99年度行政院農業委員會林務局農業科技計畫

建立國家生物多樣性指標及特定生物類群族群變化監測模式(3/3)

兩棲類監測成果報告

計畫編號：99農科-8.2.1-務-e1

計畫主持人：楊懿如

執行單位：國立東華大學自然資源與環境學系

中華民國 99 年 11 月 30 日

摘要

2001 年起由研究團隊開始在花蓮測試運用志工團隊進行兩棲類調查之可行性，至 2010 年為止累計成立 52 個志工團隊(本年度計有 32 個志工團隊持續進行調查)，累計進入兩棲類資源調查資訊網之野外調查有效資料計有 56,000 多筆有效資料。

本研究使用台灣 10×10km^2 網格資料，利用 ESRI ArcMap 軟體將各調查樣區與網格系統結合，從而統計各蛙種在全台網格分佈的情況，將蛙種的分佈型態區分為全島性分佈(北、中、南、東等地區皆有分佈)與非全島性分佈(分佈於全島某些區域)二大類群。本研究也運用 WorldClim 全球氣候圖層，採用 Maxent 預測模式，將兩棲類資源調查資訊網之調查資料與台灣 1×1km^2 的網格疊合後，詳細預測各種蛙類在全台灣的分佈現況，以協助建立後續長期監測的樣點、建構台灣環境預警制度及制訂保育策略的參考。

在蛙類族群變化趨勢上，以 2008 年至 2010 年間所採行兩棲類固定樣區及固定頻度的有效調查資料為分析基礎，分析三年全台灣普遍分佈的蛙種族群變化趨勢。結果顯示，三年間各蛙種的網格分佈比率變化不明顯。

在建立兩棲類長期監測模式上，本研究採用物種豐度法挑選 25 個兩棲類生物多樣性熱點，再依互補法挑選 3 處個兩棲類生物多樣性熱點，以此 28 個樣點作為兩棲類長期監測的永久樣區，執行台灣 33 種無尾目兩棲類的長期監測調查工作。根據調查結果顯示，以一年四季作為熱點長期監測的取樣頻度，可反應真實的物種組成情況。

依據長年來的研究成果，本研究提出(1)應持續進行外來種的長期監測機制、(2)修正兩棲類分佈預測的準確性、(3)挑選長期監測的標的物種等三項結論，藉以監控全球暖化對於台灣蛙類族群之影響及永續經營台灣生態環境之參考。在建議上，針對兩棲類長期監測的人力評估、長期監測規劃及經費成本預估，提出具體可行的 10 年期規劃。

目錄

一、前言……1

二、材料與方法……5

2.1 志工培訓與成果展示……5

2.2 樣區規劃與選定……6

2.3 調查時間規劃……7

2.4 調查方法與記錄方式……7

2.5 調查資料彙整……7

2.6 調查統計資料呈現……8

2.7 分佈預測方法……8

2.8 生物多樣性熱點之挑選……9

三、兩棲類資源調查結果分析……12

3.1 志工執行調查結果……12

3.2 兩棲類分佈網格統計……12

3.3 蛙類分佈預測分析……15

3.4 蛙類族群變化趨勢分析……16

3.5 生物多樣性熱點之調查結果……16

四、結論與建議……82

4.1 結論……82

4.2 建議……83

五、參考文獻……87

圖目錄

圖 1-1 建立兩棲類生物多樣性監測機制之執行流程……4
圖 3-1 澤蛙分佈網格圖……21
圖 3-2 黑眶蟾蜍分佈網格圖……22
圖 3-3 拉都希氏赤蛙分佈網格圖……23
圖 3-4 日本樹蛙分佈網格圖……24
圖 3-5 白頷樹蛙分佈網格圖……25
圖 3-6 小雨蛙分佈網格圖……26
圖 3-7 盤古蟾蜍分佈網格圖……27
圖 3-8 莫氏樹蛙分佈網格圖……28
圖 3-9 斯文豪氏赤蛙分佈網格圖……29
圖 3-10 艾氏樹蛙分佈網格圖……30
圖 3-11 褐樹蛙分佈網格圖……31
圖 3-12 貢德氏赤蛙分佈網格圖……32
圖 3-13 腹斑蛙分佈網格圖……33
圖 3-14 虎皮蛙分佈網格圖……34
圖 3-15 梭德氏赤蛙分佈網格圖……35
圖 3-16 中國樹蟾分佈網格圖……36
圖 3-17 金線蛙分佈網格圖……37
圖 3-18 牛蛙分佈網格圖……38
圖 3-19 橙腹樹蛙分佈網格圖……39
圖 3-20 面天樹蛙分佈網格圖……40
圖 3-21 古氏赤蛙分佈網格圖……41
圖 3-22 台北赤蛙分佈網格圖……42
圖 3-23 翡翠樹蛙分佈網格圖……43
圖 3-24 台北樹蛙分佈網格圖……44
圖 3-25 長腳赤蛙分佈網格圖……45
圖 3-26 巴氏小雨蛙分佈網格圖……46
圖 3-27 諸羅樹蛙分佈網格圖……47

圖 3-28 史丹吉氏小雨蛙分佈網格圖……48
圖 3-29 黑蒙西氏小雨蛙分佈網格圖……49
圖 3-30 海蛙分佈網格圖……50
圖 3-31 花狹口蛙分佈網格圖……51
圖 3-32 斑腿樹蛙分佈網格圖……52
圖 3-33 豎琴蛙分佈網格圖……53
圖 3-34 台灣地區兩棲類保育種數分佈圖……54
圖 3-35 瀕臨絕種保育類兩棲類分佈圖……55
圖 3-36 珍貴稀有保育類兩棲類分佈圖……56
圖 3-37 其他應予保育之兩棲類分佈圖……57
圖 3-38 台灣地區兩棲類特有種數分佈圖……58
圖 3-39 特有種蟾蜍科及赤蛙科分佈圖……59
圖 3-40 非保育類之特有種樹蛙分佈圖……60
圖 3-41 外來種兩棲類分佈圖……61
圖 3-42 盤古蟾蜍分佈預測圖……63
圖 3-43 面天樹蛙分佈預測圖……64
圖 3-44 褐樹蛙分佈預測圖……65
圖 3-45 莫氏樹蛙分佈預測圖……66
圖 3-46 台北樹蛙分佈預測圖……67
圖 3-47 諸羅樹蛙分佈預測圖……68
圖 3-48 翡翠樹蛙分佈預測圖……69
圖 3-49 橙腹樹蛙分佈預測圖……70
圖 3-50 台北赤蛙分佈預測圖……71
圖 3-51 梭德氏赤蛙分佈預測圖……72
圖 3-52 金線蛙分佈預測圖……73
圖 3-53 斯文豪氏赤蛙分佈預測圖……74
圖 3-54 牛蛙分佈預測圖……75
圖 3-55 花狹口蛙分佈預測圖……76
圖 3-56 台灣地區兩棲類物種總數網格分佈圖……78

目錄

表 1-1 台灣兩棲類調查志工執行現況表……3
表 2-1 2010 年兩棲類調查志工大會議程表……10
表 2-2 使用物種豐度法與互補法所選取之全島尺度生物多樣性熱點列表……11
表 3-1 兩棲類調查志工團隊調查成果列表(2010 年 1 月至 10 月為止) ……18
表 3-2 各物種記錄筆數表(2010 年 1 月至 10 月為止) ……19
表3-3 台灣32蛙類分佈型態檢索表……20
表 3-4 Maxent 預測模式預估各類物種在全台灣的分佈概況表……62
表 3-5 2008 年至 2010 年蛙類族群變化趨勢表……80
表 3-6 全島尺度生物多樣性熱點之歷史及本年度調查物種列表……79
表 4-1 每年運用志工執行兩棲類調查成本估算表……86

一、前言

近年來，由於全球暖化及氣候變遷的影響，全球生物均遭受前所未有的生存壓力，如何監控生物多樣性的變化趨勢及大幅降低生物多樣性的損失速度，則是生物多樣性保育的重要目標。為加強現有生物的保育工作，各國均採取許多必要的生物長期監測計畫，以分析物種群聚的變化趨勢，作為擬定生物多樣性保育及永續發展之基礎。台灣的兩棲類生物計有山椒魚 5 種，蛙類 33 種，物種密度極高，且特有種、保育類物種的比例極高，有近二分之一屬於台灣特有種及 12 種屬於保育類，可見台灣兩棲類資源之豐富與珍貴性。近年來，在政府保育政策的宣導，以及學者、保育團體的推動下，對於兩棲類保育教育有顯著之成果；然而，由於環境的變遷快速，各地蛙類的種類和數量也產生極大的變化。

區域性兩棲類族群大量減少已成為全球重要的課題，為了解兩棲類族群變動的趨勢，就必須對兩棲類全面性的監測工作，而這些工作是需要龐大的人力來執行。但生物的長期監測調查會因時間、經費、人力的因素，限制調查的尺度與時間。若能有效運用志工來進行調查，相較於聘請專業的研究人員，同樣的花費可以進行更大尺度及更長時間的調查，有助於建立物種的基礎資料。

因此，2001 年起由計畫團隊開始在花蓮測試運用志工團隊進行兩棲類調查之可行性。2003 年至 2005 年，培訓兩棲類資源調查種子教師，建立志工人員參與兩棲類資源監測調查工作的雛形。2006 年至 2008 年，分別於花東地區、嘉南地區、北部及高屏地區招募及培訓兩棲類調查志工，建立全台各區域的兩棲類調查種子志工。2008 年起，開始進行全台灣兩棲類調查志工的招募與培訓工作，期望藉由培訓課程的講解，讓散佈全台的兩棲類調查志工具備一定的野外調查能力，以執行標準化的野外調查流程，進行兩棲類長期性監測計畫，並將正確資料匯入兩棲類資源調查資訊網內，以使調查資料可作為物種分佈預測、保育政策擬定之參考。

在志工團隊的組訓上，第一年度以人員訓練、規劃地點及輔導調查為主，第二年度由志工團隊開始進行有系統的調查及收集資料，並定期回傳到兩棲類調查資訊網(http://tad.froghome.org/)。在兩棲類資源調查資訊網所登錄的資料分別經過初審、複審等程序，審核無誤後納入資料庫，作後續統計、分析的基礎資料。

截至 2010 年 10 月為底止，累計成立 52 個志工團隊(各志工團隊執行區域及

參與狀況如表 1-1 所示)，並於 2010 年 7 月 31 日至 8 月 2 日舉行兩棲類資源調查志工培訓課程，召募 30 位學員投入兩棲類資源調查的行列。2010 年度持續參與調查的志工團隊計有 32 個志工團隊(本年度新加入的團隊計有 6 隊)，累計進入兩棲類資源調查資訊網之野外調查有效資料計有 56,000 多筆資料(本年度截至 10 月為止，累計有約 10,500 多筆有效資料)。

從現有 56,000 多筆資料的調查資料中，與台灣 $10\times10km^2$ 的網格疊合後，可統計出保育類、特有種及外來種等兩棲類的分佈熱區概況。同時，利用現有資料庫內的蛙種分佈資訊，配合 WorldClim 全球氣候圖層，採用 Maxent 預測模式，預測各種蛙類在全台灣的分佈現況，以協助建立後續長期監測的樣點、建構台灣環境預警制度及制訂保育策略的參考。

在蛙類族群變化趨勢上，則以 2008 年至 2010 年間長期的兩棲類監測調查資料，以全島普遍分佈的物種為基礎，分析各物種在各年度調查網格中的分佈比例，瞭解各年間蛙類族群的變化趨勢，提供未來生物多樣性長期監測的參考。

本年度已根據 2001 年至 2009 年兩棲類調查資訊網之兩棲類志工團隊調查資料，挑選出 28 個長期監測的生物多樣性熱點，以作為長期監測兩棲類族群變化的永久調查樣區。此外，也依據每年新加入之志工團隊的調查樣點及資料中，挑選具備生物多樣性熱點條件的樣區，持續納入長期監測的樣區，以涵蓋台灣兩棲類的分佈熱點，有利於監測兩棲類的族群動態(監測機制之執行流程，如圖 1-1 所示)。

表 1-1 台灣兩棲類調查志工執行現況表

	團隊名稱	執行縣市	執行年度
北部	基隆鳥會	基隆市	2008 年至今
	基隆綠自然工作小站	基隆市、台北縣	2008 年至今
	台灣鳥蛙	台北縣	2010 年加入
	台北小雨蛙	台北縣	2006 年至今
	台北牡丹心志工隊	台北縣	2009 年至今
	台北新生呱呱叫	台北市	2009 年至今
	台北關渡自然公園蛙蛙小組	台北市、台北縣	2009 年至今
	桃園長興國小	桃園縣	2003 年至 2004 年
	桃園百吉國小	桃園縣	2003 年至 2004 年，2009 年至今
	桃園光華國小	桃園縣	2003 年至 2004 年
	桃園德龍國小	桃園縣	2003 年至 2004 年
	桃園蚵間國小	桃園縣	2003 年至 2004 年
	桃園高坡國小	桃園縣	2003 年至 2004 年
	桃園白石團隊	桃園縣	2008 年至 2009 年
	桃園藍鵲家族	桃園縣	2009 年至今
	桃園龜山福源	桃園縣	2010 加入
	新竹大眼蛙	新竹縣	2008 年至 2009 年
	新竹深井社區	新竹縣	2008 年至今
	新竹荒野	新竹縣	2008 年至今
中部	台中蛙哇哇	台中縣	2008 年至今
	台中鳥榕頭	台中縣	2007 年至今
	台中巴燕家族	台中縣	2010 年加入
	台中 TNRS	台中縣	2010 年加入
	彰化蛙蛙蛙	彰化縣	2008 年至今
	南投新豐	南投縣	2007 年至 2008 年
	南投鄉野蛙	南投縣	2010 年加入
	雲林幽情谷	雲林縣	2007 年至今
	雲林自然讀書會	雲林縣	2007 年至 2008 年
	嘉義阿里山導覽志工隊	嘉義縣	2008 年至今
	嘉義諸羅小隊	嘉義縣	2010 年加入
南部	台南真理大學	嘉義縣、台南縣	2007 年至今
	台南楠螢	台南縣	2007 年至今
	台南龍崎	台南縣	2008 年至今
	台南昕佑景安	台南縣	2009 年至今
	台南荒野	台南縣	2009 年至今
	高雄鳥會	高雄縣	2007 年至 2008 年
	高雄母樹林	高雄縣	2007 年至今
	高雄法布爾	高雄縣	2007 年至今
	高雄龍肚卡蛙依	高雄縣	2009 年至今
	屏東『許』我一個生態地球	屏東縣	2008 年至今
	屏科大社區林業研究室	屏東縣	2008 年至今
東部	宜蘭李佳翰	宜蘭縣	2007 年至今
	宜蘭林美社區發展協會	宜蘭縣	2010 年加入
	花蓮鳥會	花蓮縣	2006 年至 2007 年
	花蓮明廉明禮	花蓮縣	2006 年至 2007 年
	花蓮玉里	花蓮縣	2006 年至今
	台東萬安	台東縣	2006 年
	台東三間	台東縣	2006 年
	台東延平	台東縣	2006 年至 2008 年
	台東鳥會	台東縣	2006 年 2008 年
	台東日昇	台東縣	2006 年至今
	台東利嘉生態農場	台東縣	2009 年至今
	東華大學兩棲類保育研究室	花蓮縣、台東縣	2001 年至今

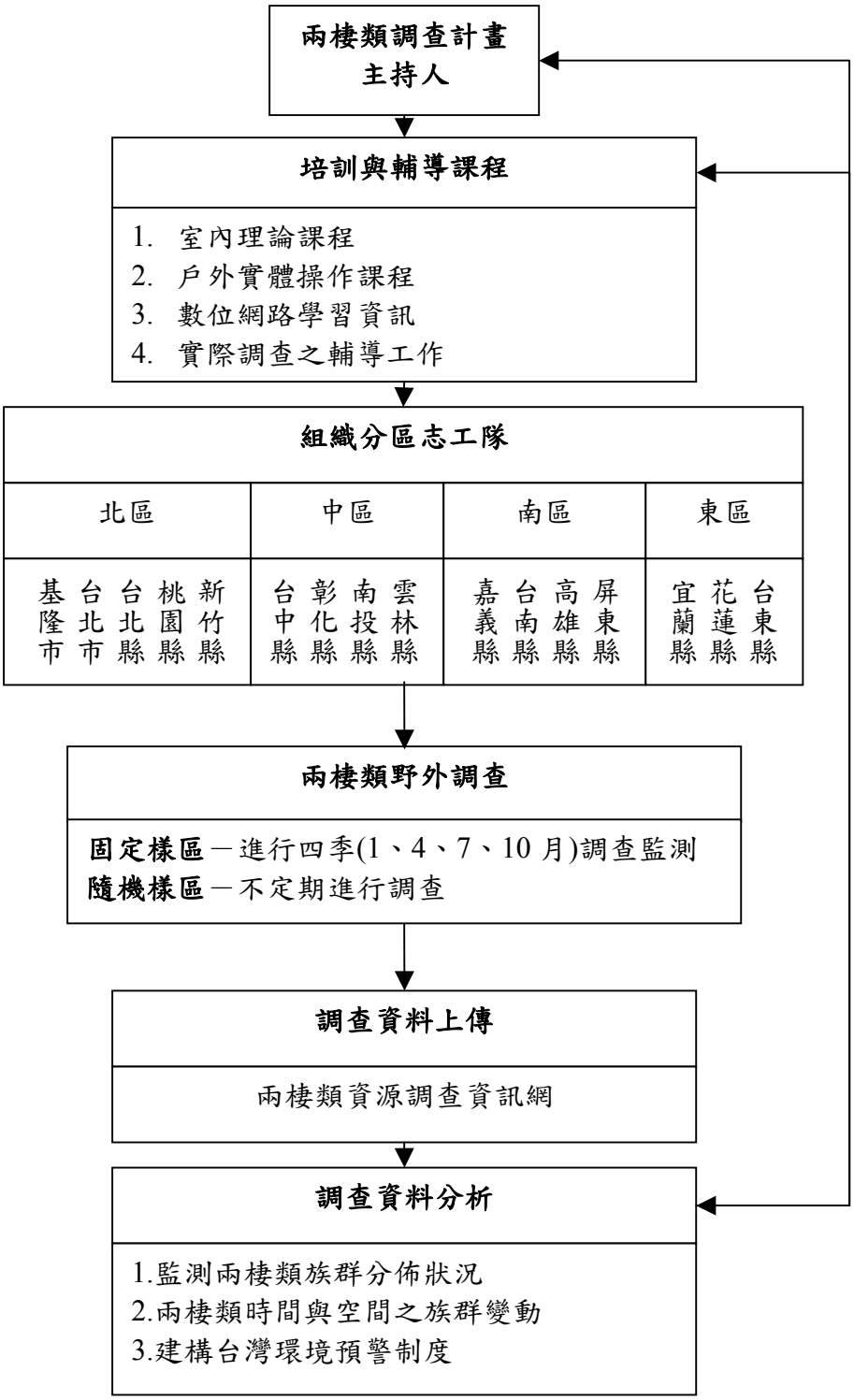

圖 1-1 建立兩棲類生物多樣性監測機制之執行流程。

二、材料與方法

為使兩棲類調查志工所調查之兩棲類資料可作為相關保育措施及分佈預測之用，計畫團隊每年辦理相關的兩棲類調查培訓課程，藉由數位網路資訊及實體培訓課程來進行兩棲類調查志工的培訓工作。

藉由『台灣兩棲類調查志工野外調查作業手冊』的擬定，彙整調查樣區選定、執行時間、調查方法與記錄方式、資料彙整等資訊，並提供各種兩棲類外部特徵圖鑑及微棲環境辨識圖說，以期達到標準化作業流程的目的，使調查資料具備相同的品質，利於資料庫後端分析之用。

以下針對本研究所規劃之培訓課程、樣區選定、執行時間、調查方法、資料彙整、熱點選定及分佈預測等內容，簡述如後：

2.1 志工培訓與成果發表

(1)志工培訓

為使加入更多關心兩棲類生態人士加入兩棲類資源調查的行列，本年度於 7 月 31 日至 8 月 2 日假花蓮縣西寶國小舉行『2010 年兩棲類資源調查培訓課程研習營』，共計招收 30 名學員。本系列課程在加強參與學員的野外調查能力，期望藉由理論學習與實務操作相結合，使其成為可獨立進行野外兩棲類調查的志工人員。課程內容包括 10 堂室內的理論學習與 3 堂戶外的實務操作課程：

理論學習

台灣兩棲類保育網簡介

介紹兩棲類調查志工專屬的數位學習平台。

兩棲類生態介紹

認識全世界兩棲類的生態習性與面臨的危機。

蛙類攝影入門

介紹如何使用簡單的數位相機，記錄蛙類的影像資料。

台灣的兩棲類辨識

介紹台灣 33 種無尾目兩棲類及 5 種有尾目兩棲類。

我的青蛙圖鑑-如何製作我的青蛙圖鑑

介紹如何運用蛙蛙世界學習網(http://learning.froghome.org/)之網路資源，製作個人所屬的青蛙圖鑑，及記錄個人野外觀察心得。

兩棲類調查流程及兩棲類資源調查資訊網介紹

介紹兩棲調查中所需的各項器材及其操作說明，並說明資料庫系統相關功能。

兩棲類資源調查資訊網之操作與使用

介紹野外調查資料的登錄流程，並實際進行資料登錄作業。

兩棲類資源調查資訊網統計資料庫簡介

介紹現行資料庫的後端運算、統計方式，提供長期監測的圖表呈現。

外來入侵種簡介與亞洲錦蛙之防制

介紹台灣現有外來入侵種的生態問題，並說明現行亞洲錦蛙的監測與防治措施。

志工評量

進行網路數位化的野外模擬調查，以評量本次課程的學習成果。

<u>實務操作</u>

夜間兩棲類觀察與辨識

讓學員熟悉夜間調查的過程，講述兩棲類的辨識訣竅。

野外模擬調查

藉由野外模擬調查的練習，使學員熟悉物種辨識及棲地辨別等兩棲類調查流程。

夜間調查實習與野外攝影

實際執行野外的調查程序，作為調查實習課程。

(2)成果發表

為促進兩棲類調查志工團隊間的交流，及展示年度的調查成果，每年均辦理兩棲類調查志工大會，以凝聚兩棲類調查志工的共識與熱情。本年度於 12 月 4 日假行政院農業委員會林務局舉行『2010 年兩棲類資源調查志工大會』，共有 20 個團隊約 100 人參與本次大會，會中除回顧本年度計畫執行的影像記錄、表揚熱心參與兩棲類調查的績優志工團體外，也由研究團隊發表年度整體的調查成果概況，並由北、中、南、東四區共計 13 組兩棲類調查志工團隊報告年度的調查結果，分享一年來的調查心得與成果；同時，藉由兩棲類調查志工的年度聚會，討論志工發展方向及未來目標，以凝聚共識(本次大會議程，如表 2-1 所示)。

2.2 樣區規劃與選定

為了使兩棲類調志工制度能永續發展，樣區之規劃以志工團隊所在之周圍鄰近區域為主，選擇 5 個以上的固定調查樣區。各團隊可依人力與時間，選擇

2-5 個調查區域，而這些調查區域盡可能位處不同鄉鎮、山系、水系、海拔，以包含各種兩棲類的分佈區域，各區域內再選擇 1-3 個樣區，以涵蓋這個區域內的環境特徵為選擇樣區數量的依據，盡可能包含開墾地、樹林、溪流、池塘、道路、步道等不同的棲地類型。確定調查樣區後，給予該樣區一個名稱，在調查資料上傳至資料庫時即以名稱為準，而名稱的選擇以公認的地名或地標為優先。

但為了讓調查資料具有足夠的代表性，建議新成立的調查志工團隊在第一年執行調查時，可進行多處樣區的兩棲類普查工作，期望獲得較廣泛的資料；為期一年普查工作後，依據多個調查樣區的調查結果，擇定最少 5 個兩棲類熱點調查樣區進行長期的監測調查工作。除了固定的調查樣區外，也建議志工團隊進行隨機樣區的調查，可快速增加資料的廣佈程度，使調查資料更符合兩棲類實際的分佈現況。

2.3 調查時間規劃

為使調查資料具有分析比較的基礎及建立兩棲類的長期監測機制，各固定樣區採以至少「每季調查一次」為準，於每年一、四、七、十月各進行一次野外調查工作，以便於分析各兩棲類季節分佈的趨勢。在執行調查的時間上，由於不同季節夜晚的長度不一樣，為確保條件相同，各樣區的調查開始時間以日落後半小時到午夜 24 時為止。每個樣區之調查執行上，以 20 分鐘為標準作業時間，於半徑 250 公尺的範圍內進行兩棲類調查工作。

2.4 調查方法與記錄方式

調查方法以目視遇測法(visual encounter method, VES)為主，並配合穿越帶鳴叫計數法(audio strip transects, AST) (呂光洋等，1996)，每一樣點停留時間不超過 20 分鐘，針對調查區域內所看到、聽到的物種及數目登錄於規格化的表格中。

記錄方式採用「兩棲類調查記錄表」，記錄項目分為「基礎資料」，包括地點、GPS 座標(TWD97 系統)、海拔、環境(高山草原、針葉林、混生林、闊葉林、墾地、草原、裸露地)、日期、時間、調查者、氣溫、水溫、相對濕度、天氣(晴、多雲、陰、小雨、大雨)等物理條件；「生物資料」，包含兩棲類物種、記錄方式(目視/鳴叫)、生活型態(卵塊、蝌蚪、幼體、雄蛙、雌蛙、成蛙)、成體行為(聚集、鳴叫、築巢、領域、配對、打架、護幼、單獨、覓食、休息、屍體)、棲息微棲地(流動水域、水溝、靜止水域、暫時性水域、樹林、草原、開墾地)。

2.5 調查資料彙整

2007 年已完成建置「台灣兩棲類資源調查資訊網(http://tad.froghome.org/)」作為各地兩棲類調查志工彙整資料之資料庫。各志工團隊均設有專屬的權限，可登錄各團隊的野外調查資料，並由各隊組長進行資料的初審程序，再由計畫行政團隊進行複審程序而成為有效的資料。截至目前為止，資料庫內有 52 組志工團隊登錄 56,000 多筆有效資料(基礎資料與生物資料經初審、複審均正確無誤)，且資料仍在持續登錄、增加中。

為使台灣兩棲類資源調查資訊網能完整記錄台灣之兩棲類資料，本年度進行資料庫更新作業，於蛙類生物基礎資料中增列今年新記錄到的斑腿樹蛙選項；另外，新建置山椒魚資料庫選項，納入台灣 5 種山椒魚的選項(台灣山椒魚、楚南氏山椒魚、阿里山山椒魚、南湖山椒魚、觀霧山椒魚等 5 個種類)。期望藉由建置完整的資料庫選項，提供兩棲類調查志工登錄相關的調查資源，完整建置台灣兩棲類的資料庫系統。

2.6 調查統計資料呈現

為增進兩棲類資源調查資訊網即時資訊的流通，本年度新增統計資料庫的選項，供一般民眾及兩棲類調查志工進行資料的查詢。

以一般民眾的權限而言，可瀏覽蛙類預測分佈圖，查詢統計資料庫內全區調查資料及監測熱點資料。蛙類預測分佈圖的資料呈現上，以全台灣 $1\times1km^2$ 的網格圖方式，呈現全台灣 33 種蛙類的物種分佈預測圖，使一般民眾瞭解各類蛙種在全台灣可能的分佈狀況。在全區資料查詢上，提供一般民眾依蛙種、年度查詢，以 $2\times2km^2$ 網格呈現蛙種的在全台灣的調查網格分佈圖。監測熱點的資料查詢上，提供一般民眾依調查地點、年度產出各物種的隻次及生物多樣性指數表，進而匯出蛙種與棲地利用圖，顯示各蛙種對於各類微棲環境的利用程度，有助於民眾瞭解各類蛙類的生活習性。

以兩棲類調查志工的權限而言，除有上述一般民眾的權限可瀏覽蛙類預測分佈圖、查詢統計資料庫內全區調查資料及監測熱點資料外，可匯出所屬團隊的調查資料報表及圖表。匯出團隊調查資料報表上，可匯出包括基礎環境資料、生物資料及棲地利用資料，完整呈現資料庫內的資料格式。匯出團隊調查圖表上，依時間區段、樣區名稱(或座標)產出物種隻次與生物多樣性指數表，進一步可匯出蛙種與棲地利用關係圖，有助於兩棲類調查志工即時瞭解所屬樣區在某一時段的

族群變化現象，以進行相關的研究分析。

2.7 分佈預測方法

藉由兩棲調查志工於野外進行長期的調查監測，本研究自 2001 年開始已累積大量的志工調查資料，已可明確顯示台灣兩棲類分佈現況，但台灣多處仍屬未經人為開發的原始森林地區，這些地區由於人力不可達而缺乏兩棲類分布資料。因此，希望藉由長期累積的志工調查資料並搭配環境因子，使用物種分佈預測模式(Distribution and Predictive model)針對台灣 33 種蛙類進行分佈預測，作為日後調查監測參考。採用分佈預測模式對生物進行分佈預測在國內外已有相當多例子，其中 Maxent(Maximum Entropy)由於為免費軟體，操作簡易與預測準確度高已被廣泛使用。

本研究以 2001 年至 2010 年約 56,000 筆野外調查資料為基礎，將座標格式轉換成 WGS84 經緯度座標系統，以便後續分析軟體讀取。環境因子圖層的來源則參考多篇文獻，採用公佈於 WorldClim 網站的全球氣候圖層。考慮台灣本島的尺度大小，選取 30 arc-seconds (約 1km×1km)的網格氣候圖層下載，圖層包含海拔、氣溫、雨量與氣候衍生因子，使用 DIVA-GIS 軟體將這些氣候圖層切割出台灣本島範圍，並以此做為分布預測的底圖。

將調查資料依蛙種進行分類，每種蛙種並隨機挑選 1/3 的調查資料做為驗證資料，各蛙種其餘 2/3 資料則用來建立模式。在建立模式的部份，把蛙類分佈點位資料與氣候圖層匯入 Maxent 進行分析，並將結果存為 ASCII 檔案後匯入 ArcGIS 中。使用 Reclassify 功能將物種分佈的機率值定義為 1(有出現)或 0(未出現)，依此製作台灣 33 種蛙類的預測分佈圖。在驗證的部份，由於難以定義〝未分佈〞的網格，因此把隨機挑選 1/3 的調查資料做為〝實際有分佈〞的資料，計算預測的準確率。

2.8 生物多樣性熱點之挑選

為建立生物多樣性熱點的長期監測機制，本研究統計東華大學兩棲類保育研究室歷年調查資料、兩棲類資源調查資訊網、賞蛙情報網、青蛙小站討論區、行政院農委會特有生物保育中心野生動物資料庫之兩棲類物種分佈資料，挑選全島兩棲類生物多樣性熱點。

本研究選取生物多樣性熱點的方法，係以 1.所有物種總豐度、2.狹佈種(特有種)種數、3.瀕危種(保育種)種數等不同的條件(Reid,1998)，再依種豐度法與互補

法挑選生物多樣性熱點：

物種豐度法

以 ArcGIS 9.0 為操作平台，計算全島有調查資料的網格中之最高物種數，將此物種數分成 4 個等段，取物種數最高的那一段做為熱點的標準，若有網格出現的物種數落在此段，此網格就可視為熱點(Andre，2006)。

互補法

使用 ArcGIS 9.0 先選出物種豐富度最高的區域，再將其所包含的物種自名單中全數刪去，再從其他區域中找出有最多物種的區域，再自名單中剔除其所包含的物種，如此一直重複直至所有的物種都被剔除為止(何麗君，2005)。

本研究運用地理資訊系統結合物種豐度法與互補法等二種挑選方法，分析至 2009 年為止之兩棲類調查資料，挑選出兩棲類的生物多樣性熱點。先以物種豐度法選出第一批的熱點，再找出第一批熱點中未涵蓋到的物種，而從剩下的網格中用互補法挑選熱點，直到第一批熱點未涵蓋到的物種都被挑選完畢而成為第二批的熱點，綜合這兩批的熱點就是兩種方法搭配使用所選出的 28 個生物多樣性熱點。使用此方法挑選的熱點除了包含了物種豐度高的區域，也涵蓋了該區域所有的物種(各熱點所在位置如表 2-1 所列)。

表 2-1 2010 年兩棲類調查志工大會議程表

時間	議程
09:30~10:00	報到
10:00~10:20	『共護台灣蛙蛙世界』志工團隊影片分享/
10:20~10:30	2010 年度計畫影像回顧
10:30~10:40	2010 新加入志工隊介紹/
10:40~11:20	『兩棲類資源調查資訊網』新版網頁功能說明/
11:20~11:50	2010 兩棲類調查成果報告/
12:00~12:50	午餐及志工交流
12:50~13:10	指導單位致詞/ 主辦單位致詞/ 與會貴賓致詞
13:10~13:30	頒發 2010 年度貢獻獎項＆志工授證/
13:30~13:40	與會人員合照
13:40~14:20	2010 兩棲類調查志工團隊成果報告(一)/ 各地兩棲類調查志工團隊
14:20~14:30	休息
14:30~15:30	2010 兩棲類調查志工團隊成果報告(二)/ 各地兩棲類調查志工團隊
15:30~15:45	茶點時間
15:45~16:45	2010 兩棲類調查志工團隊成果報告(三)/ 各地兩棲類調查志工團隊
16:45~17:00	綜合討論
17:00	大會結束

表 2-2 使用物種豐度法與互補法所選取之全島尺度生物多樣性熱點列表

編號	縣市	鄉鎮	地點
1	台北縣	三芝鄉	三板橋
2	台北縣	新店市	四崁水
3	台北縣	瑞芳鎮	尪子上天
4	桃園縣	龍潭鄉	高種山
5	桃園縣	復興鄉	長興國小
6	桃園縣	大溪鎮	百吉國小
7	桃園縣	大溪鎮	白石山
8	新竹縣	北埔鄉	上大湖
9	南投縣	魚池鄉	蓮華池
10	雲林縣	斗六市	樣子坑
11	台南縣	楠西鄉	梅嶺風景區
12	屏東縣	東港鎮	大鵬灣溼地
13	屏東縣	內埔鄉	屏科大後山
14	宜蘭縣	員山鄉	雙連埤
15	宜蘭縣	冬山鄉	新寮瀑布步道
16	宜蘭縣	冬山鄉	三富農場
17	宜蘭縣	頭城鎮	福德坑溪
18	花蓮縣	壽豐鄉	193 縣道 24.5K
19	花蓮縣	壽豐鄉	193 縣道 28K
20	花蓮縣	壽豐鄉	193 縣道 38K
21	花蓮縣	壽豐鄉	193 縣道 42K
22	花蓮縣	壽豐鄉	193 縣道 45K
23	花蓮縣	壽豐鄉	193 縣道 47K
24	花蓮縣	鳳林鎮	193 縣道 55K
25	花蓮縣	鳳林鎮	193 縣道 58.5K
26	花蓮縣	光復鄉	193 縣道 60K
27	花蓮縣	秀林鄉	白鮑溪
28	台東縣	卑南鄉	利嘉林道

三、兩棲類資源調查結果分析

3.1 志工執行調查結果

在本年度的調查工作中，已完成全年四季的調查工作，共有 32 組兩棲類調查志工團隊，至少 150 人進行全台灣 301 個樣點的調查工作(包含 28 個全島尺度的生物多樣性熱點)，記錄到全台灣 33 種蛙類的分佈現況，共計 10,500 多筆資料(表 3-1 顯示各兩棲類調查志工團隊調查成果，表 3-2 顯示各蛙種的記錄筆數)。平地常見的拉都希氏赤蛙、黑眶蟾蜍、澤蛙為本年度記錄最多的蛙種；此外，本年度在台北縣八里鄉、台北縣鶯歌鎮、台中縣石岡鄉、彰化縣田尾鄉等四處新記錄到外來種斑腿樹蛙的分佈，其分佈型態呈現全島點狀分佈的情況，但已有穩定的野外族群。未來，將持續進行斑腿樹蛙的調查工作，以確實呈現斑腿樹蛙在全台灣的分佈型態及其擴散的情況。

3.2 兩棲類分佈網格統計

為瞭解台灣兩棲類在全台各地區的分佈現況，本研究使用 $10\times10km^2$ 網格資料，將台灣劃分為 433 個網格(不包含澎湖、金門、馬祖等外島地區)，利用 ESRI ArcMap 軟體將各調查樣區與網格系統結合，統計 2001 年至 2010 年兩棲類調查資料(共計已完成 217 個網格的兩棲類調查工作)，以瞭解各蛙種在全台的網格分佈現況。

從各兩棲類物種網格分佈比率(有分佈網格數/總調查網格數)的統計結果顯示，澤蛙(68.5%)、拉都希氏赤蛙(68.5%)、黑眶蟾蜍(67.6%)、盤古蟾蜍(65.3%)、白頷樹蛙(57%)、小雨蛙(57%)等 7 種兩棲類是分佈最為廣泛的物種。從各蛙種在全台網格分佈的情況，可將蛙種的分佈型態區分為全島性分佈(北、中、南、東等地區皆有分佈)與非全島性分佈(分佈於全島某些區域)二大類群(表 3-3)。

全島分佈類型中，澤蛙、拉都希氏赤蛙等 16 種屬於全島普遍分佈型態(普遍：該物種分佈網格佔全部調查網格 15%以上)，金線蛙等 3 種則是全島零星分佈型態。

非全島分佈類型中，可分為西部、中北部、中南部、南部及點狀的分佈型態：

西部地區－面天樹蛙、古氏赤蛙等 2 種侷限分佈於花東地區以外的西半部地區。

中北部地區－翡翠樹蛙、台北樹蛙、長腳赤蛙等 3 種分佈於台灣中北部地區；其中，翡翠樹蛙則只分佈於北部地區。

中南部地區－巴氏小雨蛙、諸羅樹蛙、史丹吉氏小雨蛙、黑蒙西氏小雨蛙等 4 種。

南部地區－海蛙、花狹口蛙等 2 種。

點狀分佈－斑腿樹蛙分佈於台北八里及鶯歌、台中新社、彰化田尾，而豎琴蛙僅呈現點狀分佈南投蓮華池。

台灣 33 種種蛙類分佈概況如圖 3-1 至圖 3-33 所示。以下針對保育類、特有種及外來種說明兩棲類的分佈概況：

(1)保育類

單一網格物種數最低為 0 種，最高為 4 種。以等級最高者為熱點(3-4 種)，熱點位置集中於雪山山脈中低海拔山區與西南部平原地區，其原因為中低海拔山區開發壓力大及西部平原地區棲地破壞嚴重，造成台北赤蛙、金線蛙等分佈以平原為主的蛙類族群大幅減少，僅存在於西南部平原地帶；因此，熱區除了雪山山脈中低海拔山區外，尚包含了西南部平原地區(圖 3-34)。

瀕臨絕種、珍貴稀有及其他應予保育的物種分佈圖，如下所示：

<u>瀕臨絕種</u>(圖 3-35)

觀霧山椒魚－台灣特有種，分佈稀少且集中於北部雪山山脈高海拔地區。

楚南氏山椒魚－台灣特有種，分佈稀少且集中於中部與東部合歡山高海拔地區。

南湖山椒魚－台灣特有種，分佈極為侷限，僅分佈於南湖大山。

阿里山山椒魚－台灣特有種，分佈較廣泛，零星分佈於中南部與南部高海拔山區。

台灣山椒魚－台灣特有種，零星分佈於中央山脈中北段高海拔山區。

<u>珍貴稀有(圖 3-36)</u>

諸羅樹蛙－台灣特有種，侷限分佈於雲林、嘉義、台南等平地至低海拔地區；台北與宜蘭地區族群應為人為引入。

台北赤蛙－侷限分佈於西部平地，分佈較為零碎。

橙腹樹蛙－台灣特有種，零星分佈於全島中海拔原始林，數量稀少。

豎琴蛙－分佈為點狀分佈，僅侷限分佈於南投蓮華池。

<u>其他應予保育(圖 3-37)</u>

金線蛙－零星分佈於全島平地，數量較少。

翡翠樹蛙－台灣特有種，侷限分佈於中北部低海拔山區。

台北樹蛙－台灣特有種，侷限分佈於西部南投以北的低海拔山區。

(2)特有種

單一網格物種數最低為 0 種，最高為 9 種。以等級最高者為熱點(7-9)種，熱點集中於雪山山脈中低海拔山區、海岸山脈低海拔山區、阿里山山脈低海拔地區(圖 3-38)。

蟾蜍科及赤蛙科之特有種，與非保育類之特有種樹蛙科之分佈圖，如下所示：

蟾蜍科及赤蛙科(圖 3-39)

斯文豪氏赤蛙－廣泛分佈於全島平地及山區的溪流環境。

梭德氏赤蛙－廣泛分佈於全島中海拔及高海拔山區的溪流環境。

盤古蟾蜍－廣泛分佈於全島平地至高海拔山區。

非保育類之特有種樹蛙科(圖 3-40)

面天樹蛙－廣泛分佈於西部平地至低海拔山區。

莫氏樹蛙－廣泛分佈於全島平地至高海拔山區。

褐樹蛙－廣泛分佈於全島平地至中海拔山區的溪流環境。

(3)外來種(圖 3-41)

目前，在台灣野外已知的外來種兩棲類包括牛蛙、花狹口蛙(亞洲錦蛙)、斑腿樹蛙、海蛙等 4 種，其分佈顯示如下：：

牛蛙

在調查資料中，牛蛙呈現全島零星的分佈型態，推測在未調查的網格當中可能有許多地點已有牛蛙的分佈，零星分佈於全島平地。在本年度 301 個調查樣點中，已在台北市大安區大安森林公園、台北縣鶯歌鎮碧龍宮、桃園縣龜山鄉春天農場、彰化縣田尾鄉公路花園等 4 處樣點調查到牛蛙的分佈。未來，將持續監控此 4 處的牛蛙族群量的增減及其對於原生蛙類的干擾、競爭情況，並繼續監測此外來入侵種在全台各地的分佈狀況。

花狹口蛙

最早是在 1998 年於高雄林園及鳳山水庫一帶被發現，在過去的網格資料顯示，在屏東科技大學、台南地區都有其分佈的網格記錄，顯示花狹口蛙有向外擴張的趨勢。在本年度的調查中，僅在屏東縣萬巒鄉、台南縣關廟鄉、屏東縣內埔鄉屏東科技大學等 3 處發現有花狹口蛙的分佈，但有逐漸往北擴散的趨勢。未來，也會加強花狹口蛙族群的調查監測，持續關注其族群擴散的情況。

斑腿樹蛙

Polypedates megacephalus 曾經指斑腿樹蛙及白頷樹蛙，現指斑腿樹蛙。在馬祖地區的族群為原生種，但台灣族群的來源不清楚，推測是隨著水草從國外引入彰化田尾的外來種；2006 年從彰化田尾一帶又被引進到台中。在本年度的調查過程中，計在台北縣八里鄉、桃園縣龜山鄉、台中縣石岡鄉、彰化縣田尾鄉等三地有發現斑腿樹蛙的穩定族群，對於相同棲位的白頷樹蛙是否會造成競爭排斥的效應，也是後續持續追蹤、監測的目標。

海蛙－侷限分佈於屏東縣東港、林鞭、枋寮平地靠近海邊地區。

3.3 蛙類分佈預測分析

本研究採用 Maxent 預測模式，運用計有的長期蛙類調查資料推估各類兩棲類物種在全台灣的分佈概況，其結果與表 3-3(依據 2001 年至 2010 年所分析的結果)的研究結果相似，呈現全島分佈型及非全島分佈型(西部、中北部、中南部、南部等 4 種類型)，各物種的推測分佈區域，詳如表 3-4 所示。

在全島分佈型上，以澤蛙、黑眶蟾蜍最為典型，普遍分佈於全台灣的平地；而梭德氏赤蛙除了廣泛分佈於全島平地外，也分佈於海拔較高的山區內。

在非全島分佈的西部分佈型中，以古氏赤蛙、面天樹蛙最具典型，除花蓮、台東之外，普遍分佈於西部平地及低海拔山區；中北部分佈型，以長腳赤蛙最明顯，分佈於新竹、宜蘭以北的平地及低海拔山區；中南部分佈型，以史丹吉氏小雨蛙、黑蒙西氏小雨蛙為典型，分佈於苗栗、花蓮以南的平地；南部分佈型，則以花狹口蛙最明顯，推測其分佈區域為台南、嘉義、高雄、屏東、台東等地區。

分佈預測中，因海蛙、豎琴蛙、斑腿樹蛙等 3 種由於分佈侷限於某地，在分佈預測上會有明顯的高估問題，而無法正確推估其可能的分佈位置。在各蛙種預測準確率的部份，扣除無法預測的海蛙、豎琴蛙與斑腿樹蛙後，有 25 種蛙類預測準確率超過 90%、3 種蛙類預測準確率介於 80%至 89%，只有 2 種蛙類預測準確率低於 70%。雖然預測準確率普遍較高，但僅使用〝實際有分佈〞的資料做為評估模式準確性依據，容易忽略模式過度預測的部份，未來將篩選出志工已累積長時間調查資料的樣區做為未分佈蛙種的參考，補足驗證未完善的地方。

其他各物種之預測分佈圖則能推估可能的分佈狀態，其結果均公布於台灣兩棲類資源調查資訊網內，可供大眾查詢。其中，保育類、特有種、外來種的分佈預測如圖 3-42 至圖 3-55 所示。

3.4 蛙類族群變化趨勢分析

為瞭解長期蛙類族群的變化趨勢，本研究以 2008 年至 2010 年間所採行兩棲類固定樣區及固定頻度的有效調查資料為分析基礎，分析三年間蛙類族群的變化趨勢。分析對象採用表 3-3 所統計的台灣蛙類分佈型態，以澤蛙、黑眶蟾蜍、拉都希氏赤蛙等 18 種全島及西部普遍分佈的物種為基礎，分析各物種在 2008 年至 2010 年間皆有調查的 69 個調查網格中，各物種年間的網格分佈率消長情況(網格為大小為 $2\times2km^2$)，藉此統計各年間蛙類族群變化的趨勢。

分析的結果顯示(表 3-5)，三年間各蛙種的網格分佈率變化不明顯，且網格分佈率大都有逐年增加的趨勢，僅虎皮蛙呈現逐年下降的趨勢，但此結果可能是因虎皮蛙分佈較為零散，分佈網格比例偏低，或因調查取樣的誤差造成虎皮蛙呈現逐年下降的趨勢，值得進一步持續調查監測。比較 2008 年及 2009 年的各蛙類網格分佈率，小雨蛙、日本樹蛙、白頷樹蛙、艾氏樹蛙、貢德氏赤蛙、黑眶蟾蜍、黑蒙西氏小雨蛙、虎皮蛙等 8 種呈現略微下降的趨勢(皆小於 7%)，拉都希氏赤蛙則呈現上升的情況(9%)；比較 2009 年至 2010 年的各蛙種網格分佈率，以艾氏樹蛙、白頷樹蛙、莫氏樹蛙有稍擴大網格分佈率的情況(艾氏樹蛙－19%、白頷樹蛙－13%、莫氏樹蛙－10%)，其他物種則無明顯的差異；比較 2008 年及 2010 年各蛙種網格分佈率，僅虎皮蛙呈現下降的情況(下降率為 5.7%)，其他各物種則無明顯的差異，大多呈現小幅擴大網格分佈率的現象。

此結果顯示蛙類族群在三年間的無明顯族群變化，但 2009 年春季至夏初長期乾旱及 8 月莫拉克颱風瞬間強降雨的氣候型態，有可能造成某些蛙類棲地的改變與影響，此因素是否造成小雨蛙、日本樹蛙、白頷樹蛙、艾氏樹蛙、貢德氏赤蛙、黑眶蟾蜍、黑蒙西氏小雨蛙等 7 種的網格分佈率較 2008 年略微下降的情況，拉都希氏赤蛙則呈現上升的情況(9%)，應再持續進行更長期的監測調查，以分析氣候型態對於各蛙類族群的消長關係。

3.5 生物多樣性熱點之調查結果

綜觀 2001 年至 2010 年的調查結果，單一網格($10\times10km^2$)物種數最低為 1 種，最高為 22 種。將物種數分為四個等級，以等級最高者為熱點(16-22 種)，熱區集中於雪山山脈中低海拔山區、海岸山脈低海拔山區、阿里山山脈低海拔地區(圖 3-56)。

為建置兩棲類永久監測樣區，本研究採用物種豐度法挑選 25 個兩棲類生物多樣性熱點，大多位於雪山山脈中低海拔山區、海岸山脈低海拔山區、阿里山山脈低海拔地區等兩棲類熱區，再依互補法挑選屏東縣東港鎮大鵬灣濕地、屏東縣內埔鄉屏科大後山、台東縣卑南鄉利嘉林道等 3 處，總計規劃出 28 處兩棲類生物多樣性熱點，作為兩棲類長期監測的永久樣區，執行台灣 33 種無尾目兩棲類的長期監測調查工作。熱點內物種數最低為 3 種，最高 20 種，平均每個熱點物種數為 15.07±3.03 種(28 處兩棲類生物多樣性熱點，其詳細位置及物總組成詳列如表 3-6)。

在本年度各熱點的調查物種與歷年調查物種比率(2010 年 1 月至 10 月調查物種數/2001 年至 2009 年調查物種數)，除花蓮縣壽豐鄉 193 縣道 42K、花蓮縣鳳林鎮 193 縣道 58.5K、花蓮縣光復鄉 193 縣道 60K 及台東縣卑南鄉利嘉林道等 4 處不及 50%外，其他 25 個熱點的調查物種比率>50%。

在本年度花蓮縣壽豐鄉 193 縣道 42K、花蓮縣鳳林鎮 193 縣道 58.5K、花蓮縣光復鄉 193 縣道 60K 的調查結果中，兩棲類的豐度有明顯減少的現象，可能與農作行為的改變(水田轉作為旱田或廢耕)造成微棲環境的改變，或調查當時的氣候條件有所關連，未來會持續監測此區域的物種組成，以反應棲地或氣候的改變對於兩棲類的生存影響；而在台東縣卑南鄉利嘉林道的調查結果中，因本年度調查重點著重在橙腹樹蛙棲息的 500 公尺以上的山區環境，未擴及利嘉林道 500 公尺以下的低海拔山麓地帶，是以未調查黑眶蟾蜍、小雨蛙、澤蛙等棲息於平地的物種。

南投縣魚池鄉蓮華池、屏東縣大鵬灣濕地、宜蘭縣冬山鄉三富農場等 3 處熱點，本年度調查物種率達 100%；台北縣瑞芳鎮尪子上天、桃園縣龍潭鄉高種山、桃園縣復興鄉長興村、新竹縣北埔鄉上大湖、宜蘭縣冬山鄉新寮瀑布步道、花蓮縣壽豐鄉 193 縣道 38K、花蓮縣壽豐鄉 193 縣道 45K、花蓮縣壽豐鄉 193 縣道 47K、花蓮縣秀林鄉白鮑溪等 9 處，也有 80％以上的調查物種率。

在這些熱點的調查內容中，台北縣瑞芳鎮尪子上天、桃園縣龍潭鄉高種山、桃園縣復興鄉長興村、南投縣魚池鄉蓮華池、台南縣楠西鄉梅嶺風景區、宜蘭縣冬山鄉新寮瀑布步道、宜蘭縣冬山鄉三富農場、花蓮縣壽豐鄉 193 縣道 38K、花蓮縣壽豐鄉 193 縣道 45K、花蓮縣壽豐鄉 193 縣道 47K、花蓮縣鳳林鎮 193 縣道 55K 等 11 處，在本年度調查到先前未記錄過的物種。

根據熱點定期的調查結果顯示，以一年四季作為熱點地區長期監測的取樣頻度，已反應真實的物種組成情況。未來，也將持續納入新記錄的物種，逐步修正各熱點的物種數，以確實反應熱點的物種現況。

表 3-1 兩棲類調查志工團隊調查成果列表(2010 年 1 月至 10 月為止)

區域	團隊名稱	資料筆數	調查樣區數	調查物種數
北	基隆鳥會團隊	77	4	16
	基隆綠自然工作小站	451	7	15
	關渡自然公園蛙蛙小組	1850	8	19
	台北小雨蛙	281	13	23
	台北牡丹心兩棲志工隊	808	18	26
	台北新生呱呱叫團隊	81	4	9
	台灣鳥蛙團隊	46	1	12
	桃園百吉國民小學	332	5	19
	桃園龜山福源	102	5	18
	桃園藍鵲家族	476	10	21
	新竹荒野團隊	250	4	17
	新竹深井社區團隊	89	3	9
中	TNRS 團隊	401	12	21
	巴燕家族	30	4	7
	台中鳥榕頭團隊	221	9	19
	東勢林場蛙哇哇團隊	37	2	10
	鄉野蛙小隊	36	7	16
	彰化蛙蛙蛙團隊	58	2	9
	雲林幽情谷團隊	115	4	15
南	諸羅小隊	349	8	16
	台南昕佑景安小隊	567	6	11
	台南荒野	54	4	6
	台南楠螢團隊	36	5	12
	台南龍崎小隊	113	4	9
	高雄美濃龍肚卡「蛙」依團隊	149	2	12
	屏東許我一個生態地球團隊	789	14	15
	屏科大社區林業研究室團隊	104	2	7
東	宜蘭李佳翰團隊	797	24	31
	東華大學兩棲類保育研究室	1275	66	17
	玉里團隊	66	8	8
	台東日昇團隊	363	30	16
	利嘉生態農場	103	3	10
合計		10506	301	33

表 3-2 各物種記錄筆數表(2010 年 1 月至 10 月為止)

物種	資料筆數
拉都希氏赤蛙	1495
黑眶蟾蜍	1121
澤蛙	919
日本樹蛙	771
盤古蟾蜍◎	632
斯文豪氏赤蛙◎	599
小雨蛙	560
褐樹蛙◎	534
白頷樹蛙	501
貢德氏赤蛙	466
面天樹蛙◎	439
古氏赤蛙	419
莫氏樹蛙◎	387
艾氏樹蛙	266
腹斑蛙	212
中國樹蟾	153
黑蒙西氏小雨蛙	136
台北樹蛙◎※	128
長腳赤蛙	125
翡翠樹蛙◎※	109
虎皮蛙	74
金線蛙※	71
梭德氏赤蛙◎	70
諸羅樹蛙◎※	55
斑腿樹蛙	45
海蛙	34
史丹吉氏小雨蛙	33
牛蛙	17
巴氏小雨蛙	14
橙腹樹蛙◎※	12
花狹口蛙	7
台北赤蛙	6
豎琴蛙※	6
無物種資料	90
合計	10506

註：※為保育類，◎為特有種

表3-3 台灣32蛙類分佈型態檢索表

- **全島分佈**
  - **普遍**
    - **澤蛙**－普遍分佈於全島平地
    - **黑眶蟾蜍**－普遍分佈於全島平地
    - **拉都希氏赤蛙**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **日本樹蛙**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **白頷樹蛙**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **小雨蛙**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **盤古蟾蜍**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **莫氏樹蛙**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **斯文豪氏赤蛙**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **艾氏樹蛙**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **褐樹蛙**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **貢德氏赤蛙**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **腹斑蛙**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **虎皮蛙**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **梭德氏赤蛙**－普遍分佈於全島平地及山區
    - **中國樹蟾**－普遍分佈於全島平地
  - **不普遍**
    - **金線蛙**－零星分佈於全島平地
    - **牛蛙**－零星分佈於全島平地
    - **橙腹樹蛙**－侷限分佈於全島山區
- **非全島分佈**
  - **西部**
    - **面天樹蛙**－普遍分佈於花東以外全島平地
    - **古氏赤蛙**－普遍分佈於花東以外之全島低海拔山區
    - **台北赤蛙**－侷限分佈於西部地區
  - **中北部**
    - **翡翠樹蛙**－侷限分佈於北部地區
    - **台北樹蛙**－侷限分佈於西部南投以北地區
    - **長腳赤蛙**－侷限分佈於西部之中北部地區
  - **中南部**
    - **巴氏小雨蛙**－侷限分佈於中南部地區
    - **諸羅樹蛙**－侷限分佈於雲嘉南地區
    - **史丹吉氏小雨蛙**－侷限分佈於中南部地區
    - **黑蒙西氏小雨蛙**－侷限分佈於中南部地區
  - **南部**
    - **海蛙**－侷限分佈於屏東地區
    - **花狹口蛙**－侷限分佈於台南、高雄、屏東地區
  - **點狀分佈**
    - **斑腿樹蛙**－分佈於台北、台中、彰化
    - **豎琴蛙**－僅分佈於南投蓮華池

註：全島分佈－北、中、南、東等地區皆有分佈。
非全島分佈－分佈於全島某些區域。
普遍－該物種分佈網格佔全部調查網格 15%以上。
非普遍－該物種分佈網格佔全部調查網格 15%以下。

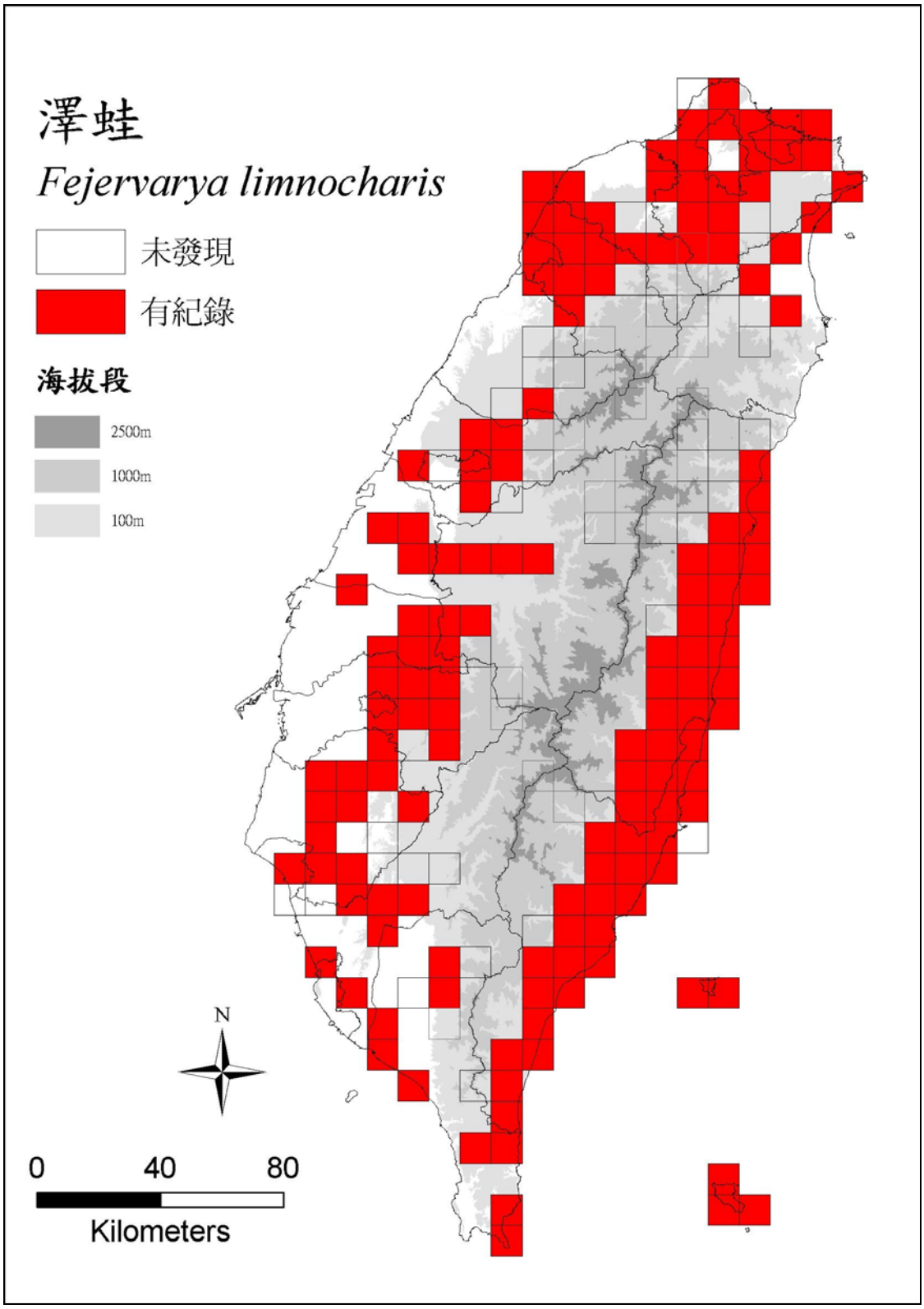
澤蛙
Fejervarya limnocharis
未發現
有紀錄
海拔段
2500m
1000m
100m
N
0
40
80
Kilometers

圖 3-1 澤蛙分佈網格圖。

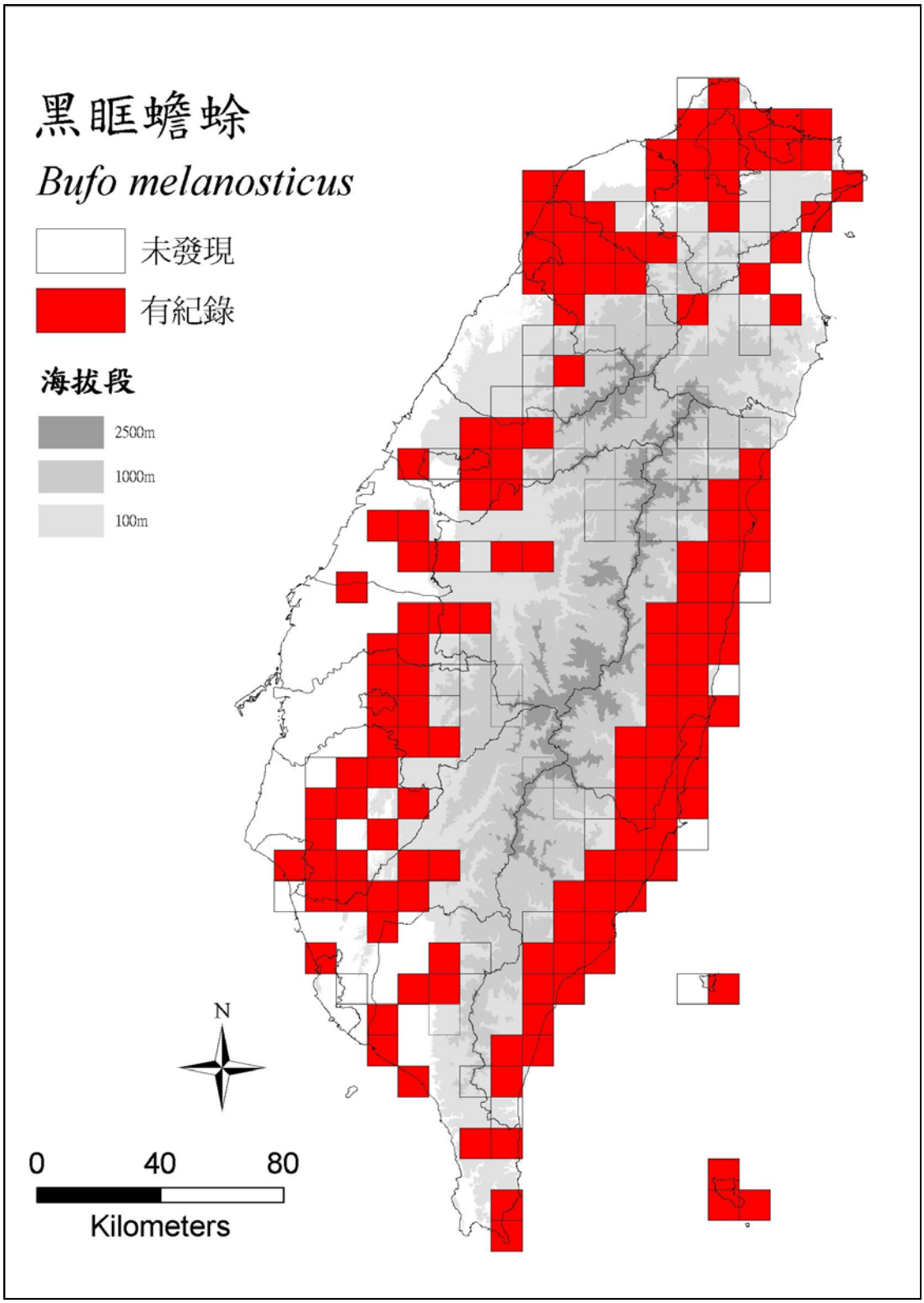

圖 3-2 黑眶蟾蜍分佈網格圖。

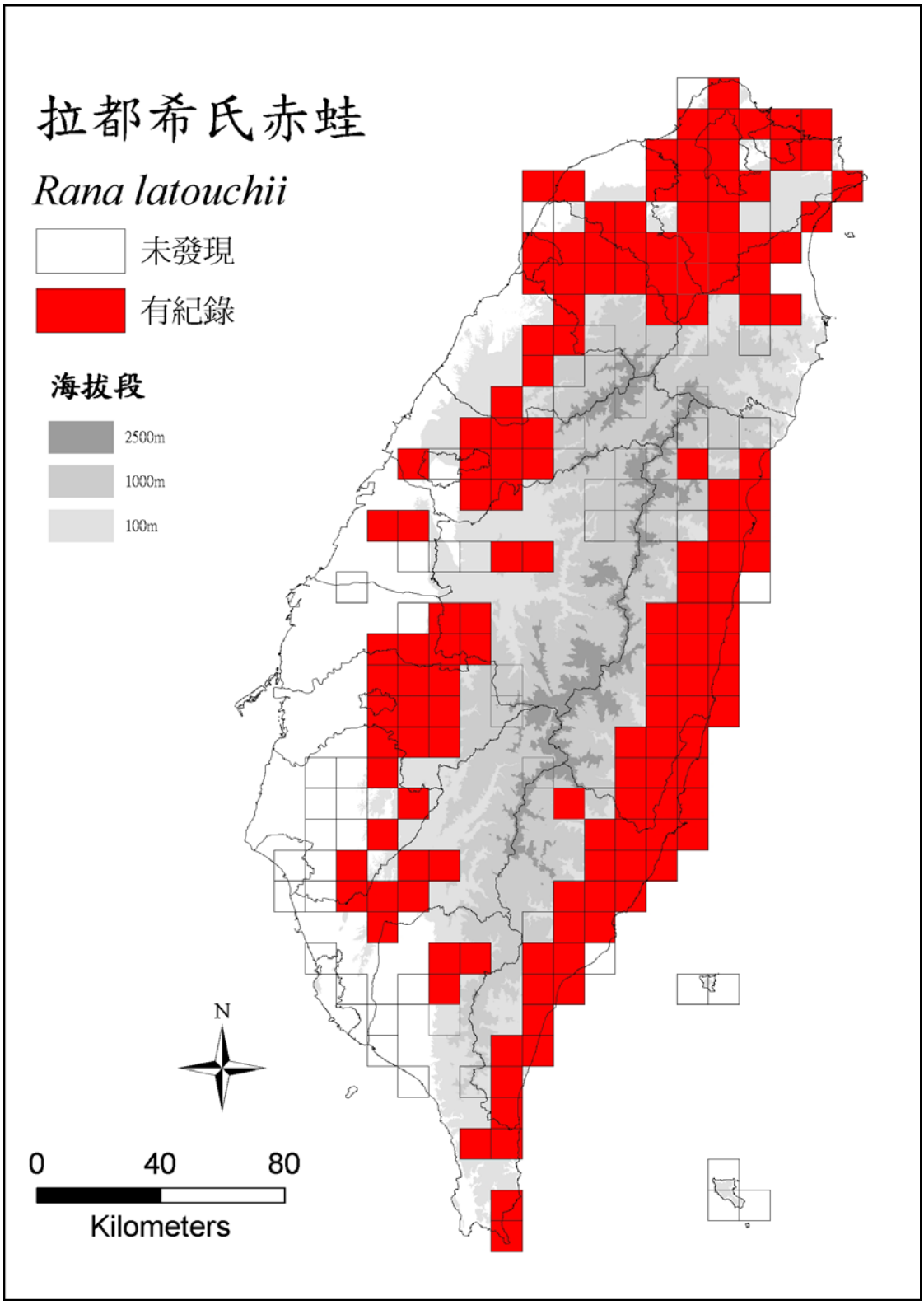

圖 3-3 拉都希氏赤蛙分佈網格圖。

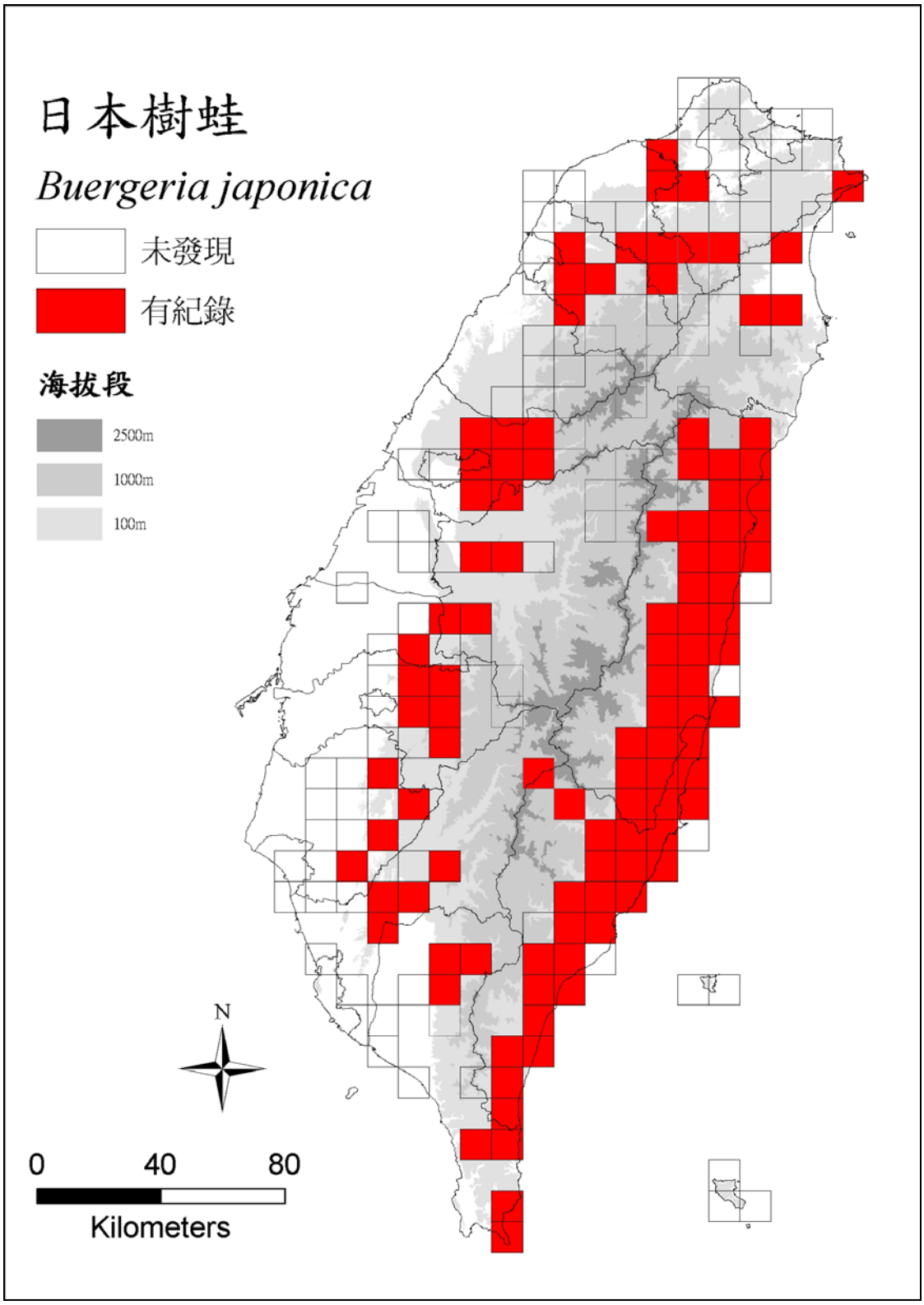

圖 3-4 日本樹蛙分佈網格圖。

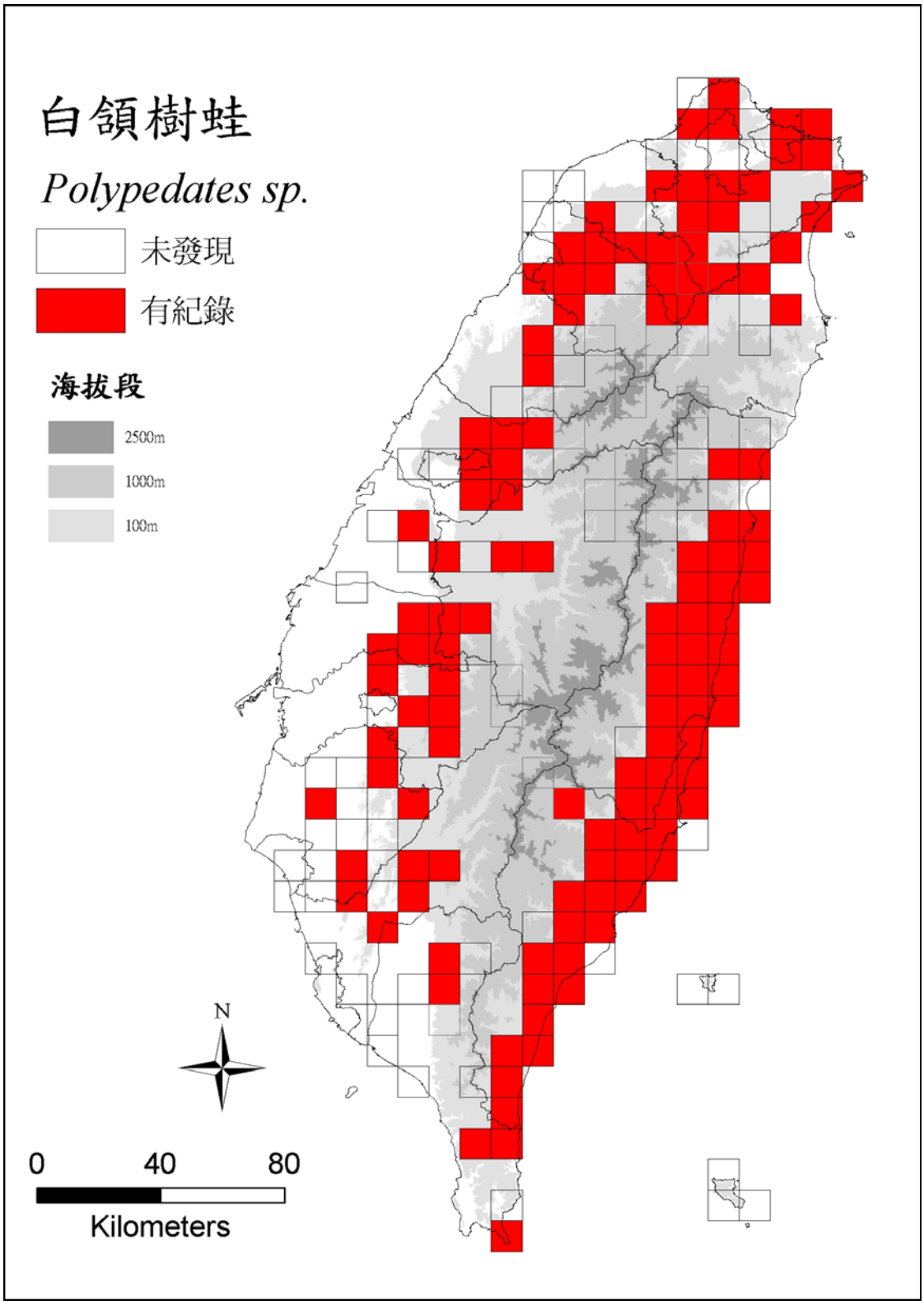

圖 3-5 白領樹蛙分佈網格圖。

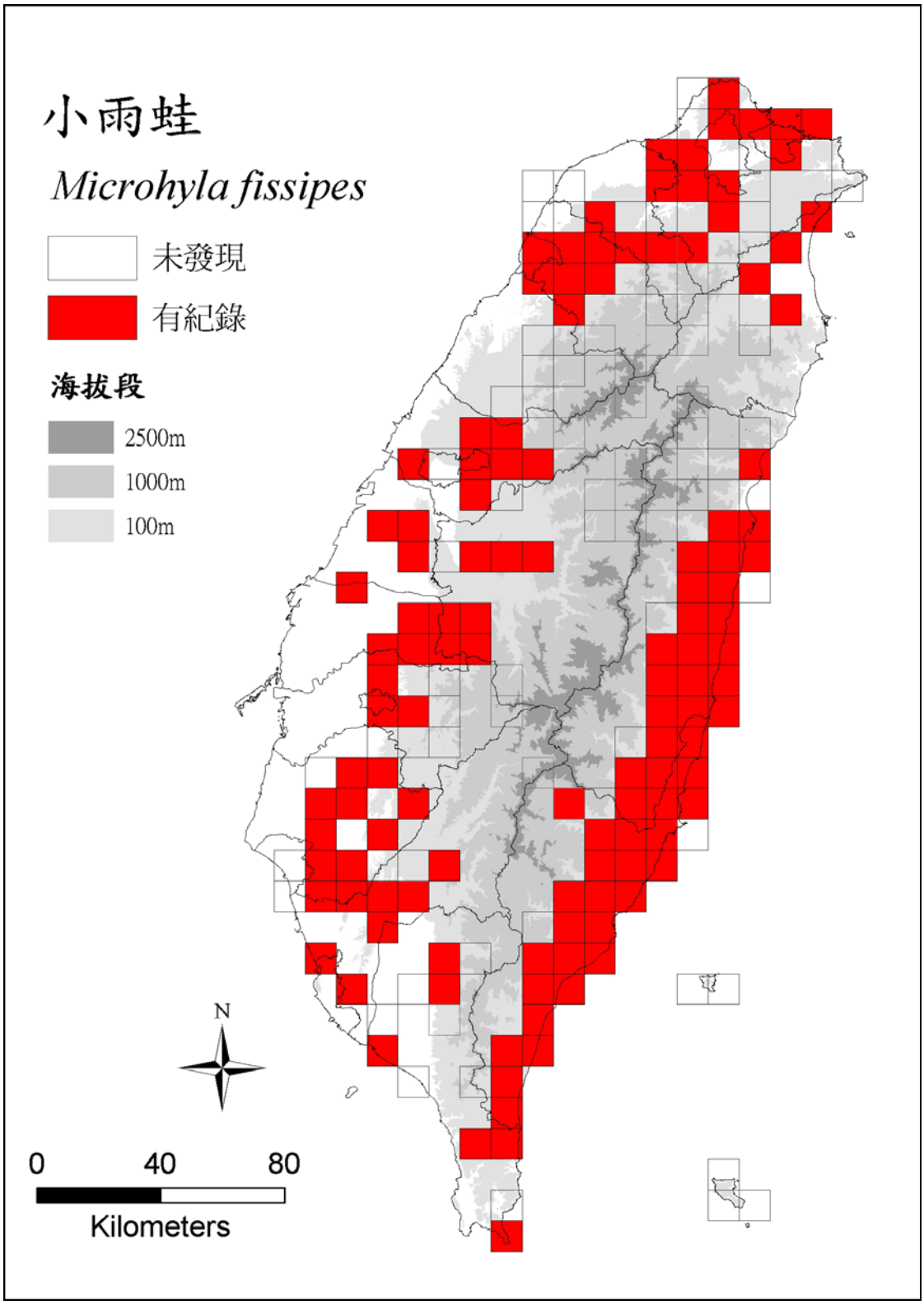

圖 3-6 小雨蛙分佈網格圖。

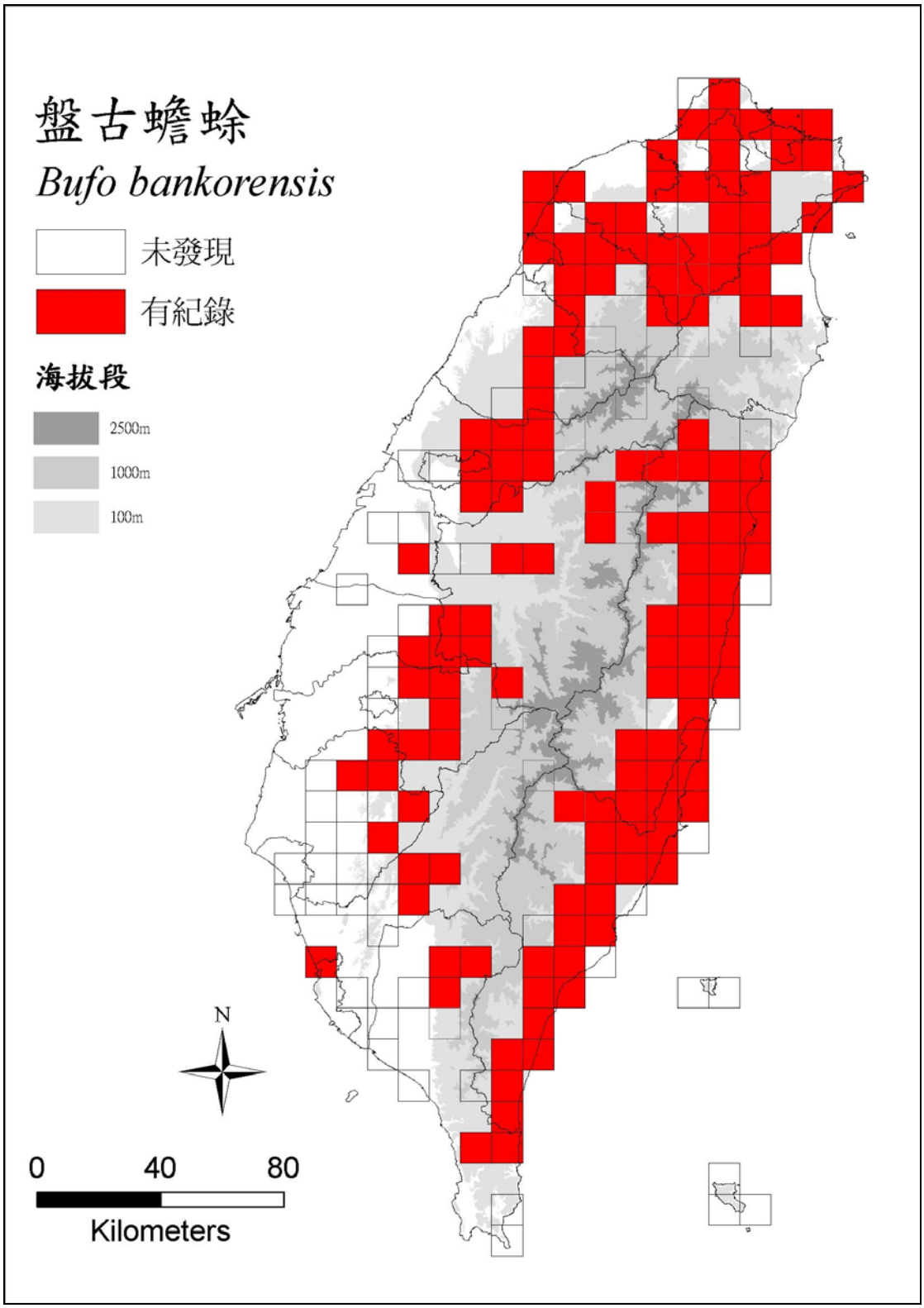

圖 3-7 盤古蟾蜍分佈網格圖。

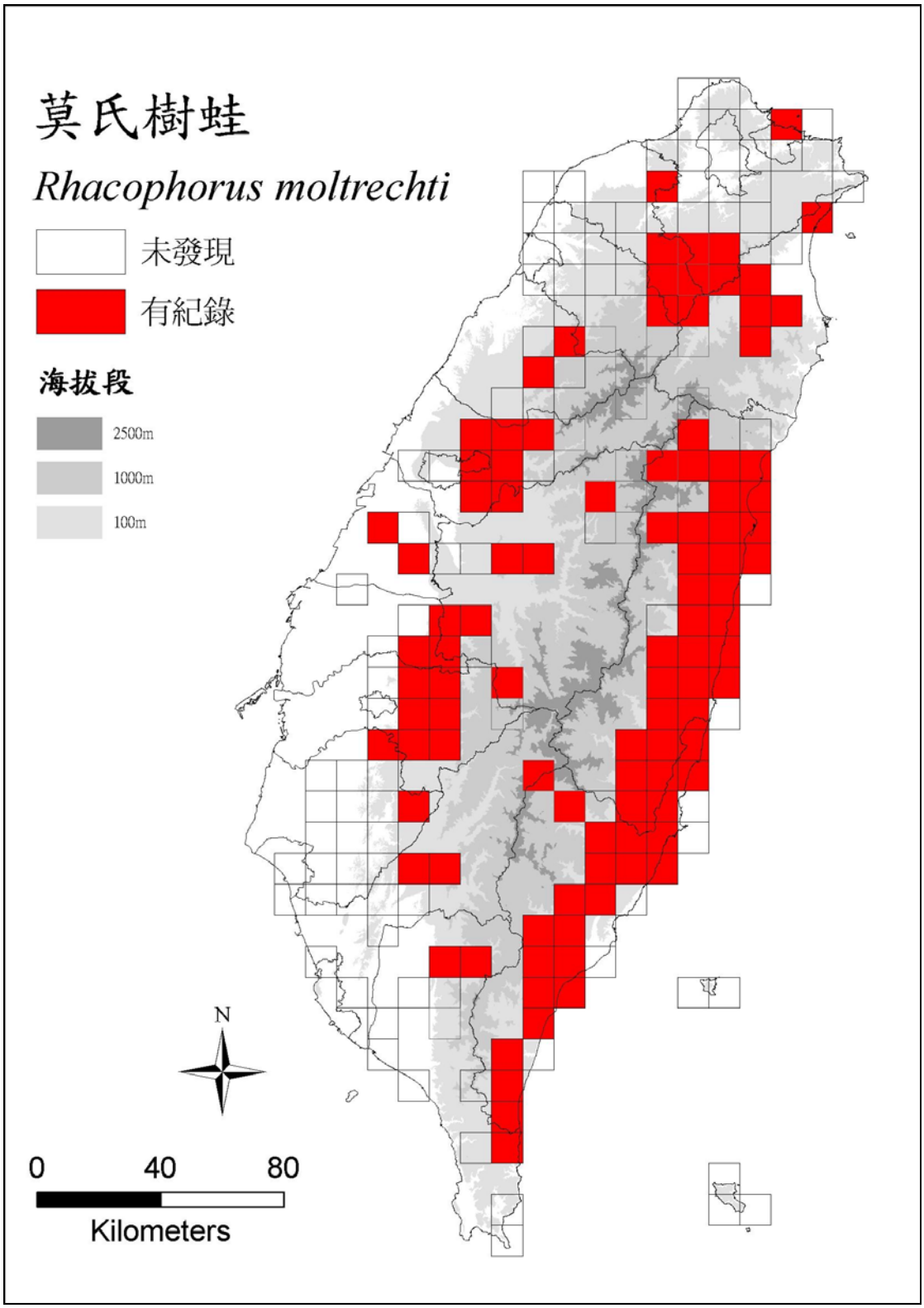

圖 3-8 莫氏樹蛙分佈網格圖。

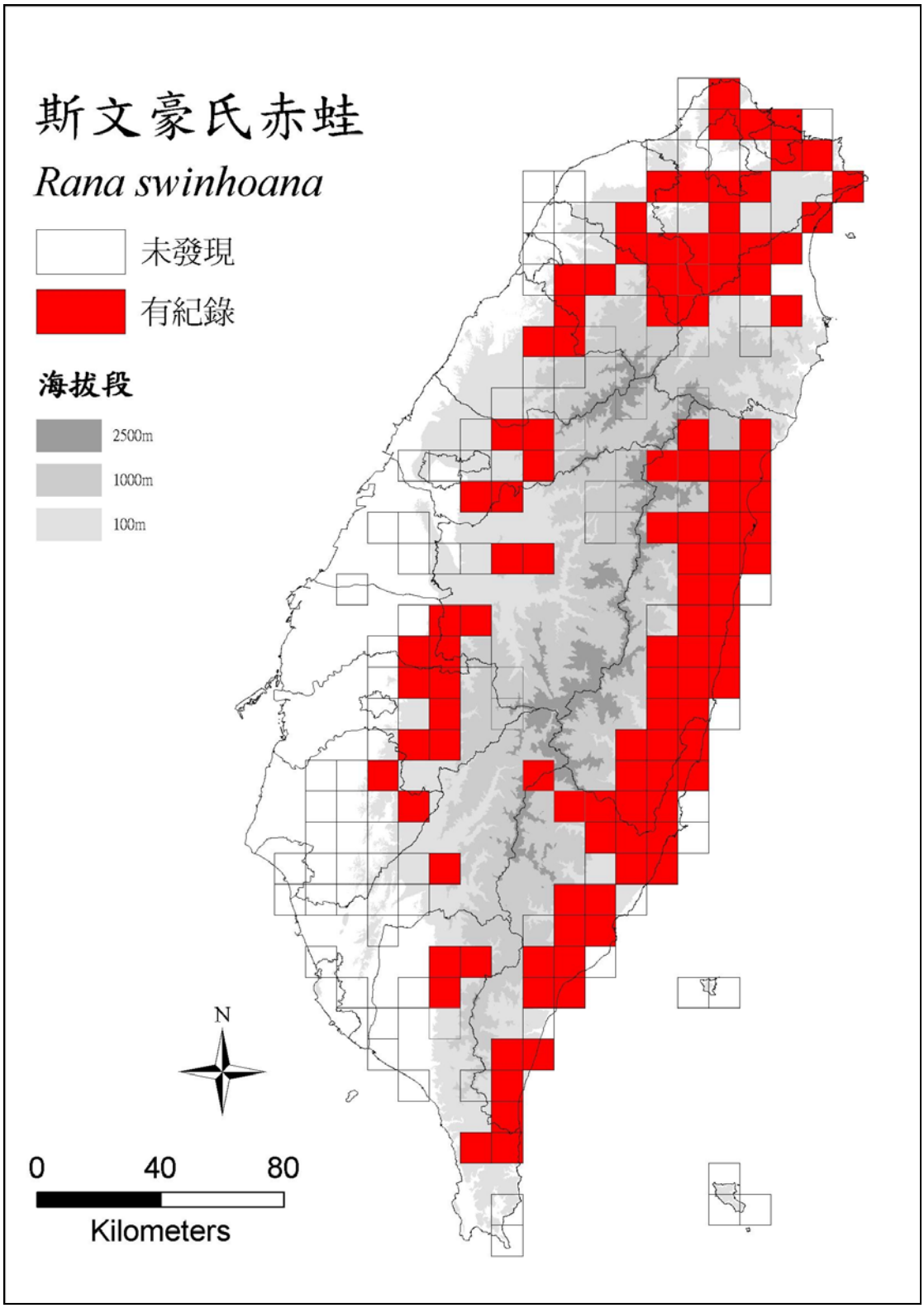

圖 3-9 斯文豪氏赤蛙分佈網格圖。

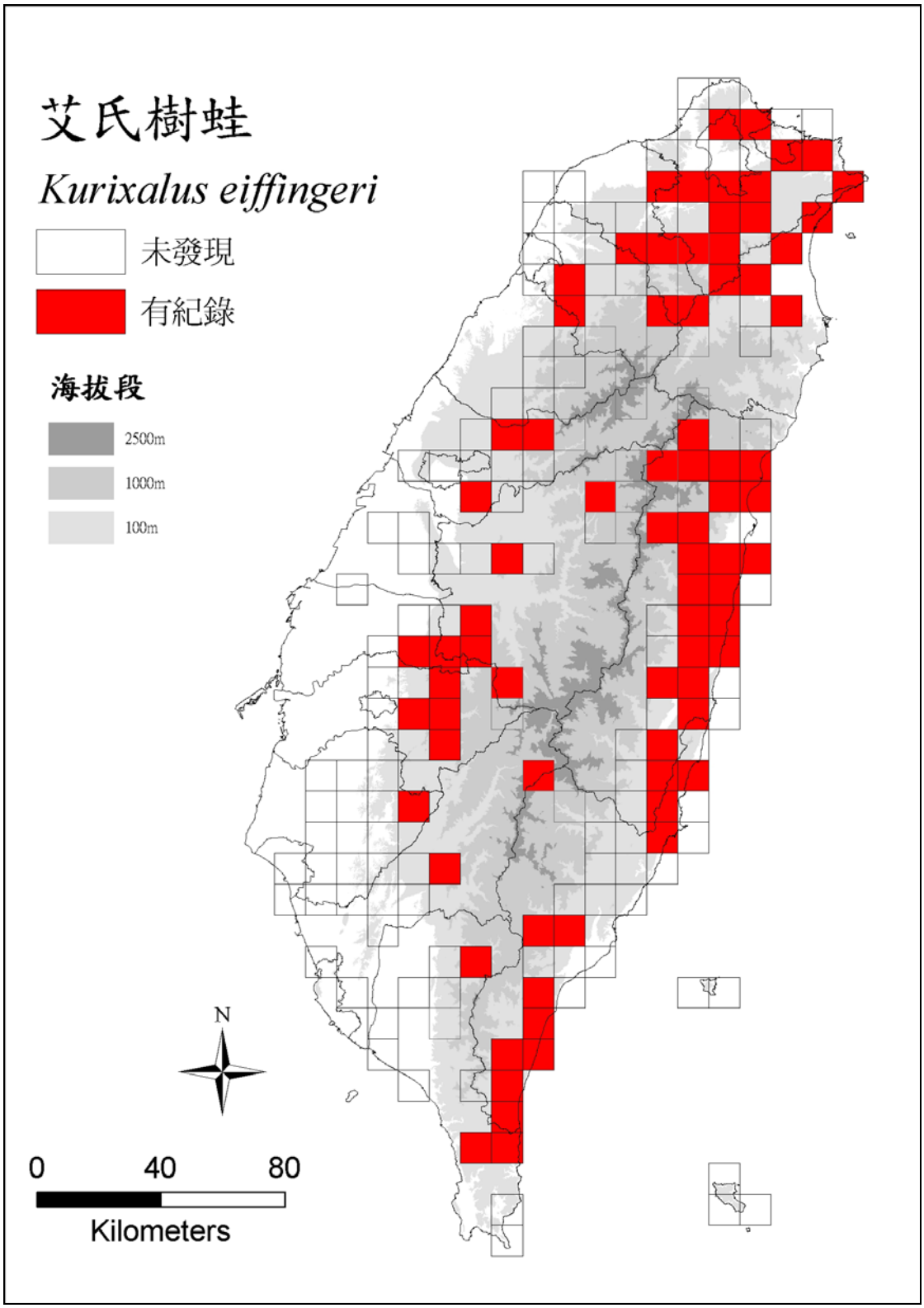

圖 3-10 艾氏樹蛙分佈網格圖。

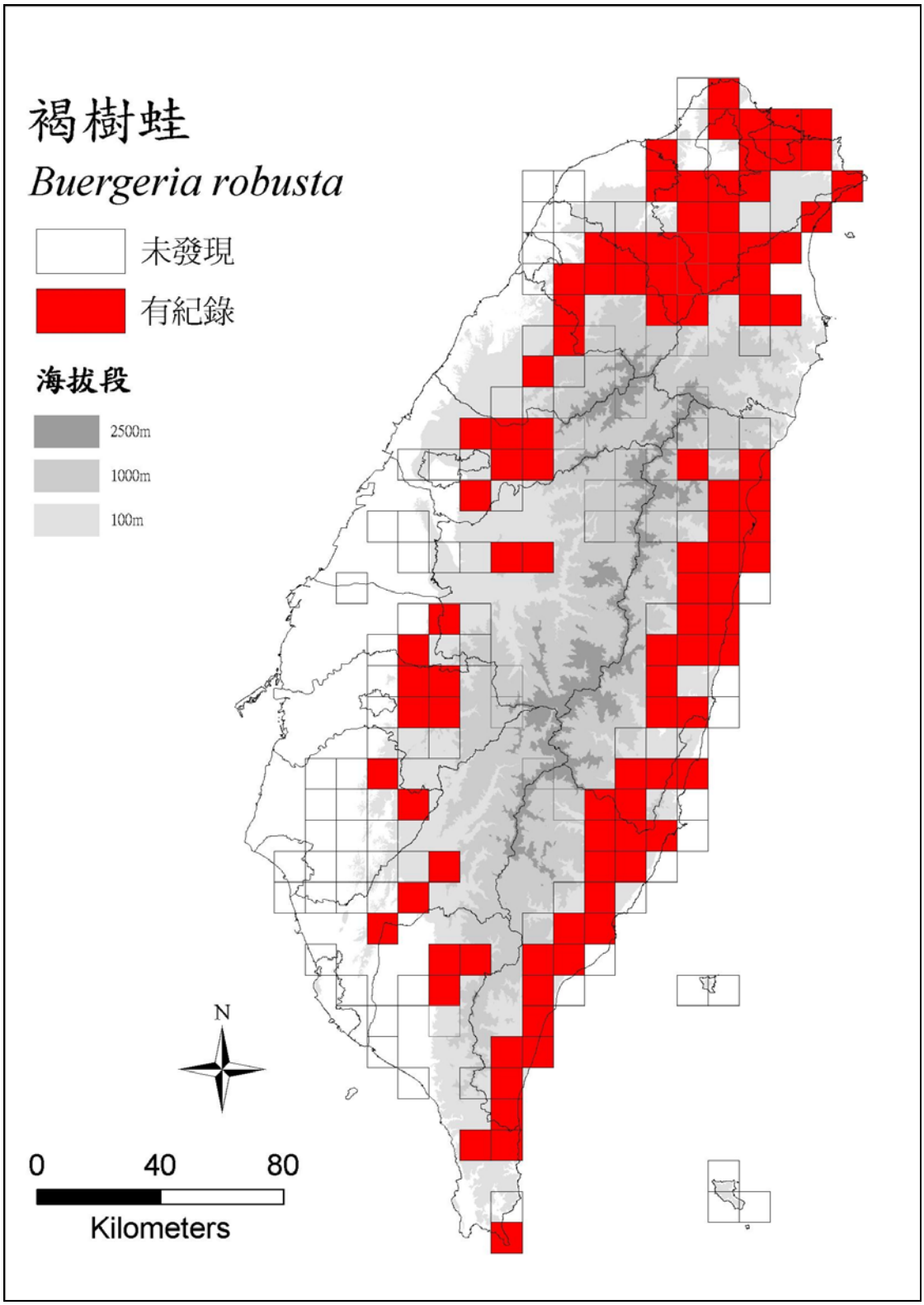

圖 3-11 褐樹蛙分佈網格圖。

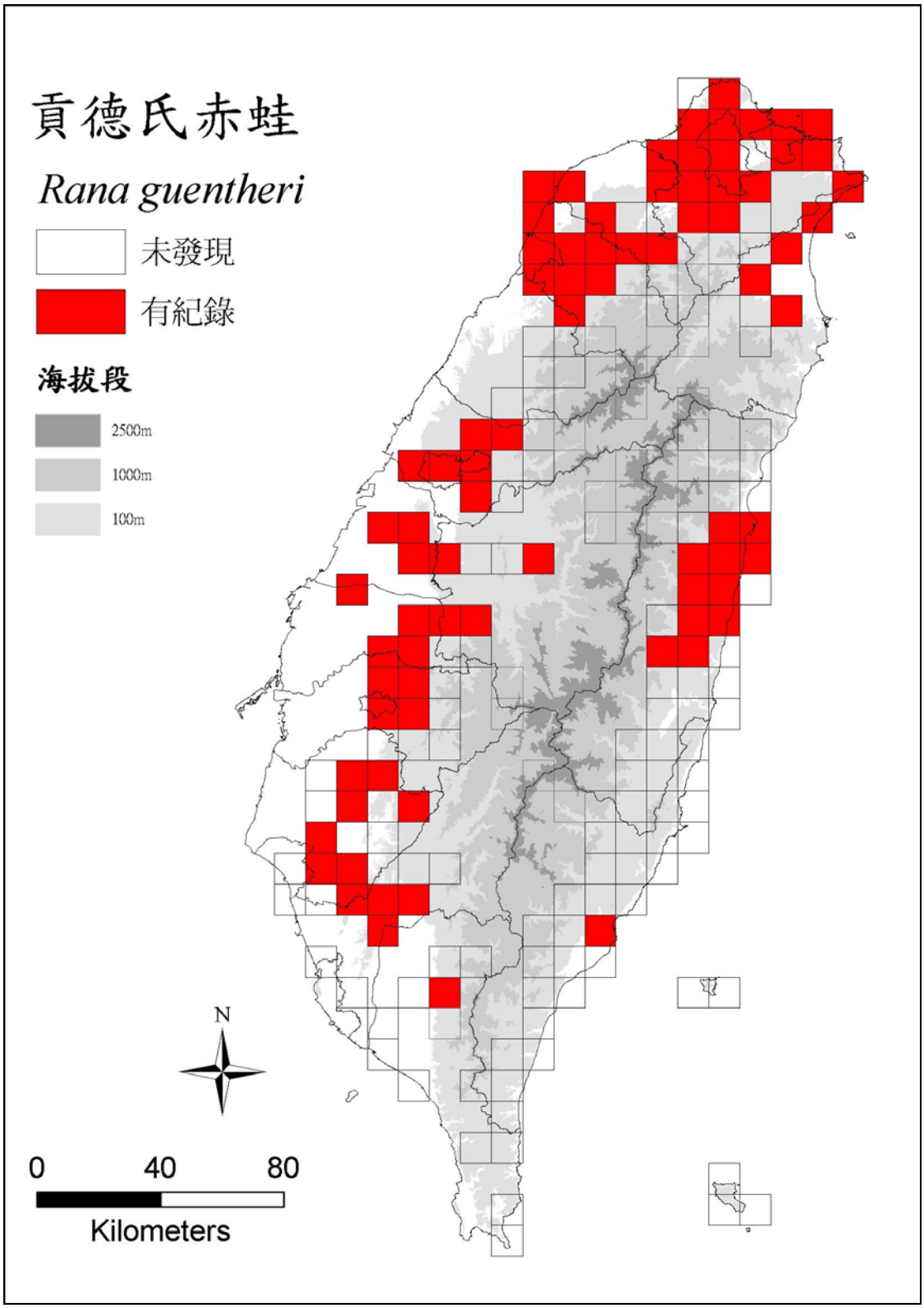

圖 3-12 貢德氏赤蛙分佈網格圖。

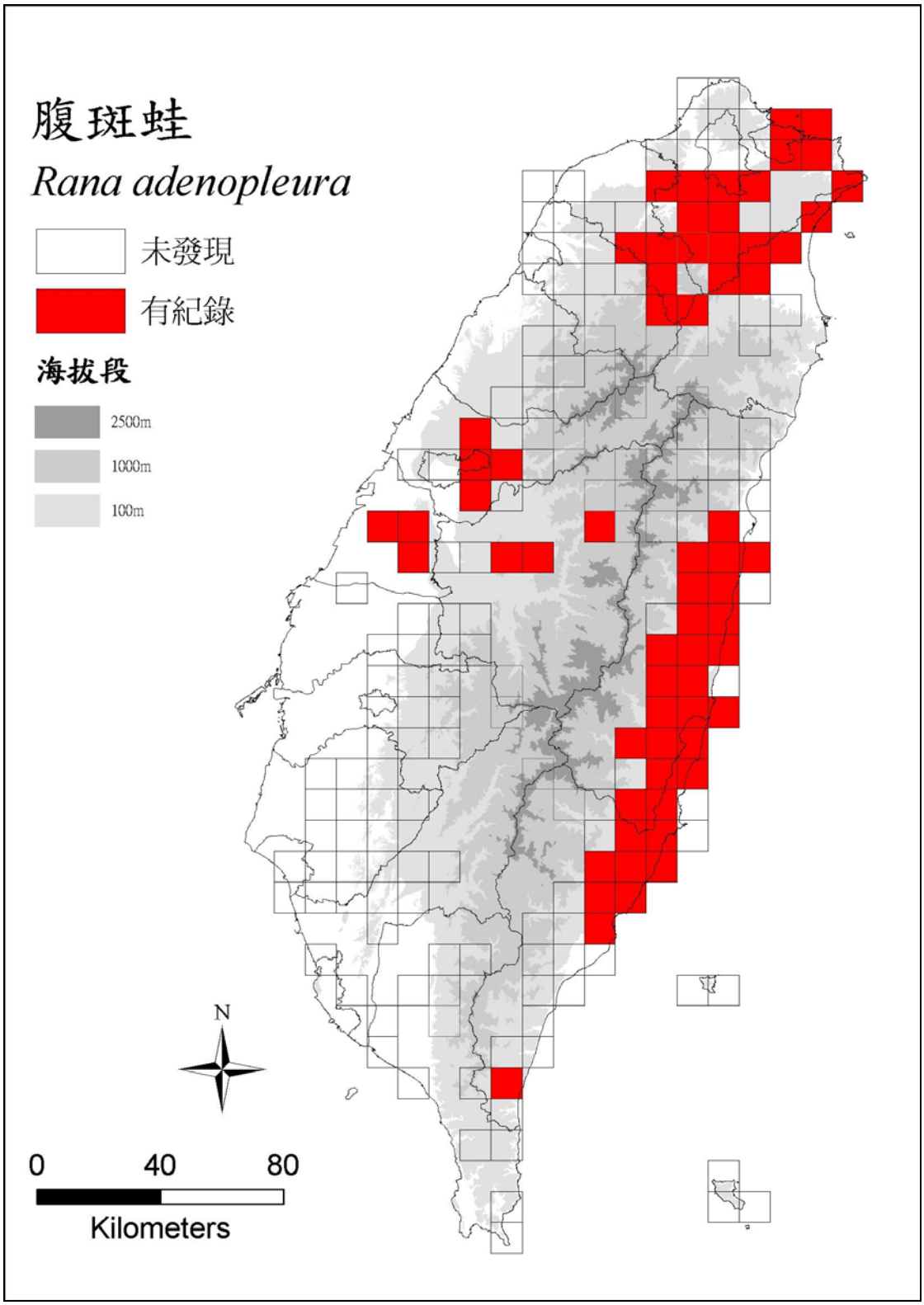

圖 3-13 腹斑蛙分佈網格圖。

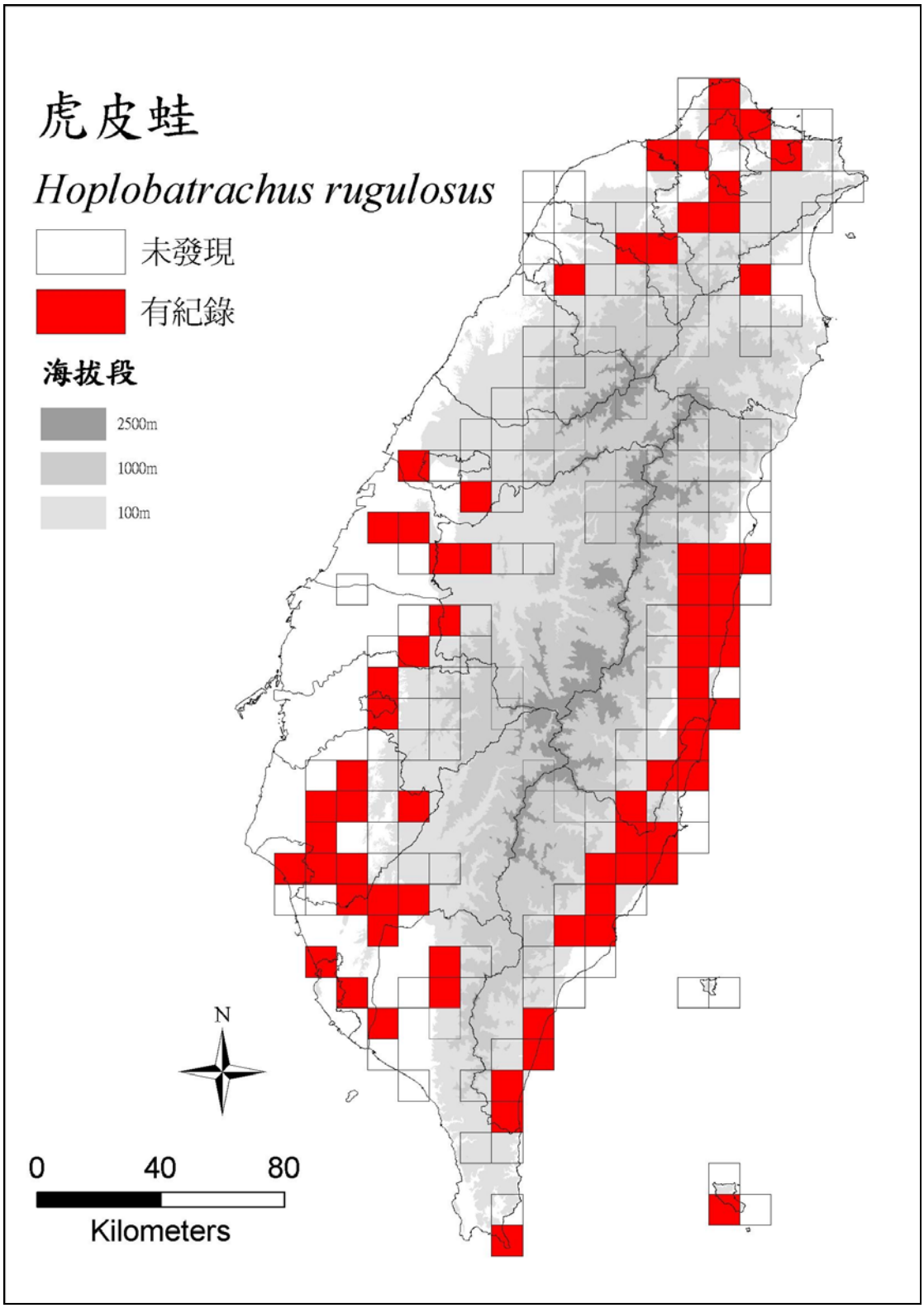

圖 3-14 虎皮蛙分佈網格圖。

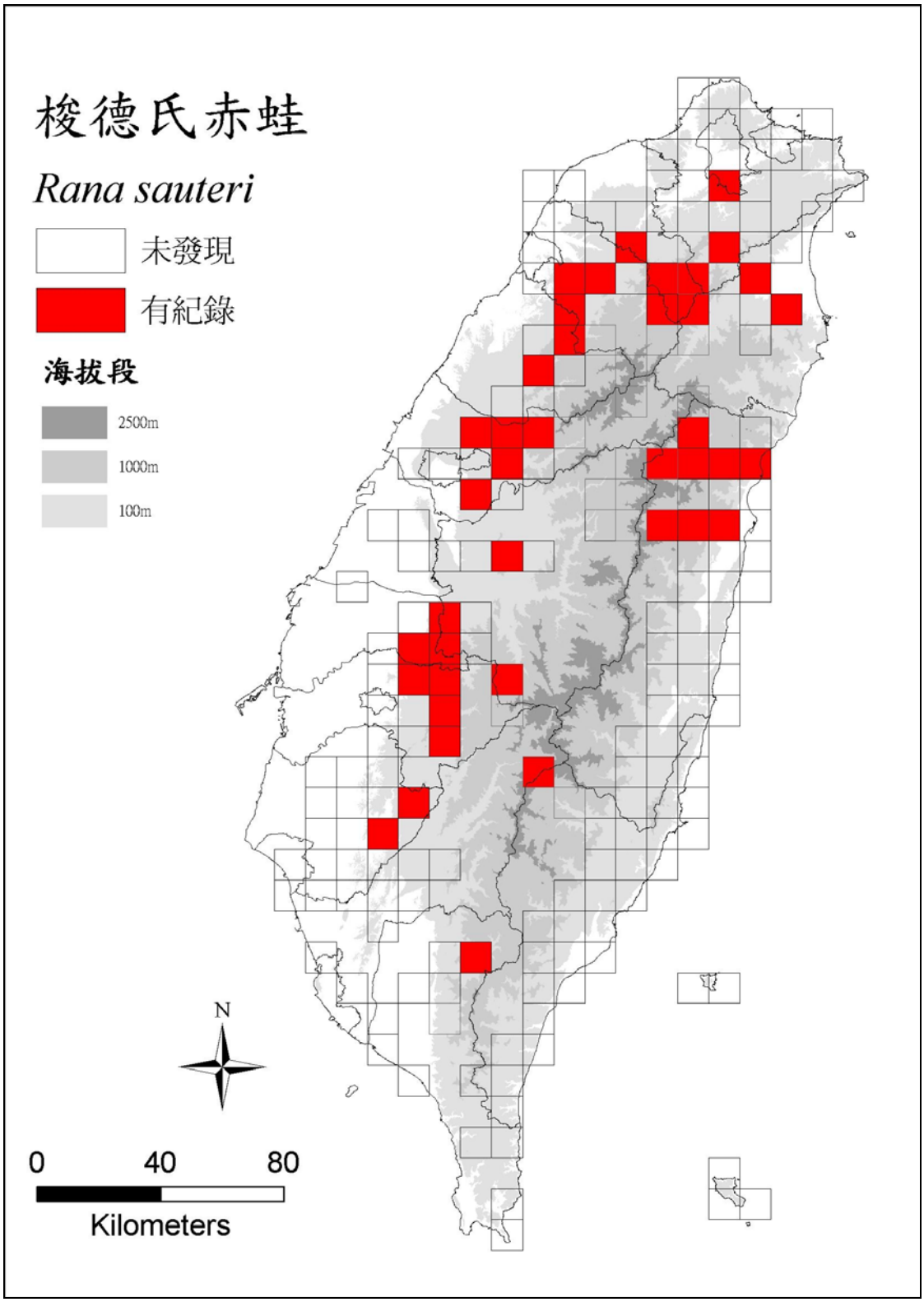

圖 3-15 梭德氏赤蛙分佈網格圖。

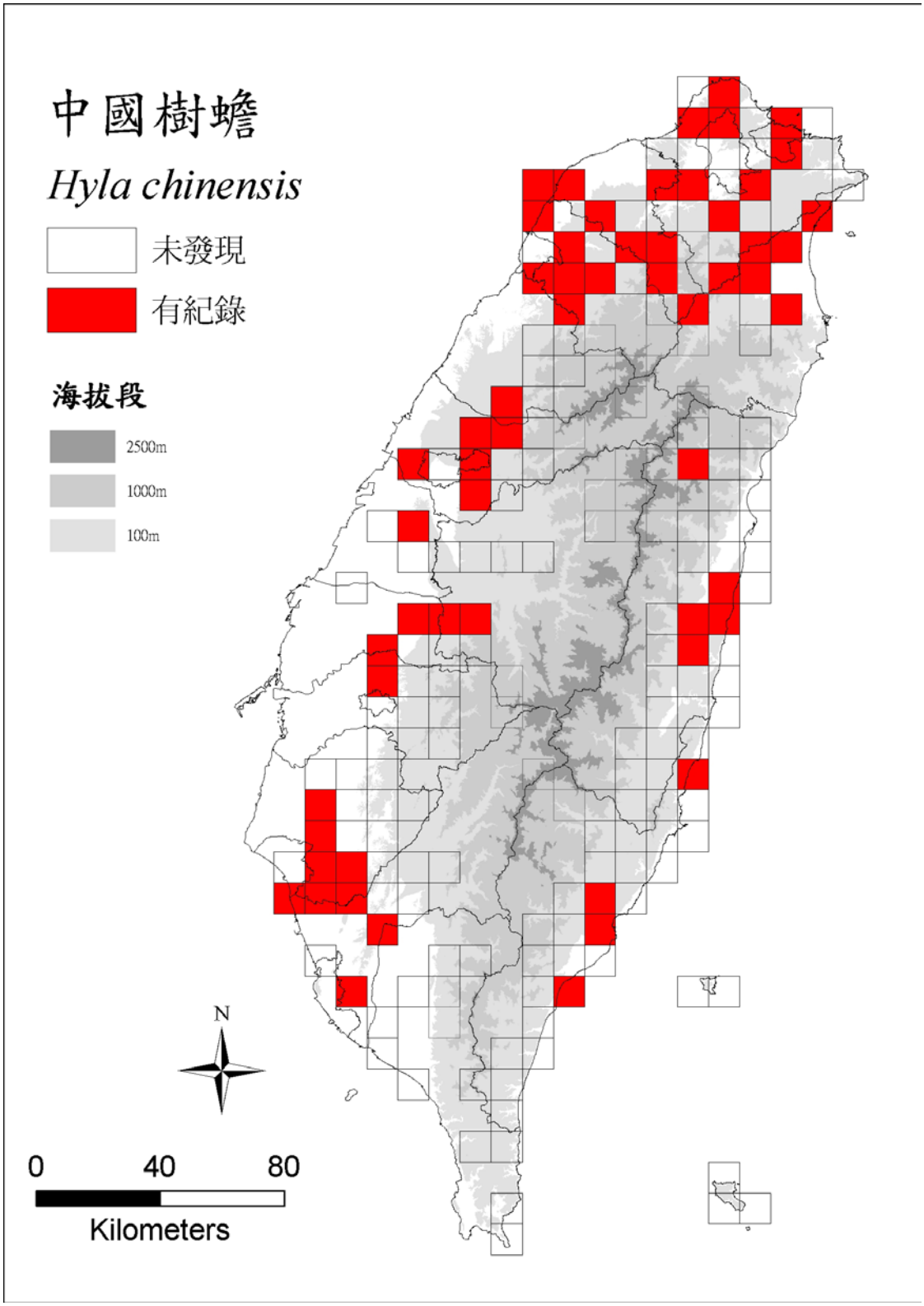

圖 3-16 中國樹蟾分佈網格圖。

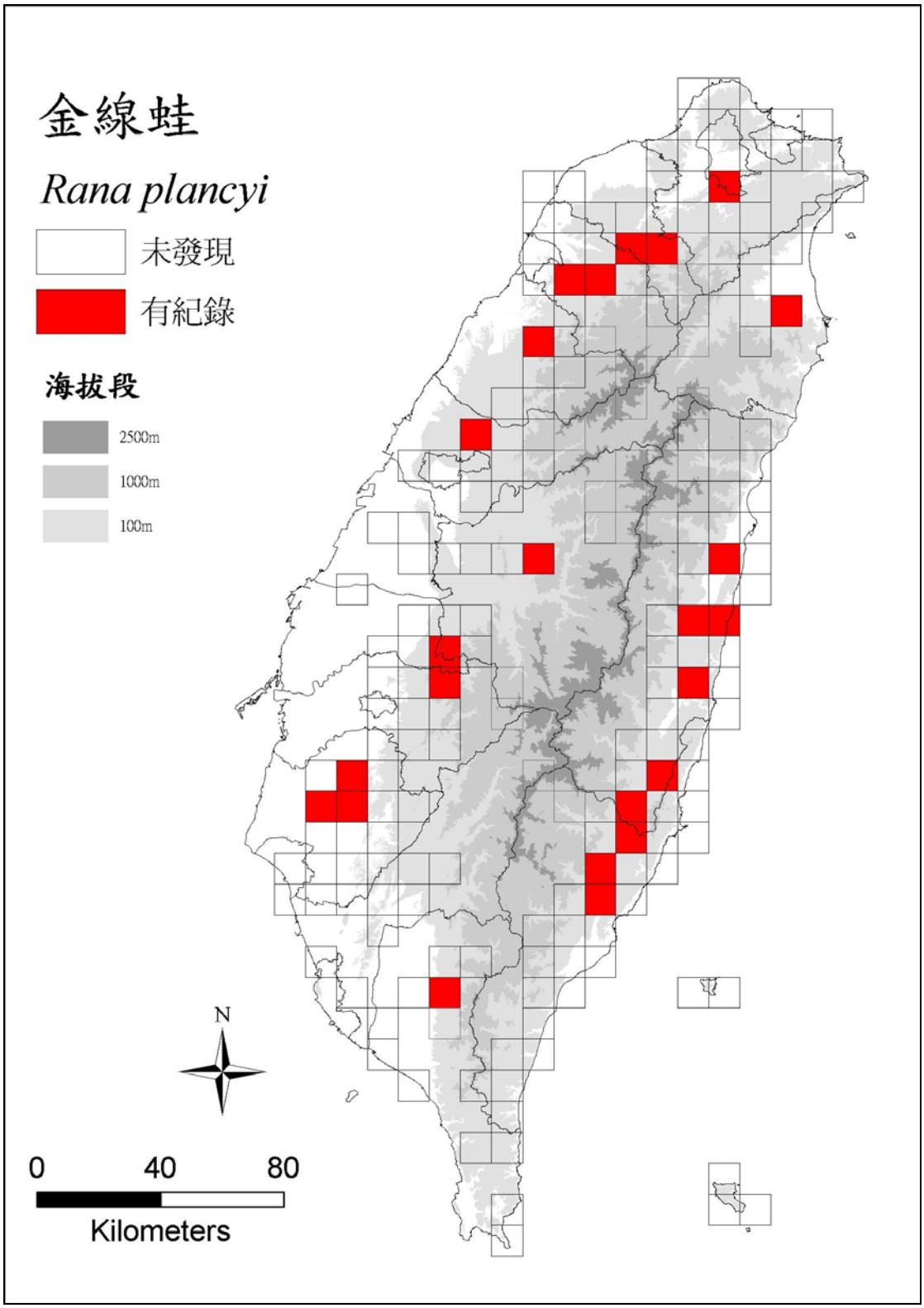

圖 3-17 金線蛙分佈網格圖。

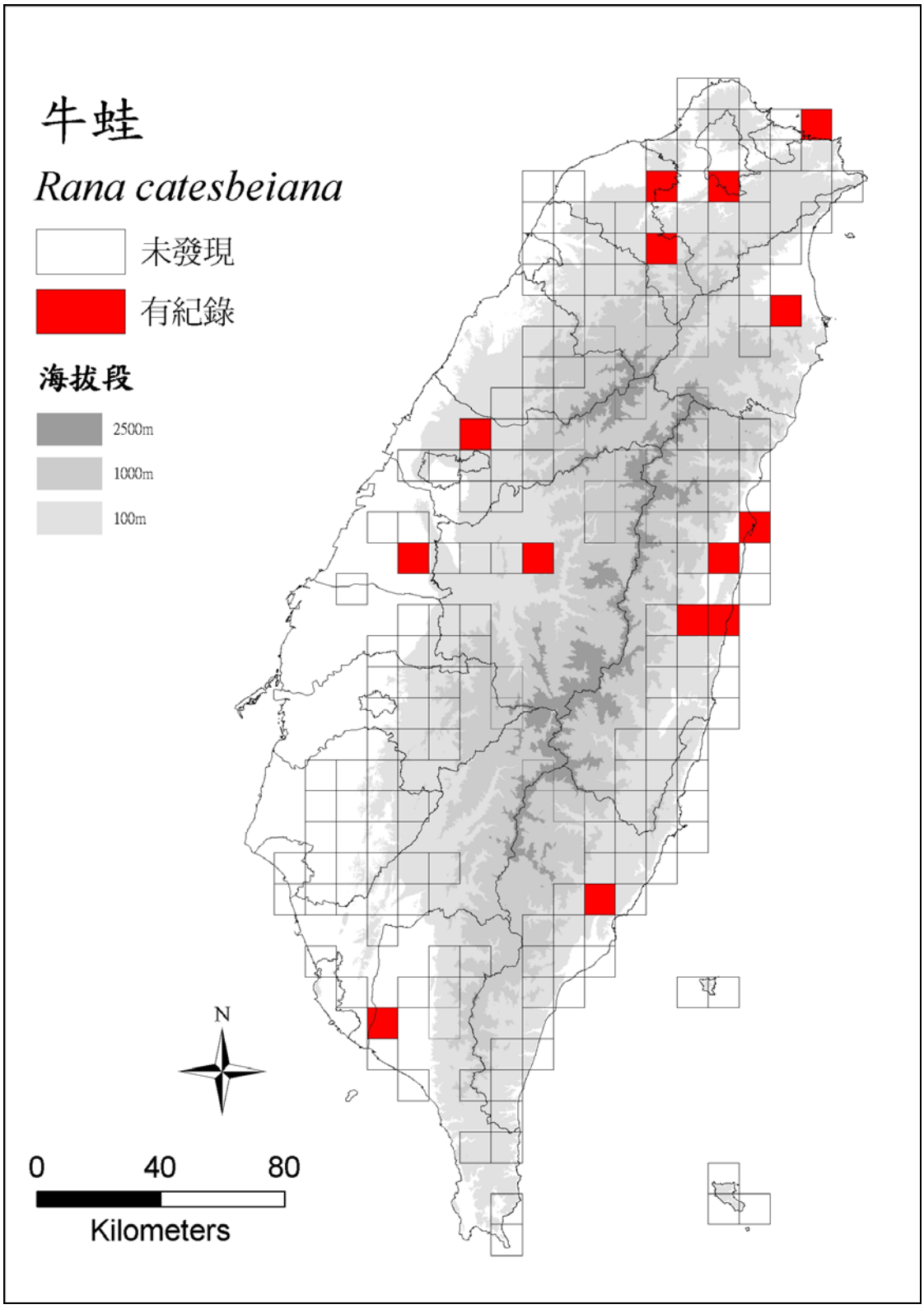

圖 3-18 牛蛙分佈網格圖。

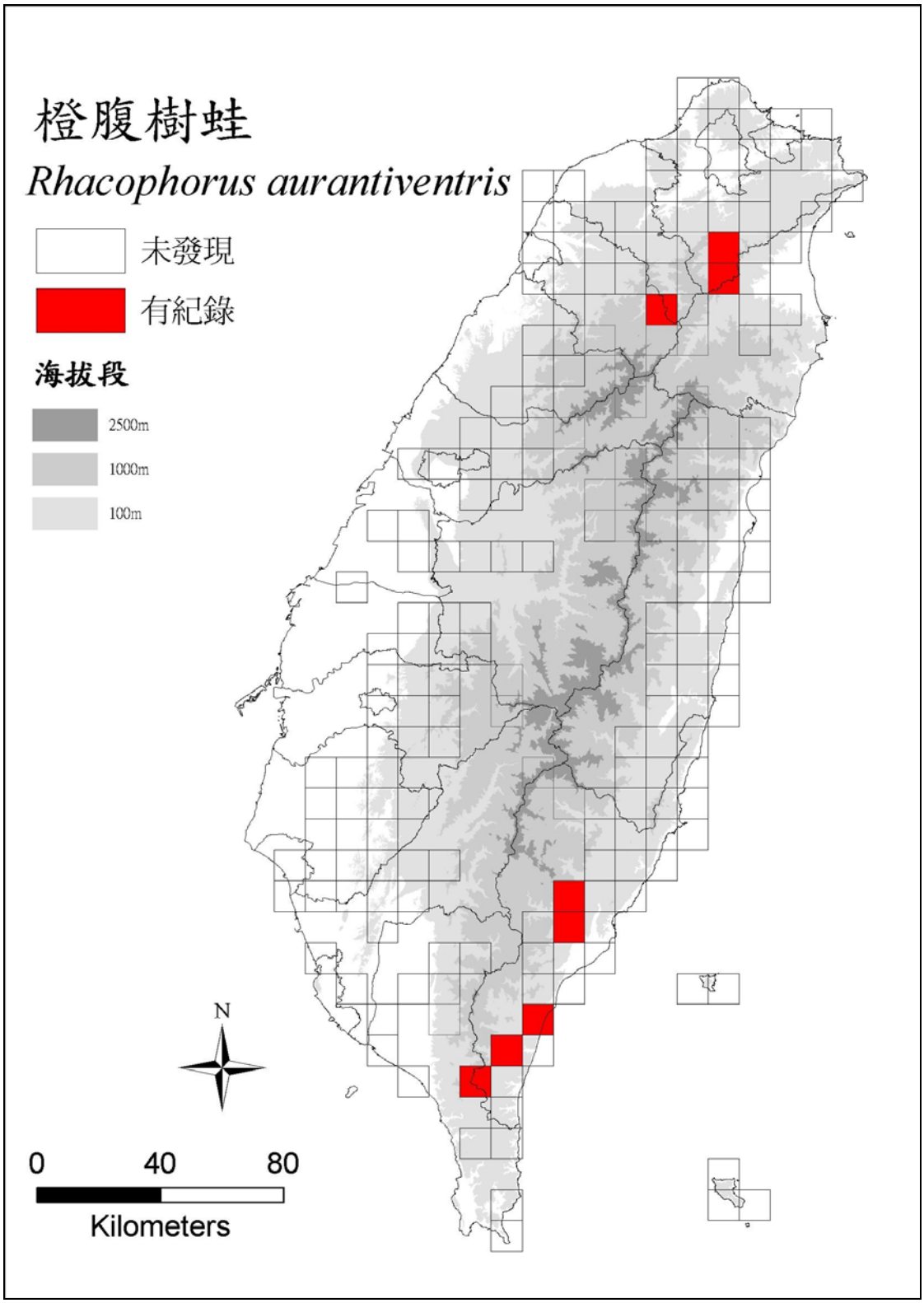

圖 3-19 橙腹樹蛙分佈網格圖。

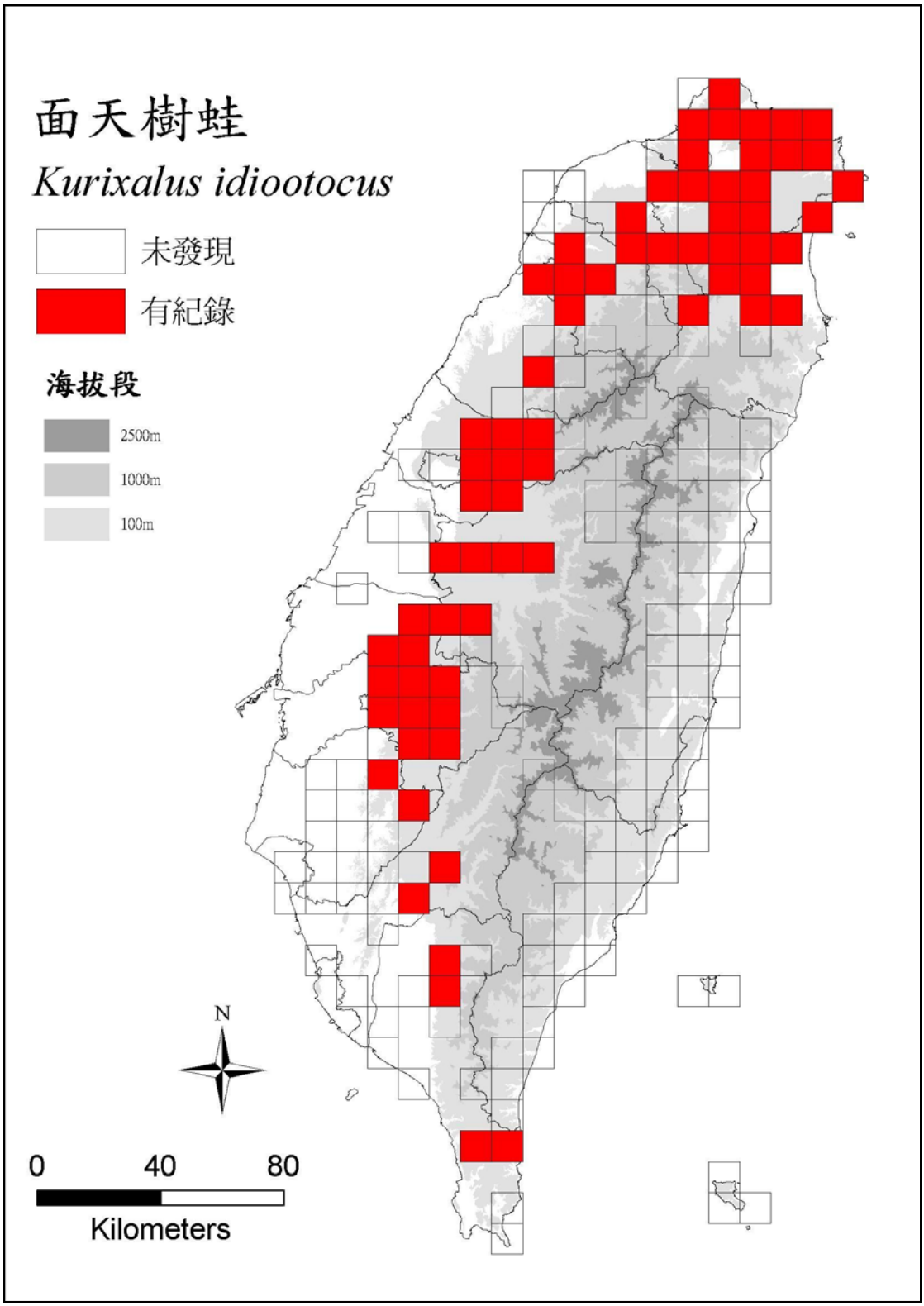

圖 3-20 面天樹蛙分佈網格圖。

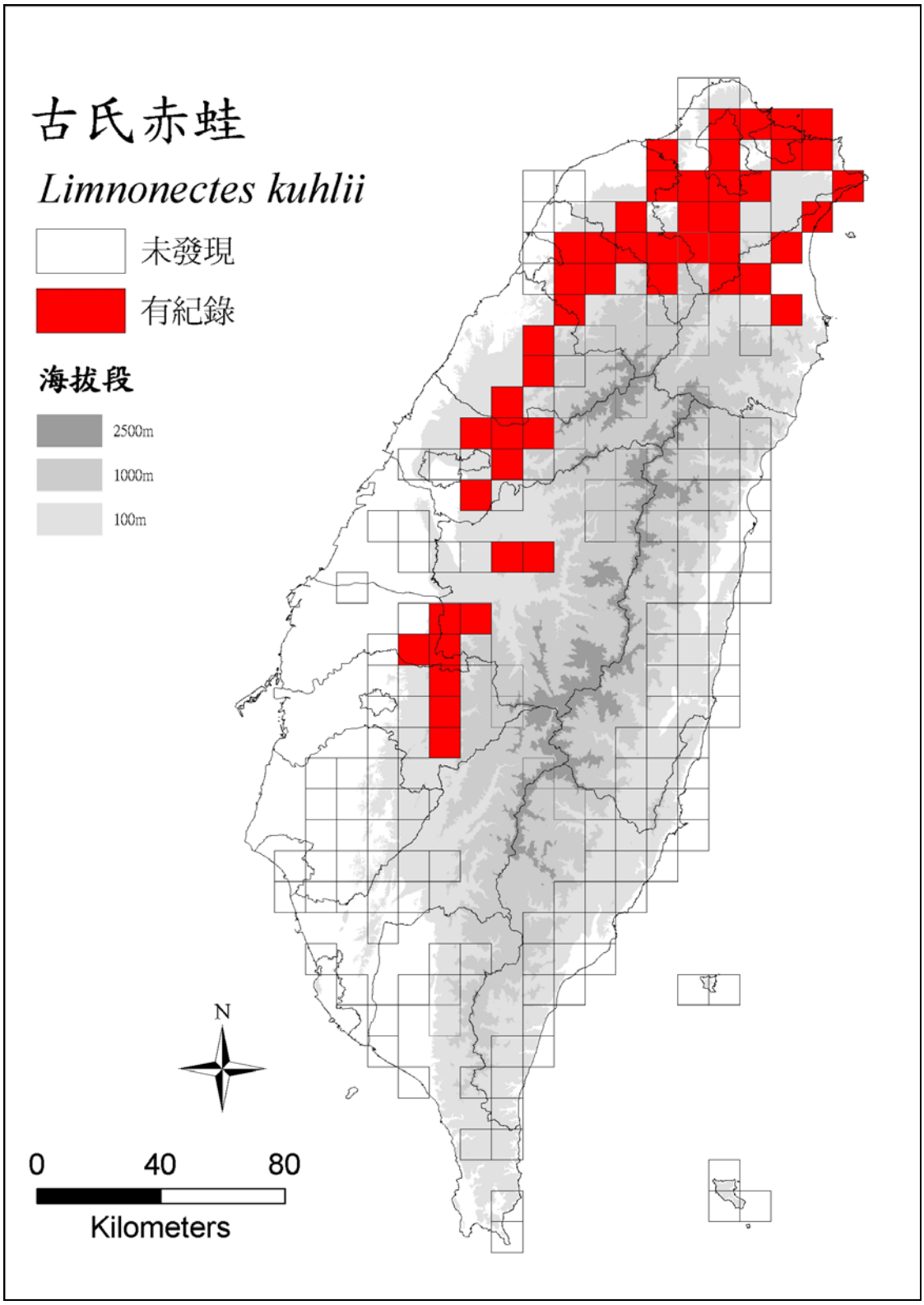

圖 3-21 古氏赤蛙分佈網格圖。

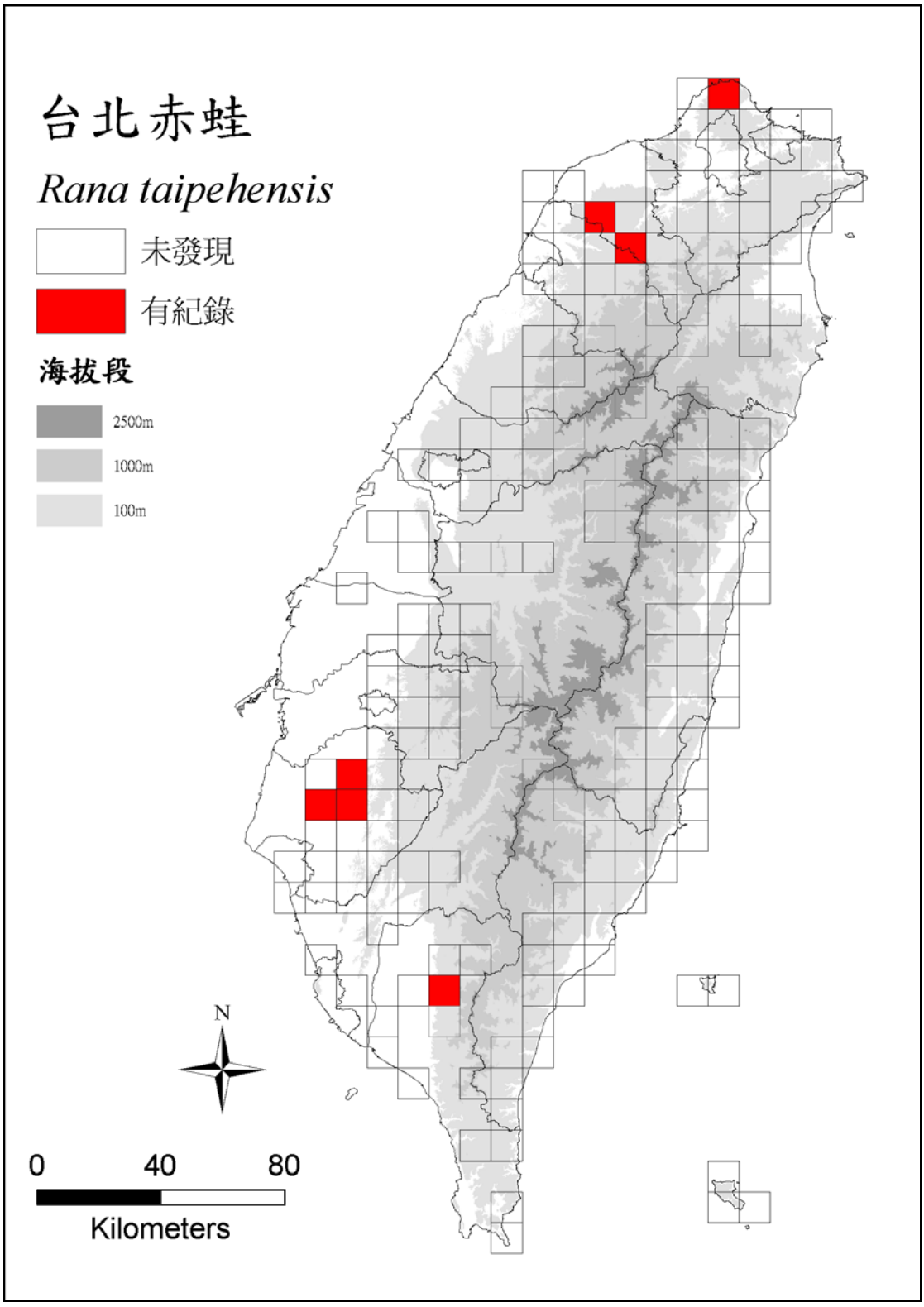

圖 3-22 台北赤蛙分佈網格圖。

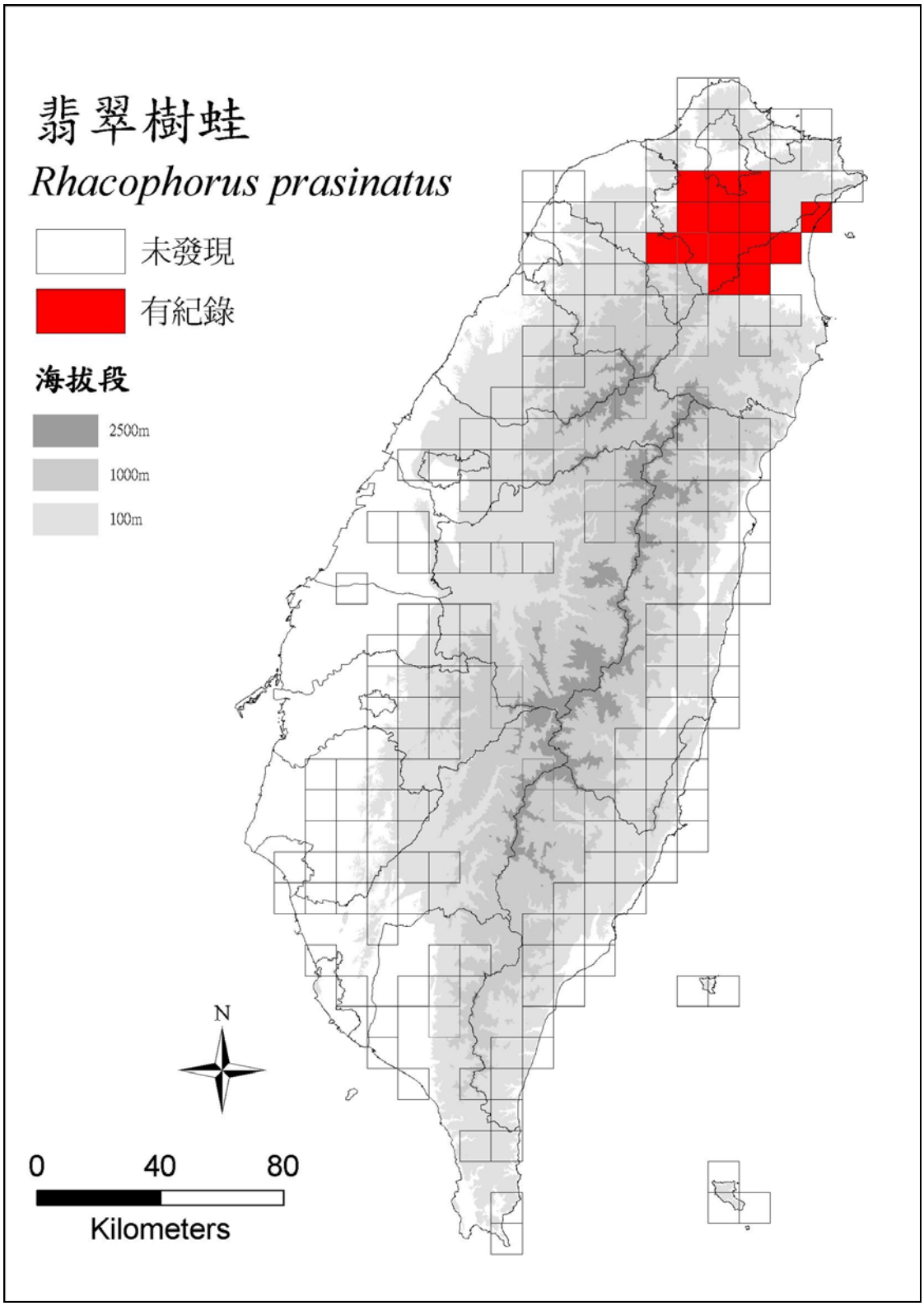

圖 3-23 翡翠樹蛙分佈網格圖。

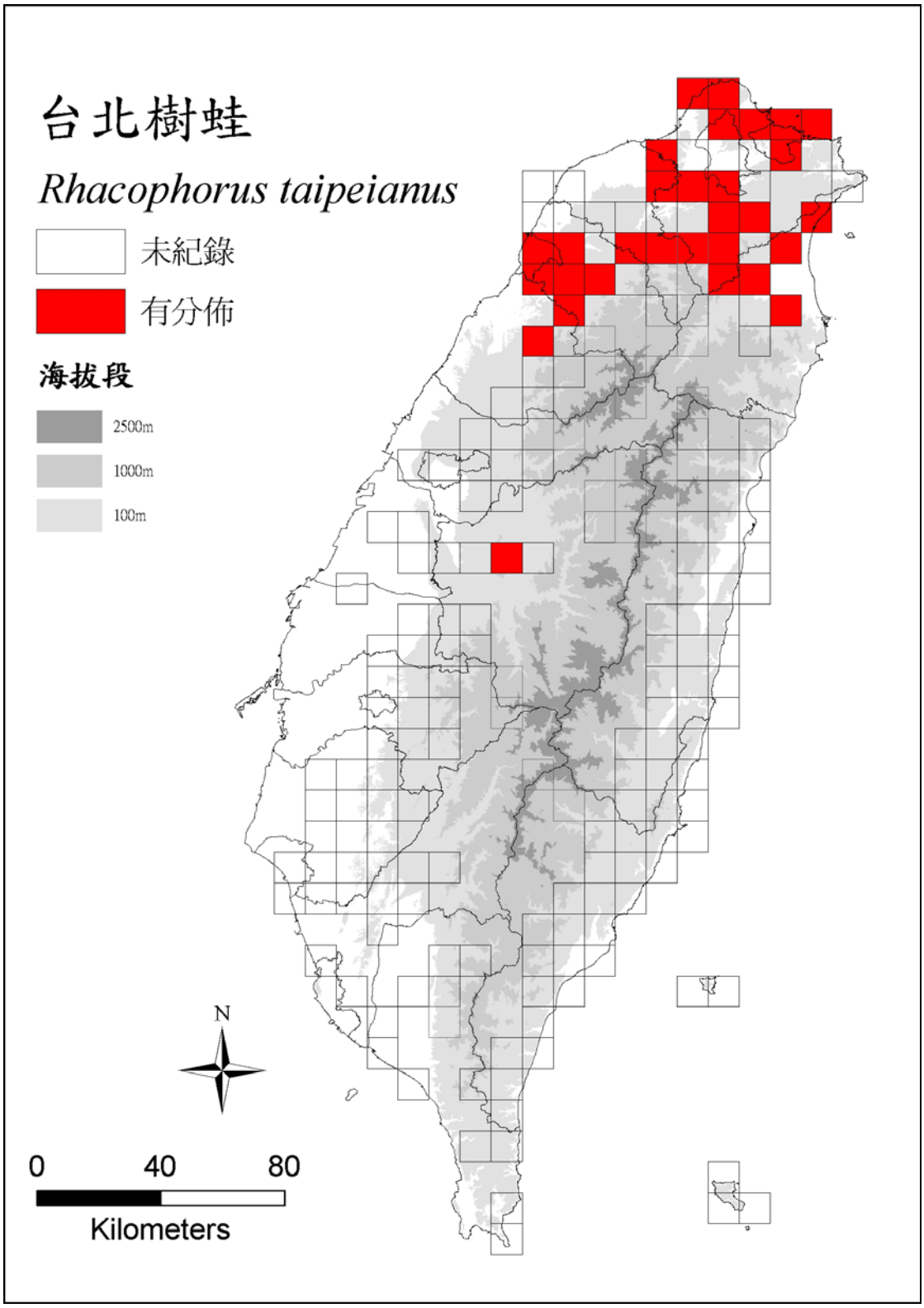

圖 3-24 台北樹蛙分佈網格圖。

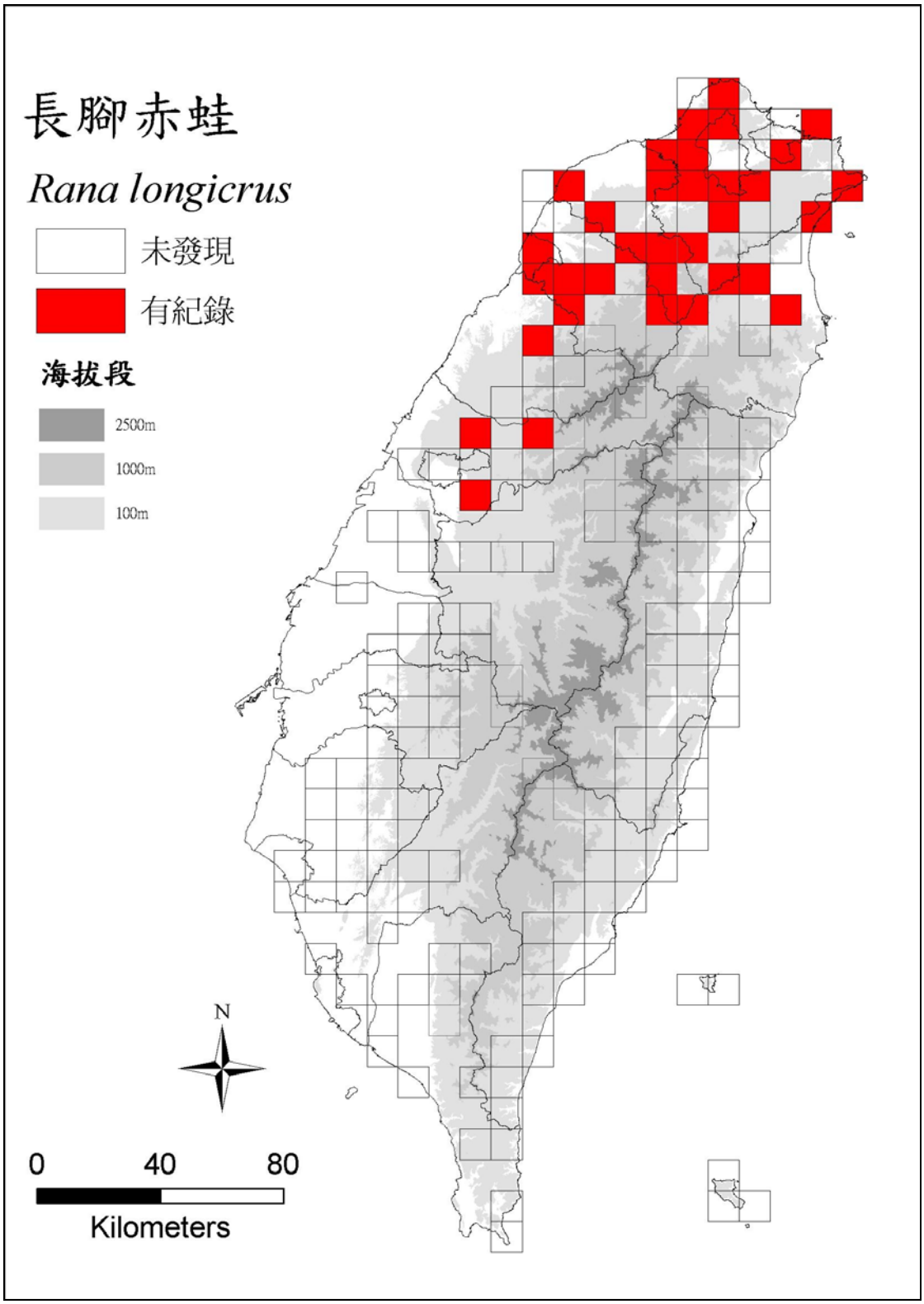

圖 3-25 長腳赤蛙分佈網格圖。

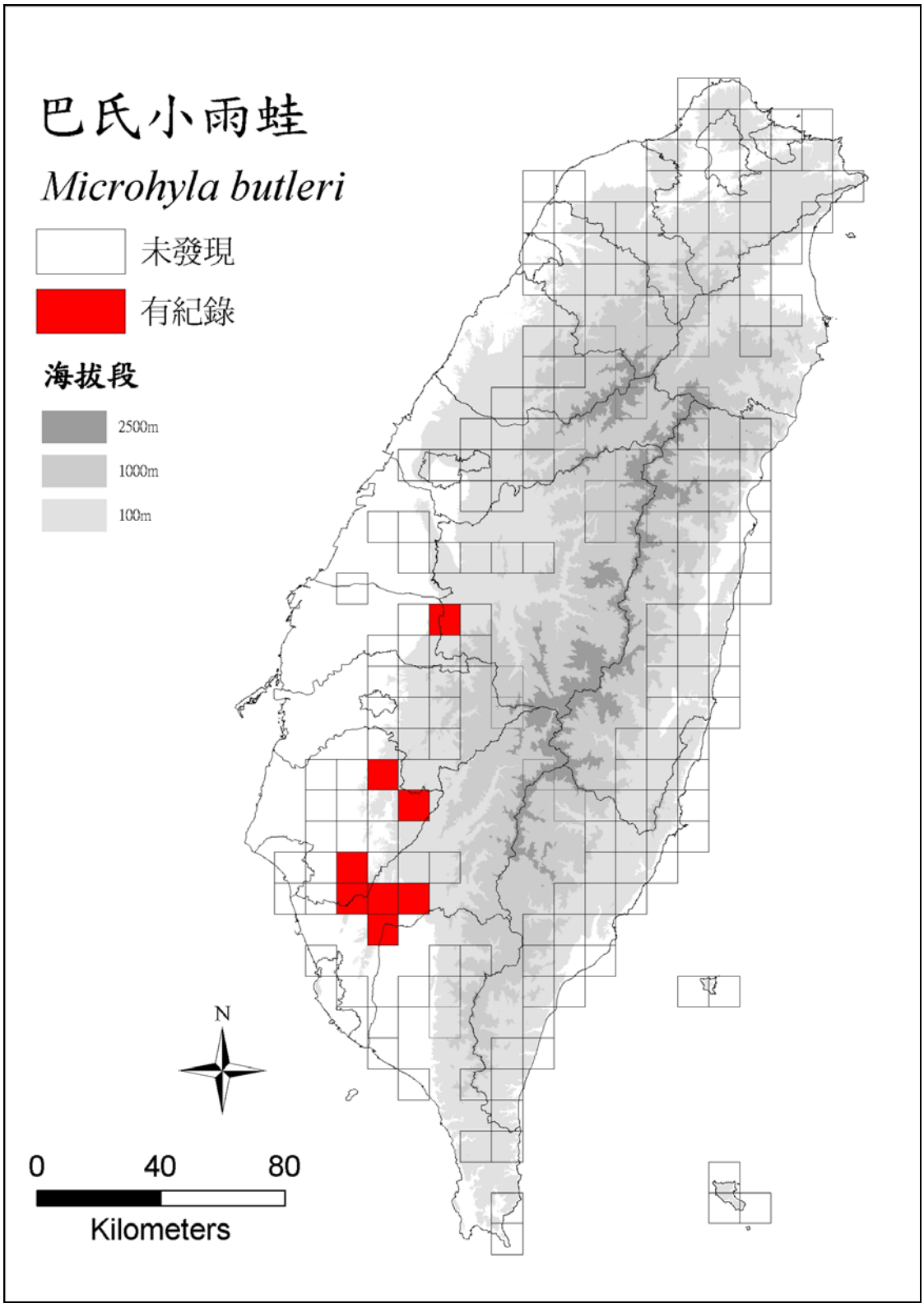

圖 3-26 巴氏小雨蛙分佈網格圖。

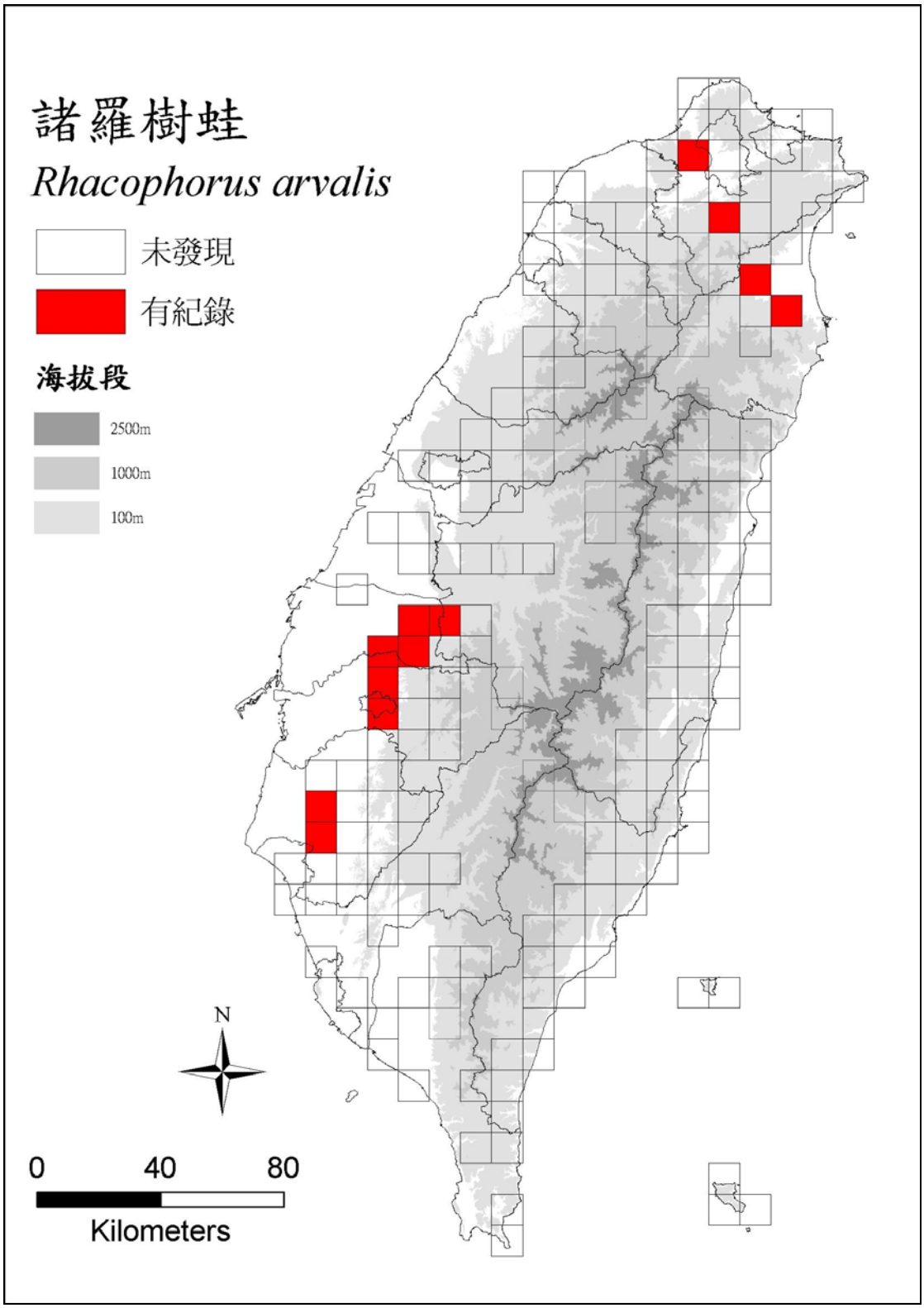

圖 3-27 諸羅樹蛙分佈網格圖。

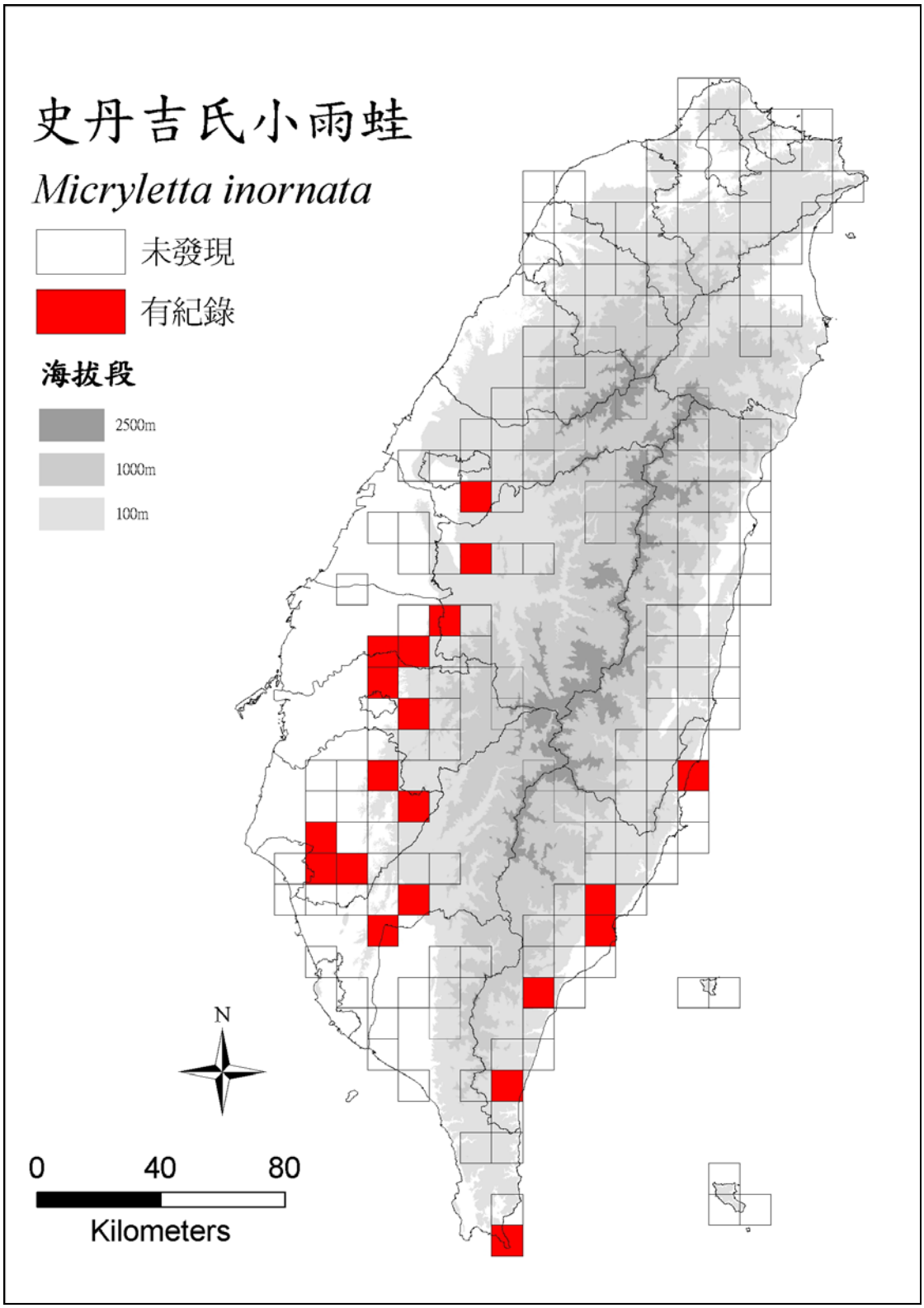

圖 3-28 史丹吉氏小雨蛙分佈網格圖。

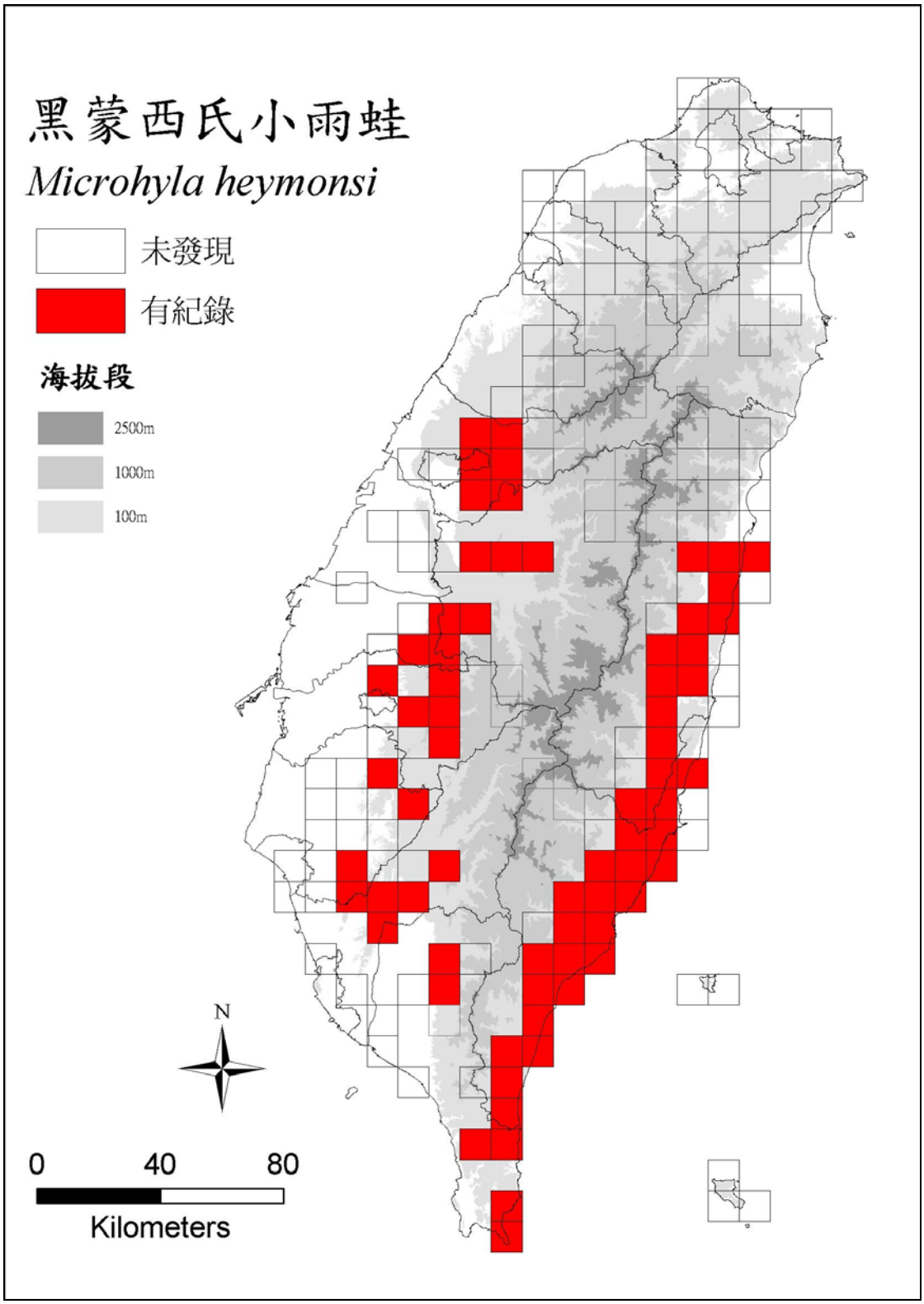

圖 3-29 黑蒙西氏小雨蛙分佈網格圖。

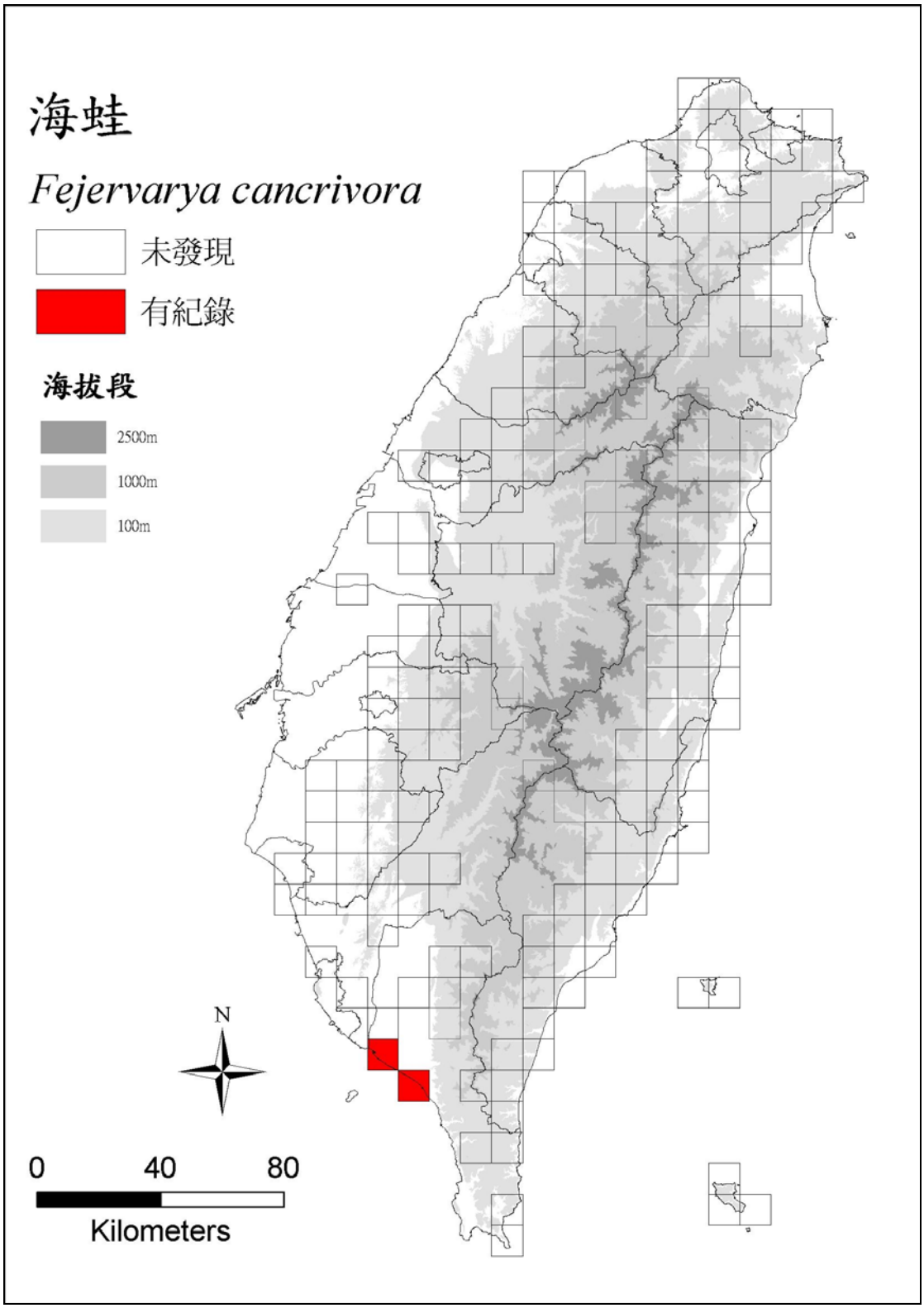

圖 3-30 海蛙分佈網格圖。

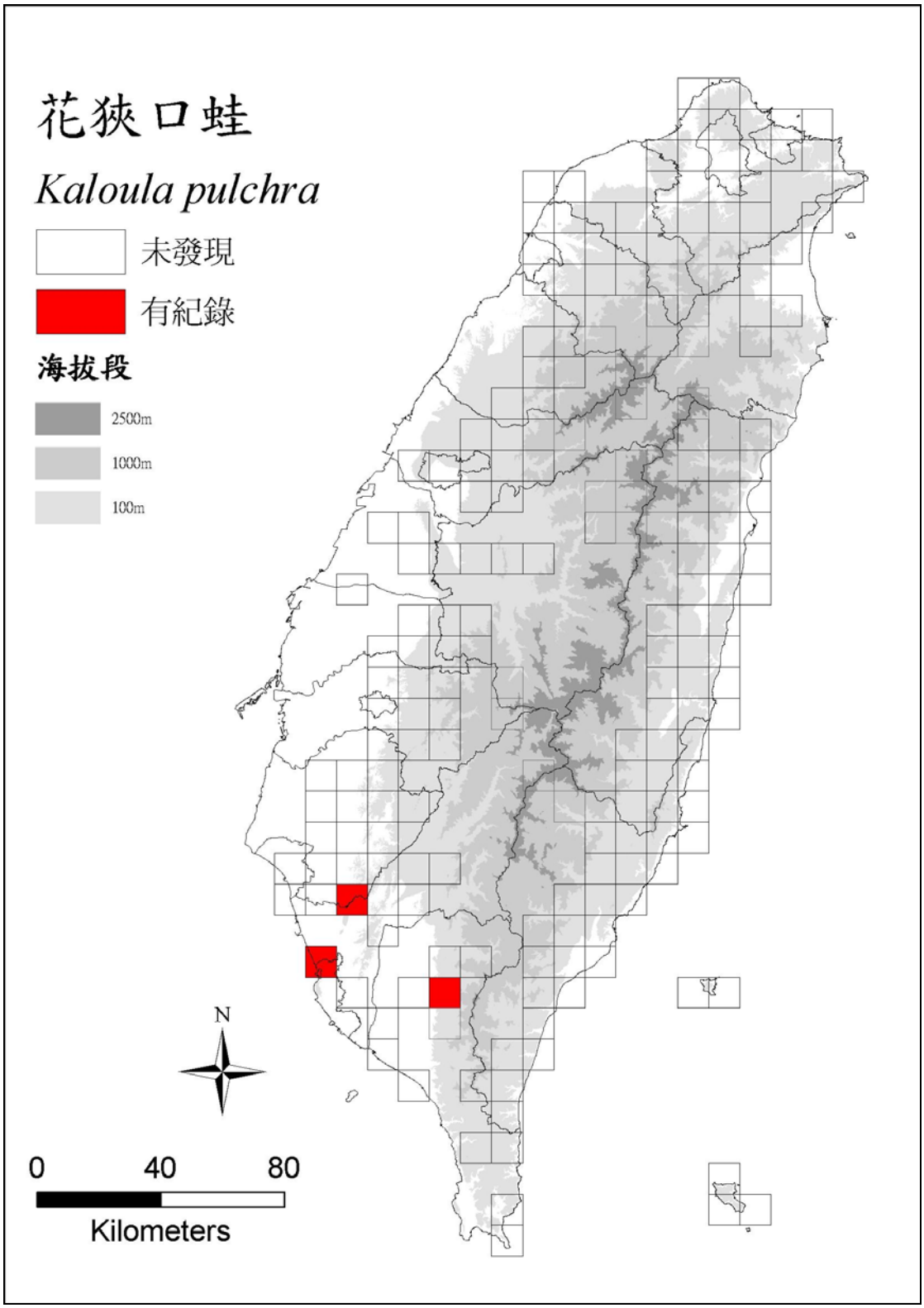

圖 3-31 花狹口蛙分佈網格圖。

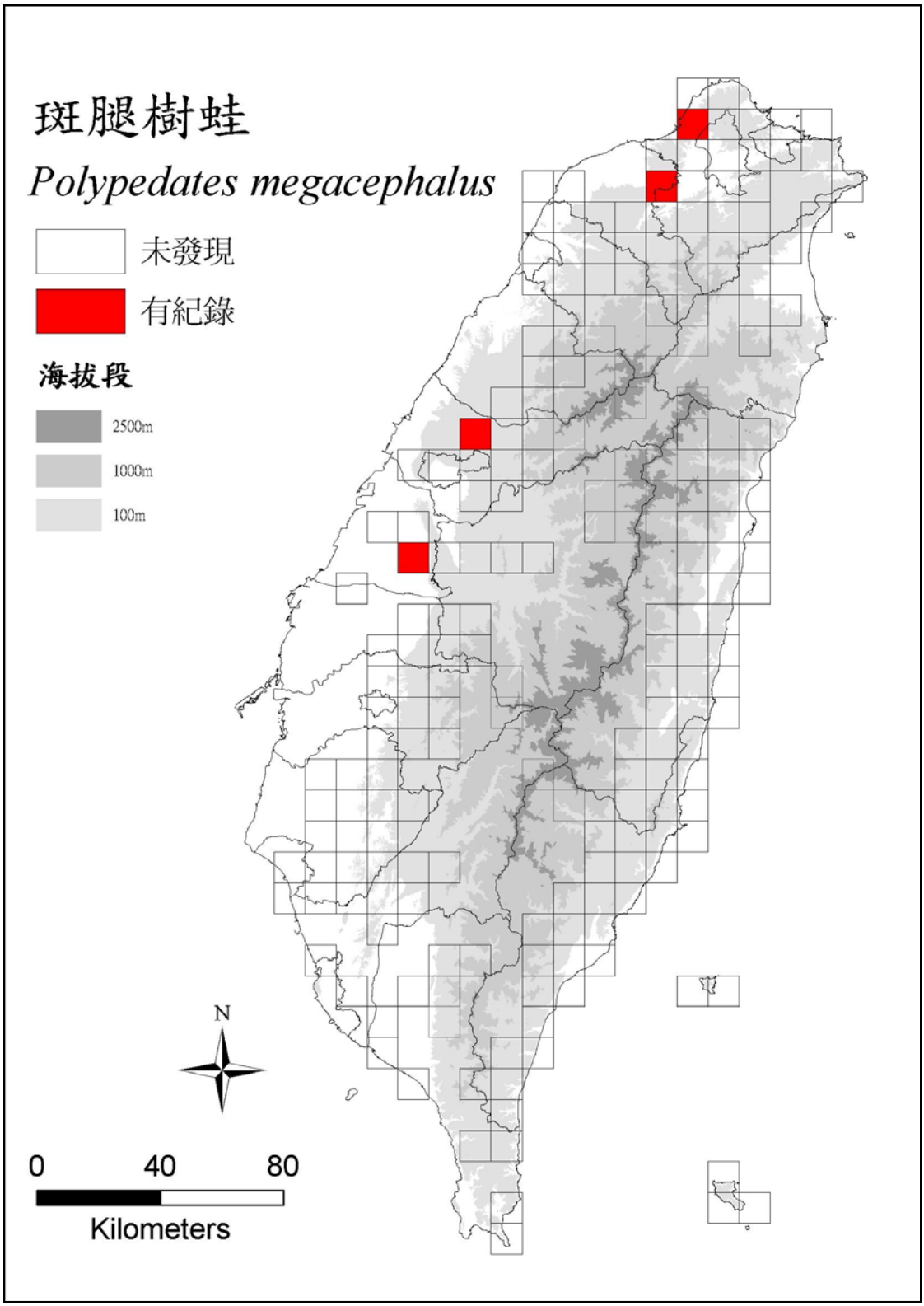

圖 3-32 斑腿樹蛙分佈網格圖。

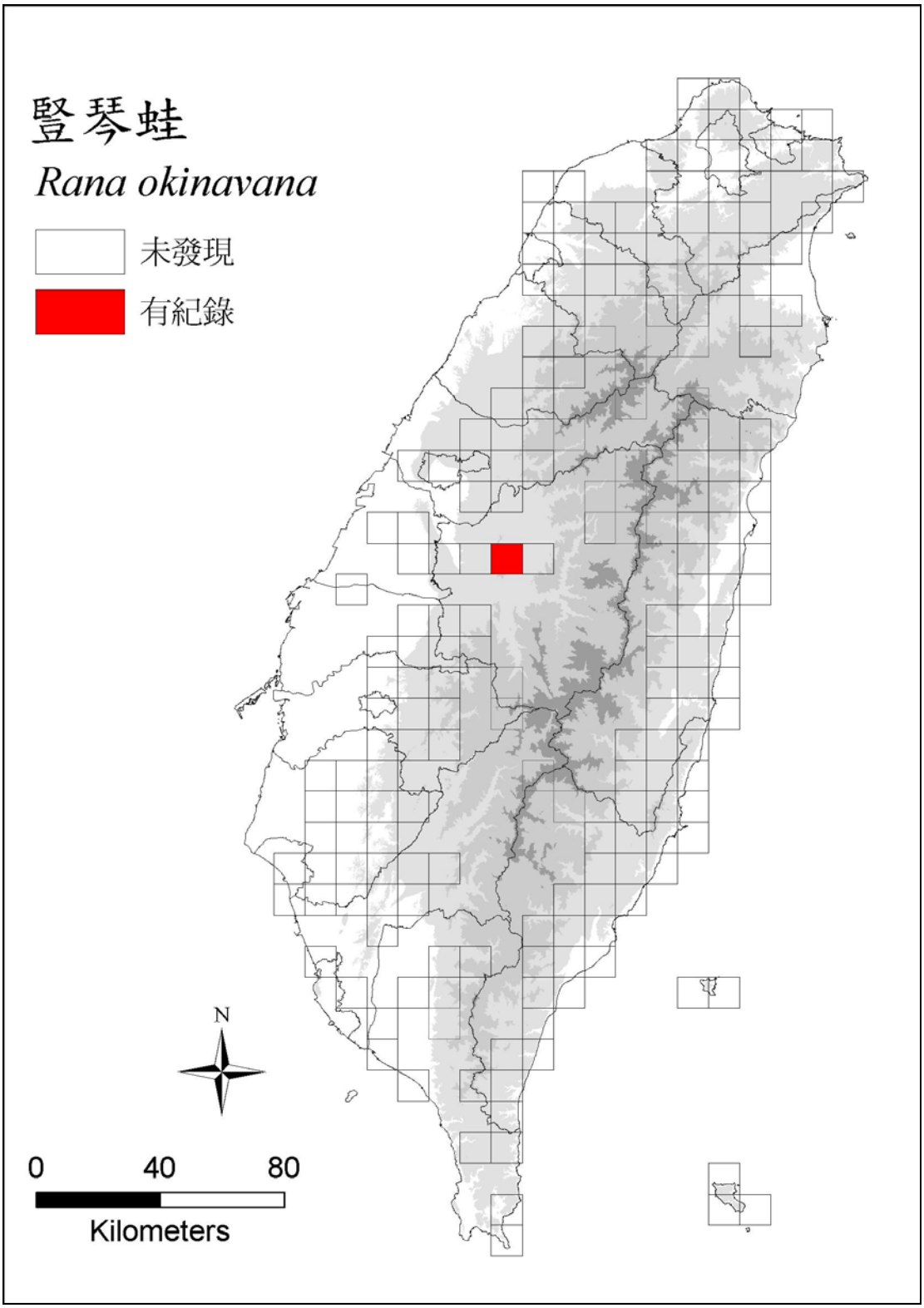

圖 3-33 豎琴蛙分佈網格圖。

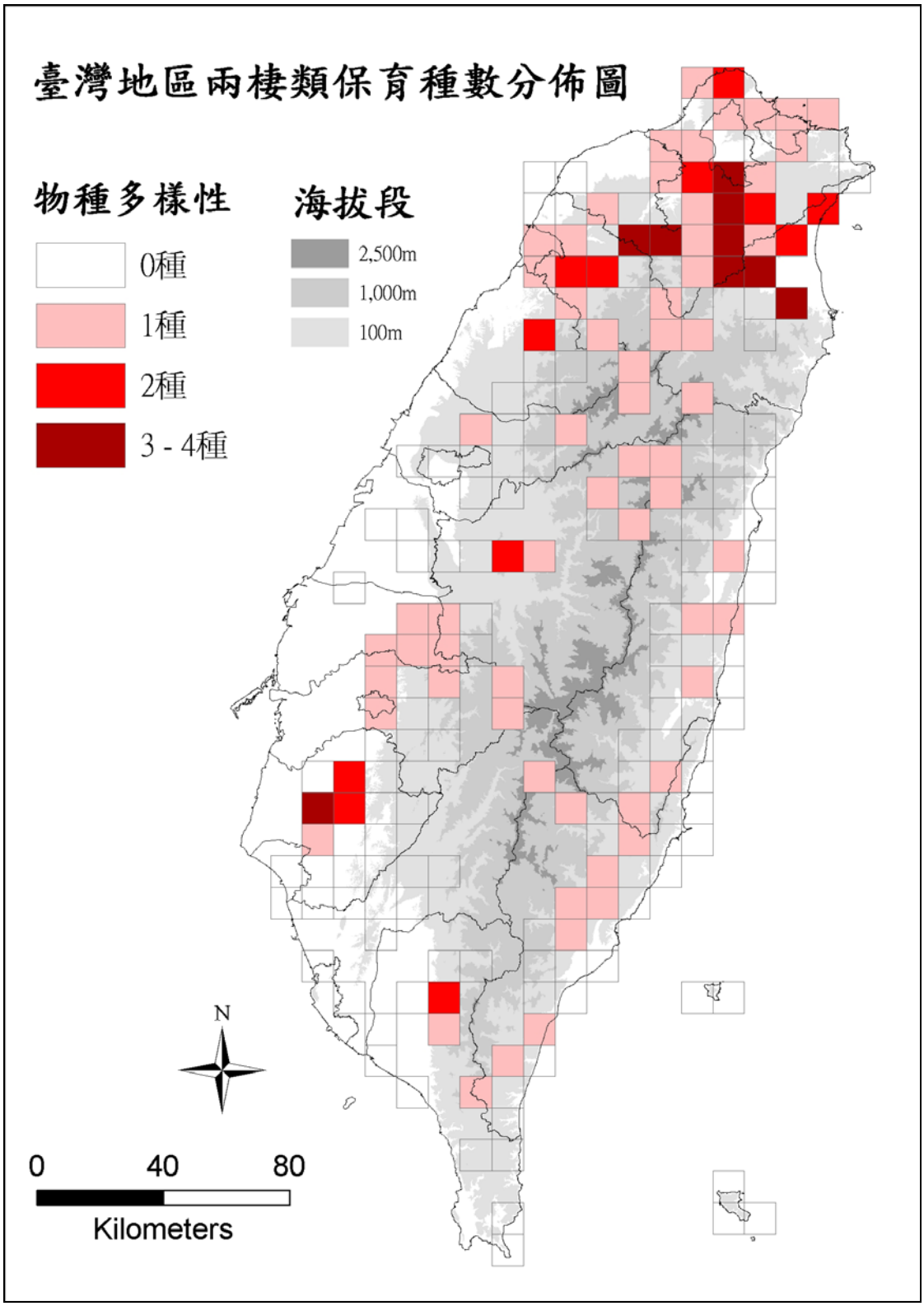

圖 3-34 台灣地區兩棲類保育種數分佈圖。

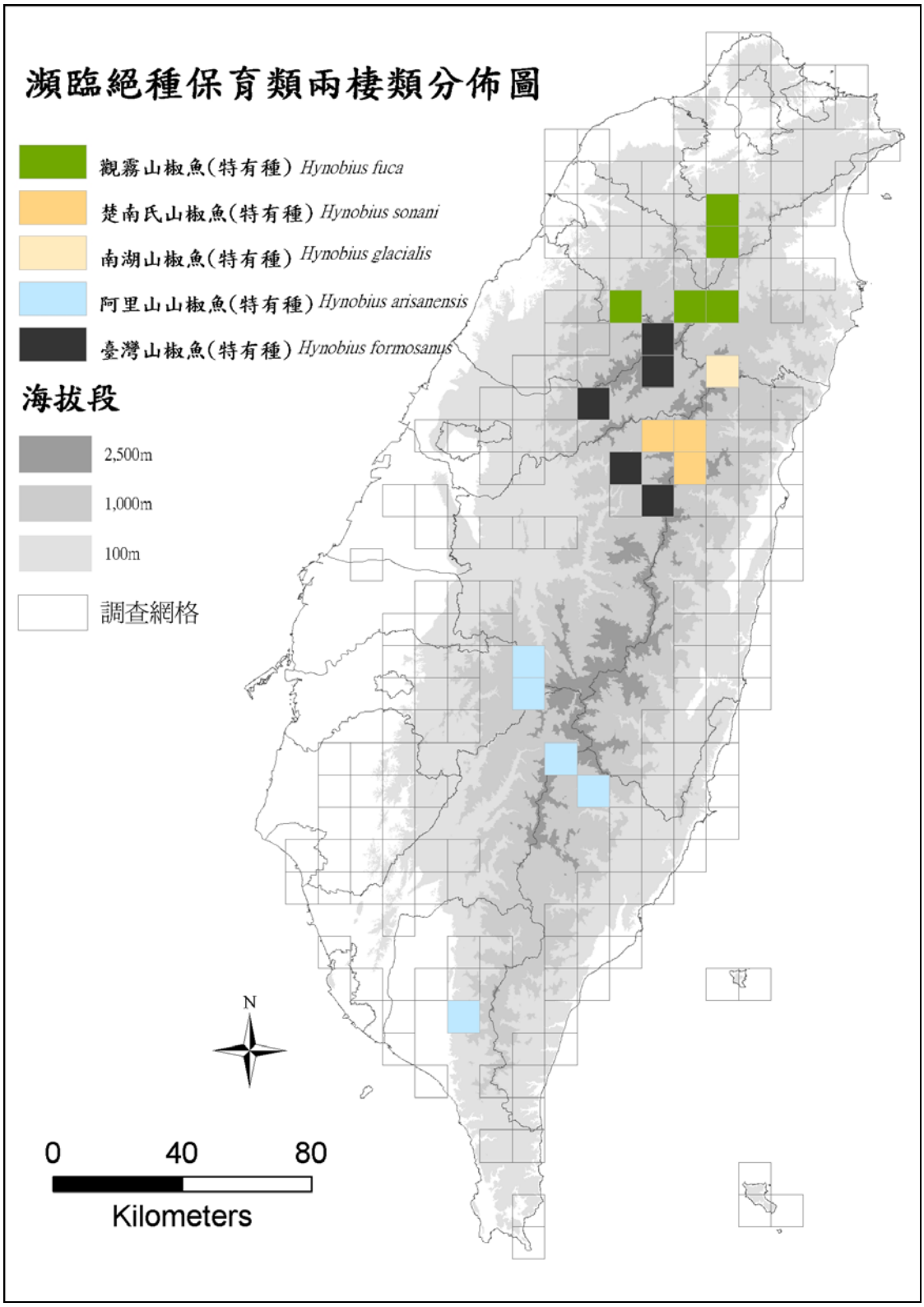

圖 3-35 瀕臨絕種保育類兩棲類分佈圖。

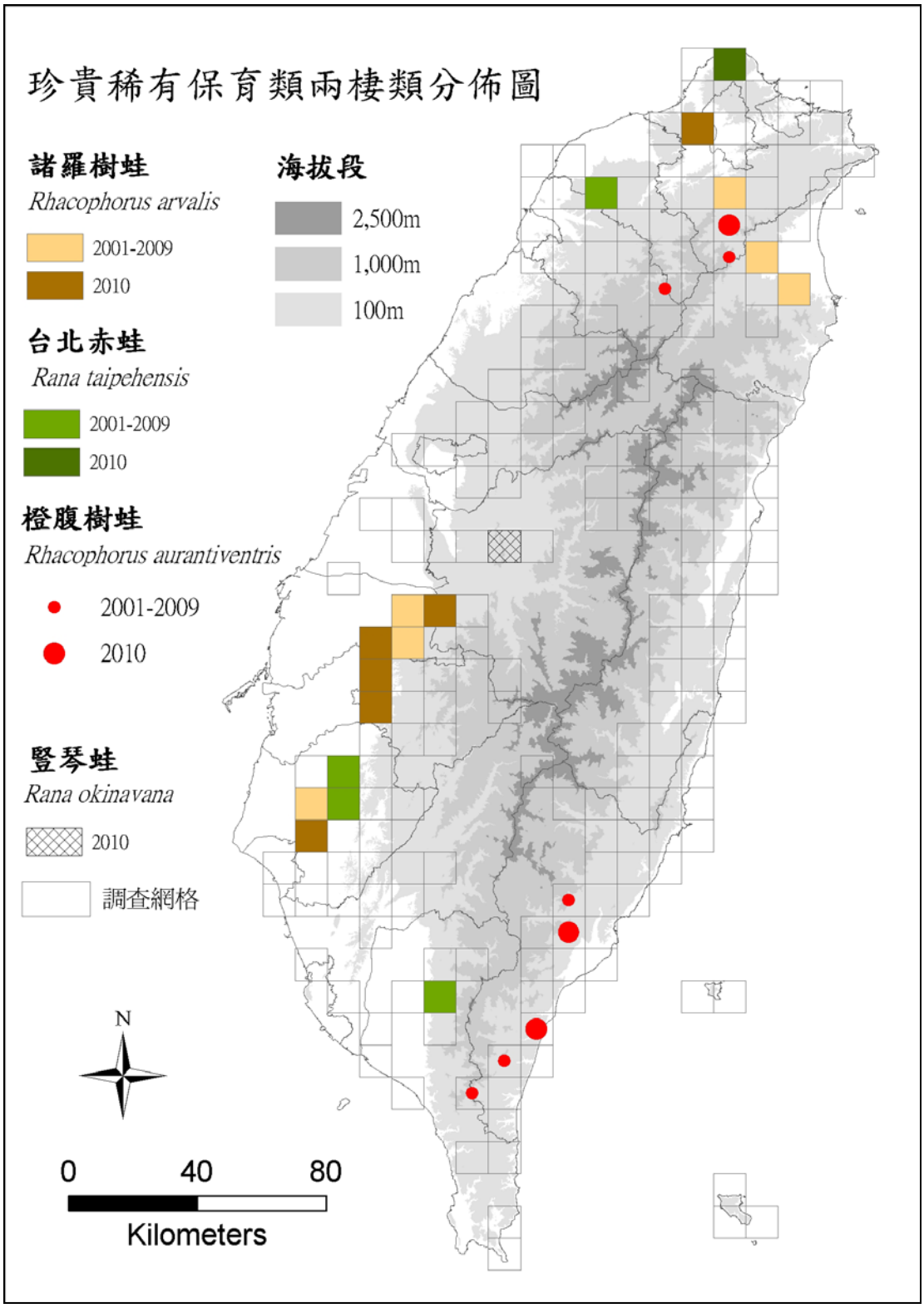

圖 3-36 珍貴稀有保育類兩棲類分佈圖。

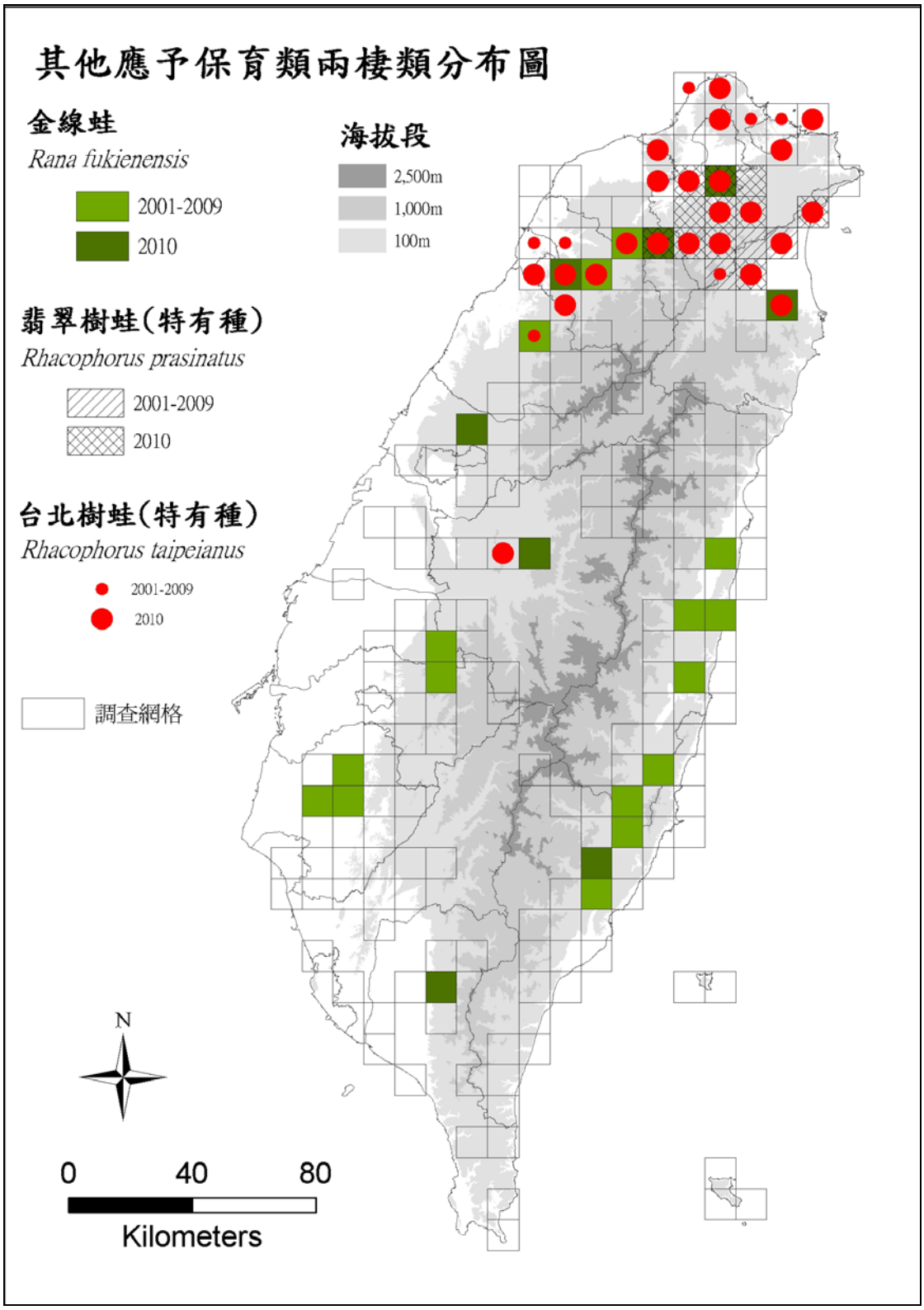

圖 3-37 其他應予保育之兩棲類分佈圖。

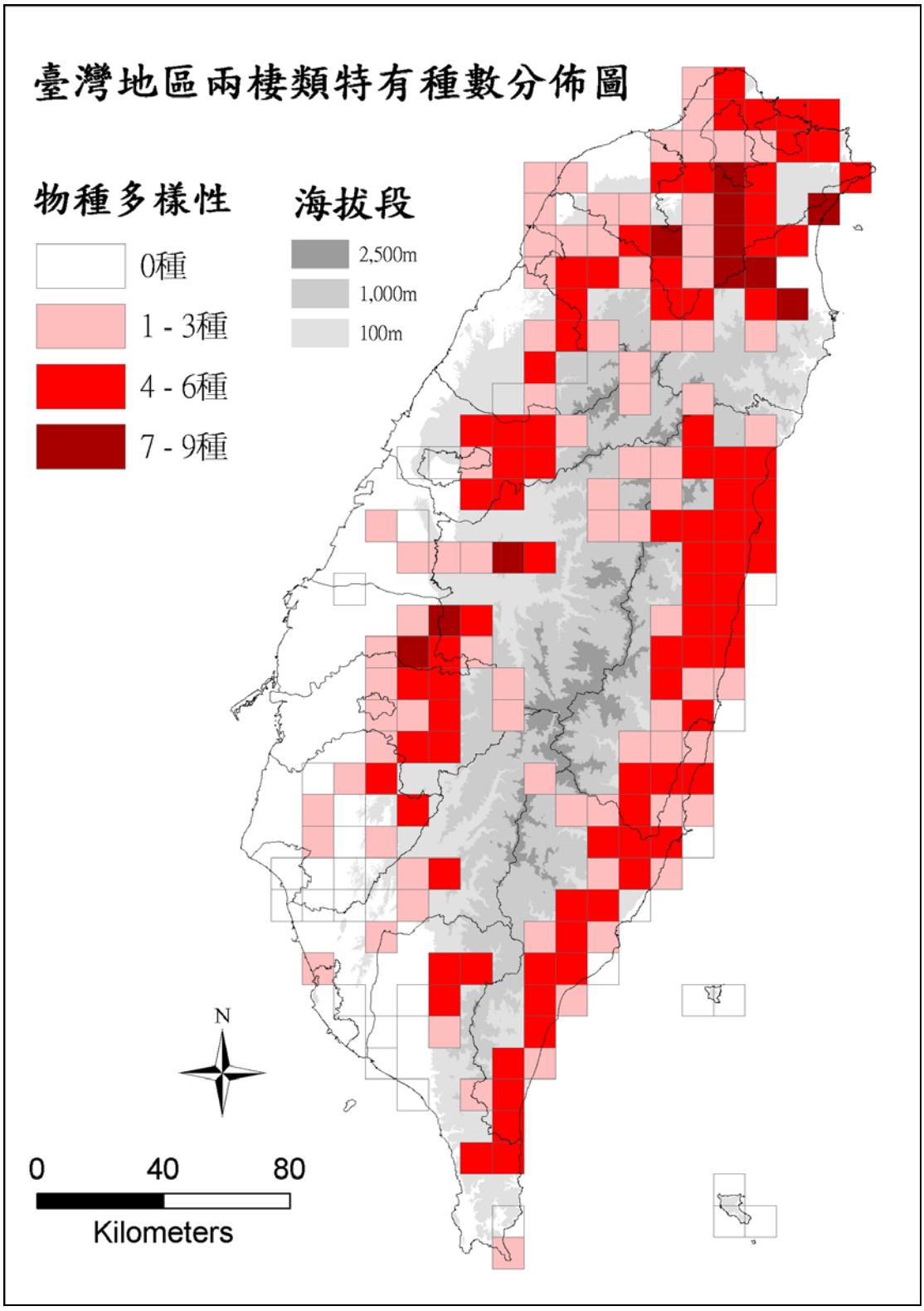

圖 3-38 台灣地區兩棲類特有種數分佈圖。

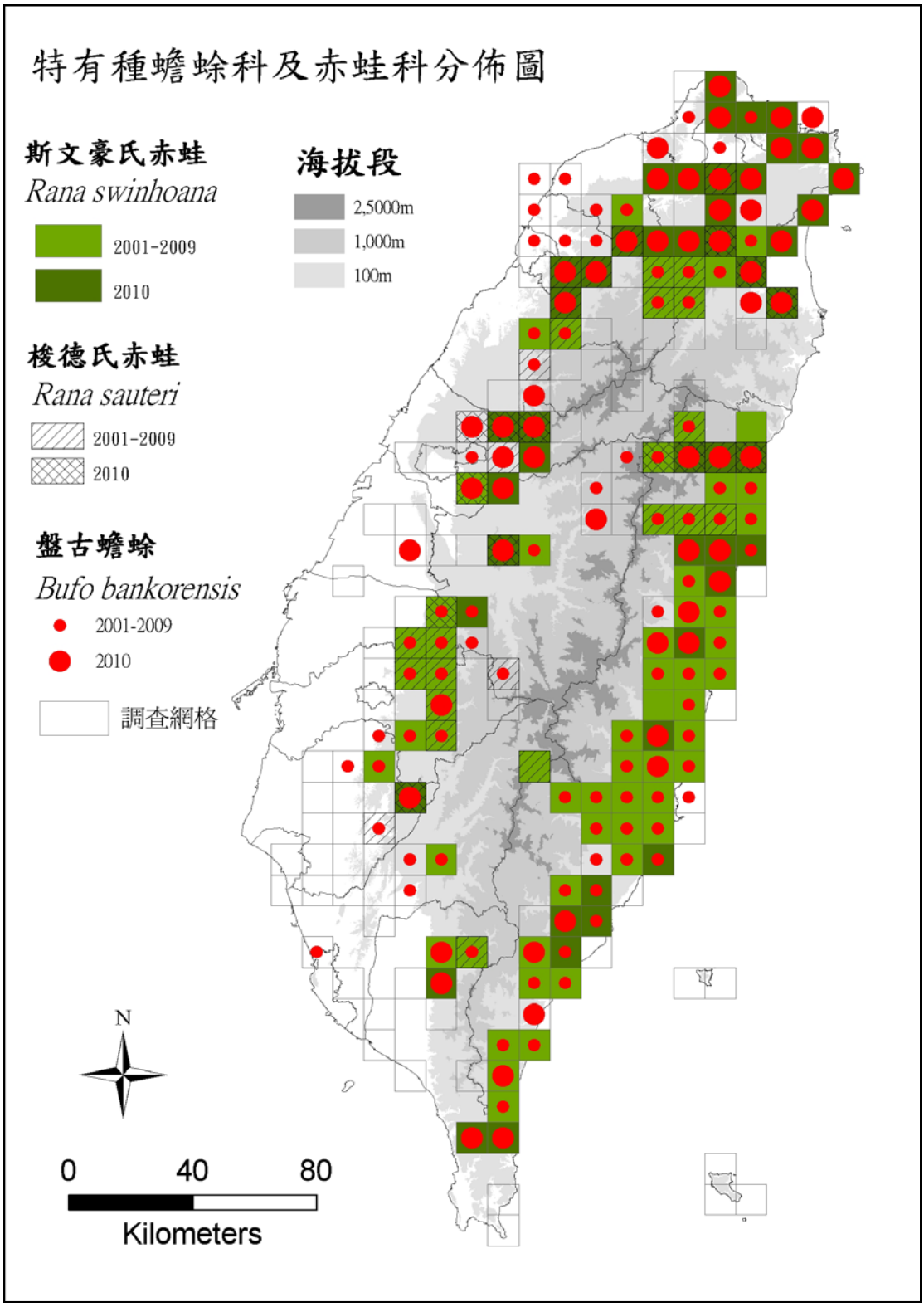

圖 3-39 特有種蟾蜍科及赤蛙科分佈圖。

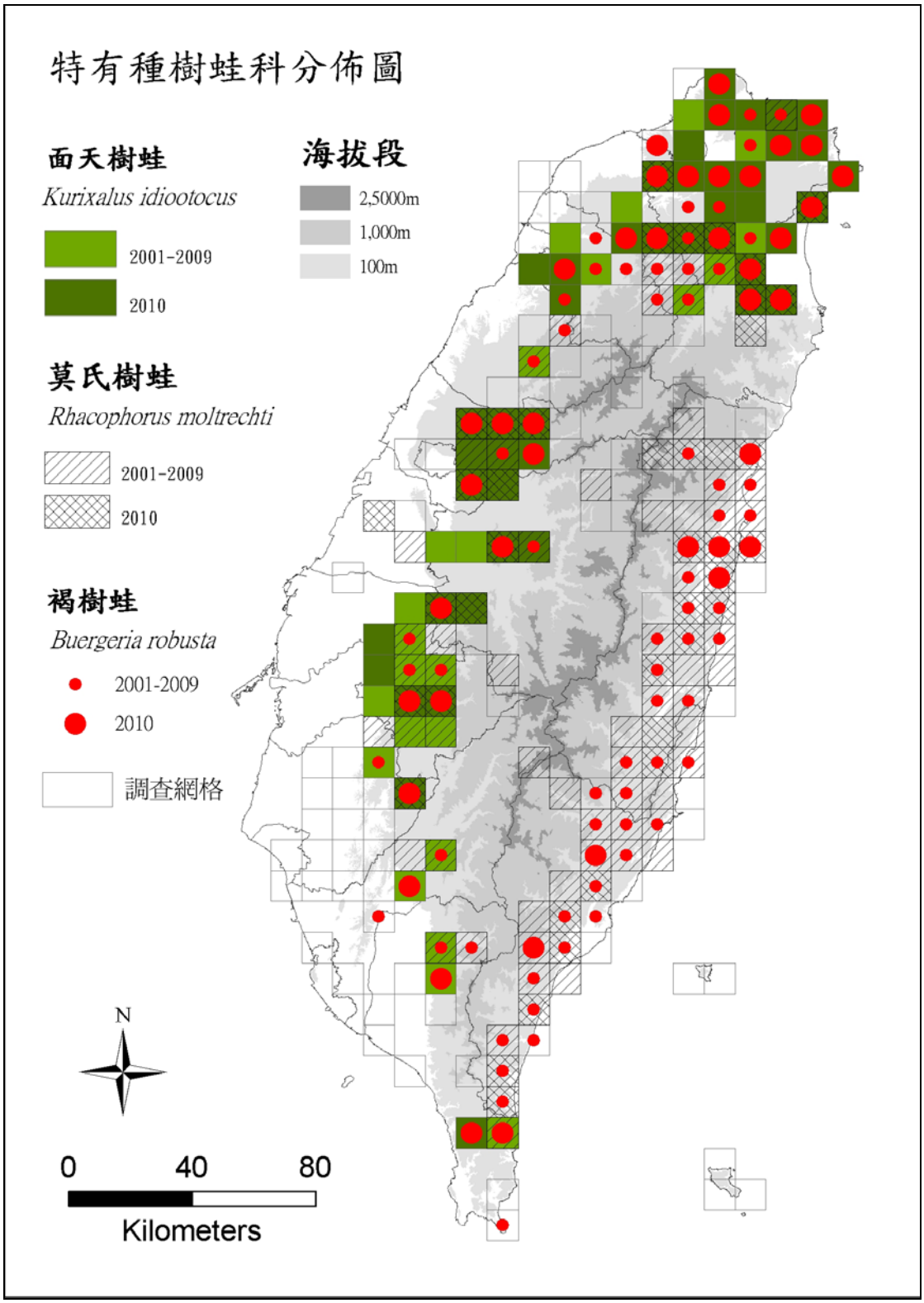

圖 3-40 非保育類之特有種樹蛙分佈圖。

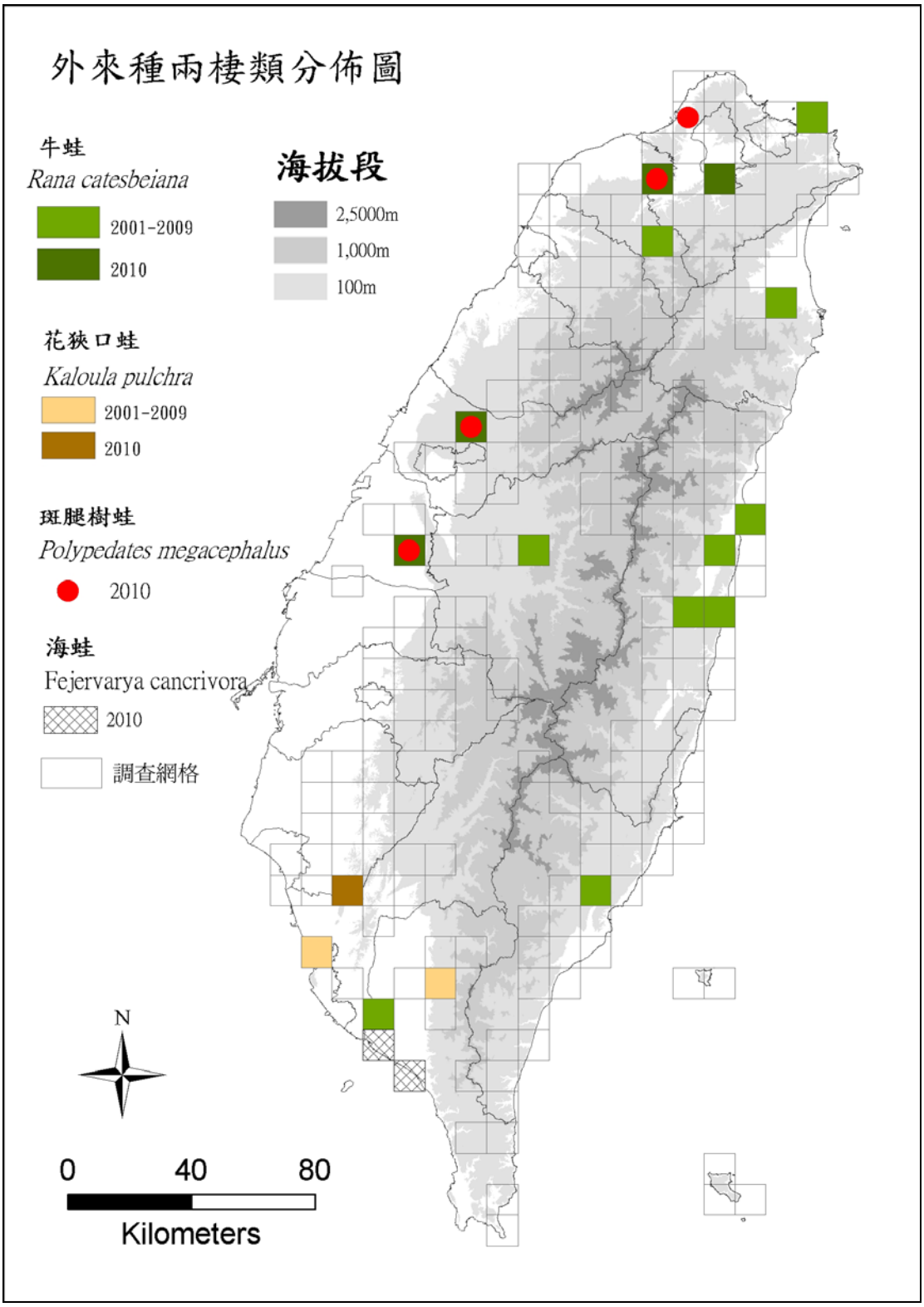

圖 3-41 外來種兩棲類分佈圖。

表 3-4 Maxent 預測模式預估各類物種在全台灣的分佈概況表

分佈型態		物種	預測分佈區域
全島分佈型		澤蛙	普遍分佈於全島平地
		黑眶蟾蜍	普遍分佈於全島平地
		拉都希氏赤蛙	普遍分佈於全島平地及低海拔山區
		日本樹蛙	普遍分佈於全島平地及低海拔山區
		白頷樹蛙	普遍分佈於全島平地及低海拔山區
		小雨蛙	普遍分佈於全島平地及低海拔山區
		盤古蟾蜍	普遍分佈於全島平地及低海拔山區
		莫氏樹蛙	普遍分佈於全島平地及低海拔山區
		斯文豪氏赤蛙	普遍分佈於全島平地及低海拔山區
		艾氏樹蛙	普遍分佈於全島平地及低海拔山區
		褐樹蛙	普遍分佈於全島平地及低海拔山區
		貢德氏赤蛙	普遍分佈於全島平地及低海拔山區
		腹斑蛙	普遍分佈於全島平地及低海拔山區
		虎皮蛙	普遍分佈於全島平地及低海拔山區
		梭德氏赤蛙	普遍分佈於全島平地及山區
		中國樹蟾	普遍分佈於全島平地
		金線蛙	普遍分佈於全島平地
		牛蛙	普遍分佈於全島平地
非全島分佈型	西部	面天樹蛙	普遍分佈於花東以外之平地及低海拔山區
		古氏赤蛙	分佈於花東以外、嘉義以北之低海拔山區
		台北赤蛙	分佈於花東以外、苗栗以北、嘉義以南地區
	中北部	台北樹蛙	分佈於西部南投以北地區
		長腳赤蛙	分佈於西部新竹以北地區
		翡翠樹蛙	分佈於新竹宜蘭以北地區
	中南部	巴氏小雨蛙	分佈於西部彰化以南地區
		諸羅樹蛙	分佈於雲林、嘉義、台南等地
		史丹吉氏小雨蛙	分佈於苗栗、花蓮以南之地區
		黑蒙西氏小雨蛙	分佈於苗栗、花蓮以南之地區
	南部	花狹口蛙	分佈於台南、嘉義、高雄、屏東、台東等地
	局部	橙腹樹蛙	分佈於雪山山脈及花東山區

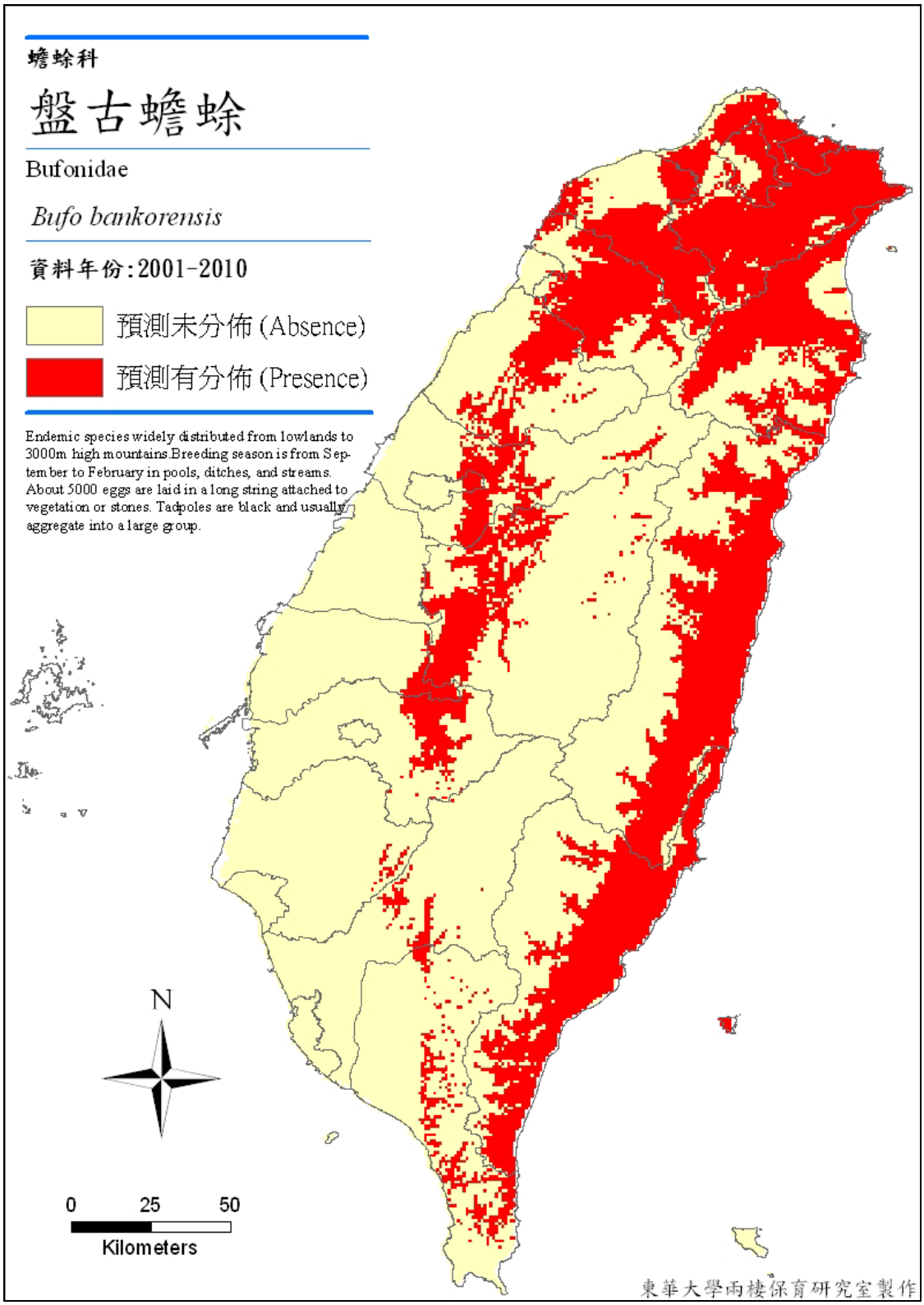

圖 3-42 盤古蟾蜍分佈預測圖。

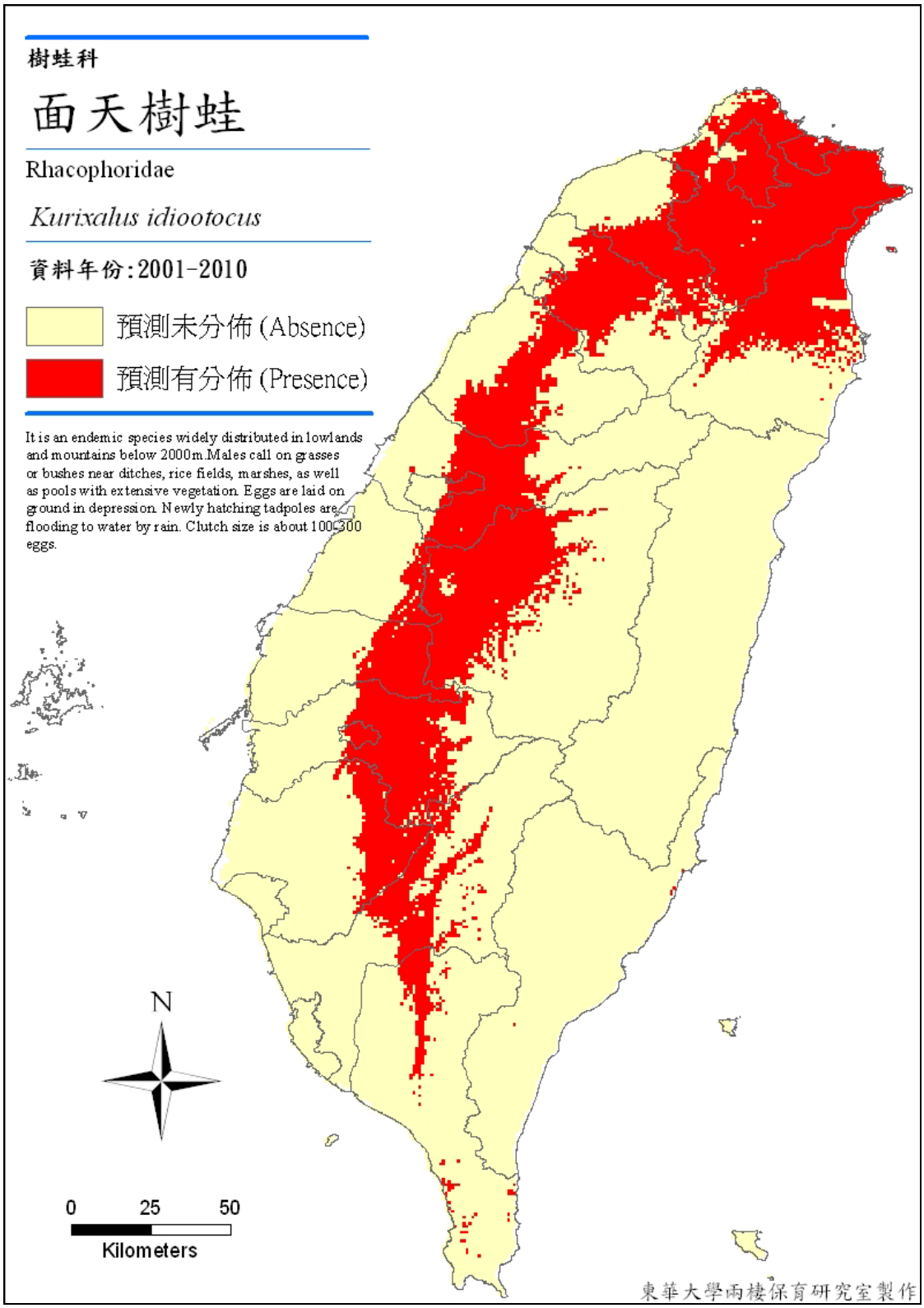

圖 3-43 面天樹蛙分佈預測圖。

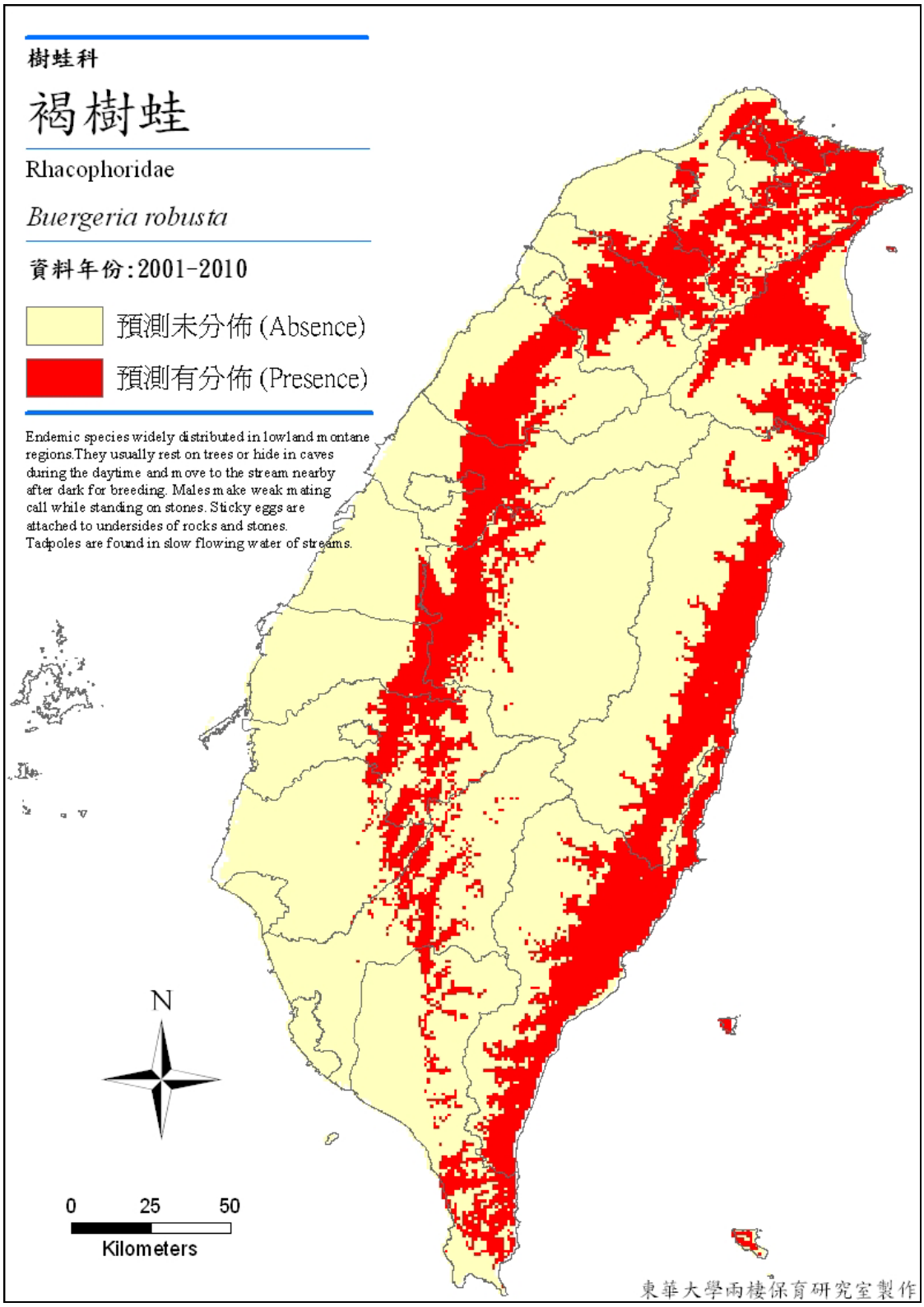

圖 3-44 褐樹蛙分佈預測圖。

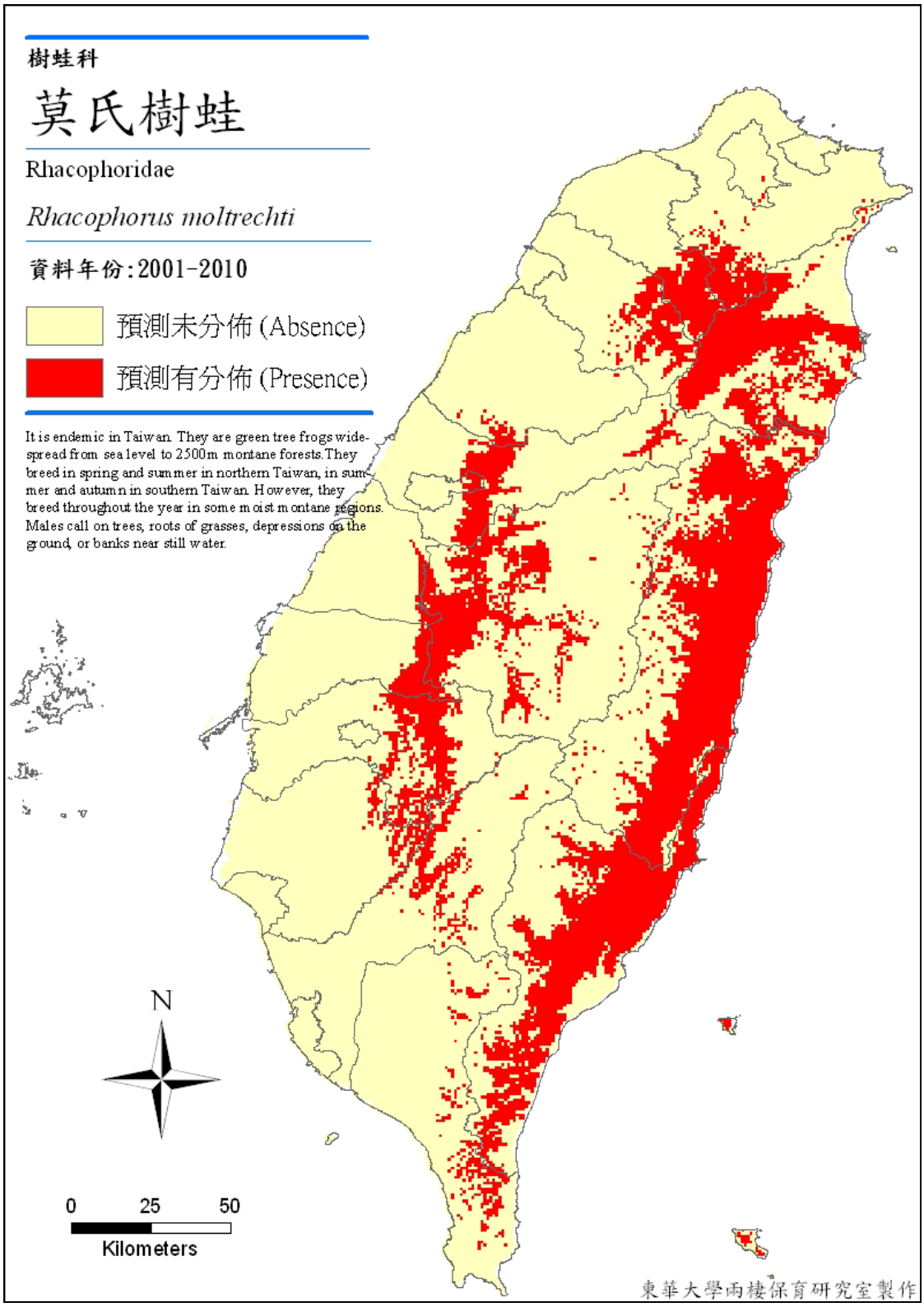

圖 3-45 莫氏樹蛙分佈預測圖。

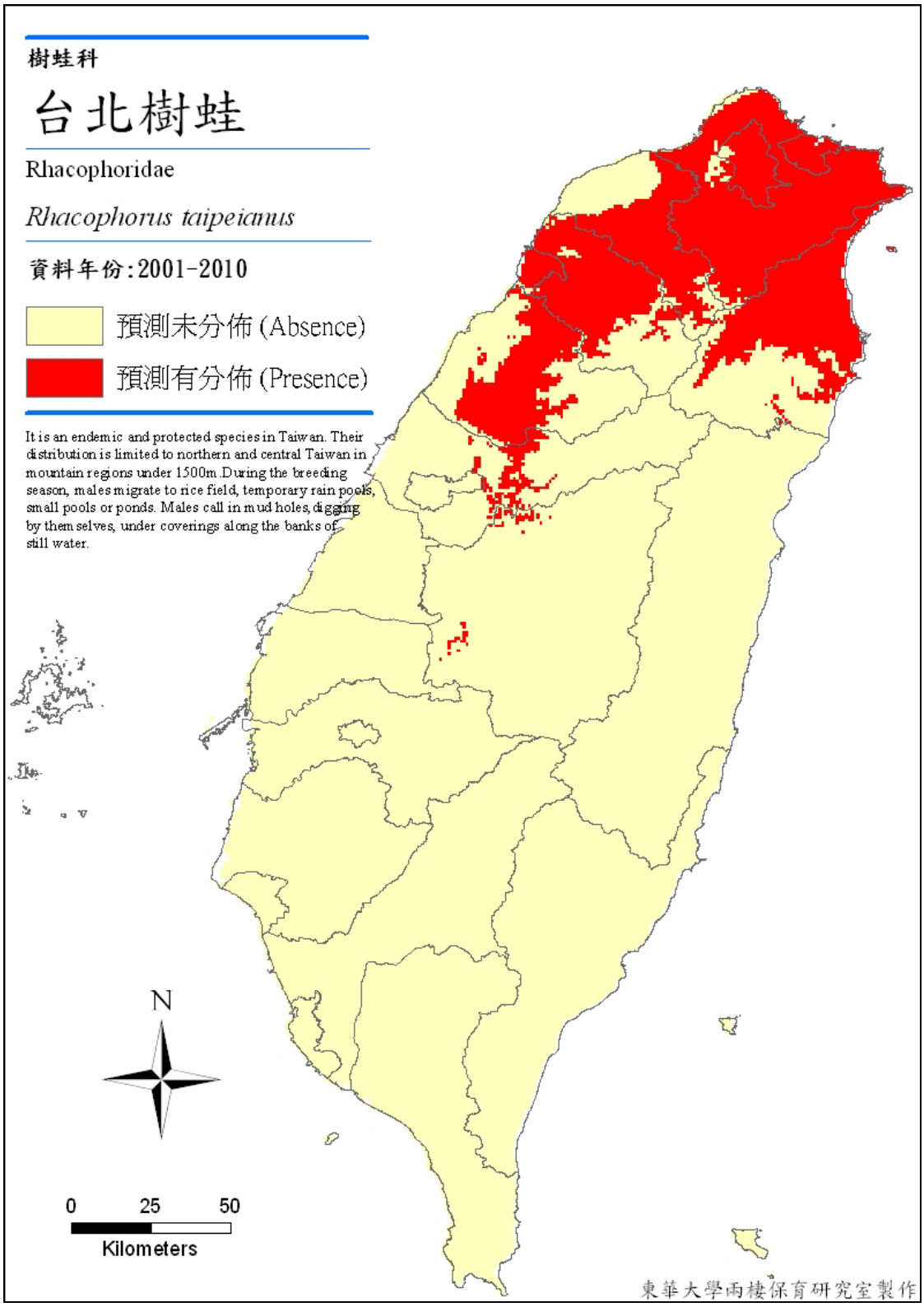

圖 3-46 台北樹蛙分佈預測圖。

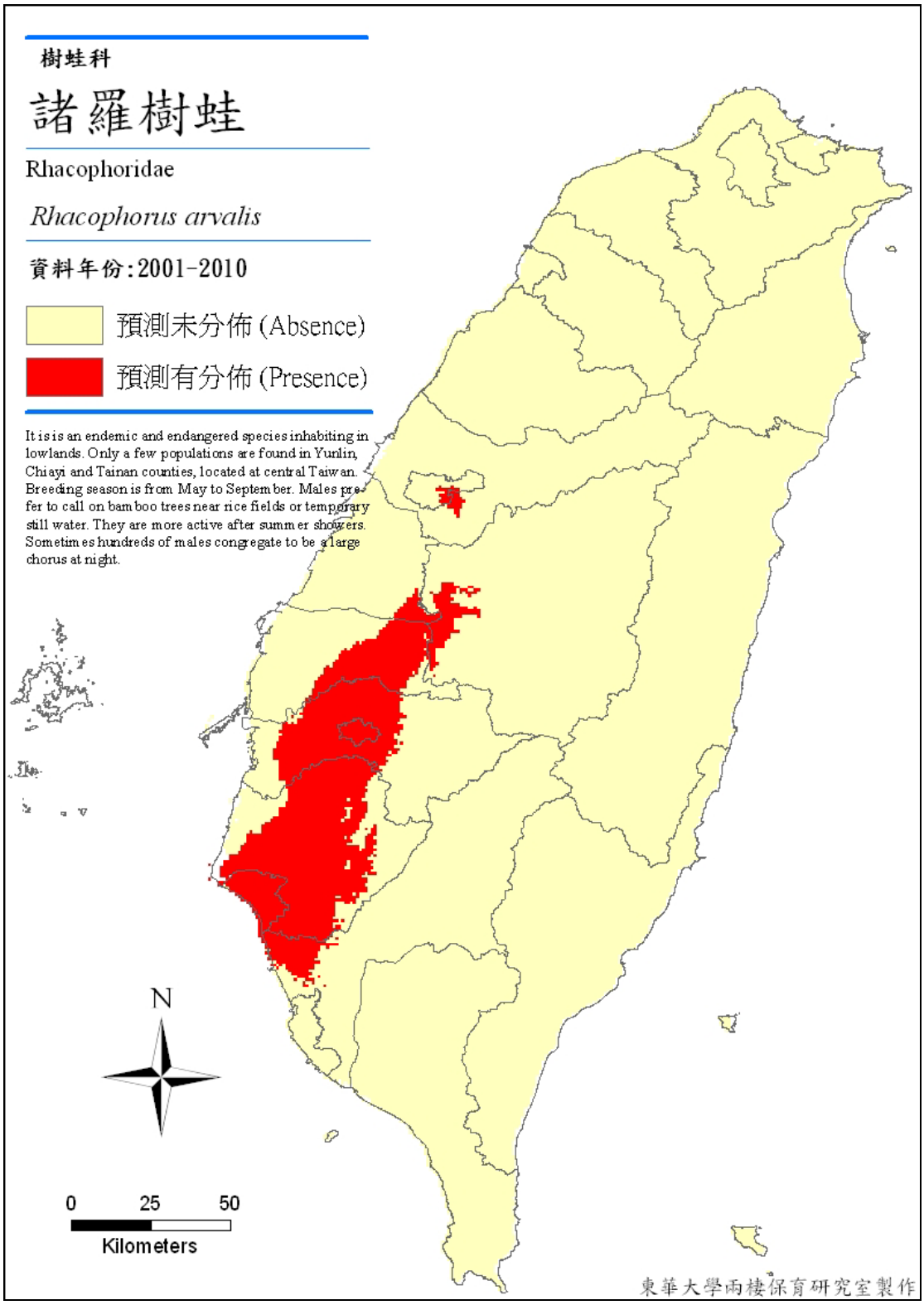

圖 3-47 諸羅樹蛙分佈預測圖。

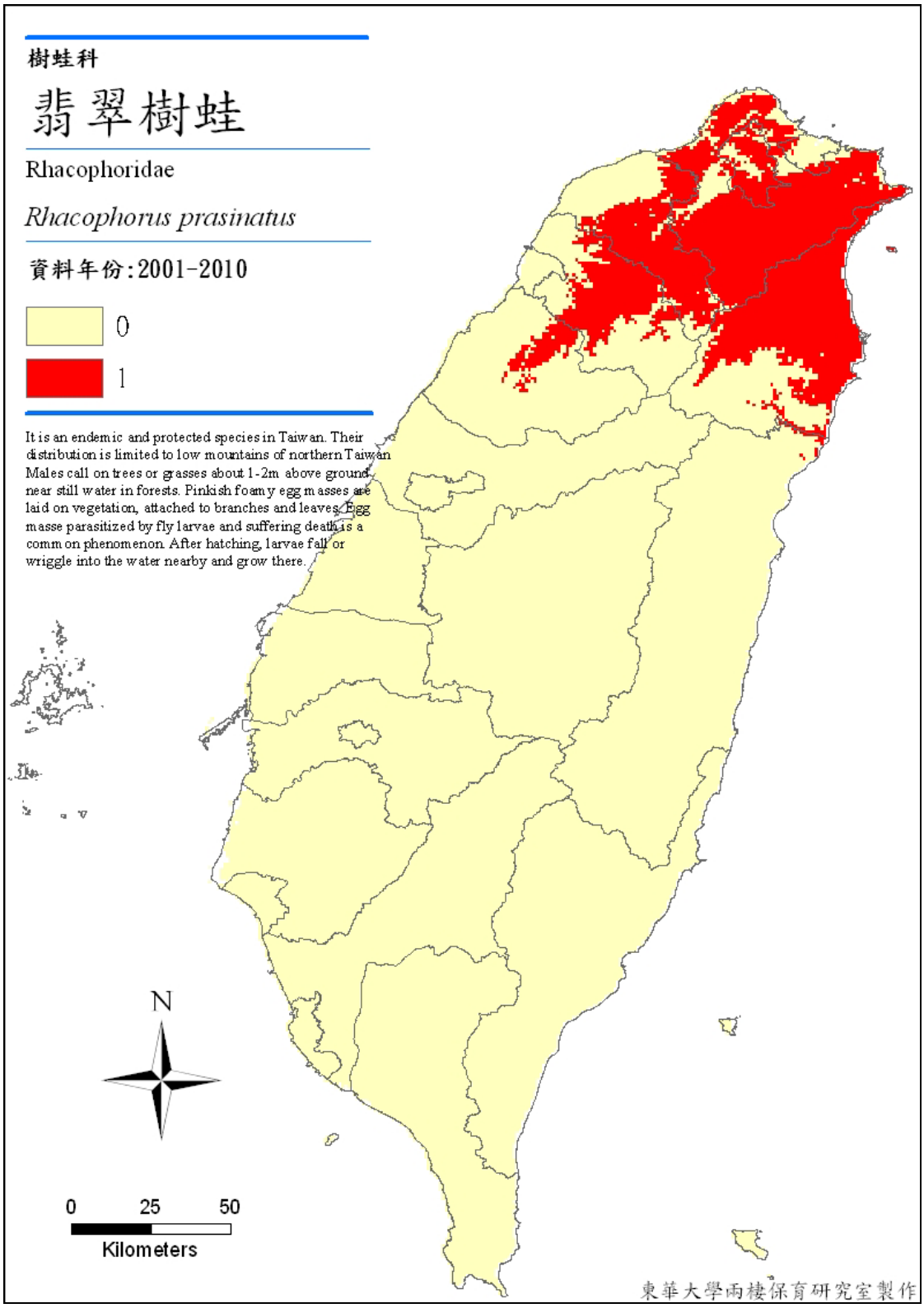

圖 3-48 翡翠樹蛙分佈預測圖。

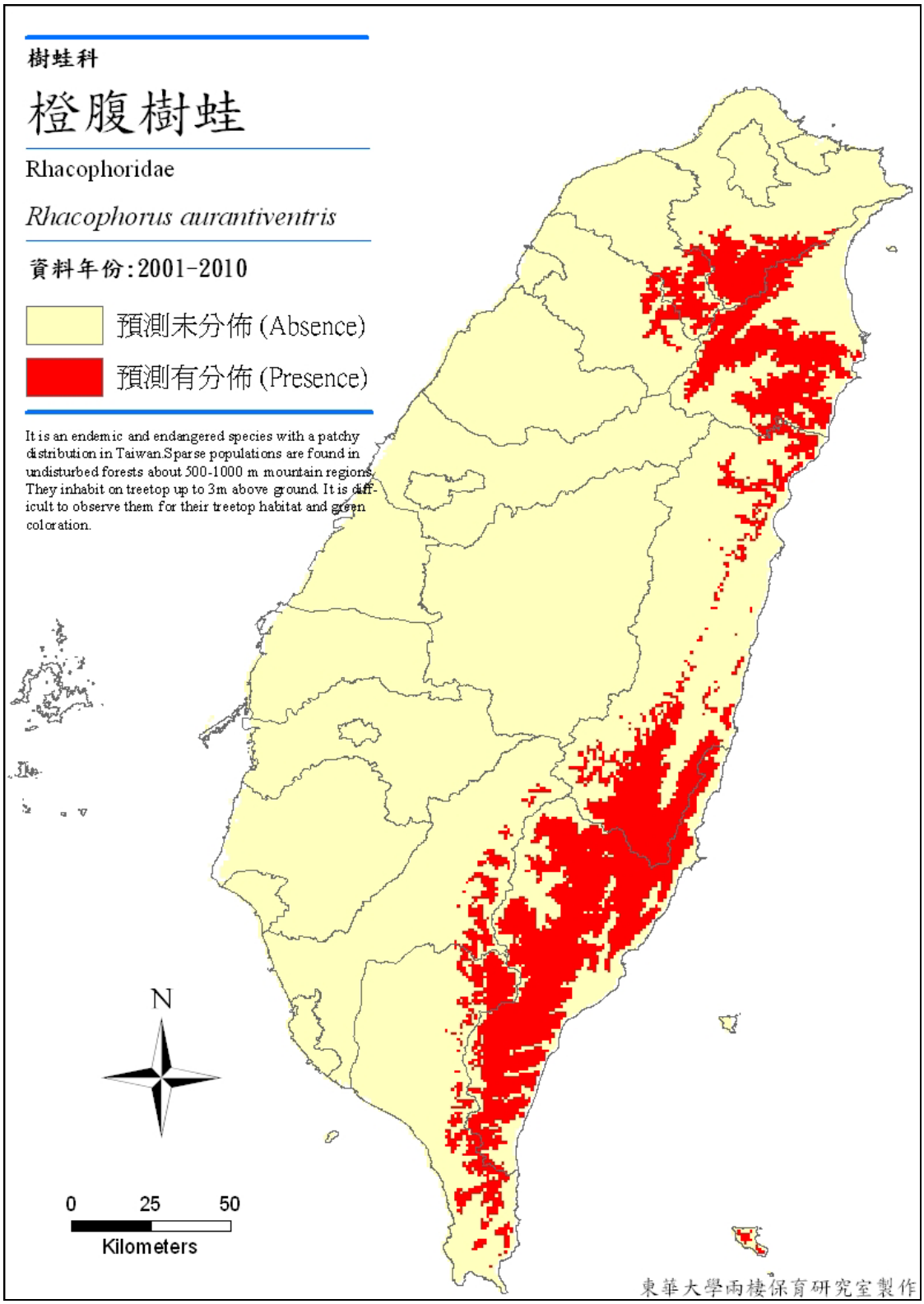

圖 3-49 橙腹樹蛙分佈預測圖。

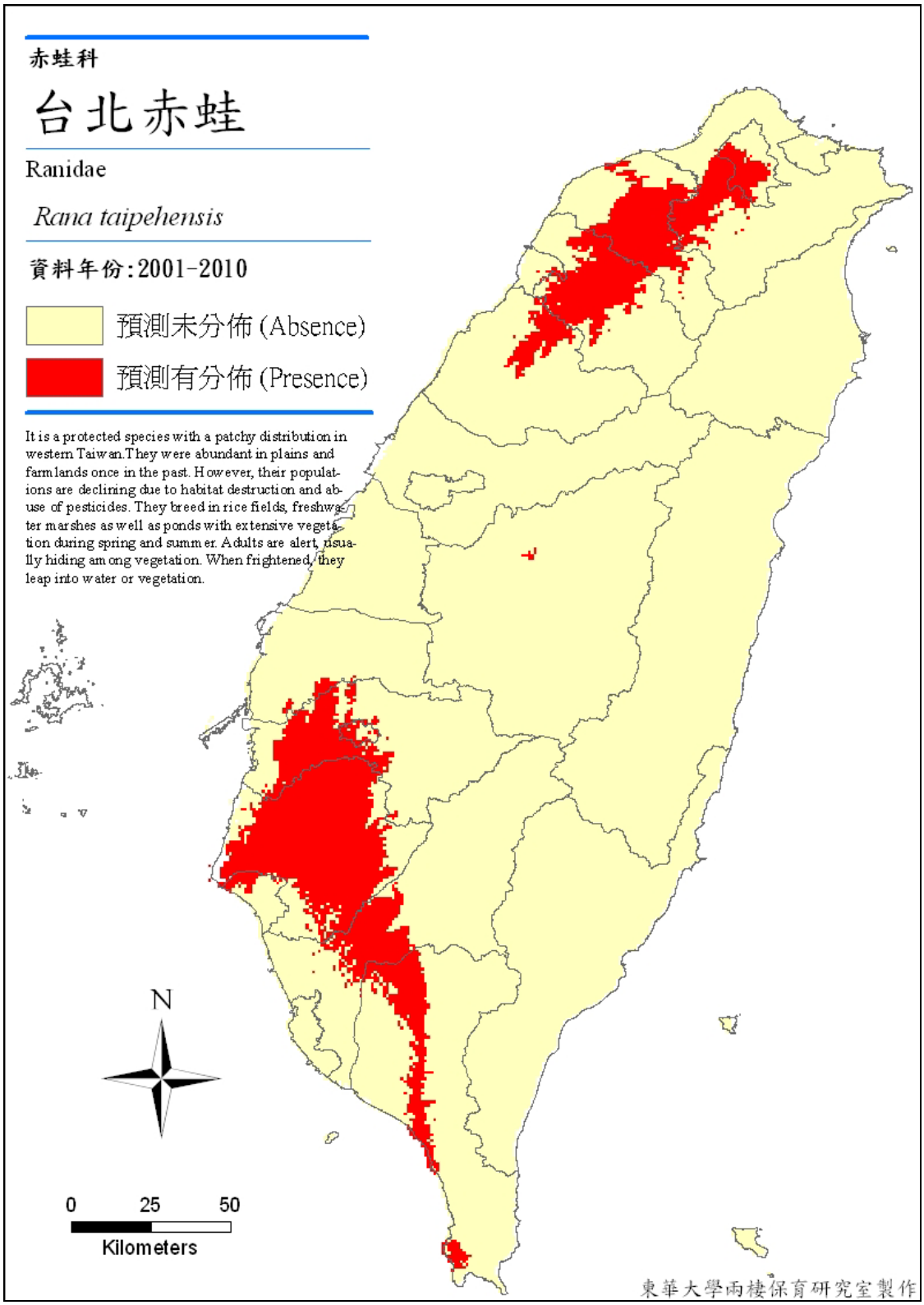

圖 3-50 台北赤蛙分佈預測圖。

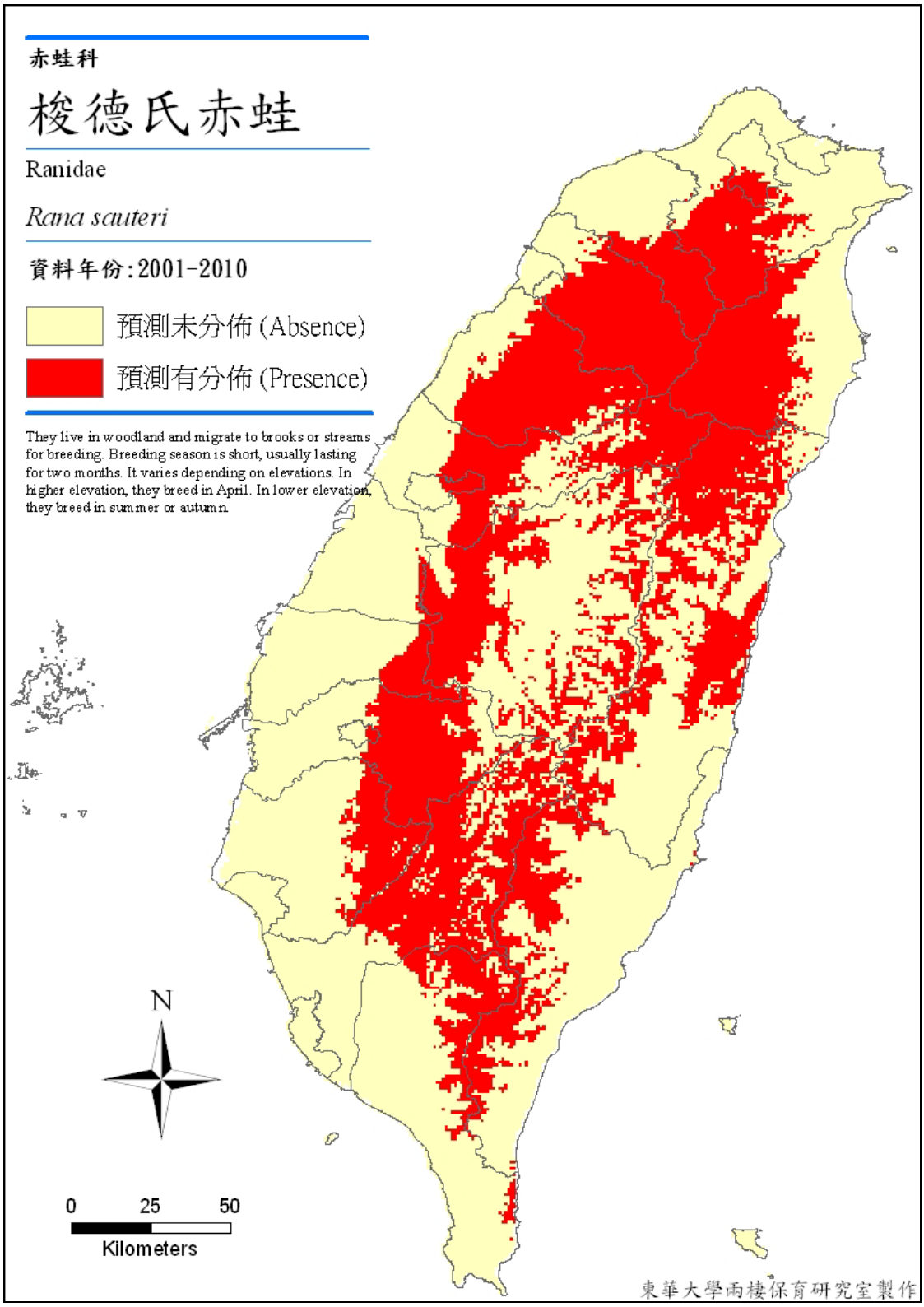

圖 3-51 梭德氏赤蛙分佈預測圖。

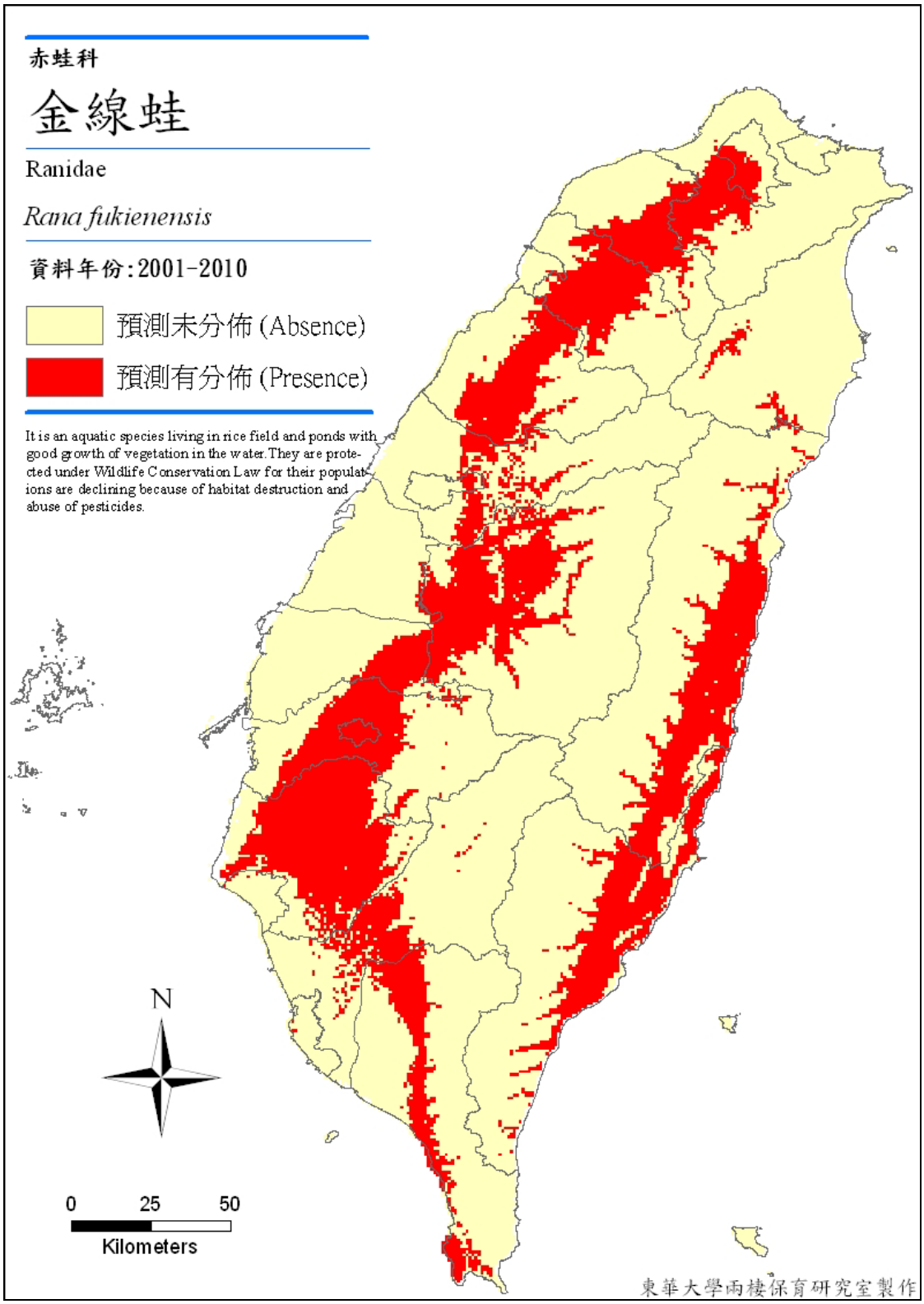

圖 3-52 金線蛙分佈預測圖。

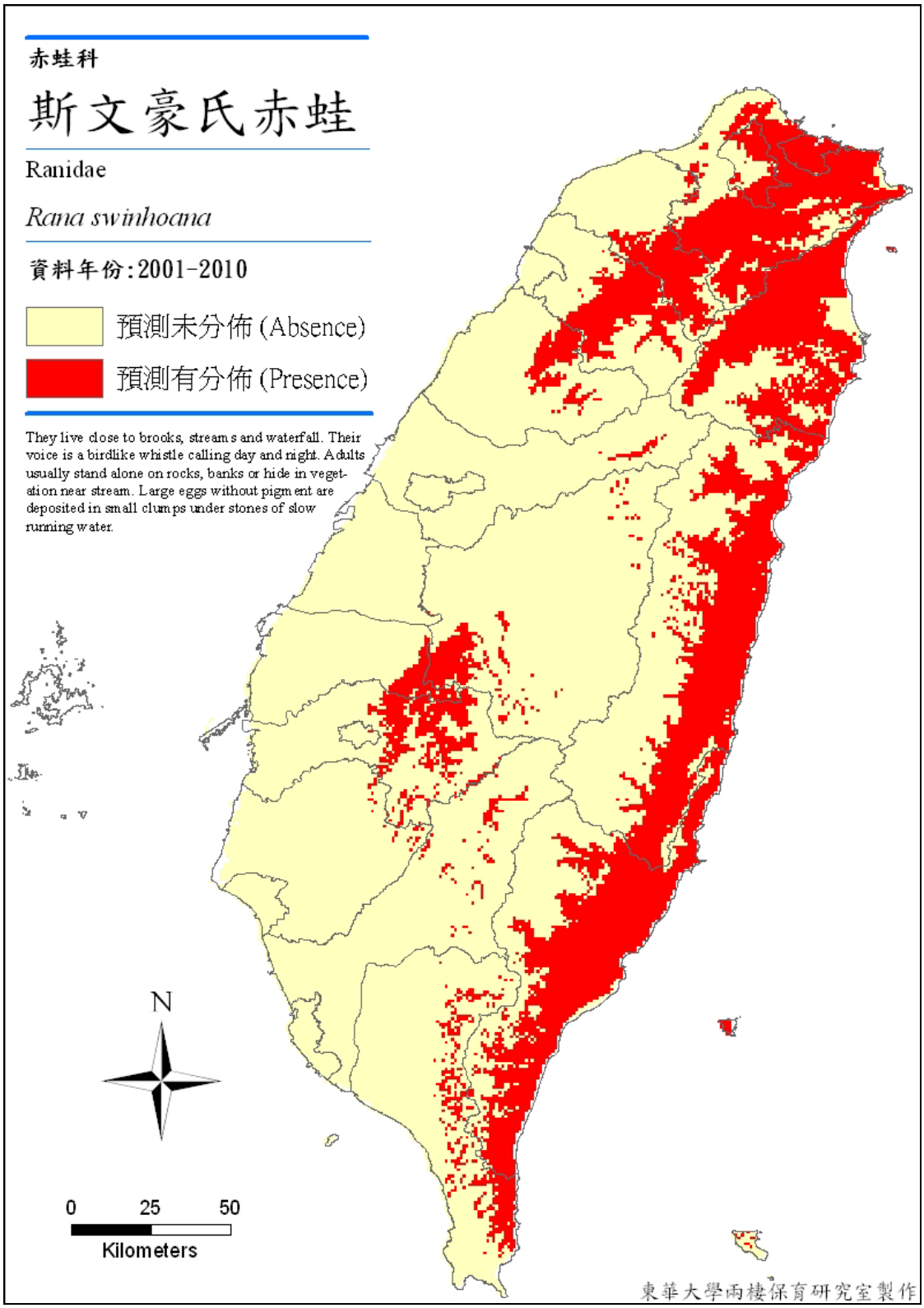

圖 3-53 斯文豪氏赤蛙分佈預測圖。

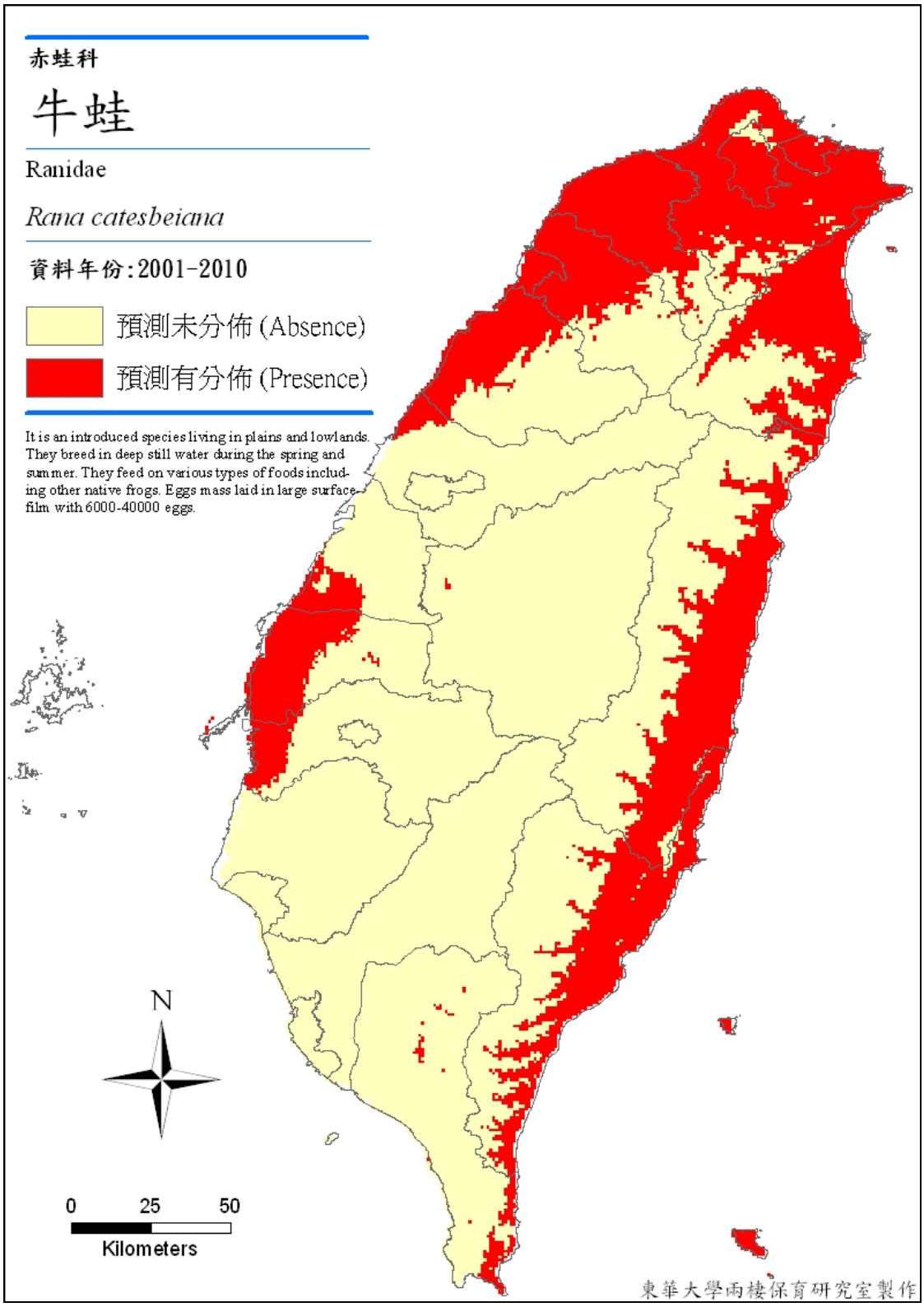

圖 3-54 牛蛙分佈預測圖。

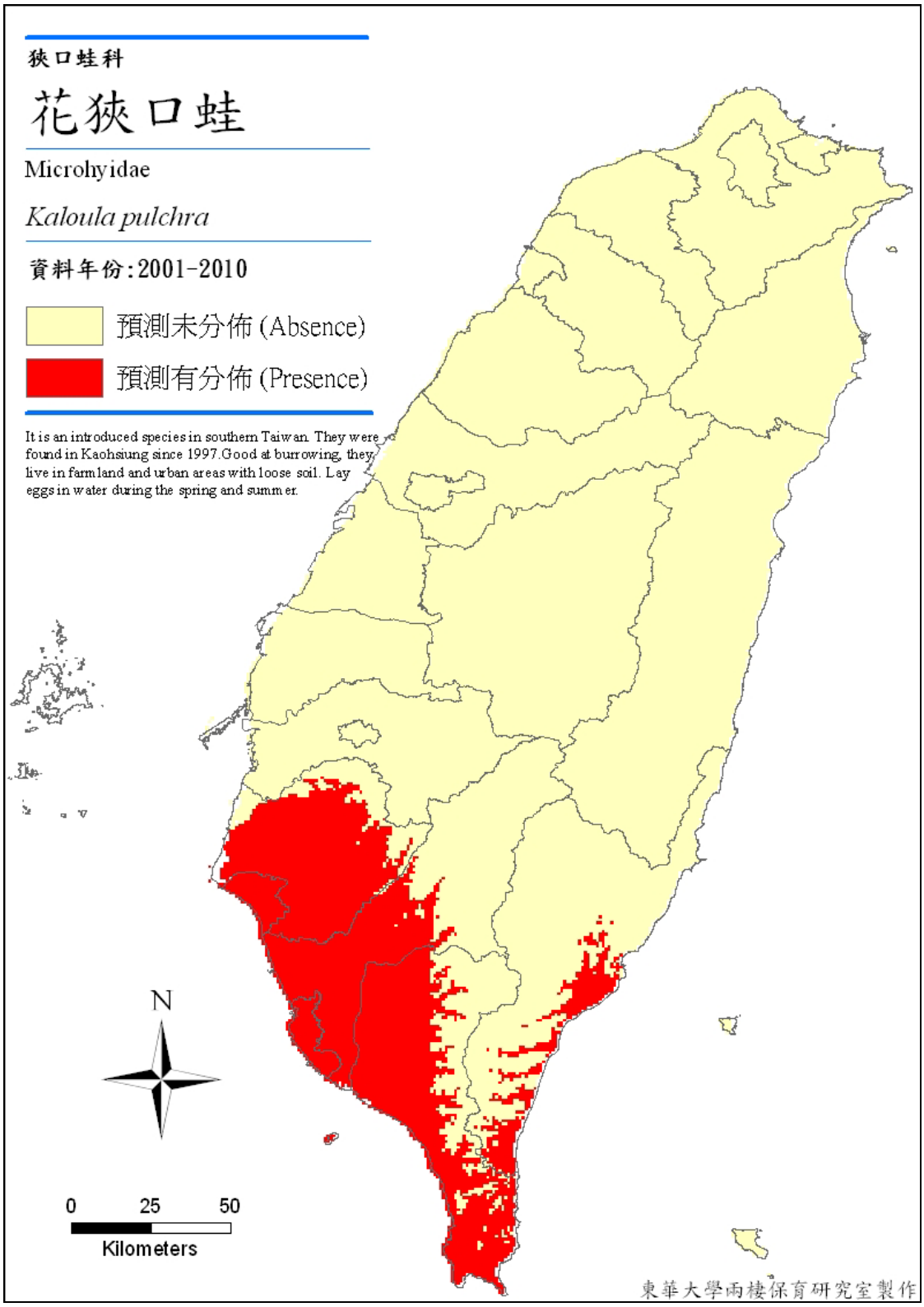

圖 3-55 花狹口蛙分佈預測圖。

表 3-5 2008 年至 2010 年蛙類族群變化趨勢表

全島普遍分佈物種	2008 年		2009 年		2010 年	
	網格數	網格分佈率(%)	網格數	網格分佈率(%)	網格數	網格分佈率(%)
小雨蛙	27	39.1	24	34.8	24	34.8
中國樹蟾	9	13.0	11	15.9	11	15.9
日本樹蛙	31	44.9	27	39.1	33	47.8
白頷樹蛙	33	47.8	28	40.6	37	53.6
艾氏樹蛙	28	40.6	23	33.3	36	52.2
拉都希氏赤蛙	38	55.1	44	63.8	48	69.6
面天樹蛙	25	36.2	25	36.2	24	34.8
貢德氏赤蛙	24	34.8	22	31.9	27	39.1
莫氏樹蛙	26	37.7	28	40.6	35	50.7
虎皮蛙	13	18.8	12	17.4	9	14.3
梭德氏赤蛙	7	10.1	11	15.9	11	15.9
斯文豪氏赤蛙	27	39.1	31	44.9	34	49.3
黑眶蟾蜍	32	46.4	31	44.9	37	53.6
黑蒙西氏小雨蛙	15	21.7	13	18.8	13	18.8
腹斑蛙	15	21.7	17	24.6	20	29.0
盤古蟾蜍	36	52.2	36	52.2	42	60.9
褐樹蛙	24	34.8	22	31.9	24	34.8
澤蛙	36	52.2	37	53.6	39	56.5
總調查網格數	69					

註：總調查網格數為 2008 年至 2010 年間，每年皆有調查之網格數。

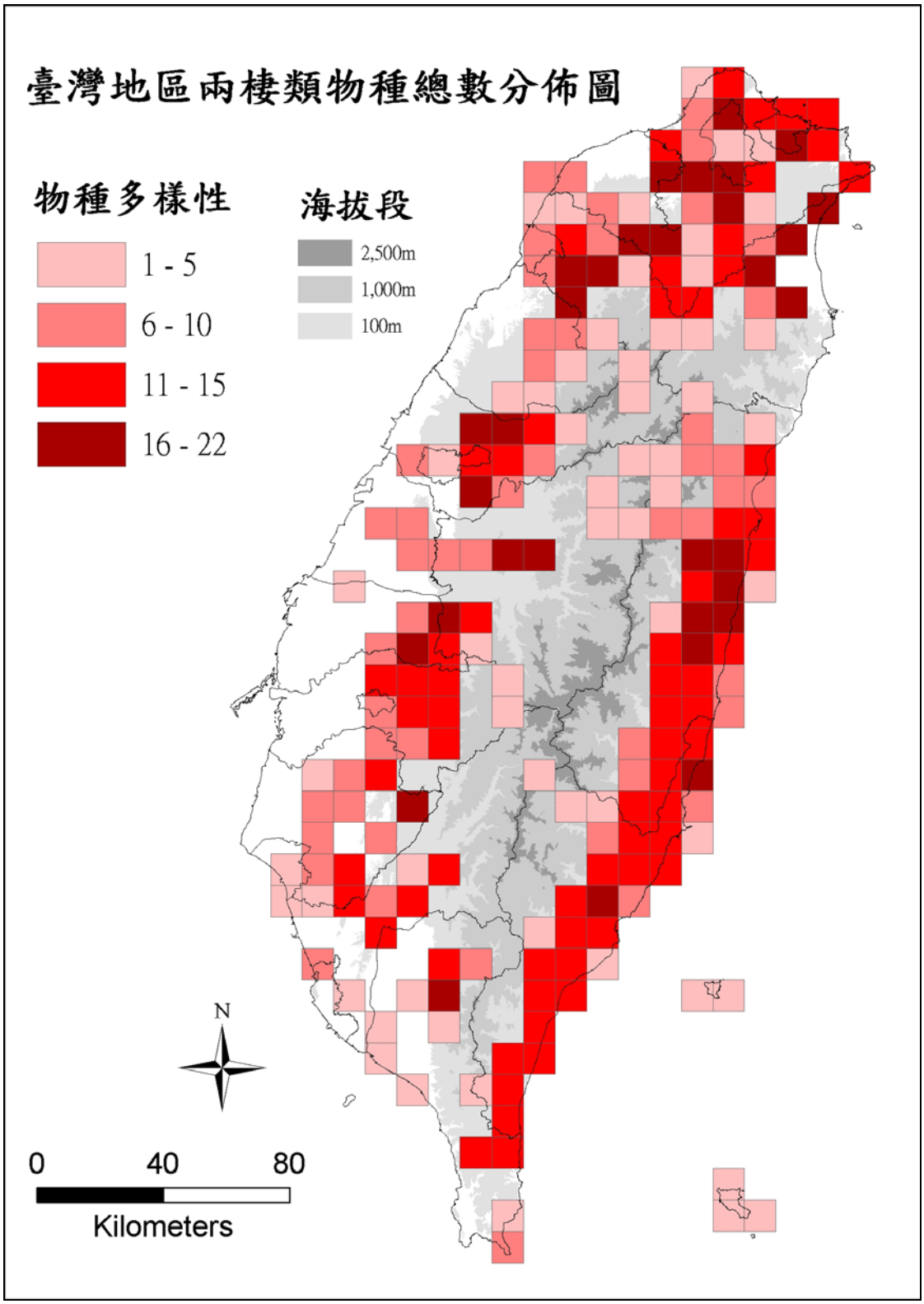

圖 3-56 台灣地區兩棲類物種總數網格分佈圖。

表 3-6 全島尺度生物多樣性熱點之歷史及本年度調查物種列表

熱點名稱	資料來源	本年物種比率	物種數	保育種數	特有種數	盤古蟾蜍◎	黑眶蟾蜍	小雨蛙	黑蒙西氏小雨蛙	巴氏小雨蛙	史丹吉氏小雨蛙	花狹口蛙	中國樹蟾	日本樹蛙	艾氏樹蛙	面天樹蛙◎	褐樹蛙◎	白頷樹蛙	斑腿樹蛙	莫氏樹蛙◎	台北樹蛙※◎	諸羅樹蛙※◎	翡翠樹蛙※◎	橙腹樹蛙※◎	台北赤蛙※	豎琴蛙※	腹斑蛙	拉都希氏赤蛙	長腳赤蛙	梭德氏赤蛙◎	金線蛙※	貢德氏赤蛙	古氏赤蛙	澤蛙	海蛙	虎皮蛙	斯文豪氏赤蛙◎	牛蛙
台北縣三芝鄉	2001 年至 2009 年資料	53%	15	1	5	V	V	V					V		V	V	V	V			V							V	V			V	V	V		V	V	
三板橋	2010 年 1 月至 10 月資料		8	0	3	V		V									V											V				V	V				V	
台北縣新店市	2001 年至 2009 年資料	79%	19	3	7	V	V	V					V		V	V	V	V			V	*	V				V	V	V			V	V	V		V	V	
四崁水	2010 年 1 月至 10 月資料		15	2	4	V		V					V		V	V		V			V		V				V	V	V			V	V	V			V	
台北縣瑞芳鎮	2001 年至 2009 年資料	94%	16	1	4	V	V	V					V		V	V		V			V						V	V	V			V	V	V		V	V	
尪子上天	2010 年 1 月至 10 月資料		15	1	5	V	V	V							V	V	#	V			V						V	V	V			V	V	V			V	
桃園縣龍潭鄉	2001 年至 2009 年資料	94%	17	2	4	V	V	V					V			V	V	V							V		V	V	V		V	V	V	V		V	V	
高種山	2010 年 1 月至 10 月資料		16	1	5	V	V	V					V	#	#	V	V	V			#							V	V			V	V	V			V	
桃園縣復興鄉	2001 年至 2009 年資料	88%	16	2	4	V		V					V	V	V	V		V			V						V	V	V		V	V		V		V	V	
長興	2010 年 1 月至 10 月資料		14	2	4	V		V							V			V		#	V						V	V	V		V	V	#	V			V	
桃園縣大溪鎮	2001 年至 2009 年資料	71%	17	1	5	V	V	V					V	V	V	V	V	V			V						V	V	V			V	V	V		V	V	
百吉國小	2010 年 1 月至 10 月資料		12	1	3	V	V							V		V		V			V						V	V				V	V	V		V		
桃園縣大溪鎮	2001 年至 2009 年資料	67%	18	2	7	V	V	V					V	V	V	V	V	V		V	V		V				V	V				V	V	V			V	
白石山	2010 年 1 月至 10 月資料		12	2	6	V								V	V	V	V	V			V		V				V	V					V				V	
新竹縣北埔鄉	2001 年至 2009 年資料	89%	18	2	6	V	V	V					V	V	V	V	V	V			V							V	V	V	V	V	V	V			V	
上大湖	2010 年 1 月至 10 月資料		16	2	5	V	V	V					V	V		V	V	V			V							V	V		V	V	V	V			V	
南投縣魚池鄉	2001 年至 2009 年資料	>100%	15	2	6	V			V					V	V	V	V	V		V	V					V	V	V					V	V			V	
蓮華池	2010 年 1 月至 10 月資料		18	2	7	V	#	#	V					V	V	V	V	V		V	V					V	V	V		#			V	V			V	
雲林縣斗六市	2001 年至 2009 年資料	75%	16	1	5		V	V	V		V		V	V		V	V	V		V		V						V		V		V		V		V		
樣子坑	2010 年 1 月至 10 月資料		12	1	3		V	V			V		V			V		V		V		V						V				V		V		V		
台南縣楠西鄉	2001 年至 2009 年資料	86%	14	0	4	V	V	V	V	V	V			V		V	V	V		V								V						V		V		
梅嶺風景區	2010 年 1 月至 10 月資料		12	0	6	V	V							V	#	V	V	V		V								V		#				V			#	

註：※為保育類，◎為特有種，＊為外來種或非原生物種，＃為本年度新記錄之物種。

本年物種比率＝2010 年 1 月至 10 月調查物種數/2001 年至 2009 年調查物種數。

表 3-6(續) 全島尺度生物多樣性熱點之歷史及本年度調查物種列表

熱點名稱	資料來源	本年物種比率	物種數	保育種數	特有種數	盤古蟾蜍◎	黑眶蟾蜍	小雨蛙	黑蒙西氏小雨蛙	巴氏小雨蛙	史丹吉氏小雨蛙	花狹口蛙	中國樹蟾	日本樹蛙	艾氏樹蛙	面天樹蛙◎	褐樹蛙◎	白頷樹蛙	斑腿樹蛙	莫氏樹蛙◎	台北樹蛙※◎	諸羅樹蛙※◎	翡翠樹蛙※◎	橙腹樹蛙※◎	台北赤蛙※	豎琴蛙※	腹斑蛙	拉都希氏赤蛙	長腳赤蛙	梭德氏赤蛙◎	金線蛙※	貢德氏赤蛙	古氏赤蛙	澤蛙	海蛙	虎皮蛙	斯文豪氏赤蛙◎	牛蛙
屏東縣東港鎮	2001 年至 2009 年資料	>	3	0	0		V																										V	*			
大鵬灣溼地	2010 年 1 月至 10 月資料	100%	4	0	0		V	V																									V	*			
屏東縣內埔鄉	2001 年至 2009 年資料	73%	11	0	2		V	V	V			*		V		V	V	V									V						V		V		
屏科大後山	2010 年 1 月至 10 月資料		8	0	0		V	V				*		V				V									V						V		V		
宜蘭縣	2001 年至 2009 年資料	75%	20	3	9	V		V					V		V	V	V	V		V	V	*	V				V	V	V	V		V	V	V		V	V	
員山鄉雙連埤	2010 年 1 月至 10 月資料		15	2	6	V							V		V	V					V		V				V	V	V	V		V	V	V			V	
宜蘭縣冬山鄉	2001 年至 2009 年資料	81%	16	2	8	V	V							V	V	V	V	V		V	V	*						V	V	V			V	V			V	
新寮瀑布步道	2010 年 1 月至 10 月資料		13	0	6	V	V							V	V	V	V	V		V								V		V		#		V			V	
宜蘭縣冬山鄉	2001 年至 2009 年資料	100%	16	1	5	V	V	V					V	V	V	V		V		V	V							V	V			V	V	V			V	
三富農場	2010 年 1 月至 10 月資料		16	1	6	V	V	V						V	V	V	#	V		V	V							V	V			V	V	V			V	
宜蘭縣頭城鎮	2001 年至 2009 年資料	75%	16	2	7	V	V	V					V		V	V	V			V	V		V				V	V				V	V	V			V	
福德坑溪	2010 年 1 月至 10 月資料		12	2	7	V	V								V	V	V			V	V		V					V	#				V				V	
花蓮縣壽豐鄉	2001 年至 2009 年資料	77%	14	0	4	V	V	V	V					V	V		V	V		V								V				V		V			V	
193 縣道 24.5K	2010 年 1 月至 10 月資料		13	0	3			V	V					V	V		V	V		V								V						V			V	
花蓮縣壽豐鄉	2001 年至 2009 年資料	60%	15	0	4	V	V	V	V					V	V		V	V		V							V	V				V		V		V	V	
193 縣道 28K	2010 年 1 月至 10 月資料		9	0	3		V								V		V	V		V							V	V				V				V	
花蓮縣壽豐鄉	2001 年至 2009 年資料	80%	15	0	4	V	V	V	V					V	V		V	V		V							V	V				V		V		V	V	
193 縣道 38K	2010 年 1 月至 10 月資料		12	0	3	V		V						V	V		V	V		V							V	V				V		V		V		
花蓮縣壽豐鄉	2001 年至 2009 年資料	50%	14	0	4	V	V	V	V					V	V		V	V		V							V	V						V		V	V	
193 縣道 42K	2010 年 1 月至 10 月資料		7	0	2									V	V		V	V		V							V	V										
花蓮縣壽豐鄉	2001 年至 2009 年資料	93%	14	0	4	V	V	V	V					V	V		V	V		V							V	V					V		V	V	
193 縣道 45K	2010 年 1 月至 10 月資料		13	0	3	V	V		V				#	V	V			V		V							V	V				#	V			V	

註：※為保育類，◎為特有種，＊為外來種或非原生物種，＃為本年度新記錄之物種。

本年物種比率＝2010 年 1 月至 10 月調查物種數/2001 年至 2009 年調查物種數。

表 3-6(續)全島尺度生物多樣性熱點之歷史及本年度調查物種列表

熱點名稱	資料來源	本年物種比率	物種數	保育種數	特有種數	盤古蟾蜍◎	黑眶蟾蜍	小雨蛙	黑蒙西氏小雨蛙	巴氏小雨蛙	史丹吉氏小雨蛙	花狹口蛙	中國樹蟾	日本樹蛙	艾氏樹蛙	面天樹蛙◎	褐樹蛙◎	白頷樹蛙	斑腿樹蛙	莫氏樹蛙◎	台北樹蛙※◎	諸羅樹蛙※◎	翡翠樹蛙※◎	橙腹樹蛙※◎	台北赤蛙※	豎琴蛙※	腹斑蛙	拉都希氏赤蛙	長腳赤蛙	梭德氏赤蛙◎	金線蛙※	貢德氏赤蛙	古氏赤蛙	澤蛙	海蛙	虎皮蛙	斯文豪氏赤蛙◎	牛蛙
花蓮縣壽豐鄉	2001 年至 2009 年資料	79%	14	0	4	V	V	V	V					V	V		V	V		V							V	V						V		V	V	
193 縣道 47K	2010 年 1 月至 10 月資料		11	0	3	V			V					V	V		V	V		V							V	V				#		V				
花蓮縣鳳林鎮	2001 年至 2009 年資料	69%	16	1	4	V	V	V	V				V	V	V		V	V		V							V	V			V			V		V	V	
193 縣道 55K	2010 年 1 月至 10 月資料		11	0	1		V	V	V					V	V			V		V							V	V				#		V				
花蓮縣鳳林鎮	2001 年至 2009 年資料	47%	15	0	4	V	V	V	V				V	V	V		V	V		V							V	V						V		V	V	
193 縣道 58.5K	2010 年 1 月至 10 月資料		7	0	1		V		V					V	V			V		V								V										
花蓮縣光復鄉	2001 年至 2009 年資料	40%	15	0	3	V	V	V	V				V	V	V			V		V							V	V						V		V	V	*
193 縣道 60K	2010 年 1 月至 10 月資料		6	0	1		V		V						V			V		V							V											
花蓮縣秀林鄉	2001 年至 2009 年資料	80%	15	0	4	V	V	V	V					V	V		V	V		V							V	V				V		V		V	V	
白鮑溪	2010 年 1 月至 10 月資料		12	0	4	V	V							V	V		V	V		V							V	V				V		V		V	V	
台東縣卑南鄉	2001 年至 2009 年資料	50%	12	1	5	V	V	V	V					V	V		V			V				V				V						V			V	
利嘉林道	2010 年 1 月至 10 月資料		6	1	4	V								V	V					V				V													V	

註：※為保育類，◎為特有種，＊為外來種或非熱點內之原生物種，＃為本年度新記錄之物種。

本年物種比率＝2010 年 1 月至 10 月調查物種數/2001 年至 2009 年調查物種數。

四、結論與建議

4.1 結論

藉由 2001 年至 2010 年長期的兩棲類調查，已累積約 56,000 多筆兩棲類野外調查資料，對於各物種在全台灣的分佈概況已有明確的結果。藉由統計兩棲類的野外分佈資訊，分析各蛙種的分佈型態，將全台灣 33 種蛙類區分為全島分佈型態(普遍、不普遍)、非全島分佈型態(西部、中北部、中南部、南部、點狀分佈)等型態，製作兩棲類地理分區系統，真實地反應兩棲類的族群分佈型態，繪製出各物種在全台灣調查樣點的分佈情況，正確反應物種的分佈位置，從而對於各區域的兩棲類保育政策的擬定與建立長期監測模式提供準確的參考資訊。根據2008 年至 2010 年長期的兩棲類監測資料，本研究已進行兩棲類預測分佈、蛙類族群變化趨勢及生物多樣性熱點監測的統計分析，並提出以下結論：

(一)應持續進行外來種的長期監測機制

在長期的調查過程中，外來種的長期監測也是其中一項重要的工作。過去曾記錄過牛蛙、海蛙、花狹口蛙等 3 種外來種的野外分佈資料，在本年度新記錄到斑腿樹蛙的野外分佈族群。未來，應建立外來種的長期監測模式，持續調查牛蛙在全台灣的分佈情況，監測花狹口蛙在台南至屏東地區及海蛙在屏東沿海地區的族群擴散情況；此外，斑腿樹蛙雖於本年度的調查中，僅在彰化田尾、台中石岡、台北八里、台北鶯歌等四處發現穩定的野外族群，但實際的野外分佈狀況不明，及其對於台灣原生蛙類的影響也不清楚，除應持續追蹤上述樣區的斑腿樹蛙族群擴散問題外，應持續加強兩棲類調查志工對於斑腿樹蛙的辨識能力，以調查斑腿樹蛙在全台灣的分佈情況，並研究其與白頷樹蛙對於棲位競爭排斥的關係以擬定外來種兩棲類的族群控制機制，避免危害台灣原生的兩棲類動物。

(二)修正兩棲類分佈預測的準確性

長期監測的目的除了監測兩棲類族群分佈狀況外，也在瞭解兩棲類時間與空間之族群變動，以建構台灣環境預警制度。本研究以多年來的兩棲類調查資料(包括分佈點位、溫濕度、水溫、海拔等)為基礎，結合 WorldClim 全球氣候圖層，採用 Maxent 預測模式預估各類物種在全台灣的分佈概況，推估可能的分佈界線。此結果不但有助於瞭解全台灣兩棲類的分佈型態，也可使用 Raster Calculator 計算每一網格出現的蛙種數，分析各物種的分佈位置，統計出兩棲類生物多樣性

的熱點位置，以縮減兩棲類調查志工在找尋生物多樣性熱點上的時間，達到長期監測的目的；同時，藉由實際參與推估熱點的野外調查工作，回饋、驗證預測模式所推估熱點位置的正確性，以校正兩棲類分佈推估模式，作為建構台灣環境預警制度及制訂保育策略的參考。

(三)挑選長期監測的標的物種

根據 2008 年至 2010 年蛙類族群變化趨勢的分析結果，各蛙類在三年間的網格佔有率變化不大，短期的調查資料尚無法看出顯著的族群變化趨勢。但蛙類族群會因棲息環境、氣候條件的差異而產生族群波動；因此，藉由挑選全島普遍分佈且具有特定生態意義的物種(不同棲地利用型態、特有種等)為監測的標的種，進行長期的監測調查，可作為評量台灣生態環境之基準資料。

在 16 種全島普遍分佈的兩棲類物種中，盤古蟾蜍、莫氏樹蛙及斯文豪氏赤蛙因分佈廣泛、易於觀測且為台灣特有種兩棲類，並具有不同的棲地利用類型(盤古蟾蜍及斯文豪氏赤蛙屬於溪流性兩棲類，莫氏樹蛙則為森林性兩棲類)及海拔棲位廣闊的條件，可作為長期監測兩棲類族群變化趨勢的標的物。藉由年間族群波動的趨勢，及早反應出溪流、森林的環境變動情況與海拔分佈的變化情形，可作為監控全球暖化對於台灣蛙類族群之影響及永續經營台灣生態環境之參考。

4.2 建議

三年來，持續招募並推動調查志工參與台灣全島兩棲類長期監測調查，採行固定樣區(生物多樣性熱點)及固定頻度(一年至少進行四季調查)的調查工作，總計投入至少 1,200 人次，完成 22,000 多筆野外調查資料的建置工作，有助於瞭解兩棲類的分佈情況，從而預測全台灣兩棲類的分佈情況，並進行族群變化趨勢的分析。顯見，妥善運用人數眾多的志工人員執行兩棲類生態監測，相較於聘請專業的研究人員，同樣的花費可以進行更大尺度及更長時間的調查，有助於建立物種分佈及族群量的的長期變化資料。

為持續推展兩棲類調查志工團隊參與兩棲類調查工作，蒐集現有志工人員的對於持續參與兩棲類調查的意願、執行兩棲類調查之困難及需協助事項、志工團隊經費補助、培訓與輔導之建議，及建立分區輔訓基地等五項議題提出建言，進而針對兩棲類長期監測的人力評估、長期監測規劃及經費成本預估，提出相關的建議如下：

(一)人力評估

參考過去志工團隊執行的情況，每年辦理相關的兩棲類調查志工培訓課程均可招募新團隊加入兩棲類資源調查的工作，但也有舊有團隊暫時退出的情況。因此，每年約有 30 組兩棲類調查工團隊(約 150 人)實際執行兩棲類調查工作。若以每個團隊執行至少 3 個樣區的調查工作，則一年可執行 100 個樣區的兩棲類調查工作，高於至少要完成 28 個兩棲類生物多樣性熱點之調查工作的最低需求。

為維持約 30 組兩棲調查志工的充足人力投入兩棲類長期監測工作，持續推動數位或實體培訓課程培養調查志工仍是相當重要的一環，輔導成立志工團隊可增加兩棲類調查工作的廣佈程度，特別是尚未成立兩棲類調查志工團隊的縣市，更是優先培訓成立志工團隊的地區。

(二)長期監測規劃

以 10 年期的規劃為基準，在兩棲類棲地保育、擴大志工參與層面及結合社區力量、推廣蛙類保育等三大主題上作出貢獻。

(1)短程(2011-2013)規劃目標

- 維護兩棲類資源調查資訊網，持續提供調查志工彙整資料的介面，每年更新調查的結果。
- 每年持續辦理兩棲類調查志工數位初階培訓課程，培訓個人志工參與蛙類分佈的回報，及輔導成立志工團體進行固定樣區的兩棲類長期監測機制。另外，也依初階培訓課程的進修時數及學習能力，辦理既有志工團隊的進階數位培訓課程，提供現有志工人員之進階學習機會。
- 持續輔導成立新的志工團隊，參與熱點樣區的調查工作，並輔導及協助原有團隊持續參與調查。
- 每年辦理一次兩棲類調查志工大會，分享各調查團隊的調查成果，並討論志工發展方向及目標，以凝聚共識。
- 發表 3 年期的兩棲類監測報告。

(2)中程(2014-2016)的規劃目標上

- 維護兩棲類資源調查資訊網，每年更新調查的結果。
- 辦理兩棲類調查志工數位培訓課程。
- 輔導成立志工團隊，參與熱點樣區的調查工作，並協助原有團隊持續參

與調查。

- 每年辦理一次兩棲類調查志工大會，討論志工發展方向及目標，以凝聚共識。
- 成立各區域的輔訓基地－在長期培訓、輔導成立志工團隊的過程中，在北、中、南、東等各區域內，培育出優秀而資深的兩棲類調查志工團隊，可作為各區域的種子團隊，建立分區輔訓基地，規劃相關課程內容，推動分區培訓、輔導的機制，培訓在地社區與學校，從而擴大兩棲類調查志工的規模，並執行各分區熱點的調查規劃工作，使兩棲類熱點調查工作可持續進行，完整記錄熱點樣區的族群變化情況。
- 發表 6 年期的兩棲類監測報告。

(3)長程(2017-2020)的規劃目標

- 維護兩棲類資源調查資訊網。
- 辦理兩棲類調查志工數位培訓課程。
- 輔導成立志工團隊及協助原有團隊持續參與調查。
- 每年辦理一次兩棲類調查志工大會。
- 發表 10 年期兩棲類長期監測報告，分析長期兩棲類類族群變化趨勢。
- 善用分區輔訓基地，結合社區及學校，進行蛙類棲地保育教育，並跨區域串連各調查志工團隊，彙整分區輔訓基地長期的培訓、調查建議，規劃下一期程的兩棲類監測之目標與保育方針。

(三)執行野外調查之成本估算(表 4-1)

生物的長期監測調查會因時間、經費、人力的因素，限制調查的尺度與時間。若能有效運用志工來進行調查，則可以最經濟的方式達到長期監測兩棲類族群變動的目的。以目前每年約有 30 組兩棲類調查志工團隊持續參與兩棲類調查工作為基準，預估未來每年會有 35 組志工團隊參與，分別執行四季的調查工作，若以補助野外調查油料費 6,000 元/隊為基準，約需 210,000 元；此外，志工於兩棲類資源調查資訊網登載的調查資料，均需專人進行資料審核的把關機制，約需 180,000 元的經費；而每年辦理兩棲類調查志工大會，發表年度調查成果，並規劃下一年度的工作目標及討論志工發展方向，補助志工團隊參與之交通費，約需 30,000 元；合計每年運用志工執行兩棲類野外調查成本，約為 420,000 元。

建議公部門能提供相關的經費補助，除可有效執行台灣兩棲類生物多樣性資源的普查工作，長期累積的的兩棲類監測調查資料，將有助於分析兩棲類族群變化的趨勢，及早擬定相關的保育措施。

表 4-1 每年運用志工執行兩棲類調查成本估算表

項目	內容	單價	數量	總額
油料費	補助野外調查之車輛油料費	6,000 元/隊	35 隊	210,000
工資	兩棲類資源調查資訊網 資料庫資料審核管理費用	15,000 元/月	12 個月	180,000
差旅費	兩棲類調查志工大會 補助志工團隊參與之交通費	30,000 元/次	1 次	30,000
合計				420,000

五、參考文獻

Biodiversity Center of Japan (2004) Japan's National Survey on the Natural Environment. Biodiversity Center of Japan.

Dash, M. C. and Mahanta, J. K. (1993) Quantitative analysis of community structure of tropical amphibian assemblages and its significance to conservation. J. Biosci. 18(1):121-139.

Griffin, C. R. (1989) Protection of wildlife habitat by state wetland regulations: the Massachusetts initiative. *In Transactions of the 54th North American Wildlife & Natural Resources Conference*, Washington, DC, USA, 22–31

Grownsa, I., G.West (2008) Classification of aquatic bioregions through the use of distributional modelling of freshwater fish. *Ecological Modelling* 217:79–86.

Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek and M. S. Foster 1994) Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibian. Smithsonian Institution Press,Washington and London.

Levins, R. (1968) Evolution in changing environments: Some theoretical explorations. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

Li, M. Y., Y. W. Ju, S. Kumar, T. J. Stohlgren (2008) Modeling potential habitats for alien species *Dreissena polymorpha* in Continental USA. *Acta Ecologica Sinica.*28(9): 4253-4258.

Molles, M. C. (2007) Ecology:concepts and applications 3e. McGraw-Hill, Boston.

Peterson, A. T. and D. A. Vieglais (2001) Predicting species invasions using ecological niche modeling. *BioScience* 51:363-371

Piankn, E. R. (1973) The structure of lizard communities. Annu. Rev. Ecol. Syst. 4: 53-73.

Reid, W. V. (1998) Biodiversity hotspots. Trends Ecol.＆Evol.

Semlitsch, R. D. (1998)Biological delineation of terrestrial buffer zones for pond-breeding salamanders. *Conservation Biology* 12:1113–1119.

Stockwell, D. R. B. and D. Peters, (1999) The GARP modeling system: problems and solutions to automated spatial predictions. *International Journal of Geographical Information Science* 13: 143-158.

Torres, J. J., C. Brito, M. J. Vasconcelos, L. Catarino, J. Gonçalves and J. Honrado (2010) Ensemble models of habitat suitability relate chimpanzee (Pan troglodytes) conservation to forest and landscape dynamics in Western Africa. *Biological*

Conservation 143:416–425.

Tsoar, A., O. Allouche, O. Steinitz, D. Rotem and R. Kadmon (2007) A comparative valuation of presence-only methods for modeling species distribution.*Diversity and Distributions* 13:397-405.

Weir, L. A., J. A. Royle, P. Nanjappa and R. E. Jung (2005) Modeling Anuran Detection and Site Occupancy on North American Amphibian Monitoring Program (NAAMP) Routes in Maryland, *Journal of Herpetology*, 39(4): 627–639.

行政院農業委員會（2003），台灣生物多樣性資源調查與研究研討會論文集，台北：行政院農業委員會。

呂光洋、陳添喜、高善、孫承矩、朱哲民、蔡添順、何一先、鄭振寬編（1996），台灣野生動物調查－兩棲動物資源調查手冊，台北：行政院農業委員會。

李培芬（1996）〈遙測和地理資訊系統在生態學研究之應用〉，生物科學，第三十六卷，第二期：101-112。

李培芬、白梅玲、林瑞興(2005)，利用遙測與 GIS 探討瀕危物種八色鳥之棲地喜好與分佈，行政院農委會 94 年度遙測應用計畫成果發表會專刊。

郭炳村（2007），《運用志工調查資料進行桃園地區兩棲類分佈之研究》，花蓮：花蓮教育大學生態與環境教育研究所碩士論文。

楊懿如、林麗君、郭炳村（2007），〈運用志工進行台灣兩棲類保育之發展歷程與成效〉。中國北京：海峽兩岸環境與可持續發展教育研討會。

楊懿如（2008a），《建立國家生物多樣性指標及特定生物類群族群變化監測機制(兩棲類監測報告) 》，台北：行政院農業委員會。

楊懿如主編（2008b），台灣兩棲類動物野外調查手冊，台北：行政院農業委員會。

楊懿如、施心翊、李承恩（2008c），台灣兩棲類調查志工制度之建立與歷程。野生動物保育彙報及通訊。第十二卷，第三期：29-32。

楊懿如、郭炳村（2008d），〈運用志工調查資料進行桃園地區兩棲類分佈之研究〉，台南市：2008 年自然資源保育暨應用學術研討會。

楊懿如、龔文斌（2009e），〈運用志工調查資料進行台灣蛙類分佈之研究〉，台中：動物行為暨生態研討會。

楊懿如、龔文斌（2009a），〈運用調查志工進行台灣蛙類生物多樣性熱點監測研究〉，台南：2009 年自然資源保育暨應用學術研討會。

楊懿如、龔文斌、施心翊（2009b），〈運用志工調查資料結合 GIS 監測台灣蛙類生態〉，台北：2009 數位典藏地理資訊學術研討會。

廖倩瑜（1996），《台灣產畫眉亞科鳥種之空間分佈與預測模式》，台北：國立台灣大學動物學研究所碩士論文，台北。

潘彥宏（1996），《台灣無尾目兩生類之空間分布模式》，台北：台灣大學動物學研究所碩士論文。

龔文斌、楊懿如（2010），〈運用志工調查資料進行台灣蛙類分佈預測〉，台北：2010 數位典藏地理資訊學術研討會。