はメガロパ幼生が全て稚ガニに変態した時点まで行い、この間幼生が新たな令期になった日に柱状サンプリングにより生残率を推定した。また、実験終了時には重量法で生残数を求めた。幼生の大きさは、20尾についてゾエア期は背額刺間長(DRL)を、メガロパ期は全甲長(TCL)を、稚ガニは全甲幅(TCW)を測定した。

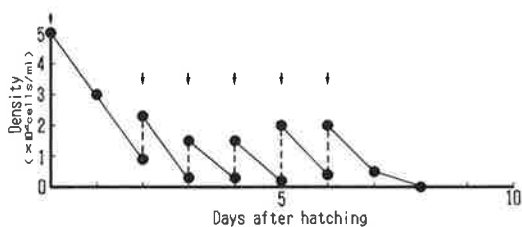


図1 珪藻密度の経日変化

Fig. 1. Daily change of the density of the diatom, *Chaetoceros calcitrans*. Arrows indicate the addition of the diatom.

餌料 餌料の種類と給餌時刻を表1に示す。シオミズツボワムシ（以下ワムシという）はS型で、市販されている濃縮した淡水性クロレラで1次培養し、給餌する前に *Ch. calcitrans* の培養液 (30×10^4 cells / ml) で24時間以上2次培養したものをゾエア幼生が1日に食べ尽くす程度与えた。アルテミア幼生は日令8まではワムシと同様に *Ch. calcitrans* で24時間以上2次培養したものを給餌し、9日以後は無強化のまま与えた。配合餌料は日清製粉KK製の海産種苗用飼料（粒径400 μ m）を用いた。オキアミはスライサーで2mm程度の細片にしたものを

給餌した。各区における総給餌量は表2に示すとおりである。

水質 水温、塩分濃度、pH、溶存酸素の測定を午前9時に行った。さらに同時刻に採水したサンプルをガラス・マイクロファイバー濾紙（ワットマン製：GF/C1）でろ過し、 -20°C で凍結保存し、無機3態窒素、無機リンについて海洋環境調査法²⁾に基づいて分析した。

体成分の分析 生産した稚ガニの体成分を比較するために、各実験区の稚ガニ100gづつを -20°C で凍結し後日分析に供した。分析は一般成分分析の他アミノ酸自動分析法によりアミノ酸分析、ガスクロマトグラフ法により脂肪酸組成について行った。

表1 餌料種類と給餌時刻

Table 1. Feeding schedule and time in the rearing experiments

	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	M
9:00	R	R, F	R, F	F	K
10:00		F	F	F	
11:00		F	F	F	K
13:00	R	R	R	A	
15:00		A	A		K
17:00					A

R : Rotifers
 F : Formula feed
 A : *Artemia nauplii*
 K : Raw krill

結 果

飼育実験の結果を表3に示す。実験はメガロパ幼生がすべて稚ガニに変態するまで行ったが、飼育日数は添加区が8月22日から9月7日までの16日間、無添加区は9月8日までの17日間であった。生残率は添加区が32.7%（14,313尾/kl）、無添加区は12.1%（5,313尾/kl）となり、両区間で大きい差があった。次に飼育期間中における幼生の生残率及び発育の状況を図2に示

表2 各実験区における総給餌量

Table 2. Amount of food given in the rearing experiments

Treatment of <i>Ch. calcitrans</i>	Rotifer ($\times 10^8$)	<i>Artemia</i> ($\times 10^8$)	Formula feed (g)	Raw krill (g)
Added	3.9	6.6	900	5,600
Not added	3.6	5.7	900	5,100

す。生残率はゾエア4令期までは両区ともほぼ同様であったが、その後メガロパ期にかけて無添加区では大きく低下し、両区間に相違が生じた。両区における幼生の発育の状況は、添加区の方が無添加区に比べて発育が速やかで脱皮の同調性が良く、このため飼育日数に1日の差が生じた。図3に柱状サンプリングの測定で水槽の6ヶ所から無作為に採集した幼生数の平均値と標準偏差から求めた変動係数を示す。変動

係数は全期間を通じて添加区の方が高かった。なお、各発育段階における幼生の大きさは両区間で差はなかった。

水質分析の結果を図4に示す。水温、pH及び塩分は飼育期間を通して両区とも同じように推移したが、溶存酸素は無添加区がやや高かった。アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素及び無機リンは、飼育開始時には両区でほぼ等しかったがアンモニア態窒素と無機リンは

表3 各実験区における飼育結果

Table 3. Results of the rearing experiments where *Ch. calcitrans* was added and not added

Treatment of <i>Ch. calcitrans</i>	Period	Initial		Final		Survival rate (%)
		No. of larva	Density (N./kl)	No. of larva	Density (N./kl)	
Added	Aug. 22-Sep. 7	700,000	43,750	229,000	14,313	32.7
Not added	Aug. 22-Sep. 8	700,000	43,750	85,000	5,313	12.1

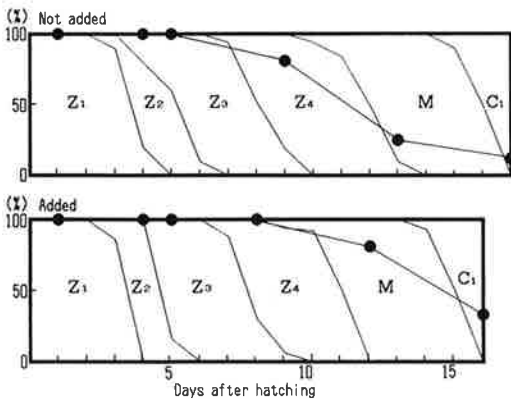


図2 各発育段階における生残率と出現率
Fig. 2. Change of survival rate (closed circle) and rate of larval stage (line). (Z₁, 1st zoea; Z₂, 2nd zoea; Z₃, 3rd zoea; Z₄, 4th zoea; M, megalopa; C₁, young crab)

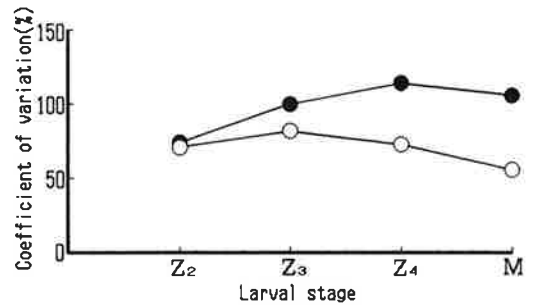


図3 柱状サンプリングの計数結果から得られた変動係数の比較

Fig. 3. Comparison of the coefficient of variation of the larval distribution divided from column samplings in the experiments where *Ch. calcitrans* was added (closed circle) and not added (open circle) into the rearing water.

3日以降、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素は8日目以降に添加区が高くなった。13日以降は流水量を増やしたため差がなくなったが、飼育期間中の平均値は添加区がD.I.N.（無機態窒素の合計）で約3.4倍、無機リンで約2.6倍であった。

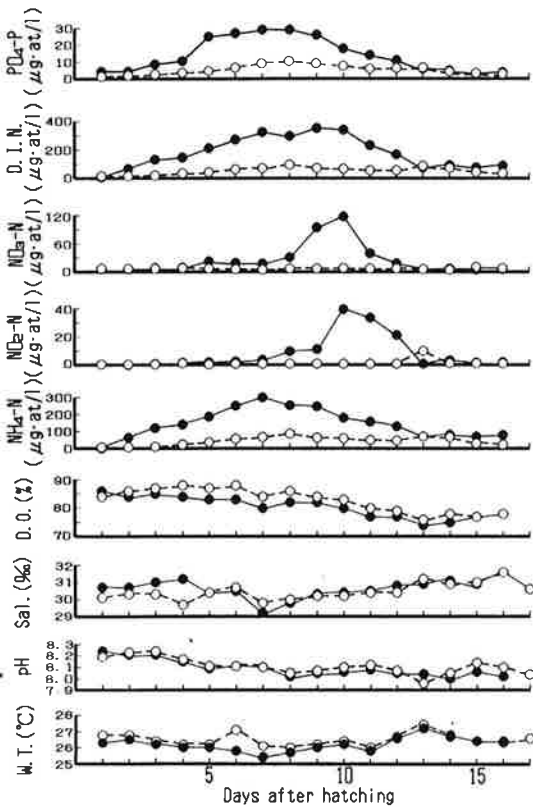


図4 水質環境（水温，pH，塩分，溶存酸素，アンモニア，亜硝酸，硝酸，無機態窒素の合計及び無機リン）の経日変化

Fig. 4. Daily change of water temperature, pH, salinity, dissolved oxygen, ammonia, nitrite, nitrate, D. I. N., and phosphorous in the rearing water where *Ch. calcitrans* was added (closed circle) and not added (open circle).

表4 各実験区における稚ガニの栄養分析結果

Table 4. Amino acid compositions and several fatty acids of total lipids of young crab reared in water where *Ch. calcitrans* was added and not added.

	Treatment of <i>Ch. calcitrans</i>	
	Added	Not added
Moisture	80.8 %	82.6 %
Protein	8.8	7.7
Lipid	1.4	1.4
Ash	7.9	7.6
Arginine	0.44%	0.37%
Lysine	0.47	0.41
Histidine	0.20	0.17
Phenylalanine	0.31	0.26
Tyrosine	0.30	0.26
Leucine	0.49	0.42
Isoleucine	0.30	0.26
Methionine	0.17	0.16
Valine	0.38	0.33
Alanine	0.43	0.36
Glycine	0.48	0.40
Proline	0.49	0.42
Glutamic acid	0.90	0.76
Serine	0.24	0.23
Threonine	0.32	0.27
Aspartic acid	0.65	0.55
Tryptophan	0.09	0.08
Cystine	0.09	0.08
14 : 0	1.2 %	1.2 %
16 : 0	12.6	12.5
16 : 1	3.4	3.5
18 : 0	8.2	8.0
18 : 1	25.6	25.5
18 : 2	4.7	4.9
18 : 3 ω 3	13.4	14.3
20 : 1	1.2	1.2
20 : 2 ω 6	0.9	0.9
20 : 3 ω 6	0.2	0.3
20 : 4 ω 6	4.4	4.4
20 : 4 ω 3	0.8	0.7
20 : 5 ω 3	11.6	10.7
22 : 1	0.3	0.3
22 : 6 ω 3	6.2	6.0
24 : 1	1.2	1.2

表4に体成分の分析結果を示す。一般分析をみると、添加区の方が粗蛋白含量が高く、水分含量が低い傾向が認められた。この結果はアミノ酸の分析結果にも現れており、全体的に個々のアミノ酸含量が大きい傾向があった。しかし、アミノ酸組成としてみると両者にほとんど差は認められなかった。脂肪酸組成についても18:3 ω 3と20:3 ω 3で若干の差が認められた以外はほぼ同様の組成を示した。

考 察

ガザミの種苗生産における *Ch. calcitrans* の添加効果を検討した結果、生残率は両区ともゾエア4令期までは同様であったが、メガロパ期になって、無添加区の減耗が大きく、最終的には2.7倍の大きい相違を示し、本種の添加はメガロパ期の生残率を向上させる効果を持つことが判った。ガザミ種苗生産においては、メガロパ期に起こる大量への死が大きい問題とされ、この原因としては水質環境の悪化や栄養的な欠陥が考えられている。³⁾ 先ず、水質環境についてみると、本実験では、無機態窒素、リンともに添加区が無添加区よりも著しく高かった。柄多・丹下⁴⁾はNH₄-Hがゾエア幼生に与える毒性の研究の中で24h-TLMが23~27 μ mとしている。今回の実験ではこれより低いとはいえずNH₄-Hは添加区の方が高く、*Ch. calcitrans* の添加が水質環境の悪化を防ぎ生残率を高めたとは考えられない。

栄養についてみると、体成分の分析値は添加区の方が粗蛋白含量が多かったが、組成の比較からは添加効果を明らかにすることはできなかった。一方、ガザミのゾエア幼生は *Ch. calcitrans* を直接摂取し、さらに *Ch. affinis* との比較試験の結果から、*Ch. calcitrans* に対し餌料選択性を示すことが判っている。^{*} また、添加区で無機態窒素、リンが高かったことを上述したが、これは餌や施肥に起因するものではなく、飼育されているゾエアの排泄物の多さ、換言すれば代謝活動の活発さによるものと考えられる。さらに柱状サンプリングの結果でも変動係数に差があったが、このことは幼生の分布状態が両区で異なったことを示しており、変動係数が高かった添加区の幼生がより健康であったものと考えられる。以上のことを総合して判断するとすると、飼育水に添加された *Ch. calcitrans* は水質を安定させ、その結果生残率が向上したというよりも、ゾエア幼生に餌料として、直接摂取され、栄養的な改善に役だったためメガロパ期の減耗が軽減されたものと推察される。さらに、施肥による不特定種の珪藻の増殖による水作りに比べて *Ch. calcitrans* 接種法が効果的なのは、ゾエア幼生が本種に対し餌料選択性をもつためであろう。

本稿を草するにあたり、有益な御助言を頂いた九州大学農学部附属水産実験所北島力教授に深謝の意を表す。

脚註 * 広島県水産試験場：昭和53年度ガザミ種苗生産研究会資料

文 献

- 1) 倉田博：ガザミ種苗の量産技術，水産増養
殖叢書32，日本水産資源保護協会，東京，
p p. 83-96.
- 2) 日本海洋学会編：海洋環境調査法，第1版，
恒星社厚生閣，東京1979，p p. 269-291.
- 3) 尾田正：微粒子餌料を使った流水式ガザミ
種苗生産，栽培技研，15(2)，129-134
(1986).
- 4) 柄多哲，丹下勝義：有機性けん濁物による
ガザミの種苗生産研究-VI，兵庫水試研報，
18，67-69(1978).

