

# 高爾夫球場草坪永續管理策略

黃文達

國立台灣大學農藝學系

wendar@ntu.edu.tw 02-33664762

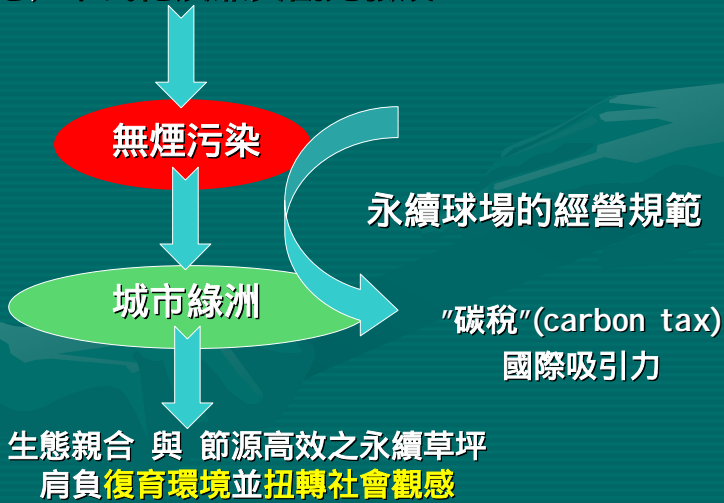
1





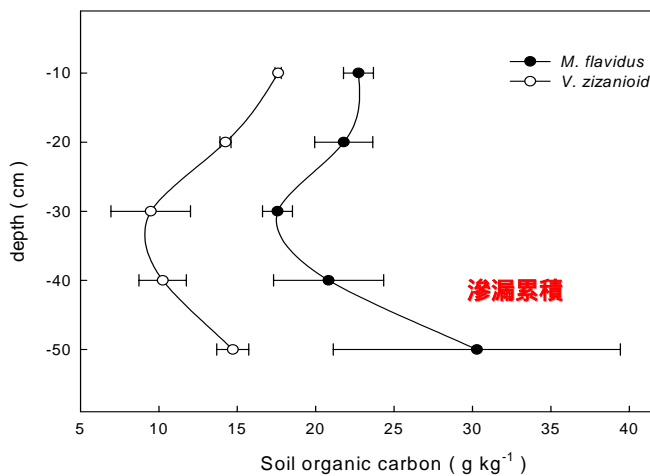
# 行政院：高爾夫球場未來申請籌設

平地化、平民化及兼具觀光發展



## 禾草資源多樣性 利用研究：

### 五節芒與培地茅對土壤碳庫影響之研究



- 五節芒土層SOC含量在15.8gkg<sup>-1</sup> ~43.2gkg<sup>-1</sup>
- 培地茅 約在5.9gkg<sup>-1</sup> ~17.8gkg<sup>-1</sup>

“碳稅”(carbon tax)

# 永續性高爾夫球場之經營

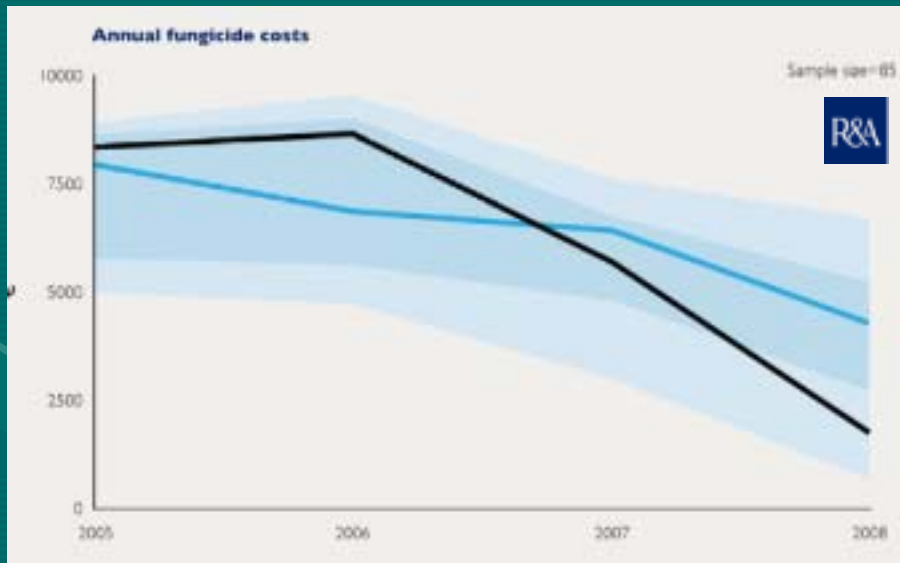


7

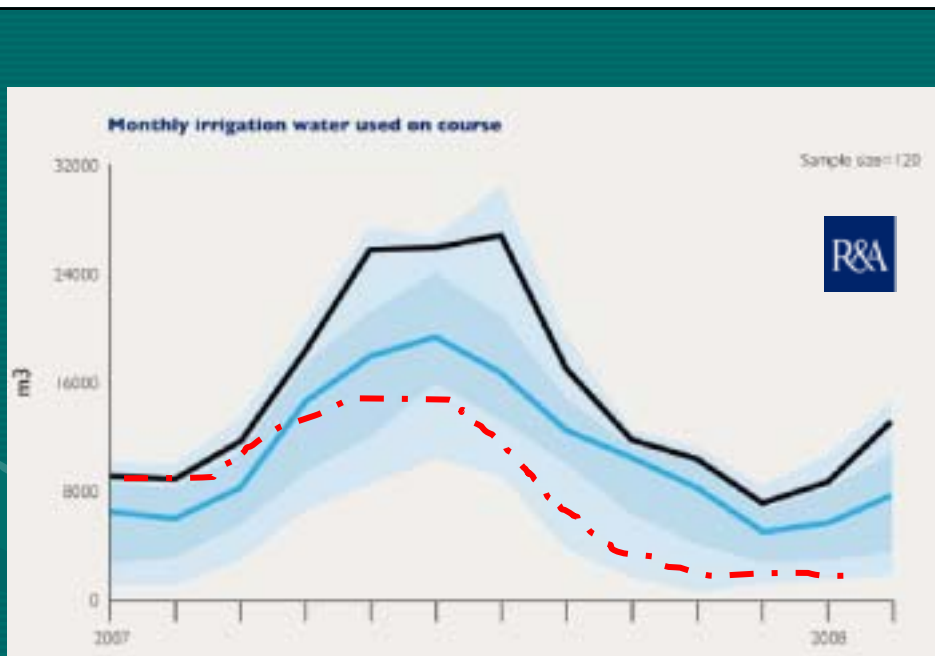


8

# How can we measure sustainability?



9



10



## ■ 碳足跡 ( carbon footprint )



➤ 輔助評估高爾夫球場對環境的影響，可藉由**生命週期評估技術** (Life cycle assessment, LCA) 來進行，包含**投入和產出**及潛在環境衝擊之彙整與評估，

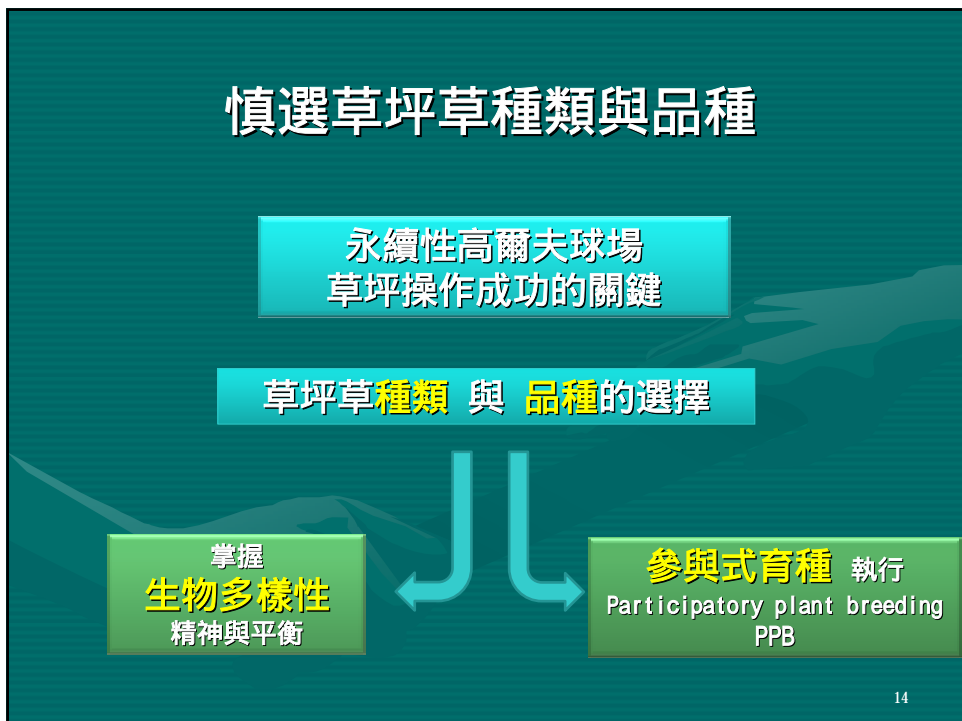


➤ 包括**資源使用、人體健康及生態影響**等，這都可以用來輔助評估球場永續經營策略的正確性。



## 草坪永續管理的基本理念





生物多樣性是**基因多樣性**、**物種多樣性**與**生態體系多樣性**。

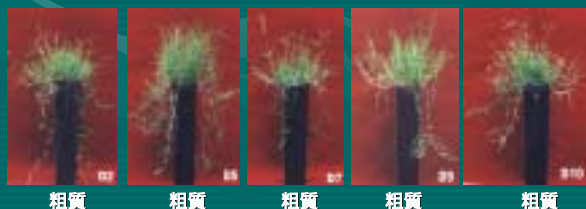
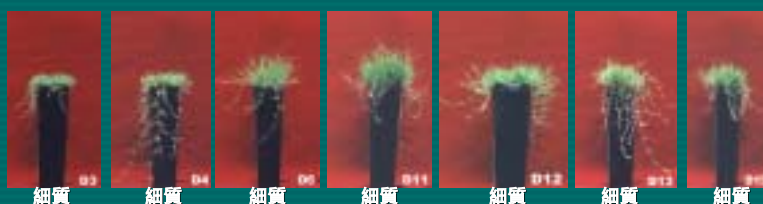
現行生態Glof course→採用多草種或品種

施用化學肥料  
及藥劑、土壤  
肥沃、病蟲害  
低的育種環境  
進行育種

在慣行管理所育成

但高品質草種改種植於**低投入、多變的有機球場**，其變異性高的球場環境使得原高品質草種無法得到預期的結果。

15



**本地值得開發利用草種：**  
小馬唐、假儉草、海雀稗、  
普通百慕達草、類地毯草、  
竹節草、地毯草、兩耳草及  
結縷草等，大都是具有**自然  
結籽**特性的**異質族群**

16

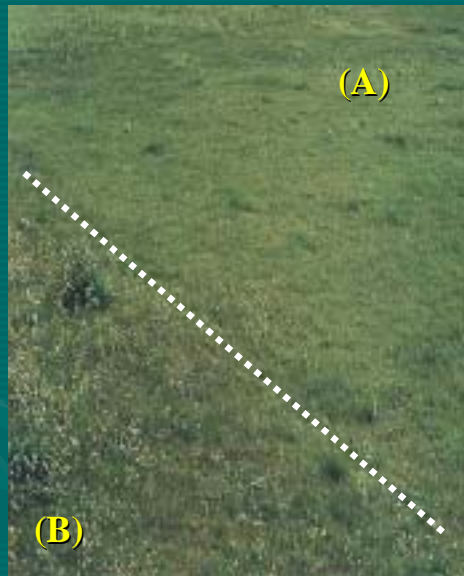


## 採用對雜草競爭力強的草坪草品系：

圖. 百慕達草草坪中之雜草族群。

(A) 右上方 D14 百慕達草草坪雜草相很少  
蒼香薊，

(B) 左下方 D7 百慕達草草坪雜草以蒼香薊為主。



17

■ **結縷草屬** (*Zoysia* spp.) 為多年生C<sub>4</sub> 型禾本科植物，自然分布於台灣多種不同自然環境之海岸地帶，在澎湖等離島則成為優勢草種，

- **耐鹽、耐旱、耐濕、耐瘠、耐踏及耐病蟲害**
- **可減少水分消耗及農藥、肥料之使用，不但可節省管理成本，而且有利於環境保護**

■ 目前在屏東科技大學農園系與台灣大學農藝學系都有進行栽培觀察試驗：

加入實際操作**球場的參與**  
反應出各球場**真正的需求**  
**復育了本地的種源**

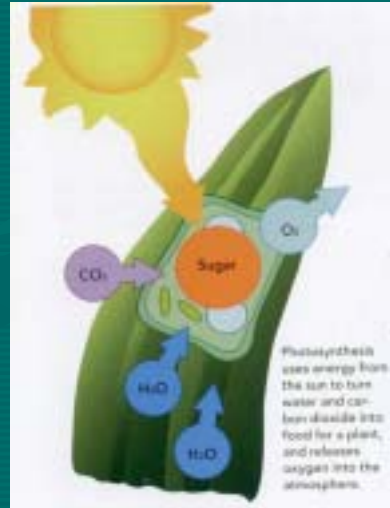
- **有助環境的永續發展**

18

# 瞭解草坪草生理特性

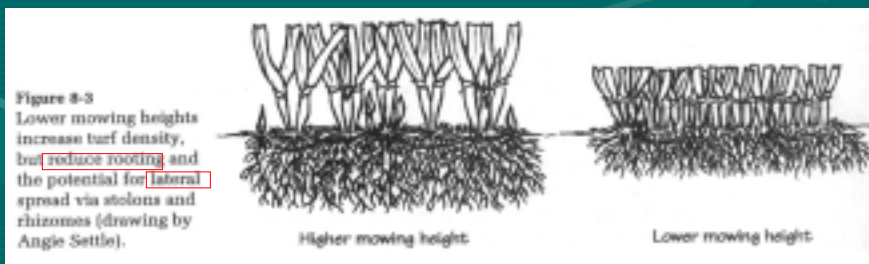
## 草坪草刈割頻度的原則：遵守1/3原則


- 草坪莖桿對刈割的反應為頂芽優勢去除，促進側芽生長，以提高最佳的光合作用。
- 若每次刈割超過 1/3
  - 僅剩葉鞘，形同逆境，葉冠大幅降低，光合作用下降，使得草坪密度、垂直生長速率與走莖及匍匐莖的生長等皆降低。
- 在不良氣候下，延遲了刈割作業，仍須遵守1/3原則，採逐步下修以降低高度。



## Mowing height goes down

- Leaf blade width
- Leaf chlorophyll content
- Shoot succulence .cells with thinner wall





Creeping bentgrass exhibits wilt more quickly  
in collars than on putting surfaces.

Deeper rooting should delay wilt ?

Mowing heights > 3.8cm ..... a dense stolon mat  
roots become elevated in this stolon mat  
susceptible to summer and winter desiccation

Ex. Bermudagrass...particularly the new ultradwarf

### 草坪草根系管理的原則：

➢ 枝/根(shoot/root)比以1/3為目標

■ 草坪草根系發育管理因子 刈割、施肥與灌溉

➢ 刈割高度

✓ 根深度、生長速率、產量

✓ 枝/根比

例如：肯塔基藍草刈割高度維持

2.5cm/每隔5天	5.1cm/每隔7
根重66%	100%

## 枝/根 比

- 3 代表氮肥施用過量
- 2~1.5 氮肥推薦適量下
- 1~1/2 氮肥低於推薦量
- 1/3 逐漸提高草坪土壤有機質

- 百慕達草草坪若於夏末秋初施用過量氮會導致冬天低溫嚴重傷害：
  - 過量氮素會 根系、莖葉含水率、枯草層
- 草坪草若能貯存較多的碳水化合物，就會有有健康旺盛的根系，自然能增加草坪草對環境逆境與有害物的忍受性，即能降低肥培管理與化學藥劑的投入量。

23

## 掌握草坪管理與病蟲草害之關係

草坪採用永續管理 建構健康的草坪

可以孕育出各種益蟲或無害之昆蟲

草坪益蟲包括步行蟲 (ground beetles)、隱翅蟲 (rove beetles)、肉食性或寄生性黃蜂及無害之螞蟻等

有些對草坪環境無害，僅扮演著食物鏈的角色  
有些昆蟲則是對草坪有益的，能捕食害蟲，如肉食性甲蟲可以捕食啃食草坪的毛毛蟲

無須農藥即可壓制害蟲的幼蟲，降低害蟲的族群數目

24

## 草屑管理與病蟲草害

### ■草屑

- 病害的傳染源
- 植體養份(氮素供源)

Nutritional influence >>  
spreading pathogen

### ■草屑 ↻

- 莖葉的含水量
- 植物細胞壁變薄
- 病害的抵抗力
- 溫帶草種 褐斑病 (brown patch)

25

- 在多年生黑麥草(Perennial ryegrass)刈割作業時，不移除草屑。

Dollar spot

brown patch

(Tall fescue no different)



26

# insects



高草草在成蟲最高峰時：

➢ 長草區草坪刈割高度	18cm	7.6cm
幼蟲生物量	55%	100%

27

# insects

匍匐型小糠草(Creeping bentgrass)在不同刈割高度對切根蟲防治效果不明顯，若移除草屑則可降低危害。



black cutworms lay the eggs on the tips of grass blades, and that mowing removes most of those eggs. Many eggs survive on grass clippings, so remote disposal of clippings helps reduce re-infestations.

28



## 草屑管理與病蟲草害

### Weeds

草坪刈割高度 維持在該草種適割高度範圍的上限時  
減少雜草的侵入

高狐草草坪遭遇馬唐嚴重侵入時

Turf mowed at 3.2cm.....80%馬唐覆蓋率

8.8cm.....3%

Bermudagrass encroachment

.....tall fescue 1.9cm > 5.7cm

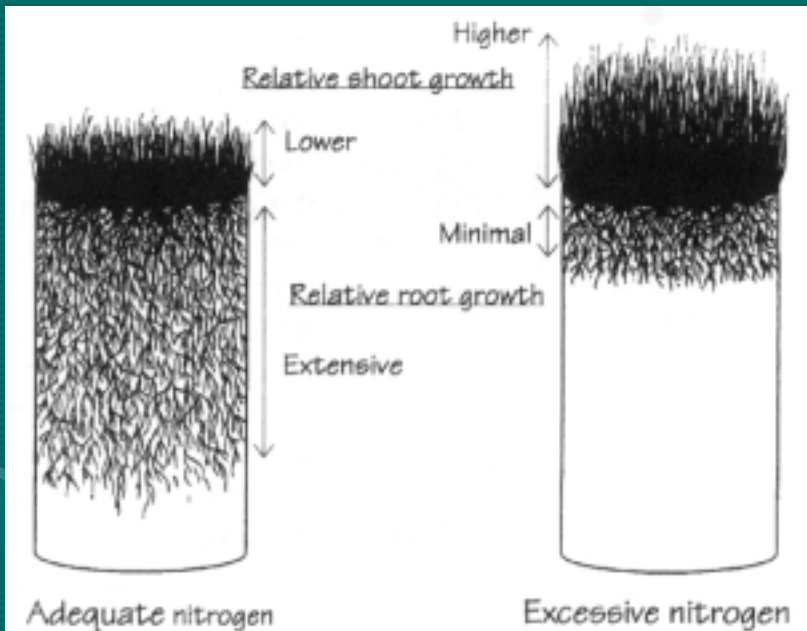
**在雜草抽穗結籽時期，草屑會夾帶雜草種子，此時應移除**

29

## 草坪草施肥管理與病蟲草害之關係

- 合理化氮肥可以提升緻密的草坪降低大部分雜草的入侵。磷肥會促進單年生藍草annual bluegrass的入侵。
- 生理酸性肥 (Acid-reacting fertilizers) (如硫酸銨) 發現可以降低部分感染根系疾病的罹病率，如春枯病 (spring dead spot)、夏斑病 (summer patch) 和全蝕病 (take-all patch) 等。
- 生理酸性肥會降低土壤酸鹼度，發現可以減少草坪金龜子幼蟲 (white grubs) 與日本甲蟲 (Japanese beetle) 族群密度與蟲隻體積。

30



N.....rooting↘, succulence↗, thatch↗

> 低氮肥下易伴隨錢斑病、紅線病 (red thread) 與銹病 (rust) 等；

Rust on perennial ryegrass



red thread 紅線病





- **高氮肥**下易促進褐斑病、根腐病、和葉斑病 (leaf spot) , 且速效性肥較緩效性肥嚴重。



Figure 7.6: Creeping bentgrass receiving high N levels may be more susceptible to brown patch.

33

## 草坪草灌溉與病蟲草害之關係

- 灌溉管理可能會促進或抑制雜草的問題：
  - **低頻或不足的噴灌**會導致乾旱逆境而降低草坪覆蓋率，造成了雜草入侵的機會。尤其是在溫帶草坪草區當遇到乾旱時，會遭受夏季一年生熱帶禾草如馬唐 (*Digitaria* spp.) 的入侵。
  - **高頻率或過量的噴灌**除了會促進早熟禾 (*Poa annua*) 與莎草科 (*Cyperus* spp.) 雜草的生長，也容易增加啃食根部昆蟲 (如雞母蟲、螻蛄等) 的族群量。
- ✓ 真菌會跟著灌溉水擴散，任何噴灌策略造成過濕狀態，就會促進病菌的感染。
- ✓ 如依循田間容水量噴灌或夜間噴灌的策略皆會造成土壤過濕，且感病增加的情形。

34

# Insects

- Root-feeding insects    moisture  
Ex..white grubs, mole crickets(螻蛄)



草坪永續管理的技術



## 球場佈局

單一草種

優點：作業效率高

缺點：天然災害(風災、水害)及病蟲害等，不易分散，

**長草區、冬季交播作業 (Overseeding)** 生物多樣性的精神 建立合理的混作制度 (mixed cropping)。

➢ 透過混作，各種草種因遭遇**逆境**被害程度不同，利用乙草種來**補償**甲草種之損失。由於各種草種**根系之深淺**不一，土壤中各層養分得以充分被吸收利用。



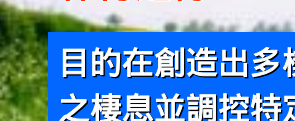
flower borders



草畦



保育邊行



目的在創造出多樣且複雜的雜草相可提供有益昆蟲族群之棲息並調控特定的蟲害，同時亦可增加土壤有機碳庫貯存量，並能提高農田生物多樣性，進而改善對農田生態系之動態平衡有益的生物



## 夏威夷

鐵刀木 *Cassia siamea* 作圍籬  
修剪作堆肥



## 哥斯達黎加

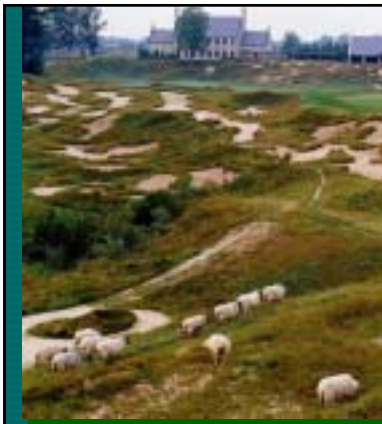
用南洋櫻讓山藥、  
胡椒、百香果來攀爬

39

39







盡量增加**原生植物區或不刈割區**的比例，但在選擇種植禾草以外的植栽時，仍要留意栽植之植物是否有抗旱節水的特性，因為觀賞植物多為C3型植物，需水量更高。



41

## 草屑管理

使用迴轉式割草機 (rotary mowers) 時盡量選用具有**粉碎功能的刀片**，可以將刈除的莖葉切成很小的草屑，直接回射進草坪基部，草屑不會遮掩草坪影響光合作用，在亞熱帶台灣分解亦迅速，可以提供養分的**永續循環利用**。



A bagging blade (top) and two mulching blades



### 1公噸草屑

N : 60 lb  
K<sub>2</sub>O : 50 lb  
P<sub>2</sub>O<sub>4</sub> : 10 lb  
MgO : 10 lb  
CaO : 25 lb

## 有機肥施用

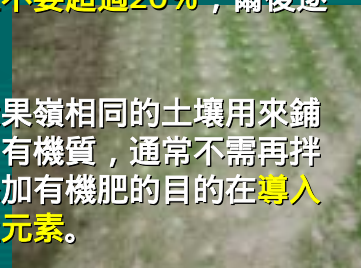
- 因為環境關懷與鼓勵廢棄物資源回收利用，高爾夫管理者開始注意球場投入與產出分析（input-output analysis），
- 傾倒草屑與其滲出液會污染附近水資源並影響周圍生物相，若能將這些廢棄物再生資材回施草坪，將可減少化肥的施用量。
- 有機堆肥施於乾旱的夏季可以促進(提高)草坪色澤與密度，但仍應避免過量施用，會造成生長過速，枯草層太厚。



43

## 有機肥施用

- 有機堆肥施用基本原則：
  - 施用前過篩（3mm~6mm），並混合20~30%(V/V)的砂
    - ✓ 初期 果嶺 < 100 g/m<sup>2</sup> yr.，
    - ✓ 其他區域 < 250 g/m<sup>2</sup> yr.，
  - 施用時機可以每月施用一次，亦可集中於每年十月與二月施用，或添加在鋪砂介質中但不要超過20%，爾後逐年檢視土壤環境後再調整提高。
  - 雖然鋪砂介質通常會使用與建造果嶺相同的土壤用來鋪砂操作，因為土壤中已有足量的有機質，通常不需再拌入有機質，只以純砂即可。但添加有機肥的目的在導入健康的微生物相與提供土壤微量元素。



## 有機肥施用

至於平常的養護與草坪色澤調整，可用**有機堆肥液**、**木酢液**或**糖醋液**等，進行葉面噴施，均具有一定的殺菌、驅蟲作用，能幫助土壤中的有益微生物繁殖，能較好地防治病蟲害，亦能促進草坪的健康。



## 特定地點草坪管理

(SSTM, Site-Specific Turf Management)

將草坪管理作業中之施藥、施肥及除草等，根據球場**不同區塊**存在**不同特性**，如不同之病蟲害、肥力、雜草，施以最適當之處理。

VRT (variable rate technology) **可變率技術**可以減少藥物及肥料的噴施量，也減少對環境的污染。

減少藥物及肥料的噴施量。達到**低投入**的管理策略，並可避免施用過量化學藥劑或使用不當藥劑等問題而造成土壤及水質之污染。



(Paul E. Fixen, 2003)

Potash & Phosphate Institute 46/146

## GreenSeeker 光譜儀與可變率噴施系統結合





## Organic - Hot Oil Microspray



- Canola oil heated to **177**
- Sprayed only on weeds

49

## Conclusion

- Social perception
- Energy efficiency
- Waste management
- Biodiversity and habitat improvement
- Pesticide regulation



50





敬請指教

謝謝!!