

# 台灣地區中小學校園綠化成效評估 指標之研究

陳朝圳\* 蔡志堅\*\* 張樑治\*\*\*

## 摘 要

本研究旨在建構中小學校園綠化成效評估的觀測指標，進而編製一份具有實證效度的評量表。本研究以調查法作為研究方法；採用立意取樣選擇 207 所中小學作為研究樣本；使用結構方程模式分析實際調查而得之資料。由於最後分析結果顯示，本研究編製的評量表中的觀測指標，亦即覆蓋面積、綠化樹種、生長狀況、植栽配置、管理作業等五項指標的內部結構穩定( $\lambda$  值從 0.50 至 0.70； $\delta$  值從 0.52 至 0.75)，而且整體模式適配度良好( $p$ -value=0.18；RMSEA=0.05；Standardized RMR=0.03；GFI=0.99；CFI=0.99；NNFI=0.98 以及 ECVI 值小於 ECVI 的飽和模式與獨立模式值)，具參考價值，因此本研究推薦此評量表予現場評估人員參酌。

關鍵字：覆蓋面積、綠化樹種、生長狀況、植栽配置、管理作業

---

\* 屏東科技大學教授兼農學院院長  
\*\* 東華大學應用數學研究所博士候選人  
\*\*\*屏東科技大學生物資源研究所博士生

## 壹、前言

1996年，內政部營建署召開全國公園綠化會議，將學校納入都市綠地系統之後，校園綠化日益受到重視（營建署，1996）。事實上，環境綠化良好的中小學校園除了可提供周遭居民休憩去處的附加功能之外（Gold, 1977），良好的綠化環境更關係著學生的身心健康發展，以及影響著學生的學習成效（林明瑞，2001）。具體而言，校園中的綠化植物具有淨化空氣、調節微氣候、降低噪音等功效，可減少都市中的空氣、噪音污染而提供學生較佳的成長及學習環境（林憲德，2000；林明瑞，2001；Akbari, 2002；徐正杰，2003）。此外，張俊彥、張蓉真（1999）更以小學校園證實，綠化環境確實有助於學童學習成效的提升。是故，無論基於便民休憩或增進學生學習成效的考量，則全面推行中小學校園綠化工作均屬必要。

不過，「工欲善其事，必先利其器」，是以在全面推行校園綠化工作之際，首應制定綠化成效的評估方法或量化指標供執行單位參考，進而幫助其明瞭階段性的綠化作業是否必須加以改善。換言之，建構校園綠化成效評估標準應優先於綠化作業之前。然而，將校園納入都市綠化系統的主張已歷經多時，但迄今國內仍無一套標準化的評估指標（評量表），致使目前綠化成效的初步評估工作亦必須假手專家學者而增加綠化成本。由於近來國家財政吃緊，所有的經費預算都必須精打細算，未來綠化成效的初步評估工作可能需要由執行單位自行打理，是以探究簡

易且有效評估綠化成效的量化指標評量表供執行單位使用著實重要。再者，因為結構方程模式分析（Structural Equation Modeling，簡稱SEM）是目前較能精確探討潛在變項（在此係指綠化成效）與觀測指標之關係的分析方法（Hair, Anderson & Black, 1992；Jöreskog & Sörbom, 1993；黃芳銘，2003），因此本研究援用結構方程模式分析方法，試圖研製綠化成效指標評量表供日後參考。

## 貳、理論建構

Hair *et al.*（1992）；Jöreskog and Sörbom（1993）指出，在傳統的調查中，研究人員未區分潛在變項（latent variables）與觀察變項（指標）的作法頗具爭議，例如將「綠化成效」與「綠化成效的測量結果」劃上等號可能隱含著邏輯概念上的錯誤。詳細而言，因為綠化成效的測量結果僅能代表研究人員對於環境綠化情形的「看法」或「主觀感受的評量結果」，因此測量本身乃一種間接性的推測過程，不可能完全精準地描述環境綠化的情形。

相對地，目前較新的研究概念（結構方程模式分析理論）強調，潛在變項將無法直接測量而得，必須藉由指標的評量而間接推測。此外，因為現實狀況下的測量結果或多或少都會隱含著誤差項（可能是非系統性的隨機誤差，亦可能是人為因素所造成的偏誤），故推測結果必須再加上誤差項才是真正的綠化情形。更進一步，結構方程模式分析理論又指出，由於任何的指標都不可能完全確切地推測潛在變項，是以欲精確地推測潛

在變項宜使用二個以上的指標加以量化，俾透過指標間彼此的校正而估算其誤差，繼而比較真實地反應潛在變項（黃芳銘，2003）。換言之，結構方程模式分析這套邏輯概念不僅能清楚地將綠化成效與綠化成效指標的測量結果加以劃分，提出相當正確的邏輯概念之外，更提供合宜的統計分析方式。鑑於此，本研究擬使用結構方程模式分析方法，探究綠化成效與指標之間的關係，進而研製綠化成效評量表。

再者，就綠化成效評估而言，早期多使用「綠覆率」作為綠化成效的評估標準（王希智，2002），亦即以植物在綠化環境中的覆蓋面積評量綠化成效（綠化面積愈大表示成效愈佳）。不過，雖然採用綠覆率作為指標可迅速且直接地反應綠化情形，但因為綠覆率的評估方式仍有部分的爭議，故綠化成效評估只採用綠覆率這項指標可能較不合宜。舉例而言，雖然以喬木、灌木為綠化素材的甲校與使用草皮為素材的乙校的綠覆率相同，可是乙校的草皮卻無法產生淨化空氣、調節微氣候以及降低噪音的綠化功能。由於環境綠化的目的除了美觀之外，亦兼具淨化空氣、調節微氣候以及降低噪音等目標（林憲德，2000；林明瑞，2001），是以綠化成效亦必須將美觀之外的功效列入考量。換言之，綠化成效評估亦必須將綠化樹種（素材的選擇）考量其中，才能比較全面性地反應環境綠化的內涵。

不過，植栽素材必須與周遭環境作整體性的考量，包括植栽的配置是否考量點線面的配合；整體空間的感覺是否良好；植栽間

是否彼此協調；植栽密度是否恰當以及是否能呈現在地特色等，如此才能發揮綠化的美觀功效（吳功顯，1989）。是故，綠化成效評估實有將植栽配置納入考量之必要。

更進一步而言，由於環境綠化的概念主要源自於「永續發展」的理念（王希智，2002），因此環境綠化亦強調其永續性，亦即環境綠化的終極目標旨在持續地提供上述的綠化效益。再者，欲不斷地提供綠化效益，則必須長期地維護綠化環境，使植栽健全。而妥善的環境維護乃有賴於完善的管理工作，故對於長期的綠化成效評估而言，亦必須將綠化植物的健全與否（生長情形）和後續的管理情況列入評估要項。

總之，欲比較全面性地評量環境綠化成效，則必須涵蓋綠化植物的覆蓋面積、綠化樹種、植栽配置、綠化植物的生長狀況與後續的管理情況等五項指標。又因為這五項指標可區分成二大構面，亦即將覆蓋面積、綠化樹種、綠化植物的生長狀況歸屬於實際的「綠化情形」構面；將植栽配置以及後續的管理情況歸納在人為的「綠化管理」構面，因此本研究試圖以上述二個構面所包括的指標作為綠化成效評估的量化依據，並且實際走訪國內中小學進行驗證工作。

## 參、研究方法

本研究以一般較常採用的調查法作為研究方法，亦即本研究實際走訪全台中小學進行取樣並使用自編的評量表收集資料，然後再針對每筆資料加以分析。各細節說明如下。

表一 本研究樣本區域分佈表

分佈區域	預 試 樣 本		正 式 樣 本	
	國 中	國 小	國 中	國 小
北 區	1	13	3	7
中 區	11	34	8	70
南 區	2	27	10	45
東 區	7	27	14	50
合 計	21	101	35	172

### 一、樣本與取樣

本研究以教育部(2004)公佈的全台 695 所國中及 2543 所小學為母體，採用立意取樣選擇 122 所中小學為預試樣本；207 所中小學為正式樣本。樣本區域分佈見表一。

### 二、綠化成效評量表之發展

首先，本研究根據上述理論建構所歸納的指標作為評量表的評估項目。然後，由具備26年相關研究經驗的第一作者研擬每個評估項目的細部內容。緊接著，再由具備統計專業知識的第二作者、第三作者針對每項細部內容的量化評分進行商討。經商討結果，每項觀測指標皆賦予五等距的量化尺度。倘若評估結果「極差」則記予1分；「差」則記予2分；「中等」則記予3分；「佳」則記予4分；「極佳」則記予5分（每項指標的量化分數均介於1分至5分之間）。之後，三位作者齊聚，對於綠化成效評量表再作最後一次的評估項目內容與計分方式的確認（見表二）。

### 三、預試

根據理論建構以及評量表的評估項目，

本研究試圖繪製評量表中的每一項指標的統計關係模式（如圖一），並且加以預試。具體而言，圖一意指綠化成效的潛在建構可分為綠化情形與綠化管理二大構面。而綠化情形構面可由覆蓋面積、綠化樹種、綠化植物的生長狀況等三項指標加以量化；至於綠化管理構面則可以採用植栽配置與後續的管理情況等二者加以度量。

再者，圖一中的  $\xi$  符號表示統計分析上所述之外因潛在變項； $x$  表示外因潛在變項的觀測指標； $\delta$  表示外因潛在變項的測量誤差； $\lambda$  值表示連結  $\xi$  至  $x$  的係數； $\Phi$  表示綠化情形與綠化管理構面之相關性。更進一步而言， $\lambda$  值不僅可代表觀測值與真實值之間的關係外，亦可作為觀測指標的效度。此效度通常以  $t$  值作為檢定依據（ $t$  值為估計值除以標準誤，一般而言， $t$  值必須大於 1.96 且  $\lambda$  值本身大於 0.5 則觀測指標方具效度）。另外，將  $\lambda$  值平方可得  $R^2$  值， $R^2$  值表示潛在變項與觀測指標之間的線性關係解釋量（ $R^2$  值愈大表示觀測指標可解釋的程度愈高）。最後，除了以上內部結構的檢定之外，整體模式適配度亦必須達到檢定標準，亦即卡方檢定不顯著（ $p$ -value） $>0.05$ 、漸近誤差均方根

表二 綠化成效評量表

評估項目	細部內容及量化標準	評估結果
覆蓋面積	完全無綠化給予1分；綠化面積未過半給予2分；綠化面積約總面積之半給予3分；綠化面積過半給予4分；充分綠化給予5分。	1.極差 2.差 3.中等 4.佳 5.極佳
綠化樹種	1.依樹冠層次感評定（最高給予0.5分）： 無層次感給予0.1分；略具層次感給予0.2分；層次感尚可給予0.3分；層次感佳給予0.4分；層次感極佳給予0.5分。 2.枝葉密度（最高給予0.5分）： 非常稀疏給予0.1分；稀疏給予0.2分；中等給予0.3分；茂密給予0.4分；非常茂密給予0.5分。 3.葉子的整潔（最高給予0.5分）： 非常不整潔給予0.1分；不整潔給予0.2分；中等給予0.3分；整潔給予0.4分；非常整潔給予0.5分。 4.植物體質感（最高給予0.5分）： 質感粗給予0.1分；稍粗給予0.2分；中等給予0.3分；稍細給予0.4分；細給予0.5分。 5.是否能夠表現出校園特色（最高給予0.5分）： 完全不能給予0.1分；稍微不能給予0.2分；中等給予0.3分；能表現給予0.4分；表現淋漓盡致給予0.5分。 6.樹冠是否能與空間配合（最高給予0.5分）： 完全不能配合給予0.1分；稍微不能給予0.2分；中等給予0.3分；能配合給予0.4分；充分配合給予0.5分。 7.植栽是否可以適應當地氣候（最高給予1分）： 完全不可以給予0.2分；不可以給予0.4分；中等給予0.6分；可以給予0.8分；完全可以給予1分。 8.植栽色澤可否與校園協調（最高給予1分）： 完全不可以給予0.2分；不可以給予0.4分；中等給予0.6分；可以給予0.8分；完全可以給予1分。	1.極差 2.差 3.中等 4.佳 5.極佳  （評估結果採四捨五入之計分方式）
生長狀況	1.依植栽遭受病蟲害情形來評定（最高給予2.5分）： 非常不健康給予0.5分；不健康給予1分；中等給予1.5分；健康給予2分；非常健康給予2.5分。 2.依目前植栽的生長情形來評定（最高給予2.5分）： 非常不好給予0.5分；不好給予1分；中等給予1.5分；好給予2分；非常好給予2.5分。	1.極差 2.差 3.中等 4.佳 5.極佳
植栽配置	1.植栽是否考慮到點線面的配合（最高給予1分）： 完全不能配合給予0.2分；稍微不能給予0.4分；中等給予0.6分；能配合給予0.8分；充分配合給予1分。 2.整體空間的感覺是否良好（最高給予1分）： 非常不好給予0.2分；不好給予0.4分；中等給予0.6分；好給予0.8分；非常好給予1分。 3.不同的植栽間是否彼此協調（最高給予1分）： 非常不協調給予0.2分；不協調給予0.4分；中等給予0.6分；協調給予0.8分；非常協調給予1分。 4.植栽密度是否適當（最高給予1分）： 非常不適當給予0.2分；不適當給予0.4分；中等給予0.6分；適當給予0.8分；非常適當給予1分。 5.植栽大小與周遭建築比例是否適當（最高給予1分）： 非常不適當給予0.2分；不適當給予0.4分；中等給予0.6分；適當給予0.8分；非常適當給予1分。	1.極差 2.差 3.中等 4.佳 5.極佳
管理作業	1.依定期整理評定（最高給予1分）： 無師生或工友定期照顧給予0分；有給予1分 2.澆水情形（最高給予2分）： 非常不恰當給予0.4分；不恰當給予0.8分；中等給予1.2分；恰當給予1.6分；非常恰當給予2分。 3.雜草是否勤於清理（最高給予1分）： 完全沒有給予0.2分；沒有給予0.4分；中等給予0.6分；有給予0.8分；完全有給予1分。 4.是否定期整枝修剪（最高給予0.5分）： 完全沒有給予0.1分；沒有給予0.2分；中等給予0.3分；有給予0.4分；完全有給予0.5分。 5.是否定期施肥（最高給予0.5分）： 完全沒有給予0.1分；沒有給予0.2分；中等給予0.3分；有給予0.4分；完全有給予0.5分。	1.極差 2.差 3.中等 4.佳 5.極佳

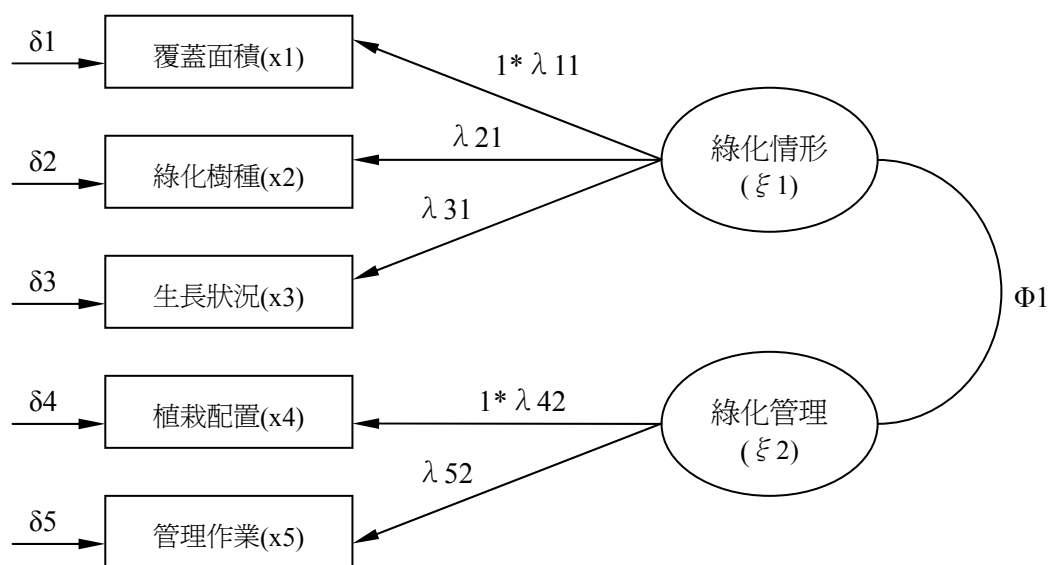
(RMSEA) <0.05、標準化均方根殘餘 (Standardized RMR) <0.05、適合度指標 (GFI) >0.90、比較適合度指標 (CFI) >0.90、非規範適合度指標 (NNFI) >0.90 以及期望複核效度指標 (ECVI) 小於 ECVI 的飽和模式與獨立模式值，則各項指標的評量方具意義。

由於預試結果顯示，本研究評量表具有不錯的效度，故本研究以此評量表作為日後驗證之藍本。詳細而言，結構方程模式分析結果（本研究以最大概似法作為分析方法）指出， $\lambda$  值從 0.55 至 0.78 (t 值均大於 1.96)；卡方檢定不顯著 (p-value) = 0.07、漸近誤差均方根 (RMSEA) = 0.10、標準化均方根殘餘 (Standardized RMR) = 0.05、適合度指標 (GFI) = 0.97、比較適合度指標 (CFI) = 0.97、非規範適合度指標 (NNFI) = 0.92 以及 ECVI 值等於 ECVI 的飽和模式值 (0.25) 與小於獨立模式值 (1.43)。當然，或許 RMSEA 與 ECVI

值未盡理想。不過，因為結構方程模式分析的適配度檢定指標眾多，宜由整體面作通盤性的判定 (黃芳銘, 2003)，因此在多數指標均符合標準的情形下，此評量表應具效度而可以作為研究工具。

### 肆、結果與討論

經初步統計分析結果顯示，台灣地區中小學校園的綠化覆蓋面積的平均量化分數為 3.88 分 (標準差 0.96)，亦即綠覆率已超過 50%，大致良好；綠化樹種選擇的適宜性的平均量化分數為 4.24 分 (標準差 0.84)，顯然其適宜性相當不錯；植栽的生長狀況的平均量化分數為 3.22 分 (標準差 0.93)，亦即雖然植栽的生長並非最佳狀態，但其生長狀況尚可接受；植栽配置的平均量化分數為 3.50 分 (標準差 1.00)，顯然其配置情形已相當不錯；至於植栽管理作業方面，其平均量



圖一 本研究指標關係模式圖

化分數為 3.35 分（標準差 0.92），呈不錯的管理情形（見表三）。簡言之，本研究樣本的綠化情形頗佳。

再者，因為結構方程模式分析對於樣本的常態分配特性要求甚嚴，其偏態與峰度係數值必須介於-2 至 2 之間（Mardia, 1985），因此在進行結構方程模式分析前，本研究先計算各指標的偏態與峰度係數。由於所有的數值均介於-2 至 2 之間（見表三），是以本研究繼而著手各指標之間的統計關係模式分析。

結構方程模式分析結果指出， $\lambda$  值從 0.50 至 0.70（ $t$  值均大於 1.96）； $\delta$  值從 0.52 至 0.75，顯示內部結構穩定。另外， $\Phi$  的標準化估計值為 0.73，而且達顯著水準（ $p < 0.05$ ），具收斂效度；又  $0.73$ （ $\Phi$  的標準化估計值） $+ 0.06$ （ $\Phi$  的標準誤） $\times 1.96 = 0.85$  而小於 1，故綠化情形與綠化管理二構面具區別效度（見表四）。至於整體模式適配度方面，其卡方檢定不顯著（ $p$ -value） $= 0.18$ 、漸

表三 本研究各指標基本資料描述表

指 標	平均數	標準差	偏態	峰度
覆蓋面積	3.88	0.96	-0.69	-0.24
綠化樹種	4.24	0.84	-1.03	0.77
生長狀況	3.22	0.93	-0.28	-0.07
植栽配置	3.50	1.00	-0.40	-0.21
管理作業	3.35	0.92	-0.50	-0.07

近誤差均方根（RMSEA） $= 0.05$ 、標準化均方根殘餘（Standardized RMR） $= 0.03$ 、適合度指標（GFI） $= 0.99$ 、比較適合度指標（CFI） $= 0.99$ 、非規範適合度指標（NNFI） $= 0.98$  以及 ECVI 值小於 ECVI 的飽和模式與獨立模式值（見表 5）。是故，根據相關文獻（吳功顯，1989；林憲德，2000；林明瑞，2001；王希智，2002）所建構的指標而編製的綠化成效評量表頗具效度。

表四 本研究模式參數估計值表

參 數	非標準化估計值	標準化估計值	標準誤	t 值
$\Phi$	0.30	0.73	0.06	4.83*
$\lambda$ 覆面	1.00	0.61	--	--
$\lambda$ 樹種	0.92	0.64	0.15	6.12*
$\lambda$ 生況	1.10	0.69	0.18	6.26*
$\lambda$ 配置	1.00	0.70	--	--
$\lambda$ 管理	0.67	0.50	0.15	4.33*
$\delta$ 覆面	0.58	0.63	0.07	7.72*
$\delta$ 樹種	0.42	0.59	0.06	7.33*
$\delta$ 生況	0.46	0.52	0.07	6.41*
$\delta$ 配置	0.52	0.52	0.12	4.34*
$\delta$ 管理	0.64	0.75	0.08	8.09*

註：\* $p < 0.05$ ；--為參照指標，乃限制估計參數。

表五 本研究模式適合度指標檢定表

適合度指標	指標值	備註說明
卡方顯著水準	0.18	指標值範圍從 0 至 1，理想值為 $p\text{-value}>0.05$
漸近誤差均方根 (RMSEA)	0.05	理想值為 $RMSEA<0.05$
標準化均方根殘餘 (Standardized RMR)	0.03	理想值為 $RMR<0.05$
適合度指標 (GFI)	0.99	指標值範圍從 0 至 1，理想值為 $GFI>0.90$
比較適合度指標 (CFI)	0.99	情形同 GFI
非規範適合度指標 (NNFI)	0.98	情形同 GFI
ECVI (飽和模式，獨立模式)	0.14 (0.15, 1.20)	理想值應小於飽和模式值與獨立模式值

而深值一提地，雖然 RMSEA 與 ECVI 值在預試分析時未盡理想，但在正式分析時此二者均達到適配度檢定的要求，故可臆測地，隨著樣本數的增加，則指標之間的統計關係模式愈趨穩定。事實上，此結果與黃芳銘 (2003) 所述頗為吻合，亦即著手結構方程模式分析宜使用二百份以上的樣本，如此才能獲得比較穩定的統計模式。由於本研究正式分析使用 207 份樣本，是以此模式較預試分析所獲得之結果更為穩定。更進一步就實務意義而言，因為當 ECVI 小於 ECVI 的飽和模式與獨立模式值意味著，此結構方程模式可類化推估於其他的樣本，因此本研究編製的綠化成效評量表應可提供其他的中小學參考，使其不必假借專家之手而可以自行評量綠化成效，進而減低綠化成本。

最後，必須澄清說明地，就否證研究觀點而言，縱使一百次相同的研究結果也不足以支持一項假設；但一次不同的結果卻足以

推翻一項定理，故儘管預試分析與正式分析均證實本研究所編製的綠化成效評量表頗具效度，但這並不意味著綠化成效評量表完美無暇而無需修增（例如  $\lambda$  配置值的預試分析結果為 0.55；正式分析結果僅為 0.50。雖然其尚可接受，但仍有改善的必要，像是更細膩化評分標準）。誠如楊國樞 (1997) 所言，科學的真理係無法在幾次研究之後即可獲得，因此欲獲得更完善的評量表，則未來仍必須持續地研究。又雖然本研究所編製的評量表可適用於其他樣本 (ECVI 小於 ECVI 的飽和模式與獨立模式值)，不過，因為本研究係採用立意取樣而非隨機取樣，故此評量表的適用範圍有多廣泛仍必須更進一步的釐清。基於此，研究者由衷地期盼日後能再以此評量表為根基而更加深入地探究，繼而編製完善的綠化成效評量工具供國內中小學參考。



預測效度。

## 伍、結論與建議

雖然預試分析與正式分析結果均證實本研究所編製的綠化成效評量表頗具效度，不過就否認證觀點而言，此結果依舊無法說明綠化成效評量表可以放諸四海皆準。再者，因為本研究樣本係採用立意取樣而得，是以前適用層面仍必須加以商榷。因之，本研究在此載明，由於目前急需一套根據科學研究方法所編製的綠化成效評量表，故雖然本研究所編製的評量表可能有濟急的功效，然而欲獲得更完善的評量工具，則未來仍必須不斷地加以探究。另外，基於本研究未盡之處，研究者試擬以下二項建議，冀日後研究能以本研究結果為根基，進而發展更為完善的中小學校園綠化成效評量之工具。

### 一、樣本之建議：

由於本研究樣本係使用立意取樣而得，致使研究結果可能缺乏全面地適用性，因此本研究建議，日後研究宜採用其他的取樣方式或選擇本研究之外的樣本，以釐清本研究根據相關文獻所建構的測量指標而編製的綠化成效評量表的適用層面。

### 二、方法之建議：

就統計分析而言，其除了可以考驗評量表的建構效度之外，亦可以考驗預測效度，因此本研究建議，日後研究可以參考先前理論建構所提及的綠化效益（如淨化空氣、學童學習成效）而作為依變項，然後再探究彼此之間的關係，進而考驗綠化成效評量表之

## 陸、參考文獻

### 一、中文部分

- 王希智（2002）。「綠建築」中「綠化」及「基地保水」評估指標於國民中小學校園之應用 - 以新竹市為例。逢甲大學建築及都市計畫碩士班碩士論文，未出版，臺中市。
- 吳功顯（1989）。全台灣地區校園環境美化之研究（二） - 東部地區校園環境美化之研究。臺北市：行政院農業委員會。
- 林明瑞（1996）。校園美化綠化之環保觀。環境教育，30，52-61。
- 林憲德（2000）。綠建築技術彙編。臺北市：內政部建築研究所。
- 徐正杰（2003）。都市環境的綠化與透水效果對於微氣候之影響 - 以花蓮市區為例。東華大學環境政策研究所碩士論文，未出版，花蓮縣。
- 教育部（2004）。學校通訊錄及各類統計。  
<http://140.111.1.22/school/main.htm>。
- 張俊彥、張蓉真（1999）。校園綠美化對學童之學習效益。科學農業，47，61-71。
- 黃芳銘（2003）。結構方程模式，理論與應用。臺北市：五南圖書。
- 楊國樞（1997）。科學研究的基本概念。載於楊國樞、文崇一、吳聰賢及李亦園合編，社會及行為科學研究法，（1-34 頁）。臺北市：東華書局。

營建署 (1996)。營建政策白皮書。臺北市：營建署。

## 二、英文部分

Akbari, H. (2002). Shade trees reduce building energy use and CO<sub>2</sub> emissions from power plants. *Environmental Pollution*, 116, 119-126.

Gold, S. M. (1977). Social benefits of tree in urban environments. *International Journal of Environmental Studies*, 10, 85-90.

Hair, J. F., Anderson, R. E., & Black, W. C. (1992). *Multivariate data analysis*. New York, NY: Macmillan Publishing Company.

Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1993). *LISREL8: User's reference guide*. Chicago, IL: Scientific Software International.

Mardia, K. V. (1985). Mardia's test of multi-normality. In S. Kotz and N. L. Johnson (Eds.), *Encyclopedia of Statistical Science* (pp. 217-221). New York: Wiley.

# A Study of Evaluation Indicators of Greening Environment at Elementary and Junior High Schools in Taiwan

Chaur-Tzunh Chen\* Chih-Chien Tsai\*\* Lian-Chih Chang\*\*\*

## Abstract

The primary purpose of this study is to explore the relationship between a latent variable “greening” and its measured indicators (i.e., rate of plantation, growing condition, type of plants, arrangement of plants and plantation management), and then to develop a greening evaluation form. We investigated 35 elementary schools and 172 junior high schools by means of field survey. Data were analyzed using Structural Equation Modeling (SEM) with LISREL 8.52. The findings based upon the analysis showed that the goodness of fit of the model was well ( $\lambda$  from 0.50 to 0.70,  $\delta$  from 0.52 to 0.75, p-value=0.18, RMSEA=0.05, Standardized RMR=0.03, GFI=0.99, CFI=0.99, NNFI=0.98, ECVI < ECVI for Saturated and Independence Model). It suggests that the Greening Evaluation Form is available.

Keywords: Rate of plantation, growing condition, type of plants, arrangement of plants, plantation management

---

\* Professor and Dean, College of Agriculture, National Pingtung University of Science & Technology.

\*\* Doctoral Candidate, Department of Applied mathematics, Dong Hwa University.

\*\*\* Graduate Student, Institute of Bioresources, National Pingtung University of Science & Technology.