



天涯海角 一線間— 華萊士的 生物地理情緣

One Line to Make Differences—
Wallace's Biogeographic Line
and His Inspiration on Species
Evolution

王俊能 辛冠霆

臺灣大學生命科學系

生態學與演化生物學研究所

Wang, Chun-Neng Hsin, Kuan-Ting

National Taiwan University, Institute

of Ecology and Evolutionary Biology,

Department of Life Science



圖1 華萊士相片。華萊士年輕時忙於採集，這是他在東南亞採集時唯一拍攝的一張個人照片。(Van Oosterzee, Penny (1997). *Where Worlds Collide: the Wallace Line.*)

1856年5月，漫步在新加坡的大街上，華萊士(Alfred Russel Wallace)(圖1)還在煩惱著要怎麼樣到達印尼的蘇拉威西島(Sulawesi 或稱Celebes)採集。無奈中的一絲希望，華萊士注意有一艘船正準備開往爪哇(Java)東岸的峇里島(Bali)，透過拜訪這個他從未去過的小島，也可以就近往鄰近的龍目島(Lombok)，最後將抵達蘇拉威西的望加錫(Makassar)(圖2)。蟄伏休息了這麼久，華萊士決定踏上這段峇里島的旅程。而要不是因為這個偶然，華萊士大概永遠無法挖掘出這個石破天驚的發現-華萊士生物地理線。

叢林裡的探險家

踏上峇里島，映入華萊士眼簾的是島上美麗的地貌。無數的溪流源自山區依著火山地形放射到島嶼四周，滋養灌溉著森林。在森林裡，他看見許多亞洲大陸馬來區系的擬啄木鳥(oriental barbets)、啄木鳥(wood peckers)和畫眉鳥(fruit-thrushes)(圖3)。唯一敗興而歸的是，華萊士沒有採集到他永遠沒有機會再看見的，全身披著金黃色羽毛、黑臉圈的亞洲織巢鳥(*Ploceus hypoxanthus*)，這東方亞洲大陸鳥種分佈的最東界就在峇里島。

幾天之後，華萊士來到了龍目島，在那裡在等候著要開往蘇拉威西的望加錫船班時，他望著龍目島與峇里島這兩個火山島，隔開兩個島之間海峽只有短短的25公里，在夕陽下遠遠望去，就好像在迷霧中忽然湧現的兩座海上仙山。

離開港口的人群，華萊士走入龍目島的原始叢林裡，和西邊峇里島靠的這麼近，怎麼一眼也看不到那些源自東方的擬啄木鳥、啄木鳥和畫眉鳥？相反的，來自澳洲聒噪不已的鳳頭鸚鵡(Australian cockatoos)及蜜雀(honeyeaters)，卻在龍目島的森林裡穿梭不已。在那裡他也生平第一次看見了橘色大腳的塚雉(*Megapodius reinwardt*)，這些分佈在澳洲及太平洋島嶼為主的塚雉，和亞洲的雉雞(pheasants)不同，以枯萎的枝條樹葉築出高達兩公尺的小丘為巢，靠著微生物分解枯物及地表熱量來孵化蛋。後來華萊士在蘇拉威西，看到的另一種蘇拉威西塚雉(*Macrocephalon maleo*)，則是以火山溫泉附近的地熱來孵蛋。華萊士還在蘇拉威西沙灘上特別蓋了個茅屋觀察這些塚雉的產卵行為。他發現每個巨大的蛋可以盛滿一整個英國茶杯，重量佔了母鳥將近四分之一的體重。神奇的是，塚雉的雛鳥在破殼而出的時候就有羽毛，孵化當日

已能開始飛行。而在新幾內亞(Papua New Guinea)由於地熱產生的地形有限，每年六月到九月產卵期，5萬多隻紅斑塚雉(*Megapodius eremita*)，甚至就擠在島上僅有的四處棲地產卵。

到了蘇拉威西(Celebes)，華萊士發現這裏的動物相與婆羅洲(Borneo)的動物相區別更加明顯。在望加錫海峽(Makassar strait)以西的婆羅洲，各種食肉目哺乳動物如猿猴類(monkeys)、山貓(wild cats)、靈貓(civets)、水獺(otters)、松鼠(squirrels)，四處繁盛著。在望加錫海峽(Makassar strait)以東與婆羅洲最近距離不到120公里的蘇拉威西，卻幾乎看不見這些哺乳類的蹤影。取而代之的是有袋類的澳洲袋貂(cuscuses)。婆羅



圖2 爪哇(Java)東岸的峇里(Bali)及鄰近的龍目島(Lombok)地理位置。島嶼之間淺灰色區域代表海床深度在180公尺以內的淺海。蘇拉威西(Celebes)雖然鄰近婆羅洲(Borneo)，卻沒有淺海床相連。峇里及龍目島之間的海峽也具相當深度。中南半島、馬來半島、蘇門答臘、爪哇和婆羅洲之間相連著淺海，這在冰河期時合成一塊巽他大陸(Sundaland)。(“Copyright: Alfred Russel Wallace Literary Estate. This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported. To view a copy of this visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/legalcode>”)



圖3 典型馬來區系的森林裡，孔雀、犀鳥(hornbill)這些驚艷的鳥類，常吸引許多西方標本採集者、研究者的目光。(“Copyright: Alfred Russel Wallace Literary Estate. This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported. To view a copy of this visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/legalcode>”)

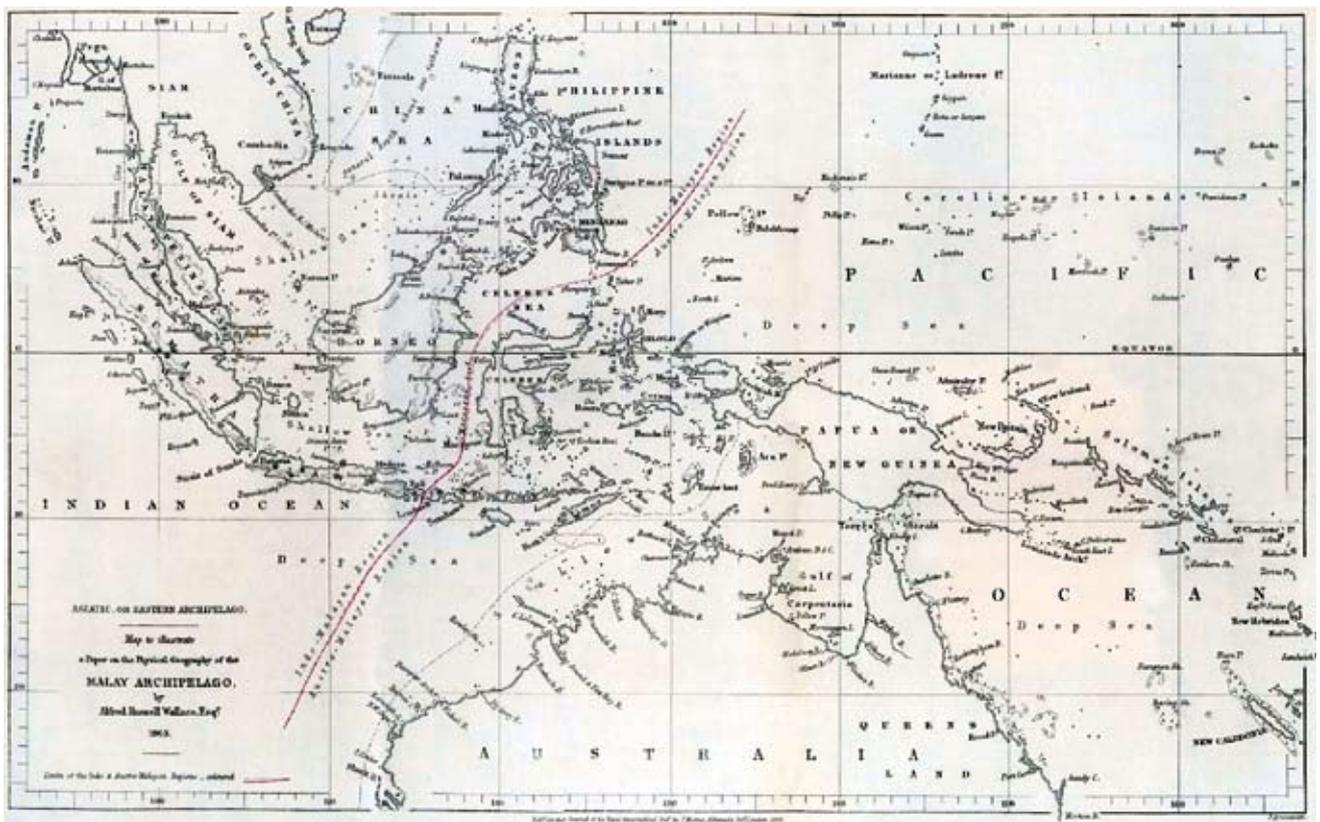
洲多的是如峇里島上常見的亞洲大陸東方鳥種的擬啄木鳥、啄木鳥、咬鵝(trogons)、畫眉鳥、和鵝科鳥種；蘇拉威西島上，卻是鸚鵡及蜜雀的天下。

值得注意的是，塚雉從也鮮少被發現在峇里島、婆羅洲這些島嶼上，卻繁盛在蘇拉威西、龍目島及澳洲等這些島嶼上。這觀察似乎也與這些塚雉分佈的島嶼，先天上就缺少食肉目哺乳動物的分佈與掠食，所以塚雉和有袋類動物才得以繁盛。這些觀察都詳細的紀錄在華萊士的『馬來群島自然考察記：紅毛猩猩與天堂鳥之地』(Wallace, A.R.1869. The Malay Archipelago: The land of Orang-Utan and the Bird of Paradise)一書中。

咫尺天涯一線之隔

這些動物相巨大的差別分布，就產生在幾個相鄰島嶼之間的現象該如何被解釋？身處在東南亞的重心，華萊士從未期待從峇里島，航行到東邊海岸對面僅25公里外的龍目島；抑或是從婆羅洲來到蘇拉威西時，那些亞洲大陸為主的哺乳類動物，幾乎全部被澳洲有袋類(marsupials)取代。亞洲大陸的鳥種，也多被澳洲鳥種取代。當華萊士從

圖4 華萊士在其著作中所繪的劃分印度-馬來及澳洲-馬來區系生物地理線(紅色)，成為後來科學家公認的華萊士線。("Copyright: Alfred Russel Wallace Literary Estate. This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported. To view a copy of this visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/legalcode/>")



這些令人驚訝與震驚的對比回過神來時，發現最好的解釋就是有一條隱形的生物地理線，穿過峇里島與龍目島之間狹窄的海峽，然後順著望加錫海峽向北延伸，劃過婆羅洲(或稱加里曼丹Kalimantan)與蘇拉威西之間；再往東北到太平洋隔開菲律賓南方的民答那額(Mindanao)與印尼的桑義赫群島(Sangihe islands)及塔勞群島(Talau islands)。在這條線以西，是印度馬來亞區系(Indo-Malayan region)；往東，則是澳洲馬來亞區系(Australo-Malayan region)(圖4)。華萊士1859年發表文章中首次提出的這條生物地理分區線，就是後來的學者尊稱的華萊士線(Wallace, A.R. 1859, On the Zoological Geography of the Malay Archipelago)。

事實上在現今調查中，許多亞洲大陸或東南亞分佈到婆羅洲、爪哇的物種，如紅毛猩猩(orangutan)(圖5)、馬來熊(sun bear)、亞洲水獺(otters)、亞洲臭鼬(skunk)、鼬獾(badger)、穿山甲(pangolin)等這些哺乳類動物。甚至在爪哇島第四紀地層中，常見的河馬與長頸鹿化石，從未被發現分佈到華萊士線以東的區域；天堂鳥、塚雉、鳳頭鸚鵡、蜜雀及有袋類動物這些在澳洲、新幾內亞常見的動物(圖6)，也很少能分佈越過華萊士線以西，這些資料更加支持華萊士一百多年前這些突破性的創見。

其實許多生物學家在華萊士線發表之後，紛紛仿效去探尋除了鳥類與動物之外，在東南亞其他的生物是否也存在著類似的生物地理分區線，於是有相當多的分區線一一被發表。如1866年，根據東南亞哺乳類動物相分區所提出的Murray's line、1902年依淡水魚地理分區的韋伯線Weber's line。1868年，在華萊士線發表十年之後，赫胥黎(Thomas Henry Huxley)依東南亞鳥種的分佈紀錄，將華萊士線向西北延伸，劃開婆羅洲與菲律賓蘇祿群島(Sulu islands)，並將婆羅洲北方的巴拉望群島(Palawan islands)與民都洛群島(Mindoro islands)之間分開成不同區系，至今這條華萊士分支的赫胥黎生物地理分區線(Huxley line也稱為新華萊士線)，也是許多菲律賓與婆羅洲之間動、植物分布的界線。(圖7)

演化，在採集的路途中

就在華萊士線發表前一年，倫敦林奈學會才剛宣讀了華萊士和達爾文的論文，他們各自獨立推敲，卻得到對物種如何演化出來相似的見解：那就是物種演化變異是為求生存，僅有最適應環境者能存活下來(Wallace, A.R. 1858, On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely From



圖5 土著獵捕紅毛猩猩的過程。紅毛猩猩標本在19世紀在歐洲是熱門的蒐藏品，華萊士也曾經獵捕紅毛猩猩製作標本，並且飼養紅毛猩猩當寵物。現在大英博物館依然蒐藏當年華萊士所製作的標本。("Copyright: Alfred Russel Wallace Literary Estate. This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported. To view a copy of this visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/legalcode>")



圖6 原住民狩獵天堂鳥的情景。天堂鳥在19世紀歐洲刮起蒐藏與飼養的旋風，當年華萊士為了獲取優良的天堂鳥標本，常航行於帝汶與新幾內亞之間。("Copyright: Alfred Russel Wallace Literary Estate. This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported. To view a copy of this visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/legalcode>")



圖7 東南亞各島嶼現在地形(深灰色區域)及第四紀冰河期時可能露出水面的淺海陸橋連結(淺灰色區域)。華萊士線、韋伯線 Weber's line 及赫胥黎線 Huxley line 等東南亞生物地理分區線。現今的科學家定義的華萊士區 (Wallacea) 特殊生物區系, 指的是華萊士線及韋伯線所夾區域, 加上摩鹿加群島 (黑色虛線包圍區域), 是東南亞生物多樣性研究的熱點。(Van Oosterzee, Penny (1997). Where Worlds Collide: the Wallace Line.)

the Original Type), 這個見解和達爾文的『天擇說』(Darwin, C. 1858, On the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection) 不謀而合。

即使在達爾文的光芒掩蓋下, 華萊士對生物學界同樣顯著不容忽視的兩項最大貢獻就是發現: 物種會持續變異演化及東南亞華萊士生物地理線的存在。這些都是他在馬來-印尼群島間四處採集觀察物種演變而醞釀來的。那年, 1858年二月, 華萊士在新幾內亞西邊摩鹿加群島中的偏遠島嶼哈馬黑拉島 (Halmahera) 西側的德那第 (Ternate) 火山島小屋中, 因染了熱病而無法外出進行田野調查, 當他在病榻上忍受著忽冷忽熱的痙攣, 在難得的清醒之際思索著困擾他多年來的問題: 『為什麼世界上有這麼多動、植物種類? 這些物種外型差異是如何產生? 是否有一項普遍性的法則可以解釋物種個體間為何會累積差異?』。霎時, 他回想起所讀過馬爾薩斯 (Thomas Robert Malthus) 的人口論觀點, 最能回答困擾他長久的這些物種變異問題。華萊士體認出『物種掙扎求

生，唯有擅長獲取食物與能避免掠食者攻擊，而存活下來最強壯與健康的個體，才能成為對該環境最能適應者，得以生存繁殖』。因為不同的生態環境有不同的環境壓力，所以物種會傾向不斷的產生演變以適應多變的環境。這位飽受熱病折磨的博物學家，在此時無法東奔西跑沉靜下來的空檔，寫下了他10年來一路從南美的亞馬遜到東南亞採集，觀察物種變異與多樣化所悟出的心得。並將其對物種變異演化見解的文稿，寄給遠在英國的達爾文，希望他能給些意見，並代轉給當時著名的地質學家萊爾(Charles Lyell)，尋求發表的可能。這使得達爾文不得不趕緊重新審視其天擇說，在萊爾的提議下，由萊爾及植物學家虎克(Joseph D. Hooker)在倫敦林奈學會年會，一同宣讀了達爾文與華萊士震撼當時科學界，並影響後世甚鉅的物種演化理論。

華萊士與達爾文演化論帶給我們最重要的啟示，就是共同察覺到：物種現在的分佈與樣貌演化，同時受到物種身處的地理環境空間、種化歷史事件時間與親緣分化的影響。達爾文及華萊士的這些啟發，就是受到當時萊爾所提全世界動、植物應有地理分區的理論支持。在他們身處的大航海時代，這些由溫帶物種多樣性貧乏，來到熱帶有這樣多瞠目結舌生物多樣性的自然史研究者，才剛開始察覺到在不同大陸與島嶼之間，類似的環境並不一定會孕育出相似的物種。變種或新種的演化生成，反而可能和大陸與島嶼形成時的歷史關聯有關。除了這些當時普遍觀察的結論，華萊士與達爾文提出演化論的獨有創見，則是加入了天擇適應的元素；也就是同一親緣的物種(如塚雉)，可以經過隔離在不同區域適應，而開始演化出不同的生存策略，進而產生適應不同區域的變種。即使林奈學會宣讀論文之後，所有科學家都把鎂光燈聚焦在較有名氣的達爾文身上，對華萊士如何思索得到同樣創見的過程，與深究華萊士線發現的意義，卻乏人問津直到近代。

分化，從漂移的大地來

大家一定會問，華萊士生物地理分區線形成的原因是什麼？華萊士和當時的一些地質學者們開始認為，由於地球表面有很多的火山及地震造成的地層抬昇或下降地體運動歷史，使得大陸及島嶼、島嶼與島嶼之間地質歷史中有機會衍生出陸地相連，使不同物種分佈接觸相連；或部分陸地曾沒入海中使島嶼與大陸分隔，產生地理隔離演化變種。萊爾等地質學者認為，由於地體運動歷史非常久遠，各大洲或主

要島嶼又已經在地球上存在已久，使得動植物能慢慢在不同大陸之間的遷移開來。然而這樣的解釋仍無法說明，為何海洋隔離僅有短短25公里的龍目與峇里這兩個火山島之間，會有如此劇烈的動物相差異？

華萊士過世前一年(西元1912年)，德國地質學家魏格納(Alfred Lothar Wegener)提出了大陸漂移(Continental drift)學說，正可以用來解釋華萊士線的形成原因。魏格納經由他在各大洲包括極地四處旅行的地質考察探險，發現南美洲東岸和非洲大陸西岸的海岸線可以拼接在一起成為一個大陸塊。因此推測遠古以前，地球上所有的陸地原來都是相連在一起，遠古那時地球只有一塊「泛古陸」或稱盤古大陸(Pangea)的龐大陸地，四周圍被海洋包圍，盤古大陸後來開始破裂漂移分開，形成現在的七大洲和五大洋。所以各大洲並不是遠古以來就一直在現在的位置，只隨著火山地震垂直上下於海平面做地體運動，而是會漂移分開或聚合的。這些想法開啟了之後的學者發現，盤古大陸後來又分裂成北邊的勞亞(Laurasia)及南邊的岡瓦那(Gondwana)兩塊古陸，分別往北極與南極漂移分開，漸漸塑型成現在的七大洲。根據板塊構造論(Plate tectonics theory)，各大陸是由堅硬的岩石板塊，如同濃湯表面的餅乾漂浮在岩漿上頭。現今澳洲與新幾內亞(華萊士線以東)、非洲、南美洲及印度半島都是岡瓦那古陸起源，而東南亞華萊士線以西的區域卻是屬於勞亞古陸現今亞洲大陸的延伸。華萊士線正是岡瓦那古陸澳洲及亞洲大陸這兩大古陸生物相，經過大陸漂移、板塊移動後的二次接觸面，峇里島及龍目島就各自是南亞版塊極東和澳洲版塊極西浮起的火山島鏈前緣(圖4、圖7)。所以這兩個島雖然現在互相接近，卻各自有不同的生物相親緣及物種分化歷史。以現今重建的板塊移動歷史，澳洲、新幾內亞、帝汶(Timor)與東蘇拉威西至少在五千萬年前的晚始新世都還相連在一起，婆羅洲和蘇門答臘也一直相連在中南半島(Indochina)延伸出來的巽他大陸(Sunderland)中。菲律賓及西蘇拉威西，則從海底隆起，從未和這些大陸塊相連(圖8)。



圖8 50百萬年前，蘇門答臘，婆羅洲與亞洲陸塊相接，當時，菲律賓與現今的摩鹿加群島浮現，而澳洲與新幾內亞相連接。本古地質圖可用以說明為何蘇門答臘與婆羅洲有許多亞洲起源的物種；相對的新幾內亞則是澳洲起源的物種較多。(Van Oosterzee, Penny (1997). *Where Worlds Collide: the Wallace Line.*)

雖然在華萊士青壯之時並沒有足夠的地質資料，讓他可以像魏格納一般提出大陸漂移學說。但華萊士卻早在1880年『島嶼生命』一書中，很清楚的提出冰期會影響物種分佈的假說("changes of the sea-level dependent on glaciation" Wallace, A. R. 1880. *Island life: or, the phenomena and causes of insular faunas and floras, including a revision and attempted solution of the problem of geological climates*)。第四紀冰河期極盛時，海平面下降，許

多大陸及島嶼間都會產生因海水退卻後浮出的陸橋而連結，使得物種在不同地理區系間可以交流。由華萊士『島嶼生命』書中，所呈現的東南亞陸塊與淺海地圖中可看出，婆羅洲、爪哇、蘇門答臘連同馬來半島都有可能在冰期海平面下降時相連(圖4、圖7)。峇里島(Bali)接近爪哇(Java)，可藉由淺海陸橋相連成為印度馬來亞區系。龍目島(Lombok)則和松巴哇島(Sumbawa)相鄰，可藉由淺海陸橋連接小巽他群島(Lesser Sundas)的弗洛勒斯島(Flores)及帝汶(Timor)群島，涵括在澳洲馬來亞區系中。華萊士的『島嶼生命』一書，實際上可謂是當代生物地理學的濫觴，現今一般大眾或學者，卻很少有人仔細閱讀過他的創見。

邊陲，璀璨的島嶼生命

華萊士的『島嶼生命』一書，也曾對如臺灣這類的大陸型島嶼中，特有物種的演化形成，及與相鄰區域生物相的親緣關聯，做了相當精闢的剖析。在當時僅有少數物種調查資料的情況下，他指出臺灣(Formosa)，這個美麗未知的大地(terra incognita)，在東亞有相當重要的生物地理意義(連接日本-琉球、中國大陸及菲律賓)，值得生物學家詳細探索其未知的生物多樣性(圖9)。他認為臺灣在冰期時可經由臺灣海峽淺海陸橋，連接到大陸東南，使大陸的物種散佈到島上。而島上新生的環境及高聳的山林中，在少了相近物種競爭下，可以適應獨立演化出許多本地特有種。藉著這些特有種比對其與相近祖先種在鄰近區域的分佈，就能推論出臺灣島上特殊生物相的起源為何。他引用由英國駐臺領事史溫侯或稱斯文豪(Robert Swinhoe)氏的採集紀錄，這份當時臺灣唯一較完整的生物調查資料指出，超乎想像的，臺灣除了一些近緣種來自大陸東南，竟還有許多物種可能親緣來自於喜馬拉雅與馬來區系。舉例來說他當時認為臺灣水鹿(*Cervus swinhoei*)與蘇門答臘及日本水鹿相近、臺灣長鬃山羊(*Naemorhedus swinhoei*)與馬來及日本的長鬃山羊較近。臺灣獼猴(*Macaca cyclopis*)從外型上看來與喜馬拉雅區域的獼猴較相近，而非與大陸東南的獼猴近緣。臺灣北部的紅飛鼠(Red flying-squirrel, *Pteromys grandis*)，與喜馬拉雅及婆羅洲飛鼠相近。甚至對臺灣鳥類的起源，他認為半數以上的特有種來自喜馬拉雅、印度南部、馬來群島和日本，而不是大陸東南。對臺灣生物地理，華萊士也下了一項大膽的推論，近乎現在我們對臺灣物種多樣性的起源認知：『Formosa, being more completely isolated than either of the others, possesses a

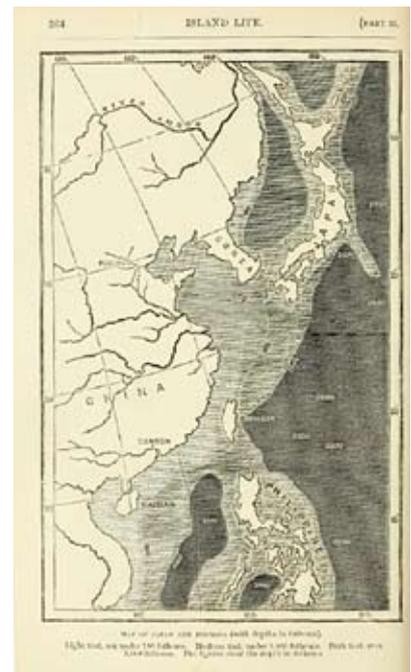


圖9 華萊士『島嶼生命』書中所繪與臺灣之間有淺海床相連的中國、琉球(日本)及菲律賓的相對地理位置。("Copyright: Alfred Russel Wallace Literary Estate. This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported. To view a copy of this visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/legalcode>")

larger proportion of peculiar species of birds, while its tropical situation and lofty mountain ranges has enabled it to preserve an unusual number of Himalayan and Malayan forms.」

臺灣的動植物與鄰近地區生物相的關係，近年在許多臺灣或國際學者與筆者的研究之下，已初步的支持華萊士的推測。除此之外，從耿焯以來的學者，都發現臺灣南部的恆春半島及綠島、蘭嶼與菲律賓的植物組成之間，有密切的區系關連。恆春半島與菲律賓共有的特有木本植物，佔了59.4%，比中國大陸的成分53.8%還高。而蘭嶼與菲律賓共有的植物也佔了47.2%，相對於中國大陸成分則佔了47.5%。日本學者鹿野忠雄由於在蘭嶼採集到與菲律賓相近種的球背象鼻蟲 (*Pachyrrhynchus species*)，以及綠島、蘭嶼有許多相近菲律賓的昆蟲種類，建議再將新華萊士線(赫胥黎線Huxley's line)向北延伸畫分開臺灣與綠島、蘭嶼之間。由於綠島、蘭嶼的生物相雖然和菲律賓有將近一半的成分相似，但還有另外一半仍舊和中國大陸或東亞的成分相似，與其延伸新華萊士線與此，不如我們應當視蘭嶼與綠島是菲律賓成分與東亞成分의 交會緩衝區域。尤其綠島、蘭嶼與菲律賓的巴丹群島(Island of Batanes)距離相近，透過這些跳島，許多物種可能是近代短距離或長距離沿著島鍊逐漸散播到蘭嶼與綠島，或是一些植物種子具海飄能力跨海傳播，也會讓我們難以正確推估此區域原本的生物地理成分為何。

迷霧永存，華萊士區生物相

相似的是，近代的科學家重新審視華萊士線東西之間的昆蟲與動物相差異，界定華萊士線以東、澳洲及新幾內亞以西的蘇拉威西(Sulawesi)，摩鹿加島群(Moluccas)，班達島群(Banda islands)與小巽他群島(Lesser Sundas)為馬來—澳洲成分交會區，尊稱為華萊士區(Wallacea region)(圖7)。全世界科學家們甚至組成了對華萊士區特定的研究社群，持續的研究此區域獨特的動植物相組成。華萊士區為亞洲與澳洲動植物相的轉變帶(transition zone)，其中包含許多特有種。經過最近統計，該區域約有10,000種植物，其中有1,500種為該區域特有種；哺乳類約222種，特有種數為127種；鳥類647種，特有種數為262種。透過比較分析分屬於165科共7340種包括蘭科的開花植物，研究學者在2011年的發表，認為整個東南亞的植物組成，除了過去一分為二華萊士線以西的印度馬來亞區系(馬來半島，婆羅洲與蘇門答臘)，應該在華萊

士線以東的區域再細分出華萊士區(菲律賓，摩鹿加群島，蘇拉威西，小巽他群島與爪哇)，及更東邊的澳洲區系(新幾內亞、澳洲)。這更加呼應華萊士區是一個獨特的生物相地理區，是亞洲與澳洲生物相的轉變帶。

為什麼華萊士區能孕育這麼多的特有種動植物？綜觀該區域的氣候與地理環境，有三個因素被認為是主要的影響因子。第一，熱帶氣候促進種化：熱帶森林氣候適合許多物種繁衍，生態棲位遠較於溫帶多，如附生植物等；較高的溫度也被認為容易導致高的突變率，這些增加種化的速度。第二，該區域眾多小島地理隔離：因為隔離，親本種與衍生種之間基因交流中斷，衍生種漸漸適應成與親本不一樣的特有種，而此區域環繞著無數島嶼的海洋被認為是阻礙物種遷移的地理障礙。因此，若某物種能散播度過海洋屏障，拓殖到新的島嶼後，即可能獨自演化成該島上的特有種。第三，該區域的地質歷史古老分歧：華萊士線與海底的海溝位置相符合，因此縱使過去地質歷史出現的冰河期時，海平面降低，位於華萊士區東邊的物種仍無法跨越深海，與華萊士線西邊物種接觸，也因此使得華萊士區物種持續的隔離演化。

今年是華萊士辭世的第一百週年，也是他親身探訪採集東南亞群島物種，發表華萊士生物地理分區線，並與達爾文齊名發表物種演化變異學說155年的紀念。國內讀者大眾，在少有科普文章仔細探究過華萊士生平，及介紹他如何能創建出這些觀點的關鍵轉折，往往只知其名，無法感同身受，體悟到華萊士是如何藉著野外採集觀察，推導出演化學說與華萊士線的過程。對科學發現若缺少傳記式報導研究者推衍學說的心路歷程，只強調學說的內容，最終常常只是讓讀者汲取了知識；沒有感動人心的轉變，就難以內化讀者產生具有科學思維的行動，甚至也無從建立屬於臺灣的當代科學文化信仰。希望華萊士一生努力不懈的探索生命傳記，能透過本文感動更多的讀者大眾。在向大師華萊士致敬的同時，更盼望更多莘莘學子對基礎科學研究，產生興趣的當頭，能如華萊士一般，鍛鍊出對研究恆久的熱情，與不畏世俗價值觀判斷的執著。



參考資料與網站資源

1. 華萊士所有著作與史料的官方網站<http://wallace-online.org/>
2. 華萊士區生物相現今的研究概況<http://www.wallacea.info/>
3. 探討華萊士生平及其研究對現代生物地理學進展意義的專論 van Oosterzee, Penny (1997). Where Worlds Collide: the Wallace Line.