

種化-從台灣島嶼的生物看區域演化

主講人：江友中

目錄

- 物種概念
- 種化
- 臺灣區域的生物多樣性
- 親緣地理
- 個案研究

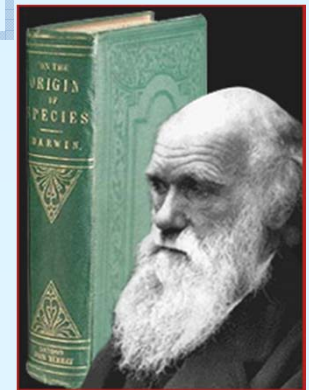


物種概念

Species Concept

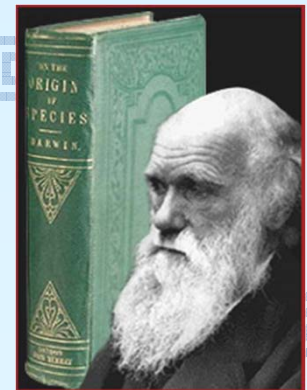
達爾文觀點

- "Firstly, why, if species have descended 後裔 from other species by insensibly fine gradations 不知不覺循序漸進的變化, do we not everywhere see innumerable transitional forms? 我們不是到處看到無數的過渡形式? Why is not all nature in confusion instead of species being, as we see them, well defined?"



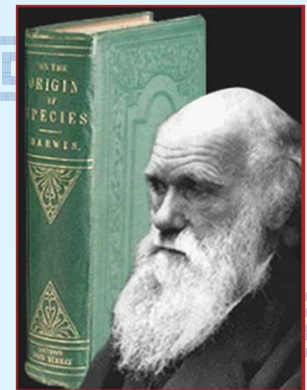
達爾文觀點

- 所有生物皆來自於一個共同祖先 **common ancestor**。
- 在世代的天擇 **natural selection**。過程中族群發生了演化。



達爾文觀點

- 遺傳變異來自於連續性的變化 **continuous fluctuation** 。
- 演化一是以自動地累積極微小的變異而至適應。



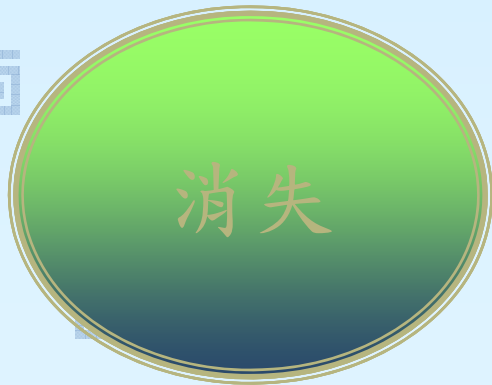
孟德爾遺傳學說Mendelism

- 1900年孟德爾遺傳學說被重新發現。
- 遺傳是連續性的變化並依照孟德爾定律遺傳給子代。



Mutationism (Mendelism)

- 最後，演化被認為有兩個步驟—

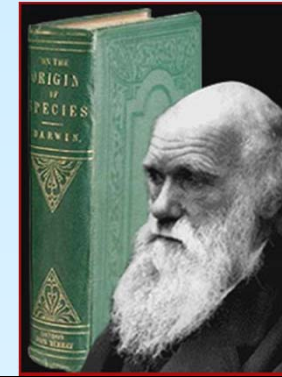


- 兩種不同類型的變異
- 間斷的(Discontinuous)：獨立的环境或功能的影響給予了很多特有的特徵。
- 連續的(Continuous)：物種在傳播上受到環境壓力的呈現。

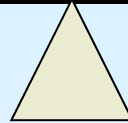
Mendelism



Darwinism

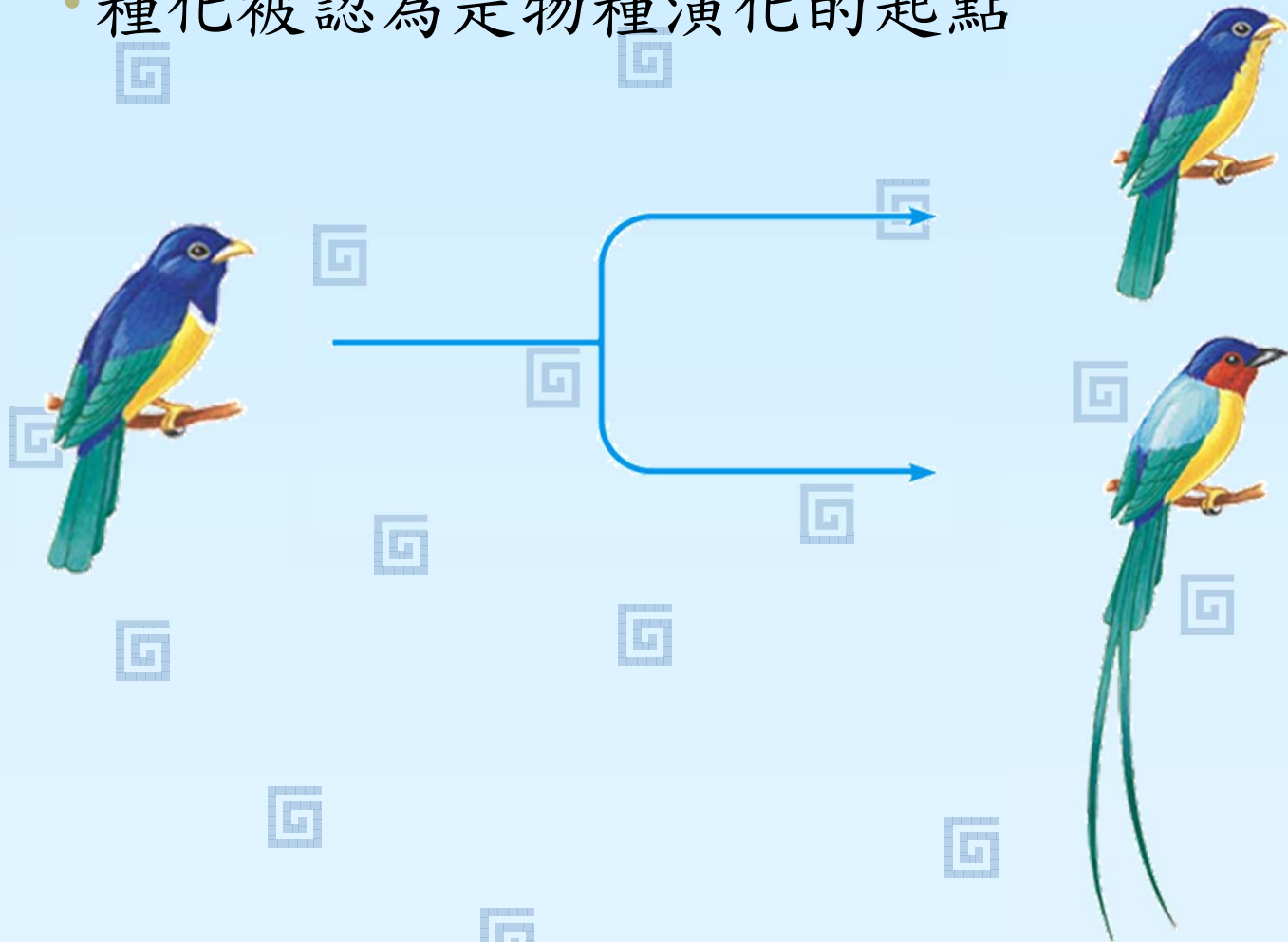


Gates



物種的起源是源自生物多樣性

- 種化被認為是物種演化的起點



什麼是「種」？

- **Carolus Linnaeus** Developed the binomial system of naming organisms
- 林奈的二名法



Dunnia sinensis

Species Concepts 物種觀念 A-Z:

Agamospecies Concept

Biological Species Concept

Cladistic Species Concept

Cohesion Species Concept

Composite Species Concept

Ecological Species Concept

Evolutionary Significant Unit

Evolutionary Species Concept

Genealogical Concordance

Genetic Species Concept

Genotypic Cluster Concept

Hennigian Species Concept

Internodal Species Concept

Morphological Species Concept

Non-dimensional Species Concept

Phenetic Species Concept

Phylogenetic Species Concept I

Phylogenetic Species Concept II

Phylogenetic Species Concept III

Polythetic Species Concept

Recognition Species Concept

Reproductive Competition

Successional Species Concept

Taxonomic Species Concept

Mayden (1997)

- 模式物種概念 Typological Species Concept
- 形態物種概念 Morphological Species Concept
- 生物學物種概念 Biological Species Concept
- 生態物種概念 Ecological Species Concept
- 親緣物種觀念 Phylogenetic Species Concept

•

模式物種概念

Typological Species Concept

- 物種為靜止而無變異的集合
- 因適應而擁有共有型態特徵
- 柏拉圖、亞里斯多德
- 模式標本 (type specimen)



- 伊藤氏觀音座蓮(國立臺灣大學植物標本館)

形態物種概念

Morphological Species Concept

- 一個物種是一組具有類似的生物解剖特徵。
- 利用於化石紀錄(fossil record)上



Palmae, 棕櫚科

Sabalites, 似薩巴棕櫚屬

- 形態標準是任意的。
- 雌雄雙型性 (sexual dimorphism):
 - 雌雄在形態上不同。
- 太過重視適應環境的結果

- 相似的變異或相似的種類難以辨認



生物學物種概念

Biological Species Concept

- 一個物種指一群可相互交配的族群，與其他的群體在生殖上隔離。
- “species are groups of actually or potentially interbreeding natural populations that are reproductively isolated from other such groups” (Mayr 1963)



西方野雲雀及東方野雲雀似乎是相同的，牠們的分佈範圍重疊，但其獨特的歌曲卻可防止雜交。

• 雜交上的問題



樟葉槭

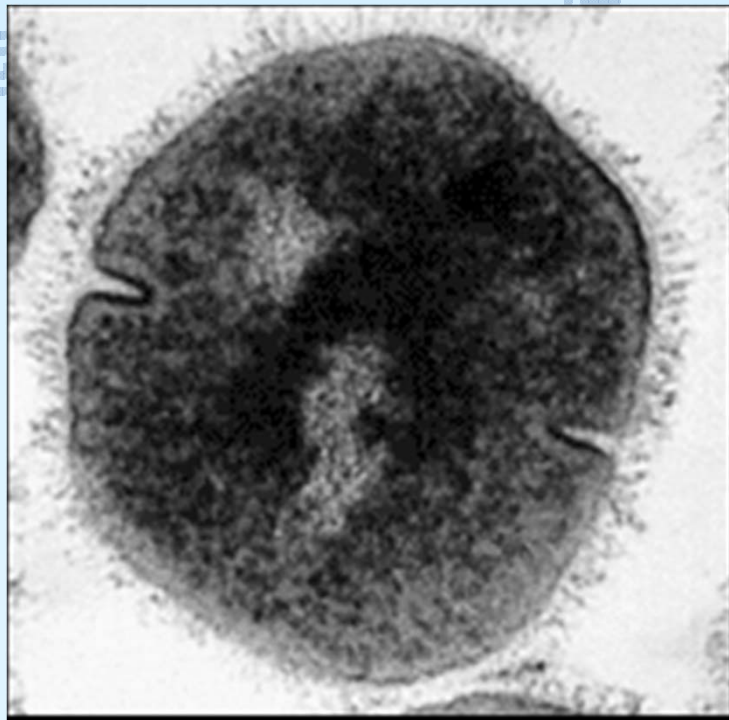


雜交子代



台灣三角楓

生物學物種概念在無性繁殖的物種的分類上可能遇到困境。



- 生態物種概念 Ecological Species Concept

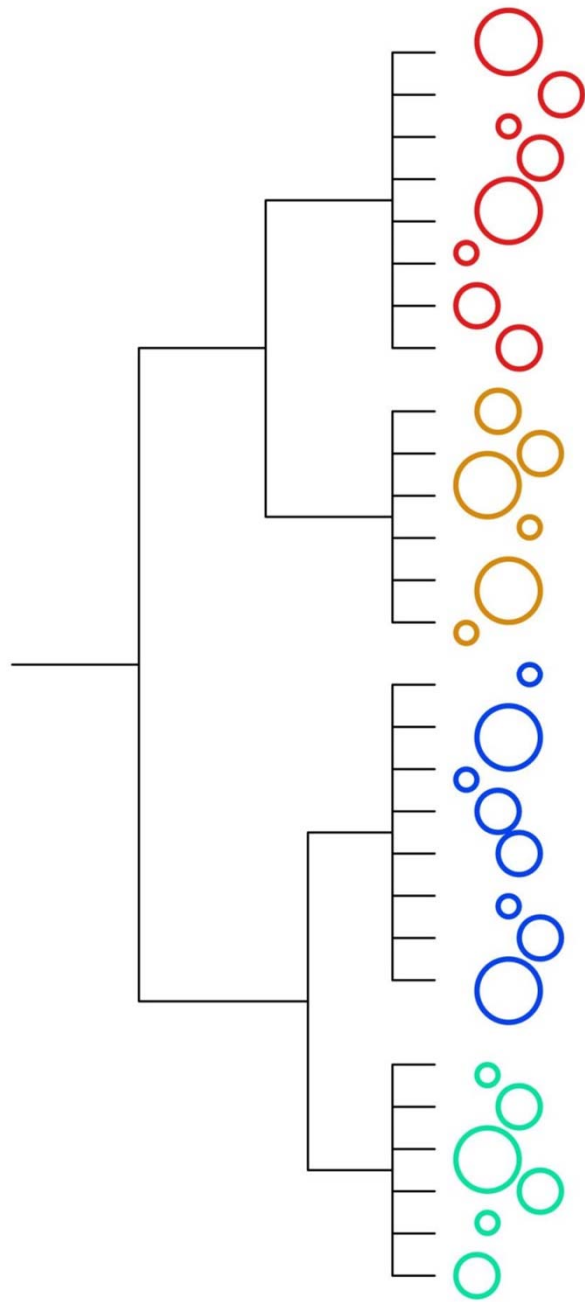
- 生態棲地區隔，造成二物種無法越過鴻溝



Ammospermophilus harrisi 哈氏羚松鼠

Ammospermophilus leucurus 白尾羚松鼠

親緣物種觀念 Phylogenetic Species Concept



A monophyly 單系群

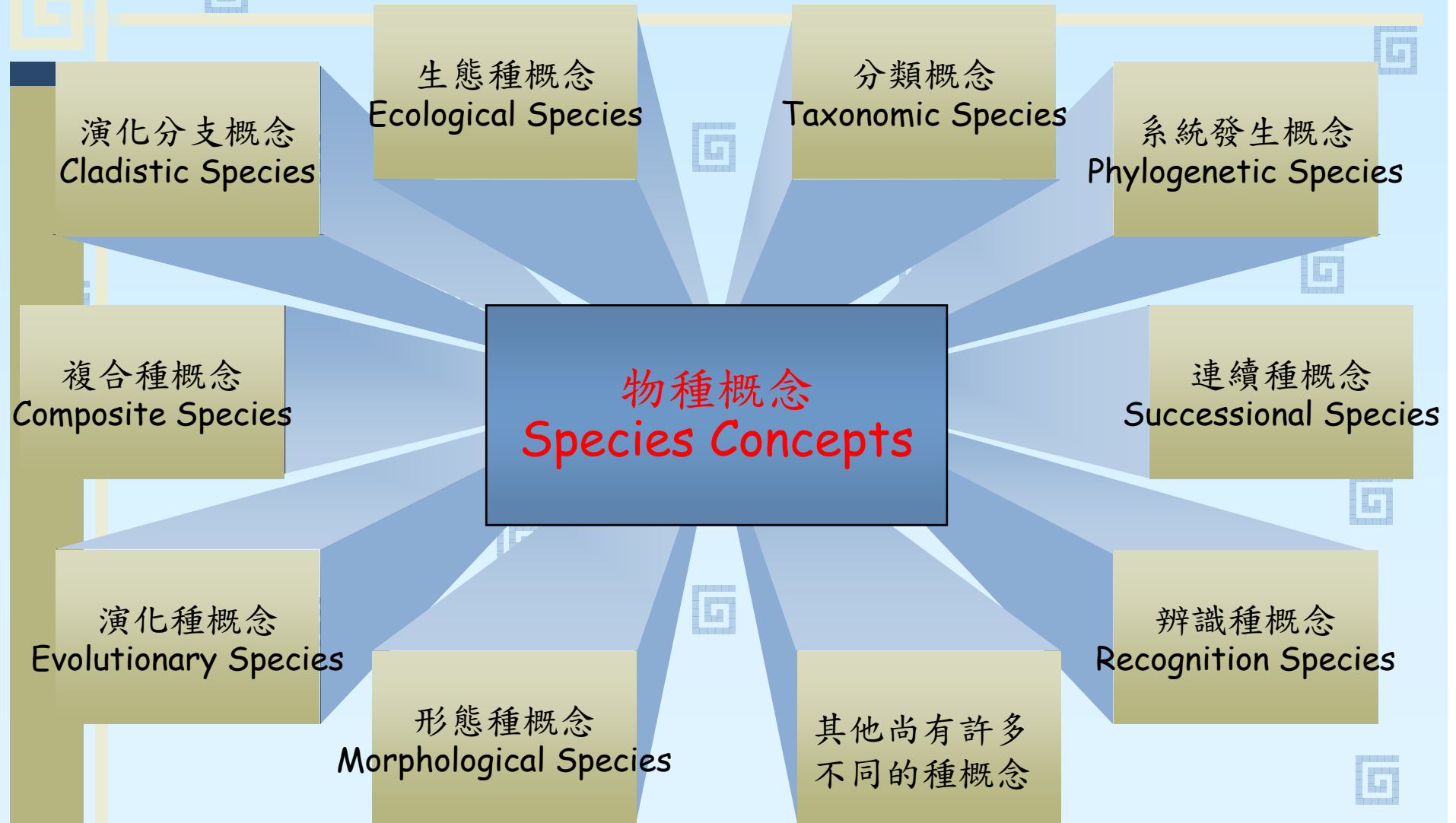
B monophyly 單系群

Microdiversity and
diversity in gene content.

C monophyly 單系群

D monophyly 單系群

物種概念 Species Concepts



不同物種概念適用於不同目的。

- "different species concepts are best for different purposes"
-Erhlich (1989)

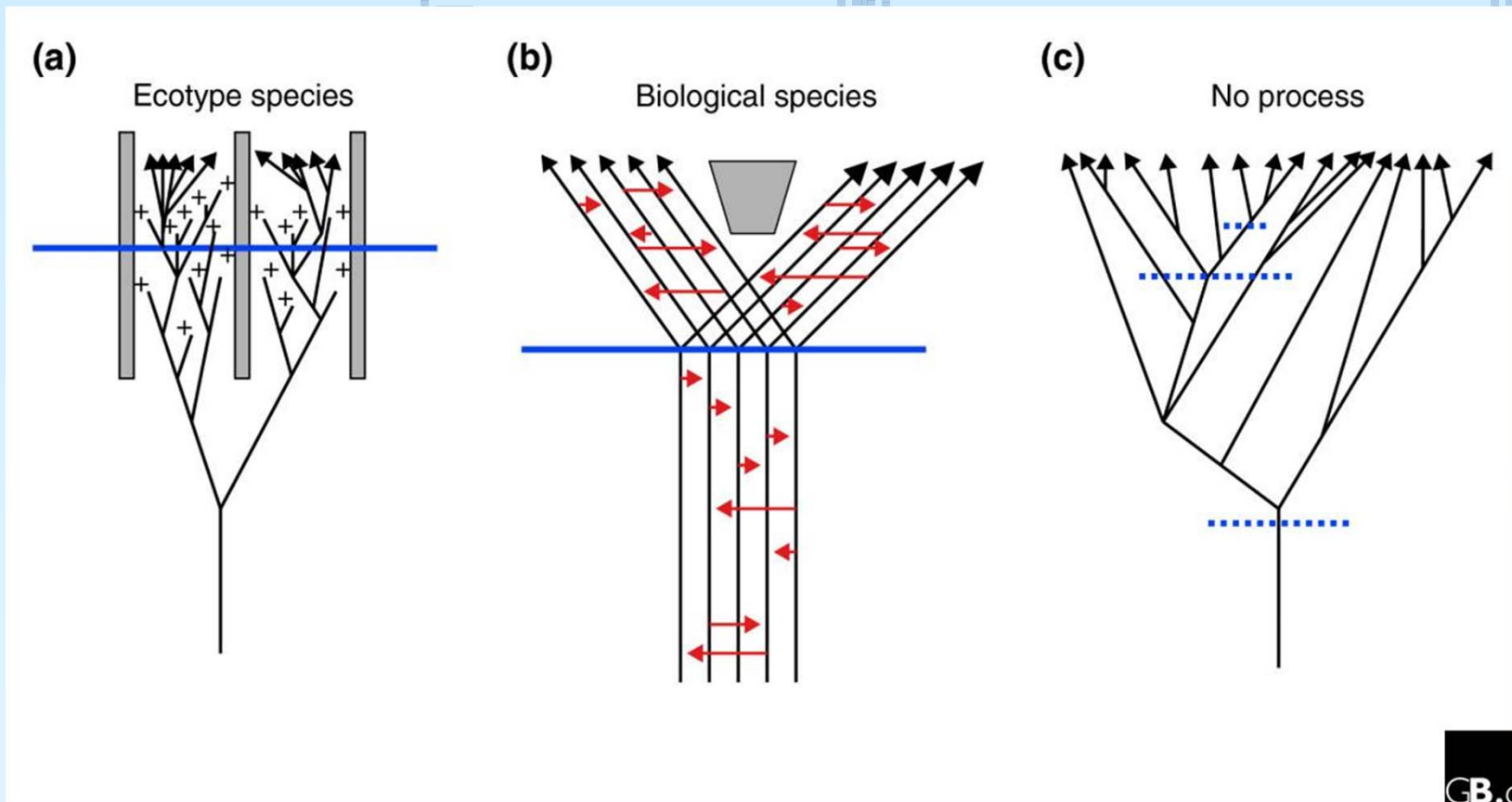


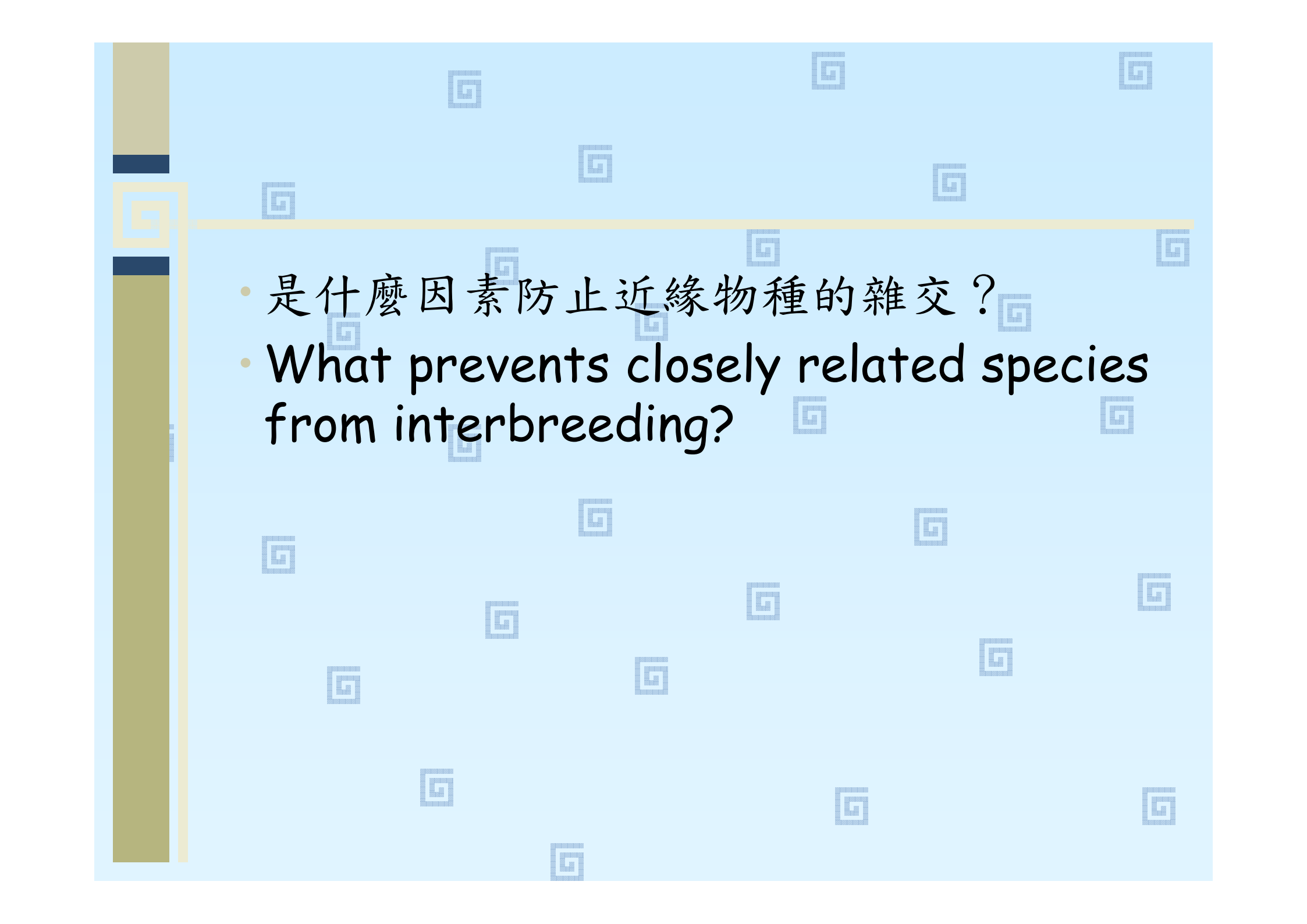
種化 Speciation

生態種化

生物種化

無種化



- 
- 是什麼因素防止近緣物種的雜交？
 - What prevents closely related species from interbreeding?

生殖隔離機制

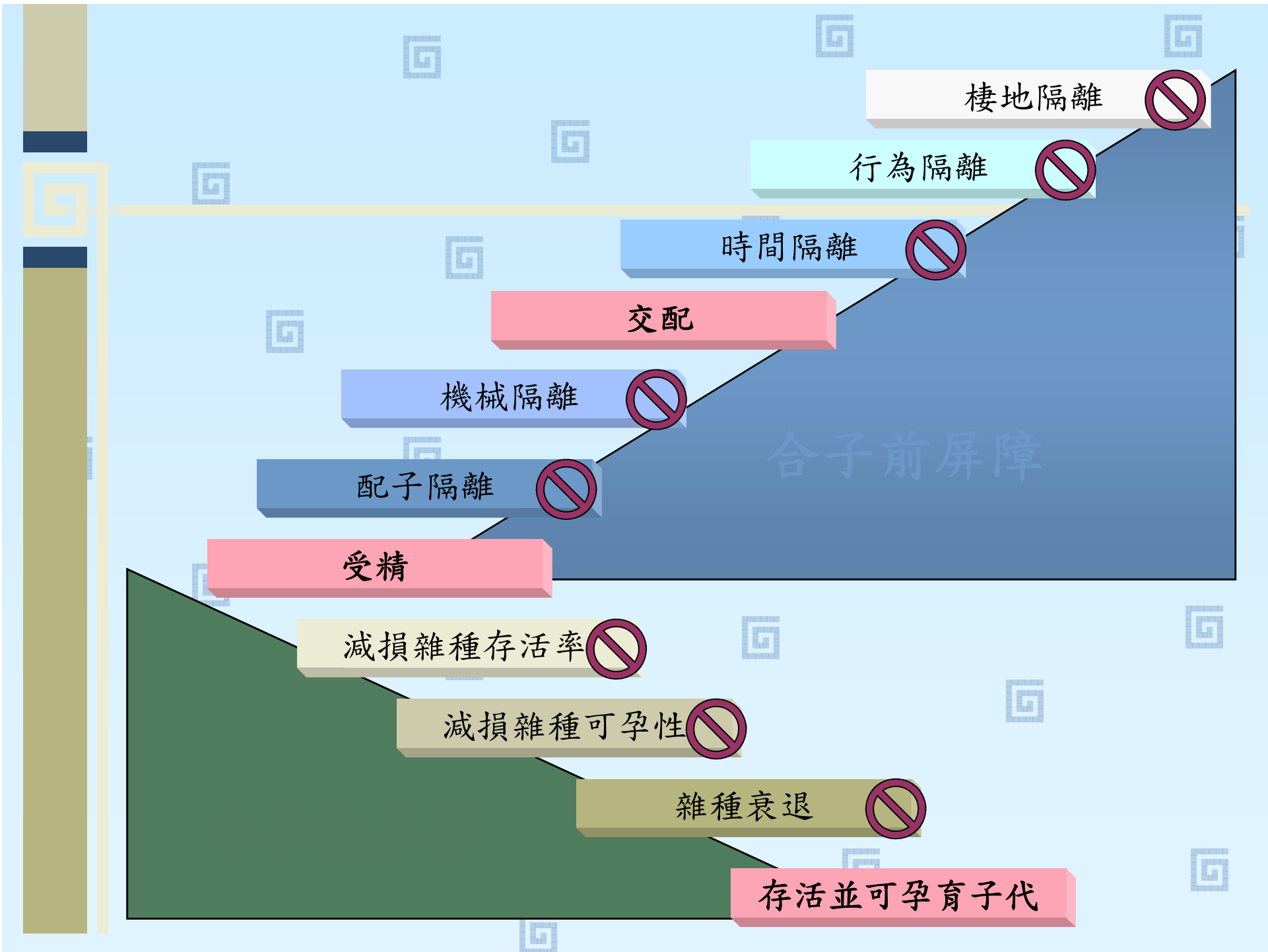
Reproductive isolating mechanisms

合子前屏障
Prezygotic Barriers

防止物種間交配或受精

合子後屏障
Postzygotic Barriers

發生在物種雜交形成的合子上



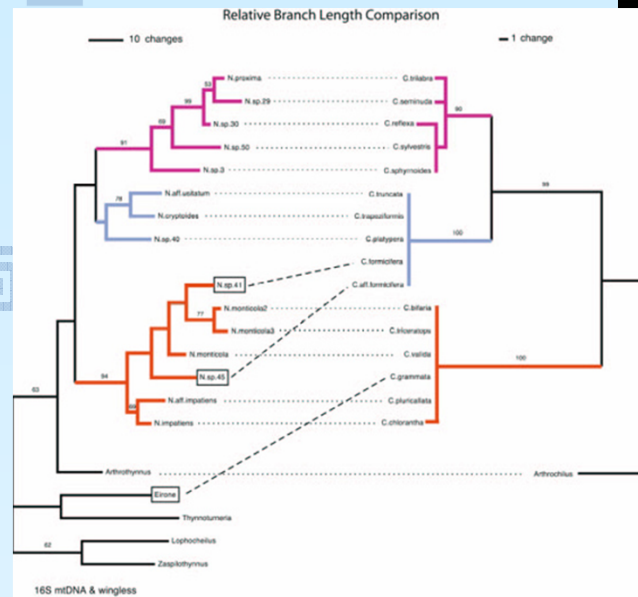
合子前屏障—行為隔離



合子前屏障—時間隔離



合子前屏障—機械隔離

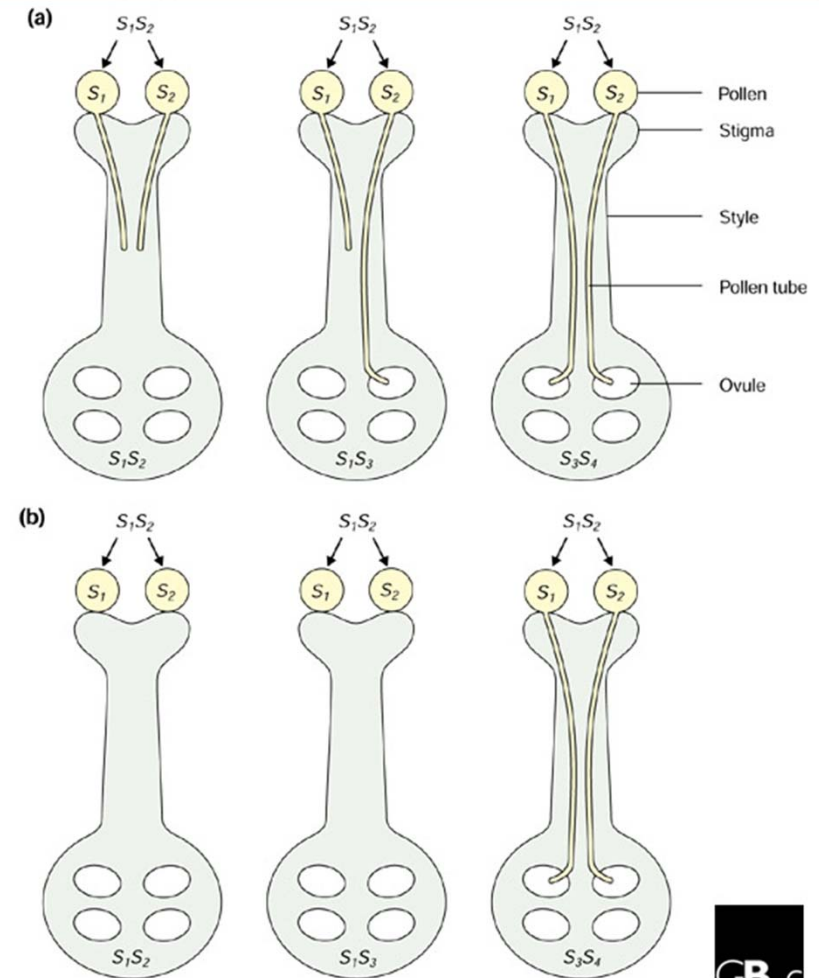


Different insects pollinating black sage and white sage

Mechanical isolation (機械性隔離) occurs because the genital organs (生殖器官) of different species (不同物種) are incompatible (不能配合的)

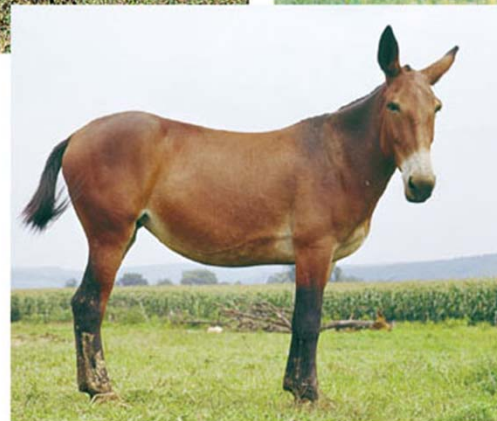
合子前屏障—機械隔離

性器官或配子不兼容



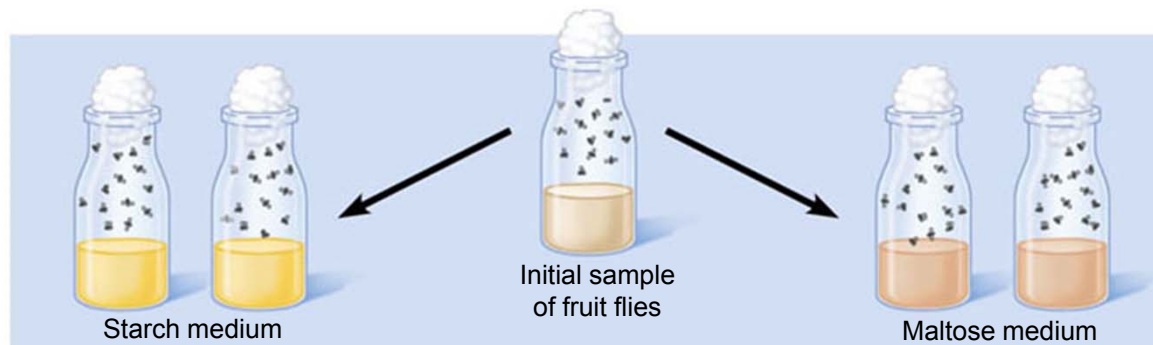
合子後屏障

凡雜種後代兩個物種之間的不育，因此不能交配。



生殖障礙可能演變為族群分流

初始樣本



澱粉

麥芽糖

Results of mating experiments

		Female	
		Starch	Maltose
Male	Starch	22	9
	Maltose	8	20

Mating frequencies in experimental group

實驗組

Female
Same population Different populations

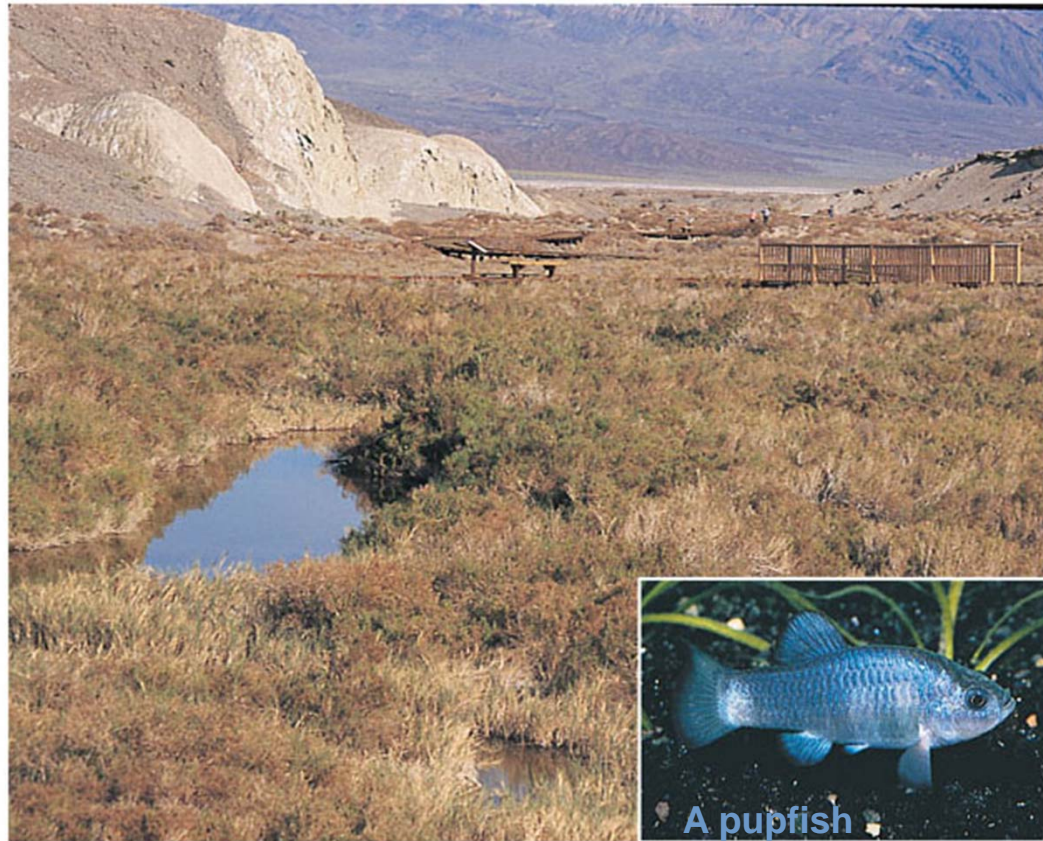
Male	Same	18	15
	Different	12	15

Mating frequencies in control group

控制組

地理隔離

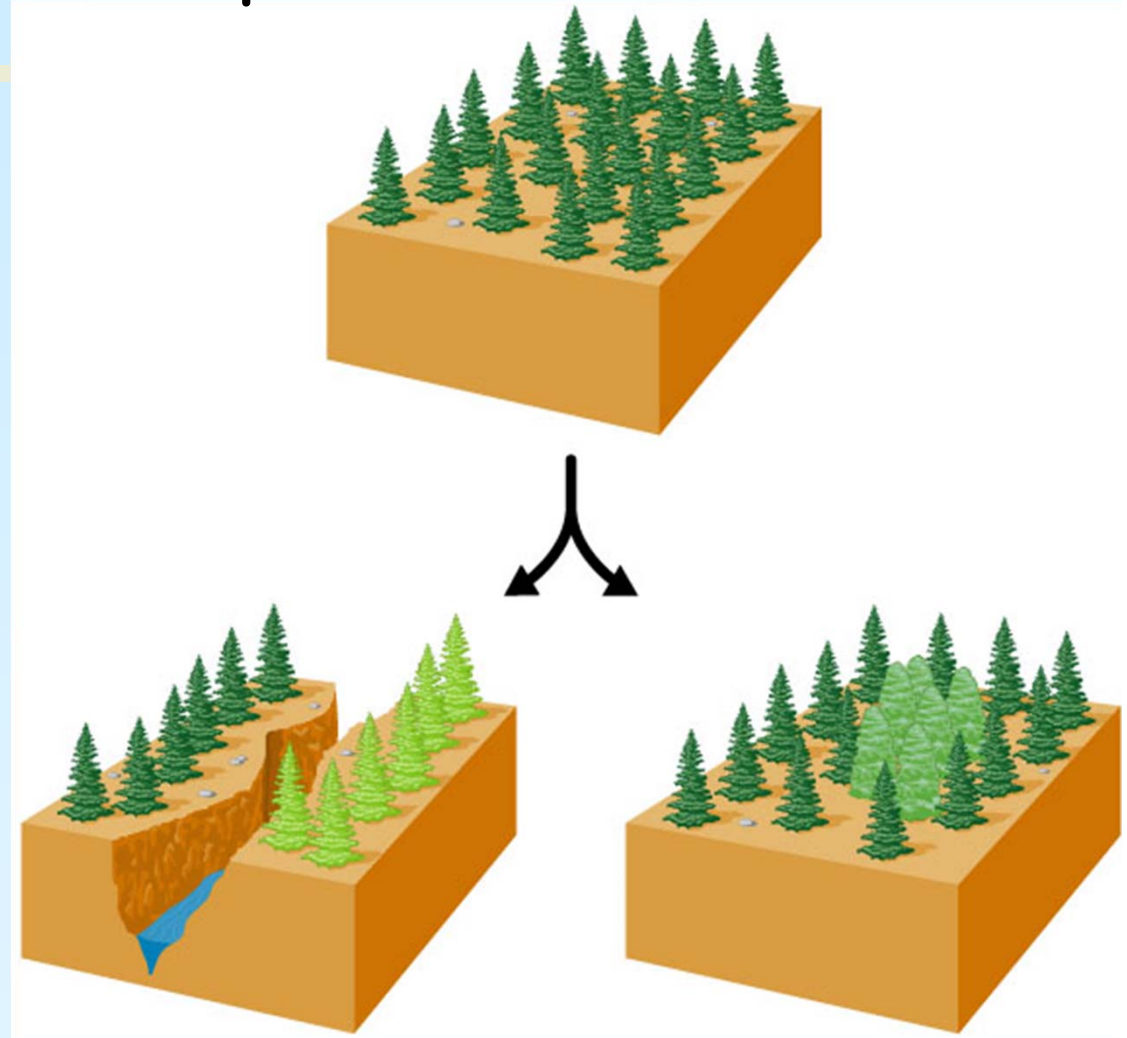
- 導致新物種演化



異域種化allopatric speciation

- The two modes of speciation are

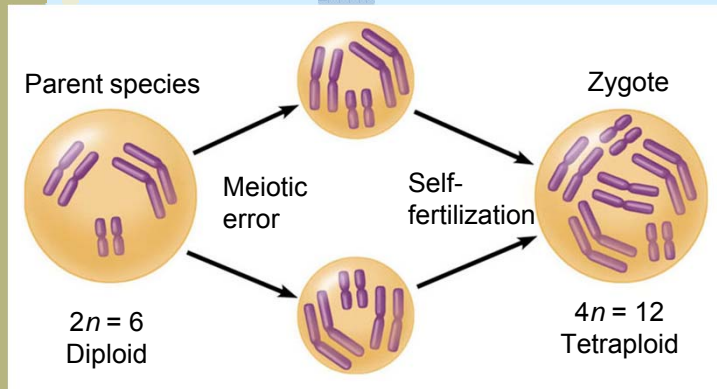
- 異域種化
- 同域種化



(a) Allopatric speciation

(b) Sympatric speciation

許多植物的物種演化來自於 多倍體 polyploidy



Unreduced
diploid gametes
未減數
二倍體配子

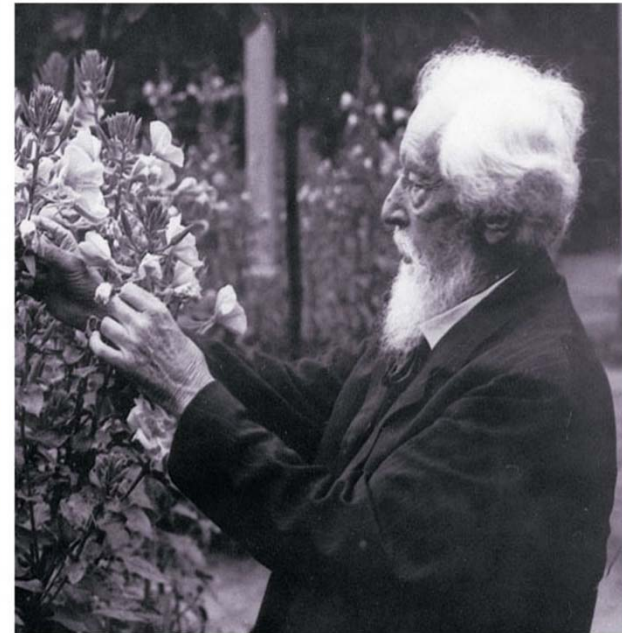
Offspring may be
viable and
self-fertile
後代可能是
可行的和自我
肥沃



O. lamarckiana



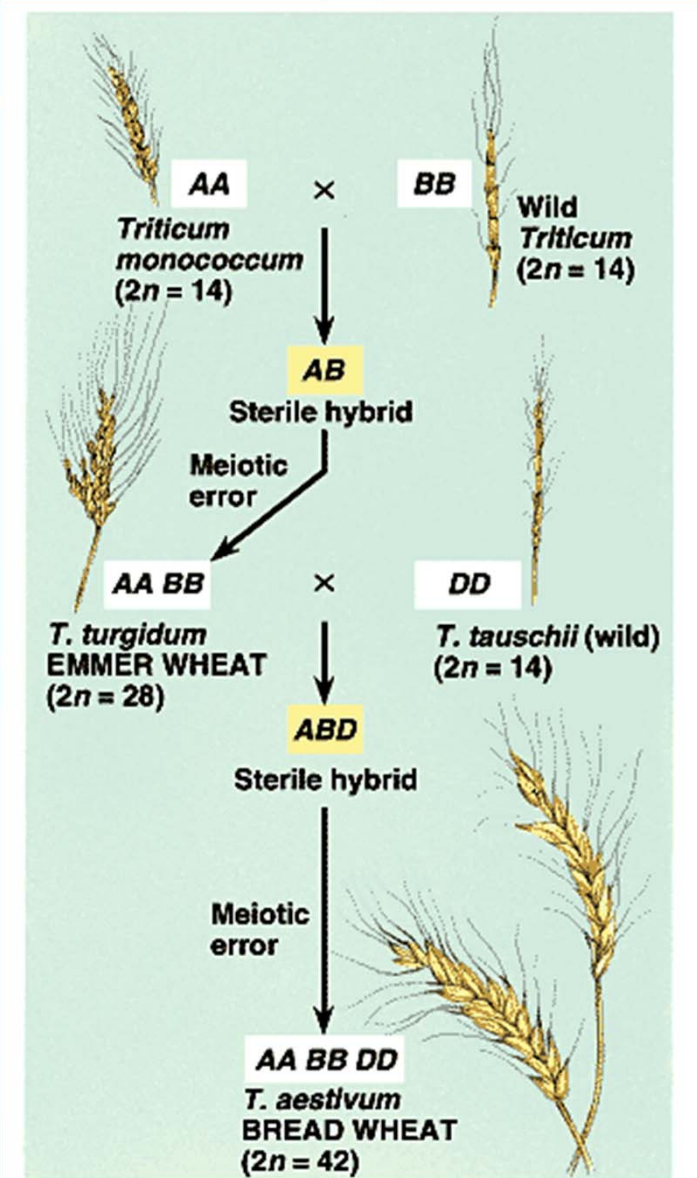
O. gigas




Examples of Polyploid plants

- 棉花 Cotton
- 咖啡 Coffee
- 糖蔗 Sugar cane
- 麥 Bread wheat
- 馬鈴薯 Potatoes
- 香蕉 Bananas
- 花生 Peanuts
- 蘋果 Apples...

allopolyploidy





臺灣區域的生物多樣性

臺灣的物種

- 總計約**50606**種—仍不斷發現新物種
- 約**8**界**55**門**128**綱**613**目**2922**科**16509**屬
- 植物約**6999**種，動物約**33379**種。
- 其中**台灣特有生物**約**7892**種(亞種變種)
- **台灣地區外來種名錄**共**1435**筆。

臺灣的物種

- 生物多樣性高、特有種頻度高

— 地理環境

— 島嶼生態

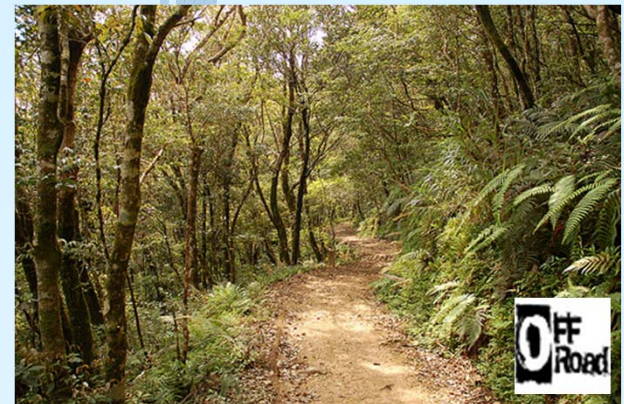
— 受到地質歷史事件影響

台灣的生態系



地理環境

- 亞熱帶—熱帶交界
- 季風亞洲
- 地形複雜
- 玉山海拔3952公尺
- 亞洲大陸、花綵列島



島嶼生態

- 族群隔離
- 遺傳分化
- 生態系受物種遷移影響大



Archangiopteris somai

台灣原始觀音座連



Cycas taitungensis

台東蘇鐵



Ponerorchis kiraishiensis

奇萊紅蘭



Phoenix hanceana

台灣海棗



Kandelia obovata

台灣水筆仔



Keteleeria davidiana var. *formosana*

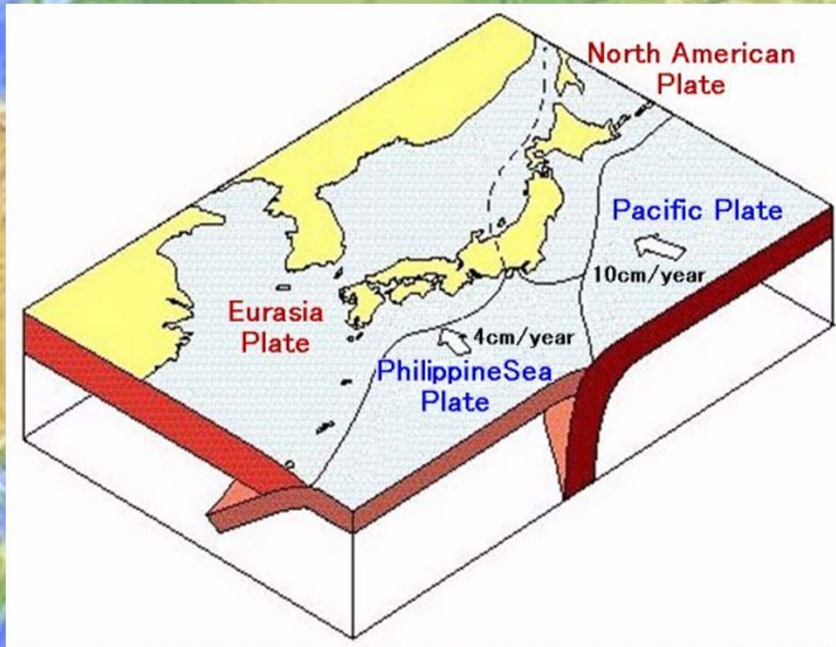
臺灣油杉

受到地質歷史事件影響

- 板塊擠壓
- 冰河期
- 物種的隔離、遷移與熱點的形成

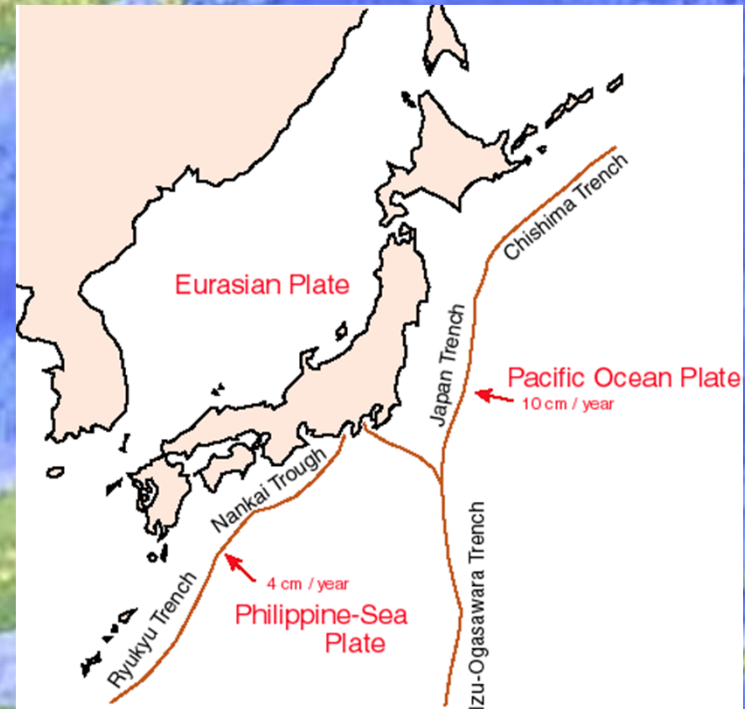
地質歷史上的台灣

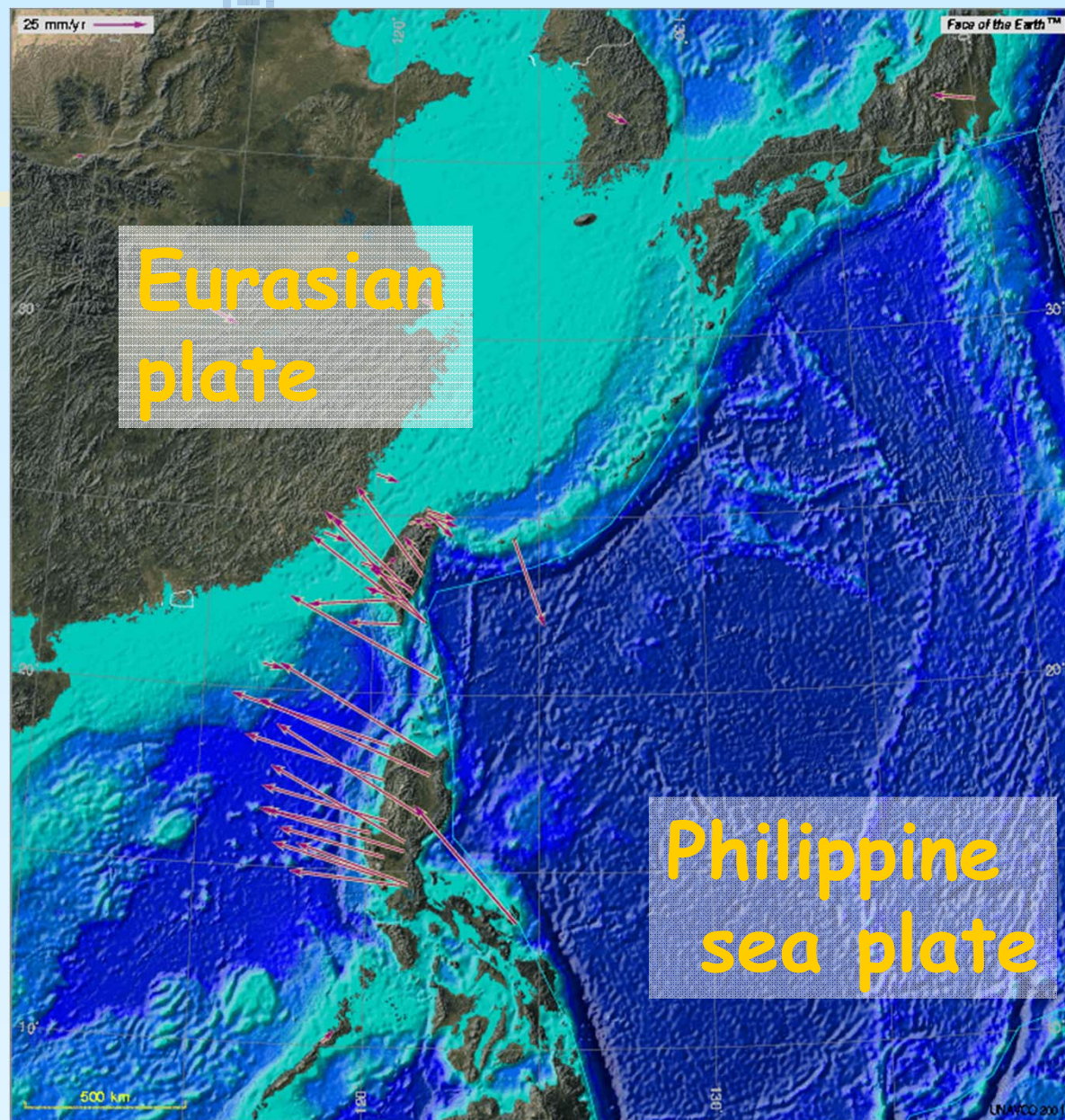
- 蓬萊造山運動：太平洋板塊、菲律賓海板塊、歐亞大陸板塊互相撞擊
- 冰河作用：100萬年前到1萬8千年前，冰河造成地質變動



太平洋板塊

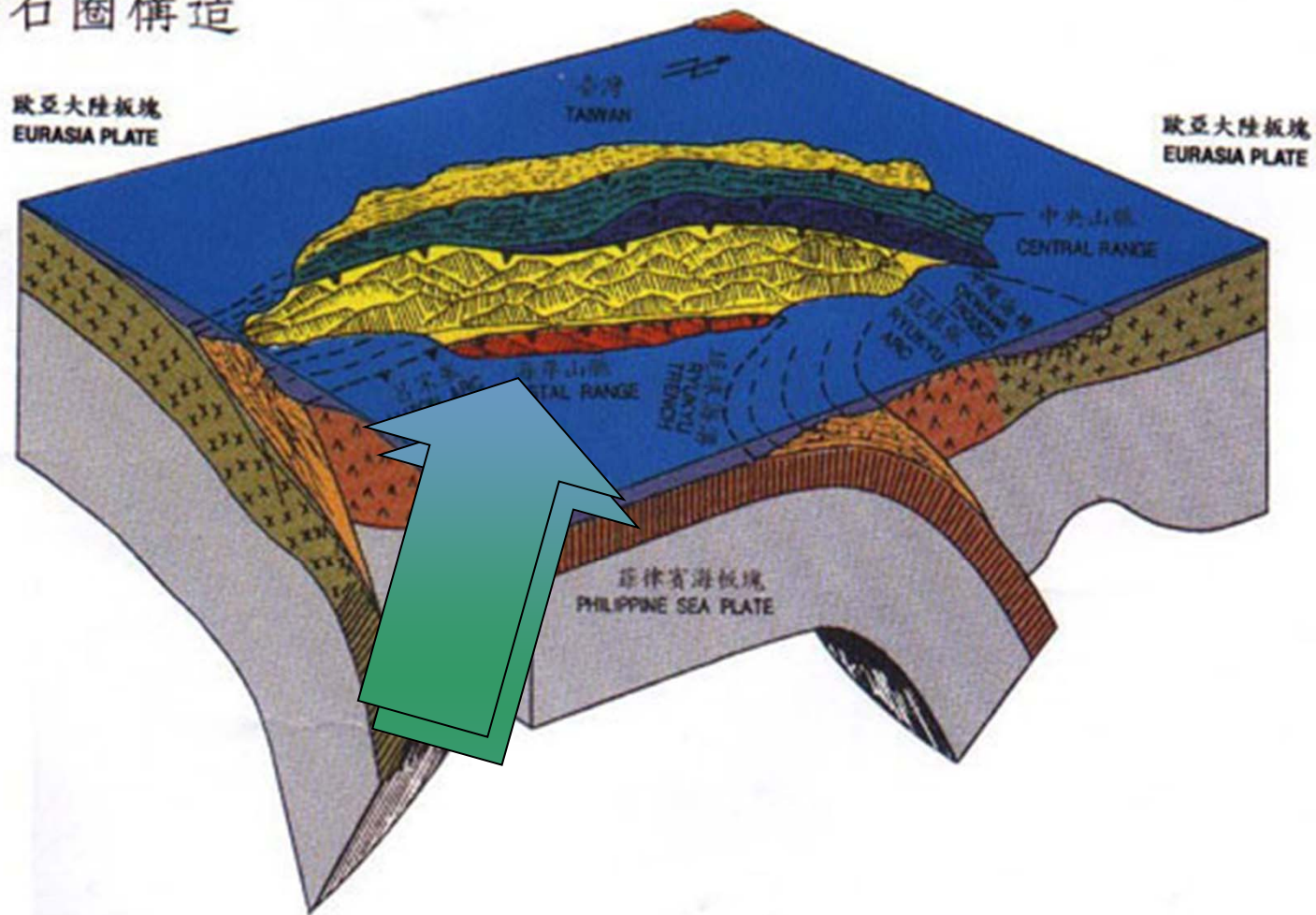
板塊撞擊：菲律賓海板塊下沉到歐亞大陸板塊底下，造成歐亞大陸板塊被抬起，台灣浮出海平面

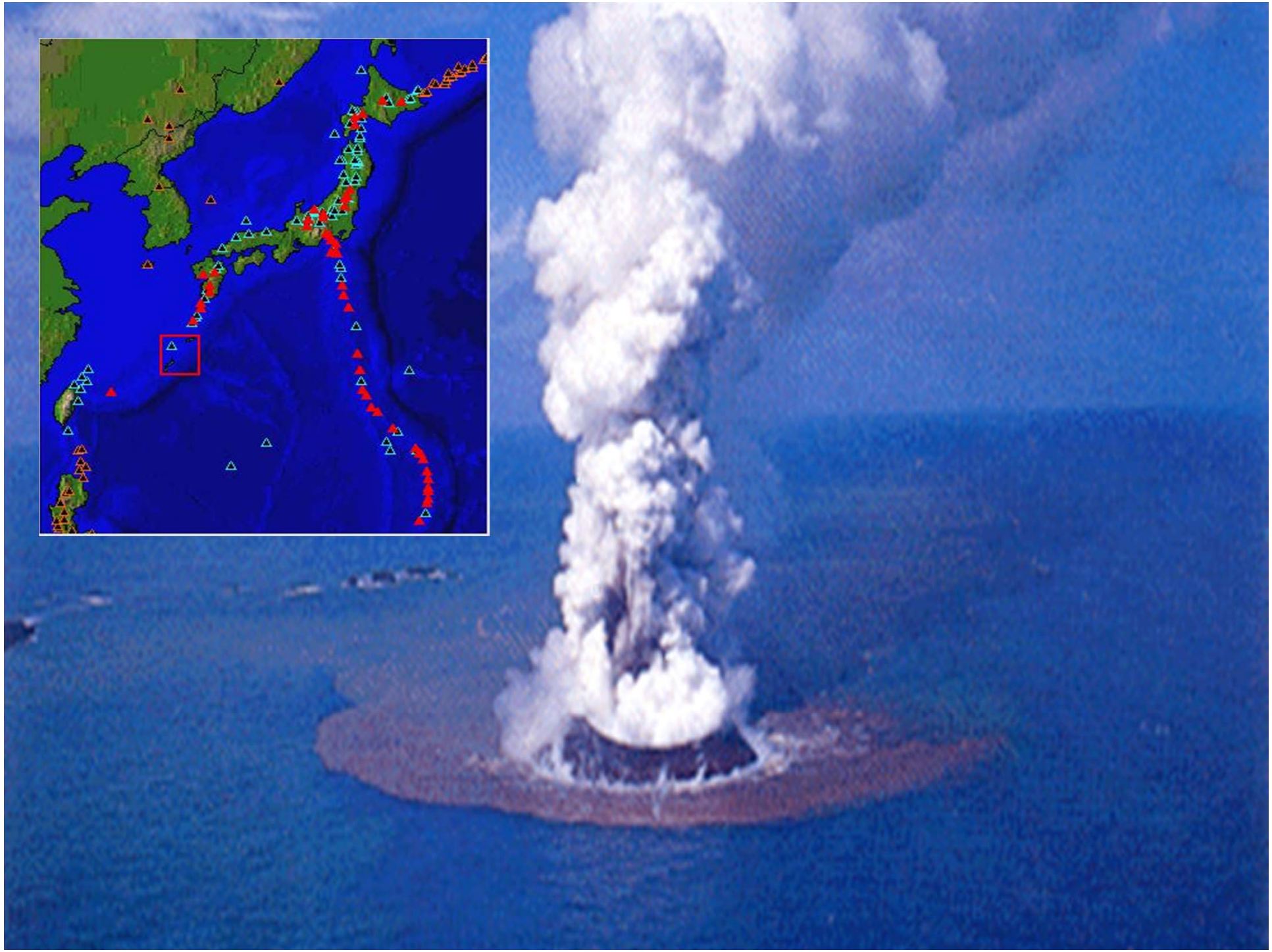
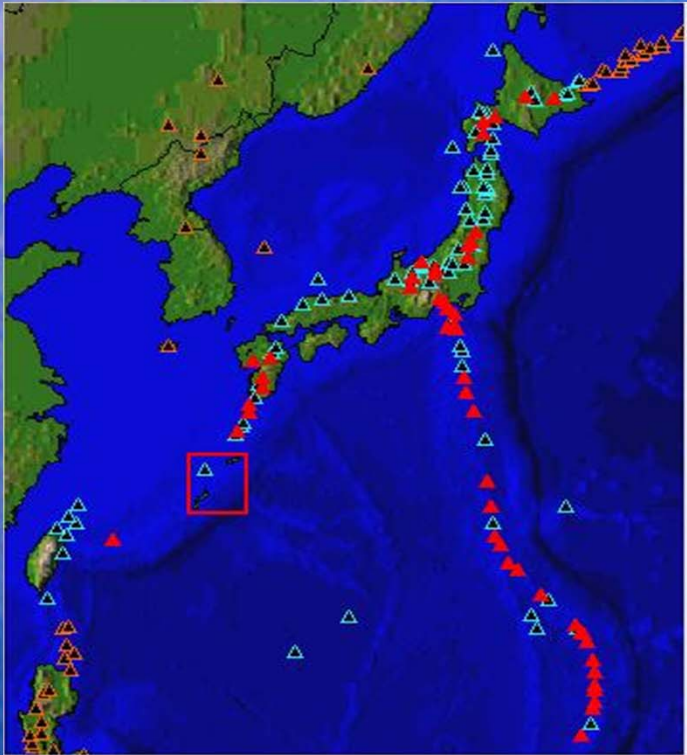




STRUCTURE LITHOSPHERIQUE
LITHOSPHERIC STRUCTURE

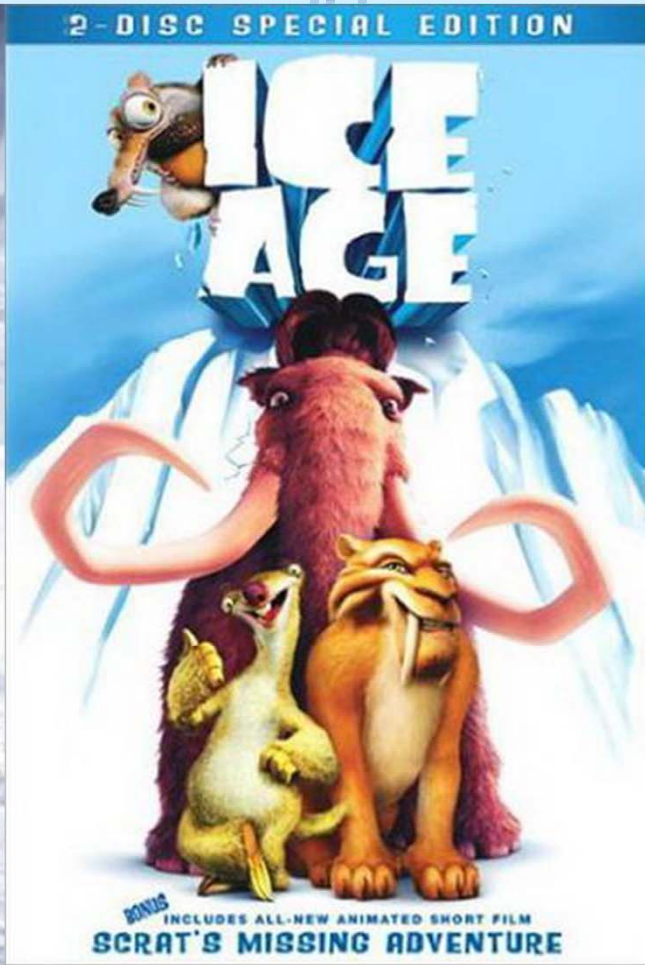
岩石圈構造





地質歷史上的台灣

- 蓬萊造山運動：太平洋板塊、菲律賓海板塊、歐亞大陸板塊互相撞擊
- 冰河作用：100萬年前到1萬8千年前，冰河造成地質變動

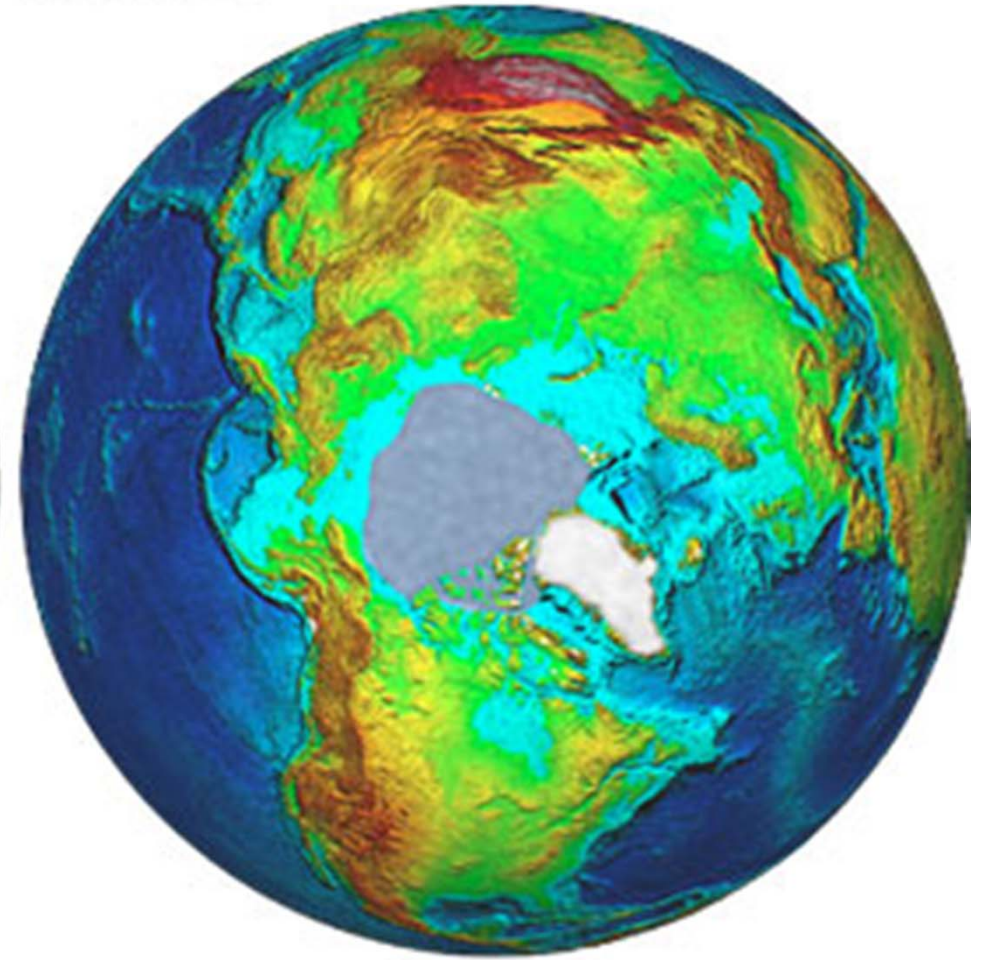
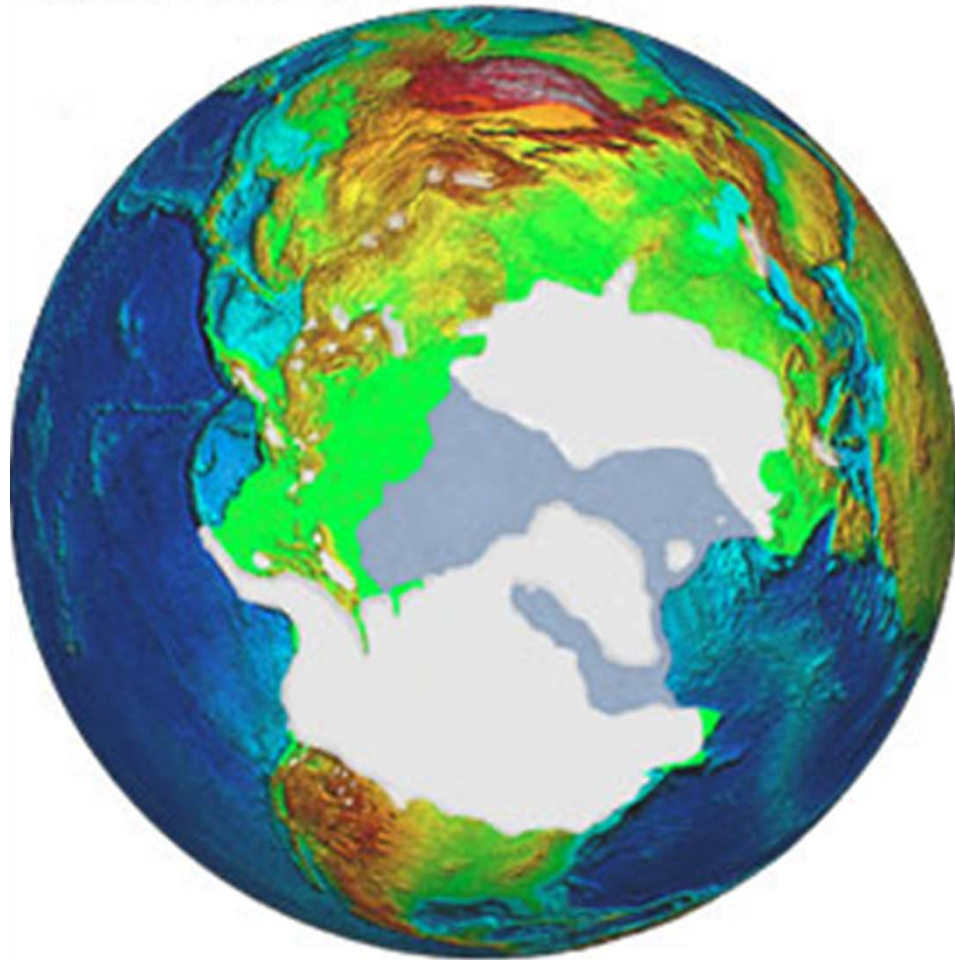


1萬8千年前的地球

今日的地球

Pleistocene (18,000 Years Ago)

Modern Day

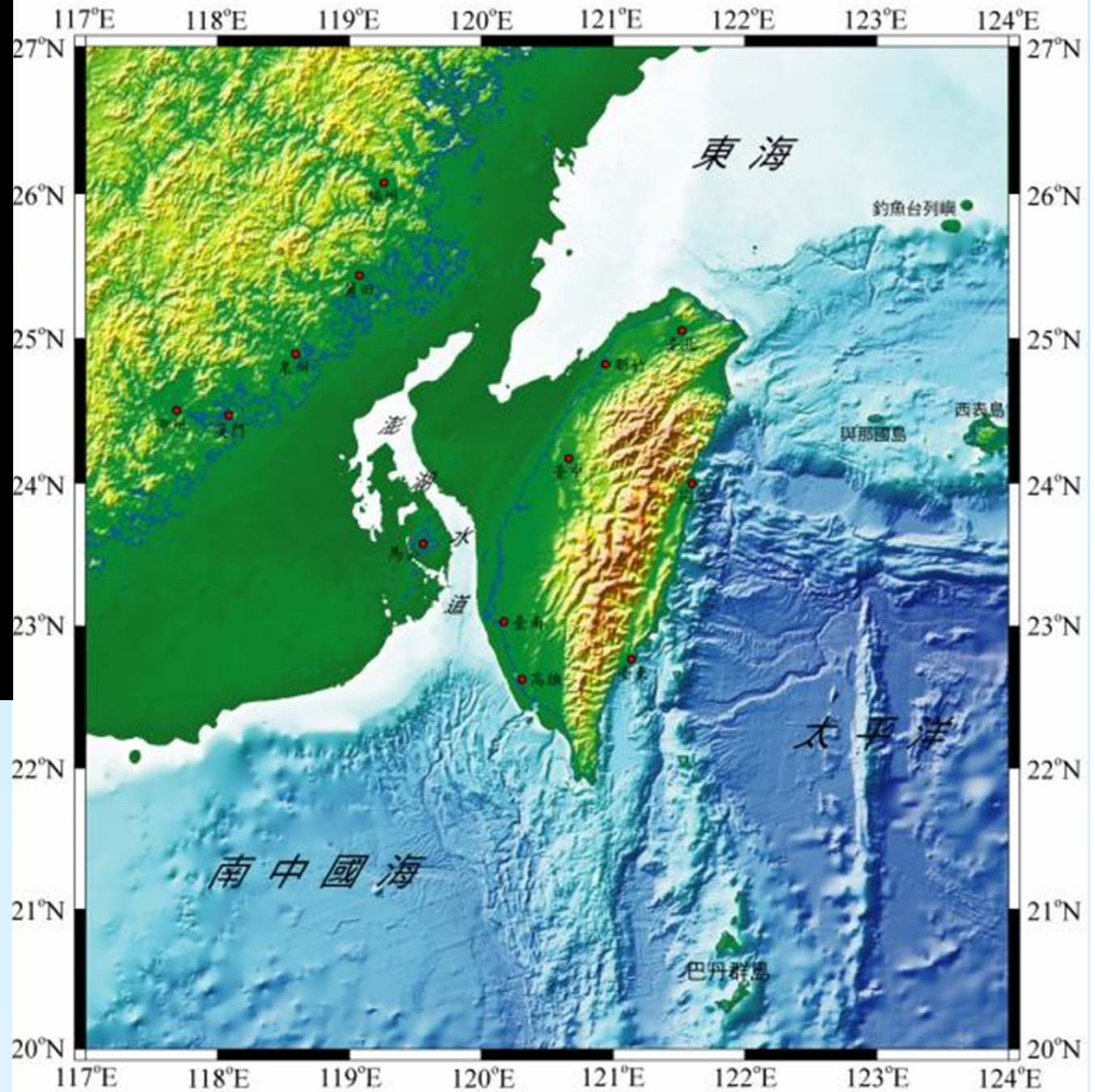


□ Glacial Ice

■ Sea Ice



1萬8千年前的地球



海平面降低65公尺，臺灣的輪廓就會成為這個模樣

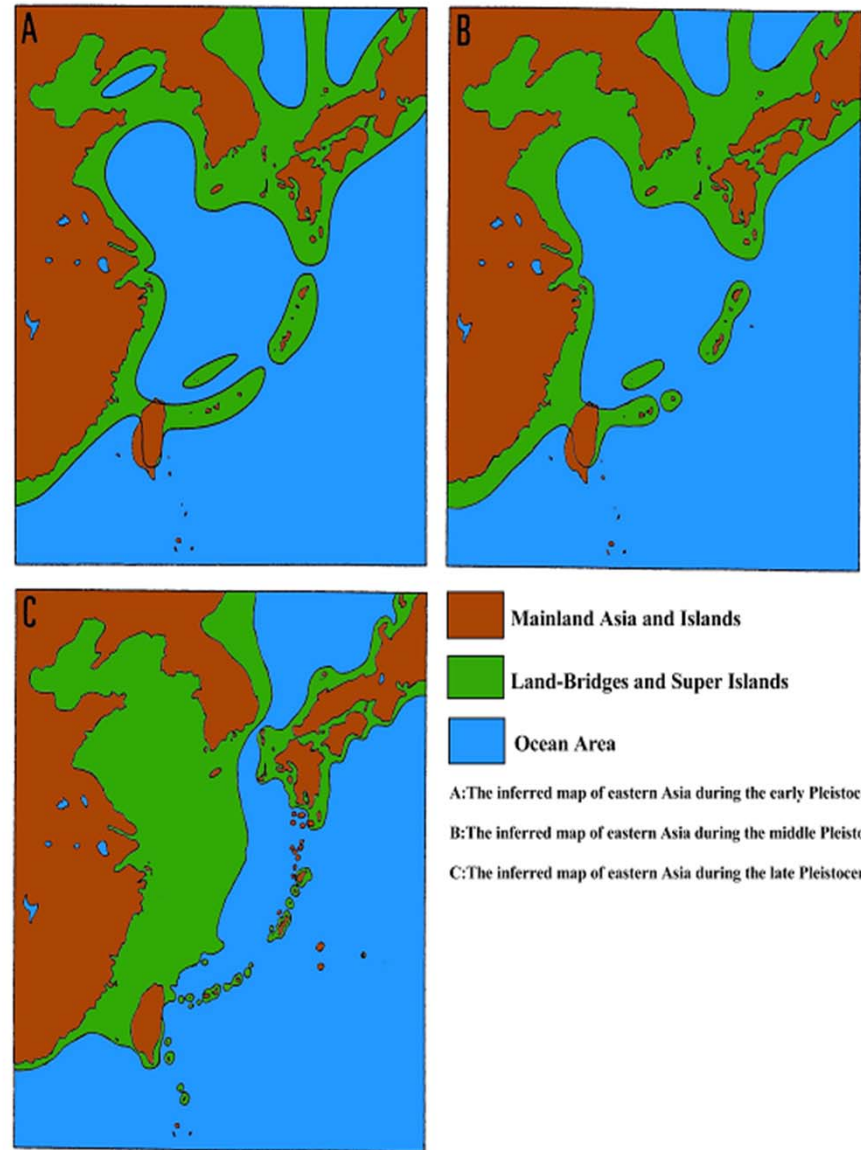
太平洋島弧地質事件

更新世 距今二百萬年至一萬年前

A. 二百萬年前：亞洲、台灣、琉球、日本由陸橋的相連

B. 一百萬年前：琉球群島

C. 二萬年前：分離開始





親緣地理
Phylogeography

- 是研究有關密切相關的物種之地理分佈與血系關係的原理及過程的領域。

- Is a field of study concerned with the principles and processes governing the geographic distributions of genealogical lineages, especially those within and among closely related species

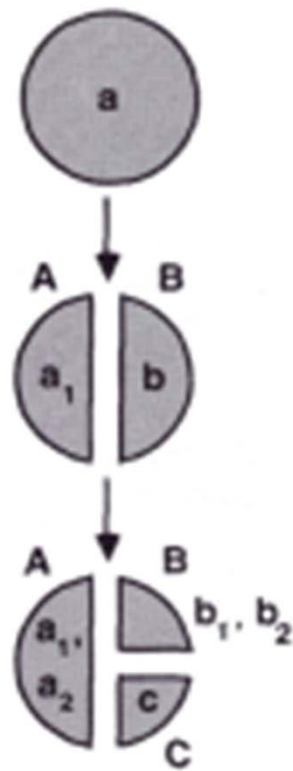
- 涉及歷史，系統發育組成部分空間分佈的基因譜系

- deals with historical, phylogenetic components of the spatial distributions of gene lineages

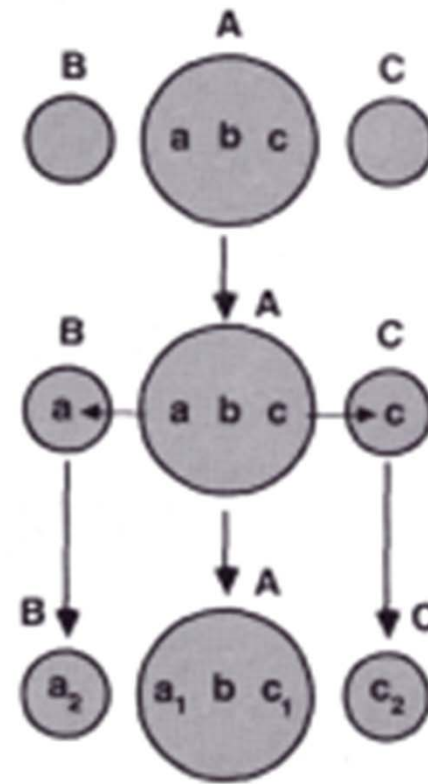
- 是微演化和巨演化之間的聯繫

- is the link between microevolution and macroevolution

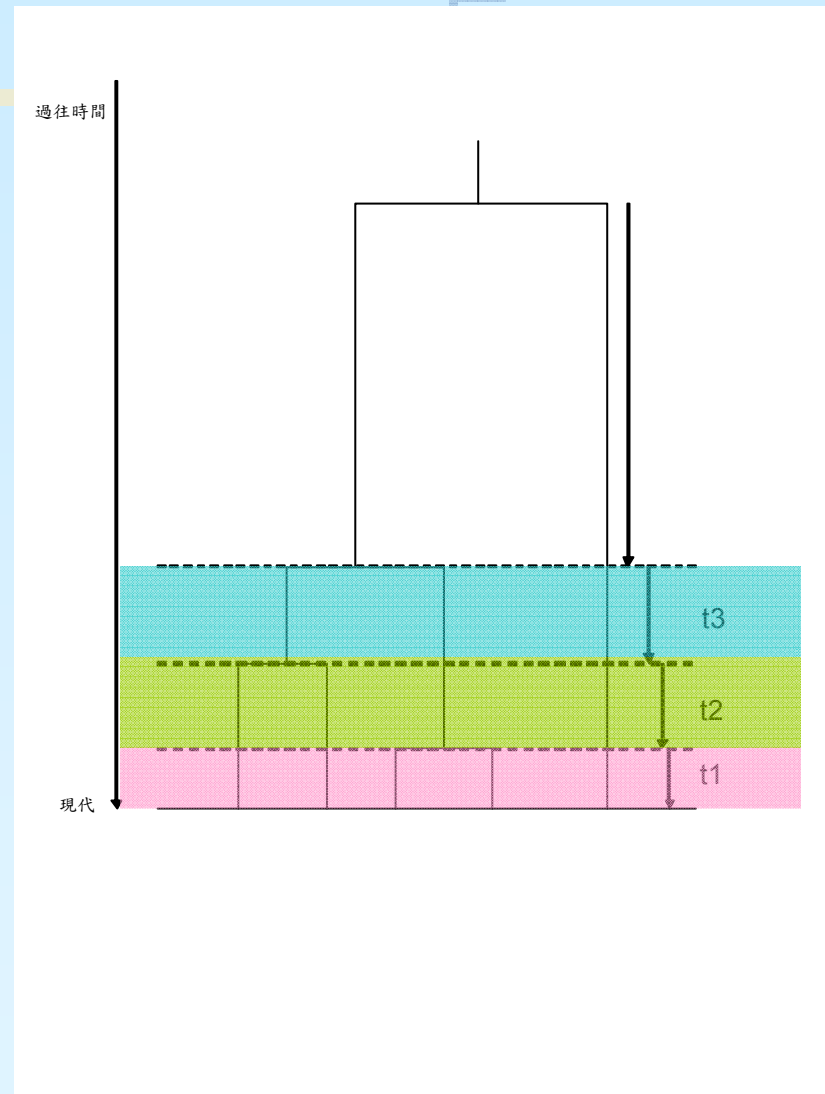
隔離分化假說



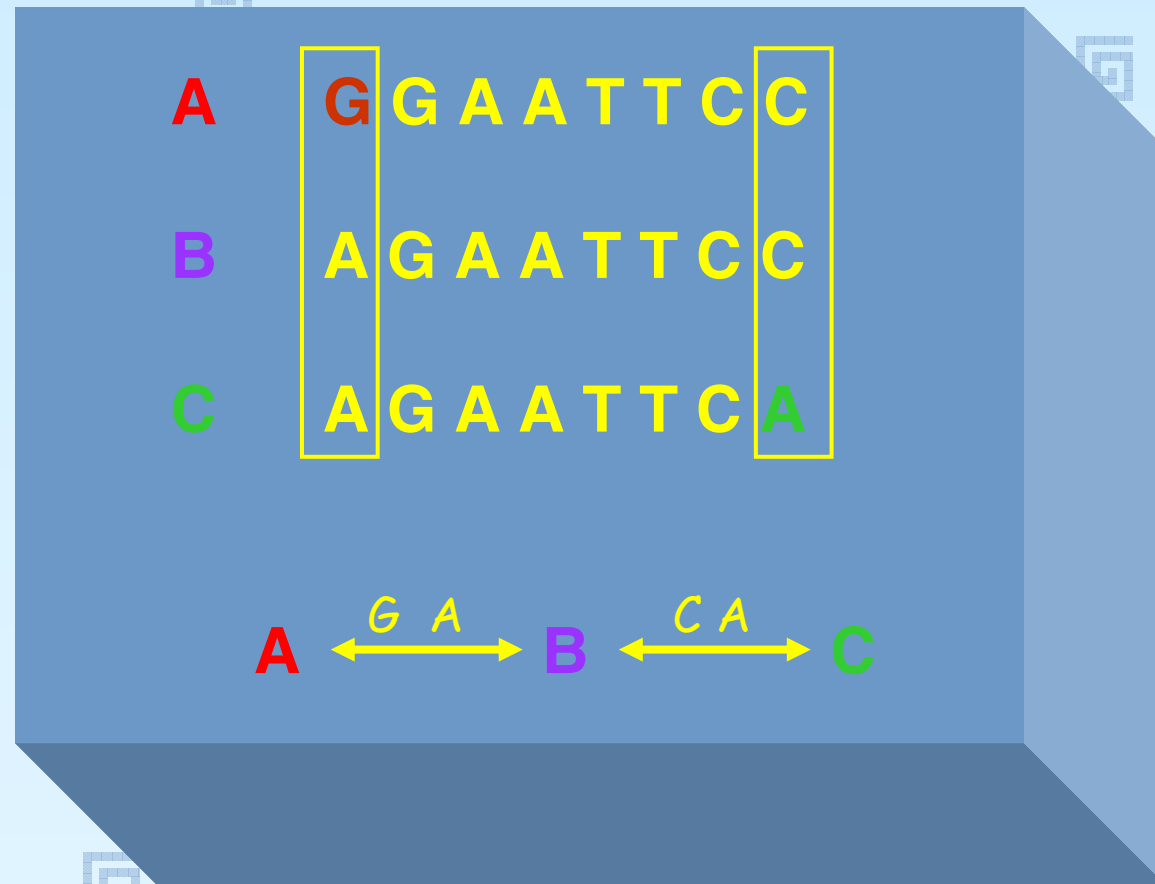
擴散假說

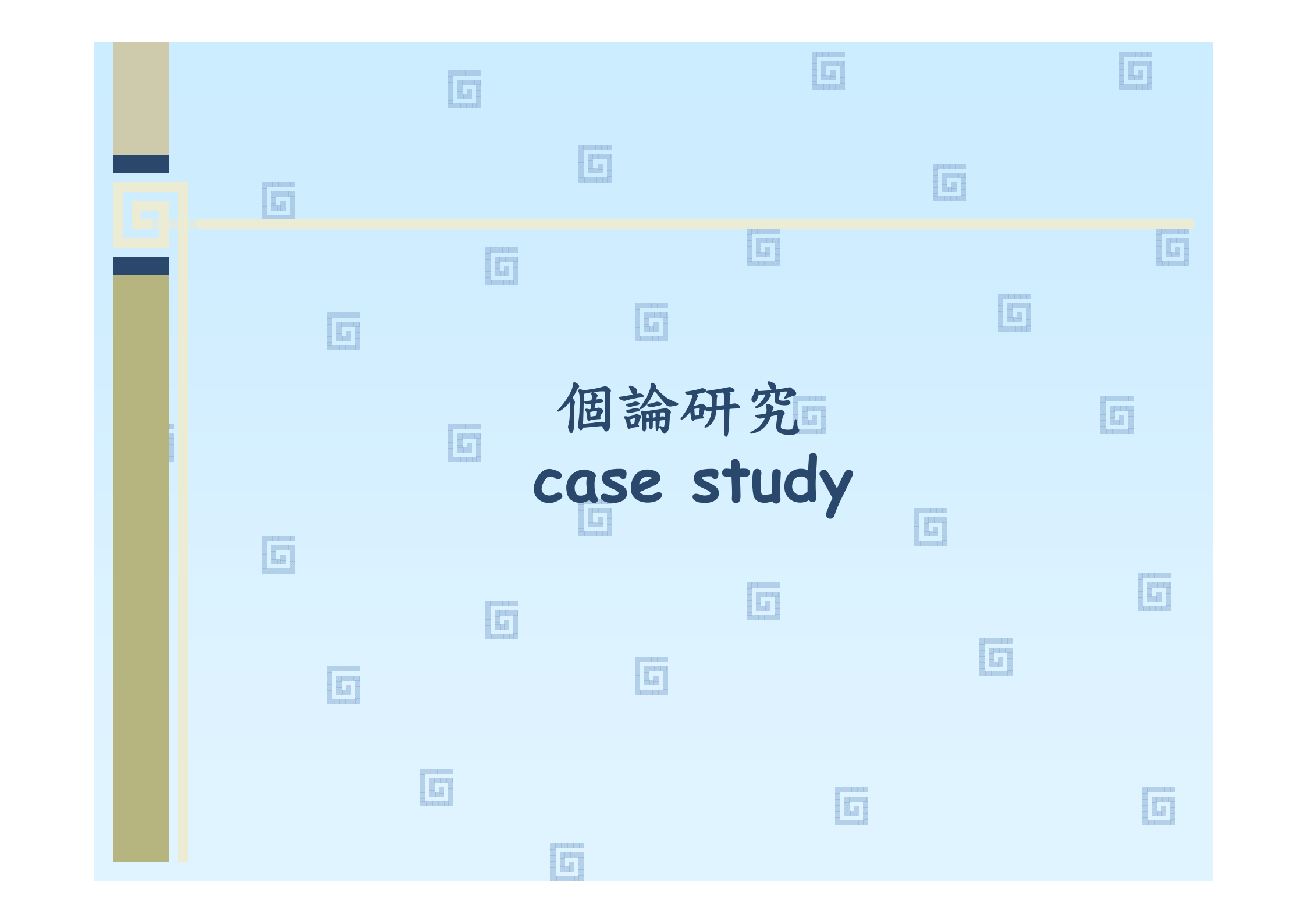


溯祖理論所建構之親緣關係樹，現生族群內基因型如何達到單系群的過程。t1 代表由現生世代回推一代之祖先，t2 代表現生世代回推二代之祖先，t3 代表現生世代回推三代之祖先，其他依此類推。實線部分代表親緣譜系，虛線部分代表同一世代之時間，箭號則代表世代之傳遞方向。



比較DNA序列的不同並繪製演化樹





個論研究
case study



亞洲產野生稻和

栽培稻的親緣地理

Phylogeography of Asian
Wild Rice and Domestication
in Asian Rice



O. sativa L.
(Landrace rice)

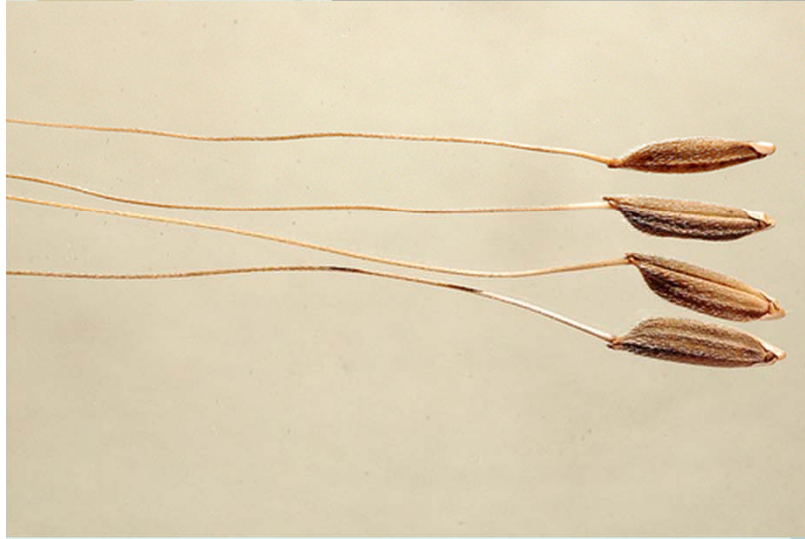
O. rufipogon Griff.
(Wild rice)

- 亞洲產稻米是大約8000年前首先在南亞和東南亞被馴化。
- 稻米比其他莊稼餵養了更多在地球上的人民。
- 目前，稻米是世界50%的人口的主食。
- 儘管稻米的耕種如此重要，但馴化歷史依然是不明。

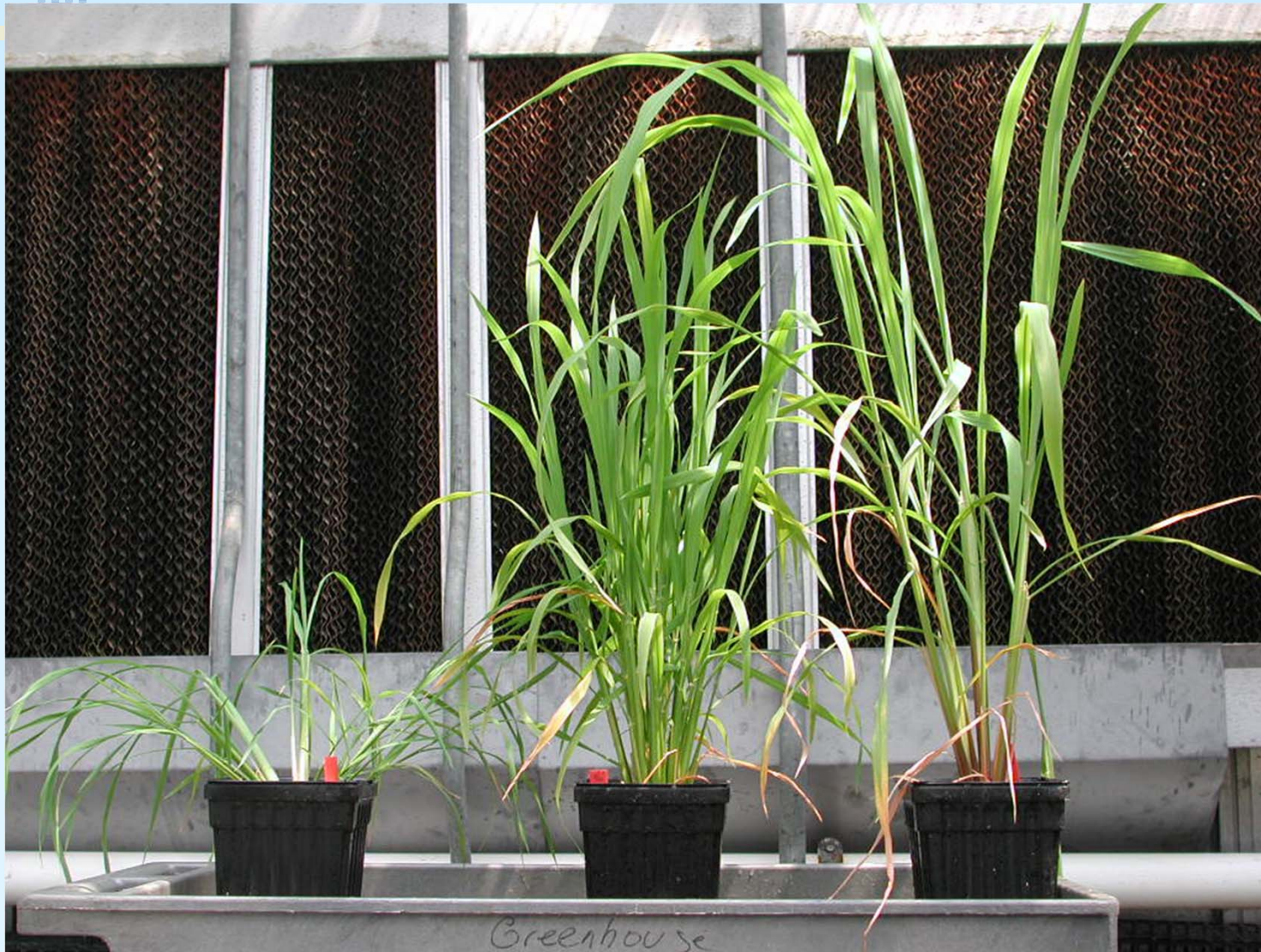
野生稻的分佈與採集地點、地理結構



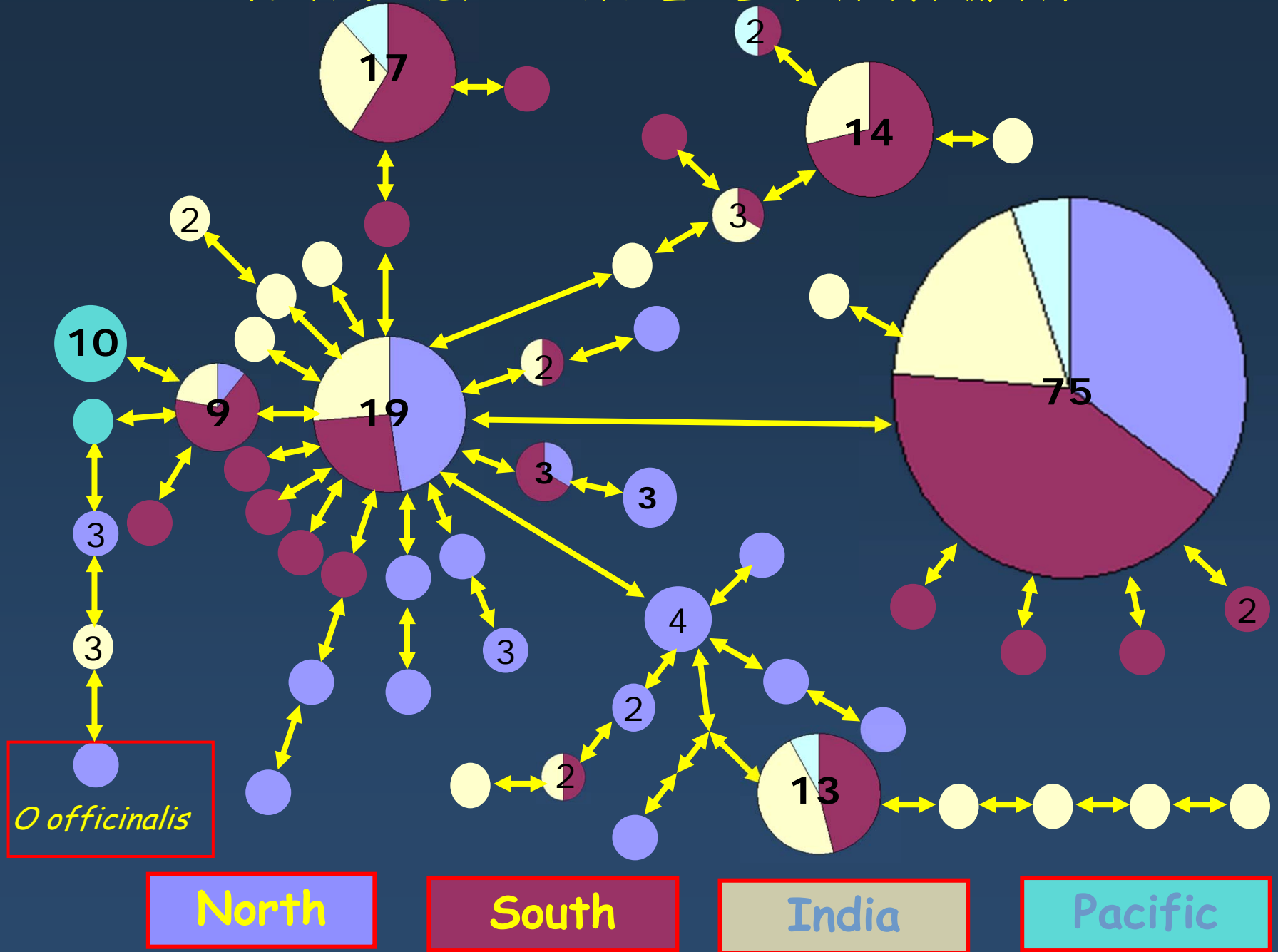
野生稻



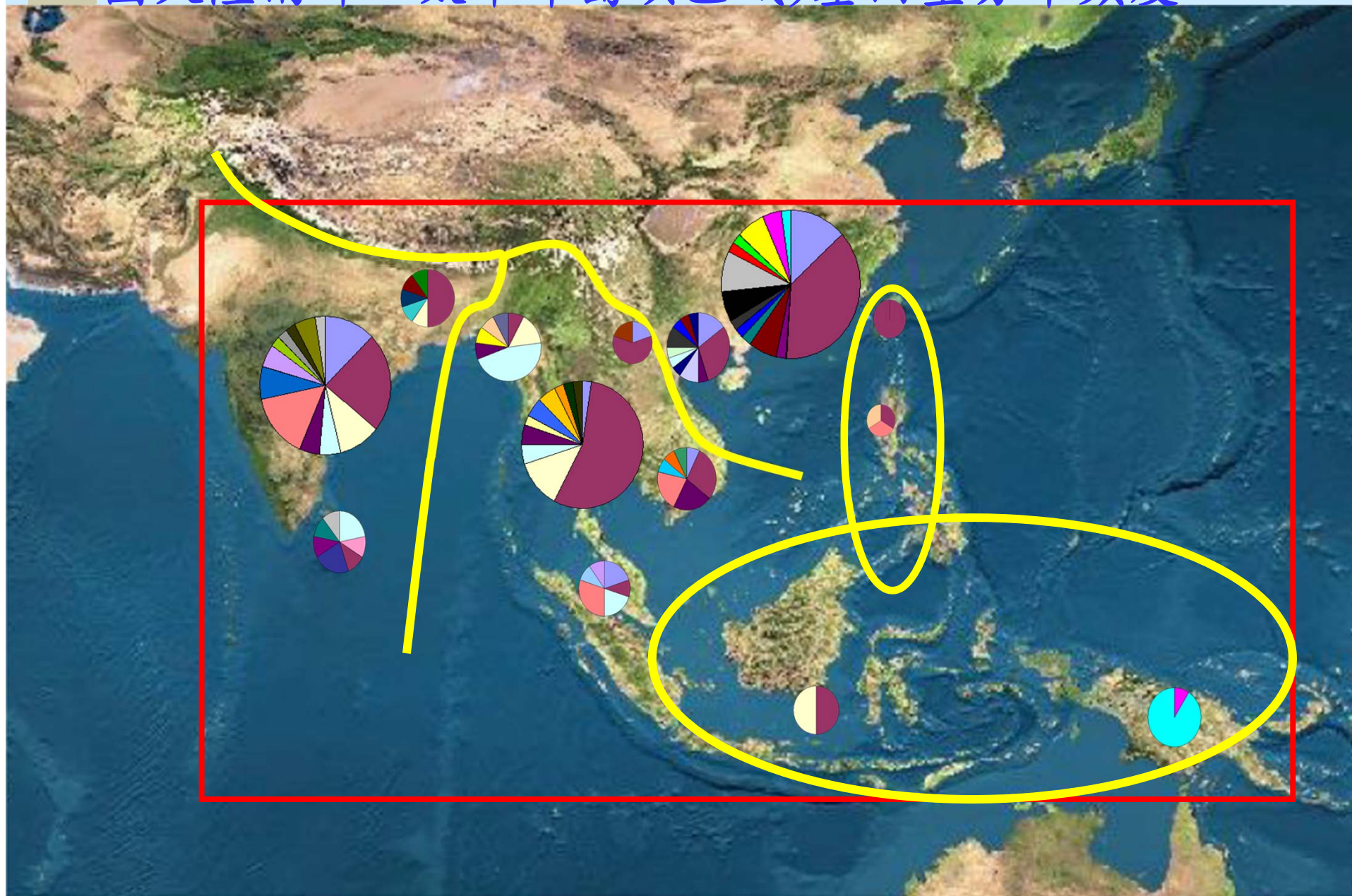
野生稻的外部形態變異



野生稻的細胞核DNA片段基因型的網狀樹狀關係圖



野生稻分布的四大地理區域(印度半島、中南半島、中國大陸南部、太平洋島嶼區域)基因型分布頻度



深水稻 一般水稻田

山地梯田水稻



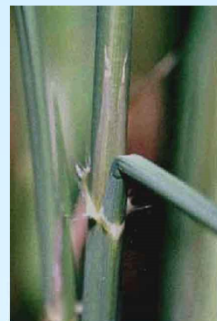
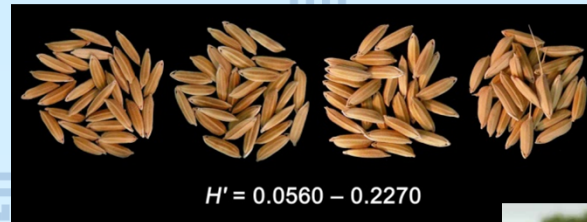
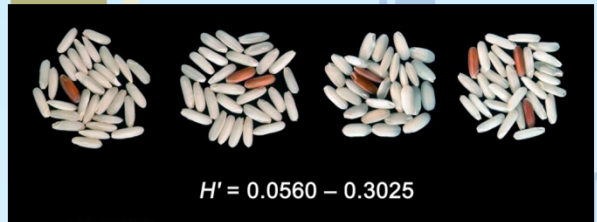
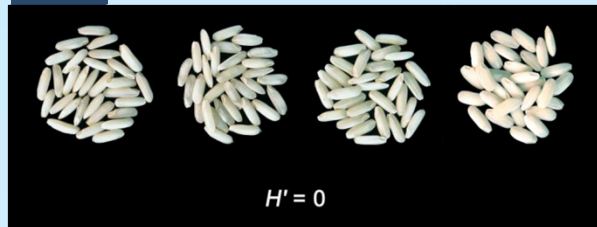
當地居民使用自有稻種種植

山地稻田（旱稻）

山地水稻（河川三角洲）

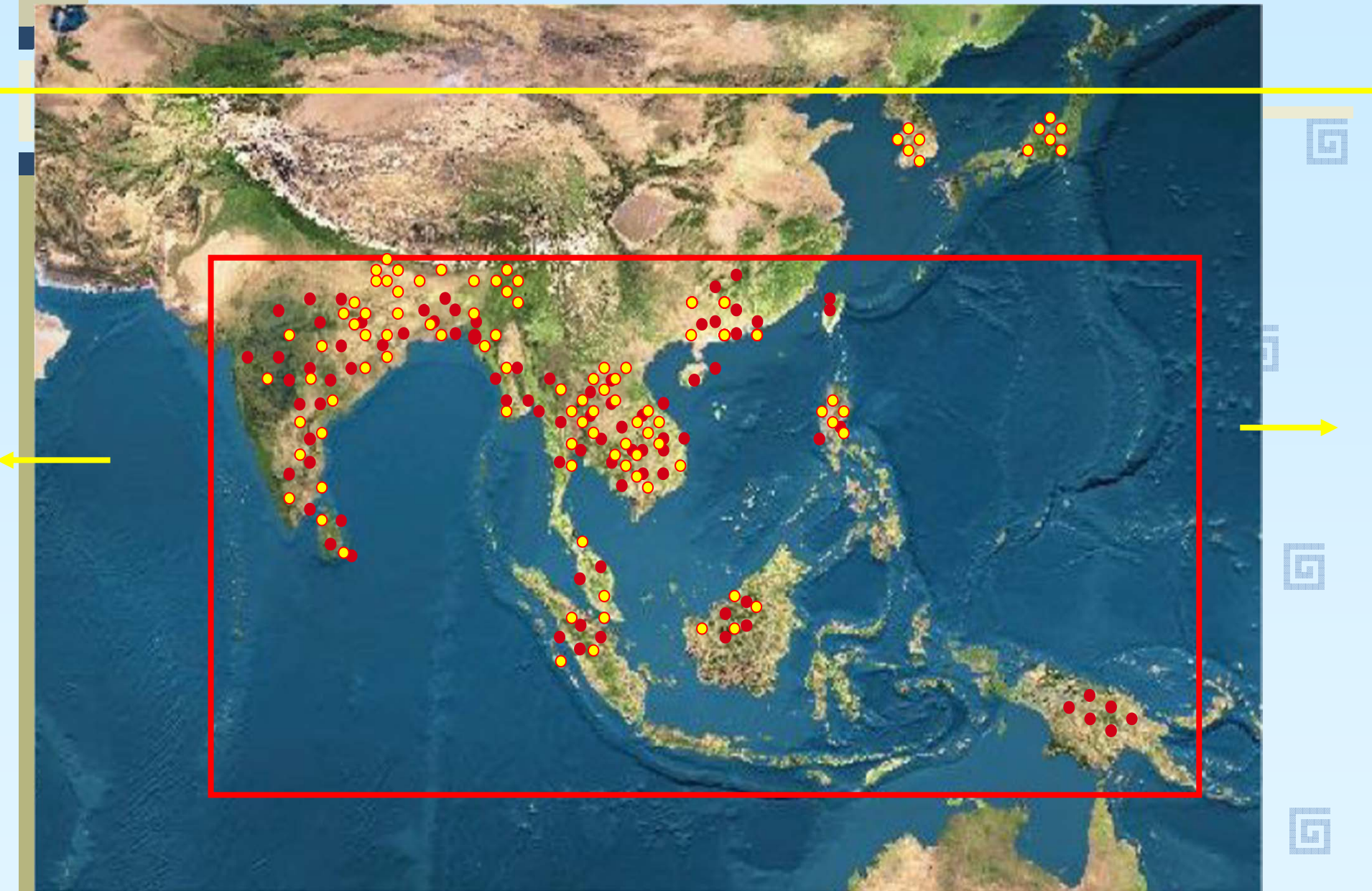


泰國產栽培稻的形態多樣性

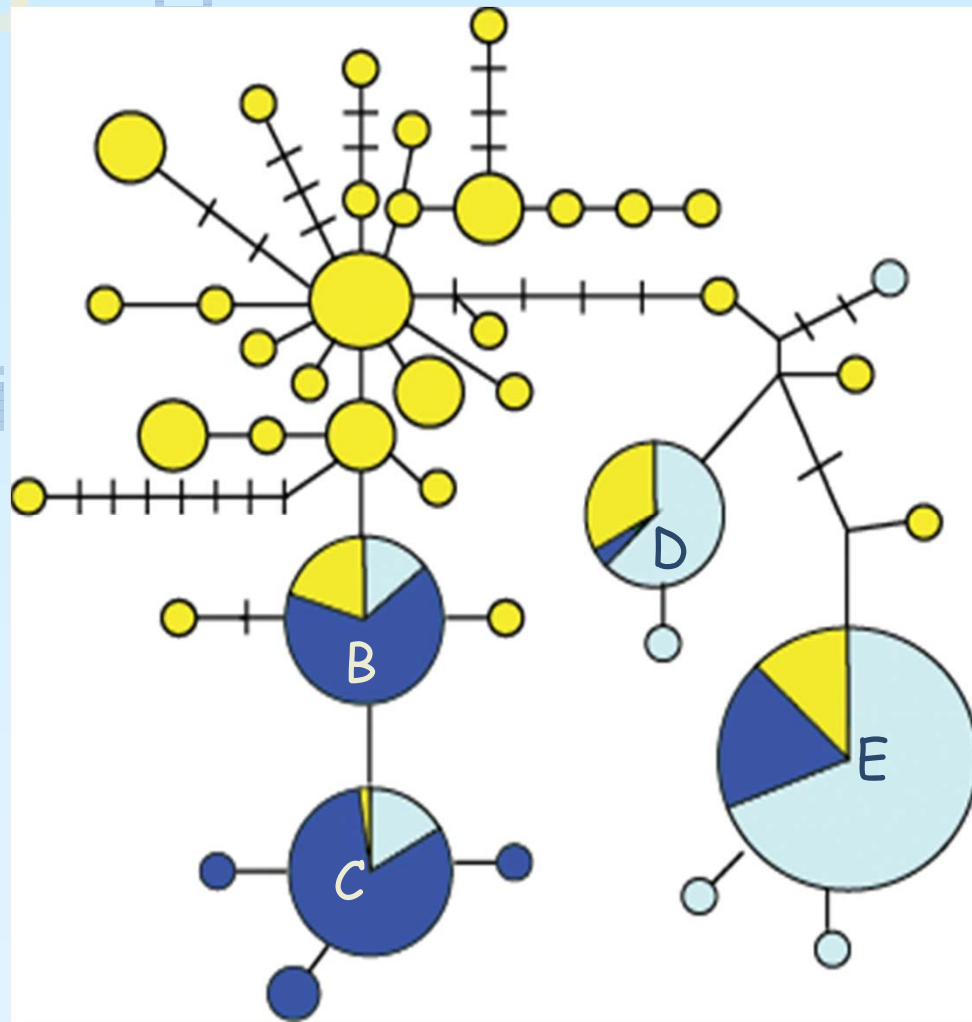


(Saikaew Meesin)

野生稻的分佈與採集地點
栽培稻的分佈與採集地點



p-VATPase - 細胞核中性基因，用來測驗機因漂變、突變等等



Oryza sativa indica 印度稻
Oryza sativa japonica 日本稻
Oryza rufipogon 野生稻

B and C represent tropical and temperate *japonica*

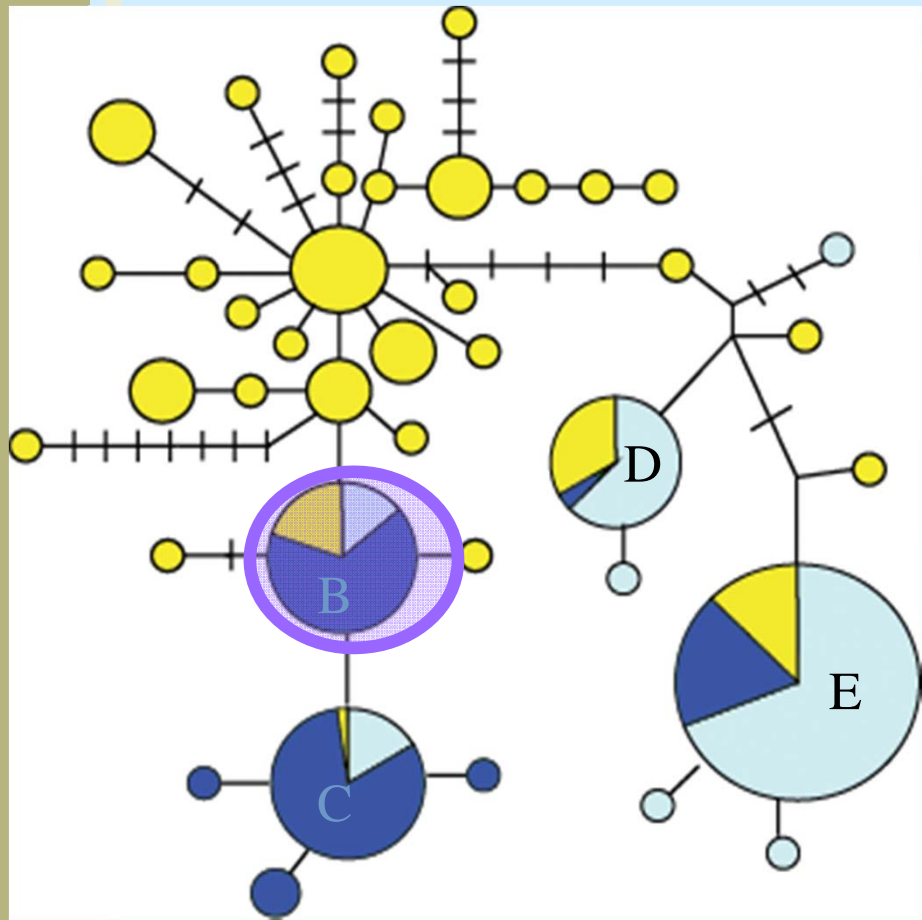
日本稻與爪哇稻

D and E represent *Aus indica* and *indica* rice.

印度稻

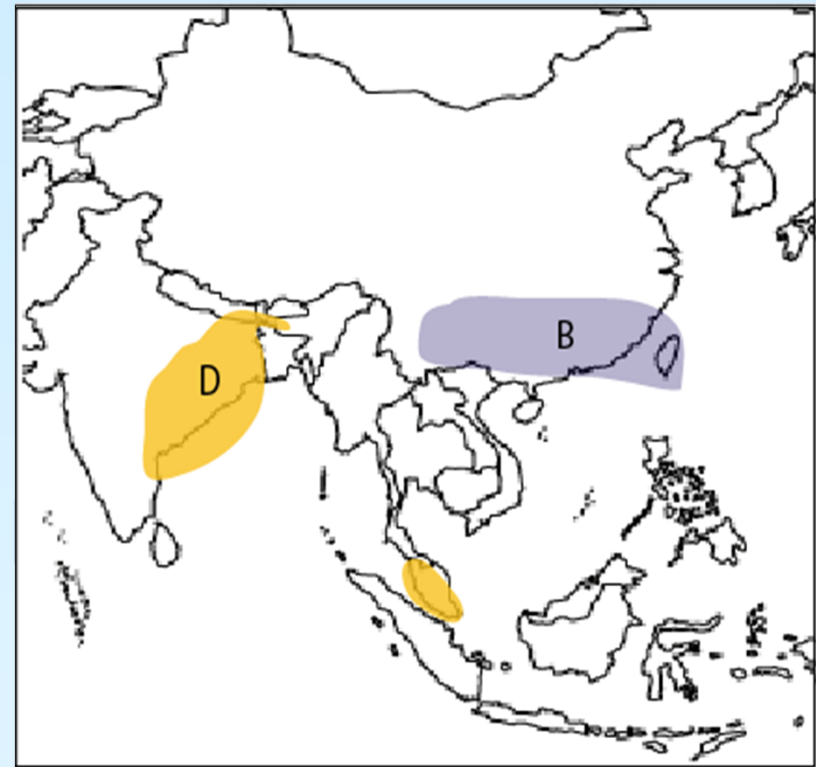
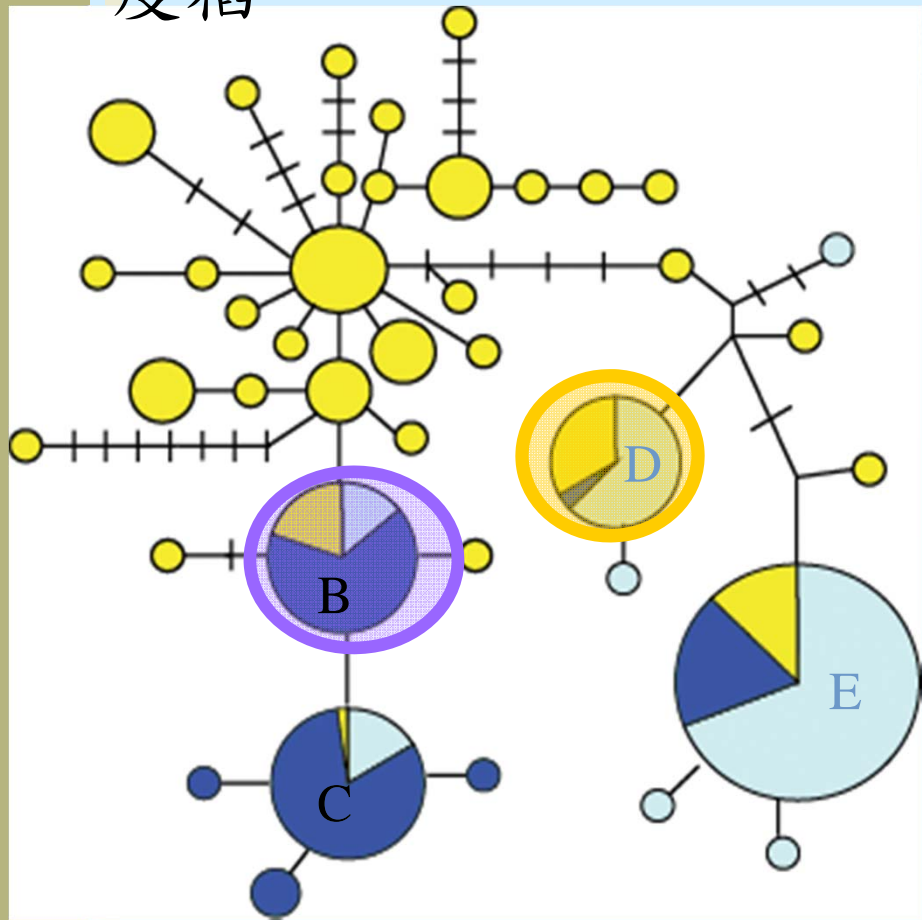
p-VA TPase

B基因型中，野生稻地理分布的範圍，主要為中國大陸南部到台灣，B基因型之栽培稻為日本稻



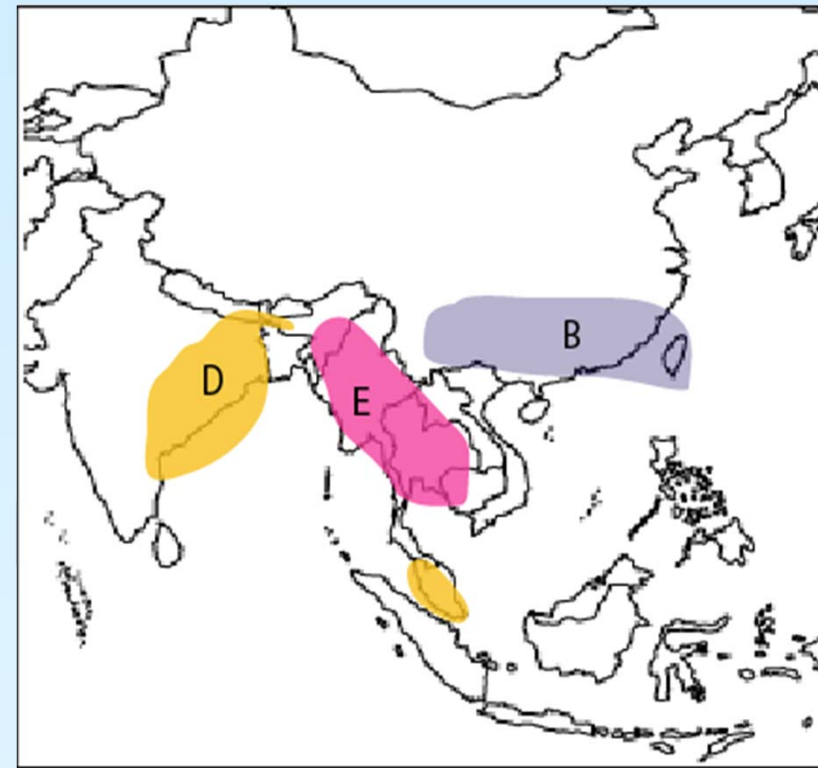
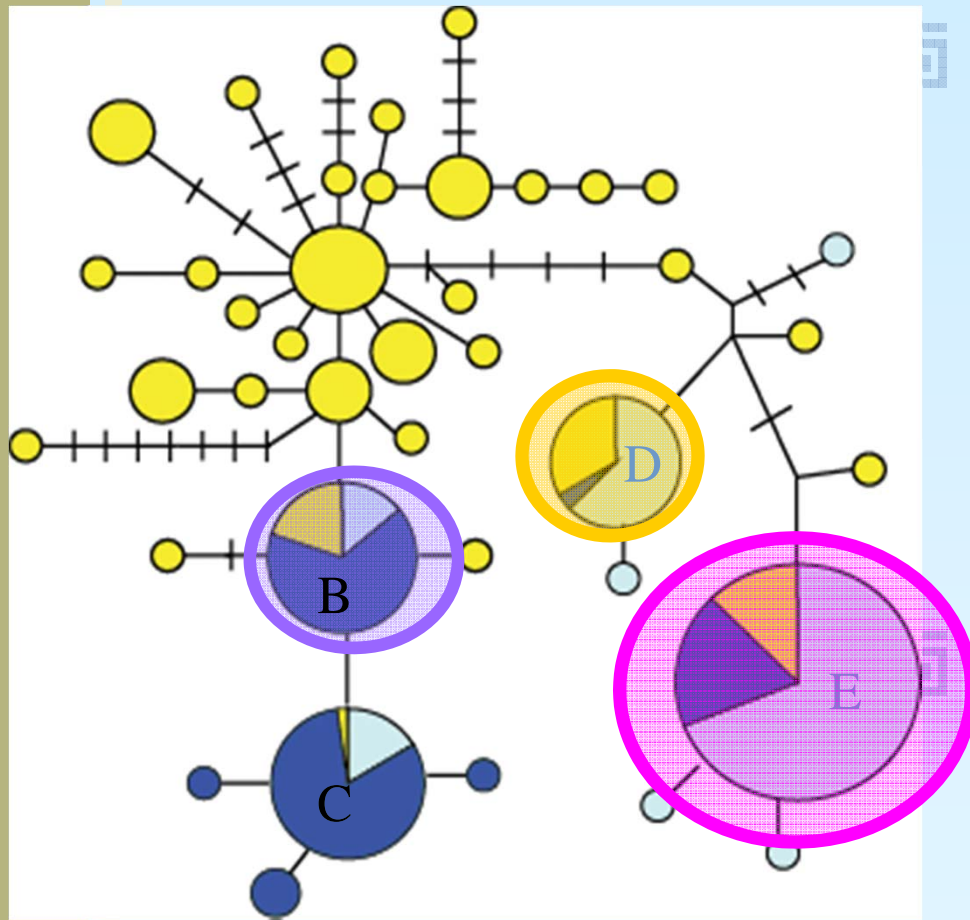
p-VA TPase

D基因型中，野生稻在地理分布範圍，為印度半島東部地區和馬來半島南部，D基因型之栽培稻為Aus 印度稻



p-VA TPase

E基因型中，野生稻在地理分布範圍，主要為中南半島，E基因型之栽培稻為印度稻



結論

- 野生稻的親緣地理及族群結構

Population Structure and Phylogeography in *Oryza rufipogon*

- 族群分化
population differentiation
- 地理結構：主要的多樣性中心
geographical structure : major diversity centers

- 馴化種的地理研究

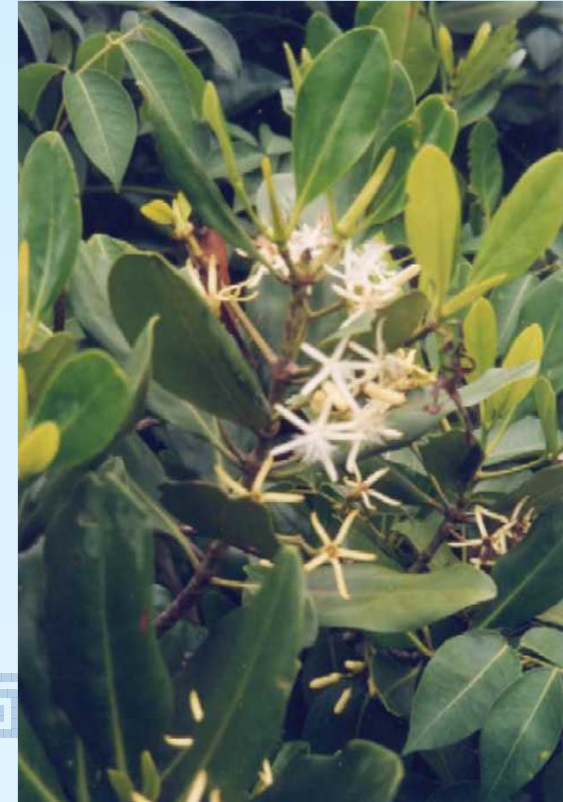
Geographical study of Domestication

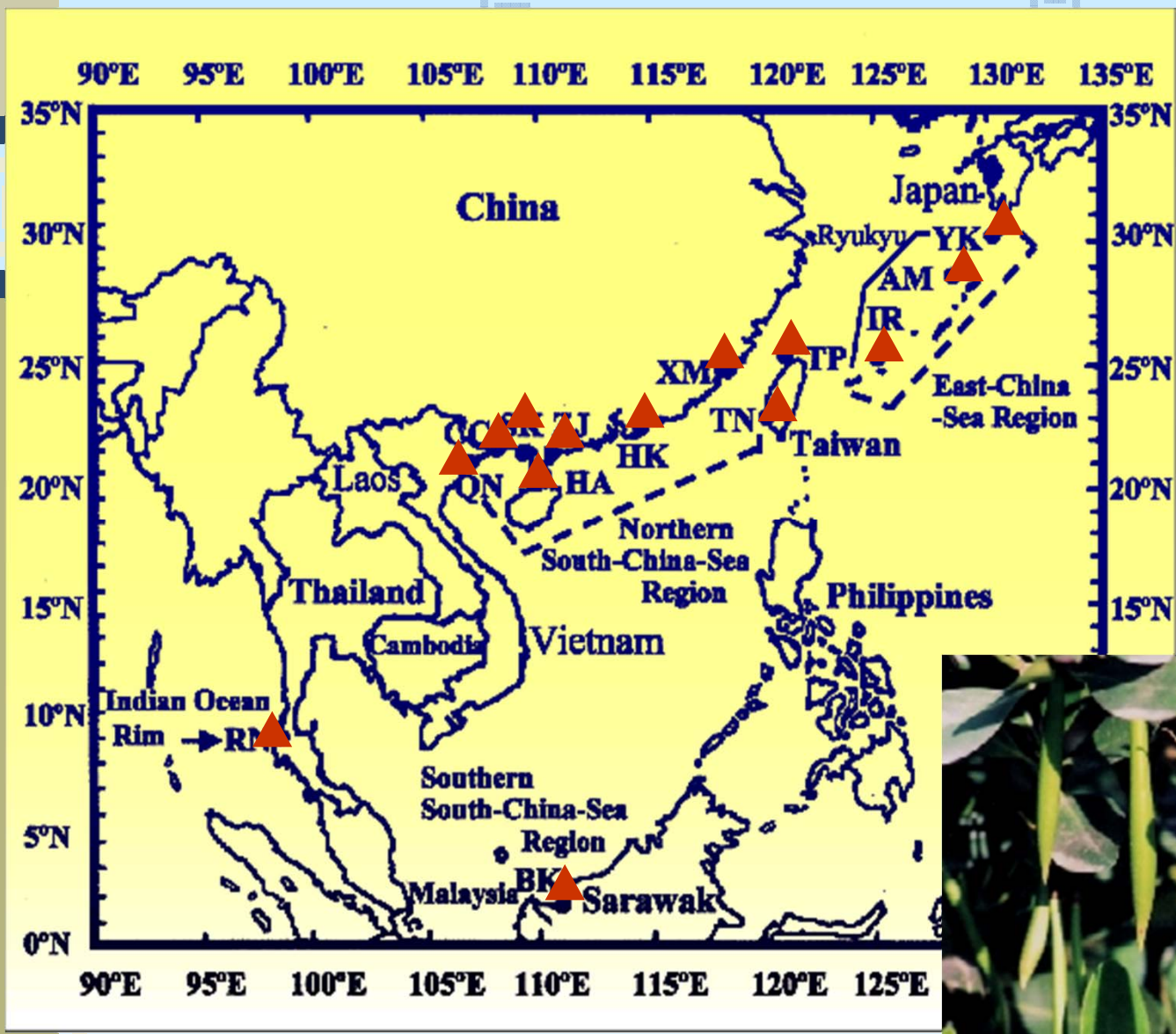
- 地理結構
geographical structure
- 多馴化事件
multiple domestication

水筆仔的地理親緣研究

分布：印度西部和東部、緬甸、南中國海、東中國海，東至華南及日本南部。

模式：印度馬拉巴爾，於一六八六年由van Rheedee命名為“Tsjerou-kandel”。下胚軸像一枝蠟燭，所以種小名為*candel* (拉丁文“candel”一字指蠟燭)。2003年前為水筆仔屬的單一品種。



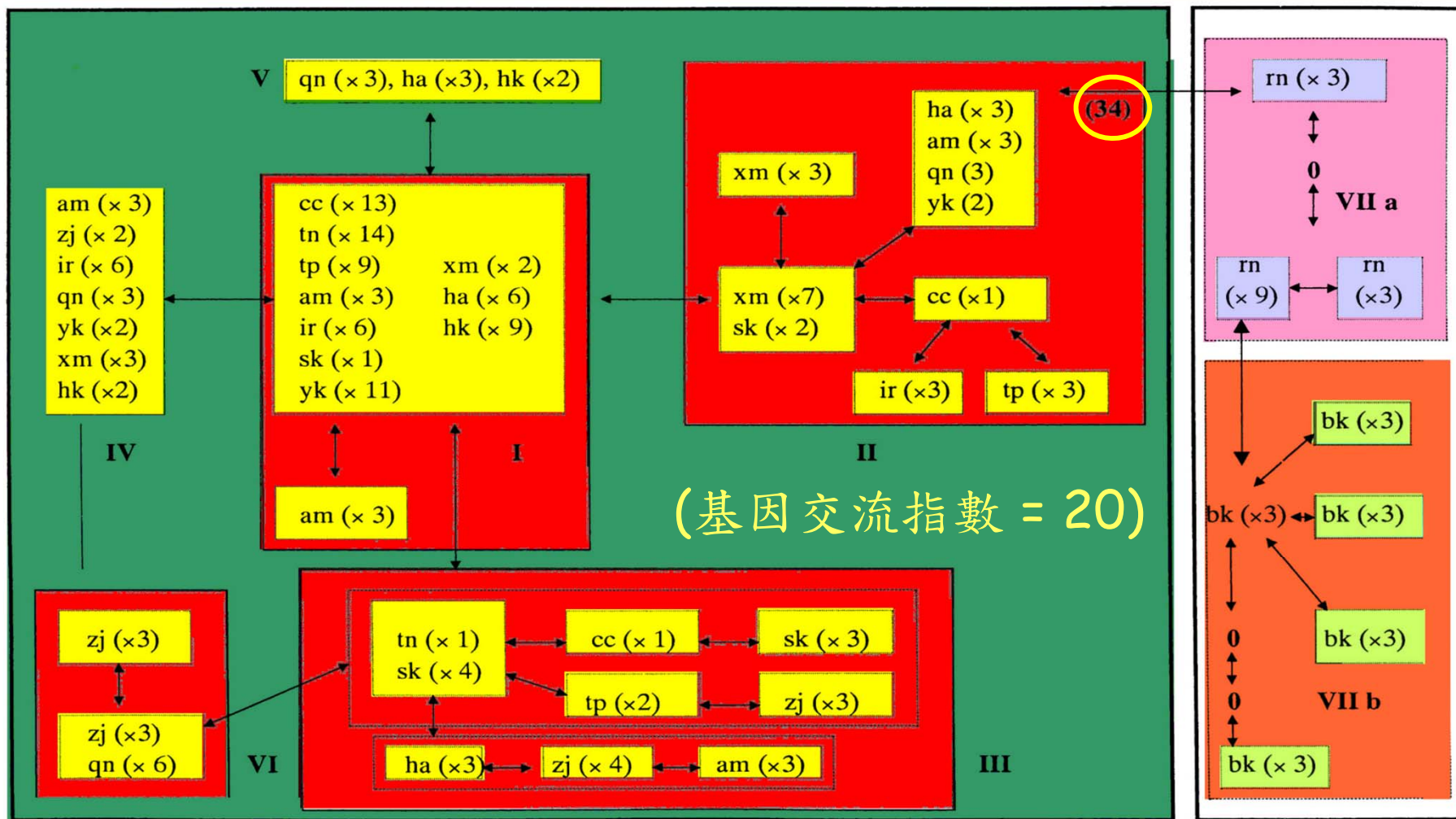


小苗



小苗傳播方式：海洋洋流

利用葉綠體DNA分子證據

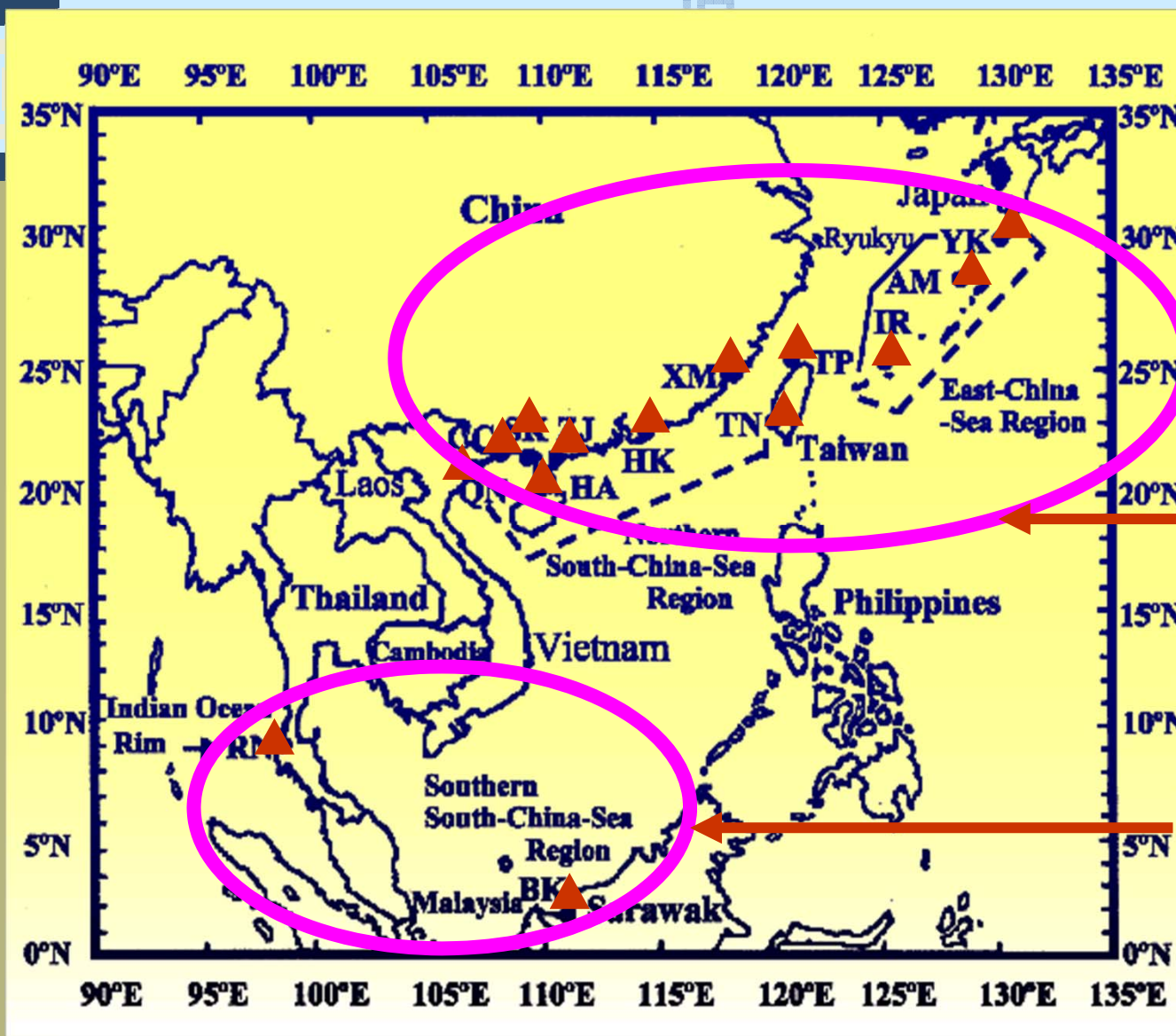


東中國海
南中國海北部

印度洋

南中國海南部

不同地理區域分布不同的葉綠體基因型，結合形態解剖資料，2003年許秋容老師區分為二種

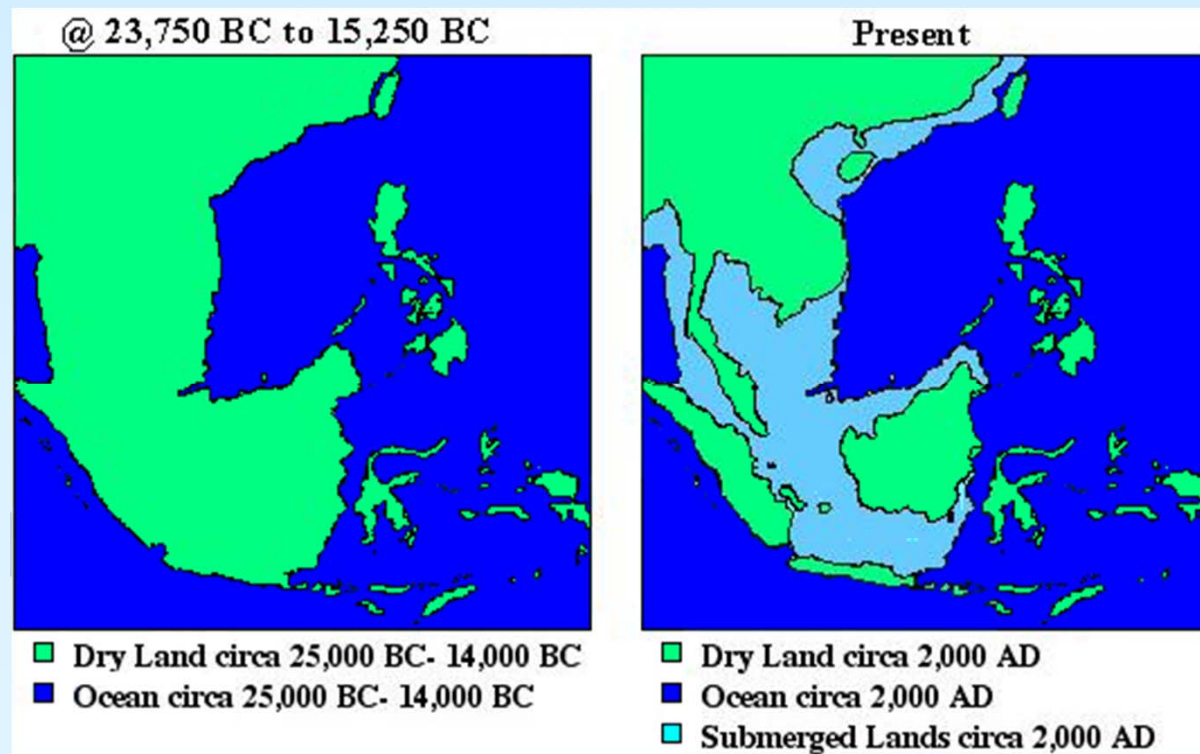


Kandelia obovata

Kandelia candel

結論

- 冰河時期巽他大陸(Sundaland)將水比仔區分進入不同地理區域，族群孤立導致基因交流消失，形成種化機制，導致現今形成二不同物種。



冰河時期巽他大陸(Sundaland)