

J
CRR



REPORTS OF FISH CULTURE RESEARCH
SUPPORTED BY ROCKEFELLER FOUNDATION

CHINESE-AMERICAN
JOINT COMMISSION ON RURAL RECONSTRUCTION

Fisheries Series No. 15

REPORTS OF FISH CULTURE
RESEARCH SUPPORTED
BY ROCKEFELLER FOUNDATION

Sixth Series of Five Technical Reports of Studies
Carried Out in Taiwan
1972-1973



Taipei, Taiwan, Republic of China

November 1973

FOREWORD

The Rockefeller Foundation approved in 1966 a grant of US\$150,000 to support a fish culture research program in Taiwan for the two-year period 1966-1968. In 1968 another grant of the same amount was made to continue the work in the fiscal years 1968-1970. Further continuation of research was made possible by a third allocation of the same amount for 1970-1972, at the conclusion of which and upon the request of the Joint Commission on Rural Reconstruction, the Foundation agreed to finance the program for another year with a terminal grant of US\$25,000 in support of the Tung kang Marine Laboratory. The grant funds were placed under the administration and supervision of the Chinese-American Joint Commission on Rural Reconstruction (JCRR), with the Taiwan Fisheries Research Institute as the Sponsoring Agency to carry out research activities.

At the beginning of the program, the Taiwan Fisheries Research Institute had three Stations engaged in fish culture research in specialized fields briefly enumerated as follows:

Tainan Fish Culture Station—Research in coastal aquaculture, particularly milkfish, shrimp and Gracilaria

Lukang Fish Culture Station—Research in eel, oyster and tilapia culture

Chupei Fish Culture Station—Research in freshwater fish culture, particularly Chinese carps, snakehead and the walking catfish.

In the first two years of the program, Rockefeller Foundation funds were allocated, according to actual requirements, to these three Stations for specific research projects, including salaries for project employees and the procurement of equipment.

In 1968, funds from the program were earmarked for the construction of the Tung kang Marine Laboratory, which began functioning in 1969 to become the fourth fish culture station of the Taiwan Fisheries Research Institute. The work of the Laboratory centered on the propagation of commercial species of shrimp and the grey mullet. Important achievements have been made along these lines. Because of its recent establishment and the fact that most of its research workers were project employees under this program, the 1972-1973 Rockefeller Foundation grant was allocated exclusively to the Laboratory.

It should be noted that throughout the seven years during which this program received financial aid from the Rockefeller Foundation, the Joint Commission on Rural Reconstruction also provided matching funds in support of the research work.

From 1969 to 1972, five issues of Reports of Fish Culture Research Supported by Rockefeller Foundation had been published as JCRR Fisheries Series Nos. 7, 8, 9, 11 and 12. This volume, published as JCRR Fisheries Series No. 15, contains five reports, one from the Tainan Fish Culture Station and four from the Tungkang Marine Laboratory.

On behalf of the Joint Commission on Rural Reconstruction and the Sponsoring Agency, the Taiwan Fisheries Research Institute, I wish to express our appreciation and gratitude to the Rockefeller Foundation for having made it possible for us to achieve the research results reported in the six volumes.

T. P. Chen
Consultant
Joint Commission on Rural
Reconstruction
November 1973

Table of Contents

	Page
Foreword	
Fertility of Male Oyster Gametes after Freeze-Thawing	1
By Shuh-Wei Hwang and Huei-Pin Chen	
Study on the Ecosystem in Tainan Canal	7
By Chen Hon-Cheng, Lee Hsiao-Chao, Liu Chi-Yang, Chen Sheng-Hsiang, Hsieh Ming-Chiang	
Studies on the Artificial Propagation of <i>Boleophthalmus chinensis</i> (Osbeck)—I. Observation on Embryonic Development and Early Larvae	29
By I-Chiu Liao, Nai-Hsien Chao, Lei-Chiang Tseng, Shang-Ching Kuo	
Studies on Electric Shrimp Fishing—I. Effect of Electric Shrimp Fishing on Shrimp Population	43
By Lei-Chiang Tseng, Chuang-Ti Chueh, I-Chiu Liao	
Note on the Cultured Spawner of Red-tailed Prawn, <i>Penaeus penicillatus</i> Alcock	59
By I-Chiu Liao	

Fertility of Male Oyster Gametes after Freeze-Thawing

Shuh-Wei Hwang and Huei-Pin Chen

Technical development in the application of ultra-low temperature, including success in preserving the entity of various types of organisms, has given man better insight into the concerns of life processes. This increased capability will enable man to till biological resources for his needs. A good illustration of this point occurred in the cattle industry. A supply of selected bull semen *in vitro* has been made available to cattle breeders for over two decades. Many biologists are interested in the response to freezing of spermatozoa of domestic animals such as pigs, sheep or fowl. In 1971, a semen bank for man was established in New York (the Idaut Corp.). In the American Type Culture Collection (ATCC), liquid nitrogen (LN) preservation has been adopted as one of the methods for the long-term preservation of living cultures of seven kinds of microbes (ATCC Annual Report). The prevalent fact remains that unicellular organisms have a better chance of avoiding mortal injury inflicted by the freezing process.

After Blaxter reported 85% fertility for the frozen-thawed herring spermatozoa (1953), general interest in the preservation of fish sperm was aroused (1972). However, not until Lannan's study (1971) was the oyster, *Crassostrea gigas*, sperm exposed to -196°C (liquid nitrogen). Our present attempt was to test the response of oyster sperm to the freezing process in the presence of cryoprotectants. This will verify the probability of success in the long term preservation of oyster sperm for the convenience of fish culturists as well as geneticists. When a champion strain is developed, it will manifest a joint effect on many branches of science.

Shuh-Wei Hwang, The American Type Culture, 12301 Parklawn Drive, Rockville, Maryland 20852, U.S.A.

Huei-Pin Chen, Tungking Marine Laboratory, Taiwan Fisheries Research Institute, Tungking, Pingtung, Taiwan 916.

Materials and Methods

The oysters, *Crassostrea gigas*, used were obtained directly from a local oyster farm and held in a concrete tank in the laboratory compound. The experiment began with the determination of sex when fresh oysters were taken into the laboratory from the stock tank. The individual was carefully detached from its shell and determination of sex was made by microscopic examination of a smear taken from the oyster. The females were temporarily stored in the refrigerator at 14°C temperature for the fertilization tests of the same series later on.

The males were placed on double layers of dry, clean cheese cloth. With the sharp edge of a micro-slide, the sperm sac (gonad) was readily split and the milt collected in a dry 100 ml beaker. Three to four ml of milt were collected from 40-50 fresh oysters.

Cryoprotectants:—Glycerin and dimethyl sulfoxide (DMSO) were the protectants used. The concentrations were 20, 15, 7.5, 6.6, 5 and 3.3% respectively. Marine saline was the diluent for the preparation of the various concentrations.

Marine saline formula:—NaCl	1.35g
KCl	0.06g
NaCHO ₃	0.02g
CaCl ₂	0.025g
MgCl ₂	0.035g
distilled H ₂ O	100.00ml

Freezing:—One half ml or more of milt from the collection was delivered into a freezing vial (o.d.=20mm × 48mm). An equal quantity of a double strength solution of the selected protectant was added. After gentle agitation, the final concentration was reached. With a graduated pipette, an equal amount of this mixture was distributed among a series of freezing vials. Thus, for each experimental run, three to five ampules were prepared for each concentration at one time, each with 0.2 to 0.5 ml per ampule.

The freezing was uniformly done under the condition of extremely fast and uncontrolled cooling. The cryogen was liquid nitrogen (−196°C). The ampule to be frozen was quickly plunged into the cryogen with about 2/3 of the vial below the liquid level. About a minute later, turbulent boiling subsided. This signified that the specimen temperature had attained that of the surrounding cryogen. Thus the sperm cells were frozen and might be kept at −196°C for some hours until needed for fertilization.

Thawing:—After being taken out from the LN bath, the lower part of the

ampule was immediately immersed in a 20-24°C water bath and stirred gently. When the last trace of ice had disappeared, the vial was taken out from the water bath. Because these vials were not heat sealed, care had to be taken to avoid water influx.

Insemination:—The females were the oysters previously examined. The collection of eggs was no more different than the collection of sperms. A mass of about 300 or more eggs was transferred to a 1,000 ml beaker. The contents of a thawed ampule were emptied onto the egg mass. A small amount of sea water was first added and gentle agitation might also be applied. Thereafter, the beaker was filled with sea water. Two or three washings were performed at about 30-minute intervals. Finally, aeration was supplied to each of these beakers.

This experiment was conducted at room temperature (28-34°C). Exposure of sperm to liquid nitrogen varied from two to five hours. Slowly rolling fertilized eggs might be seen with unaided eye. The quantity of fertilized and unfertilized eggs was determined by counting the rolling and stationary eggs within the same view under a profile projector (Nikon, Model 6C) about 5-7 hours after insemination. Sometimes a second count was taken for further confirmation at longer interval.

Results and Discussion

The fertility of frozen-thawed sperm and other preparations after insemination with fresh eggs is shown in Table 1. Dimethyl sulfoxide (DMSO) gave much more effective protection to the subjected cells than did glycerin. Among the seven concentrations administered, fertility percentage was obviously highest in the DMSO samples. The best result of 78.98% was obtained from 7.5% concentration.

When the protectant was in contact with the milt, the liquid in the vial appeared somewhat dense. During the insemination operation, at the addition of sea water, some milky gelatinous substance was found in every beaker. The amount appeared to be proportional to the concentration and/or the amount of the protectant. However, this phenomenon was more obvious with the glycerin samples. In these beakers, turbidity showed up more often and sooner.

Table 1. Effect of Cryoprotectant as Indicated by Fertility of Frozen-thawed Oyster Sperm

Cryoprotectants Concentration (v/v)	No. of Experiments	Glycerin		Zero Fertility	Dimethyl Sulfoxide (DMSO)		
		Samples Taken	Fertility* Average %		No. of Experiments	Samples Taken	Fertility* Average %
20%	—	—	—	—	1	4	28.34
15%	1	2	0.28	0(2)**	2	8	6.87
10%	1	7	0.0	0(7)	4	15	51.03
7.5%	4	6	1.03	0(9)	2	7	78.98
6.6%	1	3	0.49	—	1	3	31.27
5.0%	4	13	8.74	0(2)	4	15	41.12
3.3%	3	12	3.88	—	—	—	—
Others:							
Saline: Sperm 1 : 1	3	10	2.29	—	—	—	—
Sperm, undiluted	4	14	39.48	—	—	—	—
Control 1 (fresh sperm)	5	11	40.07	—	—	—	—
Control 2 (egg only)	4	8	0.78	0(3)	—	—	—

* Readings were taken 5-7 hours after insemination

** Number of samples taken

The four additional sets of experiments were aimed at validating the fertility percentage of the frozen-thawed sperm in the presence of protectants. As indicated, in the absence of these protectants, the frozen-thawed sperm exhibited 39.49% fertility. Apparently cryoprotectant was not an absolute necessity for the freezing of oyster sperm as required by other organisms.

However, when the sperm was suspended in marine saline and frozen, the thawed sperm had a low fertility (2.29%), less than the best result (8.74%) of glycerin samples at 5.0% concentration. A 0.78% fertility showed up in control 2 in which experiments no sperm was used at all. This fertility might be from contamination with sperm. The 40.07% fertility of control 1 (non-freezing sperm) was lower than some of the results of DMSO samples. One might speculate that DMSO could be acting as more than just a cryoprotectant. A third control, fertilization with non-frozen sperm suspended in DMSO, should be performed.

Cryopreserved sperm from our present study exhibited higher fertility than those from Lannan's (10.3%, best). Could it be that "sea water" was the causal element? In Lannan's freezing experiment, sea water was the diluent for the preparation of the DMSO solution. From our observations, sea water induced motility and activity of the sperm. Thus the vitality of the sperm might have

been exhausted prior to the freezing process.

Summary

The male oyster gametes exhibited a high degree of resistance to injury inflicted by the uncontrolled fast freezing process. Between the two protectants, DMSO exerted a higher beneficial effect than glycerin upon the subjected cells. In 7.5% DMSO, the fertility of frozen-thawed sperm was 78.98% while the control (non-frozen) was 40.07%; the latter was comparable to the undiluted frozen-thawed sperm (39.48%).

Citations

1. Blaxter, J.H.S. 1953. Sperm storage and cross-fertilization of spring and autumn spawning herring. *Nature* 172 (4371): 1189-90.
2. Hwang, Shuh-Wei, Dong-Liang Lee, Huei-Pin Chen and I-Chiu Liao. 1972. Preliminary results in the cryogenic preservation of grey mullet (*Mugil cephalus*) sperm. *J. of the Fisheries Society of Taiwan*, 1(2): 1-7.
3. Lannan, J.E. 1971. Experimental self-fertilization of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, utilization of cryopreserved sperm. *Genetics* 68: 599-601.

Acknowledgement

This study was partly supported by the U.S. National Science Foundation, implemented by the Sino-American Science Cooperation project with assistance from the Joint Commission on Rural Reconstruction, the Tungking Marine Laboratory of the Taiwan Fisheries Research Institute and the American Type Culture Collection. The research was encouraged by Mr. S. Y. Lin, former JCRR Fisheries Division Consultant and Mr. T. P. Chen, Chief, Fisheries Division, JCRR. The authors also wish to acknowledge with appreciation the cooperation and assistance received in making the completion of this study possible.

臺南運河污水之研究

Study on the Ecosystem in Tainan Canal

陳弘成 · 李曉昭 · 劉熾揚 · 陳勝香 · 謝銘鏘

Chen Hon-Cheng¹, Lee Hsiao-Chao², Liu Chi-Yang²,

Chen Sheng-Hsiang², Hsieh Ming-Chiang²

Abstract

The population of aquatic organisms and oyster culture area have been greatly reduced in the Tainan Canal due to pollution by the large amounts of sewage from Tainan City. It is necessary to study the effect of the pollutants on the aquatic ecosystem—physical, chemical and biological succession and change—in order to ascertain the water quality criterion for fish culture. The result of the study may also be used as reference for pollution control and to help explain the oyster mortality along the south-western coast of Taiwan. The results of the study are summarized as follows:

1. The study of monthly fluctuations of pH, salinity, COD and BOD concentrations indicates that the amount and constitution of the sewage is constant, and the ability of fresh seawater to remove the pollutants is small.
2. The closer to the mouth of the Canal, the higher are the pH, salinity, DO, the number and kinds of phytoplankton and varieties of zooplankton; while the concentrations of silicate, phosphate, ammonium, I_2 consumption, BOD, COD, bacteria, *E. coli*, and the number of zooplankton are just the reverse.
3. The Canal waters can be divided into five sections: (1) around station one is α ps; (2) station 2 to station 4, β ps; (3) station 6 to station 9, α ms; (4) station 10 to station 13, β ms; and (5) station 14 to station 16, os.
4. There are found 74 species of planktons, belonging to 13 classes. Ciliophora dominate section ps; Rotifera, station ms; Pennales, Cyanophyceae and Chlorophyceae, section ms; and Centrales, Crustacea, Gastropoda, Polychaeta and Archiannelida, section os.
5. The abundance of any of the following species at the 16 stations can be used to determine the extent of pollution: *Lembus*, *Vorticella*, *Dinobryon*, *Loxophyllum*, *Lionotus*, *Euplotes*, *Brachionus*, *Pleurosigma*, *Chaetoceros*, *Oscillatoria*, *Scenedesmus*, *Guinardia*, *Biddulphia*, *Nitzschia*, *Setella* and *Clausocalanus*.
6. There are two linear regression relationships: (1) silicate and phosphate and (2) silicate and ammonium; four curve regression relationships: (1) BOD and COD, (2) BOD and kinds of plankton, (3) BOD and total number of bacteria, and (4) number of bacteria and number of *E. coli*.
7. There are four positive correlations, i. e. (1) number of phytoplankton and DO, (2)

1. Department of Zoology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

2. Tainan Fish Culture Station, Tainan, Taiwan

BOD and Ciliophora, (3) ammonium and I_2 consumption and (4) Ciliophora and bacteria; four negative correlations, i. e. (1) DO and ammonium, (2) DO and I_2 consumption, (3) BOD and diatom and (4) COD and crustacean.

8. The abundance of organic matter and nutrients, and the absence of toxic chemicals enhance the growth of algae. Therefore, study of the utilization of the sewage has justification.
9. The general water quality criteria for fish culture should be adjusted as follows: DO above 5 ppm, pH value between 6.5-9, COD and BOD below 5 ppm, and ammonium below 0.6 ppm.

一、前 言

水生生物在某種特定的環境下，皆能維持其生物的自然均衡，當外來的因素變化很大而起作用時，其生物的組成與數量亦起變化。其變化的方式不一，有的大量繁殖生長，有的不受影響，有的却死亡甚或滅絕。近年來由於工業的急速發展，人口的增加及集中都市，所形成的排洩物與廢物（工業廢水，農業廢水與家庭廢水）嚴重的污染了湖泊、河川、內灣及沿岸，致使水域裏的生物相起極大的變化。以水產的觀點而言，受影響最大的當為養殖業、水域中的魚貝類資源及餌料生物資源。

臺南運河為一承受大部份家庭污水及少部份工業污水的水面。水中有機物的含量相當高，因沒有河川加以稀釋，且海水的交換亦很困難，故污染物多聚集於河道內。以前河水清澈為釣魚、牡蠣養殖及捕捉魚蝦類種苗之處，今則釣魚者絕跡，魚蝦類種苗減產，牡蠣養殖面積縮小。故研究運河污水的水質及其對水生生物相的影響，可由此尋出水產用的水質基準，以做為養殖業取用養殖用水及有關單位將來訂定污水防治之參考，並且由牡蠣養殖區的水質希望能由此來尋求近年來西南部沿海牡蠣大量致死的原因，以為改進的依據。

二、材料及方法

臺南運河長達6公里，寬50~100公尺不等，水深約為2~2.5公尺，潮差平均為80公分。有二個大的都市污水排出口A（南污水溝出口）及B（北污水溝出口），另有二個小污水溝出口C及D。

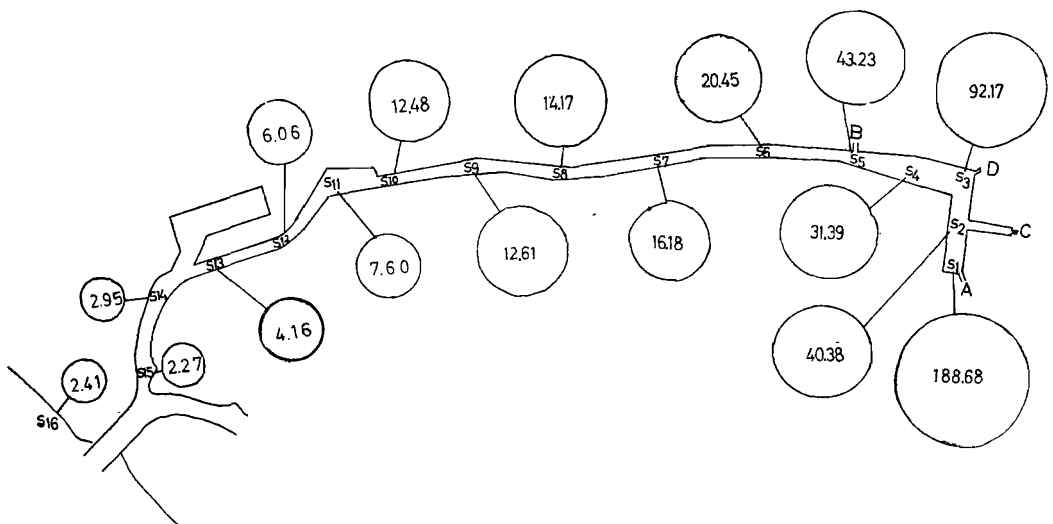


Fig. I. Locations of sampling in Tainan Canal.
Figures in circles indicate the BOD concentrations.

採水地點如圖一所示共16站，平均約每隔 400公尺為一站。每月採水一次，每次都在上午九時，以船駛至原定的站採取水面下10公分深的水層並採集浮游生物帶回實驗室供作分析。採水時同時測定氣溫、比重並固定溶氧及碘消費量。茲將分析測定的方法簡述如下：

一、物理因子：

- (1)氣溫、水溫係以 0~50°C 之水銀溫度計直接測之。
- (2)比重 (Specific gravity) 以普通用的赤沼式比重計測定之。

二、化學因子：

- (1)pH 值由 HM-5 型之 pH meter 測定。
- (2)磷酸鹽 (Phosphate) 以鉬酸銨，硫酸混液與其作用生成磷鉬酸，再以氯化亞錫還原成青色物後用波長 705nm 測定。
- (3)矽酸鹽 (Silicate) 以 Mullin 4 Riley's method 用波長 810nm測定。
- (4)亞硝酸鹽 (Nitrite) 係加 Sulphanilamide 及 N- (1-Naphthyl)-Ethylenediamine 形成紅色，再以 543nm測定 (Strickland 1960)。
- (5)硝酸鹽 (Nitrate) 以 Hydrazine sulfate 還原為亞硝酸鹽後再用上法測定。
- (6)銨鹽 (Ammonium) 用 Rochelle salt 將 Ca、Mg 吸附後，加 Nessler reagent 使之變色，再以波長 430nm 測定 (Barnes 1959)。
- (7)碘消費量 (I₂ Consumption) 是加碘後，再用硫代硫酸鈉滴定未經作用的碘量而求出。
- (8)溶氧 (Dissolved Oxygen) 以 Winkler's method 測定。
- (9)化學需氧量 (Chemical Oxygen Demand) 以高錳酸鉀當氧化劑而測定之。
- (10)生物化學需氧量 (Biochemical Oxygen Demand) 試水經清淨海水稀釋後在恒溫器 20°C下經5日後由溶氧量之差求得 (松江1965)。

三、生物因子：

- (1)浮游生物 (Plankton) 之定量與定性，以浮游生物網××13號採取之，經福馬林固定後在顯微鏡下定性。以 10 liter 水在浮游生物網過濾採取之當做定量之材料。
- (2)總菌數 (Bacteria) 以 Peptone 8 g, Beef extract 5 g、Agar 17 g、Yeast extract 2 g 加水 1000 c.c. 在 Autoclave 下煮沸15—30分滅菌作為培養基，按種後在恒溫箱 35°C 下經過24小時測定之。
- (3)大腸菌 (*E. coli*) 以 DIFCO公司出品之 Desoxycholate agar 46g 溶於 1000c.c. 之水，加熱消毒，按種並平板培養，在 35°C 24小時後由所成的赤色菌叢測定之。

三、結 果

水溫概受氣溫及河水吸收太陽的熱量所影響，同一時間各站都有大約相同的水溫，即各站間水溫變化很小，平均不超過 1.8°C。在較冷的月份由於都市比郊野暖和些，故都市污水比其他各站之水溫要高 0.5~1.2°C。水溫之月變化，以 9月為最高，達 32.5°C，然後開始下降至 1月底 2月初為最低約為 19°C，3月底又昇高到 24.5°C。在這種水溫範圍內，一般之浮游生物都能大量繁殖與生存。

家庭污水及工業廢水幾乎都是淡水，故排入運河後水的鹽度就要減低。由表一可知鹽度在各站之變化相差甚大，即在污水排出口最低為12.46%，愈靠近港口則愈高，最高在第14站為 35.14%。其高鹽度係因為虱目魚塢在越冬排放高鹽度池水所致。第1、3、5 站低鹽度係因靠近大污水溝排出口之故。

運河的 pH 值在7.57~8.33之間變動，略低於正常海水及運河二旁虱目魚塢的 pH 值。在第一

站為最少，然後隨着站數而遞增（表一）。但增加幅度不大。pH 值的月變化頗為一致，表示此為受污染的河道。因在一般清淨的水域中，pH值的變化有時能從7增到 9.5。由 pH 值的穩定及鹽度的一致，故可推測都市污水的排量及成分亦相當穩定。

矽酸鹽的含量在 0.26~2.417 ppm 之間做有規律的變動，磷酸鹽則在 0.020~0.367 ppm 之間變動（表一）。二者平均都高於虱目魚塢養成池的含量，以在第 1 站為最多，愈靠近港口則愈低。營養鹽主要受廢水的含量，細菌及浮游生物之吸收及有機物腐敗分解溶出的速度所影響。第 1 站附近由於溶氧為零有機污物都在此腐敗分解，故能溶出多量的營養鹽，而植物性浮游生物少故吸收少，再加上矽酸鹽的含量在淡水比沿岸海水為高，故第一站附近磷酸鹽、矽酸鹽的含量為最多。靠近港口的附近，溶氧含量高、有機物腐敗溶出少、再加上藻類之吸收，故二者之含量甚低。

銨鹽之含量在0.068~4.75 ppm 之間亦做有規則的變動（表一）。因其為植物性浮游生物必需的營養鹽類之一，且是有機污物腐敗溶出的營養鹽，故其在各站之變化與矽，磷酸鹽二者相同，即在第 1站為最多，愈靠近港口愈少。至於亞硝酸鹽及硝酸鹽之變化則很有趣（表一），二者在第1~第8站污水中含量甚低，第9~第12站含量最高，第13站以後又再減低。他們的平均含量亦比虱目魚塢為高。

碘消費量可為水中硫化氫含量之指標，且與水中之亞硫酸，有機酸，phenol 及其他還原性的物質有關。其變化範圍為 5.09~23.8 ppm，比虱目魚塢的養成池及越冬池的含量高出甚多。其變化亦有規律，在第 1站為最多，愈靠近港口其含量愈少（表一）。其月變化與溫度的月變化有關，即在較冷的一月份為最低，此因低溫有機物不易腐敗分解產生硫化氫之故。

溶氧為影響水生生物的主要因子，由於高含量有機污物的排入運河，超過運河本身自淨污染的能力，故第1至第 7 站無論是退潮或漲潮，其含量都為零。第8站有少許溶氧但平均為0.118 ppm，然後遞增以第16站之含量為最高，達 6.73 ppm。溶氧的月變化因海水的溶氧量穩定，故概受退潮或漲潮的影響。在退潮時第 1至第10站之間概為零，而超過 5 ppm 者亦僅有第14~16站。漲潮時海水灌入運河，故無氧區較少只在第 1至第 7站之間，而超過 5 ppm 者為第12—16站之間。平均溶氧量超過 5 ppm 者亦僅有最後四站。

化學需氧量 (COD) 係水中能被氧化的物質即當加入氧化劑加以化學的氧化時，所消費的氧氣量。因此其值並非表示某種特定的化學成份，一般用以指出水中還原性物質的有機物含量，故在有許多種污物混合的都市污水，家庭污水中特別適用。COD 之含量與矽酸鹽、磷酸鹽、銨鹽一樣，在第 1站左右為最高達 53.65 ppm，愈靠近港口則愈低，最低在第16站，為 3.15 ppm。COD 之月變化除了港口附近受漲潮退潮之影響外，頗為一致，表示運河污水的成分變化不大。

生物化學的需氧量 (BOD) 係水中能被氧化的有機物，即受好氧性微生物之生物化學氧化時，所消費的氧氣量。故 BOD 的含量愈大，即表示水中含有多量的腐敗性有機物。在第 1 站因受南大污水溝排入污物之影響，故 BOD 含量最高，達 188.68 ppm，愈近港口其量愈少，最低為 2.27 ppm（表一）。在有機污水中 BOD 的含量最為重要，若以得到的資料經雙向變方分析處理時（表二），知各站之間有顯著的差異，而月變化之差異並不顯著，故可推知運河污水的流入量一定而成分亦很穩定。也可表示海水的交換不良，致污染物積存於河道上。在近港口的幾站受潮汐影響，故潮漲時清淨海水可達第12站，而退潮時由於污染物之推移，只可達第14站，故牡蠣只能在第 14~第15站之間養殖（圖八）。由於污染物之增加，而海水的交換污染物能力又不良，故牡蠣養殖面積愈來愈少。

細菌能將複雜的有機物腐敗分解並加以利用與吸收，故水中的總菌數受有機物的多少所左右。運河污水總菌數以第 1站為最高，達每 c.c. 1,590,000個，愈靠近港口其量愈少，第16站只有185個（表一）。細菌在鹽度較低，尤其是10%左右生長最好 (Zoball 1946)，因鹽度隨着站數而遞增，故總菌數亦受鹽度所影響而遞減。大腸菌亦與總菌數一樣，隨着站數而遞減，第14~第16站每c.c.

不過超過250個(表一)。

運河的浮游生物經過多次採集並加定性定量後，共屬13個綱(Class)有74種(Species)。它們在各站出現的種類及數量如表三所示。藍綠藻及綠藻類出現在 α 中腐水性~貧腐水性($\alpha ms \sim os$)之間的水域，以在 β 中腐水性(βms)之水域裡為最多。矽藻類分為二目(Order)，Centrales目出現於 $\alpha ms \sim os$ 之水域，以 os 之水域裡為最多，故大部為清水種。另一目Pennales則以 βms 為最多。纖毛蟲綱出現於 α 強腐水性~貧腐水性($\alpha ps \sim os$)之水域中，以 β 強腐水性(βps)之水域為最多。輪蟲綱出現於 $\beta ps \sim os$ 之水域，以 αms 之水域為最多，故二綱都為污水種。而甲殼類與矽藻的Centrales目相同以 os 為最多，故為清水種，至於Gastropoda、Polychaeta及Archiannelida亦都屬清水種。

低等生物對於水質的變化比高等動物敏感，故常以低等生物做為指標以判斷水質。而以單種生物來做為污染程度的指標，則須視該種生物在各水域中出現的數量而定。水生生物可分為清水種及污水種，清水種是指能在 os 中出現最多而在其他水域很少或沒有出現者，除此之外其他概為污水種，故污水種又分成 αps 、 βps 、 αms 、 βms 等多種。表四為某些清水性及污水性的種類，在各站出現的情形。各種生物對於不同的水域有不同的反應，同屬於 βps 的*Dinobryon*與*Euplotes*，二者的分佈並不相同，前者分佈狹，後者分佈廣，故以生物來做為污染程度的指標，除了清水種外還需明白其分佈數量的概況，然後才可下定論。

表五為將表三資料，由生物本身之間及受污染的影響整理而成。其Biotic Index不論使用Beck法或總動物法(T.A.)，都以第1站為最少，愈近港口則愈高。BIP為水中無葉綠體的單細胞動物與單細胞動物、藻類之和的比乘以100而得。故BIP之數值與動物性浮游生物比全部浮游生物的百分率有關，都以第1站左右為最多，愈靠近港口愈少。顯示動物性浮游生物較易在污染嚴重的水域裡生長。至於植物浮游生物的數量與種類與動物浮游生物的數量與種類相似，因植物性浮游生物在清水中較易生長，故其二值與Biotic Index一樣，以第1站左右較低，愈近港口則愈高。數量比最高可達3.4倍，而種類比可達4倍。

四、討 論

溫度本為最重要的環境因素之一，水溫之月變化差異大，致影響生物組成及數量。一般言之，在9月10月浮游生物的數量為最多，而2月3月為最少。水溫各站之變化很少，並不形成熱污染，故水溫並不影響同種生物在各站之分佈。故在污水生物學的觀點上，除非火力，水力或核子發電所引起的熱污染及過高或過低之水溫外，因水溫相同作用亦用，故水溫並不是一個重要因子。

污水的聚集在運河河道內可由鹽度的變化看出，因第1~第5站的鹽度僅為海水鹽度的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ ，故知運河海水交換能力不良，甚者曾測得鹽度只有3.73%。鹽度除影響pH值外，對浮游生物的生物相亦有影響。一般言之，海產生物若培養時間很短，則其在稍低於正常海水的鹽度下生長最快。運河鹽度平均都在25%以上。據Tokuda(1968)指出*Nitzschia*的最適鹽度在10~20%，然而在運河此段最適鹽度的水域裡並沒有此生物的出現。藍綠藻在培養初期，亦在鹽度20~30%下生長最佳(Chen 1971)，雙鞭毛類之*Olisthodiscus*在鹽度3.55~35.5%下，生長不受影響(Shen 1972)。而植物浮游生物不在鹽度較高的第2與第4站出現，反而在較低的第5站出現，故鹽度對運河生物組成的影響並不大，生物組成主要受污染物之支配。

pH值與鹽度、浮游生物的數量及水中有機污染物之含量有關。在清水中pH值受浮游生物的影響為最大，故第12站以後pH值之增加係因水中的矽藻類大量增加所致。在污水中，因植物浮游生物之數量很少，pH值概受水中有機污染物之腐敗分解產生大量的 CO_2 及有機酸而定，故運

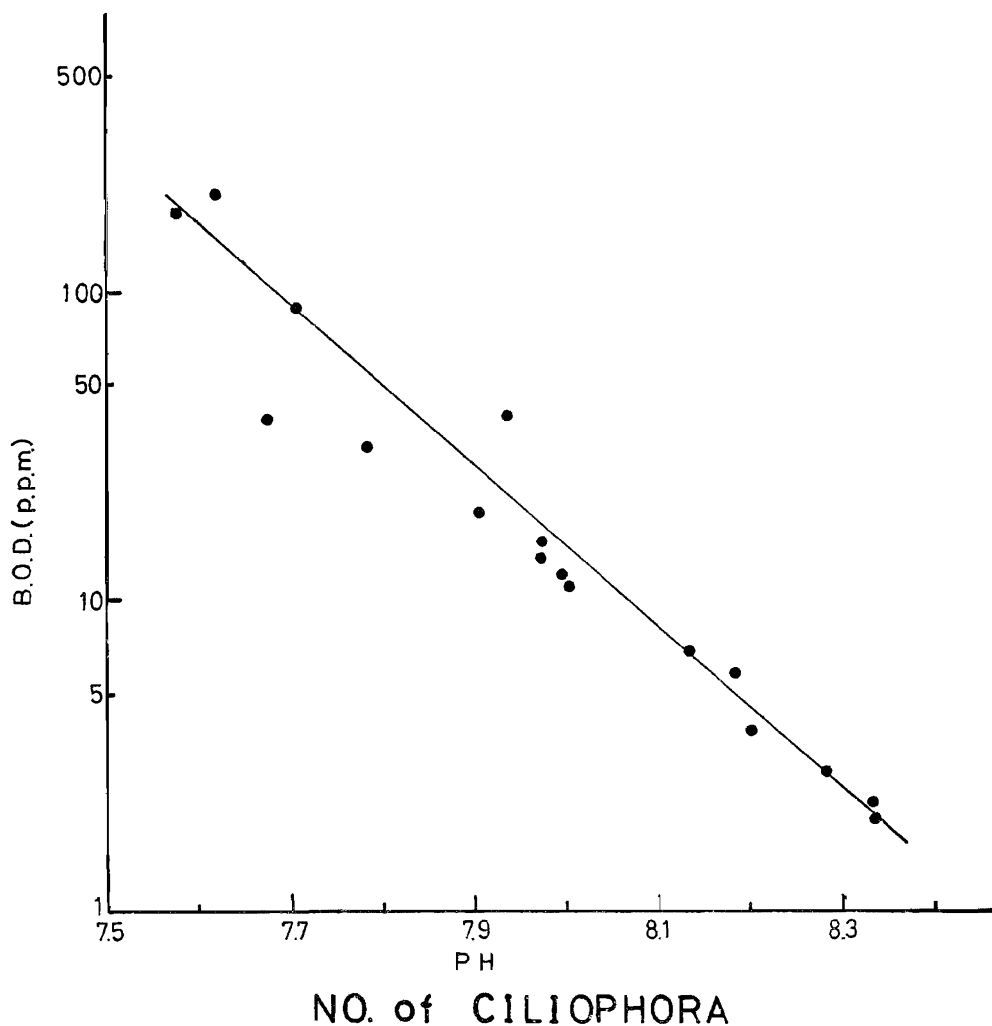


Fig. 2. Relationship between BOD concentration and pH value.

河的 pH 值與水中的 BOD 含量有直線迴歸的關係(圖二)。此與 Mukleijed (1969) 指出同一污水系統中,若 pH 為鹼性則其含量與 BOD 之含量有明顯的負相關。一般的水產用水,其 pH 值的標準為 7.0~8.5,又 Swingle (1961) 與 Stroud (1967) 指出 pH 值在 9.5 以下仍適宜魚類生長,故運河污水的 pH 值對於水生生物相的組成並無多大影響。

在無溶氧或含量稀少、硫化氫含量甚高、海水交換不良的狹灣,有機物或生物屍體腐敗分解所溶出於水中的營養鹽,成一定的比例關係 (Grill and Richard 1964, Richard et al 1965)。運河之海水交換不良,且承受大量家庭之有機物,情況相同,故溶於水中的矽酸鹽 (X) 與磷酸鹽 (Y) 有成直線迴歸之關係,經計算得 $Y=2.2943X-0.0794$, $r=0.9327$ 極顯着(圖三)。至於矽酸鹽 (X) 與銨鹽 (Y) 之間的關係,經計算亦得 $Y=0.1193X-0.0027$, 相關係數 $r=0.9327$ 亦極顯着(圖四)。由此二式亦可推測磷酸鹽與銨鹽的關係。由於營養鹽之間成一定的比例關係,且採樣的地點包含污染的排水及清淨的海水,可知各營養鹽由有機物的腐敗分解溶出之比率與植物性浮游生物吸收這些營養鹽的比率非常相近。因運河的 BOD 含量甚高、有機物多,且營養鹽豐富適宜

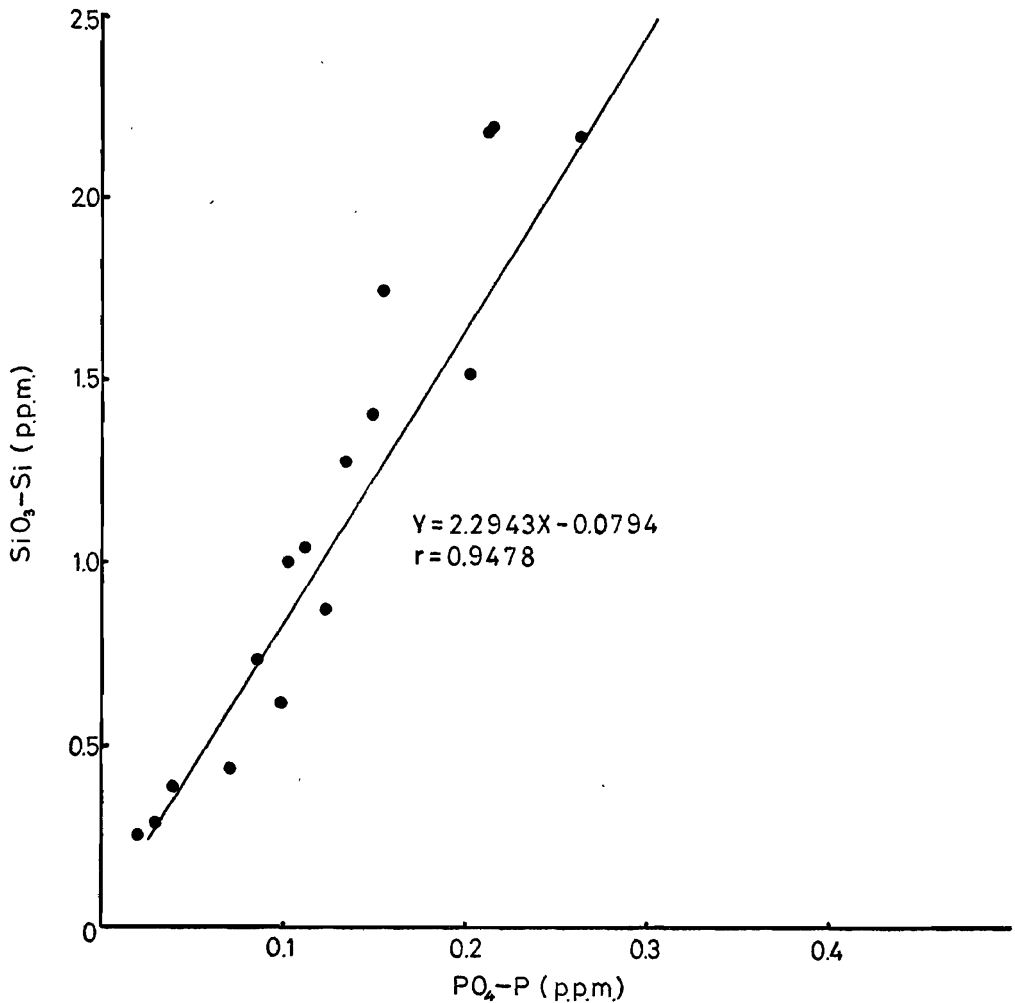


Fig. 3. Relationship between silicate and phosphate.

藻類之利用吸收。若不利用將成二度污染，而污染沿岸海域。

亞硝酸鹽，硝酸鹽及銨鹽都是植物主要營養物質氮素的來源。前二者對於銨鹽來說是屬於氧化態。一般植物尤其是藻類，因同化作用而利用這三種物質時，先吸收銨鹽，等銨鹽溶度低到某種程度時再利用硝酸鹽，最後才利用亞硝酸鹽。此三者之間很容易轉變，即銨鹽在氧化狀態下，可藉放射線或光而轉化而成亞硝酸、硝酸鹽。亦可藉微生物 *Nitromonas* 轉化成亞硝酸鹽，再藉 *Nitrobacter* 轉化成硝酸鹽。在無氧的狀態下，亦有逆反應之轉化。故水中亞硝酸及硝酸鹽的溶度，概受水中的銨鹽、溶氧、浮游生物的多少及光化學與細菌的作用而定。在第一站附近，銨鹽溶度大係因在無氧狀態下，由有機物腐敗分解而來，因此亞硝酸、硝酸鹽的溶度最少。第 9~第 12 站因溶氧高，由銨鹽形成的亞硝酸、硝酸鹽亦高，而植物浮游生物亦不多。第 13 站以後二者之減少，係因為銨鹽少，故轉化少，且植物性浮游生物大量增加而利用此等鹽類之故。

水中碘消費量主要由生物屍體、有機污染物之腐敗分解而來。但在溶氧缺乏的條件下，尤其是海水，則由硫酸還原細菌利用硫酸根的氧來分解有機物，而把硫酸根還原成硫離子。黑海底層的硫化氫高達 760 ppm 即其一例。Richard (1965) 在溶氧甚少的狹灣內測得水中的硫化氫含量多時，

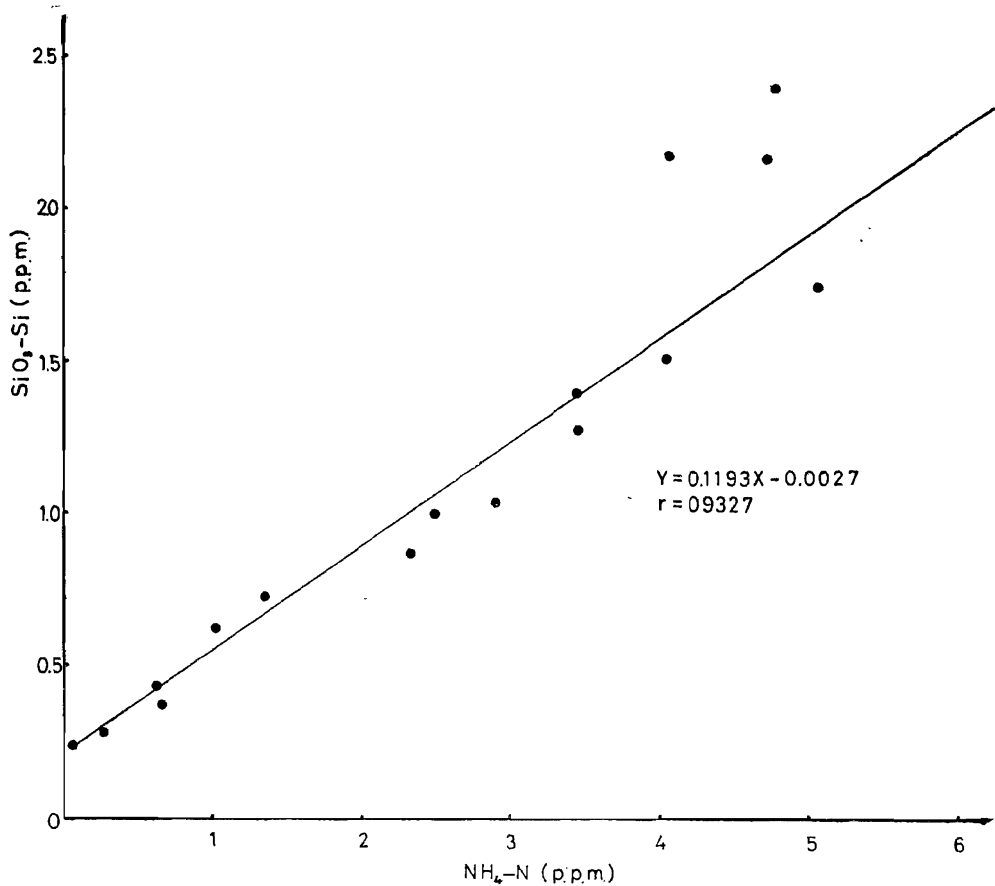


Fig. 4. Relationship between silicate and ammonium.

銨鹽含量亦增加，且成直線迴歸之關係。Richard *et al* (1965) 亦測得海中的有機物腐敗分解溶出的銨鹽及硫化氫成一定比的關係。運河污水的碘消費量與銨鹽有成曲線的關係（圖五）。此是因為硫化氫為碘消費量之一部份，而且前二人都是利用生物有機體腐敗而測得，沒有機污染物的加入。運河污水大都是家庭有機廢水，其腐敗溶出銨鹽及碘消費量理應成直線迴歸關係。但因從第1~第10站為無氧區，曾經測得水中 Eh 為-100至-200 mv，此種環境很適合於水中硫酸還原細菌的大量繁殖，而海水又含有多量的硫酸鹽，故碘消費量的增多，概由硫酸鹽還原而來。而第12站以後溶氧增加，硫酸鹽作用減少，致使其與銨鹽有成曲線之關係。

溶氧為生物生存之最重要因素，在污水中其含量主要受有機物腐敗分解的速度所左右。低水溫時，細菌作用較緩慢，且溶氧的水中溶解度高，故還受水溫所影響。在較清的水域中，則受浮游生物之呼吸作用與光合作用所左右，故運河溶氧區的水中其溶氧量與植物性浮游生物的數量有正相關之關係。碘消費量與銨鹽因都是污染物腐敗時的產物，故與溶氧有關如圖六所示。溶氧為零時，碘消費量可大量增加，而當溶氧可由 Winkler's Method 測出時，碘消費量之溶度當在 5.6 ppm 以下，而銨鹽溶度在 2.8 ppm 以下。一般水生生物必須在有較高的溶氧、較低的碘消費量及銨鹽下才能生存。0.03 ppm 之銨對魚的呼吸作用有影響，12 ppm 之碘消費量可致虱目魚死亡、溶氧降到 0.22 ppm 亦可致虱目魚死亡。故此三者都在運河污水中都屬重要的因素，可改變水生生物相的組成及數量。一般污水排出容許標準為溶氧 5 ppm 以上、銨在 pH 8時為 1~1.5 ppm 以下。若以第14站之水質而言，其溶氧為 5.9 ppm、銨為 0.635 ppm、碘消費量為 5.20 ppm，故由此觀之其

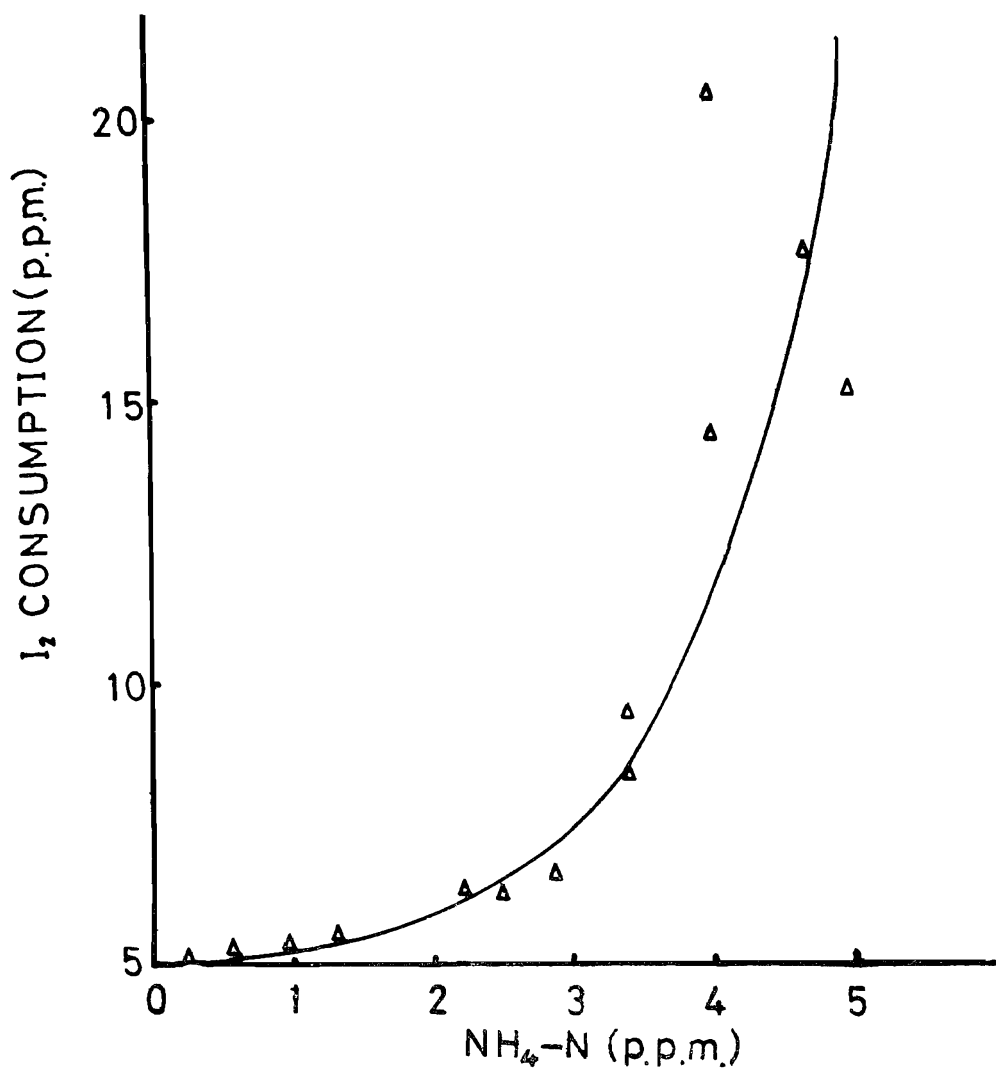


Fig. 5. Correlation between I₂ consumption and ammonium.

所定的排水水質標準，銨鹽溶度似乎有降低的必要。

化學的需氧量在下水中很適宜表示污染的程度，而動物浮游生物的甲殼類大部份都是屬於清水種，故 COD 多時，甲殼類將減少，二者有負相關。COD 很難表示某種特定的化學物質，且各種動物對 COD 的反應又都不同，對一般甲殼的中間致死溶度為 40~70 ppm，而 0.1~50 ppm 對魚類生理作用及生長有影響（津田1968），故運河污水的 COD 亦是影響水生生物的一個重要因子。由表一及表三知 5 ppm 以下的 COD 對甲殼類無影響。故一般水產用水的水質標準其 COD 不超過 5 ppm 當甚合理。甲殼類在第1~第5站之間的水域不能生存，與溶氧無關，因為第6~第7站溶氧亦為零，但却有不少數量之甲殼類出現，故主要受高濃度之 BOD、COD、銨及碘消費量所影響。但以何者作用最大，似難下定論，因這四者都互有關係。

都市下水一般有有機物的含量甚高，平均 BOD 為 250~300 ppm。如此高含量的 BOD 對水生生態的影響可想見。COD 亦可表示有機物之含量，故在同一污水系統中，COD 與 BOD 成

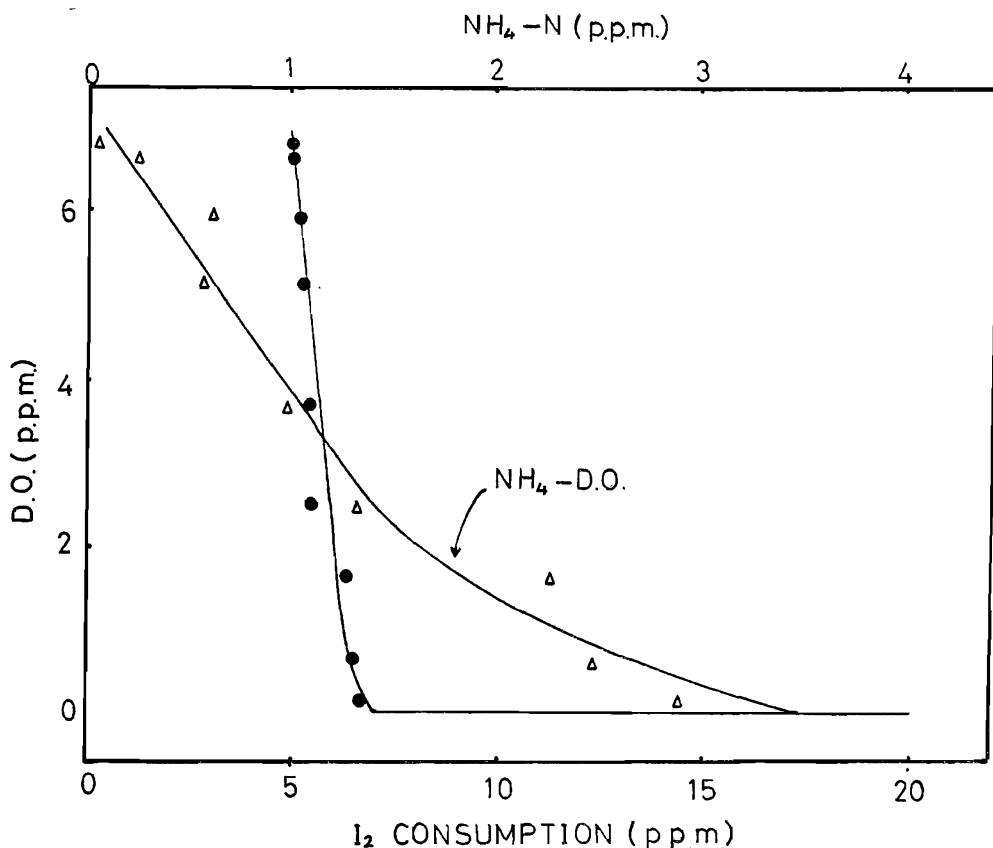


Fig. 6. Correlations between (1) DO and ammonium, (2) DO and I₂ consumption.

定比之關係。運河污水 BOD (X) 與 COD (Y) 之關係可由 $\log Y = 1.3268 \log X - 0.2878$ 表示之，且甚顯着，故運河污水為同一系統以家庭污水為主。矽藻類一般為 *ams*~*os* 的種類，在強腐水性之水域中不能生存。而 *Ciliophora* 是 *aps*~*ams* 的種類，因其欲利用溶存的有機物為食物，在清水域中數量較少。故二者都與 BOD 有關（圖九），可為 BOD 之指標。

細菌能將腐敗物質分解，故在水域本身的自淨作用中佔有重要的地位。因其與有機物有關，故水中的 BOD (X) 與總菌數 (Y) 在全對數坐標上有直線迴歸之關係，經計算而得 $\log Y = 1.81966 \log X + 1.9046$ （圖十）。一般言之，總菌數多者大腸菌亦多，在同一系統的水域有時更成定比的關係。大腸菌進入海中一般急速的死亡，四天後約只生存1/10，極少數能生存達一個月以上 (Beard 1935)。故運河污水的大腸菌 (Y) 與總菌數 (X) 亦成 $\log Y = 0.941179 \log X - 0.496734$ 之關係（圖十一）。由 BOD 與總菌數、總菌數與大腸菌數各有直線迴歸之關係，故可斷言排入運河的污水其成份一致，且無有毒化學物質，故沒有毒腐水性區 (antisaprobic) 的出現。

水質標準隨着用水的不同而異，如上水道用水、魚介類養殖用水之 BOD 為 1.1~2.0 ppm，而工業、農業、水產用水之 BOD 不得超過 5 ppm，大腸菌每 c.c. 在250個以下。以第14站之水質比較之，此標準甚為合理。若將 BOD 最大容許濃度定為 10 ppm，則以運河為其溶氧在上午九時只有 2 ppm 而再，到晚上將更少，故不適合做為水產用水。

水域中，原生動物與甲殼類都能以細菌為食料，故運河中原生動物與總菌數有正相關的關係。

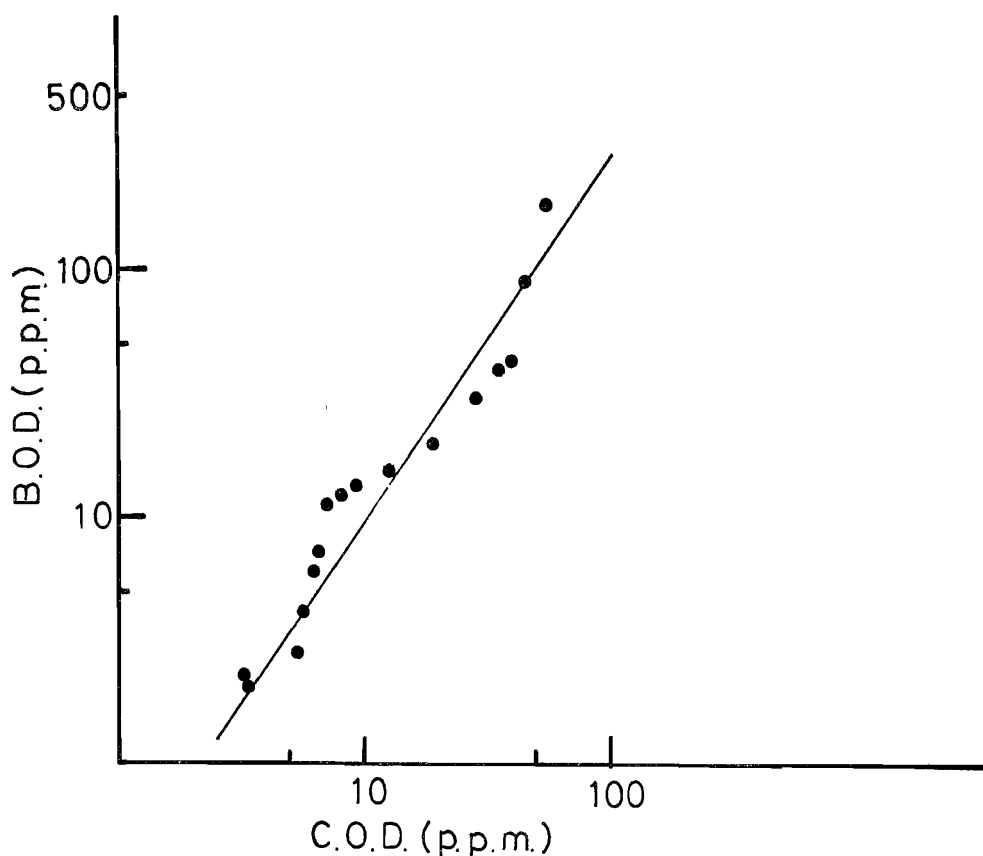


Fig. 7. Relationship between BOD and COD.

但甲殼類則反之，因為它為清水種，且亦能以藻類及其他有機物當做食料。在清水中藻類多，故可推測運河中的甲殼類以細菌為食物者少，而以藻類為食物者多。大腸菌在上水道中最能表示水質受污染的程度，故以上水道為研究主題者，大腸菌數當為最重要。但在水產上，尤其是海水中，因其急速死亡，故重要性甚低。

矽藻類很難在 *aps* 之水域下大量生長，但 *pleurosigma angulatum* 却曾在第 1 站大量出現過（表四），因其係以 *ams* 為主的矽藻，且在第 2~第 4 站沒有出現，故斷定它並非由海水漲退所帶入而生存者。*Pleurosigma* 本為海產的種類，但它能慢慢向湖泊、河川移進而成淡水種，故它的出現係隨家庭污水而帶入者。原生動物的 *Lionotus fasciola*, *Lembus sarcophaga* 及輪蟲類的 *Brachionus rubens* 在各站出現的個體大小各不一樣，前二者在第 2~第 3 站出現最多，但個體最大者在第 5~第 6 站，第三者在第 7~第 9 站出現最大，且個體亦最大。水中有機物的成分及含量不同，對水生生物的影響亦不一致，增加生物間的複雜性。故污水對於水生生物的生理生態影響，宜加研究。

動物性浮游生物，在污水中因受污染物之影響不易生存，故種類遠比在清水中少。但若適應生存於污水的話，由於其他動物的種類少故對食物的競爭少而能多量繁殖。在清水中則反之，故如表三動物性浮游生物的種類愈近港口愈多，但數量反而減少。植物性浮游生物因營養的方法不同，且個體亦小，故種類及數量愈近港口愈多。因此 BOD 與浮游生物的種類數在半對數坐標上，有成直線迴歸之關係（圖十二）。故可由浮游生物的種類來預測 BOD 之多少及預測污染的程度。

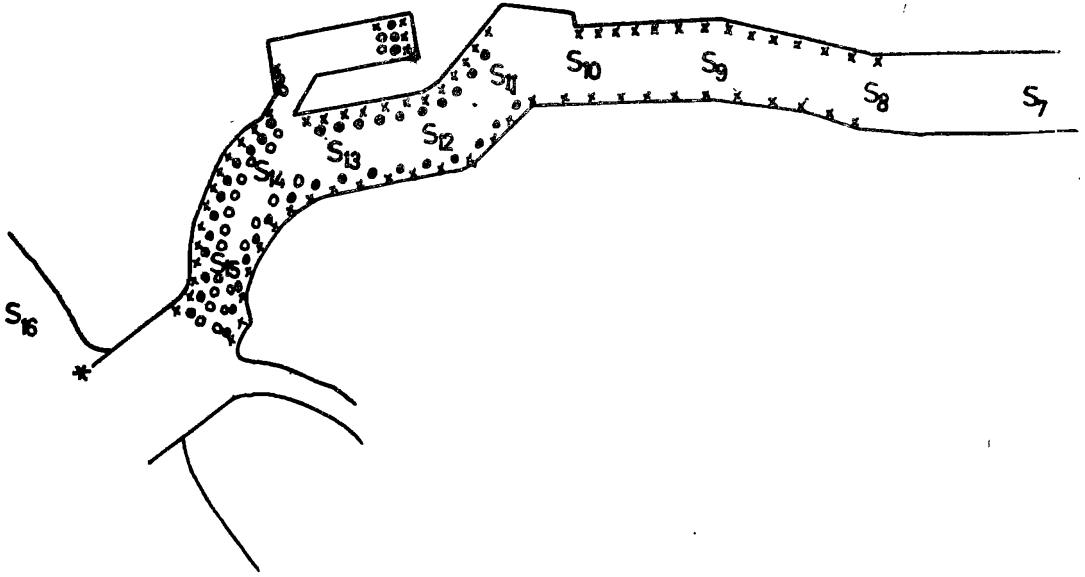


Fig. 8. Oyster Culture area.

× × indicate culture area 10 years ago; • •, 5, years ago; and o o, now.

Beck 以水中肉眼可見動物出現的種類，用 Biotic Index 值來劃分水質的污濁程度。依其標準第 1~5 站為極污染區，第 6~9 站為強污染區、第 10~13 站為弱污染區、第 14 站以後為清水區。但是何者為肉眼可見動物很難定下標準，故筆者以所有動物 (T. A.) 的方法求出 Biotic Index，亦能將運河污水分成與 Beck 相同的四區，且組界明顯，故此法亦可適用。

BIP 在污水中其數值較大，此因有機污物能使原生動物大量生長，而藻類不易生存，故愈清澈之水其值愈小。在運河中最清及最污之水，BIP 相差達 25 倍，故可證明污水中有幾種原生動物以細菌及有機物為食物者佔優勢大量繁殖，而清水中原生動物少。以動物性浮游生物之數量與全浮游生物之比，雖然亦為生物學的污染測定法之一，但在運河中其變化並不十分規律，且組界亦不明顯，故代表力弱，不是好方法。

植物性浮游生物的數量、種類各與動物性浮游生物的數量、種類比亦能推測污染的程度。尤其是二者的種類比與 Biotic Index 及 BOD 有密切關係。故種類比的代表能力强。其值在港口附近比第 1 站左右大，故可推測在清水中自行營養作用的藻類大量繁殖，而污水中藻類少。

由水質中化學因子的 BOD、COD、碘消費量、銨鹽及生物因子的 Biotic Index、BIP、總菌數，植物浮游生物之種數比動物浮游生物之種類，可將運河河道分成五個水域。在第 1 站為 α ps、第 2~5 站為 β ps、第 6~9 站為 α ms、第 10~13 站為 β ms、第 14 站以後為 os (圖十三)。水域之間的界限除了 α ms 與 β ms 之間外，其他的界限皆甚明顯。

高雄新打港為一內灣，海水交換本非良好，但由於沒有大量家庭污水的排入，故整個港灣內皆可養殖牡蠣。近年來，每在晚春及初夏常發現所養的牡蠣大量死亡，且死亡的情況先從內灣的裡面開始，慢慢的向港口蔓延。但在港口海水交換良好之處死亡甚少，故此情形與運河只能在第 14~15 站養殖牡蠣一樣。筆者曾至該地做多次的觀察及採樣分析，並與運河之水質相比較，覺得新打港牡蠣之死亡，係因冬天及早春大量排入內灣含有機物豐富的魚塭越冬池水，加速了 Enteromorpha 及 Chaetomorpha 的繁殖，當在初夏水溫上升時，此種藻類大量死亡，其腐敗後又形成二度污染此為牡蠣致死的最大原因。至於底泥的還原形成硫化氫，養殖過密亦有以致之。

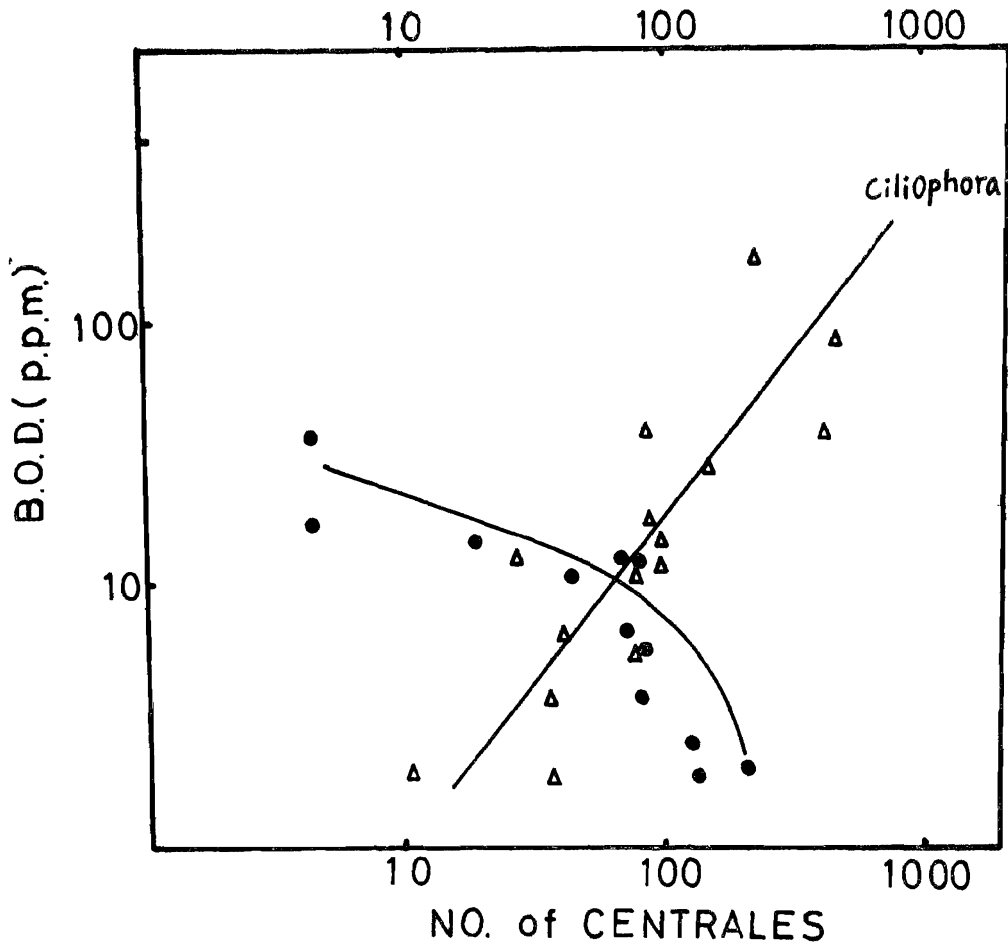


Fig. 9. Correlations between (1) BOD and number of Ciliophora, (2) BOD and number of Centrales.

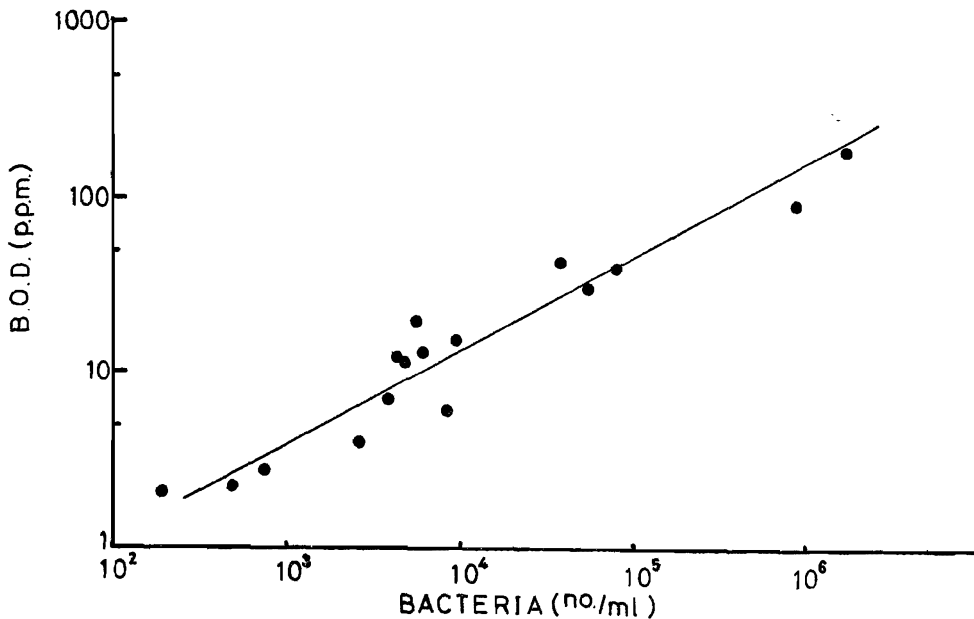


Fig. 10. Relationship between BOD and total number of bacteria.

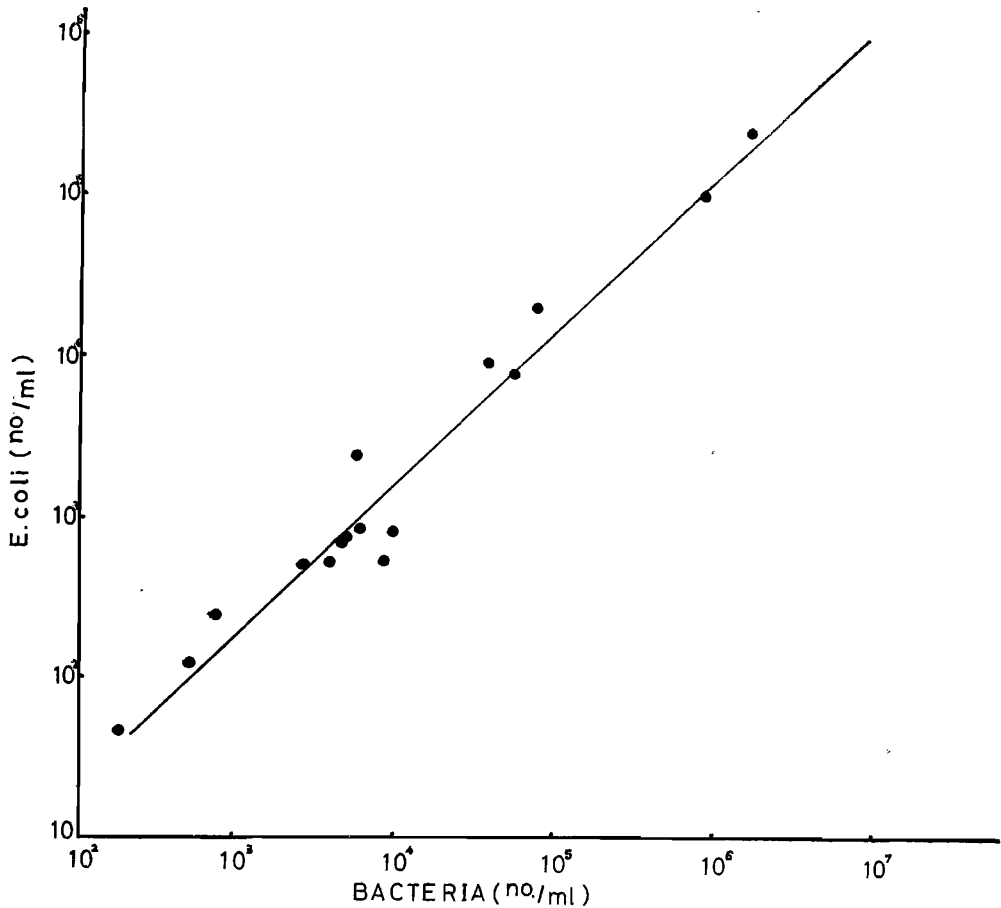


Fig. 11. Relationship between total number of bacteria and number of *E. coli*.

五、摘 要

臺南運河受大量都市廢水的污染，致魚類及牡蠣養殖面積減少。本研究包括污染物對於水中化學因子的影響及生物相組成與數量的變化，以尋求水產用水的水質標準及供將來污水防治之參考。所得資料亦可供研究西南部沿海，牡蠣大量死亡之原因之參考。茲將研究結果列下：

(1)由 pH、鹽度、BOD、COD 的月變化，可推測污水的排量與成分甚為一致，且海水交換污染物的能力不良。

(2)pH，鹽度、溶氧、植物浮游生物的種類與數量、動物浮游生物的種類等在水中之含量，隨着站數而遞增（愈近港口含量愈多）。而矽酸鹽、磷酸鹽、鉍鹽、碘消費量、BOD、COD、總菌數、大腸菌數、動物浮游生物的數量則隨着站數而遞減。至於亞硝酸鹽、硝酸鹽之含量則不定，受溶氧所左右。

(3)由環境因子、生物相及其之間的關係，可將運河水域分成第 1 站附近為 α ps，第 2~第 5 站為 β ps，第 6~第 9 站為 α ms，第 10~第 13 站為 β ms 及第 14~16 站為 os。

(4)浮游生物共屬 13 綱有 74 種，主要出現於 β ps 之生物為纖毛蟲類，出現於 α ms 者為輪蟲類；而 β ms 者有藍綠藻，綠藻類及矽藻類的 Pennales 目；至於矽藻的 Centrales 目，甲殼類，Gastropoda、Polychaeta 及 Archiannelida 大部為 os 之種類。

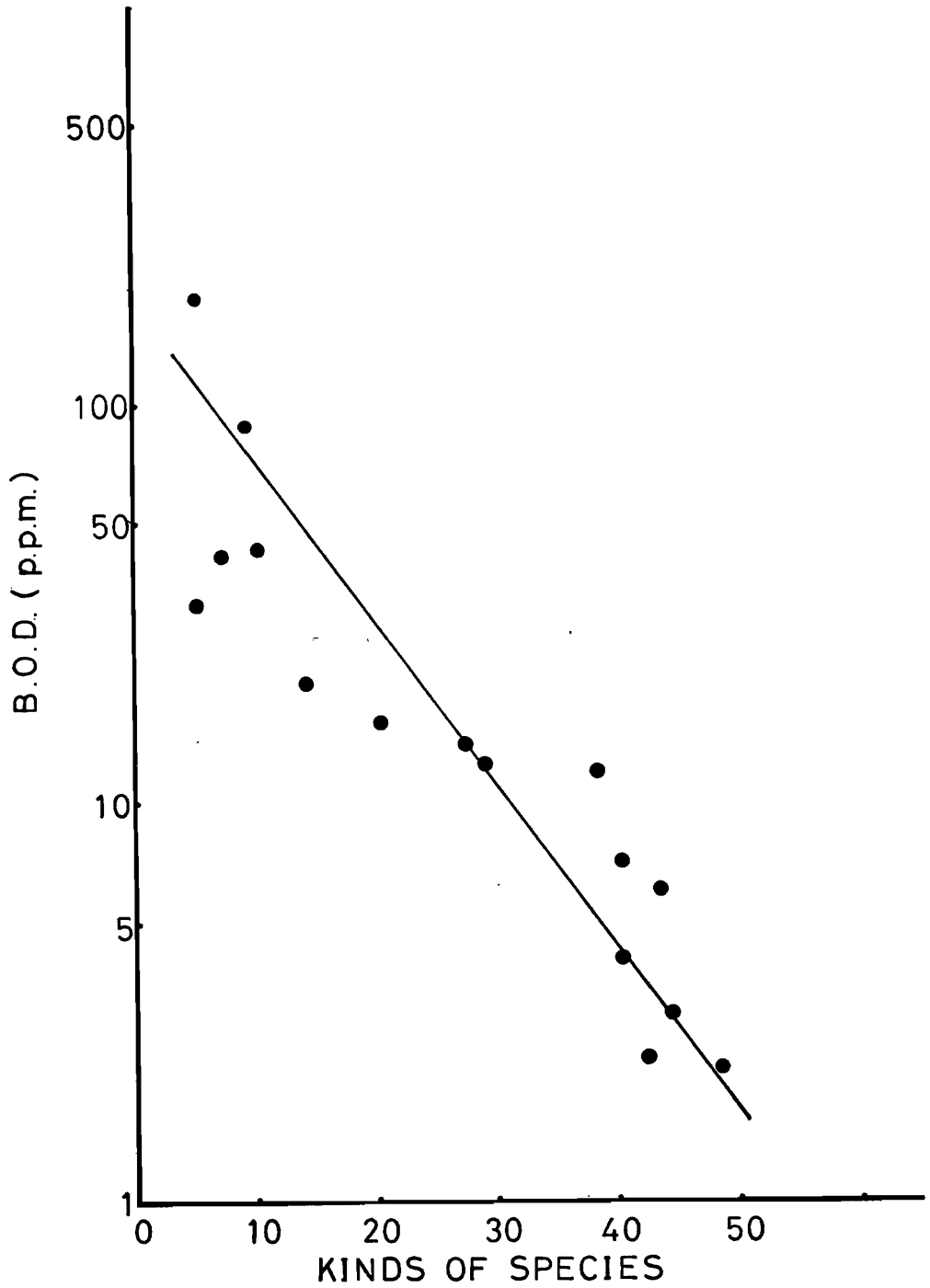


Fig. 12. Relationship between BOD and kinds of plankton species.

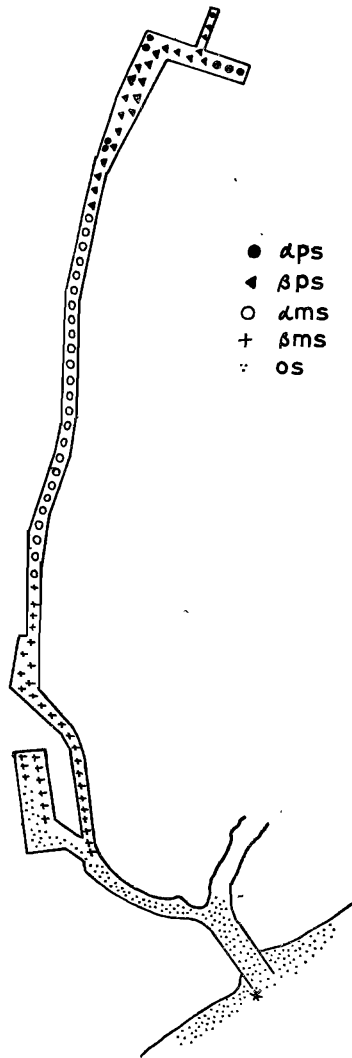


Fig. 13. Five different water sections.

(5)在運河中下列各種生物或為清水種或為污水種，都係代表性的生物指標；計 $\alpha ps \sim \beta ps$ 有 *Lembus Sarcophaga* 及 *Vorticella campenula*; βps 者有 *Dinobryon sp*、*Loxophyllum helus*、*Lionotus fasciola* 及 *Euplotes patella*; αms 者有 *Brachionus rubens* 及 *Pleurosigma angulatum*; 而 βms 者有 *Brachionus plicatilis*、*Chaetoceros offinis*、*Oscillatoria boryana* 及 *Scenedesmus sp*; 至於 os 者則有 *Guinardia flaccida*、*Biddulphia mobiliensis*、*Nitzschia paradoxa*、*Setella gracilis* 及 *Clausocalanus pergens*。

(6)Biotic Index、BIP、全浮游生物之種類、植物浮游生物與動物浮游生物之種類比部與BOD有關，俱可表示污染程度的大小。

(7)環境因子中，矽酸鹽與磷酸鹽、矽酸鹽與鉍鹽各有顯着的直線迴歸式。而 BOD 與 COD、BOD 與浮游生物種類數、BOD 與總菌數，大腸菌與總菌各有顯着的曲線迴歸式。

(8)植物性浮游生物的數量與溶氧、BOD 與 Ciliophora、銨鹽與碘消費量、Ciliophoro 與總菌數各約略成正相關。而溶氧與銨鹽、溶氧與碘消費量、BOD與矽藻、COD 與甲殼類，則約略有負相關之關係。

(9)運河有機物多、無有毒的化學物質排入，且營養鹽豐富適宜藻類之利用與吸收。故宜加以研究利用，使成爲魚類的食料。

(10)以第14站之水質而言，則一般水產用水銨鹽的水質基準應從 1 ppm 降到 0.6 ppm 才可，至於 COD、BOD、溶氧，總菌數及 pH 所定的基準則甚合理。

(11)漲潮時，清淨海水可達第12站。退潮時，只可達第14站。故牡蠣養殖只能在第14站行之。

六、謝 辭

本研究工作承臺大動物系梁潤生主任、鄧火土教授、林書顏教授之指導；農復會漁業組陳同白組長、袁柏偉先生之支持；臺大海研所劉錫江副教授之時予鼓勵，植物系王貞容副教授慷慨借參考書籍；臺南分所各位同仁在工作上之給予方便；及臺大漁試所余成增、陳丕中二位先生之協助而得完成。謹此敬表最大謝忱。

七、參考文獻

1. Beard, P. J., and N. F. Meadowcroft. 1935. Survival and rate of death of intestinal bacteria in sea water. Amer. Jour. Pub. Health, 25:1023—1026.
2. Chen, H. C. 1971. Effect of pH value and salinity on the growth of benthic algae. Aquiculture, Vol. 1, No. 2, P. 1—11.
3. Grill, E. V., and F. A. Richards. 1964. Nutrient regeneration from phytoplankton decomposing in sea water. J. Marine Res., 22:51—69.
4. Mukherjee, S. K., Chatterji, A. K., and I. P. Saraswat. 1969. Effect of pH on the rate of BOD of wastewater. J. Water Pollut. Control Fed., 40:1934~1939.
5. Richards, F. A. 1965. Chemical observations in some anoxic sulfide-bearing basins and fjords. The Proceedings of the Second International Water Pollution Research Conference. Pergaman Press, P. 215—243.
6. Richards, F. A., Cline, J. D., Broenkow, W. W., and L. P. Atkinson. 1965. Some consequences of the decomposition of organic matter in Lake Nitinat, an axonic fjord. Limnology and Oceanography, 10:185—201.
7. Stroud, R. H. 1967. Water quality criteria to protect aquatic life. American Fisheries Society. Special Publication, No. 4, p. 33—37.
8. Shen, S. L., and Y. M. Chiang. 1972. Studies on the control of brown water in milkfish ponds. J.C.R.R. Fisheries Series, No. 12 p. 50—53.
9. Tokuda, H. 1968. Effects of salinity on the growth of a marine diatom of *Nitzschia closterium*. Bull. Plank. Soc. Japan, Vol. 15, No. 2, p. 13—19.
10. U. S. Department of Health, Education, and Welfare. 1962. Algae in water supplies. Public Health Service Publication, No. 657.
11. Venkateswarlu, V. 1969. An ecological study of the algae of the River Moosi, Hyderabad with special reference to water pollution. Hydrobiologia, Vol.33. p. 352—363.
12. 松江吉行。1965。水質汚濁調査指針，日本恒星社厚生閣，468頁。
13. 津田松苗。1968。污水生物學，東京北隆館。

Table 1. Water quality of Tainan Canal
Figures in parentheses indicate the range

Station Number	Water Temperature (°C)	Salinity (%)	pH	Silicate-Si (ppm)	Phosphate-P (ppm)	Nitrite-N (ppm)	Nitrate-N (ppm)	Ammonium-N (ppm)	I ₂ Consumption (ppm)	Dissolved Oxygen (ppm)	COD (ppm)	BOD (ppm)	Number of Bacteria (no./ml)	Number of E. coli (no./ml)
S ₁	(18.8~31)	12.46 (9.52~17.65)	7.57 (7.4~7.8)	2.417 (0.37~5.50)	0.367 (0~0.79)	0.017 (0.008~0.031)	0.057 (0.051~0.062)	4.750 (1.55~11.5)	23.81 (11.74~48.79)	0	53.67 (42.7~68.7)	188.68 (109.3~255)	1,590,000	290,000
S ₂	(19.6~32.1)	21.19 (14.56~25.75)	7.67 (7.3~8.1)	2.177 (0.22~4.5)	0.262 (0.01~0.43)	0.016 (0.008~0.026)	0.102 (0.081~0.122)	4.702 (1.45~7.7)	17.61 (11.64~24.25)	0	35.85 (28.4~44.0)	40.38 (23.4~58)	74,000	22,000
S ₃	(19.2~30.2)	13.55 (3.73~25.6)	7.70 (7.4~7.9)	2.198 (0.95~4.75)	0.212 (0.02~0.28)	0.019 (0.008~0.035)	0.060 (0.051~0.068)	4.035 (1.15~7.5)	20.83 (11.44~30.57)	0	45.30 (28.3~73)	92.17 (70.8~120.7)	828,000	104,000
S ₄	(20~32.2)	25.07 (22.15~29.6)	7.78 (7.5~8.2)	1.512 (0.37~3.1)	0.20 (0.05~0.31)	0.017 (0~0.026)	0.081 (0.051~0.11)	4.025 (1.05~9.98)	14.46 (5.60~23.19)	0	27.95 (14~50)	31.98 (26.4~41.3)	55,000	8,300
S ₅	(18.6~32.3)	21.68 (12.25~32.8)	7.83 (7.6~8.0)	1.747 (1.1~3.0)	0.153 (0.03~0.29)	0.013 (0.005~0.026)	0.116 (0.081~0.15)	5.015 (0.86~10.5)	15.20 (11.09~22.99)	0	38.60 (13~66)	43.23 (33.6~46.3)	38,000	9,600
S ₆	(18.5~32.2)	27.83 (22.15~34.55)	7.90 (7.6~8.1)	1.417 (0.80~2.12)	0.147 (0.04~0.21)	0.013 (0~0.031)	0.096 (0.081~0.11)	3.408 (0.77~5.72)	9.46 (5.76~11.44)	0	19.03 (9.1~29.1)	20.45 (11.6~30)	5,500	2,500
S ₇	(18.8~32.4)	30.02 (26~37.25)	7.97 (7.6~8.1)	1.275 (0.98~1.62)	0.133 (0.01~0.22)	0.014 (0~0.026)	0.087 (0.081~0.092)	3.408 (0.86~8.5)	8.37 (5.75~11.2)	0	13.45 (7.3~24.7)	16.85 (9.4~22.9)	9,500	810
S ₈	(19.5~32.4)	30.42 (26.20~38.75)	7.97 (7.6~8.1)	1.038 (0.27~1.50)	0.110 (0.01~0.20)	0.010 (0~0.026)	0.096 (0.081~0.11)	2.887 (0.77~5.72)	6.61 (5.58~10.46)	0.118 (0~0.45)	9.48 (3.4~12.9)	14.17 (3.0~34.9)	6,000	900
S ₉	(19.4~32.3)	31.76 (26.20~39.8)	7.93 (7.4~8.1)	1.007 (0.80~1.32)	0.102 (0~0.18)	0.034 (0.011~0.083)	0.123 (0.09~0.155)	2.480 (0.60~4.95)	6.36 (5.26~10.20)	0.577 (0~0.61)	7.83 (4.0~11.8)	12.61 (4.9~20.5)	4,500	720
S ₁₀	(19.6~34.1)	31.58 (19.5~38.55)	7.95 (7.4~8.2)	0.873 (0.2~1.12)	0.122 (0~0.39)	0.025 (0~0.055)	0.124 (0.11~0.138)	2.278 (0.60~3.75)	6.31 (5.16~10.15)	1.617 (0~6.08)	8.48 (2.4~13.8)	12.48 (5.2~22.1)	4,700	770
S ₁₁	(20~32.3)	33.68 (27.5~38.5)	8.13 (7.9~8.4)	0.720 (0.07~1.08)	0.085 (0~0.14)	0.036 (0.011~0.083)	0.164 (0.155~0.168)	1.322 (0.25~2.8)	5.45 (5.12~6.12)	2.458 (0~5.66)	6.52 (2.3~12.1)	7.6 (7.3~18.4)	3,850	530
S ₁₂	(19.7~32.3)	32.51 (22.15~37.2)	8.18 (7.8~8.4)	0.622 (0.12~1.25)	0.095 (0~0.20)	0.047 (0.013~0.081)	0.115 (0.11~0.12)	0.992 (0.25~2.5)	5.34 (5.15~5.59)	3.647 (0.29~5.82)	6.38 (2.1~14.3)	6.06 (1.6~13.8)	8,700	580
S ₁₃	(21~33.1)	33.28 (22.15~39.35)	8.20 (7.9~8.4)	0.433 (0.11~0.8)	0.070 (0~0.18)	0.027 (0.018~0.055)	0.086 (0.062~0.11)	0.597 (0.08~1.30)	5.28 (4.77~6.12)	5.115 (1.31~7.84)	5.97 (2.1~10.4)	4.16 (1.2~12.7)	2,600	520
S ₁₄	(18.6~32.6)	35.14 (33.1~39.5)	8.28 (8.1~8.4)	0.385 (0.12~0.75)	0.040 (0~0.09)	0.039 (0.008~0.088)	0.144 (0.062~0.225)	0.635 (0.21~1.15)	5.20 (4.77~5.47)	5.905 (4.59~8.16)	5.22 (2.3~7.6)	2.95 (1.6~4.9)	730	250
S ₁₅	(19.8~30.2)	34.92 (32.05~40.1)	8.33 (8.1~8.5)	0.283 (0.12~0.50)	0.030 (0~0.07)	0.021 (0~0.063)	0.075 (0.051~0.098)	0.267 (0~0.77)	5.09 (4.48~5.52)	6.627 (5.88~7.2)	3.33 (1.5~7.0)	2.27 (0.9~4.1)	490	130
S ₁₆	(19.5~32.5)	34.87 (32~39.6)	8.33 (8.1~8.5)	0.260 (0.12~0.42)	0.020 (0~0.04)	0.009 (0~0.015)	0.071 (0.062~0.08)	0.068 (0~0.20)	5.09 (4.44~5.51)	6.793 (5.87~7.36)	3.15 (1.6~6.9)	2.41 (1.2~3.8)	185	54

Table 2. Analysis of variance of BOD concentrations among 16 stations in different months

Source of Variation	df	SS	MS	Fs
Months	5	362.229	72.4458	0.2689 non-sig.
Stations	15	206,628.302	13,775.2201	51.1243
Error	75	20,208.406	269.4454	
Total	95	227,198.937		

Table 3. Abundance of plankton groups (number in 6 ml of water) found at different stations along the Tainan Canal
 Figures in parantheses indicate kinds of organisms

Plankton Groups	Varieties of Species	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₁₄	S ₁₅	S ₁₆
Cyanophyceae	4							2 (2)	10 (3)	4 (2)	7 (3)	17 (3)	39 (4)	40 (4)	20 (8)	5 (2)	14 (4)
Chlorophyceae	3								9 (1)	22 (2)	4 (2)	13 (3)	11 (3)	33 (2)	20 (2)	1 (1)	1 (1)
Euglenophyceae	1								2 (1)	8 (1)	4 (1)	3 (1)	1 (1)	1 (1)			
Bacillariophyceae Centrales	21					5 (1)		21 (4)	78 (7)	89 (6)	49 (6)	78 (4)	91 (6)	88 (5)	139 (6)	141 (5)	224 (6)
Pennales	16					12 (3)		26 (4)	39 (5)	52 (7)	57 (7)	87 (7)	73 (6)	41 (6)	17 (9)	57 (6)	66 (4)
Dinoflagellates	3					26 (1)		18 (1)	2 (1)	5 (1)	8 (1)	7 (1)	1 (1)		2 (1)	2 (1)	1 (1)
Ciliophora	10					92 (4)		109 (5)	29 (5)	103 (4)	85 (4)	45 (3)	81 (5)	39 (2)		38 (4)	11 (1)
Mastigophora	3							2 (2)	3 (1)		3 (2)	4 (3)	2 (2)		2 (2)	2 (2)	2 (1)
Rotatoria	2					33 (1)		156 (2)	78 (1)	139 (2)	58 (2)	89 (2)	104 (2)	103 (2)	50 (1)	64 (2)	18 (2)
Crustacea	7							21 (1)	6 (2)	7 (2)	31 (3)	15 (2)	4 (2)	48 (5)	45 (6)	75 (3)	53 (6)
Archannelida	1														1 (1)	1 (1)	2 (1)
Polychaeta	1																1 (1)
Gastropoda	1																1 (1)
Insecta	1																1 (1)
Phytoplankton	48					16 (4)		54 (6)	26 (2)		175 (8)	198 (28)	215 (31)	203 (30)	196 (33)	204 (28)	305 (48)
Zooplankton	26					151 (6)		286 (8)	118 (7)	255 (10)	185 (10)	161 (12)	192 (12)	191 (10)	100 (11)	183 (14)	88 (13)
Total Plankton	74					167 (6)		335 (10)	356 (20)	430 (23)	306 (38)	359 (40)	407 (43)	394 (40)	296 (44)	387 (42)	393 (48)

Table 4. Abundance of representative organisms (number in 6 ml of water) found in Tainan Canal

Species	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₁₄	S ₁₅	S ₁₆	Optimal Survival Waters
<i>Scenedesmus</i> sp.									1	1	5	2	4	1			βms
<i>Oscillatoria, boryana</i>								5	2		4	16	23	12		8	βms
<i>Chaetoceros offinis</i>												10	2	5		5	βms
<i>Brachionus plicatilis</i>		8	25			17	20		35	23	20	28	43		53	4	βms
<i>Pleurosigma angulatum</i>	17		1		3	27	16	2	17	4	10	3	5	1	1	10	αms
<i>Guinardia flaccida</i>									2	2	3	4	3	5	6	10	os
<i>Biddulphia mobiliensis</i>										3	2			6	30	13	os
<i>Nitzschia paradoxa</i>															17	5	os
<i>Brachionus rubens</i>		8		56	33	50	115	77	99	27	69	76	60	50	11	11	αms
<i>Setella gracilis</i>																6	os
<i>Clausocalanus pergens</i>																	os
<i>Lembus sarcophaga</i>	126	154	211	66		84	33	3		5							αps~βps
<i>Vorticella campanula</i>	49							10				2					αps~βps
<i>Dinobryon</i> sp.					26	18											βps
<i>Loxophyllum helus</i>		45	43		11				17		14						βps
<i>Lionotus fasciola</i>	15	21	215	15	45		18		21	55	10	3	22		17		βps
<i>Euplotes patella</i>	49	201	41	80	31	6	49	5	65	5	21	57	17		3	11	βps

Table 5. Biotic Index, BIP, ratio between number of phytoplankton and number of zooplankton, and ratio between number of zooplankton and number of plankton at different stations in Tainan Canal

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Biotic Index																
Beck Method	0	2	1	1	2	7	6	6	8	11	12	10	13	19	17	21
T. A. Method	4	6	7	5	6	10	11	13	11	16	15	15	15	19	22	22
BIP	89.1	100	95.20	100	68.70	61.70	69.4	18.6	36.4	40.50	19.30	27.80	16.1	1	16.3	4.10
$\frac{\text{Zooplankton}}{\text{Plankton}} \times 100$	89.1	100	95.40	100	90.40	78.10	85.6	33.1	59.3	60.40	44.80	47.10	48.5	33.8	47.3	22.30
$\frac{\text{Number of Phytoplankton}}{\text{Number of Zooplankton}} \times 100$	12.2	0	10.20	0	10.60	28.00	17.1	116.9	68.6	65.40	123.00	114.00	106.3	196.0	112.0	346.50
$\frac{\text{Kinds of Phytoplankton}}{\text{Kinds of Zooplankton}}$	1.5	1	1.28	1	1.66	1.75	2.0	2.7	2.8	3.16	3.33	3.58	4.0	4.0	3.0	3.69

星點彈塗魚之人工繁殖—I. 卵發生及其初期稚魚

Studies on the Artificial Propagation of *Boleophthalmus chinensis* (Osbeck)—I. Observation on Embryonic Development and Early Larvae*

廖一久·趙乃賢·曾雷強·郭上卿

I-Chiu Liao**, Nai-Hsien Chao**, Lei-Chiang Tseng**,
and Shang-Ching Kuo***

(Received September 30, 1973)

Mud skipper, *Boleophthalmus chinensis* (Osbeck) is an edible brackish-water goby. It is of small size, usually measuring 10-20 cm and weighing 20-50 g, but is tasty. Recently, many fish farmers have started culturing this mud skipper, which are sold to the restaurants in southwestern Taiwan. Although the price is as high as NT\$300/kg, the demand is increasing steadily.

The season for collecting natural fingerlings of this mud skipper is short, limited to September and October, and it is difficult to collect large enough quantity of them to satisfy the demand. For the purpose of large scale commercial farming of mud skipper, efficient technique for artificial propagation should be developed to help solve the problem of fingerling supply.

Experiments on the artificial propagation were carried out during the spawning season of this fish. Successful results of induced breeding and hatching were obtained in the summers of 1972 and 1973.

This report includes mainly the results of observations made on the various embryonic developmental stages and early larvae up to 5-day age. Photographs and line drawings are used to help clarify the descriptions and comparisons between the various stages.

前 言

近年來，多種海水魚及淡水魚相繼被試以人工繁殖方法生產幼苗，其中經試驗成功且已達大量生產階段者為數不少，諸如草魚、鯪魚、鯉魚、塘虱魚、鱧魚等，均能提供臺灣養殖界以很大的貢獻。

星點彈塗魚 *Boleophthalmus chinensis* (Osbeck)，又名 *Gobius pectinirostris* (Günther)，俗名花鱖，日名ムツゴロウ，英名 Mud skipper 或稱 Jumping fish^{1) 2)}。此魚雙眼突出於頭部背側上，但眼球能自由活動，甚至縮藏到與體表平。體色上部青灰下部灰白，體表與背鰭上點綴着鮮

* 東港分所研究報告 A-19 號 (Contribution A No. 19 from the Tungking Marine Laboratory).

** 臺灣省水產試驗所東港分所 (Tungking Marine Laboratory, Taiwan Fisheries Research Institute).

*** 臺灣大學理學院動物學系 (Department of Zoology, College of Science, National Taiwan University).

艷的淡藍色小斑，作不規則的散佈。胸鰭基部肌肉特別發達，善於在泥地、沙灘及岩石上跳躍。腹鰭成一吸盤狀，有助吸附於物體上。成魚有挖孔道穴居之習性，善跳、不易捕捉，並易於受驚動。此魚美味清新，各地食堂餐館引為名肴，需求日增，年來售價高達300元/公斤(即180元/臺斤)。近幾年來中南部各地開始收集魚苗而在淺泥池飼養²⁾，然因天然魚苗之繁殖季節極短，每年僅在農曆八、九月可於海邊泥地捕捉，更加以魚苗產量常受雨量之影響，雨量多則豐收，反之則歉收，難於作有計劃之收集，只能隨收隨養，因此易於導致養成之成魚參差不齊，捕獲供售時憑添選別大小之困難。又，由於供不應求，幼苗售價日漸昂貴，1~2 cm 之幼苗售價竟達1.5元。有鑒於此魚值得推廣，故有着手研究其人工繁殖之舉，期能以科學方法大量生產魚苗，解決從事此魚之養殖業者之需要。

本篇報告係就1972年及1973年夏季二度試驗的結果中就其有關卵發生及其初期稚魚的成長過程整理所成。有關此魚人工繁殖之其他試驗，諸如其產卵生態、促進產卵、仔魚之培育等部份亦將陸續整理發表。

材料與方法

一、種魚

本試驗所用之種魚係於1972年及1973年六、七、八、九月間約每隔十天一次，每次四十餘尾，由產地交火車運至東港或高雄站。此魚因可兼營水中與陸上呼吸，故極耐運搬。種魚一經送抵本分所後，即依生殖乳頭之不同選別雌、雄 (Fig. 1)，分養於數個 45 ℓ 之長方形塑膠桶，桶內置少許淡水，以不超過其鼻孔位置為度，並放塑膠涵管供其隱息之用。種魚之測量記錄列如 Table 1，一般言之，此魚體型不大 (Plate 1-1) 全長約在10~20 cm，體重在 20~50 g。雄魚 GSI 在 0.06~0.10間，雌魚 GSI 則較高，在 1.58~10.69 間。

二、荷爾蒙處理

此魚之促進產卵亦係經施予荷爾蒙處理所得，方法和用於一般魚類者相同，此次亦使用鰹

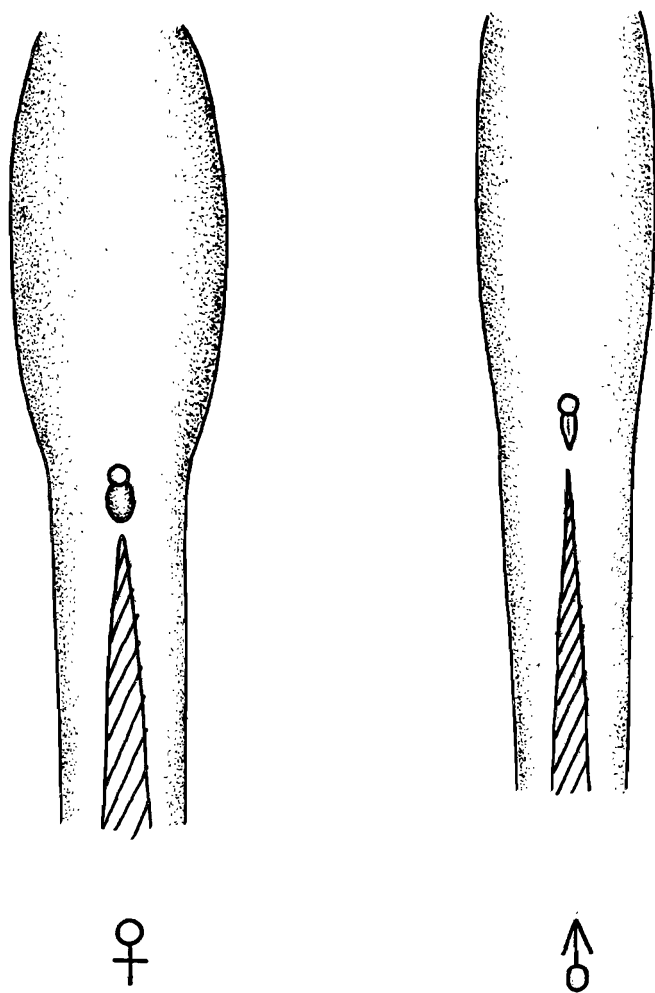


Fig. 1. Difference of the urogenital papilla of male and female mud skipper, *Boleophthalmus chinensis*.

**Table 1. Measurement of adult mud skipper,
Boleophthalmus chinensis.**

Sex	Date	Total Length	Body Length	Body Weight	Gonad Weight	GSI
♂	June 26, '73	19.20	15.41	50.2	0.038	0.08
	July 3, '73	14.38	11.63	23.0	0.022	0.10
	Aug. 9, '73	14.83	11.83	24.1	0.017	0.07
	Aug. 27, '73	14.62	11.74	22.8	0.014	0.06
	Sept. 12, '73	14.90	11.89	24.4	0.020	0.08
	Sept. 12, '73	14.85	11.72	24.2	0.020	0.08
♀	June 24, '72	14.30	11.71	26.8	0.423	1.58
	Aug. 4, '72	13.23	10.68	20.7	2.212	10.69
	Aug. 1, '73	14.56	11.71	23.4	1.424	6.09
	Aug. 1, '73	14.95	11.99	22.8	1.294	5.68
	Aug. 22, '73	14.37	11.62	22.7	1.005	4.43
	Sept. 12, '73	13.43	10.76	18.8	0.388	2.06

魚腦下垂體及 Synahorin 加生理食鹽水作成針劑。劑量視種魚大小及成熟情形而定，通常注射 $1/2 \sim 1$ 粒腦下垂體及 5~10 家兔單位之 Synahorin。並於 24 hr 或 48 hr 後續予注射第 2 針，有時更且需打第 3 針。

三、人工受精及孵化

選取腹部腫大並十分柔軟的雌魚，先行擠取一小部份卵粒以供檢鏡，若為適度成熟卵，則充分擠取腹內之卵，盛於小盆中準備。受精雄魚則選用健壯者，剖腹取其精巢，並以利剪細細剪碎，然後使用羽毛輕輕將剪碎之精巢與卵粒攪和，以完成受精過程，最後以較低鹽度海水（鹽分約為 14.91~18.50% 者）作數次沖洗，準備孵化。

孵化用水係以 3 ℓ 燒杯盛裝一系列不同鹽度（其鹽分依次為 14.91%、18.50%、21.57%、25.08%、28.35%）的海水及淡水，各杯並均予充分打氣。孵化過程中隨時以吸管吸取卵粒檢查其受精率及孵化過程，並為求資料之完美，同時以 Nikon Automatic Microflex Model AFM 拍攝顯微照片，並藉 Nikon Profile Projector Model 6C 描繪追蹤胚胎之各發生期。

四、幼魚培育

孵出之幼魚以各種試驗餌料培育之。目前已經試用之餌料計有豆漿、牡蠣受精卵、豆漿十牡蠣受精卵、底泥、綠水、蛋黃、海水綠藻及 *Oscillatoria* 等等。各組幼魚均逐日檢鏡觀察其成長情形。幼魚之培育仍沿用前述之 3 ℓ 燒杯，並予充分打氣。

結果與討論

每年夏季六、七、八及九月為此魚之產卵季節。在此期間，大半雌魚之腹部皆已稍許腫大，解剖結果其卵巢已十分成熟，但小部份則可能距成熟時期猶早，雖經荷爾蒙注射四、五次，而仍不見腹部腫大，若強予擠卵則得成熟度不一致之卵粒。此事實與在此季節內所測得之記錄，即 Table 1 所示之 GSI 不甚穩定之情形頗能符合。

此魚之自然產卵場係於池底挖掘多通型泥洞，平時供穴居隱息之用，產卵季節則排卵於其中，深藏卵粒以待孵化。仿此，故此收養成魚時，水槽中均予置放塑膠涵管，以利棲息並供作產卵場，

但只見隱息於管中而未有產卵於其中者。

此魚體型不大，故荷爾蒙處理量約用腦下垂體 $\frac{1}{2}$ 至 1 個，加上 Synahorin 5 至 10 家兔單位即已足夠，此次所試者第一日打第一針，第三日打第二針，第四日大部份已可順利採卵受精。至於能導致更好結果的荷爾蒙處理量及其間隔時間則仍待繼續探討，期能試知最滿意的方法。又，有關所需用之生理食鹽水宜採用淡水魚或海水魚者或二者參半亦有待今後更進一步之試驗。

此魚若以手指輕壓腹部即能大量順利排卵者，經檢鏡後都能確認其確已成熟。成熟卵為球形 (Fig. 2-1, Plate 1-2)，卵徑在 0.5~0.6 mm 左右，卵黃呈淡黃色，其內有許多油球粒，此卵黃部份約佔全部之 $\frac{2}{3}$ 。卵膜之一端具有一叢粘着絲 (adhesive filament)，可粘附於物體上，係屬沉性附着性卵。此魚之孕卵數約在 1~3 萬粒，通常不能一次全部擠出，每每殘留部份卵粒在腹內，解剖之取出餘卵，結果所得卵粒不好，不能受精。若不解剖而留置餘卵在腹內並續予荷爾蒙注射，結果亦均不理想。希望今後作更深入之探討，俾便能盡量利用更多之卵粒。

此魚之卵，受精後約經 10 分，即見明顯之胚盤 (blastoderm)，卵膜與卵黃部分開始分離，卵

Table 2. Embryonic development of mud skipper, *Boleophthalmus chinensis*.

Developmental stage	Time after fertilization	W.T. °C
Enlargement of blastoderm, separation of yolk and egg membrane	10 min	28.5
2-cell stage	50 min	
4-cell stage	1 hr 10 min	
8-cell stage	1 hr 30 min	
16-cell stage	1 hr 50 min	
32-cell stage	2 hr 20 min	
Morula stage	4 hr 30 min	28.7
Blastula stage	6 hr	
Gastrula stage	8 hr 10 min	29.4
Blastopore closure	10 hr 30 min	
Embryonic formation	10 hr 55 min	28.8
5-somite stage	11 hr 45 min	28.2
Kupffer's vesicle, formation of eye vesicles and fin fold, 12-somite	15 hr 56 min	
Tail free from yolk sac	17 hr 40 min	
20-somite stage, optic vesicle, movable embryo	18 hr 50 min	27.9
Formation of eye lens, choroid fissure and otoliths	20 hr 40 min	
34-somite stage, heart beating	22 hr 40 min	28.2
Circulation of tissue fluid	24 hr 28 min	27.9
Formation of digestive tube and urinary vesicle	44 hr 40 min	28.1
Formation of melanophores on embryo and yolk sac	50 hr 35 min	28.7
Appearance of pectoral fin, formation of one to two large oil globules	58 hr 20 min	
Appearance of air bladder, active motion of embryo	64 hr 40 min	
Hatching	65 hr 50 min	27.9

形伸張爲橢圓球狀，平均長徑約爲 1.05 mm，短徑約爲 0.6 mm (Fig. 2-2, Plate 1-3)。

在水溫 27.9~29.4°C，鹽分 14.91~18.50% 及予以充分打氣之下，此魚之受精卵之卵內發生 (embryonic development) 各階段情形述如 Table 2 以及 Figs. 2 & 3 和 Plates 1, 2 & 3。受精後約50分，卵開始第一次細胞分裂，而達二細胞期 (Fig. 2-3, Plate 1-4)，再經 20 分，行第二次分裂而達四細胞期 (Fig. 2-4, Plate 1-5)，如此每經20分，即行一次分裂，受精後經 2 小時又20分即達三十二細胞期 (Fig. 2-7, Plate 1-8)。其卵黃與細胞部分之大小比例 (yolk-cytoplasm ratio) 約爲 3 : 2。

受精後 4 小時又 30 分即進入桑實期 (morula stage)，其卵黃與細胞部分大小之比約爲 5 : 4 (Fig. 2-9, Plate 2-2)，受精後 6 小時即達胞胚期 (blastula stage) (Fig. 2-10, Plate 2-3)，8 小時又 10 分進入囊胚期 (gastrula stage) (Fig. 2-12, Plate 2-5)。10 小時又 30 分左右，原口 (blastopore) 已見閉鎖 (Fig. 3-1, Plate 2-6)，10 小時 55 分胚體初見形成 (Fig. 3-2 Plate 2-8)，11 小時 45 分已可觀察到頭部及脊索之分化，胚體中央且已出現體節，爲 5 體節期 (5-somite stage) (Fig. 3-3)。

此後，各器官陸續出現，胚體亦逐期增長，距受精 15 小時 56 分，Kupffer's vesicle 出現，眼胞 (eye vesicle) 及鰭摺 (fin fold) 亦漸次出現 (Fig. 3-4, Plate 3-2)，體節數已達 12，稍後胚體尾部離開卵黃。18 小時 50 分體節增至 20，胚體略能蠕動，同時耳胞 (optic vesicle) 可辨 (Fig. 3-5, Plate 3-4)。20 小時 40 分眼球 (lens) 和 choroid fissure 以及耳石 (otoliths) 均出現 (Fig. 3-6, Plates 3-5 & 3-6)。22 小時 40 分體節數遽增，多達 34，心臟開始搏動 (Fig. 3-7, Plate 3-5)。24 小時又 28 分發現體液之循環現象。延至 44 小時 40 分，消化管道及排泄孔出現 (Fig. 3-9)。50 小時 35 分，色素胞初現於胚體與卵黃囊上 (Fig. 3-10, Plate 4-1)。58 小時 20 分，胸鰭 (pectoral fin) 亦已可辨，原來之小粒油球集中成爲 1~2 個大粒之油球 (Fig. 3-11)。64 小時 40 分氣鰾 (air bladder) 已見 (Fig. 3-12, Plate 4-1)，胚體尤其尾部常作激烈之反轉運動。最後，距受精 65 小時又 50 分，開始陸續孵化 (Plate 4-3)。孵化所需時間因水溫、鹽分不同而有所差異，一般在 65 小時 50 分至 86 小時 15 分之間孵出。

據小林等之報告³⁾，鰕虎類的受精卵有正常卵及逆子卵之分，即胚體頭部及卵膜外附着絲朝相反二端者爲正常卵；反之，頭部在附着絲着生之同一端者爲逆子卵，而通常以正、逆二種卵之多寡比率作爲判斷卵成熟度之依據，即正常卵多者，其成熟度較佳。此次，星點彈塗魚之受精卵亦有正、逆二種卵出現，經予以觀察及計算結果，其正、逆之比率並不一定，時或正常卵多於逆子卵，時或逆子卵多過正常卵，並且對卵內發生之進展及孵化亦未見有特別影響，因此，正、逆二種卵之比率對星點彈塗魚而言一如對 *Periophthalmus cantonensis*³⁾ 一樣似乎不具特別意義。

卵經過上述卵內發生過程後，稚魚即孵出，其逐日觀察之結果列如 Table 3、Fig. 4 以及 Plate 4。

孵出第一天的稚魚 (Fig. 4-1, Plate 4-4)，體節數已減爲 24，與成魚同數。平均全長爲 2.664 mm，卵黃徑 0.36 mm，油球徑 0.14 mm。已可觀察到 cleithrum 之出現。第一天稍遲之時，方見口之張開。

孵出第二天的稚魚 (Fig. 4-2, Plate 4-5) 開始投予海水綠藻、牡蠣受精卵等細型餌料。平均全長 2.830 mm，卵黃徑 0.33 mm，油球徑 0.14 mm。

孵出後第三天，其平均全長爲 2.770 mm，反見比第二天者爲小，卵黃徑 0.28 mm，油球徑 0.14 mm (Fig. 4-3, Plate 4-6)。所投予之餌料爲海水綠藻、牡蠣受精卵以及麵包酵母，稚魚活力尚佳，但更適宜之餌料仍待儘早試知。

第四天稚魚，平均全長爲 2.888 mm，卵黃已近乎消失，唯油球尚存，油球徑 0.08 mm，肝

Table 3. Development of early larvae of mud skipper, *Boleophthalmus chinensis*.

Developmental stage	Time ater fertilization	W.T. °C
1st day larva 24 somites total length=2.664 mm yolk diameter=0.36 mm oil globule dia.=0.14 mm appearance of cleithrum mouth opens	68 hr 10 min	28.0
2nd day larva 24 somites total length=2.830 mm yolk dia.=0.33 mm oil globule dia.=0.14 mm formation of melanophores on abdomen	82 hr 35 min	29.1
3rd day larva total length=2.770 mm yolk dia.=0.28 mm oil globule dia.=0.14 mm	104 hr 55 min	29.1
4th day larva total length=2.888 mm oil globule dia.=0.08 mm disappearance of yolk sac appearance of liver and fin ray	129 hr 20 min	28.6
5th day larva total length=2.850 mm oil globule dia.=0.078 mm	152 hr 10 min	29.0

Data of each total length, yolk diameter, and oil globule diameter are average of measurements of 12 samples.

臟及鰭條可見 (Fig. 4-4, Plate 4-7)。胃部常見作強烈之蠕動，但檢查胃含物並不見所投飼之餌料，活力尚佳。

第五天稚魚平均全長為 2.850 mm，油球徑 0.078 mm。體型稍嫌瘦小及彎曲 (Fig. 4-5, Plate 4-8)。

如上所述，此次稚魚之成長情形不盡理想，可能係飼育之條件，包括鹽分濃度，初期餌料等皆不太適合，有待今後之進一步探討。

摘 要

本篇為研究星點彈塗魚人工繁殖有關問題之一系列報告之一，係就1972年及1973年夏季二度試驗結果中有關卵發生及其初期稚魚的成長過程整理所成。

1. 此魚之卵徑約為 0.5~0.6 mm，卵黃呈淡黃色，其內有許多油球粒，卵膜之一端具有一叢粘

着絲，係屬沉性附着性卵。

2. 受精後約經10分鐘，卵膜與卵黃部分開始分離，卵形伸張為橄欖球狀，平均長徑約為 1.05 mm，短徑約為 0.6 mm。

3. 在水溫 27.9~29.4°C，鹽分14.91~18.50%及予以充分打氣之下，受精後約經 50分即開始第一次細胞分裂。此後每經約20分，行一次分裂。受精後4小時又30分即進入桑實期，6小時即達卵胚期，8 小時又10分進入囊胚期，11小時45分達 5 體節期。此後，各器官陸續出現，胚體亦逐漸增長。22小時又40分體節數遽增，多達34，心臟開始搏動，24小時28分發現體液之循環現象，胚體也開始蠕動，44小時40分，消化管道及排泄孔出現，50小時35分色素胞初現於胚體及卵黃囊上，58小時20分胸鰭亦已可辨，64小時40分氣鰾形成，最後，距受精65小時又50分開始陸續孵化。

4. 受精卵有正常卵與逆子卵之別，但不影響其卵內發生諸過程或孵化。

5. 此魚之孵化所需時間，因水溫、鹽分之不同而有所差異，一般在65小時50分至86小時15分之間孵出。

6. 孵出第一天的稚魚，其體節數已與成魚同數，為24；平均全長為 2.664 mm，卵黃徑 0.36 mm，油球徑 0.14 mm。

7. 孵出第二天，口已張開，平均全長為 2.830 mm，至第五天則達 2.850 mm，卵黃完全消失。

8. 此次稚魚之飼育情形不盡理想，今後將對較適宜之鹽分範圍以及初期餌料作更有效之探討。

謝 辭

本試驗承蒙嘉義縣義竹鄉蔡再枝先生及蔡海萍先生提供種魚，農復會漁業組陳同白顧問給予精神上極大之鼓勵，東港分所曾金菊小姐協助整理圖片，又，臺灣大學動物學系漁業生物組同學嚴宏洋君曾參與部分試驗工作，特誌於此，以示謝意。

最後，筆者等藉此機會一申對洛氏基金、農復會及國科會給予經費補助之由衷感激。

參 考 文 獻

1. 松原喜代松 (1964)。魚類の形態と検索Ⅱ，石崎書店，東京，p. 846。
2. 丁雲源・林明男 (1962)。花跳養殖調查，中國水產，第 238 期，9~11。
3. 小林知吉・道津喜衛・三浦信男 (1972)。トビハビの卵發生および稚仔の飼育，長崎大學水產學部研究報告，第33號，49~62。

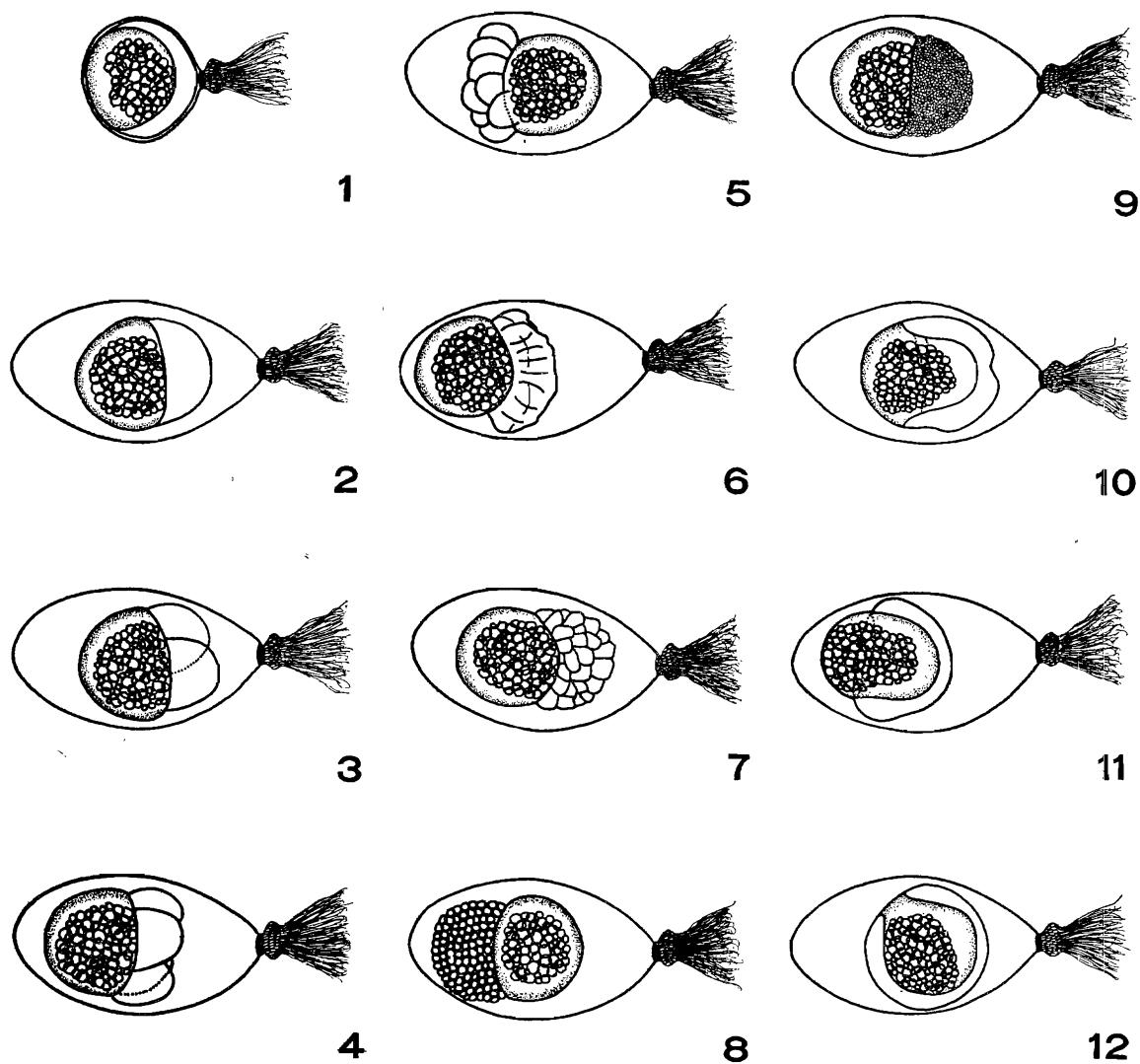


Fig. 2. Development of fertilized egg

- | | | | |
|-----|---------------------------------|------|-----------------------|
| 2—1 | Unfertilized egg. | 2—7 | 32-cell stage. |
| 2—2 | Fertilized egg before cleavage. | 2—8 | 128-cell stage. |
| 2—3 | 2-cell stage. | 2—9 | Morula stage. |
| 2—4 | 4-cell stage. | 2—10 | Early blastula stage. |
| 2—5 | 8-cell stage. | 2—11 | Late blastula stage. |
| 2—6 | 16-cell stage. | 2—12 | Gastrula stage. |

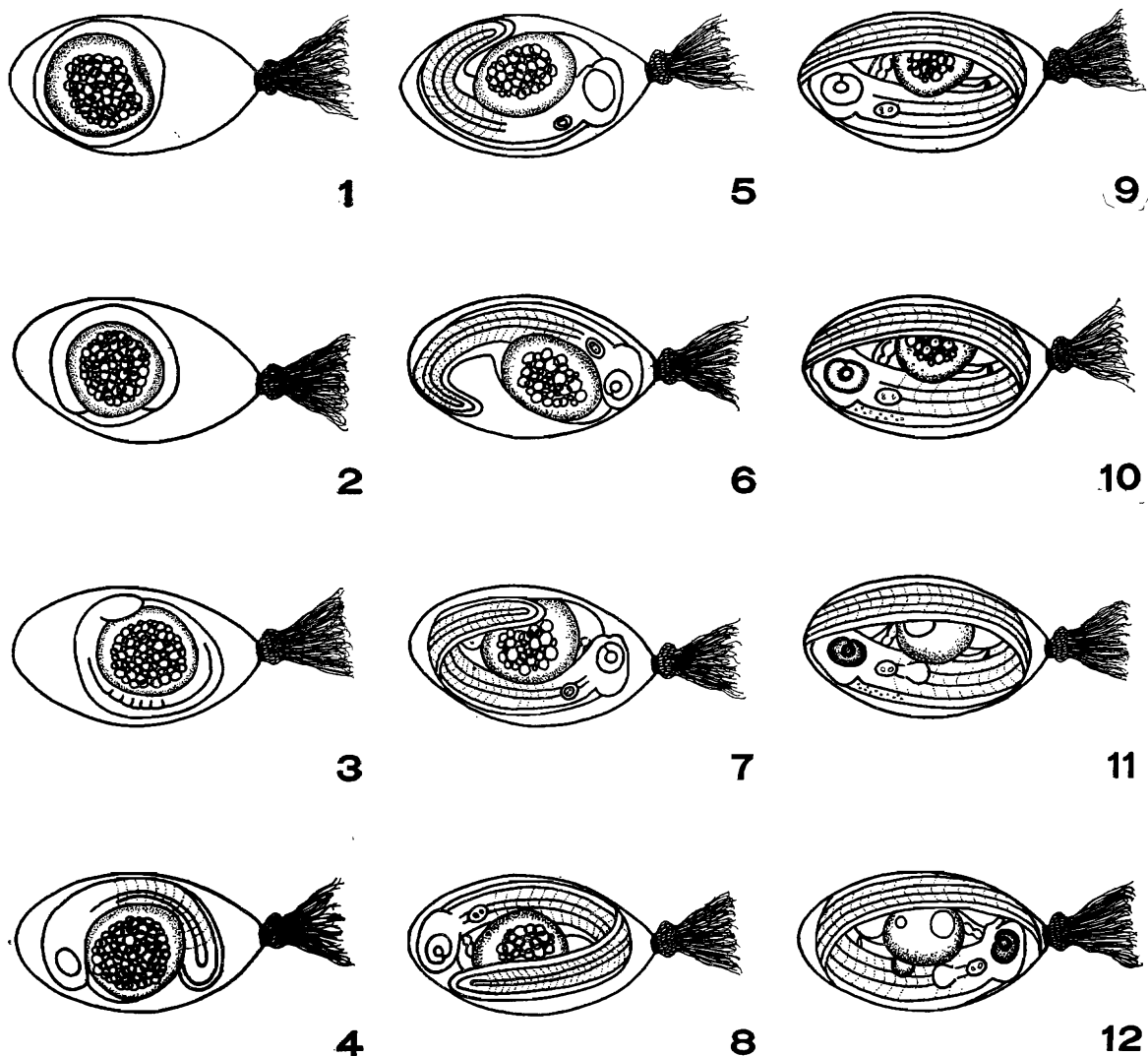


Fig. 3. Development of embryo

- 3—1 Closure of blastopore.
- 3—2 Formation of embryo.
- 3—3 5-somite stage.
- 3—4 12-somite stage, formation of eye vesicles and fin fold.
- 3—5 20-somite stage, formation of optic vesicle.
- 3—6 Formation of lens, choroid fissure and otoliths.
- 3—7 34-somite stage, heart appears.
- 3—8 Increase of body length with tail attaching to head.
- 3—9 Formation of digestive tube and urinary vesicle.
- 3—10 Melanophores on embryo and yolk sac.
- 3—11 Pectoral fins appear.
- 3—12 Formation of air bladder.

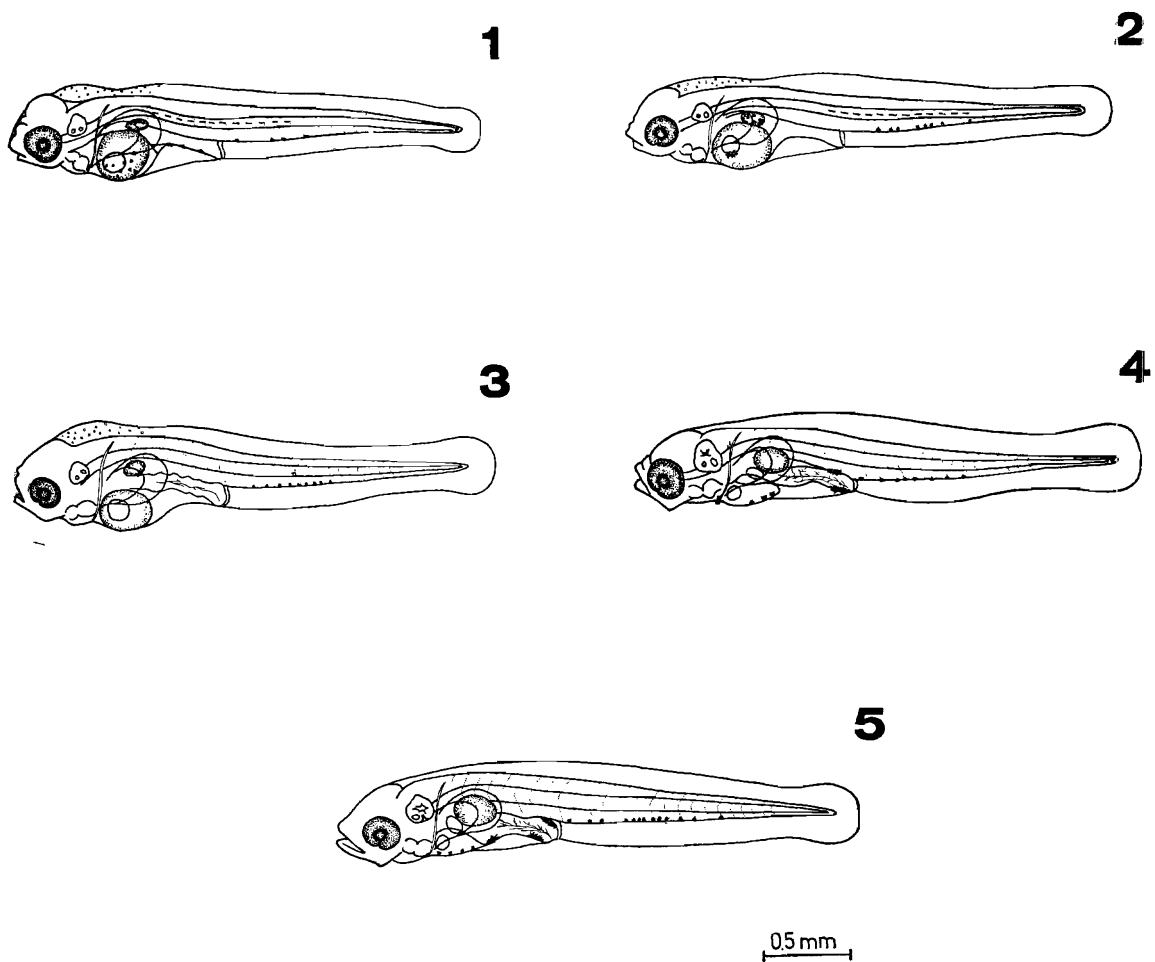


Fig. 4. Development of early larva

- 4—1 2.75 mm in total length, 1st day after hatching, cleithrum appears.
- 4—2 2.84 mm in total length, 2nd day after hatching.
- 4—3 2.81 mm in total length, 3rd day after hatching.
- 4—4 2.95 mm in total length, 4th day after hatching, liver and fin ray appear.
- 4—5 3.04 mm in total length, 5th day after hatching.

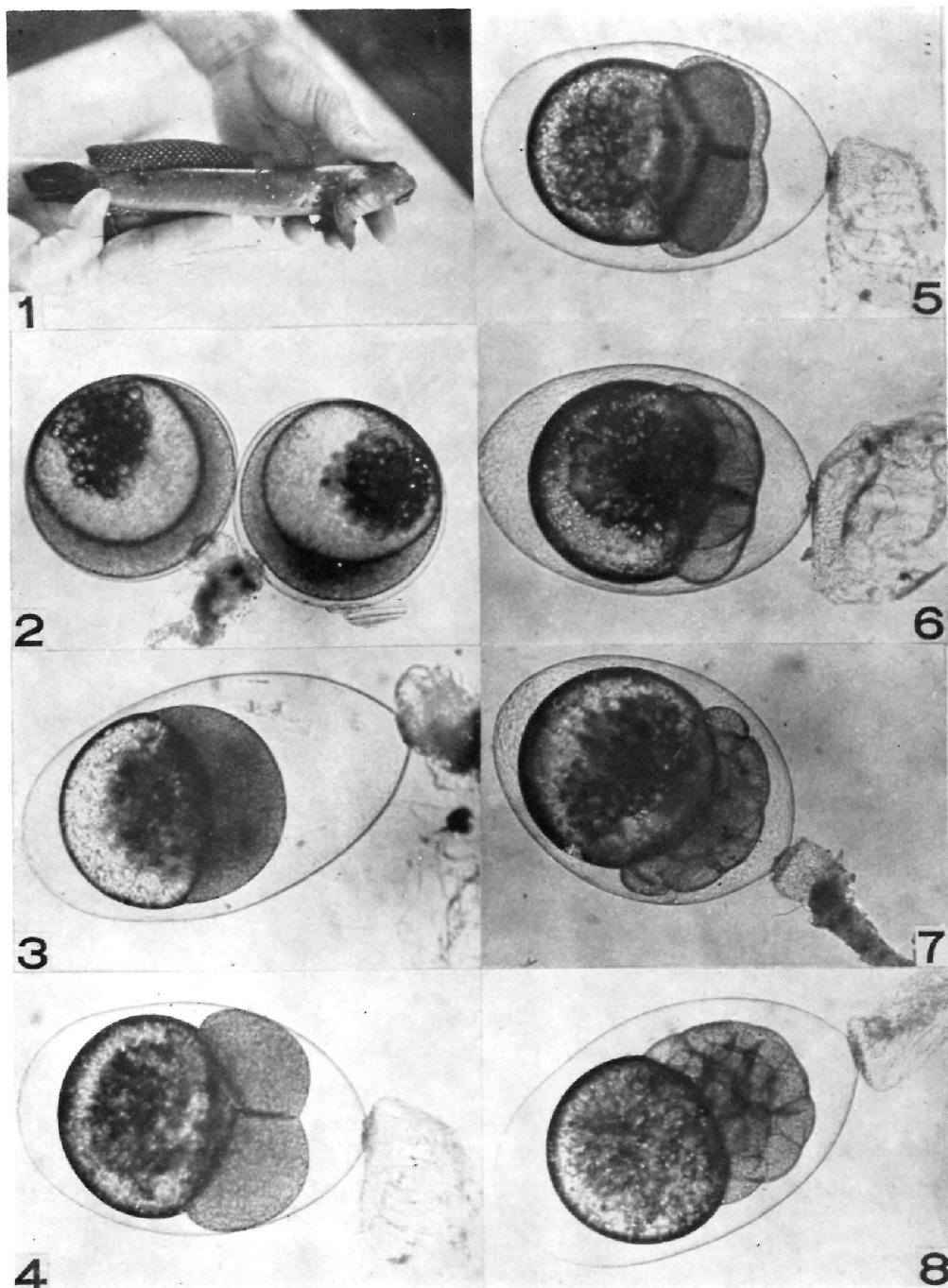


Plate 1

- | | | | |
|-----|---------------------------------|-------|----------------|
| 1—1 | Adult mud skipper. | • 1—5 | 4-cell stage. |
| 1—2 | Unfertilized eggs. | 1—6 | 8-cell stage. |
| 1—3 | Fertilized egg before cleavage. | 1—7 | 16-cell stage. |
| 1—4 | 2-cell stage. | 1—8 | 32-cell stage. |

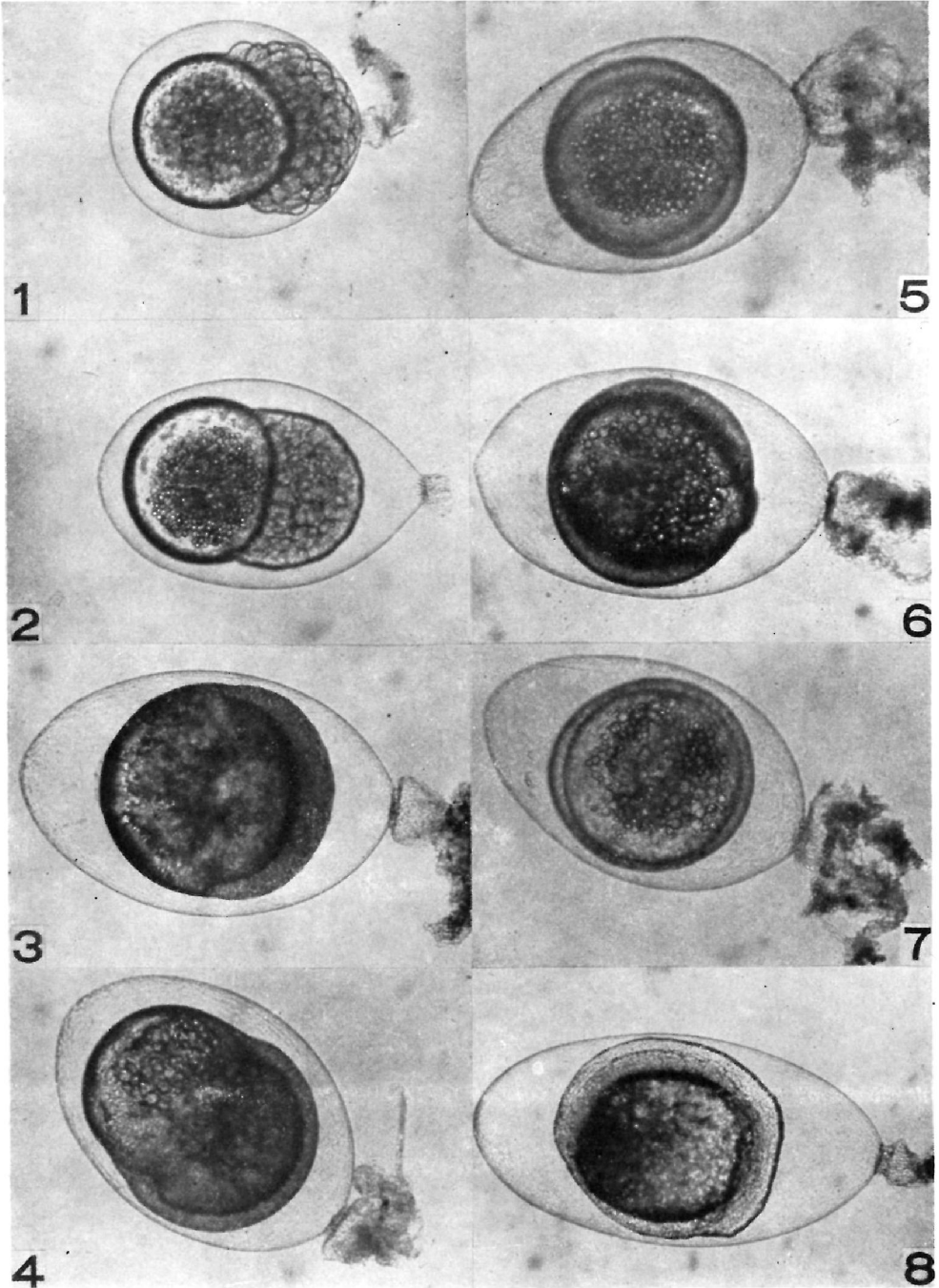


Plate 2

- 2—1 128-cell stage.
- 2—2 Morula stage.
- 2—3 Early blastula stage.
- 2—4 Late blastula stage.

- 2—5 Early gastrula stage.
- 2—6 Middle gastrula stage, closure of blastopore.
- 2—7 Late gastrula stage.
- 2—8 Formation of embryo.

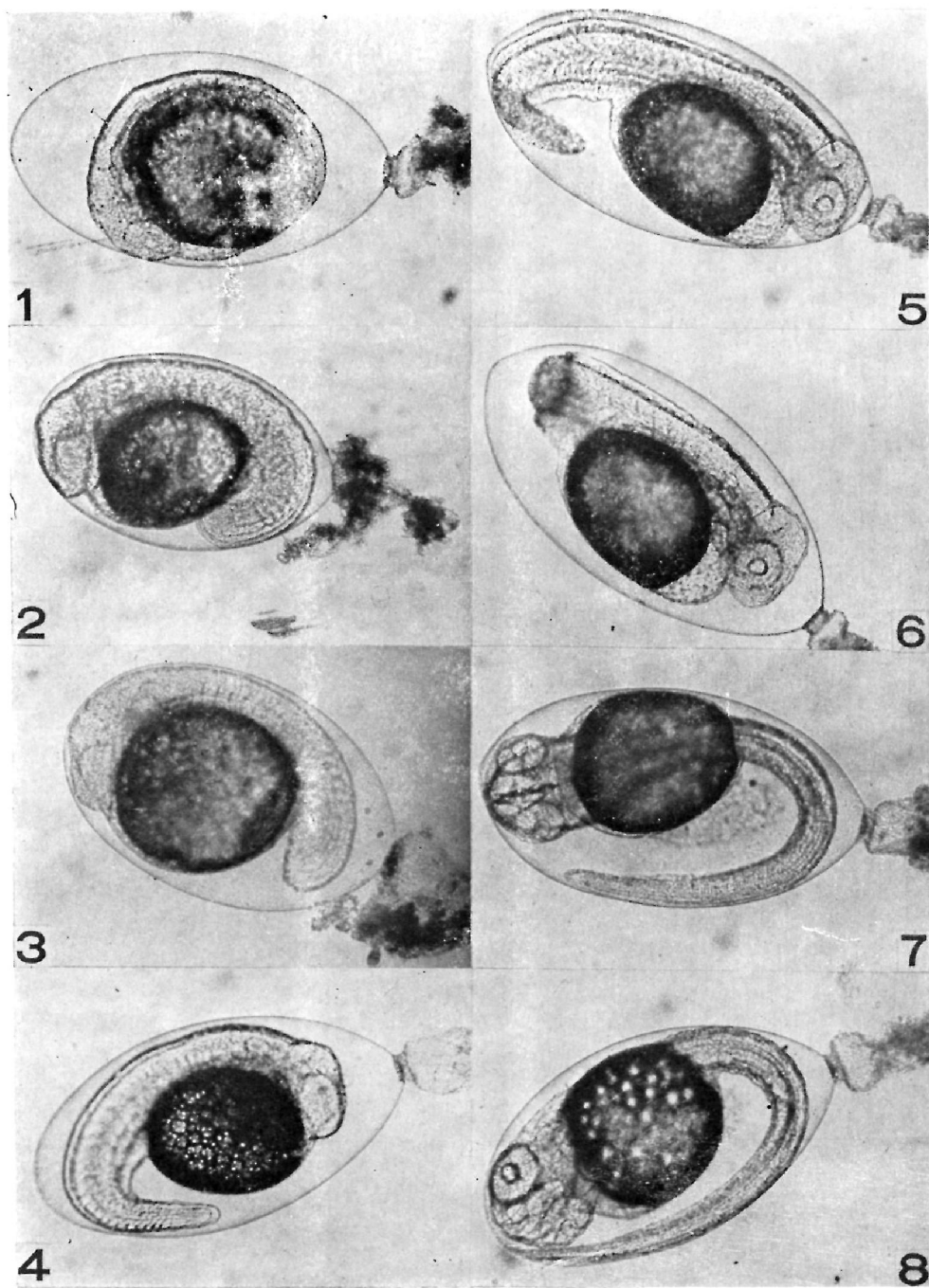


Plate 3

3-1 10-somite stage.
 3-2 Formation of eye vesicle and fin fold.
 3-3 16-somite stage, tail free from yolk sac.
 3-4 Formation of optic vesicle.

3-5 Formation of lens and heart.
 3-6 Formation of otoliths.
 3-7 Differentiation of brain.
 3-8 Increase of body length with tail attaching to head.

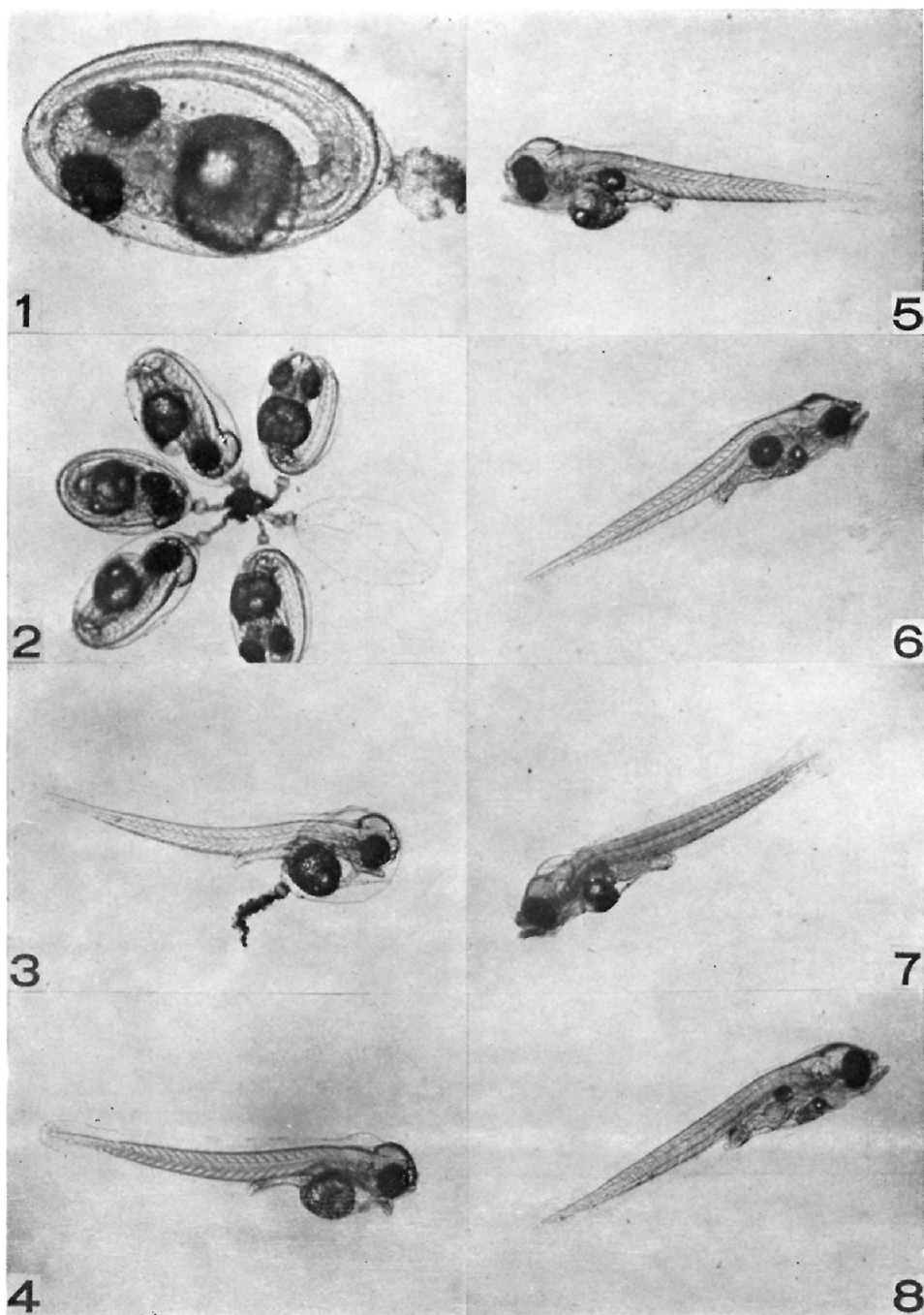


Plate 4

- | | | | |
|-----|---|-----|----------------|
| 4-1 | Formation of one large oil globule and dectoral fin, also melanophores on eyes. | 4-5 | 2nd day larva. |
| 4-2 | Immediately before hatching, one has hatched. | 4-6 | 3rd day larva. |
| 4-3 | Hatching. | 4-7 | 4th day larva. |
| 4-4 | 1st day larva. | 4-8 | 5th day larva. |

電戟捕蝦漁法之研究— I.

電戟捕蝦漁法對資源影響之探討

Studies on Electric Shrimp Fishing—I.

Effect of Electric Shrimp Fishing on Shrimp Population*

曾雷強 · 闕壯狄 · 廖一久

Lei-Chiang Tseng**, Chuang-Ti Chueh***, and I-Chiu Liao**

Abstract

Electric shrimp fishing in Taiwan has a short history of about 10 years, but the rate of expansion has been very rapid, especially since 1969. The number of vessels equipped for electric shrimping has increased from less than a dozen in 1962 to over 2,000 in 1973; horsepower of vessels has increased from 4 hp to 120 hp, and the power of the alternating current generator used from 2.8 kw to 40 kw. This rapid development and a possible further expansion of this new type of shrimping prompted the initiation of the present studies to find out the possible effects of electric shrimping on the shrimp resources. Experiments on the effects of the various intensities of DC, AC, OC and PC (pulsed direct current) on the life and habits of the various stages of growth of shrimps were conducted and the results obtained are summarized as follows:

1. Gravid females (*Penaeus japonicus*)
 - a. Subjected to:
Type of current—DC and OC
Intensity of current—3A
Duration—1-3 seconds
 - b. Results:
No harmful effects observed; spawning normal; 5 out of 6 treated specimens spawned, number of eggs spawned and hatching rate all normal; survival rates of 1st stage nauplii reared to 3rd mysis stage same as those of normal hatchery specimens.
2. Eggs (*P. japonicus*, *P. monodon*, *P. penicillatus*) and nauplii (*P. japonicus*, *P. monodon*):
No harmful effects observed on specimens subjected to 3A electric intensity and within a duration of 4 seconds.
3. Zoea, mysis, post-larva, juvenile (*P. japonicus*):
No harmful effects observed on specimens subjected to DC, AC, OC, PC, within an

* 東港分所研究報告A—20號 (Contribution A No. 20 from the Tungking Marine Laboratory), 本報告之部份曾於1973年5月12日, 在第4屆國際生物科學委員會中國分會漁業生物學術研討會發表。

** 臺灣省水產試驗所東港分所 (Tungking Marine Laboratory, Taiwan Fisheries Research Institute)

*** 中國農村復興聯合委員會漁業組 (Fisheries Division, Joint Commission on Rural Reconstruction)

intensity of 3A and a duration of 5 seconds.

4. Adult shrimp (*Metapenaeus monoceros*), body length 7.6-9.5 cm:

Able to recover from shock and paralysis when subjected to electric stimulation of (1) not more than 4A intensity and 5-second duration, or (2) intensity increased to as high as 15A but duration reduced to 1 second.

5. Substance produced around electrodes of DC:

When DC is used, substances such as Cl_2 , CuCl , CuCl_2 and $\text{Cu}(\text{OH})_2$ are found around the electrodes. These products, especially CuCl , are harmful to eggs and larvae. Fortunately, because of economic reasons the use of DC has been discontinued.

6. It was found that to maintain similar electric intensity, the AC and DC type of shrimping gear required the largest amount of electricity, PC type next and OC type the least, and is therefore recommended for future use.

7. The amount of electric stimulation received by the shrimps (and fish also) is proportional to its size; small shrimps receive smaller amount and thus less affected than the larger ones, while eggs and larvae because of their small size are the least affected. About 4-5 v of electricity is enough to force shrimps to jump out of the sand bed, but has extremely little effect on eggs and larvae. Fishing with properly controlled voltage would be possible to catch mostly large specimens and leave small ones behind to grow and replenish the stock.

8. Basing on the results obtained, it seems unlikely that electric shrimping would produce harmful effect on the shrimp resource, provided that the electronic oscillatory type of gear is used within the safety limit of 3A intensity and duration of 4 seconds. However, this type of fishing has very high efficiency, therefore the number of fishing vessels should be limited to avoid over-fishing and depletion of resource.

前 言

“電載捕蝦漁法” (electric shrimp fishing) 在本省已有十餘年之歷史，但引起各方面之注意却係最近三年之事。最初係由高雄市中洲漁民郭慶太於民國五十一年首先使用，當時由於在高雄港內作業之蝦曳網船增多，單位蝦獲量日漸減少，郭氏乃用一條電線，敷設於網具之沈子網前一呎處，接上 6V (伏特) 之蓄電池試用，結果蝦獲量大增，不過耗電甚鉅，故改用振動電流 (oscillatory current)，結果耗電較少，蝦獲量亦多，因此，利用振動電流之振動子式捕蝦器 (vibrator type shrimp gear) 在中洲一帶普遍而迅速地被採用¹⁾。

此種電載捕蝦漁法所需設備簡單、經費低、容易經營，故船數大增，不久即增加至約三百多艘於高雄港內作業。但，該港內漁場有限，又由於水質污染之與日俱增，蝦獲量漸少，因此部份蝦曳網船增加馬力至港外作業，結果成績較港內為好。隨着由 4 hp 增加至 30 hp，他們之作業範圍亦隨之擴大，故於五十八年遠赴布袋海外作業，而引起當地漁民之不滿，因此種電載捕蝦漁法之蝦獲量較當地漁民所用之刺網之蝦獲量多出四~五倍，他們認為以此種方法繼續作業，將嚴重影響布袋一帶蝦類資源，乃據漁業法規，「非經主管機關核准，不得使用電氣或其他麻痺之方法，採捕水產動植物。」為由，向嘉義縣政府、聯檢單位、嘉義縣警察局等機構陳情，並會同有關人員出海，將來自中洲一帶之蝦曳網船及漁民扣押，並送法院處理，另呈請臺灣省警備司令部通令高雄市聯檢單位禁止裝有電載設備之蝦曳網船出海作業，嚴重影響中洲一帶漁民之生活。因而電載捕蝦問題才引

起有關當局之重視。爲了顧及中洲一帶漁民之生活，在電戟捕蝦漁法對資源影響未獲結論前，准予繼續試驗作業，因此，不僅中洲一地，其他如小港、東港、布袋等地亦紛紛仿效而裝上電戟設備。目前全省約有二千艘左右之蝦曳網船使用電戟捕蝦漁法，且部份蝦曳網船已增至 120 hp，並使用交流發電機，電力由 2.8 kw 增至 40 kw，確有影響資源之虞。

鑑於上述之事實發展，筆者等乃從事電戟捕蝦漁法之一系列研究，本篇係探討電戟捕蝦漁法對蚌類資源之影響問題。

材 料 與 方 法

一、抱卵母蝦 (Gravid female) :

使用體長 17~18cm，平均體重 120 g 之成熟斑節蝦。利用 50×27×22 cm 之塑膠水槽，其中垂直放置直徑 0.2 mm，長 6 cm 之銅線爲電極，兩電戟之間距離爲 40 cm，海水鹽分爲 31.26 ‰，將欲電戟之母蝦置於兩極中間，以電流強度 3 A (安培) 之直流電 (direct current) 或交流電 (alternating current) 電戟，使用直流電時頭部朝陽極，予以電戟後移至 0.5 ton 之圓型塑膠水槽中，觀察其產卵及孵化率等情形。

二、卵 (Egg)，無節幼蟲 (Nauplius)、眼幼蟲 (Zoea) 及糠蝦期幼蟲 (Mysis) :

使用之卵爲產卵後經過 1~2 hr 之斑節蝦、紅尾蝦和草蝦卵；無節幼蟲使用斑節蝦無節幼蟲之第一期及草蝦之第三期；眼幼蟲及糠蝦期幼蟲則均使用斑節蝦之各期幼蟲之第一期。電戟係在 1000 cc 燒杯中進行，杯中放海水 600 cc，使用兩條平行之直徑 1.6 mm，長 9.5 cm 之黃銅線爲電極，兩極相距 2 cm。試探純電力影響之試驗，施予各種不同強度之電流電戟後，立刻換新的海水，至於試探生成物影響者，則以先予以電戟後之海水或配好藥品之海水爲飼育用水，把欲以供試之卵及各期幼蟲放入其中，連續觀察 48 hr。

三、後期幼蟲 (Post larva) 及稚蝦 (Juvenile) :

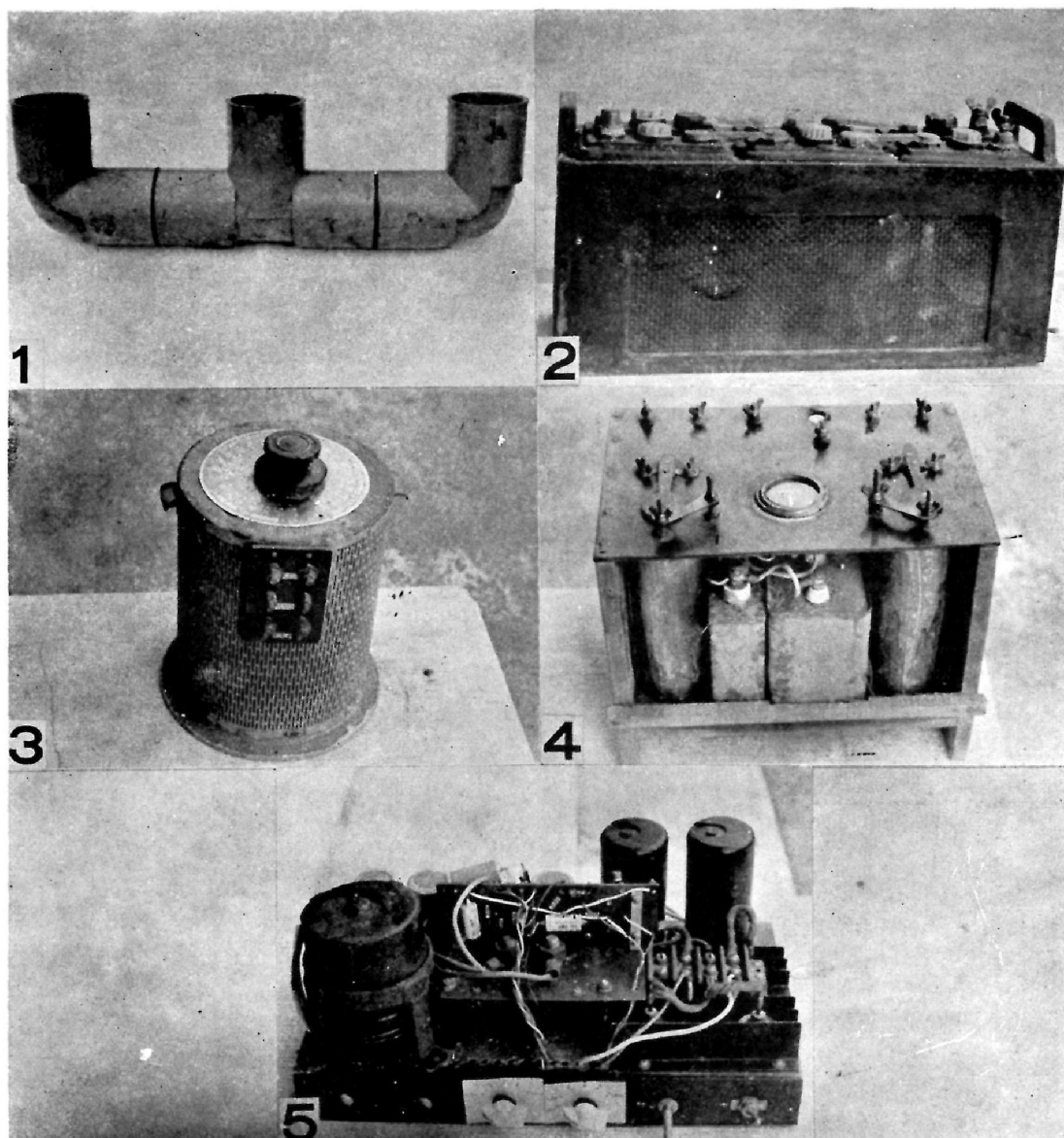
此期幼蟲使用斑節蝦之 P₁ (變成後期幼蟲第一天者) 及 P₂₀ (變成後期幼蟲第二十天者)。稚蝦則使用體長 2.2~3.0 cm 之斑節蝦。電極係在 3000 cc 之燒杯中進行，其中放置海水 1000 cc。電戟 P₁ 係使用電戟卵、無節幼蟲等時所使用之設備，即使用兩條平行之直徑 1.6 mm，長 9.5 cm 之黃銅線爲電極，兩極相距 2 cm；電戟 P₂₀ 及稚蝦時，則使用直徑 2.0 mm，長 15.5 cm 之黃銅線爲電極，兩極亦予以平行，其距離爲 2 cm。

四、成蝦 (Adult prawn) :

使用體長 7.6~9.5 cm 之砂蝦，電戟時係將砂蝦置於內徑 5.3 cm 之塑膠管中，此塑膠管中間有一 T 形接頭，兩端接 90° L 形接頭 (Plate 1)，上置電極通以各種不同強度之電流後移入 0.5 ton 圓型塑膠水槽，觀察其恢復所需時間並蓄養 24 hr。

電戟用之電流，直流電係使用 12V、120 A/hr (安培時) 之蓄電池 (Plate 2)；交流電則使用臺灣電力公司供給之 110V、60(週波) 之家庭用電，再經自藕式變壓器 (self coupling transformer) (Plate 3) 調整者；振動電流係以 12V、120 A/hr 蓄電池爲電源，經振動子 (vibrator) 供給者 (Plate 4)，脈動電流 (pulsed direct current) 係以臺灣電力公司供給之 110V、60 週波家庭用電爲電源，經脈動電流產生器 (pulsed direct current generator) 供給 (Plate 5)。

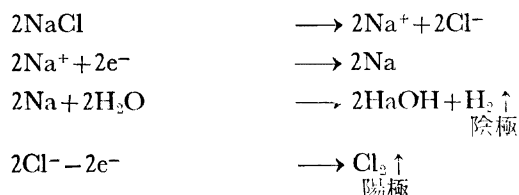
使用直流電電戟時，因爲海水中含有多量之氯化鈉，故可引起電解，鈉離子移向陰極，並從陰極獲得一個電子而成金屬鈉，金屬鈉很快的和水作用而產生氫氧化鈉和氫氣，氫氣由水中逸出，氯



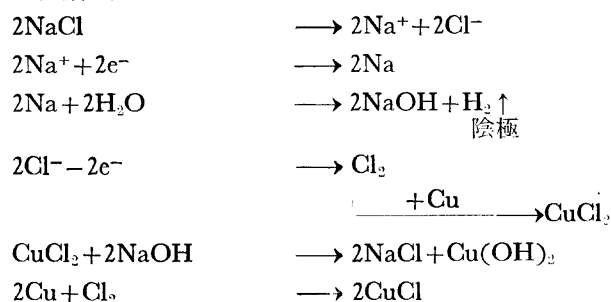
Explanation of Plate

1. The PVC pipe used in the electric stimulation of adult prawn.
2. Battery of 12 V and 120 A/hr.
3. Self coupling transformer of 110-220V/0~280V.
4. Vibrator.
5. Pulsed direct current generator.

離子則移向陽極將兩個額外電子移予陽極而成氯氣，一部份氯氣逸出，一部份則溶於水中，其反應式如下：



上述情況係採用碳棒為電極時之情形。但，一般電戟捕蝦漁法均採用黃銅線為電極。以銅線為電極時，由陰極逸出氫氣，但陽極則無氣體逸出，在陽極生成之氯氣很快地和銅作用而生成黃綠色之氯化銅（ CuCl_2 ），接着氯化銅再和陰極生成之氫氧化鈉作用，而生成藍綠色膠狀之氫氧化銅 [$\text{Cu}(\text{OH})_2$] 而浮於上層，底層則生成部份氯氣和銅離子作用之淺黃褐色之氯化亞銅（ CuCl ）溶液和白色之氯化亞銅沈澱，其反應式如下：



結 果 與 討 論

一、純電力影響

1. 抱卵母蝦與電戟之關係：

斑節蝦之抱卵母蝦施予各種電戟後之產卵情形，如其產卵數、孵化率等列如 Table 1。如 Table 1 所示，以直流電或交流電電戟，電流強度以 3A，電戟 1~3 sec，結果 6 尾斑節蝦之抱卵母蝦中除了一尾沒產卵外，其他 5 尾皆正常地產卵並孵化，孵化率且達 68.1~90.0%，不低於此次未加電戟之對照組，也和一般從事蝦苗繁殖時之孵化率，即 70~90%^{2), 3)} 不相上下。孵化後之無節幼蟲經 12 天之培育成爲 M_3 （第三期糠蝦期幼蟲），其由 N_1 （第一期無節幼蟲）至 M_3 之活存率爲 29.5~71.2%。一般大量繁殖蝦苗時之活存率 $N_1 \sim N_6$ （第六期無節幼蟲）爲 90%， Z_1 （第一期眼幼蟲）~ Z_3 （第三期眼幼蟲）爲 30~50%， M_1 （第一期糠蝦期幼蟲）~ M_3 爲 70%^{2), 3)}，因此，電戟對抱卵母蝦，似無不良影響。

目前臺灣南部地區包括澎湖，十數家蝦苗繁殖場所使用之草蝦之種蝦，大部份皆來自中洲一帶之漁民用電戟捕蝦漁法捕獲者。又如 Table 1 所示，電戟抱卵母蝦結果，產卵率高達 83.3%。此次由於飼育池之不足及餌料之缺乏未加以繼續飼育而就近放流於東港沿海，但 $N_1 \sim M_3$ 之活存率却達 29.5~71.2%，可知在適當之電流強度範圍內之電戟，對抱卵母蝦之促進產卵似有益處。一般從事斑節蝦之大量繁殖時其種蝦之產卵率相當低，今後似可進一步研討電戟與促進產卵之關係。

2. 卵與電戟之關係：

經予各種不同強度之電流電戟後之斑節蝦、紅尾蝦及草蝦之卵，移入 1000 cc 之燒杯中並予以充分打氣，於 12~13 hr 後觀察其孵化情形，其結果列如 Table 2。由 Table 2 可知，電戟蝦卵當電流強度提高至 3A，而電戟時間拉長至 5 sec 時，稍稍似有影響之外，在此範圍之下之電

載，對蝦卵無不良影響。一般來說，電流強度 3A，電載時間 4 sec 之範圍內之電載似可視為無害於蝦卵，但，超出此範圍者之影響情形，則有待今後之進一步探討。

3. 無節幼蟲與電載之關係：

經子斑節蝦及草蝦之無節幼蟲，分別以電流強度 3A 之不同電流電載後之影響列如 Table 3。如 Table 3 所示，直流電在電載時間 4 sec 以上及交流電在 5 sec 時，電載對無節幼蟲似有影響外，振動電流或脈動電流在電流強度 3A，電載時間在 5 sec 之內對無節幼蟲，似無不良影響。

4. 眼幼蟲與電載之關係：

以電流強度 3A 之不同電流，電載斑節蝦之眼幼蟲之影響，列如 Table 4，由 Table 4 可知，電流強度 3A，電載時間 5 sec 之內，直流電、交流電及振動電流或脈動電流之電載對眼幼蟲皆似無影響。

5. 糠蝦期幼蟲與電載之關係：

以電流強度 3A 之不同電流，電載斑節蝦之糠蝦期幼蟲之影響，列如 Table 5。由 Table 5 可知電載時間在 5 sec 之內，電流強度 3A 之下，直流電、交流電及振動電流或脈動電流對糠蝦期幼蟲亦皆似無影響。

6. 後期幼蟲與電載之關係：

對斑節蝦之後期幼蟲，以電流強度 3A 之不同電流電載之結果列如 Table 6。由 Table 6 可知，電流強度 3A，電載時間在 5 sec 之內，直流電、交流電及振動電流或脈動電流對後期幼蟲亦皆似無影響。

7. 稚蝦與電載之關係：

以電流強度 3A 之不同電流，電載斑節蝦稚蝦之影響，列如 Table 7。由 Table 7 可知，在電流強度 3A，電載時間在 5 sec 之範圍內，以直流電、交流電及振動電流或脈動電流電載稚蝦，皆無影響。

8. 成蝦與電載之關係：

對不同體長之砂蝦之成蝦，使用不同強度之交流電（每秒60週波），以及不同電載時間電載時之影響，列如 Table 8。如 Table 8 所示，砂蝦之體長在 7.6~9.5 cm 之範圍內，電載時間雖延至 5 sec，只要電流強度在 4A 之內時，電載後雖然有一段時間會麻痺但仍可回復。不過，電流強度增加至 5A 時，電載時間雖縮短至 4 sec，砂蝦亦將死亡，再增加電流強度至 10A，電載時間再縮短至 2 sec，亦會致死。但，電載時間在 1 sec 之內時，電流強度雖高至 15A，亦將於 1 min 36 sec 之後，即由麻痺狀態回復。由此可知，砂蝦在此體長範圍內，電流強度不超過 4A，電載時間不超過 5 sec 或電流強度雖增至 15A，但電載時間縮短於 1 sec 之內，即為安全範圍。不過，在實際作業時，因所使用之電極和漁場底質之不同，此所謂之安全範圍亦有所不同。至於各種不同條件下之個別安全範圍，則有待今後之繼續探討。

由此次試驗所得之成蝦之安全範圍，和前述之卵及各期幼蟲之安全範圍，相差不大。

綜合上述之結果，就純電力影響論之，使用直流電、交流電、振動電流或脈動電流，電流強度在 3A 以下，電載時間在 4 sec 之內，則對卵之孵化以及無節幼蟲之活存，似無不良影響。至於眼幼蟲，糠蝦期幼蟲、後期幼蟲及稚蝦之活存，電載時間則似可延至 5 sec。魚、蝦在水中所感受之電壓和體長之立方成正比¹⁾，故在同樣之電流強度下，體長愈小者所感受之電位差愈小，因此電載捕蝦漁法在純電力所造成之電載影響，小蝦較大蝦為小。一般迫使蝦類由砂中躍出之電場強度約為 4~5V²⁾即可。斑節蝦等 6 種蝦類之各期幼蟲之體長如 Table 9 所示，其中例如各種蝦類之 P₁ 之體長範圍為 3.14~5.70 cm^{2),3)}，如此之體長範圍，在上項電場強度中，僅在靠近電極者才感受微弱的電載影響。

二、生成物之影響：

生成物係指使用直流電電載時之產物。

1. 水中氯含量對蝦卵之孵化、各期幼蟲及稚蝦活存之影響：

水中氯含量對斑節蝦卵孵化率、各期幼蟲及其稚蝦活存之影響，列如 Table 10。氯氣能溶解於水，而成氯水，當水中含有氯氣時，如 Table 10 所示，最敏感者為無節幼蟲及眼幼蟲，含量達 0.5 ppm 時無節幼蟲及眼幼蟲之活力均變弱，體外被有一層粘液，沈於槽底，不能脫皮而致死。含量達 0.7 ppm 時眼幼蟲即死。達 1 ppm 時，糠蝦期幼蟲亦死。卵之孵化率亦隨着含量之增高顯着地降低，含量達 0.5 ppm 時孵化率已降至 50% 之下，含量達 2 ppm 時卵即不能孵化。後期幼蟲亦於含量達 2 ppm 時致死。稚蝦則於含量達 3 ppm 才致死。一般上氯含量達 0.5 ppm，即可視為有害於資源。

2. CuCl 對蝦卵之孵化、各期幼蟲及稚蝦活存之影響：

CuCl 對草蝦卵之孵化率、各期幼蟲及紅尾蝦之稚蝦活存之影響，列如 Table 11。

CuCl 對蝦卵及各期幼蟲之毒害此氯為甚，如 Table 11 所示，含量僅達 0.2 ppm，蝦卵即不能孵化，各期幼蟲亦無法活存。稚蝦抵抗力稍強，但含量至 2 ppm 時已有死亡現象，含量達 5 ppm 時，其活存率已降至 50%。

3. CuCl₂ 對蝦卵之孵化、各期幼蟲及稚蝦活存之影響：

CuCl₂ 對草蝦卵孵化率、各期幼蟲及紅尾蝦之稚蝦活存之影響，列如 Table 12。如 Table 12 所示，CuCl₂ 對蝦卵、後期幼蟲以及稚蝦之毒害影響稍較 CuCl 弱微，對稚蝦含量達 5 ppm 以上才稍具毒害，但對無節幼蟲和眼幼蟲之影響，則含量達 0.2 ppm 即無法活存。

4. Cu(OH)₂ 對蝦卵之孵化、各期幼蟲及稚蝦活存之影響：

Cu(OH)₂ 對草蝦卵孵化率，各期幼蟲及紅尾蝦之稚蝦活存之影響，列如 Table 13。Cu(OH)₂ 之濃度在 5 ppm 之內，如 Table 13 所示，對蝦卵之孵化和稚蝦之活存，似無毒害，對無節幼蟲、眼幼蟲、糠蝦期幼蟲及後期幼蟲之影響亦均較 CuCl 及 CuCl₂ 微弱。

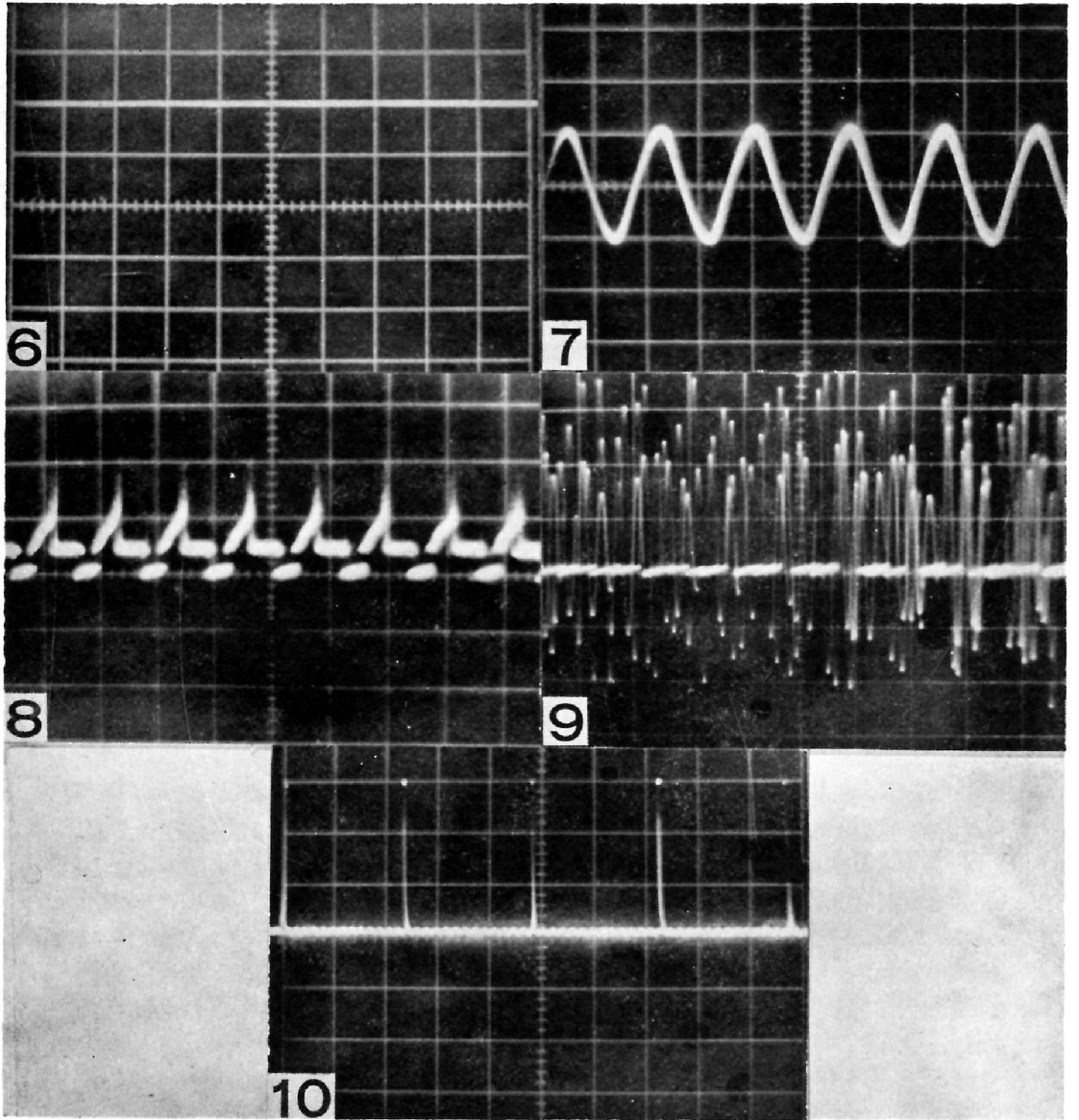
使用直流電電載時，除上述之氯氣、CuCl、CuCl₂ 及 Cu(OH)₂ 外，尚有在陰極生成之氫氣，不過，氫氣不溶於水，很快就由水中逸出，至於，另外生成之氫氧化鈉，亦因蝦曳網船通常皆以 1.5 Kts 曳網，故會很快地被海水稀釋，而不致於構成毒害，足以構成毒害之生成物，係如 Tables 10, 11, 12 & 13 所示之氯氣、CuCl、CuCl₂ 及 Cu(OH)₂ 等四種，皆具有不可忽視之危害作用，但此等生成物之產生，僅限於使用直流式捕蝦器時，而此式捕蝦器雖可利用其趨陽極性，增加魚、蝦類入網之機會，但由於耗電量大和電極之腐蝕甚速，迄今已完全被淘汰，故此等生成物之毒害不必再考慮。

根據觀察，蝦類在水槽中，以交流電電載，當電流強度慢慢增加時，蝦體略為上浮，各游泳肢不停的划動，呈現不安的樣子，若電流再增強時，躍出水面，企圖脫離電場，或蝦體儘量向上或向下彎曲，以減少所感受的電壓。當蝦體與電極垂直時即停止其游動，再增強電流，則作劇烈之跳動，接着麻痺以致死亡。如在短時間內通以強電流，即立即僵直死亡。以直流電 (Plate 6) 電載時，則需要較大的電流才有反應，但有趣陽極性之現象，若以脈動電流電載時，較低的電流即可使蝦感電，同時亦有趣陽極性現象。

魚、蝦受電載感電而麻痺甚而致死，在直流電時，係與電流強度以及電載時間之長短有關；但在交流電和振動電流或脈動電流時，則除了電流強度和電載時間之長短外，尚與電載頻度有關⁶⁾。

$$\text{以平均電流電載時} \quad I \cdot \sqrt{t} = k$$

$$\text{以強電流電載時} \quad \frac{I}{\sqrt{n}} = k$$



Explanation of Plate

6. Oscillogram of direct current (6 V/cm).
7. Oscillogram of alternating current (10 msec/cm, 1 V/cm).
8. Oscillogram in the joint point of Vibrator.
9. Oscillogram of oscillatory current (5 msec/cm, 1 V/cm).
10. Oscillogram of pulsed direct current (10 msec/cm, 1 V/cm).

I 爲電流強度、t 爲電載時間
n 爲頻度、k 爲常數

由上式可知以平均電流電載要達到某一電載效果，電流強度和時間的平方根成反比。以強電流電載時，電流強度和電載頻度之平方根成此比。本試驗使用之交流電爲臺灣電力公司之家庭用電，每秒60週波，電載頻度爲120次(Plate 7)正。振動電流使用振動子式捕蝦器時，其接觸點每秒振動160~180次(Plate 8)，所產生之振動電流波形圖如Plate 9所示。使用電子振盪式捕蝦器(electronic oscillatory type shrimp gear)時，每秒產生40次脈波(Plate 10)，故在同樣之電流強度下，直流電及交流電式捕蝦器(DC & AC type shrimp gear)之耗電量較大，振動子式捕蝦器次之，以電子振盪式捕蝦器耗電量爲最小，又，電子振盪式捕蝦器具有將於下文所述之諸多優點，所以今後之電載捕蝦器改以此式爲宜。

海水之阻抗非常低，故一般捕蝦器在水中之有效電場範圍僅30cm左右，蝦曳網船以1.5 Kts曳網時，如蝦潛伏於砂中不動，其所能受到之最長電載時間將不超過0.4 sec。根據本式驗結果，電載時間在4 sec之內，只要電流強度不超過3A，就是以交流電電載，對蝦類資源亦可視爲無太大之弊害。又如上所示，電載時魚、蝦在水中感受之電壓和體長之立方成正比，因此小蝦較大蝦所受之電載影響爲小，卵及各期幼蟲所受之影響更比小蝦者爲小，所以電載捕蝦漁法如能妥善運用，對資源保護實有益處。

綜合上述之諸結果，今後假使能開發電子振盪式捕蝦器，而在適當的電流強度、電載時間、電載頻度下作業，則電載捕蝦漁法對蝦類資源似可認爲無不良之影響。但，目前在臺灣正式或非正式裝上電載設備之二千餘艘之蝦曳網船，所使用之交流發電機電力範圍已在2.8 kw至40 kw之間，以此電力作電載捕蝦，非但耗電力大，電載時間長，電流強度又大，確有嚴重影響資源之虞。另外，日後既使開放最無害於資源之電子振盪式捕蝦器時，也應限制單位作業範圍內之蝦曳網船數目，否則過於密集時，因爲，此種電載捕蝦漁法之效果至爲良好，易於導致“過漁”，而同樣會造成嚴重影響資源之後果。又，雖然此次試驗結果，在適當之電載範圍，電載對蝦類資源似無不良影響，然而，由於蝦曳網船之密集，一次又一次地緊接着予以電載，想必定有影響，故經過電載回復之蝦卵及其各期幼蟲之生理、生態仍待今後之繼續研究。

摘 要

本篇係從事“電載捕蝦漁法”之一系列研究中，探討對蝦類資源之影響一題。以直流電、交流電及振動電流或脈動電流等四種電流，並以不同之電載時間，分別電載抱卵母蝦、卵、各期幼蟲，稚蝦及成蝦，獲得如下之結果：

1. 抱卵母蝦經電流強度3A，電載時間1~3 sec之直流電或交流電分別電載結果仍能正常產卵，並且6尾中竟有5尾產卵。卵之孵化率也達68.1~90.0%，又其第一期無節幼蟲培育至第三期糠蝦期幼蟲之存活率達29.5~71.2%，此成活率不下於一般大量繁殖蝦苗者，因此，電載對抱卵母蝦似無不良影響。
2. 電流強度3A，電載時間在4 sec之範圍內之電載，似可視爲無害於蝦卵及無節幼蟲。
3. 無論是直流電、交流電、振動電流或脈動電流，在電流強度3A，電載時間在5 sec之內之電載對眼幼蟲、糠蝦期幼蟲、後期幼蟲及稚蝦，似無不良之影響。
4. 成蝦(體長7.6~9.5 cm之砂蝦爲例)在電流強度不超過4A，電載時間不超過5 sec，或電流強度雖增加至15A，但電載時間縮短於1 sec之內爲安全範圍，在此範圍內受到電載麻痺後仍能回復。
5. 使用直流電電載時，會有氯氣、CuCl、CuCl₂及Cu(OH)₂等生成物產生，此等生成物對

蝦卵及各期幼蟲具有不可忽視之危害作用，其中以 CuCl 之毒害為甚，但，直流電式捕蝦器，因其耗電量大又其電極易於腐蝕，故迄今已完被淘汰，因此，此等生成物之毒害因素，可不必再考慮。

6. 依據電載頻度，在同樣之電流強度下，直流電及交流電式捕蝦器之耗電量較大，振動子式捕蝦器次之，以電子振盪式捕蝦器耗電量為最小，又，電子振盪式捕蝦器具有將於下文所述之諸多優點，所以今後之電載捕蝦器改以此式為宜。

7. 電載時魚、蝦在水中感受之電壓和體長之立方成正比，因此，小蝦較大蝦所受之電載影響為小，卵及各期幼蟲所受之影響更比小蝦者為小。一般迫使蝦類由砂中躍起之電場強度約為 $4\sim 5\text{V}$ ，在此電場強度中，各期幼蟲所受之影響實為微乎其微。因此，電載捕蝦漁法如能妥善運用，對資源保護反有益處。

8. 綜合此次之試驗結果，今後以電子振盪式捕蝦器，而在電流強度 3A ，電載時間 4 sec 之安全範圍內作業，則電載捕蝦漁法對蝦類資源似可視為無不良之影響，但此法效率非常高，故應限制單位作業範圍內之蝦曳網船數目，以免導致嚴重影響資源之“過漁”現象發生。

謝 辭

本試驗承農復會和國科會之經費補助，並承農復會陳同白顧問之鼓勵，及東港分所全體同仁，尤其助理員曾金菊小姐及林文山、董炳生、潘慶碑、黃清淵諸君之協助，以及聯合海產邵桶貴君之提供部份材料，謹誌此藉表謝忱。

參 考 文 獻

1. 黃秋雁 (1969): 臺灣電氣捕蝦之調查，中國水產，第 200 期，14~16。
2. 廖一久 (1970): 蝦類繁殖試驗，中國水產，第 205 期，3~10。
3. Liao, I. C. and T. L. Huang (1970): Experiments on the propagation and culture of prawns in Taiwan. Presented at the Symposium on Coastal Aquaculture, IPFC 14th Session, Bangkok, Thailand, Nov. 18~27.
4. 黑木敏郎 (1955): 電載漁法，技報堂，東京，pp. 178.
5. Seidel, Wilber R. (1969): Design, construction, and field testing of the BCF electric shrimp-trawl system. Fishery Industrial Research, 4(6), 214~230.
6. 本城市次郎 (1967): 生物學ハンドブック (第 9 版)，岩波全書 174，pp. 207~208.

Table 1. Effect of electric stimulation on the spawning and hatching rate of *Penaeus japonicus*

No. of experiment	Current		Stimulating period	Number of specimen	Date							Hatching rate	Survival rate*
	Source	Intensity			April 11	April 12	April 13	April 14	April 15	April 16	April 23		
1	DC	3A	1 sec	1	Electric stimulation	56,500 E	46,200 N ₁	—	38,951 Z ₁	—	21,900 M ₃	81.8%	47.4%
2	"	3A	2 sec	1	"	49,500 E	44,550 N ₁	—	42,991 Z ₁	—	18,900 M ₃	90.0%	42.4%
3	"	3A	3 sec	1	"	—	—	—	—	—	—	—	—
4	AC	3A	1 sec	1	"	48,000 E	37,050 N ₁	—	36,408 Z ₁	—	18,000 M ₃	77.2%	48.6%
5	"	3A	2 sec	1	"	—	105,000 E	88,000 N ₁	—	53,250 Z ₁	25,950 M ₃	83.8%	29.5%
6	"	3A	3 sec	1	"	51,300 E	34,950 N ₁	—	45,492 Z ₁	—	24,900 M ₃	68.1%	71.2%
7	Control	0	0	1	—	—	52,500 E	39,000 N ₁	—	33,375 Z ₁	18,450 M ₃	74.3%	47.3%

DC=Direct current

AC=Alternating current

E=Eggs, N₁=Nauplius 1st instar,

Z₁=Zoea 1st instar,

M₃=Mysis 3rd instar

* Survival rate achieved by the 3rd instar of mysis stage from the 1st instar of nauplius stage.

Table 2. Effect of electric stimulation on the hatching rate of various species of shrimp

Species	Current source	Current generator	Current intensity	Number of tested eggs	Survival rate after different stimulating period									
					0 sec	0.2 sec	0.4 sec	0.6 sec	0.8 sec	1 sec	2 sec	3 sec	4 sec	5 sec
<i>P. japonicus</i>	DC	Battery	3A	100	56	50	56	34	56	28	44	68	46	36
<i>P. penicillatus</i>	AC	House electricity	0.5A	100	74	64	83	68	60	70	67	64	53	67
<i>P. penicillatus</i>	AC	"	1A	100	48	81	63	66	67	81	68	69	67	75
<i>P. penicillatus</i>	AC	"	2A	100	69	63	63	66	75	69	55	62	71	56
<i>P. japonicus</i>	AC	"	3A	100	60	78	60	58	58	56	56	66	54	24
<i>P. monodon</i>	OC	Vibrator	1A	100	62	72	68	72	80	72	66	68	68	60
<i>P. monodon</i>	OC	"	3A	100	68	64	64	60	60	60	72	70	58	42
<i>P. japonicus</i>	PC	Pulsed direct current generator	3A	100	60	64	70	68	44	66	62	64	62	48

OC=Oscillatory current

PC=Pulsed direct current

Table 3. Effect of electric stimulation on the survival rate of nauplii of *P. japonicus* and *P. monodon*

Current source	Current generator	Species	Number of tested specimen	Survival rate after different stimulating period									
				0 sec	0.2 sec	0.4 sec	0.6 sec	0.8 sec	1 sec	2 sec	3 sec	4 sec	5 sec
DC	Battery	<i>P. japonicus</i>	100	90	90	92	94	88	82	92	84	54	60
AC	House electricity	<i>P. monodon</i>	100	68	79	69	88	68	72	69	80	76	27
OC	Vibrator	<i>P. japonicus</i>	100	84	86	84	80	88	96	78	92	42	92
PC	Pulsed direct current generator	<i>P. monodon</i>	100	73	58	60	61	60	75	84	73	66	77

Table 4. Effect of electric stimulation on the survival rate of zoea of *P. japonicus*

Current source	Current generator	Number of tested specimen	Survival rate after different stimulating period									
			0 sec	0.2 sec	0.4 sec	0.6 sec	0.8 sec	1 sec	2 sec	3 sec	4 sec	5 sec
DC	Battery	100	30	32	26	64	40	50	38	48	64	64
AC	House electricity	100	68	64	58	48	68	68	60	52	52	46
OC	Vibrator	100	44	28	24	62	40	68	66	66	42	56
PC	Pulsed direct current generator	100	22	24	18	40	20	52	42	24	16	20

Table 5. Effect of electric stimulation on the survival rate of mysis of *P. japonicus*

Current source	Current generator	Number of tested specimen	Survival rate after different stimulating period									
			0 sec	0.2 sec	0.4 sec	0.6 sec	0.8 sec	1 sec	2 sec	3 sec	4 sec	5 sec
DC	Battery	100	22	20	16	10	22	18	18	14	22	10
AC	House electricity	100	16	14	52	46	22	38	22	10	16	16
OC	Vibrator	100	42	46	52	64	42	68	84	84	40	70
PC	Pulsed direct current generator	100	50	56	52	56	50	48	46	56	52	50

Table 6. Effect of electric stimulation on the survival rate of post-larva of *P. japonicus*

Current source	Current generator	Number of tested specimen	Survival rate after different stimulating period									
			0 sec	0.2 sec	0.4 sec	0.6 sec	0.8 sec	1 sec	2 sec	3 sec	4 sec	5 sec
DC	Battery	100	50	52	42	40	52	54	56	54	52	40
AC	House electricity	100	54	52	56	54	52	52	48	54	48	58
OC	Vibrator	100	48	50	46	52	54	54	50	54	40	46
PC	Pulsed direct current generator	100	52	54	54	56	52	56	54	52	50	54

Table 7. Effect of electric stimulation on the survival rate of juvenile of *P. japonicus*

Current source	Current generator	Number of tested specimen	Survival rate after different stimulating period									
			0 sec	0.2 sec	0.4 sec	0.6 sec	0.8 sec	1 sec	2 sec	3 sec	4 sec	5 sec
DC	Battery	30	26	28	22	20	28	26	28	29	27	22
AC	House electricity	30	28	27	29	28	27	27	27	24	28	30
OC	Vibrator	30	21	22	20	25	25	26	24	27	22	23
PC	Pulsed direct current generator	30	25	28	28	28	27	26	28	28	26	26

Table 8. Results of electric stimulation on adult *Metapenaeus monoceros* with various intensity of alternating current and stimulating period

Body length (cm)	Current intensity	Result after various stimulating period				
		1 sec	2 sec	3 sec	4 sec	5 sec
8.3—9.3	1A	recover immediately	recover after 50" paralysis	recover after 1' 15" paralysis	recover after 3' 5" paralysis	recover after 5' stiffness
8.5—9.5	2A	recover immediately	recover after 2' 7" paralysis	recover after 2' 47" paralysis	recover after 4' 43" paralysis	recover after 15' stiffness
8.5—9.0	3A	recover after 30" paralysis	recover after 2' 30" paralysis	recover after 3' paralysis	recover after 5' 50" paralysis	recover after 20' stiffness
8.8—9.1	4A	recover after 30" paralysis	recover after 3' 4" paralysis	recover after 4' 9" paralysis	recover after 40' paralysis	recover after 30' stiffness
8.7—9.0	5A	recover after 1' paralysis	recover after 3' 4" paralysis	recover after 4' 30" paralysis	become stiff and die later	become stiff and die
7.6—8.4	10A	recover after 1' 20" paralysis	become stiff and die	become stiff and die	become stiff and die	become stiff and die
8.0—8.2	15A	recover after 1' 36" paralysis	become stiff and die	become stiff and die	become stiff and die	become stiff and die

Table 9. Size of eggs and larvae of six species of shrimps^{2),3)}

(Unit : mm)

Species	Stage Egg	Nauplius	Zoea	Mysis	Post larva
		N ₁ —N ₆	Z ₁ —Z ₃	M ₁ —M ₃	P ₁
<i>P. japonicus</i>	0.25	0.32—0.50	0.92—2.50	2.83—4.34	4.90
<i>P. monodon</i>	0.24	0.32—0.53	1.02—2.75	3.40—4.37	5.01
<i>P. semisulcatus</i>	0.26	0.33—0.53	1.02—2.71	3.38—4.74	5.22
<i>P. teraoi</i>	0.27	0.33—0.55	1.03—2.93	3.93—4.93	5.70
<i>Metapenaeus monoceros</i>	0.22	0.28—0.41	0.82—1.91	2.40—3.30	3.47
<i>M. joyneri</i>	0.22	0.30—0.44	0.86—1.63	2.20—3.02	3.41

Table 10. Effect of Cl₂ concentration on egg, larva and juvenile of *P. japonicus*

Cl ₂ concentration	Number of specimen	Stage	Hatching rate of egg	Nauplius	Zoea	Mysis	Post larva (P ₁₀)	Juvenile (1.9—2.9cm)
0 ppm	100		90%	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
0.1 ppm	100		80%	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
0.2 ppm	100		74%	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
0.3 ppm	100		80%	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
0.5 ppm	100		48%	Weak in action and then die	Weak in action and then die	Normal	Normal	Normal
0.7 ppm	100		20%	Weak in action and then die	Dead	Normal	Normal	Normal
1 ppm	100		10%	Weak in action and then die	Dead	Dead	Low survival rate	Normal
2 ppm	100		0	Dead	Dead	Dead	Dead	Normal
3 ppm	100		0	Dead	Dead	Dead	Dead	Dead
5 ppm	100		0	Dead	Dead	Dead	Dead	Dead

Table 11. Effect of CuCl on egg and larva of *P. monodon* and juvenile of *P. penicillatus*

Species	Stage	Number of specimen	Effect of different concentration of CuCl on hatching rate & survival rate										
			0 ppm	0.2 ppm	0.4 ppm	0.6 ppm	0.8 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	4 ppm	5 ppm	
<i>P. monodon</i>	Egg	100	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. monodon</i>	Nauplius	100	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. monodon</i>	Zoea	100	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. monodon</i>	Mysis	100	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. monodon</i>	Post larva	100	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. penicillatus</i>	Juvenile	100	100	100	100	100	100	90	70	50	70	50	

Table 12. Effect of CuCl₂ on egg and larva of *P. monodon* and juvenile of *P. penicillatus*

Species	Stage	Number of specimen	Effect of different concentration of CuCl ₂ on hatching rate & survival rate										
			0 ppm	0.2 ppm	0.4 ppm	0.6 ppm	0.8 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	4 ppm	5 ppm	
<i>P. monodon</i>	Egg	100	78	18	8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. monodon</i>	Nauplius	100	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. monodon</i>	Zoea	100	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. monodon</i>	Mysis	100	50	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. monodon</i>	Post larva	100	50	20	20	10	10	0	0	0	0	0	0
<i>P. penicillatus</i>	Juvenile	100	90	100	90	100	100	100	100	100	100	100	80

Table 13. Effect of Cu(OH)₂ on egg and larva of *P. monodon* and juvenile of *P. penicillatus*

Species	Stage	Number of specimen	Effect of different concentration of Cu(OH) ₂ on hatching rate & survival rate										
			0 ppm	0.2 ppm	0.4 ppm	0.6 ppm	0.8 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	4 ppm	5 ppm	
<i>P. monodon</i>	Egg	100	44	44	46	56	30	30	50	48	22	64	
<i>P. monodon</i>	Nauplius	100	80	60	50	50	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. monodon</i>	Zoea	100	70	25	20	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. monodon</i>	Mysis	100	50	10	10	0	0	15	5	0	0	0	0
<i>P. monodon</i>	Post larva	100	60	45	35	40	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. penicillatus</i>	Juvenile	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100

池中養成紅尾蝦*之種蝦速報

Note on the Cultured Spawner of Red-tailed Prawn

Penaeus Penicillatus Alcock**

廖 一 久

I-Chiu Liao***

(Received Oct. 30, 1973)

The problem of finding possible ways and means to culture young shrimp, under controlled conditions, to become spawners for the purpose of mass production of the much needed shrimp seeds has attracted worldwide attention. During recent years the Tungking Marine Laboratory has been engaged in conducting research on this challenging problem. Some of the results obtained are summarized as follows:

1. On October 24, 1972, 60 young *Penaeus penicillatus*, with an average body weight of 19.95 g (propagated at the Laboratory on April 24 of the same year) were stocked in 2 outdoor cement ponds of 2.5×1.5×0.6 m each. Trash fish and shrimps were used as feed.

On April 3, 1973 after 162 days of rearing, the average body weight reached 39.98 g. On July 24, 8 female and 16 male specimens were transferred into an indoor cement tank of 7×2.5×1.5 m. One month later, one of them was found possessing mature ovary. Two weeks later, another prawn had mature ovary too. The latter was dissected for examination and measurement. The dark-green ovary weighed 5.51 g, with a GSI of 8.99.

2. Tissue sections showed the presence of one nucleus, few nucleoli, and also jelly-like substance just inside the membrane of the ovarian eggs. There was a thin layer of follicle cells surrounding the egg membrane. The egg diameters ranged from 0.133 mm to 0.263 mm, averaging 0.18 mm. The state of development of this ovary was in its maturation stage.
3. On another occasion, one cultured *P. monodon* was found also to have grown to become a spawner. It was transferred to a 0.5 ton plastic tank and spawning occurred. However, there was no cleavage of the eggs, probably due to either (1) the specimen had not mated or (2) the eggs had not reached full maturity.
4. In total, two cultured spawners of *P. penicillatus* and one cultured spawner of *P. monodon* have been produced in the Tungking Marine Laboratory up to now. Studies on the mechanism of maturation and suitable environmental conditions to induce maturation of prawn are to be continued and intensified.

* 紅尾蝦 (*Penaeus penicillatus* Alcock) 係指臺灣布袋地區所稱之紅蝦，以及東港地區所稱之白棘，因為此蝦之特徵為尾扇 (uropods) 後半部帶紅褐色，所以筆者改稱之為紅尾蝦。

** 東港分所研究報告 A-21號 (Contribution A No. 21 from the Tungking Marine Laboratory)

*** 臺灣省水產試驗所東港分所 (Tungking Marine Laboratory, Taiwan Fisheries Research Institute)

前 言

海產蝦類之養殖，由於藤永及橘高^{1), 2)}等開發並確立大量繁殖蝦苗之技術，以及最近有關蝦類集約養殖之初步成功^{3), 4)}，已着實向前邁進了一步。然而，爲了更進一步確立養殖技術，在蝦苗繁殖方面，仍需提高活存率，集約養殖方面更需積極研究其生理、生態以及早日開發人工餌料；此外，種蝦之池中培育更爲日益重要，刻不容緩之題目之一。試觀淡水蝦，目前世界各地之繁殖工作者均極易由池中育成種蝦，因之其繁殖之基要步驟能大大地簡化。

有關培育海產種蝦之研究工作，在美國有 National Fisheries Service Gulf Coastal Fisheries Center (其前身即 Biological Laboratory, Galveston, Texas) 之 Dr. Dov Grajcer 等正從事以蝦類賀爾蒙促進其成熟之研究；日本方面雖然曾在池中育成斑節蝦 (*Penaeus japonicus*) 之種蝦⁵⁾，但繁殖用之種蝦欲完全以其爲來源仍甚困難，故目前以東京大學日比谷教授爲中心之一羣研究者，正由生殖生理方面積極展開此項研究工作；臺灣方面，臺灣省水產試驗所東港分所之一羣研究者，近年來極力利用較適宜之環境培育種蝦，也在向此問題挑戰中。

此次，筆者在培育種蝦之預備試驗中，獲得二尾成熟之紅尾蝦 (*Penaeus penicillatus*)，解剖其中之一尾，檢查其卵巢發育情形，茲敘述所得結果如下：

材 料 及 方 法

此一 *P. penicillatus* 係1972年4月24日於東港分所施行大量繁殖後所得之一羣蝦苗中之一尾。此羣蝦苗部份在東港分所飼養，於同年10月24日選取60尾(平均體重 19.95g)，分兩組飼育。利用室外之 2.5×1.5×0.6m 水泥池 (Plate 1)，每天換水，其量爲全水量之 $\frac{1}{3}$ ，並予以充分打氣，餌料爲下雜魚、蝦，飼養至翌年4月3日，共飼育162日，體重達 39.98g，每尾平均成長 20.03g。此後又繼續飼養於室外之原水泥池，至7月24日方移入室內之 7×2.5×1.5m 水泥池 (此池係以尼龍網分隔爲二所成，原池爲 7×5×1.5m，參見 Plate 2)，此次共選取 8 ♀ 及 16 ♂ 合計 24 尾，飼育期間每約隔三天，注排水一次，每次約更換 $\frac{1}{3}$ 池水，且予以充分打氣，餌料亦投予下雜魚、蝦。此室內之光度，晝間爲 200~1300 lux。

飼育期間之水溫範圍爲 21.7~30.7°C，鹽分範圍爲17.11~29.3‰。

發現雌蝦之背部具有暗褐色縱行帶狀之卵巢時，經妥予拍照並測量及解剖，取出其卵巢後即以 Bouin solution 固定供作切片用，然後用 Delafield's hematoxylin 及 eosin 染色，以便檢鏡瞭解卵巢之成熟程度。

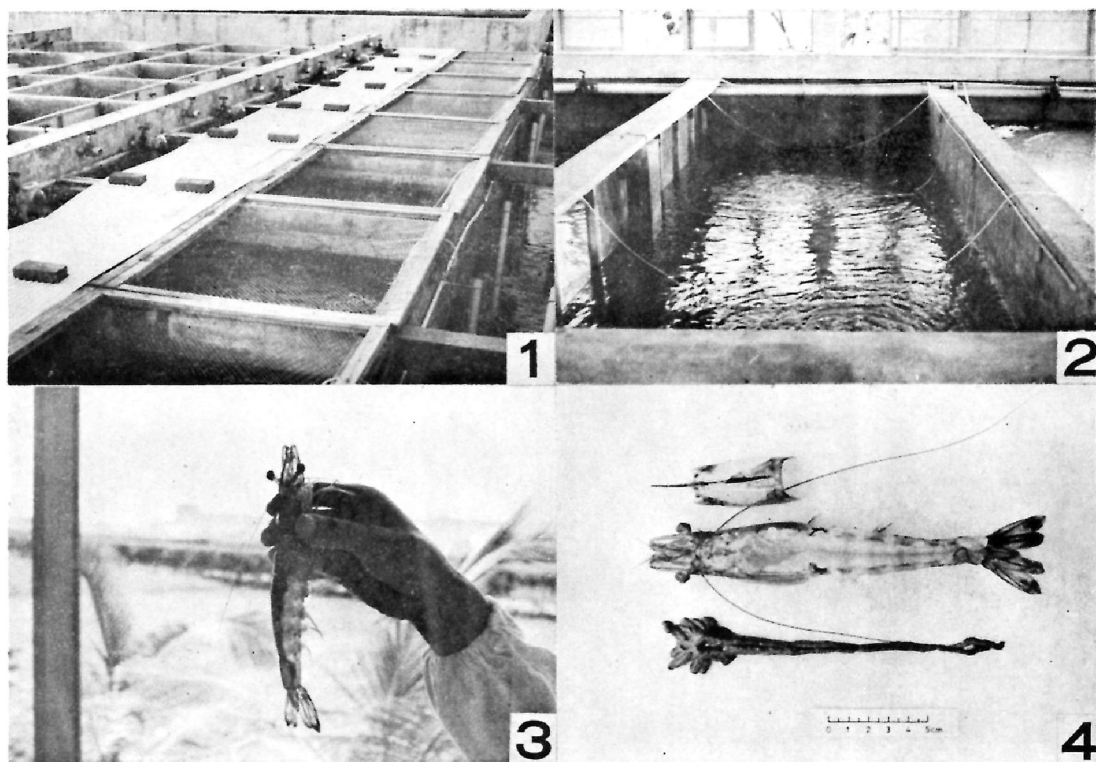
結 果 及 討 論

8月28日發現於同年7月24日，由室外水泥池移入室內水泥池之8尾雌蝦中，透過其外殼可看出其背部具有暗褐色縱行帶狀之卵巢者已有5尾。其中一尾其帶狀卵巢粗大，且在第1體節背上之部份已呈明顯之三角形，然而9月5日再作檢查時，其卵巢已消失，可能已排卵，至於其他4尾之帶狀卵巢則仍未增粗。

9月11日再次檢查時，又發現一尾雌蝦，其卵巢外形粗大，示如 Plate 3，茲將測定結果列如 Table 1：

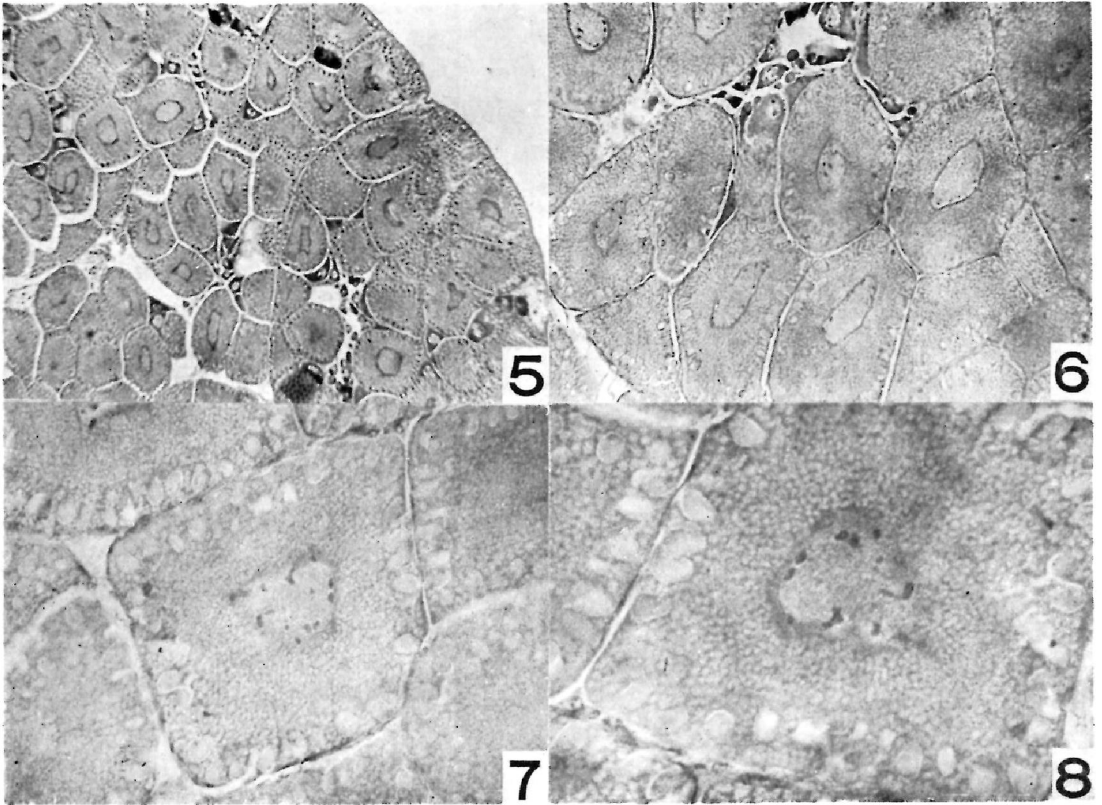
Table 1. Measurements of the cultured spawner of red-tailed prawn, *P. penicillatus*

T. L. (cm)	B. L. (cm)	C. L. (cm)	B. W. (g)	O. W. (g)	GSI	Remarks
—	17.56	4.48	61.25	5.51	8.99	Ovary dark green



Explanation of Plate

- | | |
|---|---|
| <p>1. Outdoor cement rearing tanks.</p> <p>3. A cultured spawner of <i>Penaeus penicillatus</i>, showing its mature ovary on the back, visible through the shell.</p> | <p>2. Indoor cement rearing tank.</p> <p>4. The entire ovary and the dissected prawn.</p> |
|---|---|



Explanation of Plate

5. Cross section of ovary (25 X), showing most eggs in their maturation stage.
6. Comparison of eggs in young stage and in maturation stage (100 X).
7. Ovarian eggs in maturation stage possess jelly-like substances just inside of the circumference of the cell membrane (200 X).
8. A more clearly magnified egg section in maturation stage (300 X), showing a large nucleus and many nucleoli.

如 Table 1 所示，該卵巢重 5.51 g，呈深草綠色，GSI 達 8.99。通常由外海捕獲之成熟 *P. penicillatus* 之 GSI 約為 8.3~11.6 (Table 2)，故此尾可能已達成熟階段。據筆者等調查成熟草

Table 2. State of maturity of some red-tailed prawn, *P. penicillatus*, collected from natural waters around Tungkan

Date	T. L. (cm)	B. L. (cm)	C. L. (cm)	B. W. (g)	O. W. (g)	GSI	Remarks
'69-8-5	22.30	19.70	5.20	102.0	9.1	8.92	Ovary grass green. Mature
'70-7-24	15.79	13.53	3.43	31.0	3.3	10.65	"
'70-8-7	22.02	19.31	5.40	98.0	8.4	8.57	"
'70-4-1	20.27	17.39	4.64	67.2	5.6	8.33	Ovary dark green. Mature
"	18.89	16.10	4.07	52.7	5.1	9.68	"
"	21.30	18.49	4.88	82.6	9.2	11.14	"
'71-4-13	21.63	18.44	5.04	79.2	9.2	11.62	Ovary grass green. Mature
'71-6-7	—	18.33	4.90	84.7	7.1	8.38	"
'71-6-21	22.20	19.18	5.13	98.1	8.7	8.87	"
"	22.53	19.61	5.18	98.1	9.7	9.89	"

蝦 (*P. monodon*) 之 GSI 結果約為 11.4~19.5⁶⁾，與之相比，*P. penicillatus* 之 GSI 略小。

此尾之卵巢組織切片示如 Plate 5~8，切片顯示各卵巢卵 (ovarian eggs) 之卵膜內側有膠狀物質 (jelly-like substances) 堆積，並有一明顯之核 (nucleus) 及多數核仁 (nucleoli)，卵膜外之濾胞細胞層 (follicle cell layer) 已很薄。本種之成熟卵徑約為 0.23 mm⁷⁾，而此次測量固定後之卵徑結果，卵徑之範圍為 0.133~0.263 mm，其平均值為 0.18 mm。又，由 Plate 5 可知，本種之 ovarian eggs 亦如同岡³⁾ 所指出之 *P. orientalis* 者，係屬於同時發生型 (synchronism)。

一般海產蝦類其種蝦成熟度之識別法，係透過外殼觀察其背部暗褐色縱行帶狀之卵巢，視其粗細而決定，其越粗大且其第一體節上之卵巢略呈三角形狀者越為成熟，亦可把頭胸部與胴腹部相接處用雙手稍為彎曲，即可透過薄膜窺視頭胸部之卵巢，依其色澤、飽滿情形判斷，尤以可看見粒狀者為佳。此次所得之這一尾蝦透過其外殼所能看到之卵巢，示如 Plate 3，解剖後之卵巢示如 Plate 4。根據筆者之經驗，此尾之成熟情形已相當良好，通常成熟度像這一尾之種蝦，大多會於當晚或翌日夜間產卵。

岡^{8), 9)} 研究 *P. orientalis* 之卵巢成熟度，係依其 ovarian eggs 之區分¹⁰⁾ 共分之為八期：1) 仁期卵巢 (nucleolus stage)，2) 前卵黃期卵巢 (preyolk stage)，3) 初級卵黃球期卵巢 (primary yolk globule stage)，4) 次級卵黃球期卵巢 (secondary yolk globule stage)，5) 第 3 級卵黃球期卵巢 (tertiary yolk globule stage)，6) 前成熟期卵巢 (pre-maturation stage)，7) 成熟期卵巢 (maturation stage) 及 8) 完熟期卵巢 (ripe stage)。

依據上述之分類，此一 *P. penicillatus* 之卵巢似屬於成熟期卵巢。但屬於成熟期卵巢之 *P. orientalis* 之 ovarian eggs 與本次所得自 *P. penicillatus* 者稍有出入，因為 *P. orientalis* 之成熟期之 ovarian eggs，不具 nucleus，而此次所得之 *P. penicillatus* 之同期 ovarian eggs 却具一明顯之 nucleus 及多數 nucleoli。不過，此點倒與 Hudinaga¹¹⁾ 所述之 *P. japonicus* 之 ovarian eggs 相似。又，據岡之報告^{8), 10)}，*P. orientalis* 之 ovarian eggs 具有 nucleus 之時期係止於成熟期之前二期，即第 3 級卵黃球期，但他指出，此期之 nucleus 已開始縮小，而看不出 nucleolus，他又指出 *P. orientalis* 之 ovarian eggs 內側具有 jelly-like substances 時，其 nucleus 不是

極端縮小，就是已消失。但本次所得者與 Hudinaga¹¹⁾ 所述之 *P. japonicus* 之 ovarian eggs 均可明顯地觀察到兩者之同時存在，這可能係由於 *P. penicillatus* 及 *P. japonicus* 之 ovarian eggs 之成熟過程與 *P. orientalis* 者有所不同，至於詳細情形則有待今後之進一步探討。

除了前述之一尾於 8 月 28 日發現卵巢已達成熟者及經解剖之這一尾外，筆者還曾於 1973 年 4 月 3 日測量一羣經東港分所繁殖，在池中培育一段時期之 *P. monodon* 中，發現頭胸甲長 4.26 cm，體重 51.2 g 之一尾，其卵巢大小與通常筆者施行蝦苗繁殖時所用外海捕獲之種蝦者相同，故特收容此尾於 0.5 ton 圓型塑膠水槽，常晚未見產卵，而於翌日晚間產下卵，檢鏡結果卵並無分裂 (cleavage) 現象，是否由於未交配所致抑或本身未臻成熟所致，不得而知。但是由於獲得此尾之事實，可知 *P. monodon* 也有在池中育成種蝦之可能。另外，有關交配之機率問題，此次培育此尾之水池中其雌雄尾數之比為 10 ♀ : 15 ♂，至於交配所需之性比一題，有待今後更深入的研究。

據筆者之觀察，池中養殖之 *P. japonicus* 之雌蝦，即使在其卵巢由殼外無法辨認時或解剖後確知距成熟階段猶遠者，亦常帶有受精栓 (stoppers)，至於其他 *P. monodon*、熊蝦 *P. semisulcatus* 及 *P. penicillatus* 等由於不易由外表看出是否已交配，因此，是否一如 *P. japonicus*，在卵巢未達成熟前亦會交配。此點則配合上述之交配所需之性比一題，有待今後之進一步查證。不過，此次這一尾 *P. penicillatus* 雖然外表亦看不出是否已經交配過，但予以解剖後取出其雌性生殖補助器 (thelycum)，發現其中藏有貯精囊 (spermatophores)，壓出其中之液滴，檢鏡結果係精液，且其內含之精子活力甚佳。

岡³⁾ 在他的報告中指出，他之用來檢查後期卵巢之 *P. orientalis*，係來自飼育者，但未曾詳述有關飼育方面之種種，又，前述橋高⁵⁾ 雖指出 *P. japonicus* 已有在池中育成種蝦之事實，惜無詳細記載，故其實際育成之情形無據可考。

據 Idyll 之報告¹²⁾ Caillouet and Beardsley 把 *P. duorarum* 之一雙眼柄除去 (eyestalk removal)，結果 1~2 星期後即達成促進其成熟之效果。據筆者以 *P. japonicus* 為材料，剪除其 eyestalks 的結果，亦有促進成熟之同樣效果，唯剪除 eyestalks 後之生存率不及 5%，因此，今後宜用其他方法如以細針刺破或用藥物處理，以求有效地抑制 ovary-inhibiting hormone 之分泌而又不致於影響其活存機會。據聞亦有以細線網緊繫 eyestalks 之方法獲得不錯的結果者，但有待今後進一步之試驗證實，在這一方面，今後尤應加強對 Y-organ 及 X-organ^{13), 14), 15)} 之研究，以利早日徹底瞭解有關蝦類成熟之 mechanism。

總之，如上所述，筆者迄今已於池中育成 2 尾 *P. penicillatus* 及 1 尾 *P. monodon*，其卵巢皆達成熟階段，後者又確能於水槽中產卵，因此，池中培育種蝦之可能性不為不大。據筆者初步分析結果，種蝦之成熟與餌料很有關係，此次 3 尾皆係飼以下雜魚、蝦，尤其是蝦佔投餌量之半以上，至於投與其他餌料如花生粕、大豆粕者迄未見其成熟。另外飼育環境例如水質之控制、飼育密度之調整、飼育水池形狀之選擇等似乎亦有關係，因此，今後除了對蝦類成熟 mechanism 之追究外，對最適宜於種蝦成熟之環境尤需加緊探知。

摘 要

在培育海產蝦類種蝦之預備試驗中，獲得下述結果：

1) 將繁殖所得之 *P. penicillatus* 蝦苗，放養於室外 2.5 × 1.5 × 0.6 m 水泥池，並投予下雜魚、蝦，經總飼育日期 1 年又 3 個月後，移入室內 7 × 2.5 × 1.5 m 水泥池繼續飼育，結果一個月後發現其中一尾之卵巢成熟，又半個月後，再次發現另一尾卵巢亦達成熟，經予以解剖，測得卵巢重 5.51 g，GSI 達 8.99，卵巢呈深草綠色。

2) 此尾之卵巢組織切片，顯示其 ovarian eggs 之卵膜內側已有 jelly-like substances 堆積，並有一明顯之 nucleus 及多數之 nucleoli，卵膜外之 follicle cell layer 已很薄。卵徑範圍為

0.133~0.263 mm, 其平均值爲 0.18 mm。依卵巢成熟情形區分, 此尾之卵巢已達 maturation stage。

3) 另外, 得自繁殖的一羣 *P. monodon* 蝦苗, 經放養於池中飼育一段時期, 亦曾由其中獲得一尾成熟的種蝦, 並經收容後產卵, 但卵粒未發生細胞分裂, 是否由於未交配抑或卵本身未臻成熟所致則不得而知。

4) 總之, 迄今已於池中育成 2 尾 *P. penicillatus* 及 1 尾 *P. monodon*, 其卵巢皆達 maturation stage。今後除了對蝦類成熟 mechanism 之追究外, 對最適宜於種蝦成熟之飼育環境之研究尤需加緊。

謝 辭

本速報承東港分所助理員劉進發、陳成金君及曾金菊小姐之鼎力合作, 以及臺灣大學海洋研究所下伯仲小姐協助組織切片之有關事宜, 因是有成, 謹於此誌謝。又, 本速報係在美國洛氏基金水產養殖計劃補助款及加速計劃補助款項下完成, 謹此誌之。

參 考 文 獻

1. 藤永元作・橋高二郎(1966): クルマエビ幼生の變態と餌料。日本プランクトン研究連絡會報, 第13號, 83~94。
2. Hudinaga, M. and J. Kittaka (1967): The large scale production of the young Kuruma prawn, *Penaeus japonicus* Bate. Inform. Bull. Plankto. Japan, Commemoration Number of Dr. Y. Matsue's sixtieth birthday, 35~46.
3. 黃丁郎・神田周明 (1972): 神田式斑節蝦集約養殖。水產養殖, 2(1), 34~54。
4. 鹿兒島縣水產試驗場 (1972): 新しいクルマエビ養殖技術。pp. 6.
5. 橋高二郎 (1971): クルマエビの養殖技術。今井丈夫監修: 淺海完全養殖——淺海養殖の進歩, 344~408, 恆星社厚生閣, 東京。
6. Liao, I. C. and T. L. Huang (1970): Experiments on the propagation and culture of prawns in Taiwan. Presented at the Symposium on Coastal Aquaculture, IPFC 14th Session, Bangkok, Thailand, November 18~27.
7. 廖一久等: 未發表。
8. 岡 正雄 (1967): コウライエビ *Penaeus orientalis* Kishinouye の研究——III. 卵巢の構造と排卵機構について。長崎大學水產學部, 研究報告, 第23號, 43~56。
9. ----- (1967): コウライエビの増養殖に関する研究——II. 種苗生産および養成。水產増殖, 15(2), 7~32。
10. 岡 正雄・白旗總一郎 (1965): コウライエビ *Penaeus orientalis* Kishinouye II. 卵巢卵の形態的分類と卵巢成熟度について。長崎大學水產學部, 研究報告, 第18號, 30~40。
11. Hudinaga, M. (1942): Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. Jap. Journ. Zool., 10(2), 305~393.
12. Idyll, C. P. (1971): Induced maturation of ovaries & ova in pink shrimp. Commercial Fisheries Review, 33(4), 20.
13. Charniaux-Cotton, H. (1960): Sex determination. In "The Physiology of Crustacea" (T. H. Waterman ed.), Vol. 1, 411~441. Academic Press, New York.
14. Passano, L. M. (1960): Molting and its control. *ibid.* Vol. 1, 473~536.
15. 岡 正雄 (1967): コウライエビ *Penaeus orientalis* Kishinouye の研究——IV. 排卵に関する生理的機構についての考察, 長崎大學水產學部, 研究報告, 第23號, 57~70。

JGRR Publications, Fisheries Series

- | | | |
|--------|---|-------------------------------------|
| No. 1 | Milkfish Culture in Taiwan* | By Tung-pai Chen |
| No. 2 | The Culture of Tilapia in Rice Paddies in Taiwan* | By Tung-pai Chen |
| No. 3 | The Use of Chemical Fertilizers in Milkfish Ponds in Taiwan* | By Yun-an Tang and Tung-pai Chen |
| No. 4 | Control of Chironomid Larvae in Milkfish Ponds* | By Yun-an Tang and Tung-pai Chen |
| No. 5 | Induced Spawning of Chinese Carps by Pituitary Injection in Taiwan* | By Shu-yen Lin |
| No. 6 | Pond Fish Culture and the Economy of Inorganic Fertilizer Application | By Shu-yen Lin |
| No. 7 | Reports of Fish Culture Research Supported by Rockefeller Foundation | |
| No. 8 | Reports of Fish Culture Research Supported by Rockefeller Foundation | |
| No. 9 | Reports of Fish Culture Research Supported by Rockefeller Foundation | |
| No. 10 | Common Food Fishes of Taiwan | By Hung-chia Yang and Tung-pai Chen |
| No. 11 | Reports of Fish Culture Research Supported by Rockefeller Foundation | |
| No. 12 | Reports of Fish Culture Research Supported by Rockefeller Foundation | |
| No. 13 | A Survey of Processed Fisheries Products of Taiwan | |
| No. 14 | Economic Aspects of Eel Farming in Taiwan | By Yung C. Shang |

行政院農委會圖書室



0012932