

科學圖書大庫

# 海洋氣象與生物

譯者 邱垂錫 張源爵

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

# 海洋氣象與生物

譯者 邱垂錫 張源爵

徐氏基金會出版

## 我們的工作目標

文明的進度，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啓發，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啓導後學，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，編譯委員林碧鏗氏為編輯人，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，亦有感於為國人譯著，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，並藉優良發行系統，善任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

**徐氏基金會 敬啓**

**中華民國六十四年九月**

## 譯 序

我第一次讀完這本書以後，便喜愛它，乃竭盡綿薄試譯為中文，鄭重向大家推介這本「海洋氣象與生物。」日本在漁業、航海方面值得我們學習的地方不少，際此我國漁業、航海業正在「急起直追」的時候，吸取其他各國先進的經驗才是我進步的保證。

這是一本「學以致用」的好書。文字淺近明白，圖表豐富，相信初學者一定容易了解，能提高興趣，並且學習方便。根據實際的需要，將海洋，氣象這兩門密切相關的學科合而為一，實合乎目前科際研究的潮流。再看內容，不但對各種學理做深入淺出的介紹，並列舉事實加以說明，而且對於各種儀器的性能，使用方法，以及新技術的應用，詳為介紹，處處表現踏實的風格，誠為初學者的一本好工具書。

翻譯本書時，雖說日文與我中文為半同文的關係，實則許多用語雖用漢字，與我國用語不盡相同，乃多方面找參考書力求正確。為避免譯名繁多益增困擾，乃根據教育部：氣象學名詞等，從我國統一用法。不過有些學名仍從原文。有不少水產生物日文名，謝謝省水產試驗所陳春暉先生，代為查譯。全書譯完之後，承蒙數位先生惠予修改，使原譯生色不少，謹表由衷的謝意。雖然校訂再三，而掛漏仍恐難免。希望賢明，不吝指正。

張源爵

民國六十五年六月

於基隆

# 緒 言

本教科書「海洋氣象與生物」是供中等以上學校漁業科、水產增殖科及其他有關科系採用爲目的而編纂的。

「海洋、氣象」及「水產生物」同爲這些專門科系的基本科目，所以本書也注重海洋、氣象與漁業生產關係的探討。

本書的內容及結構包括下列各章。

第一章 關於海洋與氣象的調查與觀測。

第二章 關於海洋與生物的關係。

第三章 海上氣象，尤以天氣的預測爲主。

指導第一章時，要斟酌漁船上實習及綜合實習的連貫性，使學習者從實習中獲得深刻的基本知識。至於水產增殖科，更應該指導學者如何把這些知識應用在湖沼及河川等的調查及觀測方面，以便與「水產增殖」發生密切的關係。

講授第二章時，必須致力於培養學者如何利用調查及觀測的結果以繪製海況圖及漁況圖的能力，以及據以判斷漁況的能力。

指導第三章時，除了着重天氣圖的繪製外，更應着重天氣圖的分析，及天氣預測的指導。

本教科書原來是以 105 單位小時的學習爲前提而編纂的，所以希望各學校，根據學習時數配合漁業科及水產增殖科等科系的特性，把本書內容作適當的選擇取捨，與其他科目配合教學。

編纂本書，承蒙下列諸位先生的協助，謹此致謝。

編纂協助者

(按五十音順序)

北學道大學水產學部講師

秋葉芳雄

函餘水產高等學校教諭

石橋政雄

函館海洋氣象台台長

今井一郎

小樽水產高等學校教諭

勝木 茂

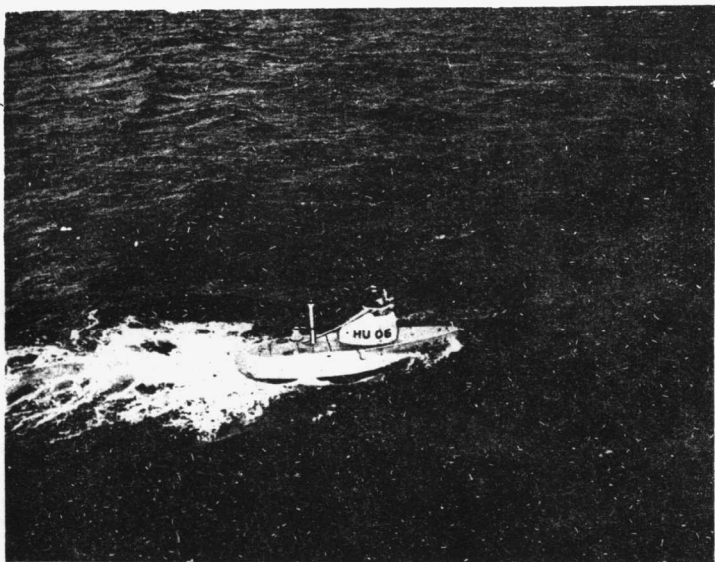
函館水產高等學校校長

北山重明

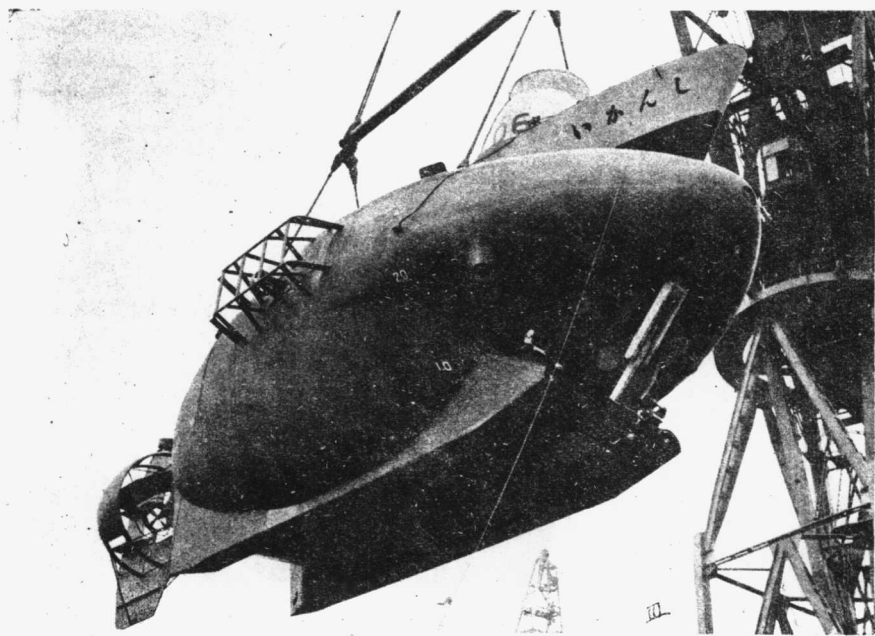
北海道大學水產學部助教授

小藤英登

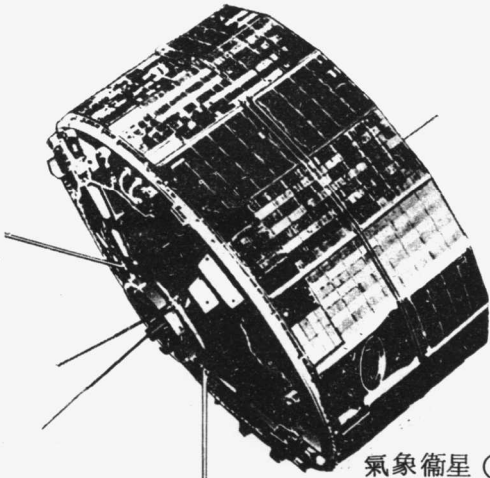
函館水産高等學校教諭 山本幸雄  
（職名爲編纂時職位）



— 深海観測船「深海」(海上保安廳)上下同船 —

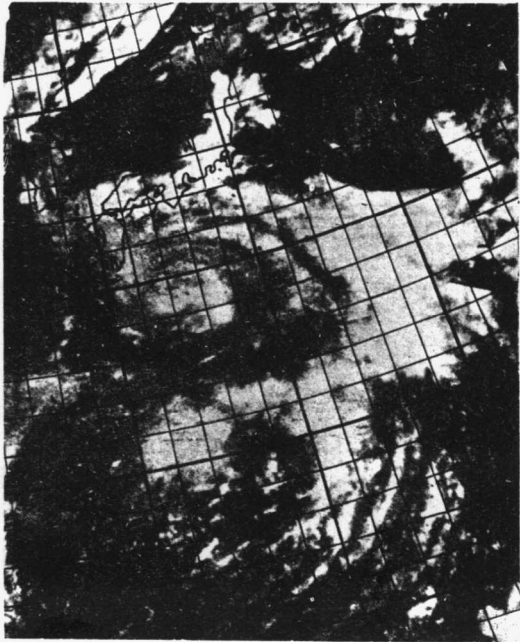






氣象衛星 (ESSA)

自衛星傳播回來的照片之一（在日本南方海面的颱風——民國五十七年七月二十七日）



# 目 錄

## 譯 序 緒 言

### 第一章 調查與觀測

- 第一節 海洋調查…………… 1
  - 一、深度與底質…………… 1
  - 二、海水的性質…………… 8
  - 三、海水的運動…………… 26
  - 四、水團與浮游生物…………… 38
- 第二節 氣象觀測…………… 43
  - 一、大氣的構造…………… 44
  - 二、氣象要素與觀測…………… 48

### 第二章 海洋與生物

- 第一節 水團分布及潮界…………… 69
  - 一、水團…………… 69
  - 二、水團分布及其特徵…………… 70
  - 三、日本近海的水團…………… 71
  - 四、沿海水及大洋水…………… 74
  - 五、潮界及潮目…………… 75
- 第二節 海中生物…………… 76
  - 一、海洋的生態區分…………… 76
  - 二、淺海區的生物群落…………… 76
  - 三、沿岸區的生物群落…………… 78
  - 四、深海區的生物群落…………… 78
  - 五、遠洋區的生物群落…………… 79
- 第三節 海中生物的相互關係…………… 80

- 一、食物連鎖…………… 80
- 二、海中的生產力…………… 83
- 第四節 水產生物與海洋條件的關係…………… 85
  - 一、水產生物及水溫…………… 85
  - 二、水產生物與海底…………… 86
  - 三、水產生物與底質…………… 87
  - 四、水產生物與流動…………… 90
  - 五、水產生物與海的渾濁…………… 91
  - 六、水產生物與氣象…………… 92
  - 七、海況、漁況圖…………… 93

### 第三章 海上氣象

- 第一節 天氣圖…………… 97
  - 一、氣象通報…………… 97
  - 二、天氣圖的繪製…………… 99
- 第二節 天氣分析…………… 104
  - 一、氣團與天氣…………… 104
  - 二、鋒面與天氣…………… 108
  - 三、高氣壓與天氣…………… 112
  - 四、低氣壓與天氣…………… 113
  - 五、熱帶低氣壓(颱風)與天氣…………… 118
  - 六、氣壓配置與天氣…………… 122
- 第三節 天氣預報…………… 126
  - 一、觀天望氣…………… 127
  - 二、天氣圖與天氣預報…………… 128

三、高層氣象與天氣預報·····	128
四、數值預報·····	130
第四節 氣象與航海·····	131
一、暴風與航海·····	131
二、海霧與航海·····	133
三、結冰與航海·····	134
索引·····	137

# 第一章 調查與觀測

## 第一節 海洋調查

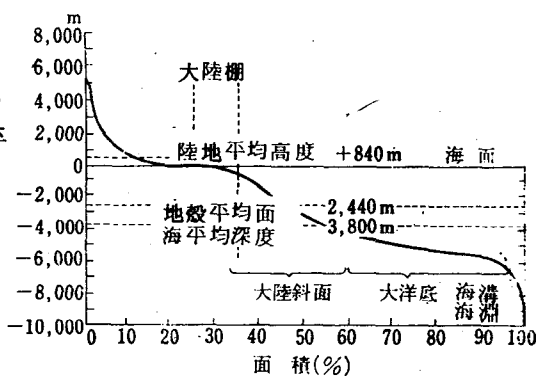
### 一、深度與底質

#### (一) 海洋

1. 廣大的海洋 海洋的面積為 36,105 萬平方公里，約佔地球總面積 51,000 萬平方公里的 70.8%，為陸地 14,889 萬平方公里之 2.4 倍。海洋 49.7% 為太平洋，29.4% 為大西洋，20.7 為印度洋，稱為三大洋。太平洋的面積為 17,969 萬平方公里，將近海洋總面積之半，大約為非洲大陸之六倍。大西洋之面積為 10,646 萬平方公里，印度洋為 7,491 萬平方公里。太平洋與大西洋以赤道為界畫分為二，即北太平洋、南太平洋、北大西洋及南大西洋。

近兩極的海又叫做北冰洋（北極海）、南冰洋（南極洋）。

此外，附屬於三大洋的海叫做附屬海，附屬海有的是地中海，有的是綠海。



1-1 圖 高度曲線

1-1 表 世界主要海洋的面積、體積及深度表  
( ) 為附屬海(地中海及綠海)不在內者。

海名	面積( $10^6 \text{ km}^2$ )	體積( $10^6 \text{ km}^3$ )	平均深度(m)	最大深度(m)
太平洋	179,679 ( 165,246 )	723,699 ( 707,555 )	4,028 ( 4,282 )	11,034

## 2 海洋氣象與生物

大西洋	106,463 ( 82,441 )	354,679 ( 323,613 )	3,332 ( 3,926 )	9,199
印度洋	74,917 ( 73,443 )	291,945 ( 291,030 )	3,839 ( 3,963 )	7,480
全海	361,059 ( 321,130 )	1,370,323 ( 1,322,198 )	3,795 ( 4,117 )	11,034
北極地中海	14,090	16,980	1,205	75,440
美洲地中海	4,319	9,573	2,216	6,415
歐洲地中海、黑海	2,966	4,238	1,429	4,404
澳亞地中海	8,143	9,873	1,212	7,315
波羅的海	0,422	0,023	55	427
哈德遜灣	1,222	0,153	128	2,229
紅海	0,438	0,215	491	2,211
波斯灣	0,239	0,006	25	91
全地中海	31,849	41,066	1,289	7,315
白令海	2,268	3,259	1,437	3,575
鄂霍次克海	1,528	1,279	838	3,374
日本海	1,008	1,361	350	3,610
東中國海	0,249	0,235	188	2,681
安達曼海	0,798	0,694	870	3,641
英國近海	0,178	0,010	57	680
加利福尼亞灣	0,162	0,132	831	2,904
聖勞倫斯灣	0,238	0,030	127	572
北海	0,575	0,054	94	3,667
塔斯曼海	0,075	0,005	70	91
全緣海	8,079	7,059	874	3,667

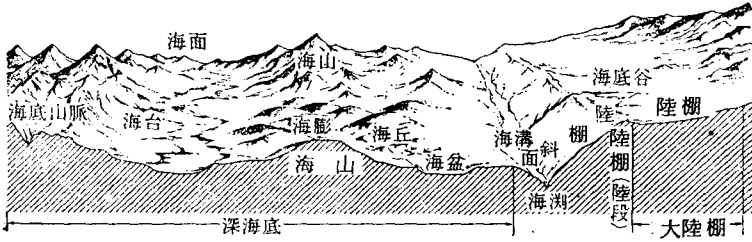
「海洋辭典」(民國55年)

2. 海深與海底地形 由陸岸往外海延伸，海底地形隨著發生很大的變化。通常在水深200m左右的地方，海底平均以1~2°的緩和坡度，在陸地邊緣形成棚狀延伸，叫做陸棚。

陸棚的幅員隨海岸附近地形的不同而有顯著的差異。在海岸附近有高大山脈的地方，陸棚比較窄小，急速加深。臨近平原的海，傾斜較緩，陸棚比較廣闊。

陸棚的總面積略廣，占全海底約7.6%。陸棚有淺灘或水道而形成複雜的狀態。由陸上河流帶來的泥土在上面堆積，加上海水上下混合頻仍，所以營養塩類相當豐富，浮游生物繁殖的陸棚更為漁業上很重要的地方。

陸棚過去，水深達200m以上，海底突然增加傾斜，與陸棚有顯著的



1-2圖 海底地形的模型圖

(「現代新百科」)

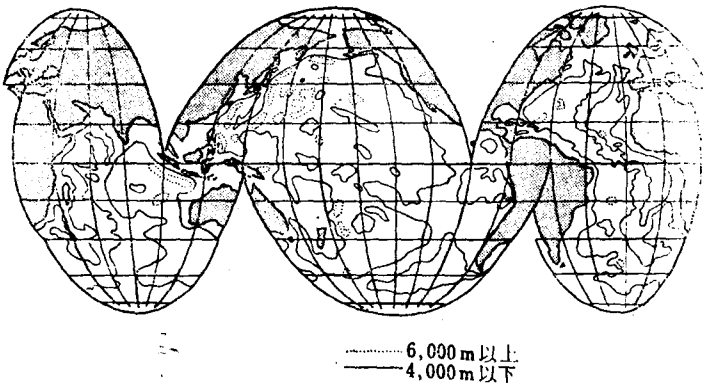
區別。這一部分通常以  $3 \sim 5^\circ$  的斜度延伸到水深 2000m 的地方。此謂陸棚斜坡。雖然深度比陸棚更深，但其面積不大，只佔全海底 8.9% 而已。

陸棚斜坡再過去就是水深 2,000 ~ 6,000m 的深海底。深海底為海底的主體，面積約佔全海底的 82.7%，大約  $\frac{4}{5}$ 。在這麼大的深海底有平頂圓錐形的海山，稱為平頂海山。

此外，海底隆地部分叫做堆或漁礁。大部分在比水深 400m 淺的地方，其成因有地殼構造上的原因及火山性的原因。前者為平頂，向陸地的一方峭立，向外海的一方成緩和的斜坡，後者為圓頂，成圓錐形。

漁礁以外的海底隆起部分，還有海台、海底山脈、海膨、海丘、珊瑚礁等。

海底低窪的地方，有的叫海渠。這是深入陸棚與海岸線成直角的裂溝，還有陸上的河谷延伸到海底的，叫做海底谷。



1-3圖 世界水深圖

#### 4 海洋氣象與生物

有的叫做海底峽谷，這是在陸棚斜坡形成V字形斷面的，深而彎曲的峽谷。在大陸邊緣或群島邊緣，有水深達6,000m以上的海域，可謂深海中之深海，這細長溝的海域，叫做海溝。更深的叫做海淵。

太平洋囊括世界海溝半數以上，而且大部分都在太平洋的西邊，此外海底低窪處還有叫做海盆，海釜的存在。

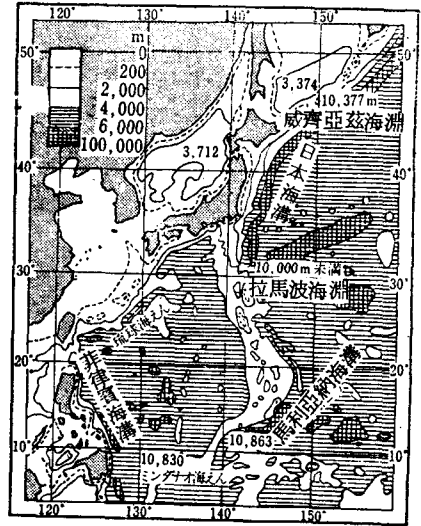
全海洋（包括附屬海在內）平均深度為3,795m左右，陸地平均高度為840m。如果把地球整平的話，將變成平均水深為2,440m的大海。

**3. 海岸線** 海岸線受到地殼運動，波浪侵蝕，河流潮流搬運沙土等作用而不斷在變動。

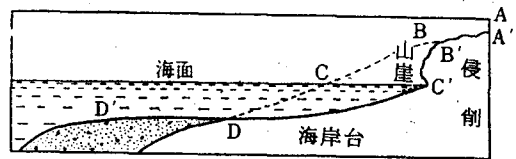
海岸有許多種類，但以岩石海岸及沙灘海岸為代表。靠近山地的海岸，因為海底突然加深，波浪直接沖擊到山地斜面下部，漸漸侵蝕而削去。這種海岸叫做後退海岸（下沈海岸）。波浪的侵蝕越深，水崖更往後退，於是海岸台就變成廣闊的淺灘，上面堆滿了沙泥。另外靠近內河河流沖積而成的平原附近的海岸，當然也會變成淺灘。除了這種破壞性作用以外，相反的，海岸也有其建設性作用。河流帶來砂土沖積而成三角洲，海浪又將海中砂土沖上岸，使得陸地逐漸擴大。這樣形成的海岸稱為前進海岸（隆起海岸）。

淺灘海岸中，如暴風後形成的階梯式沙丘，在河口形成的沙洲，還有靠近海岸的小島，因沙洲和陸地連接起來而形成連陸島等，都是海的建設性的作用。

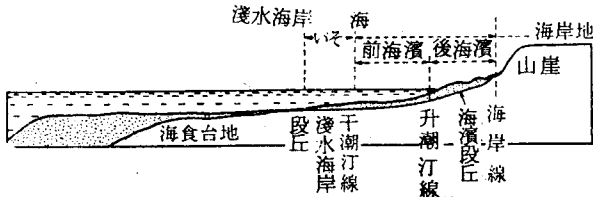
海面與陸地的交界稱為汀線。在淺水海岸，升潮與落潮時的汀線位置不同。所以升潮時的汀線叫做升潮汀線，落潮時的汀線叫做落潮汀線以資區別



1-4 圖 日本近海的水深



1-5 圖 海岸後退圖（下沈海岸）

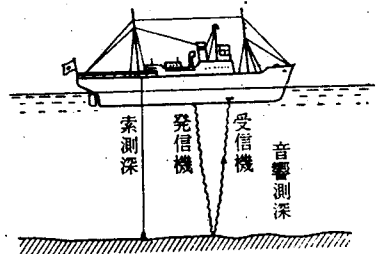


1-6圖 海岸前進圖(隆起海岸)

。如果沒有特別規定，即以升潮汀線為該地的汀線。

海岸線的彎曲程度和良港的形成有密切關聯，亦為影響水產業的重要因素。例如彎度深入曲折的岩海岸，良港多。至於平直的沙海岸，便無法形成港口。

(二)測深 測深起先是由於航海的需要而採用。後來由於敷設海底電纜工程的需要，測深技術更加進步。最近由於音響測深器的發達，為明瞭海底地形也實施深海測深。



1-7圖 測量海深圖

測深的方法大致可分為索測深、水壓測深、溫度測深、音響測深。

1. **索測深** 把鋼索垂到海底，以其長度來測定水深。通常在鋼索前端，掛一個10~30kg的重錘垂下。到達海底時，測深機的鋼索便停止滑動。再從深度指示器看讀伸出鋼索的長度便可求出水深。有時在前端裝上採泥器，採泥管等，就可與測深同時，採集海底物質。測深機分為用手操作的及電動的兩種。

這種方法似乎很簡單，但鋼索在水中盤旋的形狀不明，所以其缺點就是有時水深誤差很大。通常以伸出鋼索長乘以水面與鋼索所成的斜角，即以斜度表的測定值來修正水深。最近利用水中斜度表把水中鋼索斜度分數處測定，盡量減少深度誤差。

2. **水壓測深** 這是用測定水壓以求水深的辦法，通常與索測深同時並用。

3. **溫度測深** 通常是為了測溫或求知採水位置的深度而採用。在南森倒置採水器上，裝置防壓倒置溫度表，及被壓倒置溫度表兩者，再把它們垂到水中同一深度，使它們操作，因為兩溫度表示度差與水深成正比，可求出水深。

4. **音響測深** 這是把船上發出的音波傳到海底，再反射至船底的時間，用電測定以求取水深的辦法，這是今日最普遍被採用的測深方法。



1-2 表 斜度與伸出鋼索長

(單位 m)

D (深度) \ $\theta$ (傾角)	600	800	1,000	1,200	1,500
10	605	806	1,006	1,206	1,507
15	614	815	1,017	1,216	1,521
20	621	825	1,027	1,230	1,536
25	634	825	1,041	1,245	1,553
30	648	856	1,061	1,267	1,580
35	664	873	1,081	1,290	1,602
40	684	897	1,103	1,315	1,637
45	706	921	1,132	1,350	1,678
50	731	950	1,169	1,392	1,722
55	763	987	1,212	1,438	1,777
60	800	1,030	1,260	1,500	1,800

音響測深機乃利用鎳板的磁力效果，或水晶板的壓電效果，發出超音波，加上自記方法的進步，在航行中可繼續記錄水深。不啻對海底地形作一精確的描繪。

此外，應用音響測深原理，又發明一種用來偵測海中魚群的魚群探知機。新型的漁船幾乎都有此種裝備，其在漁撈上的功用很大。

(三)底質 海底大都是沙泥的沈澱，但是在潮流強的海峽或海岬附近便露出岩板，波浪洶湧的海岸就有礫，岩石、粗砂。這些構成海底的物質叫做底質。水深在 200m 以下的海底有岩石(R)，礫(Gr)，砂(S)，混泥砂(mS)，混砂泥(sM)，混貝殼(sh) 等比較粗粒的陸性堆積物。但是在水深在 200m 以上的陸棚斜坡，就少見陸上沖來的泥砂，開始出現以浮游生物的遺骸為主的遠洋性泥和沿岸性泥混合而成的亞洋性細泥。因此以 200m 等深線為有陸性泥沈澱的界限，乃稱為泥線。

亞洋性堆積物有青泥、紅泥、綠泥、火山泥、珊瑚泥等。更往深海推進，到了真正的大海底，就成了很細很細的軟泥。此謂遠洋性堆積物，大部分由各種浮游生物的遺骸堆積而成。遠洋性堆積物大致分為兩種：一種是含浮游生物遺骸 30% 以上的石灰質軟泥；另一種是砂質軟泥及含 30% 以下的紅黏土，分布最廣者為紅黏土，佔全海底 36%，包括太平洋大部分，印度洋東