

遙感探測在百慕達草草坪管理之應用

Application of Remote Sensing on the Management of Bermudagrass

陳宏銘^{1,2*}、許明晃³、楊志維²、黃文達²、楊棋明^{1,2}、張新軒²

¹全國高爾夫花園球場副總經理 ²國立台灣大學農藝學系 ³中央研究院生物多樣性中心

摘要

本試驗利用百慕達草Tifway-419草坪為材料，探討不同肥料量及刈割頻度對其色素含量及遙測光譜的影響。另以紅外線熱影像儀監測草坪雜草，並以灰關聯分析氣候因子對草坪衛星遙測植生指數之影響。茲將其結果摘要如下：

1. 百慕達草Tif-way 419之葉綠素合成相關色素，包括Chl *a+b*, total porphyrin, Chlide *a+b*, Phe *a+b* 含植醇及脫植醇色素含量，以及類胡蘿蔔素含量皆隨著氮肥用量增加而增多。Chl *a*可能經由Chl *a* Chlide *a* Pho *a*之崩解速率快於Chl *b*經由Chl *b* Chlide *b* Pho *b*的速率，導致Chl *a/b*比值隨著氮肥用量增加而下降
2. 百慕達草Tifway 419之植冠反射光譜，在500-700 nm間之反射率都很低，最大反射率發生在近紅外光約750 nm以上之波段。近紅外光反射率隨著氮肥用量的增加而增高，而可見光區域之反射率則呈相反趨勢。
3. 紅外線熱影像於草坪雜草之監測結果，百慕達草Tifway 419之溫度明顯較高，與馬唐、香附子、雙穗雀稗及小馬唐等相差有3-4 左右。
4. 台中國際高爾夫球場球道草坪之法國SPOT衛星遙測植生指數NDVI呈現季節性變化，全年介於0.1-0.5之間，在2、3月降至最低，春天4月後逐月增高，夏季8-9月達到最高峰，可達0.5左右，而後進入秋冬季而逐月下降。
5. 依灰關聯分析顯示，五種氣候因子對結縷草及百慕達草Tifway 419衛星遙測NDVI之貢獻度為：平均氣溫 > 累積全天空輻射量 > 相對濕度 > 日照率 > 累積降雨量。日光相關因子之平均氣溫與累積全天空輻射量對結縷草及百慕達草Tifway 419衛星遙測NDVI之貢獻比相對濕度及累積降雨量二種水分相關因子都大。

材料方法&進行步驟

- 肥料試驗區：全國高爾夫花園球場(苗栗縣苑裡鎮)

草種：Tif-way 419
試區：2m*2m
Mowing height: 12 mm
Mowing：每2天割刈1次、每週割刈1次
肥料處理：0, 0.5, 1 lb N/1000sq.ft
分析項目：色素分析, 植冠反射光譜, 熱影像分析

- 衛星遙測區：台中國際高爾夫球場(台中縣太平)



植冠反射光譜測定

植冠反射光譜以LI-COR LI-1800光譜儀進行測定，光譜的波段範圍為300至1100nm，光譜解析力為1 nm。測定時高度1.8 m，面積約0.8 m²。

植生指數ND₆₈₀為利用R₆₈₀及R₇₅₀計算，計算方式為ND₆₈₀=(R₇₅₀-R₆₈₀)/(R₇₅₀+R₆₈₀)；ND₇₀₅為利用R₇₀₅及R₇₅₀計算，計算方式為ND₇₀₅=(R₇₅₀-R₇₀₅)/(R₇₅₀+R₇₀₅)；ND_{broad}為模擬SPOT衛星波段，利用寬波段計算之NDVI，其中Red為610-680 nm，NIR為790-890 nm (Hsu *et al.* 2003b)。

葉綠素生成及崩解產物的測定

根據Yang等(1998)所建立之方法進行測定：

1. 葉綠素(Chl)及類胡蘿蔔素(Car)的測定, 2. 不同極性崩解產物的分離, 3. 含植醇或酯化色素的測定, 4. 脫植醇或未酯化色素的測定, 5. PPIX、MGPP及Pchlide的測定, 6. Chlide *a*及Chlide *b*的測定, 7. MP Car的測定, 8. LP Car的測定。

熱影像分析

景興電腦科技有限公司紅外線熱影像儀TVS-700型，320(H)*240(V)(FPA)，Uncooled高畫質清晰熱影像，內藏3.8"LCD螢幕，現場即可觀看分析。最高(低)溫及十點測溫同時顯示，主機功能強大，現場分析診斷。掌上型重量低於2Kg，附電池供電、方便外出使用。溫度偵測範圍 - 20 500，可擴充至2,000，解析度0.08。



結果一、氮肥處理對葉綠素合成之影響

- Chlide *a/b*比值隨著氮肥用量增加而逐漸增高，另Phe *a/b*比值則維持不變，此顯示Chl *a*可能經由Chl *a* Chlide *a* Pho *a*之崩解速率快於Chl *b*經由Chl *b* Chlide *b* Pho *b*的速率，導致Chl *a/b*比值隨著氮肥用量增加而下降。

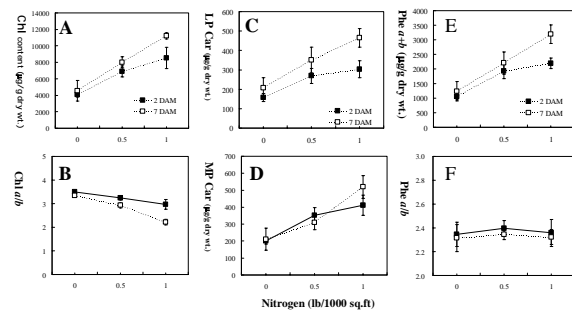


圖 1. 不同氮肥處理及刈割後生長日數百慕達草Tif-way 419 葉片(A) 葉綠素含量, (B)葉綠素*a/b*比值, (C) LP Car, (D) MP Car, (E) Phe *a+b* 含量及(F) Phe *a/b*比值。DAM, days after mowing. 刈割後生長兩天; 刈割後生長七天

結果二、氮肥處理對植冠反射光譜之影響

- 以模擬SPOT衛星之紅光及近紅外光波段，計算多波段(broad-band)之NDVI_{broad}，與Chl *a*, Chl *b*及Car含量之關係NDVI₆₈₀, NDVI₇₀₅及NDVI_{broad}與三種色素具有高相關性，其與Chl *a*, Chl *b*及Car含量之R²皆為0.7左右，p < 0.01。

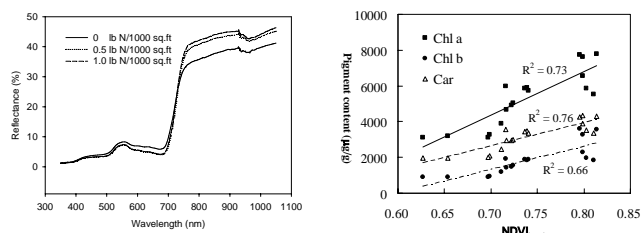


圖 9. 百慕達草Tifway 419不同氮肥處理下刈割後生長七日植冠反射光譜變化。

圖 14. 百慕達草Tifway 419植冠反射光譜NDVI_{broad}植生指數與葉片Chl *a* (●), Chl *b* (○), and Car (△) 含量之關係。

結果三、紅外線熱影像於草坪雜草之監測

在刈割高度4 cm下，草坪表面溫度在約34-35 之間，而在刈割高度2 cm下，草坪表面溫度上升至38 以上，相差3 以上。小馬唐的植冠反射光譜在可見光及近紅外光區域之反射率皆高於百慕達草Tifway 419之反射率。若熱影像偵測技術能在空間解析能力上有長足之進步，對於在遠距離之遙測上，能達到實用化之目標。應用於草坪管理上，可進行病蟲害的預警、環境逆境災害評估等，亦可應用於雜草覆蓋率、雜草種類分析，以估算草坪品質。

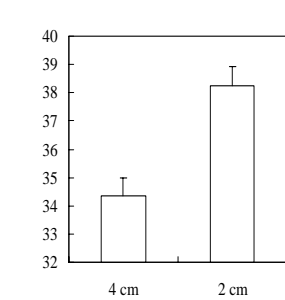
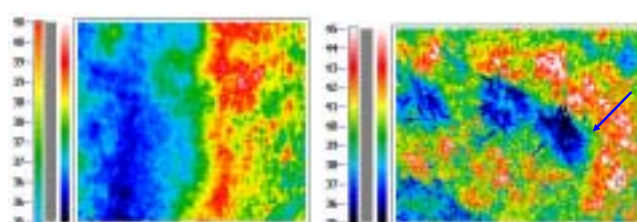


圖 15. 百慕達草Tifway 419草坪不同刈割高度之紅外線熱影像。由上而下分別為彩色照片、熱影像圖及溫度差異圖。

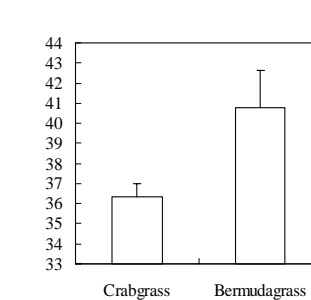


圖 16. 百慕達草Tifway 419草坪與雜草馬唐之紅外線熱影像。由上而下分別為彩色照片、熱影像圖及溫度差異圖。

結果四、氣候因子對草坪衛星遙測植生指數NDVI之灰關聯分析

- 高爾夫球場之草坪與一般農作物一樣，都需要大量的人為管理措施，因此，灰關聯分析的結果顯示，五種氣候因子對高爾夫球場球道結縷草及百慕達草Tifway 419衛星遙測植生指數NDVI之影響，其貢獻度以日光相關因子大於水分相關因子。

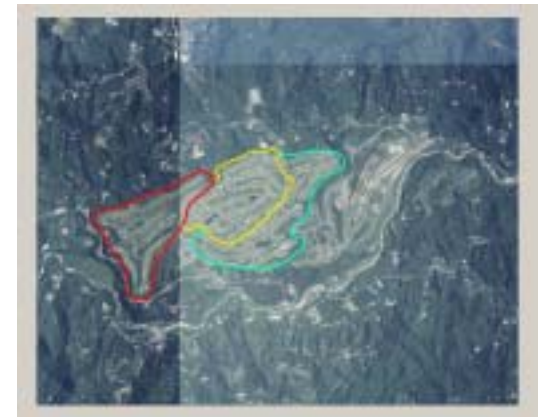


圖 20. 台中國際高爾夫球場高解析航空影像。紅色區域內為球場西區，黃色區域內為中區，藍色區域內為東區。

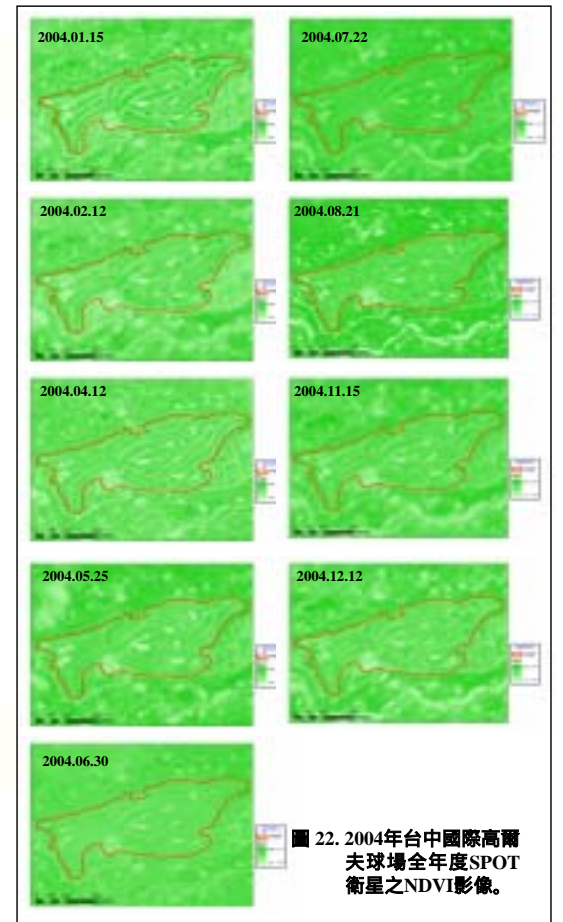


圖 22. 2004年台中國際高爾夫球場全年SPOT衛星之NDVI影像。

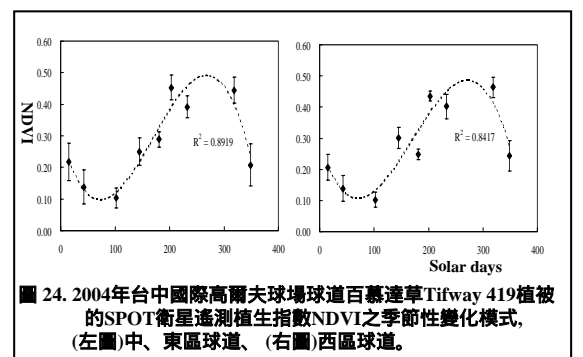


圖 24. 2004年台中國際高爾夫球場球道百慕達草Tifway 419植被的SPOT衛星遙測植生指數NDVI之季節性變化模式。(左圖)中、東區球道、(右圖)西區球道。

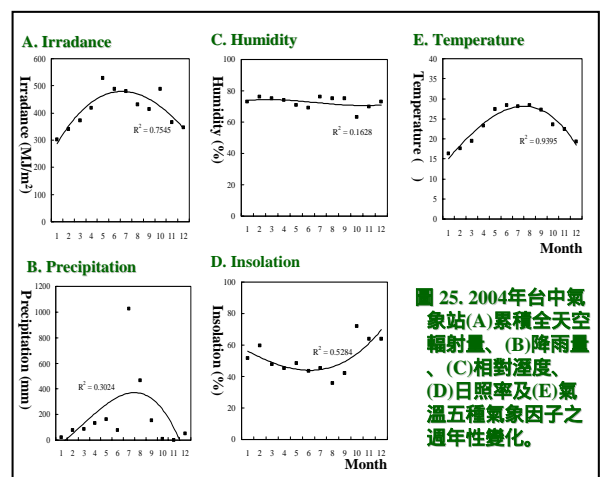


圖 25. 2004年台中氣象站(A)累積全天空輻射量、(B)降雨量、(C)相對濕度、(D)日照率及(E)氣溫五種氣象因子之週年性變化。