

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫報告

## 草坪植物氮素營養與需肥診斷之研究（二）

計畫編號：NSC 88-2313-B-002-064

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：張育森 國立台灣大學園藝系

處理方式： 可立即對外提供參考

一年後可對外提供參考

兩年後可對外提供參考

（必要時，本會得延展發表時限）

執行單位：國立台灣大學園藝學系

中華民國 88 年 10 月 31 日

## 一、中文摘要

本試驗以台灣常見的暖季草種：假儉草、地毯草為材料，探討氮肥對其生長之影響，以及葉綠素計應用於氮素診斷之可行性。於 1999 年春季以四種氮肥施用量：0.0、2.5、5.0、10.0gN/m<sup>2</sup>/mo.配合緩效肥 Osmocote 施用 (6g/pot)，及一完全不施肥 (CK) 作對照組，分別測定其葉綠素計讀值 (CMR 值) 和葉片氮含量，並比較其相關性。結果顯示地毯草 5.0gN/m<sup>2</sup>/mo.加 Osmocote 處理具較高生長速率、而假儉草 10.0gN/m<sup>2</sup>/mo.加 Osmocote 處理較其他處理具有較高生長速率、株高和分蘗數。而兩草種施 Osmocote 處理組均較對照組明顯增加生長速率、株高和分蘗數。

CMR 值和葉片氮含量之間呈良好的線性相關，假儉草所測得 CMR 值和  $N_a$  (g/m<sup>2</sup>)  $N_{dw}$  (mg/g) 相關係數分別為 0.76\*\*\*、0.90\*\*\*，於地毯草則分別為 0.77\*\*\*、0.91\*\*\*。藉此可提高葉綠素計應用於氮素狀況診斷知準確性和實用性。另外以硝態氮速測法進行地毯草、假儉草、百慕達草之氮素狀況診斷，當氮素含量過低時無法偵測出硝態氮含量，而在較高氮素含量下，則測值不穩定，雖然仍可表示氮素狀況，但在應用上以葉綠素計之評估較為準確。

**關鍵詞：**地毯草、假儉草、百慕達草、氮肥、氮素診斷、葉綠素計、硝態氮

## Abstract

The objectives of this research were to determinate the effect of N (Nitrogen) on the growth of tropical carpetgrass and centipegegrass, and evaluate the feasibility of using a chlorophyll meter for predicting nitrogen status. In the experimental period (Spring 1999), the plants were applied once Osmocote (6g/pot) combining with NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> at the rates of 0.0, 2.5, 5.0, or 10.0 g N/m<sup>2</sup>/mo. Beside, there was a non-fertilized treatment (Control). The results showed that the tropical carpetgrass plants with 5.0+O<sub>6</sub> and 10.0+ O<sub>6</sub> treatments had higher growth rate, and centipedegrass with 10.0+O<sub>6</sub> treatment had higher growth rate, plant height and number of tiller than the others. In both turfgrasses, the plant height, growth rate, leaf length, number of tiller, and shoot dry weight of the four treatment plants with slow release fertilizer were significantly increased when compared to that of control plants.

There was a significantly positive linear correlation between chlorophyll meter readings (CMR) and leaf nitrogen controls ( $N_a$  or  $N_{dw}$ ) in both turfgrasses. The correlation coefficients of CMR with  $N_a$  and  $N_{dw}$  were 0.77\*\*\* and 0.91\*\*\* respectively in tropical carpetgrass, and 0.76\*\*\* and 0.90\*\*\* in centipegegrass. Nitrate testing is alternative method to evaluate nitrogen status. When using nitrate testing in tropical carpetgrass, centipegegrass and bermudagrass, the results showed that the nitrate content could not be detected in low-nitrogen leaves and the contents variable in high-nitrogen leaves. Therefore, using chlorophyll meter reading is a more reasonable method to predict nitrogen status in turfgrasses.

**Key:**bermudagrass, centipedegrass, chlorophyll meter, diagnosis of nitrogen, nitrate, nitrogen fertilizer, tropical carpetgrass.

## 二、緣由與目的

草坪植物廣泛的應用於景觀配置上，特別是在公園綠地，而草坪植物的品質，更漸漸受到人們的重視。對草坪植物來說，氮素是需要量最多、最具關鍵的礦物營養元素 (Vengris 和 Torello ,1982) ，其氮肥的施用更具有舉足輕重的影響 (Turgeon,1991)。且較其他營養元素更容易發生缺乏現象，此乃因土壤中的氮素由於淋洗作用和揮發作用，容易大量散失而不易被固定。因此氮肥的施用是草坪管理上重要的一環 (Emmons, 1995)。

對草坪植物而言，在氮肥供應不足下，會有老葉黃化、壞死，嫩芽生長緩慢，當氮肥供應過量，則會造成葉色濃綠，組織含水量增加，葉易萎凋和受機械傷害，對病害和環境逆境的抗性減弱，同時因增加嫩芽生長速率則會增加剪草的工作量。由此可知氮素含量過多或過少，對草坪品質均有不良之影響 (Beard, 1973; Turner,1993)。

一般氮素狀況診測方式有外觀診測、土壤氮素分析、植體分析三種方式 (Jones and Case,1990) ，其中又以植體分析的方式最為精確，但這樣的分析方法費時、費力且無法立即反映出植物當時的養分狀況。葉綠素計的應用，則提供一個簡單、快速、及非破壞性的測定方法 ( Takebe et al.,1990;Turner and Jund,1991 )。

葉綠素計目前的機型有 SPAD-501、SPAD-502 兩種，其測定值為一相對的葉色濃綠程度，稱之葉綠素計讀值 (Chlorophyll meter reading) ，簡稱 CMR ，CMR 並不具有單位，測定時只需二秒鐘間隔即可顯現讀值，可以表示葉色之相對狀況。在許多的實驗中指出 CMR 和葉片之葉綠素含量有明顯的相關性。一些作物如：番茄 (Tenga 等人,1989)、桃樹 (Shi 和 Byrne,1995)、蘋果 (Campbell 等人,1990)、歐洲葡萄 (Fanizza 等人,1991)、柑桔 (Sudahono 等人,1994)、稻米 (Turner 和 Jund,1991)、小麥 (Reeves 等人,1993)、棉花 (Wood 等人,1992)、高狐草 (Kantety 等人,1996) 等植物種類，都有報告指出其所測得 CMR 和葉片萃取的葉綠素含量有明顯相關性。

由於葉片葉綠素含量和葉片氮含量有明顯相關性。矮生稻利用葉綠素計 (SPAD-502) ，所測得的 CMR 和葉片氮含量、稻米產量有顯著相關性，當 CMR 超過 42 則不會有產量的增加，由此可評估適當的氮肥施用量 (Turner 和 Jund,1991 ; Peng 等人,1995)。另外在玉米 (Wood 等人,1992 ; Schepers 等人, 1992 ; Blackmer 等人,1993;Piekielek 等人,1995)、冬小麥 (Follett 等人,1992 ;Reeves 等人,1993 ;Fox 等人,1994)、棉花 (Wood 等人,1992)、馬鈴薯 (Minotti 等人,1994) 等作物中，其 CMR 和葉片氮含量都有良好的相關性。因此 CMR 可作為葉片氮含量的指標。

近年來研究發現，作物體內硝酸氮含量對氮素營養狀況變化很敏感 ( Gardener 和 Jackson,1976 ) ，當全氮量超過某一臨界值時，硝態氮開始累積，因此硝態氮可作為診斷指標，甜菜 ( Carter 等人, 1971 ) 、棉花 ( Tabar 及 Warrick,1984 ) 、高苜 (Geraldson,

1990)、菠菜(Terman 及 Allen,1978)、小麥 ( Papastylianou, 1986 ) 馬鈴薯(Wiliams 及 Maier, 1990)等都可以用植株組織中硝態氮含量作為氮素營養診斷指標。

本計畫第一年試驗藉不同速效氮肥施用量，評估葉綠素計 ( Chlorophyll meter ) 作為假儉草、地毯草氮肥營養診斷之可行性。其結果顯示 CMR 值和葉綠素含量、單位面積氮含量、單位乾重氮含量具顯著相關。鑑於緩效性肥料能長時間提供肥效，減少施肥頻率。因此第二年計畫做不同緩效性肥處理，評估葉綠素計( Chlorophyll meter ) 的利用性。再者，一些小面積的草種如：百慕達草葉面積小於 6mm<sup>2</sup> 無法利用葉綠素計 ( Chlorophyll meter )，則以植體內硝態氮變化趨勢、全氮分析、配合生長調查，期能達到快速氮素診測之目的。

### 三、材料與方法

#### (一) 植物材料 ( Plant material )

地毯草 ( *Axinipus compressus* ( Swartz ) Beauv. )、假儉草 ( *Eremochloa opniuroides* ( Munro ) Hack. )、百慕達草(Bermudagrass, *Cynodon dactylon*(L.)Pers.)。假儉草、百慕達草以播種繁殖，地毯草則以草莖繁殖。種於六吋盆中，栽培介質為壤土：泥炭土：珍珠石為 2：2：1，待盆面長滿後予以修剪，使每盆高度為 4-5cm。

#### (二) 試驗處理(Experiment treatment)

試驗於玻璃溫室中進行，挑選生長一致之假儉草、百慕達草、地毯草，進行不同氮肥施用量處理，氮源供應採 NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>，施用量 0.0、2.5、5.0、10.0 gN/m<sup>2</sup>/mo.，每處理均加上緩效肥 ( Osmocote, N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=14-14-14 ) 每處理六重複，另外有一對照組 ( C K ) 完全不施用氮肥。其餘營養比照 Johnson's solution 供應，每星期施用一次。

#### (三) 調查項目 ( Investigation items )

於試驗期間 ( 1999/3/28 ~1999/5/31 ) 每隔 10 天調查一次，調查項目包括：

##### a. 生長調查

每盆取 3 株分別調查植株之株高、葉數、葉長、葉寬。

株高：為主蔓之長度。

葉長、葉寬：以主蔓上節間最長之一節下的葉片為準，量其葉片中央部份之長度。

葉數：計算展開之新綠色葉片數目。

分蘖數：植株上主蔓及側蔓之節上所長出之芽。

##### b. CMR 值測定

每盆隨機選取四株，每株選取最大完全展開葉，以葉綠素計測定 CMR 值( Kantety 等人., 1996 )。

##### c. 葉片氮含量

以 Kjeldahl 方法進行測定，將取樣葉片於 70℃ 烘乾之後，磨粉秤重，加入消化分

解液 (Se : Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O : H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 0.42g : 14g : 350ml : 420ml) 8 ml, 於 375 加熱 2-3 小時, 冷卻後稀釋至 50 ml, 以全自動凱氏氮分析儀(TECATOR/SWEDEN AUTO 1030) 進行測定。

#### d. 比葉重 (SLW) 分析

分別測定取樣葉片枝葉面積和乾重, 將所得之乾重除以葉面積即為比葉重 (Specific leaf weight, g/m<sup>2</sup>), 簡稱 SLW。

#### e. 硝態氮含量分析

以 Merck Rqflex (E. Merck, D-64271 Darmstadt, Germany) 進行分析。

秤取 0.3g 樣品, 加 3ml 蒸餾水, 將樣品磨碎, 完全混合, 於 85 °C 水浴 30min 後進行分析。

$$\text{硝態氮的含量 (mg/kg)} = \frac{\text{測定值 (mg/l)} \times \text{加入蒸餾水的體積 (ml)}}{\text{樣品重 (g)}}$$

## 四、結果

### (一) 氮肥施用量處理對草坪植物生長之影響

由生長調查可明顯發現, 在加施緩效肥 (6g/pot) 處理下, 對於不同速效肥施用量的處理於地毯草之株高、葉長、葉寬上差異均不顯著, 唯在增加葉數上於 5.0、10.0 gN/m<sup>2</sup>/mo. 處理仍呈現較高之生長量 (表 1)。假儉草則在株高部份以 10.0 gN/m<sup>2</sup>/mo. 顯著增加現象, 其餘均無顯著差異 (表 2)。

另外將兩次不同試驗結果相比較, 在完全不施用氮肥的處理, 春季的試驗於地毯草或假儉草均具有較高的氮含量 (表 3)。

### (二) CMR 和葉片氮含量之相關性

在地毯草之試驗結果 CMR 和葉片氮含量之間呈極顯著之相關性, 和 N<sub>dw</sub> (%) 及 N<sub>a</sub> (g/m<sup>2</sup>) 之線性迴歸 r<sup>2</sup> 分別為 0.91、0.77 (p<0.001) (圖 1)。於假儉草亦有相似的結果, 其 CMR 和 N<sub>dw</sub> (%) 及 N<sub>a</sub> (g/m<sup>2</sup>) 之線性迴歸 r<sup>2</sup> 分別為 0.90、0.76 (p<0.001) (圖 2)。將兩個季節之測值合併進行線性迴歸分析, 於地毯草中 CMR 和 N<sub>dw</sub> (%) 及 N<sub>a</sub> (g/m<sup>2</sup>) 仍具有良好相關性 (r<sup>2</sup> = 0.85、0.86) (圖 3) 在假儉草亦有相似的結果 (r<sup>2</sup> = 0.78、0.76) (圖 4)。

### (三) 硝態氮於草坪植物的含量

硝酸根離子的分析結果顯示, 於完全不施氮的對照組, 硝酸根離子無法測出, 有加施緩效肥之氮素處理, 所測得之硝酸根離子濃度並沒有顯著的差異 (表 4), 比較不

同草種之間的，且結果顯示地毯草之硝酸酸根離子含量明顯高於百慕達草、假儉草，將近 10 倍（表 5）。

## 五、討論

比較其在 CMR、葉片氮含量上的結果，但於地毯草、假儉草均和生長調查有相同的趨勢，雖然在高氮肥（5.0、10.0 gN/m<sup>2</sup>/mo.）的施用下具有較高的 CMR 值和葉片氮含量，但其差異較之前一次試驗明顯降低許多。這樣的結果主要在於加施緩效肥的效應已超過速效肥之作用，故在生長狀況、CMR、葉片氮含量分析上差異不大，即是在只施用緩效肥的處理，仍和其他不同量速效肥的處理具有相近的結果，而在完全不施用氮肥的對照組，就可明顯看出施用氮肥之效應，顯示對草坪植物而言，供應緩效肥已可滿足其生長期間對氮素之需求。另外將兩次不同試驗結果相比較，在完全不施用氮肥的處理，此次的試驗於地毯草或假儉草均具有較高的氮含量（表 3），可能是不同生長季節所造成的影響，在春季的試驗對草坪植物而言生長趨於旺盛階段，故增加其對營養的吸收。

地毯草與假儉草之CMR和N<sub>dw</sub>（%）、N<sub>a</sub>（g/m<sup>2</sup>）均具有良好的線性相關，且N<sub>dw</sub>（%）的相關性較N<sub>a</sub>（g/m<sup>2</sup>）加。然而Peng等人（1995）以稻米為材料，試驗CMR與單位面積之氮含量，其結果Na>Ndw，特別在生長季中和末期，因此學者認為，CMR與Na的相關性優於Ndw。但Johnkutty and Palaniappan於（1996）試驗CMR與Ndw、Na產量及CMR/SLW與Ndw、產量，結果CMR與Ndw、Na皆有顯著相關，而在生長季中和末期Na的相關性較優於Ndw，不過差異度不大。Johnkutty and Palaniappan學者認為Na的相關性較優於Ndw，可能是因為其在植物生長後期調查，且所選擇的稻米品種基因型差異不大，故在SLW並不會有太大差異。

另外和第一年冬季試驗結果相比較，於不同季節所獲得之線性迴歸雖然有所差異，但均具有極顯著之相關性，在前人研究指出 CMR 應用於氮素狀況之評估易受到不同生長季節之影響（Peng 等人，1996），而在草坪試驗結果顯示在不同生長季節下仍具有良好的線性相關，增加其在應用上的可行性，同時將兩個季節之測值合併進行線性迴歸分析，於地毯草中 CMR 和 N<sub>dw</sub>（%）、N<sub>a</sub>（g/m<sup>2</sup>）仍具有良好相關性（r<sup>2</sup> = 0.85、0.86）（圖 3）在假儉草亦有相似的結果（r<sup>2</sup> = 0.78、0.76）（圖 4），藉此可提高葉綠素計應用於氮素狀況診測之準確性和實用性。

硝酸根離子的分析結果顯示，於完全不施氮的對照組，硝酸根離子含量無法測出，其原因可能是硝酸根離子濃度太低，因儀器本身有測定濃度範圍（5-250 mg/l）。反之，有加施緩效肥之氮素處理，所測得之硝酸根離子濃度並沒有顯著的差異，主要在於緩效肥之作用大於速效肥的處理，在硝酸根離子的累積濃度無法顯示出不同氮肥

施用量之影響，另一方面此速測法，在硝酸根含量高的情況下測值不穩定，故應用上仍要在進一步的評估。比較不同草種之間的硝酸根離子含量，可以發現在地毯草之濃度明顯高於百慕達草、假儉草，其相差近 10 倍，此一草種間之差異可能在氮素利用的不同所造成，仍須再進一步釐清。

綜合上述，草坪植物之肥培管理可藉由 CMR 和葉片氮含量之線性關係，針對相同草種、季節、葉齡、節位進行取樣，即可利用葉綠素計偵測草坪植物之氮肥狀況，增加其實用性和準確性，以達到快速診斷之目的。配合氮素臨界濃度的確定，則可進一步用於氮素營養診斷，達到快速、便利、準確之測定，作為肥培管理之參考依據。此外，硝酸根離子速測法雖可應用於細葉草種之氮素狀況評估，但其呈現測值變動性大，故以全氮量的診斷較為準確，其實用性仍須進一步的評估。

## 六、計畫成果自評

1. 本研究內容與原計畫大致相符。
2. 研究成果確定氮肥對草坪植物生長之重要性。
3. 利用葉綠素計可合理偵測草坪植物葉片氮含量。
4. 初步認為葉綠素計可作為氮素管理之指標，達到快速診斷之目的並可提高氮肥之利用效率，惟氮素臨界濃度範圍之界定仍有待進一步探討。
5. 實驗結果顯示葉綠素計讀值 (CMR) 用來評估葉片氮含量較硝酸根離子速測法來的準確。。

## 七、參考文獻

- Beard, J.B. 1973. Turfgrass : Science and Culture. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Blackmer, T.M., J.S. Schepers, and G.E. Varvel. 1994. Light reflectance compared with other nitrogen stress measurement in corn leaves. *Agron. J.* 86: 934-938.
- Campbell, R.J., K.N. Mobley, R.P. Marini, and D.G. Pfeiffer. 1990. Growing conditions alter the relationship between SPAD-501 values and apple leaf chlorophyll. *HortScience.* 25(3):330-331
- Carter, J.N., and M.E. Fenson, et al., 1971. Interpreting the rate of change in nitrate nitrogen in sugar beets petiole. *Agron. J.* 63:669-674.
- Dwyer, L.M., M. Tollenaar, and L. Honwing. 1991. A nondestructive method to monitor leaf green-ness in corn. *Can. J. Plant Sci.* 71:505-509.
- Emmons, R.D. 1995. Turfgrass Science and management. 2nd ed. Delmar Pub. Inc., New

York.

- Fanizza, G., L. Ricciardi, and C. Bagnulo. 1991. Leaf greenness measurement to evaluate water stressed genotype in *Vitis vinifera*. *Euphytica*. 55:27-31.
- Fox, R.H., W.P. Piekielek, K.M. Macneal. 1994. Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25 ( 3&4 ) :171-181.
- Gardener, B. R., and E. B. Jackson. 1976. Fertilization, nutrient corn position, and yield relationship in irrigated spring wheat. *Agron. J.* 68:75-79.
- Geraldson, C.M. 1990. Plant analysis as an aid in fertilizing vegetable crops. In L.M. Welsh et al. (ED): *Soil testing and plant analysis*. Pp.365-379. Soil Sci. Amer., Madison, Wisconsin, USA.
- Jones and Case. 1990. Analyzing plant tissue samples. Pp.412-413. In: Westerman, R.L. (ed.) *Soil Testing and Plant analysis*, 3<sup>rd</sup> Edition. Soil Science Society of America, Inc., Madison. WI.
- Jones, J.B., Jr., B. Wolf, and H.A. Mills. 1991. *Plant analysis Handbook*. Micro-Macro Pub., Athens, Georgia. 213pp.
- Kantety, R.V., Edzard van Santen, F.M. Woods, and C.W. Wood. 1996. Chlorophyll meter predicts nitrogen status of tall fescue. *J. Plant Nutr.* 19(6):881-899.
- Kantety, R.V., E.V. Santen, F.M. Woods, and C.W. Wood. 1996. Chlorophyll meter predicts nitrogen status of tall fescue. *J. Plant Nutr.* 19 ( 6 ) :881-889.
- Papastylianou, I., 1986. Diagnosis of N deficiency in barley growing in different rotating system by plant analysis. *Fert. Rds.* 12: 157-163.
- Peng, S., F.V. Garcia, Ma.R.C. Laza, K.G. Cassman. 1993. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration. *Agron. J.* 86:987-990.
- Peng, S., Ma.R.C. Laza, F.V. Garcia, K.G. Cassman. 1994. Micro-wave drying of rice leaves for rapid determination of dry weight and nitrogen determination. *J. Plant Nutr.* 17 ( 1 ) :209-217.
- Peng, S., Ma.R.C. Laza, F.V. Garcia, K.G. Cassman. 1995. Chlorophyll meter estimates leaf area-based nitrogen concentration. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26 ( 5&6 ) :927-935.
- Piekielek, W.P., R.H. Fox, J.D. Toth, and K.E. Macneal. 1995. Use of a chlorophyll meter at early dent stage of corn to evaluate nitrogen sufficiency. *Agron. J.* 87:403-408.
- Reeves, D.W., P.L. Mask, C.W. Wood, and D.P. Delaney. 1993. Determination of wheat



- nitrogen status with a hand-held chlorophyll meter: influence of management practices. *J. Plant Nutr.* 16 ( 5 ) :781-796.
- Schepers, J.S. D.D. Francis, M. Vigil, and F.E. Below. 1992. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 23 ( 17-20 ) :2173-2187.
- Shi, Y. and D.H. Byrne. 1995. Tolerance of *Prunus* rootstocks to potassium carbonate-induced chlorosis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120 ( 2 ) :283-285.
- Sibley, J.L., D.J. Eakes, C.H. Gilliam, G.J. Keever, W.A. Dozier, Jr., and D.G. Himelrick. 1996. Foliar SPAD-502 meter values, nitrogen levels, and extractable chlorophyll for red maple selections. *HortScience.* 31 ( 3 ) :468-470.
- Sudahono, D.H. Byrne, and R.E. Rouse. 1994. Greenhouse screening of citrus rootstocks for tolerance to bicarbonate-Induced Iron chlorosis. *HortScience.* 29(2):113-116.
- Tabar, J.A., and A.W. Warrick. 1984. Variability of nitrate in irrigated cotton. I. petiole. *Soil Sci. Am. J.* 48:602-607.
- Takebe, M., T. Yoneama, K. Inada. And T. Murakami. 1990. Spectral reflectance ratio of rice canopy for estimating crop nitrogen status. *Plant soil.* 122(2):295-297.
- Tenga, A.Z., B.A. Marie, and D.D. Ormrod. 1989. Leaf greenness meter to assess ozone injury to tomato leaves. *HortScience.* 24 ( 3 ) :514.
- Terman, G.L. and S.E. Allen. 1978. Crops yield, nitrate-N, total N and total K relationships in leafy vegetable. *Commun. Soil Sci Plant Anal.*, 9: 813-825.
- Turgeon, A.J. 1991. *Turfgrass Management*. 3rd ed. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Turner, F.T., and M.F. Jund. 1991. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidwarf rice. *Agron. J.* 83:926-928.
- Turner, T.R. 1993. *Turfgrasses*. In: W.F. Bennett. ( Ed. ). *Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants*. pp.187-196. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Vengris, J. and W.A. Torello. 1982. *Lawns*. 3rd ed. Thompson Pub., California.
- Westcott, M.P. and J.M. Wraith. 1995. Correlation of leaf chlorophyll readings and stem nitrate concentrations in peppermint. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26 ( 9&10 ) : 1481-1490.
- Williams, C.M.L. and N.A. Maier. 1990. Determination of the nitrogen status of Irrigated potato crops. . a simple on farm quick test for nitrate-nitrogen in petiole sap. *J. Plant Nutr.* 13(8): 985-993.
- Wood, C.W., D.W. Reeves, R.R. Duffield, and K.L. Edmisten. 1992a. Field Chlorophyll measurements for evaluation of corn nitrogen status. *J. Plant Nutr.* 15 ( 4 ) : 487-500.

Wood, C.W., P.W. Tarcy, D.W. Reeves, and K.L. Edmisten. 1992b. Determination of corn nitrogen status with hand-held chlorophyll meter. J. Plant Nutr.15 ( 9 ) :1435-1438.

表 1. 不同氮肥處理對地毯草生長之影響。

Table 1. Effect of different nitrogen treatment on growth in *Axinipus compressus* (Swartz) Beauv.<sup>xy</sup>

Nitrogen treatment <sup>z</sup> (gN/m <sup>2</sup> /mo.)	CMR value	CMR 3/1	N <sub>dw</sub> (%)	N <sub>a</sub> (g/m <sup>2</sup> )	Plant height(cm)	Leaf No.	Largest fully expanded leaf	
							Length(cm)	Wide(cm)
CK	25.1c	0.87b	1.601c	0.407b	6.0b	5.8c	4.5b	1.2b
0.0	38.0b	1.07a	3.657b	0.746a	29.3a	18.9b	8.4a	1.5a
2.5	38.9ab	1.05a	3.949a	0.697a	32.8a	19.1b	8.4a	1.5a
5.0	40.9a	1.06a	3.960a	0.758a	31.4a	21.3ab	8.4a	1.4a
10.0 <sup>w</sup>	40.5a	1.08a	4.106a	0.759a	34.1a	23.2a	8.7a	1.4a

<sup>x</sup>: Experimental period:1999/ 3/ 29~1999/ 5/ 31.

<sup>y</sup>: Values in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level, by Duncan's multiple range test.

<sup>z</sup>: Each treatment had 6 replication with one pot for each.

<sup>w</sup>: nitrogen source: NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.

表 2. 不同氮肥處理對假儉草生長之影響。

Table 2. Effect of different nitrogen treatment on growth in *Eremochloa opniuroides* (Munro)Hack.<sup>xy</sup>

Nitrogen treatment <sup>z</sup> (gN/m <sup>2</sup> /mo.)	CMR value	CMR 3/1	N <sub>dw</sub> (%)	N <sub>a</sub> (g/m <sup>2</sup> )	Plant height(cm)	Leaf No.	Largest fully expanded leaf	
							Length(cm)	Wide(cm)
CK	30.3c	1.04a	1.223d	0.470b	1.21c	3.7b	7.3b	0.5b
0.0	43.0b	1.08a	2.919c	0.767a	4.20b	6.1a	8.9a	0.6a
2.5	42.9b	1.11a	3.072b	0.793a	4.41b	6.3a	9.2a	0.6a
5.0	44.9a	1.14a	3.173a	0.770a	4.33b	6.1a	9.1a	0.6a
10.0 <sup>w</sup>	45.6a	1.18a	3.203a	0.747a	6.23a	6.0a	9.7a	0.6a

<sup>x</sup>: Experimental period:1999/ 3/ 29~1999/ 5/ .

<sup>y</sup>: Values in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level, by Duncan's multiple range test.

<sup>z</sup>: Each treatment had 6 replication with one pot for each.

<sup>w</sup>: nitrogen source: NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.

表 3. 地毯草、假儉草於不同氮肥施用量、季節下之葉片氮含量。

Table 3. Effect of different nitrogen treatment and season on nitrogen conc. in *Axinipus compressus* (Swartz) Beauv., *Eremochloa opniuroides* (Munro)Hack.<sup>x</sup>

nitrogen treatment ( gN/m <sup>2</sup> /mo. )	<i>Axinipus compressus</i> (Swartz) Beauv.		<i>Eremochloa opniuroides</i> (Munro)Hack.	
	1997/12	1999/4	1997/10	1999/4
	CK	0.969d	1.601c	0.649d
0.0	----	3.657b	-----	2.919c
2.5	1.623c	3.949a	1.068c	3.072b
5.0	2.199b	3.960a	1.329b	3.173a
10.0	2.868a	4.106a	1.957a	3.203a

<sup>x</sup> : Values in a column for followed by the same letter are not significantly different at 5% level, by Duncan's multiple range test.

表 4. 不同氮肥處理下地毯草、百慕達草、假儉草之硝態氮含量 ( mg/kg )。

Table 4. Effect of different nitrogen treatment on nitrate concentration in *Axinipus compressus* (Swartz) Beauv, *Cynodon dactylon* (L.) Pers, and *Eremochloa opniuiroides* (Munro)Hack.(1999/4/10)<sup>x</sup>

nitrogen treatment (gN/m <sup>2</sup> /mo.)	<i>Axinipus compressus</i> (Swartz)Beauv	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	<i>Eremochloa opniuiroides</i> (Munro)Hack
CK	-----	-----	-----
0.0	2575.97a	266.32a	213.77a
2.5	2618.57a	200.89b	187.05a
5.0	2440.99a	203.40b	212.30a
10.0	2013.48a	104.19c	187.99a

<sup>x</sup> : Values in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level, by Duncan's multiple range test.

表 5. 不同氮肥處理下地毯草、百慕達草、假儉草之硝態氮含量 ( mg/kg )。

Table 5. Effect of different nitrogen treatment on nitrate concentration in *Axinipus compressus* (Swartz) Beauv, *Cynodon dactylon* (L.) Pers, and *Eremochloa opniuiroides* (Munro)Hack.(1999/4/20)<sup>x</sup>

nitrogen treatment (gN/m <sup>2</sup> /mo.)	<i>Axinipus compressus</i> (Swartz)Beauv	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	<i>Eremochloa opniuiroides</i> (Munro)Hack
CK	-----	-----	-----
0.0	3402.07a	448.19a	371.92a
2.5	3592.71a	396.22a	313.37b
5.0	3265.06a	432.19a	310.86b
10.0	3411.33a	401.99a	318.37b

<sup>x</sup> : Values in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level, by Duncan's multiple range test.

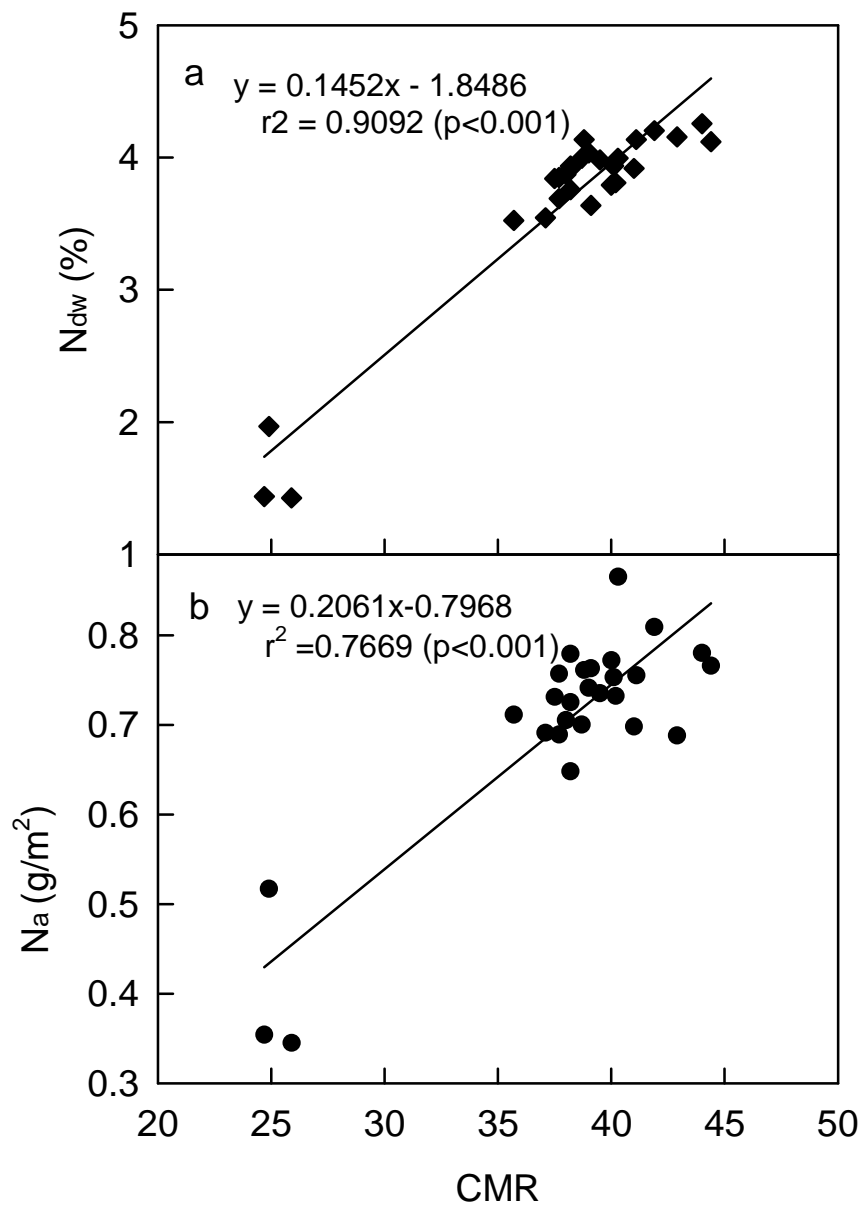


Fig. 1 The linear regression of (a) dry weight-based ( $N_{dw}$ ) and (b) area-based ( $N_a$ ) leaf nitrogen concentration on CMR of *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv. (1999/3/28 - 5/31)



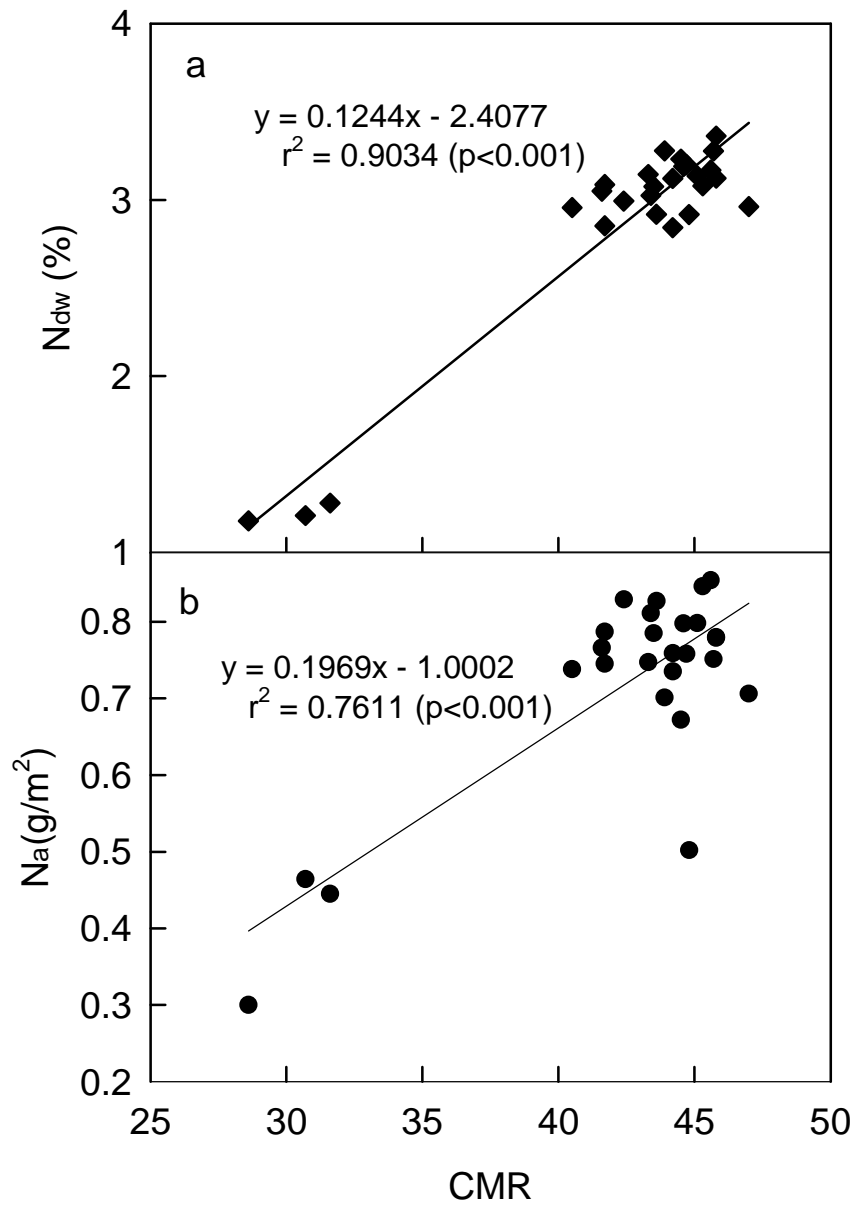


Fig. 2 The linear regression of (a) dry weight-based ( $N_{dw}$ ) and (b) area-based ( $N_a$ ) leaf nitrogen concentration on CMR of *Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.

(1999/3/28 - 5/31)

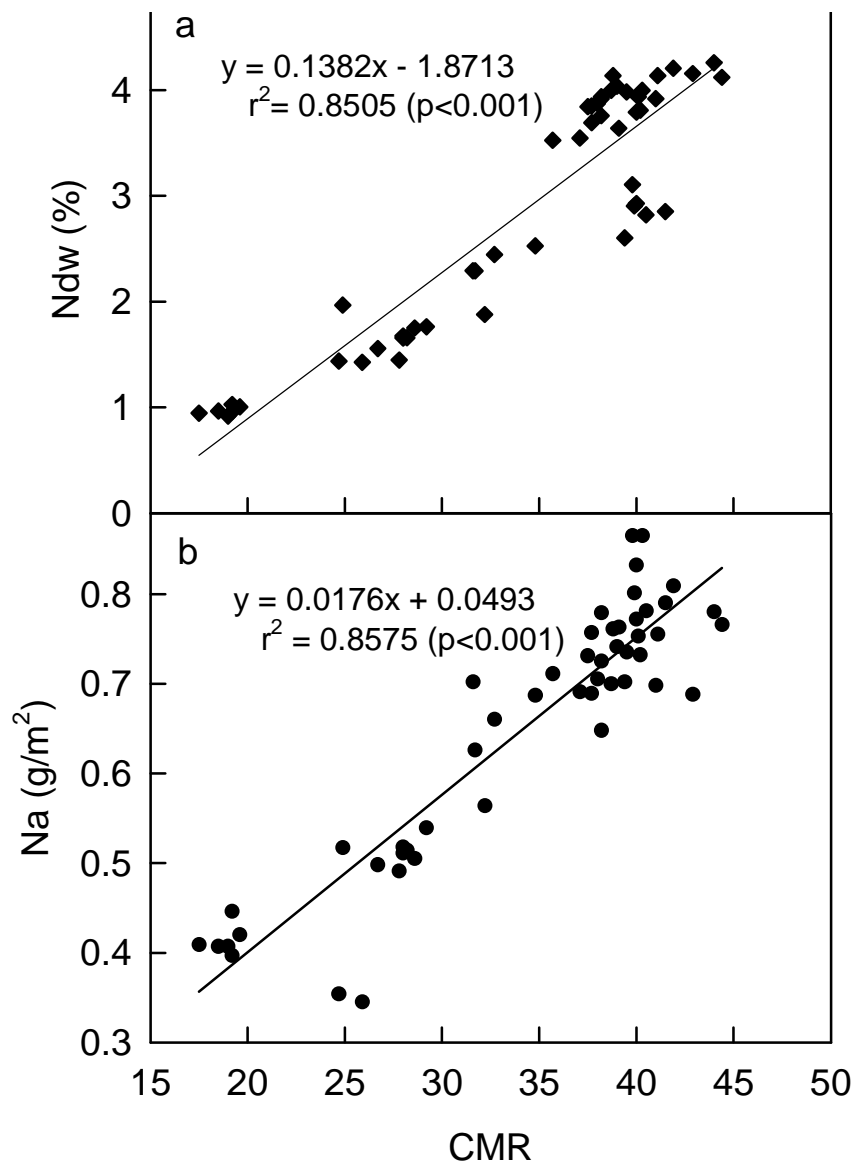


Fig. 3 The linear regression of (a) dry weight-based ( $N_{dw}$ ) and (b) area-based ( $N_a$ ) leaf nitrogen concentration on CMR of *Axonopus compressus* (Swartz) Bezuv. using pooled data of different growth stage.

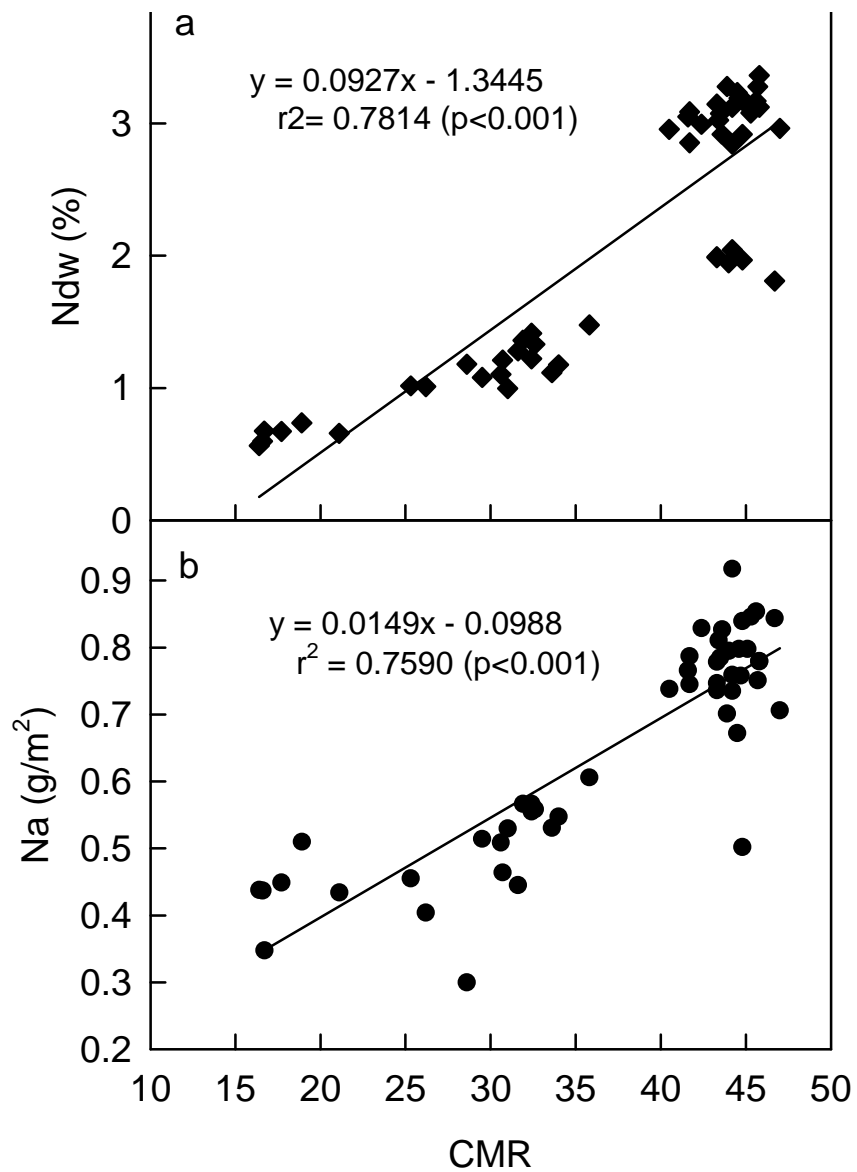


Fig. 4 The linear regression of (a) dry weight-based ( $N_{dw}$ ) and (b) area-based ( $N_a$ ) leaf nitrogen concentration on CMR of *Eremochloa opniuroides* (Munro) Hack. using pooled data of different growth stage.