(封面)

生物多樣性：消逝中的豐富自然資產

(頁二)

我們的世界充滿著驚奇，美麗奧妙的程度超乎我們的想像。

只要沒受到人為干擾，植物、動物、微生物、細菌、蕈類就會在地球每個角落滋長，不論是山頂或海底，潮濕茂密的熱帶或寒冷荒瘠的極地。

生物種類的豐富性表現在同種生物不同的基因、不同物種的差異、物種居住的各種群落以及生態系統。

(頁三)

瀕危棲地

多樣性處處可見，但也都在迅速消逝。無數的物種已經永遠消失，剩下的也有許多處於絕種邊緣。如果我們不改變對待地球的方式，到本世界末將有四分之一到二分之一的物種走向滅絕——這段時間甚至只比一個人的一生稍微長一點。這樣的大型生物滅絕史前曾經發生過至少五次，然而都是由自然環境的變化引發；例如，冰河擴張、火山爆發、或是隕石墜落。地球從這些滅絕事件恢復生機，需要短至一千萬長至兩千五百萬年。然而，這次的滅絕卻是由單一物種所引發——那就是我們人類。

而我們恐怕還來不及等到地球從滅絕中再度恢復生機，就已經不再存在這世上。物種會消失，有時是因為污染或外來物種的引進，因為外來物種在新的生態圈沒有掠食者，然而最主要的原因還是因為我們改變了地球的環境。

我們人類出現前，地球上本來有幾十萬種棲地，其中有各種生態系統。這些系統經幾百萬年的演化，發展出極其精密的相互依賴關係，我們卻迅速不斷把這些棲地用人為的創造物——像是村落及城市，工廠及農地——取代，其他的物種因而失去了棲身之所。

根據國際保育組織在一九九四所做的調查，全世界陸地上的棲地（即排除岩石

沙土以及冰雪以外的陸地面積）有將近四分之三受到程度不一的人為破壞。通常是受到直接衝擊，如成為建地、鋪設道路、植被被清除、開墾為農田、鑿井、開礦、汲水、棄置廢物、砍伐、建水壩。事實上、即使沒有受到直接開發，全世界沒有一個角落能倖免於人類文明帶來的種種後遺症。

煙霧、酸雨、以及溫室效應則是人類對待大氣層的方式產生的結果。由於地表因開發而裸露，棲息在溪流、河川、池塘、湖泊以及遙遠的深海的各種生物面臨了地表剝落侵蝕的沉積物的衝擊。人類有意無意排放到河川的巨量家庭或工業廢水，也威脅了他們的生存。

不過最嚴重的問題是空間不足，使得許多物種及生態系統漸漸失去了生存的空間。由於人類人口的成長，越來越多的野生棲地被開發，野生動物的群落勢必變小，很多就生存不下去了。

我們以數量上的優勢排擠其他生物的生存空間，很多生物在我們認識他們或知道它們大約的數量之前就已經滅亡了。目前已知生物種類約有一百五十萬種，但科學家相信確實的數量應有一千四百萬種，甚至有可能多達八千萬至一億種。我們快要來不及認識他們了。

根據世界自然保育聯盟的評估，全世界約有四分之一的哺乳類及十分之一的鳥類在絕種邊緣，五分之一的爬蟲類、四分之一的兩棲類，以及三分之一的魚類也都面臨生存危機；將近八分之一的開花植物有絕種的危險，而都這還只包括這些體型較大、因而比較有人研究的物種，世上有數百萬的物種可能在我們發現它並了解它在生態圈的地位之前就已經從這個世界消失。

地球本有著令人讚嘆的生物多樣性，我們至今僅見識到一小部分，它卻已漸漸消失。這樣的結果並非我們樂見的，只是我們太無知，未能好好保護它。「這是我們所犯下的錯誤中，後代子孫最難以原諒的一項。」哈佛大學生物學者威爾森這樣說。

(頁四上方文字)

如果我們不改變對待地球的方式，到本世界末將有四分之一到一半的物種走向滅絕，這段時間甚至只比一個人的一生稍微長一點。

(頁四下方文字)

第一排由左到右：座頭鯨在加拿大海域浮出水面；滿天密佈色調深淺不一的雲朵；有著夢幻色彩的變色龍停在樹枝上；第二排：名喚「驢尾巴」的灌木在地面

上自然排出的綠色圖案；古老的貝殼有著宛如現代建築的外觀；看來像衛星照片，其實是一根蔥；第三排：一隻肯亞象朝著青蔥茂盛的草地前進；企鵝在南極的冰山間探險；小花、小草植物這些詞怎能形容這些令人驚艷的鳥蕉？最下方：哥斯大黎加的一晚，科學家納斯克利基照亮薄板，希望能發現新品種的螽斯。在發現新物種的過程中，我們更了解了生物的多樣性，也更體會到促成這樣多樣性的大自然其實是很脆弱的。

(第五頁)

為何值得我們關心

一萬年前人類發明了農業，在那之前，我們就像其他所有生物一樣是靠著週遭的生態系統過活。當時，人類如果要進行遷徙（我們很早就學會了）會設法了解落腳地點的生態系是怎麼運作的，應如何加以利用。由於食物來源仰賴週遭環境的供給，當時的人類明白，提供食物的環境是否健康，直接影響他們是否能夠順利生存繁衍。

然而，農業的出現意味著人類不論走到哪裡都可以製造大量的糧食，人類不再像以前一樣仰賴身處的生態系統。日後的工業革命更進一步完全切斷了人對自然的依賴，我們漸漸以為憑著頭腦和技術，我們可以創造出任何需要的東西——我們掌握了一切。如今我們有能力摧毀大部分剩下的自然資源，才發現事實上我們並沒有掌握一切，其他和我們共享這個地球的物種攸關我們是否能繼續生存繁衍。

以農業為例，世界上幾千種可以食用的植物當中，我們賴以維生的只有少數幾種。我們的食物中來自植物的，大約百分之九十都來自二十個物種，百分之五十僅僅來自三種穀物：稻米、玉米、還有小麥。這些穀類本有幾千種相似品種，但經人類選擇性培植後，只剩下少數固定幾種；這樣做的目的是為了讓它們更容易栽種，收成品質也更穩定。

今天我們看到的農田，都是無數行一模一樣的植物延伸到地平線，任何意外的基因變異都被嚴格剔除。然而，我們所謂的害蟲卻保持了基因的多樣性。天澤繼續主導它們的演化，讓牠們能不斷找到新招在人類的作物上肆虐。因此，育種人員必須總是搶先牠們一步。而唯一可能有能力對抗新演化出的害蟲的，就是馴化作物的野生親戚，然而它們有很多數量正在減少，面臨生存危機。

植物更是醫學發展的基礎。根據世界衛生組織的統計，全世界約有百分之八十的人口生病時主要是求助傳統醫藥，而這些藥物或療法都要用到植物。西方醫學也是如此，歐美科學家所使用的藥物中，有很大部分都來自植物。儘管其中很多現

在都可以用合成的，當初會發現這些成分有效，也都是基於對植物的知識。例如，阿斯匹靈這種世界上最常用的藥物今天儘管是用合成的方法製造，最初是從柳樹皮發現的。美國有將近一半的處方用藥是來自野生動植物，而有超過三千種的抗生素，包括盤尼西林以及四環素，取材自微生物。由某種在泥土中生長的蕈類提煉的環孢靈能抑制免疫系統，為心臟及腎移植手術帶來革命性突破；毛地黃這種藥物就是從名叫毛地黃的植物提煉的，幾百萬人的心臟病因它得到緩解；發現於金雞納樹樹皮的奎寧和奎尼丁能防治瘧疾；生長於馬達加斯加的一種紅色長春花所產的生物鹼，能治療兩種極為惡毒的癌，即好發於年輕人的何杰金氏淋巴瘤，以及急性淋巴性白血病這種兒童絕症。

有一些醫學上的奇蹟則是由動物創造的。水蛭素是一種水蛭唾液裡發現的抗凝血劑，可治療痔瘡、風濕、血管栓塞、挫傷；某幾種蛇毒可以當作鎮定劑，而且不會有上癮的問題；麗蠅的幼蟲會分泌一種物質，可讓嚴重外傷加速復原。

又有多少的治療的契機潛藏在我們尚未發現的生物當中？科學家相信十分之一的植物含有具治癌潛力的成分——但是很多可能在我們把它找出來之前就已經絕種了。

然而，比食物和醫藥更重要的是，各種生物在整個生態圈各有各的角色，使這個世界適合所有生物（包括我們人類）居住繁衍。沒有這些生物，生命將無以為繼。不論是植物、動物、或是微生物都各有各的重要性，合起來又會發揮不同的功能。他們共同創造肥沃的土壤，並保護土壤免於侵蝕；他們能分解有機廢物（例如樹葉、骨頭以及糞便）將礦物質、營養素、炭、以及氮經由新生長的植物回收再利用；他們吸收、分解污染物；他們讓大氣中各氣體的比例保持穩定，特別是動物呼吸所需的氧氣；他們調節地區性的氣候及降雨；他們能收集、儲存、淨化水資源；他們能減緩海水對海岸的侵蝕；他們使植物授粉；他們能控制大部分會危害作物的昆蟲和會傳染人類疾病的病媒。

換句話說，他們使我們的後代能夠繼續在這個地球上生活。

(第六頁上方文字)

有多少的治療的契機潛藏在我們尚未發現的生物當中？科學家相信十分之一的植物含有有治癌潛力的成分——但是很多可能在我們把它找出來之前就已經絕種了。

(第六頁下方文字)

第一排由左到右：在哥斯大黎加的雨林中尋找良藥；毛地黃是一種毛地黃屬植物，能夠治療心臟疾病；英國的醫療研究團隊使用紅豆杉的幼苗來提煉紫杉醇這種抗癌藥物；第二排：採集馬達加斯加的紅色長春花。這種花含有數種抗癌成分；金雞納樹能提煉奎寧，是南美雨林中最著名的藥用植物；砂勞越的肯葉族(Keyay)婦女採集「土八阿卡」(Tuba aka)這種能退燒的植物；研究人員正把珊瑚加工，用來修復受損的骨頭；第三排：非洲發現的迷你貓鬚花(dwarf cat whisker plant)能治療心臟疾病；玻利維亞的樹苗能幫助雨林復育；位於菲律賓的國際稻米研究所正在研發抗病品種；最下方：巴西草藥市場琳瑯滿目的貨色。

(第七頁)

我們能做什麼

儘管物種正在迅速消失，希望還是有的；各國政府民間組織以及個人正盡其所能的拯救倖存的物種。

拯救植物的方法之一，是把它們從原棲地或農地移至植物園庇護中心或是基因庫栽種，這類工作的協調單位是由位於羅馬的獨立機構國際遺傳資源委員會負責。此外，荷蘭的遺傳資源中心、菲律賓的國際稻米研究所、以及墨西哥的國際小麥及玉米改良所總共保存了超過六百萬種品種的種子。

稀有動物則是全世界動物園保護的對象。「世界物種資料庫」登錄了北美和歐洲超過兩百家動物園裡的動物資料，不同動物園的管理員可以利用這些資料合作保育及配種事宜。該資料庫裡登記有案的動物園和研究機構除保護瀕危物種，同時也盡可能幫物種回到原棲地。

在百分之八十的土地仍由雨林覆蓋的祕魯保卡祖村，祕魯政府和美國國際開發署正進行一項計劃。依照這個計劃，伐木可以，但為了保護森林，必須以永續的方式進行。因此，可以砍伐的只限於那些狹窄零碎的林區，砍完一區以後再砍另外一區。如此一來，一個林區被砍伐後，三十年內都不會有人進入，讓樹木有自行修復再生的機會。

一九九九年，在美國能源監管委員會的一聲令下，怪手開始拆除截斷緬因州的肯納貝克河一百六十年之久的愛德華水壩。之前也有水壩遭到拆除，但拆除原因主要是安全考量，這是頭一次在水壩持有人反對的情況仍下因考慮到水壩對週遭環境的破壞而予以拆除。由於水壩的阻隔，包括鱒魚、大西洋鱈魚、鮭魚、線鱸等超過十

種魚類無法回到上游祖先產卵地產卵，現在這條河暢行無阻直通大西洋，魚群回來了，禿鷹和魚鷹也回來了。

物種來到一個新環境時，往往因為沒有可以制衡的物種，得以快速繁衍，最後取代了本土的物種。在南非的開普敦地區凡波斯花和森林生長的山地，外來物種的問題特別嚴重，很多本土物種都受到威脅。而這裡卻是全世界單位面積植物種類密度最高的地區，多達八千六百種植物在此生長，而且大多數是特有種，其他地方見不到。一九九六年時南非政府決定出馬反擊，雇用了四萬人清除澳洲油加利樹和卵果松等入侵物種，目前成效還不錯。位於加拿大班夫國家公園的夢蓮湖裡的強壯紅點鮭，因不敵溪鮭和加拿大鱒的強勢競爭，已經完全絕跡。公園管理處認為解決問題的唯一方法就是消滅湖裡所有的魚，再以本土魚類取代。自從該國一九九四年制定政策鼓勵本土魚類繁殖並消滅外來物種以來，這是首批針對水生動物執行的計畫之一。

在印度的西孟加拉邦，村民和當地政府林業單位共同管理半落葉的婆羅雙林。村民主要負責在離家最近的林站負責巡守的工作，確保林木沒有受到傷害。這個計畫從一九七二實施以來，婆羅雙林的情況已有改善，村民得以從林站取得藥材木柴或採集食物。

在貝里斯有一座四千公頃的雨林，產權上屬於國家，但由貝里斯傳統醫藥協會管理。當地了解野生植物利用價值（尤其是醫療價值）的人，和資源管理專業人士共同合作，在保護當地森林生物多樣性交出卓越成績。

中國的海南省有大批原始林，為了栽種橡膠園而遭砍伐，自然林的覆蓋面積從一九五〇年代的八十三萬公頃銳減到九〇年代的三十萬公頃。當地政府察覺事態嚴重，於一九九四年下令禁止砍伐林木，開始復育並保護倖存的林木。中國林業科學研究院的研究人員和海南林務局設立了四個實驗林場，以找出最佳育林模式，以後所有砍伐的行為都必須以能永續經營為原則。

菲律賓是世界海馬最主要出產國之一。海馬除可用於傳統醫藥，還是水族館的最愛，在一些專門販售珍奇物品的商店也有在賣。一九九四年時，菲律賓政府體認到海馬的產量已有供不應求的情形，捕獲量也因棲地的破壞以及濫捕漸漸減少，中央政府於是和地方政府合作，試圖力挽狂瀾。現在，雄海馬已能在被捕獲前產下小海馬；海馬主要的繁殖區域被劃為保護區，有人固定巡守，確保沒有違法撈捕的情形發生。這個名叫海馬計畫的行動更在一九九五年獲得了鄰國越南的響應。

(第八頁上方文字)

儘管物種正在迅速消失，希望還是有的。各國政府民間組織以及個人正盡其所能的拯救倖存的物種。

(第九頁下方文字)

第一排由左而右：喀麥隆巴門達高地的孩子守護森林裡的鳥類；瀕危的紅鮭在實驗室裡培養至一齡後，在美國西北部的蛇河放生；娃娃賽計畫(Wawaset Project)在印尼婆羅州提供了失去雙親的紅毛猩猩一個庇護所；第二排：印尼蘇門答臘的居民打算利用全球衛星定位系統監視保護區防堵盜伐行爲；長棘海馬；在墨西哥坎佩切州的卡拉穆生態保留區進行的美洲虎標記野放計畫；第三排：巴西艾馬斯國家公園的空照圖顯示被工業區團團包圍的瑟拉多草原棲地；作物實驗室裡乾燥中的種子；最下方：孟加拉用來進行森林復育的樹苗；科學家在婆羅州測量因賽卡馬(Segama River)河附近的林業造成的土壤侵蝕的嚴重程度。

(第九頁)

珊瑚礁有著豐富無比的生物多樣性，其間生存的物種難以勝數。儘管珊瑚礁佔所有海洋面積不到百分之一，卻是四分之一以上的海洋生物的棲身之所，種類多達幾萬種。這些物種中我們已經認識的還不到十分之一。有些珊瑚礁很小，有些卻有如巨無霸；其中最大的大堡礁，長約兩千公里，寬約五十到一百五十公里，實在很難想像這樣的龐然大物竟是由珊瑚蟲這種水螅體和幾千隻在其體內共生的單細胞藻類所構成的。這種藻類經由光合作用所產生的養分，是珊瑚主要的養分來源，讓它有氣力建造珊瑚礁。

大多數種類的珊瑚蟲會在身體外面分泌一層由碳酸鈣構成的骨骼來保護柔軟的身體，個別珊瑚蟲和周遭珊瑚蟲會形成聚落，聚落外觀呈特定的幾何形式。每種珊瑚聚落都有自己獨特的形式，聚在一起的時候，四射珊瑚、腦珊瑚、鹿腳珊瑚、林林總總構成了瑰麗壯觀的珊瑚礁。當珊瑚聚落逐漸擴張，老珊瑚蟲會慢慢死去，在原來身體的下方留下一層骨骼，其他珊瑚會在其上再分泌一層新骨骼加以覆蓋。

珊瑚聚落一但到達某種規模，就會成爲許多其他海洋生物的樂園。珊瑚礁的凹陷和裂縫提供了魚類和一些小型無脊椎生物絕佳藏身之所，也就是因爲藏有大量這類動物，珊瑚礁吸引成千上萬的獵食者前來打牙祭。

珊瑚礁群落看來是如此壯觀，似乎沒有東西能摧毀它，但實情並非如此。珊瑚蟲

是種脆弱的生物，對水質相當敏感，當沿岸上的植被遭到清除，沉積物進入海洋，或是原本能吸附沉積物的海岸紅樹林遭到砍伐，或是污水和工業廢水流進海裡時，和珊瑚共生的藻類就無法獲得足夠陽光以順利進行光合作用，導致珊瑚死亡。更大的威脅來自人類用炸藥或毒物弄昏珊瑚礁上的魚類或是從活珊瑚採集石灰岩。

根據世界資源協會在一九九八發表的報告，世上有將近百分之六十的珊瑚礁面臨人為破壞，如海岸地區的開發、過度捕撈、以及污染；四分之一面臨嚴重威脅。破壞珊瑚礁、任其死亡會帶來嚴重後果：珊瑚礁一死，居住其間的魚群頓時無家可歸，這將改變水流，使海岸直接暴露在猛烈的海潮下。

不過曙光已經出現。包括英屬維京群島、荷屬安地列斯、肯亞以及塞席爾的政府已經設立了身兼多重功能的海洋公園來保護珊瑚礁及居住其間的魚群。其他國家像是沙烏地阿拉伯、阿曼、斯里蘭卡也在建立類似的機制；澳洲政府經由大堡礁海洋公園的設立，保護了園內三十四萬平方公里範圍的所有珊瑚礁珊瑚島以及附近海域。

由於體認到加勒比海地區的珊瑚礁是全世界最亟待拯救的生態系統之一，海洋保育中心發起了加勒比珊瑚礁行動，讓各國政府、科學家、沿海居民、企業以及個人認識珊瑚礁，停止對珊瑚礁區的生物多樣性的破壞。國際珊瑚礁保育行動希望能將這樣的工作推行到全世界，目前已獲得全球七十五個國家的支持、數十個非政府組織的參與。

在這些保育珊瑚礁的行動中，自然保育組織的做法非常直接。他們花錢買下了夏威夷南邊一百哩的帕爾邁拉環礁。環礁的陸地部分面積約有七百公畝，外圍是將近一萬五千五百公畝的原始珊瑚礁、珊瑚島、以及瀉湖、是美國位於熱帶的領土碩果僅存、完全未受破壞的純淨海域，數百萬隻鳥在此築巢，種類極多。此地的珊瑚種類更是驚人是夏威夷和加勒比海域的三倍，佛羅里達珊瑚群島的五倍，現在它們都可以安心繁衍了。

(第十頁上方文字)

珊瑚礁群落看來是如此壯觀，似乎沒有東西能摧毀它，但實情並非如此。珊瑚蟲是種脆弱的生物，對水質相當敏感。

(第十頁下方文字)

第一排由左而右：大章魚游經藏匿一旁的海鞘，攝於澳洲西南威爾斯省的查維斯灣；美娜多二號島的火山形狀方便珊瑚附著，攝於馬來半島的印尼蘇拉威西省；夏威夷生長、學名為 *Coenocyathus bowersi* 的珊瑚；第二排：在太平洋從事「炸魚」的人，會把炸藥放在珊瑚礁上；從珊瑚周圍蔓生的藻類可看出它面臨生存窘境；氰化物毒魚這種捕魚方法會嚴重傷害珊瑚礁生態；健康的珊瑚礁，攝於埃及的紅海；第三排：在印度洋的馬爾地夫群島，四帶笛鯛子孫興旺；位於尼加拉瓜卡由斯米斯契托斯島納薩礁下坡區的麋角珊瑚已呈現白化現象；在巴布亞紐幾內亞的金柏灣(Kimbe Bay) 的珊瑚群落已有部分白化情形；最下方：一隻螃蟹停在珊瑚上面，攝於巴哈馬的拿騷市。

(第十一頁)

雨林

無數種的動植物、鳥類、昆蟲、細菌、蕈類在雨林中活動，種類之豐富、外觀之千變萬化，令人嘆為觀止。儘管雨林只佔了地球表面積百分之七，卻擁有地球上至少一半的物種；巴西雨林的一棵樹，可能是數百種甲蟲、四十種蟻類、五十多種蘭花、以及其他附生植物的家。雨林覆蓋的面積為九百萬平方公里，大約相當於美國的面積。全世界的雨林有五分之三是分布在中南美洲，其餘的則是分散在西非、東南亞和太平洋群島，印尼和剛果各佔了全世界雨林總面積的十分之一。

受到氣候及降雨穩定的影響，熱帶地區環境和食物來源也穩定，當地的動植物對環境的適應力因此不如較高緯度地區的生物。熱帶地區生物的分佈趨於特定，多半固定歸屬某一個生態系統。但緯度較高的地方就不是這樣，那裡的物種分佈的範圍比較沒有一定，生物種類和棲地缺乏一對一關係，競爭是常態。

在雨林中，任何一個生態區位〈niche〉都會得到充分利用。一個最匪夷所思的例子是一種寄生在軍蟻後腿的寄生蟲：當這種寄生蟲忙著吸軍蟻腳根的血的時候，軍蟻就踩著它們前進，活像是把它們當作鞋套一般，可是雙方似乎都還挺舒服的。

熱帶雨林的青蔥鬱鬱只是表象，它其實很脆弱。雨林生長的土壤相當貧瘠，缺乏腐植質和養分，因為都被雨水沖刷走了。溫帶地區的森林依賴土裡的養分，熱帶雨林卻可說是獨立於紮根的土壤之外；雨林的樹木會把流失的養分回收再利用，大部分的養分是儲存在樹木以及灌木之中。砍掉樹木後，底下的土壤並沒有什麼農耕價值。焚燒倒下的樹木是可以為土壤補充些養分，但只是暫時性的，效果只能持續個一兩年，之後那片土地基本上就已經是一片廢土。因此雨林一旦遭破壞，要復原需要很長一段時間——那還是假設有能復原的話。

然而，熱帶雨林卻以驚人的速度消失中，砍伐者主要是從事小規模種植的農民、商業伐木公司、以及經營畜牧業者。雨林原本覆蓋的地區已經被分隔成兩半，從空照圖及衛星相片可以看出，林木面積每年仍以一千兩百萬公頃的速度消失中，剩下的林木被分割成小區塊，每個區塊周圍環繞著侵蝕嚴重的土地。這些小塊林地會漸漸失去養活野生動物族群的能力。生物學者威爾森根據雨林中棲息的動物數目，推算我們每年會失去兩萬七千中種物種，大約是每小時就有三種物種消失。根據世界資源協會的說法，如果依照目前砍伐的速度估算，雨林的物種有百分之四到百分之八會在二〇一五年前絕種，百分之十七到三十五會在二〇四〇前絕種。

世界各地（尤其是熱帶地區）的居民已察覺到這個警訊，並努力採取補救措施。國際保護協會就是一個例子，協會人員買下土地開發權，努力建立新的野生動植物園地。他們希望能把亞馬遜三分之一的面積劃作永久生態保留區。二〇〇〇年初，他們為蘇利南籌募了一筆信託基金，幫助他們管理未經開發的四百萬公頃熱帶森林，那片林區當時已被伐木公司看上。這筆基金讓該國有能力讓森林保持原貌。

巴西的聖保羅能源公司擁有二十二座水力發電場，同時也扛下了照顧七千五百平方公里的保護區，以及總長達一萬五千公里的海岸的責任。從一九八九年開始，該公司就致力於復育保留區及水壩周圍土地的工作，使他們回到未開發前的狀態。首先，這些地方原有的植物經公司五個苗圃培植後，將栽種回原來生長的地方；等到復育的林地情況穩定，再把原來棲息的動物、鳥類以及昆蟲重新引入。該公司的目標是每年復育一千公頃的土地。

哥斯大黎加的瓜納卡斯特保留區的面積，正以重新造林以及買下保留區週邊牧場的方式逐年擴張。一九八九年開始，哥國展開了一項規模龐大的計劃，調查採集國境內所有共五十萬種動植物。為了達成這目標，他們設立了哥斯大黎加國家生物多樣性研究所(INBio)，利用調查成果來改善哥國的環境以及經濟。

INBio 將依照嚴謹的契約，和生技公司合作採集並評估野生物種。一九九九年有家世界知名藥廠為了能夠檢視他們採集的物種樣本，同意支付 InBio 一百萬美元的費用。該機構所有的收入，包括由樣品開發出的產品的權利金，都將用於保育用途。

(第十二頁上方文字)

熱帶雨林的青蔥鬱鬱只是表象，它其實很脆弱…雨林一旦遭破壞 要復原需要很

長一段時間——那還是假設有有可能復原的話。

(第十二頁下方文字)

第一排由左而右：雨林蛙 (*Smillesca phaeoia*)停在卷起的葉子上；雨林的種子和果實可供祕魯馬努國家公園裡的金剛鸚鵡享用；南美金毛獅絨是一種瀕危的絨猴；第二排：哥斯大黎加的雨林面臨砍伐的危機；巴西的森林遭砍伐、土壤遭侵蝕，是淘金者開闢道路留下的後遺症；法屬圭亞那的研究機構在研究一種學名叫 *tillandsia bulbosa* 的空氣鳳梨和一個螞蟻聚落的共生行爲；爲了建牧場，巴西這塊原本是雨林的地區有部分遭到砍伐。沒被砍伐的部分將用來當做對照組，研究砍伐對棲地倖存物種所造成的的衝擊；位於馬來西亞沙巴省的這片雨林被砍伐殆盡，變成婆羅油棕櫚種植園；第三排：印尼蘇門達臘省的庫布族人望著違法盜墾的森林；焚燒雨林以取得放牧土地，攝於巴西；最下方：一名研究人員在哥斯大黎加的雨林中觀察書帶木的果實。

(第十三頁)

溼地的重要性

溼地存在於全世界每個地方、每個氣候區。它們佔了地表約百分之六的面積，形式從廣闊的河口和瀉湖，到小小山區湖泊和湧泉都有。溼地所蘊藏的水有流動的有靜止的，有淡水有鹹水。溼地的種類包含海岸潮間帶、淡水草澤、泥沼、沼地、氾濫平原以及木本植物爲主的沼地，孕育物種在所有生態系裡居冠，是最重要的生態系。

海岸地區的紅樹林能穩固並保護土壤，因此也保護了居住在那裡的生物〈包括人類〉不受猛烈海潮的侵襲。它們細密如網的根系爲母魚提供了安全的產卵地點，掠食者只能望網興嘆。即使小魚長大後游到較開闊的地帶，仍然很安全，因爲紅樹林帶的水質沒海水那麼鹹，大部分的掠食者無法適應。

儘管很多物種生命歷程只有一小部分是在海岸溼地度過的，溼地攸關它們的繁殖。人類捕食的魚類有三分之二是在海岸溼地孵化的，今日漁獲量急遽減少，照顧好這些孕育小魚的溼地才能防止許多具有高經濟價值的魚蝦蟹類繼續流失。

在內陸的溼地一樣重要，是淡水魚、貽貝、蝸牛、甲殼剛動物的安樂窩，許多水鳥在此築巢養育下一代，或來這裡休息，儲備體力繼續每年的遷徙。這些溼地還能在淹水時吸收雨水及溢出的河水，並將隨水沖刷下來的的污染物質過濾掉。

溼地是如此重要，卻常被污名化。一般人總把溼地想成是蚊類及其他會傳播致命疾病昆蟲的溫床（例如瘧疾、黃熱病、住血裂體蛭病等）。既然認定溼地無用，人類已經用抽乾剷除或填平的方式將世界超過二分之一的溼地清除，將土地以更「有意義」的方式利用。

然而，人類最後發現到自己錯了；越來越多人意識到我們必須保護溼地，有些已被破壞的必須讓它回復原貌。

加拿大、美國以及墨西哥已共同合作成立北美水禽管理計畫，來保育數百萬鴨類和鵝類繁殖育雛以及避冬的區域。計畫用款由販賣「聯邦鴨票」所得支付，所以獵鴨的人都必須購買這種票，每年賣票所得約五千萬美元會用來擴大保育面積，終極目標是能將大約五百萬公頃面積的土地納入保護，並改善六百萬公頃土地的現況。

佛羅里達大沼澤過去是一片九百萬英畝的水域，經廣闊草原入海。然而過去有半個世紀的時間，人類為利用土地發展農業，將水引流至別處，這片沼澤面臨危急存亡關頭。五十年間，水鳥的數量減少了百分之九十，包括蛇鷹、佛羅里達美洲豹、美洲鱷、美洲海牛等六十八種動植物上了受脅或瀕危物種名單。

近年，拯救佛羅里達大沼澤的呼聲漸高，人們開始設法讓倖存的一半沼澤地盡可能恢復原貌。美國政府及佛羅里達州政大規模收購私有地，並大幅改變淡水流入這片沼澤的時機及流量，這樣的大手筆在同類計畫中算是空前絕後。他們甚至打算讓奇色米河恢復截彎取直以前的河道。

這個工程將會花掉幾十億美元，還可能要耗上二十年。要是成功的話，這片世上擁有最高生物多樣性的地區將不再沉淪，逐漸恢復生機。

(第十四頁上方文字)

溼地種類包含海岸潮間帶、淡水草澤、泥沼、沼地、氾濫平原以及木本植物為主的沼地，孕育物種在所有生態系裡居冠，是最重要的生態系。

(第十四頁下方文字)

第一排由左而右：志工在聖賈辛托河(San Jacinto River) 河口種植網茅，復育魚類的棲地；鵜鶘大隊正在養分豐富的密西西比三角洲的鹽沼巡航；佛羅里達南部這片柏樹林週遭的棲地遭破壞，淪落為柑橘園的排水工具；第二排：年輕的牛蛙漂浮在水面上，攝於南伊利諾柯奇盆地(Cache River Basin)；這兩腳高高踩在兩

顆高齡八百五十歲柏樹殘木的人，是呼籲停止抽乾溼地的先驅；佛羅里達水晶河的海牛；一群朱鷺停棲在委內瑞拉的溼地；研究烏龜的學者利用無線電遙測技術追蹤公有地上活動的林龜（一種稀有動物）的動態，希望能將它列入馬里蘭州保護物種名單；第三排：從空照圖可以看出，經過截彎取直的河道已經對佛羅里達大沼澤區的棲地產生不良影響；波札那境內健康的三角洲；最下方：泰國的紅樹林是植物和野生動物的庇護所，並讓溼地棲地環境保持穩定。

(第十五頁)

北極

許多人印象中的北極是一片一望無際的荒地，天寒地凍，生機蕭索。事實剛好相反：至少有高達六百萬隻鳥類會在夏季來到此地，更有極多的哺乳類終年定居於此，包括海象、海豹、北極熊、狐狸、野兔、兩種鯨魚、狼、麝香牛、族群龐大的馴鹿，冰寒的水底下更有著無數的浮游生物。儘管整體多樣性不如氣候溫暖地區，有些物種卻奇蹟似的適應了這裡的嚴寒環境，生存了下來。

這裡的冬天長而嚴酷，整個北極海以及附近海灣會結上一層冰，有段時間甚至看不到太陽。然而春天終會來臨，緊接著，夏天的腳步就不遠了。儘管冬季以外的季節都不長，卻是生機蓬勃：冰雪溶化，河川氾濫，浮游生物大量繁殖，候鳥以及鯨魚歸返，花朵綻放，滿天昆蟲飛舞。時間緊迫，每一種動物都加緊腳步，在冬季再度降臨前讓下一代具備足夠生存能力。

大多數北極的生物都無法在行動受限的情況生存，海豹、海象、狼和北極熊都一直在有無限活動空間的情況下演化的。廣闊的空間對馴鹿來說尤其重要，牠們的主食是馴鹿苔，一隻馴鹿每天要消耗的馴鹿苔約兩到三公斤；既然苔原每平方公里的生產量不高，馴鹿族群必須擴大覓食範圍，才能獲取充足的食物。

北極地區的生態系統迄今大致未受破壞，不過未來就難說了。由於大部分時間環境都相當嚴峻，這些生態系統發展出極精密的調節機制，再強的風勢、再低的氣溫、或是全然的黑暗，都能夠應付，但這樣長久以來形成的調節機制失去作用，這些生態系統就危機重重。如今廢氣從南方的城市和工廠吹來，使當地本來純淨的大氣蒙上一層煙塵，其他重大威脅還來自鑽油、河裡傾倒核廢料、以及氣候逐漸暖化。

北極生態系統最大的威脅來自名叫持久性有機污染物(POP)的化學物質。這些穩定性極高的物質可以是殺蟲劑、工業原料或是副產品，曾經由溫帶地區輾轉被帶到極地；由於極地溫度低，很容易讓它們產生沉澱。POP 的危險性在於它們具有

生物累積性，會在人類和野生動物的體內累積，累積到一定程度，會對生物體產生毒害。這些物質有的有程度不一的致癌風險，有些會擾亂生長，有些則會降低北極野生動物受精繁殖的能力。國際社會已經體認到 POP 帶來的危害，共同簽下了條約，限制這些物質的使用及排放。這項協約的簽署可望減少北極生態系統未來對這些化學物質的暴露量。

為保護北極的環境及居住其間的生物，北極圈週遭的國家，包括加拿大、丹麥、格陵蘭、芬蘭、冰島、挪威和俄國，於一九九六年共同創立了北極議會，宣布將致力於「保護北極的環境。具體工作包含維護北極生態系統的健康以及當地的生物多樣性，並確保自然資源的使用符合環保及永續的原則。」

北極議會的任務由其下五個工作小組推動，包括北極監督與評估計畫、北極動植物保育計畫、北極海域環境維護計畫、永續經營發展計畫、以及緊急危機應變小組。

議會也明瞭「讓北極當地原住民社群一起參與」的重要性，體認「在地知識能大大增進人類對北極的了解」，六個原住民族群在議會擁有永久席次，積極參與討論且對決議有相當的影響力。

眼前一個隱憂是北極熊的未來。五個領土內有北極熊的國家已於一九七六簽署了共同保育北極熊的協議，阿拉斯加的北極熊也早在一九七二年藉由美國海生哺乳類法案的立法而得到保護，但是全球暖化再度把牠們推向危機邊緣。北極的冰雪溶化的時節已經比過去早了一週半到兩週，北極熊來不及趁冬季捕食足夠的海豹吃個飽，以度過無法捕獵的夏季。母熊奶水裡的脂肪如果不足，小熊存活機率會降低。

這些努力是否能奏效？但願如此，畢竟是我們摧毀了北極長期演化出來微妙的生態平衡。極圈對全球氣候的調控，使的地球上的生命得以欣欣向榮，我們也早已習慣這樣的環境。就像其他地區的情形一樣，我們無法確知是哪些因素主宰了北極圈生態系統的運作，不該貿然行事，以免引起無法挽回的後果。

(第十六頁上方文字)

北極地區的生態系統迄今大致未受破壞，不過未來就難說了。由於大部分時間環境都相當嚴峻，這些生態系統發展出極精密的調節機制。

(第十六頁下方文字)

第一排由左而右：雌性海狗，攝於白令海東南的普利比洛夫群島；全球暖化對北極造成的衝擊；北極熊媽媽帶著兩隻幼熊，攝於加拿大；第二排：覆蓋於苔原上的地衣、馴鹿苔以及藍莓，攝於阿拉斯加州丹那利國家公園；西伯利亞虎；大翅鯨在潛水；麝香牛的公牛，攝於阿拉斯加州的努尼瓦克島；第三排：研究從北極地層挖出的冰柱，可以看出全球暖化以及臭氧層破壞的程度；一隻馴鹿在苔原上自由奔馳，攝於阿拉斯加州丹那利國家公園；科學家正在收集北極冰層樣本，以找出哪些棲地受到破壞；最下方：格陵蘭一隻北極狐襯著漂著浮冰的湖面形成的剪影。

(第十八頁)

海洋漁業

佔了地表面積四分之三的海洋，其重要性不言可喻；假如要說哪一種生物圈讓這個地球運轉下去，那一定非海洋莫屬。海洋和大氣的交互作用，決定了全球氣候模式；海洋更讓我們能呼吸，我們吸入的氧氣有很大部分是由漂浮在海洋表面的浮游生物製造，然後釋出到大氣。

儘管我們被海洋包圍，海對我們仍充滿神秘感，我們對它的認識還不及對月亮或是其他太陽系行星的了解，我們也完全看不到海底下的生物發生了什麼事。生活在陸地上的我們，可以發現鳥群及象群的數量減少了，但同樣的情形若發生在魚蝦身上，我們則無從得知。我們為唯一可以感覺到的是現在的漁獲量不如往年了。

人類愛吃的魚類由於兩個原因，更是處於危及存亡關頭。許多國家的領海都是設定在兩百海哩的範圍內，超過那個範圍的海域不屬於任何國家，便成了任何人可以恣意往來盡情掠奪的領域。此外，我們一向把海洋想成是無遠弗界的，擁有取之不盡用之不竭的資源。

但我們弄錯了。

人口不斷增長，隨之而來的是更多對漁獲的需求，於是造成全世界海洋的嚴重濫捕。多年下來，由於我們捕撈的魚類固定就是那幾種，它們繁殖的速度越來越難跟上我們捕撈的速度。

世界上魚類資源最豐富的幾個漁場都面臨危機。根據聯合國糧食及農業組織的說法，全世界有撈捕紀錄可供參考的魚類中，有四分之一要不是已耗竭就是即將面臨耗竭，還有百分之四十四被捕撈的速率已達到物種的「生物極限」(Biological Limit)。

遭濫捕的魚類包括棲息在大陸棚的大比目魚、黑線鱈魚、鱈魚、以及無鬚鱈，也包括在外海生活的黑鮪魚、長鰭金槍魚、以及旗魚。一九九二年時，西大西洋的鱈魚漁獲量創下新低，僅達往年平均數量的十分之一。

科技的進步助長了濫捕的情形。加工船這種巨無霸配備了探魚飛機和聲納系統後，再多的魚都能一網打盡。它的漁網還會「意外」捕到一些海洋哺乳類、鳥類、以及沒有經濟價值的魚；這些意外捕獲的生物會被丟回海裡，但不是已經喪命就是半死不活。拖網捕魚是沿著海底一路刮過去，殺傷力更大，凡經過的地方絕無倖存者。

已經有人開始正視這些問題。美國的捕蝦業改變設備及捕撈方式後，已大幅減少了造成海龜溺死的意外；馬里蘭洽薩比克灣(Chesapeake Bay)自從實施暫時的禁漁後，條紋鱸的數量已有大幅回升；聯合國於一九九二年決議禁用流刺網捕魚，各國也都能確實執行。

二〇〇〇時，美國更展開一連串計畫，要將全國週遭所有受保護海域納入一個系統管理，以保護它們不受濫捕及污染之害。在其他國家也成立了大約一千三百個保護海域，這些海域大約有一半是分布在亞洲和大洋洲，其中超過兩百五十個是在紐西蘭和澳洲的海域。

國際協約對於保護不屬於特定國家的海域有最卓著的功效。聯合國海洋法公約除確立了各國對於領海內漁業資源的支配權外，也訂定了處理領海外漁權爭議的規章。

聯合國跨界魚類以及高度洄游性魚類協議在一九九五年訂定，一旦有三十個以上國家連署就會生效。這項協議規範深海魚及洄游魚種〈包括鮪魚、旗魚和鱈魚〉的捕撈作業，約束範圍包括公海以及個別國家的領海。協議的精神在於以「防患於未然」的態度保護魚群，而不是等到魚群數目已經減少再想辦法。

「保護海洋環境不受陸地開發活動影響協議」是一個還未獲簽字同意的協約，目的是要管控污染、棲地破壞，以及其他陸地上發生、但可能對海岸及海洋生態造成衝擊的行為。

就算各國都能嚴格遵守以上協定，魚群數量要回到原來的水準，恐怕還得等上幾年甚至幾十年的開始，不過，第一步總是跨出去了。

(第十八頁上方文字)

儘管我們被海洋包圍，海對我們仍充滿神秘感，我們對它的認識還不及對月亮或是其他太陽系行星的了解，我們也完全看不到海底下的生物發生了什麼事。

(第十八頁下方文字)

第一排由左而右：漁民檢查網子，準備乘著拖網船出海作業；潛水員釋放誤陷日本流刺網的翻車魚，攝於塔斯曼海；一艘拖網加工船捕獲的鱈魚；第二排，隨著灣流方向游動的黃鰭鮪，既是掠食者又是獵物；探索頻道從太空梭拍到大批浮游生物，它們出現的地點是在位於西南非的納米比亞的大西洋海域；飛躍的旗魚；第三排：這艘北海拖網船撈到的漁獲中，有一些魚種及海洋生物是不要的，將予以丟棄；北太平洋的一個信天翁群落。這家人未必知道該餵幼鳥吃什麼——地上的塑膠碎片和其他不能吃的東西常被誤以為是食物；最下方：海龜和一群斑副花鮨。

(第十九頁)

生命是一張網

地球上的每一個生命都是相連的，沒有一種物種能夠獨立生存，每一種物種都必須依賴其他物種。沒有生態系統可以自給自足，每個系統的命運都無可避免和同一區域的其他系統緊緊相繫。所有系統同組成了生態圈，也就是由一層薄薄的大氣以及空氣和水組成的地方，生命之網上各種無奇不有卻又互相依賴的生物稱之為家。

自然界各成員間的關係有些很直接：陸地上的植物和海中的浮游生物吸收太陽的能量，透過光合作用製造出醣類，其他生物吃進這些生物，就吸收了它們部分的能量，而這能量又會有部分轉移到吃掉它們的生物，讓所有生物獲得能量的就是這生生不息的過程。具有同等重要性的是養分的流動：養分從植物進入到動物，動物死後又經由我們看不到的細小微生物分解，回到土壤。這些都是我們所熟知的。

有些關係極為錯綜複雜，牽涉層面又廣，科學家得花很長時間才能弄清楚是怎麼一回事；有些遠遠超出我們所能觀察的範圍，以致我們對它的發生渾然不覺，但它確實是發生了。這些不斷發生的連結造就了今日這生氣勃勃的世界，在這世界新的物種持續演化，而舊的物種因不再是最強勢物種，逐漸走向凋零。除了遠古時期有五次自然因素導致的突發性的大滅絕外，物種消失的速率是很慢的，平均是一年一到十種，直到人類出現前都是如此。人類把這個過程加快了幾千倍，如今每年消失的將近三萬物種中，大部分是人類根本連見都還沒見過的，當然更來

不及加以研究命名了解它們對我們〈及其他生物〉的價值。

「我們對於大部分地區的生物數量和種類都還沒什麼概念，別提針對它們的消失可能帶來的影響提出什麼有說服力的說法。」《自然的作品》(The Work of Nature)一書的作者巴斯金 (Yvonne Baskin) 這樣說。「有些地方我們知道的更是少的可憐——不論是那位於我們目光無法穿透的地帶、擁有豐富生物種類及精采生態戲碼的深海、或是近在我們腳邊土壤下的生態聚落…既然科學家不清楚哪些生物維繫著生態系統的基本運作，人類若想生存下去，最明智的做法就是心存戒慎，努力保護所有的生物。」

要做到巴斯金所說的不難，只要懂得永續的觀念，使用自然資源時要確保它有復原的機會。畢竟，所有生物都希望能生殖繁衍，只要有足夠的時間空間以及充足的食外加一個「配偶」可供交配或授粉，這對大部分的生物都不會是問題。

我們人類想要生存下去就必須學會和周遭的世界達成平衡，包含這世界的每一個組成元素。我們不可能靠自己存活，也無法將失去的東西重新創造 我們沒有辦法製造淡水、富含養分的土壤、或擁有正確的氧氣和其他氣體比例的大氣，然而世界上種類繁多不可思議的物種每一天，每一年，每一世紀都在做這些事，只要我們不擾亂它們。

我們人類，我們的地球，以及地球上所有生物是一個生命共同體。西雅圖的索瓜米西族酋長在一八五〇年代的這段話說的真好：「凡降在大地的，必降臨在大地所有的子女身上。基於此我們知道：大地不屬於人，人不過是大地的一部份所有的一切都是相連的，就像血結合了我們；人並不編織這個生態的網，人不過是生態網中的一縷，不管人對這個網做了什麼，都將回應到他們身上。」

(第二十頁上方)

有些關係極為錯綜複雜，牽涉層面又廣，科學家得花很長時間才能弄清楚是怎麼一回事；有些遠遠超出我們所能觀察的範圍，以致我們對它的發生渾然不覺，但它確實是發生了。

(第二十頁下方)

第一排由左至右：坦尚尼亞的黑犀牛名列瀕危物種；加州卡拉佛茲大樹州立公園內的一棵世界爺；大翅鯨，攝於加拿大；第二排：「鉤鑿礁」(Hook and Hardy coral reefs)是澳洲大堡礁的一部分，由兩片珊瑚礁組成，中間隔了一條很深的運河；孔雀椰子和沃卡椰子(Livingstonia rotundifolia)分享陽光，攝於印尼蘇拉威西省的唐可可多紹達拉保留區；星沙，一種小型浮游生物；第三排：來自世界各地各種

不同的蝴蝶及蛾類；握在保育人士手心的鉤嘴鵙；月形天蠶蛾；最下方：攝於祕魯：小樹苗在棕櫚葉上找到了可以著根的地方，它們兩個和無以記數的蕈類和微生物共同分享這一片碎土石構成的小天地。大自然最巧妙的生態系統往往出現在地球上最意想不到的角落。