

プロジェクト研究
「カンボジアにおける好適環境水による
高付加価値淡水養殖」

実証試験結果報告書
(ファイナル・レポート)

平成27年1月
(2015年)

独立行政法人
国際協力機構(JICA)

学校法人 加計学園 岡山理科大学
インテムコンサルティング株式会社

序文

独立行政法人国際協力機構は、学校法人加計学園岡山理科大学で開発された好適環境水の適用可能性を検討するために、2013年3月、養殖関連技術協力プロジェクトを実施中のカンボジア、ラオス及びタイの3か国において基礎情報収集・確認調査を実施しました。

その調査結果を踏まえ、好適環境水を活用した淡水養殖の高付加価値の可能性を検討することを目的に、2013年度に、岡山理科大学の支援の下、カンボジア・海洋養殖開発センターにおいて、淡水域と汽水域を回遊するオニテナガエビのゾエア～稚エビ期の飼育において、好適環境水を使用し、種苗生産における有効性を検証するための試験を実施しました。具体的には、ふ化したゾエア幼生を装置・飼育方法等同一条件のもと、各種添加物組成を変化させた好適環境水を用いて稚エビに変態するまで飼育し、その有効性（生残率、全長、品質、コスト等）を検証しました。その結果、好適環境水タイプCについては、対照（従来手法）と同等あるいはそれ以上の幼生生残率を得られることが判明し、オニテナガエビの種苗生産に用いる飼育水として高い有効性が示されました。

これまでの成果を踏まえ、オニテナガエビの生産現場に対応した普及に資する技術として仕上げるために、2014年度に、カンボジアにおいて農家レベルでの種苗生産実証試験を実施し、試験結果の解析を経て、本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、水産分野での国際協力に携わる関係者に活用されることを願っております。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成27年1月

独立行政法人国際協力機構
農村開発部
部長 北中 真人

目次

序文	
目次	
図リスト	
表リスト	
要約	
略語表	
活動写真	

第1章	プロジェクト研究の背景と目的.....	1
1.1	プロジェクト研究の背景.....	1
1.2	プロジェクト研究の目的.....	1
第2章	好適環境水と閉鎖循環式濾過システム.....	3
2.1	好適環境水.....	3
2.2	閉鎖循環式濾過システム.....	3
2.3	岡山理科大学による研究実績.....	4
第3章	オニテナガエビの生態、利用及び養殖現況.....	5
3.1	オニテナガエビの生態.....	5
3.2	オニテナガエビの利用.....	5
3.3	カンボジア国におけるオニテナガエビの養殖現況.....	6
第4章	プロジェクト研究の概要及び2013年度の結果概要.....	7
4.1	プロジェクト研究の概要.....	7
4.2	2013年度と2014年度実証試験の内容.....	8
4.3	2013年度の実証試験結果概要.....	9
第5章	本実証試験日程.....	11
5.1	実証試験日程.....	11
5.2	各農家の日程.....	11
第6章	対象農家選定及び実験区の設定.....	13
6.1	対象農家選定.....	13
6.2	選定方針及び方法.....	14
6.3	選定結果.....	14
6.4	実験区の設定.....	15
第7章	種苗生産施設準備.....	17
7.1	ハッチェリー（グリーンハウス）の設置.....	17
7.2	現地調達及び本邦調達機材の搬入.....	17
7.3	ソーラーパネルシステムの設置.....	19

7.4	試験水槽セッティング	20
第 8 章	飼育水の検討及び濾過槽準備	21
8.1	飼育水の検討.....	21
8.2	濾過槽準備	22
第 9 章	親エビ調達・ふ化・幼生収容	25
9.1	親エビ調達	25
9.2	幼生ふ化・収容.....	25
第 10 章	実証試験の内容	27
10.1	実証試験方法.....	27
第 11 章	実証試験結果.....	29
11.1	農家 A サイト Prum Vat 氏.....	29
11.2	農家 B サイト Hang Heang 氏	30
11.3	農家 C サイト Van Po 氏.....	32
11.4	各サイトの成長比較.....	34
第 12 章	本邦及び現地分析結果	35
12.1	種苗生産コストと収益性.....	35
12.2	天日塩.....	40
12.3	水道水.....	41
12.4	地下水.....	42
12.5	病気	42
12.6	その他可能性のある斃死要因	45
第 13 章	考察及び今後の検討.....	47
13.1	農家レベルでの好適環境水と循環濾過システムの実用性.....	47
13.2	オニテナガエビの種苗生産技術の普及.....	47
別紙 1	農家 A (Prum Vat 氏) サイトの水槽 1 におけるモニタリング結果	
別紙 2	農家 A (Prum Vat 氏) サイトの水槽 2 におけるモニタリング結果	
別紙 3	農家 A (Prum Vat 氏) サイトの水槽 3 におけるモニタリング結果	
別紙 4	農家 B (Hang Heang 氏) サイトの水槽 1 におけるモニタリング結果	
別紙 5	農家 B (Hang Heang 氏) サイトの水槽 2 におけるモニタリング結果	
別紙 6	農家 B (Hang Heang 氏) サイトの水槽 3 におけるモニタリング結果	
別紙 7	農家 C (Van Po 氏) サイトの水槽 1 におけるモニタリング結果	
別紙 8	農家 C (Van Po 氏) サイトの水槽 2 におけるモニタリング結果	
別紙 9	農家 C (Van Po 氏) サイトの水槽 3 におけるモニタリング結果	

図リスト

図 6.1	実験農家の所在地	16
図 7.1	濾過槽設計図	18
図 7.2	ウールボックス設計図	19
図 7.3	泡沫分離機構造図	19
図 7.4	当初想定した水槽配置	20
図 7.5	実際的水槽配置	20
図 11.1	農家 A (Prum Vat 氏) サイトにおける各水槽幼生ステージの推移	29
図 11.2	農家 B (Hang Heang 氏) サイトにおける各水槽幼生ステージの推移	31
図 11.3	農家 C (Van Po 氏) サイトにおける各水槽幼生ステージの推移	33
図 11.4	各農家 3 水槽平均幼生ステージ Majority の推移	34
図 12.1	ゾエア幼生及び PL における <i>MtNV</i> の nested RT-PCR 結果	44
図 12.2	抱卵親エビにおける <i>MtNV</i> の nested RT-PCR 結果	44

表リスト

表 2.1	かけ流し式養殖及び閉鎖循環式養殖の主な特徴	4
表 2.2	好適環境水を利用した閉鎖循環式養殖システムによるトラフグ生産結果	4
表 3.1	タケオ州におけるオニテナガエビ販売価格	6
表 3.2	カンボジア国における淡水魚及びオニテナガエビの養殖生産量	6
表 4.1	2013 年度と 2014 年度実証試験の内容	8
表 4.2	2013 年度の実証試験にて設定された試験区	9
表 5.1	本プロジェクト研究における全体工程	11
表 5.2	各農家の実施スケジュール	11
表 6.1	タケオ州種苗生産農家リスト	13
表 6.2	選定にあたり確認する条件	14
表 6.3	選考結果	15
表 6.4	担当農家と試験区割り	16
表 7.1	主な現地調達機材	17
表 7.2	主な本邦調達品	18
表 7.3	主なソーラーシステムの機材	20
表 8.1	各農家の水質	21
表 8.2	各試験区の飼育水	21
表 8.3	各農家の濾過槽準備状況	23
表 9.1	抱卵親エビ調達スケジュール	25
表 9.2	抱卵親エビの調達結果	26
表 10.1	実証試験方法	27

表 10.2	給餌表 (30 日間飼育の場合)	28
表 11.1	農家 A (Prum Vat 氏) サイトの収穫結果.....	29
表 11.2	農家 A (Prum Vat 氏) サイトの水質結果.....	30
表 11.3	農家 A (Prum Vat 氏) サイトにおける収穫時の幼生ステージ分布表.....	30
表 11.4	農家 B (Hang Heang 氏) サイトの収穫結果	31
表 11.5	農家 B (Hang Heang 氏) サイトの水質結果	32
表 11.6	農家 B (Hang Heang 氏) サイトにおける収穫時の幼生ステージ分布表..	32
表 11.7	農家 C (Van Po 氏) サイトの収穫結果.....	33
表 11.8	農家 C (Van Po 氏) サイトの水質結果.....	33
表 12.1	好適環境水と濃縮海水の調達コスト及び PL 生残率	35
表 12.2	オニテナガエビ種苗生産に必要な資機材及びオペレーションコスト	36
表 12.3	種苗農家の諸条件ごとに想定されるケース	37
表 12.4	種苗生産に必要な経費 (単位: USD)	37
表 12.5	生産回数ごとの種苗生産コスト (単位: USD)	38
表 12.6	生産回数ごとの年間販売尾数と売上収入.....	38
表 12.7	生産回数ごとの年間収支 (単位: USD)	39
表 12.8	各モデルケースの通算損益 (単位: USD)	39
表 12.9	従来方法との収益比較 (2 年目以降の単年収支)	40
表 12.10	本試験で使用したカンポット産天日塩の分析結果	41
表 12.11	本試験で使用した飼育水 (水道水) に含有する重金属分析結果.....	42
表 12.12	地下水に含有する重金属分析結果.....	42
表 12.13	White tail disease 検知用プライマー塩基配列.....	43
表 12.14	White tail disease 用サンプル及び結果	43

要 約

1. 目的

本プロジェクト研究では前年度の成果を踏まえ、カンボジア内陸部（タケオ州周辺）の種苗生産農家を対象に好適環境水（タイプC）を用いた閉鎖循環式エビ養殖方式の確立に向けた実証試験を実施し、生産現場に対応した普及に資する技術として仕上げ、さらに普及を促すために農家レベルでの種苗生産を検証した。

2. 実証試験日程

本プロジェクト研究は、当初2014年7月～2014年11月での実施が計画されていたが、本邦からの機材到着が遅延したため、1ヶ月開始が遅れ2014年8月～2014年12月の日程で実施された。

3. 実験区の設定

本実証試験では、コストを抑えた飼育水の検討のため天日塩を原料とした好適環境水の検証やカンボジアの電力事情に合わせたソーラーパネルシステムを利用した閉鎖循環式濾過システムの導入も図った。これら現地適応化への対応は初の試みであり不確かな部分も存在することから、本実証試験ではリスクを最小限に抑えるため、今回計画された3試験区の担当農家を以下のとおりとした。

担当農家と試験区割り

	対象農家	試験区	電力	備考
A	Prum Vat	本邦産好適環境水 タイプC	公共電力+発電機	農家における実施の可能性 検討
B	Hang Heang	現地産好適環境水 タイプC	公共電力+発電機	天日塩を利用した農家にお ける実施の可能性検討
C	Van Po	本邦産好適環境水 タイプC	ソーラーパネルシス テム+発電機	ソーラーパネルを利用した 農家における実施の可能性 検討

4. 実証試験結果

農家 C（Van Po 氏）サイトでは生残率の平均が 46.56%となり、昨年実施した好適環境水タイプ C を利用した 220L 水槽による実験結果 39.28%を上回った。他方、農家 A（Prum Vat 氏）サイト及び農家 B（Hang Heang 氏）サイトではポストラバ（PL）の収穫は実施できず、ゾエア幼生の生残率を算出したが大量斃死が発生したため、何れも 1%前後の結果となった。

各サイトにおける種苗生産生残率

		Start (head)	Harvest (head)	Survival Rate(%)
Farmer A Prum Vat*	TankNo,1	50,000	1,598	3.20
	TankNo,2	50,000	846	1.69
	TankNo,3	60,000	696	1.16
	Total	160,000	3,140	1.96
Farmer B Hang Heang*	TankNo,1	60,000	756	1.26
	TankNo,2	60,000	935	1.56
	TankNo,3	60,000	456	0.76
	Total	180,000	2,147	1.19
Farmer C Van Po	TankNo,1	60,000	33,084	55.14
	TankNo,2	60,000	29,310	48.85
	TankNo,3	60,000	21,411	35.69
	Total	180,000	83,805	46.56

※ 農家 A 及び農家 B は PL の収穫は実施されなかったためゾエア幼生の生残率を算出

5. 考察

PLを収穫し、中間育成できたサイトは、ソーラーパネルシステムを導入し本邦産好適環境水（タイプC）を使用した農家C（Van Po氏）のみであったが、技術や規模の観点から見ると、農家レベルでのオニテナガエビ種苗生産に好適環境水と循環濾過システムを導入することにより、海水の運搬や飼育中の換水を行わなくても飼育可能な例を確認した。また、本実証試験の手法により年間3回の生産を継続実践できればオニテナガエビ種苗生産はビジネスモデルとして成立する可能性が示唆されており、ソーラーパネルを設置したケースでも2年目に投資が回収できることから、その実用性は十分にあると思料された。

略語集

AIT	Asian Institute of Technology	アジア工科大学院
EMS	Early Mortality Syndrome	エビ早期 死亡症候群
FAIEX	Freshwater Aquaculture Improvement and Extension Project in Cambodia	カンボジア国淡水養殖改善・普及プロジェクト
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MARDeC	Marine Aquaculture Research and Development Center	海洋養殖開発センター
PL	Post larvae	ポストラーバ
Ppm	parts per million	百万分率
Psu	practical salinity unit	実用塩分

活動写真-1



オニテナガエビ
(*Macrobrachium rosenbergii*)



オニテナガエビのゾエア
幼生 (ステージ IV)



オニテナガエビの
ポストラーバ (PL)



候補農家に対する実験計画の説明
農家 B (Hang Heang 氏) サイト



ハッチェリー建設予定地の測量
農家 A (Prum Vat 氏) サイト



ハッチェリー建設
農家 A (Prum Vat 氏) サイト



完成したハッチェリー
農家 C (Van Po 氏) サイト



水槽類の設置作業
農家 B (Hang Heang 氏) サイト



ろ材 (サンゴ砂) の準備
農家 B (Hang Heang 氏) サイト



濾過槽への配管作業
農家 C (Van Po 氏) サイト



ソーラーパネルの設置
農家 C (Van Po 氏) サイト



ソーラーパネル通電確認
農家 C (Van Po 氏) サイト

活動写真-2



地下水に好適環境水を混合し生じた沈殿物



飼育水用の水道水運搬
農家 A (Prum Vat 氏) サイト



発電機 (24 時間体制)
農家 A (Prum Vat 氏) サイト



濃縮硝化細菌投入
農家 A (Prum Vat 氏) サイト



アンモニア及び亜硝酸測定指導
農家 B (Hang Heang 氏) サイト



濾過槽へ塩化アンモニウム添加
農家 C (Van Po 氏) サイト



タケオ市内のオニテナガエビ販売店が並ぶ通り



抱卵親エビの選別



発眼卵を持った抱卵親エビ



未発眼卵を持った抱卵親エビ



抱卵親エビの飼育
農家 C (Van Po 氏) サイト



ふ化幼生の計数
農家 B (Hang Heang 氏) サイト

活動写真-3



親エビ飼育槽の保温（池上）
農家 A（Prum Vat 氏）サイト



エッグカスタード作成方法指導
農家 A（Prum Vat 氏）サイト



エッグカスタード給餌方法指導
農家 B（Hang Heang 氏）サイト



幼生ステージ確認
農家 C（Van Po 氏）サイト



飼育水に発生した大量の藻類
農家 B（Hang Heang 氏）サイト



シェルターの投入
農家 C（Van Po 氏）サイト



中間育成に関する講義



スコープネットでの収穫
農家 C（Van Po 氏）サイト



PL 重量測定
農家 C（Van Po 氏）サイト



育成池への PL 放流
農家 C（Van Po 氏）サイト



大量斃死したゾエアの確認
農家 A（Prum Vat 氏）サイト



隣国タイにおけるオニテナガエビ
の種苗生産及び養殖状況の説明

第1章 プロジェクト研究の背景と目的

1.1 プロジェクト研究の背景

近年、学校法人加計学園岡山理科大学（以下、岡山理科大学）で開発された「好適環境水」の養殖への適用が実証されており、閉鎖式循環濾過システムと合わせた養殖方式は場所を選ばない養殖方法として注目されている。好適環境水とは淡水に僅かな量の電解質を加えた水である。好適環境水で魚を飼育すると、魚類は浸透圧調整にエネルギーを費やす必要がなくなり、その分のエネルギーを成長に転換できるため、成長速度が速くなると考えられ、すでにトラフグやニホンウナギで有用性が実証されている。好適環境水で飼育され市場サイズに成長したこれらの養魚は実際に出荷され市場に出回り一定の評価を得ている。

独立行政法人国際協力機構（以下、JICA）は、この日本で開発された好適環境水のメリットを途上国の養殖にも応用する可能性を探るため、2013年3月、カンボジア、ラオス及びタイの三カ国において、基礎情報収集・確認調査を実施した。調査の結果、好適環境水が淡水養殖においても以下の点で優れている可能性があることが確認された。

- (1) オニテナガエビの幼生飼育において塩水を遠方より運搬する必要がなくなり、生産コストを低減できる。
- (2) サンドゴビーの幼魚期は通常成長が遅いが、「好適環境水」は成長を促進する可能性がある。
- (3) バナメイ種やモノドン種のクルマエビ類養殖で問題となっている魚病（EMS等）に対して有効である可能性が高い。

上記の調査結果を踏まえ、JICAは2013年度にオニテナガエビ（*Macrobrachium rosenbergii*）の養殖が行なわれているカンボジアにおいて、プロジェクト研究「好適環境水による高付加価値淡水養殖」を実施し、淡水域と汽水域を回遊するオニテナガエビのゾエア～稚エビ期の飼育において好適環境水を使用し、種苗生産における有効性を検証した。試験は、カンボジア国シアヌークビル（コンポンソム州）に位置する日本の無償資金協力を通じて建設された海洋養殖開発センター（MARDeC）にて行われ、2回の試験を通して9タイプの好適環境水の効果を検証した。その結果、オニテナガエビの種苗生産において、好適環境水（タイプC）の高い有効性が示され、地域に依存しないオニテナガエビ種苗生産の可能性が示唆された。

1.2 プロジェクト研究の目的

JICAは、東南アジア地域をはじめアフリカ地域他において、淡水及び海面養殖に係る技術協力を実施しているが、現在の養殖技術では天候や海水温の上昇など自然条件により生産量が大きく左右される。このため、JICAでは、人類が抱える環境問題及び人口増加に伴う食料危機に備え、上記地域において持続的な養殖生産を促すため、自然条件や場所に左右されにくい技術の開発・普及を目指している。このような状況下、岡山理科大学より好適環境水を活用した閉鎖循環式養殖システムにかかる技術支援を得て、2013年度及び2014年度にカンボジア国プロジェクト研究

「好適環境水による高付加価値淡水養殖」を実施することとした。

本年度は前年度の成果を踏まえ、カンボジア内陸部（タケオ州周辺）の種苗生産農家を対象に好適環境水（タイプC）を用いた閉鎖循環式エビ養殖方式の確立に向けた実証試験を実施した。これにより生産現場に対応した普及に資する技術として仕上げ、さらに普及を促すために農家レベルでの種苗生産を確認することを目的とした。

第2章 好適環境水と閉鎖循環式濾過システム

2.1 好適環境水

海水魚と淡水魚では体内塩分濃度がほぼ等しいと言われるが、海水と淡水では塩分濃度に差があるため、浸透圧調節の方法が異なる。海水魚の体液は、海水の塩分濃度の 1/3 程度であるため脱水作用が働き、それを補うため大量の海水を飲みこみナトリウムや塩素などの 1 価のイオンを鰓より、カルシウムなどの 2 価のイオンを高濃度で少量の尿により排泄し、細胞内の塩分濃度を調節している。それとは逆に淡水魚では浸透圧の影響により体内へ水分が侵入するため、鰓から 1 価のイオンを摂取し大量に低濃度の尿を排泄することで細胞内の塩分濃度を保っている。この浸透圧調節にかかるエネルギーは、代謝にかかるエネルギー全体のおよそ 30 %を占めている。

海水には塩素やナトリウム、炭酸等およそ 60 種類のイオンを含んでいるが、岡山理科大学が開発した「好適環境水¹」は、ナトリウム、カリウム、カルシウム等の魚の代謝に関わるイオンのバランスを調整した機能水であり、魚の飼育に必要な最低限の物質を特定し調整している。また、海水魚、淡水魚共に魚類の体液と同一の濃度で調製されていることから、魚類の浸透圧におけるエネルギー消費を抑えられる。すなわち、摂取した餌料から得たエネルギーを効率よく成長に使うことができる。さらに海水、淡水に生息する細菌類はそれぞれの環境下で生存するために対応した浸透圧の調整方法を持つが、好適環境水の比重は海水、淡水とも異なっているため魚体に害のある細菌が活性化できにくいと考えられている。

2.2 閉鎖循環式濾過システム

海水を利用した養殖は、大きく分けて海面養殖と陸上養殖の 2 つの方式がある。海面養殖とは日本で大部分を占める往來の方式であり、海面上で養殖を行う小割り式、築堤式、垂下式（貝類）、地まき式（貝類）がある。これらの方式は、養殖に適した静穏な沿岸域に限定されることから養殖適地の制約や赤潮や台風等の季節・天候・災害の影響、その他に潜水による網生け簀等の清掃や斃死個体の回収等の管理の問題等がある。他方、陸上養殖は、種苗生産センターや一部の養殖場で導入され始めている手法であり、かけ流し式、閉鎖循環式の 2 つの方式がある。かけ流し式は海よりポンプによって常に取水し飼育、閉鎖循環式は水を常に循環させ飼育する。かけ流し方式と閉鎖循環式システムの主な特徴を表 2.1 に示した。陸上養殖は施設に係る初期投資や電気代等のコスト面の課題が残っているものの、特に閉鎖循環式の養殖は、近年飼育環境の人為的管理が可能、病原体侵入の恐れがなく無投薬での養殖が可能、場所の制約が少ない、外部環境への影響の軽減できる養殖手法として注目されている。

¹ 特許 「人工飼育水」特許第 5062550

表 2.1 かけ流し式養殖及び閉鎖循環式養殖の主な特徴

項目	かけ流し式	閉鎖循環式
施設整備	揚水ポンプ、水槽等	循環ポンプ、水槽、濾過槽等
立地条件	取水可能な臨海部	制限無し（内陸部でも可）
環境負荷	残餌・糞等の負荷あり	海域への負荷無し
疾病対策	海からの病原体侵入の恐れあり	病原体侵入の恐れ無し
温度調節	ある程度可	調節可能
成長速度	適水温以外では遅い	温度調節可能なため早い
生産コスト	安価	温度調節、濾過槽の維持等で高い

水産庁（2013）

2.3 岡山理科大学による研究実績

岡山理科大学では、好適環境水を利用した閉鎖循環式養殖システムで、これまでにヒラメ、クエ、トラフグ、シマアジなど 10 魚種の試験を行い、蓄養及び出荷を可能としている²。2012-2013 年に実施されたトラフグを対象とした試験では、20kL水槽 2 基を使用し、18 か月の飼育で 2,181 尾を出荷した。この際無投薬にて飼育を行い、飼育水は 18 か月間交換する必要はなかった（蒸発分は除く）。

表 2.2 好適環境水を利用した閉鎖循環式養殖システムによるトラフグ生産結果

開始時尾数	総出荷尾数	生残率(%)
3,426	2,181	63.66
開始総魚体重 (kg)	出荷総魚体重 (kg)	増重量(kg)
11.484	1,890.409	1,878.925
餌料投入量(kg)	餌料効率 (%)	増肉係数
2,986.668	62.91	1.59

岡山理科大学（2013）

好適環境水及び閉鎖循環システムを合わせて養殖することで「魚病発生の抑制」、「飼育水が安い」、「成長速度の向上」、「天候に左右されない」、「環境への負荷低減」、「無投薬飼育が可能」、「場所を選ばない」等の養殖へのメリットがあることが確認されており、現在も生産性の向上及び新規魚種を対象に研究が進められている。

²山口太一・山本俊政、2012. 好適環境水利用による魚類養殖. CIS フォーラム 要旨集.

第3章 オニテナガエビの生態、利用及び養殖現況

3.1 オニテナガエビの生態

オニテナガエビ (*Macrobrachium rosenbergii*) は、インドやオーストラリア、東南アジアの熱帯から亜熱帯にかけて分布生息している世界最大級の淡水エビである。通常では淡水域に生息し、稀に汽水域で観察されることもあるが、一般的には河川、特に海岸よりの水域（海岸より 200 km離れた内陸部でも観察されている）や湖沼、灌漑用水路、稲田などにも生息している³。

オニテナガエビの生活史は汽水環境で生息する幼生期を除き、そのほとんどは淡水の中で営まれており、成熟、交尾及び産卵は通常、淡水域で行われている。産卵された卵はクルマエビ類の場合とは異なって水中には放出されず、腹部にある腹肢（遊泳付属肢）に付着する。ふ化日数は主に水温によって左右されるが、約 18 日程である。この排卵期間中に雌は河口域に向かって川を下る移動行動を開始し、河口域において卵はふ化する。ふ化幼生は、ノープリウス幼生でふ化するクルマエビ類とは異なり、さらに発生の進んだゾエア幼生の状態である。塩水を必要とするゾエア幼生 11 期を通して成長し、ポストラーバ（以下、PL とする）へと変態を遂げる（他の研究では 8 期、17 期とも言われている）。その後、PL は川上へと遡河移動を始め、そこで成体へと成長する。

3.2 オニテナガエビの利用

オニテナガエビは食用として、東南アジアを始め各国で重要な水産資源となっている。自家消費の他に、商品価値が高いためレストラン向けやベトナム、タイ、バングラディッシュ等の東南アジア諸国では輸出もされている。カンボジアでは、現地消費の他に、プノンペンやシェムリアップ等の都市部にも氷蔵や生きた状態で流通しており、生きた状態のものはレストランに設置された水槽に入れられ、新鮮な状態で調理されている。淡水魚や淡水性甲殻類と同様に寄生虫を保持する可能性があり、生食はされないが、塩茹や塩焼、揚げもの、炒めたものが現地料理店や中国料理店で好まれている。食用以外には、観賞用としても販売されている。

漁獲されたオニテナガエビのタケオ州における市場価格は、表 3.1 のとおりである。3 つのグレードに分かれており、体重 220g 程度がグレード I、120g 程度がグレード II、40g 程度がグレード III であり、グレード I は 28USD/kg であるがクメール正月（4 月）や水祭り（11 月）時には 32-35USD/kg になる。他の魚類、例えばシルバーバーブやコモンカープ（2-2.5USD/kg）と比べるとグレード I の通常価格は約 16 倍と高価である。

タケオ市内北部に位置する Roka Khnong 湖岸の道路に沿って 10 店舗程度の卸店が隣接しており、タケオ州内の湖畔や河川で漁獲されたオニテナガエビが集められている。これらの卸店はタケオ市内用のみ、タケオ市内及びプノンペン用にオニテナガエビを取り扱っている 2 種類があり、現地調査によるとタケオ市内用のみを販売している店舗では 1 日 50-60kg、タケオ市内及びプノ

³ Claudio Chávez Justo, 1990. The aquaculture of shrimp, prawn and crayfish in the world : basic and technologies.. Midori Shobo.

ンペン用を販売している店舗では1日130kgを取り扱っていた。漁師から購入したその日のエビは90%以上が当日中に捌けている。オニテナガエビを取り扱うのは雨季のみであり、タケオ市内及びプノンペン用の店舗では多い時は300kg取り扱う日もある。また、結婚式など特別な催し物の際には、120kgを纏めて購入する個人も確認された。

表 3.1 タケオ州におけるオニテナガエビ販売価格

グレード	平均体重	通常価格	祭日価格
I	220g	28USD/kg	32-35USD/kg
II	120g	22USD/kg	—
III	40g	17USD/kg	—

現地卸売店による聞き取り調査（2014）

3.3 カンボジア国におけるオニテナガエビの養殖現況

初めてオニテナガエビの種苗生産に成功したのは、1961年、マレーシアのペナンで Shao-Wen Ling らの研究によってである。その後、研究が重ねられ本種の産業レベルでの養殖に興味を示されるようになり、東南アジア諸国に広がりタイやベトナム、その他生息地以外のハワイ、日本及び中国などでその技術は発展した。

カンボジアにおけるオニテナガエビの種苗生産は、2006年、インテムコンサルティング株式会社原土郎が「カンボジア国淡水養殖技術改善普及計画（FAIEX）」において開始されたと言う歴史を持つ。原はベトナム国カントー大学などの技術を参考に、プレイベン州にある淡水養殖研究開発センターでカンボジアでは初めてとなる種苗の量産を実証した。その後、種苗生産活動はタケオ州の民間種苗生産農家などでおこなわれ、同国内でも近年養殖対象種として注目されつつある。

しかしながら、その養殖生産量は他の魚類と比べ、いまだ低水準に止まっている（表 3.2）。その要因として、①「種苗をマーケットサイズまで育成する過程で市販配合飼料を継続的に使用するためコスト的に合わない（つまり、儲からない）」こと、②「種苗育成段階での管理の難しさ」等が挙げられる。このうち要因②については、内陸部までの海水運搬コスト、病気の発生、稚エビまでの生残率が不安定であることが、具体的な課題として指摘されており、「好適環境水」の種苗生産への適用により、要因②の改善が期待されている。

表 3.2 カンボジア国における淡水魚及びオニテナガエビの養殖生産量

（単位：トン）

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
オニテナガエビ	30	110	120	140	140
シルバーカープ	100	120	140	170	190
コモンカープ	900	1,230	1,400	1,650	1,700
シルバーバーブ	7,000	8,750	10,500	12,600	13,000
ティラピア	1,150	1,450	1,700	2,000	2,100

FISHSTATJ (2014)

第4章 プロジェクト研究の概要及び2013年度の結果概要

4.1 プロジェクト研究の概要

本プロジェクト研究では以下の上位目標、プロジェクト研究の目標、成果、活動が設定されている。

(1) 上位目標

カンボジア内陸部の民間種苗生産農家において、好適環境水を用いたオニテナガエビの種苗生産が行なわれる。

(2) プロジェクト研究の目標

好適環境水を用いた閉鎖循環式オニテナガエビ種苗生産システムを確立する。

(3) 成果

上記目標を達成するため、本プロジェクト研究から期待される成果は以下の通りである。

成果1：好適環境水でオニテナガエビの幼生飼育がなされる。

成果2：オニテナガエビの種苗生産に適した好適環境水が選定される。

成果3：現地資源を活用した低コストの好適環境水による閉鎖循環式システムが構築される。

(4) 活動

2013年度のプロジェクト研究は、成果1、2の達成に向けた活動が実施され、2014年度は、成果3の達成に向けた活動が実施された。

成果1：好適環境水でのオニテナガエビの幼生飼育がなされる。

- 1) 実験水槽及び装置を設置・調整する。
- 2) 好適環境水を活用した種苗生産を行う。
- 3) 親エビを産卵・ふ化させる。
- 4) 好適環境水でゾエア幼生が稚エビに変態するまでの期間、飼育する。

成果2：オニテナガエビの種苗生産に適した好適環境水が選定される。

- 1) 各種好適環境水を用い、ふ化一定数のゾエア幼生を同一温度にて飼育し、その有効性(コスト、生残率、全長、品質等)を確認する。
- 2) 好適環境水によるオニテナガエビの幼生期間を調査し、通常の種苗生産と比較する。
- 3) 好適環境水を活用した閉鎖循環式養殖システムによるオニテナガエビの養殖のコストを算出し、通常の種苗生産と比較する。

成果 3：現地資源を活用した低コストの好適環境水を用いた閉鎖循環式システムが構築される。

- 1) 安価で効率的な養殖システムが構築される。
- 2) 対象農家において実験水槽、濾過槽及び関連装置を設置運用する。一部農家では、ソーラーパネルを用いた自立型種苗生産施設システムを設置・運用する。
- 3) 天日塩を主要原料とする好適環境水を製造する。
- 4) 親エビを管理、産卵・ふ化させる。
- 5) ゴエア幼生が稚エビに変態するまでの期間、農家主体により飼育する。
- 6) 好適環境水を用いた閉鎖循環式養殖システムによるオニテナガエビの種苗生産コストを算出し、通常の種苗生産方法と比較する。
- 7) 上記を踏まえ、成果の普及方法を立案する。

4.2 2013 年度と 2014 年度実証試験の内容

2013 年度の試験は複数の好適環境水を用いたオニテナガエビの種苗生産を行い、幼生飼育が可能なことの検証と飼育に適した好適環境水の選定を目的としていた。本年度は農家の生産規模において現地資機材を用いた場合の検証が目的とされた。表 4.1 に両年度の実証試験の内容を対比した。

表 4.1 2013 年度と 2014 年度実証試験の内容

	2013 年度	2014 年度
成果	成果 1：好適環境水でオニテナガエビの幼生飼育がなされる。 成果 2:オニテナガエビの種苗生産に適した好適環境水が選定される。	成果 3：現地資源を活用した低コストの好適環境水を用いた閉鎖循環式システムが構築される。
実施サイト	シアヌークビルに位置する海洋養殖開発センター (MARDeC)	タケオ州周辺の養殖農家 3 サイト
実施体制	試験実施者：コンサルタント 運営指導：岡山理科大関係者 先方政府：MARDeC 職員	試験実施者：農家及びコンサルタント 運営指導：岡山理科大関係者 先方政府：水産総局職員、タケオ州普及員、MARDeC 職員
飼育水の種類	希釈海水及び好適環境水 9 種	好適環境水 (タイプ C) 及び天日塩を利用した好適環境水 (タイプ C)
水槽容量 (飼育規模)	200L/水槽	1kL/水槽×3 水槽
飼育施設	海水、淡水 (水道) 及び電気が整備された MARDeC 内の室内飼育施設	農家敷地内 (電力及び飼育水は農家による)。

4.3 2013 年度の実証試験結果概要

2013 年度の実証試験は、2013 年 8 月 8 日～2013 年 10 月 29 日の期間、カンボジア国シアヌークビルに位置する我が国の無償資金協力で建設された海洋養殖開発センター（MARDeC）にて実施された。抱卵親エビから幼生をふ化させ、220L 水槽に閉鎖循環式濾過システムにて計 2 回試験を実施した。試験区は表 4.2 のとおりである。各試験では PL まで飼育し、収穫後 PL の生残率等を分析し、種苗生産における好適環境水の有効性を確認した。

表 4.2 2013 年度の実証試験にて設定された試験区

	第 1 次試験	第 2 次試験
対照区	希釈海水	希釈海水
好適環境水区	標準	タイプ A
	タイプ A	タイプ A-H*
	タイプ B	タイプ C
	タイプ C	タイプ C-H*
	タイプ D	タイプ E
	-	タイプ E-H*

*H は高濃度を表す

上記 2 回の実証試験の結果、PL 生残率を比較すると、対照区では、31.6 %（第 1 次試験）、好適環境水区では、好適環境水タイプ C において 36.4%（第 1 次試験）となり、好適環境水タイプ C において、従来手法と比べ同等あるいはそれ以上の PL 生残率となった。本試験では、数種類の好適環境水を検証する観点から、220 L 水槽を使用した。一般的に実施されている種苗生産規模よりも小規模であり、全体的に生残率は低くまた第 2 次試験では濾過システムに問題があったものの、好適環境水タイプ C においてその有効性が確認された。

なお、上記の実証試験を通して、水質（特に、アンモニア及び亜硝酸）の不安定さが確認された。閉鎖循環式濾過システムを用いて幼生飼育を行う場合は、濾過槽内に十分な硝化細菌を定着させるための準備期間を設けることが必須と史料され、準備を短期間で行わなければならない際は、①できる限り新鮮な硝化細菌を投入すること、②毒性のあるアンモニアを吸着させる吸着剤を利用すること、③飼育槽に対する濾過槽容量が 1/10 以下であったことから、飼育槽の容量に見合う濾過槽を使用すること等が確認された。

第5章 本実証試験日程

5.1 実証試験日程

本プロジェクト研究は、当初2014年7月～2014年11月での実施が計画されていたが、本邦からの機材到着が遅延したため、1ヶ月開始が遅れ2014年8月～2014年12月の日程で実施された。全体の工程は表5.1のとおりである。また、昨年の実証試験の教訓を踏まえ、濾過能力が十分得られるよう硝化細菌投与による熟成期間が十分取れるよう特に留意した。

表 5.1 本プロジェクト研究における全体工程

	2014				
	August	September	October	November	December
Sites selection					
Hatchery preparation					
Tank preparation					
Bio filter preparation					
Broodstock management					
Experiment					
Harvest and analysis					

5.2 各農家の日程

実証試験サイトは、対象を3農家とした。これら3農家での実験を同時並行して行うと指導・取り纏めが困難となることから、各農家の実証試験期間をずらし実施した。すなわち、1農家当たりによする水槽設置から収穫までの期間は10週間程度であるが、各農家の実証試験開始時期を1-2週間程度ずらして実施した。農家当たりの実施スケジュールは以下の表5.2のとおりである。

表 5.2 各農家の実施スケジュール

	2014									
	August	September	October	November	December					
Farmer A		Hatchery		Tank	Bio filter				Brood stook	Experiment
Farmer B		Hatchery		Tank	Bio filter				Brood stook	Experiment
Farmer C		Hatchery		Tank	Bio filter				Brood stook	Experiment

第6章 対象農家選定及び実験区の設定

6.1 対象農家選定

本プロジェクト研究が対象としたタケオ州はカンボジアの首都プノンペンから約 75kmの南部に位置する。タケオ州内にはベトナムへ続くメコン川とバサック川（メコン川の支流）が流れており、天然のオニテナガエビが 10～12 月をピークに水揚げされ、市内やプノンペンに供給されておりオニテナガエビの産地として知られている。また同州はJICAが 2005 年 2 月 28 日～2010 年 2 月 27 日の 5 年間実施した「淡水養殖改善・普及プロジェクト（FAIEX）」の対象州の一つであり、同プロジェクトで育成したタケオ州の中核農家⁴が 2008 年にはオニテナガエビの種苗生産に成功しており、養殖も実施されている。本プロジェクト研究では、同州の種苗生産農家を対象候補農家として 29 名リストアップし、クライテリアに基づき選定を行った。タケオ州種苗生産農家リストは、FAIEXフェーズ 1 報告書添付資料をベースに新規の農家を加えるなど改訂した。

表 6.1 タケオ州種苗生産農家リスト

No.	Name	Commune	District	Supported by FAIEX	
1	Van Po	Angtasom	Tramkak	○	2006
2	Prum Vat	Ankoreborey	Ankoreborey	○	2005
3	Duch Thol	Tropaingkronhong	Tramkak	○	2006
4	Long Yus	Tropaingthomkhangcheoung	Tramkak	○	2005
5	Ouch Heoun	Tropaingthomkhangtb0ng	Tramkak	○	2005
6	Men Hon	Ang Prasath	Kirivong	○	2005
7	Oung Phol	Nhenghorng	Tramkak	○	2006
8	But Sreymom	Tangdong	Baty	○	2006
9	Nhorm Noy	Tramkak	Tramkak	○	2007
10	Ngov Lihour	Chomraspen	Samrong	○	2007
11	Pen Phea	Angkhnol	Trang	○	2007
12	Dong Sareoun	Pechsa	Kohandet	○	2007
13	Kheav Sam	Laybo	Tramkak	AIT	
14	Som Hak	Taphem	Tramkak	AIT	
15	Chhiv Nheng	Krangleav	Baty	AIT	
16	Vin Chheoun	Kus	Tramkak	AIT	
17	Soun Sothea	Outdomsorya	Tramkak	Volunteer	
18	Min Sao	Tropaingtrokeath	Tramkak	Volunteer	
19	Kong Sarean	Beungtranhkhangcheoung	Samrong	AIT+Seila	
20	Sean Phan	Angtasom	Tramkak	AIM	
21	Sem Phon	Ausaray	Tramkak	CT	
22	Hang Heang	Rokakhnong	Donkeo	Volunteer	
23	Khol Bol	Sophy	Baty	Volunteer	
24	Tes Salath	Cheangtong	Tramkak	GM	
25	Oum Thy	Popel	Tramkak	GM	
26	Sem Sorn	Samrong	Tramkak	GM	
27	Sot Sarom	Srieronong	Tramkak	GM	
28	Trok Nhav	Rokakhnong	Donkeo	GM	
29	Nget Samoem	Ou Saray	Tramkok	Volunteer	

4 カンボジアでは政府機関の養殖指導にあたる職員数には限りがあるので、「淡水養殖改善・普及プロジェクト」では、持続的な発展性を保つため農民の力を借りた養殖普及（Farmer to Farmer）を実施した。特に優秀でやる気のある農家を年 16 軒選抜し、対象地域の小規模養殖農家に供給する種苗の生産者を育成し、種苗生産者が地域の養殖指導者（＝中核農家）として、農民間普及の中心的な役割を担ってもらっている。

6.2 選定方針及び方法

選定にあたってはオニテナガエビ種苗生産実績（もしくは過去に生産した経験を持つ）を有する農家からの選定を優先したが、これら農家の中には個別の事情により試験実施が困難な生産農家もいるとの事前情報があったことから、未経験の種苗農家も調査対象に加え条件を満たす農家3戸を目標に選定を行う方針とした。

表 6.2 選定にあたり確認する条件

	条件項目
①	オニテナガエビの種苗を生産している、もしくは生産した経験がある
①'	複数魚種（できればナマズを含む）の種苗生産を5年以上継続している※1
②	オニテナガエビの種苗生産に今後も取り組む意思がある
③	実験ハッチェリー（グリーンハウス）用の適地がある
④	飼育実験に必要な労力（生産者本人もしくはワーカー）の提供が可能である
⑤	機材運搬などに必要な車両によるアクセスが雨季でも可能である
⑥	地下水等の利用が可能である※2
⑦	公共電力の有無※3

※1 当初は「オニテナガエビの種苗生産した経験がある」ことを必須条件とする予定であったが、条件①②を満たす農家が3戸に満たないことから、「複数魚種（できればナマズを含む）の種苗生産を5年以上継続している」などオニテナガエビ生産にトライする飼育技術がある農家も含めるよう、後に修正した。

※2 カンボジア農村の種苗生産農家は、一般に貯水池の溜め水や河川からポンプ揚水し、ふ化や仔魚飼育に利用していることが多く、地下水を利用する農家は少数である。そのため運搬した水利用も視野に、近隣でオニテナガエビふ化飼育に適した水調達も想定した調査を行った。

※3 ソーラーパネル設置を念頭に1サイトは公共電源のない農家を優先選定することとした。

6.3 選定結果

タケオ州水産事務所での聞き取りによれば、これまで州内で4戸の農家がオニテナガエビ種苗生産に取り組んだ実績がある。うち1戸が現在も生産を継続しているが3戸は“種苗需要がない”、“儲からない”などの理由で生産を取り止めている。また水産局養殖開発部及びタケオ州水産事務所へ前記条件を満たす可能性のある種苗農家について照会したところ、これ以外に3戸の農家が推薦され計7戸がリストアップされた。

これら7戸のうち、オニテナガエビ種苗生産の意思がなく実験への協力が得られない3戸を除いた4戸を対象に、個別に訪問調査を行い、農家A：Prum Vat氏、農家B：Hang Heang氏、農家C：Van Po氏を本実証試験の対象農家とした。

表 6.3 選考結果

	農家名	①	①'	②	③	④	⑤	⑥	⑦	備考	結果
A	Prum Vat	○	○	○	○	○	○	○	○	公共電力はあるが月に5-10回の頻度で停電する。1度の停電で数時間～最長24時間復旧しないこともある。同農家はタケオ州種苗生産者ネットワークの副代表を務めている。	選定
B	Hang Heang	×	○	○	○	○	○	△	○	公共電力はあるが月に3-5回の頻度で停電する。停電はほとんどの場合、数時間で復旧する。地下水は以前使っていたが水道水が整備されて以降、長年使用していない。	選定
C	Van Po	×	○	○	○	○	○	×	×	付近に電柱が立ち始めていることから近々通電するかもしれないが、少なくとも今年は電気がない。同農家はタケオ州種苗生産者ネットワークの代表を務めている。	選定
	Nget Samoan	×	×	○	○	×	○	×	×	種苗生産を開始したのは2011年からであり経験年数は長くない。住居と養殖場が相当離れており日常の飼育管理が難しい。	

6.4 実験区の設定

本実証試験では、コストを抑えた飼育水の検討のため天日塩を原料とした好適環境水の検証やカンボジアの電力事情に合わせたソーラーパネルシステムを利用した閉鎖循環式濾過システムの導入も図ることとした。これら現地適応化への対応は初の試みであり不確かな部分も存在することから、本実証試験ではリスクを最小限に抑えるため、今回計画された3試験区の担当農家を表6.4とした。実施順位はタケオの町(Dounkeo)から比較的アクセスが良い場所、さらにソーラーパネル設置農家や天日塩使用農家など比較的難易度の高いと思われる農家から順に進めることにし、農家C→農家B→農家Aの順に開始した。

なお、Angkor Borey郡の農家A(Prum Vat氏)のサイトでは、当初公共電力を主体に施設の稼働を計画していたが、同郡全域で2014年10月20日から2015年1月20日の間、地域全域が電線、電柱の補修・改良工事のため3か月間停電になることが種苗生産施設建設後に判明した。そのため、急遽、発電機(2基)を新規設置し実験期間中(24hrs×60～70日間)は交互に運転し、絶えず電力を供給することで実証試験を試みた。

表 6.4 担当農家と試験区割り

	対象農家	Village	Commune	District	順	試験区	電力	備考
A	Prum Vat	Prey Sambo	Ankoreborey	Ankoreborey	3	本邦産好適環境水 (タイプ C)	公共電力 + 発電機	農家における実施の可能性検討
B	Hang Heang	Chork	Rokakhnong	Donkeo	2	現地産好適環境水 (タイプ C)	公共電力 + 発電機	天日塩を利用した農家における実施の可能性検討
C	Van Po	Ou Phot	Angtasom	Tramkak	1	本邦産好適環境水 (タイプ C)	ソーラーパネルシステム + 発電機	ソーラーパネルを利用した農家における実施の可能性検討



図 6.1 実験農家の所在地

第7章 種苗生産施設準備

7.1 ハッチェリー（グリーンハウス）の設置

選定した3農家にて試験実施場所となるハッチェリー（グリーンハウス）を新設した。夜間でもハウス内温度が保たれるよう、形状、大きさ、屋根材種類、方角と日照条件など確認した後、建設にかかる必要資材（農家1戸あたり1,300-1,400USD）を運搬した。なお当初計画では木枠、竹などを組み立て、試験スペースがギリギリ確保できるサイズ（6m×7m程度）の簡素なハッチェリーにする予定であったが、農家側から今回のオニテナガエビ種苗生産試験だけではなく多目的に、かつ将来にわたり長く使用したいと強い要望があがったことから、追加資材や増設部分にかかる費用を農家が負担することを条件に当初想定よりもやや広い7m×8m～7m×12mのハッチェリーとなった。これにより実験水槽も余裕をもって配置できた。また基本的なデザインは3農家とも共通で、壁面は取り外し可能なビニールシートで覆うためフレーム組みのみ、ルーフは採光用の半透明素材を部分的に使用、屋内中央上部に電源タップを取り付け、床面コンクリート直均し、中央部に排水溝を配置する構造となっている。

7.2 現地調達及び本邦調達機材の搬入

現地調達の大型資材（1.2kLFRP水槽、サンゴ砂など）を調達し、各農家に運搬した。主な現地調達機材は表7.1のとおりである。

表 7.1 主な現地調達機材

No.	物品名	数量	備考
1	FRP水槽（サイズ：1.2kL）	15槽（5槽×3農家）	ベトナム製
2	FRP水槽（サイズ：0.6kL）	6槽（2槽×3農家）	ベトナム製
3	サンゴ砂	約1,700kg（各農家550kg）	ベトナム産
4	工作資材、工具、試薬類、文具、ガラス器具、ネット、バケツ、ポンプ、簡易測定機器、発電機等	1式	

本邦調達品は約1か月遅延し、9月25日に到着し、各農家に搬入した。主な本邦調達品は表7.2のとおりである。

表 7.2 主な本邦調達品

No.	物品名	数量	備考
1	電子天秤	1 台	乾電池駆動・最小単位 0.01 g ・秤量 610 g
2	台はかり	1 台	乾電池駆動・最小単位 5 g 以下・秤量 60kg 以上
3	生物顕微鏡	3 台 (1 台×3 農家)	倍率 40-400 倍
4	循環ポンプ	4 台 (1 台×3 農家+予備)	全揚程 3.3m 以上
5	泡沫分離機	3 台 (1 台×3 農家)	ディスパセレーター方式・タンク投げ込み型
6	エアポンプ	3 台 (1 台×3 農家)	吐出量 40L/min 以上
7	海水濃度屈折計	3 台 (1 台×3 農家)	アタゴ社製
8	好適環境水用消化細菌	60L (20L×3 農家)	好適環境水で培養・精製が行われている
9	好適環境水	8kL 用	主に本邦産原料
10	濾過槽	3 台 (1 台×3 農家)	材質 PVC 本邦製
11	プランクトンネット	1 ロール (51m)	目合い : 229 μ m

昨年度の実証試験結果で得た教訓を考慮の上、3kL の飼育水槽に合わせ本実証試験で使用する濾過水槽は 700L にて設計した。濾過槽及び濾過槽上部に取り付けるウールボックスの設計図は図 7.1 及び 7.2 のとおりである。なお、濾過槽及びウールボックスの素材は塩化ビニル製とした。

また今回新たに、岡山理科大学で効果が実証されている泡沫分離機を採用した。これは水中ポンプの稼働とともに吸気する事で飼育水を発泡させ、その微細気泡に有機物を吸着し除去を行う濾過装置である。アンモニア生成前の有機物を除去し、大量の微細気泡発生による酸素供給が可能な事から、生物濾過槽の負荷を軽減する補助装置として用いた。構造は図 7.3 のとおりである。

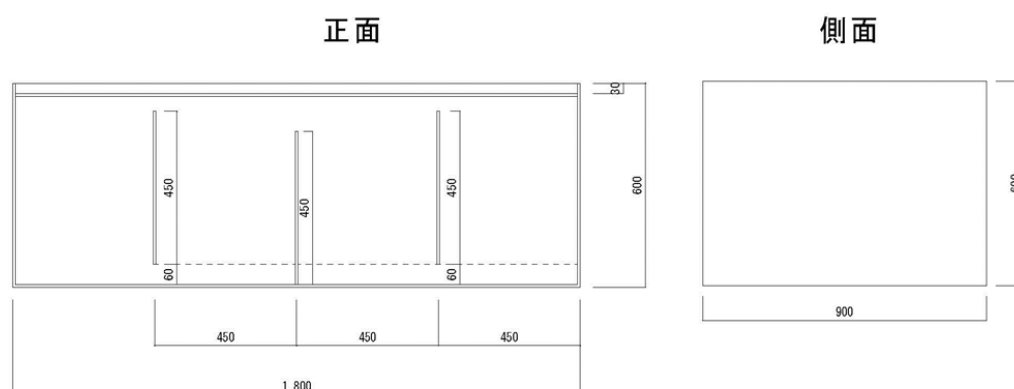


図 7.1 濾過槽設計図

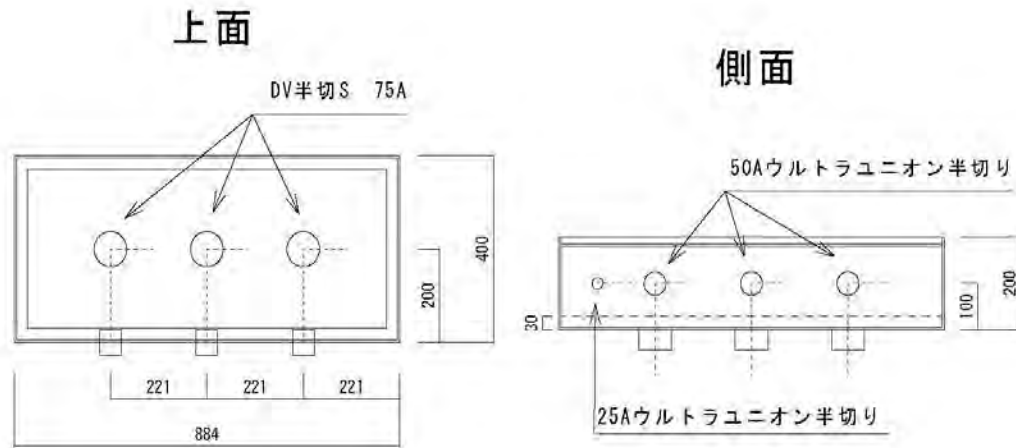


図 7.2 ウールボックス設計図

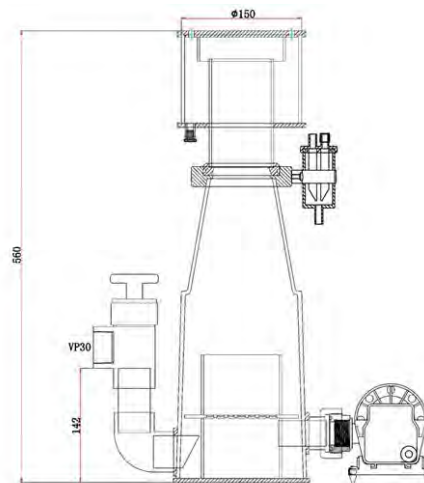


図 7.3 泡沫分離機構造図

参照：有限会社 LSS 研究所ホームページ

(http://www.e-lss.jp/reefoctopus/products/p01_d_int.html)

7.3 ソーラーパネルシステムの設置

農家 C (Van Po 氏) のサイトにソーラーパネルシステムを設置した。電力を必要とする機器は循環ポンプ (55W)、エアポンプ (25W) 及び泡沫分離機 (30W) の合計 110W/hr であるが、突入電流を考慮した安全率を設け、 $110\text{W} \times 24\text{hr} \times \text{安全率約 } 1.8 = 4,800\text{W/day}$ を確保できるシステムとした。主なソーラーシステムの機材は表 7.3 のとおりである。

表 7.3 主なソーラーシステムの機材

No.	物品名	主な仕様	個数	原産国
1	ソーラーモジュール	210Wp, 24V	8枚	Japan/EU
2	バッテリー	12V 100Ah	8個	China
3	インバーター	1,200W-24V	1セット	Taiwan
4	ブレーカー	バッテリー・インバーター用	1セット	France

7.4 試験水槽セッティング

種苗生産施設のサイズが当初想定より大きくなったことにより配置案の変更が生じた。抱卵エビの収容水槽と予備水槽の設置スペースを一箇所にまとめ、さらに作業スペースを確保し、効率的な作業を行えるよう留意した。当初想定した水槽配置案及び実際的水槽配置図は図 7.4 及び 7.5 のとおりである。



図 7.4 当初想定した水槽配置

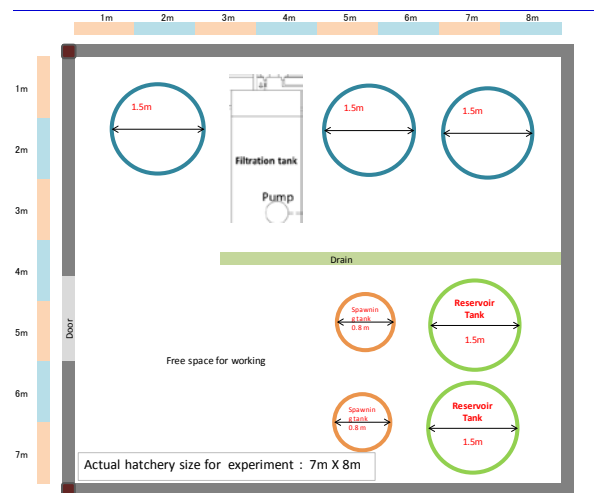


図 7.5 実際的水槽配置

第8章 飼育水の検討及び濾過槽準備

8.1 飼育水の検討

各対象農家の地下水ないしは水道水について、pH、電気伝導率、カルシウム、マグネシウム及び硬度（炭酸イオン濃度）を測定すると共に試験的に好適環境水の原料を溶解し、使用の可否について確認した。その結果、電気伝導率はすべての地下水で高く、特に農家 A（Prum Vat 氏）では 178.4mS/m と非常に高い結果となった。また、試験的に好適環境水を溶解した結果では、すべての地下水で沈殿物が確認された。地下水中で確認された高濃度で含有する炭酸水素イオン（dH）の影響により、好適環境水中のカルシウムイオンとの結合が行われ沈殿の発生が見られたことが判明している。沈殿物が確認された地下水は好適環境水中の成分が変化してしまい使用することが出来ない。

表 8.1 各農家の水質

	Farmer	Water source	pH	Electric conductivity (mS/m)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	water hardness (dH)	Operating experience for Freshwater prawn	Sediment by the 3rd water
A	Prum Vat	Ground water	6.35	178.4	70	40	9.8	○	○
B	Hang Heang	City water	7.30	14.9	15	24	1	×	×
C	Van Po	Ground water	7.16	85.6	20	<1	22.4	×	○
	Kiv Sam	Ground water	7.12	81.0	—	—	—	○	○

*1 農家 C (Van Po 氏) は 8 月の選定調査時に地下水を所有していなかったが、後に自ら 40m の深井戸を掘削し、現在は地下水が利用できるようになった。

*2 対象農家ではないが種苗生産実績のある Kiv Sam 氏の水も対象とした。

そのため本試験では、飼育水はオニテナガエビの種苗生産実績はないが、沈殿物が確認されなかった水道水を採用することとし、農家 A サイトでは水道局から、農家 C (Van Po 氏) では農家 B (Hang Heang 氏) のサイトから水道水を運搬し飼育水とした (表 8.2)。

表 8.2 各試験区の飼育水

	Farmer	Water source	Water supply
A	Prum Vat	City water	Transport from water station in Ankorborey
B	Hang Heang	City water	on site
C	Van Po	City water	Transport from Hang Heang site

8.2 濾過槽準備

濾過槽の設置が完了し、上記の飼育水の準備が整ったサイトから順次、濾過槽にサンゴ砂の充填後、水道水をフィルターバッグ（10 μ m）に通し700L注水した。注水後は、遊離塩素（50ppm）により消毒し、24時間以上曝気・放置により中和を行い、濃縮硝化細菌（本邦調達）を7L投入後、総アンモニア濃度（NH₃+NH₄⁺）2mg/L相当量の塩化アンモニウム（NH₄Cl）を添加した。その後は、ほぼ毎日総アンモニア及び亜硝酸濃度（NO₂）を測定し、各々が0mg/Lとなった時点で、総アンモニア濃度が3、4、5、10、15、20mg/Lの順になるよう、追加的に塩化アンモニウムを添加した。これらの操作により、濾過内に生育する硝化細菌の負荷を高め増殖を図るスケジュールとした。

総アンモニア濃度は、塩化アンモニウム15mg/L未満を添加するまでは、ほぼ連日3サイト共に0mg/Lを維持したが、20mg/L添加翌日には亜硝酸濃度が一時2-5mg/Lまで上昇したものの、翌日には0mg/Lに低下した。その後の水質分析において、総アンモニア濃度が0-2mg/L、亜硝酸濃度が5mg/L残留している日もあったが、なるべく準備期間中に負荷をかけることとし、添加を継続した。濾過槽の準備期間は、30日を目安としたが、幼生ふ化日との関係で各サイト共に多少前後した。なお、濾過槽（700L）と本水槽（1kL×3）の飼育水循環の開始前日に濾過槽内700Lの換水を行った。

飼育水循環の開始は、ふ化幼生収容6~7日後（アンブレラ・アルテミア給餌のみからエッグ・カスタード+アルテミア給餌に切り替わる時）に行った。循環開始後の濾過槽内は総アンモニア濃度0mg/L、亜硝酸濃度0-0.5mg/Lと良好な水質を維持した。

表 8.3 各農家の濾過槽準備状況

	Prum Vat				Hang Heang				Van Po			
	Number of Day	Additive amount of ammonium chloride	Con. of NH ₃ +NH ₄ ⁺	Con. of NO ₂ ⁻	Number of Day	Additive amount of ammonium chloride	Con. of NH ₃ +NH ₄ ⁺	Con. of NO ₂ ⁻	Number of Day	Additive amount of ammonium chloride	Con. of NH ₃ +NH ₄ ⁺	Con. of NO ₂ ⁻
2014/10/8					Day-1	2mg/L	0mg/L		Day-1	2mg/L	0mg/L	
2014/10/9					Day-2				Day-2			
2014/10/10					Day-3				Day-3			
2014/10/11					Day-4				Day-4			
2014/10/12					Day-5	3mg/L	0mg/L	0mg/L	Day-5	3mg/L	0mg/L	0mg/L
2014/10/13					Day-6				Day-6			
2014/10/14					Day-7				Day-7			
2014/10/15					Day-8	4mg/L	0mg/L	0mg/L	Day-8	4mg/L	0mg/L	0mg/L
2014/10/16					Day-9				Day-9			
2014/10/17					Day-10				Day-10			
2014/10/18					Day-11	5mg/L	0mg/L	0mg/L	Day-11	5mg/L	0mg/L	0mg/L
2014/10/19					Day-12		0mg/L	0.5mg/L	Day-12		0mg/L	5mg/L
2014/10/20					Day-13	5mg/L	0mg/L	0mg/L	Day-13	5mg/L	0mg/L	0mg/L
2014/10/21	Day-1	2mg/L	0mg/L	2mg/L	Day-14		0mg/L	5mg/L	Day-14		0mg/L	5mg/L
2014/10/22	Day-2		0mg/L	2mg/L	Day-15	10mg/L	0mg/L	0mg/L	Day-15	10mg/L	0mg/L	0mg/L
2014/10/23	Day-3		0mg/L	0mg/L	Day-16		0mg/L	5mg/L	Day-16		0mg/L	5mg/L
2014/10/24	Day-4	3mg/L	0mg/L	0mg/L	Day-17		0mg/L	0mg/L	Day-17		0mg/L	0mg/L
2014/10/25	Day-5		0mg/L	0mg/L	Day-18	15mg/L	5mg/L	5mg/L	Day-18	15mg/L	0mg/L	0mg/L
2014/10/26	Day-6		0mg/L	0.2mg/L	Day-19		0mg/L	5mg/L	Day-19		2mg/L	5mg/L
2014/10/27	Day-7	4mg/L	0mg/L	0mg/L	Day-20		0mg/L	0mg/L	Day-20		0mg/L	2mg/L
2014/10/28	Day-8		0mg/L	5mg/L	Day-21	20mg/L	5mg/L	5mg/L	Day-21	20mg/L	0mg/L	0mg/L
2014/10/29	Day-9		0mg/L	0mg/L	Day-22		0mg/L	0.5mg/L	Day-22		2mg/L	5mg/L
2014/10/30	Day-10	5mg/L	0mg/L	0mg/L	Day-23		5mg/L	5mg/L	Day-23		0mg/L	0mg/L
2014/10/31	Day-11		0mg/L	5mg/L	Day-24	20mg/L	0mg/L	5mg/L	Day-24	20mg/L	0mg/L	0mg/L
2014/11/1	Day-12		0mg/L	0mg/L	Day-25		0mg/L	0mg/L	Day-25		2mg/L	5mg/L
2014/11/2	Day-13	10mg/L	0mg/L	0mg/L	Day-26		0mg/L	5mg/L	Day-26	20mg/L	0.5mg/L	5mg/L
2014/11/3	Day-14		0mg/L	5mg/L	Day-27	20mg/L	5mg/L	5mg/L	Day-27	20mg/L	0.5mg/L	5mg/L
2014/11/4	Day-15		0mg/L	1mg/L	Day-28		0mg/L	5mg/L	Day-28		0mg/L	5mg/L
2014/11/5	Day-16	15mg/L	0mg/L	0mg/L	Day-29		0mg/L	0mg/L	Water cycele start		0mg/L	0mg/L
2014/11/6	Day-17		0mg/L	5mg/L	Day-30	20mg/L	0mg/L	0mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/7	Day-18		0mg/L	2mg/L	Day-31		0mg/L	5mg/L			0mg/L	0.5mg/L
2014/11/8	Day-19	20mg/L	0mg/L	5mg/L	Day-32	20mg/L	1mg/L	5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/9	Day-20		0mg/L	5mg/L	Day-33		0mg/L	5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/10	Day-21		0.5mg/L	0mg/L	Day-34	20mg/L	1mg/L	5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/11	Day-22	20mg/L	0mg/L	0mg/L	Day-35	20mg/L	0mg/L	5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/12	Day-23		0.5mg/L	1mg/L	Water cycele start		0mg/L	0mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/13	Day-24		0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/14	Day-25	20mg/L	1mg/L	0.5mg/L			0mg/L	2mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/15	Day-26		0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	1mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/16	Day-27		0mg/L	0mg/L			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/17	Day-28	20mg/L	1mg/L	0mg/L			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/18	Day-29		0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/19	Day-30	20mg/L	1mg/L	5mg/L			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/20	Day-31		0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/21	Day-32	20mg/L	0mg/L	0mg/L			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/22	Day-33						0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/23	Day-34	20mg/L					0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/24	Day-35	20mg/L	5mg/L	5mg/L			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/25	Day-36	20mg/L	0mg/L	5mg/L			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/26		Water cycele start	0mg/L	0mg/L			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/27			0mg/L	0mg/L			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/28			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/29			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L			0mg/L	0mg/L
2014/11/30			0mg/L	0.5mg/L			0mg/L	0mg/L			0mg/L	0mg/L

※総アンモニア濃度と亜硝酸濃度の測定はセラ社のテストキットを使用（測定範囲は、それぞれ 0.0-5.0mg/L）

※塗りつぶし部分は濾過槽と本水槽循環期間

第9章 親エビ調達・ふ化・幼生収容

9.1 親エビ調達

抱卵親エビの調達は、タケオ市内北部に位置するオニテナガエビ卸店から行った。Roka Khnong 湖岸の道路に沿って 10 店舗程度の卸店が隣接しており、タケオ州内の湖畔や河川で漁獲されたオニテナガエビが集められている。ただし、今回の調達時期は 10 月～11 月とオニテナガエビの繁殖時期である雨季が終わりに近づいていることもあり、漁獲される抱卵親エビの数は少ない。そのため、数店舗を回り抱卵親エビのみを集める必要があった。

各農家には準備が整い次第順次、茶褐色卵（発眼済み）を持った親エビのみを必要尾数（30-65g の抱卵親エビ 40-50 尾）収容し、2～3 日後に幼生を得る計画であった。しかし、第 2、第 3 の農家へ運ぶ時期を考慮すると今後抱卵親エビの必要量が不足するリスクがあることから 1 週間後以降にふ化する橙色卵（未発眼）を持った親エビも同時購入し、第 2、第 3 の農家へ輸送し淡水で飼育することとした。また、各農家で幼生収容後、抱卵親エビが残っている場合は、次の農家へ輸送することとした。

表 9.1 抱卵親エビ調達スケジュール

Farmer	Experiment order	4th week on Oct.		1th week on Nov.		2th week on Nov.
Van Po	1	Broodstock with dark egg (eyed egg)	transport			
Hang Heang	2	Broodstock with orange egg	keep	Broodstock with dark egg (eyed egg)	transport	
Prum Vat	3			Broodstock with orange egg	keep	Broodstock with dark egg (eyed egg)

Broodstocks with dark egg (eyed egg) are stocked in the 3rd water

Broodstocks with orange egg are stocked in fresh water

9.2 幼生ふ化・収容

本実証試験の飼育水槽は 1kL 水槽であり、1 水槽当たり 60,000 尾（180,000 尾/3 水槽/サイト）が必要である。同一水槽内の幼生成長段階や餌の切り替え日を合わせるため、水槽内は同一日にふ化した幼生を収容する必要がある。また、給餌や収穫等の作業性を考慮すると、各農家の飼育 3 水槽に同一日に幼生を収容することが望ましい。そのため、可能な限り抱卵親エビ（茶褐色卵）を購入すると同時に、事前に抱卵親エビ（橙色卵）を購入し卵色が茶褐色になるまで飼育し一日のふ化数の増加を図った。基本的には 1 槽分（60,000 尾/日）以上ふ化した場合は幼生消毒後に飼育水槽に収容することとしたが、残っている抱卵親エビの卵の量や色も確認し、まだ大量にふ化する可能性がある場合等は待機することとし親エビの状況に合わせてふ化幼生の収容を行った。

濾過槽準備が完了した順に合わせて、農家 C（Van Po 氏）は 10 月 29 日及び 10 月 30 日、農家 B（Hang Heang 氏）は 11 月 6 日及び 11 月 7 日、農家 A（Prum Vat 氏）は 11 月 20 及び 21 日にふ化幼生を飼育水槽に収容した。

事前情報でも判明していたとおり 11 月に入ると抱卵親エビの入手量が徐々に減少し、11 月中

旬に実施した農家 A では目標尾数を取得するまで 10 日間を要する結果となった。これは、①親エビの入手量が減少したこと、②親エビ飼育中の期間に親エビ飼育水槽の水温が 26°C まで低下したため、ふ化が少量ずつ断続的になったと考えられた。そこで、②の対策として日中は直射日光が照射し水温が比較的高く保たれている農家 A の自宅前にあるコンクリート池（推測 10kL）に、11 月 19 日から親エビ水槽を設置しビニールシートで覆うことで保温効果を図った。その結果、翌日 11 月 20 日に 100,000 尾が得られたため、親エビの量、入手状況等から考慮し、予定収容尾数より 10,000 尾少なくなるが、50,000 尾ずつを 2 水槽に分けて収容することとした。翌日の 21 日には 60,000 尾が得られ、残り 1 水槽に収容した。

表 9.2 抱卵親エビの調達結果

Date	Prum Vat		Hang Heang		Van Po	
	Broodstock with Dark eggs in thak (head)	Larvae (head)	Broodstock with Dark eggs in thak (head)	Larvae (head)	Broodstock with Dark eggs in thak (head)	Larvae (head)
10/29					42	60,000
10/30					54	120,000
10/31						
11/1						
11/2			30	118,000		
11/3			30	49,000		
11/4			26	77,700		
11/5			25	11,000		
11/6			20	178,000		
11/7			9	125,400		
11/8-11/10						
11/11						
11/12	18	32,600				
11/13	28	11,460				
11/14	28	17,500				
11/15	31	67,000				
11/16	33	4,000				
11/17	34	40,000				
11/18		20,000				
11/19		37,000				
11/20	34	100,000				
11/21	25	60,000				
Average	29	38,956	23	93,183	48	90,000
Maximum	34	100,000	30	178,000	54	120,000
Minimum	18	4,000	9	11,000	42	60,000

※橙色枠は飼育水槽に放養した幼生

※赤色枠は親エビを保温した日

第10章 実証試験の内容

10.1 実証試験方法

ゾエア幼生飼育に係る実証試験についての飼育密度、給餌方法、モニタリング項目等は昨年と同様とした。実務者を各サイトの農家とし、コンサルタント及び運営指導調査団が方法の指導、タケオ州普及員、水産局職員、MARDeC 職員が適宜モニタリングに同行した。なお、昨年度は収穫時に成長途中のゾエア幼生も分析するため、淡水化を行わなかったが、本年度は農家が収穫後に PL を中間育成したいという希望があり、従来の種苗生産手法のとおり、淡水化を実施することとした。本年度の実証試験方法を表 10.1 に示した。また、昨年度の実証試験の結果を踏まえて、30 日間飼育する場合の給餌表を作成し農家に説明した（表 10.2）。飼育日数は PL に変態するまでの成長率によって変化するため、日数が変更になる場合は給餌表（30 日間飼育）を基準に修正するようにした。

表 10.1 実証試験方法

項目	方法・内容
飼育水	本邦産好適環境水（タイプ C）及び現地産好適環境水（タイプ C）
規模（水量）	1kL 水槽×3 水槽（飼育槽）＋700L 水槽（濾過槽）
電力源	公共の電力源またはソーラーパネル（各サイト予備用発電機）
その他付属品	エアポンプ、循環ポンプ、泡沫分離機（ポンプ付）、グリーンハウス
対象農家	タケオ州周辺種苗生産農家 3 農家
飼育密度	60 尾/L（60,000 尾/水槽）
給餌方法	アルテミア・アンブレラ、アルテミア及びエッグ・カスタードを成長及び水質に合わせて給餌。
底掃除	毎日行い斃死個体の確認も実施
モニタリング項目	<ul style="list-style-type: none"> ● 水温、塩分濃度、総アンモニア、亜硝酸及び成長段階（ステージ段階を鏡にて確認）を農家が毎日測定 ● DO 及び pH を専門家が適宜測定
モニタリング方法	<ul style="list-style-type: none"> ● 実務者は各サイトの農家 ● コンサルタント及び運営指導調査団が方法の指導 ● タケオ州普及員、水産局職員、MARDeC 職員が適宜モニタリングに同行
収穫方法	収穫 3 日前から淡水化（12・13psu →10psu→6psu→3psu）を行い、PL の数を湿重量法により算出する（グラム当たりの PL 匹数と PL 総重量との積から算出）
結果分析方法	PL の生残率を算出し分析すると共にコストを計算する。

表 10.2 給餌表 (30 日間飼育の場合)

Day	Day0	Day1-5	Day6	Day7-8	Day9-10	Day11-13	Day14-15	Day16	Day17-19	Day20-23	Day24-26	Day27-29	Day30
Stage	I	I-V	V	VI	VII	VII-VIII	VIII	VIII-IX	IX	X-XI (PL)	≥PL	≥PL	Harvest
Artemia (g cyst/1000L)	0	5 (Umbrella)		5				6		7			0
Egg custard (g/1000L)			4	6	7	8	9	10		12	14	8	
Artificial food (g/1000L)	0											3	

第11章 実証試験結果

11.1 農家Aサイト Prum Vat氏

3 サイト中 3 番目に幼生の收容作業を行い、11 月 20 日に 2 水槽 (各 50,000 尾/kL)、21 日に 1 水槽 (60,000 尾/kL) で幼生飼育を開始した。事前情報でも判明していたとおり雨季の繁殖期を過ぎた 11 月に入ると抱卵親エビの入手量が徐々に減少した。また、親エビ飼育中の期間に親エビ飼育水槽の水温が低下したため、目標ふ化幼生を獲得するまで時間を要すると共に 3 槽中 2 槽は目標尾数より 1 万尾少ない 50,000 尾を放養した。

開始後は順調に成長していたものの、ふ化 16 日、17 日後に斃死個体が確認されるようになり、摂餌行動が不活発となった。ふ化 17 日後 (12 月 7 日) にアルテミア培養がエアレーション不足により十分にできておらず、夕方からふ化 18 日後の朝にかけて餌不足が生じた。その後、成長が鈍化するようになり、ふ化 19 日以降は成長する個体が少なくなった (図 11.1)。以降も連日斃死個体が約 100~3,000 尾確認されるようになり、PL に成長した個体が殆ど見られず、生残個体も 1,000 尾程度となったため、ふ化 30 日、31 日後となる 12 月 19 日にゾエアの取り上げを実施した。ゾエア幼生を収穫した結果、生残率はそれぞれ 3.20%、1.69%、1.16%と非常に低い結果となった (表 11.1)。

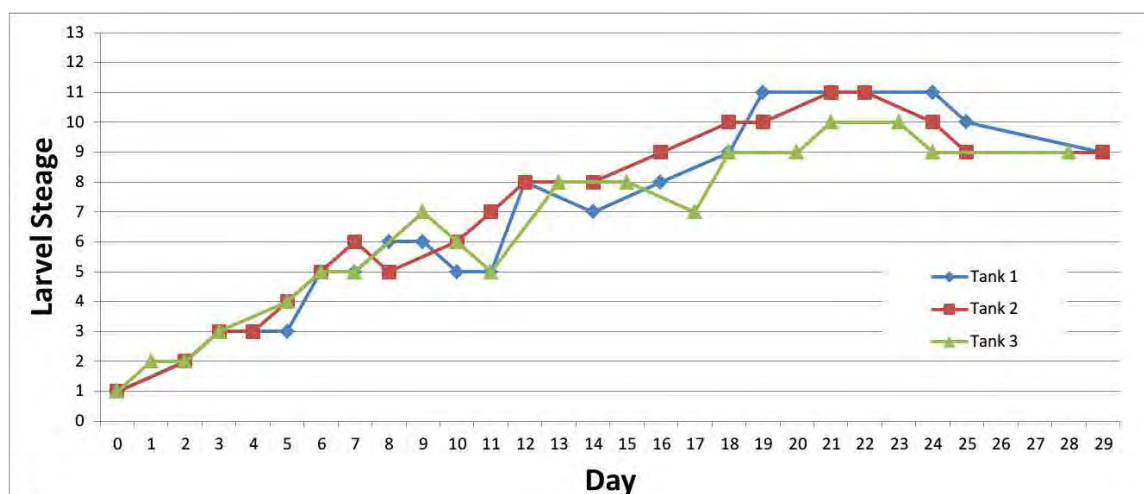


図 11.1 農家 A (Prum Vat 氏) サイトにおける各水槽幼生ステージの推移

各水槽の優先出現ステージ (Majority) のステージ I を 1、II を 2...XI を 11、Pre-PL を 12、PL を 13 とし算出

表 11.1 農家 A (Prum Vat 氏) サイトの収穫結果

	Day old	Start (head)	Harvest (head)	Survival rate (%)
Tank 1	31	50,000	1,598	3.20
Tank 2	31	50,000	846	1.69
Tank 3	30	60,000	696	1.16
Total		160,000	3,140	1.96

各水槽の水質概要は表 11.2 のとおりである。なお、詳細な結果は別紙 1-3 に記載した。水質は総アンモニアや亜硝酸を含むすべての測定項目で特に異常な値は記録されなかった。しかしながら、飼育水内に浮遊・付着藻類が大量に発生し、幼生の観察が困難であったことから換水を数度行った。

表 11.2 農家 A (Prum Vat 氏) サイトの水質結果

		Temperature (°C)		DO (mg/L)	Salinity (psu)	pH	NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)
Time		9:00	16:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Tank1	Minimum	26.0	30.0	6.64	12.0	7.12	0.00	0.00
	Maximum	31.0	34.0	7.92	14.0	8.19	0.50	0.50
	Average	29.6	31.1	7.15	12.8	7.43	0.02	0.15
Tank2	Minimum	26.0	30.0	6.71	12.0	7.18	0.00	0.00
	Maximum	31.0	34.0	9.38	14.0	8.39	0.00	0.50
	Average	29.6	31.2	7.37	12.9	7.49	0.00	0.16
Tank3	Minimum	25.5	30.0	6.59	12.0	7.25	0.00	0.00
	Maximum	31.0	34.0	9.11	14.0	8.49	0.00	0.50
	Average	29.4	31.4	7.31	12.9	7.56	0.00	0.10

収穫後、各水槽の幼生のステージを確認したところ、PL は確認されず、各水槽にて半数近くの個体が幼生ステージ IX であった (表 11.3)。

表 11.3 農家 A (Prum Vat 氏) サイトにおける収穫時の幼生ステージ分布表

Stage	Tank1(n=108)		Tank2(n=108)		Tank3(n=103)	
VII	0	0%	2	2%	0	0%
VIII	5	5%	5	5%	6	6%
IX	41	38%	53	49%	55	53%
X	23	21%	28	26%	26	25%
XI	35	32%	18	17%	14	14%
Pre-PL	4	4%	2	2%	2	2%
Majority	IX		IX		IX	

11.2 農家Bサイト Hang Heang氏

3 サイト中 2 番目に幼生の収容作業を行い、11 月 6 日に 2 水槽、11 月 7 日に 1 水槽 (各 60,000 尾/kL) にて幼生飼育を開始した。ふ化後 9 日以降から成長が鈍化していることが目視によっても確認されたものの、特に目立った斃死は観察されなかった (図 11.2)。しかし、ふ化 17~19 日後に各水槽で大量斃死が確認されるようになり、ふ化 26、27 日後となる 11 月 3 日に 700-1,500 尾

／水槽まで減少したため、取り上げを実施した。ゾエア幼生を収穫した結果、生残率はそれぞれ 1.26%、1.56%、0.76%と非常に低い結果となった（表 11.4）。

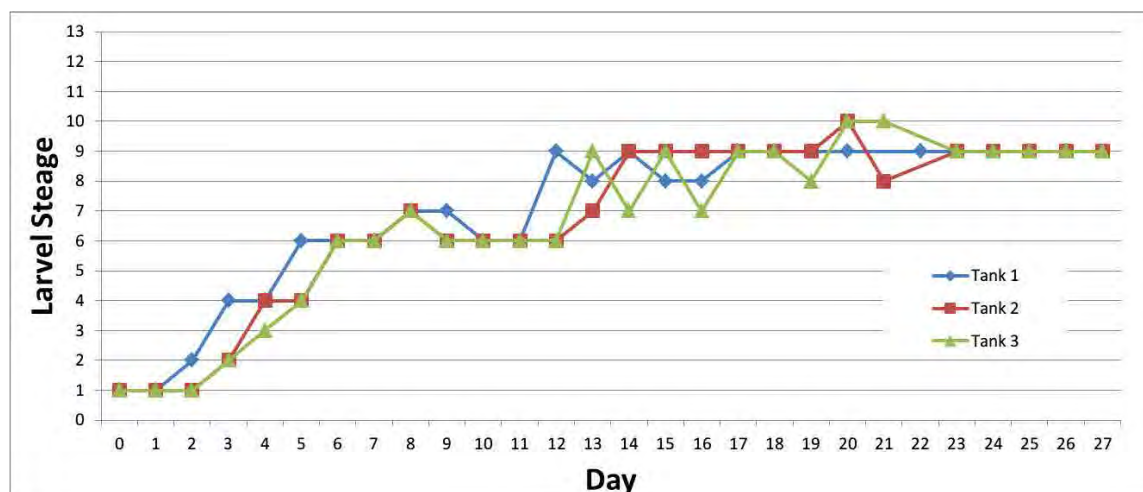


図 11.2 農家 B (Hang Heang 氏) サイトにおける各水槽幼生ステージの推移
各水槽の優先出現ステージ (Majority) のステージ I を 1、II を 2...XI を 11、Pre-PL を 12、PL を 13 として算出

表 11.4 農家 B (Hang Heang 氏) サイトの収穫結果

	Day old	Start (head)	Harvest (head)	Survival rate (%)
Tank 1	26	60,000	756	1.26
Tank 2	27	60,000	935	1.56
Tank 3	27	60,000	456	0.76
Total		180,000	2,147	1.19

本サイトは好適環境水の原料にカンポット産の天日塩を使用している。本天日塩は精製されていないことから、不純物が多く残留している可能性があり、そのためか水槽内に大量に付着藻類が発生した。対策として藻類の除去と換水を数度実施したが、増殖を抑える事は出来なかった。当初は、精製されている塩の利用を検討していたが食用であったためヨウ素が添加されており、使用することが出来なかった。

各水槽の水質概要は表 11.5 のとおりである。なお、詳細な結果は別紙 4-6 に記載した。ふ化 7、8 日後に一度のみ亜硝酸濃度が 2.0mg/L となったが、それ以外は実証試験期間を通して全ての水槽の平均値を管理基準値内の 0.5mg/L 以下に維持した。

表 11.5 農家 B (Hang Heang 氏) サイトの水質結果

		Temperature (°C)		DO (mg/L)	Salinity (psu)	pH	NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)
Time		9:00	16:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Tank1	Minimum	28.0	30.0	6.37	12.0	7.01	0.00	0.00
	Maximum	31.0	34.0	7.68	14.0	7.46	0.50	2.00
	Average	30.1	31.8	7.06	13.5	7.19	0.13	0.37
Tank2	Minimum	28.0	30.0	6.61	12.0	7.02	0.00	0.00
	Maximum	32.0	33.0	7.26	14.0	7.64	0.50	2.00
	Average	30.0	31.5	7.00	13.6	7.27	0.11	0.34
Tank3	Minimum	28.0	30.0	6.39	12.0	6.59	0.00	0.00
	Maximum	31.0	34.0	7.37	14.0	7.69	0.50	2.00
	Average	30.0	31.6	6.96	13.6	7.21	0.11	0.38

収穫後、各水槽の幼生のステージを確認したところ、PL は確認されず、各水槽にて半数近くの個体が農家 A (Prum Vat 氏) サイトと同様に幼生ステージ IX であった (表 11.6)。

表 11.6 農家 B (Hang Heang 氏) サイトにおける収穫時の幼生ステージ分布表

Stage	Tank1(n=116)		Tank2(n=108)		Tank3(n=103)	
VIII	3	3%	1	1%	5	5%
IX	39	34%	48	44%	45	44%
X	18	16%	23	21%	13	13%
XI	33	28%	19	18%	25	24%
Pre-PL	23	20%	17	16%	15	15%
Majority	IX		IX		IX	

11.3 農家Cサイト Van Po氏

3 サイト中 1 番目に幼生収容作業を行い、10 月 29 日に 1 水槽 (60,000 尾/kL)、10 月 30 日に 2 水槽 (各 60,000 尾/kL) にて幼生飼育を開始した。ふ化 7 日後 (11 月 5 日) にアルテミア給餌ミスが生じ、夕方から朝までの餌が不足したが、大量斃死や他サイトと比較して成長の遅延等もなく順調に飼育が行われた (図 11.3)。ただし、昨年度と比較すると収穫までの日数 (昨年は 30 日前後) は若干長くなっており、収穫はふ化 36、37 日後となる 12 月 5 日に実施した。生残率は、各水槽で 55.14%、48.85%、35.69% となり、昨年実施した好適環境水タイプ C を利用した 220L 水槽による実験結果 39.28% を大きく上回る水槽も存在した。収穫した PL は約 20,000 尾を育成用に準備した池 (500 m²) に放養、約 30,000 尾を農家 B (Hang Heang 氏) に贈与 (1,000 m² の池に放養)、残りの約 30,000 尾を淡水化した閉鎖循環式 1kL の水槽に約 10,000 尾ずつ分槽し中間育成を 8 日間行った後、池 (400 m²) へ設置した 4 基のハパネットに放養した。

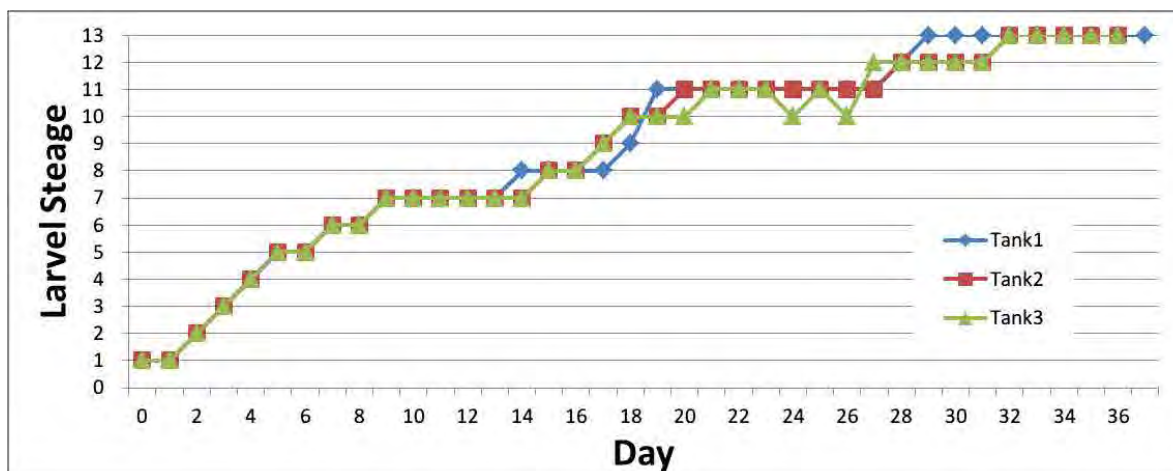


図 11.3 農家 C (Van Po 氏) サイトにおける各水槽幼生ステージの推移

各水槽の優先出現ステージ (Majority) のステージ I を 1、II を 2...XI を 11、Pre-PL を 12、PL を 13 として算出

表 11.7 農家 C (Van Po 氏) サイトの収穫結果

	Day old	Start (head)	Harvest (head)	Survival rate (%)	Transfer
Tank 1	37	60,000	33,084	55.14	Intermediate breeding in tank
Tank 2	36	60,000	29,310	48.85	Farmer B site
Tank 3	36	60,000	21,411	35.69	Intermediate breeding in pond
Total		180,000	83,805	46.56%	

各水槽の水質概要は表 11.8 のとおりである。なお、詳細な結果は別紙 7-9 に記載した。本サイトでは、藻類の発生もなく水質も安定していたため、収穫までの 36 日間水替えをせず飼育を継続した。

表 11.8 農家 C (Van Po 氏) サイトの水質結果

		Temperature (°C)		DO (mg/L)	Salinity (psu)	pH	NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)
Time		9:00	16:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Tank1	Minimum	29.0	30.0	6.40	12.0	6.83	0.00	0.00
	Maximum	31.0	33.0	6.81	13.0	7.55	0.50	0.50
	Average	29.9	31.6	6.63	12.7	7.32	0.04	0.01
Tank2	Minimum	29.0	30.0	6.36	12.0	7.14	0.00	0.00
	Maximum	31.0	32.0	6.85	13.0	7.53	0.50	0.50
	Average	29.9	31.6	6.67	12.2	7.37	0.04	0.01
Tank3	Minimum	29.0	30.0	6.44	12.0	7.10	0.00	0.00
	Maximum	31.0	32.0	6.87	13.0	7.71	0.50	0.50
	Average	29.9	31.6	6.69	12.2	7.35	0.04	0.01

11.4 各サイトの成長比較

各水槽の優先出現ステージ (Majority) のステージ I を 1、II を 2...XI を 11、Pre-PL を 12、PL を 13 として算出し、図 11.4 に各サイトの平均値をグラフ化した。順調に成長し PL を収穫した農家 C (Van Po 氏) サイトでは、ステージ VII で 5 日程度成長が鈍化したものの、その後は順調にステージを進行させた。一方、大量斃死が発生し生残率が各水槽で 1%前後となった農家 A (Prum Vat 氏) 及び農家 B (Hang Heang 氏) のサイトでは、7 日目以降からステージにバラつきが生じ、最終的にステージ IX となった。

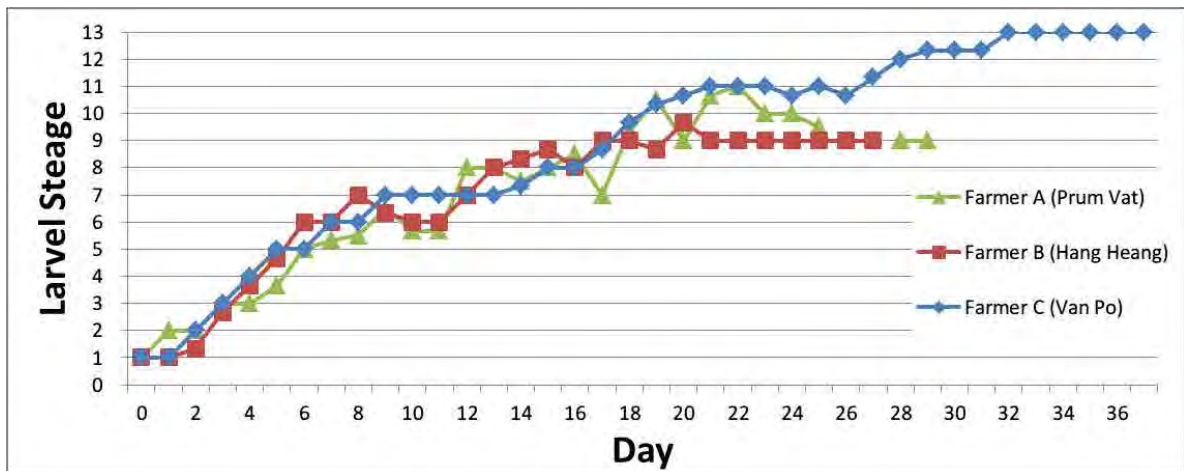


図 11.4 各農家 3 水槽平均幼生ステージ Majority の推移

第12章 本邦及び現地分析結果

12.1 種苗生産コストと収益性

好適環境水の調整に必要な粉末は本邦において試験販売価格「飼育水 1kL あたり 30USD」が仮設定されている。カンボジアで導入するに際し、1kL あたり 0.5USD の水道水がそのまま使用可能な場合、追加費用は大きくないが、これに水の輸送費（1kL あたり 27.50USD）が加わると1kL の飼育水調整に必要な費用は 57.50USD となる（表 12.1）。地下水の使用が可能なタケオ州の一般種苗生産農家ではカンポット州から輸送した濃縮海水（60psu）を 1kL あたり 50USD で調達可能であり、飼育に使用することを考えると希釈海水 1kL あたり 10USD となり好適環境水より安価である。

また PL の生産率については昨年的好適環境水タイプ C と対照区とで 4.8 ポイントの差が出ており生残率で優ることが示唆されている。今回の実証試験で唯一 PL 収穫に至った農家 C (Van Po 氏) の生残歩留りの平均値 46.6% の水準で生産が継続されると仮定し、1 サイクルごとの生産コスト推算の上で濃縮海水使用ケースと比較し好適環境水の優位性を検証する。

表 12.1 好適環境水と濃縮海水の調達コスト及び PL 生残率

飼育水の調達コスト				1kL (12pus) あたりの調達コスト(USD)	PL 生産率 (%)
水種類と単価		希釈水のコスト			
好適環境水 (タイプ C)	30 USD/kL	現地水道水	0.5 USD/kL	30.5	46.6
		輸送水道水	27.5 USD/kL	57.5	46.6
		地下水	未実証		
濃縮海水 (60psu)	50 USD/kL	地下水	0 USD/kL	10.0	41.8

(1) 種苗生産コスト

オニテナガエビの種苗生産事業を持続性の観点から評価するため、今回実施された試験の結果に加え現地での聞き取り調査により得られた情報をもとに、ふ化施設や機材の初期整備費、消耗品などの資材費、運営費について試算した。なお本邦調達資機材ならびに現地調達機材（現地通貨リエル払い）については 2014 年 9 月の外貨換算レート、1USD=107.24 円、1USD=4,000Riel として経費を算出した。オニテナガエビ種苗生産に必要なコストは表 12.2 の (A) - (D) のとおりである。

表 12.2 オニテナガエビ種苗生産に必要な資機材及びオペレーションコスト

(A) 初期施設整備コスト (初年のみ必要)

項目	費用	備考
施設費	2,400.0 USD/place	簡易グリーンハウス建設費 (本実証試験より算出)
タンク類	1,000.0 USD/set	飼育水槽: 3 水槽、水替え水槽: 2 水槽 (本実証試験より算出)
濾過槽	2,114.9 USD/pcs	特注品 (本邦)
ろ材 (サンゴ砂)	800.0 USD/1kL	ベトナム産 (本実証試験より算出)
ソーラーパネルシステム*	8,095.0 USD / set	4,800wh / day、バッテリー12 年保障

*公共電源がない場合のみ

(B) ふ化施設運営コスト (毎年必要なコスト)

項目	費用	備考
好適環境水 (タイプ C) 原料	30.0 USD/kL	想定価格 (試験販売価格)
水道代	0.5 USD/kL	水道局 (本実証試験より算出)
水輸送費 (水道代含む)	27.5 USD/kL	10km 圏内から輸送する場合
濃縮海水輸送代 (60psu)	50.0 USD/kL	カンボット州→タケオ州 (聞き取り調査による) 使用時は 12psu に希釈
設備メンテナンス	240USD	破損箇所の補修など建設費の 10%程度を毎年支出

(C) 運営コスト、消耗品 (毎回必要なコスト)

項目	費用	備考
電気代	1.2 USD / day	$0.25\text{US}\$/\text{kw}/\text{hr} \times 0.2\text{kw} \times 24\text{hr}$
餌料代	90.6USD / 3kL breeding / cycle	アルテミア: 124.9USD/kg エッグカスタード: 13.4USD/kg クランブル (粉末飼料): 1USD/kg
親エビ購入費	20.00 USD / kg	天然抱卵親エビ
その他消耗品	40.0 USD / cycle	簡易水質検査キット、ビーカー等
労賃	5.0 USD / day / person	本試験から算出

(D) 中間育成コスト (毎回必要なコスト)

項目	費用	備考
施肥代	10 USD / pond/time	$0.25\text{US}\$/\text{kw}/\text{hr} \times 0.2\text{kw} \times 24\text{hr}$
排水、注水代	20 USD / pond/time	注排水に必要なポンプ償却もしくは借上げ、燃料代
その他消耗品	20.0 USD / cycle	網地、木材、ロープ等
労賃	5.0 USD / day / person	本試験から算出

(2) 想定される農家モデル

農家ごとに水道水、地下水、公共電力の有無など諸条件が異なるため、好適環境水使用のケース、不使用のケースに各条件をあてはめると表 12.3 の通り計 10 通りのモデルが想定できる。それぞれの想定モデル農家が初年及び 2 年目以降の生産を継続したと仮定し、濃縮海水を使用する従来方式との収益を比較する。

表 12.3 種苗農家の諸条件ごとに想定されるケース

ケース	好適環境水	水道水の有無	水運搬の必要性	公共電力の有無	ソーラーパネル	実証試験	PL生残率(40日迄)
1	使用	○	×	○	-	農家B(Hang Hean氏)	46.6%
2	使用	○	×	×	要		46.6%
3	使用	×	○	○	-	農家A(Prum Vat氏)	46.6%
4	使用	×	○	×	要	農家C(Van Po氏)	46.6%
5	不使用 →濃縮海水使用	○	×	○	-		41.8%
6	不使用 →濃縮海水使用	○	×	×	要		41.8%
7	不使用 →濃縮海水使用	×	○	○	-		41.8%
8	不使用 →濃縮海水使用	×	○	×	要		41.8%
9	不使用 →濃縮海水使用	地下水使用可	×	○	-		41.8%
10	不使用 →濃縮海水使用	地下水使用可	×	×	要		41.8%

○:有り、×:無し

(3) モデルケースごとの種苗生産コスト

ケース 1 から 10 の農家モデルでの生産経費を推算するため、それぞれの想定モデルで種苗生産に必要な経費を表 12.4 に整理した。

表 12.4 種苗生産に必要な経費 (単位: USD)

(A) 初期施設整備コスト(初年のみ必要)			ケース									
項目	費用(USD)	数量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
施設費	2,400	/place	×1	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
タンク類	1,000	/set	×1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
濾過槽	2,115	/pcs	×1	2,115	2,115	2,115	2,115	2,115	2,115	2,115	2,115	2,115
ろ材(サンゴ砂)	800	/kL	×1	800	800	800	800	800	800	800	800	800
ソーラーパネルシステム*	8,095	/set	×1	0	8,095	0	8,095	0	8,095	0	8,095	0
小計(A)			6,315	14,410	6,315	14,410	6,315	14,410	6,315	14,410	6,315	14,410
(B) 圃場施設整備コスト(毎年必要なコスト)			ケース									
項目	費用(USD)	数量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
好適環境水(TypeC)原料	30	/kL	×3 kL	90	90	90	90	0	0	0	0	0
水道代	0.5	/kL	×3 kL	1.5	1.5	0	0	1.5	1.5	0	0	0
水輸送費(水道代含む)	27.5	/kL	×3 kL	0	0	82.5	82.5	0	0	82.5	82.5	0
濃縮海水輸送代(60psu)	50	/kL	×0.6 kL	0	0	0	0	30	30	30	30	30
設備メンテナンス	240	/set	×1	240	240	240	240	240	240	240	240	240
小計(B)			332	332	413	413	272	272	353	353	270	270
(C) 運営コスト、消耗品(毎回必要なコスト)			ケース									
項目	費用(USD)	数量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
電気代(*1)	1.2	/day	×60days	72	0	72	0	72	0	72	0	72
餌料代(*2)	90.6	/3kL breeding	×1 cycle	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6
親エビ購入費(*3)	20	/kg	×1.5	30	30	30	30	30	30	30	30	30
その他消耗品	40	/cycle	×1 cycle	40	40	40	40	40	40	40	40	40
労賃(*1)	5	/day/person	×45days	225	225	225	225	225	225	225	225	225
(D) 中間育成コスト(毎回必要なコスト)			ケース									
項目	費用(USD)	数量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
施肥代	10	/pond	×1	10	10	10	10	10	10	10	10	10
排水、注水コスト(*4)	20	/pond/cycle	×1	20	20	20	20	20	20	20	20	20
その他消耗品	20	/cycle	×1	20	20	20	20	20	20	20	20	20
労賃	5	/day/person	×40days	200	200	200	200	200	200	200	200	200
小計(C)+(D)			707.6	635.6	707.6	635.6	707.6	635.6	707.6	635.6	707.6	635.6

- (*)1 準備期間を含め 60 日とした
- (*)2 中間育成時の配合飼料代含む
- (*)3 歩留りを考慮し 1.5 倍量を想定
- (*)4 注排水に必要なポンプ償却(もしくは借上げ)、燃料代

上記を元にした生産コストは表 12.5 のとおりである。カンボジアでは抱卵エビの調達に限られているため 7 月～11 月のみ施設が稼働することから、中間育成期間を考慮すると最大で年 3 サイクルの生産・収穫が可能と見込まれる。よって収穫は年 3 回を想定する。公共電力のあるケース 1、3、5、7、9 では 1 年目に年に 3 回生産した場合のコストは計 9,000USD 弱、公共電源がなくソーラーパネルを導入した場合で 17,000USD 弱となる。その後 2 年目以降も継続し年 3 回生産した場合のコストは年間で約 2,200USD となる。

表 12.5 生産回数ごとの種苗生産コスト（単位：USD）

種苗生産コスト		ケース									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
初年 (A) + (B) + (C) + (D)	年間生産回数 1回	7,354	15,377	7,435	15,458	7,294	15,317	7,375	15,398	7,293	15,316
	年間生産回数 2回	8,062	16,085	8,143	16,166	8,002	16,025	8,083	16,106	8,000	16,023
	年間生産回数 3回	8,769	16,792	8,850	16,873	8,709	16,732	8,790	16,813	8,708	16,731
2年目以降 (B) + (C) + (D)	年間生産回数 1回	1,039	967	1,120	1,048	979	907	1,060	988	978	906
	年間生産回数 2回	1,747	1,603	1,828	1,684	1,687	1,543	1,768	1,624	1,685	1,541
	年間生産回数 3回	2,454	2,238	2,535	2,319	2,394	2,178	2,475	2,259	2,393	2,177

(4) 生産尾数と売上収入

売上金額と収益を算定するための販売単価についてであるが、カンボジアでのオニテナガエビ種苗の流通は未だ一般的でなく少数の農家が個別で取引を行っている。そのため魚類種苗のような価格設定はなされておらず需給によって決められるケースが多い。タケオ州で唯一、種苗生産を行っている農家 A (Prum Vat 氏) によると PL30 日以上の稚エビを 1 尾 300 Riel で販売していることから、売上算定にあたってはこの価格をベースとした。

また PL までの生残歩留りについては、今回の実証試験で唯一 PL 収穫に至った農家 C (Van Po 氏) の平均 46.6% 好適環境水での生残歩留りとし、濃縮海水では昨年試験結果を踏まえ 4.8 ポイント低い 41.8% とした。PL から稚エビ（養殖種苗）として出荷可能なサイズまでは中間育成方法により歩留まり、コストとも異なるが、カンボジアの農村部では池での粗放的な中間育成が現実的な選択である。経験のある農家からの聞き取り、カンボジア国立養殖センターでの実績を参考に屋外露地池で 30 日程度中間育成した場合で平均 60% 程度の生残率を見込んだ。

初期の収容尾数は 1kL あたり 60,000 尾とし 3 水槽（3kL 分）をフル稼働させた場合の一回あたりの生産量は好適環境水使用で 50,760 尾、濃縮海水使用で 45,576 尾となる。また販売価格は前述のとおり 300 Riel (0.075USD) で全量完売を見込んだ。生産尾数と売上収入は下表のとおりである。

表 12.6 生産回数ごとの年間販売尾数と売上収入

生産販売尾数と売上収入		ケース									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		好適環境水					濃縮海水				
生産販売数 (尾)	年間生産回数 1回	50,760					45,576				
	年間生産回数 2回	101,520					91,152				
	年間生産回数 3回	152,280					136,728				
売上収入 (USD)	年間生産回数 1回	3,807					3,418				
	年間生産回数 2回	7,614					6,836				
	年間生産回数 3回	11,421					10,255				

(5) 収支見込

各モデル（ケース 1-10）について前記の種苗生産コストと売上収入から試算した単年の収支を表 12.7 に示した。

表 12.7 生産回数ごとの年間収支（単位：USD）

年	生産回数	ケース									
		好適環境水				濃縮海水					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
収支 (初年)	年間生産回数 1回	-3,547	-11,570	-3,628	-11,651	-3,876	-11,899	-3,957	-11,980	-3,874	-11,897
	年間生産回数 2回	-448	-8,471	-529	-8,552	-1,165	-9,188	-1,246	-9,269	-1,164	-9,187
	年間生産回数 3回	2,652	-5,371	2,571	-5,452	1,545	-6,478	1,464	-6,559	1,547	-6,476
収支 (2年目以降)	年間生産回数 1回	2,768	2,840	2,687	2,759	2,439	2,511	2,358	2,430	2,441	2,513
	年間生産回数 2回	5,867	6,011	5,786	5,930	5,150	5,294	5,069	5,213	5,151	5,295
	年間生産回数 3回	8,967	9,183	8,886	9,102	7,860	8,076	7,779	7,995	7,862	8,078
2年目以降、年3回生産の平均		ケース1~4 9,034				ケース5~6 7,942					

公共電力のあるケース 1、3、5、7、9 で年 3 回生産したケースでは初年にプラス収益となり、好適環境水利用で 2,600USD、濃縮海水使用で約 1,500USD の利益が出る。しかしソーラーパネルを導入した場合には 5,000-6,500USD のマイナスとなる。その後、2 年目以降には単年で収益があがるようになり、年間 3 回の生産では好適環境水利用（ケース 1-4）で平均 9,034USD、濃縮海水使用（ケース 5-6）で 7,942USD の利益が出る。好適環境水の利用で収益が約 14%改善されることになる。表 12.8 で初年からの通算損益を試算した。年 2 回の生産では好適環境水利用、濃縮海水利用いずれの場合もソーラーパネル設置ケースでマイナス収支となり初期設備投資を回収できないが、年 3 回の生産を継続した場合、全てのケースでは 2 年目終了時には初期投資を回収し損益はプラスとなる。

表 12.8 各モデルケースの通算損益（単位：USD）

通算損益（初年～4年目迄）		ケース									
		好適環境水				濃縮海水					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1年目終了時	年間生産回数 1回	-3,547	-11,570	-3,628	-11,651	-3,876	-11,899	-3,957	-11,980	-3,874	-11,897
	年間生産回数 2回	-448	-8,471	-529	-8,552	-1,165	-9,188	-1,246	-9,269	-1,164	-9,187
	年間生産回数 3回	2,652	-5,371	2,571	-5,452	1,545	-6,478	1,464	-6,559	1,547	-6,476
2年目終了時	年間生産回数 1回	-779	-8,730	-941	-8,892	-1,437	-9,388	-1,599	-9,550	-1,434	-9,385
	年間生産回数 2回	5,420	-2,459	5,258	-2,621	3,985	-3,895	3,823	-4,057	3,988	-3,892
	年間生産回数 3回	11,619	3,812	11,457	3,650	9,406	1,599	9,244	1,437	9,409	1,602

(6) 従来手法との収益比較

本モデルで想定した平均生残率を維持できる技術を農家が習得し、年間3回の生産を継続実践できればオニテナガエビ種苗生産はビジネスモデルとして成立する可能性が示唆された。ソーラーパネルを設置したケースでも2年目には投資が回収でき3年目以降の収支は大幅に改善される。特に公共電源があり好適環境水を使用するケースでは高い利益が期待できる。濃縮海水との比較においては好適環境水の優位性が示された。初期投資にかかる経費（表12.2中のA）を加味しない2年目以降の単年収支では表12.9のとおり、好適環境水利用で約14%の収益増加が期待できる。さらに、本試験では実証できなかったが、天日塩や地下水を使うことでさらなるコスト削減も期待できる。

表 12.9 従来方法との収益比較 (2年目以降の単年収支)

想定ケース	生産回数		
	年1回	年2回	年3回
公共電源あり(ソーラーパネル不要)			
好適環境水利用(ケース1,3)での収益(USD)	2,727	5,827	8,926
濃縮海水利用(ケース5,7,9)での収益(USD)	2,413	5,123	7,834
収益増加率	113%	114%	114%
公共電源なし(ソーラーパネル設置)			
好適環境水利用(ケース2,4)での収益(USD)	2,799	5,971	9,142
濃縮海水利用(ケース6,8,10)での収益(USD)	2,485	5,267	8,050
収益増加率	113%	113%	114%

12.2 天日塩

カンポット産の天日塩を使用した好適環境水(タイプC)を作成し、農家B(Hang Heang氏)サイトで幼生飼育を実施したものの、ふ化17~19日後で大量斃死が確認され、ほとんどの幼生でステージIX以上の成長が確認されず、飼育継続は不可能となった。本実証試験で使用した天日塩の成分分析を行い、幼生成長の阻害要因となる成分の有無を分析した(表12.10)。

天日塩の鉄(Fe)、カドニウム(Cd)、亜鉛(Zn)、銅(Cu)、鉛(Pb)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)及び水分含量を測定した結果、塩の主要成分であるカリウム、カルシウム及びマグネシウムを除く成分の中で、鉄と鉛が検出された。これらが高濃度で飼育水中に検出されるとオニテナガエビのゾエア幼生に対して毒性を示す可能性が高いが、本試験にて使用した天日塩は好適環境水の一部原料として混合しており、最終的な飼育水では、鉄が0.01 mg/L未満及び鉛が0.06 mg/L未満となる。特に鉛は水生生物に毒性を示す⁵ことが知られており、オニテナガエビPL期における鉛の急性毒性試験では、96時間暴露した場合、半数致死量は10mg

⁵ 経済産業省：既存の環境基準及びハザード情報について

/Lとされている⁶。本試験の場合、斃死が確認されたのは、ふ化 17 日後以降であることから慢性毒性と考えられるが、オニテナガエビの幼生期における鉛による慢性毒性の知見はなく、また農家B（現地産好適環境水：天日塩使用）及び農家C（本邦産好適環境水）における試験終了後の飼育水中の鉛量を測定したところ、農家Bでは 0.3 mg / L、農家Cでは 0.4mg / Lとなり、PLを収穫できた農家Cの方が高い結果となった。これらの結果から、今回発生した農家Bの大量斃死は天日塩由来ではない可能性が高いと思料された。

表 12.10 本試験で使用したカンボット産天日塩の分析結果

Fe	Cd	Zn	Cu	Pb	K	Ca	Mg	water
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
0.6	<0.25	<0.25	<0.5	5	2,423	1,660	6338	8.61

なお、試験中に大量に発生した藻類の発生原因を確認するため、同一場所（同一日射量）で本邦産好適環境水と現地産好適環境水（天日塩使用）を比較したところ、現地産好適環境水（天日塩使用）のみで水が緑色に変色した。これにより農家 B（Hang Heang 氏）サイトで発生した藻類発生の原因は天日塩由来の鉄、遊離ケイ酸（未分析）が施肥として藻類培養につながったものと判断された。

12.3 水道水

本試験では、本邦産好適環境水を使用した農家 A（Prum Vat 氏）サイトにおいても、ふ化 16 日後以降から斃死個体が確認されるようになり、最終的に PL を収穫するに至らなかった。農家 A と農家 C（Van Po 氏）の違いのひとつとして、飼育水に使用した水道水がある。カンボジアにおいて地方の水道水は、そのほとんどが民間による浄化施設から供給される水であり、地域によってその浄化手法や施設の管理方法に違いがある。現地にて農家 A と農家 B（農家 C に使用した水道水）の水道水の浄化施設を確認したところ、前者の施設は、沈殿槽の規模が 5m 程度と小規模であり、また施設清掃は 3 か月に 1 回程度であった。他方、後者の施設は沈殿槽の規模が 15m 程度と前者と比較すると中規模であり、施設清掃も 1 週間に 1 回程度であった。水道水の水質について検討するため、鉄（Fe）、カドニウム（Cd）、亜鉛（Zn）、銅（Cu）、鉛（Pb）、の検査を行った（表 12.11）。

その結果、鉛以外の項目で差異はなかった。前述したように、鉛は水生生物に対して毒性を示すことが知られているものの、農家 A が使用した水道水中の濃度（0.2mg/L）では、オニテナガエビに対して毒性を示したとは考えにくい。

⁶ Fafioye, O.O. and Ogunsanwo, B.M (2007):The comparative toxicities of cadmium, copper and lead to *Macrobrachium rosenbergii* and *Penaeus monodon* postlarvae, *African Journal of Agricultural Research*

表 12.11 本試験で使用した飼育水（水道水）に含有する重金属分析結果

sample	Fe mg/L	Cd mg/L	Zn mg/L	Cu mg/L	Pb mg/L
City water in farmer B Mr. Han g Heang	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1	<0.1
City water in farmer A Mr. Prum Vat	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1	0.2

12.4 地下水

本実証試験にて、当初使用を計画していた地下水は、地下水中に高濃度で含有する遊離炭酸水素イオンの影響により、好適環境水中のカルシウムイオンとの結合が行われ沈殿の発生が見られたことが判明している。地下水中の重金属類を分析したところ、すべての項目で高濃度の値は検出されなかった（表 12.12）。そのため、遊離炭酸水素イオンを事前に除去できれば、地下水を好適環境水の原料を混合する水として使用できる可能性がある。カンボジアにて使用できる除去方法としては、①強力な曝気（80L/min 以上）を1週間程行う、②地下水に塩酸を添加し pH7 に調整した後に曝気を1日程度行う方法が考えられる。また、機材を必要とするが③逆浸透膜式浄水器を使用することもひとつの方法である。②の手法について、農家 C（Van Po 氏）の地下水と 20L バケツを用いて、塩酸の代替として食酢を使用し簡易試験を行った。pH7 でコントロールする事は困難であった事から、一旦 pH4.8 まで降下させたところ、dH が 21.9 から 6.5 まで低下した。その後、好適環境水を溶解させ、サンゴ砂にて pH を 6.8 まで上昇させたが、沈殿は生じなかった。したがって、このような方法にて前処理を行えば、地下水を使用し、水道水がない地域でも水道水の輸送費を抑えることが可能となる。

表 12.12 地下水に含有する重金属分析結果

Sample	Fe	Cd	Zn	Cu	Pb
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Ground water in farmer C Mr. Van Po	<0.1	<0.05	0.07	<0.1	<0.1
Ground water in farmer B Mr. Hang Heang	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1	0.6
Ground water in farmer A Mr. Prum Vat	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1	<0.1

12.5 病気

オニテナガエビの種苗生産における後期幼生において、White tail disease がこれまでに報告されている。本疾病は、隣国のタイやベトナムでも発症例があるものの、カンボジアではまだ報告例はない。本疾病は、*M.rosenbergii* Nodavirus(MrNV)と extra small virus(XSV)が原因ウイルスとされており、発症した場合、90%程度の死亡率となる。本疾病の特徴は腹部の不透明化と白化の症状を示す場合があるが、確定するためにはウイルス検査もしくは RT-PCR (reverse transcription polymerase chain reaction) 検査が必要となる。RT-PCR 用のプライマー及び検知感度を上げるためのプライマー (nested PCR 用) は OIE (国際獣疫局) により公表されている

(表 12.13)。

表 12.13 White tail disease 検知用プライマー塩基配列

プライマー	反応	サイズ	塩基配列
<i>MrNV</i> 用プライマー			
<i>MrNV</i> Forward	PCR	425bp	5'-GCGTTATAGATGGCACAAGG-3'
<i>MrNV</i> Reverse			5'-AGCTGTGAAACTTCCACTGG-3'
<i>MrNV</i> Forward	Nested PCR	205bp	5'-GATGACCCCAACGTTATCCT-3'
<i>MrNV</i> Reverse			5'-GTGTAGTCACTTGCAAGAGG-3'
XSV 用プライマー			
XSV Forward	PCR	546bp	5'-CGCGGATCCGATGAATAAGCGCATTAATAA-3'
XSV Reverse			5'-CCGGAATTCCGTTACTGTTTCGGAGTCCCAA-3'
XSV Forward	Nested PCR	236bp	5'-ACATTGGCGGTTGGGTCATA-3'
XSV Reverse			5'-GTGCCTGTTGCTGAAATACC-3'

OIE (2012)

本試験でゾエア幼生の大量斃死が発生した農家 A (Prum Vat 氏) サイトの原因を確認するため、12月13日と12月19日(最終収穫日)のゾエアを各水槽でサンプリングし、上記 RT-PCR 検査を実施した。上記プライマーを本邦より調達し、MARDeC にて実施した。また、感染実験用として農家 C (Van Po 氏) サイトの PL (移動前) と農家 A (Prum Vat 氏) サイトの水槽内に農家 C サイトの PL を 6 日間収容した個体 (移動後) を水平感染確認用のサンプルとした。さらに、本疾病は水平感染の他に親エビから卵を通じてゾエア幼生に感染する垂直感染の可能性も疑われていることから、別途抱卵親エビの卵、遊泳肢並びに筋肉もサンプルとして検査を行った。対象サンプル及び結果は表 12.14 及び図 12.1 と 12.2 のとおりである。なお、農家 B (Hang Heang 氏) サイトのゾエア幼生は収穫後ホルマリン固定しか行っておらず本検査には使用できなかった。

表 12.14 White tail disease 用サンプル及び結果

	Sample	<i>M.rosenbergii</i> Nodavirus(<i>MrNV</i>)	Extra small Virus(XSV)
Zoea & PL			
1	Prum Vat1 (Zoea) 12月13日サンプリング		
2	Prum Vat2 (Zoea) 12月13日サンプリング		
3	Prum Vat3 (Zoea) 12月13日サンプリング		
4	Prum Vat1 (Zoea) 12月19日サンプリング	●	
5	Prum Vat2 (Zoea) 12月19日サンプリング	●	
6	Prum Vat3 (Zoea) 12月19日サンプリング	●	
7	Van Po(Prum Vat 移動前 PL) 12月14日サンプリング		
8	Van Po(Prum Vat 移動後 PL) 12月19日サンプリング	●	
Broodstock			
9	Broodstock1 (Egg)	●	
10	Broodstock1 (Leg)	●	
11	Broodstock1 (Muscle)		
12	Broodstock2 (Egg)		
13	Broodstock2 (Leg)		
14	Broodstock2 (Muscle)		
15	Broodstock3 (Egg)		
16	Broodstock3 (Leg)	●	
17	Broodstock3 (Muscle)		

●はウイルス陽性

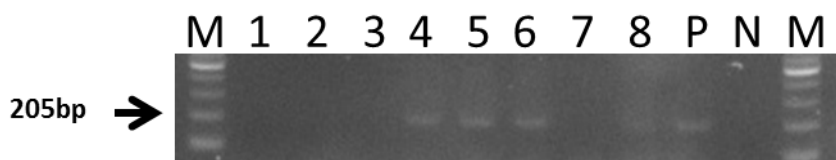


図 12.1 ズエア幼生及び PL における *MiNV* の nested RT-PCR 結果

M : 100bp マーカー、1:Prum Vat1 (Zoea) 12月13日サンプリング、
2:Prum Vat2 (Zoea) 12月13日サンプリング、3:Prum Vat3 (Zoea) 12月13日サンプリング、
4:Prum Vat1 (Zoea) 12月19日サンプリング、5:Prum Vat2 (Zoea) 12月19日サンプリング、
6:Prum Vat3 (Zoea) 12月19日サンプリング、7:Van Po(Prum Vat 移動前 PL) 12月14日サンプリング、
8:Van Po(Prum Vat 移動後 PL) 12月19日サンプリング、P:ポジティブコントロール、N:ネガティブコントロール

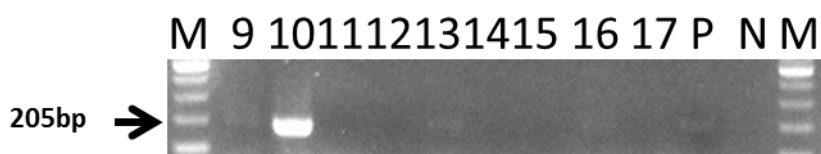


図 12.2 抱卵親エビにおける *MiNV* の nested RT-PCR 結果

M : 100bp マーカー、9:Broodstock1 (Egg)、10:Broodstock1 (Leg)、
11:Broodstock1 (Muscle)、12:Broodstock2 (Egg)、13:Broodstock2 (Leg)、14:Broodstock2 (Muscle)、
15:Broodstock3 (Egg)、16:Broodstock3 (Leg)、17:Broodstock3 (Muscle)、P:ポジティブコントロール、N:ネガティブコントロール

本検査の結果、農家 A サイトのズエア幼生（12月19日サンプリング）、感染実験した農家 C 移動後の PL、抱卵親エビの卵及び遊泳肢にて陽性反応を確認した。

今回検査した抱卵親エビは試験に使用した個体ではないが、3尾中2尾の抱卵親エビにおいて陽性反応が確認されたことにより、試験に使用したズエアも垂直感染が発生した可能性が高い。しかしながら、ふ化23日後である12月13日のサンプルは陰性であった。これは、12月13日の時点では検出限界以下であった可能性も考えられるが、本疾病が大量斃死の第一原因ではなく RT-PCR では検出限界以下のウイルスキャリアズエア幼生が何らかの負荷（給餌ミスやエアレーション不足等）により最終的に発症した可能性も考えられる。

本疾病はまだ研究段階であり、主な発症原因は特定されておらず、発症後に使用できる薬剤や対策は確立されていない。さらに、予防方法として卵やズエア幼生の消毒方法もなく、唯一可能な防御方法は親エビを診断し、陰性反応の親エビをふ化に使用することであるが、現場・農家レベルでウイルス診断を行うことは不可能である。隣国タイでは、本症例が10年前まで数多く報告されていたが、各農家が天然親エビを使用せず、施設内の池で育てた養殖個体に変更し種苗生産に用いたところ、本疾病の報告例が減少した。本疾病のリスクを少しでも減らすためには、今後はカンボジアにおいても親エビの飼育養成も必要となってくるであろう。

12.6 その他可能性のある斃死要因

上記、大量斃死が生じた原因として、天日塩、水道水及び病気の可能性を分析したものの、直接的な原因を判明するに至らなかった。そこで、その他に斃死の可能性なると考えられる本実証試験で生じたいくつかの要因を以下に示した。これらは、直接ないしは間接的（病気の引き金や成長阻害等）な斃死要因のひとつになるのではないかと考えられる。

(1) 電力

本実証試験で PL を収穫できた農家 C (Van Po 氏) のサイトは、ソーラーパネルを設置し、常時電力を供給し安定的に閉鎖循環式ろ過システム及びエアレーションが稼働していた。他方、大量斃死が発生した農家 A (Prum Vat 氏) 及び農家 B (Hang Heang 氏) のサイトは、大型の発電機、公共電力を利用していた。農家 A で使用した大型の発電機は、電力が安定しない場合や停止する場合があります、調整しなければならない事が度々発生した。また、公共電力は、モニタリング中の停電は確認されなかったものの、事前調査では数時間で復旧するものの月に 3・5 回の停電が起こることが確認されている。日中は発電機の出力変化や停電等に対応しやすいが、夜中に生じた際は即座に対応できず、特にエアレーション停止による酸素不足が生じた可能性が懸念される。

(2) 一時的な餌不足

第 11 章にて前述したように農家 A (Prum Vat 氏) 及び農家 C (Van Po 氏) で発生したアルテミア培養ミスによる夜間の餌不足が生じた。特に、農家 A のサイトでは、アルテミア給餌が出来なかったふ化 17 日後の夜から翌日の朝にかけて餌不足が生じており、斃死もこの前後から発生している。一時的ではあるものの、餌不足によりゾエア幼生に対して負荷がかかった可能性が考えられる。

(3) 卵質

一般的に、カンボジアでは産卵盛期である 7~10 月に天然の抱卵エビが漁獲されており、良質な種苗を得るにはその時期の個体が適していると言われている。しかし本実証試験では、盛期終盤 (10 月末) から盛期外 (11 月) の親エビを用いた。魚類では複数の種で、産卵後期からの卵質低下が知られている⁷。これらのことから、本実証試験で使用した抱卵親エビの卵質は、最盛期に比べて良質ではなく、特に大量斃死が発生した農家 A (Prum Vat 氏) 及び農家 B (Hang Heang 氏) では、卵質がその後の飼育に影響を与えたことも考えられる。また、オニテナガエビ種苗生産を行っている農家 A (Prum Vat 氏) では、過去に産卵盛期以降の抱卵個体を用いたために、生残数の低下があったことから、現在では産卵盛期外の個体は用いられていない。

⁷渡邊新吾(2004):カサゴ種苗生産における産仔時期と初期生残の関係、大分海水研調研報

第13章 考察及び今後の検討

13.1 農家レベルでの好適環境水と循環濾過システムの実用性

本プロジェクト研究では種苗生産農家を対象に好適環境水（タイプC）を用いた閉鎖循環式エビ養殖方式の確立に向けた実証試験を実施した。また、3実験区を設定し、ソーラーパネルシステムによる種苗生産やコスト削減のための天日塩利用の可能性について検討した。PLを収穫し、中間育成できたサイトは、ソーラーパネルシステムを導入し本邦産好適環境水（タイプC）を使用した農家C（Van Po氏）のみであったが、技術や規模の観点から見ると、農家レベルでのオニテナガエビ種苗生産に好適環境水と循環濾過システムを導入することにより、海水の運搬や飼育中の換水を行わなくても飼育可能な例を確認した。また、本実証試験の手法により年間3回の生産を継続実践できればオニテナガエビ種苗生産はビジネスモデルとして成立する可能性が示唆されており、ソーラーパネルを設置したケースでも2年目に投資が回収できることから、その実用性は十分にあると思料された。さらに、本試験では実証できなかったが、安価で精製度の高い天日塩の模索や、地下水・雨水を使うことでさらなるコスト削減も期待できる（養殖を行う場合は、大規模となるので、コスト面を考慮するとコスト削減は必須である）。

本実験により設計した省エネかつ効率的な水槽システムは、海面を有しない国、内陸部あるいは電気、水道水等のインフラが整っていない地域においても、同様の施設を建設することで、海水の確保を必要としない種苗生産体制を構築することが可能となる。本試験ではオニテナガエビの種苗生産を対象としたが、岡山理科大学では、東南アジアで多く養殖されている海産種バナメイエビのポスターバへの好適環境水を用いた試験も過去実施した経験がある。その結果、収穫量 1.53kg/m²、生残率 61%と高い成績を得ることができており、途上国で実証することも期待される。

なお、本試験で生じた大量斃死は現地聞き取りによるとカンボジア国内の他の種苗施設でも度々生じているが、原因は不明とのことであった。本実証試験の分析から、病気への対策、電力の安定化（ひとつにソーラーパネルの設置）、適切な種苗生産時期の計画、人為的な管理の徹底（給餌等）により大量斃死のリスクは減らせると思われる。

13.2 オニテナガエビの種苗生産技術の普及

農家Bの Hang Heang 氏や農家Cの Van Po 氏は既に、本プロジェクト導入した施設を利用し、来年度の種苗生産時期にオニテナガエビの種苗生産を行う計画を立てている。対象農家選定時に“種苗需要がない”、“儲からない”という理由から種苗生産を中止していた農家も確認された。また、現地関係者からは、これまでの経緯を考慮すると普及のためには、稚エビ中間育成や養殖技術、配合飼料供給体制確立といった川下まで面倒をみる必要があるとあり、「種苗ができるようになったというだけでは普及は進まないだろう」という見方もある。オニテナガエビ種苗生産技術普及のためにはまだ課題が残るものの、農家Cの Van Po 氏が生産した PL を既に購入したいという農家が 2 件申し出ており、一定の種苗の需要はあるのではないかと考えられる。

本プロジェクト研究で対象とした農家は、JICA 技術協力プロジェクト FAIEX で育成された種

苗生産農家であり、養殖普及のための研修の経験及び実施能力は高く、一般の養殖農家が種苗の買い付けに訪問する場所でもある。今後、本プロジェクトで対象とした種苗生産農家がオニテナガエビの種苗生産を継続することで、一般の養殖農家がオニテナガエビの種苗を認知すると共に、種苗生産農家が自らの顧客を増やすため、積極的に普及のための技術指導等の活動を実施することが期待できる。今回の飼育試験期間中、淡水養殖プロジェクトフェーズ2 (FAIEX-2)の種苗農家が実験農家 C (Van Po 氏) にて研修する機会があり、タケオ州よりもより海岸から遠いバタンバン州、シェムリアップ州の農家もこの技術に注目し、導入に興味を持った事例も確認された。

別紙 1 農家 A (Prum Vat 氏) サイトの水槽 1 におけるモニタリング結果

Date	Larvae		Water exchange (L)	Water quality							Substrate
	Day	stage/number		Temperature (°C)		DO (mg/L)	Salinity (psu)	pH	NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	
				09:00	16:00	09:00	16:00	09:00	09:00	09:00	
11/20	0	I/10									
11/21	1										
11/22	2	II/10			33.0				0.00	0.00	
11/23	3	II/1III/9		31.0		7.08	13	7.36	0.00	0.00	
11/24	4	III/10		31.0	32.0	7.05	13	7.36	0.00	0.00	
11/25	5	III/10		31.0	34.0		13		0.00	0.00	
11/26	6	V/10		31.0	32.0		13		0.50	0.00	
11/27	7	V/8VI/2		31.0	31.0				0.00	0.50	
11/28	8	V/1VI/9		31.0	31.0				0.00	0.50	
11/29	9	VI/7VII/3		31.0	31.0						
11/30	10	V/6VI/2VII/2		30.0	31.0	7.00		7.20	0.00	0.50	
12/1	11	V/8VI/1VII/1		30.0	31.0				0.00	0.50	
12/2	12	VI/3VII/1VIII/6		29.0	31.0				0.00	0.50	
12/3	13			30.0	31.0				0.0	0.5	
12/4	14	VV/1VIII/2VII/7	250	30.0	31.0	6.64	14	7.12	0.00	0.50	
12/5	15			30.0	31.0		13		0.00	0.00	
12/6	16	VII/2VIII/6IX/2	500	29.0	31.0				0.00	0.50	
12/7	17			31.0	31.0				0.00	0.00	
12/8	18	IX/6X/3Pre-PL/1		31.0	31.0				0.00	0.00	
12/9	19	VI/1VII/1IX/1X/2XI/5		29.0			12		0.00	0.00	
12/10	20			28.0	30.0		12		0.00	0.00	
12/11	21	IX/2X/2XI/5Pre-PL/1		29.0	31.0	7.21		7.34	0.00	0.00	
12/12	22	IX/2X/2XI/4Pre-PL/2		30.0					0.00	0.00	
12/13	23						12		0.00	0.00	
12/14	24	X/3XI/5Pre-PL/2							0.00	0.00	
12/15	25	IX/3X/6XI/1	350	28.0	30.0				0.00	0.00	
12/16	26			27.0	30.0				0.00	0.00	
12/17	27			27.0	30.0	7.92		8.19	0.00	0.00	
12/18	28		650	26.0					0.00	0.00	
12/19	29										
Minimum				26.00	30.00	6.64	12.00	7.12	0.00	0.00	
Maximum				31.00	34.00	7.92	14.00	8.19	0.50	0.50	
Average				29.63	31.14	7.15	12.78	7.43	0.02	0.15	

別紙 2 農家 A (Prum Vat 氏) サイトの水槽 2 におけるモニタリング結果

Date	Larvae		Water exchange (L)	Water quality						Substrate	
	Day	stage/number		Temperature (°C)		DO (mg/L)	Salinity (psu)	pH	NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)		NO ₂ ⁻ (mg/L)
				09:00	16:00						
11/20	0	I/10									
11/21	1										
11/22	2	II/10			33.0				0.00	0.00	
11/23	3	II/2II/8		31.0					0.00	0.00	
11/24	4	III/10		31.0	32.0	7.03	13	7.35	0.00	0.00	
11/25	5	IV/10		31.0	34.0		13		0.00	0.00	
11/26	6	V/10		31.0	32.0		13		0.00	0.00	
11/27	7	VI/4VI/4		31.0	31.0				0.00	0.50	
11/28	8	VI/6VI/3VI/1		30.0	31.0				0.00	0.50	
11/29	9			30.0	31.0				0.00	0.50	
11/30	10	V/5VI/5		30.0		7.04		7.31	0.00	0.50	
12/1	11	VI/3VI/5VI/2		30.0	31.0				0.00	0.50	
12/2	12	VI/2VI/2VI/6		29.0	31.0	6.80		7.18	0.00	0.50	
12/3	13			30.0	31.0				0.00	0.50	
12/4	14	VI/2VI/5IX/3	250	30.0	31.0	6.71	14	7.28	0.00	0.50	
12/5	15			30.0	31.0		13		0.00	0.00	
12/6	16	VII/2VII/4IX/4	500	29.0	31.0				0.00	0.50	
12/7	17			31.0	31.0				0.00	0.00	
12/8	18	VI/2IX/3X/4XI/1		31.0	31.0				0.00	0.00	
12/9	19	IX/1X/1X/6Pre-PL/2		29.0					0.00	0.00	
12/10	20			29.0	30.0		12		0.00	0.00	
12/11	21	VII/1IX/2XI/5Pre-PL/2		29.0	31.0	7.23		7.45	0.0	0.0	
12/12	22	VII/1IX/1X/2XI/4Pre-PL/2		30.0					0.00	0.00	
12/13	23						12		0.00	0.00	
12/14	24	IX/4X/5X/1							0.00	0.00	
12/15	25	VII/1IX/6X/1XI/1Pre-PL/1	350	28.0	30.0				0.00	0.00	
12/16	26			27.0	30.0				0.00	0.00	
12/17	27			27.0		9.38		8.39	0.00	0.00	
12/18	28		650	26.0					0.00	0.00	
12/19	29								0.00	0.00	
Minimum				26.00	30.00	6.71	0.67	7.18	0.00	0.00	
Maximum				31.00	34.00	9.38	14.00	8.39	0.00	0.50	
Average				29.58	31.21	7.37	11.33	7.49	0.00	0.16	

別紙 3 農家 A (Prum Vat 氏) サイトの水槽 3 におけるモニタリング結果

Date	Larvae		Water exchange (L)	Water quality							Substrate
	Day	stage/number		Temperature (°C)		DO (mg/L)	Salinity (psu)	pH	NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	
				09:00	16:00						
11/21	0	I/10									
11/22	1	I/2II/8							0.00	0.00	
11/23	2	I/2II/8			33.0		13		0.00	0.00	
11/24	3	II/3III/7		31.0	32.0	7.05	13	7.39	0.00	0.00	
11/25	4			31.0	34.0		13		0.00	0.00	
11/26	5	IV/10		31.0	32.0		13		0.00	0.00	
11/27	6	V/10		31.0					0.00	0.00	
11/28	7	IV/1V/7VI/2		30.0					0.00	0.50	
11/29	8										
11/30	9	V/5VI/5				6.95		7.35			
12/1	10	V/2VI/6VII/2		30.0	31.0				0.00	0.50	
12/2	11	V/6VI/2VII/2		29.0	31.0	6.78		7.25	0.00	0.50	
12/3	12			30.0	31.0				0.00	0.00	
12/4	13	VI/2VII/3VIII/4IX/1	250	30.0	31.0	6.59	14	7.35	0.00	0.50	
12/5	14			30.0	31.0		13		0.00	0.00	
12/6	15	VI/2VII/2VIII/4IX/2	500	29.0	32.0				0.00	0.50	
12/7	16			30.0					0.00	0.00	
12/8	17	VI/4VII/5IX/1		31.0	31.0				0.00	0.00	
12/9	18	VI/2VII/3IX/4X/1		29.0			12		0.00	0.00	
12/10	19										
12/11	20	VII/4VIII/1IX/5		29.0	31.0	7.40		7.54	0.00	0.00	
12/12	21	VII/2VIII/2IX/2X/3Pre-PL/1		30.0					0.00	0.00	
12/13	22						12		0.00	0.00	
12/14	23	VIII/1IX/4X/4XI/1		30.0					0.00	0.00	
12/15	24	IX/5X/3XI/2	350						0.00	0.00	
12/16	25			27.0	30.0				0.00	0.00	
12/17	26			27.0	30.0	9.11		8.49	0.00	0.00	
12/18	27		650	26.0					0.00	0.00	
12/19	28			25.5					0.00	0.00	
Minimum				25.50	30.00	6.59	0.67	7.25	0.00	0.00	
Maximum				31.00	34.00	9.11	14.00	8.49	0.00	0.50	
Average				29.36	31.43	7.31	11.52	7.56	0.00	0.10	

別紙 4 農家 B (Hang Heang 氏) サイトの水槽 1 におけるモニタリング結果

Date	Larvae		Water exchange (L)	Water quality							Substrate
	Day	stage/number		Temperature (°C)		DO (mg/L)	Salinity (psu)	pH	NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	
				09:00	16:00	09:00	16:00	09:00	09:00	09:00	
11/7	0	I/10		30.0	31.0	7.14	14	7.09	0.00	0.00	
11/8	1	I/8II/2		30.0	31.5		14		0.00	0.00	
11/9	2	II/10		30.0	32.0		14		0.50	0.00	
11/10	3	III/1IV/9		31.0	32.0	6.37	14	7.13	0.50	0.00	
11/11	4	IV/10		31.0	33.0		14		0.50	0.00	
11/12	5	V/10		30.0	31.0		14		0.50	0.00	
11/13	6	V/10		30.0	30.0	6.55	14	7.01	0.50	0.00	
11/14	7	V/10		30.0			14		0.00	2.00	
11/15	8	VI/10		30.0	32.0	6.76	14	7.46	0.00	0.50	
11/16	9	VI/10		30.0	32.0		14		0.00	0.50	
11/17	10	V/10		29.0	30.0		14		0.00	0.50	
11/18	11	V/10		28.0			14		0.00	0.50	
11/19	12	VII/2IX/5VII/3		29.0			14		0.00	0.50	
11/20	13	VI/2VII/5VII/2IX/1		28.0	30.0	7.68	14	7.28	0.00	0.50	
11/21	14	VII/2IX/8	60	29.0	32.0		13		0.00	0.50	
11/22	15	VII/3VIII/6IX/1		31.0	32.0				0.00	0.50	
11/23	16	VII/2VIII/6IX/2		31.0	33.0	7.44		7.36	0.00	0.50	
11/24	17	VIII/5IX/5		31.0	34.0		12		0.00	0.50	
11/25	18	VIII/3IX/6		31.0	34.0		12		0.00	0.50	
11/26	19	X/4XI/6		31.0	32.0	7.18	12	7.06	0.00	0.50	
11/27	20	VII/2IX/7Pre-PL/1	300	31.0	31.0	7.14	12	7.23	0.50	0.50	
11/28	21			31.0	32.0	6.96	12	7.22	0.00	0.50	
11/29	22	X/2XI/8		31.0	31.0				0.00	0.00	
11/30	23	X/1XI/8Pre-PL/1		30.0	32.0				0.00	0.50	
12/1	24			30.0	31.0				0.00	0.00	
12/2	25	IX/1X/3XI/4Pre-PL2		29.0	32.0	7.37		7.09	0.50	0.50	
12/3	26			30.0					0.00	0.00	
Minmum				28.0	30.0	6.37	12.00	7.01	0.00	0.00	
Maximum				31.0	34.0	7.68	14.00	7.46	0.50	2.00	
Average				30.1	31.8	7.06	13.45	7.19	0.13	0.37	

別紙 5 農家 B (Hang Heang 氏) サイトの水槽 2 におけるモニタリング結果

Date	Larvae		Water exchange (L)	Water quality						Substrate	
	Day	stage/number		Temperature (°C)		DO (mg/L)	Salinity (psu)	pH	NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)		NO ₂ ⁻ (mg/L)
				09:00	16:00	09:00	16:00	09:00	09:00		09:00
11/6	0	I/10					14		0.00	0.00	
11/7	1	I/10		30.0	31.0	7.17	14	7.47	0.00	0.00	
11/8	2	I/8II/2		29.0	31.0		14		0.00	0.00	
11/9	3	II/10		30.0	32.0		14		0.50	0.00	
11/10	4	III/1,IV/9		30.0	32.0	6.73	14	7.02	0.50	0.00	
11/11	5	IV/10		30.0	32.0		14		0.50	0.00	
11/12	6	V/10		30.0	31.0		14		0.50	0.00	
11/13	7	V/10		30.0	30.0	6.61	14	7.09	0.50	0.00	
11/14	8	VI/10		30.0	30.0		14		0.00	2.00	
11/15	9	VI/10		32.0	32.0	6.83	14	7.44	0.00	0.50	
11/16	10	VI/10		30.0	32.0		14		0.00	0.50	
11/17	11	VI/10		29.0	30.0		14		0.00	0.50	
11/18	12	VI/10		28.0			14		0.00	0.50	
11/19	13	VI/2VII/5IX/3		29.0			14		0.00	0.50	
11/20	14	VII/3IX/7		28.0	30.0	7.12	14	7.64	0.00	0.50	
11/21	15	IX/9X/1	60	29.0	32.0		13		0.00	0.50	
11/22	16	VI/3VII/3IX/4		31.0	32.0				0.00	0.50	
11/23	17	VI/2VII/2VIII/3IX/3		31.0		7.26		7.29	0.00	0.50	
11/24	18	VII/1VIII/4IX/5		31.0	33.0		13		0.00	0.50	
11/25	19	VIII/5IX/5		31.0			12		0.00	0.50	
11/26	20	X/6XI/4		31.0	32.0	7.00	12	7.16	0.00	0.50	
11/27	21	VI/1VII/4IX/2Pre-PL/3	300	31.0	31.0	7.11	12	7.28	0.50	0.50	
11/28	22			31.0	32.0	6.88		7.18	0.00	0.50	
11/29	23	IX/9XI/1		31.0	32.0				0.00	0.00	
11/30	24	VIII/1IX/3XI/2		30.0	32.0				0.00	0.50	
12/1	25	IX/8X/2		30.0	31.0				0.00	0.00	
12/2	26	IX/5X/1XI/2Pre-PL/1		29.0	32.0	7.26		7.11	0.00	0.00	
12/3	27			30.0					0.00	0.00	
Minimum				28.0	30.0	6.61	0.67	7.02	0.00	0.00	
Maximum				32.0	33.0	7.26	14.00	7.64	0.50	2.00	
Average				30.0	31.5	7.00	12.98	7.27	0.11	0.34	

別紙 6 農家 B (Hang Heang 氏) サイトの水槽 3 におけるモニタリング結果

Date	Larvae		Water exchange (L)	Water quality							Substrate	
	Day	stage/number		Temperature (°C)		DO (mg/L)	Salinity (psu)		pH	NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)		NO ₂ ⁻ (mg/L)
				09:00	16:00	09:00	16:00	09:00	09:00	09:00		
11/6	0	I/10					14		0.00	0.00		
11/7	1	I/10		30.0	31.0	7.08	14	7.27	0.00	0.00		
11/8	2	Ⅷ,Ⅱ/2		29.0	31.0		14		0.00	0.00		
11/9	3	Ⅱ/10		31.0	32.0		14		0.50	0.00		
11/10	4	Ⅲ/2,Ⅳ/8		30.0	32.0	6.65	14	7.01	0.50	0.00		
11/11	5	Ⅳ/10		30.0	32.0		14		0.50	0.00		
11/12	6	Ⅴ/10		30.0	31.0		14		0.50	0.00		
11/13	7	Ⅴ/10		30.0	32.0	6.39	14	6.59	0.50	0.00		
11/14	8	Ⅵ/10		30.0	30.0		14		0.00	2.00		
11/15	9	Ⅵ/10		30.0	32.0	6.79	14	7.42	0.00	0.50		
11/16	10	Ⅵ/10		30.0	32.0		14		0.00	0.50		
11/17	11	Ⅵ/10		29.0	30.0		14		0.00	0.50		
11/18	12	Ⅵ/10		28.0			14		0.00	0.50		
11/19	13	Ⅶ/3Ⅹ/7		29.0			14		0.00	0.50		
11/20	14	Ⅶ/5Ⅷ/4Ⅹ/1		28.0	30.0	7.37	14	7.69	0.00	0.50		
11/21	15	Ⅶ/1Ⅹ/9	60	29.0	32.0		13		0.00	0.50		
11/22	16	Ⅵ/2Ⅶ/5Ⅷ/2Ⅹ/1		31.0	32.0		13		0.00	0.50		
11/23	17	Ⅶ/3Ⅷ/5Ⅹ/2		31.0		7.25		7.30	0.00	0.50		
11/24	18	Ⅶ/4Ⅹ/6		31.0	33.0		13		0.00	0.50		
11/25	19	Ⅶ/2Ⅷ/5Ⅹ/3		31.0	34.0		12		0.00	0.50		
11/26	20	Ⅹ/6Ⅹ/4		31.0	32.0	6.90	12	7.18	0.00	0.50		
11/27	21	Ⅹ/4Ⅹ/5/Pre-PL/1	300	31.0	31.0	6.97	12	7.23	0.50	1.00		
11/28	22			31.0	32.0	6.92		7.22	0.00	0.50		
11/29	23	Ⅹ/4Ⅹ/3Ⅹ/3		31.0	31.0				0.00	0.00		
11/30	24	Ⅹ/5Ⅹ/4Pre-PL/1		30.0	32.0				0.00	0.00		
12/1	25	Ⅹ/7Ⅹ/2Pre-PL/1		30.0	31.0				0.00	0.50		
12/2	26	Ⅹ/7Ⅹ/1Ⅹ/1Pre-PL/1		29.0	32.0	7.27		7.22	0.00	0.50		
12/3	27			30.0					0.00	0.00		
Minum				28.0	30.0	6.39	0.67	6.59	0.00	0.00		
Maximum				31.0	34.0	7.37	14.00	7.69	0.50	2.00		
Average				30.0	31.6	6.96	12.98	7.21	0.11	0.38		

別紙 7 農家 C (Van Po 氏) サイトの水槽 1 におけるモニタリング結果

Date	Larvae		Water exchange (L)	Water quality						Substrate	
	Day	stage/number		Temperature (°C)		DO (mg/L)	Salinity (psu)	pH	NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)		NO ₂ ⁻ (mg/L)
				09:00	16:00	09:00	16:00	09:00	09:00		09:00
10/29	0	I/10									
10/30	1	I/10		31.0	32.0				0.0	0.0	
10/31	2	II/10		30.0	32.0				0.0	0.0	
11/1	3	III/10		30.0	30.0	6.57	12	7.30	0.0	0.0	
11/2	4	IV/10		30.0	31.0		12		0.0	0.0	
11/3	5	V/10		30.0	30.0		12		0.5	0.0	
11/4	6	V/10		29.0	31.0		12		0.5	0.0	
11/5	7	VI/10		29.0	31.0		12		0.5	0.0	
11/6	8	VI/10		31.0	33.0		12		0.0	0.0	
11/7	9	VII/10		30.0	31.0	6.69	12	7.52	0.0	0.5	
11/8	10	VII/10		30.0	32.0		12		0.0	0.0	
11/9	11	VII/10		30.0	32.0		12		0.0	0.0	
11/10	12	VII/10		30.0	32.0	6.78	12	7.55	0.0	0.0	
11/11	13	VII/10		30.0	32.0		12		0.0	0.0	
11/12	14	VIII/10		30.0	32.0		12		0.0	0.0	
11/13	15	VIII/10		30.0	32.0	6.73	12	7.53	0.0	0.0	
11/14	16	VIII/10		30.0	32.0		12		0.0	0.0	
11/15	17	VIII/10		30.0	32.0	6.67	12	7.52	0.0	0.0	
11/16	18	IX/10		30.0	32.0		12		0.0	0.0	
11/17	19	XI/10		30.0	32.0		12		0.0	0.0	
11/18	20	XI/10		29.0	32.0		12		0.0	0.0	
11/19	21	XI/10		29.0	31.0		12		0.0	0.0	
11/20	22	XI/10		29.0	31.0	6.48	12	7.42	0.0	0.0	
11/21	23	XI/10		30.0	32.0		12		0.0	0.0	
11/22	24	X/3XI/5Pre-PL/2		31.0	32.0		12		0.0	0.0	
11/23	25	XI/7Pre-PL/3		30.0	32.0	6.50	12	7.14	0.0	0.0	
11/24	26	XI/8Pre-PL/2		30.0	32.0		12		0.0	0.0	
11/25	27	XI/7Pre-PL/3		31.0	32.0		13		0.0	0.0	○
11/26	28	XI/3Pre-PL/7		30.0	32.0	6.40	13	7.09	0.0	0.0	○
11/27	29	XI/2PL/8		30.0	31.0		13		0.0	0.0	○
11/28	30	XI/1PL/9		30.0	32.0	6.40	13	6.83	0.0	0.0	○
11/29	31	PL/10		30.0	32.0		13		0.0	0.0	○
11/30	32	PL/10		30.0	32.0		13		0.0	0.0	○
12/1	33	PL/10		30.0	31.0		13		0.0	0.0	○
12/2	34	PL10	320	30.0	31.0	6.81	10	7.12	0.0	0.0	○
12/3	35	PL10	500	29.0	31.0		6		0.0	0.0	○
12/4	36	PL10	600	29.0	31.0		3		0.0	0.0	○
12/5	37	PL10		29.0	31.0		3		0.0	0.0	○
Minimum				29.00	30.00	6.40	12.00	6.83	0.00	0.00	
Maximum				31.00	33.00	6.81	13.00	7.55	0.50	0.50	
Average				29.89	31.59	6.60	12.23	7.30	0.04	0.01	

別紙 8 農家 C (Van Po 氏) サイトの水槽 2 におけるモニタリング結果

Date	Larvae		Water exchange (L)	Water quality							Substrate
	Day	stage/number		Temperature (°C)		DO (mg/L)	Salinity (psu)	pH	NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	
				09:00	16:00	09:00	16:00	09:00	09:00	09:00	
10/30	0	I/10		31.0	32				0.00	0.00	
10/31	1	I/10		30.0	32.0				0.00	0.00	
11/1	2	II/10		30.0	32.0	6.85	12	7.32	0.00	0.00	
11/2	3	III/10		30.0	31.0		12		0.00	0.00	
11/3	4	IV/10		30.0	30.0		12		0.00	0.00	
11/4	5	V/10		30.0	30.0		12		0.50	0.00	
11/5	6	V/10		29.0	31.0		12		0.50	0.00	
11/6	7	VI/10		30.0	32.0		12		0.50	0.00	
11/7	8	VI/10		30.0	31.0	6.80	12	7.53	0.00	0.50	
11/8	9	VII/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/9	10	VII/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/10	11	VII/10		30.0	32.0	6.75	12	7.51	0.00	0.00	
11/11	12	VII/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/12	13	VII/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/13	14	VII/10		30.0	32.0	6.70	12	7.53	0.00	0.00	
11/14	15	VIII/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/15	16	VIII/10		30.0	32.0	6.71	12	7.50	0.00	0.00	
11/16	17	IX/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/17	18	X/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/18	19	X/10		29.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/19	20	XI/10		29.0	31.0	6.66	12	7.42	0.00	0.00	
11/20	21	XI/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/21	22	XI/10		31.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/22	23	X4XI/4Pre-PL/2		31.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/23	24	X3XI/5Pre-PL/2		30.0	32.0	6.50	12	7.2	0.00	0.00	
11/24	25	X3XI/6Pre-PL/1		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/25	26	X1XI/5Pre-PL/4		31.0	32.0		13		0.00	0.00	
11/26	27	XI/8Pre-PL/2		30.0	32.0		13		0.00	0.00	
11/27	28	X2XI/2Pre-PL/6		30.0	31.0		13		0.00	0.00	
11/28	29	X1XI/3Pre-PL/6		30.0	32.0	6.36	13	7.18	0.00	0.00	
11/29	30	X1XI/2Pre-PL/7		30.0	32.0		13		0.00	0.00	○
11/30	31	X1XI/3Pre-PL/6		30.0	32.0		13		0.00	0.00	○
12/1	32			30.0	31.0		13		0.00	0.00	○
12/2	33	PL/10	320	30.0	31.0	6.73	10	7.14	0.00	0.00	○
12/3	34	PL/10	500	29.0	31.0		6		0.00	0.00	○
12/4	35	PL/10	600	29.0	31.0		3		0.00	0.00	○
12/5	36	PL/10	0	29.0	31.0		3		0.00	0.00	○
Minum				29.00	30.00	6.36	0.67	7.14	0.00	0.00	
Maximum				31.00	32.00	6.85	13.00	7.53	0.50	0.50	
Average				29.95	31.62	6.67	11.86	7.37	0.04	0.01	

別紙 9 農家 C (Van Po 氏) サイトの水槽 3 におけるモニタリング結果

Date	Larvae		Water exchange (L)	Water quality							Substrate
	Day	stage/number		Temperature (°C)		DO (mg/L)	Salinity (psu)	pH	NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	
				09:00	16:00	09:00	16:00	09:00	09:00	09:00	
10/30	0	I/10		31.0	32.0				0.00	0.00	
10/31	1	I/10		30.0	32.0				0.00	0.00	
11/1	2	II/10		30.0	32.0	6.78	12	7.10	0.00	0.00	
11/2	3	III/10		31.0	31.0		12		0.00	0.00	
11/3	4	IV/10		30.0	30.0		12		0.00	0.00	
11/4	5	V/10		29.0	31.0		12		0.50	0.00	
11/5	6	V/10		29.0	31.0		12		0.50	0.00	
11/6	7	VI/10		30.0	32.0		12		0.50	0.00	
11/7	8	VI/10		30.0	31.0	6.87	12	7.33	0.00	0.50	
11/8	9	VII/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/9	10	VII/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/10	11	VII/10		30.0	32.0	6.77	12	7.71	0.00	0.00	
11/11	12	VII/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/12	13	VII/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/13	14	VII/10		30.0	32.0	6.62	12	7.55	0.00	0.00	
11/14	15	VIII/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/15	16	VIII/10		30.0	32.0	6.66	12	7.35	0.00	0.00	
11/16	17	IX/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/17	18	X/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/18	19	X/10		29.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/19	20	X/10		29.0	31.0		12		0.00	0.00	
11/20	21	XI/10		29.0	31.0	6.71	12	7.29	0.00	0.00	
11/21	22	XI/10		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/22	23	IX/2X/4X/4		31.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/23	24	X/6X/3Pre-PL/1		30.0	32.0	6.6	12	7.3	0.00	0.00	
11/24	25	X/4X/4Pre-PL/2		30.0	32.0		12		0.00	0.00	
11/25	26	X/5X/3Pre-PL/2		31.0	32.0		13		0.00	0.00	
11/26	27	XI/3Pre-PL/7		30.0	31.0		13		0.00	0.00	
11/27	28	X/3X/2Pre-PL/5		30.0	31.0		13		0.00	0.00	
11/28	29	X/2X/3Pre-PL/5		30.0	32.0	6.44	13	7.27	0.00	0.00	
11/29	30	X/1X/3Pre-PL/6		30.0	32.0		13		0.00	0.00	○
11/30	31	X/1X/2Pre-PL/7		30.0	32.0		13		0.00	0.00	○
12/1	32			30.0	31.0		13		0.00	0.00	○
12/2	33	PL/10	320	30.0	31.0	6.80	10	7.23	0.00	0.00	○
12/3	34	PL/10	500	29.0	31.0		6		0.00	0.00	○
12/4	35	PL/10	600	29.0	31.0		3		0.00	0.00	○
12/5	36	PL/10	0	29.0	31.0		3		0.00	0.00	○
Minmum				29.00	30.00	6.44	0.67	7.10	0.00	0.00	
Maximum				31.00	32.00	6.87	13.00	7.71	0.50	0.50	
Average				29.89	31.59	6.69	11.86	7.35	0.04	0.01	