

昭和 60 年度指定調査研究総合助成事業報告

ウシエビ養殖技術開発研究

勝俣亜生・与那嶺幸江

昨年度は養殖技術に関する試験として出荷サイズまでの飼育条件のうち塩分濃度と放養密度の試験を行い、母エビ養成に関する試験として、漁獲量調査、成熟時期調査、天然エビ及び養殖エビを用いた眼柄切除による成熟促進試験を行った。

今年度は養殖技術として栄養塩濃度と生長との関連を調べ、母エビ養成では秋期～冬期の加温飼育による眼柄切除試験及び地下水による越冬試験を行った。

I 養殖技術に関する試験

1 水質試験

栄養塩濃度（窒素及びリン酸塩）とウシエビの生長との関連を調べるため、止水及び換水飼育を行い、その間の生長と栄養塩濃度を測定した。

【実験①】

(1) 方法

屋内 2 m²コンクリート水槽（水深 60 cm）5 面を使用し、止水区（2 面）、毎日 $\frac{1}{2}$ 換水区（2 面）そして毎日 $\frac{1}{4}$ 換水区（1 面）の 3 区を設けて、2g 強のウシエビ各 200 尾を放養した。供試エビは昭和 60 年 4 月 16 日に台湾から輸入したものである。水槽に砂は敷かず、通気は十分に行った。塩分濃度は 22～23‰に調節した。餌は台湾製のウシエビ用配合飼料を使用し、投餌率を体重の 12～10%として生長に伴い割合を減らした。また、残餌によって量を加減した。実験期間は昭和 60 年 7 月 1 日から 7 月 31 日までの 30 日間であった。

体重測定は放養時と終了時には全数を、飼育途中は 20 尾（10%）を採捕して行った。水温と pH の測定は午前 9 時 30 分に行い、水質分析のための採水は午後 1 時に行った。栄養塩濃度の測定は、Strickland & Parsons (1972) の方法に従った。NH₃-N は Whitfield (1974) の次式によって算出した。

$$\text{NH}_3\text{-N} (\%) = 100 [1 + \text{antilog} (pK_a^S (T) (P) (I) - \text{pH})]^{-1}$$

$$pK_a^S (T) (P) (I) = X + 0.0324 (298 - T) + 0.0415 P/T$$

$$I = 19.9273 S (1000 - 1.005109 S)^{-1}$$

ここで、T：絶対温度（°K）、P：気圧（atom）、S：塩分濃度（‰、17 ≤ S ≤ 36）

そして I：イオン強度（M）で I と X の関係は次表による。

I	X	I	X
0.4	9.28 ± 0.01	0.7	9.33 ± 0.01
0.5	9.30 ± 0.01	0.8	9.34 ± 0.01
0.6	9.32 ± 0.01		

(2) 結果

飼育結果を表1に、生長を図1のAにそして栄養塩濃度を図1のB～Fに示した。飼育中のpHは7.51～8.25、水温は27.9～32.1℃であった。DOは止水区で換水区よりもやや低い傾向であったが4.5 mg/l以上あり、ウシエビの生育に特に影響はないものと思われる。

表1に示したとおり、それぞれの区で歩留りに差はみられず、89～98%の高歩留りであった。生長は1/2換水区と1/4換水区ではほぼ同様であったが、止水飼育では実験開始後2週間目頃から生長が悪くなり(図1のA)、日間増重率で比較すると止水区は換水区の約1/2であった。

NO₃-Nは換水では変動が少なく、止水区では飼育当初に急激な減少がみられた(図1のB)。なお、後半の2回の測定時にはNO₂-Nの濃度が高くなったため測定値の誤差が大きくなり算出できなかった。NO₂-Nは換水区で徐々に増加したが0.05 mg以下で安定した。一方、止水区では終了時まで等比級数的に増加した(図1のC)。NH₄-Nは各区とも当初急激に増加したが後半は安定し、止水区で30 mg、換水区で3 mg以下であった(図1のD)。NH₃-Nは止水区で1 mgを越え、換水区では0.1 mg以下であった(図1のE)。PO₄-Pは止水区では直線的に増加したが、換水区では低レベルで推移し最高でも0.22 mgであった(図1のF)。

表1 実験④ 飼育結果

	1/4換水区	1/2換水区		止水区	
		①	②	①	②
放養月日	昭和60年7月1日				
尾数(尾)N ₀	201	195	200	197	196
総重量(g)W ₀	434.2	395.9	412.5	433.4	431.2
平均体重(g)X ₀	2.16	2.03	2.06	2.20	2.20
終了月日	昭和60年7月31日				
尾数(尾)N ₁	183	185	195	176	179
歩留り(%)	91.0	94.9	97.5	89.3	91.3
総重量(g)W ₁	981.9	1,056.0	1,129.8	607.7	671.5
平均体重(g)X ₁	5.37	5.71	5.79	3.45	3.76
増重倍率	2.49	2.81	2.81	1.57	1.71
斃死重量(g)W ₂	67.8	38.7	19.6	59.3	50.7
日間増重率(%)	3.08	3.51	3.50	1.51	1.80
総投餌量(g)F	1,995	1,995	1,995	1,775	1,890
餌料効率(%)	30.9	35.0	36.9	13.2	15.4

$$\text{増重倍率} = \frac{X_1}{X_0}, \text{日間増重率} = (\sqrt[t]{\text{増重倍率}} - 1) \times 100 \quad \text{ここで } t = \text{飼育日数}$$

$$\text{斃死重量 } W_2 = \frac{X_0 + X_1}{2} \times (N_1 - N_0) \quad \text{餌料効率} = \frac{W_1 - W_0 + W_2}{F} \times 100$$

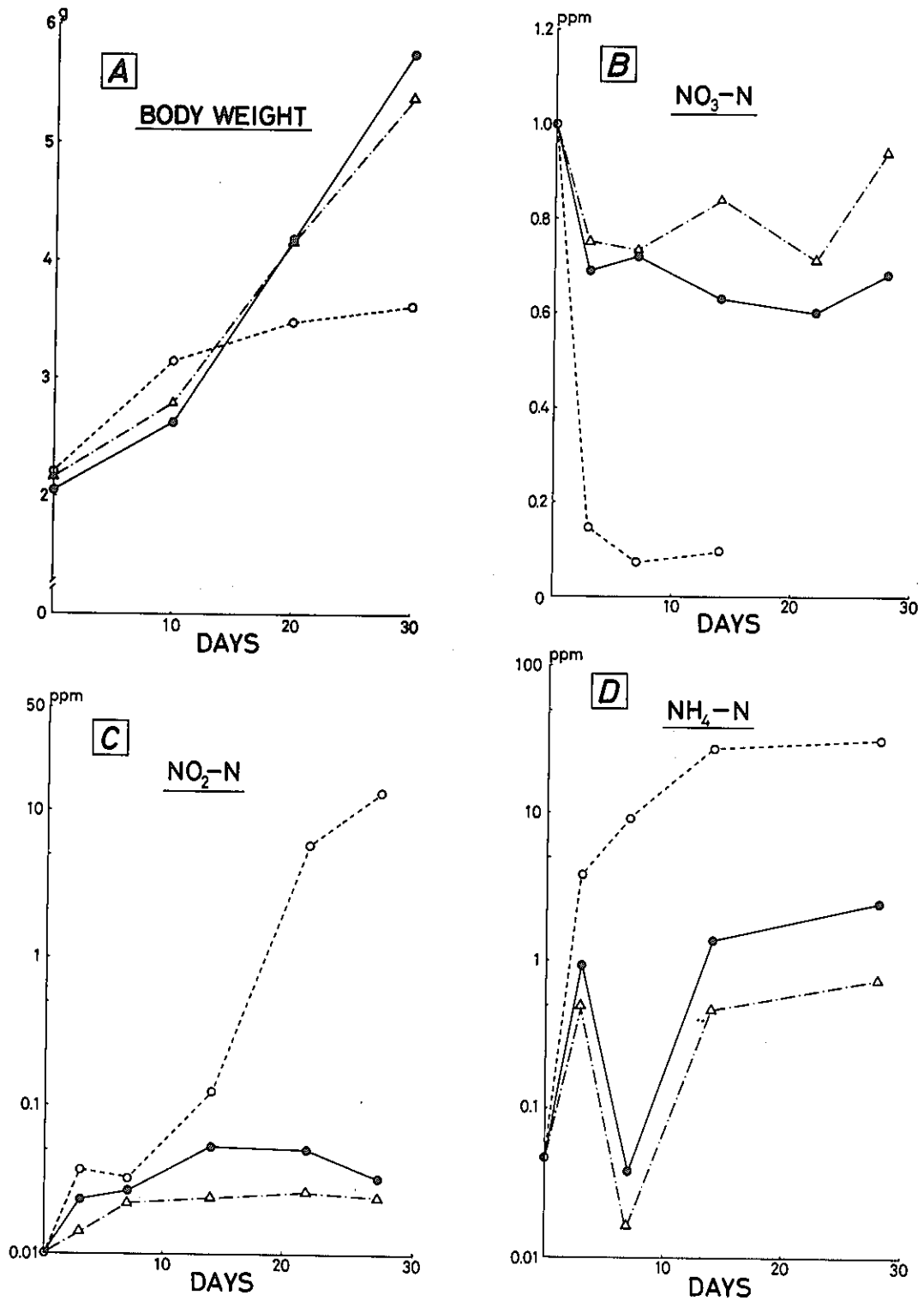


図1 実験①における生長と栄養塩濃度の変動

○---○ 止水 ●---● 1/2換水 △---△ 1/3換水

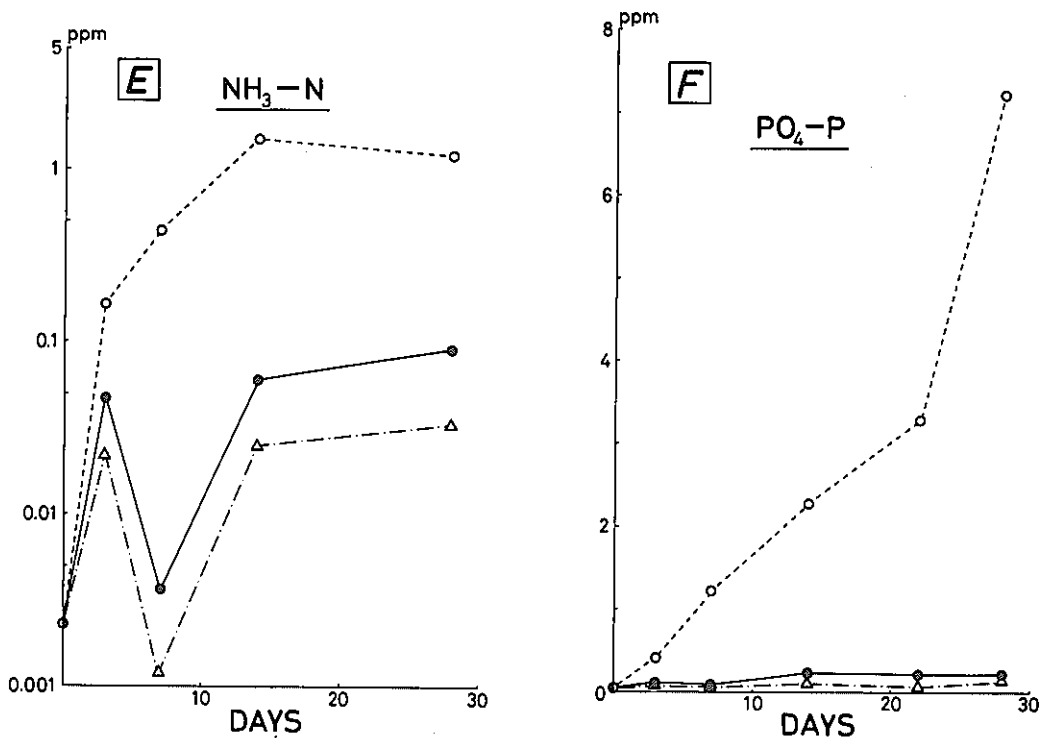


図1 つづき

〔実験②〕

実験①により、止水区と換水区とでは30日間の飼育で生長に明らかな差が出ること、また栄養塩濃度の変動も両区で大きく異なることがわかった。一方、 $\frac{1}{2}$ 換水区と $\frac{1}{4}$ 換水区では差がみられなかった。そこで実験②として止水区の飼育密度を変えて同様の実験を行った。

(1) 方法

屋内2㎡コンクリート水槽（水深60cm）5面を使用した。体重5～6gのウシエビを用いて平米当たり25尾、50尾、75尾そして100尾の4区で止水飼育を行った。対照として25尾/㎡で毎日 $\frac{1}{2}$ 換水区を設けた。塩分濃度は22～23‰に調節した。投餌率は体重の10%を基準にして残餌によって適宜増減した。実験期間は昭和60年8月2日から9月3日までの32日間であった。

体重測定は、放養時と終了時は全数を、飼育途中は25尾区で10尾（20%）、その他は20尾以上（10～21%）を採捕して行った。栄養塩濃度、水温及びpHは実験①と同様の方法で測定した。

(2) 結果

飼育結果を表2に、生長を図2のAにそして栄養塩濃度を図2のB～Fに示した。表2及び図2のAにみるとおり、密度が高くなるほど生長と歩留りが悪かった。日間増重率でみると換水区に対して25尾/㎡区は69%、50尾/㎡区は53%そして75尾/㎡区は45%であった。100尾/㎡区は8月17日に大量斃死があり5尾を残すのみとなったので実験を中止した。

栄養塩濃度は実験①とほぼ同様の変動を示し、NO₃-Nを除いては密度の高い程値が高かった。

表 2 実験② 飼育結果

	換水区				
	25尾/㎡	25尾/㎡	50尾/㎡	75尾/㎡	100尾/㎡
放養月日	昭和60年8月2日				
尾数(尾)	49	49	99	150	198
総重量(g)	302.8	282.7	511.8	773.7	1,017.7
平均体重(g)	6.18	5.77	5.17	5.16	5.14
終了月日	昭和60年9月3日				
尾数(尾)	47	48	72	85	—
歩留り(%)	95.9	98.0	72.7	56.7	—
総重量(g)	513.0	409.0	504.0	566.5	—
平均体重(g)	10.9	8.52	7.00	6.66	—
増重倍率	1.77	1.48	1.35	1.29	—
斃死重量(g)	17.1	7.2	164.3	384.2	—
日間増重率(%)	1.79	1.23	0.95	0.80	—
総投餌量(g)	1,025	975	1,515	2,230	—
餌料効率(%)	22.2	13.7	10.3	7.9	—

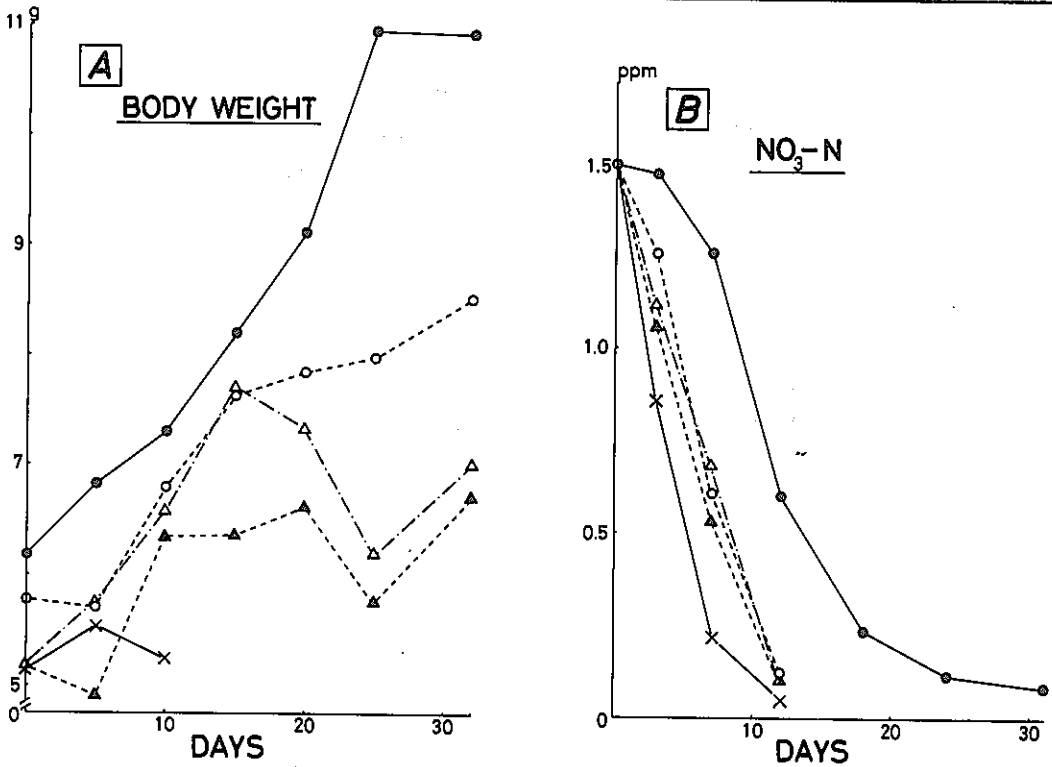


図2 実験②における生長と栄養塩濃度の変動

—○— 止水25尾/㎡ -△- 止水50尾/㎡ --▲-- 止水75尾/㎡
 —×— 止水100尾/㎡ —●— 換水25尾/㎡

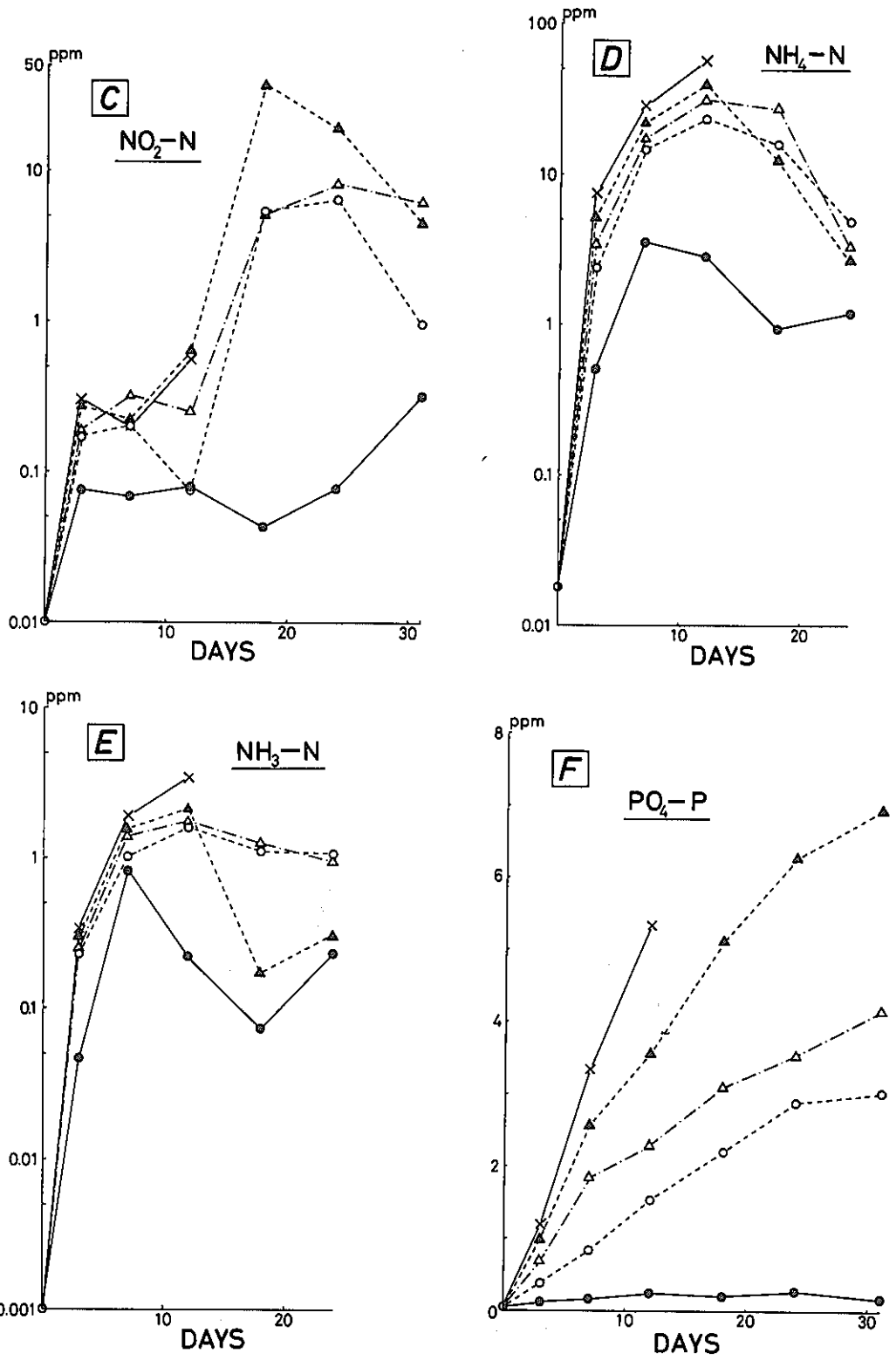


図 2 つづき

考 察

栄養塩のうち直接生物に害を与えるのは亜硝酸態窒素と非イオン状のアモンニア態窒素である。

Jayasankar & Muthu (1983 b) が *P. indicus* を使った実験によると、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 耐性は生長に伴って高まり、24-h LC_{50} はノープリウス、ゾエア、ミスでそれぞれ、10.23 個、20.43 個そして 33.87 個であった。またノープリウスからの 9 日間飼育による LC_{50} は 3.29 個、さらに EC_{50} (半数有効濃度：50%の幼生が 9 日間で稚エビまで変態できない濃度) は 1.8 個であると、安全なレベルを EC_{50} の 1/3 以下の 0.18 個としている。

Wickins (1976) は、4 週間飼育による *P. indicus* の LC_{50} を 62.0 個、3 週間飼育の EC_{50} (生長速度が対照区の 50%に落ちる濃度) を 6.4 個としており、同種のエビを使いながら上記の値と大きく違っている。

ウシエビを使った実験には Catedral et al. (1977) があり、60%生残する濃度をゾエア・ミスとして P_3 でそれぞれ、5 個、15 個そして 20~50 個 $\text{NO}_2\text{-N}$ としている。

今回の実験で換水した場合の $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度は実験①で最高 0.053 個、実験②で 0.32 個であり、上記の報告から考えてウシエビに対する安全濃度を越えていないと思われる。一方止水飼育の場合、実験①では放養時から徐々に上昇し終了時には 13.0 個に達している。実験②では 25 尾/ m^2 、50 尾/ m^2 そして 75 尾/ m^2 区の最高がそれぞれ、6.45 個、8.13 個そして 37.1 個になった。これらの濃度は少なくとも EC_{50} には達しており、ウシエビの生長にある程度の影響を与えていると考えられる。

$\text{NH}_3\text{-N}$ については、Wickins (1976) が数種のクルマエビ属のエビを用いて実験を行い、48-h LC_{50} を 1.28 個、3 週間飼育の EC_{50} (生長速度が 50%落ちる濃度) を *P. schmitti*、クルマエビ、クマエビについてそれぞれ、0.69 個、0.37 個そして 0.22 個とした。そして安全なレベルとして 3 週間飼育して生長速度が 2%減になる濃度である 0.11 個を提案した。

Catedral et al. (1977) はウシエビの幼生のアモンニア耐性 (この場合 $\text{NH}_3\text{-N}$ だけでなく $\text{NH}_4\text{-N}$ も含まれている。) について実験し、60%生残する濃度としてゾエアで 11~12 個、ミスで 60 個そして P_3 で 50 個を報告した。これらの値はゾエアとミスではポストラバまで、また P_3 では 10 日間の飼育から決定されている。

Jayasankar & Muthu (1983 a) は、*P. indicus* を使った実験で $\text{NH}_3\text{-N}$ に対する耐性は生長に伴って高くなり、ノープリウス、ゾエアそしてミスの 24-h LC_{50} をそれぞれ、0.29 個、0.95 個そして 3.17 個とした。また 9 日間飼育 (ノープリウスから P_1 まで) の LC_{50} は 0.93 個、 EC_{50} (50%の幼生が P_1 まで変態できない濃度) は 0.25 個であった。

今回の実験では、実験①の換水区の $\text{NH}_3\text{-N}$ の最高が 0.09 個、止水区で 1.42 個、実験②の換水区で最高 0.82 個、止水区の 25 尾/ m^2 、50 尾/ m^2 、75 尾/ m^2 そして 100 尾/ m^2 区でそれぞれ、1.57 個、1.70 個、2.10 個そして 3.28 個であった。Wickins (1976) の値を適用すると、実験①の換水区では安全レベル以下であったが、実験②の換水区では EC_{50} 程度になっている。さらに止水区ではすべて 48-h LC_{50} を越えていた。実験①の止水区の場合、7 日目頃に EC_{50} を越え 14 日目に