

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

[1]

## 草坪植物之水分生理與灌溉指標之研究（二）

[2]

計畫類別： 個別型計畫          整合型計畫  
計畫編號：NSC 89 - 2312 - B - 002 - 194 -  
執行期間：89 年 08 月 01 日至 90 年 07 月 31 日

計畫主持人：張育森  
共同主持人：

本成果報告包括以下應繳交之附件：  
赴國外出差或研習心得報告一份  
赴大陸地區出差或研習心得報告一份  
出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份  
國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立臺灣大學園藝學系

中 華 民 國 九 十 年 十 月          日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 草坪植物之水分生理與灌溉指標之研究 (二)

Studies on Water Relations and Irrigation Criterion of Turfgrasses. II.

計畫編號：NSC89-2313-B-002-194

執行期限：89 年 08 月 01 日至 90 年 07 月 31 日

主持人：張育森 國立臺灣大學園藝學系

共同主持人：無

計畫參與人員：蔡玉茹 國立臺灣大學園藝學系  
宋馥華 國立臺灣大學園藝學系

### 一、中文摘要

為了瞭解不同月份 CWSI 之上下限與 CWSI 可否取代傳統測量植物水分狀況的方法，本試驗將栽植於花箱中之地毯草 (*Axonopus compressus* (Swart) Beauv.) 與假儉草 (*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.) 置於塑膠布溫室及人工光照氣候室中測量 CWSI 之上下限、CWSI 與葉片水勢、土壤水勢的比較。結果顯示，上下限會依不同的作物、時期與地區而改變。CWSI 與葉片水勢、土壤水勢有其負相關性存在，而蒸散速率較葉片水勢與土壤水勢更能評估植株水分逆境的恢復程度。此外，CWSI 在乾旱時其靈敏度高於濕潤狀態，因此 CWSI 較適合表示植物處於水分逆境時之水分狀況。以 CWSI 作為地毯草灌溉指標時，CWSI 值為 0.63。

關鍵詞：地毯草、假儉草、作物水分

逆境指數 (CWSI)、土壤水勢、葉片水勢、蒸散速率

Abstract

Tropical carpetgrass (*Axonopus compressus* (Swart) Beauv.) and centipedegrass (*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.) were placed in the plastic tunnel and phytotron to investigate the lower and upper baselines of crop water stress index (CWSI) in different months and evaluate the ability of using CWSI to replace the traditional methods in measuring plant water status. The results shown that the lower and upper baselines of CWSI measured in July, August, and September were different in both tropical carpetgrass and centipedegrass, therefore the lower and upper baselines of CWSI needed to consider plant

species, growth seasons, and culture condition. CWSI values, leaf water potential (LWP) and soil water potential (SWP) values of tropical carpetgrass and centipedegrass in the plastic tunnel and phytotron were measured. The results indicate that the CWSI was linearly correlated to LWP and SWP. In addition, transpiration rate seem to be a more reliable index than LWP and SWP to diagnosing plant water stress. CWSI was more sensitive in drought stage than well-watered stage. When using CWSI as an indicator of irrigation of tropical carpetgrass, the value was 0.63.

Keywords: Tropical Carpetgrass, Centipedegrass, Crop Water Stress Index (CWSI), Soil Water Potential, Leaf Water Potential, Transpiration Rate.

## 二、緣由與目的

預估植物水分狀況的方法可分為直接偵測與間接偵測 (Garrot 等人, 1993), 然這些方法中有的對植物具破壞性, 或者測量手續繁雜, 無法適時瞭解植物水分狀況, 建立一套簡易且非破壞性測定植物水分狀況的方法, 一直是作物生理學者努力的目標。Idso 等人(1981)發展出作物水分逆境指數 (crop water stress index; CWSI), 其方法為利用紅外線測溫儀 (Infrared thermometer; IRT) 測出植物的葉溫, 再套入公式, 便可推測植物的水分狀

況。由於紅外線測溫儀攜帶方便, 每次掃描植物體葉溫只需數秒鐘, 操作極為簡便且不對植物造成破壞 (Idso 等人, 1981a; Jackson 等人, 1981; Garrot 等人, 1993)。另外, 在許多作物上已研究指出, 隨著葉片水勢的下降, CWSI 會逐漸上升 (Idso 等人, 1981; Howell 等人, 1984; Reginato, 1983; Nielsen 和 Anderson, 1989; Oliva 等人, 1994) 而 CWSI 除了與葉片水勢有關之外, 也與土壤水勢、土壤水分可利用率 (Hatfield 等人, 1987) 與土壤水分含量 (Caraova 等人, 1998) 成負相關, 顯示以 CWSI 預估植物水分狀況具有相當之可行性, 因此 CWSI 被認為是取代傳統測量植物水分狀況的方法。

然在利用CWSI預估植物水分狀況前, 需先建立該預測植物CWSI之上下限 (Idso 等人, 1981a)。Idso (1981) 指出不同作物及區域環境會有不同之上下限範圍, 而Stegman和Soderlund (1992) 亦認為, 即使是同一作物, 在不同季節其下限亦不盡相同。

鑒於草坪植物的綠化應用日趨重要, 而水分灌溉管理為影響草坪品質之重要因素, 本研究即以地毯草及假儉草為材料, 探討7、8與9月份對地毯草與假儉草上下限之影響及在塑膠布溫室與人工光照室不同環境下CWSI與葉片水勢及土壤水勢的相關性, 期能評估CWSI取代傳統的灌溉感測技術之可能性。

## 三、結果與討論

置於塑膠布溫室內之地毯草與假儉草在水分供應良好的狀況下, 於

晴天每30分鐘取得葉溫與氣溫之差值 ( $T_c - T_a$ ) 及蒸氣壓差 (VPD), 經過迴歸分析後, 可求得下限, 反之, 讓植株出現暫時萎凋, 此時因蒸散作用停止,  $T_c$  不受VPD之影響, 所測得之值為上限。結果顯示地毯草與假儉草所得的七月、八月及九月份下限方程式均不盡相同, 與 Stegman 和 Soderlund(1992) 的論點一致。另外, 地毯草七月份下限為  $(T_c - T_a)_p = -0.64 - 0.07 \times \text{VPD}$ , 上限為  $(T_c - T_a)_p = 5.4$ 。而水分狀況良好之地毯草於人工光照氣候所測得的下限方程式為  $(T_c - T_a)_p = 10.807 - 0.615 \times \text{VPD}$  ( $r^2 = 0.727^{***}$ )。Idso (1981) 認為不同區域環境均可能有其獨特專一的截點及斜率。地毯草於塑膠布溫室與人工光照氣候室所測得上、下限方程式亦不相同, 此結果與上述之觀點相符。

於人工光照室給予三種不同的水分處理, 於試驗中測量葉片水勢、土壤水勢及蒸散速率之變化可看出三種處理之葉片水勢與土壤水勢於試驗前五天無明顯的差異, 第六天中等與乾旱處理之葉片水勢較濕潤處理低, 土壤水勢也有類似現象, 但較不明顯。在蒸散速率比較上, 濕潤處理 (水分供應良好者), 其蒸散速率皆較中等與乾旱處理大。試驗第七天時, 中等與乾旱處理之葉片出現萎凋現象, 且中等與乾旱處理之葉片、土壤水勢與蒸散速率於試驗第七天皆有明顯下降趨勢。當中等處理復水後, 隔日 (第八天) 葉片與土壤水勢明顯提升與濕潤處理相同, 甚至略高於處理組, 而蒸散速率雖有上升的趨勢, 但無法達到與濕潤處理較高的蒸

散速率。因此, 可推斷水分缺乏對植株蒸散速率的影響較葉片水勢與土壤水勢大。雖然經由葉片與土壤水勢偵測不出植株受水分逆境的狀況, 但實質上, 些許水分逆境將降低植株之蒸散速率, 影響其光合作用 (Choudhury, 1983), 進而減少草坪品質。Feldhake 等人 (1983) 以蒸散作用當作肯德基藍草 (*Poa pratensis* L. var. 'Merion') 的灌溉指標時, 當蒸發散量減少 27%, 草坪品質下降 10%。因此, 蒸散速率較葉片水勢與土壤水勢更能評估植株水分逆境的恢復程度。

若將水勢區分成濕潤處理或乾旱處理, 則於濕潤處理中, 葉片、土壤水勢與CWSI無相關性, 乾旱處理有明顯之相關性, 其決定係數分別為  $0.61^{***}$  與  $0.49^{***}$ 。可能是濕潤狀態葉溫和氣溫的差值很小, 紅外線測溫儀無法正確的偵測出這些微的差距, 因此, 在高溼地區水分的逆境程度不易被察覺 (Hatfield, 1990) 由此推論, 似乎土壤乾旱至某一程度時, CWSI才與葉片水勢及土壤水勢有明顯的對應關係, 即CWSI於乾旱處理評估植物水分狀況較為客觀。

若以葉片萎凋之前一天當作灌溉點時, 此時之葉片水勢為 -12bars, 當葉片水勢大於 -12bars 時, 葉片出現萎凋等缺水症狀。因此, 若以此為地毯草之灌溉點, 則土壤水勢為 -2.1bars, CWSI為 0.63。Jalali-Farahani (1993) 建議 0.18 為百慕達草CWSI的灌溉值。然其與本試驗建議之地毯草CWSI為 0.63 差異甚大, 其原因為百慕達草為高爾夫球場之草坪。因此, 其草坪品質要求較高, 水分灌溉需充

足，且高爾夫球場之草坪草修剪高度較低，水分需求較多，不耐水分逆境（Turgeon, 1991），因此，CWSI之灌溉點會有較低的緣故。而Niemiera和Goy（1990）指出景觀植物豔紅夾竹桃的CWSI灌溉點為0.6，此與本試驗之結果較為相近。

綜合以上之結果，不同月份的上下限會有所差異，同一作物在不同地區亦需做上下限之建立；蒸散速率較葉片水勢與土壤水勢更能評估植株水分逆境的恢復程度；此外，當植物在水分狀況良好時，CWSI較無法作為推測水分的工具，而隨乾旱程度的增加CWSI的靈敏度會因而提高。

#### 四、計畫成果自評

1. 本研究內容與原計畫大致相符。
2. CWSI上下限之建立需考慮作物種類、栽培地區及栽培季節。
3. 蒸散速率較葉片水勢與土壤水勢更能評估植株水分逆境的恢復程度。
4. 當植物在水分狀況良好時，CWSI較無法作為推測水分的工具，而隨乾旱程度的增加CWSI的靈敏度會因而提高。
5. 以CWSI作為地毯草灌溉指標時，CWSI值為0.63。

#### 五、參考文獻

1. Carcova, J., G. A. Maddonni, and C. M. Ghera. 1998. Crop water stress index of three maize hybrids grown in soils with different quality. *Field Crops Res.* 55:165-174
2. Choudhury, B. J. 1983. Simulating

the effects of weather variables and soil water potential on a corn canopy temperature. *Agric. Meteorol.* 29:169-182.

3. Feldhake, C. M., R. E. Danielson, and J. D. Butler. 1983. Turfgrass evapotranspiration. II. Responses to deficit irrigation. *Agr. J.* 76:85-89.
4. Garrot, D. J., Jr., M. W. Kilby, D. D. Fangmeier, S. H. Husman, and A. E. Ralowicz. 1993. Production, growth, and nut quality in pecan under water stress based on the crop water stress index. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:694-698.
5. Garrot, D. J., Jr., M. J. Ottman, D. D. Fangmeier, S. H. Husman. 1994. Quantifying wheat water stress with the crop water stress index to schedule irrigations. *Agron. J.* 34:178-184.
6. Hatfield, J. L. 1990. Measuring plant stress with an infrared thermometer. *HortScience* 25 (12):1535-1538.
7. Hatfield, J. L., J. J. Burke, J. E. Mahan, and D. F. Wanjura. 1987. Foliage temperature measurements: A link between the biological and physical environments. *Int. Conf. On Measurement of Soil and Plant Water Status. Vol. 2, Utah State Univ., Logan, p. 99-102.* (Cited from Hatfield, 1990)
8. Howell, T. A., J. L. Hatfield, H. Yamada, and K. R. Davis. 1984. Evaluation of cotton canopy temperature to detect crop water stress. *Trans. ASAE* 27:84-88.
9. Idso, S. B., R. D. Jackson, P. J. Pinter, Jr. R. J. Reginato, and J. L. Hatfield. 1981. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agric. Meteorol.* 24:45-55.
10. Idso, S. B., R. J. Reginato, D. C. Reicosky, and J. L. Hatfield. 1981a.

- Determining soil-induced plant water potential depressions in alfalfa by means of infrared thermometry. *Agron. J.* 78:826-830.
11. Jalali-Farahani, H. R., D. C. Slack, D. M. Kopec, and A. D. Matthias. 1993. Crop water stress index models for bermudagrass turf: a comparison. *Agron. J.* 85:1210-1217.
  12. Jackson, R. D., S. B. Idso, R. J. Reginato, and P. J. Pinter, Jr. 1981. Canopy temperature as a crop water stress indicator. *Water Resour. Res.* 17:1133-1138.
  13. Nielsen, D. C. and R. L. Anderson. 1989. Infrared thermometry to measure single leaf temperature for quantification of water stress in sunflower. *Agron. J.* 81:840-842.
  14. Niemiera, A.X., and M. Goy. 1990. Use of crop water stress index to schedule irrigation of freeway landscape plants. *HortScience* 25 ( 3 ) 302-305.
  15. Oliva, R. N., J. J. Steiner, and W. C. Young. 1994a. Red clover seed production: Crop water requirements irrigation timing. *Crop Sci.* 34:178-184.
  16. Reginato, R. J. and J. Howe. 1985. Irrigation scheduling using crop indicators, *J. Irrig. Drain.* 111:125-133.
  17. Stegman, E. C. and M. Soderlund. 1992. Irrigation scheduling of spring wheat using infrared thermometry. *Trans. ASAE* 35 ( 1 ) :143-152.
  18. Turgeon, A. J. 1991. *Turfgrass Management*. 3rd ed. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.