

# 全球森林動態樣區簡介

◎國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所・趙偉村

## 前言

由東海大學孫義方教授所做之介紹，可以瞭解森林動態樣區發展緣起及其設立之目的，以及森林動態樣區之發展潮流趨勢，而其它如謝宗欣及楊國禎教授等所介紹之國內重要的森林動態樣區相信也使大家對國內之研究有所瞭解。為了能與國外研究及資料接軌，國內的研究主題與資料收集方式多參照國外的做法，並再深入研究國內森林之特性。礙於篇幅之故，僅能大略的將國外樣區的特性簡略整理描述，期使讀者能了解全球森林動態樣區之物種組成及特點。

目前全球包含臺灣的南仁山與福山大約有22個森林動態樣區。依據熱帶森林科學中心(CTFS)網站及熱帶森林歧異度與動態(Tropical Forest Diversity and Dynamism, 註1)這本書的資料，本文簡單列表並介紹其中17個樣區，以下依所在區域分別介紹各樣區之概況：

## 拉丁美洲

拉丁美洲目前約有5個森林動態樣區，除巴西的森林破碎化之生物動態計畫(Biological Dynamics of Forest Fragments Project, BDFFP)樣區沒有資料外，其餘如表1所示。其中以巴拿馬BCI為森林動態樣區的始祖，該樣區位於巴拿馬運河上的小島，1980年開始由美國史密森熱帶研究所開始設立樣區調查。在這之前，大多數的熱帶森林研究樣區多小於1公頃，為了研究種類(species-level)的結構、分

佈及動態，因此設立了50公頃的大型樣區。BCI樣區目前已進行6次的調查，為植物動態瞭解最清楚的樣區之一。調查結果樣區內有300種植物(註2)，總計約22萬9千棵樹，其中以木棉科(Bombacaceae)、豆科(Fabaceae)植物最優勢，其每公頃的歧異度指數(Fisher's  $\alpha$ )為34.6，森林樹冠高度約在20-40 m，但突出層(emergent)可達50 m。

魯奇甌(Luquillo)樣區位於美屬波多黎各，1990年開始至今已完成4次樣區調查。16公頃樣區內有136種植物，其中以棕櫚科(Arecaceae)及橄欖科(Burseraceae)的植物最優勢。此區由於常受到颶風侵擾，因此林相破碎，整個樣區有19.1%樹冠高度小於2 m，且大多數的植株胸徑不到1 m。本樣區因早期人為干擾，因此植物組成依被干擾程度有所不同。橄欖科的蠟燭樹屬(*Dacryodes*)植物主要分佈在未受干擾地區，大風子科(Flacourtiaceae)的*Casearia*屬則分佈於較多干擾處，而棕櫚則在較為乾旱的地區。

位於厄瓜多爾的雅舒尼(Yasuni)樣區為所有拉丁美洲樣區中植物種數最多及植株密度最高的樣區，25公頃樣區包含了1104種植物，且平均每公頃有6094顆樹。雖然種類略少於亞洲地區的蘭碧爾(Lambir)樣區，但該樣區是每公頃歧異度最高的，達187.1。樣區主要優勢科為豆科及棕櫚科，樹冠高度大約是15-30 m，而突出層可達40-50 m高。由於該樣區植物種類多及植株密度高，因此第一次調

查就進行了四年多，算是調查難度頗高的樣區。由於Yasuni的種數很高，平均每公頃即有655種，因此該地區為研究種類歧異度及物種保存的代表性樣區。

位於哥倫比亞的拉普拉那達(La Planada)是拉丁美洲樣區中海拔最高的，因為樣區位於雲霧帶之上，因此該樣區被定位為多雨山地林，年雨量有4600 mm之多。植群分層清楚，有突出層(20-25 m)、樹冠層(12-15 m)、小樹層(5-8 m)、灌木層(2-4 m)及地被層(0-2 m)。此樣區包含228種植物，主要以大戟科(Euphorbiaceae)及茜草科(Rubiaceae)為優勢組成種類。

## 亞洲

亞洲地區約有11個森林動態樣區，分佈密集。大部份的熱帶低海拔樣區(700 m以下)優勢科均以龍腦香科(Dipterocarpaceae)為主，臺灣的福山與南仁山樣區則都是以殼斗科(Fagaceae)為優勢。馬來西亞有兩個樣區，帕索(Pasoh)是亞洲第一個設立的大型樣區，另一個則是植物種類數最多的Lambir樣區。兩者植物種數皆高達800種以上，且歧異度指數也都超過100，為亞洲物種歧異度最高的地方。目前這兩樣區都已進行3次以上的調查，對研究熱帶亞洲的生物歧異度及植被動態提供相當大量的資訊。

Pasoh為繼BCI之後第二個大型的森林動態樣區。該地區於1961由Wong Yew Kwan先設立10個1英畝樣區，並調查胸徑大於12英吋的植物種類。Ashton博士則於1970年擴大其中5個樣區到2公頃。當時由馬來西亞、日本及英國所組成的團隊便選定以該樣區為國

際研究的主要試驗地。而在1986年時由哈佛大學、美國史密森熱帶研究所設立50公頃樣區，其中含蓋了2個Ashton博士所設立的2公頃樣區。Pasoh樣區設立樹塔有以進行樹冠層的相關研究，共計有817種植物，胸高直徑大於1 cm的植物有32萬棵，主要組成為龍腦香科及豆科。

Lambir樣區的先期研究是在1963年由Ashton博士開始，當時設立了6個0.6公頃的樣區，其中有4個樣區在設立完成後每5年再進行一次調查。後來所設立的52公頃森林動態樣區則包含了3個先前的設立的0.6公頃樣區在內。此樣區內有三個樹塔、一個冠層步道與一大型吊具以便於進行冠層研究。Lambir樣區是所有森林動態樣區樹種最多的樣區，有1,174種植物，調查的株數約35萬7千棵，也為所有樣區之冠。主要組成為龍腦香科及橄欖科。

位於印度幕度馬賴(Mudumalai)野生動物保護區設立的樣區則是所有森林動態樣區中植物種數最少，植株密度也最低的樣區，50公頃內區僅有71種植物共18,024棵。由於該區雨量較少，每年有約5到6個月的乾季，且有為數眾多的大象，均對植物的生長造成頗大的干擾，尤以對小樹的影響最大，因此該樣區中胸徑小於10 cm的小樹僅佔所有樹木株數的1/3。Mudumalai樣區因為樹種與株數都少，因此研究學者每四年都會對整個樣區進行複查，且每年也會針對樣木的新增與死亡調查。

設立於年雨量有5,075 mm斯里蘭卡的新赫拉加(Sinharaja)世界遺產區的25公頃樣區中，共調查到205種植物，主要優勢科為金絲桃科(Clusiaceae)及龍腦香科，該樣區植物組成中有69%的植物為特有種。樣區植物組成以

小樹為多，胸徑大於10 cm的植株不到總數的十分之一，剛好和Mudumalai樣區所得的成果相反。

泰國的3個樣區每年約有3至6個月是乾季，其中海拔較高的茵他儂山(Doi Inthanon)樣區主要優勢科是殼斗科和樟科(Lauraceae)，而海拔較低的會卡肯(Huai Kha Khaeng)樣區則以龍腦香科及番荔枝科(Annonaceae)為主要優勢；另外設立在栲秋(Khao Chong)的樣區則到目前仍無詳細的植群資料。以物種數量來看，以低海拔的Khao Chong樣區的450種左右最多，中低海拔的會Huai Kha Khaeng樣區有231種，而中高海拔的Doi Inthanon樣區則僅有162種。植株密度以會卡肯最低，每公頃只有1,450株。

臺灣的南仁山與福山樣區之組成與特性，分別詳述於本期黃思博與蘇聲欣的文章中。

## 非洲

非洲地區在1994年後分別在剛果及喀麥隆設立了伊圖麗(Ituri)及科陸普(Korup)等2個森林動態樣區。Ituri森林有兩種主要植被類型，為了瞭解此兩種植被類型的分佈與動態，因此在1994-1996年間設立了四個小樣區，分別為鍊達-1與鍊達-2(Lenda-1、Lenda-2)及艾德羅-1與艾德羅-2(Edoro-1與Edoro-2)，每個小樣區皆為200 m×500 m的10公頃樣區。Lenda樣區主要是由*Gilbertiodendron dewevrei*這種豆科植為單一優勢的森林，而Edoro樣區則為*Cynometra alexandri*與*Julbernardia sereti*這兩種豆科植物為主的混合林。在Lenda樣區中，樹冠是單一

且連續的，樹冠高約30-40 m，可是在Edoro樣區中，則有超過40 m高的突出層。整個Ituri森林都是以豆科最為優勢，在Lenda中佔了74.4%，而在Edoro也佔了42.4%的優勢度。

為了瞭解喀麥隆的生物歧異度，1986年由Thomas博士、Hubbell博士及Nicholas Songwe等學者開始在Korup進行研究，並於1997年正式設立50公頃的樣區。該樣區包含494種植物，以大戟科、木果樹科(Scytopetalaceae)及豆科為優勢科。Korup樣區保有多種喀麥隆的稀有植物，甚至有些稀有植物為該樣區之優勢種類，因此該區為研究植物保護的重要樣區。該樣區樹冠高約15-25 m，突出層則可達50 m。非洲樣區成立時間較晚，又因政治不穩定，使得研究常因內戰被迫中斷。

## 結論

森林動態樣區主要研究物種歧異度及森林長期之動態變化，也負有保存特稀有植物的功能。世界上已有許多樣區進行3次以上的調查工作，對於研究森林動態及特稀有植物之保育都提供極重要的資料及策略。臺灣的南仁山欖仁溪樣區為繼BCI、Pasoh及Mudumalai之後全球第四個設立的森林動態樣區，且至今已進行第三次3公頃樣區的調查，而其南邊的2.88公頃也將於2006年9月完成第二次調查，目前已有相當的調查成果，如何延續下去，則有待學者及學生們盡心盡力的維持，及政府相關單位的支持。當然除了南仁山外，福山是國內面積最大的永久樣區，也需要持續的進行研究，才能使臺灣的森林生態研究和世界接軌。⊗

全世界森林動態樣區之比較

| 編號   | 樣區國別<br>地點                             | 調查與研究機構                                            | 調查期間                                                                                           | 面積<br>(ha) | 海拔<br>(m)         | 年雨量<br>(mm)<br>乾季 | 天然<br>干擾 | 木本植物數<br>植株數<br>胸高斷面積                        | 平均每公頃<br>歧異度指數 | 底面積<br>優勢科                          |
|------|----------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------|-------------------|----------|----------------------------------------------|----------------|-------------------------------------|
| 拉丁美洲 |                                        |                                                    |                                                                                                |            |                   |                   |          |                                              |                |                                     |
| 1    | 巴拿馬<br>巴洛科羅拉多島(BCI)                    | 史密森熱帶研究所<br>美國喬治亞大學                                | 1981/3-1983/7<br>1985/1-1985/10<br>1990/2-1991/2<br>1995/1-1996/2<br>2000/1-2000/10<br>2005/1- | 50         | 120<br>至<br>160   | 2600<br>3個月       | 孔隙       | 300種<br>229,000株<br>32.1 m <sup>2</sup> /ha  | 34.6           | 木棉科<br>豆科<br>芸香科<br>楝科<br>大戟科       |
| 2    | 波多黎各<br>魯奇歐實驗林<br>(Luquillo)           | 史密森熱帶研究所<br>美國波多黎各大學<br>美國林業局                      | 1990/8-1993/9<br>1994/11-1996/10<br>2002/4第3次完<br>2005預計第4次                                    | 16         | 333<br>至<br>428   | 3500<br>無         | 颶風       | 138種<br>83,000株<br>38.2 m <sup>2</sup> /ha   | 13.5           | 棕櫚科<br>橄欖科<br>大風子科<br>使君子科<br>山欖科   |
| 3    | 厄瓜多爾<br>雅舒尼國家公園<br>(Yasuni)            | 厄瓜多爾Pontificia大學<br>丹麥Aarhus大學<br>史密森熱帶研究所         | 1995/4-1999/11                                                                                 | 25         | 215<br>至<br>245   | 2650<br>無         | 孔隙       | 1104種<br>152,353株<br>33.0 m <sup>2</sup> /ha | 187.1          | 豆科<br>棕櫚科<br>玉蕊科<br>桑科<br>錐頭麻科      |
| 4    | 哥倫比亞<br>拉普拉達自然保護<br>區<br>(La Planada)  | 洪寶(A. Von Humboldt)<br>生物資源調查所<br>史密森熱帶研究所         | 1997/2-1997/11                                                                                 | 25         | 1718<br>至<br>1844 | 4600<br>無         | 孔隙       | 228種<br>115,200株<br>29.8 m <sup>2</sup> /ha  | 30.6           | 大戟科<br>茜草科<br>肉豆蔻科<br>豆科<br>樟科      |
| 亞洲   |                                        |                                                    |                                                                                                |            |                   |                   |          |                                              |                |                                     |
| 5    | 馬來西亞<br>帕索森林保護區<br>(Pasoh)             | 馬來西亞森林研究所<br>日本國立環境研究所<br>美國哈佛大學<br>史密森熱帶研究所       | 1986/1-1988/9<br>1990/1-1990/10<br>1995/1-1996/11<br>2000/2-2001/7                             | 50         | 70<br>至<br>90     | 1840<br>1個月       | 孔隙       | 817種<br>320,900株<br>31.0 m <sup>2</sup> /ha  | 123.9          | 龍腦香科<br>豆科<br>大戟科<br>橄欖科<br>桃金娘科    |
| 6    | 馬來西亞沙撈越<br>蘭碧爾國家公園<br>(Lambir)         | 沙撈越林業部<br>美國哈佛大學<br>日本大阪、愛媛大學<br>京都大學<br>史密森熱帶研究所  | 1991/10-1993/6<br>1997/5-1997/10<br>2003/8開始第3次                                                | 52         | 104<br>至<br>244   | 2660<br>無         | 山崩<br>孔隙 | 1174種<br>356,900株<br>43.4 m <sup>2</sup> /ha | 165.3          | 龍腦香科<br>橄欖科<br>大戟科<br>漆樹科<br>桃金娘科   |
| 7    | 印度<br>幕度馬賴野生動物保<br>護區(Mudumalai)       | 印度科學研究院<br>史密森熱帶研究所                                | 1988/5-1989/5<br>1992/6-1992/11<br>1996/6-1996/9<br>2000/6-2000/12                             | 50         | 980<br>至<br>1120  | 1205<br>5-6個月     | 火災<br>大象 | 71種<br>18,024株<br>24.9 m <sup>2</sup> /ha    | 6.2            | 唇形花科<br>使君子科<br>千屈菜科<br>田麻科<br>桃金娘科 |
| 8    | 斯里蘭卡<br>新赫拉加世界遺產區<br>(Sinharaja)       | 斯里蘭卡Peradeniya 大學<br>斯里蘭卡林業部<br>美國哈佛大學<br>史密森熱帶研究所 | 1993/8/1996/4                                                                                  | 25         | 424<br>至<br>575   | 5075<br>無         | 孔隙       | 205種<br>205,373株<br>46.1 m <sup>2</sup> /ha  | 24.4           | 金絲桃科<br>龍腦香科<br>木棉科<br>大戟科<br>漆樹科   |
| 9    | 新加坡<br>布奇特堤瑪自然保護<br>區<br>(Bukit Timah) | 新加坡國立教育學院<br>新加坡南洋理工大學<br>新加坡國家公園<br>史密森熱帶研究所      | 1993/5-1993/6<br>1995/11-1996/4<br>1997/3-1997/9<br>2003/3-2003/7                              | 2          | 150               | 2475<br>無         | 孔隙       | 383種<br>11,400株<br>34.6 m <sup>2</sup> /ha   | 60.0           | 龍腦香科<br>桑科<br>大戟科<br>粘木科<br>樟科      |

continue

|    |                                               |                                                                  |                                                                                                                |                    |                   |               |          |                                                      |                                                                  |                                   |
|----|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------|----------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 10 | 菲律賓<br>帕拉南荒野區<br>(Palanan)                    | 菲律賓Isabela州立大學<br>史密森熱帶研究所                                       | 1994-1999                                                                                                      | 16                 | 100<br>至<br>180   | 3220<br>4個月   | 颱風       | 335種<br>65,986株<br>39.8 m <sup>2</sup> /ha           | 43.4                                                             | 龍腦香科<br>大戟科<br>田麻科<br>樟科<br>無患子科  |
| 11 | 泰國<br>會卡肯野生動物<br>保護區<br>(Huai Kha Khaeng)     | 泰國皇家林業部<br>泰國Kasetsart大學<br>泰國Mahidol大學<br>美國哈佛大學<br>史密森熱帶研究所    | 1992/2-1994/8<br>1999/1-1999/10                                                                                | 50                 | 549<br>至<br>638   | 1475<br>6個月   | 孔隙<br>火災 | 231種<br>71,900株<br>30.8 m <sup>2</sup> /ha           | 23.3                                                             | 龍腦香科<br>番荔枝科<br>樟科<br>大戟科<br>無患子科 |
| 12 | 泰國<br>茵他儂山國家公園<br>(Doi Inthanon)              | 日本大阪大學<br>日本Utsunomiya大學<br>泰國Kasetsart大學<br>泰國皇家林業部<br>史密森熱帶研究所 | 1997/2-2000/3                                                                                                  | 15                 | 1660<br>至<br>1740 | 1865<br>6個月   | 孔隙       | 162種<br>73,655株<br>39.8 m <sup>2</sup> /ha           | 19.0                                                             | 殼斗科<br>樟科<br>山茱萸科<br>大戟科<br>木蘭科   |
| 13 | 泰國<br>栲秋半島植物園<br>(Khao Chong)                 | 泰國皇家林業部<br>日本國立環境研究所<br>史密森熱帶研究所                                 | 1998                                                                                                           | 16                 | 50<br>至<br>300    | 2700<br>2-3個月 | 孔隙       | 450種<br>80,000株                                      | -                                                                | -                                 |
| 14 | 臺灣<br>南仁山保護區                                  | 國立臺灣大學<br>史密森熱帶研究所                                               | 1989/7-1991/2<br>1996/7-1997/2<br>2005/2-2006/9                                                                | 5.88               | 284<br>至<br>341   | 2640<br>無     | 颱風       | 136種<br>60,146株<br>43.72 m <sup>2</sup> /ha          | 15.6                                                             | 殼斗科<br>茶科<br>五加科<br>冬青科<br>樟科     |
| 15 | 臺灣<br>福山試驗林                                   | 國立臺灣大學<br>林業試驗所<br>林務局                                           | 2003/8-2004/8                                                                                                  | 25                 | 600<br>至<br>733   | 4271<br>無     | 颱風       | 110種<br>114,508株<br>41.4 m <sup>2</sup> /ha          | -                                                                | 殼斗科<br>樟科<br>茶科<br>清風藤科<br>杪欏科    |
| 非洲 |                                               |                                                                  |                                                                                                                |                    |                   |               |          |                                                      |                                                                  |                                   |
| 16 | 剛果<br>伊圖麗森林<br>(Ituri)<br>歐卡琵動物保護區<br>(Okapi) | 剛果森林保育研究中心<br>美國野生動物保育學會<br>史密森熱帶研究所                             | Lenda-1<br>1994/2-1995/8<br>Lenda-2<br>1995/10-1995/12<br>Edoro-1<br>1994/4-1995/7<br>Edoro-2<br>1996/1-1996/6 | 左列四<br>區各10<br>共40 | 700<br>至<br>850   | 1700<br>3-4個月 | 孔隙       | 420種<br>299,114株<br>32.7至<br>38.0 m <sup>2</sup> /ha | Lenda-1: 29.5<br>Lenda-2: 29.0<br>Edoro-1: 26.0<br>Edoro-2: 25.9 | 豆科<br>大戟科<br>無患子科<br>梧桐科<br>山欖科   |
| 17 | 喀麥隆<br>科陸普國家公園<br>(Korup)                     | 喀麥隆生物資源部<br>美國奧勒岡州立大學<br>史密森熱帶研究所                                | 1997/1-1999/7                                                                                                  | 50                 | 300<br>至<br>390   | 5000<br>3個月   | 孔隙       | 494種<br>329,100株<br>32.0 m <sup>2</sup> /ha          | 40.8                                                             | 大戟科<br>木果樹科<br>豆科<br>梧桐科<br>山欖科   |

在巴西的森林破碎化之生物動態計畫Biological Dynamics of Forest Fragments Project (BDFFP)樣區暫無資料

註1：『熱帶森林歧異度與動態』一書全名為  
Tropical Forest Diversity and Dynamism  
– Findings from a Large-Scale Plot Net-  
work，由The University of Chicago Press  
於2004年出版，作者為Elizabeth C. Lo-  
sos及Egbert G. Leigh, Jr。

註2：本文所指的植物種數，主要是指胸高直  
徑 $\geq 1$  cm之植物種類，因此所指的種類多  
為木本植物，其它只有少部份如木質藤  
本、樹蕨類或棕櫚科植物會被計入，因  
此該種數並非指該樣區所有植物種數。