

泉州湾河口湿地主要红树植物叶面积测算

付为国, 汤涓涓, 吴沿友

(江苏大学 现代农业装备与技术教育部重点实验室/江苏省农业装备与
智能化高技术研究重点实验室, 江苏 镇江 212013)

摘要: 植物叶面积的测算对于评价生态系统初级生产力具有重要意义。本研究分别选用“最大叶长”、“最大叶宽”以及“最大叶长×最大叶宽”等指标,利用不同类型的线性或非线性回归方程,对泉州湾河口湿地主要红树植物秋茄、桐花树和白骨壤的叶面积进行测算,从而确定各自最佳拟合回归方程。结果表明:二元非线性回归方程 $Y=0.7297X_1^{0.8698} X_2^{1.600}$ 、幂指数方程 $Y=0.9740X^{0.9634}$ 和 $Y=0.7773X^{0.9954}$ 分别为秋茄、桐花树和白骨壤叶面积的最佳拟合回归方程。进一步的 0-1 回归检验和相对误差值分析显示,以上回归方程均能精确地估算各自的叶面积,其中,白骨壤叶面积测算更为精确。

关键词: 红树植物; 叶面积测算; 拟合回归方程

中图分类号: Q948.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2012)06-0723-07

Estimation of leaf area of dominant mangrove plants in Quanzhou Bay Estuarine wetland

FU Wei-Guo, TANG Juan-Juan, WU Yan-You

(Key Laboratory of Modern Agricultural Equipment and Technology (Jiangsu University)/Ministry of Education/ Key Laboratory of Agricultural Equipment & High-Tech Intelligentization of Jiangsu Province, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: Estimation of leaf area of plant was of great significance for the evaluation of the primary productivity of the ecosystem. Leaf area of dominant mangrove plants, *Kandelia candel*, *Aegiceras corniculatum*, and *Avicennia marina* were estimated with the indices of maximum leaf length, maximum leaf width, and maximum leaf length×maximum leaf width by using different types of linear or nonlinear regression equations. Then the best fitted regression equation for each mangrove plant was determined, respectively. The results showed that the binary non-linear regression equation $Y=0.7297X_1^{0.8698} X_2^{1.600}$ was optimal fitted regression equation for estimation of leaf area of *Kandelia candel*, while the exponential equation $Y=0.9740X^{0.9634}$ and $Y=0.7773X^{0.9954}$ were very suitable for estimation of leaf area of *Aegiceras corniculatum* and *Avicennia marina*, respectively. Regression testing of 0-1 and analysis of coefficient of variation showed that the above regression equation could accurately estimate their leaf areas, especially more accurate for estimation of leaf area of *A. marina*.

Key words: mangrove plants; leaf area estimation; fitted regression equation

叶片是植物最为重要的器官之一,是植物进行光合作用的主要场所,因此,叶面积的大小直接影响植物干物质的积累及其所在植物群落生产力的高低,进而影响其所在生态系统的结构和功能。红树

林生态系统是易受威胁的典型脆弱生态系统,在进行该类生态系统健康状况评价、修复和保护等研究中,生物量指标常被作为重要的评价指标。然而,生物量指标毕竟只是个存量指标,难以精确反映红树

收稿日期: 2012-04-13 修回日期: 2012-07-20

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2009BADB2B0403)[Supported by National Key Technology R & D Program(2009BADB2B0403)]

作者简介: 付为国(1968-),男,安徽六安人,博士,副研究员,主要从事湿地生态系统植物群落研究。(E-mail) fuweiguo@ujs.edu.cn.

植物实际生产力的大小。而基于光合速率、叶面积系数及光照时间等变量的初级生产率指标,则能较为精确地反映红树植物的生产水平,但该指标在研究中应用却较少。事实上,关于不同红树植物光合速率的研究已多有报道(Al-Saidi 等,2009;Suwa,2011);而关于红树植物叶片的研究则多集中在叶片的解剖结构及其生态适应方面(李元跃等,2006;吴钿等,2010;叶子蕨等,2010)。至于叶面积测算研究却几乎未见报道。

福建省泉州湾红树林自然保护区(118°46′~118°46′ E,24°48′~24°51′ N)位于福建省东南部,属南亚热带海洋性季风气候,潮水为正规半日潮,土壤盐度大体为 3.9‰~34.1‰。秋茄(*Kandelia candel*)、桐花树(*Aegiceras corniculatum*)和白骨壤(*Avicennia marina*)为保护区优势红树植物。近十年来,随着自然保护区的建立,湿地生态环境明显改善,生态功能也逐步恢复。秋茄、桐花树和白骨壤等优势植物的光合特性研究已有报道(刘荣成等,2010)。本研究将利用基于叶片不同生长指标的回归方程法,精确测算以上优势红树植物的叶面积,从而为红树林生态系统初级生产力估算以及自然保护区的有效保护提供理论依据和技术支持。

1 材料和方法

1.1 试验材料

红树植物的生长性状随地域差异变化较大,具有明显的地域特性,尤其在株高性状上差异更大。本研究试验材料为选自福建泉州湾红树林自然保护区的秋茄、桐花树和白骨壤 3 种红树植物。秋茄系红树科(Rhizophoraceae)秋茄属(*Kandelia*),胎生,灌木或小乔木,为红树林的常见树种,也是该保护区近年修复效果最好的树种。目前最大株高达 3 m;树皮平滑、灰褐色;侧枝的气根向下生成为支柱根;叶交互对生,革质,长椭圆形,中脉明显,叶上表面深绿色,背面草绿色,托叶早落。

桐花树系紫金牛科(Myrsinaceae)桐花树属(*Aegiceras*),隐胎生,灌木或小乔木,为红树林的常见树种。成年植株株高 1.5 m 左右;树皮平滑、红褐至灰黑色;缆状根在泥土表层下成水平线伸展,稳定树身;叶互生,革质,倒卵形,钝头,叶纹清晰,叶柄带红色。

白骨壤系马鞭草科(Verbenaceae)白骨壤属

(*Avicennia*),灌木或小乔木,主要以种子进行有性繁殖为主。成年植株株高 1.8 m 左右,具发达的指状气生根;树皮呈灰白色,故名白骨壤;叶片相对较小、对生、革质、叶形介于椭圆与圆形之间。

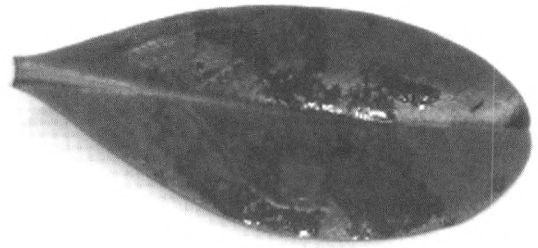


图 1 秋茄叶形图

Fig. 1 Leaf shape of *Kandelia candel*

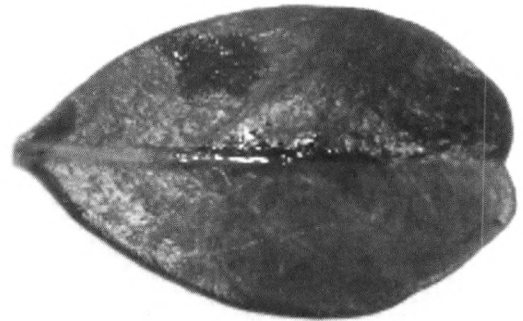


图 2 桐花树叶形图

Fig. 2 Leaf shape of *Aegiceras corniculatum*

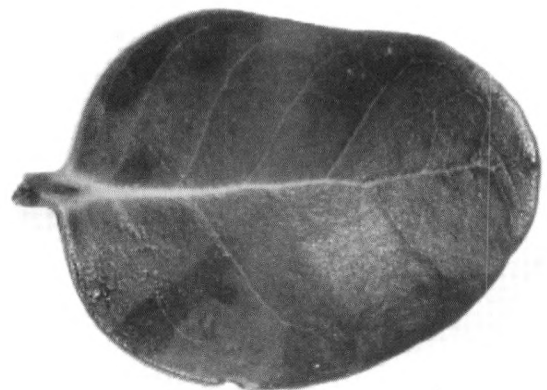


图 3 白骨壤叶形图

Fig. 3 Leaf shape of *Avicennia marina*

1.2 研究方法

根据叶片大小等级均匀取样原则,分别采摘一定数量叶形正常的秋茄(57 片)、桐花树(52 片)和白骨壤(53 片)叶片,首先利用叶面积扫描仪分别测得

各叶片最大叶长(L)、最大叶宽(W)和实际面积(AA),并计算出“最大叶长×最大叶宽”值(MA)。然后利用多元线性 $Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$ 和非线性回归方程 $Y = aX_1^{b_1} X_2^{b_2}$ (自变量 X_1 为最大叶长 L 、 X_2 为最大叶宽 W ,因变量 Y 为实际面积 AA)、幂指数回归方程 $Y = aX^b$ 和直线回归方程 $Y = aX + b$ (变量

X 为最大叶长×最大叶宽 MA ,因变量 Y 为实际面积 AA)进行不同红树植物叶面积的回归拟合,得出相应的回归方程,并根据各指标与叶面积相关系数 R 和标准误 Se 的大小确定最佳拟合回归方程。

为验证拟合效果,再根据叶片大小等级均匀取样原则,采摘一定数量叶形正常的 3 种红树植物叶

表 1 不同红树植物叶面积的不同拟合回归方程

Table 1 Different fitted regression equation of leaf area for different mangrove plants

回归方程 Regression equation	秋茄 <i>Kandelia candel</i>	桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>	白骨壤 <i>Avicennia marina</i>
多元线性回归方程 Multivariate linear regression equation	$Y = -2772.8020 + 22.9725X_1 + 86.5282X_2$ $Se = 218.52, r = 0.9776^{**}$ $r_{0.05} = 0.3241, r_{0.01} = 0.3963$	$Y = -1921.7170 + 27.2659X_1 + 52.3470X_2$ $Se = 66.59, r = 0.9950^{**}$ $r_{0.05} = 0.3394, r_{0.01} = 0.4141$	$Y = -1022.7780 + 24.9758X_1 + 31.6676X_2$ $Se = 39.02, r = 0.9949^{**}$ $r_{0.05} = 0.3359, r_{0.01} = 0.4103$
多元非线性回归方程 Multivariate non-linear regression equation	$Y = 0.7297X_1^{0.8698} X_2^{1.1600}$ $Se = 79.05, r = 0.9971^{**}$ $r_{0.05} = 0.3241, r_{0.01} = 0.3963$	$Y = 0.9574X_1^{0.9489} X_2^{0.9848}$ $Se = 45.87, r = 0.9976^{**}$ $r_{0.05} = 0.3394, r_{0.01} = 0.4141$	$Y = 0.7780X_1^{0.9979} X_2^{0.9926}$ $Se = 22.23, r = 0.9984^{**}$ $r_{0.05} = 0.3359, r_{0.01} = 0.4103$
幂指数回归方程 Exponent regression equation	$Y = 0.7166X^{1.0011}$ $Se = 90.16, r = 0.9961^{**}$ $r_{0.05} = 0.2610, r_{0.01} = 0.3383$	$Y = 0.9740X^{0.9634}$ $Se = 44.95, r = 0.9977^{**}$ $r_{0.05} = 0.2731, r_{0.01} = 0.3541$	$Y = 0.7773X^{0.9954}$ $Se = 22.00, r = 0.9984^{**}$ $r_{0.05} = 0.2706, r_{0.01} = 0.3509$
直线回归方程 Linear regression equation	$Y = -101.3779 + 0.7536X$ $Se = 80.61, r = 0.9969^{**}$ $r_{0.05} = 0.2610, r_{0.01} = 0.3383$	$Y = 88.7016 + 0.6958X$ $Se = 45.69, r = 0.9976^{**}$ $r_{0.05} = 0.2731, r_{0.01} = 0.3541$	$Y = 7.6812 + 0.7464X$ $Se = 22.02, r = 0.9984^{**}$ $r_{0.05} = 0.2706, r_{0.01} = 0.3509$

片,与之前一样,利用叶面积扫描仪分别测算出各叶片最大叶长(L)、最大叶宽(W)、最大叶长×最大叶宽(MA)和实际面积值(AA),将 L 、 W 和 MA 分别代入各自的最佳拟合回归方程,计算出预测面积 PA 。将预测面积 PA 与实际面积 AA 分别进行 0-1 回归检验和相对误差值分析,从而验证最佳回归方程的模拟效果。

2 结果与分析

2.1 主要红树植物叶面积的不同回归分析

分别利用二元(最大叶长和最大叶宽)线性、非线性回归,以及一元(最大叶长×最大叶宽)幂指数和直线回归,拟合秋茄、桐花树和白骨壤叶面积,回归方程、相关系数及标准误见表 1。

由表 1 可知,利用不同类型的回归方程进行 3 种红树植物叶面积拟合时,各生长指标与叶面积间均达到极显著相关,且标准误相对较低。因此,4 种不同类型的回归方程均能较好地预测 3 种红树植物的叶面积。比较而言,不同回归方程的拟合效果仍存在一定差异。其中,利用“最大叶长”和“最大叶宽”为两变量的二元线性回归方程在拟合 3 种植物叶面积时, r 均未超过 0.9950, Se 值也相对较高,尤

其拟合秋茄叶面积时, r 仅为 0.9776。因此,拟合效果相对较差。而其它三类回归方程在拟合 3 种红树植物叶面积时,相关系数 r 均超过 0.9950,且标准误 Se 值相对较低,从而显示出较好的拟合效果。

对于红树植物秋茄,利用“最大叶长”和“最大叶宽”的二元非线性方程:

$$Y = 0.7297X_1^{0.8698} X_2^{1.1600}$$

拟合时, r 最大, Se 最低,拟合效果最佳。方程中变量 X_2 (最大叶宽 W)的指数大于变量 X_1 (最大叶长 L)的指数,说明叶宽对叶面积的贡献率高于叶长,这主要是由于秋茄叶片较长,呈长椭圆形状所致。

对于红树植物桐花树,利用“最大叶长×最大叶宽”的幂指数回归方程:

$$Y = 0.9740X^{0.9634}$$

拟合时, r 最大, Se 最低,拟合效果最佳。而利用“最大叶长×最大叶宽”的直线回归方程 $Y = 88.7016 + 0.6958X$ 拟合时,效果仅次于幂指数回归方程,而优于利用“最大叶长”和“最大叶宽”的二元线性和非线性回归方程。

对于红树植物白骨壤,利用“最大叶长×最大叶宽”的幂指数回归方程:

$$Y = 0.7773X^{0.9954}$$

r 最大, Se 最低,拟合效果最佳。而利用“最大

叶长×最大叶宽”的直线回归方程 $Y=7.6812+0.7464X$ 拟合时,效果仅次于幂指数回归方程,而优于利用“最大叶长”和“最大叶宽”的二元线性和非线性回归方程。

3种红树植物叶面积最佳拟合回归方程的不同,主要是由于它们叶片形状异同所致。其中,桐花树和白骨壤叶片基本上呈卵圆形,长宽差异较小,因此,二者叶面积的最佳拟合回归方程类型一致,均为基于“最大叶长×最大叶宽”的幂指数回归方程,但

各系数存在差异,说明二者叶形上仍存在一定程度的差异。而秋茄由于叶片呈长椭圆形,长宽差异较大,与桐花树和白骨壤叶形差异大,因此,最佳拟合回归方程在类型上与二者不同。

2.2 主要红树植物叶面积的最佳拟合回归验证

根据叶片大小等级均匀取样原则,分别采摘50张叶形正常的秋茄、桐花树和白骨壤叶片,将其叶面积预测值PA与实际值AA(表2)分别进行0-1回归检验和相对误差值分析,从而验证回归拟合方程

表2 不同红树植物叶面积预测值与实际值比较

Table 2 Comparison of predicted and actual values of leaf area for different mangrove plants

序号 No.	秋茄 <i>Kandelia candel</i>			桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>			白骨壤 <i>Avicennia marina</i>		
	预测面积 PA (mm ²)	实际面积 AA (mm ²)	相对误差值 RA (%)	预测面积 PA (mm ²)	实际面积 AA (mm ²)	相对误差值 RA (%)	预测面积 PA (mm ²)	实际面积 AA (mm ²)	相对误差值 RA (%)
1	1 744	1 698	2.69	1 909	1 913	0.19	2 531	2 585	2.09
2	1 790	1 667	7.38	1 180	1 119	5.46	2 575	2 629	2.06
3	1 551	1 533	1.19	1 533	1 482	3.45	2 279	2 256	1.02
4	1 934	1 849	4.62	1 739	1 734	0.29	2 185	2 207	1.00
5	2 264	2 205	2.69	1 584	1 505	5.23	1 709	1 679	1.76
6	2 472	2 417	2.30	1 723	1 741	1.04	2 553	2 529	0.96
7	2 025	1 966	3.02	1 989	1 927	3.22	1 336	1 344	0.61
8	2 265	2 076	9.09	1 786	1 855	3.70	1 349	1 357	1.29
9	2 351	2 253	4.34	1 291	1310	1.42	1657	1716	3.42
10	1 864	1 771	5.27	1 962	1 917	2.37	1 280	1 295	1.17
11	1 746	1 689	3.38	1 344	1 332	0.90	1 682	1 710	1.66
12	1 895	1 798	5.38	938	918	2.18	2 518	2 550	1.26
13	1 949	1 937	0.59	1 476	1 497	1.43	897	913	1.78
14	1 787	1 779	0.47	1 197	1 225	2.32	1 168	1 230	5.04
15	1 830	1 999	8.46	1 873	1 738	7.78	2 113	2 044	3.39
16	735	758	3.08	1 100	1 066	3.16	700	692	1.22
17	756	769	1.69	2 303	2 262	1.83	1 770	1 791	1.17
18	1 092	1 121	2.56	865	844	2.44	1 453	1 384	5.00
19	1 927	1 879	2.55	1 368	1 355	0.93	2 295	2 346	2.17
20	1 968	1 944	1.25	1 662	1 666	0.24	2 394	2 378	0.67
21	1 959	1 974	0.74	1 106	1 037	6.65	1 473	1 535	4.04
22	1 901	1 884	0.92	722	679	6.40	1 027	1 024	0.32
23	1 955	1 903	2.76	1 036	1 017	1.90	614	595	3.27
24	2 044	2 082	1.83	1 109	1 089	1.84	1 475	1 485	0.70
25	1 991	2 080	4.27	1 190	1 143	4.11	1 617	1 617	0.03
26	1 581	1 565	1.03	1 513	1 526	0.83	1 829	1 803	1.43
27	1 367	1 428	4.30	1 328	1 326	0.17	1 114	1 116	0.18
28	1 995	1 990	0.25	1 593	1 592	0.09	1 103	1 101	0.15
29	2 064	2 026	1.86	821	796	3.19	1903	1943	2.06
30	2126	2 118	0.33	720	726	0.88	902	996	9.48
31	1 113	1 114	0.07	1 838	1 842	0.20	1 653	1 697	2.61
32	1 204	1 173	2.66	1 544	1 513	2.07	1 985	1 949	1.85
33	2 144	2 172	1.31	1 786	1 707	4.61	1 155	1 098	5.23
34	2 036	2 047	0.55	962	979	1.78	1 489	1 537	3.13
35	2 238	2 219	0.87	1 500	1 525	1.66	1 694	1702	0.46
36	1 093	1 133	3.52	1 251	1 270	1.52	1 629	1 651	1.34
37	1 836	1 806	1.69	743	737	0.81	1 355	1 355	0.00
38	1 497	1 423	5.23	1 447	1 447	0.00	1 252	1 291	3.05

续表 2

序号 No.	秋茄 <i>Kandelia candel</i>			桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>			白骨壤 <i>Avicennia marina</i>		
	预测面积 PA (mm ²)	实际面积 AA (mm ²)	相对误差值 RA (%)	预测面积 PA (mm ²)	实际面积 AA (mm ²)	相对误差值 RA (%)	预测面积 PA (mm ²)	实际面积 AA (mm ²)	相对误差值 RA (%)
39	735	722	1.82	993	975	1.81	1109	1 128	1.65
40	1 854	1 830	1.32	1 972	1 924	2.48	2 087	2 089	0.10
41	1 327	1 286	3.18	1 092	1 043	4.72	1 656	1 715	3.47
42	1 876	1 851	1.32	1 370	1 343	1.99	1 133	1 166	2.82
43	1 858	1 913	2.86	1 890	1 932	2.18	1 392	1 386	0.42
44	1 661	1 656	0.32	2 006	1 948	2.98	845	849	0.53
45	659	636	3.65	1 071	1 060	1.02	752	739	1.77
46	1 343	1 298	3.47	1 559	1 525	2.17	1 711	1 741	1.72
47	1 133	1 177	3.71	1745	1701	2.60	1 684	1 664	1.18
48	2 366	2 374	0.33	1 164	1 200	3.00	1 456	1438	1.28
49	2 004	1 937	3.48	945	935	1.12	1 590	1 628	2.34
50	1 570	1 448	8.42	703	678	3.67	1 284	1291	0.58
平均	1 729.5	1 707.46	2.8014	1 390.82	1 372.42	2.3606	1 568.24	1 579.48	1.9186

的拟合效果。

2.1.1 各最佳拟合回归方程 0-1 回归检验 0-1 回归检验是将回归方程预测值和实际值进行线性回归分析,用于检验拟合回归方程的拟合效果。其中, X 为实际值(AA), Y 为预测值(PA), 当两套数据完全吻合, 回归线必经过原点(0,0), 其斜率为 1。根据回归线斜率与 1 接近程度、截距的大小、以及决定系数 R², 判定预测值和实际值的吻合程度的高低。

将表 2 中 3 种红树植物的 50 组数据分别进行 0-1 回归分析(图 4), 结果显示, 秋茄、桐花树和白骨壤的检验方程斜率分别为 1.0148、1.0039、0.9934, 均接近于 1; 截距分别为 3.1177、13.0950、0.8299, 相对较小; 决定系数 R² 分别高达 0.9834、0.9918、0.9953, 且预测值与实际值均达到极显著相关, 从而显示以上 3 种红树植物叶面积拟合回归方程均有很好的拟合效果, 可对各自叶片进行精确的回归测算。

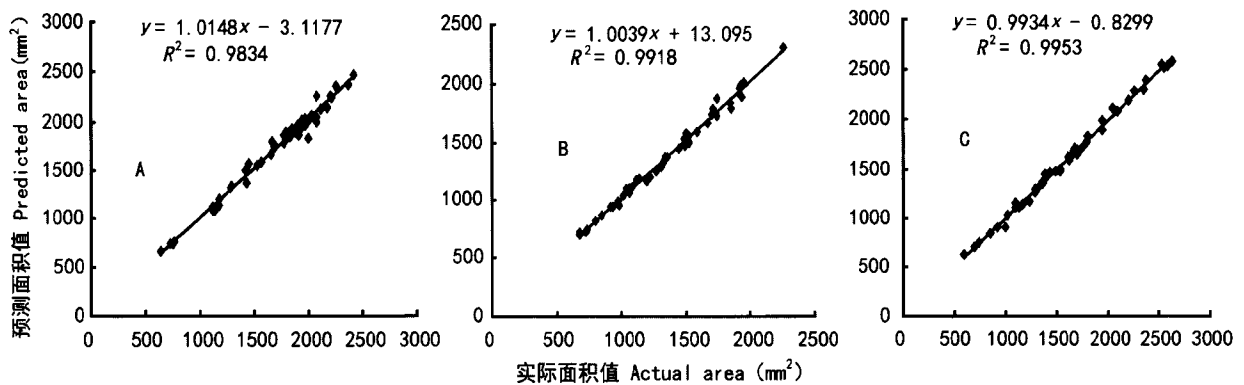


图 4 不同红树植物叶面积预测值和实际值的线性回归分析

Fig. 4 Analysis of linear regression between predictive and actual values of leaf area of different mangrove plants

A, B, C 分别代表秋茄、桐花树和白骨壤。

2.1.2 各最佳拟合回归方程相对误差分析 相对误差值大小直接反映预测精确程度的高低, 不同红树植物叶面积的预测值与实际值的相对误差值在各区间分布数和所占比例如表 3 所示。对于所预测的 50 片秋茄叶片, 有 44% 叶片预测值与实际值的相对误差值低于 2%, 有 78% 叶片低于 4%, 有 86% 叶片低于 5%, 未出现相对误差值高于 10% 的叶片; 对于

所测算的 50 片桐花树叶片, 有 50% 的叶片预测值与实际值的相对误差值低于 2%, 有 84% 的叶片低于 4%, 有 90% 的叶片低于 5%, 没有相对误差值高于 10% 的叶片出现; 对于所测算的 50 片白骨壤叶片, 有高达 64% 的叶片预测值与实际值的相对误差值低于 2%, 有 90% 的叶片低于 4%, 有 94% 的叶片低于 5%, 同样没有相对误差值高于 10% 的叶片出

现。综合显示,不同红树植物的最佳拟合回归方程均能较好地测算各自的叶面积大小,尤其是白骨壤的预测更为精确。

表3 不同红树植物叶面积预测值和实际值的相对误差分析

Table 3 Analysis of relative error between predictive and actual values of leaf area of different mangrove plants

相对误差分布区间 Distribution range of relative error	秋茄 <i>Kandelia candel</i>		桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>		白骨壤 <i>Avicennia marina</i>	
	叶片数	比例 (%)	叶片数	比例 (%)	叶片数	比例 (%)
≤1%	11	22	12	24	15	30
1%~2%	11	22	13	26	17	34
2%~3%	8	16	11	22	7	14
3%~4%	9	18	6	12	6	12
4%~5%	4	8	3	6	2	4
5%~6%	3	6	2	4	2	4
6%~7%	0	0	2	2	0	0
7%~8%	1	2	1	2	0	0
8%~9%	2	4	0	0	0	0
9%~10%	1	2	0	0	1	2
总叶片数(片)	50	100	107	100	50	100

3 结论与讨论

叶面积测算一直被广泛应用于植物学、生态学和农学等研究领域,测算方法也多种多样,除较为传统的方法有网格法、复印称重法、系数法、叶面积仪器测量法外,近年来,由于计算机技术、数码技术、遥感技术的高速发展又衍生出了基于数字图像处理技术的数码相机测量法和群体叶面积遥感反演法,这些方法被广泛应用于不同园艺作物和农作物个体叶面积以及森林和草原群体叶面积指数的测算,均表现出极高的精度(赵平,2002;杨劲峰等,2002;李锦卫等,2010;马彦平等,2009)。然而这些新方法由于其技术含量高、成本高以及操作难度大等特点使其难以得到更为广泛的应用,而一直以来基于某些生长指标的回归测算法,是近年仍被广泛利用的简单易行、精确度较高测算方法。利用叶长、叶宽、叶长×叶宽、叶长+叶宽等生长指标的不同组合,回归测算了猕猴桃、甘薯、油菜、甘草、白杨以及不同类型桉树等植物的叶面积,均获得具有极高预测精度的回归方程(李明等,2009;蔚玉红等,2010;王忠芝等,2010;常明山等,2011;权红等,2011)。基于某些生

长指标的回归方程法虽是最为常用的非破坏性简便测算方法,但这种回归方程测算法均是针对某一种或某一类植物而建立的,专一性强,普适性较差,比如不同类型桉树有着各不相同的叶面积精确测算回归方程(常明山等,2011),这主要是各自间叶形差异所致。因此,如要获取某种植物叶面积的精确测算,必须对该植物采用多种回归分析并进行比较后,方能筛选出最佳回归方程。

本研究分别选用“最大叶长”、“最大叶宽”以及“最大叶长×最大叶宽”等指标,利用不同类型的线性或非线性回归方程,对泉州湾河口湿地主要红树植物秋茄、桐花树和白骨壤的叶面积进行测算,从而确定各自最佳拟合回归方程,并通过0-1回归检验和相对误差值分析,对各植物的最佳拟合回归方程进行检验。结果显示,利用“最大叶长”和“最大叶宽”的二元线性回归方程 $Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$ 和非线性回归方程 $Y = a X_1^{b_1} X_2^{b_2}$ (变量 X_1 为最大叶长、 X_2 为最大叶宽,因变量 Y 为实际面积),以及利用“最大叶长×最大叶宽”的幂指数回归方程 $Y = a X^b$ 和直线回归方程 $Y = a X + b$ (变量 X 为最大叶长×最大叶宽,因变量 Y 为实际面积)分别进行秋茄、桐花树和白骨壤的叶面积拟合回归,均具有较好的拟合效果。其中,二元非线性回归方程 $Y = 0.7297 X_1^{0.8698} X_2^{1.1600}$ 、幂指数方程 $Y = 0.9740 X^{0.9634}$ 和 $Y = 0.7773 X^{0.9954}$ 分别为秋茄、桐花树和白骨壤叶面积的最佳拟合回归方程。

摘取一定数量的叶片,分别对以上各最佳拟合回归方程进行0-1回归检验和相对误差值分析,结果显示以上各回归方程均能精确地估算各自叶面积,且对白骨壤叶面积的估算更为精确。

参考文献:

- Al-Saidi A, Fukuzawa Y, Ueno M, et al. 2009. Temporal and vertical variations in photosynthetic drivers in mangrove canopies, Okinawa, Japan[J]. *Plant Prod Sci*, 12(3): 336-340
- Chang MS(常明山), Wen J(文娟), Qing YL(秦元丽), et al. 2011. Regression analysis for leaf area estimation with Eucalyptus clone, GL-UG9(桉树无性系 GL-UG9 叶面积回归分析及其应用研究)[J]. *J West Chin Fore Sci*(西部林业科学), 40(1): 48-51
- Li JW(李锦卫), Guan HQ(管鹤卿), Liao GP(廖桂平). 2010. Research on the area measurement of rapeseed leaves based on the computer vision technology(基于计算机视觉的油菜叶面积计算方法研究)[J]. *Agric Network Inform*(农业网络信息), 12: 15-18, 23
- Li M(李明), Wang JH(王季槐), Shen HL(沈海亮), et al. 2009. Measuring methods for leaf area of liquorice(甘草叶面积的估

- 测方法][J]. *Guizhou Sci*(贵州科学),**27**(3):10-19
- Liu RC(刘荣成), Wu YY(吴沿友), Fu WG(付为国), *et al.* 2010. The photosynthetic characteristics of several plant species in Quanzhou Bay Estuarine wetland(泉州湾河口湿地几种植物的光合特性)[J]. *J Fujian Coll For*(福建林学院学报),**30**(3):261-264
- Ma YP(马彦平), Bai YL(白由路), Gao XZ(高祥照), *et al.* 2009. Investigation of the method for measurement of corn leaf area based on IMAGE(基于数字图像的玉米叶面积测量方法研究)[J]. *Chin Agric Sci Bull*(中国农学通报),**25**(22):329-334
- Quan H(权红), Wang C(王超), Zhang JP(张金萍), *et al.* 2011. Convenient estimation for leaves area of sweet-potato(甘薯叶片面积简便测定方法的研究)[J]. *Heilongjiang Agric Sci*(黑龙江农业科学),**10**:75-76
- Suwa R. 2011. Canopy photosynthesis in a mangrove considering vertical changes in light-extinction coefficients for leaves and woody organs[J]. *J For Res*,**16**(1):26-34
- Tam NFY, Wong YS, Lan XY, *et al.* 1995. Community structure and standing crop biomass of a mangrove forest in Futian Nature Reserve, Shenzhen, China[J]. *Hydrobiologia*,**295**:193-201
- Wang ZZ(王忠芝), Zhang JR(张金瑞). 2010. A measurement approach of leaf area based on digital image processing(基于图像处理的叶面积测量方法)[J]. *Micro Appl*(微计算机应用),**31**(5):68-72
- Wei YH(蔚玉红), Zhang CX(张才喜), Wang SP(王世平), *et al.* 2010. New regression mensuration method for estimation of leaf area of 'Xuxiang' kiwifruit('徐香'猕猴桃叶面积回归测定方法)[J]. *J Shanghai Jiaotong Univ; Agric Sci Edit*(上海交通大学学报·农业科学版),**28**(2):151-154
- Wu T(吴韬), Zhou C(周畅), Liu MC(刘敏超), *et al.* 2010. Leaf structure and its ecological adaptability in five species of *Sonneratia*(五种海桑属红树植物叶片的结构及其生态适应)[J]. *Guihaia*(广西植物),**30**(4):484-487
- Yang JF(杨劲峰), Chen Q(陈清), Han XR(韩晓日), *et al.* 2002. Measurement of vegetable leaf area using digital image processing techniques(数字图像处理技术在蔬菜叶面积测量中的应用)[J]. *Trans CSAE*(农业工程学报),**18**(4):155-158
- Ye ZW(叶子葳), Yan MT(严慕婷), Ye CX(叶创兴), *et al.* 2010. Leaf structure of *Avicennia marina* and its ecological adaptability(红树植物白骨壤叶片的解剖结构及其生态适应性)[J]. *Guihaia*(广西植物),**30**(2):174-176
- Zhao P(赵平), Zeng XP(曾小平), Cai XA(蔡锡安), *et al.* 2002. Report on measurement of leaf area index of low subtropical forests by using digital plant canopy image(利用数字植物冠层图象分析仪测定南亚热带森林叶面积指数的初步报道)[J]. *Guihaia*(广西植物),**22**(6):485-489

.....

书 讯

方鼎先生编著的《广西中医药研究院植物标本馆(GXMI)维管植物模式标本照片集》,最近由广西科学技术出版社出版。该书采用中文和英文记载,收载广西中医药研究院植物标本馆(GXMI)馆藏维管植物主模式或等模式标本彩色照片 357 张。这些标本约有 88% 采于广西西南部和西部生物多样性丰富而独特的石灰岩区域,大多为广西特有植物,其中蕨类植物 5 科(5 张)、裸子植物 2 科(4 张),其余为被子植物,主要涉及的科有苦苣苔科(70 张)、爵床科(34 张)、姜科(28 张)、茜草科(26 张)、山茶科(21 张)、百合科(20 张)、秋海棠科(13 张)、荨麻科(10 张)。除模式标本照片外,还附有科名、中名和学名、原始文献、采集人和采集号、采集期、模式等级、条形码、采集地。书中对个别物种发表时的错漏作了校正;存在异模式异名的,加录了合法正确的名称和文献。该书对国内外从事植物区系及与植物学科有关的专业人士具有参考价值。

联系方式: 广西南宁市东葛路 20-1 号

地址: 广西中医药研究院科技开发办

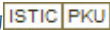
邮编: 530022

邮箱: zyyskjb@163.com

联系人: 曾璐 梁冰

电话: 0771-5877473

传真: 0771-5877473

作者: 付为国, 汤涓涓, 吴沿友, FU Wei-Guo, TANG Juan-Juan, WU Yan-You
作者单位: 江苏大学现代农业装备与技术教育部重点实验室/江苏省农业装备与智能化高新技术研究重点实验室, 江苏镇江, 212013
刊名: 广西植物 
英文刊名: Guihaia
年, 卷(期): 2012, 32(6)

参考文献(15条)

1. Al-Saidi A; Fukuzawa Y; Ueno M Temporal and vertical variations in photosynthetic drivers in mangrove canopies, Okinawa, Japan 2009(03)
2. 常明山, 文娟, 秦元丽, 邹东霞, 廖旺姣, 盛双, 吴耀军 桉树无性系GL-UG9叶面积回归分析及其应用研究[期刊论文]-西部林业科学 2011(1)
3. 李锦卫, 管鹤卿, 廖桂平 基于计算机视觉的油菜叶面积计算方法研究[期刊论文]-农业网络信息 2010(12)
4. 李明, 王季槐, 沈海亮, 汪建文 甘草叶面积的估测方法[期刊论文]-贵州科学 2009(3)
5. 刘荣成, 吴沿友, 付为国, 梁铮, 王纪章, 李萍萍 泉州湾河口湿地几种植物的光合特性[期刊论文]-福建林学院学报 2010(3)
6. 马彦平, 白由路, 高祥照, 卢艳丽, 杜君 基于数字图像的玉米叶面积测量方法研究[期刊论文]-中国农学通报 2009(22)
7. 权红, 王超, 张金萍, 李连强, 兰小中, 李志东, 刘香丽 甘薯叶片叶面积简便测定方法的研究[期刊论文]-黑龙江农业科学 2011(10)
8. Suwa R Canopy photosynthesis in a mangrove considering vertical changes in light-extinction coefficients for leaves and woody organs 2011(01)
9. Tam NFY; Wong YS; Lan XY Community structure and standing crop biomass of a mangrove forest in Futian Nature Reserve, Shenzhen, China 1995
10. 王忠芝, 张金瑞 基于图像处理的叶面积测量方法[期刊论文]-微计算机应用 2010(5)
11. 蔚玉红, 张才喜, 王世平, 许文平 '徐香' 猕猴桃叶面积回归测定方法[期刊论文]-上海交通大学学报(农业科学版) 2010(2)
12. 吴钿, 周畅, 刘敏超, 刘素青 五种海桑属红树植物叶片的结构及其生态适应[期刊论文]-广西植物 2010(4)
13. 杨劲峰, 陈清, 韩晓日, 李晓林, H. P. Liebig 数字图像处理技术在蔬菜叶面积测量中的应用[期刊论文]-农业工程学报 2002(4)
14. 叶子葳, 严慕婷, 叶创兴, 刘素青 红树植物白骨壤叶片的解剖结构及其生态适应性[期刊论文]-广西植物 2010(2)
15. 赵平, 曾小平, 蔡锡安, 彭少麟 利用数字植物冠层图象分析仪测定南亚热带森林叶面积指数的初步报道[期刊论文]-广西植物 2002(6)

引用本文格式: 付为国, 汤涓涓, 吴沿友. FU Wei-Guo, TANG Juan-Juan, WU Yan-You 泉州湾河口湿地主要红树植物叶面积测算[期刊论文]-广西植物 2012(6)