

海洋學

Dr. Peter K. Weyl 著 唐山譯



56.38
22

海 洋 學

Oceanography

Dr. Peter K. Weyl 著 唐 山 譯

臺 灣 開 明 書 店 印 行

民國六十七年三月初版發行

每冊基價 精裝 六元
平裝 五元
(按照同業規定倍數發售)

海 洋 學

*

印 翻 准 不 · 權 作 著 有

原 著 者 Dr. Peter K. Weyl

翻 譯 者 唐 山

發 行 人 劉 甫 琴

印 刷 者 臺 灣 開 明 書 店

總發行所

臺北市中山北路一段七七號
電話 五五三六
五〇五〇 五三六四號
郵局劃撥賬號第一二五七號

臺灣開明書店

行政院新聞局登記證：局版臺業字第〇八三七號

序

當我開始講授海洋學 (Oceanography) 的一般性入門課程時，我曾經問自己，為什麼大學生應該學習關於海洋的知識？明顯的答案是凡是受過教育的人都應該了解海洋。因為它構成我們這顆行星表面的大部分（百分之七十一左右）。我們所以能够研究海洋，是因為它們在那邊；不過，更深奧的說，乃是我們的存在。複雜生命形式的進化與保存，一如我們所知，僅能够在有海洋的行星才可能。雖然人類在陸地上進化，脊椎動物 (Vertebrates) 却係源於海洋的，而維護生命在地球上所需的安定地表環境，完全是依賴海洋對熱和化學物質的巨大容量而來。

因此，在發展上，海洋學的主題，我主張並不在於海洋的描述。我認為，探討海洋如何安定地球表面的環境更為重要，它並不是為人類而處於被動狀態，而是一個總體的環境與生命的發生。我不希望知道海洋有多深，而要知道海洋為什麼是深的。我的主要興趣不在海床 (Sea floor) 的形狀，而是「雕刻」它的機構。我們的工作不在準備一張海洋生命的分類清單，而是要了解在海中的生物如何彼此互相影響，以及和海水、和大氣以及和海床的相互關係。目前還未發現有一本從這個觀點來處理海洋學的教科書，於是使我從事這本書的寫作。

在明瞭應包括的教材內容方面，我進退維谷，一方面要對主要材料分別就物理的、地質的、化學的以及生物的在大題目海洋學下作有次序的發展。但是，海洋環境的安定性依靠着上述因素許多複雜的相互影響過程來決定。為了配合這些互相矛盾的要求，我把本書區分為六個部分。

第一部分爲專用於海洋研究的時空比例。第二部分是地球流體包封的動力學問題。由太陽來的光迫着大氣和海洋。這些運動依兩種流體——空氣及水的性質而定，並由地球的自轉予以修改。

第三部分檢查在流體包封下的固體地球。由沖刷岩屑的運動到這個曾經改變的行星之大陸漂移 (Drift of continents) 而發展出力學圖形。第四部分考慮分解於海水中的化學物質，並特別強調形成生命、固體、流體與包封着地球的氣體橋樑的二氧化碳學。最後，並複查海水的化學歷史，而導出生命起源方面的討論。

第五部分研究在海洋中生命的條件，並考慮在海洋中植物和動物生命的種種。尤其着重在海洋有機物與其他有機物相交之影響。以及環境化學方面的影響。第六部分，也是最後一部分，用說明不同型的海洋環境而作細部之綜合。就是檢查珊瑚礁 (Coral reef) 以顯示出有機體的社區如何和熱帶濱線 (Shorelines) 的地形地勢互相影響。同時討論一些河口，在這些地方人類曾受海洋環境最大沖擊者。從而考慮地中海的環境而檢查世界海洋的垂直環流 (Vertical circulation)。在最後一章還討論海洋的環流和氣候在產生安定性和變化上的關係。

我選擇的材料以及它的發展都是以我的科學態度和背景爲基礎。我對爲何海洋應予研究並無強烈感覺，也不準備爲這辯解。更不準備爲這個問題浪費唇舌。但是，我要對讀者誠實的就我個人在海洋科學方面的冒險作簡單說明。讀者可能想到在自然科學方面，個人的偏見和個人的態度將會毫不相干。求解科學問題宜出諸客觀技術，故和科學家個人方面應無關係。可是，對於自然界特殊問題，在答案方面却常陷於主觀的判斷。因此，科學上的真偽均應使用客觀的方法予以證實，特殊科學的組織，技巧和結構，都是古今參與者集結而成的個性所造成的結果。

我的科學態度是從我在博士頭銜研究低能核物理學方面的經驗得

來。由於這種訓練，我乃以力學和機械的態度來審視這個世界，而在觀點上不採取說明性質的。當我在一家石油公司的研究實驗室工作時，我第一次開始想到海洋，要含有石油，岩層應該是多孔的。於是我對多孔的水成岩(Sedimentary rocks)，以及疏散沉積至水成岩漸變的多孔性，變得十分有興趣。由此促使我想到沉渣沉積和變形的海濱。我花了很多年研究碳酸鹽沉渣和海水之間的互相作用的答案，野外觀察和實驗室研究告訴我碳酸鈉的溶解化學比物理化學的教科書內所發現的還多，而生物的過程尤為重要。

在石油公司化學部門工作的物理學家還得研究地質問題，就這樣我變成了化學的海洋學方面的專家。我研究過海水的物理化學，並且從我的同事們學習到關於海洋的種種。當我在太平洋沿岸工作時，我為這個海洋以及大西洋著名的環流明顯的對比，引起了無限興趣。這又使我推出一項新的假說，想出種種理由來判斷我們所謂的冰河紀(Ice ages)的氣候變化。結果又使我對海洋的深部環流發生興趣，我接受了強調物理學方面的海洋學專家的地位。

我過去的興趣是在海洋的化學安定性方面，結合海洋的密度層理(Density stratification)的研究，使我得以推測關於海洋中生命的起源和早期的發展。現在，我仍然繼續研究着海洋的深部環流，同時從事人對淺海(Shallow-water)環境的影響。我所提出的問題顯然在處理這些問題上是非常必要的中間訓練方法。雖然，各大學在訓練專家方面，已有卓越的記錄，但是大學的系組織卻甚難於訓練出從事這種刺激的中間方面的科學家，而這一方面如果要處理由工業界所造成的環境問題，是再重要不過的。我殷切期望這本書能集中在這些問題上，使我置身於科學新時代新開關的領域上。

我對這本書的內容為何有如此之多，十分驚奇，這是我近年研究的

成果。我曾參考許多近年重要的科學文獻，因此，為幫助認真的學生在了解本書主題和證明有關說明，參考文獻乃分為兩個部分，每章之後，列有「補充讀物」。這些書籍在大部分圖書室內均可利用到，故屬於一般性參考資料。文章幾乎不需具備科學背景者，均加星標以資和較有技術性的資料有所區別。所參考的科學文獻並引證作者大名，且附以出版年如 (Smith, 1966)。這些參考文獻一併列舉在書後。

每一章後都有重點式的簡要複習說明，並列有一些研究性問題，可用以檢查學生對教材的理解程度。問題包括有計算的和易於回答的話題。附錄一係供對於指數定義不太熟悉的學生使用，本書所採用的單位均用公制。附錄二簡要說明公制與英制間的換算。

紐約州立大學

Peter K. Weyl

譯者的話

近年來，由於世界農業生產不能配合人口之激增，以及能源短缺所引起的問題，使有關科技方面的專家，將注意力集中在海洋多目標的開發上。

海洋佔地球表面百分之七十一，是人類未來最佳的活動空間，而且也是最大的活動空間。由於面積與容積巨大，直接影響世界氣候的變化；因此海洋研究在目前被列為重要課題。海洋學家不僅希望為世界未來提供海洋開發的有利資料，抑且積極地對海洋在世界氣候影響因素上，扮演何種角色，提供答案。

海產食物正在積極謀求增產中，以求補救糧食生產之不足，配合未來人口之需要；海洋農業亦在經營，海中牧場，海底農場亦已分別由美國等國家試驗推廣中；海洋礦產與能源開始，如大陸礁層石油之開發等，早為七十年代科學家所關切；而海洋藥用資源，對於若干海草植物及魚類，乃至深海沉積，皆可能為未來良好之藥物來源；至於海洋運輸之利，早期人類便已注意。然而不了解海洋，上述多目標開發，不知如何着手。海洋學之重要性，益發明顯。

本書作者威氏為紐約州立大學海洋學教授，亦為該大學海洋科學研究中心研究海洋專家，領有核物理博士銜，參與海洋之研究，歷時甚久，因此處理本書，在寫作上所採取的態度與一般不同。原作者在序文中有幾句話值得重提，藉以顯示本書的特色：

「因此，在發展上，海洋學的主題，我主張並不在海洋的描述。」

「我主要的興趣不在海床的形狀，而是『雕刻』它的機構。」

「我們的工作不在準備一張海洋生命的分類清單，而是要了解在海洋中的生物如何彼此互相影響。」

「目前尚未發現有一本書從這個觀點來處理海洋學教科書，於是使我從事這本書的寫作。」

從上面幾句話，不難了解作者在寫這本書時，在心理上和準備工作上所採取的態度。也是譯者從若干種海洋學挑出這本書來譯的原因。讀者諒可從這本書獲得啓示與研究精神。

本書由約翰威萊父子公司出版，分別在紐約、倫敦、雪梨及多倫多同時發行。

譯者學識淺薄，譯文缺失之處在所難免，敬祈方家教正。

唐 山

六十三年四月

目 錄

(各章均有摘要及研究問題與補助讀物未列目錄內)

序

譯者的話

第一篇 展 望

第 一 章 序 論	3
第 二 章 人類和地球	7
大 小	8
長 度	10
時 間	12
第 三 章 地球的生命史	15
寒武紀的開始	20
寒武紀以後的生物	21
人類對環境的影響	25
第 四 章 海洋學史	29
史 前	29
希臘人和羅馬人	31
中世紀	34
發現的時代	37
柯克的航行	40
從柯克到挑戰者號的航行	42

挑戰者號的航行, 1872~1876	46
挑戰者號以後的海洋學	52
第 五 章 繪製地圖	57
照相和投影	57
最短路線	60
航海圖	61
比例尺	63
地球儀圖	65
大陸與海洋	68
 第二篇 地球好像一個熱機	
第 六 章 陽 光	73
地球所接受的太陽能	74
熱輻射	77
第 七 章 地球的氣候	81
冬夏平均溫度的分布	81
大氣對陽光的影響	85
地球的輻射平衡	88
輻射平衡的緯度變化	90
第八章 水	93
純水的狀態	93
水的比容	96
海水的鹽分	98
海水的比容	100
海洋測站	102

海水的其他特性·····	109
第 九 章 流體的運動 ·····	111
牛頓定律·····	111
向量及無向量·····	112
流體內的力——壓力·····	113
流體受壓力的運動·····	114
天氣圖·····	117
地球自轉的影響·····	117
天氣圖的再考慮·····	119
加速度的大小·····	121
位 能·····	122
水平密度變化·····	126
水平密度變化與地球自轉·····	128
第 十 章 空氣及大氣環流 ·····	132
空氣的體積度·····	132
空氣的比熱·····	134
壓力隨高度的變化·····	135
因乾空氣垂直運動引起的溫度變化·····	136
空氣的含水量·····	137
濕空氣的垂直運動·····	139
空氣的水平運動·····	140
夏萊理論·····	141
大(氣)環流·····	141
三胞環流·····	143
皿盤試驗·····	144

渦流和大氣環流·····	144
垂直運動對蒸發和降水的影響·····	145
壓力場及盛行風對地面的影響·····	147
第十一章 大氣——海水相互作用·····	151
輻射能·····	151
海洋與空氣間的能之轉移·····	153
對海洋表水之影響·····	156
風對海面波浪的影響·····	160
海面附近溫度與鹽度的結構·····	164
海冰的形成·····	169
冰 山·····	176
第十二章 海洋的風成環流·····	181
環流模式·····	181
模式海洋的溫度分布·····	183
模式海洋的鹽度分布·····	184
世界海洋的海流·····	188
海流的東西不對稱·····	188
因風和密度差異引起的環流·····	190
海洋的大環流·····	190
第三篇 海下面的地球	
第十三章 海洋地形·····	196
測量海的深度·····	196
地球上高度的分布·····	200
地球的強度·····	202

地球外殼·····	204
第十四章 大陸的剝蝕·····	212
大陸的水平衡·····	212
剝蝕速率·····	214
均衡調整·····	215
礦物顆粒和水的相對運動·····	217
輸送、沉積及沖蝕·····	221
人的影響·····	225
第十五章 濱線的移動·····	228
波 浪·····	228
潮汐和起潮力·····	231
海 嘯·····	235
起潮力的反應·····	239
冰川作用引起的海面變化·····	241
第十六章 大陸的邊緣·····	245
海 灘·····	245
河川入海口·····	249
大陸架·····	255
海 溝·····	259
第十七章 海 盆·····	264
地形圖·····	264
海洋地形的變異·····	268
深海平原·····	269
混濁流·····	270
深海沉渣的其他來源·····	273

海底孤峯·····	275
海底中央山脈·····	277
深海鑽探·····	280
第十八章 大陸漂移 ·····	284
永恒的大陸·····	284
過去的經緯度·····	284
過去的磁向·····	285
古磁資料·····	286
益智分合圖·····	287
大西洋海底·····	289
磁性成長條紋·····	290
地球表面的地塊運動·····	291
地塊運動的機構·····	294
大陸漂移的逐動力·····	296
 第四篇 海中鹽類	
第十九章 水，萬能的溶劑 ·····	302
固體、液體、氣體和溶液·····	302
水的溶解力·····	303
海水的傳導性·····	304
擴 散·····	306
可溶性·····	307
水之離解·····	308
海水中的離子·····	309
二氧化碳系·····	310

第二十章 河水與海水	313
海水和河水之組成.....	313
留住時間.....	316
留住時間對攪拌時間.....	317
海水的其他成分.....	319
第二十一章 碳酸鹽循環	322
二氧化碳清單.....	322
德菲圖.....	323
地表上的碳酸鹽循環.....	326
海中的碳酸鹽循環.....	327
海水中碳酸鈣的溶度.....	328
雪 線.....	332
人類對碳酸鹽循環的影響.....	333
第二十二章 海水地質史	339
有太古海洋嗎？.....	339
地球化學平衡表.....	341
過度揮發.....	343
海洋在地質時代上的容積.....	345
原始大氣與生命起源.....	346
 第五篇 海中生物	
 第二十三章 生命的基礎	351
時 間.....	351
物質與能.....	352
空間與運動.....	353

分 類·····	356
第二四章 海中植物 ·····	362
光合作用·····	362
決定光合作用速率·····	364
植物所需的物質·····	366
矽 藻·····	370
圓石藻·····	372
硬皮鞭毛類·····	374
海底植物·····	375
海中植物的用途·····	376
第二五章 海中動物 ·····	379
動物生命的分布·····	379
浮游動物·····	380
底棲動物·····	390
游泳動物·····	395
呼吸作用·····	397
人在海中·····	399
第二六章 海洋生態學 ·····	404
有機體的時空分布·····	404
海洋動物的垂直移棲·····	405
海洋動物的水平分布·····	407
海底社會·····	409
生物地理學·····	410
平衡的玻璃缸·····	411
長島海峽·····	412