

# 台湾泥岩恶地优势植物非破坏性干物重 连续监测技术之研究

张俊斌<sup>1</sup>, 陈意昌<sup>2</sup>, 施证育<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>台湾中兴大学水土保持学系; <sup>2</sup>台湾“内政部土地重划工程局”)

**摘要:** 为了解台湾西南部泥岩恶地优势植物棱果榕与刺竹之生长模式, 且为避免在研究过程中影响植物之生长, 本研究开发可持续性且非破坏性技术, 藉由量测叶片的物性而推估其干物重量。将供试植物叶片长度与最大宽度之乘积定为  $P$  值, 且由试验分析结果得知,  $P$  值与干物重或叶面积均具甚高之相关系数, 以自然对数转换之干物重与  $P$  值之线性关系, 经由统计回归及残差分析结果, 为最适称之推估模式。该模式之干物重非破坏性测定技术具有准确、简易、快速与成本低廉之特性并可作持续性成长监控, 而得知生长量变化与曲线。

**关键词:** 泥岩地区; 非破坏性测定; 回归分析; 优势植物

中图分类号: Q 93-3      文献标识码: A      文章编号: 1005-3409(2002)01-0049-08

## Study on Continue Monitor of Nondestructive Dry-matter Technique for Dominant Plant in Taiwan Mudstone Area

CHANG Chun-Pin<sup>1</sup>, CHEN Yi-Chang<sup>2</sup>, SHI Cheng-Yu<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Department of Soil and Water Conservation, Chung Hsing University, Taichung, Taiwan 402, China)

(<sup>2</sup>“Land Consolidation Engineering Bureau, Ministry of the Interior”, Taiwan 402, China)

**Abstract** In order to avoid the interference of plant growth, the dry weight of Angular-fruit Fig and Thorny Bamboo must be evaluated by other measurements which can obtain nondestructive physical factors. Angular-fruit Fig and Thorny Bamboo are dominant plant on the mudstone area in South-Western Taiwan. To get the growth model of dominant plant, the technique of sustainable and nondestructive dry-matter estimation model must be developed. The relationship between dry weight of leaves and other physical properties need to be established in advance. Six kinds of physical properties on the leaves of Angular-fruit Fig and Thorny Bamboo were measured. The product of leaf length ( $L$ /cm) and maximum width ( $W_{\max}$ /cm), defined as  $C$  values, have high correlation coefficients with dry weight ( $D_w$ ) or leaf area. The linear function between natural logarithm of dry weight(g) and natural logarithm of  $C$  values( $\text{cm}^2$ ) was the best fit model. This model of the nondestructive technique for growth amount is simpler, accurate, rapid, and cheaper than other methods.

**Key words** mudstone area; nondestructive measurement; regression analysis; dominant plant

### 1 前言

目前对于植物之生长方面研究, 大都偏重于经济作物之生产控制, 对于野外地区优势植物之生长

模式则较少探讨, 尤其是在台湾西南部之泥岩恶地区。将植物之生长变化加以定量描述并予以模式化, 则更有助于了解气候、土壤水分与肥分、管理技术等条件对植物生长之影响, 而农艺、园艺之蔬果、花卉

① 收稿日期: 2000-10-13  
作者简介: 张俊斌, 台湾中兴大学水土保持学系 博士候选人; 陈意昌, 台湾“内政部土地重划工程局工程司”; 施证育, 台湾中兴大学水土保持学系 硕士生。

等经济作物, 其在植物生长的建立过程中, 主要以生理机构来建立生长模式, 亦有以质量不灭定理中碳之平衡建立花梗、叶片与花朵之干物重对时间之增加关系公式 (Lieth and P asian, 1990; Larsen and Gertsson 1993)。

由于植物种类之不同, 其生长速率及最后体积重量亦有差异。株高之测定, 因其分枝粗细不同较难以比较; 体积之测定, 虽可应用, 但施测不易; 直接测量植物干物质重, 是较可行的; 其余者, 因涉及复杂的数学模式与生理结构量测上的不便、困难, 也较少使用。Lieth and P asian (1990b) 建立之生长模式包括净光合作用速率公式、碳基之流入与流出, 干物质分配至花朵、花茎、叶片之比例。因此, 在模式建立过程中, 以干物质作为植物生长之指针, 而量测干物质重之准确性成为模式预测与验证之重要因素。

大部分的植物组织在正常环境下, 约含有 80% 的水分, 但随着植物所处环境的干旱或潮湿, 其含水量会有所改变而影响其鲜重。因此, 干重较常用于测量植物体的生长 (Hopkins 1995)。而有关植物干物质之量测方法中, 一般较常使用的技术为同位素法与烤箱烘干法, 前者虽具有可现地直接量测之优点, 但其设备昂贵且作业程序较复杂; 而以烤箱烘干法去除水分后再用量测其干物重, 此方式虽具简易方便之特性, 但属于破坏性且植株经测定后即失去生命力, 无法继续量测。因此, 为了建立准确之生长模式, 干物质质量测技术必须利用非破坏性物理量而推估, 以达到持续、简易、迅速、实时等特性, 且符合经济效益。非破坏试验亦常并用于木材质之评估, 黄等 (1993) 以超音波穿透之时间探知原木内腐朽或孔洞, 并加以定位。且为避免频谱出现噪声, 造成判读困难, 原木的长径比或板材的长宽比宜在 5 以上为佳。

Daughtry (1990) 评论以叶面积之量测作为间接计算干物重之技术, 认为植物受叶龄、大气环境等各种内外在因素之影响, 惟有以干物重做为植物生长模式指针才更具有实质上之意义。然而, 叶面积的量测亦可做为干物重的一项间接量测技术, 为建立玫瑰花生长模式, P asian 与 Lieth (1994) 建立了玫瑰花叶片、茎与花苞之各项尺寸与干物重之关系式, 其结果显示叶片干物重之关系模式为叶片长度的二次方多项式, 茎干物重为茎直径之二次方多项式; Hamamoto (1994) 利用生长模式以探讨在简易设施内外春菠菜之生长性状, 其研究结果显示菠菜叶面积、叶长与干物重之对数转换值与生长时间皆有二次方多项式之关系; 而 Hopkins (1995) 亦指出, 叶

长、宽度不仅可用于计算干物重, 两者的比例亦可提供发育型态的讯息, 且叶片之时间增量曲线可用以代表植株之生长量变化。

柴田等 (1994) 之莴苣于植物工场的生长速度研究中, 以影像处理技术量测莴苣的全叶面积, 其统计分析结果显示: 叶面积、鲜重及干物重与时间之关系为指数函数; 而守谷氏等 (1996) 在树苗生长因子研究中, 其干物重与生长时间之关系以 Logistic 成长公式加以描述, 并以相对成长率 ( $RGR$ ) 与叶面积比值 ( $LAR$ ) 以探讨林木苗同化作用时养分之分配。

李与吴 (1981) 进行水土保持草类之百喜草品种间性状关系之研究中, 利用多变量分析、主成分分析法, 指出株高主茎、叶数、叶长、叶宽与叶干重间有高度相关, 但侧芽数之增多则与所有的性状不发生密切关系而呈独立。林等 (2001) 亦利用统计回归分析技术, 建立冬青菊与苦蓝盘之非破坏性生长量评估模式, 并探讨其适称性与预测能力。陈与林 (1999) 利用统计分析及残差检定方式, 开发蝴蝶兰叶片干物重之非破坏评估技术, 且叶片之数量与面积成为品质判别之指针。林与李 (1988) 认为在植株全重中, 根与单茎之质量与叶片质量之比较则不显著, 是以生长模式之探讨以叶片及根茎的成长为重点, 且利用蝴蝶兰叶长、宽度与常数之乘积以估算叶面积, 其常数值为 0.825。吕等 (1995) 以 Richards 函数探讨水芋的生长模式, 并以公式中常数所推衍之参数研究气象因素对水芋生长之影响。在其研究中, 叶部、地上茎与球茎之干物重对生长时间之数, 以 Richards 式回归结果, 指数次方之  $d$  值均介于 0.9~1.1 之间。叶与李 (1988) 则建立山苏花叶面积与干物重之关系, 提出叶干物重与面积之关系为直线公式, 亦有以干物重之时间变化作为小白菜生长模式之评估, 并探讨 Richards Logistic 与 Gompertz 等生长模式之適切性 (陈与雷, 1997)。

然而, 研究人员常忽略了回归分析基本假设之前置诊断工作, 且多半仅以回归决定系数  $R^2$  的大小就决定最佳模式, 这是传统统计上常见之误用, 且是非常冒险与误导的分析方式 (Myers 1986; 陈, 2000)。因此, 试验数据之回归模式分析宜兼顾回归决定系数 ( $R^2$ )、标准差 ( $S$ )、预测残差平方和 ( $PRESS$ ) 与残差分布图等定量、定性之评估方式来作一专业及统计上的适用性考量。

台湾西南部泥岩恶地区, 因其特殊的自然环境与人为之不当开发利用, 导致周遭植生不易且不断之扩大裸露 (Lin and Chang 1999; 张等, 1999), 植物生长易受其限制且相关文献于植物生长持续量测

方面之探讨亦较少。因此,本研究于台湾西南部泥岩恶地区及对设施内盆栽植物实地量测棱果榕与刺竹优势植物之叶长、叶宽及叶面积等物理特性,再以回归分析技术建立干物重与其它物性之最佳推估模式,做为泥岩地区优势植物的生长模式之评估准则

## 2 试验方法与材料

野外试验区位于台湾台南县六甲乡乌山头水库上游之红泉坑头小集水区内,面积约 20 hm<sup>2</sup>,地质属上新世的砂岩、泥岩、页岩所组成,表层土壤为砂页岩细质地石质土。区域内植物分布以早期种植之刺竹林为主,亦有人工种植之木麻黄林、大叶桃花心木与本地入侵之棱果榕、冬青菊及苦蓝等植物,并设置有防砂坝、淤泥地、土堤、农塘及农路等,为具典型泥岩地区环境特性之独立小集水区(张等, 1999; 张等, 2000)。室内设施内盆栽植物则位于台中市中兴大学水土保持学系三楼之网室设施内,兹以对照植物叶片物性之差异。

### 2.1 叶片物理性量测

此研究量测之物性包括叶片干、湿重、叶片面积、叶片长度与最大宽度,且定义叶片长度与最大宽度的乘积为  $P$  值。

2.1.1 干、湿重量测 叶片湿重之量测,于野外试验地现场及室内设施内盆栽取下叶片后,即以精密天平(FA-200 精密度±0.001 g)量测,而干物重则以德国制之 MEMMERT ULM 400 型烤箱进行干燥作业,以 85℃热风温度干燥 48 h 后,待其降至室温时,再量测干燥后的叶片干物重。

2.1.2 叶片面积、长度与最大宽度之量测 以美国 LI-COR 公司制之 LI-3000A 叶面积仪配合 LI-3050A 透明带输送机进行野外与设施盆栽之棱果榕与刺竹叶片面积、长度、平均宽与最大宽度等之量测。

### 2.2 供试植物材料

刺竹 *Bambusa stenostachya* Hackel 英名: Thorny Bamboo 属禾本科,多年生常绿木本。叶部具叶柄,叶柄与叶鞘之连接处有节,叶枯时叶片会脱落,叶鞘则留存于原著生叶片之小枝上。适合生长于向阳开阔地、耐干旱及贫瘠之地。杆高 5~24 m,茎径 5~15 cm,正直,梢端下垂,幼杆绿色,老杆则灰绿或棕绿色。地下茎合轴丛生;地下茎连接于杆之基部,属于直立型地下茎,由新竹之地下茎侧芽萌发新笋,依此继续孳生不息。棱果榕 *Ficus septica* Bummf 英名: Angular-fruit Fig 属桑科,俗名:大榕

大叶、大叶榕、猪母乳舅、蜆仔叶。喜生于河沟旁,性好湿地,耐干性亦强,不定根系且多密集于上层、中根性可固土护岸。常绿乔木树高 2 m,枝分歧,树皮灰白。叶卵形或椭圆形,长 15~25 cm,平滑,柄长 1~8 cm。果压扁球形,有凹棱,径 1~2 cm,故名棱果榕。台湾平地至低海拔山区及海岸均有分布,常见于西南部泥岩地区。用为河沟护岸及园林树种并可作为诱鸟植物,较湿地,种子自然萌芽率高。

### 2.3 数据分析方法

2.3.1 推估模式之评估 棱果榕与刺竹叶片各物理特性数据之间,其关系模式之评估统计量如下:

(1)定量标准 以回归决定系数( $R^2$ )、标准差( $S$ )与预测残差平方和( $PRESS$ )来比较不同模式之适称性与预测能力等。其中:

$$PRESS = E(y_i - \hat{y}_i)^2 = E(e_i - \hat{e}_i)^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 1 - \sum_{i=1}^n x_i x_i / \sum_{i=1}^n x_i^2}$$

(2)定性标准 以模式残差对预测值的残差分布图来评估回归模式是否有均匀分布之残差值,并且用以判别模式合乎回归分析之基本假设(常态分布、非重合性与变异数为定值等)。

2.3.2 资料群之比较 为了解台湾西南部泥岩恶地之棱果榕、刺竹植物,各物性关系是否因植物种类不同及生长环境不同而有显著差异,以统计  $F$  检定技术判别其有无显著差异性,其检定方法为,以研究所得之模式对二种植物或两地点的各组数据进行回归,分析得到各模式之残差平方和  $SSR_i$  与自由度  $df_i$ ,将二种植物之数据加以合并,以相同模式进行回归,得到综合模式之残差平方和  $SSR_c$  与自由度  $df_c$ ,其  $F$  值计算如下:

$$F = \frac{[(SSR_c - (SSR_1 + SSR_2)) / (df_c - (df_1 + df_2))]}{(SSR_1 + SSR_2) / (df_1 + df_2)} \quad (1)$$

查  $F$  表,并取 95% 可信赖度,而其两个自由度( $V_1, V_2$ )分别为  $V_1 = df_c - df_1 - df_2$ ,  $V_2 = df_1 + df_2$ ,经  $F$  检定结果,若计算  $F$  值 >  $F$  检定值( $V_1, V_2$ , 95%),表示棱果榕与刺竹二种植物之物理性或生长环境有显著差异。若计算  $F$  值 <  $F$  检定值( $V_1, V_2$ , 95%),表示棱果榕与刺竹二种植物之物理性或生长环境无显著差异。

## 3 结果与讨论

### 3.1 刺竹植物

本研究中野外与盆栽之刺竹叶片样本各有 165 与 170 个,以量测值和计算所得之  $C$  值加以计算物

理量间之相关系数,其结果如表 1 所示

表 1 刺竹叶片 6 种物理量之相关性矩阵

	<i>P</i>	叶面积	叶长	最大叶宽	叶干重	叶湿重
<i>P</i>	1.000	0.984	0.927	0.887	0.969	0.960
叶面积	0.984	1.000	0.930	0.842	0.986	0.974
叶长	0.927	0.930	1.000	0.718	0.897	0.891
最大叶宽	0.887	0.842	0.718	1.000	0.842	0.848
叶干重	0.969	0.986	0.897	0.842	1.000	0.975
叶湿重	0.960	0.974	0.891	0.848	0.975	1.000

由表 1 之相关性矩阵可知,有关叶干、湿重与 *P* 值,叶干、湿重与叶面积, *P* 值与叶面积等之相关系数除叶长、叶干湿重与叶最大宽之相关系数则较低外,其它两两物理量之相关系数皆大于 0.9 刺竹叶干物重对叶面积的分布图形如图 1 所示。数据的分布有线性关系分布现象,在叶面积逐渐增大时,干物重分布渐成发散现象,此为一般科学上的量测工作中,生物族群分布及物理量等方面之特性 (M yers 1986)。因刺竹叶片湿重与叶面积的分布情形,较图 1 分布情形较为混乱亦即差异更大。故以干重来代表生长量较为恰当,此与 Pasion (1990b) 及 Daughtry (1990) 等之研究结果一致,而刺竹叶干重对 *P* 值之分布则如图 2 所示。数据之分布特性与图 1 相似,同样在 *P* 值增大时,干物重之分布呈现发散情形。叶面积与 *P* 值之关系如图 3 所示,其数据分布则为较良好的线性关系。干重与叶片长度、最大宽度之关系如图 4、5。由图中数据之发散现象可知,叶片长度与最大宽度的单一物理性质并不适用做为干物质重间接量测之指针。而 Daughtry (1990), Hopkins (1995) 等学者亦指出,在生长模式之建立中,干重比叶面积更具有代表性。因此在此研究中,以叶片之长度与最大宽度为参数,再以两者之乘积 (*P* 值) 建立与叶面积、干物重之关系式。叶片面积 ( $A_L$ ,  $\text{cm}^2$ ) 与 *P* 值 ( $\text{cm}^2$ ) 之关系式以回归分析技术之计算结果如下,其包含截距之直线方程式为:

$$A_L = -0.389 + 0.730P \quad R^2 = 0.968 \quad S = 3.24 \quad \text{PRESS} = 555.357 \quad (2)$$

而通过原点之直线为,

$$A_L = 0.717P \quad R^2 = 0.975 \quad S = 1.80 \quad \text{PRESS} = 548.163 \quad (3)$$

由 (2)、(3) 式之回归模式可知,若以生物物性之关系、物理意义与适称性 (回归决定系数  $R^2$ , 标准差  $S$ ), 预测能力 ( $\text{PRESS}$ , 预测残差平方和) 而言, 公式 (3) 优于公式 (2), 代表此刺竹叶片面积为长度、最大宽度与 0.717 之乘积。由图 3 可知, 此 0.717 代表数据分布之斜率, 亦即是叶面积与最大叶宽、叶长乘积

之比值。而以叶片干重  $D_w$  (g) 对于 *P* 值 ( $\text{cm}^2$ ) 之关系公式加以探讨, 并表示为下列方程式。

$$D_w = -0.00525 + 0.00359P \quad R^2 = 0.937 \quad S = 0.063 \quad \text{PRESS} = 1.78 \quad (4)$$

虽然 (4) 式经统计 *F* 检定结果, 显示  $D_w$  与 *C* 之直线关系有其显著性, 但由残差图检定 (图 6), 残差值分布并非均匀对称, 而随着预测值的增大有逐渐发散之情形。亦即代表其残差值随着预测值的增加而增大, 此为生物自身尺寸相关性研究之典型现象, 代表模式之变异数已非定值, 必须将数据作适当之转换, 以符合回归分析之基本要求 (M yers 1986, W eisberg, 1986)。本研究中尝试各种转换方式 (倒数、平方根、对数与自然对数等) 后, 以自然对数对于干物重与 *P* 值加以转换, 其结果如图 7 所示。而数据转换后的标准化残差图如图 8 所示, 已变为较均匀分布之情形; 表示以自然对数转换后之数据, 其变异数已呈常数, 如此才能继续进行各项回归分析, 探讨与适当模式之评估。由图 7 中数据之分布可知,  $\text{Ln}D_w$  值不因  $\text{Ln}P$  值之增大而呈现发散现象, 而以其最佳之回归方程式为下列所示:

$$\text{Ln}D_w = -5.939 + 1.068\text{Ln}P \quad R^2 = 0.942 \quad S = 0.051 \quad \text{PRESS} = 1.02 \quad (5)$$

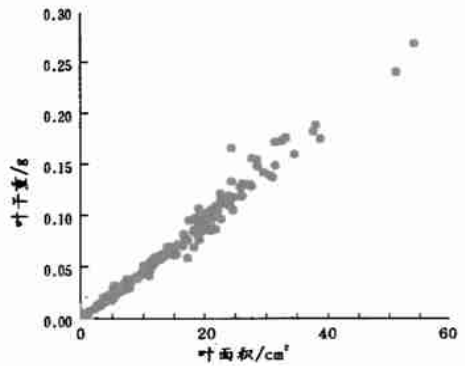


图 1 刺竹叶干重与叶面积之分布图

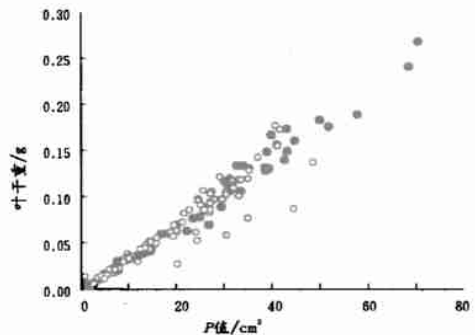


图 2 刺竹叶干重与其 *P* 值之分布图

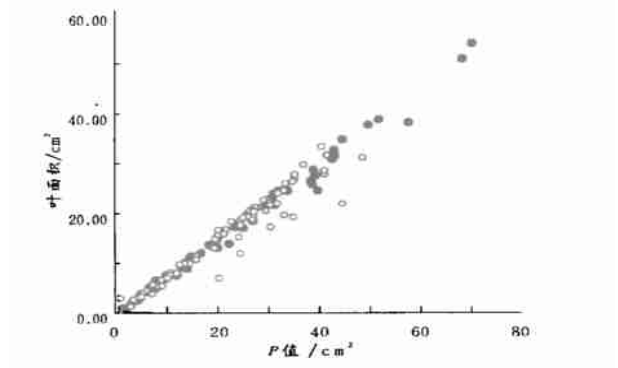


图 3 刺竹叶面积与其 P 值之分布图

且由此回归分析之残差图 (图 8)所示, 标准化残差值呈上下平均分布并未有图 6 之发散情形, 亦即表示此为一较合理性之回归模式. 是以, 由数据均匀分布性与对称性可知模式合乎回归分析之基本假设. 在应用方面, 公式 (5)可转换  $D_w$  对  $P$  之乘幂函数.

$$D_w = 2\ 635 \times 10^{-3} P^{1.068}$$

(6)

以公式 (4) (5)分别计算预测值, 再以实测值与预测值之差加以计算残差平方和 ( $SSR$ ), 比较公式 (4)之  $R^2$  (0.937),  $S$  (0.063),  $PRESS$  (1.78), 公式 (5)之  $R^2$  (0.942),  $S$  (0.051),  $PRESS$  (1.02) 可知, 使用公式 (5)有更佳之适称性与预测能力.

3.2 棱果榕植物

野外试验与盆栽所用样本数目各为 173 与 165 个, 各物理量之相关系数如表 2. 叶干重对  $P$  值之分布关系如图 9 所示. 由表 2 图 9 与其它物性之分布图形特性可知, 棱果榕植物之物性相互关系与刺竹无多大差异, 图 9 显示,  $P$  值增大时,  $D_w$  值之分布逐渐发散而未有均匀分布. 以自然对数后之数据分布则不再有发散性, 如图 10 所示, 其回归方程式如下:

$$\ln D_w = -6.09 + 1.11 \ln P \quad R^2 = 0.941$$

$$S = 0.296 \quad PRESS = 14.361$$

(7)

二次转换后之推估公式为

$$D_w = 2.265 \times 10^{-3} P^{1.11}$$

(8)

表 2 棱果榕叶片 6 种物理量之相关性矩阵

	$P$	叶面积	叶长	最大叶宽	叶干重	叶湿重
$P$	1.000	0.995	0.973	0.964	0.939	0.972
叶面积	0.995	1.000	0.965	0.964	0.939	0.971
叶长	0.973	0.965	1.000	0.969	0.884	0.932
最大叶宽	0.964	0.964	0.969	1.000	0.884	0.934
叶干重	0.939	0.939	0.884	0.884	1.000	0.950
叶湿重	0.972	0.971	0.932	0.934	0.950	1.000

因此, 由叶片干重之时间变化 ( $dw/dt$ ), 即可得知植物之相对生长速率 ( $RGR, dw/dt = RGR \times w$ )

与绝对生长速率 ( $AGR, dw/dt = AGR$ ), 并能绘制该植物之生长曲线图, 以作栽植时间之选择与施肥、量化控制等之参考.

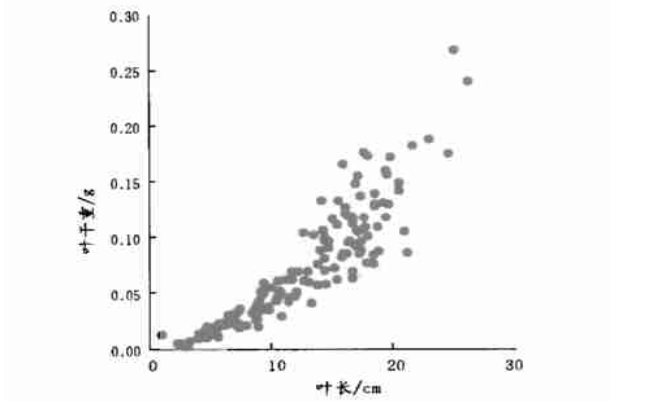


图 4 竹叶干重与叶片长度之分布图

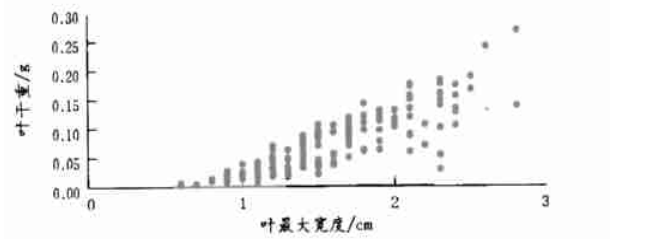


图 5 竹叶干重与最大叶片宽度之分布图

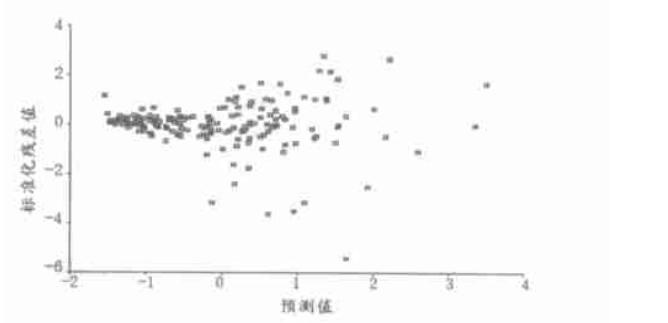


图 6 刺竹叶干重与  $P$  值之模式标准化残差图

3.3 棱果榕与刺竹植物之综合比较

以两种植物之全部样本, 将其数据合并用以讨论植物种类间之物性与生长环境 (野外与盆栽) 是否有显著差异存在. 6 个物理特性之相关系数如表 3 所示. 干物重与  $P$  值之关系如图 11, 在叶长逐渐增加时, 干物质的分布更为发散. 以自然对数转换  $D_w$  与  $P$  值, 其分布状况如图 12, 显示数据在建立回归公式时, 应以对数转换以使其变异数为定值.

3.3.1 评估模式之建立 叶面积与  $P$  值之关系如图 13. 代表棱果榕与刺竹之叶面积可以由长度、最大宽度与其固定常数加以估算.

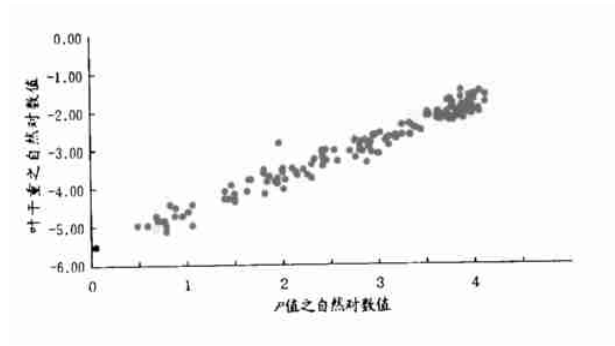


图 7 刺竹叶干重之自然对数与 P 值自然对数转换后之相关性

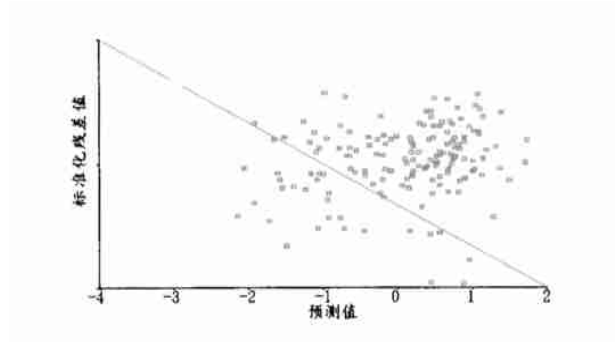


图 8 刺竹叶干重自然对数与 P 值自然对数转换后之模式标准化残差图

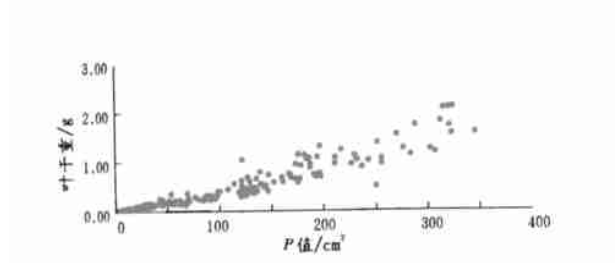


图 9 棱果榕叶干重与 P 值之分布图

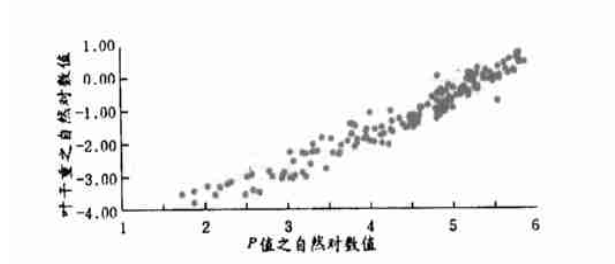


图 10 棱果榕叶干重之自然对数与 P 值自然对数转换后之相关性

表 3 棱果榕与刺竹 6种物理量之相关性矩阵

	P	叶面积	叶长	最大叶宽	叶干重	叶湿重
P	1.000	0.996	0.696	0.951	0.954	0.978
叶面积	0.996	1.000	0.704	0.945	0.955	0.975
叶长	0.696	0.704	1.000	0.559	0.648	0.611
最大叶宽	0.951	0.945	0.559	1.000	0.883	0.942
叶干重	0.954	0.955	0.648	0.883	1.000	0.958
叶湿重	0.978	0.975	0.611	0.942	0.958	1.000

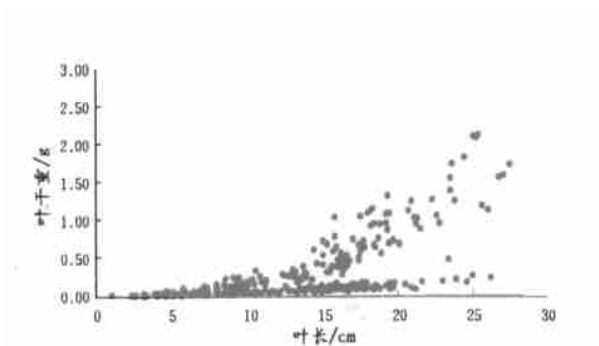


图 11 棱果榕与刺竹二种植物的叶干重与叶长之分布图

以棱果榕与刺竹两种植物的所有数据综合建立之经验方程式为:

$$A_L = 0.667 \times L \times W_{\max} \quad R^2 = 0.993$$
$$S = 4.31 \quad PRESS = 6273.62 \quad (8)$$

干物重与 P 值以自然对数转换后回归公式为,

$$\ln D_w = -6.014 + 1.094 \ln P \quad R^2 = 0.962$$

$$S = 0.261 \quad PRESS = 22.90 \quad (9)$$

经二次转换后之推估公式为,

$$D_w = 2.444 \times 10^{-3} P^{1.094} = 1.094 \times 10^{-3} (L \times W_{\max})^{0.9951} \quad (10)$$

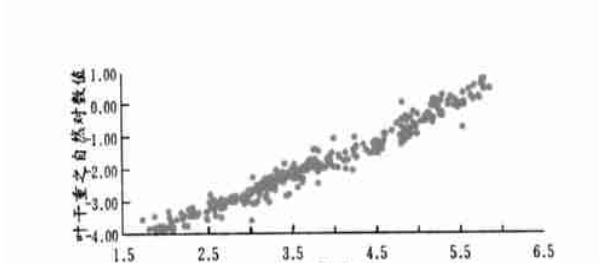


图 12 棱果榕与刺竹二种植物的叶片干重自然对数与 P 值自然对数转换后之相关性

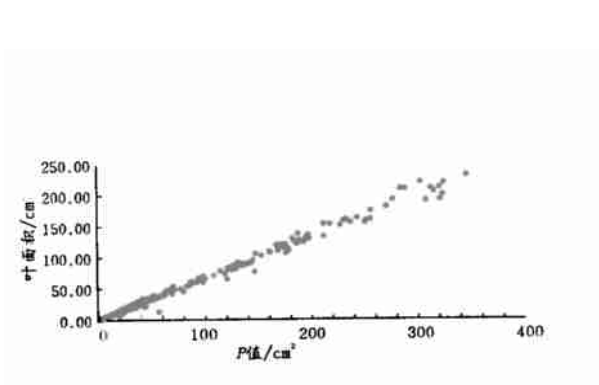


图 13 棱果榕与刺竹的叶面积与其 P 值之分布图

值以线性回归模式 ( $D_w = b_0 + b_1 \times P$ ), 代入公式 (1) 中进行统计  $F$  值检定, 并藉由检定值  $F(3, 72, 95\%)$  以比较模式间之差异性以及由公式 (1) 中计算  $F$  值为 57.53 由统计资料分析显示, 棱果榕与刺竹不同植物之间有差异。但是以自然对数转换后之回归模式, 其计算  $F$  值则降至 3.44 且由  $F = 3.44 < 3.72$  可知两组数据并无显著性差异, 此与林等 (2001) 指出, 椭圆、狭卵形、卵形等苦蓝盘与冬青菊之干物重评估模式可以合并在一起, 两者之看法一致。因此, 以线性模式进行回归分析时, 因变异数自身不为常数, 而使残差平方和增加, 造成公式 (1) 计算之  $F$  值太大。若能采用适称的转换模式, 使变异数为定值, 公式 (1) 计算之  $F$  值低于  $F$  检定值, 才能较合乎事实 (物理) 意义。而在二个不同地点 (野外与设施盆栽) 之回归模式  $F$  检定结果, 其计算之  $F$  值 (2.86) 小于检定值 (3.82, 95%), 因此可知野外验地与设施内盆栽植间并无显著上之差异。

## 4 结论与建议

一般对于植物干重之量测, 大都以破坏后再烘干量取之破坏式测定, 此方法容易干扰植物正常生长。因此, 以非破坏性之方式, 间接测定植物干重之量测技术, 有其建立之必要。是以本文建立非破坏性物理性之量测技术, 且利用统计回归分析模式以推估、预测叶片的干物重, 以作为生长评估之依据, 并为植栽生长、施肥控制等对植物生长之影响, 提供非破坏性监测之参考:

(1) 以棱果榕与刺竹之叶面积、叶长、叶宽、叶湿重、叶干重与叶最大宽度 6 项基本物理量, 来预测

其生长量 (干物重), 由数据的分布及统计分析, 探讨得知, 单一的物性量, 并不适宜作为叶干物重间接量测之指针。

(2) 以自然对数对叶片干重与  $P$  值 (叶长与最大叶宽之乘积) 加以转换后, 其数据分布及残差图不再有发散之现象, 而且适称性及预测准确性皆有提高。显示此推估模式, 合乎物理性及准确性, 亦即符合定性定量之标准。

(3) 由试验结果可知, 竹之最佳生长量评估模式为,  $\ln D_w = -5.939 + 1.068 \ln P$ , 而棱果榕为  $\ln D_w = -6.09 + 1.11 \ln P$ , 其中  $D_w$  为叶片干物重 (g),  $P$  为叶长与最大叶宽之乘积 ( $\text{cm}^2$ ), 将前述之模式, 以  $F$ -test 检定此二组数据, 发现二种植物之物理性及不同地点 (野外与设施盆栽) 间并无显著差异。亦即是棱果榕与刺竹之叶干重 ( $D_w / \text{g}$ ), 可由其叶长 ( $L / \text{cm}$ ) 与叶最大宽度 ( $W_{\max} / \text{cm}$ ) 之乘积来代表, 其推估模式为  $D_w = 2.444 \times 10^{-3} \times (L \times W_{\max}) + 1.094$

(4) 叶干物重之模式, 已由多位学者以不同之方式来推估, 惟適切之模式与预测之能力, 应是模式优劣之依据, 且该模式是否普遍应用于其它叶形之植物, 仍需再进一步探讨。本研究所测定之棱果榕与刺竹植物以自然对转换后, 所建立之叶片干重对  $P$  值的经验公式, 彼此并无显著变异。因此, 在未来生长模式之验证中, 用叶片长度与最大宽度的量测, 可以利用此具有持续、简易、快速、使用成本低廉且更符合经济效益之特点所建立的回归模式间接推估叶片之干物重。

## 参考文献:

[1] 李庆瑞, 吴诗都. 百喜草之育种行为研究 - 数量性状之相关关系 [J]. “中华水土保持学报”, 1981, 12(1): 51- 56

[2] 吕秀英, 陈烈夫, 吕椿棠, 等. 以 Richards 函数建立水芋之生长模式 [J]. “中华农业学会报”, 1995 (171): 22- 34

[3] 林菁敏, 张俊斌. 蝴蝶兰叶面积之估算与温度对叶片生长之影响 [J]. “中国园艺” 1988, 34: 73- 80

[4] 林信辉, 张俊斌, 李明儒, 等. 泥岩地区冬青菊与苦蓝盘非破坏性生长量评估模式 [J]. “中华水土保持学报”, 2001, 32(3).

[5] 黄彦三, 陈欣欣, 漆升忠. 非破坏试验技术应用于原木材质评估之可行性研究 [J]. 台湾林学科学, 1993, 8(1): (23) - (33).

[6] 陈加忠, 雷鹏彪. 小白菜生长模式之评估 [J]. 农林学报, 1997, 46(1): 65- 83

[7] 陈加忠, 林瑞松. 蝴蝶兰叶片干物重非破坏性估计技术 [J]. “中华农业气象”, 1999, 6(2): 87- 96

[8] 陈丽琴. 应用图形分析在直线回归式配置之前置分析 [J]. 林业研究专讯, 2000, 7(5): 7- 10

[9] 张俊斌, 黄俊仁, 林信辉. 泥岩刺竹林地不同林相处理之土壤冲蚀与植生入侵之研究 [J]. “水土保持学报”, 1999, 31(4): 199- 213

[10] 张俊斌, 陈意昌, 林信辉. 红外线温度计在泥岩地区叶温量测上之应用 [J]. “中华水土保持学报”, 2000, 31(4): 317- 325.

[11] 叶德铭, 李, 温度对台湾山苏花生长之影响 [J]. “中国园艺”, 1988, 34: 303- 310

[12] 守谷容树, 松井铸一郎, 后藤清和, 等. ゼニルハウスたわみ光強度わ土壤水份クスノ稚曲の成長わ及ぼす影响 [J]. 农

业设施, 1996 26( 4): 187– 196

[ 13] 柴田孝信, 岩田尾宪三, 高野泰吉. 植物工場たわみレタスの成長予測手法の開発 [J]. 生物境調節, 1994, 32(2): 79– 86

[ 14] Daughtry, C. S. T. Direct measurements of canopy structure[J] Remote Sensing Review, 1990s, 5( 1): 45– 60

[ 15] Hopkins, W. G. Introduction to plant physiology[M ] New York: J. Wiley, 1995 265– 275.

[ 16] Larsen R. And U. Gertsson Validation of a model for shoot elongation[J] Acta Hort, 1993 328 171– 178

[ 17] Lieth, J. H. And C. C. Pasian A model for net photosynthesis of rose leaves as a function of photosynthetically active radiation, leaf temperature and leaf age[J] J Amer Soc Hort Sci 1990a, 115( 3): 486– 491

[ 18] Lieth, J. H. And C. C. Pasian A simulation model for the growth and development of flowering rose shoots[J] Scientia Horticulturae, 1990b, 46 109– 128

[ 19] Lin Shin-Hw ei Chun-pin Chang Environment Problems and Revegetation Methods on the Mudstone area in South-western Taiwan [A ] Proceedings of the First Asia-Pacific Conference on Ground and Water Bioengineering for Erosion Control and Slope Stabilization[C ]. 1999 223– 231

[ 20] Hanamoto, H. Growth analysis of spring under the row cover[J] Environmental Control in Biology, 1994, 32( 2): 87– 83

[ 21] Myers R. H. Classical and Modern Regression with Application[M ] Boston: PWS&Kent Publish Co., 1986 100– 211.

[ 22] Pasian C. C. and J. H. Lieth Nondestructive dry-matter estimation of rose leaves, stems and flower buds using regression models[J] HortScience, 1994a, 9(3): 162– 164

[ 23] Persson, L. And R. U. Larsen Adapting a prediction model for flower development in chrysanthemum to new cultivars[J] Acta Hort 1998 456 143– 150

[ 24] Weisberg S. Applied linear regression[M ] JOHN W ILLY & SONS, 1986 128– 163

(上接第 48页)

[ 13] 唐克丽, 等. 杏子河流域坡耕地的水土流失及其防治 [J] 水土保持通报, 1983 3(5): 43– 48

[ 14] 龚时, 蒋德麒. 黄河中游黄土丘陵沟壑区沟道小流域的水土流失及治理 [J] 中国科学, 1978 (6).

[ 15] 黄委会绥德水土保持科学试验站. 黄丘 (一) 副区水土流失规律及水土保持减沙效益试验研究报告 [R]. 1989 55– 70

[ 16] 张科利. 黄土坡面侵蚀产沙分配及其与降雨特征关系的研究 [J]. 泥沙研究, 1991, ( 4): 39– 45.

[ 17] 郑粉莉, 高学田. 黄土坡面土壤侵蚀过程与模拟 [M ]. 西安: 陕西人民出版社, 2000 96– 119

[ 18] 陈浩. 上坡来水在坡面产沙中的作用 [C ]. 水土保持科学理论于实践, 第二次全国水土保持学术讨论会论文集, 林业出版社, 1992 75– 87

[ 19] 肖培青, 郑粉莉. 上方来水来沙对细沟侵蚀产沙过程的影响 [J] 水土保持通报, 2001, 21(1): 23– 25

[ 20] 肖培青, 郑粉莉, 张成娥. 细沟侵蚀过程与细沟水流水力学参数的关系研究 [J]. 水土保持学报, 2001, 15( 1): 54– 57.

## 简 讯

根据《教育部中国科学院关于联合共建西北农林科技大学的决定》(教发 [1999]139 号)和《教育部中国科学院关于联合共建“水土保持与生态环境研究中心”的决定》(教发 [2002]139 号)文件精神,以中国科学院批准的水土保持研究所知识创新工程试点方案为基础,在西北农林科技大学成立中国科学院教育部水土保持与生态环境研究中心 (以下简称“中心”),“中心”由中国科学院和教育部共建共管,纳入中科院研究机构管理序列,为中国科学院知识创新工程试点单元。

### 方向任务

面向全国,以黄土高原为重点,研究解决水土流失区水土保持生态环境建设中的重大科学与技术问题,建设成为国家水土保持科学研究与知识创新基础、高级人才培养基地。同时作为中国科学院“西北资源环境与可持续发展研究基地”的重要组成部分,为西北地区社会和经济可持续发展及生态环境建设提供科技支撑。

### 学科框架

- 主体学科: 水土保持学
- 支撑学科: 土壤学、生态学、农业工程学
- 优势领域: 土壤侵蚀、旱地农业、农业水土工程
- 发展领域: 流域生态与管理