

科學圖書大庫

水產資源學

譯者 彭鏡洲

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

水產資源學

譯者 彭鏡洲

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會
監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

中華民國六十七年十月十一日初版

水產資源學

基本定價 4.80

譯者 彭鏡洲 省立海洋學院漁業研究所畢業

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 15795 號
承印者 大原彩色印製企業有限公司 台北市西園路2段396巷19號
電話：3611986・3813998

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啟發，始能為蔚為大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啟導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尚有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員王洪鎧氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。為欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尙祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

序

這本書不是論及水產資源學或魚類資源學 (fish population dynamics) 或魚類群體動態學之各種見解的縱覽；其目的是想要描述構成魚類——也是其他動物族群 (animal group)——的數量與生物量 (biomass) 之動態學法則。這個體系，經過許多蘇俄研究者長期地努力，已經建立起來了！當然，出現在這本書裏的大多數觀念 (idea)，最先並不是我個人所提出來的，而且我也不能夠如此說。身為莫斯科大學動物學院一份子的我，主要的是改進、論述 K. F. Rule, N. A. Severtsov, B. M. Znitkov, V. V. Vassentsov, S. G. Kryzhanovskii 以及此校中其他同仁們的見解與理論。

在草擬生物漁業問題 (biological fisheries problem) 的理論基礎上，我已經引用 K. M. Bear (Bear) 及 N. Ya. Danilevskii 等一群蘇俄漁業生物學者們開始研究以來所得到的成果，尤其是與 V. K. Soldatov、V. I. Meisner 和 N. L. Chugunov 諸人以及許多其他研究者有關的貢獻。

我已經試圖把動物群體動態學 (animal population dynamics) 的理論基礎，與漁撈工業 (fishing industry) 所需要的部份結合起來；這解釋本書——主要地是集中在生物學的理論方面——為什麼包含兩章，專門地討論處理預報捕獲量 (catches) 與提高商漁生產力 (Commerical fisheries productivity) 的問題。可是，我個人希望在這本書裡所討論的法則：將會逐漸地和生物的與經濟的問題相配合。我是一位生態學者與形態學者；因此：很自然地強調群體動態學 (Population dynamics) 中有關生態與形態兩方面的問題：而對生理與生化兩方面的問題也就稍稍忽略了。

過去的廿年裏，我們已經見及群體動態學與水產生物生產力 (aquatic productivity) 方面的理論，逐漸地有著極大的進步。我們戰前的觀念、見解，以及對這方面貢獻良多的主要成果如 Karzinkin 的“水域的生物生產力原理 (Principles of the Biological Productivity of Water Areas)”和 Monastyrskii 的“商魚群體動態學 (Population Dynamics of Commercial Fish)”等的重大修正，乃是整個問題的重心。科學學術會 (Academy of Sciences) 與漁業工業部 (Ministry of Fishing Industry) 在 1951 年聯合召開的萬國漁業座談會 (All-Union Fisheries Conference) 是一件重要的事。這個會議對那時期以後之魚類資源學的研究方向，有極大的影響。在過去的十年中，蘇俄的魚類學家們，對魚類資源學通行的學說 (theory) 有不少的貢獻。1951 年的會議上，有幾個極度對立的見解在魚類資源學中出現，此乃是非常有益的。

；然而，一個逐漸被人接受的見解，在過去十年中却是最大的爭論焦點。這一點在1960年萬國魚類資源學會議以及1964年萬國漁業的理論基礎會議（All-Union Conference on the Theoretical Basis of Fisheries）中，所宣讀的論文裏顯示出來。在這兩個有關魚類資源學的會議之十年間，大部份的生物漁業研究，其理論基礎變成爲具有Sechenov的生物體與環境爲一體的見解；而其概念（concepts）則是所有的種（species）及其它的特徵（feature）顯示出適應性（adaptivity）；同時其觀念爲發育（development）是在與內、外部環境相關的單一介質中發生的一種過程。這些見解，被時下蘇俄研究魚類資源學的學者們視爲一種依據，而我也把它們做爲這本書的依據之一。

這本書的內容如下。首先是簡單的介紹——基本地，是對這本書中理論的開場白，緊接著是對影響魚類資源學主要過程——食物供給（food supply）、繁殖（breeding）、發育與生長（growth）、自然死亡（natural mortality）與漁撈死亡（fishing mortality）——的討論。我個人認爲以專章來討論魚類群體（population）的變異性法則（variability laws）以及組成法則（composition laws），乃是需要的；而這兩點，直到最近，是魚類學者們以不明確的變異性爲依據加以研究處理的主題，因此易陷於混淆。就因爲這個原因，我對它們（變異性與組成的法則）給予特別的關注。我不是數學家，但是我認爲以專章來討論魚類資源學之數學的生物學依據，是十分需要的。當然，我們極度渴望數學方式應該能適用於魚類資源學的分析，特別是爲了要靠電腦來幫忙草擬模型時。很不幸地，魚類資源學的數學表示，並沒有爲我們提供滿意的實用結果。數學表示僅以公式出現在文獻中。其原因並非是數學技藝上的不完整，而是沒有滿意的生物學資料與數據。我們成就優越的船舶設計者、國家科學院院士A. N. Krylov* 引用Huxley的話，正確地指出：“數學就像碾磨一樣，放什麼原料進去就生產什麼產品。”。這章處理數據必須以數學的碾磨機爲基礎，而提供我們魚類資源學上的正確結果。最後兩章是處理某些實用的結論，這個結論是出自群體動態學對預報捕獲量與提高商漁生產力方面的研究。在末了，我提出一些關於魚類資源學未來的問題。

我深深地向那些幫助我完成這本書以及給予我忠告助我澄清本書內容的諸位，致無比的謝意。

* A. N. Krylov. *Memoris and Notes*, 1956。

譯者贅言

本書譯自俄國水產資源學家及魚類生態學家尼可洛斯基 (GEORGE V. NIKOLSKII) 博士所著之魚類群體動態學 (即水產資源學)。尼氏爲此方面之有名學者，對魚類生物生理方面之研究，極有素養。故本書之內容，乃是以生物學爲依據，綜合各家之優缺點，配以數學的討論，而指引出魚類資源生物方面的系統的概念與知識——此正是我們所最感或缺的部份。就因爲這個原因，引起譯者着手翻譯本書。其目的在於拋磚引玉，望有更多更佳的水產書刊能爲我國的水產事業，帶來豐盛的收穫。

譯者利用空閒翻譯本書，歷時數月。有關專有名詞之譯文，乃依照國內先進學者所用或自擬 (極少數)，但均附原文以便對照。其中必有誤謬之處，懇請專家學者及讀者們不吝賜教指正，以便再版時訂正。

最後，譯者謹向栽培我之母校、師長與雙親致最深的謝意。並感謝內人之幫助，使得翻譯、繕稿工作能順利進行，另外鼓勵我譯本書之親朋，並應一併致謝。

彭鏡洲 贅筆于

民國六十七年四月十日

總 論

學說是我們客觀地描述支配自然界的定律時所採用的一種手段、方法。我們的觀念越接近真實情況，學說就越良好，而以它做根據來解決經濟的問題，也就越成功。許多變因(factors)影響到群體的數量與生物量；闡明這些變因，對經濟而言，乃是具有絕對的價值的。

群體動態學的學說，乃是生命發育之一般學說——探討生殖、生長的法則、以及生命體死亡的原因——的一個分支。

在科學未開拓的領域中，會引起新、舊觀念最尖銳的衝突，乃是十分正常的。在快速地成長的科學領域內，剛被認為是進步的觀念，很快地就成為過時的、保守的，而且開始妨礙了科學的進步。當科學進展是特別地快速，思想是以新的路線往前推進時，錯誤是特別地多。就這一點，使得科學遭受到最大的失敗，同時這個失敗很自然地顯示在科學的前進中，而阻礙了社會的進步。

一些學者們認為一個新的觀念，在所需求的資料已經聚集時，這個新的觀念本身即可顯示出來；而目前對群體動態學的重點，應該是集中在事實的收集上。當然，事實是科學往前發展的依據之一；但是，無系統地收集事實，並無法促使科學進步。一個新的定律、法則，通常是依賴少數的事實而發現的；但是，這並不表示說我們要無系統地收集事實，直到我們所收集的事實足夠證實新的定律、法則為止。

“科學發展的方式(form)是假說。觀察反應出某些新的事實，而這些新的事實描示出以前的解釋方法在當時那個階段所無法說明的事實。這促使我們需要一種新而適當的解釋方法，其開始時，僅是限於少數的事實。更進一步的證據，促使我們澄清某些假設(hypotheses)且把其中的一部份剔除，並修正留存下來的，直到定律(法則)以純粹的型式(pure form)表示出來。假使我們希望等到適宜的證據足夠使定律以宗整的型式出現，這將意謂著停止勤勞的研究，而僅就這個原因，我們就無法得到定律〔F. Engels, 自然的辯論法(Dialectics of Nature), 1962, P. 191〕。我們採用實驗與誤差的方法——假使沒有一個奠定在進步的發展學說(theory of development)上的假說——則是太費時地而無法進行研究。這不是我們今日所採用的方法。

快速的進步，要求我們所做的研究必須儘可能地有其目的、最少的錯誤、以及浪費最少的勞力與物力。這種要求，只有當科學發展是建立在真實的觀念與正確的方法上時，才是可能的。盛行的方法論(methodology)中，最基本的概念之一是理論與實際的合一；而後者(即實際)在形成我們的學說知識以及在解決經濟難題進步學說之有意義底見解上，是居

於引導的地位。

具有商業價值的生物體 (organisms) 之群體動態學，在今日最本地是用來解決如何提供牠們的最大生產 (maximum yield) 這個問題。接着，乃是把生物圈 (biosphere) 的生產力 (productivity) 研究當作一個整體；其後，則是涵蓋各種生物學問題的解答。我認為這個生產力，乃是生物體與其所處環境間相互作用的結果，而且也是經濟的一種型式。

對魚類以及他種生物體而言，發育的唯物論辯證法 (dialectical materialists theory) 應該是進步的理論群體動態學 (theoretical population dynamics) 之基礎，特別是像生物體與其所處環境的整體性 (unity)、種的存在性 (reality)、所有的種特徵 (species features) 之適應意義、不連續的連續性 (continuity) (階段 stages)、以及其他等等的觀念。

生物體與環境的整體性，代表着生物體與其所處環境中生物的 (biotic) 與非生物的 (abiotic) 這兩個部份間適應關係的一個系統。其中主要的關係，並非是固定不變的，而是依賴系統內所有其他環鏈 (chains) 決定的。這些關係在個體發育期間改變；而且在不同的群體間也可能有差異。

我把某一個“種”視為客觀的整體 (objective unity)，是物質存在的一種有機型式 (organic form) *。

* 有關“種”的問題，更詳盡的討論請參閱 Vasantsov (1953)，Kryzharovskii (1953)，及 Nikolskii (1953, 1953a, 1955a, 1961, 1962)。

某一個種的一生，為了使其自己能在恒定地改變的狀況下生存與繁殖，乃有連續不斷的適應 (adaptation) 伴隨著。

所有與環境有關的關係，均影響到發育的過程；同時，這些關係在自然界裏是具有適應性的。適應，乃是保證“種”在其所暴露的環境條件下，能夠生存的一個特徵。這種說法，對某些殘存下來但在生殖前即死亡的個體而言，仍然是合理的。適應的類型是種的特徵，也肯定了“種”對環境的特殊關係。任何適應，在自然界中均是有益的而且是有所限制的。

生物體對本身所處環境改變的反應，決定牠能否生存。Engels 特別地在 Anti-Dühring 裏留意到這一點，他以有關原生質對變化的刺激之反應的改變來說明。

種內族群 (intraspecific groups)、亞種 (subspecies)、生態族 (ecological race) 與季節性族 (seasonal race) 等全都是特殊的適應，而這些適應最後將使得種的數量與質量增加。

我已經引用這些與魚類資源學相關的觀念，做為能夠充份地應付經濟需要的學說之唯一依據。對其特定的動物族群而言，群體動態學學說顯示所有生物體所共有的通則 (general law)；同時也顯示出此族群所具有的種的特徵；但是，我們無法馬上決定何者對此族群是通則，而何者是種的特徵。經常地，我們發現到某些定律對族群而言，似乎是種的特徵，這乃是十分平常的一件事。我們無需懷疑，在此適用於魚類群體的定律，對於其他生物的

族群也將是適用的。

我們是幸運的，因為適用於魚類群體動態學的數據與已知的定律，遠比適用於其他動物族群的要來得多。普通生物學與經濟學的需要，使得我們系統地組合這資料成為單獨的、一致的學說，這對漁業——特別是為了最高級產物的最大經濟報酬（*maximum economic return*），以及族衆（*stocks*）有更豐富的再生產——而言是必要的。漁業界要求有最新的群體動態學理論，以改進長期的預報、計劃捕獲量並發展合理化的捕撈方法、及保護族衆的措施等。

魚類群體動態學以及適用於其他生物的主要定律，如下所述。彼等是集中在兩代間即時取代（*replacement*）的連續過程：子代的誕生，牠的生長以及死亡。這個過程的細節，乃是受“種的適應（*specific adaptation*）”、以及年級群與環境間的相互關係所支配。種的適應特徵，反映出取代的速率與方式、壽命、以及群體的年齡組成（*age composition*）等這些關係。群體的最大可能質量（*maximum possible mass*）受到其食物供給的支配，即受到能夠被群體利用為生長與生殖所需性質食物的某一存量所支配。魚類只有在發現到食物時，才會有某個程度的生長；因此，在發現餌料的地區內，若魚兒越少，則每一個體所吃的食物就越多，牠們的成熟也將越快，生殖力（*fecundity*）也將隨著而越大（見第二章）。

群體的體型組成（*size composition*）與年齡組成，乃是群體對食物供給適應的結果。當食物供給改進時，年齡族群（*age group*）的數量也增加；但是，在年齡或體長分佈增加的同時，也使得群體去開發利用另一較大的食物種類。因此，在不同的階段中，有傾向於平衡食物供給的趨勢。由壽命較短的個體所組成之群體，經常地是適應於變化多的食物供給。在另一方面，體長與年齡組成以及到達性成熟（*sexual maturity*）所需要的時間等，均代表著對死亡的適應。取代的速率隨死亡而增加；同時，兩者中某一方的變化，必反映出另一方的變化。某特定群體的生殖力可能隨環境的狀況而變；同時，在卵的性質（*quality*）——特別是卵黃（*yolk*）量——上，也有隨著魚的年齡而異的適應性改變。通常，壯年魚（*medium fish*）產下最多能夠養育的魚苗（*fry*）；對老年魚（*old fish*）及在幼年時產卵的魚而言，其所產下的卵中之卵黃含量與脂肪含量通常是較低的。除此外，不同個體的卵性質上之變化，乃是具有適應的意義在。假使親體的營養狀態極為良好，則卵性質的變化可能少些；然而，在惡劣的情況下時，則食物需求（*food requirement*）與尋找食物供給的時間上，就會有着極大地變化。排下無數的卵乃是使得稚魚（*larvae*）與魚苗有不同時期地利用食物供給的一種適應。而且，當雌魚不多時，產下無數的卵，不但使所有的生殖力增加，同時在變化的產卵條件下，增加了取代的機率。

卵受精的成功，與生殖力是同等的重要。對某特定的群體而言，精子的性質隨時間而不同，而且在兩個體間也有差異（第三章）。

發育是由一連串的時期（*periods*）或階段所組成的，這些時期或階段乃是從在親體內卵細胞或精細胞的形成開始，一直延伸到年老個體的死亡為止。每一個如此的階段，均有它

特有的特徵與其本身對環境〔捕食者 (predators)、寄生者、以及其他等等〕的關係；但是，這每一個階段，也和前一個與次一個是有相連的，而且與它們形成了單獨且具活力的發育過程。

發育是定量方面的問題。快速生長而達到性成熟，可以減少其本身被捕食的機會。通常，魚苗的生長——由蛋白質的累積而發生——消耗大量的能量供給。大多數魚類的青年個體，大部份是不會有食物儲存的情況，此與行為的某些方面有關，因而在食物攝取上，經常是缺乏顯著的季節性變化。性成熟個體的生長是不一樣的，其攝取的食物大部份是產生能量貯存，而用在生殖上。在到達重量生長仍增加而影響群體生殖力的年齡時，線性生長 (linear growth) 的速率下降。重量的增加，也隨着已多次產卵魚的開始老化 (aging) 而下降。體長生長一達到性成熟後，通常是變得十分小。當生長期間，生物體聚集了大量的貯存物質 (reserves)，其目的在於供給生殖線、為提供越冬資源 (resources)、以及幫助供給洄游性魚類洄游時等等所需的能量。通常，線性生長在生物體已聚集了合適的貯存物質前，會繼續地持續下去。

生長是魚類資源學學說的一個重要組成分子，因為生長的速率影響到性成熟的時間，由此而影響到生殖。生長的速率也大大地受到捕食者的影響，因為小魚通常比大魚更易被捕食者捕食。對群體的生存而言，蛋白質形成與脂肪聚集間的關係，是具有重要的適應意義。群體的狀況與生命力 (vitality)，可以由生長的特性、以及不同器官內的脂肪性質與含量來判斷。到達性成熟所需時間與到達某一體型的關係，通常要比與到達某一特定年齡的關係更為密切。假使是具有高的死亡率而且食物供給惡劣，則成熟會在體型較小且較年幼時即達成 (第四章)。

生長、性成熟、及貯存物質的聚集等變化極為容易，乃是食物供給上改變的結果。前述這些，依次地控制了群體的大小與生殖力。我們所說的食物供給，自然地，不僅僅意謂著容易取得的食物之絕對總量，而且也意謂着這種食物的攝取與利用之機率。食物供給也是端視所需飼育個體的數量而定，同時端視其他利用相同餌料的“種”之數量、以及以這個攝餌群體 (feeding population) 為食物的捕食者的數量而定。

生殖力對食物供給上的改變，顯出適應地反應，因為生長的速率影響到性成熟的時間，而這影響到生殖力。魚本身的脂肪含量，與其生殖力和在產卵時的食物貯存量間，是絕對地有關係的。這些適應的改變，是直接的使數量與食物供給達成平衡，並藉自然界中的調節與代謝作用速率表示出來，雖然這種關係並非永遠是絕對的。

老化 (ageing, 年老) 經常減低或抑制生殖的能力，甚或改變了產卵的頻率 (經由某些產卵季節的脫落) 與卵的性質。生活史較短的魚類，其老化的徵候通常是要比生活史較長者更不顯著。

死亡曲線 (mortality curve) 的形狀，主要地是隨年級 (years) 與種別而改變。在許多情況下，死亡大多數是發生在稚魚或魚苗階段。某些“種”顯示出成年個體 (adult fish) 有一可觀而且變化極大的死亡量。每一個“種”適應於某一定的死亡率範圍。

一個群體所能承受的死亡。與其暴露在捕食者及寄生者的攻擊程度，成反比例的相關的；而且當自然死亡高時，生殖力趨於較高且更易變化而不安定。非生物的條件 (*abiotic conditions*) 通常僅在其變化超過了魚類所能適應的範圍外時，才會造成魚類的大量死亡，因此絕大多數出現在種分佈的生物極限 (見第六章)。

漁撈 (*fishing*) 的效應，與主要是捕食性成熟魚的捕食者之效應稍稍相似。適應於性成熟族群中有高而多變化死亡的魚類，能承受一相當高的漁撈死亡率，即使魚類對漁撈不會發展如前述的任何種的適應。有時候，對捕食者的適應真正地顯示出魚類更易被捕。捕獲物中所佔的比例，端視種別而有某一定的限度，同時僅在自然死亡下降或生殖力增加時，這個比例才會超過這個極限。漁撈不僅僅是減少群體、而且也改變了群體種內的與種間的關係。因為漁撈而導致的損失，可以經由群體的適應而做某一程度的補償，但僅僅是到某一程度而已。當親族族衆 (*parent stock*) 已下降至某一階段而無法再維持其族衆的大小時，生物的過漁 (*biological overfishing*) 即發生。就經濟上的意義而言，過漁代表著群體的減少已經到了捕捉是不經濟的地步，亦即物力、勞力的消費已經超過了漁獲物所得的利益。通常，現代的科技，在經濟意義上所引起的過漁要比在生物意義上所引起的過漁來得早，除了某些有價值魚種的例子外 (見第七章)

因此，群體是一個自我統制 (*self-regulating*) 的系統；這個系統自動地調整其本身，以給予與合適狀況相配合的生殖速率，即使真正的平衡是無法達到。當然，統制機構 (*regulatory mechanism*) 只能在某一限度內作用，而若情況改變超過了這個極限，則群體可能無法生存。例如，群體因為死亡增加致使無法與生殖增加平衡時，可能大大地減少甚或毀滅。

提供數量控制的適應，是所有生物體的特徵；然而；在每一個情況裏，這個適應對種而言是特殊的，且使得種在變化的生活條件——假使這些變化是在種所能適應的範圍內——維持著稍有改變的數量。

漁業管理 (*fishery management*) 的生物學基礎，考慮到群體藉生殖速率的改變，來適應狀況的改變——即以數量的自我統制的適應能力——的需要性。某些研究者不贊同“自我統制”一詞，因為它排除了環境條件的影響；但是我們所討論的並不涵蓋有這種意義適當的管理，經由漁獲物 (量) (*catches*) 與漁撈區的控制，是能夠調整漁撈階段 (*level of fishing*) 的，就如在適宜地區按計劃來從事人工養殖一樣。如此，即能改進群體的生產力與增加漁獲量。漁業管理，因而以某個“種”在環境內的一個因子出現；它並不需要破壞魚類的生活狀況，而是在某些情況中真正地改進其生活的狀況。由而，群體生存下去，數量與質量也實質地增加。在另一方面來說，漁撈可能破壞種對其所處環境的適應關係，在這情況下，個體的數量可能減少甚或消失。

商漁群體 (*commercial fish population*) 的生產力 (用有經濟價值輸出的生產量一詞來定議) 是種的適應特徵、環境以及工業型態間相互作用的結果。有效的管理，產生更具生產力的群體。一合理化的漁業，應該是以最少的勞力與財力，透過群體生產力的改進

，而得到具有經濟價值魚類的最大輸出（第十一章）。

數量的動態學，乃是所有影響到種的變因相互作用的結果；換言之，即是其生態、生殖、食物與死亡等相互作用的結果，亦即由這個種的適應來決定（Severtsov, 1941; Vassentsov, 1953 a）。因而，魚類（以及其他動物）的群體動態學可以視為是許許多多過程：增殖、生長、成熟及死亡等等相互作用的結果。支配這些過程的定律，能給予實用的資料；而這些實用的資料，對得到最大漁獲量以及魚類生產量最大輸出的過程之管理而言，是需要的。

本書的後面幾章，是處理支配群體動態學的變因以及漁業管理的原因。

第一章 魚類群體動態學學說的歷史

在此，我不準備探討所有有關魚類資源學的見解；而是要指出各方面賴以發展的主要路線，以及在決定某些環節（links）中所產生的重大矛盾。有關見解的要旨，在文獻的期刊中可以查到（例如，Chugunov, 1928；Monastyrskii, 1940, 1952；Averintser, 1948；Dymond, 1948；Graham, 1956；Borisov, 1960；Rollefsen, 1960；Borisov與Nikolskii, 1961；Richer, 1961；Korringa, 1963），因此我僅把這些見解做扼要地處理。

我個人認為，目前共同地努力，已為今日的魚類群體動態學學說提出了依據；這魚類群體動態學應該是建立在邏輯之上，同時其本身應該形成合理而且高度生產的漁撈工業的基礎，以適合現代的社會。這種學說的創造，既不是某一個人的努力，也不是某一國的科學家們的辛勞，而是自Ber開始以來到今日許許多多研究者所做的貢獻。

我們確定人類注意到昔時典籍中所記載的魚類數量的波動（fluction）；在這些典籍中，我們找到解釋數量（numbers）與質量（mass）——即漁獲量——變化的最早方法。許多人的傳記中，包含這方面有趣的細節。有關水域動態學與生產力的問題，最清晰的早期理論概念，是在公元2,000年前印度大帝（India Mahabnarata）時代的文獻中發現的；在這文獻裏，我們找到論及恒河在提供基本的魚類食品，以及由而魚類供給的生產量方面等問題，也討論到孟加拉灣的情況（Nikolskii, 1956）。當然，想要瞭解魚類資源學並不純粹地是為學術性的；它是指引著減少疾病對群社（community）在食物供給上下降的效應。在古籍中，我們也找到保護有價值魚類族衆的措施，特別地是為即將生殖的魚類提供適宜的機會。這些措施在許多國家（中國、印度等）的文化與宗教規條中均可見及。在早期，數量的波動，經常地被認為是洄游的結果，而不是數量減少的結果。當然，總漁獲量的改變，經常是因為洄游路徑改變所引起的；但是，在解釋（引用魚正到達各處來說）時，較早與稍後的方法，經常地被認為是洄游改變的結果，而變化真正地原因乃是因為變化的豐富量（abundance）所致。這對北海鯉魚（North sea herring）在漁獲量上改變的解釋，顯示著特有的特徵；Cuvier（1830）特別接受這種見解。

Hjort（1914）探討數量波動的洄游學說；這種學說的最近一例（Kaganovskii, 1945），乃是有關在遠東地區的沙丁魚漁獲量上的顯著變化。當然，效應確實是在群體動態學上佔著一部份的角色，因為數量上的改變會影響到洄游路徑的距離。當數量增加時，路程可能加長，反之亦然；這對許多“種”（鯉、沙丁魚、鰵等）而言，乃是我們所熟悉的。但

是，路徑上的改變，可能不是數量變化的原因；相反的，數量的改變可能使路線改變。因此，洄游學說誤把效應當做原因，同時對原因的本身也沒有加以分析。

在十八世紀期間或是以前，以及十九世紀開始時，我們可以發現到大量論及魚類群體動態學的見解。例如，Hale (1677) 以他自己在湖泊中所作的生殖力實驗為依據做主題來討論。他把高的生殖力解釋為對大量的捕食者之一種適應。Egerton (1962) 引用了Hale有關魚類捕食者與被捕食者 (predator - prey) 間的關係中之某些有趣的論證，以及把非生物的變因 (abiotic factor) 視為死亡原因的意義。

在許多國家中，我們可以發現到有關魚類群體動態學各方面的見解，但是，一直到十九世紀中期，問題才受到普遍的關注；因為直到那時為止，可覺察到的增強漁撈 (intensive fishing) 之逆效應，僅在少數的水域出現，大多數是封閉的水域。有關外海 (open sea) 的主要見解，由T. H. Huxley (1883) 加以解釋，他認為採用通行的漁撈方法，不會使商業性海魚 (commercial marine fish) 的族衆耗竭。他認為主要的海魚 (如鯨、鱈及青花) 族衆，就通行的漁撈方法而言，是不會耗竭的；對這種說法，他提出兩個理由：第一，這些魚類的數量是極大的，因此被捕獲的數量相對地是不重要的；第二，其他不利的變因之數量頗大，致使由漁撈所引起的損失，對總死亡來說，並沒有可評估的影響 (Huxley, 1844, Graham 引用, 1948)。

然而，漁獲量下降的事實，引導出族衆會耗竭的見解；特別是在內陸水域的族衆，包含蘇俄的內海、以及受到洄游影響的族衆。

到了這一世紀的早期，漁撈即開始影響到海洋魚類的族衆；特別是北海——供給北歐魚類的主要來源——在輸出量上的減少，變成了可評估的。這種事實，為海魚群體動態學帶來一股刺激力，其目標在於穩定漁獲量。這是個僅有賴國際合作才可以解決的問題。1902年，國際開發海洋委員會 (I. C. E. S.) 成立，而在北大西洋進行合作的研究工作。經過半世紀，這個機構透過其出版的刊物 (Journal du Conseil, Rapports et Procès Verbaux des Reunions, Annales Biologiques)，傳播事實與有關魚類群體動態學的學說，而做了良多的貢獻。I. C. E. S. 的成就，導致有關漁獲限制方面所得到益處的公式化，而這呈現在1946年有關底棲魚類漁獲量限制的國際會議中。

隨後，其他國際性的科學機構也設立起來：西北大西洋漁業國際委員會，國際北太平洋漁業委員會、國際太平洋大比目魚委員會，中美洲熱帶鮭魚委員會及其他等等。近年來，聯合國糧農組織 (FAO) 貢獻良多；這個組織已召開各種不同主題與區域的會議、收集與出版有關漁獲量的統計資料、編纂有關水文學與漁業方面的文獻和書籍。這種國際間的合作，已大大地增進了魚類群體動態學、以及合理的漁獲生物學依據等的理論。

漁獲量的下降，先是在內陸水域開始發生，然後在某些海域出現。自十九世紀以後，我們就試圖推導出一種漁撈理論，而為合理的漁撈建立起基礎，這乃是意料中的一件事！今日學說的依據，是由蘇俄的Ber與Danilevskii (Ber, 1854, 1860, 1860a; Danilevskii, 1862, 1871, 1875)、英國的Buckland (Buckland, 1861, 1864, G-

raham引用，1948）、德國的Hensen，Apstenin與Heincke（Hensen與Apstenin，1897；Heineke，1898）、丹麥的Petersen（Petersen，1895，1900，1903）以及其他許多研究人員共同努力而建立的。特別是Ber與Danilevskii所做的重要貢獻；Ber是近代理論的奠基者，他與Danilevskii共同地建立起合理化漁撈的基本原理。在蘇俄，Barisov與Nikolskii（Borisov，1960；Borisov與Nikolskii，1961）曾對生物學的漁業研究，做更詳盡的探討。Ber早在1854年之前，即有系統地描述今日進步的漁撈學說，以及魚類生產力的一般學說；接著，他與Danilevskii在彼等合寫的“蘇俄漁業研究（Research on the Fisheries on Russia）”巨著裏，把這些觀念加以擴充。Ber特別地有系統的描述如魚類族衆的比較性（comparability）與魚類食物供給的觀念，以及其他與這個主題有關的觀念。Danilevskii提出某些出自Ber思想的有價值觀念，且把上面的關係加以簡化（見Danilevskii，1862，在1961年版本上所引用，P.34）。Ber正確地描述支配魚類的數量與質量對食物供給間關係的原理，而且他是第一位建立起適用於魚類數量自我統制的適應觀念。

Ber的生殖力處理是特別地有名，因為他正確地探討這些觀念，且把生殖力當做透過平衡大量的死亡而提供種延續（continuity）的一種適應：即使死亡是非常的大，而高的生殖力，亦僅僅是克服高度死亡的一種反應（Ber，1860，引自1961年版）。他以鯊魚為例來說明這一點，Ber證實鯊魚的生殖力隨鯊魚的死亡而增加，這種結果更加强他的觀念“一般而言，魚類所具有的高生殖力，有克服因捕食者（對人類而言，人僅僅是一種特殊類型的捕食者）所引起的損失，而且取代損失量至某一程度，如此使得最終仍有大量的魚可以捕獲，此種說法是正確的。這種證據僅於魚被其他種魚在極度困難下捕食，且有低生殖力傾向的事實中可以見及。在蘇俄水域中生活的棘魚（stickleback），其身上所具有的棘，使得牠們甚少為其他魚類捕食。這種魚每年僅產下數百個卵。更明顯的事實是海洋中的鯊魚；鯊魚在誕生之時，體型是如此的大，以致使其他魚類在攻擊牠時，需要付出相當的代價。相對的，鯊魚每年生產非常少；也許少至兩條，而多的也不超過十條（Ber 1860）。

Ber就從上述這個論據，很自然地結論到取代族衆的適合數量是大大地受到所產下的卵數支配。至於他假設說水體永遠為年青魚所充塞而過剩（overstocked）——一個由達爾文所介紹的觀念——是不適當的；在我的見解中，我認為他這種說法，已對理論的進步產生了不利的影響。

Ber與Danilevskii（1862）也對魚類數量上波動的原因，提出某些十分有趣的論證。兩位均說明數量主要地是與食物供給有關，而食物供給者受到河流的影響。在這方面，Ber以裏海為例給予最清晰地討論（Ber 1854，1860）。在某些有利的論據中，他更向有系統地組織成近代魚類群體動態學的基本觀念邁進。Ber也討論到像產卵時期對生長速率，死亡率等有關係的問題。特別地，他的有關魚類同類相食在生物意義上的討論，就像他的有關生產力一樣學說的見解一樣，是最有價值的。他指出漁業類型對生產力的極大重要性，而且把生產力視為水域內有經濟價值生產物之生殖的過程*。