

入侵紅火蟻防治政策在環境保護上之意義研究

黃基森*

摘 要

本研究以文獻分析法探討美國、澳洲與紐西蘭入侵紅火蟻防治政策與管理制度，同時與我國防治政策進行比較分析。由研究結果得知，紅火蟻的防治政策，包括法令規章、防治目標、策略措施、施藥技術與方法、藥劑的選擇與藥劑管理均會影響到防治成效與生態環境。在防治成效評估方面，除美國開發可行防治技術外、加州橘郡、澳洲與紐西蘭防治之成功政策可做為我國防治紅火蟻之參考。這些成功政策與我國現行之政策比較分析，建議調整現行的權責分工、移動性感染源管制與檢疫制度、統整危害區防治工作、藥劑管理制度、藥劑流佈監測與防治技術研究，有助於提高防治成效，同時減少對環境造成危害。

關鍵詞：入侵紅火蟻、殺蟲劑、生態環境

*台北市立教育大學環境教育研究所

壹、前言

2003 年 10 月行政院農業委員會動植物防疫檢疫局證實在台灣發現入侵紅火蟻 (Red imported fire ant, RIFA; *Solenopsis invicta* Buren)。根據動植物防檢局資料，目前計有桃園縣、台北縣、嘉義縣、台北市、新竹縣、苗栗縣及宜蘭縣受入侵紅火蟻(以下簡稱紅火蟻)之危害。美國農業部表示，紅火蟻原分佈於南美洲的巴拉那河 (Parana) 流域，1930 年代由於貿易往來，伴隨著船舶侵入了美國南方阿拉巴馬州的摩比爾港，在缺乏天敵的抑制下造成美國在農業、生態環境及經濟上的損失。根據美國農業部表示，目前美國已有 14 個州高達一億一千萬公頃的土地被紅火蟻所感染，造成經濟及財政上的損失，每年估計在 50 億美元以上。根據美國德州大學的調查，紅火蟻在德州一地所造成經濟上的損失每年約 12 億美元，農業上的損失約為 9 千萬美元，半數的損失金額來自在住宅區防治紅火蟻的藥劑費用。依美國阿拉巴馬州大學報告指出，在紅火蟻管制上依賴化學防治常會是帶來危機的方向，通常是民眾花太多的時間、經費和使用太多殺蟲劑來控治紅火蟻，而目前已有環境友善產品來防治紅火蟻，但卻不恰當的使用。總之，殺蟲劑的使用量更多，相對的風險隨之增高。由於各國防治紅火蟻仍須依靠大量的殺蟲劑，因此，在防治紅火蟻政策上，除了考量防治成效外，也應考量防治藥劑的管理制度，否則將會帶來生態環境更大的危害。

美國聯邦政府曾於 1970 年代末期進行大規模的紅火蟻聯合防治行動，噴灑藥劑雖能立即滅除於土表淺層活動的蟻群，惟紅火蟻巢因屬地棲性、多孔蟻巢結構與覓食蟻道分散等特性，其蟻后於蟻丘內部受到重重保護，雖然地表火蟻密度於短期內迅速降低，惟隨後紅火蟻族群即捲土重來，其防治效果終未能克盡其功，隨後更造成了農藥殘留等環境污染問題 (Dress, 2002a)。以美國和澳洲防治紅火蟻的過程中，都曾引起大量殺蟲劑危害的事件。美國由於使用殺蟲劑防治紅火蟻引起植物藥害 (Phytotoxicity)；使用氣油、煤油等石油性產品而造成環境的危害；不當或過量使用有機磷殺蟲劑來防治紅火蟻，造成藥劑污染 15 個社區水源之事件 (Dress, 2002a)。澳洲在撒佈化學藥劑防治後，進行水域中殘留監測時，曾發現因飛機及機車在操作中因餌劑漏洩而造成水源之污染事件發生 (Jennings and McCubbin, 2004)。從這些防治紅火蟻帶來二次危害的實例中，給我們最大啟示是在防治後監測藥劑流佈的重要性。

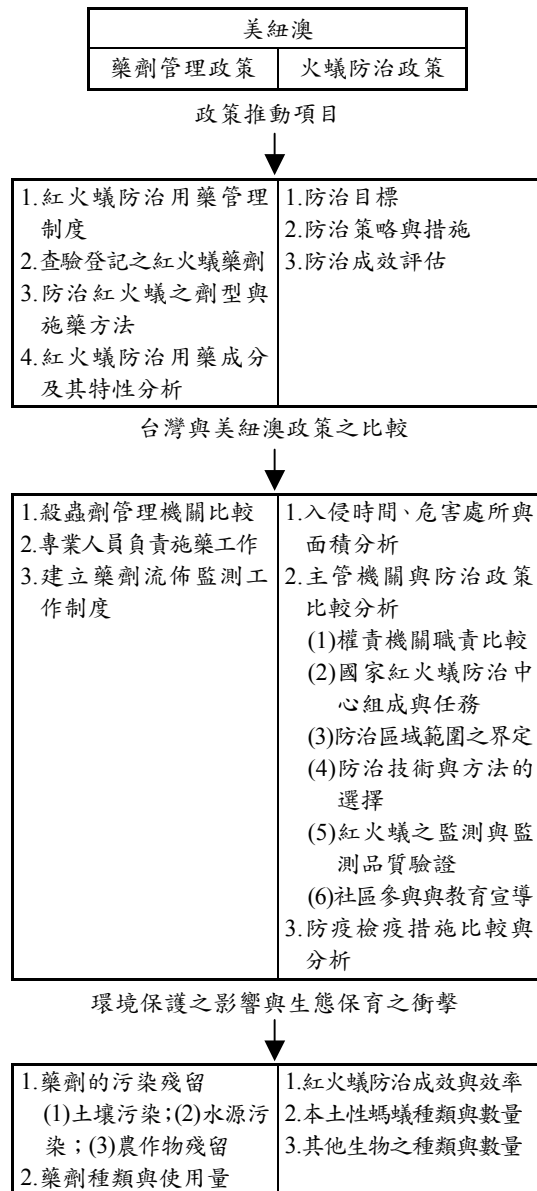
雖然各國皆極力防範紅火蟻的侵入，但因交通便利及世界貿易全球化的趨勢快速發展防不勝防。紅火蟻除了自然散播 (natural spread) 方式外，尚可依附於土壤、稻草、盆栽植物及栽培介質、田間廢棄物、景觀與營建材料與土壤接觸之機具設備等高風險物品而散播 (Jennings and McCubbin, 2004)。黃基森 (2005b) 指出，在價值與責任的前提下，我們對外來物種須遵守 1982 年「世界自然憲章」所倡導的原則，以及 1992 年「生物多樣性公約」所提

出「各國應儘可能並酌情防止引進、控制或消除那些威脅到生態系統、棲息地或物種的外來物種」；因此，就管理政策而言，應從風險評估、風險管理與環境教育策略著手。因此，在防治政策上，預防紅火蟻經由人為的擴散及找出入侵途徑與感染源，是最根本也是最經濟的防治方法。依據美國農業部研究服中心 Morrison 等人在 2004 年對全球紅火蟻可能發生區域之分析結果，未來倘台灣採取撲滅計畫或防堵措施的努力未能成功，則全台各地將可能淪為入侵紅火蟻疫區。依據國家紅火蟻防治中心推估其財政經濟損失將高達二千億台幣。德州農工大學昆蟲系教授 Drees (2004c) 指出，台灣和美國東南部、澳洲有完全不同的土地利用形式，例如耕作面積小於一公頃的農地區、水田淹灌的輪作制度、都市與農業區域交錯的土地型態等，均為在紅火蟻發生區進行徹底藥劑處理重大挑戰。由於防治紅火蟻之化學殺蟲劑都不具專一性，且對本土性的螞蟻及其他生物也具有極大的殺傷力 (Drees and Vinson, 2004)。依據黃基森 (2005a) 報告指出，一個所謂「成功的防治計畫」最重要的是要讓一個專業的防治人員具備紅火蟻生態習性知識外，更須要對殺蟲劑的特性有深入瞭解，這樣才能降低防治後的二次傷害。台灣面對的是更複雜的天候條件及水文環境下，對殺蟲劑的使用就不得不慎了，尤其當防治策略失敗時，必須進行長期的防治工作時，將會導致大量殺蟲劑的使用。本文研究的目的是在探討先進國家防治紅火蟻的政策及成效，同時與我國防治政策進行比較並從環境保護的觀點，提出防治對策與建

議以有效防治紅火蟻，同時減少殺蟲劑的使用而造成生態環境的衝擊。

貳、研究項目與方法

一、研究理論架構



圖一、入侵紅火蟻防治政策在環境保護上之意義研究理論架構

二、資料蒐集方式

以書面資料與網路查詢為主，書面資料部分係參考國內外研究期刊或文獻、各國政府或非政府或非營利組織所出版之文件報告或出版品。網頁部分則進入各國相關機關或機構所設置之紅火蟻及殺蟲劑管理網站或以搜索引擎進行關鍵字之檢索。各國政府或機構之網站包括：全球外來生物網站火蟻網站、美國農業部火蟻研究網站、美國農業部由動植物健康偵測部門網站、美國環境保護署網站、美國德州火蟻研究管理計畫網站、美國路易斯安那州立大學入侵紅火蟻研究網站、美國加州政府食物與農業局入侵紅火蟻網站、美國加州橘郡火蟻管理機構、澳洲昆士蘭火蟻網站、紐西蘭農業和森林部火蟻官方網站、台灣入侵紅火蟻資訊網站。

三、研究及分析方法

本研究採用文獻分析法為主，探討先進國家防治紅火蟻之政策，包括防治目標、政策措施與管理制度等進行比較與分析，進而探討防治用藥管理制度後，就環境保護面提出解決對策與建議。研究論述內容如下

(一) 政策與管理制度方面

搜集美國、澳洲、紐西蘭和我國在紅火蟻防治上所採取之目標、法規依據、政策措施及防治成效，並分析政府之政策對防治紅火蟻成效及其他生物之衝擊。

(二) 防治用藥管理制度方面

針對紅火蟻防治藥劑之管理制度、防治藥劑之選擇進行研究，同時針對藥劑之特性加以分析，進而探討殺蟲劑使用後對水土污染、藥劑殘留等生態環境之影響。

(三) 研究結論與建議

就防治紅火蟻政策面、制度面及管理面等，從環境保護觀點提出解決紅火蟻防治對策與建議，以期有效根除紅火蟻，並避免影響其他生物，同時減少殺蟲劑的使用，防止二次危害事件發生。

參、研究結果與討論

一、美國防治紅火蟻政策探討

本研究搜集全球外來生物網站火蟻網站、美國農業部火蟻生物防治網站、德州火蟻研究管理計畫網站、路易斯安那州立大學入侵紅火蟻研究網站、加州政府食物與農業局入侵紅火蟻網站、加州橘郡火蟻管理機構等網站，並針對美國防治紅火蟻之目標、防治策略與措施及防治成效評估等進行論述與討論。

(一) 目標

美國曾於 1980 年代前的數十年間，多次嘗試以傳統殺蟲劑撲滅紅火蟻，但這些努力並未能成功，而且目前紅火蟻發生面積高達一億一千萬公頃的土地，使得根除計畫（eradication plan）不具經濟效益，因此，

美國東南部地區係將防治目標設定為：1. 以「防堵」為目標，防止紅火蟻繼續蔓延；2. 劃分檢疫管制區，加強移動性感染源之防疫檢疫，防止人為（被動）擴散。由此可知美國紅火蟻防治目標是以消除紅火蟻產生危害，以及經由防疫檢疫措施來防止紅火蟻繼續蔓延之務實作法。

(二) 防治策略與措施

美國紅火蟻的防治最重要的策略是於遭受紅火蟻感染之地區採取強制之檢疫措施，同時研發最新防治技術與措施來防止繼續擴散。本研究彙整美國防治紅火蟻所採取重要策略與措施（表一），包括：1. 公告移動感染源之管制區，強力管制移動性感染源。即訂定高風險物品之處理與檢查等移動管制之規定，並由各州農業廳負責執行。美國對人為擴散傳播之地區依法公告管制區，目前計公告 14 個州為移動性感染源之檢疫管制區，其中有 6 州全部範圍納入管制（表二）；2. 發展新技術與方法，並進行整合性蟲害管理（Integrated pest management）（Drees, 2004b; Dress and Gold, 2003），包括生物防治法、德州二階段防治法、Clemson 二階段防治法或不同作用機制組合法。美國紅火蟻防治新技術的發展方面，是由位於佛羅里達州 Gainesville 市及密西西比州 Stoneville 市的美國農業部研究署主導開發，同時結合各州大學相關科系研究開發化學防治與生物防治新技術，設計符合經濟效益且可行的處理組合加以推廣供各州（郡）使用；3. 同步執行區域性或大面積火

蟻防治與教育宣導計畫。美國由於紅火蟻危害嚴重，各州多採取大面積區域防治，並推動有賴於社區居民的志願參與，相互協調於鄰里公共區域及空地等處所之共同施藥，以及協助未能自行施藥之鄰居進行防治；4. 環境保護署依「聯邦殺蟲劑、殺菌劑及殺鼠劑法案」（The Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act）來查驗登記紅火蟻防治用藥，以確保生態環境之安全。因此，美國農業部在進行紅火蟻防治時必須選用合於防治場域之合格用藥；5. 進行防治後化學藥劑流佈調查工作，防止殺蟲劑造成二次危害。目前美國防治紅火蟻仍以藥劑使用為主，因此，在施用殺蟲劑後最重要的工作是加強殺蟲劑在環境中的流佈，包括土壤、地下水及地面水的監測工作，以確保生態環境的安全；6. 進行本土性螞蟻種類與數量的監測。美國在進行大規模密集化學藥劑撒佈後，會考量本土性螞蟻族群的保存與復育工作，因此在整體防治計畫中仍會長期進行本土性螞蟻種類與數量的監測。對美國而言，進行紅火蟻撲滅計畫並非可行方案，因為危害面積廣泛，不僅龐大經費、後勤支援等困難配合（Davis, 2004; Drees, 2004a），因此，美國在紅火蟻生態與防治新技術的研究開發不遺餘力，其中以生物防治及不同作用機制之組合最為成功，值得我國學習及參考。

(三) 防治成效評估

自 1930 年代紅火蟻入侵美國後，由於逢經濟蕭條，而錯失防治良機，目前已逐漸擴散達 14 個州。對美國而言，進行紅火蟻根除計畫並非可行方案，因為美國的紅火蟻

表一 紅火蟻之權責機關與防治政策比較

國家	權責機關	防治目標	防治策略與措施
美國	農業部（農政機關）	防堵與抑制	<ol style="list-style-type: none"> 1.公告移動感染源之管制區，強力管制人為感染源。 2.發展新技術與方法並採取綜合防治措施。 3.同步執行區域性的大面積紅火蟻防治，並進行教育宣導計畫。 4.依「聯邦殺蟲劑、殺菌劑及殺鼠劑法案」審核紅火蟻防治用藥。 5.進行化學藥劑之流佈調查，防止殺蟲劑造成二次危害。 6.進行本土性螞蟻種類與數量的監測。
紐西蘭	農業與森林部（農政機關）	根除	<ol style="list-style-type: none"> 1.進行全國性之外來種偵察計畫。 2.全國認知教育計畫，發現紅火蟻或被叮咬有義務進行通報。 3.成立獨立的紅火蟻技術顧問小組。 4.進行外來物種風險危害評估及外來物種入侵途徑評估。
澳洲	澳洲昆士蘭州政府初級產業部（農政機關）	根除	<ol style="list-style-type: none"> 1.由昆士蘭地方政府成立「紅火蟻防治中心」，並執行根除計畫。 2.依「植物保護法」進行移動性感染源管制。 3.依法將紅火蟻列為通報之害蟲，隱瞞未通報者將被處罰。 4.民間組織組成之「社區紅火蟻看守隊」協助進行偵測與通報工作。 5.提供防治技術和資訊服務。 6.選擇環境友善之低毒餌劑，同時由專業人員進行防治工作。 7.執行紅火蟻監測工作。 8.進行化學藥劑之流佈調查，防止殺蟲劑造成二次危害。
台灣	農政及土地主管機關	降低密度或根除	<ol style="list-style-type: none"> 1.由學術機關成立「國家紅火蟻防治中心」。 2.公告入侵紅火蟻為特定疫病蟲害，加強禁止花卉、種苗優栽培介質等之遷移及管制措施。 3.公告「中華民國輸入植物或植物產品檢疫」之有害生物種類，進行檢疫管制。 4.彙整擬訂「全國紅火蟻三年行動計畫」（94-96），逐步縮小發生範圍或將其密度減至最低。 5.強調給予社區民眾進行監測與防治任務

資料來源：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局網站、環境保護署環境衛生及用藥管理網站、臺灣國家紅火蟻防治中心網站、美國農業部火蟻研究網站、美國農業部由動植物健康偵測部門網站、紐西蘭農業和森林部火蟻官方網站、澳洲昆士蘭火蟻網站、美國環境保護署網站。本研究整理。

發生面積實在太大，要成功幾乎不可能，且在防治經費上也不被允許，所需的後勤支援作業更是無法負擔。因此，改以採取積極展開區域紅火蟻抑制計畫，由美國農部農業研究署的組織下，結合各州共同執行了結合化學防治與生物防治的牧場紅火蟻防治示範計畫，以期能夠抑制紅火蟻的再度發生，以延長所需施藥時間。目前較成功的範例是德州使用具速效性的愛美松與長效性之美賜平餌劑拌合組合，並以新開發之噴霧機進行廣達 100 英畝的社區防治示範，已於 Galveston 郡和 Lago Santa Fe 地區有效抑制紅火蟻族群達三年以上 (Dree, 2004)，對美國而言，在政策上著重在研究發展許多的防治技術，包括不同組合的處理方法、生物防治法、施用技術、殺蟲劑的開發及生態環境的監測技術等均值得我國學習。

二、大洋洲（紐西蘭、澳洲）防治紅火蟻政策

(一) 紐西蘭

紐西蘭於 2001 年 3 月於奧克蘭 (Auckland) 國際機場發現紅火蟻，立即由農業和森林部會同保育部、健康部和奧克蘭區域委員會等相關部門進行防治工作；並訂定相關防治計畫加強執行。本研究就紐西蘭農業和森林部火蟻官方網站所發佈之資料，進行研究論述與討論：

1. 目標

根除入侵火蟻，同時進行全國監測，防止外來蟻入侵。

2. 防治策略與措施

為了防止紅火蟻入侵與危害，該國進行的策略與措施（表一），包括：(1) 進行全國性外來種偵察計畫，尤其是國際港口、貨櫃場、種苗場等，同時在被感染地區連續進行 12 個月的監測工作；(2) 執行全國認知教育計畫 (a national awareness programme)，除將紅火蟻列為通報之害蟲外，民眾被螞蟻叮咬時也須進行通報；(3) 成立獨立的紅火蟻技術顧問小組；(4) 進行外來種風險危害評估工作；(5) 進行外來蟻入侵途徑評估工作。

3. 防治成效評估

紐西蘭於 2001 年首次於奧克蘭機場發現一處（一個蟻丘）紅火蟻感染地點，由於民眾的通報，及早發現與處理而節省大筆龐大經費及省去漫長的防治工作。由於有了紅火蟻入侵的一次經驗，該國持續進行全國性的紅火蟻監測計畫。該國於 2004 年 2 月再度於龍比亞 (Napier) 港口所設置之餌站發現紅火蟻。由於檢疫措施及主動監測系統發揮功能，該國已經宣佈撲滅。此外，該國要求民眾發現大蟻丘須進行通報外，也規定民眾被螞蟻叮咬時必須進行通報，這些通報政策揮發功能，使得二度紅火蟻入侵個案均能在最短時間內發現挖除，這些成功的經驗值得我國學習。

(二) 澳洲

澳洲自 2001 年 2 月 22 日在昆士蘭的里斯本 (Brisbane) 發現紅火蟻，計七萬一千公頃受害，包括住宅、商業區和農地等。澳洲昆士蘭政府首先進行危害風險評估工作，經由評估後發現外來物種紅火蟻在該國

所帶來的危害不亞於過去之外來種野兔和會釋放毒素的蔗蟾蜍的危害。因此，在獲得中央環保署、礦物與能源自然資源部門和省發展部門的全力支持下，由負責有害生物防治與疾病之機關，即昆士蘭澳洲初級產業與漁業部門（Queensland Department of Primary Industries and Fisheries, DPI&F）訂定六年的紅火蟻根除計畫（Eradication program），有系統的進行防治工作（Jennings and McCubbin, 2004）。以下就澳洲昆士蘭火蟻網站之內容進行論述與討論。

1. 目標

以根除（eradication）為目標，因此立即訂定六年的根除計畫，同時進行對高風險之感染源加以管制，即以檢疫法規強制執行，防治人為長程之擴散。

2. 防治策略與措施

澳洲防治紅火蟻政策主要是採用法律和社會（公共關係）二種決策工具。該國所採取之政策措施（表一），包括：(1)由昆士蘭地方政府成立紅火蟻防治中心（fire ant control centre），動員專家學者及民眾共同參與。紅火蟻防治中心主要任務是執行根除計畫並透過社區參與；並動員 650 名專業人員進行偵測、監測、防治與檢疫，同時進行教育及宣導工作；(2)加強防疫檢疫工作。依 1989 年訂定之植物保護法（The Plant Protection Act）進行移動性感染源（movement controls）管制。這些管制項目包括土壤、稻草、盆栽植物及栽培介質、田間廢棄物、景觀與營建材料、與土壤接觸之機具設備等高風險物品。管制區域包括昆士蘭省的 157 個區域（表二）；(3)將紅火蟻列

為必須通報之害蟲。依法規規定土地所有人發現紅火蟻蹤跡時有通報政府之義務，隱瞞未進行通報之土地所有人將被處罰；(4)與民間團體的結盟，發動民間組織成立「社區紅火蟻看守隊」（the Fire ant Community Watch Groups）。社區紅火蟻看守隊的主要任務是進行社區紅火蟻偵測與通報工作，看守隊最大的特色是經由專業的訓練並以紅色制服為標誌。在防治工作上最大的成就是提高社區民眾的防治認知外，也是社區第一線的守護神。此外，也加強環境教育工作，包括學童和民眾，在學童教育方面訂定所謂 Engaging School Communities Project，針對 152 所學校和 50,605 學生家庭進行，並請學生家長檢視自家周圍環境並回覆防治中心。在社區教育方面經由不同管道來達成，同時教導民眾進行自家檢查工作，發現可疑之蟻丘時則配合通報作業外，也須將蟻蟻之標本郵寄至政府指定的場所進行鑑定工作；(5)提供防治技術和資訊服務。澳洲利用資訊化系統為成功管理撲滅計畫主要工具。在防治技術與方法方面則相當單純，即在大面積危害地區採用連續撒佈毒餌法（broadcast application of bait），每年進行重複 3-4 次撒佈，其他單點或小面積危害地區，特別是在學校等敏感區，則以個別蟻巢處理法快速撲滅紅火蟻。此外澳洲也著重噴藥器材上的選擇與研發，在藥劑處理採用三種施藥方法（表三），包括：①空中噴藥，即在空曠的大面積（10 公頃以上），占 52%；②車輛噴灑法，面積在 1-5 公頃間之鄉下住宅區和工業區，占 24%；③地面噴灑法。在住宅區面積到達 1 公頃之地區，這須要民

眾的配合，同時耗費大量人力，占 24%；(6) 採用環境友善的殺蟲劑產品（environmental friendly products）。在根除計畫中決定三種環境友善之低毒餌劑（low-toxic bait），包括美賜平（S-methoprene）、百利普芬（pyriproxyfen）和愛美松（hydramethylnon），這些產品是在美國證實對紅火蟻有效且取得許可證之殺蟲劑；(7) 執行紅火蟻監測工作與本土性

蟻蟻種類與數量的監測。即訂定全國性紅火蟻監測計畫（the national red imported fire ant surveillance program）辦理全國監測工作，在已感染區（surveillance zone）則由紅火蟻防治中心人員主動進行監測工作；(8) 進行化學藥劑之流佈調查，防止殺蟲劑造成二次危害。

表二 美國與澳洲政府公告檢疫地區一覽表（2004 年）

國 別	檢 疫 地 區	全部州	部份（州）		鄉 鎮 市
			全部地區（郡）	部份（郡）	
美國	Alabama	●			
	Arkansas		27	2	
	California		1	2	
	North California		30	17	
	South California		40	6	
	Florida	●			
	Georgia	●			
	Louisiana	●			
	Mississippi	●			
	New Mexico		1		
	Oklahoma		8		
	Puerto Rico	●			
	Tennessee		19	10	
	Texas		159		
澳洲	Queensland		157		
台灣					19

資料來源：美國農業部動植物健康檢察部門網站、澳洲昆士蘭火蟻網站及臺灣國家火蟻防治中心網站。本研究整理。

表三 澳洲防治紅火蟻之噴藥處理成本與成效分析

處 理 方 法	百分比，%	工 作 效 率	成本，澳幣
地面噴灑法	24	2.5 公頃／人／天	120 元／公頃
車輛噴灑	24	15 公頃／車／天	94 元／公頃
空中噴藥	52	1000 公頃／飛機／天	66 元／公頃

資料來源：Jennings C. & McCubbin, K. (2004).

4.防治成效評估

澳洲在 2001 年之昆士蘭里斯本發現紅火蟻後，立即由昆士蘭地方政府之初級產業與漁業部門採取六年的紅火蟻根除計畫。澳洲成功之政策，包括：(1)成立公部門之紅火蟻防治中心，同時獲得中央和州相關部門的全力支持；(2)訂定六年根除紅火蟻計畫，六年編列總經費將高達新台幣 36 億元；(3)清礎的劃出紅火蟻發生區並設置緩衝區以限制紅火蟻蔓延外，也在紅火蟻發生區百分之百進行系統監測；(4)透過「社區紅火蟻看守隊」參與防治及教育宣導工作，並動員 650 名專業人員進行偵測、監測及防治；(5)選用對環境友善之殺蟲劑同步進行大面積施藥工作，同時監測本土性螞蟻種類與數量。澳洲防治措施做得相當成功，而且劍及履及的做法，使防治率高達 99.6%，值得我國學習。

三、紅火蟻防治用藥管理制度研究

根據美國農業部表示，至目前為止防治紅火蟻的防治法仍以殺蟲劑為主，而一年花費在殺蟲劑上的經費就高達 60 至 120 億美元之間；在澳洲防治紅火蟻完全以化學殺蟲劑為主，因此選用環境友善之產品外，也積極加速不同場域用之防治藥劑的查驗登記工作。由此可知，美國與澳洲防治紅火蟻仍以化學藥劑為主，因此選擇紅火蟻防治藥劑與及管理化學藥劑之政策對生態環境具有重大意義。本研究主要針對美國環境保護署網站及澳洲農藥與獸醫事務管理局網站內容進行紅火蟻防治用藥管理制度加以論述

與分析。

(一) 美國

1.紅火蟻防治用藥管理制度

美國防治紅火蟻用藥之查驗登記係由環境保護署負責，而紅火蟻防治工作則由農業部門主政。環境保護署依據「聯邦殺蟲劑、殺菌劑及殺鼠劑法案」規定負責審核發證。依據本研究統計結果得知，美國環保署曾經核准紅火蟻之藥劑共計 47 種主成分，252 種產品。登記註冊之紅火蟻防治藥劑產品依規定必須標示：(1)產品名稱；(2)施藥地點（場所）；(3)使用濃度（倍數）；(4)單位面積用量；(5)使用限制等。藥劑使用者必須選擇符合規定選用合適場所之藥劑，以降低殺蟲劑使用之風險。就紅火蟻危害及施藥場所而言，分成農地與非農地（含都市地區）二種，在農地部分包括：(1)畜禽籠舍、倉房及飼育場；(2)雜糧及蔬菜田；(3)核桃園、葡萄、藍莓及其他果園；(4)牧場之草地或草原；(5)養蜂場；(6)水產養殖場；(7)野生動物生長區；(8)應實施種苗、植物或土壤之檢疫場所，如苗圃及園藝草皮場、農園藝農場、花卉和園藝植物場所等(Drees and Vinson, 2004; Drees, Barr, Shanklin, Pollet and Flanders, 2004)。在非農地部分，包括(1)住家草坪及娛樂場所草皮；(2)住家內外或校園；(3)電器設備或公共設施；(4)庭院花園；(5)堆肥場、花圃、鋪面裂縫及人行道等；(6)水源區及水域四周(Drees, Barr, Vinson, Gold, Merchant and Kostroun, 2004)。此外，美國也特別針對檢疫植物及場所進行藥劑之登記註冊，以強化檢疫之功

效 (USDA, 2003)。美國農業部門選擇防治火蟻藥劑是根據防治地點或場所來選擇合用之藥劑或劑型，同時輔以防治技術及方法之配合，而達到最佳防治效果，同時減少環境的危害 (Drees, 2002b)。

2. 查驗登記之紅火蟻藥劑

依據本研究統計發現，美國環境保護署曾核准使用在農地紅火蟻防治常用之殺蟲劑共計 22 種，包括畢芬寧、賽扶寧、賽(益)洛寧、百滅寧、Tefluthrin、毆殺松、陶斯松、二氯松、託福松、愛美松、益達胺、加保利、賜諾殺、芬普尼、因得克、百利普芬、美賜平、芬諾克、天然除蟲菊、魚藤酮、硼酸、阿巴汀。在非農地藥劑種類多且複雜，共計有 42 種主成分，包括亞列寧、賽扶寧、賽滅寧、馬拉松、百滅寧、住美寧、列滅寧、特多寧、賽(益)洛寧、右亞列寧、畢芬寧、列滅寧、治滅寧、Tefluthrin、毆殺松、陶斯松、大利松、二氯松、三氯松、芬化利、埃文松、福化利、芬殺松、賜諾殺、芬普尼、因得克、有機磷酸鹽、益達胺、苯磺醯胺、安丹、免敵克、加保利、硼酸、百利普芬、芬諾克、愛美松、松針油、天然除蟲菊、魚藤酮、松節油、阿巴汀、矽藻土(表四)(Drees and Vinson, 2004)。在非農地化學防治方面則以除蟲菊類、天然植物殺蟲劑或生長調節劑為主。依法規之規定，使用藥劑者的資格分為一般消費者、病媒防治業(農業或商業用途)及限制使用三種，使用者必須依其資格選擇合適之藥劑使用，由此可知在美國為了防治紅火蟻已發展許多的殺蟲劑主成分外，也開發不同防治劑型，以因應不同場域之所需。由於美國環境保護署核准防治紅火

蟻之藥劑種類多，因此在選擇上就變得比較複雜，因而更須要專業上的選擇與使用。

3. 防治紅火蟻之劑型與施藥方法

美國防治紅火蟻藥劑劑型多元化，包括餌劑 (bait)、觸殺粒劑 (granular)、觸殺粉劑 (dust)、噴霧劑 (aerosol) 及觸殺液劑 (liquid)，包括乳劑 (Emulsifiable Concentrate)、水懸劑 (flowable)、可濕性粉劑 (wetable powder)、微膠囊劑 (microencapsulated)、緩釋製劑 (slow release formulation) 等。開發藥劑之處理方法包括：(1) 表面處理 (surface application)，如塗佈、噴灑、或撒粉劑處理；(2) 獨立蟻丘處理 (individual mound treatments)，如灌注、粒劑、粉劑、噴霧劑及餌劑之使用；(3) 餌劑撒佈處理 (broadcast application of bait)，可搭配撒佈器、噴灑器等機具來組合使用；(4) 毒餌站 (baits stations)，即將一些餌劑放置於餌盒中，使用時選擇適當地點置放；(5) 其他，如薰蒸等 (Drees and Vinson, 2004)。

4. 紅火蟻防治用藥成分及其特性分析

目前美國農業部或各州所選擇防治紅火蟻之藥劑毒性以低等、中等及高等毒性為主，其中以美賜平、百利普芬、芬諾克、賜諾殺、芬普尼、愛美松及因得克等七種餌劑最為常見，這些殺蟲劑主成分、特性、作用機制與毒性分如表五。由於紅火蟻危害地區亦分佈在許多環境及生態敏感區位，如畜禽飼育場、牧場、養蜂場、水產養殖場、野生動物區、電器設備或公用設施、學校、水源區及水域四周，且紅火蟻藥劑具有(1)對蜜蜂毒性高；(2)對魚類或其他水生生物毒性高等問題，因此，針對防治場所或地點選擇

適當殺蟲劑與劑量是防治者應有之專業知識。施用過量或不當使用或天候條件異常下，施用殺蟲劑仍有可能造成人體與生態環境的傷害。依據黃報告指出，目前政府機關大量進口防治紅火蟻殺蟲劑，由於部分尚未在國內取得登記核可，因此大量的餌劑送到學校時，僅出現密密麻麻的英文標示，對一個原是門外漢的使用者更增加危害的風險

(黃基森, 2005a)。是故，防治政策上必須重視的重要課題包括：(1)依紅火蟻危害地點或場所選擇適當殺蟲劑；(2)依紅火蟻藥劑產品特性與毒性於產品上標示或加註警告標誌；(3)加強殺蟲劑特性與毒性訓練或講習；(4)長期進行藥劑對土壤、地表及地下水生物之影響評估。

表四 美國、澳洲核准登記之入侵紅火蟻藥劑 (主成分) 一覽表

國別	農 業 用 地	非 農 業 用 地	合計
美國	阿巴汀 (Avermectin B1)、毆殺松 (Acephate)、畢芬寧 (Bifenthrin)、硼酸 (Boric acid)、加保利 (Carbaryl)、陶斯松 (Chlorpyrifos)、賽扶寧 (Cyfluthrin)、二氯松 (Dichlorvos)、芬諾克 (Fenoxycarb)、愛美松 (Hydramethylnon)、芬普尼 (Fipronil)、因得克 (Indoxacrb)、賽 (益) 洛寧 (Lambda-cyhalothrin)、益達胺 (Imidacloprid)、百滅寧 (Permethrin)、天然除蟲菊 (Pyrethrins)、百利普芬 (Pyriproxyfen)、魚藤酮 (Rotenone)、美賜平 (S-methoprene)、賜諾殺 (Spinosad)、Tefluthrin 及托福松 (Terbufos)	毆殺松 (Acephate)、亞列寧 (Allethrin)、阿巴汀 (Avermectin B1)、畢芬寧 (Bifenthrin)、免敵克 (Bendiocarb)、硼酸 (Boric acid)、陶斯松 (Chlorpyrifos)、加保利 (Carbaryl)、賽扶寧 (Cyfluthrin)、賽滅寧 (Cypermethrin)、大利松 (Diazinon)、矽藻土 (Diatomaceous earth)、二氯松 (Dichlorvos)、芬諾克 (Fenoxycarb)、芬化利 (Fenvalerate)、芬普尼 (Fipronil)、福化利 (Fluvalinate)、芬殺松 (Fenthion)、愛美松 (Hydramethylnon)、益達胺 (Imidacloprid)、因得克 (Indoxacrb)、埃文松 (Isfenphos)、(益) 洛寧 (Lambda-cyhalothrin)、馬拉松 (Malathion)、百滅寧 (Permethrin)、松針油 (Pine oil)、安丹 (Propoxur)、有機磷酸鹽 (Propetamphos)、天然除蟲菊 (Pyrethrins)、百利普芬 (Pyriproxyfen)、列滅寧 (Resmethrin)、魚藤酮 (Rotenone)、住美寧 (Sumithrin)、賜諾殺 (Spinosad)、苯磺醯胺 (Sulfonamide)、Tefluthrin、三氯松 (Trichlorfon)、松節油 (Turpentine)、治滅寧 (Tetramethrin)、特多寧 (Tralomethrin)、右亞列寧 (S-Bioallethrin)、美賜平 (S-methoprene)	42
澳洲	愛美松 (Hydramethylnon)、百利普芬 (Pyriproxyfen)	愛美松 (Hydramethylnon)、美賜平 (S-methoprene)	3
台灣	治滅寧 (Tetramethrin)、賽酚寧 (Cyphenothrin)、異治滅寧 (d-Tetramethrin)、陶斯松 (Chlorpyrifos)、賽滅寧 (Cypermethrin)、硼酸 (Boric acid)、愛美松 (Hydramethylnon)、必列寧 (Pyrethrins)、芬普尼 (Fipronil)、安丹 (Propoxur)、百滅寧 (Permethrin (cis:trans = 25:75)、酚丁滅寧 (Phenothrin)	賜諾殺 (Spinosad)、百利普芬 (Pyriproxyfen)、芬普尼 (Fipronil)、陶斯松 (Chlorpyrifos)、大利松 (Diazinon)、百滅寧 (Permethrin)、賽滅寧 (Cypermethrin)、第滅寧 (Detamrthrin)、芬化利 (Fenvalerate)、安丹 (Propoxur)、加保利 (Carbaryl)	18

資料來源：黃基森 (2005)。入侵紅火蟻監測、防治及苗木移動管制評估研究-非農地殺蟲劑應用於火蟻防治之研究成果報告、澳洲農藥與獸醫事務管理局網站、臺灣國家紅火蟻防治中心網站、台灣環境保護署網站。本研究整理。

表五 入侵紅火蟻防治用藥（餌劑）特性與毒性一覽表

主 成 分	特 性 與 作 用 機 制	原 體 毒 性 與 毒 理
1.美賜平 (Methoprene)	<p>1.0.5% 餌劑，每公頃用量 1.6-2 公斤。其用途廣且登記用於許多場所使用。</p> <p>2.昆蟲生長調節劑，主要作用於昆蟲表皮，攜帶訊息刺激表皮形成幼蟲表皮，而控制昆蟲的變態與成熟。</p> <p>3.作用稍緩，有時需長達 6 個月的時間方見效果。</p>	<p>1.毒性:屬於輕等毒。</p> <p>2.急性毒:口服對大老鼠 LD 50 > 34600 mg/kg、皮膚對兔子 LD 50 > 3000 mg/kg、呼吸毒對大老鼠 LC 50 > 210 mg/l。</p> <p>3.慢性毒:兩年餵飼 5000 mg/kg diet 對大老鼠無任何有關之不良影響被觀察到。</p> <p>4.環境影響:魚毒 LC 50 對鱒魚為 39ppm、blue gill 為 4.62ppm、鯰魚為 > 100ppm。</p>
2.百利普芬 (Pyriproxyfen)	<p>1.0.5% 餌劑，每公頃施用 1.6~2.0 公斤。</p> <p>2.新一代昆蟲生長調節劑，可防止蟲卵孵化，效果 1~4 月顯現。</p>	<p>1.毒性:屬低等毒。</p> <p>2.急性毒:口服對大鼠 LD50 > 5000mg/kg、皮膚對大鼠 LD 50 > 2000mg/kg、呼吸對大老鼠 LC 50 > 1300 mg/l。</p> <p>3.標示加註事項:(1)對魚類和水生生物有毒害;(2)勿使用於飲用水水源水質保護區及「飲用水取水口一定距離內之地區」。</p>
3.芬諾克 (Fenoxycarb)	<p>1.0.25% 餌劑。</p> <p>2.新一代昆蟲生長調節劑。具有胃毒和觸殺作用，能抑制卵的發育、幼蟲的蛻皮和成蟲的羽化。當昆蟲吸食或觸及該藥後，可阻止昆蟲蛻皮，阻止其進一步發育成熟，從而達到殺滅害蟲的目的。</p> <p>3.主要可運用在高爾夫球場及運動場草坪等場所。</p>	<p>1.毒性:屬低等毒。</p> <p>2.急性毒:口服對大鼠 LD 50 > 10000 mg/kg、皮膚對大鼠 LD50 > 2000 mg/kg。對兔眼睛有極輕微刺激性。</p> <p>3.環境影響:對水蚤 (Daphnia) 之 LC50 = 0.6 ppm 屬高等毒;對魚也是中高等毒性;對蜜蜂 Contact LD50 > 100 ug/bee; oral LD50 = 1,022 ppm,對 Foliar LT50 > 24 hours,對其他有益生物毒性低。</p>
4.賜諾殺 (Spinosad)	<p>1.0.015% 餌劑,每公頃施用 2.8~5.6 公斤。是從放線菌素發酵產物分離得到的一種高選擇性生物殺蟲劑。對害蟲具有快速的觸殺和胃毒作用。</p> <p>2.作用機制是導致昆蟲神經系統興奮,致肌肉痙攣終而麻痺或虛脫而死,效果 1~5 週顯現,屬昆蟲神經毒劑。</p>	<p>1.毒性:屬中等毒。</p> <p>2.急性毒:口服對雌性大鼠急性 LD50 > 5000 mg/kg、雄性為 3738 mg/kg、小鼠 > 5000mg/kg、皮膚對兔 LD50 > 5000 mg/kg。對皮膚無刺激,對眼睛有輕微刺激,2 天內可消失。</p> <p>3.標示加註事項:(1)對無脊椎水生生物具中等毒性,並加註魚毒警告標誌;(2)對蜜蜂毒性高;(3)對魚或其他水生生物有毒,應避免污染水源和池塘等。</p>

資料來源：黃基森 (2005)。入侵紅火蟻監測、防治及苗木移動管制評估研究—非農地殺蟲劑應用於火蟻防治之研究成果報告。行政院農業委員會-93 農科-1.7.2-檢-B4，12 頁。

表五 入侵紅火蟻防治用藥（餌劑）特性與毒性一覽表（續表五）

主 成 分	特 性 與 作 用 機 制	原 體 毒 性 與 毒 理
5.芬普尼 (Fipronil)	<p>1.0.00015% 餌劑，每公頃施用 1.7~17 公斤。不是使用標準的黃豆油/玉米屑，而是採用 test-e-bait 配方載體。</p> <p>2.對許多種類害蟲都具有防效的廣性殺蟲劑，僅用少量的主成分即可發揮效果。</p> <p>3.作用機制是屬於 phenyl pyrazoles 中的 FIPROL 類，作用於 GABA 接再器，阻斷神經脈衝，具觸殺和胃毒作用。</p>	<p>1.毒性：屬中等毒。</p> <p>2.急性毒：口服對大鼠急性 LD₅₀ 97mg/kg、皮膚對大鼠 LD₅₀ 大於 2000mg/kg、皮膚對兔 LD₅₀ 354 mg/kg。吸入對大鼠 LC₅₀ 0.682 mg/kg。每人每日最大允許攝入量 (ADI) 0.00025mg/kg/day。對皮膚和眼睛沒有刺激性。致畸、致癌和引起突變的作用尚待進一步探討。</p> <p>3.環境影響：該藥對魚高毒，鯉魚 LC₅₀30 微克/升、對蜜蜂、蝦、蟹高毒。</p> <p>4.標示加註事項：(1)加註魚毒警告標誌；(2)對蜜蜂毒性高。</p>
6.愛美松 (Hydramethylnon)	<p>1.0.9% 餌劑，每公頃施用 1 公斤餌劑。</p> <p>2.是慢性胃毒劑，中斷食物轉成能量的代謝過程，效果 1-5 週顯現。抑制粒腺體內 ADP 轉換成 ATP 的電子交換過程，造成心跳變慢，呼吸系統衰竭，耗氧量減少，最後因遲緩性麻痺而死亡。造成延遲作用運用在最新的餌劑，是一大進步。</p>	<p>1.毒性屬於中等毒。</p> <p>2.急性毒：口服對大老鼠 L D 50 > 1131 mg/kg (male)、口服對大老鼠 L D 50 > 1300 mg/kg (female)、經皮膚對兔子 L D 50 > 5000 mg/kg 呼吸毒對大老鼠 L C 50 > 5.0 mg/l。</p> <p>3.致癌性及致畸性：尚待進一步探討。</p>
7.因得克 (Indoxacrb)	<p>1.0.045% 餌劑，是一新登記的餌劑。</p> <p>2.具有觸殺和胃毒作用，對各齡期幼蟲都有效。昆蟲接觸和取食藥劑後，一般在藥後 24-72 小時內死亡。</p> <p>3.作用機制主要是抑制鈉通道電流。通過阻斷昆蟲神經細胞內的鈉離子通道，使神經細胞喪失功能。</p>	<p>1.毒性：屬中高等毒。</p> <p>2.急性毒：口服對大鼠 LD₅₀1732 mg/kg (雄)、268 mg/kg (雌)；皮膚對大鼠 LD₅₀ 大於 5000 mg/kg。對兔眼睛和皮膚無刺激性，大鼠吸入毒性 LC₅₀ 大於 5.5 mg/l。其活性成分對皮膚有輕微刺激作用。高劑量情況還能引起懷孕老鼠的後代發育遲緩，但無致畸和致癌性。</p> <p>3.標示加註事項：(1)具皮膚中度刺激性及皮膚強度過敏性；(2)對蜜蜂具劇毒性；(3)對禽類具中等毒性；(4)魚毒警告標誌；(5)勿使用於「飲用水水源水質保護區」及「飲用水取水口一定距離內之地區」。</p>

資料來源：黃基森 (2005)。入侵紅火蟻監測、防治及苗木移動管制評估研究—非農地殺蟲劑應用於火蟻防治之研究成果報告。

(二) 澳洲

1. 紅火蟻防治用藥管理制度

澳洲防治紅火蟻藥劑是由農藥與獸醫事務管理局 (The Australian Pesticides and Veterinary Medicine Authority) 依 The Agricultural and Veterinary Chemicals Act (1988) 法律進行殺蟲劑之查驗登記。

2. 防治紅火蟻藥劑之種類

澳洲紅火蟻入侵時立即選用美國已登記防治紅火蟻之三種低毒餌劑，包括美賜平、百利普芬和愛美松，前二者為生長調節劑；單點發生區個別蟻巢處理法則以陶斯松和芬普尼二種藥劑為主。為了確保殺蟲劑之安全使用澳洲政府積極進行紅火蟻藥劑之註冊與管理。本研究統計目前澳洲核准登記做為紅火蟻之殺蟲劑共計三種主成分，包括美賜平、百利普芬和愛美松，其中愛美松餌劑六張許可證，分別登記在不同場域中使用；美賜平計三張，登記在農地和牧場中使用；百利普芬計三張，登記使用在住家 (Residential)、商業區 (Commercial) 和非牧場區 (Non-grazed areas) 中使用 (表四)。由研究得知，澳洲和美國在查驗登記紅火蟻防治用藥之原則是依害蟲對象、用途和場所而核准使用，這種做法主要是在防止二次危害，並避免對環境帶來重大衝擊，此種管理制度之原則，值得我國參考。

四、我國與先進國家防治紅火蟻之政策比較與分析

(一) 入侵時間、危害處所與面積分析

美國自 1930 年代發現紅火蟻入侵南方後，至今仍繼續擴散蔓延，目前已有 14 個州遭其危害，面積高達 1 億 1 千萬公頃以上。在澳洲和紐西蘭均於 2001 年發現紅火蟻入侵，紐西蘭在紅火蟻入侵時即由民眾進行通報而能立即進行根除工作，有效防止其在該國立足擴散，這是目前防止紅火蟻入侵立足最成功的國家之一。澳洲則在紅火蟻入侵五年後才發現，危害面積已擴散約七萬一千公頃，因此，投入大量專業人力及經費進行防治工作。在國內則於 2003 年 10 月始由政院農業委員會動植物防疫檢疫局首度證實台灣發現紅火蟻，唯其入侵時間亦已至少三年以上之時間，危害區域已達 7 個縣市 39 鄉鎮市以上，面積在 7 千公頃以上 (Drees, 2004c; McCubbin, 2004)。就入侵之地點則多為機場、港口或都會區等處所 (表六)。就我國普遍發生地區加以分析，發現這些被感染之鄉鎮市有地域相連之共通性；另統計 25 個案發生區結果，道路分隔島綠地佔 7 件、公園 4 件、農地 4 件、學校 3 件、苗圃 2 件、綠地草皮 2 件、公路休息站 1 件、民宅盆栽 1 件、空地 1 件 (表七)，這些分散感染之地區推測係由移種性感染源所傳播擴散。因此，國內在防治策略上應實施大面積共同防治、加強管制人為傳播途徑、界定防治區 (感染區與緩衝區) 之範圍、長期偵測高風險區等工作。澳洲紅火蟻危害面積

是我國的十倍，歷經三年來的根除計畫而使 國仍應以根除紅火蟻為目標。
防治率高達 99.6%，以危害面積之考量我

表六 紅火蟻入侵時間與危害面積比較表

國 家	發現時間 (入侵時間)	入 侵 地 點	危害面積 (時間)
美 國	1933-1945 年	阿拉巴馬州的摩比爾港	14 個州-1 億 1 千萬公頃 (2005 年)
紐西蘭	2001/03	奧克蘭 (Auckland) 國際機場	一處-1 公頃 ⁽¹⁾ (2001 年)
澳 洲	2001/02 (1996 年之前)	昆士蘭的里斯本 (Brisbane)	7 萬 1 千公頃 (2001 年)
台 灣	2003 (2000 年或之前)	桃園及嘉義地區 (機場)	7 個縣市 39 鄉鎮市以上-7 千公頃以上 (2005 年)

(1)紐西蘭一處之面積係依危害時之調查面積為 1 公頃估計。

資料來源：臺灣國家紅火蟻防治中心網站、美國農業部火蟻生物防治網站、紐西蘭農業和森林部火蟻官方網站及澳洲昆士蘭火蟻網站。本研究整理。

表七 入侵紅火蟻發生地區一覽表 (94.02.03 止)

縣市別	普遍發生區	個案發生區
臺北縣	林口鄉、鶯歌鎮、樹林鎮、三峽鎮、八里鄉	板橋市－民宅盆栽 板橋市－空地 蘆洲市－國中 淡水鎮－大學 永和市－高級商工學校 三重市－分隔島綠地 汐止市－基隆河畔綠地「水返腳生態園區」 土城市－中央分隔島 五股鄉－農地 石碇鄉－苗圃
臺北市		中正區－分隔島及人行道綠地 北投區－焚化廠綠地 內湖區－科技園區大樓花臺 內湖區－瑞湖公園 內湖區－內湖污水處理廠回饋公園 文山區－花木批發市場草皮
桃園縣	大園鄉、蘆竹鄉、中壢市、八德市、龜山鄉、桃園市、大溪鎮、龍潭鄉、平鎮市、觀音鄉、新屋鄉、楊梅鎮計 12 個鄉鎮市	
新竹縣		湖口鄉－農地旁防風林
苗栗縣		西湖鄉－北二高休息站停車場綠地 苗栗市－中央分隔島綠地 苗栗市－中央分隔島綠地 公館鄉－廢耕地 公館鄉－農地 造橋鄉－中央分隔島綠地
嘉義縣	水上鄉、中埔鄉	
宜蘭縣		宜蘭市－車道分隔島綠地 礁溪鄉－林美苗圃
合計	19 鄉鎮	25 件

資料來源：臺灣國家紅火蟻防治中心網站。本研究整理。

(二) 主管機關與防治政策比較分析

在紅火蟻防治權責方面，在美國、紐西蘭和澳洲均由農政主管機關負責督導執行，而我國則分由感染區之土地主管機關負責督導或執行。在防治目標上，美國在過去曾經嘗試利用發展的撒佈式滅蟻樂(Mirex)餌劑來進行火蟻根除工作，但結果並未成功，又因紅火蟻入侵時間已歷時七十餘年且發生面積太大，故將防治目標定為減少擴散面積，以降低其危害，而不採取根除為主要目標。紐西蘭和澳洲則以根除外來火蟻為目標。而我國依農委會所擬訂「全國紅火蟻三年行動計畫」中，指出將逐步縮小發生範圍或將其密度減至最低。此外，我國紅火蟻防治政策，包括：(1)由學術機關成立「國家紅火蟻防治中心」，其任務：(a)入侵紅火蟻密度監測；(b)緊急防治隊的管理；(c)鑑定通報與教育宣導等工作；(2)依據「植物防疫檢疫法」之規定，公告紅火蟻為特定疫病蟲害；(3)公告「中華民國輸入植物或植物產品檢疫管制」之有害生物種類，進行境外移入之檢疫管制；(4)彙整擬訂「全國紅火蟻三年行動計畫」(表一)。經由我國與美國、紐西蘭、澳洲之紅火蟻防治政策比較發現，我國紅火蟻防治政策和這些國家有所不同，包括：

1. 權責機關多且分工較複雜：根據農委會紅火蟻防治之分工得知，中央主辦機關計 11 個，包括農委會、環保署、內政部、國防部、經濟部、財政部、交通部、教育部、衛生署、國科會與體委會等。此分工造成相同感染之場

域分由各目的事業主管機關負責，例如台北市內湖污水處理廠紅火蟻感染區由台北市政府負責防治，而毗鄰之高速公路匝道感染區則由交通部負責督導防治，雖感染區隸屬台北市轄區，依此分工權責台北市政府無權督導或執行。同樣位於在台北縣的台北港發生紅火蟻，在港區及道路由交通部負責督導執行，毗鄰之私有地則由地主自行防治。防治事權應統一，才不會造成防治上的漏洞，因此，紅火蟻防治仍應由農政機關為主管機關，且發生地區之地方政府依法仍應為權責主管機關。

2. 國家紅火蟻防治中心組成與任務不同：紅火蟻防治中心的組成而言，澳洲是由地方政府組成，而我國則由學術單位組成。就其任務而言，因強調「防治中心」，故澳洲主要任務是執行根除紅火蟻工作，我國則以鑑定、監測與教育宣導等為主。因此，強化執行防治業務與成效評估較能符合所謂「防治中心」之名。
3. 防治區域範圍之界定：美國與澳洲在進行防治工作之前首重感染區與緩衝區範圍界定，同時在危害區同步進行防治工作。這些紅火蟻防治成功經驗顯示，在界定危害範圍內全面性同步施藥，才能有效防治紅火蟻擴散。目前政府發佈 19 個鄉鎮市為普遍發生區、25 件個案發生區，應參考美澳等國進行緩衝區範圍界定，同時進行統合之防治工作，以達到最佳防治

效果及經濟效益之目的。

4. 防治技術與方法的選擇：美國及澳洲防治紅火蟻係以不同場域來選擇已登記可適用於該場所之藥劑，特別是在一些環境敏感區。此外，美國農業部採用綜合防治法外，也開發不同處理組合配合。澳洲則採用環境友善之化學藥劑進行防治，以連續餌劑施用法為主。我國則由農委會採用「二階段處理方法」為主，同時推薦三種粒劑與九種液劑使用。因此，應加速開發不同場域最佳組合防治技術與藥劑查驗登記。
5. 系統性監測與監測品質驗證：美國與澳洲在灑佈藥劑後，除了評估紅火蟻防治成效外；也進行監測品質驗證。紅火蟻之監測是一門專業技術，有待建立完善的監測系統，以提升監測數據之可靠性。
6. 社區參與與教育宣導：紐西蘭與澳洲透過有系統的認知教育與通報責任，而達到及時發現紅火蟻危害案件。澳洲政策是推動民間組成「社區紅火蟻看守隊」，並由社區及學校的共同參與，而有效推動社區參與的目標。我國紅火蟻危害仍具有區域危害之特性，因此採用「區域聯防」與「有系統教育宣導」策略才能達到共同防治的目標。

(三) 防疫檢疫措施比較與分析

紅火蟻屬於外來種害蟲，容易經由商業等活動擴散傳播，因此各國對高風險移動性

感染源採取強制性的管制策略，來減少人為的擴散。就移動性感染源權責而言，美國農業部由動植物健康偵測部門依植物保護法（Plant Protection Act, Title 7, Code of Federal Regulation, Part 301.81）法規之規定進行管制，目前管制範圍包括已遭火蟻感染危害之 14 州，其中有 6 個州全部土地納入管制圍，另有 8 個州則僅進行局部地區（郡）之管制。進行防疫檢疫做法包括：(1) 設定檢疫之對象，包括紅火蟻和入侵黑火蟻（Black imported fire ant, BIFA, *Solenopsis richteri* Forei）等外來火蟻；(2) 確認高風險感染源或物質；(3) 建立移動感染源管制程序，包括檢查與認證等程序；(4) 公告防疫與檢疫用之殺蟲劑種類，同時積極開發檢疫處理新技術。紐西蘭方面防疫檢疫對象包括紅火蟻和入侵黑火蟻等外來火蟻。做法包括：(1) 進行全國性之外來種偵察計畫；(2) 全國認知教育計畫，發現紅火蟻或被叮咬有義務進行通報。在澳洲方面移動性污染源由紅火蟻防治中心（FACC）結合地方政府依植物保護法進行管制，管制對象為火蟻種類，管制區域包括昆士蘭省發生紅火蟻感染地區及緩衝區計 157 個區域（表二）。做法包括(1) 劃定檢疫管制區（restricted area），並執行風險管理認證計畫（approved risk management plans）。即在管制區（感染區與緩衝區）之高污染物質需經由檢疫人員認定、處置及認證後始能移出；(2) 認定高風險感染源或物質（high-risk items），如土壤、稻草、盆栽植物及栽培介質、田間廢棄物、景觀與營建材料、與土壤接觸之機具設備等高風險物品；(3) 建立移動感染源管制

程序，包括檢疫範圍與檢查、認證等程序。在我國防疫與檢疫有四項政策，包括：(1)依據「植物防疫檢疫法」之規定，公告入侵紅火蟻為特定疫病蟲害，加強禁止花卉、種苗及栽培介質等之遷移及管制措施；(2)公告「中華民國輸入植物或植物產品檢疫管制」之有害生物種類，進行檢疫管制；(3)

公告花卉、種苗及及栽培介質防範紅火蟻移動管理作業要點管制 19 個鄉鎮市區（表二）；(4)促請營建剩餘土方及砂石主管機關內政部及經濟部進行移動管制（表八）。本研究綜合各國在防疫與檢疫上之做法與我國比較發現在政策上亦有所不同。

表八 紅火蟻之防疫檢疫措施比較

國 家	主管機關	檢疫法規	檢疫對象	檢疫地區	檢 疫 做 法
美國	農業部之動植物健康偵測部門	植物保護法	入侵紅火蟻、入侵黑火蟻及雜交種	6 州全部納入管制，另有 8 州則進行局部地區（郡）之管制	1.設定檢疫對象 2.認定高風險感染源或物質。 3.建立移動感染源管制程序。包括檢疫範圍與檢查、認證等程序。 4.公告防疫檢疫用之殺蟲劑種類。
紐西蘭			入侵紅火蟻、入侵黑火蟻	全國（進入）	1.進行全國性之外來種偵察計畫。 2.全國認知教育計畫，發現紅火蟻或被叮咬有義務進行通報。
澳洲	FACC 及地方政府。	植物保護法	火蟻	157 個區域	1.劃定檢疫管制區，並執行風險管理認證計畫。 2.認定高風險感染源或物質。 3.建立移動感染源管制程序。
台灣	農委會、內政部與經濟部	植物防疫檢疫法	入侵紅火蟻	19 個鄉市區	1.訂定高風險夾帶物（種苗及栽培介質）移動管制措施(農委會)。 2.發布剩餘土方移動管制作業流程（內政部） 3.發函辦理砂石移動管制方案執行表（經濟部）。

資料來源：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局網站、臺灣國家紅火蟻防治中心網站、美國農業部火蟻研究網站、美國農業部由動植物健康偵測部門網站、紐西蘭農業和森林部火蟻官方網站、澳洲昆士蘭火蟻網站。本研究整理。

1. 高風險移動性感染源分屬不同機關管理：種苗、建剩餘土方、砂石等移動性感染源分由農委會、內政部和經濟部負責督導執行。即在花卉、種苗優栽培介質等之遷移及管制措施由農委會依據「植物防疫檢疫法」之規定，公告入侵紅火蟻為特定疫病蟲害，加強禁止與管理，而營建剩餘土方之移動管制及砂石移動管制分由內政部及經濟部督導管理，唯這些機關尚缺法源依據，無法強而有效的管制高風險之感染源。
2. 明確劃定檢疫管制區：美國、澳洲在防檢疫工作上，最重要工作是在紅火蟻發生區劃定大面積之檢疫管制區並公告據以執行，這些嚴謹且完善之檢疫制度值得我國學習。我國公告「發生地區」之花卉、種苗及栽培介質等三種移動性感染源，所謂發生地區之定義為鄉鎮市區，個案發生區與緩衝區則尚未納入。
3. 公告管制移動性感染源種類與火蟻種類不同：先進國家發生火蟻危害時，公告多種高風險之移動性感染源且管制對象均包括紅火蟻和入侵黑火蟻等火蟻。農委會公告花卉、種苗及栽培介質等三種移動性感染源，且僅以紅火蟻為特定疫病蟲害。因此，擴大公告管制移動性感染源種類與其管制其他外來火蟻種類有其必要性。
4. 開發防疫檢疫用殺蟲劑：美國除了公告防疫與檢疫用之殺蟲劑種類外，同

時也積極開發檢疫處理新技術。我國尚未核准檢疫用殺蟲劑種類，應積極輔導檢疫用殺蟲劑之查驗證記工作，以減少對環境的危害。

(四) 防治藥劑之選擇與管理

在防治紅火蟻藥劑之選擇與管理方面，美國由環境保護署依「聯邦殺蟲劑、殺菌劑及殺鼠劑法案」負責查驗登記，經統計核准紅火蟻之藥劑共計 47 種主成分，做法包括：(1)藥劑使用場域分成農地與非農地（含都市地區）用二種，同時開發不同組合進行防治（表九）；(2)開發非化學防治與化學藥劑之方法配合，例如生物防治、植物性藥劑等；(3)選用登記合格之藥劑並依標示上之地點施用；(4)施用後依規定進行土壤、水源等檢測工作。由此可知美國是紅火蟻藥劑管制最嚴謹之國家。在選擇防治藥劑種類方面，農政單位必須依使用場所或地點及依施用人員之資格而選用美國環境保護署登記合格防治紅火蟻之藥劑。因此，紅火蟻危害之不同棲地會選擇可施用於該場域之藥劑來進行防治工作，尤其是在環境敏感區的施藥並由取得執照的專業人員來進行。澳洲方面由農藥與獸醫事務管理局依 The Agricultural and Veterinary Chemicals Act 管理紅火蟻藥劑，目前核准之紅火蟻計三種主成分，做法包括：(1)選用環境友善及低毒餌劑之產品；(2)連續餌劑施用法（一年 3-4 次）；(3)由專業人員進行防治；(4)進行土壤、水源等檢測工作。我國藥劑管理則依目的用途及使用場所分由行政院農業委員會（農藥）及環境保護署（環境用藥）

依農藥管理法（農林用地）和環境用藥管理法（居家）負責管理。在紅火蟻防治上，農委會推薦德州二階段防治法進行防治，而選擇藥劑則為配合二階段防治法推薦九種液劑（芬普尼、陶斯松、大利松、百滅寧、賽

滅寧、第滅寧、芬化利、安丹、加保利）與三種餌劑殺蟲劑使用（百利普芬、芬普尼、賜諾殺）；住家選擇環保署登記核准 12 種殺蟲劑使用（表四、表十）。

表九 防治紅火蟻之處理組合比較分析

處理組合	做 法	特 點 與 注 意 事 項
德州二階段防治法	1. 界定施藥範圍。 2. 第一階段係於火蟻覓食時段撒佈餌劑，施用後 7 至 10 天再以觸殺型藥劑處理危險性的個別蟻丘。	1. 適用於鄰里或社區等大面積的場所。 2. 能夠迅速降低紅火蟻之密度。 3. 減少殺蟲劑之使用與相關費用。 4. 增加本土螞蟻之數量。 5. 須社區居民志願參與與協調公共區域與空地共同防治。 6. 由於第二階段獨立蟻丘處理極為費工且僅能處理目視能察覺的蟻丘。
Clemso 二階段防治法	1. 先於防治區內界定出紅火蟻零容忍區或低度容忍區（如醫院、兒童遊樂場、重要電器設施、植栽草皮生產苗圃等）。 2. 再於這些重點地區施以昂貴的粒劑撒佈處理，其餘週邊地區則於火蟻覓食期間進行撒佈一般餌劑。	1. 節省粒劑施用成本。 2. 同時兼顧全區抑制與重點撲滅。
連續餌劑施用法	1. 採用一年施用餌劑三次。 2. 連續三年共九次的處理方式。	1. 適用於中大面積的發生區域。 2. 由於餌劑所含的活性成分較低，也適用於水源區或住家庭園等敏感地區的紅火蟻防治。
不同組合法	Top Choice 粒劑與餌劑組合法。	1. 可清理人行道或鋪道邊緣之蟻丘。 2. 亦可配合個別蟻丘之處理。
	結合化學與生物防治（寄生蠅或小芽胞真菌）。	1. 可配合化學防治使用。 2. 抑制紅火蟻的覓食行為，使本土性螞蟻有機會與紅火蟻競爭。 3. 僅利用生物防治尚無法達成根除紅火蟻之目標。

資料來源：Davis, T. (2004); Drees, B. M. (2004a); Jennings C. & McCubbin, K. (2004)；美國農業部火蟻生物防治網站。本研究整理。

表十 紅火蟻防治藥劑管理政策比較

國家	管理機關	管理法規	藥劑種類	藥劑選擇與做法
美國	環境保護署	「聯邦殺蟲劑、殺菌劑及殺鼠劑法案」	核准紅火蟻之藥劑共計 47 種主成分	1.分成農地與非農地（含都市地區）二種。 2.非化學防治與化學方法配合，如生物防治或植物性藥劑等。 3.選用登記合格之藥劑並依標示上地點施用。 4.施用後依規定進行土壤、水源等檢測工作。
澳洲	農藥與獸醫事務管理局	The Agricultural and Veterinary Chemicals Act	3 種（包括美賜平、百利普芬和愛美松）	1.選用環境友善及低毒餌劑之產品。 2.連續餌劑施用法（一年 3-4 次） 3.由專業人員進行防治。 4.施用後依規定進行土壤、水源等檢測工作
台灣	行政院農業委員會（農藥）及環境保護署（環境用藥）	農藥管理法（農林用地） 環境用藥管理法（住家與公共場所）	1.配合二階段防治法推薦九種液劑與三種餌劑殺蟲劑使用。 2.住家選擇環保署登記核准之殺蟲劑使用。	1.推薦德州二階段防治法。 2.由各執行單位或民眾自行防治。

資料來源：行政院環境保護署環境衛生及用藥管理網、臺灣國家紅火蟻防治中心網站、美國農業部火蟻研究網站、美國環境保護署網站、澳洲昆士蘭火蟻網站。本研究整理。

依 McCubbin 對台灣紅火蟻疫情之建言均指出，紅火蟻藥劑的註冊與管理在防治上扮演重要關鍵（McCubbin, 2004）。另 Drees (2004c) 博士指出，台灣必須迅速備妥處理藥劑及完成相關主管機關的註冊作業，確保其適用於合適棲所，如果可選擇的藥劑無法在上述所有可能棲所完成均勻處理，則根除計畫便不可行，必須防治目標修正為綜合有害生物管理（IPM）的疫區圍堵或族群抑制。由此可知防治藥劑之查驗登記的重要。經研究分析，我國與美國、澳洲在藥劑管理上之差異有

1.殺蟲劑管理機關不同：美國及澳洲紅火蟻防治用藥皆由同一機關負責管

理，而我國則由農政與環保機關負責，在農地及住家等處所較無疑義，但在非農地及公共場所方面，尤其是環境敏感區之查驗登記制度尚未建立統一做法。

2.專業人員負責施藥工作：澳洲發現紅火蟻的面積是台灣的十倍，由於由昆士蘭州政府成立紅火蟻防治中心；且由 650 位專業人員進行施藥防治，而成功的防治紅火蟻。同樣的成功案例是加州橘郡在 1999 年開始 5 年防治計畫，投入 1,160 萬美元以及 24 位全職昆蟲學家，使用餌劑而有效的防治紅火蟻。我國紅火蟻防治工作是由

地方政府非專業人員或由地主自行施藥，防治成效有待評估。此外，在環境及生態敏感區位，如水庫或水源區、牧場、禽畜籠舍場所、校園及電器設施等危害環境對藥劑之選擇宜審慎處理，防止意外事件發生。綜合美國、澳洲等國家防治成效及環境安全之考量，紅火蟻防治應選擇對環境友善產品之餌劑，因此，現階段農地與非農地應加強輔導殺蟲劑業者辦理環境友善之產品查驗登記，以推廣應用於現階段紅火蟻防治工作上。

3. 建立藥劑流佈監測工作制度：美國及澳洲在進行藥劑防治後最要的工作就是進行藥劑流佈監測工作，尤其是進行土壤、地下水與地面水的檢測工作。國內為了防治紅火蟻已大量施灑化學性殺蟲劑，唯對藥劑流佈監測尚未建立制度進行，對藥劑的二次危害無法掌控，將會造成生態環境的重大的危害。

肆、結論與建議

紅火蟻防治政策的主要意義是在環境保護上之影響與生態保育之衝擊，由各國防治紅火蟻的政策分析得知，政策推動會影響(1)紅火蟻防治成效與效率；(2)本土性螞蟻種類與數量；(3)其他生物之種類與數量；(4)藥劑種類選擇與使用量；(5)藥劑在環境中的污染與殘留，如土壤污染、水源污染、農作物殘留等。因此本文就研究結果提出下列結論與建議：

一、調整權責分工

(一) 紅火蟻防治權責分工

目前我國紅火蟻防治中央主管機關高達 11 個之多，且分工未考量物種危害屬性、入侵及傳播途徑與紅火蟻生態習性。紅火蟻係屬外來物種，為使事權統一且有法源依據，防治紅火蟻之中央主管機關建議為行政院農委會；協辦機關為土地利用之目的事業主管機關；執行機關為地方政府。

(二) 統一管理移動性感染源

種苗、剩餘土方及砂石等屬於高風險的移動性感染源，管制必須有法源依據。目前分由農委會、內政部和經濟部負責督導執行。建議苗木、建築剩餘土方、砂石和其他移動性感染源統一由農委會依法公告管理，並由各目的事業主管機關協助辦理。

(三) 國家紅火蟻防治中心組成與任務調整

國家紅火蟻防治中心增列執行根除計畫之任務，包括施藥防治、全國偵測與監測紅火蟻密度及防治成效評估；並由各學術機關進行藥劑流佈、監測品質驗證與本土性物種影響之監測等工作。

二、強化移動性感染源管制與檢疫功能

(一) 增加公告外來種管理對象

根據美國農部表示除了紅火蟻入侵亞

洲之外，另一種美國南方之外來種入侵黑火蟻亦有可能入侵亞洲等地。因此在執行外來種火蟻偵測與防疫對象應納入入侵黑火蟻等外來火蟻。

(二) 明確劃定檢疫管制區

目前僅就紅火蟻移動性感染源發佈所謂「發生地區」或「入侵地區」，建議以鄉鎮市區為單位，明確劃定檢疫管制範圍；並公告據以辦理移動性感染源之檢查與認證工作。

(三) 建立民衆通報責任制度

參考澳洲與紐西蘭之通報制度，公告火蟻為應通報之外來種害蟲。即凡發現隆起之大蟻丘或被叮咬發生灼熱之個案均須進行專線之通報。此外，農政單位可主動協調醫院提供遭紅火蟻叮咬或危害人體之個案，據以追蹤感染危害處所。

(四) 輔導檢疫用殺蟲劑之查驗登記

國內目前尚無核准專用於紅火蟻移動性感染源之藥劑，宜加強輔導檢疫用殺蟲劑查驗登記，以減少對環境的危害。

三、強化紅火蟻危害區防治工作

(一) 防治區域範圍之界定

目前紅火蟻防治中心發佈「普遍發生區」及「個案發生區」二種危害狀況，尚無界定施藥防治範圍。界定感染區與緩衝區範圍後據以公告檢疫範圍外，並統合進行防治

施藥工作，防止紅火蟻之擴散或減少漏網之處所，同時減少防治成本。

(二) 訂定全國一致性管制作業與防治流程

目前紅火蟻防治作業流程分成農田與非農田。在非農田部分或剩餘土方、砂石等移動性感染源等仍欠缺有效管制作業流程，無法遏止其傳播蔓延。此外，在水庫或水源區、禽畜籠舍場所、校園及電器設施等環境及生態敏感區位，應建立標準之防治作業流程，並選擇合宜之化學藥劑審慎處理，防止意外事件發生。

(三) 專業人員負責施藥與記錄工作

目前紅火蟻防治用藥大部分尚未於國內核准，亦無標示施用之場域，建議由防治中心之專業人員直接使用或專家學者督導使用，以確保化學殺蟲劑效能，同時減少對環境的危害。此外，在非農地方面，環境用藥管理法之限制，農委會所推薦之九種接觸型藥劑僅限環保、衛生機關和病媒防治業可使用，因此，由民眾自行於非農地施灑九種液劑藥劑，有違環境用藥管理法立法宗旨。

(四) 同步大面積防治與成效評估工作

經由澳洲與美國加州橘郡之防治成功經驗，同步於紅火蟻感染區與緩衝區進行施藥防治，才能防治用藥不當造成之擴散。此外在防治後統一進行防治成效評估也是防治作業中重要流程之一。因此統整目前分散防治之作法，有助提升防治效果、效益與減少環境的危害。

(五) 防治方法之選擇與應用

整體考量紅火蟻防治影響因素，包括：(1)危害面積；(2)危害地區之環境特性；(3)防治之迫切性；(4)執行機關之相對資源；(5)整體經濟效益。另對非農地方面目前沒有防治標準作業流程，由於大面積危害且嚴重時，防治藥劑用量大且須持續進行，因此建議採用重複撒佈（2-4次/年）餌劑法進行處理。

(六) 訂定成效考核獎勵辦法

建議農委會比照登革熱疫病辦理地方執行成效考核之作法，訂定成效考核獎勵辦法或要點，每年進行考核。

四、化學藥劑的管理

(一) 建立紅火蟻防治用藥查驗登記

目前在農地和住家藥劑使用場所較為明確，唯在畜牧（禽畜籠舍）場所、非農地及公共場所方面，尚未核准藥劑之查驗登記使用，故在水庫、水源區、校園及電器設施等環境敏感區，應加速核准該場域之藥劑查驗登記工作，並進行藥劑使用後之流佈監測，防止化學殺蟲劑不當使用而造成危害。

(二) 建立藥劑流佈監測制度

各國在施用化學殺蟲劑後最重要工作之一，即是進行藥劑流佈監測工作，以防止污染防治區內之土壤、地下水或地面水，因此，建立藥劑流佈監測制度，才能防止化學殺蟲劑對環境產生危害。

(三) 長期監測紅火蟻與本土物種密度

在紅火蟻防治區除了監測紅火蟻密度外；也會監測其他本土性物種密度與種類，以探討用藥防治所造成的衝擊。

(四) 編製最佳防治技術手冊

針對已登記之不同劑型火蟻用藥進行田間藥效及安全評估，以探討不同環境之最佳使用劑量，同時建立不同區位最佳防治技術手冊，以確保防治效能及降低危害風險。

(五) 調整訓練講習課程內容

一個成功的防治計畫，包括防治成果外，也須防治化學藥劑發生危害，紅火蟻防治訓練應增列四小時之殺蟲劑概論與使用技術之課程。

(六) 評估環境與藥劑之特性

氣候條件、藥劑穩定性和主成分含量是影響防治成效之重要因素。因此，在防治過程中除選擇最佳氣候施藥條件施藥外，也應控管(1)餌劑之保存期限；(2)餌劑主成分含量；(3)藥劑品質。

五、防治技術與方法之研究

(一) 開發不同類型組合

防治紅火蟻對藥劑與最佳組合防治法的選擇係依據防治場域不同而來選擇已登記可適用於該場所之藥劑。為配合國內都會環境、氣候與水文等條件，開發不同類型組合（液劑與餌劑、速效性與長效性、接觸性

與胃毒性、化學性與生物性等)之混合劑防治紅火蟻有其迫切性。

(二) 加強生物製劑與生長調節劑之研究

開發環境友善之產品,如生物製劑之開發(含天然植物產品或微生物製劑等)與生長調節劑的防治技術,有助減少對環境的危害。

伍、參考文獻

一、中文部分

黃德昌、周泳成與鄒慧娟(2004)。台灣入侵紅火蟻之發生與防治。入侵紅火蟻防治技術研討會專刊,林業試驗所,台北,1-13頁。

黃基森(2005a)。校園入侵紅火蟻防治芻議。市師環教季刊,59:64-74。

黃基森(2005b)。外來種是全民公敵嗎?從環境倫理看外來種對生物多樣性的影響。Taiwan News (187): 86-87。

二、英文部分

Davis, T. (2004). *Management of the Red Imported Fire Ant Theory and Practice in the United States*, Proceedings of the Symposium on the Control of FIFA. Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C. pp. 111-122.

Drees, B. M. (2002a). *Considerations for Selecting Imported Fire Ant Control*

Insecticide Products. Fire Ant Plan Fact Sheet #036.

Drees, B. M. (2002b). *Considerations for Development of Red Imported Fire Ant Insecticide Products*. Fire Ant Plan Fact Sheet #025.

Drees, B. M., & Gold, R. E. (2003). Development of Integrated Pest Management Programs for the Red Imported Fire Ant (Hymenoptera: Formicidae). *J. Entomol. Sci.* 38(2): 170-180.

Drees, B. M. (2004a). *Towards a Successful Control of the Red Imported Fire Ant-The Teas Experience*, Proceedings of the Symposium on the Control of FIFA. Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C. pp. 28-38.

Drees, B. M. (2004b). *Survey-Based Management of Red Imported Fire Ants*. Proceedings of the Symposium on the Control of FIFA, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C., pp. 50-53.

Drees, B. M. (2004c). *Comments and Considerations for Addressing the Incursion of Solonopsis invicta Buren (Hymenoptera: Formicidae) in Taiwan*. Proceedings of the Symposium on the Control of FIFA, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C., pp. 45-52.

Drees, B. M., & Vinson, S. B. (2004). *Fire Ants and their Management*. Texas Agricultural Extension Service, 18 pp.

- Drees, B. M., Barr, C. L., Vinson, S. B., Gold, R. E., Merchant, M. E., & Kostroun, D. (2004). *Managing Red Imported Fire Ants in Urban Areas*, Texas Agricultural Extension Service, 18 pp.
- Drees, B. M., Barr, C. L., Shanklin, D. R., Pollet, D. K., & Flanders, K. (2004). *Managing Red Imported Fire Ants in Agriculture*. Texas Agricultural Extension Service, 15 pp.
- Jennings C. & McCubbin, K. (2004). *The National Red Imported Fire Ant Eradication Program Overview*. Proceedings of the Symposium on the Control of FIFA, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C.pp. 70-100.
- McCubbin, K. (2004). *Comments on Fire Infestation in Taiwan*. Proceedings of the Symposium on the Control of FIFA, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C.pp. 93-101.
- United States Department of Agriculture, (2003). *Imported Fire Ant 2003-Quarantine Treatments Nursery Stock and Other Regulated Articles*, 19 pp.
- 行政院環境保護署環境衛生及用藥管理網站：
<http://www.epa.gov.tw/welcome.html>. (2005)
- 美國加州政府食物與農業局入侵紅火蟻網站：Red Imported Fire Ant-<http://www.cdffa.ca.gov/phpps/pdep/rifa/>.(2005)
- 美國加州橘郡火蟻管理機構網站：Fire Ant Program Status -<http://www.ocvcd.org/fireants/default.htm>.(2005)
- 美國阿拉巴馬州紅火蟻資訊網站：2003 Impact Statements-
http://www.aces.edu/extcomm/impact/Fire_Ants.pdf.(2005)
- 美國路易斯安那州立大學入侵紅火蟻研究網站：Red Imported Fire Ant Research-Lsu AgCenter Research & Extension-<http://www.lsu.edu/ants/index.shtml>.(2005)
- 美國農業部火蟻研究網站：USDA Agriculture Research Service Areawide Fire Ant Suppression-<http://www.ars.usda.gov/fireant/>.(2005)
- 美國農業部由動植物健康偵測部門：FACT Sheet-<http://www.ceris.purdue.edu/napis/pests/ifa/index.html>
- 美國農業部研究服中心網站：Imported Fire Ant and Household Insects-<http://cmave.usda.ufl.edu/ifahi/>. (2005)
- 美國環境保護署網站：Pesticides-<http://www.epa.gov/pesticides/> (2005)

三、網頁引用部分

- 全球外來生物網站火蟻網站：Red imported fire ant-<http://www.invasivespecies.gov/profiles/fireant.shtml>.(2005)
- 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局網站：
<http://www.baphiq.gov.tw/>.(2005)

- 美國德州火蟻研究管理計畫網站：Texas Imported Fire Ant Research and Management Project-<http://fireant.tamu.edu/>.(2005)
- 紐西蘭農業和森林部火蟻官方網站：Invasive Ants-<http://www.biosecurity.govt.nz/pests-diseases/animals/fire-ants/>.(2005)
- 澳洲昆士蘭火蟻網站：General information about fire ants; Fire ant eradication-<http://www.dpi.qld.gov.au/fireants/>.(2005)
- 澳洲農藥與獸醫事務管理局網站：PUBCRIS-Registered Products Database-<http://www.apvma.gov.au/>.(2005)
- 臺灣國家紅火蟻防治中心網站：<http://www.fireant-tw.org/homepage.html>. (2005)

Study of Effect in Environmental Protection for Management Policy of the Red Imported Fire Ant

Ji-sen Hwang^{*}

Abstract

This research discusses the United States, Australia and New Zealand by the literature analytic method for the management policy and enforcement system of the red imported fire ant, at the same time those policies compare to the management policy with our country. According to the studies show that, the management policies of RIFA will effect the ecological environment, so it will be necessary for planning, implementing and evaluating a management program. Successfully control of RIFA in the orange county of California, Australia and New Zealand though the most efficient and effective strategy for dealing with this pest is to implement comprehensive prevention and control measures. It will be possible to learn for our country in management policy of the RIFA. Of these successful policies and the comparative with our country, for the better successful program in Taiwan will require modifying in management policies in RIFA. It will be helpful to enhance controlling result, and reduce harmful to our environment.

Keywords: red imported fire ant, insecticide, ecological environment

^{*} Graduate School of Environment Education, Taipei Municipal University of Education