

養殖資料 [1]

養 蝦 資 料 彙 集

王 浚 集編

中 華 民 國 七 十 五 年 八 月 新 增 訂 版

前言

對蝦生產的研究，在我國戰國時代，陶朱公——越國大夫范蠡在其致富全書已有述及。此後無人繼起，也就荒蕪了。

在二次世界大戰後，各國已在注意人類生活之改善，對各種生產事業，均在蓬勃猛進的研究，養蝦事業隨之而起。

台灣的地理、環境均適宜於此事業之發展，正日進千里，迅速的發展、研究、試驗，不斷地在進行，數年來有很好的文獻資料發表，可供業者參考，有關此類資料發表之刊物，常數日被購一空，晚者向隅，欲購無門之苦。筆者平日自用資料經讀者要求彙印，以供同好，並自62年10月發行後，曾於63年4月及65年5月71年5月肆次增訂，一再充實內容，包括蝦的生態，種蝦的育成，蝦苗的人工繁殖，蝦幼蟲的餌料，蝦的養殖、捕撈、包裝，活蝦運銷，蝦的人工飼料，蝦病的防治，養蝦池的建築與設備及成本分析等，促進養蝦事業之加速發展。

現原版又已無存而需索者尙殷，特再加充實內容資料，重新整理編排，分(一)蝦幼苗及成蝦飼料，(二)蝦類繁殖與養殖，(三)養蝦技術援外與國際漁技合作(四)蝦類病害與防治等，都百餘萬言，願讀者收效益宏。

本集之編印，純本服務宗旨，惟以印刷支出頗鉅，非個人所能負擔，因之除原文作者外，均須收回成本供應，敬請原諒，並向各原文作者致誠摯的感謝。

集編者 謹 識

集編者：王 浚

印刷所：牧文堂印刷有限公司

工本費：每本新台幣柒佰陸拾肆元整

郵政劃撥：郵政0016024-8號 王 浚帳戶

地址：台北縣板橋市僑中二街116巷8號2樓

電話：(02) 9698734 或 9677321 轉

養蝦資料彙集(1983,5,新增訂版)目錄

第一部份 蝦幼苗(幼生蟲)及成蝦飼料

- 1—海洋矽藻的培養研究(1984.4.10中國水產364P.1—11).....黃瓊
7—台灣產豐年蝦的發現與其耐久卵採集及卵孵化試驗(1974中國水產No.246).....黃丁郎、黃茂春著
12—豐年蝦之培養試驗(1974,7中國水產No.274).....陳其澤
16—豐年蝦連續培養及其耐久卵之形成與採收試驗(1976,6中國水產No.281).....黃丁郎、蔡碧心
20—生物餌料豐年蝦處理之兩大突破新法(1977中國水產No.281).....丁雲源、林明男、盧大作著
22—豐年蝦在不同飼育環境下之生長情形(1976,6中國水產No.281).....蔡碧心譯
25—最新水中懸垂性魚蝦人工繁殖用人工餌料(1978,9漁牧科學Vol.6No.4).....編輯部
33—高蛋白質螺旋藻飼養幼蝦幼蟲之試驗(1977,2中國水產No.290).....湯弘吉
39—高蛋白質螺旋藻飼養幼蝦幼蟲之試驗(1977,2中國水產No.290).....蔡碧心
42—豐年蝦之培養及其採取耐久卵試驗(1977,12中國水產No.300).....湯弘吉
46—海水輪蟲大量培養.....林森榮
49—海水輪蟲大量培養之二、三試驗及其付蝦雜幼生之飼育效果(1979台灣省水產試驗所試驗報告No.31).....林榮森、丁雲源
58—輪蟲(Brachions Plecatilis 休止誘發)(1980台灣省水產試驗所試驗報告No.32).....胡興華
74—飼料生物(Tetraselmis SP與Narticular SP)的培養(1981台灣省水產試驗所試驗報告No.33).....吳煥江、余廷基
78—綠水藻(Tetraselmis SPP)之培養(1981台灣省水產試驗所試驗報告No.33).....林綉玲
87—綠蟲作為蝦類初期飼料之可能性之再探討(1981,12中國水產No.348P.12-12).....
90—可能供作水產幼苗飼料的兩種小型絲蟲(1981,8中國水產No.344P.22).....陳惠彬
94—醬油粕飼育草蝦(眼幼蟲期)之試驗(1963,3中國水產No.243).....李曉昭
97—餌料生物:綠藻、海洋青.....(中國水產No.348).....吳煥江、余廷基
103—草蝦人工配合飼料改進..........林世榮
114—養殖之單位面積產量和.....陳同白
115—人工配合飼料飼育草蝦.....告No.33).....陳世欽、劉燦揚
135—Cheatoceros用為草蝦幼蟲飼料之試驗.....余賢昌
137—北洋白魚粉為蛋白源時對蛋白質之要求量(1981,1中國水產No.337,P.7-13).....林崇興、張邦基

第二部份 蝦類繁殖與養殖

蘇明勳、四反田勝久

- 140—蝦類繁殖試驗(1969,1中國水產No.205).....廖一久著
148—蝦類的人工繁殖(1964台灣省水產試驗所養殖淺說No.34).....廖一久著
151—草蝦苗之生態試驗報告(1954,6中國水產No.126).....楊枝麟、余廷基譯
155—草蝦苗之生態試驗報告(1955,3台灣省水產試驗所試驗報告Vol.3No.6).....郭河
159—養蝦(豐年Vol.15No.12).....連俊國

- 161—東港、紅毛港、小港之養蝦調查(1964,6中國水產No.126).....鄭鴻銓
- 164—斑節蝦、熊蝦、砂蝦、草蝦混養比較試驗(預報)東港養蝦中心.....李棟樑、廖一久
- 168—蝦類養殖(1973,11中國水產No.263).....著李健全譯
- 170—草蝦苗大量生產經驗談(1973,12中國水產No.264).....盧大著作
- 173—眼柄切除誘導與白蝦成熟及產卵初步觀察(1974,10中國水產No.274).....陳其澤譯
- 178—以眼柄切除方法培育成熟草蝦及其卵孵化以致育成草蝦之報告(1977,6中國水產No.294)陳惠彬著
- 183—砂蝦的人工繁殖(1967,12中國水產No.180).....黃丁郎著
- 187—養蝦(1970台灣水產學會報No.1).....黃丁郎著
- 194—台灣食用蝦類人工繁殖第一報(1966,5中國水產No.173).....丁雲源、連俊國著
- 196—斑節蝦養殖試驗.....台南水產試驗所台南分所
- 197—台灣食用蝦類人工繁殖第二報(1966,6中國水產No.174).....丁雲源、連俊國著
- 198—蝦類單養之初步觀察.....連俊國著
- 202—台灣草蝦養殖之型態及其有關問題之探討(1977台灣水產學會刊Vol.5No.2).....廖一久著
- 221—台灣經濟蝦類之呼吸研究—1(草蝦之卵至稚蝦期之氧氣消耗量及其致死溶氧量)(1975,5台灣水產學會刊Vol.4No.1).....廖一久、黃漢津著
- 239—有關曾文海埔地之草蝦單養試驗(1975,5台灣水產學會刊Vol.4No.1).....黃丁郎、劉繼揚、司徒利明、黃茂春
- 247—規則性絕食對蝦類影響之研究—II(對草蝦攝餌量及其成長之影響)(1974,12台灣水產學會刊Vol.3No.2).....李正森、梁順榮、廖一久著
- 265—桶式蝦類繁殖方法.....盧大作
- 272—人工飼育母蝦之種苗養成報告(中國水產No.319 P.15).....陳惠彬
- 276—養蝦經驗前言(1979,2台灣省漁業局養蝦經驗專輯P.1).....侯英物
- 277—草蝦集約養殖(介紹黃鑽榮先生的經營方法).....侯英物
- 285—草蝦單養的集約養殖(介紹王聖賢先生經驗方法).....侯英物
- 294—淡水長腳大蝦之幼苗培育及成蝦養殖法(1975,2中國水產No.254).....林紹文著、林明男譯
- 300—夏威夷之淡水長腳大蝦之養殖(1975,4中國水產No.266).....趙乃賢譯
- 305—英國大型蝦類養殖的現況和發展潛能(1975,8漁牧科學).....黃銀河譯
- 314—淡水長腳大蝦之養殖(1975,9,25,農牧旬刊395).....小笠原義光
- 323—淡水長腳大蝦(Macrobrachium rosenbergii)在台灣繁殖試驗初報(1973台灣水產學會刊Vol.2No.).....廖一久、趙乃賢、謝隆慶
- 334—淡水長腳大蝦種苗生產之研究(1975,7漁牧科學).....彭弘光譯
- 340—淡水長腳大蝦養殖試驗宜(1976,5中國水產No.281).....黃丁郎、邱加進、黃民蕃著
- 346—淡水長腳大蝦人工繁殖及半鹹水養成試驗.....張正芳、周清和
- 349—淡水蝦Macrobrachium acanthurus的人工繁殖(1979中國水產No.327 P.9).....黃丁郎、邱加進、劉繼揚、黃茂春
- 353—Macrobrachium屬淡水蝦之人工授精及其應用(中國水產No.322 P.14).....朱亮譯
- 358—經濟蝦類繁殖試驗(1981台灣省水產試驗所水產試驗報告No.33).....甯健中、尤伸森
- 370—淡水長腳大蝦營養要求量研究—I(有關蛋白質與碳水化合物不同含量對成長之影響)(1980台灣省水產試驗所試驗報告No.32).....許世人、洪俊堂

- 377—蝦類的成長 (1975, 8, 25: 農牧旬刊 Vol. 398) 賴仲謀譯
- 380—規則性絕食對蝦類影響之研究—I (對紅蝦攝餌量及其成長之影響) (1973 台灣水產
學會刊 Vol. 1 No. 1) 廖一久、李正森著
- 383—本書選用文獻重要作者介紹
403—養蝦池水質變化因素及水質管理 (1978, 9 漁牧科學 Vol. 6 No. 4) 林世榮
406—如何經營蝦苗越冬大量供應養殖 (1978, 9 漁牧科學 Vol. 6 No. 4) 丁雲原
408—我國派駐國外水產技術人員
409—本書選用文獻之書刊簡介
410—水產養殖技術指導單位一覽表
411—斑節蝦之養殖 (1957, 9 中國水產 No. 57) 宮村光武著、鄧火土譯
415—斑節蝦的人工繁殖與養成 (1968, 7 中國水產 No. 175) 黃丁郎、鄭枝修著
429—斑節蝦攝餌之研究 (摘要) (1970 中國水產 No. 197) 廖一久著
431—規則性絕食對蝦類影響之研究—II (對斑節蝦攝餌量及其成長之影響) (1976 台灣水產
學會刊 Vol. 4 No. 2) 李正森、梁順榮、廖一久著
- 441—介紹日本斑節蝦的繁殖方法 陳世欽譯
444—養斑節蝦的飼料 (1973 譯自養殖) 藤永哲彥著、陳茂松譯
445—使用海洋酵母飼育斑節蝦幼苗之研究 (1976, 7 漁牧科學) 古川一郎著、賴仲謀譯
448—斑節蝦養殖現況與養殖要點 (1975, 4 中國水產 No. 268) 陳勝香譯
452—美國養蝦之進展 (1974, 3 中國水產 No. 255) 李媽彬譯
454—關閉性養蝦之可行性 (1974, 5 中國水產 No. 257) 李媽彬譯
456—斑節蝦的水泥池高密度養殖 (1977, 1 漁牧科學) 顏枝麟譯
458—養殖蝦類的收穫新法 (中國水產) 顏枝麟譯
459—斑節蝦種苗生產及其養成試驗 (1976, 10 漁牧科學) 顏枝麟
465—小型蝦苗繁殖場之設立與經營 (1971, 1 中國水產 No. 217) 黃丁郎
471—斑節蝦、草蝦、龍蝦、砂蝦對於一些餌料蛋白質消化吸收率研究 (1970, 4 中國
水產 No. 208) 李棟樑
- 474—重金屬對於蝦類急速毒性之研究 (1979, 4 中國水產 No. 316) 陳弘成、謝明慧
482—斑節蝦養殖 (捕獲、包裝、運搬) 顏枝麟
484—漸露曙光的斑節蝦養殖 (1980 中國水產 No. 318) 陳勝香

第三部份 蝦的病害與防治

- 487—論蝦疾病 (1977, 10 中國水產月刊 No. 298) 卡伯仲
- 493—養殖蝦類常見之二、三病害之原因及其對策 (預報) (1978, 4 漁牧科學
Vol. 5 No. 11) 廖一久、楊富榮、羅秀婉
- 498—台灣養殖草蝦大量死亡之病因調查及其藥物控制試驗 (1978, 10 中國水產 No. 309) 陳惠彬
507—繁殖草蝦苗大量死亡之研究 (1981, 12 中國水產 P. 15-24) 陳弘成
517—重金屬對於淡水水生動物之半致死影響 (中國水產 No. 325 P. 5-18) 陳建初、莊世彪、洪文慶
531—重金屬對於蝦類急速毒性之研究之研究 (中國水產 No. 316 P. 3-10) 陳弘成、謝明慧

- 539—重金屬對於水長臂大蝦的半致死影響(1981台灣水產試驗所試驗報告No.33
P.625-628).....潘明珠、尤伸森
- 543—汞、銅、鋅對於淡水長腳大蝦與虱目魚之急速毒性試驗(1981,3中國水產No.339
P.20-25).....林世榮
- 549—亞硝酸鹽對於淡水長臂大蝦幼蝦之急性毒性(1981,10中國水產No.346P.25-29) 劉秉宏、陳建初
- 554—用茶粕除殺淡水長臂大蝦池中的害魚.....湯弘吉
- 557—蘭陽地區養殖草蝦疾病之調查(1979,5中國水產No.317P.3-8).....陳弘成、黃 本
- 563—農藥 PADAPON 硫酸銅對龍鬚菜、綠藻、魚蝦之毒性(1981中國水產No.343
P.3-9).....林明男、林國彥
- 570—龍蝦的生態(1959中國水產No.83).....陳栗才
- 572—龍蝦之生態(1963中國水產No.126).....鄧火土
- 574—佛州多棘龍蝦(*Panulirus argus*)生活史(中國水產No.339P.28-30).....曲敬正
- 577—海水鹽度與眼柄切除對龍蝦(*Panulirus japonicus*)成長影響試驗(1980台
灣水產試驗所試驗報告No.32).....葉光黃、林忠仙、鍾國仁
- 584—空間對日本龍蝦(*Panulirus Japonicus*)成長的影響(1981台灣水產試驗所
試驗報告No.33).....鍾國仁、林忠仙
- 588—單雙眼柄促進刺龍蝦(*Panulirus Japonicus*)成長之效果(1981台灣水產
試驗所試驗報告No.33).....鍾國仁、林忠仙
- 591—龍蝦養殖試驗研究.....郭中光

海洋矽藻的培養研究

Culture of marine diatoms

黃 穰*

Rang Huang*

Abstract

The diatoms *Skeletonema costatum* and *Navicula* sp. were isolated and grown in 15 liter seawater media. In the continuous cultures, the growth rates of both diatoms varied greatly with the dilution rates used. The cell size distribution of *Navicula* sp. was different with the dilution rates, while this was not observed with *S. costatum*. Nitrite, nitrate, phosphorus and silicate concentrations in the media of culture vessels were also determined at various periods in the present study. The results indicated the changes of nutrient concentrations in close relation to the diatom growth. The uptake, accumulation and release of certain nutrients by diatom cells in the cultures were discussed.

摘 要

從海水裏分離出的矽藻 *Skeletonema costatum* 及 *Navicula* sp. 在實驗室內培養於 15 liter 的海水培養液。以連續式分別培養二種矽藻，結果發現矽藻的生長速率與培養液的稀釋率有關，而稀釋率的大小對於 *Navicula* sp. 的細胞體積分佈情形有影響，但對於 *S. costatum* 則無。本研究亦每天同時測定培養瓶內培養液的亞硝酸鹽，硝酸鹽、磷酸鹽及矽酸鹽的含量。此營養鹽的濃度的變化和矽藻的生長有密切的關係。本篇報告同時討論矽藻細胞吸收、聚集和施放營養成分的情形。

前 言

在天然海水裏常有如鞭毛藻及矽藻等生物，可供魚、蝦、貝類及浮游性動物的餌料。惟此種單細胞藻類在海水裏的數量一般不多，且往往因季節及環境關係在出現頻率及數量上有很大的變動。因而如何以人為控制來進行室內培養供給養殖生物將是一件迫切而需要解決的問題。矽藻類如 *Skeletonema costatum*、*Chaetoceros*、*Navicula* 及 *Nitzschia* 為常見的生物餌料。前二者更是目前草蝦幼期（Zoea stage）的餌料來源（廖，1971；余，1982）。但在此期，幼體常有大量死亡的報導（陳，1981；余，1982）。雖然死亡的因素很多，但以矽藻的純度、大小及數量為主要因素（陳，1981；陳，1981）。因此，本篇報告提出並敘述二種矽藻 *S. costatum* 及 *Navicula* sp. 在室內進行大量培養的生長情況，其培養液稀釋比例與個體大小的變化亦做一比較，期能做為養殖上的參考。

實驗材料與方法

* 國立台灣大學海洋研究所

實驗用矽藻 *S. costatum* 及 *Navicula* sp. 係從基隆港海水分離出來。利用小玻璃瓶在 100 ml 培養液裏，先予以重要環境因子之研究（結果不列入本篇報告）。然後在適當的生長條件下：25-27 °C，2000 μ x 及 pH = 7.80，進行大量連續培養。

一、連續培養方法

連續式培養可經由定量幫浦在同一平面上把新鮮培養液注入細胞培養瓶內，或將含新鮮培養液的貯存瓶置於矽藻細胞培養瓶上方，然後利用液體位差壓力經由連接的玻璃管或橡皮管將新鮮培養液輸入培養瓶內。然後在培養瓶的下方置一收集瓶，採集經培養後的細胞及其培養液。基於實驗室條件，本實驗培養方法採用後者以減少流量。分離後的矽藻在指數生長期時分別培養於 15 l 的海水培養液（SWM-3, Chen *et al.*, 1969）。在培養期間，給予打氣（混有 0.2 - 0.5 % 的 CO₂）。培養 5 - 7 天後，細胞密度已達 10⁵ cells/ml 以上，此時即進行連續培養，補充培養液並收集流出的細胞如上所述。所有使用的玻璃器皿等皆經滅菌手續以防他種藻類混入。

二、細胞數量及大小的測定

從收集瓶裏抽取少量含細胞的培養液，再利用電子微粒分析儀（Coulter counter ZB）測定細胞數量，細胞體積大小，並給予細胞大小與數量的分佈情形。由於該儀器對細胞大小的認定，基本上是依細胞體積而定，與形狀少有關係。此體積值可經由公式求得直徑值。因此，體積與直徑成正比。本篇論及細胞個體大小的表示是依直徑大小為歸類，而不以實際細胞形狀而定。

三、培養稀釋率的比較

在連續培養矽藻時，每天稀釋（即補充）培養液體積大小與細胞收穫量成正比。本實驗每天更換 1/5、1/4 及 1/3 體積的培養液（即 104、125、156、及 208 ml/hr.）以做為生長速率比較。

四、營養成分之測定

由於矽藻生長主要受到海水裏硝酸鹽、磷酸鹽及矽酸鹽的影響，本實驗亦同時每天測定這些營養濃度在培養瓶內的變化。測定方法簡言之，是將收集於瓶內的培養液經 0.45 μ m pore size 的微孔濾紙過濾，然後再和胺苯磺胺（Sulphaniamide）作用，經茶二胺（N-1-Naphthylethylenediamine）作用後測定亞硝酸鹽的含量。硝酸鹽則經肼（Hydrazine）還原為亞硝酸鹽，然後依上法定量。磷酸鹽經鉬酸作用後還原並定量。矽酸鹽則經鉬酸作用後再與草酸與硫酸甲胺酚（P-methylaminophenol Sulfate）還原呈色後定量。

結 果

由於進行大量培養時是採用指數生長期的細胞，因此，植入培養液的第二天矽藻細胞隨即快速生長。使用大瓶（15 l）和小玻璃瓶（100 ml）培養，在初期的生長情形並無很大差別。*S. costatum* 經過四天的連續培養，細胞數增加最多約 40 倍，*Navicula* sp. 則為 80 倍以上。一般細胞濃度逐漸增加時，細胞死亡率會增高，或進行有性生殖，或形成無性孢子體。以本實驗為例，矽藻細胞濃度達到 10⁶ cells/ml 時即進行稀釋。因不斷補充新鮮培養液及流出高密度細胞的培養液，故能保持很高的生長速率（Fig. 1）。在不同的稀釋率中，二種矽藻的生長差異第二天以後即逐漸明顯。*S. costatum* 的生長，以每天稀釋 1/5 及 1/4（即 125 ml/hr 及 156 ml/hr）為最好。當稀釋率加大時（e.g. 208 ml/hr）細胞濃度會相對地下降，因而無法維持或繼續提高細胞濃度。前述以 125 - 156 ml/hr 注入新鮮培養液於矽藻培養瓶內，每天可收集含細胞的流出液（大於 10⁶ cells/ml）約 2.5 - 4.9 l（以 15 l 的培養液體積計算）。*Navicula*

sp. 的生長在同樣處理情況下與 *S. costatum* 略有差別。其生長以稀釋率 $\frac{1}{6}$ 及 $\frac{1}{3}$ (即 104 及 208 ml/hr) 為最好。稀釋率在 156 ml/hr 及 125 ml/hr 時, 第二天起, 細胞密度會比前二者小很多。第四天以後, 以 125 ml/hr 的稀釋率增加的細胞數最少。

至於每天加入新鮮培養液對於生長細胞個體大小的影響並不顯著。尤其是 *S. costatum* 的個體的分佈情形在每天以 $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{3}$ 的比例補充新鮮培養液幾乎相同 (Fig. 2)。到第四天, 以直徑 $6.94 \mu\text{m}$ - $19.9 \mu\text{m}$ 的個體細胞分佈最多, 其中 $7.65 \mu\text{m}$ 左右的細胞佔總體積的百分比最大 (約 42%)。其他直徑在 $4 \mu\text{m}$ 以下及 $20.0 \mu\text{m}$ 以上的細胞數量很少。*Navicula* sp. 的體積大小分佈經 208 ml/hr 和 104 ml/hr 的稀釋率後所得的結果稍有不同 (Fig. 3)。每天注入 $\frac{1}{3}$ 體積的培養液, 細胞平均大小多在 3.82 - $9.63 \mu\text{m}$ 之間, 佔總體積的 78%。大小在 $4.8 \mu\text{m}$ 左右的分佈最多。由 Fig. 3 來看, 很顯然地, 經 $\frac{1}{6}$ 的稀釋率處理後平均細胞體積要比前者為大。細胞大小平均在 5.0 - $20.0 \mu\text{m}$ 之間, 而以 $7.0 \mu\text{m}$ - $20.0 \mu\text{m}$ 的細胞體積佔總體積的大部份 (80% 以上)。

在營養鹽吸收方面也與生長有密切的關係。在本實驗裏, 氮 (N) 的來源是 NaNO_3 , 而亞硝酸鹽在培養液內含量很少 (來自移殖細胞), 僅 $3 \mu\text{M}/\ell$ 以下。因此硝酸鹽的量在培養液內因二種矽藻吸收而呈減少現象。就以稀釋率 104 ml/hr 為例 (Fig. 1) 來說明二種培養的矽藻對硝酸鹽的吸收情形。在連續培養 *S. costatum* 時, 培養瓶內硝酸鹽量在培養液內逐漸減少, 以第二天減少最多, 平均為 $8.22 \times 10^{-5} \mu\text{M}/\text{cell}$ (參考 Table 1), 而亞硝酸鹽每天都有增加的情形。矽酸鹽的變化極不規則, 就數值而言, 以第三天減少最多, 但到第四天, 培養液內的矽酸鹽濃度增高, 其他亦復如此。*Navicula* sp. (Table 2) 對硝酸鹽的吸收, 同樣地, 也以第二天為最大, 平均吸收量是 $2.66 \times 10^{-5} \mu\text{M}/\text{cell}$, 而亞硝酸鹽在培養液內, 除第三天略多外, 其餘前後二天較少。*Navicula* sp. 對硝酸鹽及磷酸鹽吸收情形類似 *S. costatum*, 即磷酸鹽的吸收量很少, 而矽酸鹽的濃度有減少後再增加的現象。由培養液內, N/P 及 Si/P 的比值來看, 前者在二種矽藻連續培養時逐漸減少, 反映出矽藻的生長對氮素的需要量遠大於磷, 而後者的比值因矽酸鹽量的不規則變化呈現每天差異。

討 論

矽藻室內大量培養時, 每天供給適量的新鮮培養液, 因細胞表面接觸營養成分的機會及濃度相對增加, 且經通氣攪拌後, 細胞活動空間加大, 吸收營養能力增加, 如此, 導致細胞快速生長, 分裂, 因而提高生長速率 (Munk *et al.*, 1952)。根據結果, 二種矽藻因種類不同, 高生長的稀釋率就不同。例如 *S. costatum* 以 3000 - 3750 ml/day 即 2.08 - 2.60 ml/min 為宜。*Navicula* sp. 則以 1.73 ml/min 為宜。實際上, 此稀釋率也可因使用的培養液體積大小而做相對的增減。上述稀釋率不同的需要, 可能和細胞的活性及對營養成分吸收能力有關。矽藻的特性之一是當細胞繼續分裂時, 細胞大小及體積會逐漸減小。在相同的稀釋率下, *Navicula* sp. 的個體大小變化較 *S. costatum* 明顯, 這可能和細胞體形有關 (前者為披針形, 後者為短圓柱形)。設若培養液內的細胞生長期不一, 則個體大小差異程度會隨時間的延長而加大。為此, 室內同步培養的方法, 採取穩定的生長細胞, 在考慮養殖生物餌料的個體大小上有其應用價值, 惟培養時間的長短, 亦須加以考慮。至於連續培養時, 欲保持每天相同的細胞濃度, 則須在稀釋率與細胞生長速率上求得一平衡狀態。另外, 依結果來看, 連續培養時, 二種矽藻細胞初始濃度亦可提高至 $5 \times 10^6 \text{ cells}/\text{ml}$ 以上進行。

從實驗結果可看出, 在高生長速率的稀釋率下, 以 15 ℓ 培養液來培養矽藻, 每天的最低收穫量為 2.5 ℓ 含細胞的流出液, 其細胞密度為 $4 - 8 \times 10^6 \text{ cells}/\text{ml}$ 。廖 (1971) 以 $5 \times 10^6 \text{ cells}/\ell$ 的 *S. costatum* 供給 *Zoea* stage 的草蝦幼體。若以此密度來計算, 則 2.5 ℓ 含細胞的流出液可供給施放在 2 - 6 噸海水的草蝦幼體。由此可知, 在室內做連續培養不同的生長期的矽藻或其他藻類 (分別培養), 不僅可控制生物餌料的純度及大小, 也可供給足量的細胞, 解決養殖生物因餌料生物所引起的問題 (陳,

1981；陳，1981）。另外，培養的矽藻或其他藻類細胞濃度可依狀況而提高。

在自然狀況或室內培養藻類時，氮、磷、矽隨時都可能成為生長的限制因子。培養液硝酸鹽及亞硝酸鹽濃度變化說明了二種矽藻主要利用 NO_3^- 為氮源，而細胞內過多的 NO_3^- 可能向外排出，致亞硝酸鹽濃度在培養液內增高的現象。Lui *et al.*, (1972) 指出矽藻對硝酸鹽吸收利用的過程為 $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_4^+ \rightarrow \text{Cellular Proteins and Nucleotides}$ 。事實上，矽藻吸收硝酸鹽的量也與光線有極密切的關係 (Eppley *et al.*, 1968；Lui *et al.*, 1972)。 NO_3^- 的吸收在暗期較大，而在光照下較小。藻類細胞在營養成分少時， NO_3^- 會聚集在 Vacuoles，而經過一段暗期較高量的吸收後，近一半的 NO_3^- 量會被還原成 NO_2^- 而放回培養液內 (Eppley *et al.*, 1968)，如以矽藻 *Ditylum* 為例，還原的速率為 $6.5 \mu\text{M}/10^6 \text{ cells/hr}$ 。在培養矽藻時，除了用 NO_3^- 及 NO_2^- 外，亦可使用尿素及銨鹽作為氮源。筆者曾經以尿素大量培養 *S. costatum*，結果生長情況極為良好。惟利用何種氮源的評估應依培養的種類而定。一般來說，生長快速的藻類須要較多量的磷，且細胞體外的磷濃度也常常決定個體細胞對磷的吸收能力。磷的濃度在 $1 \mu\text{M}/\ell$ 或以下時，會使藻類的生長受到限制 (Carpenter, 1970)。本實驗所使用的磷濃度在 $76 \mu\text{M}/\ell$ 以上，且不斷地供給，因此，生長不會受到限制。就磷的平均吸收量來看，*S. costatum* 是比 *Navicula* sp. 高，這可能因二種矽藻細胞內的 Phosphorylation 作用程度不同所致。在指數生長期的矽藻細胞，往往在生長過程中會放出過量吸收的 SiO_2 。本實驗結果亦顯示出此種特性。似是因細胞為了維持體內適當的 Si 濃度而排出。植物細胞在進行光合作用時所產生的能量能促進吸收矽的能力。因此，光度的大小及光照期長短對營養鹽的吸收在維持高濃度細胞的大量培養時有很大的關係。上述三種元素添加的比值亦能直接影響到藻類的生長。至於矽藻細胞對於 N 及 Si 的需要量比例及二種離子濃度在細胞內外形成平衡的相互關係有待進一步探討。

綜合上述，矽藻做為草蝦及其他養殖生物餌料都可進行簡單的室內連續式大量培養；不論在純度，大小及數量，尤其是時間方面都較常用的分桶式培養方法（未經純種分離）為好。況且從培養瓶流出的細胞在連續培養下保有相同及高度活性細胞。此點可能在作為生物餌料的品質方面有重大關係，有待進一步研究。

參考文獻

- 余賢昌，1982，*Chaetoceros* 用為草蝦幼蟲飼料之試驗，中國水產，第 353 期，pp.15-16。
- 陳弘成，1981，繁殖場草蝦苗大量死亡之研究，中國水產，第 348 期，pp.15-22。
- 陳惠彬，1981，台灣養蝦之近況及問題，中國水產，第 345 期，pp.18-23。
- 廖一久，1971，蝦類繁殖試驗，台灣水產試驗所東港分所報告叢書第一輯，pp. 67-76。
- Carpenter, E. J. 1970 Phosphorus requirements of two planktonic diatoms in steady state culture. J. Phycol. 6: 28-30.
- Chen, L. C. -M., T. Edelstein, & J. McLachlan. 1969 *Bonnemaisonia hamifera* in nature and in culture. J. Phycol. 5: 211-220.
- Eppley, R. W., J. N. Rogers, J. J. McCarthy, & A. Sournia. 1971 Light/dark periodicity in nitrogen assimilation of the marine phytoplankters *Skeletonema costatum* and *Coccolithus huxleyi* in N-limited chemostat culture. J. phycol. 7: 150-154.
- Lui, Nan S. T. & O. A. Roels. 1972 Nitrogen metabolism of aquatic organisms. II. The assimilation of nitrate, nitrite and ammonia by *Biddulphia aurita*. J. Phycol. 8: 259-264.
- Munk, W. H. & G. Riley. 1952 Absorption of nutrients by aquatic plants. J. Mar. Res. 11: 215-240.

Table 1. Nutrient concentrations ($\mu\text{M}/\ell$) in the culture medium of *Skeletonema costatum*.

Culture period (day)	Nitrite	Nitrate	Phosphate	Silicate
0	2.97	1025.70	87.07	44.08
1	7.57	1015.16	84.71	14.91
2	8.65	877.81	82.09	52.19
3	11.35	875.62	76.85	8.43
4	12.16	811.44	77.38	55.43

Table 2. Nutrient concentrations ($\mu\text{M}/\ell$) in the culture medium of *Navicula* sp.

Culture period (day)	Nitrite	Nitrate	Phosphate	Silicate
0	1.08	1114.83	81.83	21.39
1	3.24	1112.67	81.04	10.05
2	5.41	1013.82	81.47	36.47
3	7.02	1039.47	81.57	40.84
4	2.43	991.63	81.33	0.32

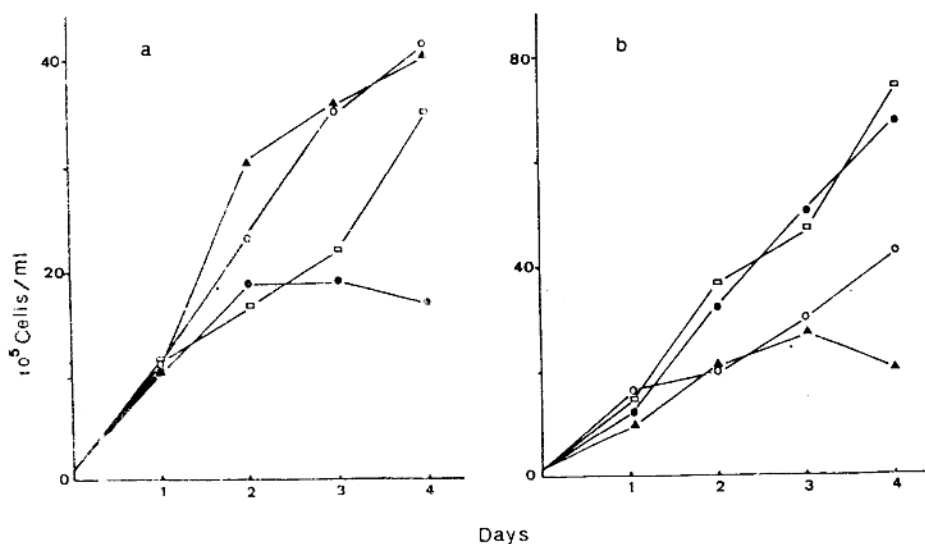


Fig. 1 Effects of dilution rates on the growths of *Skeletonema costatum* (a) and *Navicula* sp. (b): 0 — 0 156 ml/hr, ● — ● 208 ml/hr, □ — □ 104 ml/hr, ▲ — ▲ 125 ml/hr.

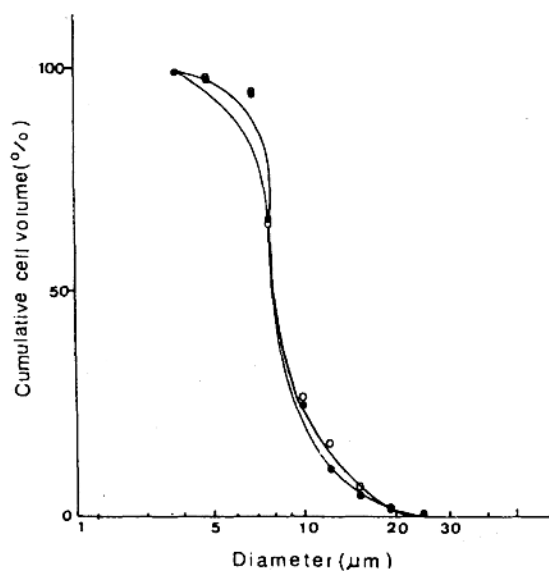


Fig. 2 Cell size distribution of *Skeletonema costatum* at dilution rates 125 ml/hr (●-●) and 156 ml/hr (○-○).

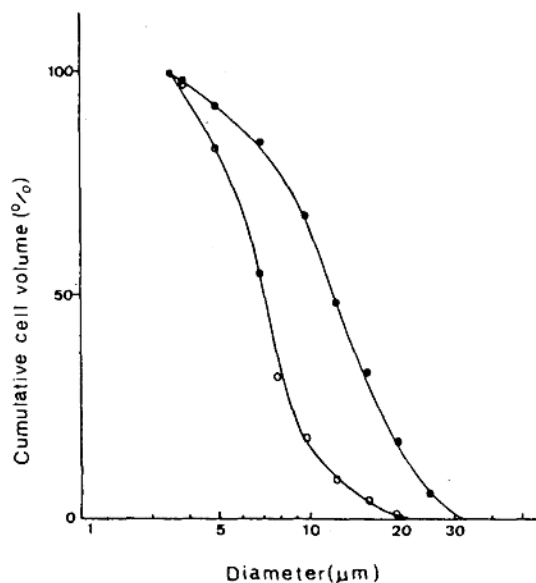


Fig. 3 Cell size distributions of *Navicula* sp. at dilution rates 208 ml/hr (○-○) and 104 ml/hr (●-●).

台灣產豐年蝦的發現與其耐久卵的採集及孵化試驗

黃 丁 郎 黃 茂 春

Discovery of *Artemia* in the Peimen Salt Farm of Taiwan
Ting-lang Huang · Mou-chun Huang

Artemia adults and eggs were discovered in the evaporation ponds of the Peimen Salt Farm. The eggs were collected and dried. The hatching rate of the dried eggs was compared to that of brine shrimp eggs from California.

前 言

豐年蝦 Brine shrimp，學名為 *Artemia salina* L.，為下等甲殼類的一種，分類學上屬於鰼腳目，無殼亞目，Artemia 科 Artemia salina 種，但依各地區有許多變種。除兩極外分佈於較高鹽分的鹹水湖或鹽田。在高於海水鹽分五倍以上濃度的水域尚能生存。因其耐久卵容易保存，可隨時孵化其幼蟲 (Nauplius) 供熱帶魚與水產種苗繁殖的餌料，非常方便。目前其耐久卵叫做 Brine shrimp eggs，(罐裝) 有美國加州 (California) 產，與猶他州 (Utah) 塩水湖產及加拿大 Saskatchewan 州 Watrous 湖產三大種。此外日本之岡山縣宇野塩田，與大陸之青島亦有產，目前由美國進口之罐裝者 2 ½ 磅為新台幣 1,500 元。

由於近年來本省水產種苗人工繁殖盛行，豐年蝦的需要量激增。東港水試分所的廖一久博士與筆者曾擬計劃利用本省風日魚塩大量培養並採用高濃度塩分的塩田採收耐久卵的構想，並曾於 1969 年調查台南市附近之塩埕區塩田，但未發現其天然存在。筆者等這次偶然的機會在台南縣北門鄉塩田發現大量之台灣產天然豐年蝦，並採得浮於水面之耐久卵帶回，經水洗風乾等處理約半公斤保存，並作孵化時間與孵化率等與美國產者作初步的比較試驗。

1. 發現日期與地點

1973 年 4 月 9 日在台南縣北門鄉塩洲北場塩民活動中心南邊一帶之塩田，蒸發池與滷池，通天溝等處發現。據稱省立海洋學院製造系主任鄧運池先生，亦在約同一期間發現並帶回基隆由該校游祥平教授鑑定為豐年蝦。

2. 鹽田環境與水温，鹽分測定與豐年蝦及耐久卵之分布

本場塩田構造，每副以 1 公頃為單位，分為大蒸發池 (有四坵)，坵底由第一坵向第四坵逐漸降低，每池水深約 12 cm，面積佔 60 %；小蒸發池 (分為上段與下段) 佔 30 %；滷池與結晶池佔 10 %。海水由大蒸發池而小蒸發池，滷池，最後在結晶池結晶成塩。5 月 1 日 PM 3:00 現場觀察與測定結果如表 1，茲將其摘要如下：

(1) 豐年蝦在該塩田的生存範圍在 Be'4，水温 34.8°C 至 Be'22，水温 37.3°C 之內，而在較淺的地上滷池 Be'24，水温 39.5°C 則發現全部大量死亡，小蒸發池亦發現很多死體。

(2) 本豐年蝦與美國進口，經培養成蟲者比較其體型略大，體色明顯地較赤色，尤其在赤黃色滷池水域體色越赤。據廖博士稱，在高塩分水域缺氧狀態下豐年蝦體色會變紅，此點有待今後研究。

(3) 分布情形以大蒸發池第 2、3、4 坵及通天溝、地下滷池為最多，尤其被南風吹集，靠於北堤沿岸密集如雲。經任意撈取 200 尾，數其雌雄比率，雌佔 94 % 以上而且 85 % 以上均帶卵成蟲。但查各副之結果其比率不同，相差很大。

(4) 耐久卵被南風吹集浮於北堤池角，或粘於堤畔，曾在大蒸發池第四坵採集約半公斤，該池塩分濃度為

Be's 水溫 36°C 。耐久卵的分布雖全面掘出可以發現，但以大蒸發池第 4、3、2 坵與油天溝為較多。

3. 耐久卵採集與水洗， 風乾處理方法

以 $\times \times 12$ 號的存游生物網，撈取浮於水面之卵，先以原池水洗淨（分離底藻與雜物）後帶回，然後以淡水沖洗，分離沉性卵與浮性卵分別置放風乾，2 天後作為孵化試驗。淡水洗、分離處理時間共約 40 分鐘。

4. 風乾卵與剛孵化 Nauplius 之大小測定

北門 A（浮性卵）：137,000 粒 / g，卵徑 0.2630 mm，Nauplius 體長 0.527 mm。

北門 B（沈性卵）：122,000 粒 / g，卵徑 0.2660 mm，——

美國加州產：204,400 粒 / g，卵徑 0.2338 mm，Nauplius 體長 0.448 mm

5. 孵化率試驗

(1) 方法

第 1 次：利用二公升燒杯 6 個加入比重 1.020，水溫 $27 \sim 29^{\circ}\text{C}$ 海水一公升，加入三種不同風乾卵各 1 公克（二重複），打氣，俟 2 天後測定其孵化率。測定方法是以玻璃棒攪拌均勻後以 20 cc 吸管吸 20 cc 放入小玻璃盤上數 Nauplius 尾數，作三次為平均值以換算孵化率。

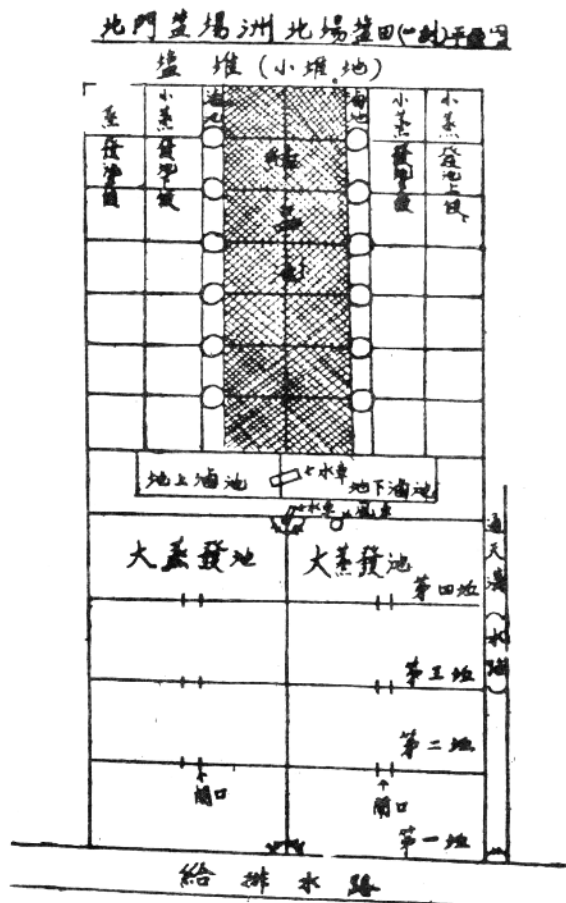


表 1 5 月 1 日 PM 3:00 塩田環境觀測結果

		塩分 Be	水溫 $^{\circ}\text{C}$	水深 cm	底藻	豐年蝦	耐久卵	備註
大蒸發池	第 1 坵	4 ~ 4.2	34.8	12 ~ 13	+++	+		(一) 底藻多為附著性，砂藻呈赤色，池水澄清。 (二) 油池水色為赤黃色可能為耐塩性細菌。
	第 2 坵	7	35.5	12 ~ 14	++++	+++	+	
	第 3 坵	10	35.5	12	++++	++++	++	
	第 4 坵	15	36.0	12	+++	++++	+++++	
小蒸發池	上段	14		3 ~ 4	+	+		
	下段	16		3 ~ 4				
油池	地下油池	20 ~ 22	37.3	80 ~ 100		+++++	++	
	地上油池	24	39.0	3 ~ 4		全死亡		
結晶池		25	39.5	3		有死體		
通天溝		8 ~ 10	36.0	20 ~ 30	++	+++++	++	

第 2 次：以 500 cc 燒杯加入比重 1.21，水溫 $26.5 \sim 28.8^{\circ}\text{C}$ 之海水 200 cc，加入三種不同風乾卵各 0.005 公克（二重複），打氣，俟 48 小時後數全部之孵化尾數而換算孵化率。



圖2 通天溝與大蒸發池



圖3 帶卵的成蝦



圖4 成蝦之雌、雄（小者爲雄）

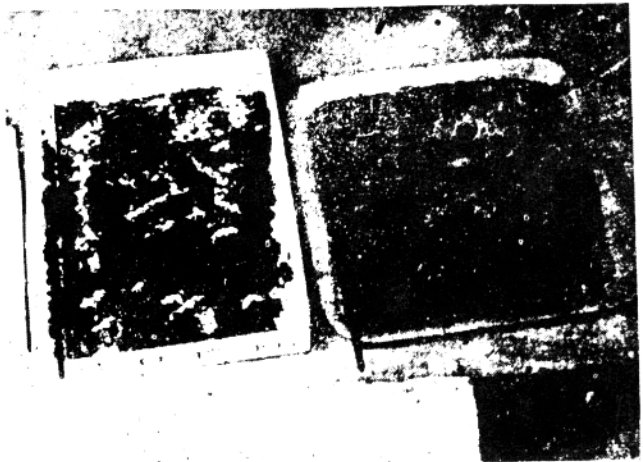


圖5 水洗分離後的風乾耐久卵（左尚未乾燥）

第3次：以小圓型玻璃盤加入比重 1.0215，水溫 27～29°C 之海水 50cc，加入三種不同風乾卵各 100 粒，俟 48 小時後數出孵化尾數。

(2)結果

	第 1 次	第 2 次	第 3 次
北門 A (浮)	52.2 %	17.1 %	25.6 %
北門 B (沈)	40.2	13.2	22.4
美國加州產	54.0	49.3	51.2

(3)檢討：這次所採的耐久卵，因水洗，風乾等處理未十分周到，又未經好卵與壞卵的分離選別處理，故孵化率當然較美國進口者低，如能精選處理，其孵化率應可提高。孵化率試驗之方法似以第三次之方法較正確。

6. 風乾耐久卵對不同鹽分濃度之孵化率試驗

(1)方法：從塩田帶回比重 1.110 的高濃度塩分的水，用淡水調配各種不同比重之試水，以 500cc 燒杯盛試水 200cc (二重複)，放入北門 A (浮) 0.05 g 打氣，經 72 小時後測定其孵化率。

(2)結果與檢討：結果如表 2 所示，以比重 1.020 者孵化率 21.62 % 最高，1.065 以上則不孵化。但據二村義八郎的實驗，在高塩分濃度時，孵化所需時間較長，50 小時恐難測知。又本次試驗，每天的蒸發量使塩分逐漸變濃，未添加被蒸發之淡水，故比實際濃度高些。1.000 者雖無孵化，但有卵裂開，仔蟲露出如降落傘現象，叫做 emergence 階段，然後死亡。

表 2 不同塩分濃度與孵化率關係試驗

比 重	水 溫	孵 化 率	備 註
1.070	27～29°C	0	} 30 小時測定 ※由 1.025 以上比重越高孵化越慢
1.065	"	0	
1.060	"	0.02	
1.055	"	0.37	
1.050	"	0.46	
1.045	"	0.76	
1.040	"	1.58	
1.035	"	2.65	
1.030	"	6.71	
1.025	"	12.62	
1.020	"	21.95	
1.015	"	19.80	
1.010	"	13.28	
1.005	"	12.71	
1.003	"	12.41	
1.000	"	0	能由卵殼裂出仔蟲，但立刻死亡

7. 風乾耐久卵對不同鹽分濃度與孵化所需時間及孵化率關係試驗

(1)方法：利用 28 個小圓型玻璃盤，盛入不同塩分濃度的海水 50cc，各放入北門 A 風乾卵 100 粒，約每 12 小時數其孵出尾數，俟 74 小時結束試驗。

(2)結果與檢討

如表 3 所示濃度越高，孵化所需時間越長，比重 1.015 者欲全部孵出所需時間約為 36 小時，1.005 者約 24 小時，1.040 時則須 48 小時，但這次依蒸發量每天須添加的淡水因計算錯誤而少添，故表內之比重較

實際比重低些，1.050之孵化率僅1%。

8. 未來展望

目前台灣產豐年蝦只在台南縣北門塩場洲北場發現。筆者等曾往七股塩田與台南安順塩田去調查而沒有發現，其他塩田尚不詳。據北門塩場場長李叔瑾先生稱，本省共有北門、布袋、七股、高雄（烏樹林）、台南（安順）等塩田3,700餘公頃，除6, 7, 8, 9月份外都可以晒塩，10, 11, 12, 1, 2月份為小汛期，3, 4, 5月份為大汛期，如能加以配合晒塩兼培養豐年蝦，利用高塩分濃度採取耐久卵，可使本省水產種苗繁殖更進步，並節省外匯，甚至可以爭取外銷，改善塩民生活。現在進口耐久卵每2%磅為1,500元，而且數量有限，不易購買。又利用虱目魚塩晒坪期間，大量培養豐年蝦作為魚苗飼料也是值得研究的課題。台灣產豐年蝦與美國進口者之形態與生態及將來在塩田，虱目魚塩等大量培養問題有待今後共同研究。

表3 不同塩分濃度與孵化所需時間及孵化率關係試驗結果

比 重 \ 時 間	18 時	20 時	24 時	36 時	48 時	69 時	74 時
1.000	0	0	0	0	0	0	0
1.005	12	18	23	23	23	23	21
1.010	10	16	19	19	20	20	20
1.015	11	25	23	38	35	33	32
1.020	3	9	17	21	22	22	22
1.025	2	4	15	16	17	17	17
1.030			4	5	12	12	12
1.035				4	5	7	9
1.040					2	2	2
1.045					1	1	1
1.050					1	1	1
1.055							
1.060							
1.065							

9. 謝辭

本次往北門塩場採集豐年蝦與耐久卵，蒙李叔瑾場長與化驗室主任丁危安小姐及該場多位先生熱誠協助，並提供資料，孵化試驗蒙實習生許阿平、李明山與本分所丁雲源、劉熾揚及各位同仁之協助，水試所鄧所長火土提供有關文獻與鼓勵，最後本文蒙農復會前漁業組長陳同白先生惠予修改，始得順利發刊，在此一併謹表謝忱。

本文曾於1973年5月12日在台大海洋研究所，第4屆國際生物科學會中國分會漁業生物學術研討會發表。

10. 參考文獻

1. 二村義八郎：「ブライン，シュリレブ耐久卵の孵化に関する若干の知見，水産増殖16(2)1968。」
2. 科學朝日4月號：16～19, 60～61頁シー・モンキーの正體(1973)。
3. 澤一久：本省經濟水產物之種苗生產近況及其展望。生命學刊第二期，44～59頁(1970)。
4. 鄭枝修(猪野俊原著)：舊金山灣「鹹水蝦」之生產情形，中國水產月刊第137期11～12頁(1964)。
5. 黃丁郎：餌料生物之大量培養(豐年蝦耐久卵的孵化)，中國水產月刊第243期第3～14頁(1973)。