

臺北市立天母棒球 場採用人工草皮可 行性評估案

委託單位：臺北市政府體育局

執行單位：臺北市立大學

中華民國 107 年 1 月

目錄

目錄.....	I
表目錄.....	III
摘要.....	VI
第一章 緒論.....	1
第一節 計畫背景.....	2
第二節 計畫目的與問題.....	4
第三節 研究方法.....	4
第二章 臺北市立天母棒球場歷史背景.....	5
第一節 天母棒球場源起.....	5
第二節 天母棒球場草皮使用現況.....	14
第三節 天母棒球場近年使用狀況調查.....	18
第三章 美日韓職業棒球場草皮使用現況.....	19
第一節 美國職業棒球場現況.....	20
第二節 日本職業棒球場現況.....	24
第三節 韓國職業棒球場現況.....	27
第四章 天然草皮與人工草皮在國外相關研究.....	30
第五章 臺灣棒球界對人工草皮訪談調查調查.....	37
第一節 棒球教練對人工草皮訪談調查內容.....	37

第二節 棒球球員對人工草皮訪談調查內容	40
第三節 棒球場管理人員對人工草皮訪談調查內容.....	43
第六章 天然草皮與人工草皮比較分析	44
第一節 天然草皮與人工草皮材質比較.....	44
第二節 天然草皮與人工草皮材質優劣分析.....	48
第七章 結論與建議	50
第一節 結論	50
第二節 建議	55
參考文獻	57

表目錄

表 1 天母棒球場基本資料表.....	6
表 2 天母棒球場草坪養護檢視表.....	15
表 3 維護編制及設備表.....	16
表 4 天母棒球場各月份使用天數表.....	18
表 5 人工草棒球場鋪設方式一覽表.....	19
表 6 美國職棒 MLB 各球團主球場使用草坪情形-露天棒球場一覽 表.....	21
表 7 美國職棒 MLB 各球團主球場使用草坪情形-巨蛋棒球場一覽 表.....	23
表 8 日本職棒 MPB 各球團主球場使用草坪情形-露天棒球場一覽 表.....	25
表 9 日本職棒 MPB 各球團主球場使用草坪情形-巨蛋棒球場一覽 表.....	25
表 10 日本職棒 MPB 各球團主球場使用人工草坪廠牌情形一覽 表.....	26
表 11 韓國職棒 KBO 各球團主球場使用草坪情形-露天棒球場一覽 表.....	28
表 12 韓國職棒 KBO 各球團主球場使用草坪情形-巨蛋棒球場一覽	

表.....	29
表 13 頭部與膝蓋比較表.....	31
表 14 平均發生機率比較表.....	32
表 15 運動傷害部位與發生頻率比較表.....	32
表 16 運動受傷層度與發生機率比較表.....	33
表 17 環境因素比較表.....	33
表 18 運動傷害在人工草皮與天然草皮的比較表.....	34
表 19 Sean , Hume & Kara (2011)綜整各學者研究比較表.....	35
表 20 Balazs et al(2015)綜整比較前十字韌帶在草皮的比較表.....	36
表 21 A 棒球教練對人工草皮使用經驗訪談調查表.....	38
表 22 B 棒球教練對人工草皮使用經驗訪談調查表.....	39
表 23 C 棒球球員對人工草皮使用經驗訪談調查表.....	41
表 24 D 棒球球員對人工草皮使用經驗訪談調查表.....	41
表 25 E 棒球球員對人工草皮使用經驗訪談調查表.....	42
表 26 F 棒球場管理人員對人工草皮使用經驗訪談調查表.....	43
表 27 棒球運動場地—天然草與人工草材質之場地建造比較表.....	44
表 28 棒球運動場地—天然草與人工草材質之場地維護管理比較 表.....	45
表 29 棒球運動場地—天然草與人工草材質之場地使用比較表....	46

表 30 棒球運動場地—天然草與人工草材質之各國趨勢比較表.....47

表 31 天母棒球場天然草改人工草材質 SWOT 優劣分析.....49

摘要

本「臺北市立天母棒球場採用人工草皮可行性評估案」立基於臺北市政府體育局對於城市體育運動發展之重視而撰寫，有鑒於臺北市體育運動政策白皮書中運動設施項目以「營造友善優質運動環境」為目的，調查目前臺北市立天母棒球場使用狀況，並綜合借鏡國外職業棒球場草皮鋪設狀況，以達成國內棒球選手使用之安全為考量，構築成本研究結論與建議彙整如下：

- 一、臺北市立天母棒球場使用次數多且角色繁重。
- 二、國外球場在天然與人工草皮球場皆有，可互相搭配使用。
- 三、棒球教練與球員皆認同人工草皮球場可增加訓練與實戰經驗。

重要建議如下：

- 一、將天母棒球場之天然草皮改為人工草皮有其必要。
- 二、進行天然草皮改為人工草皮作業宜建置整體配套辦法。
- 三、瞭解人工草皮的風險與限制，預做因應管理措施。

第一章 緒論

棒球運動是臺灣運動發展重要的指標項目，也是目前唯一有職業賽事的運動比賽。在基層學校有完整的三級棒球培養體系及業餘球隊、大專甲組一級球隊與社會甲組球隊，全國學校每年至少約有 230 支球隊另有接受政府補助參加各種比賽，同時還有其他業餘球隊與學校社團性質球隊。由此可見，棒球熱潮對於臺灣發展運動上有者功不可沒的助力。

依據中華職業棒球大聯盟公布之 2017 年賽程共計 120 場正規賽(中職目前每隊每球季各打 120 場，全年共計 240 場例行賽)，此外，中華民國棒球協會於 2017 年共計舉辦過全國成棒甲組春季聯賽、謝國城盃全國少棒錦標賽與青少棒錦標賽、TOTO 盃全國少棒錦標賽、王貞治盃全國青棒錦標賽、馬自達盃全國青少棒錦標賽、華南金控盃全國少棒錦標賽與青少棒錦標賽、玉山盃全國青棒錦標賽、全國女子棒球錦標賽、協會盃全國成棒年度大賽、梅花旗大學棒球錦標賽、中信盃黑豹旗全國高中棒球大賽、爆米花棒球聯盟等 14 項各級錦標賽。另一方面，我國近年也受到世界棒壘球總會與亞洲棒球總會的許可，於臺灣舉辦國際棒球賽事，包括 2015 年亞洲棒球錦標賽、2015 年世界 12 強棒球錦標賽、2015 年~2017 年 U-12 世界盃少棒錦標賽、2014 年 U-21 世界杯棒球錦標賽、2013 年世界棒球經典賽(預賽)等。由如此龐大與密集的棒球賽事，分布在全國各地棒球場比賽，場地的使用次數、棒球場管理與草皮的維護就顯得相當重要。

第一節 計畫背景

教育部體育署(2017)曾做國際賽事及職業棒球潛力場地調查中，目前國內約有 20 座球場可供國際與國內比賽使用，其中在大臺北地區為臺北市立天母棒球場與新北市新莊棒球場兩座。新北市新莊棒球由富邦集團認養在 2017 年 11 月 3 日進駐，在大臺北地區目前只剩下唯一由公部門管理的是天母棒球場。如此龐大的各項棒球錦標賽與比賽場次，集中在大臺北地區棒球場顯得相當吃緊。另一方面，2018 年新莊棒球場將屬於富邦集團使用，在大臺北地區只剩下天母棒球場及河濱球場可供使用。若未能有效管理棒球場營運內容與草皮維護等措施，將使天母棒球場的使用年限與使用狀況大打折扣。有鑑於此，有必要針對天母棒球場的使用狀況做清楚調查，使本球場在未來整修建與維護上能夠符合使用需求且次數頻繁以延續整體生命週期。

棒球場地供比賽選手的使用狀況，大致上由內野球場、外野球場、投手丘與選手練習區等所構成。其中，以內外野的場地面層結構與棒球球員息息相關，在跑步移動與傳接球上若沒有平整草皮與良好的管理上，將使選手的運動能力表現上大打折扣，更有甚者會造成選手運動傷害。內野場地由紅土與草皮所構成、外野場地由草皮構成，由此可見，草地的面積占球場使用上很大項目。草地整建的好壞與排水功能的優劣，會影響棒球賽事進行與選手能力發揮。因此，選擇與分析適合棒球選手練習與比賽的草皮符合未來使用量大的棒球賽事成為刻不容緩的議題。

棒球場地的草皮使用天然草皮還是使用人工草皮，影響著在該場地設施興建規劃時所需要的經費、使用用途、所在地區的氣候條

件、場館是否有屋頂等多項因素。然而在考量上述的使用條件內容後，最終還是要歸究於「使用者」身上，在使用後是否感覺到場地的舒適度與避免造成運動傷害。2017年臺北世界大學運動會在臺灣現成功舉辦落幕，其中一項新聞界的話題是戶外場地是否使用人工草皮來取代原有的人工草皮(TVBS, 2015; 民報, 2015; 聯合新聞網鳴人堂, 2015; 運動視界, 2015; ETNEWS, 2016、2017)。由各項新聞觀點可以得知對於使用天然草與人工草都有不同的使用用途與支持意見。另一方面，國內學者也有針對不同場地用途使用人工草皮所做的相關研究(林信輝、陳意昌, 1993、1994; 洪祥洲、梁世泰、王朝仁、林青輝, 2010; 洪慶懷、邱奕文、蕭嘉惠、許富淑、程瑞福, 2017)。其中，調查場地用途多為足球場與高爾夫球場，也因為這兩個運動種類的草皮使用範圍大，對於草皮使用的經濟效益的議題較為關切，由其在於建造經費與後續包養的花費上，都牽涉到經費的問題。有學者認為在規劃場館建設之初，使用哪種草皮應歸類在設計之初(康正男, 2012; 邱翼松、鄭憲成, 2016)。若是放在場地興建完成後則恐怕有浪費資源與使用年限上之問題。陳志成、唐昭鈞、梁玉秋(2007)曾經訪問職棒選手對空間使用滿意度做調查，也發現場地的平整性與安全性對於棒球選手而言具有很大的殺傷力。若是遇到草地不平整或是土質較為鬆軟之處，容易造成選手腿部肌肉拉傷，影響運動表現能力。

因此，本研究先從人工草皮的發展與歷史文獻回顧中探索發展起源，再針對人工草皮的特性與使用鋪設保養經費做分析。並借重國內棒球界專家學者組成研究團隊，針對研究問題做分析與比較。

第二節 計畫目的與問題

一、研究目的

本研究旨在瞭解世界各國棒球場人工草皮與天然草皮的使用情形、建造組成與使用狀況等內容。

二、研究問題

- (一)分析天母棒球場的定位與使用現況。
- (二)探討國內外棒球場地不同草皮的使用概況。
- (三)瞭解天然與人工草皮對球員運動傷害的影響。
- (四)調查天母棒球場使用者與管理者對人工草皮的評估意見。
- (五)對天然與人工草皮進行 SWOT 分析。
- (六)提出對天母棒球場天然改人工草皮的優缺點分析與建議。

第三節 研究方法

一、文獻調查法

調查有關國內外有關於人工草皮與天然草皮之文獻內容，綜合各國球場與使用用途發展狀況，做出初步文獻整理資料。並對臺灣目前棒球場地草皮使用類別做出整理與分析。

二、訪談調查法

請益國內棒球教練、球員與管理人員對人工草皮與天然草皮使用狀況與優缺點，以及各項施工過程花費與保養維護等問題做出 SWOT 分析，以求研究結果更趨完整。

第二章 臺北市立天母棒球場歷史背景

本章在敘述天母棒球場的源起與使用現況，分成兩節作說明。

第一節 天母棒球場源起

一、基本資料

臺北市立天母棒球場，簡稱「天母棒球場」，隸屬臺北市政府體育局管轄場館。球場位於天母區忠誠路二段 77 號，與臺北市立大學天母校區(原臺北市立體育學院)校園及戶外公園、遊戲場、天然大草坪等結合為「天母運動園區」。天母棒球場自 1997 年 3 月 25 日開始興建，1999 年 8 月 15 日落成啟用。球場主體座落於忠誠路與士東路口，內野及外野採天然草皮，全壘打牆中外野距離 400 英尺、左、右外野距離為 325 英尺，另設置全彩電子大螢幕乙座，觀眾席總容量 10,000 席(外野部份無看臺及座席)，屬正式之標準棒球場。天母棒球場自老臺北市立棒球場拆除後(2000 年 12 月 1 日)，取代為臺北市重要的大型棒球競賽場地及精神地標之角色。

最初本球場的規劃為可容納觀眾席容量 20,000 席之棒球場規模；然依 1998 年行政院環境保護署通過的「臺北市立體育學院環境影響評估說明書」，僅能設置為 6,000 席觀眾席位，且註明用途為「學校練習，業餘比賽(不提供職棒比賽)」。主因棒球場預定地位置鄰近住宅區，受到民意之異議下，將球場座席調降為 6,000 席，興建為社區型之棒

球場。臺北市政府獲得 2001 年第 34 屆世界盃棒球賽主辦權，再將內野一壘及三壘側觀眾席向外增建約 4,000 個座席，達到符合國際賽事需求的觀眾席量，亦為目前棒球場最大之觀眾容納量(10,000 席規模)。其詳細資料內容如(表 1)所示。

表 1 天母棒球場基本資料表

球場名稱	臺北市立天母棒球場
建物擁有單位	臺北市政府
營運管理單位	臺北市政府體育局
規劃設計單位	宗邁建築師事務所
施工建造單位	皇昌營造股份有限公司
建築面積	12,755.47 平方公尺
容納人數	10,000 人
設計時間	1993 年 3 月至 1997 年 3 月
施工期間	1997 年 3 月至 1999 年 11 月
啟用年代	1999 年 8 月
比賽場地材質	天然草皮
屋頂高度	24 公尺(地上四層)
屋頂跨距.設計	露天式、鐵氟龍玻璃纖維薄膜式屋頂
球場規格	中外野全壘打 122 公尺(400 英尺) 左右外野全壘打 99 公尺(325 呎)

資料來源：1.Dialogue 建築雜誌(2000)。

2.臺北市立體育場簡介(2002)。

二、天母棒球場規劃設計構想

(一)棒球場配置計畫

天母棒球場因基地形狀限制及考慮日照方位之故(依棒球規則所載，自本壘經由投手板至第二壘，此一直線應以朝東北東

方向為宜)，以設在基地西南角(介於士東及忠誠路間)最為適合。

由本壘到二壘之主軸與忠誠、士東二路形成之銳角中線相重疊，主要進口面對二路之交叉口，觀眾席看臺圍繞本壘至一壘與三壘兩側，沿忠誠路及士東路呈鉗形配置。全壘打線外設有記分板與打擊手視線屏障牆，並堆土成坡，上植草皮，可提供為未來若有需求時之臨時觀眾席或擴建看臺之用。

(二)棒球場周邊景觀計畫

考量棒球賽為因應使用時大批人群集散之需要，故將忠誠路、士東路與棒球場所圍成之三角形區域，配合棒球場主要入口及既有都市人行步道的位罝，規劃成都市綠化廣場。廣場中心設計以「球」為主題之水景雕塑，不銹鋼之大小球體反映出周邊的活動，使雕塑與環境融合。另於廣場中種植原生樹種—臺灣欒樹，使其與忠誠路原有之行道樹結合成一片樹海。除了為棒球場提供寬闊的前景外，並可作為球賽購票人潮之等候空間，比賽以外之時段亦可開放供一般市民使用。

棒球場建物量體自忠誠路與士東路側退縮 5~6 公尺，加上既有人行道的寬度，留設綠化之帶狀人行步道，以提供足夠的人群疏散空間，降低棒球場量體之壓迫感，並適當阻絕比賽時所產生之噪音對外圍住宅區的影響。

(三)棒球場外觀造型計畫

棒球場立面以裸露之梁柱結構為主要框架，外飾仿石材塗料，中間飾以水平窗帶及空心磚牆，兼顧虛實變化及自然通風；並配合植栽及景觀元素的運用融和整體都市空間。頂層看臺之大型雨庇(白色薄膜)，採用鋼構桁架加薄膜結構，既可遮陽、透光率亦佳，且造型輕巧。

(四)棒球場動線系統計畫

棒球場主要入口層位於二樓，以寬廣之階梯及較緩的人行斜坡道與都市廣場連接。在動線安排上可將地面層購票民眾與入場觀眾垂直區隔；貴賓、無障礙人士及球隊可自入口(管制口)平臺下方之地面層入口進出。

所有球隊服務設施(如更衣室、休息室、淋浴室、會議室、辦公室等)均位於地面層，基於安全考量，球隊之進出口與觀眾完全隔離。

(五)棒球場建築空間機能計畫

1.觀眾席位規劃

觀眾席看臺分上下兩層，下層為 4,176 席，其中 98 席為無障礙座位，平均分佈於整個球場內；上層為 1,824 席，其中 96 席為貴賓席及包廂席，其與一般觀眾席之間不相連

通，並附設專用廁所；全場座位合計共 6,000 席。2001 年第 34 屆世界盃棒球賽期間，增加座位至 10,000 席。球場地面層面向三角形廣場設有 8 格售票窗口，提供現場售票及電話預售之服務，民眾可於廣場內排隊購票，不致影響周圍道路交通。

2. 電視攝影臺規劃

全場設有六處電視攝影臺，分別為於地面層之本壘後方、全壘打牆外中央、一壘及三壘後方之球員休息區旁。本壘後方上層看臺頂端設有電視及廣播轉播室，供各廣播媒體承租轉播賽況之用。

3. 空間機能規劃

棒球場主體空間規劃如下：

(1) 記者採訪室：位於地面層本壘正後方，供記者採訪之用。

(2) 球場管理辦公室：供球場管理行政人員使用，位於內野

右側看臺下方，臨士東路有對外之出入口。

(3) 球場維護辦公室：供球場維護人員使用，附設更衣及淋

浴設施。

(4) 球場維護儲藏室：供儲存維護球場所需器材及材料之

用，位於右外野看臺下方。

(5)中央控制室：位於本壘後方上層看臺頂端廣播轉播室旁，可控制全場公共播報系統及記分板之操作。

(6)售票辦公室：位於入口平臺下方，面對三角形廣場設有8個售票口。

(7)安全警衛室：位於地面層，附設值班室及相關安全監控設施。

(8)裝卸平臺：位於球場之東南角，可供二部大貨車同時裝卸。

(9)垃圾暫存室：位於裝卸平臺旁，全場垃圾經工作人員整理收集後，可暫置於停放於此處之垃圾子車內，再由環保局清潔大隊以母車定時清運。

(10)裁判更衣室：包括更衣室、淋浴室、廁所與裁判休息室等空間。

(11)訓練室：供球員進行重量訓練之用。

(12)醫務室：提供球員簡易之運動傷害醫療。

4.比賽場地設施規劃

棒球場場地設施規劃如下：

(1)球場：鋪設天然草地，並配置有適當之排水系統。規格符合國際比賽場地之標準，從本壘板沿左右邊線至全壘

打線約 99 公尺(325 呎)，從本壘板至中央外野全壘打線約 122 公尺(400 呎)。

(2)場邊球員休息區：提供二隊有頂蓋的球員休息室，並且能直通至球員更衣室。

(3)球場服務入口：外野牆東南角設有服務入口，可容納大型球隊巴士直接進入球場。

(4)記分板：左外野偏中央處設有大型電子記分板，可由中央控制室管理操控。

(5)圍籬設施：球場周圍設有適當的阻隔設施(如隔柵、圍牆、綠籬等)，以防止非賽事人員進入場內。

(6)攝影記者槽：沿本壘至一壘及三壘之看臺邊緣，各提供攝影記者一處靠近地面之低角度攝影點。

5.夜間照明

夜間照明均採二線式控制方式，控制盤設置於中央控制室內，與廣播音響系統並列，控制盤係採電腦控制開關，可同步顯示各燈桿之點燈狀態，以利操作人員判讀，並設置三段式按鈕，以因應練習、一般比賽及有線電視轉播之大型比賽等不同使用狀況調整。

6.電腦計分板及大型 LED 全彩電子大螢幕

因應 2001 年第 34 屆世界盃成棒錦標賽所加裝，以符合國際賽事需要。

綜合上述分析，臺北市立天母棒球場呈現以下之特色與風貌：

一、運動場館規劃原則

符合環境現代化、設施國際化、資訊電腦化、使用人性化等場地特色。

二、棒球場與公共藝術結合

天母棒球場最大的特色之一，即因應球場使用時，觀眾進場退場之所需，故將忠誠路、士東路與棒球場所圍成的三角形區域，規劃成都市綠化廣場，其中心設計以「球」為主題之水景雕塑，不銹鋼球體反射出周邊活動情境，雕塑與環境相映成趣。

三、天母都市景觀形塑

從外觀造型、附近景觀及從球場內野看臺放眼望去，對面之陽明山華岡自然山景及文化大學中華復興建築群，可說盡收自然遼闊美景入眼簾。

四、觀眾席座椅及屋頂結構設計

觀眾席看臺座椅以耐用、安全舒適及維修簡易為原則，於 2017 年臺北世界大學運動會時座椅整體更新，其內野區靠背為摺疊式座椅方便清潔維護，一壘及三壘區(鋁製看台部份)為固定式無靠背座，降

低夏日高溫不耐久坐之困擾，貴賓室座椅則加設扶手及座墊增加整體舒適性。

看臺頂棚雨庇造型配合看臺幾何型採圓錐弧造型，採用鋼構桁架大配薄膜結構，既可遮陽、透光率亦佳，提供觀眾一個良好之觀賞看球視野。

第二節 天母棒球場草皮使用現況

依據教育部體育署(2017)針對我國舉辦國際賽事及職業棒球潛力場地調查研究報告書-臺北市天母棒球場所作之結果摘錄如下：

一、競賽場地

- (一)天母棒球場大多委外施作，無專業人員維護。
- (二)草皮面層過厚，滲水不易(因為草種不適當)。
- (三)紅土層硬度不足，面層顆粒分布不均。
- (四)紅土及草坪間交界處落差過大。
- (五)投手丘坡度未符合規範。
- (六)草皮灑水系統功能正常，但二壘區域噴頭顯著數量不足。
- (七)機械設備及維護人員稍顯不足，且維護人員專業不足。
- (八)練習防護網的輪子過小，易影響場地平整。
- (九)盥洗室需升高設備等級，使與球場比賽等級對等匹配。

二、天然草皮

天母棒球場平日編制 1 名草坪養護人員，工作內容包含除草、施肥、捕沙、打洞、及灑水工作，及基本的草皮保養與紅土區域之整理維護，同時也有委外廠商負責割草(夏天 1~2 次/週、冬天 2 週 1 次)。經現場勘查內、外野草種單一性尚可，內野 80% 為百慕達草，外野主要為姬高麗 90%，其他草種為馬唐、香附子、牛筋草。

夏天平均 2 日割草乙次，冬天 2 週 1 次，每年打洞 4 次，並無疏根；春秋兩季各施灑 1 次，肥料之比率為「氮：磷：鉀=40：0：0」及「氮：磷：鉀=0：0：51」，主要使用噴灌系統為 Hunter G95，專家建議未來可增加甲基磷酸鈉及芝草原，以提高雜草防治。平日草坪維護機具大多使用委外廠商之器具，因無垂直切割機，割草機割刈品質不平整，若要提昇至國際賽規格，須時常調整割草機高度及更換刀片，以利提升割草品質。

內野草皮因下層土壤硬化導致排水不佳，草坪品種單一性足夠且無蟲害，惟約 5% 有白苗(白葉病)，草皮與紅土交界處落差尚符合標準。內野紅土硬度不足夠，顆粒分布不均勻，紅土及草坪之間落差大。外野草皮因下層土壤硬化導致排水不佳，警戒區紅土組成不佳，與草坪間落差大，且此區處有少許雜草，需提升維護水準。

表2 天母棒球場草坪養護檢視表

項目	主要草種	主要草種比率	其他草種
內野	百慕達	80%	結樓草
外野	姬高麗	90%	馬唐、香附子、牛筋草

表 3 維護編制及設備表

維護編制及設備

- 1.編制員額週一至週五 1 員(拔草、施肥、補砂、打洞、灑水)。
 - 2.委外員額割草 2 員，夏天 1 週 2 次／週、冬天 2 週 1 次。
 3. Hunter G95 噴頭(Huner 噴灌系統)(2017 世大運整建後內野增加 4 個噴頭)。
-

平日維護及保養情況

- 1.施肥：台肥(40kg)#43 15-15-15-4-45(8~10 包／次)。
 - (1)福綠肥(20kg) 5-2-2(30 包／次)。
 - (2)春、秋兩季各施肥 1 次，比賽期 1 月 1 次。
 - 2.施肥：40-0-0-0-0-51 (12 包／月)。
 - 3.打洞：4 次／年。
 - 4.疏草根：無。
-

其他建議事項

- 1.下雨後 2~3 小時可排水，如增加振動實心打洞次數有利於排水。
 - 2.外野雜草以馬唐、香附子、牛筋草為主，可用 MSMA(甲基砷酸鈉)加芝草原防治。
 - 3.由於球場使用率高，建議每年 4 次空心打洞，再配合 8 次實心打洞。有利於草皮生長與排水效果。
-

4.球場內草皮並無垂直切割操作，建議每年 2~3 次垂直切割。

5.場內割草品質可再改善，並加強割草機刀具之鋒利度，以利提升草皮割刈品質。

三、排水檢測

排水檢測含內、外野兩處，皆分為 0~20 公分、20~40 公分兩施測深度，完成下挖後將水補充至滿溢，並檢視 5 分鐘後所流失之水分及對應之深度。經檢測天母棒球場之內野排水狀況尚可，內野部分注水 5 分鐘後，0~20 公分部分下降 7.5 公分，20~40 公分處，下降 10 公分。外野土層粉土少，排水尚可，其中，外野 20~40 公分的排水施測時可於 5 分鐘內完全排除。

第三節 天母棒球場近年使用狀況調查

本節在說明天母棒球場使用現況，研究資料以臺北市政府體育局 2015-2017 年度天母棒球場借用情況為準，然必須排除 2016 年 4 月至 2017 年 7 月期間，因該球場為世界大學運動會棒球項目主場館，需要重新整修，因此該時間為封館時間。另一方面，球場另有臺北市立大學棒球隊於星期一、二、四、五下午作為球隊練習使用；臺北市城市棒球隊於星期一、二、三、四、五上午作為球隊練習使用。因此，除因賽事需求會租借給其他賽事使用外，另有球隊會進駐練習。而依據臺北市體育局提供使用天數(如表 4)，各年度調查天數並除以月分，可了解平均月份使用天數。

表 4 天母棒球場各月份使用天數表

年/月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
2015	31	27	31	30	28	25	31	31	19	22	27	24
2016	18	15	20	休館	休館	休館						
2017	休館	15	11	31	30	25						

資料來源：臺北市體育局(2018)。

一、2015 年 1-12 月借用天數 326 天，平均每月使用 27.2 天。

二、2016 年 1-3 月借用天數 53 天(4-12 月，世大運休館)，平均每月使用 17.7 天。

三、2017 年 8-12 月借用天數 112 天(世大運開始)，平均每月使用 22.4 天。

第三章 美日韓職業棒球場草皮使用現況

一、美日臺韓第一座人工草棒球場誕生年份

(一)美國休士頓太空巨蛋 AstroDome (1965 年啟用；1966 年鋪設人工草皮)為世界上第一座具頂蓋棒球場。

(二)日本東京後樂園球場(天然草皮：1937-1975 年；人工草皮：1976-1987 年鋪設)。

(三)臺灣臺南市立棒球場(1978 年鋪設人工草皮 / 1982 年鋪第二次)。

(四)韓國釜山社稷棒球場(1985 年鋪設人工草皮)。

二、人工草棒球場鋪設方式

表 5 人工草棒球場鋪設方式一覽表

編號	內野	外野	備註
1	全人工草	全人工草	案例： 東京巨蛋。 明治神宮棒球場。
2	天然草(含砂土)	全人工草	案例： 加賀市民運動公園棒球場。 大貞綜合運動公園棒球場。
3	天然草(含砂土)	全天然草	案例： 甲子園棒球場。 草薙運動公園棒球場。
4	全人工草	全天然草	-
5	其他部分區域	紅土區(天然材質)： a.跑壘區。b.一、二、三壘及本壘區、投手丘。 c.緩衝區。	

備註：內外野全天然草棒球場亦有緩衝區採用人工草材質案例。

第一節 美國職業棒球場現況

美國職棒(Major League Baseball, MLB)現有 30 支職業球團，區分為美國聯盟及國家聯盟各 15 支球隊，經調查主球場型式露天棒球場 23 座及具頂蓋棒球場(巨蛋)7 座。其中內野及外野地坪採用人工草材質為坦帕灣光芒隊之純品康納棒球場(Tropicana Field)(具頂蓋)及多倫多藍鳥隊之羅傑斯中心(Rogers Center)(具頂蓋)計 2 座，其餘 28 座為天然草球場，詳細調查內容請見(表 6)露天棒球場與(表 7)巨蛋棒球場。依據調查結果顯示：

- 一、露天棒球場和具頂蓋棒球場(巨蛋)共計有天然草棒球場(28 座)多於人工草棒球場(2 座)。
- 二、露天棒球場均為天然草棒球場(23 座)。
- 三、具頂蓋棒球場(巨蛋)中以天然草棒球場(5 座)多於人工草棒球場(2 座)。

表 6 美國職棒 MLB 各球團主球場使用草坪情形-露天棒球場一覽表

編號	球隊	球場名稱 (球場啟用)	球場 型式	內野 地坪	外野 地坪	備註
1	巴爾的摩金 鶯	金鶯公園 Oriole Park At Camden Yard(1992)	露天	天然草	天然草	美聯東區 馬里蘭州，巴爾 的摩
2	波士頓紅襪	芬威球場 Fenway Park(1912)	露天	天然草	天然草	美聯東區 麻薩諸塞州，波 士頓
3	紐約洋基	新洋基球場 Yankee Stadium(2009)	露天	天然草	天然草	美聯東區 紐約州，紐約
4	芝加哥白襪	行動通訊球場 Guaranteed Rate Field(1991)	露天	天然草	天然草	美聯中區 伊利諾州，芝加 哥
5	克里夫蘭印 地安人	進步球場 Progressive Field(1994)	露天	天然草	天然草	美聯中區 俄亥俄州，克里 夫蘭
6	底特律老虎	聯信球場 Comerica Park(2000)	露天	天然草	天然草	美聯中區 密西根州，底特 律
7	堪薩斯城皇 家	考夫曼體育場 Kauffman Stadium(1973)	露天	天然草	天然草	美聯中區 密蘇里州，堪薩 斯城
8	明尼蘇達雙 城	標靶球場 Target Field(2009)	露天	天然草	天然草	美聯中區 明尼蘇達州，明 尼亞波利斯
9	洛杉磯安那 罕天使	安那罕天使球場 Angel Stadium of Anaheim(1966)	露天	天然草	天然草	美聯西區 加利福尼亞州， 洛杉磯
10	奧克蘭運動 家	奧克蘭-阿拉米達郡 競技場 Oakland- Alameda County Coliseum(1968)	露天	天然草	天然草	美聯西區 加利福尼亞州， 奧克蘭

編號	球隊	球場名稱 (球場啟用)	球場 型式	內野 地坪	外野 地坪	備註
11	德克薩斯遊 騎兵	阿靈頓棒球場 Globe Life Park in Arlington(1994)	露天	天然草	天然草	美聯西區 德克薩斯州，阿 靈頓
12	亞特蘭大勇 士	太陽信託公園 SunTrust Park(1997)	露天	天然草	天然草	美聯東區 喬治亞州，亞特 蘭大
13	紐約大都會	花旗球場 Citi Field(2009)	露天	天然草	天然草	美聯東區 紐約州，紐約
14	費城費城人	市民銀行球場 Citizens Bank Park(2004)	露天	天然草	天然草	美聯東區 賓夕法尼亞州， 費城
15	華盛頓國民	國民球場 Nationals Park(2008)	露天	天然草	天然草	國聯東區 華盛頓哥倫比亞 特區，華盛頓
16	芝加哥小熊	瑞格利球場 Wrigley Field(1914)	露天	天然草	天然草	國聯中區 伊利諾州，芝加 哥
17	辛辛那提紅 人	大美國球場 Great American Ballpark(2003)	露天	天然草	天然草	國聯中區 俄亥俄州，辛辛 那提
18	匹茲堡海盜	PNC 球場 PNC Park(2001)	露天	天然草	天然草	國聯中區 賓夕法尼亞州， 匹茲堡
19	聖路易紅雀	布希體育場 Busch Stadium(2006)	露天	天然草	天然草	國聯中區 密蘇里州，聖路 易
20	科羅拉多洛 磯	庫爾斯球場 Coors Field(1995)	露天	天然草	天然草	國聯中區 科羅拉多州，丹 佛
21	洛杉磯道奇	道奇體育場 Dodger Stadium(1962)	露天	天然草	天然草	國聯中區 加利福尼亞州， 洛杉磯

編號	球隊	球場名稱 (球場啟用)	球場 型式	內野 地坪	外野 地坪	備註
22	聖地牙哥教士	沛可公園球場 Petco Park(2004)	露天	天然草	天然草	國聯中區 加利福尼亞州， 聖地牙哥
23	舊金山巨人	AT&T 球場 AT&T Park(2000)	露天	天然草	天然草	國聯中區 加利福尼亞州， 舊金山

表 7 美國職棒 MLB 各球團主球場使用草坪情形-巨蛋棒球場一覽表

編號	球隊	球場名稱 (球場啟用)	球場 型式	內野 地坪	外野 地坪	備註
1	坦帕灣光芒	純品康納室內球場 Tropicana Field(1990)	頂蓋 (密閉式)	人工草	人工草	美聯東區 佛羅里達州， 聖彼德斯堡
2	多倫多藍鳥	羅傑斯中心 Rogers Centre(1989)	頂蓋 (開啟式)	人工草	人工草	美聯東區 加拿大安大略 省，多倫多
3	休士頓太空人	美粒果公園球場 Minute Maid Park(2000)	頂蓋 (開啟式)	天然草	天然草	美聯西區 德克薩斯州， 休士頓
4	西雅圖水手	薩菲可球場 Safeco Field(1999)	頂蓋 (開啟式)	天然草	天然草	美聯西區 華盛頓州，西 雅圖
5	邁阿密馬林魚	馬林魚棒球場 Marlins Ballpark(2012)	頂蓋 (開啟式)	天然草	天然草	國聯東區 威斯康辛州， 密爾瓦基
6	密爾瓦基釀酒人	米勒棒球場 Miller Park(2001)	頂蓋 (開啟式)	天然草	天然草	國聯中區 威斯康辛州， 密爾瓦基
7	亞利桑那響尾蛇	大通體育場 Chase Stadium(1998)	頂蓋 (開啟式)	天然草	天然草	國聯東區 亞利桑那州， 鳳凰城

第二節 日本職業棒球場現況

日本職棒(Nippon Professional Baseball, NPB)現有 12 支職業球團，區分為中央聯盟及太平洋聯盟各 6 支球隊，經調查主球場型式露天棒球場及具頂蓋棒球場(巨蛋)各有 6 座球場。其中內野及外野地坪採用天然草(含砂土)材質為阪神甲子園棒球場、廣島馬自達棒球場、東北樂天宮城棒球場(計 3 座)，其餘 9 座為人工草球場，詳細調查狀況如(表 8)露天棒球場、(表 9)巨蛋棒球場與(表 10)使用人工草坪廠牌情形一覽表。

目前 9 座使用人工草之棒球場，最近一次鋪設人工草年份為 2003 年至 2017 年不等，部份球場亦有鋪設第二代、第三代之人工草更換案例，使用壽命周期約 7 年至 10 年。各人工草棒球場中，6 座為日本人工草製造商供應(住友工業株式會社、三菱化學株式會社、大塚草皮株式會社、積水樹脂株式會社，計 4 家)，其餘 3 座均為加拿大進口之人工草製造商供應(加拿大 Field-Turf，計 1 家)。依據調查結果顯示：

一、露天棒球場和具頂蓋棒球場(巨蛋)以人工草棒球場(9 座)多於天然草棒球場(3 座)。

二、露天棒球場中以人工草棒球場、天然草棒球場(各 3 座)。

表 8 日本職棒 MPB 各球團主球場使用草坪情形-露天棒球場一覽表

編號	球隊	球場名稱 (球場啟用)	球場 型式	內野 地坪	外野 地坪	最近一次草 坪 鋪設時間	備註
1	阪神虎	甲子園棒球場 (1924)	露天	黑土	天然草	-	中央聯盟 兵庫縣西宮市
2	廣島東洋鯉魚	馬自達棒球場 (2009)	露天	天然草	天然草	2009 年鋪設	中央聯盟 廣島縣廣島市
3	東北樂天金鷲	宮城棒球場 (1950)	露天	天然草	天然草	2016 年鋪設 (使用人工草 12 年後更換)	太平洋聯盟 宮城縣仙台市
4	東京養樂多燕子	明治神宮棒球 場(1926)	露天	人工草	人工草	2015 年鋪設	中央聯盟 東京都新宿區
5	橫濱海灣之星	橫濱棒球場 (1977)	露天	人工草	人工草	2011 年	中央聯盟 神奈川縣橫濱 市 ★臨海/東京 灣
6	千葉羅德海洋	千葉海洋棒球 場(1990)	露天	人工草	人工草	2011 年	太平洋聯盟 千葉縣千葉市 ★臨海/東京 灣

表 9 日本職棒 MPB 各球團主球場使用草坪情形-巨蛋棒球場一覽表

編號	球隊	球場名稱 (球場啟用)	球場 型式	內野 地坪	外野 地坪	最近一次草 坪 鋪設時間	備註
1	讀賣巨人	東京巨蛋 (1988)	頂蓋 (密閉 式)	人工草	人工草	2014 年	中央聯盟 東京都文京區
2	中日龍	名古屋巨蛋 (1997)	頂蓋 (密閉 式)	人工草	人工草	2011 年	中央聯盟 愛知縣名古屋 市
3	埼玉西武獅	西武巨蛋	頂蓋	人工草	人工草	2016 年	太平洋聯盟

		(1979/1998 加蓋)	(非密閉式)				埼玉縣所澤市
4	北海道日本火腿鬥士	札幌巨蛋 (2001)	頂蓋 (密閉式)	人工草	人工草	2013 年	太平洋聯盟 北海道札幌市 ★移動式足球場(天然草)
5	歐力士野牛	大阪京瓷巨蛋 (1997)	頂蓋 (密閉式)	人工草	人工草	2003 年	太平洋聯盟 大阪府大阪市
6	福岡軟體銀行鷹	福岡巨蛋 (1993)	頂蓋 (開啟式)	人工草	人工草	2017 年	太平洋聯盟 福岡縣福岡市

表 10 日本職棒 MPB 各球團主球場使用人工草坪廠牌情形一覽表

編號	球場名稱	製造商	人工草型號	最近一次草坪鋪設時間	鋪設面積	備註
1	明治神宮棒球場	住友工業株式會社 Hibrid-Turf	Exciting-62	2015 年	13,000 m ²	
2	橫濱棒球場	加拿大 Field-Turf	Classic HD	2011 年	12,035 m ²	FIFA 認證人工草製造商
3	千葉海洋棒球場	三菱化學株式會社 ASTRO	MJ-MV	2011 年	15,000 m ²	
4	東京巨蛋	加拿大 Field-Turf	Field-Turf Classic HD	2014 年	12,750 m ²	FIFA 認證人工草製造商
5	名古屋巨蛋	大塚草皮株式會社 GRAND TURF	GTB-16	2011 年	13,400 m ²	
6	西武巨蛋	積水樹脂株式會社+ 美津濃株式會社	MS Craft Baseball Turf	2016 年	12,062 m ²	
7	札幌巨蛋	大塚草皮株式會社 GRAND TURF	GTB-16	2013 年	14,500 m ²	
8	大阪京瓷巨蛋	三菱化學株式會社 ASTRO	SL-KDV	2003 年	13,000 m ²	
9	福岡巨蛋	加拿大 Field-Turf	Classic HD	2017 年	10,851 m ²	FIFA 認證人工草製造商

第三節 韓國職業棒球場現況

韓國職棒(Korea Baseball Organization, KBO)現有 10 支職業球團共 9 個主球場(蠶室棒球場為 LG 雙子、斗山熊之共同主球場)，其中主球場型式露天棒球場 8 座及具頂蓋棒球場(巨蛋)1 座球場。詳細調查狀況如(表 11)露天棒球場、(表 12)巨蛋棒球場一覽表。

經調查 1995-2005 年(初期)內野及外野地坪採用人工草材質為社稷棒球場、舊大邱三星獅子棒球場、馬山綜合棒球場、木洞棒球場(耐克森英雄隊主場)、大田棒球場(計 5 座)，惟 2005-2015 年(中期)社稷棒球場 2006 年、馬山綜合棒球場 2015 年、大田棒球場 2013 年分別更換為天然草材質，另舊大邱三星獅子棒球場原為人工草球場，已於 2016 年搬進新球場(大邱三星獅子新棒球場)，其材質為天然草材質。目前僅有 2015 年啟用之首爾高尺洞巨蛋(耐克森英雄隊主場)內野及外野地坪採用人工草材質為(計 1 座)，其餘 8 座為天然草球場。依據調查結果顯示：

一、露天棒球場和具頂蓋棒球場(巨蛋)以天然草棒球場(8 座)多於人工草棒球場(1 座)。

二、露天棒球場均為天然草棒球場(8 座)。

表 11 韓國職棒 KBO 各球團主球場使用草坪情形-露天棒球場一覽表

編號	球隊	球場名稱 (球場啟用)	球場 型式	內野 地坪	外野 地坪	最近一次草 坪 鋪設時間	備註
1	LG 雙子、斗山熊	蠶室棒球場 (1982)	露天	天然草	天然草		首爾廣域市
2	SK 飛龍	仁川幸福夢想 棒球場 (2002)	露天	天然草	天然草		仁川廣域市
3	KT 巫師	水原綜合棒球 場(1988)	露天	天然草	天然草		京畿道水原市
4	樂天巨人	社稷棒球場 (1985)	露天	天然草	天然草	原為人工草 2006 年更換 為天然草	釜山廣域市
5	三星獅子	大邱三星獅子 新棒球場 (2016)	露天	天然草	天然草		大邱廣域市 ★舊大邱三星 獅子棒球場為 人工草球場
6	NC 恐龍	馬山綜合棒球 場(1982)	露天	天然草	天然草	原為人工草 2015 年更換 為天然草	慶尚南道昌原 市
7	起亞老虎	光州起亞冠軍 盃棒球場 (2014)	露天	天然草	天然草		光州廣域市
8	韓華老鷹	大田棒球場 (1965)	露天	天然草	天然草	最初 1965- 1995 為天然 草、1996- 2012 改為人 工草、2013 更換為天然 草	大田廣域市

表 12 韓國職棒 KBO 各球團主球場使用草坪情形-巨蛋棒球場一覽表

編號	球隊	球場名稱 (球場啟用)	球場 型式	內野 地坪	外野 地坪	最近一次草 坪 鋪設時間	備註
1	耐克森英雄	首爾高尺洞 巨蛋(2015)	頂蓋 (密閉式)	人工草	人工草	2015 年	首爾廣域市

第四章 天然草皮與人工草皮在國外相關研究

本研究做初步文獻搜尋發現，目前國內對於人工草皮之研究，多集中於高爾夫球場與足球場之使用上(洪慶懷、邱奕文、蕭嘉惠、許富淑、程瑞福，2017；黃姿英、林玉瓊，2003；陳意昌、林信輝，1994；林信輝、陳意昌，1993)。其中，研究主軸多在於運動場地經營管理指標建立與營運規劃設計上，較少有針對草地之特性對運動員的影響性以及草種上的差別比較。故國內因缺乏天然草皮與人工草皮的研究相關案例與調查結果，因此加入國外研究調查，以符合本研究之需。

經本研究調查，於近年有做過天然草皮和人工草皮的比較研究，國外研究也是近期開始關注本議題，因此仍需要大數據資料做調查中 (Balazs G.C., Pavey G.J., Brelin A.M., Pickett A, Keblish D.J & Rue J.P.,2015; Sean Williams, Patria A. Hume & Stephen Kara ,2011, Michael C. Meyers, 2010；Michael C. Meyers & Bill S. Barnhill,2004)。其中草地所使用之運動項目，多數為橄欖球、足球與美式足球等。因其運動項目所在之場地需要大面積鋪設草皮之所需，該三項運動項目皆需在草皮上來回跑動次數多，更有甚者如橄欖球、美式足球會因為運動內容需求，在草皮上作出阻擋或是衝撞的運動姿勢。因此，天然草皮與人工草皮在這三項運動的討論上顯得格外重要。經文獻指出，在草皮上跑動過程中，若受到不當運動

使用，容易造成下肢膝蓋、關節與肌肉的拉傷(Michael C. Meyers & Bill S. Barnhill, 2004)。

Meyers et al.(2004)曾針對高中美式足球員做過五年期的研究中指出，人工草皮與天然草皮在運動傷害上並沒有明顯的顯著差異，但是以百分比而論，人工草皮較天然草皮的運動傷害機率高。(如表 13 是針對頭部與膝蓋的比較、表 14 為平均發生機率比較、表 15 為運動傷害部位與發生頻率比較、表 16 為運動受傷層度與發生機率比較、表 17 為環境因素比較)

表 13 頭部與膝蓋比較表

TABLE 1
Frequency and Rate of Game-Related High School Football Injuries Between
FieldTurf and Natural Grass by Head and Knee Trauma^a

Variable	FieldTurf				Natural Grass			
	Number of Injuries	%	IRR	95% CI	Number of Injuries	%	IRR	95% CI
Head injury								
1° cerebral concussion	7	58.4	0.5	0.2-0.9	11	68.8	1.2	0.7-2.1
2° cerebral concussion	3	25.0	0.2	0.1-0.6	4	25.0	0.4	0.2-1.1
3° cerebral concussion	0	0.0	0.0	0.0-0.0	1	6.2	0.1	0.0-0.6
Posttraumatic headache	1	8.3	0.1	0.0-0.4	0	0.0	0.0	0.0-0.0
Second-impact syndrome	1	8.3	0.1	0.0-0.4	0	0.0	0.0	0.0-0.0
Concussion injuries combined	10	83.4	0.7	0.4-1.2	16	93.8	1.8	1.1-2.7
Knee injury								
Medial collateral	17	65.5	1.1	0.7-1.7	9	42.9	1.0	0.5-1.8
Lateral collateral	1	3.8	0.1	0.0-0.4	0	0.0	0.0	0.0-0.0
Anterior cruciate	3	11.5	0.2	0.1-0.6	4	19.0	0.4	0.2-1.1
Posterior cruciate	0	0.0	0.0	0.0-0.0	1	4.8	0.1	0.0-0.6
ACL and associated tissue	3	11.5	0.2	0.1-0.6	5	23.8	0.6	0.2-1.2
Patellar tendon/syndrome	2	7.7	0.1	0.0-0.5	2	9.5	0.2	0.1-0.8
ACL injuries combined	6	23.0	0.4	0.2-0.8	9	42.8	1.0	0.5-1.8

^a%, percentage of total injuries within each category that occurred on the specific playing surface; IRR, injury incidence rate = (number of injuries ÷ total number of injuries) × 10; CI, confidence interval.

資料來源：Michael C. Meyers & Bill S. Barnhill (2004)。

表 14 平均發生機率比較表

TABLE 2
Incidence of Game-Related High School Football
Injuries Between FieldTurf and Natural Grass

Variable	FieldTurf	Natural Grass	Total/ Mean
Games evaluated			
Number of team games	150	90	240
Team games, %	62.5	37.5	100.0
All injuries			
Number of injuries	228	125	353
Injuries, %	64.6	35.4	100.0
Injuries per 10 team games ^a	15.2	13.9	14.7
Injuries per team game ^b	1.52	1.38	1.47
Minor injuries^c			
Number of injuries	182	96	278
Injuries, %	65.0	35.0	100.0
Injuries per 10 team games	12.1	10.7	11.6
Injuries per team game	1.21	1.07	1.16
Substantial injuries			
Number of injuries	29	12	41
Injuries, %	70.7	29.3	100.0
Injuries per 10 team games	1.9	1.3	1.7
Injuries per team game	0.19	0.13	0.17
Severe injuries			
Number of injuries	17	17	34
Injuries, %	50.0	50.0	100.0
Injuries per 10 team games	1.1	1.9	1.4
Injuries per team game	0.11	0.19	0.14

^aInjuries per 10 team games = (number of injuries ÷ number of team games) × 10.

^bInjuries per team game = number of injuries ÷ number of team games.

^cMinor injury = 0 to 6 days of injury time loss; substantial injury = 7 to 21 days of injury time loss; severe injury = 22 or more days of injury time loss.

資料來源：Michael C. Meyers & Bill S. Barnhill (2004)。

表 15 運動傷害部位與發生頻率比較表

TABLE 3
Frequency and Rate of Game-Related High School Football Injuries Between
FieldTurf and Natural Grass by Category, Time, Severity, Player Position, and Mechanism^a

Variable	FieldTurf				Natural Grass			
	Number of Injuries	%	IRR	95% CI	Number of Injuries	%	IRR	95% CI
Injury category								
Player-to-player collision	114	50.0	7.6	6.9-8.2	69	55.2	7.7	6.7-8.4
Player-to-turf collision	32	14.0	2.1	1.6-2.9	12	9.6	1.3	0.8-2.2
Shoe surface (contact)	61	26.8	4.1	3.3-4.9	40	32.0	4.4	3.5-5.5
Shoe surface (noncontact)	5	2.2	0.3	0.1-0.8	1	0.8	0.1	0.0-0.6
Muscle-tendon overload	16	7.0	1.1	0.7-1.7	3	2.4	0.3	0.1-0.9
Time of injury								
Pregame	4	1.8	0.3	0.1-0.7	0	0.0	0.0	0.0-0.0
First quarter	34	14.9	2.3	1.7-3.0	23	18.4	2.6	1.8-3.5
Second quarter	72	31.6	4.8	4.0-5.6	34	27.2	3.8	2.8-4.8
Third quarter	58	25.4	3.9	3.1-4.7	38	30.4	4.2	3.3-5.3
Fourth quarter	60	26.3	4.0	3.3-4.8	30	24.0	3.3	2.4-4.4
Injury time loss								
0 days	97	42.5	6.5	5.7-7.2 ^b	37	29.6	4.1	3.2-5.1
1-2 days	44	19.3	2.9	2.3-3.7	36	28.8	4.0	3.0-5.0 ^c
3-6 days	39	17.1	2.6	2.0-3.4	22	17.6	2.4	1.7-3.4
7-9 days	7	3.1	0.5	0.2-0.9	5	4.0	0.6	0.2-1.2
10-21 days	23	10.1	1.5	1.0-2.2	7	5.6	0.8	0.4-1.5
22 days or more	18	7.9	1.2	0.8-1.8	18	14.4	2.0	1.3-2.9
Position played at time of injury								
Offense	112	49.1	7.5	6.7-8.1	54	43.2	6.0	5.0-7.0
Defense	96	42.1	6.4	5.6-7.1	66	52.8	7.3	6.3-8.1
Special teams	20	8.8	1.3	0.9-2.0	5	4.0	0.6	0.2-1.2
Injury mechanism								
Blocked below waist	26	11.3	1.7	1.2-2.4	14	11.5	1.6	1.0-2.4
Blocked above waist	10	4.4	0.7	0.4-1.2	10	8.3	1.1	0.6-1.9
Tackling	46	20.0	3.1	2.4-3.8	35	28.1	3.9	2.9-4.9
Tackled below waist	25	10.8	1.7	1.2-2.3	13	10.4	1.4	0.9-2.3
Tackled above waist	20	8.8	1.3	0.9-2.0	20	15.6	2.2	1.5-3.2
Blocking	41	18.1	2.7	2.1-3.5	14	11.5	1.6	1.0-2.4
Impact with playing surface	26	11.3	1.7	1.2-2.4	13	10.4	1.4	0.9-2.3
Stepped on/fallen/kicked	19	8.3	1.3	0.8-1.9 ^d	3	2.1	0.3	0.1-0.9
No contact/sprints/running	15	6.4	1.0	0.6-1.6 ^e	3	2.1	0.3	0.1-0.9
Blocking a kick/punt	1	0.5	0.1	0.0-0.4	0	0.0	0.0	0.0-0.0

^a%, percentage of total injuries within each category that occurred on the specific playing surface; IRR, injury incidence rate = (number of injuries ÷ total number of injuries) × 10; CI, confidence interval.

^bp = .021.

^cp = .040.

^dp = .041.

^ep = .036.

資料來源：Michael C. Meyers & Bill S. Barnhill (2004)。

表 16 運動受傷層度與發生機率比較表

TABLE 4
Frequency and Rate of Game-Related High School Football Injuries Between
FieldTurf and Natural Grass By Primary Type of Injury, Grade, Location, and Tissue Injured^a

Variable	FieldTurf				Natural Grass			
	Number of Injuries	%	IRR	95% CI	Number of Injuries	%	IRR	95% CI
Primary type of injury								
Surface/epidermal	13	5.8	0.9	0.5-1.4	1	0.8	0.1	0.0-0.6
Contusion	58	25.2	3.9	3.1-4.7	30	24.0	3.3	2.4-4.4
Concussion	10	4.4	0.7	0.4-1.2	16	12.8	1.8	1.1-2.7
Inflammation	6	2.7	0.4	0.2-0.8	3	2.4	0.3	0.1-0.9
Ligament sprain	76	33.2	5.1	4.3-5.9	40	32.0	4.4	3.5-5.5
Ligament tear	7	3.1	0.5	0.2-0.9	9	7.2	1.0	0.5-1.8
Muscle strain/spasm	32	14.2	2.1	1.6-2.9	10	8.0	1.1	0.6-1.9
Muscle tear	1	0.4	0.1	0.0-0.4	0	0.0	0.0	0.0-0.0
Tendon strain	2	0.9	0.1	0.0-0.5	0	0.0	0.0	0.0-0.0
Hyperextension	1	0.4	0.1	0.0-0.4	0	0.0	0.0	0.0-0.0
Neural	5	2.2	0.3	0.1-0.8	5	4.0	0.6	0.2-1.2
Subluxation/dislocation	7	3.1	0.5	0.2-0.9	7	5.6	0.8	0.4-1.5
Fracture	10	4.4	0.7	0.4-1.2	4	3.2	0.4	0.2-1.1
Grade of injury								
First degree	88	38.6	5.9	5.1-6.6	49	39.2	5.4	4.4-6.4
Second degree	36	15.8	2.4	1.8-3.1	20	16.0	2.2	1.5-3.2
Third degree	18	7.9	1.2	0.8-1.8	16	12.8	1.8	1.1-2.7
Not applicable	86	37.7	5.7	4.9-6.5	40	32.0	4.4	3.5-5.5
Anatomical location of injury								
Cranial/cervical	23	10.1	1.5	1.0-2.2	24	19.2	2.7	1.9-3.7 ^b
Upper extremity	64	28.1	4.3	3.5-5.1	29	23.2	3.2	2.3-4.2
Thoracic	18	7.9	1.2	0.8-1.8	8	6.4	0.9	0.5-1.7
Lower extremity	123	53.9	8.2	7.5-8.7	64	51.2	7.1	6.1-7.9
Type of tissue injured								
Bone	11	4.8	0.7	0.4-1.3	5	4.0	0.6	0.2-1.2
Joint	101	44.3	6.7	5.9-7.4	60	48.0	6.7	5.6-7.6
Muscle	82	35.9	5.5	4.7-6.2	36	28.8	4.0	3.0-5.0
Neural	17	7.5	1.1	0.7-1.7	21	16.8	2.3	1.6-3.3 ^c
Other	17	7.5	1.1	0.7-1.7	3	2.4	0.3	0.1-0.9

^a%, percentage of total injuries within each category that occurred on the specific playing surface; IRR, injury incidence rate = (number of injuries ÷ total number of injuries) × 10; CI, confidence interval.

^bP = .009.

^cP = .007.

資料來源：Michael C. Meyers & Bill S. Barnhill (2004)。

表 17 環境因素比較表

TABLE 5
Frequency and Rate of Game-Related High School Football Injuries Between
FieldTurf and Natural Grass by Environmental Factors

Variable	FieldTurf				Natural Grass			
	Number of Injuries	%	IRR	95% CI	Number of Injuries	%	IRR	95% CI
Field conditions								
No precipitation/dry field	201	88.3	13.4	11.8-14.8	106	84.4	11.8	9.7-13.7
Rain	19	8.4	1.3	0.8-1.9	13	10.4	1.4	0.9-2.3
Snow	0	0.0	0.0	0.0-0.0	0	0.0	0.0	0.0-0.0
Sleet	0	0.0	0.0	0.0-0.0	0	0.0	0.0	0.0-0.0
No precipitation/wet field	8	3.3	0.5	0.3-1.0	6	5.2	0.7	0.3-1.4
Temperature, °F								
<40	3	1.2	0.2	0.1-0.6	0	0.0	0.0	0.0-0.0
40-49	10	4.2	0.7	0.4-1.2	21	16.9	2.3	1.6-3.3
50-59	31	13.8	2.1	1.5-2.8	11	8.5	1.2	0.7-2.1
60-69	41	18.0	2.7	2.1-3.5	30	23.7	3.3	2.4-4.4
70-79	46	20.3	3.1	2.4-3.8	55	44.1	6.1	5.1-7.1
80-89	78	34.1	5.2	4.4-6.0	4	3.4	0.4	0.2-1.1
90-99	18	7.8	1.2	0.8-1.8	4	3.4	0.4	0.2-1.1
>100	1	0.6	0.1	0.0-0.4	0	0.0	0.0	0.0-0.0
Cold days (≤69°F)	85	37.2	5.7	4.9-6.4	62	49.1	6.9	5.9-7.8
Hot days (≥70°F)	143	62.8	9.6	9.1-9.8	63	50.9	7.0	6.0-7.8
Humidity, %								
<40	125	55.0	8.3	7.7-8.8	55	44.0	6.1	5.1-7.1
40-49	18	8.0	1.2	0.8-1.8	32	26.0	3.6	2.6-4.6
50-59	10	4.3	0.7	0.4-1.2	3	2.0	0.3	0.1-0.9
60-69	27	11.7	1.8	1.3-2.5	3	2.0	0.3	0.1-0.9
70-79	17	7.4	1.1	0.7-1.7	5	4.0	0.6	0.2-1.2
80-89	16	6.8	1.1	0.7-1.7	0	0.0	0.0	0.0-0.0
90-99	4	1.9	0.3	0.1-0.7	7	6.0	0.8	0.4-1.5
100	11	4.9	0.7	0.4-1.3	20	16.0	2.2	1.5-3.2

^a%, percentage of total injuries within each category that occurred on the specific playing surface; IRR, injury incidence rate = (number of injuries ÷ total number of injuries) × 10; CI, confidence interval.

資料來源：Michael C. Meyers & Bill S. Barnhill (2004)。

Meyers 緊接者在 2010 年提出三年期研究調查，針對大學美式足球員在人工草與天然草皮上的比較。在這份研究報告中指出天然草皮比人工草皮運動傷害發生機率較大，因此人工草皮比起天然草皮相較之下較為安全。

表 18 運動傷害在人工草皮與天然草皮的比較表

TABLE 1
Incidence of Game-Related Collegiate Football Injuries Between FieldTurf and Natural Grass^a

Variable	FieldTurf	IIR	95% CI	Natural Grass	IIR	95% CI	Total or Mean
Team games evaluated							
n	230			235			465
%	49.5			50.5			100.0
All injuries							
n	1050	45.7	44.2-46.3	1203	51.2	49.8-51.7	2253 ^b
%	46.6			53.4			100.0
Per 10 games	45.7			51.2			48.5
Per game	4.57			5.12			4.85
Minor injuries							
n	875	38.0	36.9-38.5	938	39.9	39.1-40.0	1813 ^c
%	83.3			78.0			80.5
Per 10 games	38.0			39.9			39.0
Per game	3.80			3.99			3.90
Substantial injuries							
n	114	5.0	4.3-5.6	169	7.2	6.6-7.7	283 ^d
%	10.9			14.0			12.6
Per 10 games	5.0			7.2			6.1
Per game	0.50			0.72			0.61
Severe injuries							
n	61	2.7	2.1-3.3	96	4.1	3.5-4.7	157 ^e
%	5.8			8.0			7.0
Per 10 games	2.7			4.1			3.4
Per game	0.27			0.41			0.34

^aIIR, injury incidence rate; CI, confidence interval. Injuries per 10 team games = (number of injuries/number of team games) × 10. Injuries per team game = number of injuries/number of team games. Minor injury, 0 to 6 days of injury time loss; substantial injury, 7 to 21 days; severe injury, 22 or more days.

^bP = .016.

^cP = .001.

^dP = .020.

^eP = .049.

資料來源：Meyers(2010)。

另一方面，也有國外學者提出不一樣的意見，如 Sean, Hume & Kara (2011)曾提出足球、橄欖球、美式足球比賽的運動傷害在第三、第四代人工草皮與天然草皮比較上，人工草皮的傷害比天然草皮的次數較多。如表 18

表 19 Sean, Hume & Kara (2011) 綜整各學者研究比較表

Table 11. Study characteristics, injured body part or injury type, incidence of injuries, incidence rate ratios and 90% confidence intervals, and percentage likelihoods for beneficial, trivial or harmful effects when comparing injury incidence on artificial and natural turf surfaces for soccer, rugby union and American football

Study	No. of subjects or teams, gender and age (mean±SD or range y)	Level of performance	Training or match injuries	Injured body part or injury type	Incidence (n/1000 h exposure)		Incidence rate ratio ^a	90% CI	Clinical inference	Likelihood (%) that true value of the effect statistic is:		
					natural turf	artificial turf				substantially beneficial	trivial	substantially harmful
Soccer												
Ekstrand et al. ¹⁰	492 males Age 25±5 y	Elite	Match	Ankle	2.66	4.83	1.81	0.94	Likely harmful; don't use	0.2	13.5	86.3
				Knee	2.66	2.07	0.78	0.49	Unclear; get more data	48.5	43.6	7.9
				Muscle strain	6.16	3.76	0.60	0.25	Likely beneficial; use	83.9	16.0	0.1
Solgaard et al. ¹¹	~60000 players (-one-third were female) Age 13-19 y	Regional	Match	Ankle	8.40	4.30	0.59	0.20	Likely beneficial; use	90.6	9.4	0.0
				Knee	5.60	4.60	0.96	0.32	Likely trivial	13.3	80.3	6.4
				Muscle strain	3.00	2.20	0.88	0.43	Unclear; get more data	31.8	59.8	8.4
Bjorneboe et al. ¹²	Males 14 teams No age data	Elite	Match	Ankle	2.20	3.10	1.39	0.55	Possibly harmful; don't use	0.6	38.2	61.3
				Knee	2.00	3.00	1.46	0.59	Possibly harmful; don't use	0.4	30.9	68.7
				Muscle strain	5.10	4.50	0.88	0.28	Possibly trivial	23.6	74.5	1.8
Fuller et al. ¹³	Collegiate males 2005 season: 52 teams 2006 season: 54 teams No age data	Collegiate	Match	Ankle	4.57	4.59	1.00	0.33	Likely trivial	9.1	81.8	9.1
				Knee	3.09	3.75	1.21	0.40	Unclear; get more data	1.1	63.2	35.7
				Muscle strain	6.47	5.70	0.88	0.25	Likely trivial	21.8	77.0	1.2
Fuller et al. ¹³	Collegiate females 2005 season: 64 teams 2006 season: 72 teams No age data	Collegiate	Match	Ankle	4.21	3.00	0.71	0.28	Possibly beneficial; use	63.4	36.1	0.5
				Knee	4.94	4.86	0.98	0.31	Likely trivial	9.9	83.5	6.6
				Muscle strain	3.17	3.57	1.13	0.42	Unclear; get more data	4.1	69.5	26.4
Steffen et al. ¹⁴	2020 females Age 15±1 y	Regional	Match	Ankle	3.00	4.00	1.40	0.50	Possibly harmful; don't use	0.2	35.6	64.2
				Knee	1.10	1.90	1.70	0.80	Likely harmful; don't use	0.3	17.3	82.4
				Muscle strain	1.50	0.60	0.40	0.30	Likely beneficial; use	93.4	6.3	0.3
Ekstrand et al. ¹⁰	154 females Age 23±4 y	Elite	Match	Ankle	2.63	2.89	1.10	0.90	Unclear; get more data	21.5	43.0	35.6
				Knee	2.30	3.55	1.54	1.26	Unclear; get more data	6.4	29.1	64.5
				Muscle strain	2.96	3.55	1.20	0.89	Unclear; get more data	14.3	43.4	42.4
Ekstrand et al. ¹⁰	613 males Age 25±5 y	Elite	Match	Ankle	3.53	4.80	1.36	0.41	Possibly harmful; don't use	0.1	40.1	59.8
				Knee	4.34	4.62	1.06	0.30	Likely trivial	3.1	85.2	11.7
				Muscle strain	7.44	5.32	0.72	0.17	Possibly beneficial; use	67.7	32.3	0.0
Ekstrand et al. ¹⁰	492 males Age 25±5 y	Elite	Training	Ankle	0.33	0.53	1.61	1.30	Unclear; get more data	5.0	26.7	68.3
				Knee	0.33	0.31	0.95	0.83	Unclear; get more data	33.0	41.2	25.7
				Muscle strain	1.31	0.62	0.48	0.22	Very likely beneficial; use	95.9	4.1	0.0
Fuller et al. ¹³	Collegiate males 2005 season: 52 teams 2006 season: 54 teams No age data	Collegiate	Training	Ankle	0.58	0.83	1.44	0.41	Possibly harmful; don't use	0.0	27.4	72.6
				Knee	0.43	0.42	0.99	0.38	Possibly trivial	13.6	74.6	11.8
				Muscle strain	1.16	1.26	1.08	0.24	Likely trivial	0.6	90.9	8.5
Fuller et al. ¹³	Collegiate females 2005 season: 64 teams 2006 season: 72 teams No age data	Collegiate	Training	Ankle	0.45	0.45	1.00	0.40	Possibly trivial	13.5	73.0	13.5
				Knee	0.54	0.40	0.74	0.31	Possibly beneficial; use	56.3	42.6	1.1
				Muscle strain	1.21	1.04	0.86	0.22	Likely trivial	23.1	76.6	0.3
Ekstrand et al. ¹⁰	154 females Age 23±4 y	Elite	Training	Ankle	0.15	0.76	5.20	13.37	Likely harmful; don't use	3.0	5.6	91.3
				Knee	0.29	0.56	1.90	2.96	Unclear; get more data	11.2	19.3	69.5
				Muscle strain	1.62	1.00	0.62	0.38	Possibly beneficial; use	73.1	25.2	1.7
Ekstrand et al. ¹⁰	613 males Age 25±5 y	Elite	Training	Ankle	3.24	4.45	1.37	0.43	Possibly harmful; don't use	0.1	38.9	61.0
				Knee	3.83	3.99	1.04	0.32	Likely trivial	4.9	84.1	11.0
				Muscle strain	1.39	1.13	0.81	0.21	Possibly beneficial; use	37.1	62.8	0.1
Rugby												
Fuller et al. ¹³	282 males 129 backs Age 26±4 y 153 forwards Age 27±6 y	Community	Match	Ankle	n=1	n=5	3.82	11.19	Likely harmful; don't use	7.2	9.1	83.7
				Knee	n=3	n=11	2.80	3.62	Likely harmful; don't use	2.4	9.6	88.0
				Muscle strain	35.70 ^b	32.70 ^b	0.92	0.48	Unclear; get more data	28.1	58.8	13.1
Fuller et al. ¹³	169 males 85 backs Age 25±4 y 84 forwards Age 26±8 y	Elite	Training	Muscle strain	51.40 ^b	66.70 ^b	1.30	0.36	Possibly harmful; don't use	0.1	49.9	50.0
American football												
Meyers and Barnhill ²⁰	240 high school games No gender or age data	High school	Match	Knee	1.00 ^c	0.40 ^c	0.40	0.35	Likely beneficial; use	91.3	8.0	0.7
				Muscle strain	1.10 ^c	2.10 ^c	1.91	1.09	Likely harmful; don't use	0.3	12.0	87.7
Meyers ²¹	465 collegiate games were evaluated No gender or age data	Collegiate	Match	Knee	1.30 ^c	1.00 ^c	0.77	0.37	Unclear; get more data	50.0	47.0	3.0
				Muscle strain	7.20 ^c	6.20 ^c	0.86	0.09	Likely trivial	5.1	94.9	0.0

a. Incidence rate ratio for injury incidence on artificial and natural turf surfaces, using natural turf as the reference group.

b. Incidence given as proportion (%) of injuries.

c. Injury incidence rate = (n of injuries/total n of injuries) × 10.

- indicates approximately.

資料來源：Sean, Hume & Kara (2011)。

Balazs, Pavey., Brelin, Pickett, Keblish 與 Rue (2015)的研究也比較出，足球與美式足球在天然草皮與人工草皮的運動傷害比較，尤其是在前十字韌帶上也做綜整性的討論。研究發現美式足球在人工草皮的受傷率比天然草皮高，但是在足球上卻沒有明顯的差別，也建議未來研究可以更詳細區別各項運動傷害因素與排除更多外在因素的影響，做為選用人工草皮與天然草皮的建議，(如表 19)。

表 20 Balazs et al(2015)綜整比較前十字韌帶在草皮的比較表

TABLE 3
Study Characteristics^a

Author	Sport	Competition Level	Exposure Setting	Turf Type: Generation
Bjorneboe et al ⁷	Soccer	Professional	Matches/practice	3rd
Dragoo et al ¹²	Football	Collegiate	Games/practice	All
Fuller et al ¹⁵	Soccer	Collegiate	Matches	3rd
Fuller et al ¹⁶	Soccer	Collegiate	Practice	3rd
Hershman et al ²⁷	Football	Professional	Games	3rd ^b
Meyers ²⁰	Football	Collegiate	Games	3rd ^b
Meyers ²¹	Soccer	Collegiate	Matches	3rd ^b
Meyers and Barnhill ²²	Football	High school	Games	3rd ^b
Powell and Schootman ²⁷	Football	Professional	Games	1st ^c
Scranton et al ²⁸	Football	Professional	Games/practice	1st ^c

^aAll studies had level 2 evidence.
^bFieldTurf.
^cAstroTurf.

TABLE 4
Anterior Cruciate Ligament Injuries^a

Study	Total	Grass		Turf		Rate Ratio ^b
		Injuries	Population	Injuries	Population	
Bjorneboe et al ⁷	14	11	186,929 PH	3	74,612 PH	0.68
Dragoo et al ¹²	318	NR	NR	NR	NR	1.4 ^c
Fuller et al ¹⁵	78	66	65,061 PH	12	14,192 PH	0.83
Fuller et al ¹⁶	29	27	442,340 PH	2	103,502 PH	0.31
Hershman et al ²⁷	260	166	4004 TG	94	1356 TG	1.68 ^c
Meyers ²⁰	52	30	235 TG	22	230 TG	0.75
Meyers ²¹	22	13	442 TG	9	355 TG	0.86
Meyers and Barnhill ²²	15	9	90 TG	6	150 TG	0.4 ^c
Powell and Schootman ²⁷	114	55	2572 TG	59	2604 TG	1.1
Scranton et al ²⁸	61	40	702,396 AE	21	193,532 AE	1.92 ^c

^aAE, athlete exposures; NR, not reported; PH, player hours; TG, team games.
^bACL injury incidence rate on turf divided by ACL injury incidence rate on grass. A rate ratio >1 indicates that proportionally more ACL injuries occurred on turf; a rate ratio <1 indicates that proportionally more ACL injuries occurred on grass.
^cAchieved statistical significance.

資料來源：Balazs, Pavey., Brelin, Pickett, Keblish & Rue (2015)。

第五章 臺灣棒球界對人工草皮訪談調查調查

本章共分為三節，針對棒球教練、球員與管理人員，分別經由六到八題深度訪談內容作訪談調查，以下分段論述之：

本章共計訪問兩位棒球教練、三位棒球球員與一位棒球場管理人員。本次受訪者因不願具名，因此為保護受訪者隱私與如實作答內容，皆使用代碼做編碼稱呼，茲針對問題內容做分節論述之：

第一節 棒球教練對人工草皮訪談調查內容

表 21 與表 22 為 A、B 兩位棒球教練之訪談內容。由問題一可以了解兩位教練皆是資深教練，並且在天然草皮與人工草皮球場皆有出賽與使用經驗。對於臺灣球場目前使用天然草皮的管理維護上，認為臺灣還有很大的進步空間。不論是從球場外觀、草地平整度、棒球滾動與跳動狀況，皆有不規則彈跳，以致比賽與練習時，無法得到良好效果。另一方面，出賽到其他國家比賽，當該國棒球場採用人工草皮，其使用狀況因與臺灣使用天然草皮不同，棒球的滾動速度與實際跑動狀況皆不同，因此容易會有誤差，以致比賽成績不慎理想。因此建議臺灣可以有一座人工草皮棒球場，讓選手可充分練習與比賽作適應，提升運動成績。

表 21 A 棒球教練對人工草皮使用經驗訪談調查表

1.請問您有多久的棒球選手資歷以及您現在的身分。
22 年的選手資歷。甲組成棒隊教練兼選手。
2.請問您曾有過幾次在天然草皮比賽的經驗。
很多次。
3.請問您對於在天然草皮比賽情況的使用感受度。
臺灣的球場都是天然草皮，一直以來都是這樣沒有太大的感覺，但使用過國外的球場之後，很明顯的感受到臺灣球場的草皮狀況真的很糟，不管是外觀還是對選手的安全上都有很大的進步空間。
4.請問您曾有過幾次在人工草皮比賽的經驗。
10 次以上。
5.請問您對於在人工草皮比賽情況的使用感受度。
在人工草皮的球場比賽很舒服，比如像日本養樂多神宮球場、立教大學球場、法政大學、明治大學(外野區)、早稻田大學等，打起球來更加得心應手。
6.請問您會推薦其他教練或選手在哪種場地比賽？為什麼？
兩種場地都要。國際上兩種場地都有。天然也好人工也好，重點是要蓋就要蓋到最好。有好的球場不管是天然或者人工都有它符合國際水準的標準，重要的是蓋出符合規格的球場，讓選手不再輕易受傷、可以讓觀眾有視覺上的享受！
7.您認為臺灣是否要蓋人工草皮球場？
當然需要。尼加拉瓜可以蓋出大聯盟等級的球場，為何臺灣蓋不出來？是否該檢討其中原因。臺灣棒球在世界上的表現、國人還稱之為國球，難道不足以值得蓋一座像樣的球場。尚且臺灣選手出征國際比賽至他國，所需要因應人工球場的適應及相關訓練，這些都是臺灣需要一座真正符合水準的人工草皮球場的原因。
8.其他建議
要做就要做到最好，要蓋就要蓋好，不要再濫竽充數、塘塞人民了！

表 22 B 棒球教練對人工草皮使用經驗訪談調查表

1.請問您有多久的棒球選手資歷以及您現在的身分。
20 年的選手資歷，目前是棒球教練。
2.請問您曾有過幾次在天然草皮比賽的經驗。
超過 100 次以上。
3.請問您對於在天然草皮比賽情況的使用感受度。
較優質場地平整，但簡易球場常常凹凸不平，坑坑洞洞。
4.請問您曾有過幾次在人工草皮比賽的經驗。
1 次。
5.請問您對於在人工草皮比賽情況的使用感受度。
球場平整，不會有不規則彈跳的問題。
6.請問您會推薦其他教練或選手在哪種場地比賽？為什麼？
我覺得天然草皮場地和人工草皮場地都會推薦，天然草對選手比較不會選成傷害，會減低球彈跳的速度，人工草皮彈跳較規則比較好掌握球的動向，加上許多國際比賽也有人工草皮的場地，因此我兩種都會推薦。
7.您認為臺灣是否要蓋人工草皮球場？
需要，才能和國際接軌。
8.其他建議
無。

第二節 棒球球員對人工草皮訪談調查內容

表 23 到 25 為棒球球員之訪談內容，從三位訪談內容中可以了解他們的球員經歷皆超過 11 年以上，其中，在天然草皮與人工草皮的棒球場上皆有出賽經驗。然而因為從少棒到青棒的出賽經驗都是在國內比賽，國內球場幾乎都是天然草皮，在使用上都有不好的印象，例如在紅土與草皮的接縫上容易有落差，使棒球的滾動容易有不規則狀況。而且天然草皮球場若有維護不良的情況下，容易造成球員受傷。另一方面，因天然草皮在下雨需停賽，等雨停後又因排水功能不良，在場地上比賽狀況會更加痛苦。在國際出賽時，多使用人工草皮，在使用經驗上不因草皮狀況而表現不佳，若臺灣能夠有人工草皮球場供選手訓練，增加臨場實戰經驗，可減低到國外因時差或是練習時間不足，無法熟悉國外人工草皮球場狀況。相比較鄰近亞洲國家皆有人工草皮球場的情況下，臺灣可思考是否有一座人工草皮球場，作為供應球員訓練之場所。

表 23 C 棒球球員對人工草皮使用經驗訪談調查表

1.請問您有多久的棒球選手資歷以及您現在的身分。
11 年的資歷，現為臺北市立大學棒球隊選手。曾經代表臺灣參加世界少棒聯盟與世界青棒冠軍代表隊成員。
2.請問您曾有過幾次在天然草皮比賽的經驗。
因國內全是天然草皮球場，幾乎都是在天然草皮球場比賽。
3.請問您對於在天然草皮比賽情況的使用感受度。
草皮跟紅土(內野區)交接處容易有落差；天然草皮比較柔軟。
4.請問您曾有過幾次在人工草皮比賽的經驗。
4 次。
5.請問您對於在人工草皮比賽情況的使用感受度。
人工草皮球場比較平整，不容易出現不規則彈跳，但場地較硬。
6.請問您會推薦其他教練或選手在哪種場地比賽？為什麼？
各有好處，但是人工草皮的球場更平整。
7.您認為臺灣是否要蓋人工草皮球場？
是。
8.其他建議
無。

表 24 D 棒球球員對人工草皮使用經驗訪談調查表

1.請問您有多久的棒球選手資歷以及您現在的身分。
11 年資歷。現在是臺北市立大學球員。曾經代表臺灣參加世界少棒聯盟與世界青棒冠軍代表隊成員。
2.請問您曾有過幾次在天然草皮比賽的經驗。
很多次。
3.請問您對於在天然草皮比賽情況的使用感受度。
球打出來的速度可能會有彈跳不規則，而且紅土與草皮交接處容易凸起，會讓球員受傷，下雨時不易整理，比賽時間容易延誤。
4.請問您曾有過幾次在人工草皮比賽的經驗。
3 次。
5.請問您對於在人工草皮比賽情況的使用感受度。
球打出來的速度比較快，但比較不會彈跳不規則。如果下雨

排水快且好整理，對於比賽時間的延誤較短。
6.請問您會推薦其他教練或選手在哪種場地比賽？為什麼？
人工草皮球場。
7.您認為臺灣是否要蓋人工草皮球場？
是。
8.其他建議
無。

表 25 E 棒球球員對人工草皮使用經驗訪談調查表

1.請問您有多久的棒球選手資歷以及您現在的身分。
20 年資歷，目前是臺灣職棒球員。曾代表臺灣參加 2017 年亞洲職棒冠軍爭霸賽。
2.請問您曾有過幾次在天然草皮比賽的經驗。
臺灣場地都是天然草皮球場，很多次，多到數不清。
3.請問您對於在天然草皮比賽情況的使用感受度。
場地比較軟，雨後比賽比較溼滑。球擊出去彈跳有時因場地軟硬不一，會有不規則彈跳，需特別注意。
4.請問您曾有過幾次在人工草皮比賽的經驗。
十幾次。
5.請問您對於在人工草皮比賽情況的使用感受度。
對投手投球來講沒有甚麼影響，但守備時球打出來因場地較硬速度比較快，但比較不會彈跳不規則。
6.請問您會推薦其他教練或選手在哪種場地比賽？為什麼？
兩種球場都要，國際賽場地有可能在天然草皮球場或人工草皮球場競賽。但在臺灣沒有人工草皮球場，若比賽場地是人工草皮球場需做外國移地訓練適應場地。
7.您認為臺灣是否要蓋人工草皮球場？
當然要，亞洲的職棒只有臺灣沒有人工草皮球場，連大陸都有了。人工草皮當然好，先讓大家適應，不然打國際賽大家都臨時適應比較吃虧。
8.其他建議
無。

第三節 棒球場管理人員對人工草皮訪談調查內容

從表 26 可以了解該管理人員身分與職務內容。該管理員對於天然草皮的管理狀況表示，草皮需要因季節、時間做不同的整理方式。然而，該棒球場的草皮在排水系統狀況上有疑慮，以致下雨後容易積水與紅土流失。而且場地使用次數多，無法有效讓天然草皮休息作恢復長草，致草皮損傷情形增加。每次遇到國際比賽都需要再花錢從新鋪設草皮。

表 26 F 棒球場管理人員對人工草皮管理經驗訪談調查表

訪談問題
1.請問您現在的身分與擔任棒球場管理人員的資歷。
現任棒球場管理人員，目前擔任該職務已 8 個月。
2.請問您對於天然草皮或人工草皮的管理經驗。
棒球場為天然草皮，原則冬季時間一周割草一次於夏季時間一周兩次，是季節及場地平整性為原則，一年施作滾壓、打洞、托平、施肥、鋪沙等，並視氣候是否每日澆水，拔除雜草。
3.請問您對於天然草皮或人工草皮的管理感受度。
(1)場地使用頻繁，容易踐踏草地，易致草皮損傷，增加維護難度。 (2)冬季致草皮不易生長，加上賽事集中，草皮難以管理。 (3)賽事遇雨勢較大，應予停賽。 (4)排水系統不甚良好，致積水及紅土流失。
4.請問您會推薦其他教練或選手在哪種場地比賽？為什麼？
沒意見。
5.您認為臺灣是否要蓋人工草皮棒球場？
龐大經費與其實質效益及專業的人工草皮管理均應納入評估中，並考量棒球場之環境、交通與居民等因素，是否要投入巨額經費建置人工草皮。
6.其他建議
無。

第六章 天然草皮與人工草皮比較分析

本章旨在論述天然草皮與人工草皮的材質與優劣分析(SWOT)比較內容，如下分段所述：

第一節 天然草皮與人工草皮材質比較

從(表 27)可以發現，天然草皮在面層建造上的經費比人工草便宜，在施工技術上也比較容易，適合經費較少且場地需要快速建成後使用的方案。相對於人工草的建設成本貴，施工技術工序多且複雜，須配合相當之經費與期程方可執行。但是在使用年限上就可以增加場地使用壽命，若考量該場地需長時間與使用次數較頻繁狀況下，則使用人工草皮較佳。

表 27 棒球運動場地—天然草與人工草材質之場地建造比較表

項次	內容	天然草	人工草
1	草皮本身價格(含施工)	百餘元/m ² (依草種不同而異)	千餘元/m ² (進口品為例)
2	使用年限	約 1~4 年 (常態使用與保養)	約 8~12 年 (常態使用與保養)
3	建造成本(素地)	較低、1,900 元/m ² (含挖棄土、碎石級配、透排水及天然草)	較高、3,200 元/m ² (含透排水、碎石級配、AC 及人工草)
4	施工技術	工序少/較單純 平坦難度較高	工序多/較複雜 平坦度較易控制
5	施工期程	略同 (採草毯鋪設)	略同
6	排水系統	管線較複雜	管線較單純

7	長期使用(生命週期)	約 5-7 年換新草皮 (依使用及維護管理情形)	約 8-12 年換新草皮 (依使用及維護管理情形)
---	------------	-----------------------------	------------------------------

從(表 28)可以發現，在場地維護管理與成本費用上，人工草皆比天然草來得經濟實惠。天然草皮需要專人與定時清潔管理，且比賽期間需要間隔時間做為草皮養護期，方可使天然草皮在正式比賽時顯得整齊漂亮。相比之下，人工草皮就不需專業管理人員就可維護，只需要定時保養、清潔與整理，就可應付大量場地使用租借情形。

表 28 棒球運動場地—天然草與人工草材質之場地維護管理比較表

項次	內容	天然草	人工草
1	管理成本 (含清潔、修剪、整理、人事等)	高 (需剪草、疏根、鋪砂、拔除雜草、施肥、整理等)	較低 (需補顆粒、整理等)
2	維護成本 (含灌溉、肥料、噴藥、除蟲等)	高 水費：有(每月) 藥劑：有(肥料及藥劑)	少 水費：有(每月)/與相同 藥劑：無
3	維護水費	略高	較低
4	維護人力	較多	較少
5	維護技術	較高	較低
6	維護機具設備	種類多設備費高	種類少設備費低

從(表 29)可以發現，人工草在安全性、穩定性、公平性、耐久性、可連續使用、場地溫度、使用時間、天候影響與使用後復原性上，皆比天然草來得優勢，可見人工草對於棒球項目的使用頻繁性與天候的限制上有較好的彈性空間。做為選手練習方面可保證選手能有充分時間訓練，在比賽層面上可保證場地可以如期使用，不因天然草皮本身的限制，造成比賽需要延期或移置他場地進行。

表 29 棒球運動場地—天然草與人工草材質之場地使用比較表

項次	內容	天然草	人工草
1	安全性	較高(惟不確定性亦高)	較高
2	穩定性	較低(不確定性高)	較高
3	公平性	依場地維護品質不一 (差異大)	一致 (差異小)
4	耐久性	低(約半日)	高(全天候)
5	可連續使用性	較低	極高
6	場地溫度(夏季時)	較低	較高(吸熱)
7	摩擦性	較低 (受傷機率與程度略低)	較高 (受傷機率與程度略高)
8	耐衝擊性	較佳	較差 (惟近年已大幅改善)
9	可使用時間(效益)	較低	較高
10	天候影響	較高 (雨天無法使用、大雨 後使用受限)	較低 (小雨可使用、雨停即 可使用)
11	使用後復原性	較低	較高

從(表 31)可以發現，人工草容易有環保議題上的堪慮，因材質屬於塑膠性。但是，若具專業棒球場維護管理觀念之建立與執行，天然草場地優於人工草場地；若不具專業棒球場維護管理觀念之建立與執行，人工草場地優於天然草場地。

表 30 棒球運動場地—天然草與人工草材質之各國趨勢比較表

項次	內容	天然草	人工草
1	環保性	較高 (具透水性)	低 (一般瀝青不具透水性)
2	雨水回收性	可	可
3	外觀性	較高(貼近於自然)	略低(質感較生硬)
4	美觀性	依場地維護品質不一 (差異大)	一致 (差異小)

第二節 天然草改人工草材質優劣分析

從(表 31)可以發現，若將天母棒球場從天然草皮改為人工草皮，在優勢上將成為國內首座符合國際標準的棒球場，在提供選手訓練與使用上可以負荷較大量的使用次數。相對於臺灣北部地區在冬季較為濕冷且降雨情形較南部地區多的情形下，只要遇到雨停情況下，就可供應各項活動使用。

另一方面，因人工草地在建造費用上金額龐大，施工方式與工序上較繁複，且國內營建廠商較無人工草皮棒球場相關施工技術。此外，除了面層草皮鋪設外，地下排水系統也需要從新施作，以符合人工草皮所需之要求。目前天母棒球場屬於露天球場，依國外棒球場文獻探討案例說明，國外露天球場多為天然草皮，因此在使用上露天球場多用天然草皮，巨蛋球場多用人工草皮。依臺灣對於棒球的使用頻繁情況與天候情形，人工草皮對於臺灣北部夏季高溫、冬季多雨的情況也有待考驗。

表 31 天母棒球場天然草改人工草材質 SWOT 優劣分析

	優勢 (Strength)	機會 (Opportunity)
正面因素	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 國內首座標準人工草棒球場誕生。 ✓ 可提供國家代表隊人工草場地之棒球訓練與模擬。 ✓ 增加天母棒球場之整體彈性使用與運用效能。 ✓ 降低天然草場地(人力、物力、財力)維護管理之負擔與品質疑慮。 ✓ 對於未來採用委託民間專業團隊(OT)的經營模式有助益。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 符合國際棒球賽事需求。 ✓ 以全天候棒球運動場地為構想，提供城市棒球隊、臺北市立棒球隊訓練及相關棒球比賽場租運用。 ✓ 滿足三級棒球錦標賽之賽程(連續出賽或單日多場次)需求供給。 ✓ 因雨延賽或停賽之機會降低，遇大雨後約 1 小時，即可再度進行比賽。 ✓ 可考量棒球運動外之多元用途使用(如親子足球、木球、飛盤等)。
	劣勢 (Weakness)	威脅 (Threat)
負面因素	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 目前國內尚無標準專用人工草棒球場設計與施作經驗。 ✓ 職業賽事(高)等級之人工草棒球場地安全性有部分疑慮。 ✓ 天母棒球場於 2017 臺北世大運已花費億餘元金額進行整建工程，是否有急迫性再投入相關經費整建。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 環保永續之運動場地議題，人工草場地較不符合國際趨勢。 ✓ 美國大聯盟(MLB)及韓國職棒(KBO)露天球場選用人工草比例極低。(日本職棒(NPB)約佔 50%) ✓ 人工草球場構造技術近年已大幅提升，惟是否能得到棒球選手認同待時間確認。

第七章 結論與建議

第一節 結論

一、天母棒球場的定位與使用現況

天母棒球場位置因鄰近住宅區，原規劃為 6,000 席之社區型棒球場，後因臺北市政府獲得 2001 年第 34 屆世界盃棒球賽主辦權，將內野一壘及三壘側觀眾席向外增建約 4,000 個座席，目前總席位達 10,000 席規模，且各項棒球賽事所需之場地設備齊全，目前使用定位為符合舉辦國際賽事需求之標準棒球場地。

天母棒球場之使用現況以 2015-2017 年度為例：2015 年 1-12 月借用天數 326 天，平均每月使用 27.2 天；2016 年 1-3 月借用天數 53 天(4-12 月，因世大運整修)，平均每月使用 17.7 天；2017 年 8-12 月借用天數 112 天(1-7 月因世大運整修)，平均每月使用 22.4 天，從此最近三年每月使用天數可看出天母棒球場使用頻率非常高，使用現況負載高，造成球場管理與使用品質維護上的困難。

天母棒球場之內野及外野均採天然草皮，草種較為單一性，內野 80% 為百慕達草，外野主要為姬高麗草 90%，平日編制 1 名草坪養護人員，同時也有委外廠商負責割草(夏天 1~2 次/週、冬天 2 週 1 次)，但因使用率高，加上委外專業養護觀念不足，草皮品質維護困難，造成草皮面層過厚滲水不易、紅土層硬度不足、面層顆粒分布不均、紅土及草坪間交界處落差過大、投手丘坡度未符合規範等球場面層問題，降低賽會舉辦品質與國際與媒體觀感不佳等問題。

二、國外(美、日、韓國)棒球場草皮使用概況

(一)美國職棒(MLB)現有 30 支職業球團，區分為美國聯盟及國

家聯盟各 15 支球隊，經調查主球場型式露天棒球場 23 座及具頂蓋棒球場(巨蛋)7 座。在天然草皮與人工草皮分布方面：

1. 露天棒球場均為天然草棒球場(23 座)。
2. 具頂蓋棒球場(巨蛋)中以天然草棒球場(5 座)多於人工草棒球場(2 座)。
3. 露天棒球場和具頂蓋棒球場(巨蛋)共計有天然草棒球場(28 座)多於人工草棒球場(2 座)。

(二)日本職棒(NPB)現有 12 支職業球團，區分為中央聯盟及太平洋聯盟各 6 支球隊，經調查主球場型式露天棒球場及具頂蓋棒球場(巨蛋)各有 6 座球場。在天然草皮與人工草皮分布方面：

1. 露天棒球場中以人工草皮棒球場與天然草皮棒球場各 3 座。
2. 露天棒球場和具頂蓋棒球場(巨蛋)以人工草皮棒球場 9 座，多於天然草皮棒球場 3 座。

(三)韓國職棒(KBO)現有 10 支職業球團共 9 個主球場(蠶室棒球場為 LG 雙子、斗山熊之共同主球場)，其中主球場型式露天棒球場 8 座及具頂蓋棒球場(巨蛋)1 座球場。在天然草皮與人工草皮分布方面：

1. 露天棒球場均為天然草皮棒球場，共有 8 座。
2. 具頂蓋棒球場(巨蛋)為人工草皮棒球場，僅 1 座。

三、天然與人工草皮對球員運動傷害的影響

由於近年天然草皮和人工草皮對球員運動傷害的影響比較研究主要集中在美式足球、橄欖球與足球等項目上，較少對棒球項目進行比較研究，國外研究也是近期才開始關注本議題，因此仍需要大量數據資料來進行分析比較，兩者對運動傷害的影響差別，目前的文獻尚無定論，因研究形式的比較基礎與收集樣本尚未標準化，不過可確認的是，在任何草皮上的跑動過程中，若受到不當運動使用，容易造成下肢膝蓋、關節與肌肉的拉傷。

四、天母棒球場使用與管理人員對人工草皮的評估意見

(一) 棒球教練對人工草皮的評估意見

受訪教練認為臺灣球場目前使用天然草皮的管理維護上還有很大的進步空間。不論是從球場外觀、草地平整度、棒球滾動與跳動狀況，皆有不規則彈跳，以致比賽與練習時，無法得到良好效果。另一方面，出國比賽時常遇採用人工草皮球場，球的滾動速度與實際跑動狀況皆不同，因此容易會有誤差，以致比賽時績不理想，因此建議臺灣可以有一座人工草皮棒球場，讓選手可充分練習與比賽作適應，提升參賽成績。

(二) 球員對人工草皮的評估意見

受訪三位資深球員的評估意見大致與受訪教練相同，皆認同人工草皮球場的必要性。

(三) 管理人員對人工草皮的評估意見

受訪管理人員對於目前天然草皮在球場排水系統不良，以致下雨後容易積水與紅土流失等表達了管理與使用上的疑慮，

而且場地使用次數多，無法有效讓天然草皮休息作恢復長草，致草皮損傷情形增加。每次遇到國際比賽都需要再花錢從新鋪設草皮，若有人工草皮則可降低維護成本與人力，但仍強調要先進行排水系統的重新評估。

五、天然與人工草皮的 SWOT 比較分析

(一)優勢

- 1.國內首座標準人工草棒球場誕生。
- 2.可提供國家代表隊人工草場地之棒球訓練與模擬。
- 3.增加天母棒球場之整體彈性使用與運用效能。
- 4.降低天然草場地(人力、物力、財力)維護管理之負擔與品質疑慮。
- 5.對於未來採用委託民間專業團隊(OT)的經營模式有助益。

(二)劣勢

- 1.目前國內尚無標準專用人工草棒球場設計與施作經驗。
- 2.職業賽事(高)等級之人工草棒球場地安全性有部分疑慮。
- 3.天母棒球場於 2017 臺北世大運已花費億餘元金額進行整建工程，是否有急迫性再投入相關經費整建。

(三)機會

- 1.符合國際棒球賽事需求。
- 2.以全天候棒球運動場地為構想，提供城市棒球隊、臺北市立棒球隊訓練及相關棒球比賽場租運用。

- 3.滿足三級棒球錦標賽之賽程(連續出賽或單日多場次)需求供給。
- 4.因雨延賽或停賽之機會降低，遇大雨後約 1 小時，即可再度進行比賽。
- 5.可考量棒球運動外之多元用途使用(如親子足球、木球、飛盤等)。

(四)威脅

- 1.環保永續之運動場地議題，人工草場地較不符合國際趨勢。
- 2.美國大聯盟(MLB)及韓國職棒(KBO)露天球場選用人工草比例極低。(日本職棒(NPB)約佔 50%)。
- 3.人工草球場構造技術近年已大幅提升，惟是否能得到棒球選手認同待時間確認。

第二節 建議

經過審慎各項現況調查與國內外文獻資料收集之分析比較後，本節針對臺北市天母棒球場之天然草皮改為人工草皮，提出以下三點建議：

一、將天母棒球場之天然草皮改為人工草皮有其必要

從國內棒球場地缺乏人工草皮現況，以致各級球隊赴外比賽遇人工草皮場地難以適應而影響球員球技表現與參賽成績，顯示有其必要增設人工草皮之棒球場地，而天母棒球場的高使用率與球場現況草皮維護品質不佳，更符合其期待改善的需求與必要性，而無論教練或球員都支持將天母棒球場之天然草皮改為人工草皮的評估意見來看，建議市府與管理單位體育局從善如流，進行草皮更替之整體作業。

二、進行天然草皮改為人工草皮作業宜整體配套進行

未來如有機會進行更替作業時，宜有專業與整體性的需求功能作業在前，再進行改善方案之概算編列與執行，因天母棒球場使用率高，再加上北部氣候高溫多雨，整體改善方案宜有對應之配套規畫考量，例如球場內外之地面與地下排水系統、球場地面之整平與鋪面、人工草坪之材質規格選擇及後續管理與維護等問題，都應一併考量在規劃作業中，盡力排除因預算不足因陋就簡之改善方式。

三、瞭解人工草皮的風險與限制，預做因應管理措施

人工草皮雖有諸多優點，但因國內缺乏相關使用人工草皮之經驗與各種對於球員的運動傷害影響，甚至對於環境與觀眾等潛在風險評估尚未確立，未來應進行球賽的各種數據蒐集與意見分析，才能有效做出管理上的判斷；而人工草皮在建造施工技術與成本上，其門檻皆高於天然草皮，未來在選擇建造方案之執行上有一定的限制條件，如何確保施工與鋪設品質，甚至未來的球場管理的因應策略與措施，將是考驗的開始。

參考文獻

- 中華民國棒球協會(2017)。各項棒球賽程。http://www.ctba.org.tw/。
擷取時間：2018年1月23日。
- 中華職業棒球大聯盟(2017)。中華職棒賽程。
http://www.cpbl.com.tw/。擷取時間：2018年1月23日。
- 民報(2015)。球場故事/馬不吃的草 我也不想在上面打球。網址：
http://www.peoplenews.tw/news/f1551144-3b2d-4dc4-b0f7-0a4d793acc6e。擷取日期：2017/10/15。
- 官文炎(2004)。棒球場的建造及其發展之研究。臺北市：科正股份有限公司發行。
- 林信輝、陳意昌(1993)。臺灣地區高爾夫球場草皮特性與管理之研究。中華民國雜草學會會刊，14(2)，103-124。
- 邱翼松、鄭憲成(2016)。多功能巨蛋體育館現況與發展趨勢之探討-以美、日職業棒球聯盟球場為例。高應科大體育，15，137-156。
- 洪祥洲、梁世秦、王朝仁、林青輝(2010)。高爾夫練習場興建初期企畫與評估-以新中壢高爾夫練習場為例。大專高爾夫學刊，7，34-45。
- 洪慶懷、邱奕文、蕭嘉惠、許富淑、程瑞福(2017)。人工草皮足球場經營管理指標之建構。大專體育學刊，19(1)，34-54。
- 康正男(2012)。我國都會區申辦國際大型運動賽會運動場館發展策略之研究。臺北市：行政院體育委員會補助研究。
- 教育部體育署(2017)。我國舉辦國際賽事及職業棒球潛力場地調查研究。臺北市：教育部體育署。
- 陳志成、唐昭鈞、梁玉秋(2007)。棒球場選手使用空間用後評估及態勢分析之研究-以中華職棒聯盟選手為例。輔仁大學體育學刊，6，1-16。
- 陳意昌、林信輝(1994)。高爾夫球場常用草種光合成作用對土壤水分逆境之反應。中華民國雜草學會會刊，15(2)，115-136。
- 黃姿英、林玉瓊(2003)。嘉光高爾夫球場營運規劃與設計。大專高

爾夫學刊，1，130-140。

運動視界(2015)。人工草皮 V.S 天然草皮。網址：

<https://www.sportsv.net/articles/8535>。擷取日期：2017/10/15。

臺北市立體育場簡介(2002)。臺北市立體育場簡介。臺北市：臺北市立體育場出版。

聯合新聞網鳴人堂(2015)。吵什麼「草」？一面草皮的運動文化意涵。網址：<https://opinion.udn.com/opinion/story/5769/703932>。擷取日期：2017/10/15。

Balazs G.C., Pavey G.J., Brelin A.M., Pickett A, Keblish D.J & Rue J.P.(2015). Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury in Athletes on Synthetic Playing Surfaces: A Systematic Review. **The American Journal of Sports Medicine**,43(7),1798-1804.

Dialogue 建築雜誌(2000)。建築雜誌。臺北市：美兆文化事業股份有限公司發行。

ETNEWS(2016)。天母棒球場世大運後不再天然-國內首座人工草棒球場。網址：

<https://sports.ettoday.net/news/623130?t=%E5%A4%A9%E6%AF%8D%E7%90%83%E5%A0%B4%E4%B8%96%E5%A4%A7%E9%81%8B%E5%BE%8C%E4%B8%8D%E5%86%8D%E5%A4%A9%E7%84%B6%E3%80%80%E5%9C%8B%E5%85%A7%E9%A6%96%E5%BA%A7%E4%BA%BA%E5%B7%A5%E8%8D%89%E6%A3%92%E7%90%83%E5%A0%B4>。擷取日期：2017/10/15。

ETNEWS(2017)。經費問題！天母棒球場維持天然草-首座人工草球場再等等。網址：

<https://www.ettoday.net/news/20170221/870970.htm?t=%E7%B6%93%E8%B2%BB%E5%95%8F%E9%A1%8C%EF%BC%81%E5%A4%A9%E6%AF%8D%E6%A3%92%E7%90%83%E5%A0%B4%E7%B6%AD%E6%8C%81%E5%A4%A9%E7%84%B6%E8%8D%89%E3%80%80%E9%A6%96%E5%BA%A7%E4%BA%BA%E5%B7%A5%E8%8D%89%E7%90%83%E5%A0%B4%E5%86%8D%E7%AD%89%E7%AD%89>。擷取日期：2017/10/15。

Michael C. Meyers & Bill S. Barnhill,(2017).Incidence, Causes, and Severity of High School Football Injuries on FieldTurf Versus Natural Grass-A 5-Year Prospective Study. **The American Journal of Sports Medicine**,32(7),1626-1638.

Michael C. Meyers (2010). Incidence, Mechanisms, and Severity of Game-Related College Football Injuries on Field Turf versus Natural Grass- A 3 Year Prospective Study. **The American Journal of Sports Medicine**,**43**(7),687-697.

Sean Williams, Patria A. Hume & Stephen Kara (2011). A Review of Football Injuries on Third and Fourth Generation Artificial Turfs Compared with Natural Turf. **Sports Medicine** ,**41**(11),903–923.

TVBS(2015)。天然草 vs.人工草-日專家：人工草 CP 值大勝。網址：<https://news.tvbs.com.tw/world/570282>。擷取日期：2017/10/15。