



馬來群島植物區系中的華萊士線

Wallace Line in Flora Malaysiana

游旨价 許正德 鍾國芳 國立臺灣大學森林環境暨資源學系
林秋婷 中國科學院廣州地球化學研究所

Yu, Chih Chieh Hsu, Cheng Te Chung, Kuo Fang School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University
Lin, Chiou Ting Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences

華萊士與馬來群島

如果說加拉巴哥群島 (Galápagos Islands) 啟發了達爾文在自然科學上的真知灼見，那麼馬來群島 (Malay Archipelago) 就肯定是華萊士的謬思天堂了。查爾斯·達爾文 (Charles Darwin) 與亞爾佛德·羅素·華萊士 (Alfred R. Wallace)，兩位十九世紀時全球重要的自然科學研究者，共同卻獨立根據不同的地理區域發展了以天擇機制為基礎的生物演化理論。如今，這個理論成為生物學與其相關領域的基石，有如曙光般照亮了現今蓬勃發展的生物學。相較於達爾文所獲得的普世榮譽，華萊士的成就對於世人來說顯得較為陌生。儘管身為當代重要自然科學者，他並未接受完整的學校教育，直到二十一歲前都處於不穩定的生活狀態。二十一歲時，華萊士與英國的博物學者兼探險家亨利·沃特·貝茨 (Henry W. Bates) 邂逅，並在四年後與其共赴南美洲探勘亞馬遜地區。此趟旅程所見所聞催生了華萊士的第一本著作《記亞馬遜與內格羅河之旅》(Narrative of Travel on the Amazon and Rio Negro)，隨著此書付梓，華萊士也正式躍上自然科學的學術舞臺。1954年的春天，他啟程前往此生命定之地，馬來群島，展開了一段對於該地自然史演進的探尋。

馬來群島又名印澳群島 (Indo-Australian archipelago) 或地理馬來西亞 (Malaysia)，在區域地理

名詞中，馬來群島雖然和中南半島同屬東南亞地區，但兩者在自然環境、歷史文化上卻各具特色，故應予區別。馬來群島包含了一系列座落於亞洲東南緣的熱帶島嶼以及馬來半島 (Malay Peninsular)，位處於多地震、火山活動與褶曲山脈的板塊交界帶。此外又因處熱帶，氣候大致高溫潮溼適合植物生長，島上許多地方從平原到山巔密布著叢林。然而，在華萊士眼中這樣的地理概論也許顯得簡陋了，華萊士對馬來群島的自然地理有十分細膩的理解，1854年至1862年間，華萊士在這片神秘島海間進行了多趟探險與自然考察，他從海岸紅樹林登陸，穿越過熱帶雨林，攀上雲海之上的高山地帶，詳細地觀察與紀錄地質與生物相。1863年他以《馬來群島的自然地理》(On the Physical Geography of the Malay Archipelago) 為題，向英國倫敦皇家地理學會提交了一篇論文，闡述他在馬來群島八年內的所思所慮。隨著此文的刊登，未受過正統教育的華萊士也正式從業餘者之議中破繭而出，開拓了他在學界的版圖。

馬來群島的誕生與區域地質史重建

現代生物地理學茁壯之初，受惠於板塊構造學說 (Plate Tectonic Theory) 甚多。華萊士除了嫻熟於生物觀察，對於自然地理學亦頗富見地，因此他咸信若欲瞭解現今的生物分布形式，必得先探求、重建過去

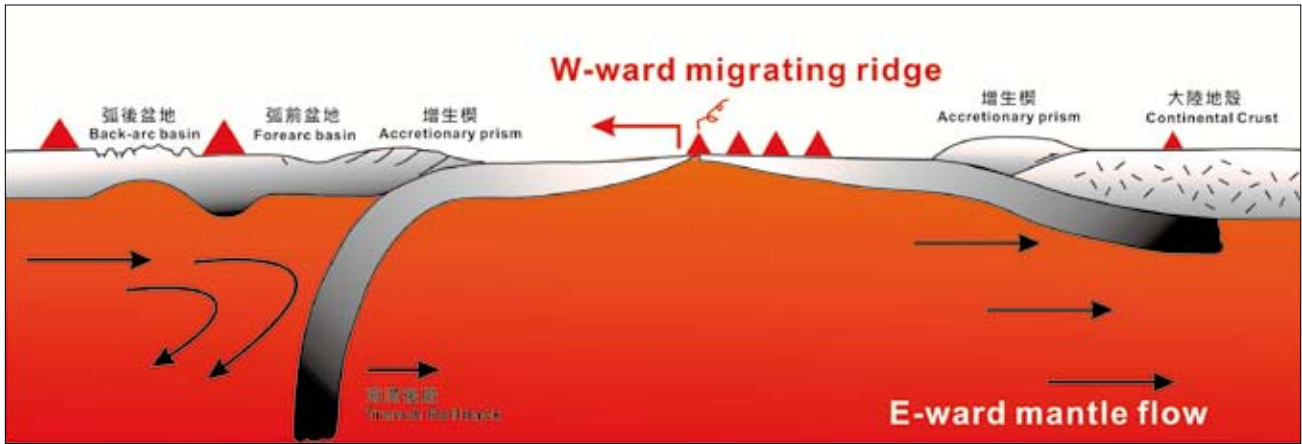


圖1 弧—溝系統演化模式概念圖(修改自Richard et al., 1991)

地質衍變的歷史與古氣候條件。馬來群島的誕生與衍變是瞭解亞洲大陸與澳洲大陸生物區系交匯所必須知曉的時空背景，故本節將深入淺出的探討馬來群島的前世今生。

打開世界地圖我們可以觀察到，西太平洋明顯較東太平洋多島嶼、火山島弧及小型邊緣海盆，而控制東西太平洋地質演化的差異主要與地球自轉偏向力以及板塊間的交互運動有關。西太平洋的特殊性在於板塊隱沒的同時也會連帶拉張出新的海盆，而新的海盆又因為會受其他板塊的推擠而隱沒，或直接碰撞造山。這些隱沒、拉張、碰撞的開關過程如骨牌效應，接連不斷的在地質史上重複發生，彷彿是一張天然麻將桌，島嶼與陸地不斷洗牌重組。馬來群島即生成於類似其上描述的開關碰撞過程，其與中生代末期新特提斯洋(Neo Tethys)關閉後，在歐亞板塊東緣漸生成的弧—溝系統(arc-trench system)密切相關。

西太平洋弧—溝系統所產生的隱沒、拉張與碰撞的過程，主要建立在兩個簡單的地球科學基本概念：(1)地球自轉偏向力：由於地球由西向東自轉，導致上部地函中的岩漿不斷往東流動；(2)岩石圈的密度差：岩石圈包括地殼及一部份的上部地函，整體位於軟流圈之上，也就是所謂的「板塊」。當板塊接觸的時候，岩石圈的密度與溫度等基本參數將

決定板塊之間相互隱沒或碰撞的命運。一般而言，大陸岩石圈的密度小於海洋岩石圈，致使海洋岩石圈相較起來容易向下隱沒，若反之則以碰撞造山運動為主。基於這兩個概念，西太平洋地區最主要的板塊運動就是太平洋板塊往西隱沒至歐亞板塊之下的一系列過程，這是因為由於地球自轉，全球上部地函的岩漿在由西往東流途中，對往西隱沒的太平洋板塊產生東向的推力，造成了太平洋板塊的隱沒角度逐漸變得陡直。由於太平洋板塊在西太平洋一帶呈陡直的隱沒角度，造成其下地函的岩漿容易在隱沒板塊前的楔形地帶產生局部對流，除了生成島弧以外，此對流若持續旺盛則將致使其上的大陸岩石圈發生膨脹、剪薄而拉張弧後盆地，形成在西太平洋常見的邊緣海(marginal sea)(圖1)。

馬來群島暨臺灣一帶的演化最主要是發生在晚白堊紀至新生代期間，這期間所發生的一系列地質變化主要與太平洋板塊及澳洲板塊朝歐亞板塊隱沒、碰撞有關。這些變化改變了中亞、東亞地區的氣候與地理條件，進而影響其上生物群落的分布與演化。縱然馬來群島的地質史與大地構造模型仍存在許多爭議，但地質學界目前仍有一套公認的基本架構。

馬來群島水陸面積超過200萬平方公里，地質上有三個重要區域，巽他地塊、巽他陸棚(Sunda Shelf)

和莎湖陸棚(Sahul Shelf)。其中巽他陸棚是由歐亞大陸印支半島所延伸出的淺海大陸棚，而莎湖陸棚則是由澳洲大陸被動大陸邊緣(passive continental margin)延伸出的淺海大陸棚，兩大陸棚在地質史上屬於相對穩定的區域。而印支半島、泰國—馬來半島、蘇門答臘、爪哇、婆羅洲，及淺海的巽他陸棚，則構成了巽他地塊(Sundaland)。自新生代(65 Ma~)以來，巽他地塊外緣就是地震與火山活動的活躍區，至今仍可於其南側觀測到一道自緬甸起，向東綿延約6000公里並向北隱沒的大型弧—溝系統，地質學上稱巽他弧—溝系統(Sunda arc-tranch system)，這道深而長的海溝其重要地質意義在於直接分隔了歐亞大陸與澳洲大陸。值得注意的是，受更新世全球海平面下降影響，巽他地塊曾大面積出露於海水面之上，提供了陸域生物嶄新的傳播廊道，影響了現今的生物相組成。

晚白堊紀(90-85 Ma)至古新世初期(65 Ma)在地質史上非常重要，在這段時間裡，西太平洋發生了一連串邊緣海的拉張、陸塊的旋轉漂移及造山事件，產生了今日的巽他諸島(圖2-A~C)。當今巽他陸棚上所見的主要島嶼，如：爪哇島、婆羅洲、蘇拉威西的生成始於一系列發生於晚白堊紀微陸塊碰撞蘇門答臘的事件，這些從南往北漂移與蘇門答臘碰撞的微陸塊裂解自晚侏羅紀時期的岡瓦那古陸西北側，當這一系列碰撞結束於古新世初期時，巽他諸島除了蘇拉威西和北婆羅洲外，基本上也到達了與今日相當的位置(圖2-C)。

蘇拉威西，相較於其他巽他諸島，其生成歷史又更顯複雜，其不同部分可能各有歷史且形成於不同時期。首先，晚白堊紀時岡瓦那古陸朝巽他地塊碰撞，開啟了西蘇拉威西和婆羅洲的生成(圖2-B)。而北蘇拉威西則是到了中始新世(45 Ma)後才誕生，原因是因為根據西蘇拉威西最老的新生代沉積層

序資料，巽他弧—溝系統的隱沒曾一度停止，直至中始新世才又恢復，而北蘇拉威西的生成則與這次的復甦隱沒事件相關(圖2-D)。事實上，此時蘇拉威西西部與北部，甚至是婆羅洲的出現，暗示的正是澳洲大陸與南極大陸分離，並向北開始快速移動隱沒的過程。中始新世後(40 Ma)，這樣的澳洲板塊向北隱沒運動所產生的弧後拉張(back-arc spreading)，也導致了西里伯斯海(Celebes Sea)與望加錫海峽的生成。

除了蘇拉威西之外，北婆羅洲與蘇魯海(Sulu sea)的生成也值得關注。在始新世至漸新世(40-25 Ma)期間，古婆羅洲北緣有一道隱沒帶，被認為是所謂古南海(Proto South China Sea)的遺留。古南海於早漸新世至早中新世(35-25Ma)期間隱沒關閉，並逐漸轉為碰撞造山事件，使得婆羅洲持續抬升，並生成了北婆羅洲(圖2-E)。而蘇魯海也是大約張裂於此時，這個邊緣海的生成可能是與古南海往東南向隱沒所產生的弧後張裂有關。值得一提的是，影響往後臺灣島、菲律賓群島與火山島弧生成的南海(South China Sea)，亦被推論張裂於漸新世。

到了新生代後期，馬來群島又歷經了另外一番的地質史變遷。早中新世(25-20Ma)起，巽他弧—溝系統向東延伸至薩伏島(Savu)、班達海(Banda Sea)附近時不再發生隱沒，反而轉換成莎湖陸棚與歐亞板塊的碰撞，這個碰撞事件，造成了幾項西太平洋板塊重組最關鍵的地質事件(圖2-F)：(A)新幾內亞一帶的莎湖陸棚碰撞東菲律賓(East Philippine)—哈瑪黑拉島(Halmahera)—南卡羅琳(South Caroline)島弧系統。這個碰撞，使得呂宋及菲律賓沿著菲律賓海板塊與澳洲板塊之間的一道新生成的走向滑移系統，逆時針旋轉向北往現今的位置遷移，直到上新世(5Ma)整體相對位置才大致與現今無異。(B)巽他島弧末端與澳洲大陸發生弧—陸碰撞，而進一步形

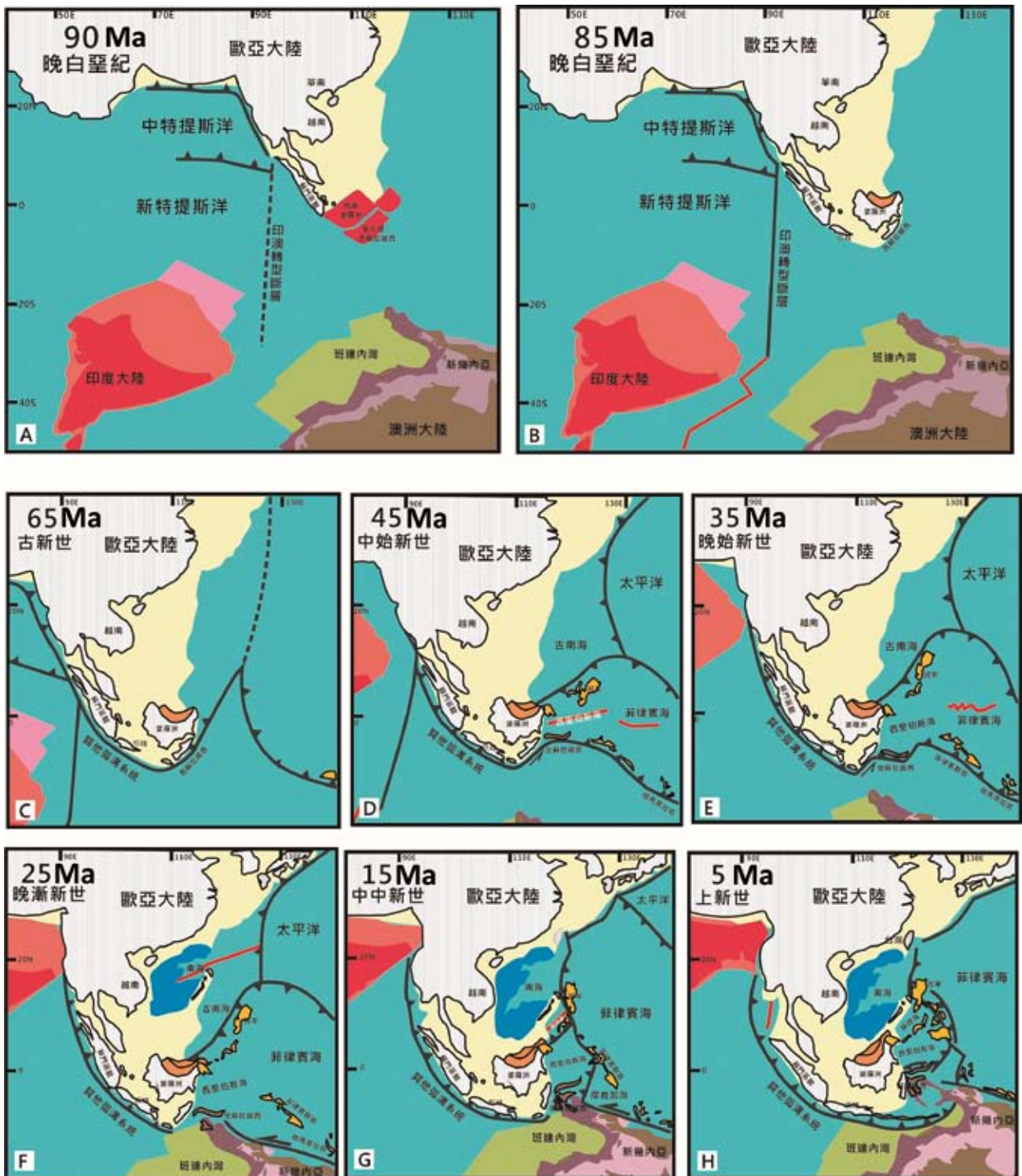


圖2 馬來群島大地構造演化圖(修改自Hall, 2012)



成了蘇拉威西東側、東南與西南緣。(C)望加錫海峽中的始新世—漸新世沉積物，亦於此次碰撞過程中經褶皺逆衝(fold and thrust)加附至西蘇拉威西之西側。晚中新世至上新世(5-3 Ma)期間，蘇拉威西整體形貌總算已與今日差別不大，此時島上廣泛覆蓋的沉積物因受澳洲板塊持續碰撞而大面積的壓縮變形，致使蘇拉威西持續顯著抬升，特別是在西蘇拉威西，高山因而隆升形成。

中中新世(16-15Ma)歐亞板塊以南海洋地殼為前導沿著馬尼拉海溝向東隱沒至菲律賓海板塊之下，並發育活躍的火山島弧噴發事件，形成北呂宋火山島鏈，如今日之綠島、蘭嶼、巴丹島；同時，位於亞洲被動大陸邊緣(東海—臺灣海峽—南海北坡)的沉積物也開始受到刮積形成增生楔形成後來出露的恆春半島及中央山脈主體(圖2-G)。晚中新世(6-5 Ma)，隱沒事件減弱，轉為菲律賓海板塊斜向碰撞歐亞板塊；此時，最北段呂宋火山島弧開始停止噴發並出露於海平面之上。上新世期間(5-3Ma)以降，臺灣島因碰撞持續快速隆升，形成今日中央山脈與雪山山脈一系列的高山(圖2-H)。

根據數篇重組西太平洋大地構造的經典文獻，我們可以瞭解到馬來群島在歷經一系列陸塊漂移、板塊隱沒、碰撞及邊緣海拉張的事件後，直至上新世(5-3 Ma)，主要群島諸如：呂宋島、菲律賓群島、婆羅州、蘇拉威西和新幾內亞島與其周邊的邊緣海(蘇魯海、西里伯斯海)之形貌及空間分布才與今日類似。海溝隱沒事件的發生首先會造成島弧的噴發，在馬來群島周邊有許多高山其實都是火山島弧，如：呂宋島上的Mt. Sto Tomas、Mt. Data、Mt. Pauai和Mt. Nangaoto。除了火山島弧以外，另一類形成高山的機制是海溝隱沒結束後的碰撞事件，這類碰撞造成了快速隆升的新褶曲山脈，如上新世以來的蘇拉威西、臺灣高山的形成。

華萊士線與華萊士區

華萊士最為世人所知曉的研究成果，也許不是與達爾文共同提出解釋生物演變的天擇機制，反而是描述了一條可在地圖上將馬來群島一分為二的無形線條，稱為華萊士線(Wallace Line)(圖3)。此線首次由華萊士於《馬來群島的自然地理》一文中公開界定，一開始並無名諱，之後才由十九世紀的博物學者湯瑪士·亨利·赫胥黎(Thomas H. Huxley)以華萊士之名命名。在華萊士最初的提議中，華萊士線始於菲律賓東南，向南延伸繞過蘇拉威西東側或西側，再從小巽他群島(Lesser Sunda Islands)中的峇里島(Bali)和龍目島(Lombok)間經過。簡單來說，華萊士線代表一個生物地理學假說，它是一條生物地理線，將馬來群島的動物相(fauna)切分為兩個區系，此線以西的動物類群多與亞洲大陸產相同或親緣性較高，而此線以東的動物相則大多屬於澳洲大陸產的分類群。蓋不同的生物區系的形成常常反映的是不同的起源歷史，舉例來說，澳洲大陸原本為中生代南半球岡瓦那古陸的一部份，其現生生物相亦可追溯至岡瓦納古生物群，例如哺乳亞綱中的有袋類譜系，現僅存於此，與衍生自勞亞古陸的亞洲大陸生物相十分不同。

整體來說，馬來群島緯度相仿，物理環境與氣候條件並無明顯不同，但是何以亞洲與澳洲大陸的動物區系交界於華萊士線？這絕非巧合，而是與過去馬來群島內兩大陸棚(巽他與莎湖)的海陸配置有關(圖3)。如上節所述，在新生代時期，這片島海不若現貌，許多島嶼尚未誕生，位置也與現在不同，寬闊的海洋限制了陸域生物的遷徙。但在新生代末期，馬來群島已漸成現貌，且海平面更曾因氣候變遷而多次下降，使得赤道區內的陸棚出露，增加了陸域生物往來遷徙的機會。在末次冰盛期時，巽他陸棚出露的東緣大致與華萊士線南段相符，以龍目

海峽與龍目島相望，這道海峽被認為阻隔了亞洲大陸產的動物類群向東遷徙，或是澳洲大陸產的動物類群向西遷徙，進而展現於華萊士線的生物地理意涵上。

然而，華萊士線在過去百年內出現了諸多版本，其中較著名的有赫胥黎線、萊德克線，前者是華萊士線的修正版本，將華萊士線向北延伸到菲律賓西側；而後者則是理查德·萊德克(Richard Lydekker)認為的亞洲大陸產哺乳動物分布東界。有趣的是，在比對過地質資料後，可以發現萊德克線與末次冰盛期時莎湖陸棚出露的西緣大致相符(圖3)。1928年，羅伊·恩斯特·狄克森(Roy E. Dickerson)等人提議將巽他與莎湖陸棚交界處的海域命名為華萊士區(Wallacea)，西以華萊士線為界，而東以萊德克線為界，其劃設的依據是生物的地理分布而非自然或人文地理的特徵。今日，生物地理學研究者多把華萊士區當作亞洲與澳洲大陸生物區系交匯的過渡區域，事實上，這樣的觀點與華萊士線的諸多版本，共同挑戰的正是馬來群島是否真僅存在著一條可以明確切開亞洲與澳洲大陸生物區系疆界的線？顯然，目前的研究成果並不支持這樣的觀點，但這不意味馬來群島就不存有生物地理的結構，反而是根據不同的生物類群，就可能劃出不同的疆界線。

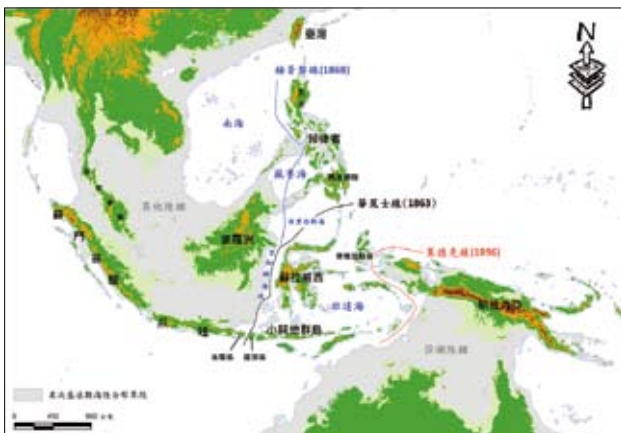


圖3 馬來群島區域地圖以及華萊士線、赫胥黎線和萊德克線位置圖

華萊士的一生也並非堅持著單一生物地理線的觀點，他對於華萊士線通過蘇拉威西以東或以西其實並無定論，在1859年與1863-1876年間，他認為該線經過蘇拉威西的西側，而在1860和1910年時則認為經過該島東側。究其原因可能正因為華萊士區島嶼所具有的生物過渡帶性質讓他難以決定。他在著作《島嶼生命》(Island Life)中就曾稱蘇拉威西為特異之島(abnormal island)，因為蘇拉威西同時共享了巽他與莎湖陸棚的生物類群，甚至還具有一些特有種類(Wallace, 1880)。對照地質歷史，馬來群島一帶的大地構造架構仍主要受到巽他弧—溝系統的影響，這道劃分亞洲與澳洲大陸的海溝位置大致與華萊士區相符。因此發現於華萊士區的亞洲、澳洲大陸生物區系交匯現象，顯然與發生於漸新世至中新世以降(25-12 Ma)，因澳洲大陸的北向運動由隱沒轉為碰撞的事件密不可分。這次地質事件造成原屬澳洲大陸的蘇拉威西東南側碰撞屬於巽他陸塊的西蘇拉威西並附加其上，也就是說蘇拉威西本身在地質結構上就是兩板塊之間的交界帶。華萊士區諸島大多從未與兩大陸棚連結過，且直至新生代末期才有大面積的陸地浮出海面，這些未有生物佇足過的新生土地，提供各類生物新的拓殖疆域，可能因而匯聚了來自東亞、菲律賓、巽他或莎湖陸棚的生物類群，而其中部分物種可能又受島嶼隔離影響而演化成蘇拉威西特有種，形成現生複雜的生物相。時至今日，華萊士區內島嶼生物區系的形成過程仍是此區生物地理研究的焦點。

華萊士線與植物地理分布

儘管華萊士在馬來群島探查的內容包羅萬象，但是他並沒有特別解釋此區植物區系分布的成因。華萊士在《馬來群島的自然地理》(On the Physical Geography of the Malay Archipelago)一文中曾提到，馬



來群島內的季風變化與乾濕季差異十分神秘，並且可能影響了此區的植物分布。他描述了帝汶島以及蘇拉威西南部部分地區，其植相受季節性乾旱季風影響，植物種類組成偏向屬於澳洲半乾旱植物社會。舉例來說，他發現在帝汶島，桉樹屬十分常見，這些桉樹基本上以疏林之姿出現，和蘇門答臘、爪哇島多處密布熱帶雨林的景觀截然不同。基本上，華萊士線與其諸多版本，多以動物的地理分布為主，儘管這些生物地理線令人印象深刻且嚴謹地劃了某些動物的分布疆界，但是對於植物來說其實並不適用。雖然植物不具自主行動的能力，但在傳播種子的機制上卻十分多樣且傑出，藉此植物往往在島嶼間的拓殖上具有優勢，例如藉由風力、水力的帶動，或是靠著動物的取食或體表沾附等等。在過去漫長的演化歷史中，它們可能不只一次從亞洲或是澳洲大陸跨越過所謂的華萊士線傳播至新的棲地。馬來植物區系研究權威荷蘭植物學家范史汀尼斯，就從不認為華萊士線是一條植物地理界線。因此，是否真有區分植物區系的華萊士線？馬來群島可以被分為不同的植物地理區嗎？如果可以，它們的形成原因是什麼呢？這些議題至今仍困擾著植物地理研究者們。

幸運地是，這些議題近年來逐漸展露曙光，許多研究指出雖然華萊士線無法用以界定馬來群島內不同植物區系，但是這不代表馬來群島的植物相就不具有生物地理結構。藉由分析馬來群島現有的植物多樣性資料，馬來西亞植物相研究者范華森等人首先提出馬來群島的植物相可以粗分成三區：西馬來群島（巽他陸棚的半島和島嶼）、中央馬來群島（華萊士區）和東馬來群島（莎湖陸棚上島嶼）。在他們分析的二十個物種豐富的植物科中，龍腦香科，殼斗科和豬籠草科等三科的多樣性中心位於西馬來群島；杯軸花科，無患子科的多樣性中心在東馬來群島；

而五加科、紫草科、旋花科、莎草科、薯芋科、唇形科、桑寄生科、含羞草亞科和桑科則集中出現於華萊士區。若是再觀察這些科的共有特色，可以發現分布於西馬來群島的科多喜溫喜濕，東馬來群島則多偏好季節性乾旱的科，而華萊士區內雖然兩類都可發現，卻具有一個額外特色，就是多由草本與傳播能力強的分類群組成。因此，馬來群島植物的分布與動物相較，除了與諸島之生滅歷史有關外，也可能更加受到區域氣候的分布（例如：季風風向的改變所導致的乾濕差異）和植物本身生活史差異（例如：草本木本和種子傳播機制）的影響。

此外，馬來群島的山地溫帶與高山植物相也值得一提。組成這類植相的耐寒植物雖然在馬來群島的多樣性不比低地的熱帶植物，但是它們的出現亦代表著此區具有的不同的植物傳播歷史。事實上，馬來群島內高山林立，雲海之上的高地環境孤高地散置在諸島上。華萊士曾在攀登爪哇島上Gede火山時，對於風貌與熱帶雨林截然不同的山地溫帶森林印象深刻，在旅程中他詳細記錄了不同海拔內出現的植物種類。在海拔5000呎以上的雲霧森林中，儘管早已耳聞，但華萊士仍驚異於遇見那些常見於北國家鄉的植物種類。在近火山之巔的森林中，他也觀察到那裡遍生著忍冬屬和金絲桃屬植物，而其他溫帶的特徵植物像是木賊、毛茛、當藥、懸鉤子，甚至是報春花也都沒有缺席，有些物種甚至還可能與歐洲產的相同，像是歐洲艾草（*Artemisia vulgaris*）。然而為什麼這些溫帶植物會出現在爪哇島的高山上，是特例？還是其他馬來群島的高山上也都可以見到這些來自北半球溫帶地區的植物？華萊士其實並沒有解釋。相較於低地的熱帶植物在華萊士線上所展示的不嚴謹性，這些山地植物顯然更加地不受華萊士線所規範，展現了自己獨特的生物地理歷史。

關於亞熱帶、熱帶島嶼山地植物相的地理起源

研究甚少，臺灣學者李惠林曾經假設菲律賓的山地溫帶植物起源於北半球中高緯度地區，以跳島式 (stepping stone) 經臺灣傳播至菲律賓。依此觀點，馬來群島的山地溫帶植物相也可能是藉同樣方式再經由菲律賓傳播而來，但是這樣的跳島傳播假說目前仍未有植物分類群支持。根據鍾國芳等人針對山薰香的研究指出，目前僅能確認馬來群島與澳洲大陸的物種起源於北半球中高緯度地區，但是是否經由跳島方式由北向南傳播仍不清楚；而吳明州等人針對碎雪草的研究則顯示北半球中高緯度帶或新幾內亞與澳洲大陸地區都可能是現生於臺灣、菲律賓和婆羅洲的物種的起源地。值得注意的是，近年來發表的一些分子親緣關係研究成果卻提供了不同的觀點，馬來西亞學者康西等人分析了蘇拉威西中部山地的樹種組成，發現來自東馬來群島與來自西馬來群島的物種共同匯聚於此。而最特別的是，巴克馬與辛普森兩人以婆羅洲神山 (Mt. Kinabalu) 的蘭科植物為材料，發現就地高山特有的蘭科植物可能是由低地的原生物種演化而來的，顯示了就地適應性演化也可能在形塑此區山地植物相上扮演了部分的角色。

綜合而論，華萊士線並無法用來界定馬來群島的植物分布疆界，但是對於低地熱帶植物而言，研究者仍可依植相相似度以及生態偏好將馬來群島區分為三區，第一區包含了巽他陸棚上的半島、島嶼爪哇島的西部，由喜溫喜濕的亞洲大陸產類群組成；而第二個區域包含了中央島嶼群，和華萊士區的範圍大致相同但是多了爪哇島的東部，其中小巽他群島、菲律賓具有較多的亞洲大陸植相成分，而蘇拉威西、摩鹿加群島則具有較多的澳洲大陸植相成分；第三個區域則包含了新幾內亞和莎湖陸棚，組成多以澳洲大陸產種類為主。爪哇島之所以被粗分為兩半，反應的是乾濕環境的差異，其中靠巽

他陸棚側的地區是屬於恆濕區，而偏華萊士區的地區則受乾旱季風的影響。整體來說，如同動物相一般，華萊士區的熱帶植物相比較複雜，呈現了過度區的特性。我們可以把華萊士區想像成一個介於恆濕植相與乾旱季風植相間的篩網，在這片島海上這兩種植相交雜共存，但也因受海洋阻隔而發展出了部分特有的物種。此外，相較於熱帶植物相，馬來群島的山地溫帶與高山植物相仍有諸多待研究的空間。高山環境較不受經緯影響，氣候條件較為均質，因此影響植物分布的因子與高山環境生成的歷史還有植物傳播的能力較有關。

結語

馬來群島的生成過程複雜，不同時空下的海陸變遷，不斷牽動著陸域生物的分布形式。儘管近期研究指出單一條生物地理線無法完全反映馬來群島的生物地理分布模式，但是由華萊士所發現，展現於此的生物地理線兩側生物不等性 (disparity)，不啻為他留給後人的珍貴資產，不斷激發著此地生物地理學的蓬勃發展。

跨越一世紀，今年正是華萊士冥誕百年，比照著現今我們對於馬來群島生物地理的理解，也許你會發現有時候我們似乎是在檢測著華萊士所提出的假說，更多的時候則是嘗試解釋他所揭示的現象。奇特的現象，由敏銳的觀察力所揭露；一個觀念的發想，建築於八年遠離家鄉的冒險。也許我們今日會懷念與感嘆那樣的時空背景，世界之大似乎處處皆是科學處女地。但是今日我們擁有更好的資料探查能力，以及跨領域專家合作的契機。我們站在巨人的肩膀上，向前瞻望，隨著我們瞭解的越多，這些成果終將對馬來群島的自然史重建有所助益，進而在保育與生物資源的利用上取得貢獻，促進人類的生活福祉。

