

學生科學叢書

海產生物與開發

著譯者：張崑雄等

海產生物與開發



正中書局印行

海產生物與開發

主編者：科學月刊社

編輯小組：周成功 曹亮吉 張昭鼎
曾惠中 劉源俊

編選者：譚天錫

著譯者：譚天錫 廖順澤 任凱濤
邵廣昭 曾晴賢 張崑雄
詹榮桂 謝智玲 蕭世民
鄭森雄 賴景陽 江定邦
王淑鶴



版權所有

翻印必究

中華民國七十二年八月臺初版

學生
科學叢書

海產生物與開發

全一冊 基本定價 一元六角

(外埠酌加運費滙費)

主編者	科	學	月	刊	社
著譯者	張	崑	雄		等
編選者	譚		天		錫
發行人	蔣		康		儒
發行印刷	正	中	書		局

新聞局出版事業登記證 局版臺業字第〇一九九號(8023)協
分類號碼：437.12 (1000)

正中書局

CHENG CHUNG BOOK COMPANY

地址 中華民國臺灣臺北市南陽路二十號

Address 20 Heng Yang Road Taipei Taiwan Republic of China

經理室電話 3821145 總管部電話 3821147

業務部電話 3821153 門市部電話 3822214

郵政劃撥 九九一四號

海外總經銷

OVERSEAS AGENCIES

香港總經銷：集成圖書公司

總辦事處：香港九龍彌敦道北海街七號

電話：3—886172—4

日本總經銷：海風書店

地址：東京都千代田區神田神保町一丁目五六番地

電話：291—4345

東海書店

地址：京都市左京區田中門前町九八番地

電話：791—6592

泰國總經銷：集成圖書公司

地址：泰國曼谷隆華力路233號

美國總經銷：華強圖書公司

Address：41 Division St New York, NY 10002 U.S.A.

歐洲總經銷：英華圖書公司

Address：14 Gerrard Street London W1 England

加拿大總經銷：嘉華圖書公司

Address：China Court, Suite 212, 208 Spadina Avenue Toronto
Ontario, CANADA M5T 2C2

序

地球上陸地與海洋的面積比為 1 : 2.4 , 即每平方哩的陸地對 2.4 平方哩的海域。海洋的百分之四十三在北半球, 其餘百分之五十七在南半球。因此對於我們所最熟悉的北半球來說, 陸地與海洋面積之比較大, 在北半球, 每平方哩的陸地僅有 2 平方哩的海洋。

從經濟的觀點來看, 海洋自高潮線起到深 100 呎 (600 呎) 處是最重要的一部分, 因為人類所採捕來作為食物的海產動物, 大都生活於此。在此一部分中最受到潮流影響的一段, 常稱為潮間帶 (tidal zone) ; 其餘直到 600 呎深的海域則稱為大陸棚 (continental shelf) 或大陸礁層。和大陸棚相比, 海底深度逾 600 呎以上, 而急增至 1 哩甚至 1 哩以上的陡峻的傾斜部分稱為大陸坡 (continental slope) 。而深度逾 1 哩以上者, 則為海底之主要部分, 通常被稱為深海底 (abyss) 。

在世界人口日益膨脹, 經濟結構日趨工業化的今天, 陸地資源的開發已呈飽和狀態, 為尋出糧食與能源的供應, 勢必向海洋發展, 因此目前有許多國家在政府的策劃下, 致力於沿岸及近海漁業資源之培育, 深海底棲魚類與南極蝦資源之開發試驗, 及具經濟價值之魚貝類人工繁殖試驗, 魚病研究等, 皆使海產生物在合理的原則之下得到最大的利用價值。所以本書不僅介紹了多種海洋生物的生態、分佈與習性, 並附有它們的相片, 同時也使讀者們了解到海洋資源的開發, 為

II 海產生物與開發

我們當前必須努力的方向。本書的編輯即係基於此點，使讀者了解水產資源的狀況以及以科技方式來人工培養水產動物在今後人類食物的開發所佔有的主要地位。

● 譚 天 錫 謹識

民國七十一年十二月

海產生物與開發

譚天錫編 民國 72 年

臺北市

正中書局印行

[4] 151面 有圖表 21公分

(學生科學叢書)

I. 譚天錫編

437.8

8478

目 次

序.....	1
第一 篇 世界上最豐盛的海產資源——南極蝦.....	1
第二 篇 海中養殖——大有可爲的古老培養技術.....	9
第三 篇 化滄海爲良田的人工魚礁.....	27
第四 篇 急湍中的魚類生態.....	49
第五 篇 珊瑚礁魚類的空間分配.....	61
第六 篇 發光的魚類.....	77
第七 篇 吳郭魚的交配行爲.....	95
第八 篇 魚 毒.....	109
第九 篇 貝殼的世界.....	121
第十 篇 深海中的綠洲.....	137
第十一篇 水族箱之氮氣循環.....	149

第一篇 世界上最豐盛的海產資源 —南極蝦

一、南極蝦簡介

南極蝦最初翻譯爲糠蝦 (krill)，屬節肢動物門 (phylum arthropoda)，甲殼綱 (class crustacea)，軟甲亞綱 (subclass malacostraca)，糠蝦目 (order euphausiacea) 之糠蝦科 (family euphausiidae)，其種名爲 *Euphausia superba* (見圖 1—1)。有少數人將糠蝦科音譯爲油發蝦。屬於糠蝦科者目前已知約有 85 種，屬於糠蝦屬 (*Euphausia*) 者有 30 種，因爲大多數的糠蝦均能發光，故又稱爲磷蝦 (海洋中亦有此不屬糠蝦科而能發光的蝦類)，糠蝦廣泛分布於世界各海洋中，其中以北太平洋及南極海之密度最高，分布於北太平洋中最重要的種名爲 *Euphausia pacifica*，而分布在南極洋中的主要糠蝦即南極蝦，因此而得名。

南極蝦的幼生期大多生活在水面，隨著身體的成長逐漸移向較深水層。冬季時，生活約在 250 ~ 400 公尺的水深處，至夏季 11 月後則浮至上表層索餌，分布水深約在 40 公尺以內。南極蝦係兩年生的水生動物 (bi-annual organism)，即兩年成熟產卵，產卵期爲南極夏季的 11—3 月，最盛期爲 1 月，產卵地區在浮冰附近的中深層水域約 500 ~ 750 公尺之間。交配後雌性個體的抱卵數因個體不同而有差異

2 海產生物與開發

，平均約在 2000～5000 之間，卵徑約 0.6mm。孵化後之幼體在50公尺水深處成長，一年後即可成長至 2 公分，兩年後可達 5 公分，成



圖 1—1. 南極蝦 *Euphausia superba*。

長速率相當平均。兩年後，個體即會自然死亡，即使未死亦鮮有成長。在成長期間，體長與體重的關係亦呈直線關係，亦即體長在 2 公分時體重約 0.1 克，體長每增長 1 公分體重約增加 0.1 克。南極蝦的食物主要是植物性浮游生物，包括矽藻、褐藻、雙鞭藻等，其中南極矽藻（*Fragilariopsis antarctica*）為其主食。南極海域的食物鏈非常簡單（見圖 1—2），由植物性浮游生物→南極蝦→鬚鯨，可說是世界上最短的食物鏈。

南極蝦是一結群動物，成群帶分布，結群量有 2—3 公尺之小群，亦有長達 10 公里之帶狀大群，通常為 1—2 公里。在南極蝦漁場區內，最高密度為每一百立方公尺有 100 公斤成長的南極蝦和 4 公斤的幼蝦，而密度較低者亦有上述數字的 $\frac{1}{8}$ ，數量相當驚人。南極蝦喜在夜間浮上水面，尤其是在早上及黃昏，而在白天幾乎無集聚表層的現象。蝦群形成的原因現在不很清楚，但在小型冰山及海鳥衆多的海域，常會發現高密度的蝦群。因為海鳥在冰山附近等待，從黃昏一直等候到清晨，南極蝦浮上水面之時則捕食之，因此海鳥的出現亦可作為探尋蝦場的參考。

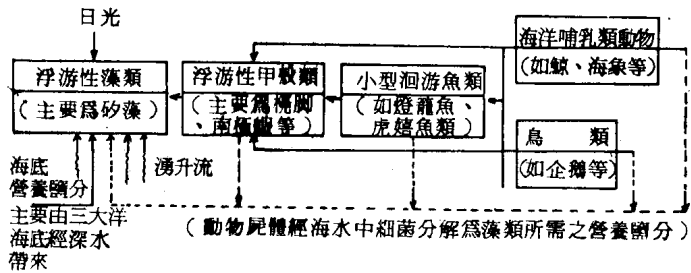


圖 1—2. 南極海域的簡單食物鏈。

二、南極蝦資源估計

從事海洋生物科技研究的最終目的，是要解決現今人類日益嚴重的糧食危機。海洋占地球面積的 $\frac{3}{4}$ 左右，海洋生物的總量為陸地生物的5～10倍，但我們現在糧食的來源只有1%來自海洋，可見海洋資源還具有相當大的開發潛力。開發海洋生物的途徑，除繼續擴展傳統的漁業外，當首重海洋生態系的食物鏈中第一階程之消費者——動物性的浮游生物（zooplankton），其中尤以大型者為最，南極蝦豐富的資源正能符合這項要求。

有人在1958年估計南極蝦的數量約為13.5億噸，估計之根據係假設一條平均大小的成熟鬚鯨重約90噸，以平均4節的時速游動，游動一天需780,000卡路里。又由鬚鯨體表面積計算，為維持體溫等生理現象，一天約需230,000卡路里，如此一條鬚鯨一天所消耗的能量超過了一百萬卡路里。又估計每磅南極蝦可產生460卡路里的熱量，則每條鬚鯨每天須進食2,200磅（超過一噸）的南極蝦。若是1～5歲成長中的鬚鯨，因每天體重增加約90磅，須另加600～800磅的

食物，是故每條鬚鯨每天進食的南極蝦當在 1.5 噸左右。專家們又研究出，鬚鯨在離開南極後，幾乎不再進食，僅靠體內儲存的物質維生，所以在南極海域覓食時期，食量倍增，每天約需 3 噸的南極蝦。在 1910 年代，鯨魚尚未被人濫捕前，南極鯨魚群量約有 50 萬條，這 50 萬條每天以 3 噸的食量吃六個月，則每年消耗的南極蝦當有 2.7 億噸。又估計鯨魚吞食南極蝦的量，不可能超過南極蝦資源總量的 20%，所以南極蝦的年產量約有 13.5 億噸。

其他的國家如日本、蘇俄等的研究人員亦曾作類似的估計，其估值亦相仿。因此在不損及資源的條件下，合理的開發，每年產量應可達到六千萬噸至一億噸，此一數值與目前全世界年水產總量七千萬噸相當。目前人類的動物性蛋白質僅 10% 來自海洋，此後當可有 20% 或更多高的百分比來自海洋。

三、南極蝦的化學成分與利用

一般南極蝦的個體，肉質部分佔全部重量的 25%，頭胸部佔 35%，餘下的外殼及尾部約佔 40%。其化學組成包括水分 72—80%，脂肪 2—6%，蛋白質 13—18%，灰分 2—3%（見表 1—1）。南極蝦含有幾乎所有種類的胺基酸（見表 1—2），其含量不但豐富，較一般普通蝦高，而且還很均勻。南極蝦的眼睛含有極為高量的維生素 A，肉質部則含有大量的維生素 B₁₂。爲了研究南極蝦的營養價值，科學家曾用動物作實驗，結果發現動物吃南極蝦，其體重的增加率比食用牛肉大，體內也不會發生任何不良狀況；甚至對胃酸過多及動脈粥狀硬化之治療有益。

表 1—1. 南極蝦的化學組成

南極蝦的化學組成		原料：體全部
		Sample (試料)
	(冷凍)	(煮熟後冷凍)
水分	81.6 %	80.1 %
粗蛋白	10.3	10.9
熱水可溶性蛋白	5.7	
粗脂肪	3.4	3.4
糖質 *	2.0	2.5
灰分	2.7	3.2
V. B. N. **	18.7 (mg %)	21.8 (mg %)
V. A. N. ***	0 (mg %)	0 (mg %)
	PH 7.78	PH 7.60

* Carbohydrate by difference.

** Volatile basic nitrogen.

*** Volatile amine nitrogen.

表 1—2. 南極蝦之蛋白漿的胺基酸成分

離胺酸	: 7.7	丙胺酸	: 4.9
組胺酸	: 2.1	半胱胺酸	: 1.1
精胺酸	: 6.0	纈胺酸	: 6.8
天門冬胺酸	: 10.9	甲硫胺酸	: 1.7
羥丁胺酸	: 4.7	異白胺酸	: 7.6
絲胺酸	: 3.5	白胺酸	: 9.6
麩胺酸	: 10.5	酪胺酸	: 4.4
脯胺酸	: 4.4	苯丙胺酸	: 5.3
甘胺酸	: 4.0		

日本有一位志願者以南極蝦爲主食，將60克～225克的南極蝦配以玉米或麵粉等做成大餅，除南極蝦外無其他動物性蛋白質來源，試驗17天後證明南極蝦可以作爲人類的一項很好的食物，唯一導致生理上的差異是血液中脂肪量略有增加。此外還有許多科學家利用南極蝦作爲家畜的飼料，例如以南極蝦養豬，結果令人相當滿意。日本目前已在實驗以南極蝦飼養紅鱒及海鯛，以增加肉質和表皮的鮮紅度。

有關南極蝦的加工利用，有下述幾種方法：(1)南極蝦乾製品，(2)南極蝦蛋白糊，(3)南極蝦濃縮蛋白，(4)南極蝦醬油，(5)冷凍南極蝦漿，(6)南極蝦丸。各種製品經多次試驗後發現其味道均甚佳，值得推廣。

四、海功號與南極蝦

由於南極蝦的資源豐富，營養價值又高，其漁場又無領海或經濟海區的糾紛，且南極海域遠離大陸，不受海水污染，對於人類動物性蛋白質資源的供應，具有相當的潛力，現今各國無不競相開發利用；較具規模能大量開發而領先其他國家的是蘇俄與日本。

臺灣省水產試驗所爲振興我國遠洋漁業，充分利用未開發漁場以充裕國民動物性蛋白質食物，特派遣海功號試驗船前往南極海域作業。海功號試驗船爲國內建造之第一艘大型艙拖式拖網試驗船，備有自動導航系統，亞米茄定位儀，全長56.6公尺，寬9.1公尺，重711噸，航行時速12海里，人員最高限制爲35人。民國65年12月2日由基隆出海，次年3月26日返回，全部航程共計115天。調查期間以南非共和國開普敦港爲基地。66年1月5日從開普敦港出航，往南極恩得比地（Enderby Land）附近海域調查，2月17日進開普敦港，共調查44天，實際在南極海域17天（見圖1—3）。

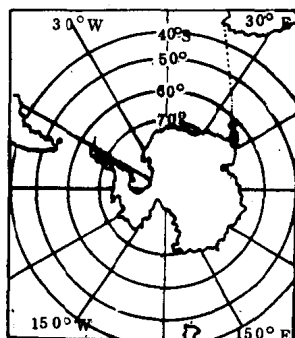


圖 1—3. 海功號所調查的南極蝦漁場地理位置圖（65°S）。

南極蝦漁場的氣溫在 $0^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 之間，水溫則在 0°C 上下，在作業期間的 17 天中，共投網 97 次，每網平均施行 3 小時左右，總漁獲量 140 噸，平均每網 1.45 噸。從漁獲量看，這是一次成功的試驗作業，對今後開發南極蝦漁業具有相當大的鼓舞作用。海功號所捕獲的南極蝦，曾由農發會（即以前之農復會）及實踐家專某單位舉行烹調品嘗大會以資推廣，製成的菜式共計二、三十種，味道相當甜美，如果將來再度到南極大量撈捕，一定能成為國人喜愛的食物。

注：若以量而言，當以食物鏈中的生產者——浮游性藻類為多，應利用藻類作為人類食物的來源，世界上許多國家亦曾試驗過，但因人們尚未適應以藻類為食物而作罷。

（選自科學月刊第十卷第七期。作者：譚天錫、廖順澤）

第二篇 海中養殖—大有可爲的 古老培養技術

現代人最擔憂的一件事，就是恐怕地球會供應不出足夠的糧食來養活膨脹中的人口。所以特別熱門的問題是，到底可以從海洋獲取多少食物。從面積上看，海洋能吸收兩三倍於陸地的太陽能——生物繁衍的首要能源。可是實際上，海洋的大部份却是生命闕如的荒境。那些肥沃的區域，不是有陸地排出水，就是受深海湧升流（upwelling）滋養的地方，造成了能刺激海生植物生長的海表面，這些行光合作用的生物又爲其他的海中生物所仰賴。（圖 2—1，圖 2—2）在今天雖然正在大量的拓展漁業，全世界的供給量還是只能滿足少部份人的食物需要。這裏面更存着一個危機，便是將來會因爲採集過度而更加供不應求。

這是不是就表示，我們想增加海產物的產量是一點希望也沒有了呢？我認爲並非如此，這其實是顯示不單漁獲效率要注意，更應研究養殖法而擴大海洋的生產力。古人也知道，養殖是比漁獵更有效的活口辦法。本文的目的主要在於研討海中養殖在提供食物方面現有的貢獻，進而推斷未來發展的機會。



圖 2—1.

照片上箭頭所指的暗色部分，是從太平洋深處湧上來的養分豐富的海水。左邊的陸地是臺灣（東岸），這是由雙子星五號太空船攝得。像這樣的天然湧升流由風或潮流造成。湧升流連綿不斷的區域，是漁獲極豐的地方，因為其中富含魚類的食糧。

海中養殖已有很長的歷史了。早期的養殖業以蠔（牡蠣）的培養為主。有關養蠔的法律在日本可以上溯到西元前好幾年。希臘時代的亞里斯多德曾討論蠔的培養，蒲林尼（Pliny）在西元數十年即曾詳論羅馬養蠔的事。到了十八世紀，法國的天然蠔塘便開始有採集過度的現象，而只得以發展大面積的飼養來補救。

鯉魚（學名 *Cyprinus carpio*）飼養於淡水塘中，這在羅馬時代