

運用整合草坪管理模式促進高爾夫球場之環境保育

郭毓仁

【摘要】台灣高爾夫球場的管理是以草坪品質優良以達到擊球順暢為原則，因此必須有定期的管理。如此一來球場便可能產生污染環境及破壞生態秩序的機會。整合草坪管理是結合遺傳育種、法規方法、物理方法、生物防治法、栽培方法及化學防治法等六項，來達成生態保育及維持高品質草坪之間的均衡。本研究的目的乃藉由文獻回顧以及對研究案例之球場調查所得之管理方式互相整合對照，並提供先進國家高爾夫球場用藥資訊，讓業者有管理上之依據以減低目前環境污染的情況發生。本研究進行主要在球場維護管理上利用對案例球場場務管理總監進行訪談以利農害整合管理系統之比較。輔以文獻上所示之草坪農害整合管理方法比較修訂區域管理計畫，得到該球場之環境管理計畫。以目前高爾夫球場的環境保育研究充滿困難的情況下，本研究的結果及方式具有讓未來有興趣從事此方面之學者一個參考。

【關鍵字】 高爾夫球場、整合草坪管理、環境保育

The use of integrated turfgrass management for environmental enhancement in golf course

【Abstract】 The number of golf courses in the world is growing and now exceeds 25,000. There are at least 82 golf courses running in Taiwan. This involves a considerable amount of open space and potential habitat due to the average of 18-hole golf course in Taiwan covers more than 50 hectares of land. Potential environmental problems associated with golf course construction and turfgrass management include loss of habitat and wildlife species, water conservation, chemical contamination of soil and water resources, etc. The goal of integrated turfgrass management (ITM) program is to keep pest populations or damage at a tolerable level. The keystone of a turfgrass ITM program is frequent, careful monitoring of pest activity, including suitable turfgrass selection, cultural practices, scouting and monitoring, pesticide use, and record keeping, etc.. In this paper, we presented design principals for applying landscape ecological design to retain and restore biodiversity in golf course, and introduced ITM system to decrease the possible contamination of soil and water sources from the usage of pesticides and fertilizers. However, we hope this research will be of value in guiding advisors in government and planners of superintendent in golf course at the science of landscape ecology and how it can help them.

【Keywords】 golf courses, biodiversity, and sustainable landscape, ITM

壹. 前言

一. 前言介紹

高爾夫球運動的由來，並未被真正確定的，書上記載以 15 世紀荷蘭人利用一根枝條，和由羽毛捆成的球來遊戲，即早期的高爾夫。世界上第一座高爾夫球場稱之為 Royal and Ancient 高爾夫俱樂部仍於 1754 年在蘇格蘭的 St. Andrews 建立，可謂之高爾夫的發源地(Beard, 1982)。

台灣在 1914 年由日本人在現今的高爾夫俱樂部(老淡水球場)開發了 3 個球洞的球場。至 1989 年台灣只有 31 座球場，從 1990 年起高爾夫球場的申請及興建驟增，雖然 1981 年行政院透過教育部公佈實行「高爾夫球場管理規則」，將高爾夫球運動列為教育部之體育項目，但是對於開放政策以及管理策略仍顯匱乏的情況下，在 1992 年起，台灣形成高爾夫球運動仍持續推廣，職業選手仍繼續為國爭光，但是高爾夫球場問題卻不斷的延續，包括土地政策，環保問題，稅務問題等，直到今日仍無法有具體的解決之道(中華民國高爾夫協會，1995)。

至民國 90 年底統計目前本省核准設立的球場共有 83 家。實際已開發完成的有 63 家，而具合法使用執照的僅 29 家。全國球場面積佔國有土地的百分之 2 以上。本省在平地要找到一個超過 50 公頃的土地是不容易的，因此往山坡丘陵地建球場便直接影響到桃園台地生活圈之農漁業，市民用水質，遊憩景觀，及各種生物多樣性品質的優劣。以桃園台地為例，桃園台地區在本省特有的埤塘景觀(過去灌溉用)是不容再受到污染的。過去在桃園台地區由於土壤性質為紅壤土，土中多為鋁鐵氧化物，因此土壤酸鹼度多呈酸性，所以較適合茶葉，鳳梨，甘蔗等作物。如果該地區要種植草坪成為高爾夫球場的話，由於草坪植物的生長酸鹼度在 6.5 左右最適合，因此必定要更換土壤或表土。台灣高爾夫球場的管理是以草坪品質優良以達到擊球順暢為原則。因此必須有定期的剪草、施肥、灌溉、打洞通氣、及農害的管理(郭毓仁，1999)。如此一來球場便可能產生污染環境及破壞生態秩序的機會(圖 1)。目前先進國家對於高爾夫球場的環境管理常利用原生植物(native plants)的栽種來減低病蟲害的發生，並建立農藥使用執照的考試制度，最後利用草坪整合管理系統(Integrated Turf Management; ITM)即結合遺傳育種、法規方法、物理方法、生物防治法、栽培方法及化學防治法等六項，來達成生態保育及維持高品質草坪之間的均衡點(郭毓仁，1996; Smith et al., 1993)。此系統其實源自農害整合系統(Integrated Pest Management; IPM)，而 IPM 主要概念的發展是在 1940 年左右因為殺蟲劑 DDT 的發明後，農藥大量的使用在農業上，於是農業科學家開始尋求利用管理方式來取代農藥的使用，所以 Integrated Crop Management(ICM)也發展在一般的作物栽培上，而最近由於草坪學者的研究，對於草的生態學、雜草學、肥料、農藥方面的研究結果愈多，因此 ITM 的發展便有一個可以行程的空間(United States Golf Association. 1992)。但是目前許多的研

究仍在進行當中。未來要讓已經存在的高爾夫球場恢復或保留現有的生物多樣性主要有兩個途徑來達成：

- (一).恢復綠色的生態網路：即增加球場內區塊(patch)的大小和品質並儘量將其串聯(connexion)，塑造有利於豐富生物多樣性的設計。
- (二).減低草坪維護管理帶來的污染：可以運用整合草坪管理系統的方式來管理球場。減少草坪的區域，多增加原生植被(圖 2)。

目前世界上以美國對於草坪之研究水準最為先進，美國高爾夫球場的管理原則皆以環境保育為前提。球場之管理者多為美國高爾夫球場管理人協會(Golf Course Superintendant Association of American; GCSAA)之會員並擁有考試執照。且球場以受到奧杜邦協會(National Audubon Society)認證為環保球場為目標。目前國內唯一具有 GCSAA 考試執照的球場管理人只有位於桃園楊梅的揚昇高爾夫球場。

本研究的目的乃藉由文獻回顧以及對研究案例之球場調查所得之管理方式互相整合對照，並提供先進國家高爾夫球場用藥資訊，讓業者有管理上之依據以減低目前環境污染的情況發生。

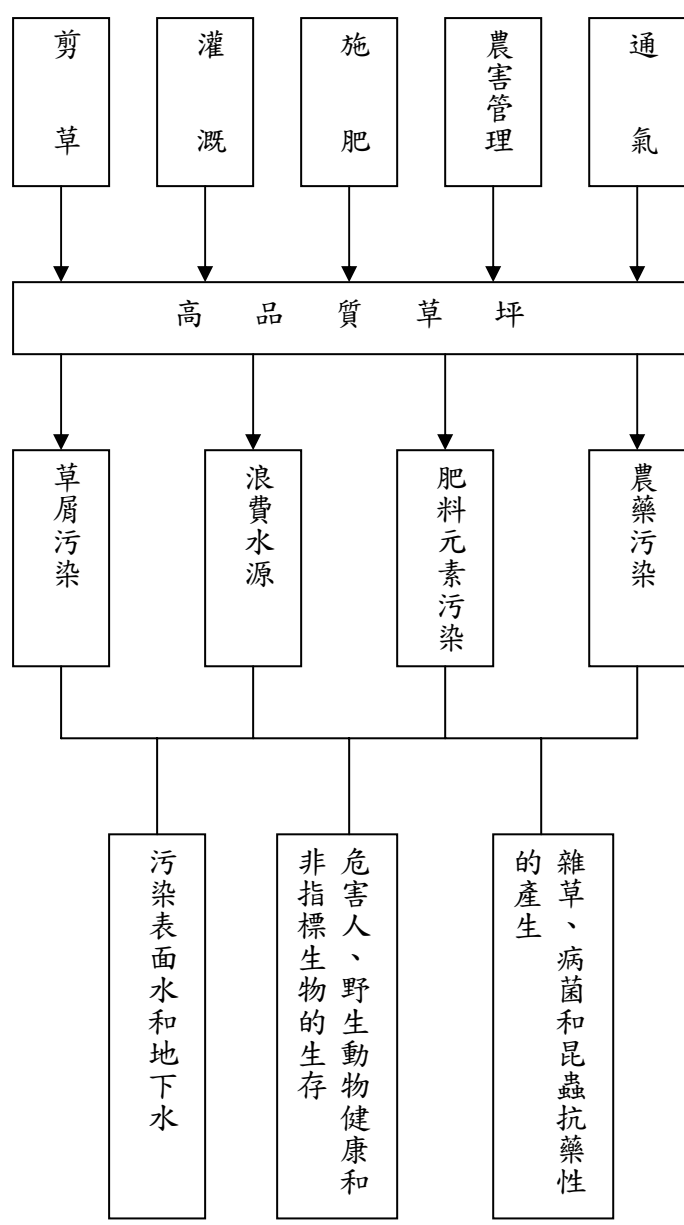


圖 1. 高爾夫球場維持高品質草坪和環境之間的關聯

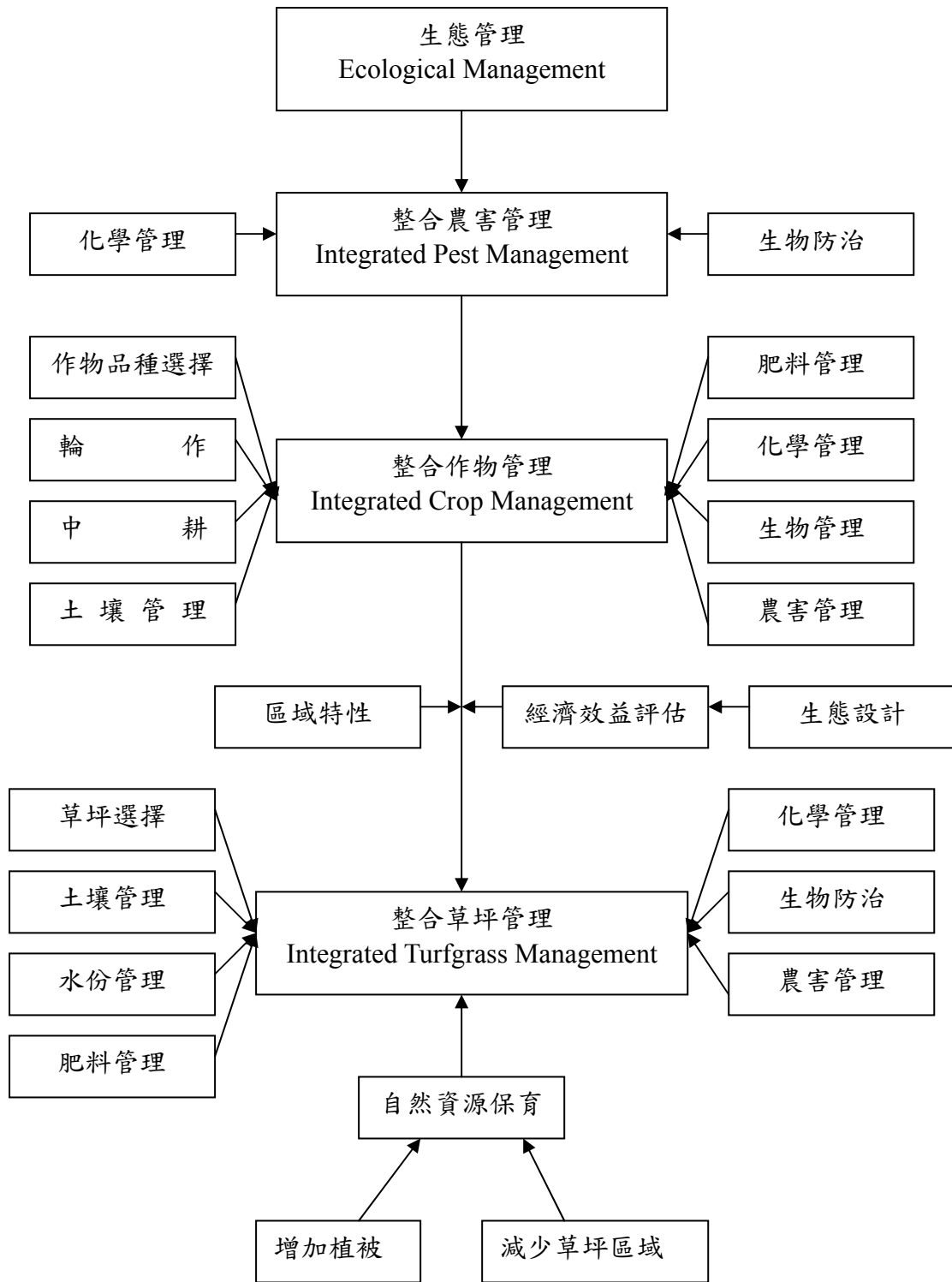


圖 2. 由生態管理發展至高爾夫球場整合草坪管理概況圖

貳. 國外案例介紹

在經濟和環境都必需要兼顧的台灣而言，如果可以達到增加高爾夫球場的實質收益又讓球場經營業者願意配合球場環保，可以說是一個最終的目標。美國奧杜邦學會在這方面做了相當大的努力。奧杜邦學會是全世界最大且最具行動力及公信力的環保團體之一(<http://www.tesri.gov.tw/content6/edit17c1.htm>)，截至 1990 年美國就有至少 1800 家球場加入奧杜邦的環保合作計畫(Dodson,1990 in Terman, 1997)，我們舉兩個美國球場非來自奧杜邦學會的督導也不計經濟上利益的例子：
一. 案例(一)：

位於北卡羅納州的 Carolina National 高爾夫俱樂部接受奧杜邦學會的環保計畫，他們將 12 公頃的球場部份，改成原生植被，例如藍莓(*Vaccinium augustifolium*)、戀風草(*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees)、小藍莖草(*Schizachyrium scoparium*)、楊梅(*Myrica rubra* Sieb. Et Zucc)等原生植栽，重新播種或移植，來增加棲地的面積，另外再加一些也是野生動物棲地的重要觀賞草，如芒草、象草等增加多樣性，整個棲地的完成，需要至少一年以上，才可見到穩定的植被，這個計畫花費美金 1 萬元，但估計省下來的維護費用達 1 萬 5 千元左右，而經過一段時間後，球場內的鳥類和一些小型的野生動物例如狐狸、浣熊、兔子、松鼠和鹿等都明顯增加，球客的反應也非常好。球場業者的反應是，如果可以增加更多的自然棲息地，會得到更多的利益的。

(<http://www.audubonnintl.org/casetudias/carolinagc.htm>)

二. 案例(二)：

在伊利諾州的 North Shore 鄉村俱樂部則是以有機栽培的管理方式，利用堆肥的使用，來增加球場中土壤微生物的活動和數量，並藉由物理性質的改善，有效增強草坪的健康，抑制病菌的產生，而減少農藥的使用，並增加收益。使用有機肥料也是草坪整合管理系統中重要的一環。

(<http://www.audubouint.org/casestudies/nrthshorecc.htm>)

三. 案例(三)：

佛羅里達州 Old Marsh 高爾夫俱樂部是一個濕地混合住宅及高爾夫球場的 182 公頃土地，其中 40 公頃是擊球的區域，52 公頃是濕地，14 公頃是湖泊，2 公頃是森林，而有 84 公頃是住宅。他們在 1991 年開始從事生態保育，利用自然植被的種植增加棲地，湖岸植被保護湖泊，濕地附近利用寬 6 公尺的壕溝當緩衝帶保護濕地，並利用大眾媒體，宣傳球場的生態保育工作，一直到 1998 年才被奧杜邦學會認證是具有環保功能的球場。

(<http://www.audubonnintl.org/casestudies/oldwarsh.htm>)

四. 案例(四)：

康乃狄克州的 TPC 球場則花了美金 12,000 元種植許多樹木和灌木當野生動

物的覓食來源和棲地，並在池塘週邊種植水生植物來做緩衝帶，增進棲地安全，他們發現每年省下不少的管理費用。

(<http://www.audubonnintl.org/casestudies/TCRiver.Highlounds.htm>)

參. 研究方法

本研究主要為利用草坪整合管理方法減少污染及破壞棲息地的機會。方法是先得到規劃設計原則並同時以揚昇高爾夫球場為案例對象實際將生態設計及管理的方法應用在球場上。選擇揚昇高爾夫球場單獨一家主要是因為先前對北區十家球場問卷意願調查，只有該球場願意配合。而該球場之場務管理人具 GCSAA 之考試執照，因此其提供數據較為可信。同樣的在英國的研究也發現高爾夫球場的研究配合度並不高(Green and Marshall, 1987)。在兩年的研究進行當中共有 10 次在不影響該球場球客擊球的環境下進行巡場觀察管理情形並參觀農肥料放置地點與種類以加強資料提供準確性的應證。

草坪農害整合管理的進行主要在球場維護管理上利用對球場場務管理總監進行訪談，時間為 2000 年 12 月 5 日，分別依草坪品種、植物種類、土壤性質、剪草頻率、施肥方式、灌溉方法、雜草防除方式、病蟲害管理方式，球場各區域面積大小及其他特殊管理以利農害整合管理系統之比較。訪談調查內容將球場分為四大部份來探討，包含果嶺、發球台、球道及長草區。而在這四大部份中，我們將各區域管理要點著手調查：剪草高度、剪草頻率、剪草型式、草屑、氮肥、磷肥、鉀肥、鐵肥、微量元素、pH、灌溉、通氣、打土或切土、鋪沙、雜草防除、疾病控制、蟲害控制、冬季交播或其他管理方式。再輔以文獻上所示之草坪農害整合管理方法比較修訂區域管理計畫，得到該球場之環境管理計畫。在農藥使用資訊的研究上主要以美國 GCSAA 所發表的文獻中，運用事後資料收集整理的方法(after-the -fact)比較農委會出版之農藥名稱手冊相互對照，提供目前國內有合法登記進口的農藥種類整理出正確的產品名稱、中英文名稱、草坪單位施用、及生產公司提供立即的參考(United States Golf Association. 1992)。

肆. 結果與討論

高爾夫球場的調查研究經常受到私人高爾夫球場所舉辦的不定期比賽所影響，因此不容易作定期的調查。而國內高爾夫球場所使用的農藥或肥料一般研究人員比起環保機關所能了解的數量種類更多。這可以從業者對於以抽檢或管理的角度來約束從業者的態度明顯看出，因此未來從事於球場環境保育的工作應該朝向提供資料讓業者自評的方向著手。對揚昇高爾夫球場管理人的訪談問卷結果如

表 1 所示:

表 1.揚昇高爾夫球場現階段草坪管理方法

區域 內容	果嶺	發球台	球道	長草區
剪草高度	夏季:0.19英吋 冬季0.22-0.25英吋	維持0.5英吋	0.8-1英吋	2-4英吋
剪草頻率	每天	每隔一天	一星期2-3次	不定時
草屑	收	收	不收	不收
氮肥	1磅/1000平方尺/月	1磅/1000平方尺/月	--*	--
磷肥	冬季交播時 夏季通氣後	冬季交播時 夏季通氣後	無 --	無 --
鉀肥	和氮肥同時施用	和氮肥同時施用	和氮肥同時施用	和氮肥同時施用
鐵肥	冬季時才施肥	冬季時才施肥	無	無
微量元素	以鈣鎂肥為主	以鈣鎂肥為主	以鈣鎂肥為主	以鈣鎂肥為主
pH值	維持6.5-6.9,硫酸鈣 或碳酸鈣鎂校正	維持6.5-6.10,硫酸鈣 或碳酸鈣鎂校正	維持6.5-6.11,硫酸鈣 或碳酸鈣鎂校正	維持6.5-6.12,硫酸鈣 或碳酸鈣鎂校正
灌溉	隔天,維持70%溼度 1周2次深層灌溉	隔天,維持70%溼度 1周3次深層灌溉	偶爾 偶爾	偶爾 偶爾
通氣	夏季隔月1次 冬季則不通氣	夏季隔月1次 冬季則不通氣	無	無
切土	夏天1周1次 冬季則不切土	夏天1周1次 冬季則不切土	無	無
鋪沙	鋪薄砂1個月1次 通氣後則鋪厚砂	鋪薄砂1個月2次 通氣後則鋪厚砂	無	無
雜草防除	人工	人工	殺草劑	殺草劑
疾病控制	季節交換及雨後 施殺菌劑	季節交換及雨後 施殺菌劑	偶爾	偶爾
蟲害控制	夏天夜盜蟲金龜子 雞母蟲	夏天夜盜蟲金龜子 雞母蟲	夏天夜盜蟲金龜子 雞母蟲	夏天夜盜蟲金龜子 雞母蟲
冬季交播	利用粗藍草在秋季 實施	利用粗藍草在秋季 實施	無	無

從揚昇高爾夫球場之場地管理方式來分析可以比較 ITM 之方法來做為改進的方向，並往環境管理的方向進行。分別列述如下：

一. 草坪品種選擇

選擇種植的草坪品種欲減少產生病蟲害的機會，最好就是選擇抗農害的品種，由於草本身體內具有某些抗病或抗蟲基因，只要是應生長條件符合該草坪生長所需之下，即可以將其基因性狀表現出來，但是由於每一種草種都只有幾個甚至單獨的優良性狀，因此若只靠單一品種要對抗那麼多的環境壓迫，就必需混和許多種或品種來共同抵抗環境壓迫。在 ITM 的管理方式下，有兩種混和草種種植的方式，但是其前提是必需在草種間的質地大小、和顏色不可差太多的條件下，否則草坪是會很難看的，這兩種混和栽植的方式第一種是種和種之間的混和 (mix)，例如百慕達草(*Cynodon spp.*)混和多年生麥草(*Lolium perenne L.*)，就是混和百慕達草耐熱的特性，加上多年生麥草耐寒性品種的特性。另一種是同種間不同品種的混和，例如百慕達草的 Tiflawn 及 Ormond 就是分別取其抗病性和抗旱性。依揚昇高爾夫球場所選用之百慕達草"419"具有雜草不易入侵的優勢，但是容易受春枯病(spring dead spot)的感染。未來在 ITM 的管理下應該可以混合其他具特殊性狀的草種，例如"Midiron" 或"Westwood"都生長勢強且抗春枯病的品種。

二. 剪草管理

草坪剪草是產生濃密的草坪最重要的途徑，但是剪草會帶來傷口，因此也會增加致病的機會，因此每一種草都有其適合剪草的高度。一般而言，不論哪一種草種，剪草高度在 2~3 英吋之間可以讓草的品質生長良好，當然草留的愈高，光合作用的部分愈多，當然根系就愈發達，草坪產生疾病最忌諱的原因多存在於不定期的剪草，而突然便一次剪去絕大部分，因此草坪受到很大的傷害，這也是台灣草坪管理上最常見的一種方式，因此 ITM 的管理方式除上述所提每種草控制在適合的生長高度外，每一次剪草決不超過上半部的 1/3，即若上半部枝葉現況為 3 吋的話，第一次剪草決不可以剪低於 2 吋。如此草坪受到剪草傷害之後，本身仍有足夠的能力抵抗疾病入侵。如果能夠依此種方式來剪草的話，就可以配合第二個步驟即將草屑 (不會太多) 自然散佈再草坪表面，因為這就是一種綠色肥料，可以減少 1/3~1/2 的施肥量。當然果嶺部份是需要收草屑的。時時注意剪草機刀片的銳利讓剪草傷口平滑減少病菌入侵的機率。

三. 肥料管理

肥料尤其是氮肥對草坪最重要，在 ITM 的管理方式中，肥料必須做到「適時適量」，即需要的時候給予適當的量，在這樣的理論下，便發展成幾項重要的工作需要執行。土壤測試是最基本了解肥料在土壤中的量。使用 70% 的緩效性肥料 (slow release)，使用生物性肥料(biofertilizer)，即利用微生物本身分解土壤有機質便自發性產生肥料健壯植株。目前市售的生物性肥料有許多種，利用「少量多餐」的施用方式，在 ITM 的管理中，必需切記，每個月每平方公尺的草坪決

不可以超過 5 克的全氮，將 5 克的氮分施於幾個段落，如此可以減少流失的機會。

四. 水分管理

水分無論是太多或是太少都會引起植物本身的虛弱，因此對於本省草坪水份管理而言，必需視土壤內的有效水域 (available pool)，因此灌溉與否如果沒有將水分送到草根可以吸收到的地方，那麼這些水源等於是浪費。因此土壤有效水的意義是指在草根附近，根部可以收到的部位。根據這個原理，ITM 的水分管理方式是利用土壤採樣器 (soil probe) 對草坪做採樣，樣品抽出後，視草根尖端處是否土壤仍是濕潤的，如果仍是濕潤則不需要澆水，若為乾旱，視乾燥的程度再澆水。事實上根據研究指出，草坪灌溉 100% 和 83% 的生長度是一樣的，而且草再些餘的乾燥下反而比生長在潮濕的情況下來得佳。而利用上述的方式管理水分，可以適用於生長在任何質地土壤的草坪，也是最簡單有效的方式。揚昇球場以每周深灌的方式可以讓草的根部吸收到水份減少雜草種子發芽的機會，應該再配合土壤採樣器的偵測來決定下一次深灌的時間。

五. 化學管理

農藥的施用在 ITM 的觀念中，當一切栽培管理方式或是生物防治法都無法控制農害時，才考慮使用化學農藥，而化學農藥的使用必須要在不污染土壤和水源的條件下來使用，也就是要做到零冒險 (zero risk)，因此在施用農藥時必須針對農害來使用，並且要依據天氣狀況來施藥，施用量不可超過推薦用量。殺草劑的使用應該局限在擊球的區域，許多雜草是野生動物蜜源、食源、或棲息處，如果感染殺草劑對野生動物生命威脅極大。殺蟲劑的使用可能殺死鳥類的食源或是毒害到野生動物。從上得知一個管理者必須能夠自己判斷農害的種類，這可以從書上得知，而且可以知道如何來控制農害。這必需對仿間的農藥種類了解，這也可以從書上得知。並經由正確的用藥，發展出 ITM 的農藥正確法則，另一種方式是生物防治藥劑或是生物防治法來取代化學農藥的使用，例如天敵的關係，表 2~6 是 GCSAA 為了讓當地高爾夫球場有在使用農藥時可以參考遵循所整理出來的資訊。國內相關政府管理單位對於一般農作物的用藥皆有提供較多的資訊，唯讀對於草坪用藥的資訊極為缺乏，因此提供國外資料參考極為迫切。而目前國內之高爾夫球場仍使用美式單位，因此表中之使用單位仍以每事單位為基準。

表 2. 萌後禾本科殺草劑產品及使用量一覽表

產品名稱	中文名	每公畝施用量	每一平方英尺施用量	英文普通名	生產公司
Acclaim I-EC	--*	15-45 盎司**	0.34-1 盎司	Fenoxaprop	AgrEvo
Daconate 6-L	甲基砷酸鈉	44-88 盎司	1-2 盎司	MSMA	ISK-Biotech
Illoxan 3-EC	--	32.6-43.5 盎司	0.75-1 盎司	Diclofop-methyl	AgrEvo
Methar 30	--	1.1-3.6 加倫	3.2-10.7 盎司	DSMA	Cleary's

MSMA 6-L	甲基砷酸鈉	2.5-5 品脫	1-2 盎司	MSMA	Turfgo
MSMA 6.6-L	甲基砷酸鈉	44 盎司	1 盎司	MSMA	Lesco, Turfgo
Prograss 1.5-EC	--	0.66-1.33 加倫	2-4 盎司	Ethofumesate	AgrEvo
Trimec Plus 2.9-EC	--	1-1.67 加倫	3-5 盎司	MSMA, 2,4-D, MCP, Dicamba	PBI Gordon

*台灣尚未進口

**農藥標籤上之推薦用量

表 3. 草坪殺菌劑產品及使用量一覽表

產品名稱	中文名	每公畝施用量	每一平方英尺施用量	英文普通名	生產公司
4 Flowable Mancozeb 4-F	鋅錳乃浦	8.7-17.4 夸脫	6.4-12.8 盎司	Mancozeb	Lesco
3336 4.5-F	甲基多保淨	2.75-27.5 品脫	1-10 盎司	Thiophanate-methyl	Cleary's
3336 50-WP/W SP	甲基多保淨	2.75-22 磅	1-8 盎司	Thiophanate-methyl	Cleary's
Accost l-G	--	33-260 磅	0.75-6 磅	Triadimefon	Turfgo
Aliette	福賽得	10.9-21.8 磅	4-8 盎司	Fosetyl	Chipco
Banner 14.3%-EC	普克利	1.4-10.9 品脫	0.5-4 盎司	Propiconazole	Ciba
Banner 42%-GL	普克利	1=12 包		Propiconazole	Ciba
Bane) 6-L	普拔克	3.6-10.9 品脫	1.3-4 盎司	Propamocarb Hydrochloride	AgrEvo
Bayleton 25-DF	三泰芬	2.7-10.7 磅	1-4 盎司	Triadimefon	Miles
Captan 50~5rp	--	9-30 磅	3.3-11.3 盎司	Captan	Zeneca
Chipco 26019 Flo 2-F	依普同	1-2.7 加倫	3-8 盎司	Iprodione	Chipco
Chipco 26019 50-WP	依普同	2.7-10.9 磅	1-4 盎司	Iprodione	Chipco
Consyst 67-WP	--	8-21.8 磅	4-8 盎司	Chlorothalonil + Thiophanate-methyl	Regal
Curulan 4.17-F	--	2.7-10.9 品脫	1-4 盎司	Vinclozolin	BASL
Curulan	--	2.7-11.0 磅	1-4 盎司	Vinclozolin	BASL

50-DF					
Daconil 2787 4.17-F	四氯異苯晴	4-30 品脫	1.5-11 盎司	Chlorothalonil	ISK-Biotech
Danonil 2787 90-WDG	四氯異苯晴	2.2-17.7 磅	0.8-16.5 盎司	Chlorothalonil	ISK-Biotech
Defend 2-F	五氯硝苯	11-22 加倫	1-2 品脫	PCNB	Cleary's
Dithane 4-WF	鋅錳乃浦	2-4 加倫	6.4-12.8 盎司	Mancozeb	Rohm & Haas
Dithane 75-T/O	鋅錳乃浦	11-22 磅	4-8 盎司	Mancozeb	Rohm & Haas
Duosan 75-WP	--	8-16 磅	3-6 盎司	Thiophanate-methyl + Mancozeb	O.M Scott
Duosan 78-WSB	--	8-16 磅	3-6 盎司	Thiophanate-methyl + Mancozeb	O.M Scott

表 4. 草坪殺蟲劑產品及使用量一覽表

產品名稱	中文名	每公畝施用量	每一平方英尺施用量	英文普通名	生產公司
1% Dursban 1-G	--	110-200 磅	2.5-4.6 磅	Chlorpyrifos	Lesco
2.32 Granular Insecticide	--	43.5-174 磅	1-4 磅	Chlorpyrifos	Lesco
6.3% Sevin	--	95-130 磅	2.2-3.0 磅	Carbaryl	Lesco
Battle 10-WP	--	4.6-9.2 盎司	3-6 克	Lambda-Cyhalothrin	Lesco
Crusade 5-G	--	60-80 磅	1.5-1.8 磅	Fonofos	Lesco Zeneca
Diazinon 500 4-EC	大利松	5.4-16.3 品脫	2-6 盎司	Diazonon	Lesco
Diazinon 5-G	大利松	87-130 磅	2-3 磅	Diazonon	Lesco Turfgo
Diazinon 50-W	大利松	3.4-8.2 磅	1.25-3 盎司	Diazonon	Turfgo
Dursban Turf 4-EC	毒斯本	1-4 夸脫	0.75-3 盎司	Chlorpyrifos	DowElanco
Dursban 1-G	毒斯本	70-435 磅	1.6-10 磅	Chlorpyrifos	Turfgo
Dursban 2 Coated Granules	毒斯本	50-200 磅	1.25-5 磅	Chlorpyrifos	Turfgo
Dursban 2.32-G	毒斯本	43.5-174 磅	1-4 磅	Chlorpyrifos	Turfgo
Dursban	毒斯本	2-8 磅	0.75-3 盎司	Chlorpyrifos	DowEianco

50-WSP					
Dursban Pro 2-EC	毒斯本	2-8 夸脫	1.5-6 盎司	Chlorpyrifos	DowElanco
Dylox 6.2-G	--	87-130 磅	2-3 磅	Trichlorfon	Miles
Dylox 80-SP	--	6.8-10.2 磅	2.5-3.75 盎司	Trichlorfon	Miles
Mainstay 2-G	--	100-200 磅	2.3-4.6 磅	Fonofos	Lesco
Mavrik 2-F	--	5-10 盎司	0.11-0.23 盎司	(ARS, 2R)-Fluvalinate	Sandoz
Merit 75-WP	--	6.4 盎司	0.15 盎司	Imidacloprid	Miles
Merit 75-WSP	--	4 包		Imidacloprid	Miles
Merit 0.5G	--	60 磅	1.4 磅	Imidacloprid	Miles
Mocap 10-G	--	50 磅	1.1 磅	Ethoprop	Chipco
Oftanol 2-F	--	2-4 夸脫	1.5-3 盎司	Isofenphos	Miles
Oftanol 1.5-G	--	65-130 磅	1.5-3 磅	Isofenphos	Turfgo
ftanol 5-G	亞芬松	40 磅	0.9 磅	Isofenphos	Miles
Professional.. . Dursban 0.5G	陶斯松	220 磅	5 磅	Chlorpyrifos	MlleS
Proxol 80-SP	三氯松	4-10.2 磅	1.5-3.75 盎司	Trichlorfon	Lesco
Scimitar 9.5-WP	--	4.6-9.2 盎司	3-6 克	Lambda-Cyhalothrin	AgrEvo
Scotts Fluid Insecticide 3.8-EC	加保利	2-8 夸脫	1.5-6 盎司	Carbaryl	Zeneca
Scotts Insecticide III 1.34-G	陶斯松	56-112 磅	2.5-5 磅	Chlorpyrifos	Scotts
Scotts Insecticide IV 2-G	亞芬松	75 磅	1.7 磅	Isofenphos	Scottss
Scotts Insecticide V 6.3-G	加保利	96-130 磅	2.2-3.0 磅	Carbaryl	Scotts
Scotts Insecticide VI 6.2-G	加保利	87-130 磅	2-3 磅	Trichlorfon	Chipco Lesco
Sevin Brand SL 4-EC	加保利	2-8 夸脫	1.5-6 盎司	Carbaryl	Turfgo
Sevin 5-G	加保利	175 磅	4 磅	Carbarvl	Chipco
Sevin 10-G	加保利	87 磅	2 磅	Carbaryl	Chipco
Sevin 80-WSP	加保利	2.5-10 磅	1-3.7 盎司	Carbaryl	Miles
Tempo 2-EC	賽扶寧	5.9-8.75 盎司	4-6 公撮	Cyfluthrin	Miles

Tempo 20-WP	賽扶寧	7.7-10.75 盎司	5-7	Cyfluthrin	Ciba
Triumph 4-E	--	1-2 夸脫	0.75-1.5 盎司	Isazofos	AgrEvo
Trurcam 2.5-G	免敵克	40-120 磅	0.9-2.8 磅	Bendiocarb	Turfgo
Turcam 76-WP	免敵克	1.4-5.4 磅	0.5-2 盎司	Bendiocarb	AgrEvo
Turplex 0.265-EC	--	21 盎司	0.5 盎司	Azadirachtin	Scotts
White Grub Insect. 6.2-G	三氯松	87-130 磅	2-3 磅	Trichlorfon	Lesco

表 5. 萌後禾本科殺草劑

產品名稱	中文名	每公畝施用量	每一平方尺施用量	英文普通名	生產公司
Acclaim I-EC	--	15-45 盎司	.34-1 盎司	Fenoxaprop	AgrEvo
Daconate 6-L	--	44-88 盎司	1-2 盎司	MSMA	ISK-Biot ech
Illoxan 3-EC	--	32.6-43.5 盎司	0.75-1.0 盎司	Diclofop-methyl	AgrEvo
Methar 30	--	1.1-3.6 加倫	3.2-10.7 盎司	DSMA	Cleary's
MSMA 6-L	甲基砷酸鈉	2.5-5 品脫	1-2 盎司	MSMA	Turfgo
MSMA 6.6-L	甲基砷酸鈉	44 盎司	1 盎司	MSMA	Lesco, Turfgo
Prograss 1.5-EC	--	0.66-1.33 加倫	2-4 盎司	Ethofumesate	AgrEvo
Trimec Plus 2.9-EC	--	1-1.67 加倫	3-5 盎司	MSMA, 2,4-D, MCP, Dicamba	PBI Gordon

表 5. 萌後闊葉性殺草劑

產品名稱	中文名	每公畝施用量	每平方尺施用量	英文普通名	生產公司
Three-Way 53%-D G	--	3-4 磅	1.1-1.5 盎司	2,4-D + MCP + Dicamba	Lesco
Triamine II 50%W SB	--	2.2-4 磅	0.8-1.5 盎司	2,4-DP + MCP + MCP	Riverdale
Trimec 922 4-L	--	3 品脫	1.1 盎司	2,4-D + MCP + Dicamba	PBI Gordon
Trimec Bentgra	--	3-4 品脫	1.1-1.5 盎司	2,4-D + MCP + Dicamba	PBI Gordon

SS Form. 2.1-L					
Trimec Classic 3.3-L	--	1.8-4 品脫	0.67-1.5 盎司	2,4-D + MCP + Dicamba	PBI Gordon
Trimec Encore 4.6-L	--	1.8-4.25 品脫	0.67-1.6 盎司	MCPA + MCP + Dicamba	PBI Gordon
Trimec Plus 2.9-EC	--	1-1.67 加倫	3-5 盎司	2,4-D + MCP + Dicamba + MSMA	PBI Gordon
Trimec Southern 3.6-L	--	2-3 品脫	0.75-1.1 盎司	2,4-D + MCP	PBI Gordon
Triplet 4-L	--	1.8-4 品脫	0.7-1.5 盎司	2,4-D + MCP + Dicamba	Riverdale
Triplet Water Soluble 75-WS B	--	0.5-1 袋		2,4-D + MCP + Dicamba	Riverdale
Tri-Power 4.7-L	--	2-3.5 品脫	0.7-1.25 盎司	MCPA + MCP + Dicamba	Riverdale
Turf D + DP 3.7-EC	--	2-3 夸脫	1.5-2.25 盎司	2,4-D + 2,4-DP	Riverdale
Turflon II Amine 3.8-L	--	2.5-3 品脫	1-1.3 盎司	2,4-D + Triclopyr	DowElanco
Turflon D 3-EC	--	2-4 品脫	0.75-1.5 盎司	2,4-D + Triclopyr	DowElanco
Turflon Ester 4-EC	--	1-2 品脫	0.37-0.75 盎司	Triclopyr	DowElanco
Vanquish 4-L	--	0.5-2 品脫	0.37-0.75 盎司	Dicamba	Sandoz
Weedestroy MCPP-4 Amine 4-L	--	2.5-4 品脫	1-1.5 盎司	MCPP	Riverdale
Weedestroy Triamine 4-L	--	2-4 品脫	0.7-1.5 盎司	2,4-D + 2,4-DP + MCP	Riverdale
Weedestroy	--	2-4 品脫	0.7-1.5 盎司	2,4-DP + MCPA + MCP	Riverdale

roy Triamin e II 4-L					
Weedest roy Tri-Este r 4.8-EC	--	1.5-3 品脫	0.5-1.1 盎司	2,4-D + MCPP + 2,4-DP	Riverdale
Weedest roy Tri-Este r II 4.2-EC	--	2-4 品脫	0.75-1.4 盎司	2,4-DP + MCPA + MCPP	Riverdale
Weedon e Amine 3.7-L	--	3-4 品脫	1.1-1.5 盎司	2,4-D + 2,4-DP	Chipco
Weedon e DPC Ester 3.7-L	--	3-4 品脫	1.1-1.5 盎司	2,4-D + 2,4-DP	Lesco Chipco W.A. Cleary

表 6.耐熱性草坪品種之除草劑一覽表

產品名稱	中文名	每公畝施用量	每一平方尺施用量	英文普通名	生產公司
Ronstar 50-WP	樂滅草	4 - 6 磅	1.5 - 2.2 盎司	Oxadiazon	Chipco
Scotts Goosegr ass/ Crabgras s Control 6.56-G	--	115 磅	2.6 磅	Bensulide/Oxadi zon	O.M. Scott
Scotts Southern Weedgra ss Control 2.86-G	施得圃	57 - 113 磅	1.3 - 2.6 磅	Pendimethalin	O.M. Scott
Scotts Turf Weedgra ss Control	施得圃	88 - 177 磅	2 - 4 磅	Pendimethalin	O.M. Scott
Scotts Weedgra ss Control 60-WP	施得圃	2.5 - 5 磅	0.9 - 1.8 盎司	Pendimethalin	O.M. Scott

Scotts Weedgrass Preventer	--	148 磅	3.4 磅	Bensulide	O.M. Scott
Surflan 40-AS	--	1.5 - 3 夸脫	1 - 2 盎司	Oryzalin	DowElanco
Team 2-G	--	100 - 150 磅	2.25 - 3.5 磅	Benefin + Trifluralin	DowElanco Lesco Turfgo
Tupersan 50-WP	--	16-24 磅	6-9 盎司	Sidron	PBI Gordon
XL 1-G	--	100-150 磅	2.5-3.5 磅	Benefin+Oryzalin	DowElanco
Atrazine 4-L	亞脫淨	2-4 品脫	0.75-1.5 盎司	Atrazine	Turfgo
Atrazine 90-WDG	--	1.1-2.2 磅	0.4-0.8 盎司	Atrazine	Turfgo
Balan 2.5-G	--	80-120 磅	1.8-2.75 磅	Benefin	DowElanco Turfgo
Barricade 65-WG	--	0.8-2.3 磅	0.3-.83 磅	Prodiamine	Sandoz
Bene~C~in 2.5-G	--	80-120 磅	1.8-2.75 磅	Benefin	Lesco
Bensumec 4-LF	--	1.9-3.1 加倫	5.6-9.4 盎司	Bensulide	PBI Gordon
Betasan 4-E	--	1.9-3.1 加倫	5.6-9.4 盎司	Bensulide	Turfgo
Betasan 12.5-G	--	80-100 磅	1.9-2.4 磅	Bensulide	Turfgo
Dacthal 6-F	大克草	7-10 夸脫	5-8 盎司	DCPA	PBI Biotech
Dacthal 75-W	大克草	14-20 磅	5-8 盎司	DCPA	PBI Biotech
Devrinol 50-WP	得農春	4-6 磅	1.5-2.25 盎司	Napropamide	Zeneca
Dimension 1-EC	--	1-2 夸脫	0.75-1.50 盎司	Dithiopyr	Rehm & Haas
Gallery 75-DF	--	11-21.25 盎司	0.25-0.50 盎司	Isoxaben	Dow-Elanco
Kerb 50-W	--	1-2 磅	0.37-0.75 盎司	Pronamide	Rohm & Haas
Pennant 5-G	--	40-80 磅	0.9-1.8 磅	Metalochlor	Ciba
Pennant 7.8-L	--	2-4 品脫	0.8-1.6 盎司	Metalochlor	Ciba
Pounds3.3EC	施得圃	3.6-7.2 磅	1.3-2.6 盎司	Pendimethalin	Lesco

Pre-M 60-DG	施得圃	2.9-5.5 磅	1-2 盎司	Pendimethalin	Lesco
Pre-M 60-WP	--	2.9-5.5 磅	1-2 盎司	Bensulide	Lesco
Pre-San 7-G	--	107-180 磅	2.4-4 磅	Bensulide	PBI Gordon
Pre-San 12.5-G	--	80-100 磅	1.9-2.4 磅	Simazine	PBI Gordon
Princep 4-L	--	1-2 夸脫	0.75-1.5 盎司	Simazine	Ciba
Princep 40-WDG	--	1.1-2.2 磅	0.4-0.8 盎司	Ethofumesate	Ciba
Prograss 1.5-EC	--	0.66-1.3 加侖	2-4 盎司	Oxadiazon	AgrEvo
Ronstar 2-G	樂滅草	100-200 磅	2.25-4.5 磅		Chipco

過去台灣對於景觀生態的研究絕大部份都是在原則的確立，而原則確立最終仍只是假說。對於高爾夫球場之生態研究議題必須透過對於場務管理的實際了解及參與才能確實解決問題。也因此對於客觀性的判斷限制極大。本研究則是利用景觀生態的理論實際運用於高爾夫球場上做初步觀察證實，未來仍需要實際將生態設計用在高爾夫球場上。從本研究發現高爾夫球場欲達成自然環境的保育除了利用環境規劃原則及草坪整合管理系統之外，仍然需要有大眾參與、原生植被種類的供給及提供野生動物覓食來源，而最要緊的是水資源的保存，並配合管理上環境污染的降低來作為球場永續經營的方法。未來高爾夫球場的設立可藉由衛星影像、航照、及電腦來評估球場棲地的大小及監控農藥及肥料施用後對草生長影響之關聯性。對於野生生物多樣性保育而言都是極具價值的。

致謝

本研究計畫的順利完成，要特別感謝中國文化大學景觀學系研究助理李子芬之協助，與國科會專題研究計畫的經費補助(NSC89-2621-Z-034-006)。

伍. 參考文獻

1. 中華民國高爾夫協會，(1995)，解讀高爾夫十大迷思，九月號，20~25。
2. 郭毓仁，(1999)，草坪管理手冊，台北:田園城市出版社。
3. 郭毓仁，(1996)，高爾夫球場管理與環境保護，台灣建築報導，9月號，18~21。
4. Beard, J. B. (1997). Three wishes for your wetlands. *Golf Course Management* 6:137~146.
5. Beard, J. B. (1982). *Turfgrass management for golf Courses*. p.1~9. Macmillan Publishing Company. New York. NY. U.S.A.
6. Fleury, A. M., and R. D. Brown. (1997). A framework for the design of wildlife conservation corridors with specific application to southwestern Ontario. *Landscape and Urban Planning* 37:163-186.
7. Green, B. H., and I. C. Marshall. (1987). An assessment of the role of golf courses in Kent, England, in protecting wildlife and landscapes. *Landscape and Urban Planning*. 14:143-154.
8. Henderson, M. T., Merriam, G., Wegner, J. (1985). Patchy environments and species survival: chipmunks in an agricultural mosaic. *Biological Conservation* 3(1): 95-105.
9. <http://www.audubonnintl.org/casetudias/carolinagec.htm>
10. [http:// www.audubouint.org/casestudies/nrthshorecc.htm](http://www.audubouint.org/casestudies/nrthshorecc.htm)
11. <http://www.audubonnintl.org/casestudies/oldwarsh.htm>
12. [http://www.audubonnintl.org/casestudies/TCRiver.Highlounds.htm`](http://www.audubonnintl.org/casestudies/TCRiver.Highlounds.htm)
13. Meyer-Aurich, A., P. Zander, A. Werner, and R. Roth. (1998). Developing agricultural land use strategies appropriate to nature conservation goals and environmental protection. *Landscape and Urban Planning* 41:119-127.
14. Smith, A.E., O. Weldon, W. Slaughter, H. Peeler, and N. Mantripragada. (1993). A greenhouse system for determining pesticide movement from golf courses greens. *J. Environ. Qual.* 22:864-867.
15. Terman, M. R. (1997). Natural links: naturalistic golf courses as wildlife habitat. *Landscape and Urban Planning*. 38:183-197.
16. United States Golf Association. (1992). *Golf Course Management & Construction Environmental Issue*. P.39~104. Ed. Balogh, J. C., and W. J. Walker, Lewis Publishers, Chelsea, MI. U.S.A.
17. Young, K. R. (1997). Wildlife conservation in the cultural landscapes of the central Andes. *Landscape and Urban Planning* 38:137-147.