

オイゲノールのクルマエビ稚仔に対する麻酔効果

石岡宏子・福原 修・阪口清次

Studies on the Anesthetic Effects of Eugenol to Kuruma Prawn Juveniles

Hiroko ISHIOKA, Osamu FUKUHARA, Seiji SAKAGUCHI

The accomplishment of an effective anesthetic to immobilize shrimps temporarily for various research procedures such as weighing, tagging, measuring, photographing, etc. has been expected.

As it is said that Eugenol has the anesthetic effect to shrimps, this substance was examined for Kuruma prawn, *Penaeus japonicus* BATE, and following results were obtained.

1) Juveniles of the prawn were anesthetized in a short time in sea water containing over 200 ppm of Eugenol, when the substance was prepared as the mixture of following formula*;

Eugenol	10.7 g
Lauryl sodium sulfate	5.0 g
Sodium pyrosulfite	0.1 g
Methanol	42.8 ml
Distilled water	55.5 ml

2) The useful range of the concentration was 50 to 200 ppm as Eugenol in the case of the prawn.

3) The higher concentration and higher water temperature remarkably shortened the time required for anesthesia.

4) The recovery from anesthesia showed a tendency to require longer time after longer exposure condition, but the most prawns recovered within 1 hour except low water temperature cases.

5) Starvation, molting and low chlorinity of the environmental medium effected to the reduction of the time required for anesthesia. It seems that the physiological conditions which increase the water contents of prawn bodies induce the shortening of the time required for anesthesia.

6) To examine the effects of the anesthetic treatment to the growth and survival of the juveniles, the experiments were carried out extending over 20 days. It was appeared that the anesthetic treatment had no serious effect on the growth and survival of the juveniles in comparison with control. From these results, it is concluded that Eugenol can be applicable to Kuruma prawn juveniles effectively and safely as an anesthetic with the formula stated above.

は じ め に

水棲生物に対する麻酔剤は、魚類の輸送、標識、計測作業および外科的手術のさいに使用されているが、無脊椎動物とくに甲殻類では必要性は認められながらも適当な麻酔剤が見当たらないためほとんど利用されていない。最近、オイゲノール (4-allyl-2-methoxyphenol) を主成分とした魚類の新しい麻酔剤が開発

1974年3月25日受理 南西海区水産研究所業績41号

* Purchasable as FA 100

され、甲殻類にも適用可能と考えられたので^{1),2)}、本剤をクルマエビに使用する場合の諸条件と稚エビの麻酔特性について若干検討を行なった。

材 料 と 方 法

実験薬剤としては市販のオイゲノール10 v/v% 製剤*を使用した。これを開封後冷蔵庫に保存し、使用に当ってはこの薬剤が海水にはやや溶けにくいいため、少量の蒸留水に溶解し、これを汙過海水で稀釈して設定濃度の麻酔液を調製した。

供試材料は瀬戸内海栽培漁業協会玉野事業所、山口県水産種苗センター、および藤永クルマエビ研究所で、それぞれ生産されたミスシ期からいわゆるポストラバ初期のクルマエビである。これらを15°C前後に冷却した海水約10lに2,000~5,000尾収容し酸素を吹きこみ、南西海区水産研究所まで陸上輸送した。搬入したクルマエビには、ブラインシュリンプ、チグオパス、アサリ肉細片、クルマエビ用配合餌料などを与えた。ポストラバ初期までは止水で、以後は止水または流水でそれぞれ飼育した。実験に供したクルマエビの体長は原則として1.5 cm から2.5 cm であり、一度実験に供した材料の再度の使用はさげられた。

結 果

1. クルマエビの麻酔徴候

稚エビを麻酔液に浸漬してからの行動は、ほぼ次のような経過をとる。

- a) 麻酔液に収容した直後は、行動に多少の促進がみられ、間もなく静止または、通常の歩行行動をする。
- b) 容器壁に沿って水面で空中に突き上げるような垂直に動く行動をくり返す。この行動の最後には、平衡を失って容器底に横臥する。
- c) 平衡を失わない、容器底で動く。第2触角、歩脚、游泳脚を動かし、しばしば容器底で横臥したまま旋回する。ピンセットで尾柄部をささむなどの刺激に対しては弱く反応する。
- d) 平衡を失ったまま働かず、鰓、心臓の動きのみ認められる。
- e) 外部からの観察では鰓、心臓の動きが停止する。
- f) 体色が不透明になり、長時間放置すれば赤色に変色する。

ここで麻酔された状態とはd)の徴候をいう。一般的には上記の徴候を順次経て麻酔されるが、個体によっては、a), b), c), の行動のくり返しを経て麻酔されたり、b) や b), c), の徴候を経ないで麻酔される場合も認められる。

麻酔からの回復は d), → c), → a) のように b) の徴候以外の経過を逆にたどるのが一般的であるが、c) の徴候を経ない場合もしばしば認められ麻酔される経過にくらべて規則的ではないことが多い。

この場合、d)までの徴候を示す稚エビは通常の海水にもどすと回復するが、e)の状態に至った個体は回復することなく斃死することが多い。

本実験では、麻酔所要時間とは稚エビを麻酔液に浸漬してから、d)の徴候に至るまでとし、回復時間とは、麻酔剤を含まない汙過海水へ稚エビをもどしてから、a)の状態に復するまでの時間とした。また、麻酔液

* オイゲノール 10.7 g
ラウリル硫酸ナトリウム 5.0 g
ピロ亜硫酸ナトリウム 0.1 g } を含む薬剤である。
メタノール 42.8 ml
精製水 55.5 ml

浸漬時間とは、実験群の個体が麻酔されてから後、その麻酔液中に浸漬放置した時間をいうこととした。

2. 麻酔所要時間と回復時間

(1) 麻酔剤濃度の影響

温度条件を一定 (24.2°C~25.2°C) に設定し、麻酔濃度を1/500, 1/1,000, 1/1,500, 1/2,000, の4段階に変えて、麻酔時間と回復時間および回復率についての実験を行なった。供試したクルマエビは、流水飼育水槽から実験開始の15時間以上前に、恒温室内に設置した汙過海水を入れた100 l 容水槽 (止水式) に移し、設定温度に順化させた。この実験結果を Fig. 1 および Table 1 に示した。Fig. 1 で明らかなように、麻酔液濃度が高いほど麻酔所要時間は短くなる。また、麻酔徴候段階に関しては、麻酔剤の濃度が高いほど麻酔段階の移行が順次の経過を経ない場合が多く、また、たとえ、麻酔段階を経過する場合にも、きわめて短い時間のうちに各徴候を経て麻酔にかかる。各麻酔徴候段階における時間が短い。

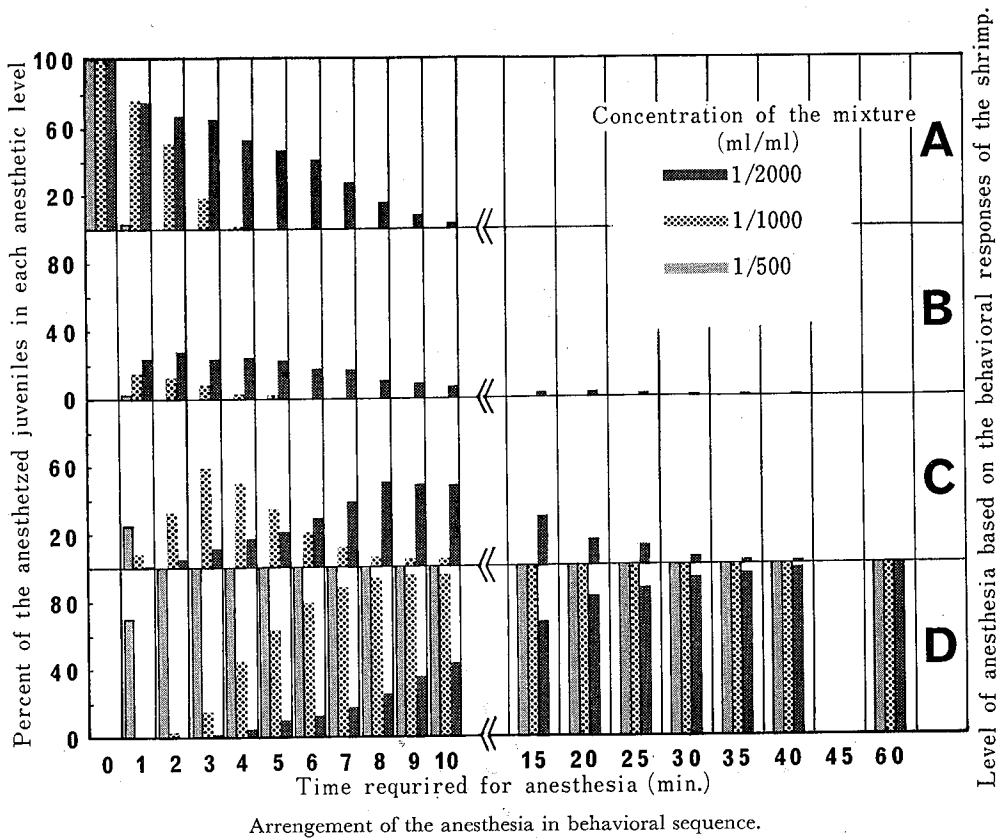


Fig. 1. The behavioral changes of the juveniles in the sea water containing the anesthetic at three levels of concentration.

Table 1. The characteristics of recovery from anesthesia.

Concentration on the mixture (ml/ml)	Number of shrimps	Exposure time (min.)	Mean body length (cm)	Rate of recovery (%)	Range of recovery time (min.)
1/500	20	0	1.93	100	3'20''-16'20''
	20	5	1.83	80	6'38''-48'45''
	20	10	1.88	40	19'20''-over 1-29'
	20	15	1.64	0	
1/1000	20	0	2.14	100	10'25''-32'15''
	30	5	2.09	90	6'58''-36'23''
	20	10	2.09	90	21'15''-53'
	20	15	2.45	85	19'-48''
	20	20	2.37	80	29'45''-50'
	20	30	2.41	10	46'30''-50'30''
	20	45	2.31	0	
1/1500	30	0	2.52	97.5	8'45''-46'
	30	15	2.45	85	13'45''-103'55''
	50	30	2.51	56	26'50''-119'55''
	50	45	2.49	20.2	55'25''-138'7''
	20	60	2.37	0	
	20	80	2.34	0	
1/2000	20	0	2.42	100	2'-23'15''
	20	5	2.53	100	11'25''-27'
	20	15	2.72	100	14'-24'
	20	30	2.51	100	15'-31'
	20	60	2.47	95	13'-29'30''
	20	120	2.13	40	20'30''-48'
	20	180	2.40	20	31'37''-

1/4,000 濃度の麻酔液では、8 時間を経過しても麻酔されず各麻酔徴候段階に分散し、一度麻酔された状態になった個体もしばらくすると、また動き始める。各麻酔徴候段階で、長時間停滞することはない。

実用的な各麻酔濃度で、麻酔された個体は、そのまま長時間放置すれば、e), f) の段階へ移行する。

麻酔回復時間は、Table 1 に示した。回復時間は麻酔液への浸漬時間が長いほど長く、また個体間の回復時間のばらつきは大きくなる。また、回復時間に対する麻酔濃度の影響は、浸漬時間が一定の場合あまり大きくない。また、稚エビの麻酔からの回復は 1 時間以内にみられる。

麻酔回復率は Fig. 2 で明らかなように、濃度の増加と共に低下するが、浸漬時間と回復率の関係は必ずしも直線的な関係ではなく薬物毒性の現われかたと類似している。

麻酔からの回復については、麻酔液 1/1,000 濃度で、麻酔深度 d) に移行するまでの時間と、d) から a) までの回復時間を各個体ごとに調べた。すなわち、500 ml のビーカーに 1 尾づつ稚エビを收容し、麻酔深度 d) に達した後 1 分間ほどそのまま麻酔液中に浸漬し、その後すぐに海水で洗い、新しい河過海水へ移し、a) の状態に回復するまでの時間を測定した。平均体長 1.7 cm の 35 個体について得た結果から、回復時間 (Y) と麻酔時間 (X) との関係を直線式にあてはめると

$$Y=0.098X+18.50 \quad r=0.024$$

となり、相関があるとはいい難い。この式にも明らかなように麻酔所要時間にくらべて麻酔回復時間は長く、回復する個体は、約20分くらいまでの間に、ほとんど回復する。したがって麻酔所要時間と回復時間の相互関係については、この実験では認めることができなかった。

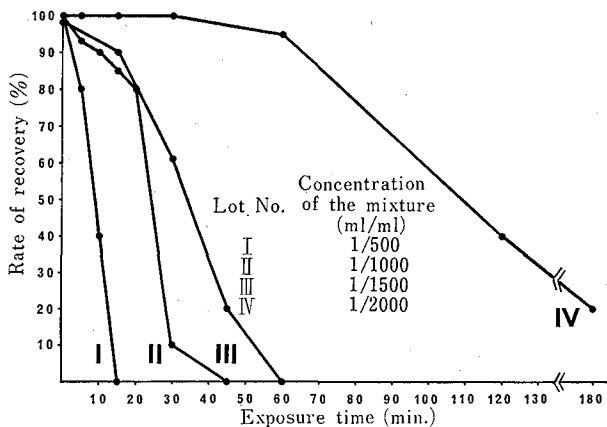


Fig. 2. The relationship between the exposure time at D-level of anesthesia and the rate of recovery at the water temperature of 24.2-25.2°C.

(2) 麻酔温度の影響

20°Cの恒温室に30lのパンライト水槽を設置し、さらに投込みヒーターにより、温度設定した戸過海水中に、稚エビ各50尾を收容し、エアストーンにより通気しながら各設定温度に馴化させた。24時間無投餌で飼育した後、1/1,000濃度で麻酔した各群から1回20尾をとり上ず、累積麻酔所要時間を測定した。結果をFig. 3に示した。全体的に麻酔所要時間が短い、温度が麻酔時間に大きな影響を与えてい

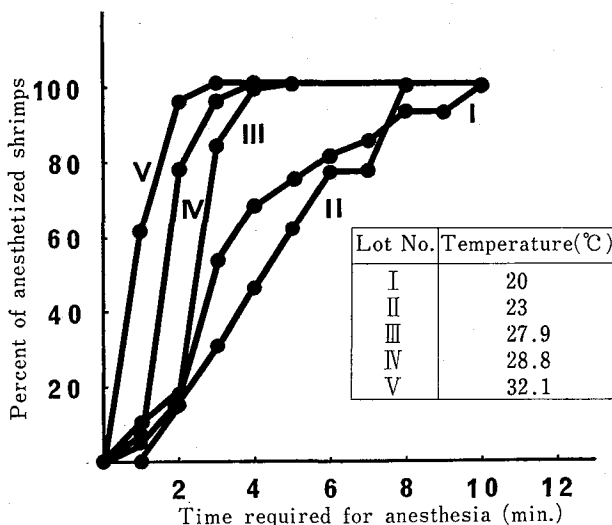


Fig. 3. The effect of temperature on the time required for anesthesia. The concentration of the mixture is 1/1000 (ml/ml)

ることは明らかに認められる。また、麻酔剤濃度が低いほど、麻酔所要時間の個体差は大きく、温度が高いほど個体差が小さく平均麻酔所要時間は短くなる。

麻酔回復時間に対する温度の影響についても実験を行なった。Fig. 4は、1/1,000濃度の薬剤で53回(1回に原則として10尾の稚エビを使用した。)の回復実験を行なった結果、それぞれの回復時間の範囲を示したものである。これによると、回復時間に与える温度の影響は、麻酔所要時間の場合に認められるほど大きくはない。ただ低温の場合(22°C以下)に、回復時間の非常に遅い個体が認められるという特徴がある。

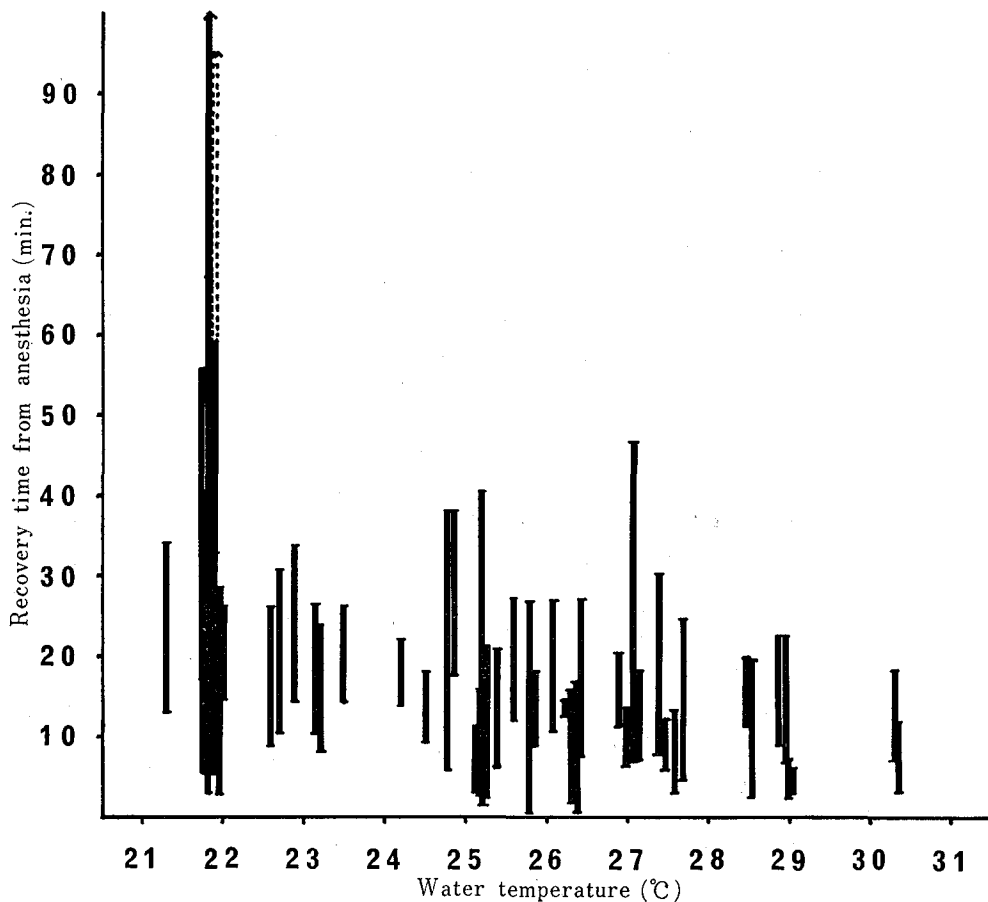


Fig. 4. The effect of temperature on recovery time from anesthesia. The concentration of the mixture is 1/1000 (ml/ml)

3. 麻酔所要時間に影響する要因

実験を継続しているうちに、温度や濃度などの条件が同じ場合にも、麻酔所要時間が実験毎に変化することが明らかとなったので、麻酔所要時間に与えるその他の要因を解明する2, 3の実験を行なった。

(1) クルマエビの成長・脱皮と麻酔所要時間

恒温室(20.0°C~23.0°C)に1lのガラス水槽を設置し、この中に約2cm程度に砂を敷き、エアレーションを行ない、稚エビを1尾づつ収容し、成長したブラインシュリンプを餌として十分量与え、24時

間後にとり出して1尾づつ1/1,000濃度の麻酔液で麻酔所要時間を123個体について測定した。得た結果を体長0.2cmの間隔でとりまとめて集計し、Table 2に示した。さらに、これらを脱皮個体と脱皮しない個体にかけて集計したものがTable 3である。

Table 2. Time required for anesthesia with different body length.

Range of Body length (cm)	Number of shrimps	Time required for anesthesia (min.)	SD	CV (%)
0.8-1.0	1	5.50		
1.0-1.2	8	5.53	1.5	27.6
1.2-1.4	23	5.65	1.5	26.6
1.4-1.6	4	7.56	3.6	48.2
1.6-1.8	9	5.16	3.3	64.6
1.8-2.0	12	4.34	2.6	59.4
2.0-2.2	12	6.24	3.4	53.9
2.2-2.4	19	5.32	2.8	52.4
2.4-2.6	16	9.76	4.6	46.8
2.6-2.8	7	7.92	3.4	43.2
2.8-3.0	6	9.85	4.9	49.8
3.0-3.2	4	6.30	3.1	48.9
3.2-3.4	2	15.21	7.8	51.4

Table 3. The effect of molting on the time required for anesthesia.

	Molting	Intermolt
Number of shrimps	15	108
Time for anesthesia (min.)	2.78	7.12
SD	0.99	3.61
CV	35.4	50.6

この結果から平均麻酔所要時間は成長に伴って増大する傾向が認められる。また、脱皮個体と脱皮しない個体では顕著な差が認められる。成長に伴う増大傾向が必ずしも明確でないのは、Table 3に示した結果からみて、稚エビの脱皮後、次の脱皮にいたるまでの間の生理的段階を細分化していないためと考えられる。

(2) 塩分と麻酔所要時間

飼育水の塩分が麻酔所要時間に与える影響については、2種類の実験を行なった。

水温23.2°Cで蒸溜水にクルマエビを浸漬して、1時間放置し、その後1/1,000濃度の麻酔剤で麻酔所要時間を測定した。この結果はFig. 5に示した。

室内に置いた30lパンライト水槽でエアレーションを行ない飼育していたコントロールとの比較では、麻酔所要時間を早めるという結果になった。この実験は数回くり返したが、常に同じ傾向が認められた。

一方、通常の汙過海水を蒸溜水で希釈し、海水を10%、20%、40%、60%、80%、100%の濃度とした

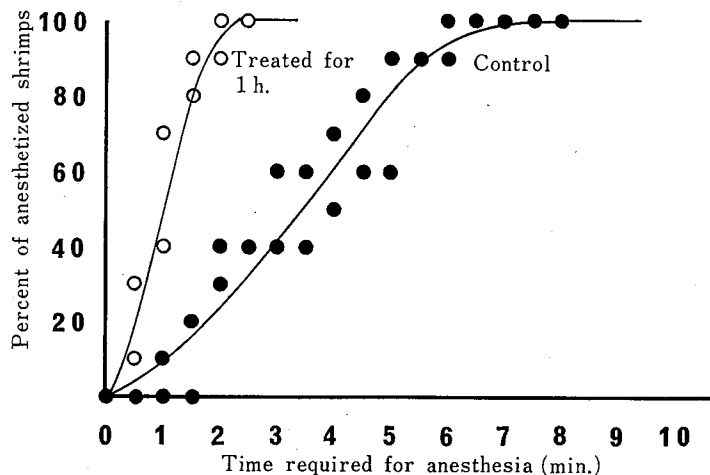


Fig. 5. The effect of immersion in fresh water for one hour on the time required for anesthesia. The concentration of the mixture is 1/1000 (ml/ml) and water temperature is 23.0°C and mean body length of the shrimp is 2.5 cm.

飼育水を作製した。平均体長 2.3 cm の稚エビを用い、24 時間無投餌で飼育した後、生き残った個体群について 1/1,000 濃度で麻酔所要時間を測定した。飼育水の塩素量は硝酸銀による常法により測定した。実験結果を Fig. 6 に示す。この結果、塩素量 3.28‰ 以下の場合には、24 時間後の生き残り個体についても

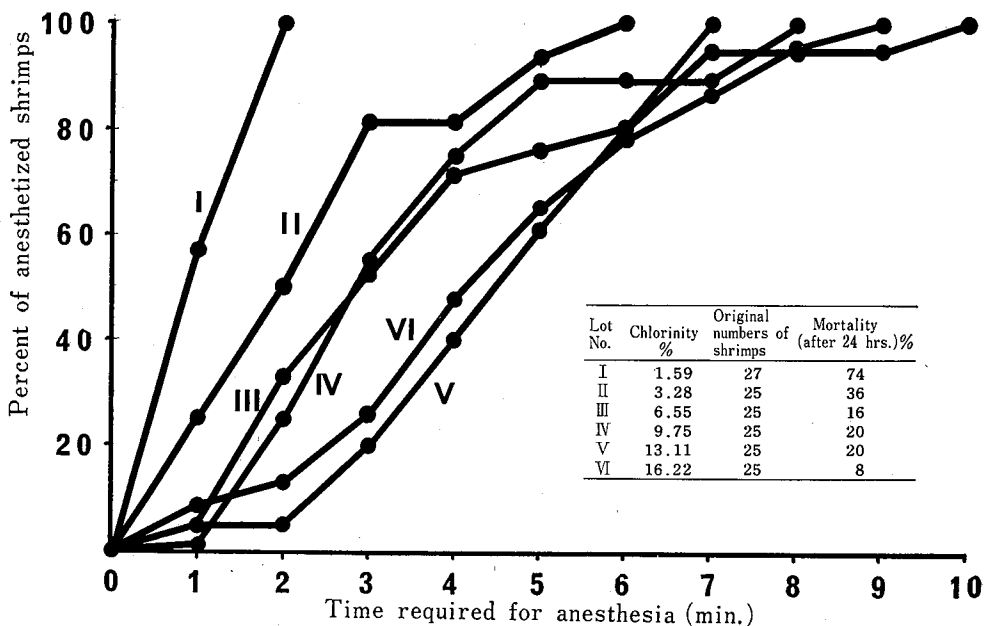


Fig. 6. The effect of low chlorinity of the medium on the time required for anesthesia. Water temperature is 23.0°C and concentration of the mixture is 1/1000 (ml/ml).

麻酔所要時間に明らかな差を生じているが、これよりも高い濃度の場合には、それほど顕著な差は認められない。このような稀釈海水へ浸漬した条件下で生き残った個体は、時間経過に伴ってその環境下に順応した生理状態を持つにいたったものと考えられる。

(3) 飢餓・強制運動と麻酔所要時間

30 l のパンライト水槽に 10 l の沝過海水を入れ、この中に体長約 2 cm のクルマエビ 130 尾を收容し、強力なエアレーションを行ない、稚エビが静止することがないようにし、24, 48, 120 時間の経過後に 20~30 尾あてとり上げ麻酔実験を行なった。この間、餌料は全く与えなかった。さらに材料採取時に別に 15~20 尾をとり上げ、恒量にした秤量瓶に入れ、化学天秤で重量測定を行なった。その後ただちに凍結し、真空凍結乾燥器で恒量になるまで乾燥の後、乾重量を測定して水分を算出した。結果を Fig. 7 に示した。これから明らかなように水分増加で示される飢餓の進行は麻酔のかかり易さを促進させている。また別に行なった同様の実験結果からも飢餓の影響は短時間では表われにくく、麻酔所要時間を短縮させる条件はかなり強度の飢餓の場合に認められる。

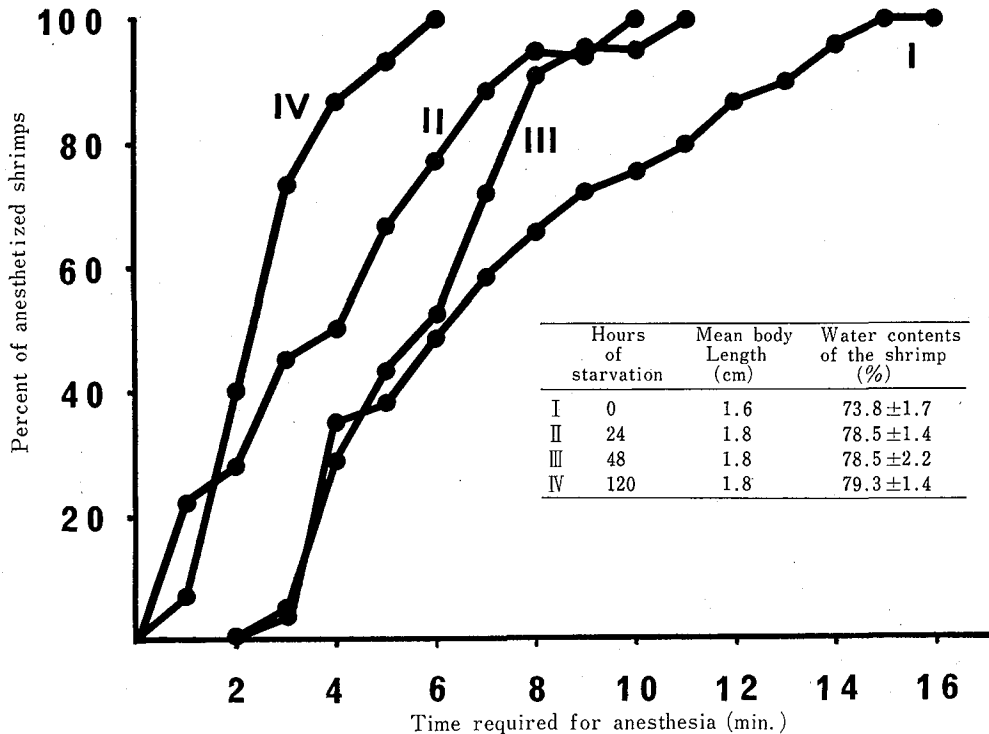


Fig. 7. The effect of starvation on the time required for anesthesia.

4. 麻酔液浸漬とその後の成長・歩留り

すでに述べた麻酔所要時間と回復率の関係からみて、この麻酔剤を実際を使用する場合に、1/1,000濃度のものを用いると比較的短時間で麻酔され、しかも斃死が少なく効果的である。この1/1,000濃度に5分間浸漬し完全に麻酔された個体群と、麻酔されなかった個体群を分け、これらを用いて長期の飼育試験を行なった。

すでに述べたように、麻酔されやすい個体は、生理的に何らかの特徴を有しており、現象的に認められる範囲では、いわゆる“弱い”状態の個体が多い。これらの個体群で麻酔剤の影響が後まで残るか否かを

知るために、5分間という時間を設定したものである。体長0.72~1.17 cmの稚エビを麻醉し、まず5分以内に麻醉された個体を取り出し、ただちに新しい海水にもどし回復させた。このうちから120尾を2 m²の底に砂を敷いた陸上コンクリート飼育水槽に放養した。飼育期間は昭和47年8月24日から9月13日までの20日間とし1日当たり体重の200%量の生アサリ肉を投与した。また5分経過しても完全に麻醉されない個体群は、7分経過後取り出し、1区を設け、また麻醉処理をしない稚エビ群を対照区として比較した。

なお、麻醉剤処理群については、一部をガラス水槽へ収容し24時間後の生存の有無を観察したが、斃死する個体は全くみられなかった。飼育実験結果をTable 4に示した。この結果、生残率、成長にやや差が

Table 4. The effects of the anesthetic treatment on growth and survival of the juveniles.

	Time required for anesthesia (min.)	Initial body length (cm)	Final body length (cm)	Survival rate (%)
Anesthetized	≤5	0.89±0.11	2.15±0.49	54.2
	>5	〃	1.81±0.29	65.0
Control		0.89±0.11	2.19±0.33	64.2

生じているが、別に行なった飼育実験結果³⁾から推察して、麻醉剤の影響とは判断できない。すなわち飼育条件の影響の方が大きく、麻醉剤への浸漬はその後の成長、歩留りには大きく影響することはないと判断した。

考 察

甲殻類に対する麻醉剤はAHMAD⁴⁾が*Gammarus pulex*について、MS-222の麻醉効果を検討した例はあるが、特有の屈曲運動や作業時の甲殻による傷害等のため、必要性は認められながらも一般的に通用する適当な麻醉剤がなかったのが現状である。オイゲノールの麻醉効果に関しては最近、遠藤⁵⁾らが数種の淡水魚について明らかにした。この薬剤の甲殻類に対する効果に関しては、和田¹⁾がコウライエビについて、山川、石岡²⁾がクルマエビ、スジエビモドキ、ヤドカリ、エビジャコ、フタバカクガニ、イソガニについて麻醉実験を行なっている。

これらの甲殻類に関する報告は、麻醉特性に関する検討よりはむしろ麻醉剤の実用性に関する諸実験を行なった結果が多い。

甲殻類の麻醉徴候や麻醉深度に関する基準は整理されたものがないのが現状である。魚類では、刺激に対する反応の程度、鰓蓋運動の程度、平衡の失調の程度、呼吸率、心拍等によって約7段階くらいの麻醉深度が設けられている⁶⁾。甲殻類の場合、基準とする行動パターンを設定するために、刺激に対する反応の有無、平衡失調の程度、特殊な遊泳行動等の外部から観察容易なものによって、一応の基準を定めた。この行動型は、クルマエビを淡水浴させて“弱らせた”場合の行動と類似しており、特に麻醉剤のためといわれる行動は認められない。

このような基準を設定して、各種の麻醉実験を行なった結果から、この麻醉剤の特性がいくつか明らかになった。それを整理すると、以下ようになる。

(1) 麻醉深度区分で、Fig. 1に示されているように、b), c) 区等、麻醉徴候段階の初期にその状態を長時間維持することはできない。c)の経過時間は比較的長い。この区のエビは事実上各種の実験には使用できない。麻醉液につけた稚エビは実用濃度範囲では必ず、d)へ移行し、そのまま放置するとさらにe), f)へ移行し斃死する。

(2) クルマエビで使用する場合、魚類で使用される場合に比べて麻醉剤濃度が高い点に特徴がある。

遠藤⁵⁾らによれば、淡水魚の場合にはオイゲノールとして 25~50 ppm あれば十分に麻酔効果があるとしている。しかし、和田⁶⁾によれば、コウライエビの場合にはオイゲノールとして 50 から 100 ppm の濃度で麻酔所要時間 10~15 分で回復率 100% という値を示しており、これは、同じ *Penaeidae* のクルマエビとほぼ似たような結果ということになる。山川、石岡⁷⁾によるとスジエビモドキ、ヤドカリ、エビジャコについても類似的な濃度で効果があるようであるが、イソガニ、フタバカクガニには効果がみられないようである。これらのことから本薬剤は甲殻類全般に同じように効果があるとは言い難い。

したがって、この麻酔剤の適用にあたっては、使用濃度、使用方法について十分の注意をする必要があるが、エビ類の計測作業の際の屈曲固定をさけるために、あるいは、各種手術を行なう際に用いることは有効であろう。

この麻酔実験を行なっている間、対照としてクルマエビの麻酔所要時間が飼育条件によって異なり、絶対的基準設定が困難であるという問題が生じたため、麻酔所要時間はクルマエビの何らかの生理的条件の反映ではないかと考えられた。そこで、麻酔所要時間に与える影響について数種類の実験を行なった。結果は前述したが、それ以外に実験条件として酸素欠乏状態で短時間飼育した場合は、対照と比較して、麻酔所要時間に差を生じなかった。

麻酔所要時間を早める条件から逆にクルマエビの生理状態について推考すると、体水分が増加するような生理状態が共通した点として認められる。飢餓時の水分変化については石岡⁷⁾の報告でも増加が明らかであり、脱皮後や淡水浸漬の場合にも考え得る。そこで、普通に飼育していた稚エビをとり上げて 1/1,000 濃度の麻酔液で麻酔し、3 分以内で麻酔される個体と、麻酔 3 分以上要する個体とを選別し、前報⁷⁾の要領で水分を測定した (Table 5)。この結果をステューデント-検定により、水分の平均値の有意差の検定

Table 5. Water contents of the juvenile shrimps.

The prawn anesthetized within 3 min. in the medium containing 1000 ppm of the mixture							The prawn anesthetized over 3 min. in the medium containing 1000 ppm of the mixture				
Date	Number of shrimps	Water Contents (%)	SD	CV (%)	Mean body length (cm)	Number of shrimps	Water contents (%)	SD	CV (%)	Mean body length (cm)	
'72 8/23	8	80.6	2.9	3.6	2.46	17	77.5	2.6	3.3	2.68	
10/6	4	76.7	2.6	3.4	1.26	8	72.8	0.9	1.3	1.16	
10/6	1	77.3			4.33	16	73.8	1.4	2.0	3.62	
10/23	4	78.4	2.1	2.7	—	5	79.5	1.5	1.9	—	
10/23	5	80.1	1.1	1.3	—	4	77.5	0.7	0.9	—	
10/25	2	81.2	0.6	0.7	—	2	77.8	1.2	1.5	—	
'73 8/22	8	79.3	1.5	1.9	2.76	11	77.7	1.7	2.2	2.41	
8/27	6	77.5	2.8	3.6	3.14	14	76.8	2.0	2.6	3.16	

を行ない、帰無仮説は棄却された。すなわち、水分が多い個体は麻酔にかかり易いといえそうである。しかし、それぞれの実験について水分の多い順に並べられるかどうかをみると、(Table 5) の '72, 10月6日, 10月23日, 10月25日に行った4回については、明確な結果を得たが、これ以外の場合には明確な結果が得られたわけではない。また、水分の絶対値が基準とはならないことも考えあわせて、水分増加で示される稚エビの生理状態以外の生理的要因が麻酔所要時間を短縮させるという可能性も考えられる。

麻酔剤の作用や、麻酔の理論については種々の仮説が出されているにすぎない。魚類、甲殻類の場合にはとくに、実用面の研究しか行なわれていない。これらの作用機構や生理学的諸問題に関しては、今後の研究を待ちたい。

最後に、この研究を進める機会を与えられ校閲の労をとられた淡水区水産研究所、藤谷超博士、南西海

区水産研究所，倉田博博士，この実験の一部を担当していただいた大和田良男氏に深謝する。

要 約

オイゲノールを主成分とした麻酔剤を用いて，これのクルマエビ稚仔に対する麻酔特性に関して若干の検討を行ない，次のような結果を得た。

(1) 稚エビの麻酔徴候を麻酔液浸漬後の行動経過から5段階に分けた。

- a) 正常の歩行又は遊泳行動
- b) 容器壁に沿って垂直に動く
- c) 平衡を失ない横臥し，そのまま旋回する行動を示す。
- d) 鰓，心臓の動きのみが認められ，平衡を失なって全く動かない。
- e) 鰓，心臓の動きが停止する。

麻酔状態とは d) の状態を意味する。

(2) この実験に用いた組成のオイゲノールを主体とした麻酔剤を稚エビに適用する場合の濃度は，1/500 から 1/2,000 の範囲にあり，濃度が大きいほど，麻酔所要時間は短かく，その個体差も小さい。この実用範囲では，麻酔徴候段階 b), c), d) で長時間保つことは難かしく放置すれば必ず e) に移行したうえで斃死する。

(3) 麻酔液への浸漬時間が長いほど回復時間はおくれ，また，個体間の回復時間のばらつきは大きくなる。実用濃度ではほとんどの個体は1時間以内に回復する。

(4) 麻酔温度は，麻酔所要時間に大きく影響し，高い温度では麻酔時間が短縮され，個体差も小さくなる。

(5) 麻酔所要時間は条件によって異なるが，脱皮，低成長段階，低塩分，飢餓などの要因は麻酔所要時間を短縮させることが明らかとなった。これらの要因に対応した稚エビの生理的状态は，含水量が高い場合であると推測した。

(6) 麻酔液に稚エビを浸漬して後20日間の成長試験を行なったが，対照と比較して成長，生残率に大きな差を生ずることはなかった。

これらの結果から，本麻酔剤は，濃度，浸漬時間，温度などの条件を十分考慮して使用すれば，クルマエビに関しては計測，手術等の場合に有効な手段として利用できる。

文 献

- 1) 和田 功，1971：4-*Allyl-2-methoxyphenol* の麻酔効果。FA-100 文献集，田辺製薬株式会社，7-9。
- 2) 山川文男，石岡清英，1971：水産用麻酔剤「FA-100」の甲殻類に対する効果について。同上文献集，17-19。
- 3) 藤谷 超，阪口清次，石岡宏子，福原 修，1973：人工種苗の生理生態。浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究，3，2-8。
- 4) AHMAD, M. F., 1969: Anesthetic effects of MS-222 on *Gammarus pulex* (L.). *Crustaceana*, 16, 197-201.
- 5) 遠藤俊夫，萩島健次，田中 久，大島 慧，1972：数種の酔水魚に対するオイゲノールの麻酔作用に関する研究。日水誌，38(7)，761-767。
- 6) McFARLAND, W. N., 1960: The use of anesthetics for the handling and the transport of fishes. *Calif. Fish & Game*, 46(4), 407-431.
- 7) 石岡宏子，1973：クルマエビ人工種苗の生理生態に関する研究。本誌，6，59-84。