

部編大學用書

都市森林學

高 清 著

國立編譯館 主出 編版

部編大學用書

都市森林學

高 清 著

國立編譯館 主編
出版

中華民國七十三年三月初版

都市森林學

版權所有
翻印必究

定價：精裝新台幣貳佰陸拾元
平裝新台幣貳佰叁拾元

著者：高 清

出版者：國立編譯館

印行者：國立編譯館

館址：台北市舟山路二四七號

電話：三二一六一七一

自序

民國67學年筆者在臺大開始教授「都市森林學」。這是一門選修科。修這門課的森林系同學三年來都維持在十五人左右，而選課的外系同學則從五人增至一百六十五人。

本教科書分成二個單元，第一個單元是觀賞樹木育林學（aboriculture），這是部份介紹城區內植樹的技術，第二部份是市郊森林學。

本書除了可以作為大專有關科系的教科書外，也希望能供作各界人士的參考。

都市森林學

目 次

第一章 緒言	1
第二章 都市森林的效用	9
第一節 調節氣候	9
第二節 森林的工程上效益	22
第三節 森林在建築上的效用	48
第四節 森林在美學上的效用	58
第五節 森林的其他效用	59
第三章 市區森林的建造	61
第一節 樹藝學的定義與森林苗圃	61
第二節 森林的生育地	64
第三節 都市森林的生育地環境	68
第四節 都市森林的設計	74
第五節 都市森林之栽植	83
第六節 都市森林的施肥	92
第七節 市區森林之修枝	96
第八節 樹穴處理	106
第九節 支柱與纜繩	114
第十節 市區林之保護	119
第十一節 台灣的觀賞樹木	127
第十二節 屋頂花園	133
第十三節 森林育種	134
第四章 郊區森林的建造	137

2 都市森林學

第一節 森林的建造·····	137
第二節 森林保護·····	159
第五章 都市森林的經營·····	181
第一節 分佈·····	181
第二節 行政管理·····	187
第三節 調查·····	191
第四節 評價·····	195
第五節 森林利用·····	199
第六節 教育·····	200
第七節 管理·····	201
第六章 市郊森林的經營·····	205
第一節 林地測量·····	205
第二節 森林測計·····	225
第三節 森林經理·····	232
第四節 保安林的經營·····	252
第五節 混農林經營·····	275
第七章 市郊森林遊樂區的開拓·····	281
第一節 市民的需要·····	281
第二節 森林遊樂區地點的選擇·····	283
第三節 森林遊樂區的規劃·····	285
第四節 博物館與動物園·····	290
第五節 兒童遊樂場·····	291
第六節 露營區·····	292
第七節 烤肉區或野餐區·····	296
第八節 組織化營區·····	297
第九節 水域活動·····	298

第八章 都市中野生動物的管理.....	305
第一節 野生動物管理的基本觀念.....	305
第二節 都市中野生動物的管理.....	321
第九章 結 論.....	353

第一章 緒 言

都市森林學 (Urban Forestry) 是一門新興的科學。美國全國第一次都市森林學會議於民國六十七年七月間召開，都市森林學研究範圍有幾個內涵即：庭園木的建造，行道樹的建造，都市綠地的造林與都市範圍內風景林與水源涵養林的營造。都市森林學這門學問之所以興起因美國近來都市之急速發展與美國人民對生態環境之重視有關。

都市之發展

促成美國及我國臺灣省都市發展之原因有三，即人口增加，家庭戶數增加與國民所得增加，美國人口在1970年是二億至公元2000年將增至二億六千萬人，美國之人口出生率自1960年已降至千分之二點一，即已到達零出生率。(Zero Population growth) 但所謂零出生率並不指目前人口不會增加，而是指如果在長時期維持這種出生率最後會使人口停止成長，對美國而言如果長期維持千分之二點一出生率，將在公元2002年人口才會停止成長。我國人口自民國四十年之八百萬人增加到目前的一千七百萬，且目前我國人口出生率尚未降到零出生率，人口之增加有增無已，人口之增加是都市急速成長的一項因子。

美國在1960年代人口增加了百分之十一，但戶口數即增加了百分之十七，這是因為單身戶增加的關係，美國單身戶亦希望擁有包括起居室、臥房、廚房及衛生設備在內的住宅，遂形成都市擴張的第二個原因，我國最近十五年急速進行工業化，家庭狀況亦自大家庭分割為小家庭。所以戶口數之增加當較人口數之增加為速，又我國單身戶近

2 都市森林學

期增加頗多，但因我國單身男女對居住之慾望較低，所以似不能成為都市擴張的主要壓力，但小家庭的大量形成確形成我國都市擴張的一項壓力。

都市擴張的第三項原動力是國民所得之增加，在美國二十年來國民平均所得增加四倍，我國則增加近十倍，因國民所得之增加，國民遂希望擁有較大的房舍，希望擁有汽車，又因其購買力增加國民亦希望有較佳之服務，例如較寬廣之馬路，較佳之商店，規模較大之娛樂場所，因此國民所得增加成為都市擴張的第三項壓力。

因為都市之急速發展遂對環境產生破壞作用，以美國的戴德（Dade）郡為例，該城是以填土與挖泥的方式建築在沼澤地上，該城除了海岸外尚有運河、港灣、這些水域都是極敏感的生態體系（ecosystem），在1960年代該城之人口自五十萬發展到一百三十萬，因這項急速的發展使海岸被建築物遮蓋。水域被污染而導致植物、魚類與野生動物的死亡，又因為下水道排除之污水處置系統不良，污水遂污染水道及河口，該郡民遂要求改善其居住環境，美國其他城市亦提出類似的要求，這些要求部份屬於抑制都市發展而保持生態環境的要求，我國臺北市自民國卅九年人口四十萬左右發展至目前的二百萬人口，目前尚有人懷念當年市區的農田、白鷺鷥及郊區被填平的小湖泊，目前對生態環境的維護已成為世界注目的課題，但是有識之士認為為了維護生態環境而犧牲都市發展（及工業發展）乃不智之舉，遂提出了「進行調節發展」（Regulating Development）這觀念，這觀念包括「綠化都市區域」（Greening Urban Regions）。

都市計畫

在討論都市計畫之細節前當先瞭解若干都市計畫之基本理論，這些理論雖然說是專為糾正美國人的觀念而設立的，但對於我國人士仍

有參考的價值。

第一個觀念是都市發展的社會整體觀（ a Top Down Theory of Development Right ） 即：美國人一向認為在其所有的土地上開發仍是隨其獲得土地所有權俱來的權力，但目前則認為土地開發的權力是社會擁有的，社會有權將這種開發土地的權力依社會集體利益作適當的分配，易言之，本原則說明政府具有都市計畫的權利。

第二個觀念是下列土地不得開發：即易受破壞之環境不得開發，所謂易受破壞之環境包括沙灘、海岸、洪水平原、低濕地（ Wet land）極度傾斜之山坡地，具珍貴森林之林地與名勝古蹟。未來休閒所需用之土地亦不得開發，又高等則之農田及作為都市與都市間緩衝地帶之農田不得作為都市開發之用。

第三個觀念是都市計畫中當保留若干公眾休閒用空間（ Public open spaces）。這種休閒用空間包括公園、海灘等休閒用地，政府機關在將若干無人居住之休閒用地開發以作道路用地或其他用途時應慎重考慮，又以上地點如屬私人所有，其使用途徑亦受限制。

第四個觀念是土地之規劃利用應經過「環境撞擊分析」（ Environmental Impact Analysis）。即凡是會影響環境之巨大工程均應經過「環境撞擊分析」。其分析的項目包括：工程內容、工程對環境所可能引起的直接或間接效應，該項工程對環境所產生不可避免的不利影響。為了避免上述不良影響，這項工程是否有其他代行的方案？這項工程對於土地資源累積或長期的影響如何？均應一一詳加分析。

都市計畫學是一項古老的科學，但是在加入上述四項觀念後產生若干新的內涵。

都市計畫一般而言可將都市劃分為住宅區、工業區、商業區等區域，在上述區域內應有道路互相連接，道路旁應植行道樹，又有所謂公園道路（Park Road）之設置，而公園道路又分為林蔭大道（

4 都市森林學

Boulevard) 與園林大道 (Parkway) 兩種。而公園綠地及廣場附近均應種栽樹木，以上的樹木加上住戶之庭園木構成都市森林。

臺灣之都市森林

都市森林之經營與一般森林迥異，這是因為其經營的目的不同，選擇樹種的方式不同，樹木所處的環境不同所致。

都市森林之經營目的在(一)於炎熱之夏季能供給清爽之樹蔭，增加愉快情緒。(二)植物能吸收二氧化碳放出氧氣，故可淨化空氣。(三)於城市中添加綠化景色增進視覺上清爽，都市森林的環境與原野中之森林有下列區別：(一)空氣污染情形較嚴重，例如本省不論是經濟林與保安林均極少受到空氣污染之危害。但都市森林則受到空氣污染之嚴重危害。(二)對風害，乾旱之危害較輕。例如以澎湖縣馬公鎮為例，澎湖風害極為嚴重但馬公鎮鎮內榕樹生長頗佳，甚至若干人家庭院竟能栽植木瓜樹，又都市森林在照顧上較為周到。大致而言，乾旱，瘠地等對其之損害較小。(三)都市中之樹木較易受車輛及行人之殘害。(四)路燈對行道樹的光週期會發生改變的作用。(五)都市環境中所產生的樹木病蟲害與森林中所產生者不盡相同。所以在民國67年7月27日在美國召開的全美國都市森林會議宣讀論文時有一半的論文是在討論都市森林病蟲害之防治。

都市造林所栽植樹種之選擇應注重下列的條件 (一)樹性健壯對於風土能適應之常綠性樹種或落葉性樹種。依英國種植都市森林的經驗，若干樹種幼苗超過十呎猶能種植始能種植成功，所以臺灣都市森林造林時所使用幼苗之苗齡依樹種而異。不必一定堅持所有樹種之造林均應使用大苗或均應使用小苗。(二)應選擇對空氣污染與病蟲害具抵抗力之樹種。又根據國內外專家的研究，闊葉樹的抗空氣污染能力較針葉樹為強，所以建立都市森林時應盡可能選擇闊葉樹樹種。(三)樹木之

生命較長且性耐修剪者。因樹枝或樹幹於受到機械損害後其傷口易於痊癒之樹種。

臺灣區域建造都市森林較有成績者首推臺北市。臺北市每一市民享有公園綠地一點三平方公尺，這種數字低於紐約的一九點二平方公尺，但高於東京的〇點六平方公尺，臺北市目前有行道樹約六萬株，其造林之主要樹種有榕樹、樟樹、白千層、大王椰子、茄苳、楓樹、台灣海棗與木棉等，臺北市都市森林的育苗工作是在山仔后、五分埔、陽明山等苗圃中進行。此等苗圃之總面積計十一萬平方公尺，苗木培育完成後送至栽植現場，在栽植現場預留一平方公尺之範圍以供植物根部伸長，目前若干專家認為其植穴附近所保留之範圍應超過一點五平方公尺，如果可能的話以增至三～五平方公尺為佳。如必要時植穴應深掘並充分客土。至於苗木之栽植不宜置入植穴中過深以免妨害苗木之生長。又苗木種植後應加堅固之支架(firm staking)以防幼苗移動，除臺北市外，臺灣省各省轄市及縣政府均經林務局補助經費設立苗圃，此等苗圃所栽培之苗木絕大多數是用作行道樹或用為各機關學校美化環境之用，其樹種重要者計有龍柏、南洋杉、榕，大果鐵刀木、鳳凰木，印度橡皮樹等。

結論——都市森林的功效

美國一位森林學者曾經說：「假使每一株樹都能投票，則每一個森林學者都可以當選為總統」。都市森林學者T. O. Perry 博士則認為森林學者應具有開闊的胸襟把存在於都市中的樹木亦列入經營範圍。假使這樣的話，森林學者不但可以獲得山林中「樹木」的好感，同時也可以得到「人」的好感，在美國紐約與芝加哥等大城市中可能有百分之五至百分之十的空曠地。而在北卡羅萊州首府洛利(Raleigh) 則可能有百分之二十的空曠地，又在美國都市中水道、排水溝

6 都市森林學

、高壓線路與道路約占總面積的百分之四十，這種「通道」(rights of way) 的兩側也可以造林。存在於都市中的樹木其價值往往超過在森林中的樹木百倍而不止，根據美國方面的資料，一棟房子假使周圍有樹的話其價值會超過沒有樹木的同類房子二千至五千美元，這批庭園木非但增加房屋的景緻美而且會使每年空氣調節的費用減少二百美元。

美國城市有向郊區發展的趨向，這使城市的發展進入了水源涵養區範圍，這批劃入城市範圍的水源涵養林或景緻林的經營也成為都市森林學的研究範圍。

台灣各城市可供植樹的空曠地有多少？目前尙有待航測照像的判讀及地政資料的調查。因為台灣人口密度較高，這種空曠地必然較少，但因為這種空曠地是包括道路、公園、學校校園、庭園等各種可以造林的所在，所以也不能說完全不具有這種空曠地。

在台灣的都市森林是否也發揮與美國都市森林相同的功能，目前我們沒有詳細的資料，但看到報紙上的房屋銷售廣告競以「公園新城」、「花園新城」相標榜遂知道台灣的都市森林亦具有其功能。

目前台灣人口有逐漸集中於都市的趨向，我林業界同仁似應注意「都市森林學」這門學問，這樣不但可以造福所有都市中的居民，同時可以使都市居民（也就是台灣大多數居民）瞭解林業的功能，成為最好的林業推廣工作實為一舉而兩得的行為。

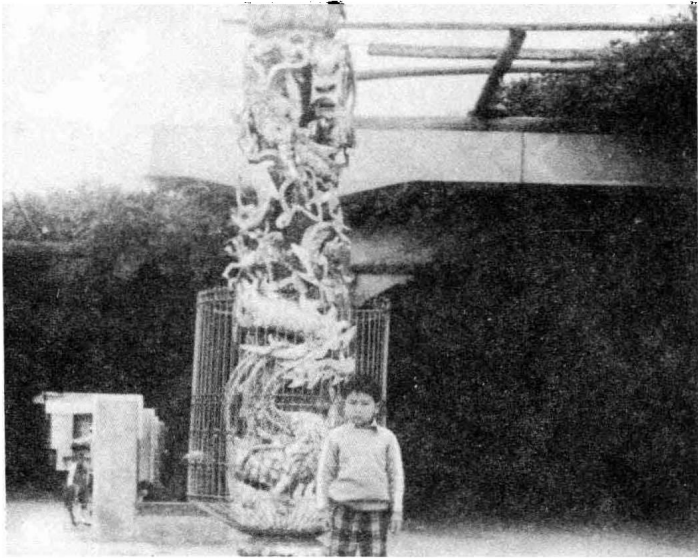


圖 1(1)：1 澎湖民衆及台南市安南區十二佃居民對「神格」的祭祀，象徵中國民衆對樹木的崇敬。

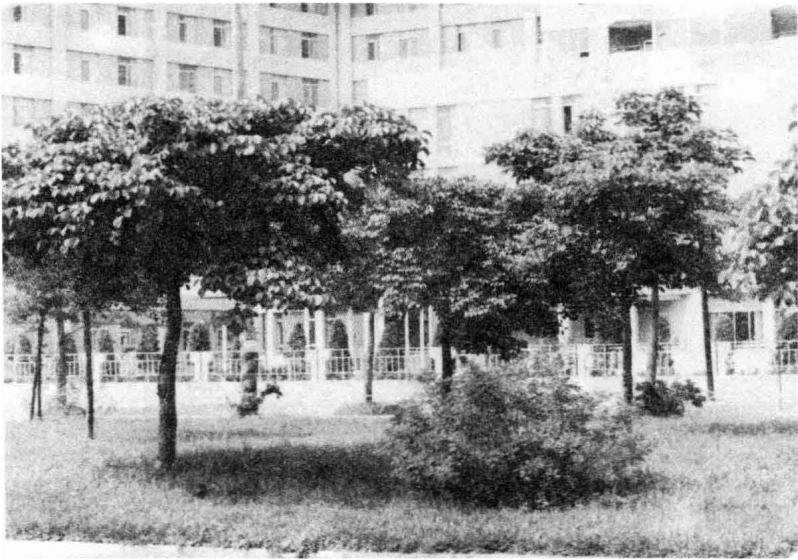


圖 1(1)：2 台北市的行道樹代表中國政府建造都市森林的努力。

第二章 都市森林的效用

都市森林對城市居民具有重要的功能，森林供人們庇蔭，美化環境並具有其他的功用。把都市森林的效用歸納起來可以分爲四類：

- (一)調節氣候。
- (二)工程上的效用。
- (三)建築上的效用。
- (四)美學上的應用。

第一節 調節氣候

森林具有調節氣溫、防風、調節雨量等功用。

(一)調節氣溫：

人的皮膚會感覺冷熱，人體體溫通常是 37°C ，當體溫超過這標準時即感到不舒服，更嚴重時則會中暑或受凍。一個不活動的人每小時發出50大卡的熱。活動時，大人所散出之熱更不至此。熱必須散失，這樣人才會覺得舒適。

熱以三種方式自體內散失即輻射、對流與蒸發。熱可以從皮膚以紅外光熱射線的方式散失。如果環境比人體冷，則熱從人體散至外界。但是，假使外界比較熱，則熱從外界環境輻射至人體。假使空氣比皮膚冷則熱對流出人體，如空氣比人體熱則熱對流至人體。風對於因對流而生的熱傳導有重要的影響，風會加速熱的傳導，蒸發是依靠流汗及皮膚與空氣接觸而散失熱。濕度減少與風速增加可以加速熱的蒸發 (evaporative cooling)。

城市比週圍的農地溫度高 0.5 至 1.5°C 。在冬天，這種情況頗爲舒適。但在夏天則相反，在都市裏因缺乏植物的關係所以比較熱。

10 都市森林學

當太陽的輻射能進入大氣層時，部份的輻射能被雲層反射。另一部份被空氣中的顆粒擴散（diffuse），部份被污染物質（二氧化碳、水蒸氣、臭氣）所吸收，剩下的輻射能才進入地球表面。

在白天，太陽輻射被土瀝青、水泥、鋼鐵、玻璃、屋頂的焦油等所吸收。這些物體都是不良的絕緣體。即這些物體吸熱快散熱也快。這些物體的溫度與周圍空氣的溫度不同，因此熱自這些建築材料以對流方式散入空氣，使附近空氣的溫度升高，並使空氣中的濕度下降。

在都市環境中，樹木、灌木及草類都會以控制太陽輻射的方式調節氣溫，樹木的葉會截攔、反射、吸收與傳送太陽輻射。樹木控制太陽輻射的能力要看樹葉的密度、葉形，以及枝的模式來決定。樹木及其他植物也會透過蒸散作用而調節夏天的氣溫，因此，樹木被稱做「天然的冷氣機」。一株樹一天要蒸散400公升的水，這相當於五部2,500大卡／小時冷氣機每天發動20小時，在樹蔭下氣溫下降而濕度上升。

在夜間，都市表面與空氣間會有紅外線輻射的交換作用。因此都市表面會把熱散到空中，在涼爽、晴朗的夜晚，都市表面散熱比較快，在有雲的夜晚，則散熱的情形較差。又各物質以紅外線方式散發熱的速度並不一樣，重而密度高的物質涼得慢。在晚上，樹蔭會使熱散的慢。即樹蔭在較熱的物質表面與較冷的空氣間形成屏障。因此，在夜裏，在樹下的溫度較空曠地為高。在城裡，這種溫度的差異到達5～8℃。

城市的組成也影響熱的散失，一個城市並不是一個均勻的物體，城市裏有不同的區域並且有許多不同的構造。例如城裏面有狹巷，有高樓、工廠、低矮的房舍、大街、停車場、公園、廣場、湖、小山及河流等，每一個小區域都有各自的微氣候。

(二)防風