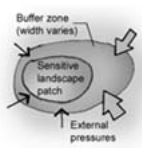


生態保護區 -規劃-

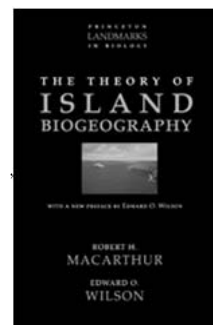


Key Considerations
Base buffer width on specific ecological functions
Modify buffer width according to landscape context and external pressures
Manage activities within to benefit goals in the landscape patch



島嶼生物地理學理論

- MacArthur 與 Wilson 相繼於1963年提出「島嶼動物地理學平衡理論」、1967年出版了「島嶼生物地理學理論」後，則激發了一代生態及生物地理學者，紛往島嶼驗證物種遷移、分布、平衡之原理，進而將此島嶼理論應用於棲地島 (habitat islands) 如：陸域的高山、國家公園、保護區等，或是海域的珊瑚礁等生物棲息地之資源保育相關研究。



2

生態保育理論

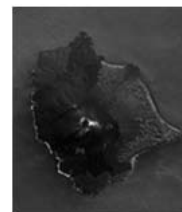
- 生態保育理論之概念濫觴於1960年代，MacArthur與Wilson(1967)所著島嶼生物地理學(Theory of Island Biogeography)將島嶼面積與物種族群之關係數學化，並推論島嶼生物之平衡定律，歸納出：島嶼面積愈大，物種數量愈多，島嶼距離大陸地區愈遠，物種數量則愈少，而當島嶼生物滅絕與移入(colonization)之速率相等時，此島嶼之物種數量將達到平衡。



3

島嶼生態現象之呈現， 有如「大自然的實驗室」

- 例如，位於印尼蘇門答臘及爪哇島間的喀拉喀多島 (Krakatau) 就是典型的「實驗室」例子。
- 1883年，該島因火山噴發毀滅了島上所有生物，在當地政府刻意管制人類進出(科學家除外)的保存與研究計畫下，提供了一百餘年島嶼生態重建過程之完整研究記錄，並為生態學及生物地理學提供理論建構之基礎 (Thornton, 1996)，也讓人們有機會觀察島嶼物種重新組成及生物多樣性的回復過程 (Wilson, 1992)。



4

島嶼生物地理學

- 島嶼依形成原因不同可分：

- 大陸島嶼：形成的過程中，至少有一段時間是和大陸塊相連。例如台灣島、琉球群島和阿留申群島等。
- 海洋性島嶼：火山的作用所形成，在它形成的過程中沒有和任何大陸塊或島嶼連接過，例如夏威夷群島、大洋洲的島嶼、蘭嶼以及達爾文曾經去過的加拉巴格群島。
- 棲息島嶼 (habitat island)，就是在一大片相連而相似的棲息環境中，有一小塊的棲息環境和周圍的環境截然不同，例如沙漠中的綠洲，生活在這綠洲的生物就如生活於大海中的島嶼一樣。同樣高山的湖泊、高山的山頂、深山中的盆地、凍原中的溫泉和沙漠中的綠洲等都是屬於棲息島嶼。

5

島嶼生物相特色—敏感而脆弱

- 生活在島嶼上的生物經常在隔離的狀態下生活，因此在演化的過程和生活的適應上，往往和生活在大陸塊上的生物有很大差別，對於外來干擾帶來之環境變動也較無應變能力。島嶼生物所顯現的生態特色通常有下列共同特點：

- (一) 不平衡的生物相
- (二) 特有種化 (Speciation) 現象
- (三) 脆弱性 (Vulnerability)

6

(一) 不平衡的生物相

- 島嶼生物的組成因受限於物種之傳播能力，往往缺乏某些類型之生物也無完整的分類群。例如：大多數海洋島嶼缺乏哺乳動物（蝙蝠除外），而其他物種則可能取代哺乳動物的生態地位（niche），加拉巴哥群島之海龜即是個例子；加拉巴哥群島的森林裡，演化成樹型的仙人掌及向日葵也取代了一般木本樹林的生態地位。而以同等面積相較，島嶼上所生存的掠食動物往往較大陸少，甚至沒有掠食性動物。

7

(二) 特有種化 (Speciation) 現象

- 島嶼生物有較高比例的特有種。島嶼生物往往由大族群分出來，原有族群往往在遷移過程喪失部份基因，使得族群原有生物特性無法顯現出來，而長期演化之族群特徵可能由最初的少數物種決定，此種現象即所謂的「先驅者定律」(Founder's Principle)；某些生物在長期隔離後，也常失去飛行傳播能力或缺乏禦敵構造，而成特有種。而許多源生於大陸之物種傳播於島嶼後，在大陸地區之大環境下變動下已經滅絕，但其子遺種仍存在於島嶼之中。

8

(三) 脆弱性 (Vulnerability)

- 島嶼生物因缺少掠食動物或天敵，侵略性較小、擴散能力較弱，在演化過程中也往往失去逃跑與禦敵構造，因此當外來競爭者或天敵侵入時，往往不知逃避或無法適應，極易滅絕。而島嶼生物又因族群小、且活動面積小，其棲地一經侵佔、改變或破壞，則常常無棲地移轉空間，亦易造成滅絕。

9

島嶼生物地理學

- 影響島嶼上生物相的因素：

- (1) 島面積的大小 ($S=CA^2$)
- (2) 地形的複雜性
- (3) 距離大陸的遠近
- (4) 鄰近地區生物相的複雜度
- (5) 生物種類的遷移能力
- (6) 移入種生物拓殖速率與原生種生物滅絕速率之關係



10

棲地總面積

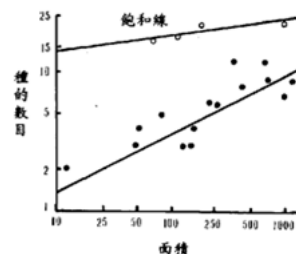
保護區內之棲地面積越大，其中物種越多也越多樣，因此保護區之設計首重面積之大型化。依島嶼生物地理學理論，單一島嶼面積(A)與物種數量(S)，關係公式為：

$$S=CA^Z \quad (1)$$

其中C與Z皆為常數，C依島嶼特性與地理位置而定，而Z則因物種不同而異

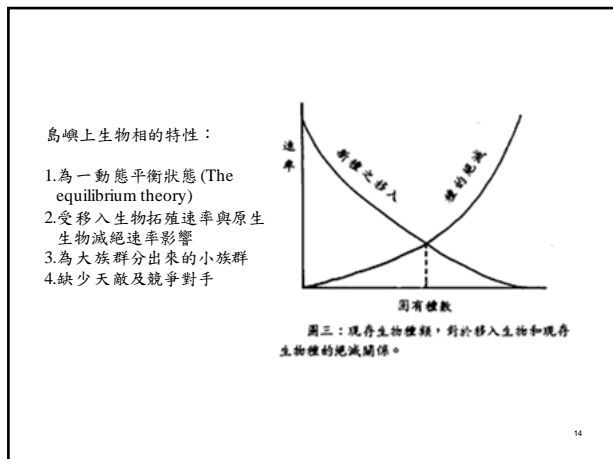
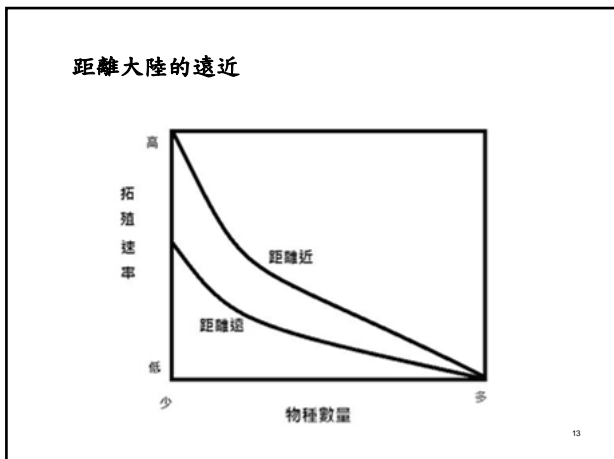
- 加拿大著名生物學者Fahrig(1997)嚴格將棲地破壞(habitat destruction)分為棲地喪失(habitat loss)與棲地破碎(habitat fragmentation)，並發現棲地面積喪失之影響遠比棲地破碎化更嚴重，因此在規劃保護區時，應首重面積之增加或維持，其次方考慮棲地之位置與形狀。

11



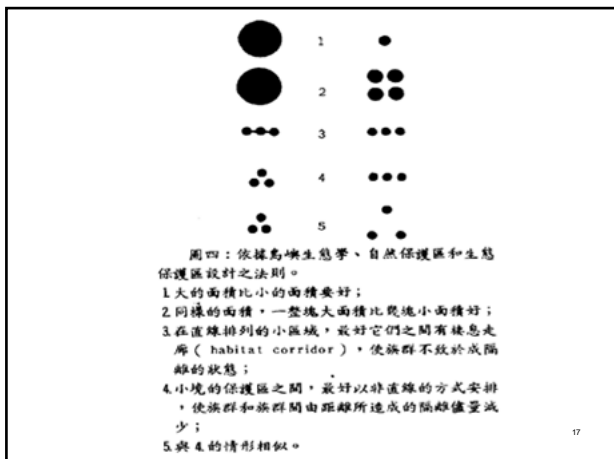
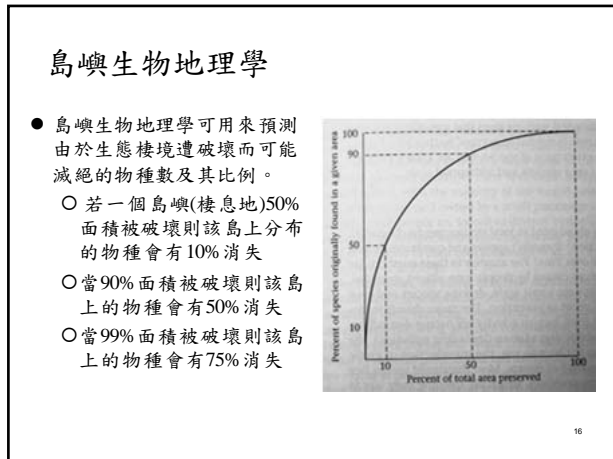
圖一：島嶼面積大小和生物種類之關係。圖上所據的資料為美國中西部大盆地內，山區之棲息島上大型哺乳動物之種類。

12



● 由上圖可看出，平衡點S1~S4的生物多樣性大小為：S4>S3>S2>S1。以物種數量最多的平衡點S4來探討，其發生的原因為：島嶼面積大、離種源大陸距離近，不僅提供大面積棲地和較充足的資源，也提供較多種類棲地，此外，也使較多物種容易到達，而使得滅絕率低、拓殖率高，達成平衡時生物多樣性高。反之，平衡點發生在S1，使得物種數量最少，是由於島嶼面積小、距離種源大陸遠，使得滅絕率高、拓殖率低，而造成生物多樣性較低。

15



- ### 生態保護區或自然保護區劃定原則
- (1) 大面積比小面積要好
 - (2) 同樣的面積，一整塊大面積要比好幾塊小面積好 (SLOSS: single large or several small)
 - (3) 生態系統完全維持比部分維持好
 - (4) 面積形狀為圓形比不規則型好
 - (5) 小塊的保護區之間最好以非直線的方式排列，使族群間的隔離愈短愈好
 - (6) 直線排列的小區域最好有“生態走廊(habitat corridor)”連接或“踏腳石”維繫
 - (7) 保護區包括核心區(core area)及緩衝區(buffer zone)之設計與管理
- 18

生物圈保護區

- 生物圈保護區乃是依據保護區的實際情況及特點，將區域劃分為三個功能性分區-核心區 (core area)、緩衝區 (buffer zone) 及過渡區 (transition area) 分別以不同的方式來管理



將生物多樣性保護與生物資源的永續利用融為一體，不但保證資源得以永續利用，也為當地居民帶來經濟收益。因而會積極地參與保護區的保護行動，否則他們會無視保護邊界的存在，引發居民生計與資源保護間的衝突。



- (一) 核心區
核心區常常是受到絕對保護的，以保護當地的遺傳資源、物種及生態系統，儘量使其不受人為干擾，允許科學研究與監測的進行，以及當地居民以傳統的方式取用資源。
- (二) 緩衝區
位於核心區的周圍，以緩衝核心區受到外界的影響和破壞。這個地區常是一些還能恢復為原生性植被的地段。在緩衝區中，可以進行有助於資源管理的實驗性研究、教學實習和生態旅遊等活動。緩衝區不僅能緩衝外界對核心區的衝擊，保護核心區的生物多樣性，在此區的研究成果，更為生物資源之永續利用提供科學的依據。
- (三) 過渡區
位於緩衝區的周圍，可能包括一些荒山、荒地、部分原生或次生植被，農業活動區或聚落土地使用類型等。在此區中當由住民、學者、保育相關機構、文化或其他民間團體、私人企業等攜手合作，建立生活所需的人工生態系統，從事農林生產和發展本地特有的生物資源，以改善當地居民的生計，達到資源的永續利用。

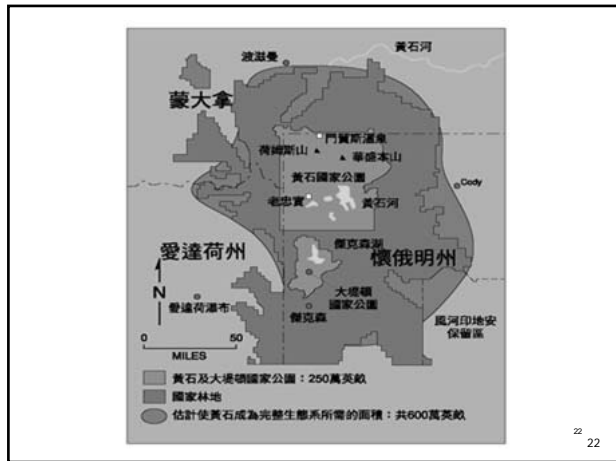
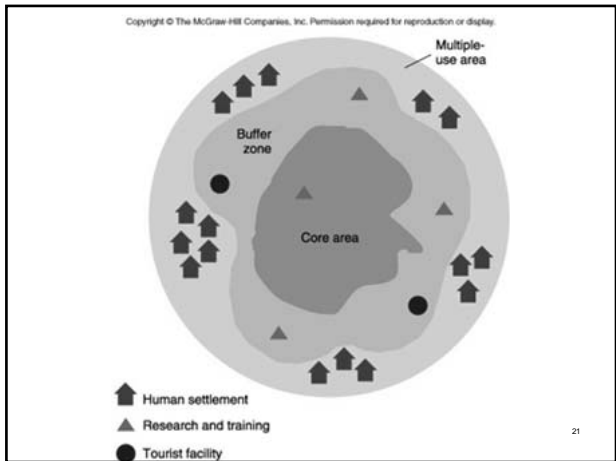


TABLE 6.4 IUCN Categories of Protected Areas

CATEGORY	ALLOWED HUMAN IMPACT OR INTERVENTION
1. Ecological reserves and wilderness areas	Little or none
2. National parks	Low
3. Natural monuments and archeological sites	Low to medium
4. Habitat and wildlife management areas	Medium
5. Cultural or scenic landscapes, recreation areas	Medium to high

Source: Data from World Conservation Union, 1990.

- 澳洲的大堡礁海洋公園就是典型的生物圈保護區，它被分為四個大區：
1. 保護區：除了嚴格控制的科學研究之外，禁止一切人類利用
 2. 科學研究區：允許科學研究使用
 3. 國家海洋公園區：允許教育和娛樂使用
 4. 一般使用區：對活動幾乎不施行限制，例如商業和娛樂性釣魚等。在每個區內，由於澳洲的海洋公園對科學研究給予特別的重視，而劃定特定的地區從事科學研究。



保護區之形狀

當保護區有較大面積時，棲地之配置與形狀較不具重要性，而在棲地高度破碎化之區域，棲地之形狀與配置之重要性顯著提高。

25

當保護區有較大面積時，棲地之配置與形狀較不具重要性，而在棲地高度破碎化之區域，棲地之形狀與配置之重要性顯著提高。以生態保育之觀點，決定棲地形狀最重要因素為所謂之邊界效應(edge effect)，邊界是介於棲地與基質(matrix)間之地帶，因微氣候之改變與環境之干擾而具有不同之生態，棲地氣候為多雨，植被多樣時，邊界對植物之衝擊則可降低，對溫帶地區或鳥類而言，邊界之影響即十分顯著。Harper(2005)等人指出邊界對鄰近棲地植物之主要影響在：(一)直接對植物產生傷害，(二)改變蒸發、養分循環與物質分解速率，(三)增加花粉與種子之散播，(四)擾動棲地內之土壤。而Gebhausson(2000)則論述邊界對鄰近地區植被結構之影響有：(一)引入外來動植物，(二)增加幼樹密度，(三)增加灌木覆蓋率，(四)增加物種豐度。最終可能改變棲地整體植被，進而影響棲地內動物之生存。

26

對動物而言邊界效應產生兩種不同之結果：(一)增加邊界物種(edge species)數量：邊界所在區域即是該物種之棲地，因大部分之邊界物種為耐干擾之動物，如松鼠、浣熊、麻雀、杜鵑等。杜鵑科鳥類之托卵行為經常造成其他鳥類(如鶺鴒科)數量之減少，但此托卵行為大多發生在森林邊界地區，越多之邊界則使此類物種數量越多。(二)減少內居型動物(interior species)之棲地面積：一般而言，邊界物種並非保育類或稀有物種，需要保育之物種則是森林內居型動物，邊界之擴大將縮減森林核心面積，嚴重影響其生存，因內居型動物不耐干擾，棲地核心面積不足將導致內居型物種之局部滅絕。為避免棲地直接受外界干擾並維持內部核心面積之充足與完整，應於棲地邊緣設置緩衝區(buffer zone)以過濾自然與人為之干擾。由瞭解邊界之深度可用以規劃緩衝區之寬度，而邊界之深度依物種、棲地型式、地理位置與森林結構之不同而有相當之變化，依各環境與物種所調查得之邊界深度整理如表一。

27

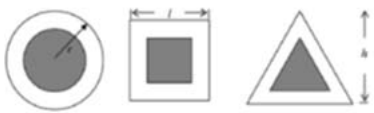
因此在規劃保護區面積時，應於核心棲地外圍增加緩衝區，其寬度如表二。在相同之保護區面積下，保護區之形狀對棲息於區內之動物有相當重大之影響，因保護區之形狀決定核心區(core)之大小，對依賴核心棲地之內居型動物影響極大。若保護區主要在保育邊界物種時，邊界長度越大，邊界物種之棲地面積將越廣，但若保護區旨在保育內居型動物，則核心區之面積將是極重要之考量點。

表二、生態緩衝區寬度

物種	緩衝區寬度
植物	50m
兩棲與爬蟲類(溼地)	300m
鳥類	100m
小型哺乳動物	200m

28

圖一、相同面積與相同邊界效應寬度下，圓形、正方形與正三角形之核心區域面積之比較部分。(林世雄 繪)

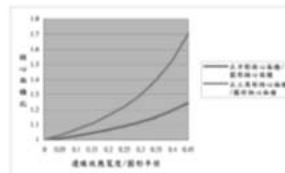


表三、主要保護區形狀之總面積與核心面積

保護區形狀	總面積	核心面積
圓形	$A_c = \pi r^2$	$A_i = \pi r^2 \left(\frac{1}{\alpha} - 1\right)^2$
正方形	$A_c = l^2 = \pi r^2$	$A_i = (l - 2l\alpha)^2 = \left(\sqrt{\pi/\alpha} - 2\alpha\right)^2$
正三角形	$A_c = \frac{\sqrt{3}}{4} \pi r^2$	$A_i = \frac{1}{3} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} r\right)^2 \left(\sqrt{\pi/\alpha} - 2\alpha\right)^2$

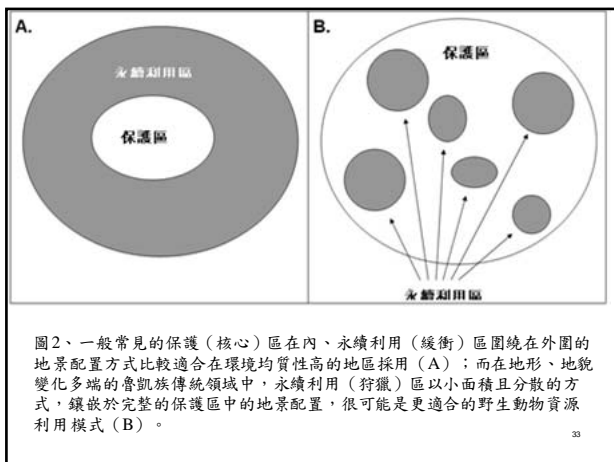
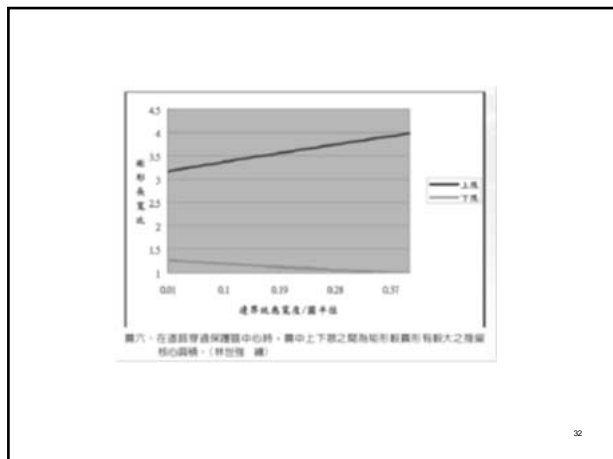
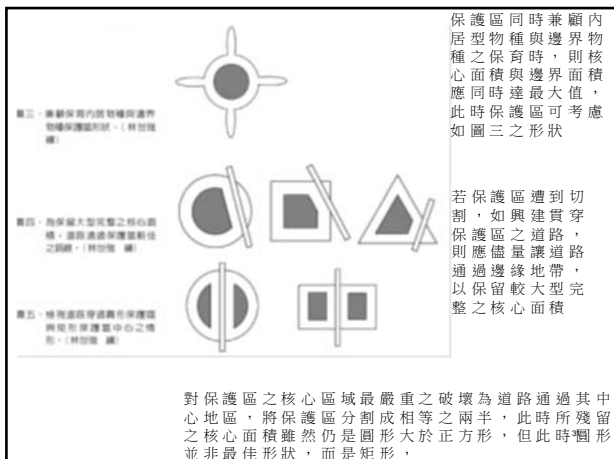
29

經計算，不同形狀之核心面積比(如圖二)，其結果可發現當邊界效應寬度愈小(或保護區之面積愈大)則保護區形狀對核心面積之影響愈小，如圖二所示當邊界寬度為圓半徑之 25% 時，正方形之核心面積約為圓形之 90%，而邊界寬度為圓半徑之 15% 時，正三角形之核心面積約為圓形之 90%。但當邊界寬度大時(或保護區之面積較小時)，則形狀對核心面積有相當大之決定性，如圖二，當邊界寬度為圓半徑之 40% 時，正方形與正三角形之核心面積分別為圓形之 83% 與 65%。因此在相同面積之條件下，為獲致最大核心面積，保護區之形狀以趨近於圓形為佳(如正多邊形)，尤其對於小型保護區，形狀因素更顯現，更應以圓形為規劃目標。



圖二、相同面積與相同邊界效應寬度下，不同形狀之保護區核心面積比。(林世雄 繪)

30



保護區之配置

- (一)避免棲地過於破碎，儘可能提供大型完整之棲地。
- (二)降低棲地間之距離，儘可能維持圓狀之棲地型態。
- (三)降低棲地之邊緣面積，減少不規則之形狀。
- (四)增加棲地間之連結，維持物種遷移路徑之暢通。
- (五)若棲地間無法連結則應考慮踏石(stopping stone)之設置。
- (六)保護區內應有良好之棲地結構
- (七)減少棲地地景之改變頻率，維持棲地生態之自然變遷。

台灣離島的生物多樣性

- 台灣地區目前主權範圍內之陸塊，可說是一群島嶼的組合。由於本地區位於亞洲大陸棚東緣、歐亞板塊與菲律賓板塊的交界處，特殊的地理位置及因板塊擠壓引起之頻繁的地質活動，除了造就台灣本島複雜多樣的地形與生態條件外，也展現在周圍離島的多樣性。

離島範圍

- 台灣地區目前主權範圍內之島嶼，依行政區劃分，屬於台灣省者共85個島嶼(包括澎湖群島64個大小島嶼，以及蘭嶼等環繞台灣本島四周的21個島嶼)；屬於福建省金門縣及連江縣所轄者共32個島嶼(包括金門縣12個島、代管之烏坵嶼，及連江縣馬祖列嶼之19個大小島嶼)；另位於南海的有東沙群島(係一個環礁，露出水面部份含1個島2個礁灘)、以及南沙群島中的太平島。也就是說，台灣本島之外，大小島嶼合計為121個以上的島嶼與礁岩。這些離島，都屬於「小型島嶼」
- *《*依據國際島嶼研究慣例，「小型島嶼」通常是指面積小於10,000平方公里，人口少於500,000人之島嶼(Hess,1990)》。其中面積最大者為金門島(134平方公里)、其次為澎湖本島(64平方公里)，多數為不到1平方公里之礁嶼或面積甚小且不定的礁岩或沙洲。諸島嶼中，人口最多的是澎湖本島(約7萬人)、其次為金門島(約4萬人)，大多數是無人島。

島嶼的類型與分佈

依地理位置區分：

- 在島嶼的類別上，常依島嶼是否位於大陸邊緣之大陸棚淺海區或深海中而分為「大陸島」(Continental islands)及「海洋島」(Oceanic islands)兩大類 (Wallace, 1880)。大陸島 (或陸橋島) 因位於大陸棚上的島嶼，於最近一次冰河期 (距今約一萬八千年前) 時，因全球海水面下降，彼時應與大陸陸塊相連，物種得以交流，島嶼物種常保留冰河時期子遺種，如台灣本島。

37

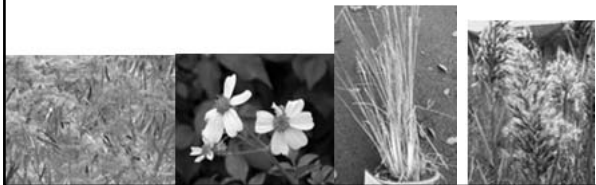
引進外來種

- 道路會引進外來種的情形可歸類為兩種，一為物化環境改變後成為外來種適合生存的棲地，二為道路施工的過程造成原生種的死亡或移出，而加速外來種入侵。目前在台灣危害嚴重之外來入侵種，除福壽螺及牛蛙外，尚有生長快速而造成植物窒息死亡之小花蔓澤蘭、對人類健康及動植物生態造成威脅之紅火蟻，及造成台灣部份松樹林滅絕的松材線蟲等，這些外來種對台灣的生態環境及農業經濟造成難以估計的損失。
- 外來種入侵，會破壞原有的生態演替和依存於其中的生物，例如，外來植物會取代原有的林下植被，抑制小苗的再生，並改變土壤養分的循環。有些雜草和蔓生性的物種甚至會加速土壤侵蝕的速度，進而影響原有生態系的平衡狀態。

38

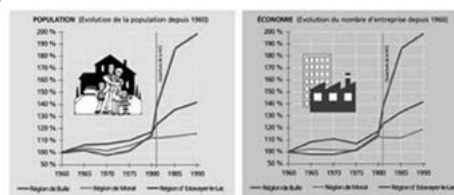
植物

- 銀合歡, *Leucaena glauca* (L.) Berth. 豆科
- 大花咸豐草, *Bidens pilosa* va. *Radiata*, 菊科
- 蘆葦, *Phragmites australis*, 禾本科
- 培地茅, *Vetiveria zizanioides*, 禾本科



人類是最強勢的外來種

- 過去人類受限於醫療及科技不足等因素，所謂蠻荒之地有著瘧疾熱病、蠱毒瘡癤、毒蛇猛獸、窮山惡水等，限制了人類這種外來種干擾大自然的機制。但自工業革命起，各種工具的發明使得野地的限制不再如此嚴苛，而人定勝天的觀念更是將世界地景系統做了巨大的改變，而最典型的例子即是道路，就像一把插入森林等蠻荒之地的心臟的利刃。



上圖顯示高速公路對鄰近區域在人口及經濟層面上的影響，其中紅色線為距離高速公路較近的區域，藍色及綠色為距離高速公路較遠的區域。⁴⁰

道路工程對生態環境的影響

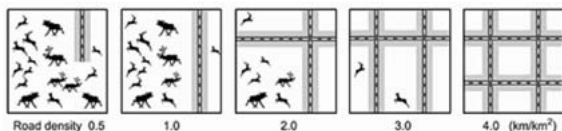
- 道路工程興建及連帶衍生之土地開發，包括漁獵、休閒旅遊和土地使用形態的改變，亦是道路工程對生態環境造成衝擊的主要因素之一。許多關於道路對生態衝擊之研究，最後都表示衍生效應對生態衝擊影響難以估量，但顯然都有低估的現象。
- 俗話說：「路是人走出來的。」對森林等野生動植物密集的区域而言，人從路走了進來。誠如我們所認知的，道路使人類文明得以快速拓展，但人類對多數物種而言，也是最強勢的外來種，當我們不喜歡紅火蟻、福壽螺、小花蔓澤蘭等具侵入性的外來種時，全世界的物種也備受人類這種地球史上最強勢及最具侵略性的外來種所苦。

41

42

道路對動物行為及生態系統的改變

- 從國外相關的研究發現道路會切割動植物的棲息環境，造成棲息環境和生態系分裂成更小且更為孤立的區塊（如圖1所示）。這樣的分裂過程造成物種族群被隔離於道路的兩側，部分研究顯示這樣的族群隔離會使基因流動（gene flow）消失，長期下來將導致部分族群繁殖率或對於環境變化的適應力降低，影響原有之生態平衡狀態，並可能使部分敏感性物種面臨滅絕之危機。
- 此外，還有其他的研究顯示有道路通過的環境，沿線族群的死亡率增加、棲地破碎化及邊緣化效應，使地區性物種的滅絕速率增加而拓殖速率下降，進一步會使生物多樣性降低，甚至造成較敏感的族群面臨滅絕的危機。



道路對環境產生的物理改變

- 道路對沿線的環境也會造成物理性的改變，包含土壤密度、溫度、土壤含水量、光、灰塵、地表逕流、水文及沈降作用。
- 舉例而言，道路的表面在白天的時候受日光照射而變熱，入夜後會散發熱量，在道路周圍形成**熱島效應**，此時小型鳥類及蛇類等動物可能會被溫暖的道路吸引而接近，使車輛撞擊或輾斃的機率增加。
- 再者，道路和橋梁會對水文系統造成影響，而其影響的範圍可達數公里外，造成諸如海岸、河道、濕地和沖積扇等地形之變化。



44

道路對環境產生的物理改變

- 整地時砍伐和道路工程也會改變土壤特性、干擾或破壞土壤的有機層，使土壤較易受到侵蝕，且這類的影響會維持一段時間（透過對土壤密度和孔隙性的測量，可知道路工程對於土壤所造成的影響甚至可持續數十年）。道路工程同時也會破壞原有土壤資源，造成植物需要之養分流失、環境劣化及生長率下降，而無法成功繁衍小苗，導致長期恢復力的下降。
- 許多研究證實，道路的存在確實會截斷水流，使地下逕流轉為地表逕流，而大幅提升地表逕流之土壤侵蝕效應。比如在比較陡峭的山坡地，岩層滑動的情形在道路開發範圍及砍伐後的森林比較容易發生，而這樣的侵蝕效應會帶走富含養分的表層土壤，造成局部區域生產力的下降。另外，隨侵蝕效應而沖刷進入河川的沉積物，也會對下游的水域生態系產生負面的衝擊，例如改變天然溪流分布之模式及改變河床形態等，若是大規模沖刷則會導致土石流的發生，而對人類的居所造成相當大的威脅。

45

道路對環境產生的化學改變

- 道路工程在施工或營運階段，對沿線的環境造成化學性的改變包含重金屬、鹽分、有機化合物、臭氧和養分。其中重金屬的來源在國內主要為汽油添加物，除最常見的鉛（國內推動無鉛汽油後，鉛污染情形已下降）外尚包括鉍、鐵、鎘、銅、鎂、鈦、鎳、鋅、硼等。道路有關的重金屬污染具有以下特性：(a) 污染程度與車流量正相關，(b) 土壤及動植物離道路越遠，道路產生之污染程度越低（曾有研究發現20公尺外污染程度開始降低，而受影響範圍則遠至200公尺以上的範圍），季節的風向會影響污染狀況，水體受污染後擴散速度和距離會快速增加，(c) 重金屬會殘留在土壤中，(d) 金屬會在動植物體內累積，影響範圍至少包含距道路200公尺範圍內，(e) 含鉛汽油禁止使用的地區，土壤中重金屬含量會隨時間減少。



46

- 在學理上，道路網絡造成生物多樣性減少的主因在於棲地的喪失，直接威脅到野生動物的活動和棲身空間。

- 另外，則為地景之碎裂與縮小，這些不接鄰的棲地版塊不足以提供所有原棲息族群繁衍需要的資源。道路造成不同程度地景碎裂化的程度，依其特性及所處位置而有所不同，而地景碎裂化的生態衝擊程度，則視物種和道路的特性而定（Major, 1990、McMurtry, 2003）。

- 檢視棲地碎裂程序的進行時，發現棲地破壞的順序並非完全隨機，而生態條件較差的區域都集中在穿越該棲地的道路附近。

47

台灣道路對生態的衍生影響

- 道路對生態環境的衍生影響，在台灣可以從一個簡單的模型加以說明，首先可能是一條林道、礦業道路或施工便道，按照人定勝天的觀念，遇山則山，遇水架橋。剛開始道路是提供將森林資源快速搬運至人類活動區域的角色，在森林資源枯竭後，農業活動開始進場，道路又扮演把人搬進森林區域的角色。在人越來越多而形成聚落後，道路需求大幅上升，畢竟每戶人家都必須有路得以通達。緊接著工商活動及都市計劃開始上場，再以此為中心，往森林的內部再次挺進。

48

● 道路對生態環境的衍生影響項目不勝枚舉，國內一般常見之狀況包括：

- (1) 道路所造成之崩塌，以公路總局之統計資料來看，台灣在民國40年底公路總長度為17,096公里，迄民國89年底止為19,767公里，平均每100平方公里之密度為55.6，成長幅度僅為1.15倍；但省道的路面坍方數量卻由民國40年的145,815立方，躍升為民國80年的1,505,780立方，其成長幅度為10.32倍（公路總局，2000）。道路包括崩塌地所提供之土石，也成為土石流的材料，進而影響到水域生態環境。
- (2) 許多道路成為人類非法行為的途徑，如盜伐林木、獵捕野生動物、濫墾濫伐等行為。
- (3) 遊憩活動的干擾，如許多施工便道提供四驅車等對環境生態衝擊較大的遊憩活動之引入，同時也會增加森林火災的風險。



- 我們很難說現在的開發對生態的影響要完全怪罪道路建設，但沒有道路，顯然就沒有後續的開發行為，也因此道路開發必須特別謹慎，就像是火車頭，不是臨時車就馬上煞得住的。因此，在人類活動藉由道路無所不在之際，沒有道路系統的區域，在地球上已非常罕見，彌足珍貴，也是亟需保育的區域。相對地，近年來道路廢除開始為世人所重視，以國內林道而言，民國71年以後因政策停止伐木，140條林道中，有多達55條林道面臨封閉之情形，廢棄道路應被考慮為解決國土不當或不智使用的最佳工具之一。
- 綜合上述，可知道路工程對生態環境造成之衝擊甚劇，對於未來道路工程之新闢及拓建計畫，應該結合各界領域之專業知識及力量，積極尋求減少對生態環境之衝擊，進而保護台灣珍貴之生態資源，以兼顧生物多樣性及永續發展之理念。

50

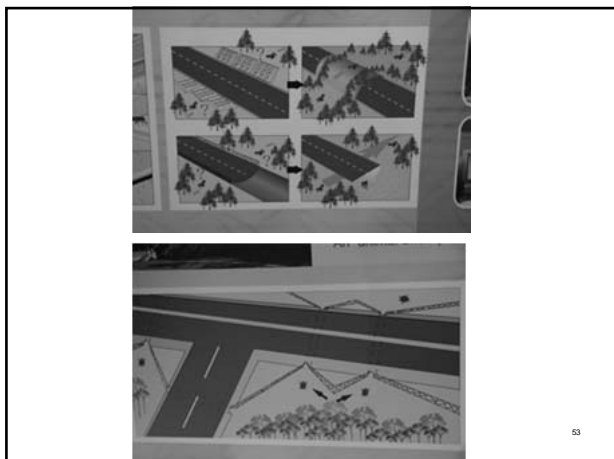


51

- 野生動物跨越道，wildlife crossing
- 陽明山國家公園：5個動物穿越涵洞
- 中央山脈與陽明山生態廊道 以嚴謹調查作基礎



52



53



54

廊道設置主要考量因子

- 廊道設置的主要目的在於減少道路對動物通行所造成的阻隔效應及降低動物族群受車輛輾斃的影響

55

- 移動方式廣義來說可分為(A)覓食：棲地內小尺度移動。(B)通勤：於庇護所、繁殖地、水源地當日往返。(C)播遷：個體成長後離開出生地建立領域時稱之。(D)季節性遷徙：不同季節間的棲息地往返，通常為集體行動。

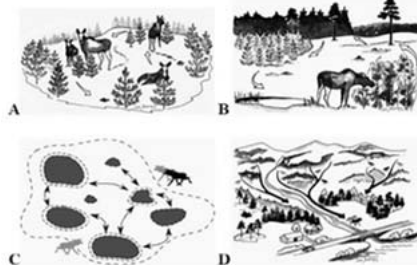


圖5-3 動物不同需求之各種移動方式(Lars Jäderberg繪)

56

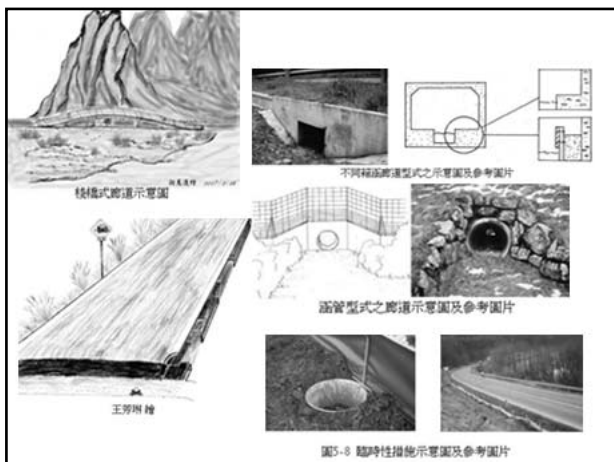
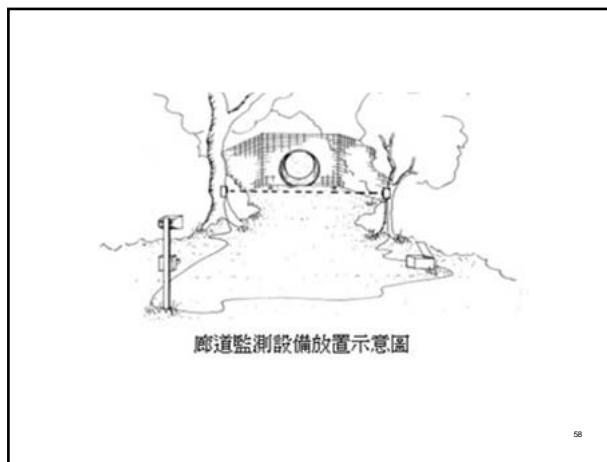
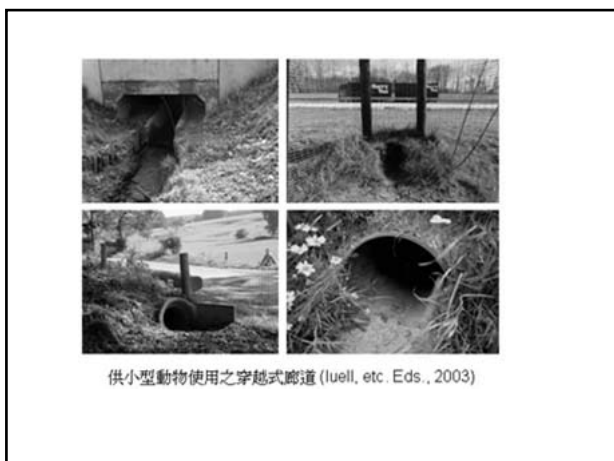


圖5-8 臨時性措施示意圖及參考圖片

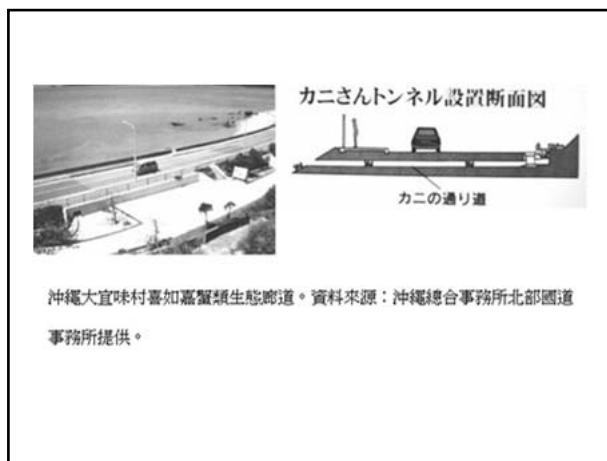


廊道監測設備放置示意圖

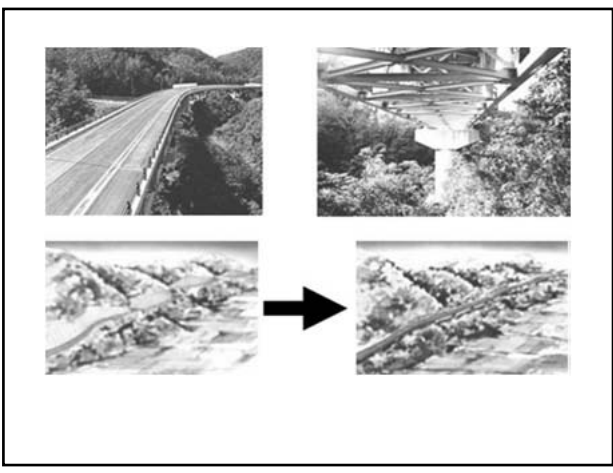
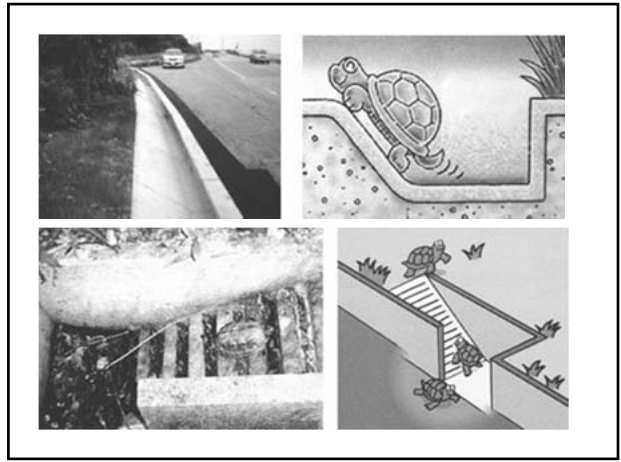
58



供小型動物使用之穿越式廊道 (luell, etc. Eds., 2003)



沖繩大宜味村嘉蟹類生態廊道。資料來源：沖繩總合事務所北部國道事務所提供。

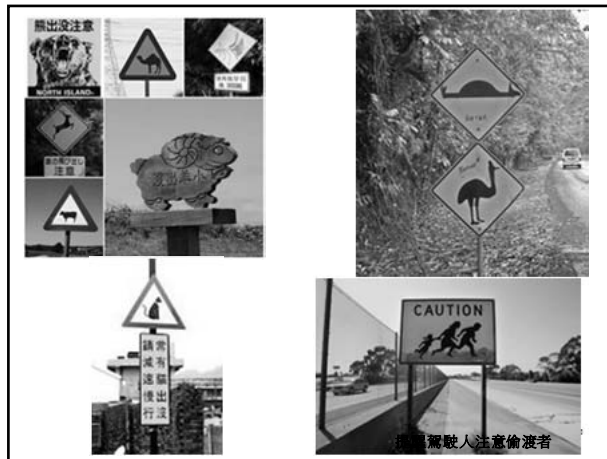




塑膠浪板為防止動物跨越用。



綠島環島公路目前設有10面小心動物過馬路之警示牌



保護區管理新趨勢

- 生物多樣性
- 參與式經營
- 生態網路及廊道的規劃
- 生態旅遊

一、生物多樣性

- 地球上的生物資源對人類發展至為重要，1992年里約熱內盧召開的地球高峰會，全球一百餘國家的領袖共同簽署了「生物多樣性公約」，正視人類活動威脅生物多樣性的事實。至今生物多樣性公約締約國已達180個國家，是全球最大的保育公約。今年九月剛落幕的約堡地球高峰會，在宣言中強調，生物多樣性持續受損，魚類資源減少，土地沙漠化增加，氣候變遷等負面影響，並重申千禧年宣言中所承諾的在2010年年底前大幅度降低目前生物多樣性損失的速率，以維護生物多樣性是人類永續發展的基礎。因此，瀕臨滅絕的動植物及生態系統的保護、世界遺產的維護等，是維護生物多樣性直接的方式。所以，現代的保護區應以保護生物多樣性為目標，而非僅限於少數保育類物種的保護，始能真正達到永續發展的目標。

生物多樣性的價值

- 聯合國亦於一九九二年通過生物多樣性公約，簽署國家迄二〇〇〇年七月已逾一七七國。生物（生命）多樣性是人類賴以生存的基礎，其內容包括：物種、遺傳基因及生態系統等多樣性；人口的急劇增加，直接加多各項動植物種利用的數量，相對的遺傳基因的多樣性亦遭部份消滅，整個生態系統的惡化接踵而至，導致人類賴以維生的自然資源匱乏，惡性循環的結果，終將走上滅亡。

73

生物多樣性對人類主要之價值

生物多樣性對人類主要之價值

- 維生體系的基礎生物物種與自然環境之互動，於是土壤被保護，穩定水文、調節氣候及維持生態系統之演化過程等。
- 健康與經濟生物之多樣性提供人類食物、醫藥、生物科技與工業原料等資源。
- 啟智與育樂生物多樣性在人類的科學、教育、美學、社會文化、休閒娛樂、心靈創意等扮演重要角色。

74

二、參與式經營

- 根據「生物多樣性公約」第15條的規定，讓當地人民，特別是遺傳資源原國從生物多樣性的保護和永續利用中受益，才能扭轉生物多樣性不斷受破壞的情形。所以自然資源的保育將「人類活動」列為重要影響因子，特別是當地社區的參與。亦即，保護區的規劃要為當地居民規劃，將保護區融入其周遭地景環境與社經人文脈絡中，成為區域的一部份，不能將當地居民隔離在外，這是唯一能達到保育目標的方法。因此，保護區經營管理已由早期單一化的中央集權隔離模式，發展成多元化、開放性，強調與經社人文連結的參與式經營模式。

75

三、生態網路及廊道的規劃

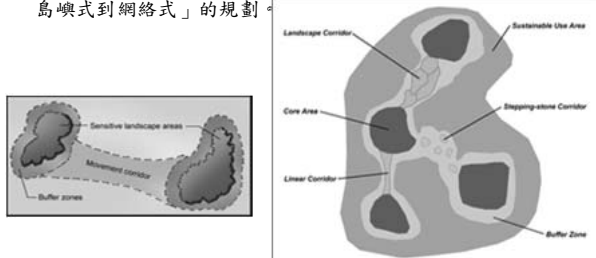
- 隨著工業化、經濟發展，都市地區不斷擴張的結果，使原始的自然棲地越來越零碎化，1998年，世界自然保育聯盟保護區委員會主席菲利普先生來台發表專題演講直接指出，全球部分保護區面積太小不足以發揮保護區的功能，而近年來更有學者研究美國東部及加拿大的野生動物保護區，證實小於1000平方英里的保護區均有物種消逝的現象。有鑑於此，藉著建立「生態廊道」，將各孤立的保護區連結起來，有一股新的保育潮流營運而生。據了解美國加州、佛羅里達州政府均已花費鉅資收購私有土地，建立生態廊道。
- 另外，1997年IUCN在西澳舉辦一次研討會中，將主題放在「從島嶼式到網絡式的保護區」，決議中強調未來要放棄孤島式，改採「網絡式」保護區規劃。在今年約堡地球高峰會所通過的行動計畫中，亦強調「為有效保護和永續利用生物多樣性，促進和支援生物多樣性必不可少的焦點地區和其他地區的倡議，並促進國家和區域生態網路和走廊的發展」。因此，生態網路的建立及生態走廊的規劃是將來保護區的新趨勢。

76

減緩生物多樣性危機

生態廊道國際案例展成效

- 「生態廊道」概念的提出，正是試圖將各個孤立的棲地環境串聯起來，以減緩生物多樣性消逝的危機；世界自然保育聯盟（The World Conservation Union, IUCN）於1997年的研討會上，更決議日後相關保護區應當改採「從島嶼式到網絡式」的規劃。



- 美洲生態走廊，北起美國阿拉斯加州的育空—庫斯考文三角洲，南抵阿根廷的火地島沿海，總長4萬公里、共跨越8個國家，此構想始自1967年，並於1990年在美國、墨西哥和中美洲各國相繼啟動，現已初具規模，共保護了美洲大陸半數的物種
- 荷蘭政府於1990年採行了國家生態線網(National Ecological Network, NEN)政策，以解決生物棲地被破壞及隔絕的問題。



78



- 計畫中所及面積達66.5萬公頃，幾乎佔了全國面積的1/5。該計畫包括了主要自然保護區 (core area)、自然復育區 (Nature development areas) 和生態走廊 (Ecological Corridor) 三大部分。其中「主要自然保護區」是指具有重要生態價值的區域，如森林、溼地、溪谷、沙丘、北海領海。為維持動、植物族群生態，此區域的面積必須至少在500公頃以上才能被劃入，且不一定侷限於公有地。

79

- 「自然復育區」則針對一些具有生態潛力的地區，以人工方法提升其生態價值。主要包括一些適宜創造溼地、林地、乾燥砂丘的土地。在此區域中一些會為生態帶來影響的交通、住宅、工業開發等，將受到相當的規範。此外，自然復育區的創造，可協助荷蘭成為歐洲溼地鏈的一環 (a link in an international chain of wetlands)
- 「主要自然保護區」二旁，可配置「自然復育區」，或在兩個「主要自然保護區」間創造「自然復育區」連結兩區，以擴大生物棲息面積。若兩個「主要自然保護區」距離遙遠，則輔以「生態走廊」來連結。三大部分間的互相配合，組成荷蘭的國家生態綠網。

80