

計畫編號：MOHW110-CDC-C-315-000105

衛生福利部疾病管制署 110 年署內科技研究計畫

我國重要港埠預防外來小型哺乳動物侵入之防治措施介入  
評估

110 年 度 研 究 報 告

執行機構：疾病管制署檢疫組

計畫主持人：何麗莉

研究人員：林詠青、郭俊賢、李婉萍、蘇信維

執行期間：110 年 1 月 1 日至 110 年 12 月 31 日

# 目錄

中文摘要.....	2
英文摘要.....	4
壹、前言.....	6
一、背景與現況.....	6
二、國際及國內之作法.....	13
三、研究目的.....	16
貳、材料與方法.....	17
一、資料蒐集.....	17
二、資料分析.....	24
參、結果與討論.....	27
肆、結論與建議.....	47
伍、誌謝.....	49
陸、參考文獻.....	50
Appendix. 衛生監測通知書.....	54

## 中文摘要

漢他病毒症候群是由鼠類傳播的病媒性傳染病，自 2011 年起有出現提升的趨勢，因此本計畫主要探討臺灣 7 處主要國際海空港，分別於 2016 年時，各啟動衛生監測通知單通知使用單位改善環境及滅鼠及 2019 年透過國際港埠優化措施介入措施之成效；其二，建置基隆港、臺中港、高雄港、臺北國際機場、桃園國際機場、臺中清泉崗機場及高雄國際機場周圍 400 公尺範圍內，病媒鼠之高風險熱區及數值影像資料。於 2016 年在 7 處國際港埠之周圍半徑 400 公尺範圍內，以固定設置捕鼠陷阱處周圍半徑 150 公尺區域，進行分析個別之環境組成與溝鼠捕獲的情形，並透過邏輯斯迴歸分析有無捕獲之棲地組成，建立常見小型哺乳動物溝鼠之高風險熱區預測地圖。啟動衛生監測通知單介入措施後，病媒鼠捕獲率、陽性率變化及族群數量有顯著降低，惟港區監測優化措施介入部分，因遇 COVID-19 疫情，大幅改變常規運作方式，因此尚須持續監測以掌握相關成效；另完成構建港埠高風險熱區域預測模式及圖像資料，可提升未來港區衛生管理效益與降低病媒生物孳生機會，進而有效阻絕病媒傳染病透過港埠跨境傳播之風險。

關鍵字：國際港埠、病媒傳染病、GIS 高風險區域、漢他病毒



## 英文摘要

Hantavirus syndrome is a vector-borne disease transmitted by rodents. It has been rising since 2011. Therefore, this project was focus on the 7 major international ports and airports in Taiwan, which were started the health surveillance measures, first is figure out the effectiveness of notice informs users of environmental improvement and to control rodent population in 2016. And second is the effectiveness of suggestions for optimization measures in 2019. The other hands, to set up a high-risk area and vector image data of rodent within 400 meters around Keelung Port, Taichung Port, Kaohsiung Port, Taipei International Airport, Taoyuan International Airport, Taichung Ching Chuan Kang Airport and Kaohsiung International Airport. The characteristics of the high risk area at the site with capture and without capture were with logistic regression model to predict the high risk area of vector for *Rattus norvegicus*. The captured rate, the rate of seropositivity, and the populations of rodent has been significantly reduced. However, the part of the optimization measures in the ports area has drastically changed the routine situations due to the COVID-19 epidemic, therefore, continuous monitoring is required. At last, the suggestions will used to manage and reduce the spread risks of vector-borne diseases in the seven major ports in the future, thereby effectively preventing the risk of vector-borne diseases from spreading or spreading between each international ports.

Keywords: international ports, vector-borne diseases, predictive risk maps, Hantavirus.



## 壹、前言

### 一、背景與現況

臺灣是屬於海島型的國家，具有天然的地理屏障能阻絕傳染病跨境傳播，因此除臺灣本土傳染病之外，傳染病主要是透過往返國際各國的交通運輸工具經由海、空港傳染至臺灣，包括運送病媒生物、病原體或者受到感染並具有傳染力的病人，此為傳染病傳播的主要途徑，因此，落實國際海、空港的邊境管制，實為防堵傳染病入侵之有效的方法。此外，世界衛生組織於2005年頒布的國際衛生條例(International Health Regulations, IHR) 中指出並建議國際各個國家應於所屬的國際海、空港埠範圍內，在不影響經濟運作與正常活動前提下，除進行邊境衛生管制外亦應執行病媒監測及控制措施，以防範傳染病藉由空、海港之航空器、船舶等載具等造成跨境傳播，並透過監測措施盡早發現潛在的傳染風險，並及早提出有效阻斷病媒生物與傳染病擴散的風險；此外，IHR的締約國家應將構成公共衛生威脅之潛在傳染病媒，控制在本國領土所有機場、港口或貨櫃裝卸區域至少半徑400公尺的區域範圍內，如發現病媒生物的分布範圍較大時，則應再擴大監測範圍。

因此，我國依「港埠檢疫規則」規定，自2004年11月開始在較高風險的

國際港埠優先實施病媒監測措施，並於2006年10月頒布「檢疫工作手冊」，以利全國各國際海空港能統一標準作業程序，遂陸續於全國貨運、客運吞吐量較高及兩岸小三通之重要國際港埠範圍內，推動國際港埠病媒衛生監測措施，由北至南包括基隆港、臺北港、臺北國際機場、桃園國際機場、臺中港、麥寮港、高雄國際機場、高雄港、花蓮港、蘇澳港、金門水頭港、澎湖馬公港、馬祖福沃港等港埠；另因應國際疫情快速變化之需求，為使各港埠滾動更新監測作業方法，於2014年增修為「港埠檢疫工作手冊」及於2019-2021年陸續建立病媒鼠之線上培訓課程，降低監測人員之知能落差；此外，世界衛生組織於2017年更增訂了「全球病媒控制對策2017-2030」，說明全球管制病媒之必要性與影響層面，其涵蓋病媒傳染病與龐大的經濟效益，WHO更再次強調各國於邊境海、空港應落實病媒管制與監測，才是阻絕蟲媒傳染病傳播之最佳的衛生介入阻斷傳染途徑的措施。

蟲媒性傳染病(Vector/Insect-borne Infectious Diseases)，係指帶有病原的昆蟲透過叮咬等方式致使人類感染疾病，每年造成全球超過1百萬人死亡。國際間因交通運輸工具普及且進度，大幅縮短世界各國往來之時間，儼然形成空中及海上之往來廊道，更因人類的商務、觀光、貨運等需求日增，更大幅提高蟲媒性傳染病藉由交通工具傳播擴散之風險。



其中，小型哺乳動物體外寄生蟲所傳播蟲媒性傳染病亦藉此方式擴散，例如鼠疫(Plague)在西元六世紀時即是透過運輸船搬運糧食造成人類史上第一次大流行，造成近1億人口死亡，鼠疫是由鼠疫桿菌(*Yersinia pestis*)所引起的人畜共通傳染病(zoonotic disease)，較常於嚙齒目動物之體外寄生蟲跳蚤體內發現鼠疫桿菌，並且透過跳蚤在動物間傳播，而人類是因為與動物接觸被跳蚤叮咬或吸入而感染，鼠疫如未經治療，將可能引起敗血性鼠疫(Septicemic plague)，其致死率為30~60%，嚴重時會在48小時內死亡；而透過小型哺乳動物或其體外寄生蟲傳播的疾病尚有漢他病毒症候群(Hantavirus syndrome)、地方性斑疹傷寒(Endemic typhus fever)、發熱伴血小板減少綜合症(Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome)等。

我國目前透過小型哺乳動物及其體外寄生蟲傳播的疾病較常見的有漢他病毒症候群、地方性斑疹傷寒等，每年漢他出血熱及地方性斑疹傷寒的確診人數較多且病媒鼠與人類生活環境重疊，因此具有較高潛在感染風險，漢他病毒出血熱確診人數自2011年起有出現提升的趨勢(圖1)，統計至2021年11月指，共累積確診人數為32人，特別於2020年當年確診人數達11人，佔歷年確診人數的34%，且本(2021)年統計至11月止，確診人數已有8人，顯見此一傳染病之風險正逐步提高。

國際間發生病(蟲)媒傳染病(Vector/Insect-borne Infectious Diseases)的情形屢見不鮮，病(蟲)媒傳染病係指帶有病原的昆蟲透過叮咬、吸入尿、排泄物等途徑，將病原體傳染人類並使人類感染致病，此類蟲媒傳染病每年造成全球超過一百萬人確診死亡。近年來因交通運輸工具的發展與日漸普及，人類因商業、觀光、貨品運輸及進口寵物飼養等需求，大幅增加了交通運輸工具於世界各國往來的機會，不論是透過船舶或者航空器，儼然成為了病媒生物於空中或海上移動的廊道(Corridor)，大幅提高了蟲媒傳染病藉由交通工具傳播之風險，陸續發生多起小型哺乳動物及蚊蟲透過交通工具跨境移動，進而造成公共衛生及生態外來種入侵等問題。

小型哺乳動物或其體外寄生蟲媒傳染病部分，以漢他病毒症候群及地方性斑疹傷寒較為常見，鼠疫近年則以特定地區偶發為主案例，例如中國蒙古的傳統鼠疫疫區。漢他病毒症候群，為我國第二類法定傳染病，具有人畜間感染傳播的能力，此病毒於分類上是屬布尼亞病毒科(Bunyaviridae)之漢他病毒屬(*hantavirus genera*)，各型病毒有其特定的齧齒類中間宿主，此類宿主雖會感染漢他病毒但無明顯症狀表現，然而，人類則會因吸入或接觸到受感染宿主的分泌物或排泄物等，受其感染而出現低血壓休克及出血症狀，死亡率更可高達50%。漢他病毒症候群症狀可區分二類：第一類、漢他病毒腎症候群出血熱 (Hemorrhagic fever with renal syndrome, HFRS)，主要分布於

亞洲和歐洲，如漢灘病毒(Hantaan virus)、首爾病毒(Seoul virus)、普瑪拉病毒(Puumala virus)及多伯伐病毒(Dobrava virus)，其中以Hantaan virus型和Dobrava virus型具有較高死亡風險，而臺灣及閩粵地區感染之類型大部分為首爾病毒型，其症狀較輕微。第二類、漢他病毒肺症候群 (Hantavirus pulmonary syndrome, HPS)，例如無名病毒(Sin Nombre virus)等，其中間宿主為白足鼠(*Peromyscus leucopus*)，曾於1993年美國亞利桑那州、新墨西哥州、科羅拉多州和猶他州等 4 州爆發首波的漢他病毒肺症候群疫情流行；地方性斑疹傷寒 (endemic typhus)，又稱鼠型斑疹傷寒(murine typhus)，為我國第四類法定傳染病，是由*R. typhi*所引起；鼠疫(plague)部分，為我國第一類法定傳染病，是由鼠疫桿菌(*Yersinia pestis*)所引起的人畜共通傳染病，鼠疫的傳染途徑就較前兩種而言更為多樣，除了透過鼠蚤叮咬傳染之外亦可透過飛沫傳染，且因鼠疫桿菌會在鼠蚤的前胃形成膠狀團塊，阻塞著其的消化道，並在膠狀團塊中增殖，由於此機制致使鼠蚤感到飢餓，便刺激其尋覓宿主叮咬進食，而提高人類因叮咬而被感染之風險，其宿主多樣，包括齧齒目之小型哺乳動物、兔形目的野兔、貓、狗，甚至駱駝、鹿、驢、羚羊、袋鼠、蝙蝠等皆曾有發現紀錄，其中以與人類交集性高的齧齒目鼠類之傳播風險為最高。本計畫分析之漢他病毒、地方性斑疹傷寒立克次體與鼠疫之3種蟲媒傳染病之相同部分，即皆是透過鼠類及其外寄生蟲形成傳播循環，尤其是印

度鼠蚤，而常見病媒鼠宿主則以*Rattus*屬的溝鼠(*Rattus norvegicus*) 與亞洲家鼠(*Rattus tanazumi*)，這類病媒鼠皆較常於人為活動頻度較高之都市環境中活動，具有較高之傳染風險。

過往研究得知，臺灣地區多種鼠類皆為漢他病毒、地方性斑疹傷寒及鼠疫之潛在宿主，目前主要為齧齒目的溝鼠(*R. norvegicus*)、亞洲家鼠(*R. tanazumi*)、小黃腹鼠(*Rattus losea*)、鬼鼠(*Bandicota indica*)、家鼯鼠(*Mus musculus*)與赤背條鼠(*Apodemus agrarius*)，以及鼯形目的臭鼯(*Suncus murinus*)等8物種，其中臭鼯、溝鼠及亞洲家鼠等物種，較常出現於人類活動的環境，如房屋住宅、下水道、垃圾場、小吃店等環境，因此對於公共衛生及傳染病防治上最為重要。

屋頂鼠(*Rattus rattus*)，係漢他病毒之中間宿主，也是臺灣過去調查中經常於倉庫或建築物內發現的物種，但Aplin等人於2011年指出，臺灣地區並無屋頂鼠(*R. rattus*)分布，先前所捕獲之屋頂鼠(*R. rattus*)於分類上實際為亞洲家鼠(*R. tanazumi*)，鑒於過往辨識技術較不足，物種的辨識僅可參考外部形態形值判斷；此外，金門地區所捕獲之黃胸鼠(*R. flavipectus*)，早期是以外部形態辨識為黃胸鼠，但經鄭維新(2007)透過DNA定序發現，當地只有小黃腹鼠(*R. losea exiguus*)之金門型亞種，而無黃胸鼠(*R. flavipectus*)；此外，

Musser and Carleton (2005) 認為*R. flavipectus* 是*R. tanezumi*的同種異名種，即認為黃胸鼠(*R. flavipectus*)不是一有效物種，由此可見培訓檢疫人員對於小型哺乳動物之物種辨識知能及建立一套系統性的鑑定標準，實有其必要性。

根據疾病管制署於2011年至2021年之疫情資料，全台感染漢他病毒症候群之確診個案共有32例，主要發生在高雄市(16例)，其餘依序為新北市(8例)、屏東縣(3例)、宜蘭縣(1例)、基隆市(1例)、臺北市(1例)、臺中市(1例)、彰化縣(1例)，比較月份間並無明顯差異，其中宜蘭縣、高雄市及基隆市，因個案係於港埠鄰近區域及漁船工作，係存有地緣關係，此一突顯了港區病媒監測與管制是有其必要性；地方性斑疹傷寒的部分，全台感染地方性斑疹傷寒之確診個案共有303例，主要發生在高雄市(93例)，其餘依序為屏東縣(58例)、彰化縣(52例)、臺南市(40例)、台中市(18例)、雲林縣(12例)、新北市(8例)、桃園市(5例)、臺北市(4例)、臺東縣(3例)、南投與嘉義縣(各2例)、基隆市(1例)、新竹市(1例)、苗栗縣(1例)、嘉義市(1例)、花蓮縣(1例)；鼠疫則為0案例發生，臺灣於1896年至1917年間及1946年前後曾發生過鼠疫疫情，自1953年迄今即無鼠疫案例發生。

因此，本研究其一目的係將針對我國國際重要港埠進行鼠類物種、數量及漢他病毒抗體陽性率、地方性斑疹傷寒及鼠疫之調查，其中，漢他病毒症

候群之資料分析為主要探討項目，乃因漢他病毒症候群為第二類法定傳染病，較第四類法定傳染病之地方性斑疹傷寒為高之致死率及傳播速度等，且因第一類法定傳染病之鼠疫在台灣已絕跡70年，因此本計畫將著重於探討漢他病毒症候群於各年分、物種與港埠之現況，期本結果得以作為港區防治病媒鼠之策略參考。

## 二、國際及國內之作法

### (一)國際間執行港區病媒衛生監測與控制

世界衛生組織於2005年5月在第58屆世界衛生大會上通過國際衛生條例，並訂於2007年7月正式生效，國際衛生條例指出，相關參與之成員國於5年內，必須於指定國際機場和海港完成建置相關核心能力，特別指出於入境國際港埠及其周圍至少400公尺半徑範圍內之病媒監測和控制的能力建置。其目的係考量疾病媒介和媒介傳染病可藉由船舶、航機和交通工具提供病媒跨境傳播的機會，進而造成多種傳染病於入境國家的人感染，其中包括瘧疾流行區的染瘧蚊傳播至歐洲導致的機場瘧疾事件及和白線斑蚊拓殖至美國和歐洲，條例中強調各圍應加強監測的的媒介包括蚊類、嚙齒類、嚙齒類體外寄生蟲(跳蚤等)及衛生昆蟲等；此外，世界衛生組織於2016年訂定國際港埠病媒監測與控制

指引(Vector surveillance and control at ports, airports, and ground)，其中提供病媒監測與控制之作業標準與方法，使相關參與國皆能縮短彼此執行作業上的差異；此外，世界衛生組與中國於2017年合作製作「全球口岸病媒生物鑑定網絡平台」，解決執行病媒監測與控制的人員於病媒生物物種辨識上的難題，以上皆持續地強調國際港埠的病媒監測之重要性。

## (二)現行我國港區衛生監測執行情形

為符合國際衛生條例(IHR 2005)之規範，我國自2004年11月起，於國際港埠進行例行港區衛生之病媒監測，並即時將檢驗結果通報當地港區之管理單位啟動相關衛生維護作為，包括滅鼠、防治病媒蚊孳生等病媒管制作為，以維持該港區之環境衛生品質及降低病媒傳染之風險；於2013年起，因應人力量能不足，陸續評估港區衛生業務調整，並於2015年起陸續調整港區衛生病媒蚊及病媒鼠之監測頻率，由原本本署各國際港埠每月執行1次(每次3天)，調整為每3個月執行1次(每次3天2個捕捉夜)，鼠類及體外寄生蟲監測，包括鼠種鑑定、體外寄生蟲鑑定及抽血作業，並將血液檢體送本署進行漢他病毒、地方性斑疹傷寒立克次體及鼠疫桿菌抗體檢驗，若血液抗體檢測出陽性隨即啟動專案監測，即為每月監測並以衛生監測通知單通知捕獲病媒鼠地點之使用單

位加強病媒孳生源清除與環境整頓，直至捕獲率低於該地之背景值時或無捕捉到病媒鼠個體為止，衛生監測通知書格式如Appendix。

2019年8月，我國啟動IHR指定國際港區病媒監測優化措施專案，邀請外部專家實地勘查盤點港埠區域內之高風險場域，並透過實地演練、講演課程與建立數位影像方式培訓檢疫人員，藉以強化港埠使用單位與檢疫人員之病媒專業知能，得以提高相關人員對於病媒傳染病與病媒生物之敏感度；此外，更提供病媒高風險環境(場域)之優化建議及配合落實靠泊船舶懸掛防鼠盾巡查，有效阻絕病媒傳染病之傳播途徑及降低病媒傳染病跨境傳播之風險。



### 三、研究目的

- (一) 分析 2016 年啟動衛生監測通知單通知使用單位改善之防治措施前後，該地區病媒鼠捕獲率、陽性率變化及族群數量。
- (二) 分析 2019 年介入環境整頓等積極防治措施前後之病媒鼠捕獲率、漢他血清抗體陽性率變化。
- (三) 建置 7 處重要港埠之病媒鼠高風險區域之環境特徵之地理數值影像資料庫，並建立港埠高風險熱區域預測模式及圖像資料。

## 貳、材料與方法

### 一、資料蒐集

#### (一) 研究時間區間

##### 1. 啟動衛生監測通知單通知使用單位改善之防治措施：

(1). 2014 年 1 月至 2016 年 12 月 31 日(12 季監測區間)。

(2). 2017 年 1 月至 2019 年 12 月 31 日(12 季監測區間)。

##### 2. 啟動介入環境整頓等積極防治措施：

(1). 介入前：2017 年 9 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日(6 季監測區間)。

(2). 介入後：2019 年 9 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日(6 季監測區間)。

##### 3. 病媒鼠環境利用參數：

依地理資訊圖資建立年份，以當年度病媒鼠陷阱設置地點所捕獲之地點構建病媒鼠利用參數。

#### (二) 研究地點

本研究的實驗地點位於我國的 7 處主要的國際海、空港埠，海拔介於 5 至 205 公尺，至北為東經 121° 75' 84"，北緯 25° 1' 46"，至南為東經 120° 34' 49"，北緯 22° 5' 74"，由北至南分別為基隆港(121E75'84"，

25N1'46")、臺北國際機場(121E55'19"，25N0'63")、桃園國際機場(121E23'42"，25N0'79")、臺中港(120E52'18"，24N2'60")、臺中清泉崗機場(120E59'96"，24N2'53")、高雄小港國際機場(120E34'49"，22N5'74")、高雄港(120E29'35"，22N6'11")之人為活動熱點周圍半徑400公尺範圍。

7 處主要國際港埠主要位於臺灣西半部並與社區住家相鄰，各地所佔面積及可容納之交通載具(航空器停機位或船舶碼頭數)分別為：基隆港港區面積為 570 公頃，其中陸域面積 190 公頃(33%)並具 56 座碼頭；臺北國際機場面積為 213 公頃，停機坪具有 45 個機位；桃園國際機場面積為 1,249 公頃，停機坪具有 86 個機位；臺中港港區面積為 11,285 公頃，其中陸域面積 2,903 公頃(26%)並具有 63 座碼頭；高雄小港國際機場面積為 264.5 公頃，停機坪具有 17 個機位；高雄港港區面積為 17,736 公頃，其中陸域面積 1,871 公頃(11%)並具 56 座碼頭。

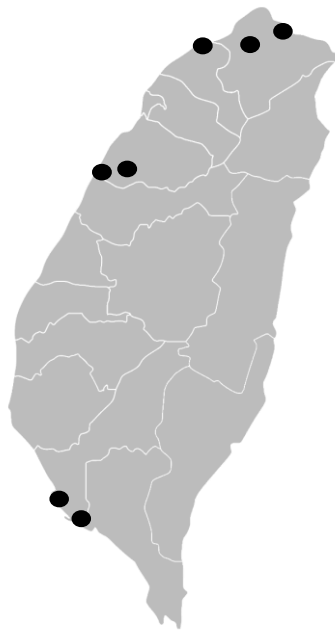


圖1、臺灣7處IHR指定國際港埠之地理位置圖

(三) 鼠類方式、檢體採集與處理：

1. 捕鼠方式

(1) 捕鼠作業方式

- A. 鼠餌：以香腸作為餌料進行誘捕。
- B. 佈籠：固定每月執行鼠類監測 1 次，每次進行 3 日(2 個捕捉夜)，於港區內鼠類可能活動之區域佈放鼠籠，每區至少 20 至 30 籠，並使用稻草、樹葉及網罩等物遮蔽，避免鼠籠直接照射陽光以降低鼠類體溫過熱與死亡。
- C. 巡籠：隔日上午 10 時前巡檢鼠籠，以減少捕獲個體死亡率。

巡籠時，若無捕獲老鼠，但有鼠跡者須確認鼠籠功能是否異常，得視情形更換之。若有捕獲老鼠且環境溫度偏高，則先以清水將老鼠淋濕及更換鼠籠，並將捕獲之個體與鼠籠放置於雙層收納袋中，降低其緊迫感以減少死亡。

D. 收籠，第三日上午，除進行巡籠步驟相同步驟外，應收回所有鼠籠。

E. 檢體之採集與處理

a). 所有捕獲之鼠隻皆須採集血液檢體。

b). 記載鼠類基本數據：捕捉日期、物種、性別與地點等。

c). 施打麻醉劑步驟：以透明網套住鼠籠開口，使開口朝下把老鼠抖落網袋中，快速以網袋固定老鼠，並依體長注射 0.2-0.5 ml 之 Zoletil 50 動物用麻醉劑，靜待昏迷。

d). 心臟採血：觀察其活動力，待昏迷後將個體攤放於平台上進行採血，以 3 ml 的針筒進行心臟採血，直到血量足夠或無法抽到血為止。抽出的血液須放置於室溫中 1 小時，再以 3,000 rpm 離心 10 分鐘，分離血清至試管中，並放置於攝氏零下 20 度冰凍保存，並送至本署實驗室進行血清病毒檢驗。

- e). 鼠型動物血清抗體檢測，係參考「傳染病標準檢驗方法手冊」之標準作業程序進行檢驗：地方性斑疹傷寒：Immunofluorescence Assay (IFA)檢測鼠型動物血清中的地方性斑疹傷寒抗體、漢他病毒：Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA)檢測鼠型動物血清中的漢他病毒抗體、鼠疫桿菌：Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA)檢測鼠型動物血清中的鼠疫桿菌抗體。
- f). 鼠類採檢完畢之環境清潔與消毒，將所有使用過的耗材置於感染性廢棄物垃圾袋中封好並依感染性廢棄物處理，所有使用之器械及工作平台，均應以消毒劑(稀釋的1%漂白水、5% Lysol®、1% Vikon)擦拭消毒。

## (2) 地景之環境因子資料取得、處理與定義

向內政部取得航空正射影像圖及下水道等數值影像圖資。使用地理資訊系統(QGIS)進行圖層的數化工作，並配合現地調查並確認土地利用的情形後，以降低地貌景觀上辨識之誤差，方法簡述如下：

### 1. 航空影像檔之前置處理

- (1). 正射影像圖檔內已設定坐標系統，因此僅需設定地理座標

系統即可完成前置處理。

- (2). 如有黑白相片基本圖僅包含影像資料，未建立坐標系統資訊，因此，利用 4 點定位法，利用地景上已知之座標位置，手動進行定位。

## 2. 環境因子項目的定義

參考國內外的研究資料顯示，病媒鼠棲息選擇特徵與其躲藏住所及飲食具較高關聯，因此擇定水域、草生地、植生地、裸地、建築物及道路等，因此環境因子分析項目包括：

- (1). 暫時性靜態水域面積(pond)：水池、水塘、水桶、水漕等。
- (2). 動態水域面積(stream)：代表排水溝渠、溪流、雨水下水道、汙水下水道之面積。
- (3). 草生地面積(grass)：草生地包含公園草地、旱作農地、休耕草生地、荒地、水稻田與無人管理之墓地。
- (4). 植生地面積(wood)：次生林地、造林地、公園造林、單株林木、矮灌木之面積。
- (5). 裸地面積(vacancy)：非鋪面土壤、岩砂等裸露地、休耕裸露地、無耕作的菜圃等裸露地之面積。
- (6). 道路面積(road)：所有鋪面道路之面積，包含高速公路、縣

市道、鄉道、水泥地面之面積。

(7). 建築物面積(building)：人造樓房、橋墩、電塔、貨櫃之面積。

(8). 人工設施之面積：垃圾場、回收場、垃圾暫置區(子母車等)、餐飲店等。

### 3. 研究網格的定義

本研究以 7 處重要港埠之人為活動最高的地點為中心，以地理資訊系統製作 400 公尺半徑之範圍區域，再以邊長 10 m × 10 m 樣格分析各網格中之棲地結構，用以分析病媒鼠出沒高風險環境特徵組成。



## 二、資料分析

(一) 比較啟動衛生監測通知單通知使用單位改善、介入環境整頓等積極防治措施前後，該地區病媒鼠捕獲率、陽性率變化及族群數量部分。

1. 以統計軟體SPSS 25版進行成對t檢定(Paired-*t* test)。
2. 病媒鼠捕獲數之定義：定期監測時，以鼠籠於港埠內捕獲之病媒鼠個體數量。
3. 病媒鼠之捕獲率(%)定義： $\text{捕獲數} / \text{佈籠數} \times 100$ 。
4. 抗體陽性數之定義：各區送驗之病媒鼠血液檢體中，經漢他病毒、地方性斑疹傷寒立克次體抗體及鼠疫桿菌檢驗後為陽性檢體之數量。
5. 抗體陽性率(%)之定義： $\text{陽性數} / \text{捕獲數} \times 100$ 。

(二) 棲地影響指數分析，利用主成份分析(Principal component analysis)分析棲地特徵之組成，建構病媒鼠之廊道指數(Corridor Index)、食物指數(Food Index)及棲息指數(Habitat Index)。

(三) 高風險熱區分布預測模式及風險指數(Risk Index)的定義

風險指數(RI)代表著不同的環境因子對病媒鼠物種的影響，將物種

對於棲地因子之適應情形以 0-1 間的數值表示之，本研究利用邏輯斯迴歸分析各環境的組成，預測溝鼠潛在的適合棲地，在進行邏輯斯迴歸之前，以溝鼠個別出現與否做為依變數 Y，每筆野外調查資料當有病媒鼠出現時作為 1，若沒有出現則記為 0，並以各項環境因子作為自變數 X，並以統計軟體 SPSS 25 版進行二元邏輯斯迴歸分析，計算出各項環境因子的權重係數後，再乘上各網格之主成份分數，以建立廊道風險指數(RI-Corridor)、食物風險指數(RI-Food)、棲地風險指數(RI-Habitat)方程式：

$$RI_{\text{Corridor}} = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 \times X_1)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 \times X_1)}$$

$$RI_{\text{Food}} = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_2 \times X_2)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_2 \times X_2)}$$

$$RI_{\text{Habitat}} = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_3 \times X_3)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_3 \times X_3)}$$

$\beta_0$ ：經邏輯斯迴歸分析網格內與病媒鼠有無之係數

$\beta_1$ ：廊道權重， $\beta_2$ ：食物權重， $\beta_3$ ：棲地權重

$X_1$ ：主成份廊道分數， $X_2$ ：主成份食物分數， $X_3$ ：主成份棲地分數

#### (四) 適合指數(SI)的定義

適合指數(Suitability Index, SI)代表著不同的棲地因子對病媒鼠的影響，將溝鼠對於棲地因子之適應情形以0-1間的數值表示之，本研究

利用邏輯斯迴歸分析各棲地的組成，預測溝鼠潛在的適合棲地，在進行邏輯斯迴歸之前，以溝鼠個別出現與否做為依變數Y，每筆野外監測資料當有溝鼠出現時作為1，若沒有出現則記為0，並以各項棲地因子作為自變數X，並以統計軟體SPSS 25版進行二元邏輯斯迴歸分析，計算出各項棲地因子的權重係數後，再乘上各網格之主成份分數，以建立SI棲息適合度(SIHabitat)、廊道適合度(SICorridor)、食物適合度(SIFood)方程式：

$$SI_{\text{habitat}} = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 \times X_1)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 \times X_1)}$$

$$SI_{\text{corridor}} = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_2 \times X_2)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_2 \times X_2)}$$

$$SI_{\text{Food}} = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_3 \times X_3)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_3 \times X_3)}$$

$\beta_0$ ：經邏輯斯迴歸分析 132 格網格內與捕獲溝鼠有無所得之係數

$\beta_1$ ：棲息權重， $\beta_2$ ：廊道權重， $\beta_3$ ：食物權重

$X_1$ ：主成份棲息度分數， $X_2$ ：主成份廊道度分數， $X_3$ ：主成份食物度分數

## 參、結果與討論

### 一、港埠之鼠類物種與數量

各港埠之漢他病毒症候群鼠類病媒之結果，本計畫於2014年至2020年間於7處國際港埠區域內，每季設置132個陷阱，每次調查3天(2個捕捉夜)，共捕獲842隻個體，於分類上可分為2目(嚙齒目Rodentia及鼯形目Soricomorpha)、2科(鼠科Muridae、尖鼠科Soricidae)、3屬(家鼠屬*Rattus*、板齒鼠屬*Bandicota*、臭鼯屬*Suncus*)、5種，包括溝鼠(*R. norvegicus*)、小黃腹鼠(*R. losea*)、亞洲家鼠(*R. tanezumi*)、鬼鼠(*B. indica*)及臭鼯(*S. murinus*)，詳如表1。

表一、2014年至2020年臺灣地區國際港埠捕獲之鼠類物種名錄

目	科	屬	種
鼯形目(Soricomorpha)	尖鼠科 (Soricidae)	臭鼯屬 ( <i>Suncus</i> )	臭鼯 ( <i>S. murinus</i> )
嚙齒目(Rodentia)	鼠科 (Muridae)	家鼠屬 ( <i>Rattus</i> )	小黃腹鼠 ( <i>R. losea</i> ) 亞洲家鼠 ( <i>R. tanezumi</i> ) 溝鼠 ( <i>R. norvegicus</i> )
		板齒鼠屬 ( <i>Bandicota</i> )	鬼鼠 ( <i>B. indica</i> )

(依據臺灣物種名錄)

其中，捕獲鼠類個數以溝鼠472隻最高(56.1%)，鼯鼯276隻次之(32.8%)，其餘依序為亞洲家鼠37隻(4.4%)、小黃腹鼠35隻(4.2%)、鬼鼠3隻(0.4%)及其他未知鼠種19隻(2.3%)，共捕獲842隻；捕獲率部份，以溝鼠最高(12.8%)、其次為鼯鼯(7.4%)、亞洲家鼠(1.0%)、小黃腹鼠(0.7%)、鬼鼠(0.1%)及其他(0.5%)。於各港埠間各鼠種體內檢出之漢他

病毒抗體陽性率流行情形部分，透過表2可知，係以溝鼠體內檢出之漢他病毒抗體陽性率最高(n=72，陽性率15.3%)，其次為亞洲家鼠(n=3，陽性率8.1%)及鼯鼯(n=2，陽性率0.7%)，其餘鼠種皆未於血清中檢驗發現漢他病毒抗體；藉此結果顯示，溝鼠為7處國際港埠內之主要漢他病毒潛在宿主，港埠相關使用與管理單位應針對此病媒鼠種進行重點防治與環境整頓，以降低人類暴露於漢他病毒傳染之風險。各國際港埠間之漢他病毒抗體陽性率，以基隆港最高(n=20，陽性率21.1%)，高雄港次之(n=30，陽性率12.15%)，再其次依序為臺中港(n=23，陽性率11.9%)、高雄機場(n=3，陽性率4.3%)、松山機場(n=1，陽性率2.78%)，其餘桃園及臺中機場皆未於鼠類血清中檢出漢他病毒抗體。

表二、各港埠鼠種之捕獲數(率)及漢他抗體陽性數(率)

港埠			溝鼠 ( <i>R. norvegicus</i> )		錢鼠 ( <i>S. murinus</i> )		亞洲家鼠 ( <i>R. tanezumi</i> )				
	trap	trap-night	n	capture(%)	n	capture(%)	n	capture(%)			
基隆港	20	560	78	13.93%	19(24.36)	10	1.79%	3	0.54%	1(33.33)	
松山機場	11	308	7	2.27%	1(14.29)	24	7.79%	3	0.97%	0(0)	
桃園機場	22	616	107	17.37%	0(0)	47	7.63%	9	1.46%	0(0)	
臺中港	22	616	127	20.62%	22(17.32)	59	9.58%	1(1.70)	0	0.00%	0(0)
臺中機場	12	336	3	0.89%	0(0)	2	0.60%	0	0.00%	0(0)	
高雄國際機場	15	420	10	2.38%	2(20.00)	53	12.62%	1(1.89)	0	0.00%	0(0)
高雄港	30	840	140	16.67%	28(20.00)	81	9.64%	0(0)	22	2.62%	2(9.09)
總計	132	3,696	472	12.77%	72(15.25)	276	7.47%	2(0.73)	37	1.00%	3(8.11)

表二、各港埠鼠種之捕獲數(率)及漢他抗體陽性數(率) (續)

港埠			小黃鼠鼠 ( <i>R. losea</i> )		兔鼠 ( <i>B. indica</i> )		其他		總計		
	trap	trap-night	n	capture(%)	n	capture(%)	n	capture(%)	n	capture(%)	
基隆港	20	560	4	0.71%	0(0)	0	0.00%	0(0)	95	16.96%	20(21.05)
松山機場	11	308	2	0.65%	0(0)	0	0.00%	0(0)	36	11.69%	1(2.78)
桃園機場	22	616	23	3.73%	0(0)	3	0.49%	0(0)	196	31.82%	0(0)
臺中港	22	616	6	0.97%	0(0)	0	0.00%	0(0)	193	31.33%	23(11.92)
臺中機場	12	336	0	0.00%	0(0)	0	0.00%	0(0)	5	1.49%	0(0)
高雄國際機場	15	420	0	0.00%	0(0)	0	0.00%	0(0)	70	16.67%	3(4.29)
高雄港	30	840	0	0.00%	0(0)	0	0.00%	0(0)	247	29.40%	30(12.15)
總計	132	3,696	35	0.95%	0(0)	3	0.08%	0(0)	842	22.78%	77(9.15)

## 二、比較介入防治措施-國際港埠衛生監測通知單及國際港埠優化措施專

案介入前後之病媒鼠捕獲及漢他抗體陽性情形的差異

7處國際港埠於各年份間捕獲鼠類數量的結果，由圖1可知，捕獲

鼠類數量於2014年起逐漸提高，並於2016年出現高峰，並於隔(2017)年出現反轉，並於2019年，捕獲數再次出現下降的現象，因此針對此二轉折點進行分析。

由於疾病管制署於2016年底及2019年底，分別啟動國際港埠衛生監測通知單及國際港埠優化措施專案之二項衛生介入措施，因此透過paired-*t* test比較2014-2016年與2017-2019年之捕捉數的差異，達顯著差異( $t=3.29, p<0.01$ )，另比較個別港埠內之差異，於桃園機場( $t=1.93, p=0.05$ )、高雄機場( $t=3.05, p<0.01$ )及高雄港( $t=2.18, p<0.05$ )皆有顯著低於啟動國際港埠衛生監測通知單前之捕獲數。然而，關於2019年底之國際港埠優化措施專案的衛生介入措施部分，比較2019年及2020年之捕獲數，於統計上尚未呈現顯著差異，推測2020年全球面臨COVID-19疫情衝擊，不論在國際交通載具、社區生活模式或其食物來源等，都有別於平時的活動模式，因此建議此部分可以持續觀察後續的捕獲情形再行分析其成效。此外，透過*t* test比較2014-2016年與2017-2019年之漢他血清抗體陽性鼠數量的差異，未達顯著差異( $t=-0.696, p=0.487$ )；另比較2019與2020年之漢他血清抗體陽性鼠數量的差異，亦未達顯著差異( $t=-1.33, p=0.19$ )

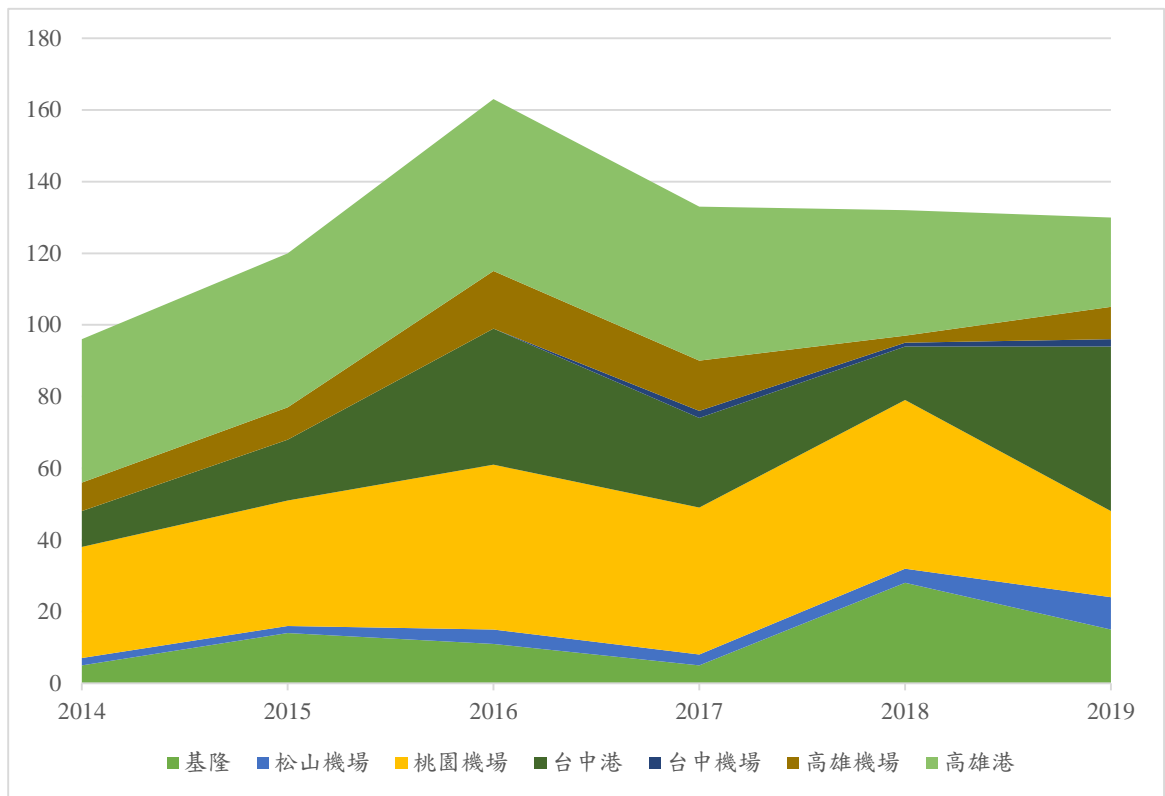


Fig 1. 7處國際港埠於各年份之累積捕獲鼠類數量

### 三、環境地理因子判釋定義

(一)靜態水域(pond)：水池、水塘、水桶、水漕等特徵。

(二)動態水域(stream)：代表排水溝渠、溪流、雨水下水道、汙水下水道之特徵。

(三)草生地(grass)：草生地包含公園草地、旱作農地、休耕草生地、荒地、水稻田與無人管理墓地之特徵。

(四)植生地(wood)：次生林地、造林地、公園造林、單株林木、矮灌木之特徵。

(五)裸地(vacancy)：非鋪面土壤、岩砂等裸露地、休耕裸露地、無耕作的菜圃等裸露地之特徵。

(六)道路(road)：所有鋪面道路之面積，包含高速公路、縣市道、鄉道、水泥地面之特徵。

(七)建築物(building)：人造樓房、橋墩、電塔、貨櫃之特徵。

(八)人工設施(Artificial facility)：垃圾場、回收場、垃圾暫置區等。

環境因子	地理特徵判視			
靜態水域	 (魚池)	 (蓄水池)		
動態水域	 (海港水域)	 (雨汗水道)	 (溝渠)	 (溪流)

Fig 2. 環境因子地理特徵判識圖例一(靜態及動態水域)




環境因子	地理特徵判視		
草生地	 (草地)	 (菜園)	 (墓地)
植生地	 (公園造林)	 (單株林木)	 (次生林)

Fig 3. 環境因子地理特徵判識圖例二(草生地及植生地)

環境因子	地理特徵判視			
裸地	 (整地)	 (休耕地)	 (工地)	 (旱作地)
道路	 (平面道路)	 (高速公路)	 (機場跑道)	

Fig 4. 環境因子地理特徵判識圖例三(裸地及道路)

環境因子	地理特徵判視		
建築物			
人工設施			
	(餐廳)	(垃圾場)	

Fig 5. 環境因子地理特徵判識圖例四(建築物及人工設施))

#### 四、病媒鼠活動機率之預測模式

##### (一)微棲地的環境因子

為探討溝鼠覓食之微棲地的利用比例，首先於基隆港(20 格)、松山國際機場(11 格)、桃園國際機場(22 格)、臺中港(22 格)、臺中機場(12 格)、高雄港(30 格)及高雄國際機場(15 格)，共選取 132 個樣格，分析溝鼠出現的樣格內各項環境因子的利用百分比，本計畫選擇靜態水域、動態水域、草生地、植生地、裸露地、道路、建築物與人工設施共 8 項環境因子。結果得知，溝鼠主要以建築物為主要覓食棲地(28.18%)，其次依序為人造設施(23.76%)、草生地(14.92%)、動態水域(11.05%)、裸地(9.95%)、道路(6.63%)與植生地(5.53%)，詳如表 3。

表 3、溝鼠的棲地利用情形

Type	<i>Rattus norvegicus</i>	
	Accumulated frequency	Percentage (%)
Pond	0	0
Stream	20	11.05
Grass	27	14.92
Wood	10	5.53
Vacancy	18	9.95
Road	12	6.63
Building	51	28.18
Artificial facility	43	23.76
Total	178	100

##### (二)宏觀尺度之棲地因子

1. 以主成份統計分析(PCA)分析各樣格的棲地組成，以找出各樣格的廊道指數(Corridor Index)、食物指數(Food Index)及棲息指數(Habitat Index)三項的指標因子(表 4)。

表 4、7 處重要港埠之 132 樣格之棲地組成之主成份分析

Type	Habitat (PC1)	Corridor(PC2)	Food (PC3)
Stream	<b>0.401</b>	<b>0.544</b>	0.163
Grass	<b>0.542</b>	-0.313	-0.332
Wood	-0.020	-0.089	-0.017
Vacancy	-0.158	-0.041	0.077
Road	-0.340	-0.221	-0.363
Building	0.096	<b>0.629</b>	<b>0.562</b>
Artificial facility	0.041	-0.043	<b>0.455</b>
<i>Eigenvalue</i>	2.708	1.756	1.382
% Accumulate	31.693	52.236	68.408

- (1) 棲地指數(Habitat Index, HI)因子乃依據主成份分析結果中之動態水域與草生地影響係數較高的軸作為代表。
- (2) 廊道指數(Corridor Index, CI)因子是以建築物及溪流影響係數較高的軸作為代表。
- (3) 食物指數(Food Index, FI)因子則是選擇建築物及人造設施影響係數較高軸作為代表。

2. 再以 132 網格內所調查之出現的有無，配合各網格之 3 項影響指標進行二元邏輯斯迴歸分析，即得出溝鼠之捕獲機率預測模式，預測模式如下：

預測溝鼠活動熱區的機率模式：

$$f(x) = -4.02 + (-0.31 \times HI) + (-0.21 \times CI) + (0.17 \times FI) \quad (\text{表 5})$$

HI：棲地影響指標分數，CI：廊道影響指標分數，FI：食物影響指標分數

表 5、多項式邏輯斯迴歸預測溝鼠之出現熱區的機率

Model		
<i>R. norvegicus</i>		
	Coefficient	SE
Habitat Index	-0.31	0.07
Corridor Index	-0.21	0.12
Food Index	0.17	0.07
Intercept	-4.02	0.14
Equation		
	$f(x) = -4.02 + (-0.31 \times X_1 - 0.21 \times X_2 + 0.17 \times X_3)$	
<i>R. norvegicus</i>	$p = (-4.02 + (-0.31 \times X_1 - 0.21 \times X_2 + 0.17 \times X_3)) / 1 + (-4.02 + (-0.31 \times X_1 - 0.21 \times X_2 + 0.17 \times X_3))$	

$X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$  : value of PCA from each sample site.

(1) 7 處國際港埠樣格之 3 項影響指標的選擇結果，由北至南依序如下：

基隆港的主成份分析結果中，棲地影響指標為第 3 主成份(PC3)、廊道影響指標為第 1 主成份(PC1)與食物影響指標為第 4 主成份(PC4) (表 6)。松山國際機場的主成份分析結果中，棲地影響指標為第 1 主成份(PC1)、廊道影響指標為第 3 主成份(PC3)與食物影響指標為第 4 主成份(PC4) (表 7)。桃園國際機場的主成份分析結果中，棲地影響指標為第 3 主成份(PC3)、廊道影響指標為第 4 主成份(PC4)與食物影響指標為第 1 主成份(PC1) (表 8)。臺中港的主成份分析結果中，棲地影響指標為第 1 主成份(PC1)、廊道影響指標為第 5 主成份(PC5)與食物影響指標為第 2 主成份(PC2) (表 9)。臺中機場的主成份分析結果中，棲地影響指標為第 1 主成份(PC1)、廊道影響指標為第 4 主成份(PC4)與食物影響指標為第 2 主成份(PC2) (表 10)。高雄港港的主成份分析結果中，棲地影響指標為第 1 主成份(PC1)、廊道影響指標為第 5 主成份(PC5)與食物影響指標為第 2 主成份(PC2) (表 11)。高雄機場的主成份分析結果中，棲地影響指標為第 1 主成份(PC1)、廊道影響指標為第 3 主成份(PC3)與食物影響指標為第 2 主成份(PC2) (表 12)。

表 6、基隆港之環境因子組成之主成份分析

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4
Stream	<b>0.56</b>	0.02	0.53	0.23
Grass	<b>-0.46</b>	-0.23	<b>0.65</b>	-0.17
Wood	-0.19	0.77	0.54	0.22
Vacancy	-0.01	-0.01	0.00	0.02
Road	-0.51	-0.47	0.00	-0.16
Building	0.40	-0.17	<b>0.60</b>	<b>0.62</b>
Artificial facility	0.49	-0.02	-0.15	<b>0.45</b>
<i>Eigenvalue</i>	7.36	2.93	2.26	1.70
Accumulate %	40.34	61.64	75.66	86.15

表 7、松山機場之環境因子組成之主成份分析

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Stream	<b>0.50</b>	-0.16	<b>0.70</b>	<b>-0.43</b>	-0.02
Grass	<b>0.36</b>	-0.29	0.09	-0.28	0.08
Wood	0.49	0.79	0.18	0.28	-0.01
Vacancy	0.22	-0.06	-0.25	0.30	0.40
Road	0.01	-0.01	-0.01	0.02	0.01
Building	-0.16	0.02	<b>0.21</b>	0.14	-0.81
Artificial facility	-0.47	0.06	0.50	<b>0.71</b>	0.42
<i>Eigenvalue</i>	4.9122	2.1795	1.7395	1.6016	1.2684
Accumulate%	35.68	51.51	64.15	75.78	84.99

表 8、桃園國際機場之環境因子組成之主成份分析

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Stream	0.26	-0.45	<b>0.75</b>	0.07	0.33
Grass	0.02	-0.70	<b>0.52</b>	0.48	0.07
Wood	0.00	-0.07	-0.12	0.11	-0.82
Vacancy	0.71	0.31	0.33	0.01	0.25
Road	-0.12	-0.40	0.23	-0.82	0.05
Building	-0.18	0.06	0.03	-0.12	0.16
Artificial facility	-0.62	0.20	0.02	0.25	0.37
<i>Eigenvalue</i>	5.2006	2.8140	1.7256	1.5095	1.3708
Accumulate %	37.02	57.05	69.33	80.08	89.84

表 9、臺中港之環境因子組成之主成份分析

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Stream	<b>-0.65</b>	0.08	0.39	0.39	-0.21	0.38
Grass	<b>-0.43</b>	0.11	0.05	0.05	-0.12	-0.67
Wood	-0.42	-0.22	-0.62	0.09	-0.35	-0.26
Vacancy	0.13	0.27	-0.56	0.55	0.19	0.29
Road	-0.02	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.00
Building	-0.09	<b>0.35</b>	-0.20	0.06	<b>-0.51</b>	-0.17
Artificial facility	0.00	<b>0.66</b>	-0.03	-0.28	<b>-0.65</b>	-0.19
<i>Eigenvalue</i>	3.35	2.60	2.51	1.74	1.36	1.18
Accumulate%	23.77	42.25	60.08	72.45	82.09	90.45

表 10、臺中機場之環境因子組成之主成份分析

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4
Stream	<b>0.68</b>	-0.04	0.28	<b>0.44</b>
Grass	<b>0.66</b>	0.34	-0.78	0.14
Wood	-0.27	0.22	0.07	-0.05
Vacancy	-0.10	-0.15	-0.55	-0.02
Road	0.00	0.00	0.00	0.00
Building	-0.14	<b>0.56</b>	-0.12	<b>0.88</b>
Artificial facility	0.00	<b>0.35</b>	0.00	-0.13
<i>Eigenvalue</i>	6.55	2.47	2.13	1.03
Accumulate%	45.21	63.12	78.92	88.59

表 11、高雄港之環境因子組成之主成份分析

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Stream	<b>0.53</b>	-0.21	0.03	0.39	<b>0.44</b>
Grass	<b>0.40</b>	0.02	-0.87	-0.36	0.06
Wood	0.15	0.18	0.37	-0.48	0.06
Vacancy	-0.59	-0.05	-0.40	0.21	-0.06
Road	0.37	-0.01	-0.08	0.69	-0.24
Building	-0.03	<b>0.82</b>	-0.01	0.15	<b>0.88</b>
Artificial facility	0.01	<b>0.55</b>	0.00	-0.02	0.02
<i>Eigenvalue</i>	4.91	3.52	2.32	2.02	1.06
Accumulate%	32.88	56.25	69.78	83.29	90.29



表 12、高雄國際機場之環境因子組成之主成份分析

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4
Stream	<b>0.50</b>	0.00	<b>-0.58</b>	-0.61
Grass	<b>0.77</b>	-0.11	-0.44	0.07
Wood	-0.10	-0.21	0.10	-0.38
Vacancy	-0.01	-0.02	0.00	-0.01
Road	0.12	0.14	-0.08	0.02
Building	-0.06	<b>-0.86</b>	0.16	0.06
Artificial facility	-0.04	-0.19	<b>0.62</b>	-0.11
Stream	0.44	<b>-0.46</b>	-0.32	0.72
<i>Eigenvalue</i>	3.33	2.25	1.79	1.08
Accumulate%	31.89	53.40	70.52	80.88

## (2) 溝鼠出現的機率與分布情形

為探究 7 處重要國際港埠半徑 400 公尺範圍之溝鼠活動的機率，以多項式邏輯斯迴歸之預測模式，進行預測其機率分布圖。結果得知，基隆港入境半徑 400 公尺範圍內，溝鼠的活動的機率  $p$  介於 1.18% 至 9.12% 之間，並製作出基隆港溝鼠活動熱區的機率分布預測圖(圖 6)；松山機場入境半徑 400 公尺範圍內，溝鼠的活動的機率  $p$  介於 0% 至 5.21% 之間，並製作出松山機場之溝鼠活動的機率分布預測圖(圖 7)；桃園國際機場入境半徑 400 公尺範圍內，溝鼠的活動的機率  $p$  介於 1.22% 至 13.11% 之間，並製作出桃園國際機場之溝鼠活動的機率分布預測圖(圖 8)；臺中港入境半徑 400 公尺範圍內，溝鼠的活動的機率  $p$  介於 0.89% 至 12.18% 之間，並製作出臺中港之溝鼠活動的機率分布預測圖(圖 9)；臺中機場入境半徑 400 公尺範圍內，溝鼠

的活動的機率  $p$  介於 0.13% 至 14.12% 之間，並製作出臺中機場溝鼠活動的機率分布預測圖(圖 10)；高雄港入境半徑 400 公尺範圍內，溝鼠的活動的機率  $p$  介於 3.68% 至 14.32% 之間，並製作出高雄港之溝鼠活動的機率分布預測圖(圖 11)；高雄機場入境半徑 400 公尺範圍內，溝鼠的活動的機率  $p$  介於 0.21% 至 15.10% 之間，並製作出高雄機場之溝鼠活動的機率分布預測圖(圖 12)。

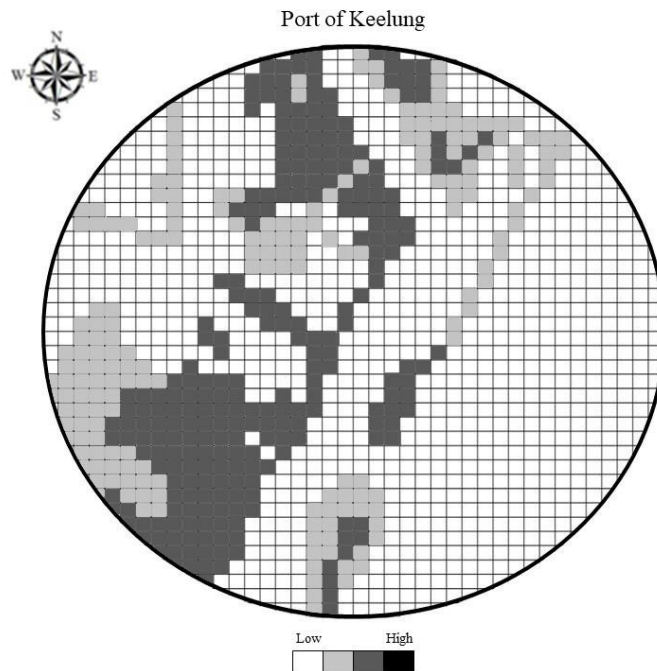


Fig 6. 基隆港溝鼠活動熱區的機率分布預測圖



Fig 7. 松山機場溝鼠活動熱區的機率分布預測圖

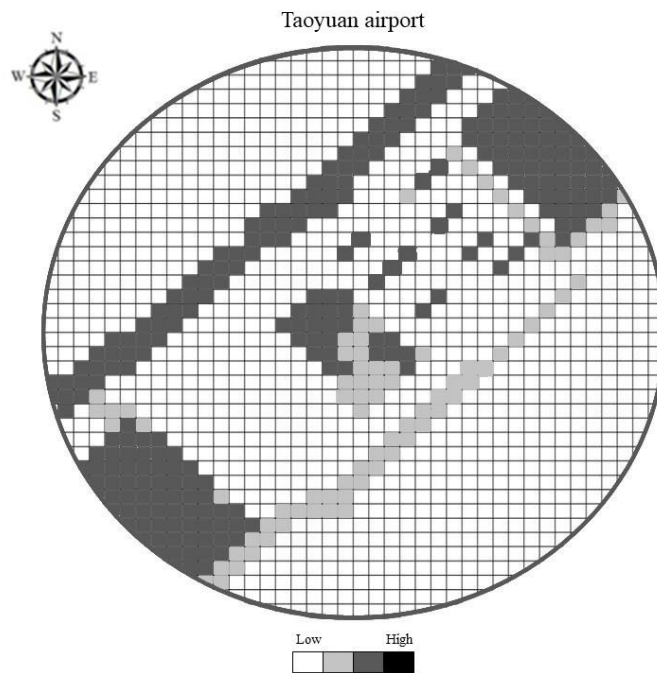


Fig 8. 桃園國際機場溝鼠活動熱區的機率分布預測圖

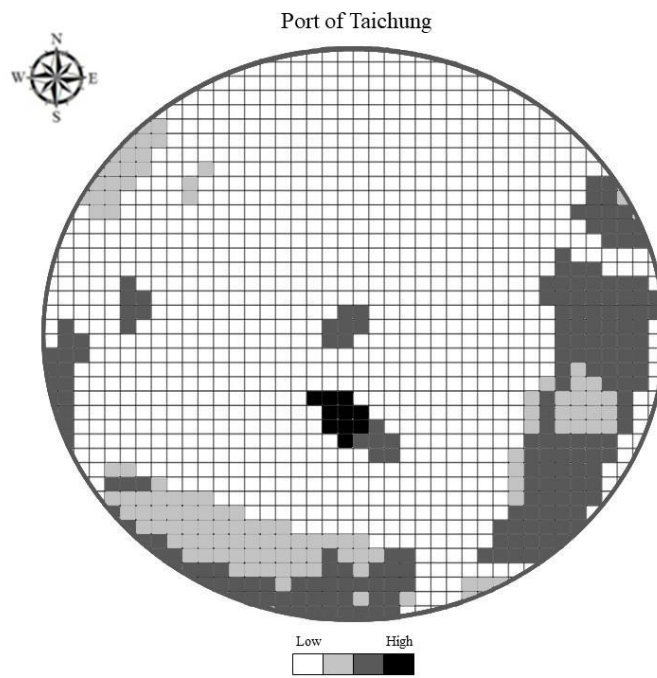


Fig 9. 臺中港溝鼠活動熱區的機率分布預測圖

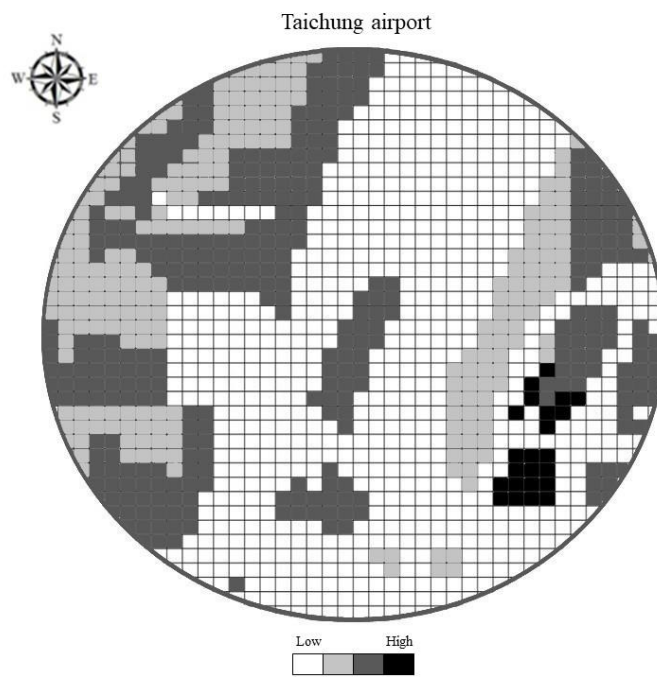


Fig 10. 臺中機場溝鼠活動熱區的機率分布預測圖

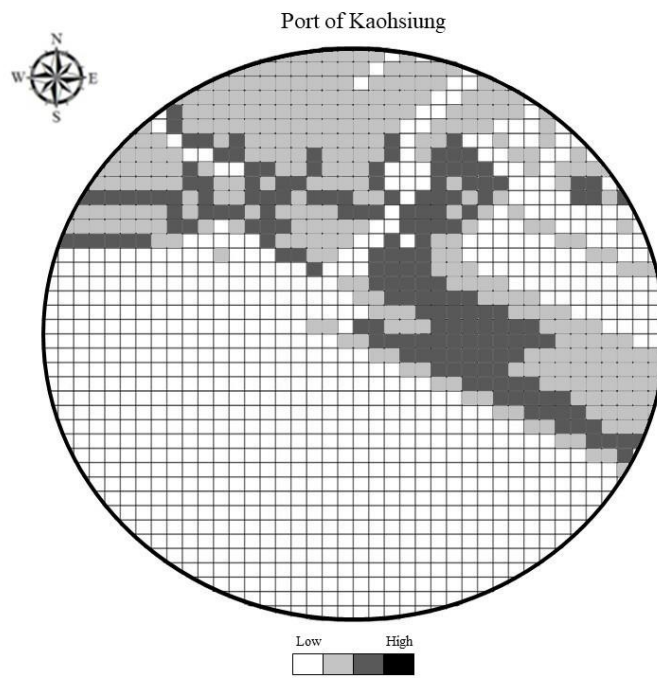


Fig 11. 高雄港溝鼠活動熱區的機率分布預測圖

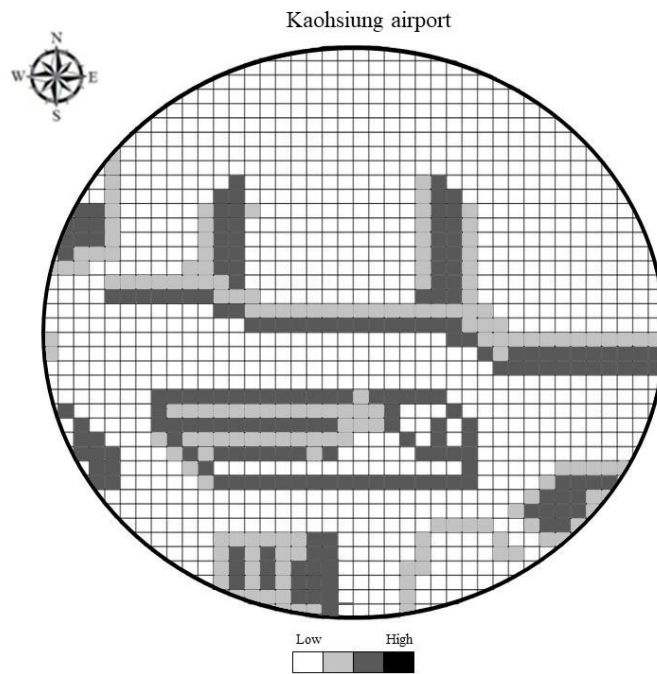


Fig 12. 高雄國際機場溝鼠活動熱區的機率分布預測圖

由預測結果可知，港區周圍 400 公尺範圍內，普遍存在病媒鼠的孳生條件，對於雖目前的監測方法尚無法估算各港埠鼠類族群，建議未來可針對病媒鼠之族群數及與所用棲息環境因子間的關聯進行更精準地估算與預測捕獲率，並透過陸續購置符合當年度的圖層供未來捕鼠時之參考資料，此類透過地景管理之方式，亦在野生動物管理上已多有應用之技術(Norström, M. , 2001, Hooge, P. N., Eichenlaub, W. M., & Solomon, E. K., 2001)。此外，由於港埠區域內偶有不當或未予管理的情形存在，除了專案啟動監測措施優化的培訓外，建議港埠使用單位應定期安排培訓課程供相關人員進行自己培訓。

近年來，農業方面的有機種植技術及無毒農業意識漸漸開始抬頭，因此已取消於農田發放老鼠藥及滅鼠週活動，雖可透過生態食物鏈方式，由猛禽或鼠類天敵捕殺，然因臺灣地區地狹人稠，都市、港埠與農地等自然環境多有相鄰，且鼠類繁殖速度快速，一般而言，鼠類壽命約 3 年，1 隻成熟母鼠 3 年中約可產下 450 隻子代，未來一旦鼠類族群持續成長，亦加上臺灣的港埠周圍經常是緊鄰一般住家與商區之特性，鼠類食物的來源較豐富及族群流動等因素，此為各港埠鼠類族群數量與陽性率居高不下之潛在因素，建議須加強環境整頓與下水道清潔、匯流口加裝細網目鐵柵網、毒餌佈放、物理滅鼠器等衛生管制作為，

期透過減少鼠類棲息地、通道、食物及主動撲殺的方式，來降低病媒鼠族群之數量與蟲媒傳染病擴散至社區之機率。

## 肆、結論與建議

- 一、有關疾病管制署於 2016 年以衛生監測通知單之衛生措施介入後，對於港埠使用單位之病媒鼠捕獲數有顯著差異，因此本項介入措施對於改善港埠使用單位之衛生環境具有正面且良好之效益。
- 二、有關疾病管制署於 2019 年辦理國際港埠優化措施專案之衛生措施介入之成效，雖因 2020 年全球遭遇 COVID-19 疫情，造成病媒鼠捕獲率與漢他抗體陽性率於統計上未有顯著差異，但仍應專家明確指出高風險環境因子及港埠使用單位的積極參與，有效改善國際港埠之衛生條件並降低病媒孳生窩及疾病傳染風險。
- 三、有關建立國際港埠病媒鼠之高風險熱區域預測模式及預測圖像部分，建立地理預測地圖，其未來得提供疾病管制署於國際港埠衛生監測之病媒鼠陷阱或毒餌佈放地點之參考。
- 四、因執行港區病媒監測作業需具有病媒管制學專業，建議應陸續建置常規性之病媒生物知能培訓及定期培訓機制，以維穩我國檢疫人員之病媒專業能力及監測品質。
- 五、建置一穩定、便捷且具數據分析港區衛生資訊系統，可因應疫情而快速啟動港埠病媒監測之應變措施，並可透過預測工具預先規劃與防



範管制措施，進而達到有效防管制高風險環境特徵，以降低病媒傳染病發生風險。

## 伍、誌謝

由衷感謝各區管制中心同仁協助監測病媒生物以及研究檢驗中心協助血清檢測，得使本自行研究計畫可順利完成。

## 陸、參考文獻

1. 全球病媒控制對策 2017-2030. 2020. World health organization. Website: [https://www.who.int/malaria/areas/vector\\_control/Draft-WHO-GVCR-2017-2030\\_chi.pdf?ua=1](https://www.who.int/malaria/areas/vector_control/Draft-WHO-GVCR-2017-2030_chi.pdf?ua=1).
2. 紀樹立等. 1988. 鼠疫. 人民衛生出版社, 北京.
3. 鼠疫疾病介紹. 2020. 疾病管制署. 網址: <https://www.cdc.gov.tw/Disease/SubIndex/nZ12n2-2csE8zkEt-5Qeyw>.
4. 漢他病毒症候群疾病介紹. 2020. 疾病管制署. 網址: [https://www.cdc.gov.tw/Disease/SubIndex/C6xqTECywd28HiYIG9VZ\\_w](https://www.cdc.gov.tw/Disease/SubIndex/C6xqTECywd28HiYIG9VZ_w).
5. 謝瑞煒、王仁德、黃子玫等(2008)。臺灣港埠地區鼠類媒介漢他病毒流行病學調查。疫情報導24(1): 51-62。
6. 李盈辛、張淑芬、王錫杰等(2012)。臺灣國際港埠2007-2009年鼠類媒介漢他病毒流行病學調查。疫情報導28(10): 172-180。
7. 蘇信維、吳怡君、張淑芬、何麗莉、蘇成副(2015)。2010-2013年臺灣國際港埠鼠類媒介漢他病毒之流行病學調查。疫情報導31(14): 356-363。
8. 地方性斑疹傷寒疾病介紹. 2020. 疾病管制署. 網址: [https://www.cdc.gov.tw/Disease/SubIndex/k\\_5c9-5H66BQ49i1QNrLNg](https://www.cdc.gov.tw/Disease/SubIndex/k_5c9-5H66BQ49i1QNrLNg).

9. 簡嘉豪、姜佩芳等(2012)。2004-2011年台灣國際港埠鼠型動物外寄生蟲與地方性斑疹傷寒血清流行病學調查。疫情報導28(22)：354-371.
10. 發熱伴血小板減少症候群。2020。疾病管制署。網址：  
<https://www.cdc.gov.tw/Disease/SubIndex/Wpss42uAl9aMRA9XDVJGhg>.
11. Ala-Hulkko, T., Kotavaara, O., Alahuhta, J., Kesälä, M., & Hjort, J. (2019). Accessibility analysis in evaluating exposure risk to an ecosystem disservice. *Applied Geography*, 113, 102098.
12. Ali, A., Zaidi, F., Fatima, S. H., Adnan, M., & Ullah, S. (2018). Spatial modeling of rat bites and prediction of rat infestation in Peshawar valley using binomial kriging with logistic regression. *Environmental monitoring and assessment*, 190(4), 1-11.
13. Andreo, V., Belgiu, M., Hoyos, D. B., Osei, F., Provencal, C., & Stein, A. (2019). Rodents and satellites: Predicting mice abundance and distribution with Sentinel-2 data. *Ecological informatics*, 51, 157-167.
14. Brooks, R. P. (1997). Improving habitat suitability index models. *Wildlife Society Bulletin*, 163-167.
15. Combs, M. A. (2019). *Spatial Population Genomics and Landscape Ecology of Urban Brown Rats (Rattus norvegicus)* (Doctoral dissertation, Fordham University).
16. Good, I. J., Lewis, B. C., Gaskins, R. A., & Howell, L. W. (1979). Population estimation by the removal method assuming proportional trapping. *Biometrika*, 66(3), 485-494.

17. Gratz N.G. 1999. Emerging and resurging vector-borne disease. Annual review of Entomology 44: 51-75.
18. Hooge, P. N., Eichenlaub, W. M., & Solomon, E. K. (2001). Using GIS to analyze animal movements in the marine environment. Spatial Processes and Management of Marine Populations. Alaska Sea Grant College Program, Anchorage Alaska, 37-51.
19. Hsieh, C. J., Li, C. W., Cheng, C. A., Wu, D. C., Wu, W. C., Lin, F. H., ... & Yu, C. P. (2020). Epidemiologic Characteristics of Domestic Patients with Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome in Taiwan: A 19-Year Retrospective Study. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(15), 5291.
20. International Health Regulations (2005). 2020. World health organization. Website: <https://www.who.int/ihr/publications/9789241580496/en/>.
21. Lathiya, S. B., Ahmed, S. M., Pervez, A., & Rizvi, S. W. A. (2008). Food habits of rodents in grain godowns of Karachi, Pakistan. Journal of Stored Products Research, 44(1), 41-46.
22. Meeussen, S. E., & Hof, A. R. (2021). Predicted future benefits for an endemic rodent in the Irano-Turanian region. Climate, 9(1), 16.
23. Morgan, C. N., & Dowler, R. C. (2017). HABITAT SUITABILITY MODELING AND SEASONAL MOVEMENTS OF PEROMYSCUS LACEIANUS (LACEY'S WHITE-ANKLED MOUSE) IN VAL VERDE COUNTY, TEXAS. The Southwestern Naturalist, 62(4), 270-277.
24. Norstrøm, M. (2001). Geographical Information System (GIS) as a tool in surveillance and monitoring of animal diseases. Acta Veterinaria

Scandinavica, 42(1), 1-7.

25. Pascual, J., Franco, S., Bueno-Marí, R., Peracho, V., & Montalvo, T. (2020). Demography and ecology of Norway rats, *Rattus norvegicus*, in the sewer system of Barcelona (Catalonia, Spain). *Journal of Pest Science*, 93(2), 711-722.
26. Sacchi, R., Gentili, A., Pilon, N., & Bernini, F. (2008). GIS-modelling the distribution of *Rattus norvegicus* in urban areas using non toxic attractive baits. *Hystrix, the Italian journal of mammalogy*, 19(1).
27. Traweger, D., & Slotta-Bachmayr, L. (2005). Introducing GIS-modelling into the management of a brown rat (*Rattus norvegicus* Berk.)(Mamm. Rodentia Muridae) population in an urban habitat. *Journal of Pest Science*, 78(1), 17-24.
28. Wimsatt, J., & Biggins, D. E. (2009). A review of plague persistence with special emphasis on fleas. *Journal of vector borne diseases*, 46(2), 85.

## Appendix. 衛生監測通知書

## **APP-60 鼠類體外寄生蟲及鼠類媒介傳染病血清學監測工作流程**

### APP-60-2 國際港埠衛生監測通知單

#### 衛生福利部疾病管制署

#### 國際港埠衛生監測通知單(樣稿)

本署於 \_\_\_\_ 年 \_\_\_\_ 月 \_\_\_\_ 日至 \_\_\_\_ 月 \_\_\_\_ 日進行港區衛生監測，於

\_\_\_\_\_ (地點)

捕獲老鼠 \_\_\_\_\_

成蚊/幼蟲/孳生源調查 \_\_\_\_\_

其他發現 \_\_\_\_\_

請貴機關/單位加強鼠類防治、孳生源清除及環境衛生改善，以維護旅客及工作人員健康。

此致： \_\_\_\_\_ (機關/單位)

監測單位：疾病管制署 \_\_\_\_\_ 區管制中心

承辦人員： \_\_\_\_\_ 連絡電話： \_\_\_\_\_

通知日期： \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

為維護旅客及港埠工作人員健康，請配合下列事項：

- 鼠類為多種病媒之動物宿主，防治鼠類「三不」政策：「不讓鼠來」、「不讓鼠住」、「不讓鼠吃」。「防鼠妙方：如何正確使用滅鼠毒餌藥劑」宣導單張，請參閱本署全球資訊網民眾版/衛生教育/疾病類宣導品/各分類疾病/鼠疫，歡迎下載運用。
- 請定期清除室內及室外積水容器，消滅病媒蚊，共同維護環境衛生。



