

Antarctic

零下任務

臺灣科學界第一次南極長征

極地大發現——
企鵝體內竟含高量戴奧辛
海洋生物有機萃取出可抗癌

前國立海洋生物博物館館長 | **方力行** | 專文導讀

中央大學地球科學學院院長
王乾盈
臺灣海洋大學校長
李國添
高雄海洋科技大學校長
周照仁
中央研究院生物多樣性研究中心執行長
邵廣昭
中山大學海洋科學學院院長
陳宏遠
臺灣大學海洋研究所所長
戴昌鳳
正修科技大學校長
龔瑞璋

一致推薦 (依姓名筆劃順序)

國立海洋生物博物館……著

時報出版

目錄 CONTENTS



PART B 考察站地球村

104 95 92 89 80 66

- 走訪智利、烏拉圭、韓國、俄羅斯極地站
- 超環保的澳洲站
- 只見貨櫃屋的印度站
- 丘陵上的雷達天線陣
- 內陸隊在冰穹上拚搏
- 搖晃中考察的大洋隊



PART A 冰雪中採樣

58 54 48 41 32 29 24

- 序幕
- 零度C下的垂釣
- 出海採集
- 第一批樣品入庫
- 翻冰帶來的海底標本
- 冰川水與恐龍蝦
- 帝王企鵝的新鮮糞便

20

南極概況

11 7 4

推薦序：得來不易的南極體驗
導讀：南極，我來了！
緣起：南極的滋味

海生館館長·王維賢
前海生館館長·方力行
前海生館館長·方力行



PART E
我們的發現

243 235

結語
後記：人類南極探險回顧

大陸資深極地科學家·王自磐
前海生館館長·方力行



PART D
南極歲月

190 186 179 176 161 152 146

- 永晝、永夜與極光
- 那些在船上的日子
- 極地食衣住行
- 科學家也要當值日生
- 卸貨臨時工
- 掛病號
- 在極地過年



PART C
歷險與愁緒

136 132 122 110

- 從冰山崩塌現場死裡逃生
- 漂流受困冰洋中
- 工安意外釀成低氣壓
- 不會再流淚了

緣起

南極的滋味

前國立海洋生物博物館館長 方力行

一九七七年四月初的某一天，我正在中央研究院動物研究所張崑雄老師的手下當助理，忽然接到指示，前往基隆水產試驗所領兩箱南極蝦回來做研究分析。

這可是不得了的大事，當年水試所的試驗船「海功號」，不過小小七百噸，居然遠航南極海區進行海洋資源探測，捕撈了一百多噸的南極蝦，毫髮無傷，載譽歸國，大家除了欽佩他們為國家冒險犯難、開拓海洋資源的精神和勇氣外，更好奇的是「南極」為什麼資源豐富？「南極蝦」是什麼滋味？尤其是後者，來自那麼遙遠神祕的地方，想必是山珍「海味」、人間珍饈吧？不過因為是探測漁源的實驗航行，採回的樣品有限，自是工作優先，不可能有什麼滿足口腹之欲的空間了。

南極滋味，深銘心中

而我就是好命，因為在大學時雙修化學的背景，所以南極蝦許多分析工作就

落在我頭上了。兢兢業業的將老師交代的每一項工作都完成後，剩下的那點樣品要如何處理呢？當然就祭了五臟廟。

那麼南極蝦到底是什麼味道？得先從牠的分析結果講起：蝦中有超過百分之九十是水分，肌肉結構其實很疏鬆，細胞液則含有許多溶解性的有機酸分子（如氨基酸等），蝦殼占的比例相對較大，這種材料怎麼會好吃？但是入口時那些有機酸的分子卻是很重要的味覺成分，造就了非常鮮甜甘美卻沒有實質咀嚼感的特殊經驗。「這就是南極的滋味嗎？」我深銘心中。

一九七八年我在美國加州大學聖地牙哥分校的史貴普斯海洋研究院念博士，非常幸運的進入海洋化學系傑夫·貝塔教授的實驗室，他曾和大衛·巴的摩爾（David Baltimore，諾貝爾獎得主）並列為全美國最有潛力的兩名科學家，他的老師史丹利·米勒（Stanley L. Miller）是地球生命源起於無機分子和閃電反應學說的創始人，師公霍華·尤利（Harold Clayton Urey, 1893-1981）則是重氫發現人、諾貝爾得主，我唸書時，他們都同時在加大聖地牙哥校區任教，因此整個家族，三位老師加上實驗室的研究生和助理，常會在中午吃三明治、下午喝下午茶的時候，天南地北的嗑牙，一桌子金頭腦擺龍門陣，言談間機鋒處處，令人眼界大開。聊的專業知識早記不住了，但是有幾件事，影響了我一生行事作為：第一，眼界不大，見識不寬，基礎學識不紮實，做不了什麼大研究；第二，學問不是個

人成名求利的東西，只有一代一代的傳承累積，真積力久則入，才會為人類帶來長遠貢獻；第三，找一大堆不能實踐理想的美麗藉口，不如挨罵受譏，不計得失的放手一試。

回國後，我先心無旁騖做了十年基礎研究，然後在一九九〇年首次接受高雄市政府委託主持了東沙島的海、陸域生態資源調查；一九九四年主持了行政院南海小組「南海生態環境資源」的計畫，研究調查範圍涵蓋了臺灣到南沙太平洋島間的整個南中國海海域；而在一九九二年，也以國立海洋生物博物館為主體，和俄羅斯科學院遠東分院的海洋生物研究所合作，為臺灣收集了第一批亞北極海區（白令海、鄂霍次克海）的海洋生物。

南海、北極都做過了，再往前該向哪兒的海洋發展呢？其實地球上大部分的海洋都已被它的領海屬國以及幾個大的海洋國家所宰制了，臺灣真正可以有所發揮的地方並不多，除了一塊至今仍人跡罕至的區域以外——南極。

南極號稱是「地球表面最後的一塊淨土」，因為它極為嚴酷的氣候條件，幾乎從無人類涉足。直到一八二〇年，才第一次有人類涉足南極大陸，到了一九六一年，多國共同簽署的《南極條約》正式生效，確保大家在那兒可以先擱置領土爭議，並且在不危及生態環境的前提下，進行科學研究和探險，時至今日，簽署國已超過四十多個國家了。

進入二十一世紀以後，南極的研究更是國際科學研究上最熱門的項目。因為全球暖化的影響是現今世界最受矚目的議題，對全球暖化最敏感的地區又正是南、北極，那兒冰山的融化、物種的存續，和中、低緯度熱量及生物基因的交換、污染物的傳輸等，任何有意義的發現都有機會成為頂尖期刊的重要論文。

這正是科學家夢寐以求的新天地，問題是，如何才能讓臺灣的科學家可以一探這座寶山呢？

進行南極研究其實是非常困難的，首先你必須得到在南極設有研究站國家合作的首肯，獲得最基本的立足點，然後還要和無數優秀的科學家競爭計畫，好在那有限的實驗船船位、極區基地床位、實驗室空間與生活物資補給中爭取一席之地，才能夠進行「最基本」的南極研究，至於結果如何還完全不知道。

這個夢，還真是遠呢！

臺灣登上南極科研舞臺

二〇〇六年中，我卸下公職，恢復自由身，以往許多國際及中國大陸的邀約因為身分或時間無法答應的，現在正好重拾舊夢。


二〇〇七年，我前往中國大陸協助一座水族館的規畫。在偶然的機會中，碰到了彼岸從事南極生物及環境研究的最先鋒王自磐教授。王教授自一九八三年

起，曾訪南極十一次，並有兩次在那兒過冬，經驗閱歷無人可及。我跟他談起自己多年來想將臺灣科研帶上南極舞臺的願望，兩人居然一拍即合，覺得大有攜手合作的空間，但以當年海峽兩岸的緊張關係，任誰也知道這個機會微乎其微，不過科學家的態度就是，事情一定要實驗後才知道成不成功，不管機會有多小，雙方各自回去努力。

二〇〇八年五月，馬英九總統就任，宣布兩岸加強科學、文化、經貿交流的國政方向。但是南極研究不比一般的科學合作計畫，我們的科學家需要登上載有各種精密探測儀器的大陸極地破冰船，甚至參與他們的操作，長期進駐他們從不對外開放的南極科學研究基地，並使用資源珍貴的研究站所有設備及生活所需。在當時兩岸政治情勢風雲詭譎的狀況下，要如何才能讓雙方在名分上和實質上都能接受，進而推動出真正的成果呢？

我向一位當時任職於政府核心，學養、眼界俱佳的儒者報告此事，詳述了臺灣參與南極科研及資源開發的重要性，並在他的協助下，進一步獲得了政府決策高層及行政系統上的支持。

接著開始策劃雙方第一次的接觸。我聯絡了海生館王維賢館長、東華大學黃文樞校長和正修科技大學龔瑞璋校長，磋商之後，大家以成事之心，共同推舉王館長來整合這件前不見古人的艱難工作！聯繫到一定程度後，海生館先邀請王自



譬教授來臺灣到一館兩校進行考察訪問，了解實際的狀況及可行性。不久之後，王教授就捎來了北京邀請我們前往訪問的訊息。於是二〇〇八年十一月，由王館長領隊，加上正修科技大學國際事務處鄭舜仁處長、東華大學海洋生物多樣性及演化研究所柯風溪所長及我四人，共同前往中國大陸國家海洋局極地辦公室，正式拜會了曲探宙主任，洽商未來合作的具體方案，初步決定先由中國大陸最大也是最重要的南極破冰研究船、兩萬多噸的「雪龍號」拜訪臺灣開始，再經由雙方科學家實質的交流和了解，進一步決定日後合作的題目及方式。

這是非常有突破性而且大膽的決定。兩岸自一九四九年以來，從無官方的船隻互訪過，而且雪龍號是中國大陸國家海洋局的旗艦，與一般商用船隻不同，有關掛旗及艦上裝載科學探測儀器進出臺灣國防海域的事，兩者都涉及極為敏感的議題。好在雙方在極大的善意及誠信下，多方折衝協調，化異求同，終於找出初步可行的方法。

再者，雙方決定雪龍號初次訪問的港口是高雄港，並且靠港期間三天將全船開放給市民、學生參觀，這真是大膽的選擇，因為南部民間一直對臺灣和中國大陸交流的疑慮較深。但是大家都覺得，此行除了科學交流外，希望能促進雙方各層面參與了解的目的，也就義無反顧的做下去了。

「如果真能達成，這可是兩岸六十年來第一船！」王館長在我們設下目標時

感嘆說。我心想，作為一個一心嚮往海洋的國家，連淺淺的一彎海峽都跨不過去，那其他的夢想不都是講爽的吗？

事情說來容易做來難，回臺後諸多的手續都需一一去嘗試，重重的障礙要一一去克服。從無前例可循的情況下，中央部會、高雄市政府、港務局、海生館和兩所公、私立大學跨越藩籬，克服重重障礙，將這件事辦成了！

雪龍號在二〇〇九年四月一日下午一點，於第二十五次南極長征的歸途中，經過六千五百餘海哩的航行，載著一百四十一位科學家及船員來臺訪問四天。當船再駛入高雄港的那一刻，海中有港務局派出噴水船歡迎，岸上電子和平面媒體在等待，而報名參觀這龐大、精密的南極破冰船的市民、學生，也十分踴躍。四天的訪問讓雙方充分了解對方的專長、設備、能力及誠意，也在離臺前初步敲定了合作的方向及計畫申請時程。在雪龍號圓滿訪臺後，海生館的主承辦人王信發先生感慨的對我說：「方老師，我們終於完成了不可能的任務！」其實他不知道，更高遠的目標正即將開始。

南極研究考察是非常奢侈的事，每年只有一次的船期，數萬里的航行、有限的船位、昂貴的運輸補給和稀少的極地實驗室空間與設備，在在都是全球科學家極力爭取的機會，而南極本身更像一個小型的聯合國，學者爭取在此研究、溝通、合作的機會，為自己的科學、國家的發展、人類的知識，共盡一分心力，是

以我們對中國大陸極地辦公室在很短的時間內協助，並提供海生館和大學的研究人員進行南極研究考察的機會，至今仍心存感激。

臺灣在南極初探之行執行兩個計畫：「極地海洋生物所含生理活性物質之研究」和「南極環境中持久性有機汙染物特徵研究」，都是大軍作戰型的計畫。「極地海洋生物所含生理活性物質之研究」需要在海中、陸地上採取各種樣品後，拿回臺灣的實驗室做鑑定，後續再進行繁重的天然物抽取、分離、純化，解出構造及生物活性測試後，才會有結果。而「南極環境中持久性有機汙染物特徵研究」計畫則除了在南極陸地、冰上、海中採取各種土壤、生物排遺及生物樣本外，帶回臺灣之後，更將動用一個人員超過一百人、設備超過五億元，並獲得國際認證的實驗室來執行後續的分析和數據解讀。我們希望這個傾眾人之力，好不容易獲得的南極研究的機會，不只是個人科學生涯的一項成就，更是國家社會科學實力和能力的拓展。

海生館、東華大學和正修科技大學在二〇〇九年十月份派去南極的第一批同仁經千挑萬選，最後出線的林家興博士是海生館培訓多年，剛自英國回來，具國際觀及最新科學視野的新秀；郭富雯有多年的海上田野工作經驗、實驗技術以及豐富的海洋生態、生物知識，都是一時之選；許廷煒更妙，他是正修超微量中心主任張簡國平博士欽點的戰將，因為在超微中心的數十位田野、海上技術員中，

他是惟二在臺灣海峽狂暴的風浪中，仍能履險如夷、順利達成採樣任務的人。

他們三人在二〇〇九年九月九日專程去了一趟北京，接受了三天的極地操作訓練，並檢驗了他們的身心健康是否適合南極嚴酷的環境；同時，臺灣的各項儀器設備、後勤協調與支援，也緊鑼密鼓的做準備，終於臺灣科學界的首度南極之行，在千呼萬喚中成行了！

二〇〇九年十月二十七日，郭富雯先踏上了隨船的征途；同年十一月二十九日，林家興和許廷煒搭機前往智利轉往南極。在行前我跟他們以電話或簡訊做了最誠摯的祝福，掛上電話的那一剎那，數十年久懸的心願就像脫開羈絆的鳥兒般，隨著他們的船隻和飛機迎向無垠的天空！



永晝、永夜與極光

南極考察隊在時間上區分成度夏與越冬兩種形式。南半球的季節與北半球恰好相反。中國南極考察隊通常排定雪龍號十月初由上海出發，抵達南極的時間約在十一月底，最慢隔年三月中旬一定得離站，四月返回中國。破冰船進出南極的時程非常固定，是因為船若太早進站，便得破除面積更寬廣的堅硬冰面；太晚離站同樣也可能遭受大面積浮冰推擠，最後落入冰封於南極的窘境。

度夏與越冬隊員一同搭乘雪龍船進駐站區，度夏隊在南極從十一月待到三月；越冬隊員則得堅守站區，在南極大陸待到次年三月才得離開，挨忍離鄉背井、離開摯愛親人的孤寂。但特別的是，能完整體驗永晝與永夜的雙重特殊感受。

永晝與永夜仍有四季變化

其實永晝與永夜現象不是你所想的前半年全是白天，後半年全是黑夜，而仍有四

季變化。

十一月份中旬，雪龍號穿越西風帶，接近南極圈的高緯度地帶，我就深刻感受白晝逐漸拉長、夜晚漸漸變短的現象。



永晝、永夜現象仍有四季變化。

再走上來，接著又開始欣賞日出。進入南極圈，抵達南緯六十九度的中山站前，落日餘暉與朝陽晨光已直接緊緊相繫，任誰也不在意兩者間的差異了。

永晝時間，日落後緊接著又日出

南極永晝時間約為北半球的冬至（十二月二十二日前後），這時候臺灣下午還不到五點半，天色就全暗了下來；場景若換成南極天空，則是活力四射、不肯休息的太陽。直到午夜十二點，太陽也只是靠在山崙上稍作停留，便立刻又充滿朝氣的往上升騰。我想過，絕對不能帶公雞到南極，牠肯定會



永晝時期，南大洋黃昏日落後，緊接著又日出。

因為分不清日出日落而亂了啼叫的周期。

在南極接近永晝的傍晚時分，站在平坦的冰面上，任何人都能清楚見到自己腳下拉出超長身影，延綿好幾公尺。黃昏時間很漫長，日落後緊接著又見到日出，所以「夕陽無限好，只是近黃昏」這句話，恐怕並不適用於盛夏的南極吧。

永夜時間，始終見不到太陽

北半球的夏至時分（六月二十二日前後）便是南極永夜的到來，這時只要待在南極圈內，便能體驗整天見不到太陽的天文奇景。返回臺灣後，我曾經多次撥打電話給中山站友人。某天，聊起我不曾見過的永夜現象，

他們說正午時分，感覺太陽光量似乎正要從站區北方的天鵝嶺升起，但太陽始終從沒升起，狀似日出的現象維持不到一小時，夜幕再次籠罩。在南極過冬，看流星、賞極光，多的是機會，必需克服戶外攝氏零下二十多度寒風與低溫的襲擊。

如夢似幻的極光吸引眾人目光

二〇一〇年南極度夏科考即將結束，雪龍號返航前，在南極中山站以及戴維斯站附近出現了最為壯觀的一次極光。時間接近晚上十點半，此時聽見隊友高聲吶喊：「有極光，出現極光。」此話一出，雪龍號寢室內的隊員紛紛披起雪地衣，至船艙外的甲板抬頭尋找極光蹤跡。

任何時間都有可能發生極光現象，但在暗夜裡肉眼觀察得更清楚。離開明亮的寢室，在雪龍號後甲板上剛開始僅能看到懸月，隨著眼睛適應暗夜，漸能看見滿天繁星與極光。後甲板上聚集越來越多人，船員索性將燈全關了，此時幾道如夢似幻的青綠色極光，完全吸引住眾人的目光。

極光的位置與強弱每刻不停變化著，它的光量時強時弱。

南極圈

南極圈緯度 66.5°S （2000年之後修正為 66.34°S ），恰好與北迴歸線 23.5°N ，呈現直角。北半球的夏至正午，陽光直射北迴歸線，這時南極緯度高於 66.5° 的區域（即南極圈內）會有永夜現象。反之，北半球冬至便是南極圈的永晝時間。

在這個旅行盛行的年代，南極也是許多極限旅遊愛好者嚮往的新去處。旅遊團前進南極的季節，絕大多數選擇南半球的夏天，這時氣候條件較佳，白晝時間相對較久。但旅遊團頂多到南極大陸周邊列島，仍在南極圈外，沒有機會見到永晝現象，更別提永夜現象了。



極光出現的那一夜，月色皎潔明亮。

和我一樣不曾見過極光的隊友，剛開始還以為天上那幾道極光僅是一些雲帶。爾後極光能量突然增強變亮，閃亮光芒的功率忽然放大，一條條飄逸柔軟有如飛天仙女的彩帶，不停往極區舞來。南大洋星空月畔的極光，視覺效果震撼在場每一位隊員。

我們很幸運這一夜能在雪龍號上見到這場極光之舞，而遠在一百公里外的中山站隊員們，也一起觀賞了這場持續約三個多小時的大規模極光秀。這是我這輩子見到的第一場極光秀，同時也是大自然送給即將航離極區的我們，一次美好無價的光影新體會。

在南極考察期間，常常不預期撞

見壯闊美景或新奇事物，但我們都必須以任務為優先，否則無法達成考察項目，等於白來南極一趟。

例如，有次雪龍號在薄冰上航行好幾天後，駕駛停船讓輪機人員檢修船軸，忽然船側冰面上陸續跳上來一群企鵝，隊友紛紛拿出相機準備到船舷開拍，這時船軸檢修工作完畢，船槳無預警的轉動起來，嚇傻的企鵝拚老命的往水底竄，多數準備開拍的隊員也撲了個空。

有時見到奇特外形的冰山或是簇擁成群的企鵝、海豹，甚至悠遊水中的鯨魚群，賞冰船可以為了夢幻奇景或一群極地生物停船讓遊客靜靜看上半天；考察船卻得一刻不停留的朝目標奮力挺進。



吸引眾人目光的夢幻極光。



那些在船上的日子

雪龍號船上生活頗舒適，每日正常供應四餐，最重要的是每晚固定發送一顆水果。例如回程時，我們才剛上船不久，立即發放了幾顆在墨爾本採購的碩大西瓜，大家分著吃，一解數月來在極地對蔬果的飢渴。除了吃得好，住得更好。船上空調設備舒適，僅需穿件短袖上衣即可，而且每間房的熱水都是二十四小時供應。美中不足的是船上沒有即時網路可用，以及天天幾乎不停歇的搖搖晃晃。

猜冰山

為了增加船員們的互動及提升士氣，船上經常不定期舉辦各種活動。

「猜冰山」是其中一次活動，大家要寫出雪龍號遇見第一座冰山的緯度。然而，不曾有過極地航行經驗的人，怎麼可能答對。胡亂填的數字若真能猜中，就如同隊員們常開玩笑說的「聾子聽見啞吧說瞎子看到鬼」，是矇中的。

進行猜冰山活動時，聽一位有經驗的老船員說：南緯六十度西風帶以南，海水溫度在攝氏零度以下的海域便會出現冰山，一旦接近浮冰區，如同水盆上布滿樹葉，水不容易潑灑出來，因此遇見冰山，就代表海浪的威力將式微了。

臺灣南部墾丁海域水溫終年保持攝氏二十度以上，生長於亞熱帶的我們，實在很難想像海面上突然冒出隨波逐流的巨大冰山的景象。先前對冰山的印象多來自電影：號稱「永不沉沒的鐵達尼號」首航後不久，撞上一座冷酷無情、內在集結龐大質量、表面僅含蓄露出十分之一的冰山不久後，船便完全沒入北冰洋。

地球暖化加速了冰山及海面漂散浮冰的融化速度。姑且不論其他暖化事件對人類的影響及衝擊，此刻身處搖晃的艙房，想到那老船員的話語：冰山數目逐漸凋零後，削減湧浪的阻力變小，橫渡西風帶的船將搖晃得更厲害了。

經過國際換日線後，雪龍號遇到超級巨浪，船外的強風大雨及猛浪不斷拍打著船身，此刻大家都想盡早離開可怕的西風帶。一旦風浪增強為猛浪，原本寂寥無人的駕駛臺臺氣氛隨即變得緊張且嚴肅。領隊、船長及船員們克盡職責注視著浪向，舵手慎守崗位操控舵盤。船員把船速調降下來，航向與湧浪拍打的方向保持垂直，方能破浪挺進。

南大洋湧浪的能量大得難以形容，湧上的海水一下子便灌滿船首。大量的冰冷海水一擁而上，只見浪頭就快把整個船首吞噬時，船首猛力往上一抬，海水又呼嚕嚕的

退入南大洋，就這樣一次次猶如活塞般反覆規律運行著。

隨著緯度攀升，海況也隨之變差，在高緯度航行常形容為「四十怒吼，五十狂飆，六十呼號」。雪龍號穿越南緯五十五度的狂湧颶浪區時，半夜裡，我幾次夢見船因為左右搖擺角度過大，貨品堆疊又高，導致雪龍號重心不穩，發生無法挽回的事故，接著寢室灌入冰冷的海水，同仁皆困在小艙房裡，此時想潛水逃出船外的我，卻遍尋不著必要的潛水裝備……嚇得我一身冷汗驚醒。大風大浪在潛意識幻化出的這場惡夢，至今依然印象深刻。

隔天早上醒來後，匪夷所思竟出現大太陽，海況逐漸好轉，聽說氣旋已經逐漸遠離。風浪趨於平緩後，舷窗外一對海鳥在海平面上的波浪間相互追逐。接近冰山了嗎？或是鳥兒出現，意味著好天氣正式到來？絢爛的晨光高高懸掛在海面上，我把握住此刻美好的時光，拍下幾張脫離西風帶後的南大洋風情。

當日午後傳來廣播：「各位船員注意，本船現在位置一點鐘方向、一點鐘方向，出現一座冰山。」哇！冰山，船不是還有些微搖晃嗎？怎麼會出現冰山呢？第一次到南極考察的菜鳥們（包括我在內）都跑到船舷邊觀看。冰山真的非常夢幻，尤其是傍晚紅霞裡出現的冰山，雪白裡透出些微的靛藍，遙遠卻真實，這是我第一次在海面看見的晶瑩巨島。



海面上出現夢幻的巨大冰山。

多出來的一天

晚餐時，大家閒話家常討論要不要給船上辛苦的廚師們加一天白幹活的薪水。因為在這麼搖晃的西風帶裡，平白多過了一天，廚師多煮了三餐。有人笑說，並不是真的多過了一天，只是剛好經過換日線，調整日差而已。但我坐在船上，船由東往西走，繞行地球一圈，十一月一日著實重新度過一次，重過這天的三餐也確確實實吃下肚了。

你或許會想知道，多過的一天如何還呢？答案很簡單，過了換日線後，每經過一個時區線的那一天夜裡，船上會進行撥鐘的動作，那一天僅有二十三個小時，每過一個時區，就要減少一個小時，直到累減二十四個小時之後，還給生命中多出來的那一天。



雪龍號真正的破冰：直接將船開到冰面上，用蠻力鑿出一條航道。

幹大冰

接近中山站前，這時已近南極的永晝時間，某天凌晨天空仍是亮的。此刻雪龍號三一八寢室睡不著的三個大男生直望著窗外的光影，與外頭的太陽一樣保持清醒。

用餐時，船隻嚴重起伏震盪，但並不是遭逢風浪，而是此處的碎冰層漸漸增厚，船在行進時產生強大震波。老船員笑稱，這是在「幹大冰」。迎面而來的大冰塊撞擊船隻的剎那，發出的尖銳聲響撼動人心。

之前雪龍號破冰充其量只是將大冰塊推開，現在才稱得上真



雪龍號以極快的船速用船首將冰面擊破，撞擊刹那有如發生七級地震。

正破冰：直接將船開到冰面上，開鑿出一條航道。站在駕駛臺臺觀看「雪龍破冰」，船彷彿長出了輪子，開上冰面。一種冰上行舟的彪悍感，油然而生。

真正破冰時，海冰阻力很大，即使像雪龍號這種兩萬噸級的破冰船，破冰能力也僅能撞破厚度在兩公尺之內的冰面。船每次行駛約一百公尺後，便無力再挺進，必須先後退三、四百公尺，再加足馬力，以極快的船速用船首的大鐵頭將冰面擊破。船撞擊新的冰面時，猶如發生七級大地震，一開始真的會嚇一大跳，不過震個一兩回，慢慢就習以為常了。



「地球最後淨土」蒙塵

近三年每年到企鵝島採樣，對研究員來說，是整個南極考察相當特別的經驗。

長城站附近的企鵝島是智利所屬的特定保護區，需要申請特別通行證才可以進入。而且，企鵝島跟長城站只有一個窄窄的砂壩相連，必須在潮位低於海面四十公分才會顯露出來，所以一個月內能上島的天數有限，能夠進行採樣的時間也不長。

去企鵝島的路上，可以遇到很多企鵝跟海豹在海灘上停留。牠們不太怕人，即使離企鵝只有幾公尺遠，牠們依然我行我素，直到更靠近了，牠們才往旁邊移動幾步；海豹就更懶散了，只要一躺下來曬太陽，就怎樣也不想離開。說起來，我們才是真正的外來者，打擾了牠們在日光下的美夢。

一進入企鵝島，繞過海岸，就立刻可以「感受」企鵝們濃厚的腥臭味，遠比下雜魚堆（非刻意捕獲、非捕獲目標的水生動物）還來得腥臭許多。真正進入企鵝區，到處都是大大小小的企鵝。我們在十二月中旬上企鵝島，這時的小企鵝還很小，都躲在

巢裡，有些企鵝還在孵蛋。隔年一月中旬，我們要離開南極時，再去查看，一隻隻趴在地上曬太陽的小企鵝，已有成年企鵝的三分之二大小了，真是「一暝大一寸」。小企鵝正在換毛，看起來灰灰醜醜的，而且因為幼鳥時期的毛無法防水，常常沾上濕滑的糞土，此時就見到灰頭土臉的小企鵝追著成年企鵝要食物的有趣景象。

攜帶企鵝或是海鳥的樣品回來進行分析並不容易，主要是企鵝屬於保育動物。我們當然不能假研究之名進行捕抓，而且這裡的海鳥體型較大，也頗具攻擊性，我們前往西海岸的路程就曾經遭受攻擊。為了採集計畫內要使用的樣品，我們只好在海鳥及企鵝停留的地方找尋殘骸，帶回臺灣分析。



海豹一躺下來曬太陽，就不太想動。圖為象海豹與雪龍號的合影。



豹海豹睡「翻」了！在睡夢中，舉起尾巴。



正在孵蛋的巴布亞企鵝。



巴布亞企鵝親子合影，其中小企鵝正值換毛期。



小企鵝肚子餓時，會用牠的小喙敲擊公企鵝的喙，等到公企鵝嘴巴張開後，再伸進去取得食物。

南極企鵝體內竟含高量戴奧辛

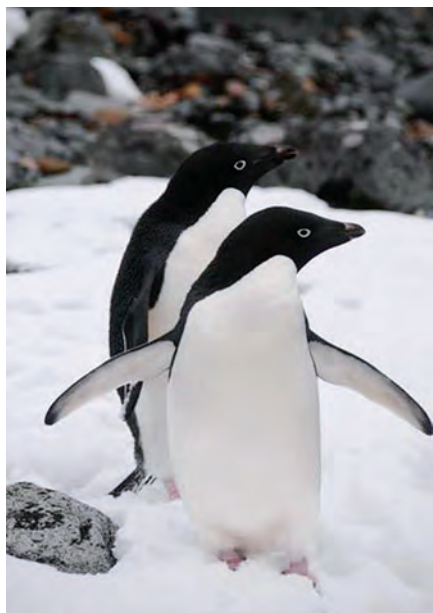
從南極考察帶回企鵝屍體（二〇〇八年及二〇〇九年南極考察帶回的樣品），進行企鵝體內所含持久性有機汙染物之檢測，發現所含戴奧辛（PCDD/Fs）、多氯聯苯（PCBs）及多溴聯苯醚（PBDEs）等汙染物含量（如表一所示），若與一般家禽肉品所含戴奧辛含量相較，明顯高出許多，大約是雞肉的二十倍，豬肉的五百四十五倍（註），這結果真是大出意料，更可見南極大陸雖極少有人類活動，但全球工業產生的各種持久性有機汙染物，仍會經由大氣循環的輸送或洋流循環等途徑到達南極。低溫使這些汙染物不易分解破壞，再加上食物鏈的生物累積作用，使得「地球最後淨土」都受到汙染，而位於食物鏈頂層的生物（如企鵝、鯨魚），健康受到嚴重的威脅。

表一 南極企鵝組織中戴奧辛（PCDD/Fs）、多氯聯苯（PCBs）及多溴聯苯醚（PBDEs）之濃度

分析種類	阿德利企鵝	帝企鵝
	肌肉組織	油脂層
PCDD/Fs pg WHO-TEQ/g lipid	39.4	4.12
PCBs pg WHO-TEQ/g lipid	235.6	49.1
PBDEs ng /g lipid	1.42	0.366

註：南極阿德利企鵝肌肉組織戴奧辛含量為39.4；該年度同期實驗室分析的國產雞肉與豬肉測值為1.97與0.0723。

衛生署所訂食品戴奧辛值：豬肉1pg WHO-TEQ/g lipid；家禽2pg WHO-TEQ/g lipid。



阿德利企鵝。



巴布亞企鵝。



帽帶企鵝。

關於戴奧辛

戴奧辛是《斯德哥爾摩公約》中認定的持久性有機污染物之一，是一個或兩個氧原子聯結一對苯環類化合物的統稱，包括七十五種多氯二聯苯戴奧辛（簡稱PCDDs）及一百三十五種多氯二聯苯呔喃（簡稱PCDFs）。

戴奧辛主要來自人類焚化廢棄物、發電或製造能源、其他高溫排放源、金屬冶煉與化學製造等。

- a. 燃燒源：大部分燃燒源都會產生戴奧辛，包含廢棄物焚化（如都市垃圾、下水道污泥、醫療廢棄物與有害廢棄物）、燃料的燃燒（煤、木柴與石油產品）、其他高溫排放源（水泥窯）與未受控制的燃燒源（森林火災、住宅火災與農廢露天燃燒）。美國人習慣於在家後院露天燃燒廢棄物，露天燃燒因而成為美國最大之戴奧辛排放源。
- b. 金屬冶煉、精煉與製程：一次與二次金屬冶煉（如鋼鐵製造業的燒結爐及電弧爐與廢金屬二次精煉）製程中都會生成戴奧辛。
- c. 化學製造：在如氯漂白之木漿、氯酚與除草劑生產過程中，戴奧辛有時會以副產物的形式生成。

戴奧辛為已知毒性最強化合物之一，其中又以稱為「世紀之毒」的2,3,7,8-TCDD毒性最強，國際癌症研究局已將戴奧辛歸類為第一類的「已知人類致癌物」，和軟組織腫瘤、惡性淋巴腫瘤的發生很有關係，並容易產生肝毒、皮膚毒性，也會導致孕婦流產或畸胎。

由於戴奧辛是非常穩定的化合物，具親脂性，極難溶於水，且具持久性，進入生物體後即積存於脂肪中，所以在食物鏈中會有生物累積及生物擴大的效應。戴奧辛一旦進入環境中，即會廣泛散布於空氣、土壤、水、食物等介質中，尤其以食物中的肉、魚、奶、蛋類食品最常發現。因此，一般人於日常生活中就很容易不知不覺接觸戴奧辛，稱為「背景暴露」。研究發現超過百分之九十的背景暴露來自飲食。

戴奧辛已進入南極環境中

南極大陸位於地球最南端，百分之九十八的地表終年為冰層所覆蓋（平均冰層厚度兩公里，最深達四公里），氣候嚴寒，在歷史上幾乎不曾受到人類活動干擾，被視為「地球最後的淨土」。但二十世紀以來，南半球的經濟及工業活動成長迅速，產生的汙染物質（如有機氯農藥）可能經不同途徑傳至南極地區。此外，其他的持久性有機汙染物藉由全球性的揮發／沉降循環，從較低緯度的地區散布到南極地區。

從整體來看，南極地區環境及生物體中測得的汙染物比南半球其他地區來得低。都市地區、高度農業地區及以噴灑殺蟲劑控制病媒昆蟲的地區，最容易產生持久性汙染物，這些汙染物進入南極地區的主要途徑是大氣傳輸。此外，遷徙性的羽族及哺乳動物，也可能是影響南極局部區域持久性汙染物分布的重要原因。南極大陸的內陸地區因地表冰層厚，溫度低，造成持續向下及向外的氣流。這股氣流溫度低且密度高，持續吹向海岸地區，這樣的氣壓變化會引起中緯度地區的空气向南極移動，將水氣、其他氣體及懸浮物質帶至南極。

整體而言，這些持久性有機汙染物在大氣中的濃度是隨著緯度升高而降低的，在南極地區的濃度最低，初步調查顯示，南極半島及周遭島嶼大氣中持久性有機汙染物的濃度比內陸區高。

以二〇〇八年及二〇〇九年南極考察帶回的土壤、糞土、地衣等樣品進行含持久性有機汙染物的檢測，其中土壤、糞土、地衣中含戴奧辛（PCDD/Fs）、溴化戴奧辛／葑喃（PBDD/Fs）、多氯聯苯（PCBs）、多溴聯苯（PBBs）及多溴聯苯醚（PBDEs）含量（如表二所示），與國內外研究相較，南極土壤中持久性有機汙染物約與背景地區（一般未受汙染地區）及鄉村地區土壤相近。至於糞土則因混有動物的排泄物，故持久性有機汙染物含量較南極土壤為高。

表二 土壤、糞土、地衣所含持久性有機汙染物檢測結果

有機汙染物包括：戴奧辛（PCDD/Fs）、溴化戴奧辛／葑喃（PBDD/Fs）、多氯聯苯（PCBs）、多溴聯苯（PBBs）及多溴聯苯醚（PBDEs）

樣品	PCDD/Fs (pg I-TEQ/g)	PBDD/Fs (pg I-TEQ/g)	PCBs (pg/g)	PBBs (pg/g)	PBDEs (pg/g)
土壤	0.265	1.44	5.80	1.44	145
糞土	0.580	1.19	43.7	1.31	363
地衣	0.073	12.9	14.5	0.320	19200

零下任務——臺灣科學界第一次南極長征

撰 文——方力行、郭富雯、林家興、宋秉鈞、王琳麒

文字整理——蔡盈珠、林嘉瑋、何宜慶、張祐嘉、王自磐

圖片攝影——郭富雯、林家興、林嘉瑋、何宜慶、張祐嘉

主 編——顏少鵬

特約編輯——蔡盈珠

美術設計——翁 翁·不倒翁視覺創意

校 對——李玉霜

責任企劃——曾睦涵

董 事 長——孫思照

發 行 人——莫昭平

總 經 理——李采洪

第二編輯部——李采洪

總 編 輯——李采洪

出版者——時報文化出版企業股份有限公司

10803台北市和平西路二段二四〇號三樓

發行專線——(〇二)二三〇六一六八四二

讀者服務專線——〇八〇〇—二三一—七〇五

讀者服務傳真——(〇二)二三〇四—六八五八

郵撥——一九三四四七二四時報文化出版公司

信箱——台北郵政七九〇九九信箱

時報悅讀網——<http://www.readingtimes.com.tw>

電子郵箱——newstudy@readingtimes.com.tw

第二編輯部臉書時報@之1——<http://www.facebook.com/readingtimes.2>

法律顧問——理律法律事務所 陳長文律師、李念祖律師

印刷——鴻嘉彩藝印刷(股)公司

初版一刷——二〇一二年三月三十日

定價——新台幣三〇〇元

行政院新聞局局版北市業字第八〇號

版權所有 翻印必究
(缺頁或破損的書，請寄回更換)



國家圖書館出版品預行編目資料

零下任務：臺灣科學界第一次南極長征 / 方力行, 郭富雯等著. -

- 初版. -- 臺北市：時報文化, 2012.03

面；公分. -- (Knowledge系列；2)

ISBN 978-957-13-5550-4(平裝)

1.地理考察 2.科學技術 3.南極

779

101005241

ISBN: 978-957-13-5550-4

Printed in Taiwan

第35次中小學生優良課外讀物推介評選活動
獲選書籍試閱電子書

主辦單位 /  **文化部**
MINISTRY OF CULTURE

承辦單位 /  **聯合線上**
udn.com

活動官網 / <http://book.moc.gov.tw>

客服信箱 / book.service@moc.gov.tw

官網行動條碼 /

