世界上的桉樹人工林

⊙林業試驗所六龜研究中心・蔡佳彬 (tjb@tfri.gov.tw)
⊙林業試驗所蓮華池研究中心・許原瑞
⊙林業試驗所育林組・鍾振德

桉樹(eucalypt)種類超過700種，包含喬木及灌木，屬於桃金孃科植物，包含桉樹屬(*Eucalyptus*)及傘房桉屬(*Corymbia*)，是全世界最被廣泛栽植的闊葉樹種之一。

絕大多數的桉樹天然分佈於澳洲大陸及其鄰近島嶼。但有少數種類僅分佈於印尼、新幾內亞及菲律賓南方的島嶼，在澳洲並無天然分佈。這類桉樹如剝皮桉(*Eucalyptus deglupta*)及尾葉桉(*E. urophylla*)，臺灣都曾引種栽植。剝皮桉分佈於印尼的蘇拉威西及斯蘭島、新幾內亞島(分屬印尼及巴布亞紐幾內亞)、巴布亞紐幾內亞的新不列顛島，跨越赤道，北至菲律賓之民答那峨也有分佈，因而成為唯一天然分佈涵蓋北半球的桉樹種類。尾葉桉則分佈於印尼東部的小巽他(Lesser Sunda)群島的7座島嶼上(E119.5°~E127°，S7.5°~10.5°)，海拔分佈範圍從近海平面至3,000公尺的火山斜坡。另有少數桉樹種類，同時分布於澳洲、印尼或新幾內亞，例如白桉(*E. alba*)，臺灣也曾引進。

桉樹人工林的發展

自18世紀開始，世界各國陸續引進桉樹種植。經過長期的觀察，其廣泛的適應能力、生長迅速，以及良好的木材性質，逐漸被了解並開始被評估造林生產之潛力。由於各國對於林產品的需求始終不曾稍減，因此具備速生(伐期短)，高產量特性的樹種，自然成為發展人工林的焦點，因而近年來各國桉樹造林面積持續增加。

據2009年(GIT)之統計，全球桉樹人工林面積已超過2,000萬公頃，主要的造林國家為巴西(426萬公頃)、印度(394萬公頃)及中國(261萬公頃)，超過110種以上的桉樹被90餘國引進造林，目前是熱帶、亞熱帶地區的主要造林樹種。世界人工林的主要造林樹種包括桉樹類、松樹類、柚木、相思樹類及其他樹種，栽植總面積在聯合國糧農組織(FAO) 2010年全球森林資源評估報告中為2億6千4百萬公頃，約佔全球森林總面積的6.6%

依據FAO (2001)的資料，桉樹類較常用於經濟造林的有6種，分別是赤桉(*E. camaldulensis*)、剝皮桉、藍桉(*E. globulus*)、玫瑰桉(*E. grandis*)、大葉桉(*E. robusta*)及尾葉桉。到了2011年時，桉樹人工林以赤桉、玫瑰桉、細葉桉(*E. tereticornis*)、亮果桉(*E. nitens*)、尾葉桉、雪梨藍桉(*E. saligna*)、鄧恩桉(*E. dunnii*)、粗皮桉(*E. pellita*)及上述雜交種為主，這些種類占了全世界桉樹人工林面積90%以上。



圖1 剝皮桉(粉紅色)及尾葉桉(淺綠色)的天然分佈區域

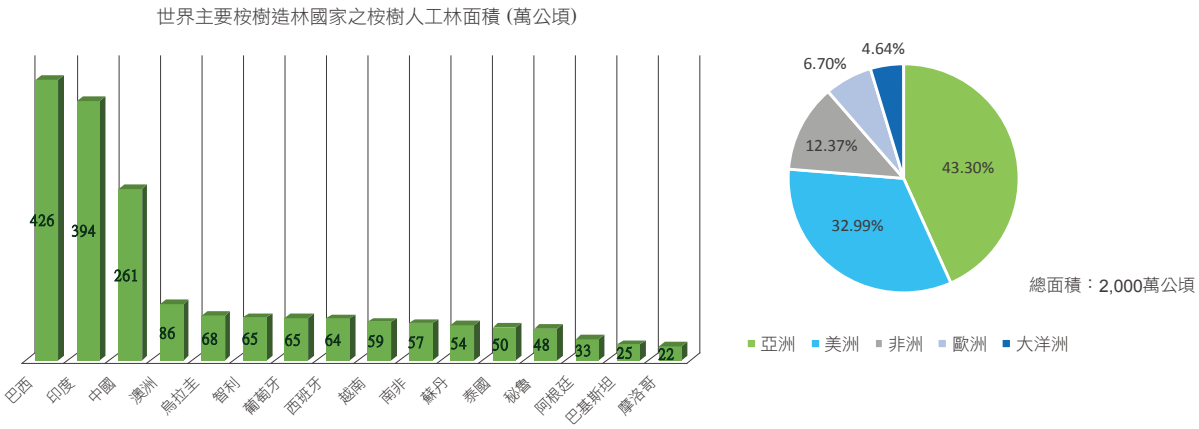


圖2 世界各國桉樹人工林面積及各洲分布圖(資料來源GIT Forestry Consulting 2009)

澳洲

澳洲的森林面積1億6千4百萬公頃，優勢樹種為桉樹類。其桉樹人工林面積僅占森林總面積1%以下，造林樹種主要為藍桉，主要做為紙漿材。依據澳洲政府的統計資料，2012年該國的人工林總面積約201萬公頃，其中闊葉樹人工林面積為97萬7千公頃，桉樹類佔94.3%，藍桉就佔了54.8%，亮果桉佔24.2%。

印度

印度於1790年引進桉樹，1851年後開始有桉樹人工造林，大規模的商業性造林則始於1952年，以細葉桉為主，另包含檸檬桉(*Corymbia citriodora*)、青皮桉(*E. torelliana*)、粗皮桉、尾葉桉、玫瑰桉及藍桉等種類。

巴西

巴西1841年引進桉樹，1904年始有小面積造林，至2011年桉樹人工林面積達470萬公頃，佔全國人工林面積83%(國土面積的0.7%)。1970年巴西桉樹年平均生長量15立方公尺/公頃，1990年增加到26立方公尺/公頃，2010年提升到40~45立方公尺/公頃。在巴西聖保羅大學的試驗站保有1919年引進的桉樹種質保存園，面積650公頃，另有一處面積2,000公頃的40多年生尾葉桉引種園。該國桉樹人工林之發展以林業公司為主，商業造林種類主要為雜交桉GU (*E. grandis* × *E. urophylla*)無性系，各公司使用自家雜交育種的品系，通常保持5至8個品系可供造林。近年來巴西逐漸成為全球桉樹大面積商業造林之翹楚。

南非

南非於1828年開始栽植藍桉，此後其他桉樹種類也陸續被引進栽植。其桉樹人工林現今主要樹種為玫瑰桉。1980年時南非的人工林面積約109萬公頃，桉樹類占了35.8%，其中77.5%為玫瑰桉，比例相當高。隨著引種及育種的成功進展，到2011年時，桉樹類占全部人工林面積的40.6%，其中玫瑰桉人工林面積仍維持約30萬公頃，但占桉樹類的比例已降為59.3%。南非的桉樹人工林主要為私有林，1997年時52萬公頃為私有林(佔桉樹類造林地之87.1%)，公有林僅為7萬7千公頃。

臺灣

臺灣在1896年時由日人自澳洲引種大葉桉、檸檬桉、藍桉及長葉桉(*E. longifolia*)，

表1 南非歷年桉樹人工林面積

種　類	面積(公頃)		
	1980年	1997年	2011年
玫瑰桉	304,268	441,394	306,249
其他桉樹類	88,220	156,570	210,389
所有人工林	1,096,455	1,518,138	1,273,357

前2種相當成功。1953~1955年農復會引進25種桉樹，之後仍有機關團體、學術研究單位陸續引進栽植。1960年代為了解桉樹在臺灣之發展潛力，當時臺灣曾邀請澳洲林學家辛克爾及桉樹專家蒲萊爾來臺考察，評估在臺灣栽培之可行性，後來建議了7種桉樹。到了1980年代，臺灣桉樹試驗的方向在造林適應性及生長，在東部的試驗樹種包括玫瑰桉、大葉桉、青皮桉、剝皮桉、細葉桉、赤桉及尾葉桉等。另也有較大規模的20種桉樹造林適應性試驗在北、南及東臺灣進行。中華紙漿、永豐餘公司在1980年代於東部推行桉樹造林，臺糖公司也在1987~1996年間，將土地生產力低、邊際土地(如坡地、丘陵、溪邊、社區周邊及畸零地)進行桉樹類造林，樹種主要為赤桉、尾葉桉及玫瑰桉3種，雲林以南至臺東共538公頃。臺糖公司的這些桉樹造林地，依據許原瑞(2008)的調查資料，其每年每公頃平均生長量(MAI)在4.7~22.4立方公尺之間，其中胸徑不乏20公分以上者，大徑木足堪作為菇蕈或合板用材。該公司近年來也陸續進行這些桉樹人工林的處分標售。

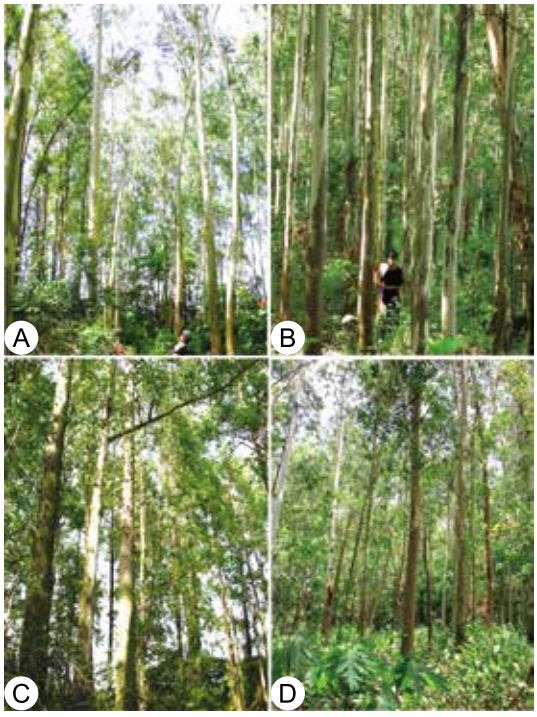


圖3 臺糖公司的桉樹人工林：A.雲林古坑(13年生)；B.嘉義大埔美(20年生)；C.臺南(18年生)；D.臺東泰源萌芽更新林(許原瑞 攝)

各國桉樹人工林的生產力

桉樹的葉子除可作為無尾熊的食物，也可萃取桉樹精油。桉樹木材的使用方式，各國不外乎作為薪炭材、紙漿材、合板材、用材等，近年來也曾被探討應用於生質能源的生產。臺灣則尚有磨成木粉，作為菇蕈培養之太空包補充成分的特殊用途。可以說桉樹的利用方式很多元。

由於各國桉樹人工林經營目標不盡相同，生育地條件各異，因此反映在樹種的選擇、育種的方向、輪伐期的設定、林分經營方式等就大有不同，多樣性的資訊可供經營及研發的參考。

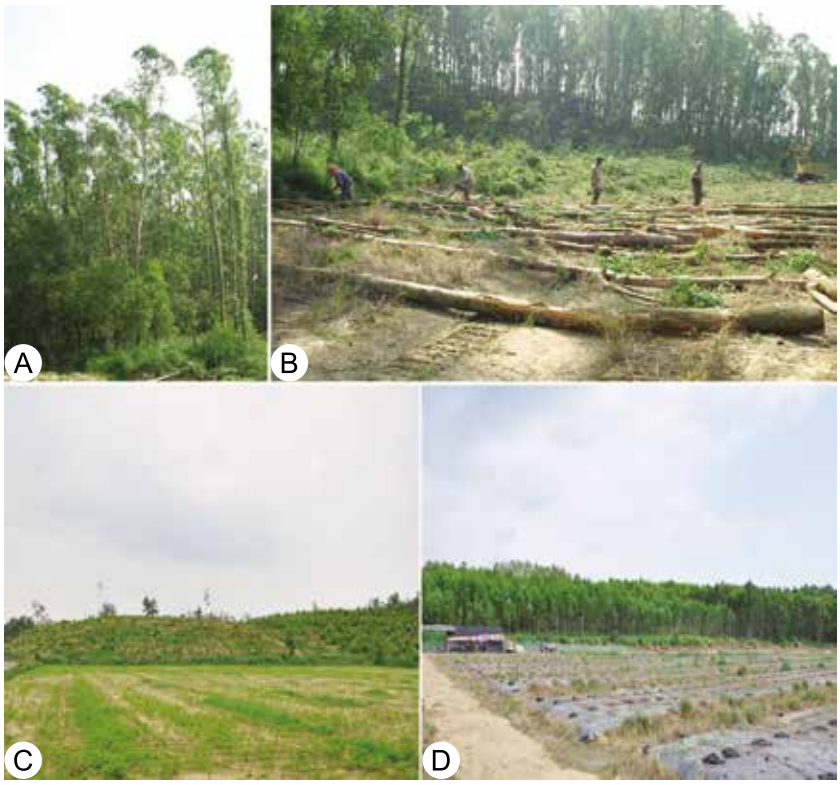


圖4 臺糖公司新化農場桉樹人工林：A.砍伐前(2010年)；B.伐木(2010年11月)；C.左側山坡新植造林(林試所設立試區)，右側山坡萌櫱更新(2011年7月)；D.不同經營方式呈現生長差異(2014年7月) (蔡佳彬 攝)

表2所列之生長量數據係整理自國內外的文獻、報告，通常是局部地區之樣區觀察、試驗結果，並非各國之官方統計數字，不代表該樹種或營養系在該國的平均生產力，只能做有限度的參考，不宜擴大推估。這些生產力的差異起源，可能與各國桉樹造林生育地差異、樹種選擇是否適宜、生物性(病蟲害)或非生物性(環境、風及乾旱等)危害程度及集約經營(施肥、灌溉等)與否等因素有關。

結語

桉樹在臺灣的育種及造林已有良好成果，但是每年夏、秋之際難以迴避的颱風，以及新興的病蟲害，對於桉樹人工林分健康及經營都是衝擊。早年的桉樹試驗曾發生試區遭受颱風侵襲而嚴重受損，在輪伐期之前即提前結束試驗的情形。在臺灣發展桉樹人工林時，如何能在輪伐期內安然度過颱風的摧殘，使努力付出的心血不致隨風而逝，是最近參與試驗人員感受極深的事。這是未來試驗過程應該慎重考慮的重點，也更是經營者關心的議題。



圖5 花蓮大富農場4.5年生雜交桉GU造林地在麥德姆颱風過後之受害情形(蔡佳彬 攝)

表2 各國桉樹類的生長量

樹種/營養系	國家	MAI ($m^3ha^{-1}yr^{-1}$)	齡級	報告年度	備註
赤桉	阿根廷	20~25	7~15	1990	
	以色列	30	7~15	1990	有灌溉
	土耳其	17~20	7~15	1990	
		25~30	7~15	1990	第1代萌蘗林
	摩洛哥	3~11	7~15	1990	
	葡萄牙	2~10	7~15	1990	
	義大利	6~7	7~15	1990	
	瓜地馬拉	12.5~17.6	4.5	1989	
	尼加拉瓜	2.4~16.8	2.8~5.4	1989	
	衣索比亞	12.88	14	2013	
		13.63	7	2013	第1代萌蘗林
	巴西	39.6~40.3	7.5	2012	
剝皮桉	哥斯大黎加	89	4.5	1980	
		2~39	2~4	1994	
		4.4~28.5	7~9.5	1996	
	巴布亞紐幾內亞	25~40	15	1993	
	菲律賓	25~30	10	1993	
	臺灣	14~15	6.5	1990	臺東、花蓮
鄧恩桉	南非	29.8~63.7	6.7~8	2009	
藍桉	阿根廷	30	-	1961	
	澳洲	35	17	1984	
	衣索比亞	30	-	1989	
	智利	13~44	15~16	1986	
	南非	12.4~29.2	6.7~8	2009	
	臺灣	11.8	5.7	1995	臺東電光
玫瑰桉	澳洲	16	29	1984	新南威爾斯
	巴西	55	7	1992	Aracruz Florestal
		27.3	6.4	2004	移除殘材
		45.3	6.4	2004	保留殘材
	哥斯大黎加	1~49	2~4	1994	
		49~112	6.5	1995	不同施肥及栽植密度
	南非	35	-	1980	
		18.9~89.1	6.7~8	2009	
	史瓦濟蘭	18	9	1992	
	烏干達	17~45	-	1980	
	辛巴威	40	-	1980	有灌溉

續表2 各國桉樹類的生長量

樹種/營養系	國家	MAI ($m^3ha^{-1}yr^{-1}$)	齡級	報告年度	備註
玫瑰桉	臺灣	10~16	6.5	1990	
		34	3	1997	
	印度	9~31.3	7	1998	
	墨西哥	35.7	11	2012	
亮果桉	南非	6.8~39	6.7~8	2009	
大葉桉	巴西	10~35	-	1983	
	智利	10~35	-	1983	
	美國	16.8	10	1983	佛羅里達
	美國	26	23~38	1983	夏威夷
	馬達加斯加	10~35	-	1983	
	模里西斯	10	-	1983	
	馬拉威	21	-	1983	
	印度	21	-	1983	
	馬來西亞	21	-	1983	
	巴布亞紐幾內亞	21	-	1983	
	薩伊	20~30	-	1983	
	臺灣	9.5~12	6.5	1990	臺東、花蓮
峽谷薄荷桉	南非	16.4~72.3	6.7~8	2009	
細葉桉	臺灣	7.5~15	6.5	1990	臺東、花蓮
	印度	6.1~11.6	7	1998	
尾葉桉	喀麥隆	30~83	8	1993	
	剛果	40	5	1993	
	臺灣	5.9~9	5.7~6.3	1995	電光、六龜
	巴西	31.5	7.5	2012	
	墨西哥	49.3	7.6	2012	
雪梨藍桉	巴西	89.5	7	1987	
	臺灣	7.8	6.3	1995	六龜
混合林 (赤桉、玫瑰桉、尾葉桉)	臺灣	18.2~22.4	13	2008	雲林
		15.6~21.1	18	2008	臺南
		4.7~14.5	20	2008	雲林、嘉義、高雄、屏東
雜交桉GU	臺灣	30.8	3.75	2013	花蓮大富
雜交桉CG43	臺灣	16.1	2.75	2013	花蓮大農