

# 活魚箱輸送におけるクマエビの最適輸送温度の探索

枝川大二郎\*1, 上田幸男\*2

## Optimum water temperature for green tiger prawn, *Penaeus semisulcatus* in styrofoam boxes for live transport

Daijiro EDAGAWA\*1 AND Yukio UETA\*2

The optimum water temperature and density for live transport of the green tiger prawn, *Penaeus semisulcatus* caught in Tokushima Prefecture and sent to Tsukiji fish market in Tokyo using styrofoam boxes for live transport were examined. *Penaeus semisulcatus* of 18g to 108g in body mass caught by small scale trawler off Tokushima Prefecture in the Kii Channel were used for these experiments. 2.7~5.3kg prawns were stocked for 24 hours in styrofoam boxes which contained 40L of seawater of 14.5~22.5°C and the survival of prawn and DO, COD, ammonia of sea water were examined after 24 hours. Six experiments were carried out between April 2014 to December 2014. These results show that the optimum water temperature for *Penaeus semisulcatus* transported in styrofoam boxes for live transport was ranged from 14.5~17.2°C containing 4.8~5.3kg prawns stocked with 40L of seawater.

キーワード：クマエビ，アジアカエビ，活魚箱，生残率，水温，DO，COD，アンモニア，収容密度

紀伊水道は全国有数のクマエビ *Penaeus semisulcatus* (地方名：アジアカエビ) の産地である。クマエビは、生時には足が赤く、加熱時に体全体が鮮やかな橙色に発色する。その橙色の強さは鮮度の良し悪しが影響すると言われ、活エビが最も鮮やかな橙色を呈することから高値で取引される。また、死亡したエビには腸に糞が蓄積するために調理の過程で背腸を取り除く必要があるのに対し、活エビでは糞が蓄積せず、背腸を取り除く必要がない。このため、アジアカエビは生きた状態で市場に輸送されるが、長時間の輸送では死亡や疲弊が起こり易く、経済的損失を被る場合がある。

そこで流通時の死亡を少なくするために、活魚箱を使って輸送時の適切な水温と密度を探索的に調べた。

### 材料と方法

#### 供試個体の入手と予備飼育

平成26年6月および平成26年10~12月に紀伊水道で操業する椿泊漁協に所属する小型底びき網が漁獲した体重18~108g(平均39g)のアシアカエビを試験に供した。アシアカエビを椿泊漁協から水産研究課美波庁舎に搬入し、漁獲や搬入のストレスを軽減するため、1トンFRP水槽で3日以上流水下で飼育した。試験に用いる個体は前日から無給餌とし、活力の高いものを選んで試験に供した。

#### 梱包と輸送試験

試験には水産研究課美波庁舎の汲み上げ海水と汲み上げ海水を冷却したものを用いた。スチロール製活魚

箱(Toho製TKG-5, 外寸61×45×29cm)に海水を40Lになるように満たし、市販の乾電池式エアレーション2機で10



写真1. 試験区3における試験開始直後(上図)および24時間後のスチロール製活魚箱の様子(2015年11月6~7日)。

\*1 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所美波庁舎(Fisheries Research Institute Minami Branch, Tokushima Agriculture, Forestry, and Fisheries Technology Support Center, Hiwasaura, Minami, Kaifu, Tokushima 771-0361, Japan)

\*1 現在は徳島県庁水産振興課

\*2 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所鳴門庁舎

表1. 発泡スチロール製活魚箱に海水40Lを満たした場合における試験区毎の条件と24時間後の生存率と水質。試験には小型底びき網で漁獲されたアジアカエビを用いた。

試験区	試験開始日	収容重量 (g)	供試尾数	飼育水温 <A> (°C)	試験開始水温 <B> (°C)	試験終了後水温 <C> (°C)	<A-B> (°C)	<C-B> (°C)	溶存酸素 (mL/L)	COD (mg/L)	アンモニア (mg/L)	生残率 (%)
1	2015年6月17日	3,674	88	22.5	22.5	23.2	0	0.7	1.17	40		66
2	2015年10月30日	2,691	75	22.6	16.2	18.8	6.4	2.6	3.43			95
3	2015年11月6日	4,789	124	22.4	16	17.2	6.4	1.2	1.69	100	30	88
4	2015年11月14日	2,915	75	21.3	14.5	16.2	6.8	1.7	3.87	10	25	93
5	2015年12月3日	3,400	74	19.6	16.8	15.3	2.8	-1.5	2.15		10	96
6	2015年12月3日	5,300	115	19.6	17.2	15.1	2.4	-2.1	2.02		13	95

分以上通気を開始した後、74～124尾、重量2.7～5.3kgのアシカエビを収容した(図1)。密閉後、試験区1～4では常温下に24時間放置し、試験区5、6では水産研究課美波庁舎から東京都築地市場まで鮮魚運搬トラックによる輸送試験を行った。

いずれの試験区においてもその後の生残を確認するとともに、試験開始時及び終了時(24時間後)の水温、DO、一部の試験区ではCOD、アンモニア濃度を計測した。水温は試験区1～4では標準棒状温度計、試験区5,6ではHOBO社製テイドビットv2で計測した。DOはウィンクラ法により、COD(共立理化学研究所製WAK-COD、常温アルカリ性過マンガン酸カリウム酸化法)、アンモニアについてはパックテスト(共立理化学研究所製WAK-NH<sub>4</sub>、インドフェノール青比色法)により計測した。試験区1～4については6時間毎にDOと死亡尾数を調べた。

### 結果

開始時の水温が22.5°Cで飼育時の水温のまま試験を

実施した試験区1では生存率が66%であったのに対し、開始時の水温が14.5～17.2°Cで、開始時に水温を飼育水温から2.4～6.8°C下げた試験区2～6では生存率が88～96%であった(表1)。試験開始時と24時間後の水温差は-2.1～2.6°Cで6～11月には大気の影響で上昇するのに対し、12月には低下した。24時間経過後の水質は、DOが1.17～3.87mL/L、CODが10～100mg/L、アンモニア濃度が10～30mg/Lで、いずれも試験区毎の差が大きかった。

試験開始時から24時間後にかけて水温が1.5、2.1°C緩やかに低下した試験区5,6では、試験区2,3より重量が多いにも関わらず96,95%のより良好な生存率を示した。

次に6時間毎のDOと斃死尾数の変化を表2に示した。試験区1で6時間以内に斃死した9尾中3尾が脱皮直後の殻の柔らかい個体で共食いにより斃死した。早期に斃死が発生したことで水質悪化を加速させたおそれがあった。

DOと斃死尾数の関係を見ると、試験区1の6時間後以降および試験区3の18時間後以降においてDOが2mL/Lを下回り、斃死尾数が急増した(表2)。また、試験区3では、6時間後にはDOが3mL/Lを下回り、試験開始時の53%に

表2. 試験区1～4の6時間毎のDOと斃死尾数の変化

試験区	試験開始日	収容重量 (g)	供試尾数	経過時間	水温 (°C)	溶存酸素 (mL/L)	斃死尾数	生残率 (%)
1	2015年6月17日	3,674	88	0	22.5	4.85	0	100
				6	23.0	1.76	9*	90
				12	23.2	1.71	2	88
				18	—	—	—	—
				24	23.2	1.17	19	66
2	2015年10月30日	2,691	75	0	16.2	5.73	0	100
				6	—	—	—	—
				12	17.7	4.67	3	96
				18	18.3	4.50	1	95
3	2015年11月6日	4,789	124	0	16.0	5.54	0	100
				6	16.8	2.92	0	100
				12	17.4	3.05	1	99
				18	17.7	2.62	3	97
4	2015年11月14日	2,915	75	0	14.5	5.60	0	100
				6	15.2	4.38	0	100
				12	15.5	4.15	0	100
				18	15.8	4.15	0	100
				24	16.2	3.87	5	93

※ うち3尾が脱皮中の共食いにより死亡

急速に低下したが、急激な斃死はみられなかった。

試験中の水温が22°C以上ある試験区1では6時間以降から明らかなDOの低下がみられたのに対し、ほぼ同密度の試験区2,4ではDOが3mL/Lを下回ることにはなかった。また、試験区1の1.3倍の密度の試験区3においても飼育開始温度は16°Cに下げることによってDOの低下が緩やかになり、急激な斃死を回避できた。

活魚箱に3,400gと5,300gを梱包した試験区5,6では東京都築地市場までのトラック輸送し、市場の活クルマエビと同様の競り場で活エビとして競りに供することができた。

### 考 察

桑原ら(1985)はアジアカエビの近縁種であるウシエビ *Peneus monodon* でDOが2~3mL/Lに低下すると呼吸量が減少し、生理的ストレスが生じることを報告している。また、水産用水基準((社)日本水産資源保護協会2013)には、夏場に甲殻類が生理的変化を引き起こすDOの臨界濃度を夏3mL/L、甲殻類の致死濃度を2.5mL/Lと記載されている。今回の試験においても3mL/L以下で斃死がみられはじめ、2mL/L以下で斃死が急増する傾向がみられたことから、概ねウシエビや水産用水基準の甲殻類の知見と一致する。

DOは水温と相関があり、低水温ほど高い値を示すことが知られている((社)日本水産資源保護協会2013)。また、水温を下げることで多くの水生生物の酸素消費量は減少することが知られており、桑原ら(1985)はウシエビの酸素消費量は水温20°Cでは30°Cに比べて2倍以上少ないことを報告している。

本研究の水温、DOおよび斃死尾数の関係からも、水温を14.5~17.2°Cに下げることによってアジアカエビの代謝を下げ、飼育水のDOを下げることができ、結果として斃死尾数を軽減することができると考えられる。

上田(2013b)は本質的に南方系のアジアカエビは、13°C以下の低水温に弱いこと、および水温15°C以下で摂餌量が低下することを報告している。これらのことを

考慮すれば、アジアカエビを安定的に高密度で活魚輸送するためには、梱包24時間後(着荷時想定)の水温を13~17°Cに維持できるように調整し、3mL/L以上のDOを長く保つことが重要と考えられる。

輸送密度については、試験3で4,789g/40L、124尾/40L、試験6で5,300g/40L、115尾/40Lでそれぞれ88%、95%の生残率を確保できたことから5,000g/40L、120尾/40Lの密度で24時間の輸送は可能と考えられる。

最後に、試験区5,6においては活魚箱で東京都築地市場に輸送することができたことから、漁獲最盛期の11,12月において徳島県から東京築地市場へアジアカエビの活魚箱輸送は技術的に可能と考えられる。しかしながら、多忙な漁協の現場レベルでは効率的に梱包、輸送コストに見合った販売価格、および東京でのアジアカエビの認知度向上などの課題の解決とより現場レベルでの検証が今後必要と考えられる。

### 謝 辞

最後に試験にクマエビを提供いただいた椿泊漁業協同組合、築地市場への輸送に協力いただいた徳島市漁業協同組合の方々に謝意を表します。本研究は平成26年度「とくしまの活魚」小ロット輸送実証事業により実施した。

### 文 献

桑原連, 秋本泰, 平野礼次郎(1985)ウシエビの酸素消費量に関する研究, 水産増殖, 33, 1-6.

(社)日本水産資源保護協会(2013)水産用水基準(2012年版). 104p.

上田幸男(2013a)紀伊水道産クマエビの産卵生態と成長, 寿命. 徳島水研報, 9, 13-19.

上田幸男(2013b)飼育下のクマエビの生残と潜泥行動に及ぼす冬期の低水温の影響. 徳島水研報, 9, 21-24.

