

出國報告（出國類別：研究）

利用 GIS 分析台灣各縣市面臨禽類爆發 H5N1 禽流感的潛在危機

服務機關：行政院衛生署疾病管制局

姓名職稱：王秀貞助理研究員

派赴國家：美國

出國期間：民國九十四年十月二十九日至十一月二十日

報告日期：民國九十五年二月

摘 要

禽流感乃是一種感染鳥類的流感病毒，但卻存在跨越物種造成人類感染的潛在威脅。專家相信禽流感若在全球造成新一波的流感疫情，將可能感染人類總人口數的 20-50% 並導致 200 萬-5000 萬人死亡。Geographic Information System (GIS, 地理資訊系統) 技術為一電腦為基礎的分析工具，可用於繪製電子地圖及圖層呈現各種疾病個案的分布情形，研判空間聚集的範圍程度，以利各種防疫措施的執行。泰國政府利用此技術製作圖層，涵蓋高病原性 H5N1 禽流感流行時禽類及人類個案的分布，用以分析 H5N1 禽流感疫情的擴散模式、危險因子探討及防治措施的成效。這項研究的目的，乃是初步的將臺灣政府及中華民國野鳥學會公佈的家禽飼養數及臺灣本島各區的候、留鳥統計，按各縣市人口及面積做一粗淺的分析，以期獲知那些縣市存在爆發禽類禽流感的威脅較大。最終，預期能在未來，蒐集臺灣本島家禽、豬隻飼養場、主要的濕地、主要帶原候鳥遷徙路線及帶原野鳥的分布和相關的地理空間資訊的數據，再做更精密的分析。

目 錄

摘要	1
目錄	2
壹、目的	3
貳、過程.....	3
參、心得	15
肆、建議	16

壹、目的

本次進修主要是藉由參與加州大學柏克來分校公衛學院設置在網路上的課程『GIS 與 Remote Sensing 在公共衛生上的應用』(GIS and Remote Sensing in Public Health)，來熟悉應用 GIS (Geographic Information System, 地理資訊系統) 及 Remote Sensing (遙測感應) 等分析技術於公共衛生領域相關課題的研究；並因禽流感-可能造成全球流感大流行-的威脅，嘗試著結合 GIS 與臺灣政府發佈的年度統計資料來分析台灣各區各縣市潛存的禽流感疫情危機。

貳、過程

由於司徒博士 (Dr. Edmund Seto) 在加州大學柏克來分校公衛學院教授 GIS 及 Remote Sensing 相關課程，並已在該校網站內設置涵括該門課講解及實作練習的所有內容，故此，經由網路學習及與 Edmund 請教，得以熟悉 GIS 的分析步驟及過程。課程講解及實作練習內容如下：

Unit	Lecture	Lab
1	Overview/Introduction	Getting to know GIS Lab *
2	Spatial Data	GIS Data Lab *
3	Spatial Analysis & Census Data	Spatial Stats Lab *
4	Geocoding Public Health Data	Geocoding Lab *
5	Intro Remote Sensing	Remote Sensing Lab 1 *
6	Remote Sensing Preprocessing & Image Enhancement	Remote Sensing Lab 2 *
7	Remote Sensing Classification	Remote Sensing Lab 3 *
8	Disease Ecology & Infectious Diseases	Spatial Modeling Lab *
9	Cancer Epidemiology	Cluster Analysis Lab *
10	Environmental Health	Environmental Justice Lab *
11	Environmental Justice	
12	Interpolation & Buffer Analysis Lab *	
13	Healthcare Access	

(資料來源：<http://ehs.sph.berkeley.edu/china/edmund/gisr sph/>)

雖然，臺灣仍未曾發生過 H5N1 禽類禽流感疫情，且無人類病例之發現，但由於國人頻繁來往於中港澳、東南亞等國地區。且據世界衛生組織截至 2 月 13 日公布資料顯示，人類感染禽流感確定病例數達 169 例，其中 91 例死亡，病例集中在越南、泰國、柬埔寨、印尼、中國大陸及土耳其六個國家，禽流感的確有其具體威脅性。

禽流感-禽類的流感病毒-能感染所有的鳥種。這種病毒可能引起嚴重的呼吸道疾病，也可根據感染鳥種的抵抗力，在某些鳥種導致死亡。但水禽類，例如鴨子，具有高度抵抗力，能被感染但卻未顯示任何症狀，而成爲禽流感的自然宿主及傳染的主要來源。禽流感的傳播機制尚未確實明瞭；但是，疑似的傳播途徑與鼻和眼睛排泄物直接的接觸，或含病毒的糞便、含病毒的空氣沈積土壤粒子中造成水源污染，極其相關。

禽流感，依其本相，應不能感染人，因爲在不同種類之間的流感病毒接受器的差異，但幾例實例證明不然。文獻記載的首例禽流感傳染至人，發現於 1997 年的香港，造成 18 人感染，其中 6 人死於嚴重的呼吸道疾病。從此，10 餘次零星的小規模的爆出現於東南亞地區。並且，荷蘭 2003 年出現 H7N7 禽流感、加拿大 2004 年也出現 H7N3 禽流感傳染至人的事件。

禽流感病毒依其兩種表面蛋白質分子（hemagglutinin 和 neuraminidase）分成許多亞型。目前，已知 16 種 hemagglutinin 和 9 種 neuraminidase 不同蛋白質分子。亦成爲其命名的基礎，如 H7N1、H5N1 等等。Hemagglutinin 允許病毒吸附連結至相對的宿主細胞的蛋白質接受器。Neuraminidase 則可幫助複製好的病毒脫離宿主細胞，而完成複製過程造成重複感染。

禽流感病毒的傳染性及致病性取決於 hemagglutinin。Hemagglutinin 先以 precursor 的型式合成，並需 transcriptional 方式加以修飾成有具功能的分子。因此允許病毒產生具傳染力的粒子，因此產生致病性。這只是爲何某些亞型可引起高致病性的原因之一。高致病性的禽流感病毒會引起接近 100% 的死亡率爲其特徵，並極易傳染，其中最值得注意的是 H5 和 H7。反之，低病原性禽流感病毒，廣泛的存於在野生的禽類，並且只引起家禽出現輕微的呼吸道疾病。

流感病毒基因是由 8 股反向的 RNA 分子組成。這種自然的設計，極易造成基因的 reassortment，亦即當宿主感染上兩個不同的流感病毒亞型時，流感病毒基因可能產生重組，而衍生出新型的流感病毒而對人類造成極大的威脅。理論上，當人或豬可能同時感染上禽流感病毒和人的流感病毒，有可流衍生出一種人類幾乎沒有免疫力及傳染力高、致死率高的新型流感病毒。

高病原性禽流感病毒爆發，對家禽業和普通人都造成極大的影響。例如，

1983-1984 年美國賓州爆發高病原性禽流感疫情，付出超過 6300 萬美元的聯邦資金和外加 3.5 億美元為銷毀 1700 萬隻鳥的代價。尤有甚者，1918-1920 年西班牙流感（Spanish Flu）(H1N1)的大流行造成約 5000 萬人的死亡，死亡人數超過 1347-1351 年的鼠疫疫情，成為『人類歷史上的最致命的疾病事件』。

過去兩年，H5N1 禽流感不僅在東南亞造成 156 人染病，其中 82 人死亡，更在土耳其、伊拉克造成 13 人染病，9 人死亡。雖然致死率逐漸減低，但是令人擔憂的家庭群聚趨勢也不時出現，這意味著禽流感病毒在感染人時變得更有效率。為了傳播，病毒經常突變得不那麼惡性以換取在更長的時間內感染更多的人。這種情形曾在西班牙大流感時出現，雖死亡率只有 2.5%，卻造成全世界的大災難性。專家根據數學模式，預估下一次禽流感病毒的大流行將影響 20-50% 世界總人口，並且導致 200 萬-5000 人萬死亡，科學停飛的一個估計。

目前，處理禽流感病毒有幾種方法：治療及預防用的 Oseltamivir 或 Zanamivir 和治療用的 Amantadine 或 Rimantadine。這些藥物雖顯示在預防和治療禽流感病毒的過程中有效；但，並不保證這些抗病毒藥可有效地對抗任何混合型的新興流感。在大流行時實令人擔憂，特別是針對任一新型流感而生產疫苗至少耗時 4 個月。所以，對抗這種傳染病傳播的最好方法將是實行必要的防治措施，包括一個合適的疾病監測計畫。

查閱禽流感相關文獻、並與 Edmund 數次討論後，達成共識：目前禽流感傳播仍屬侷限性的人類禽流感個案，主由接觸發病禽鳥所致，若能把守養禽業不爆發 H5N1 疫情的這道防線，應對臺灣防治禽流感疫情裨益甚大。故研究主題訂於利用 GIS 分析台灣各縣市面臨禽類爆發 H5N1 禽流感的潛在危機。

分析過程：

藉由網路搜尋蒐得臺灣政府相關單位公佈的各縣市人口、各類地形面積、禽鳥飼養數目如下：

表一：臺灣地區縣市人口數（資料來源：中華民國統計月報,民國 94 年 10 月）

年底別	臺閩地區縣市人口												單位：千人	
	計	臺北市	高雄市	臺北縣	宜蘭縣	桃園縣	新竹縣	苗栗縣	臺中縣	彰化縣	南投縣	雲林縣	嘉義縣	
86年	21 743	2 598	1 436	3 421	467	1 614	422	560	1 448	1 298	547	752	568	
87年	21 929	2 640	1 462	3 460	466	1 651	428	560	1 468	1 301	546	749	566	
88年	22 092	2 641	1 476	3 511	465	1 691	434	560	1 481	1 306	544	746	563	
89年	22 277	2 646	1 491	3 568	465	1 733	440	560	1 494	1 311	542	743	562	
90年	22 406	2 634	1 494	3 610	466	1 763	446	561	1 502	1 314	542	744	563	
91年	22 521	2 642	1 510	3 641	464	1 793	453	561	1 512	1 316	541	743	562	
92年	22 605	2 627	1 509	3 677	463	1 822	459	561	1 520	1 316	540	741	560	
93年	22 689	2 622	1 513	3 708	462	1 853	467	561	1 527	1 317	538	737	558	

年底別	臺閩地區縣市人口												單位：千人	
	臺南縣	高雄縣	屏東縣	臺東縣	花蓮縣	澎湖縣	基隆市	新竹市	臺中市	嘉義市	臺南市	金門縣	連江縣	
86年	1 096	1 227	914	253	358	91	379	352	902	263	718	51	8	
87年	1 100	1 227	911	250	357	89	382	356	918	263	722	51	7	
88年	1 104	1 230	909	248	356	89	385	362	941	265	728	52	7	
89年	1 108	1 235	908	245	354	89	388	368	966	266	735	54	7	
90年	1 107	1 237	909	245	353	92	391	373	984	268	741	57	9	
91年	1 108	1 233	906	244	352	92	391	379	997	268	745	59	9	
92年	1 107	1 237	904	243	351	92	392	383	1 009	270	750	61	9	
93年	1 106	1 239	900	240	349	92	392	387	1 021	270	755	64	9	

表二：臺灣地區主要家禽 93 年底在養隻數（資料來源：行政院農業委員會；
http://bulletin.coa.gov.tw/show_index.php）

年底及地區別	雞	鴨	鵝	火雞
93年	108 443	9 768	2 819	197
臺灣地區	108 443	9 768	2 819	197
臺北市	13	18	0	0
高雄市	0	0	0	-
臺北縣	323	60	16	2
宜蘭縣	3 702	240	3	1
桃園縣	4 095	115	47	-
新竹縣	2 975	103	6	1
苗栗縣	3 547	124	32	2
臺中縣	3 636	208	72	8
彰化縣	25 095	1 150	143	23
南投縣	4 941	340	52	8
雲林縣	12 252	1 438	1 421	23
嘉義縣	9 013	389	275	37
臺南縣	12 765	1 572	283	82
高雄縣	8 195	363	84	1
屏東縣	15 287	3 444	359	4
臺東縣	1 176	16	8	2
花蓮縣	545	169	5	2
澎湖縣	71	3	0	0
基隆市	6	0	0	0
新竹市	73	9	3	3
臺中市	11	7	9	0
嘉義市	140	0	-	-
臺南市	579	0	-	-

表三：臺灣地區各縣市主要地形面積（資料來源：資料來源：總計：內政部；山坡地區：農業委員會水土保持局；高山地區：農業委員會林務局。）

單位：公頃	總計	平原地區	山坡地區	高山地區
93年	3 600 618	961 454	982 737	1 656 427
臺北市	27 180	12 176	15 004	-
高雄市	15 360	13 546	1 048	766
臺灣省合計	3 558 078	935 732	966 685	1 655 661
臺北縣	205 257	23 142	111 796	70 319
宜蘭縣	214 363	39 193	33 294	141 876
桃園縣	122 095	66 045	31 706	24 344
新竹縣	142 759	19 182	65 433	58 144
苗栗縣	182 031	22 696	86 886	72 449
臺中縣	205 147	51 662	51 137	102 348
彰化縣	107 440	94 240	10 020	3 180
南投縣	410 644	20 464	127 816	262 364
雲林縣	129 084	115 344	8 150	5 590
嘉義縣	190 167	80 631	42 940	66 596
臺南縣	201 601	119 506	50 609	31 486
高雄縣	279 266	62 784	61 727	154 755
屏東縣	277 560	95 667	90 320	91 573
臺東縣	351 525	22 235	97 540	231 750
花蓮縣	462 857	50 337	76 814	335 706
澎湖縣	12 686	12 686	-	-
基隆市	13 276	768	10 400	2 108
新竹市	10 410	6 234	4 077	99
臺中市	16 343	10 208	5 450	685
嘉義市	6 003	5 144	570	289
臺南市	17 565	17 565	-	-

註：土地係以地形地勢劃分為平原地區、山坡地區及高山地區三部分。(宜蘭縣自86年起增加釣魚台面積616.36公頃)

(1) 平原地區：指低海拔之平坦土地,包括平原、盆地、沖積扇、縱谷及部分臺地。

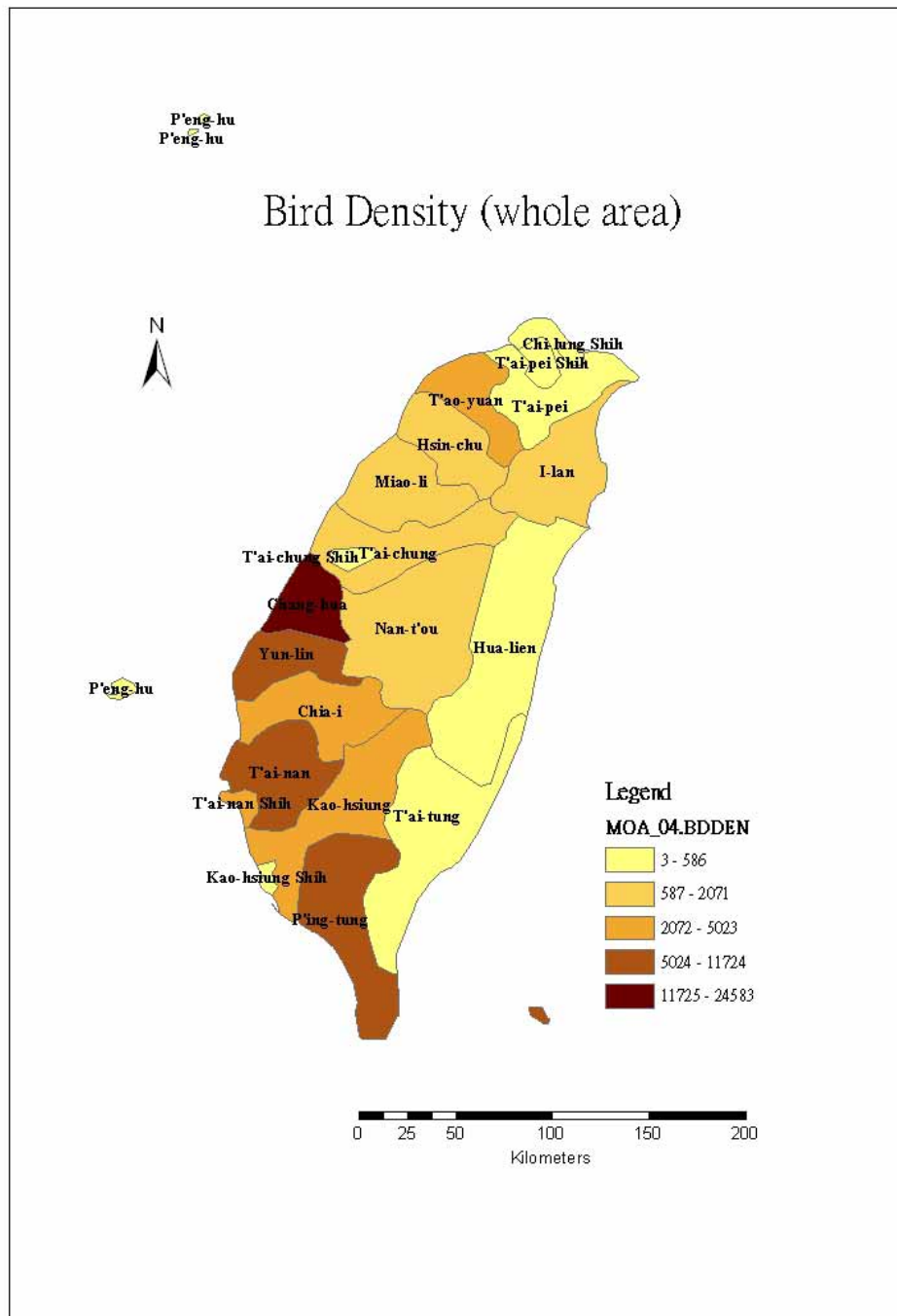
(2) 山坡地區：主要包括標高100公尺以上,1,000公尺以下之丘陵地,或標高未滿100公尺,而其平均坡度在5%以上之坡地,依照山坡地保育利用條例劃定公佈者。

(3) 高山地區：指國有林事業區、試驗用林地、保安林地等,位於較高海拔,專供林業經營、國土保安及

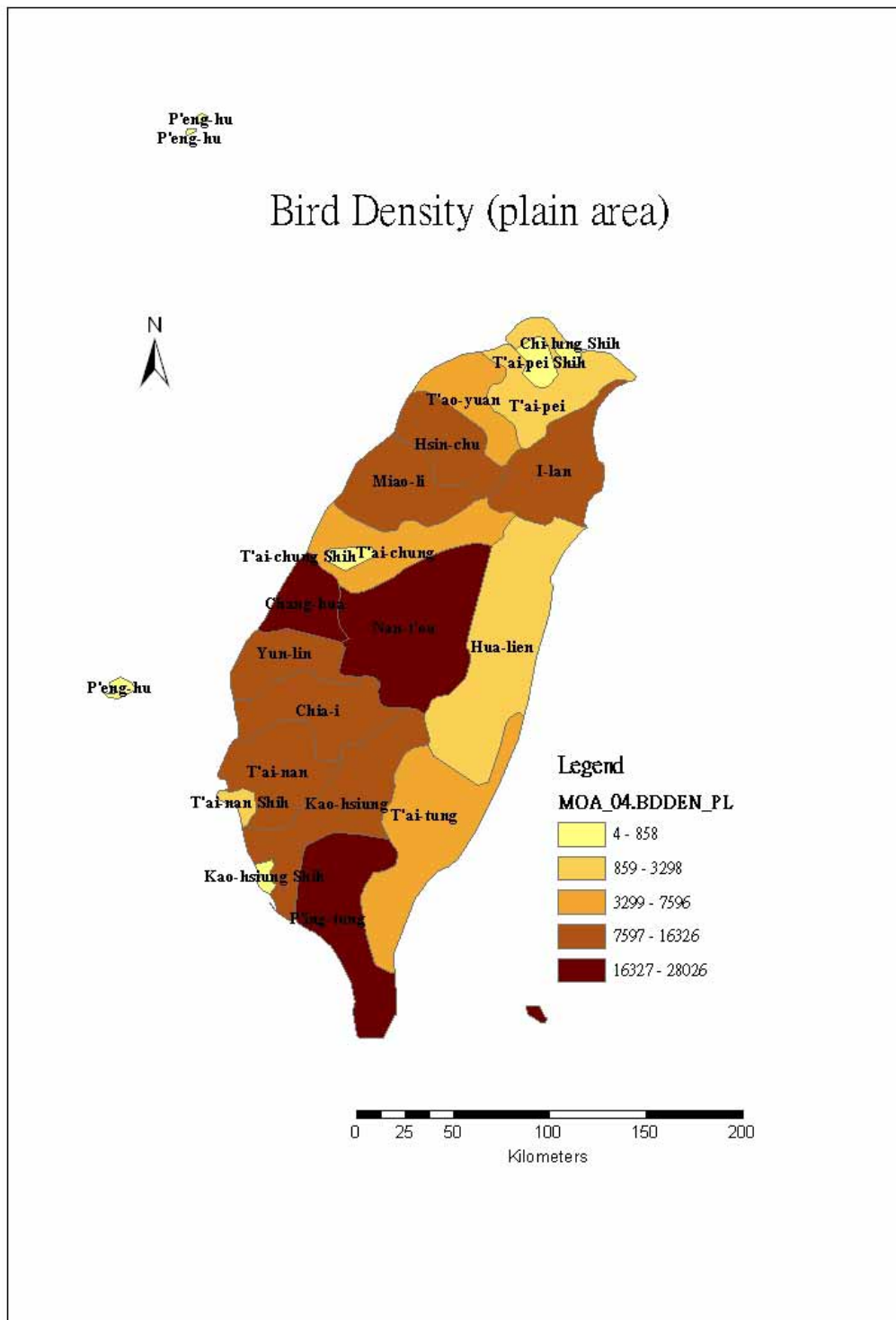
資料來源：總計：內政部；山坡地區：農業委員會水土保持局；高山地區：農業委員會林務局。

利用 GIS 分析結果如下：

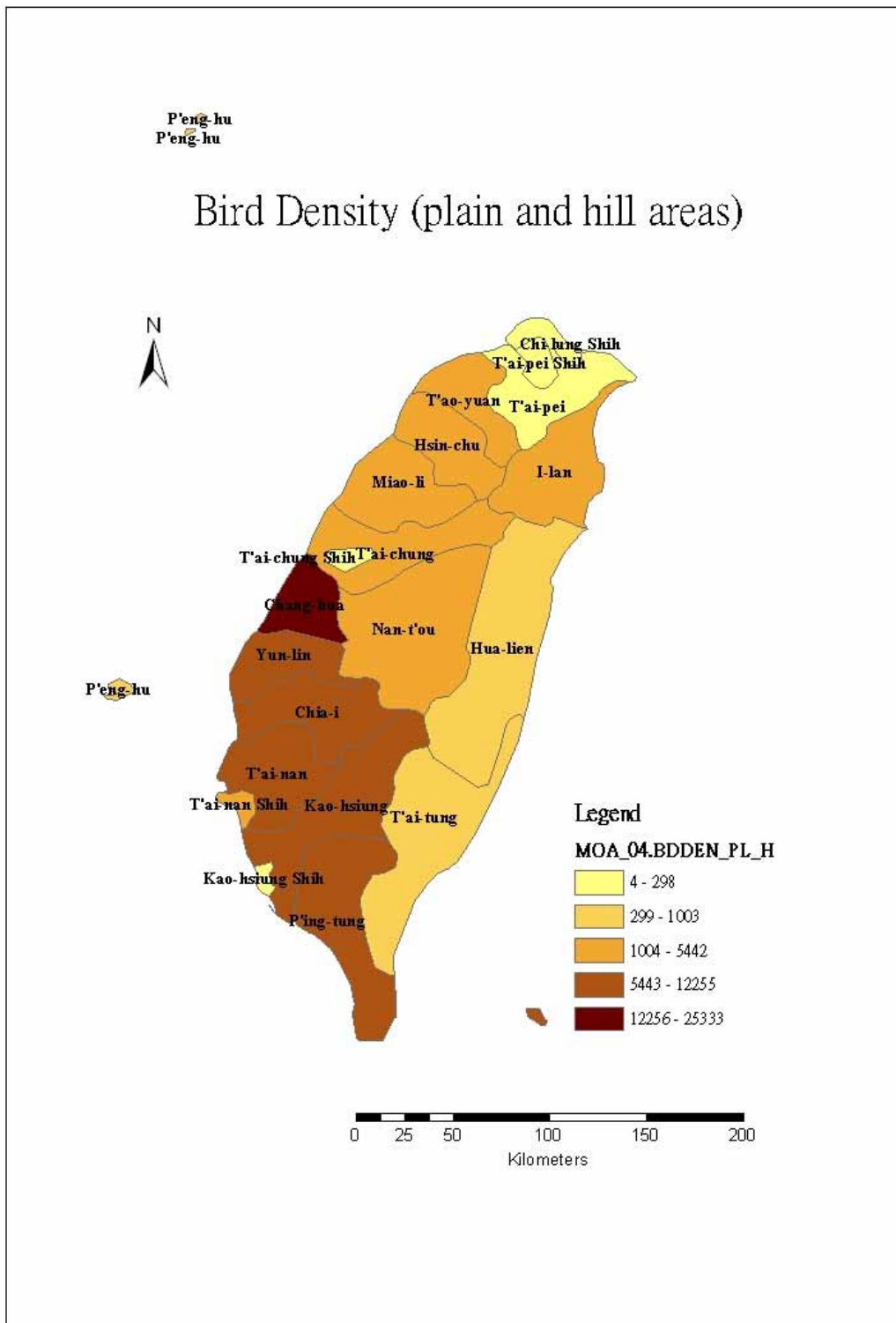
因台灣地區各縣市的平原、山坡、高山地區分佈不均，並基於人口、養禽場的分佈應以平原、山坡地區為主的考量，以三種不同的方式呈現。



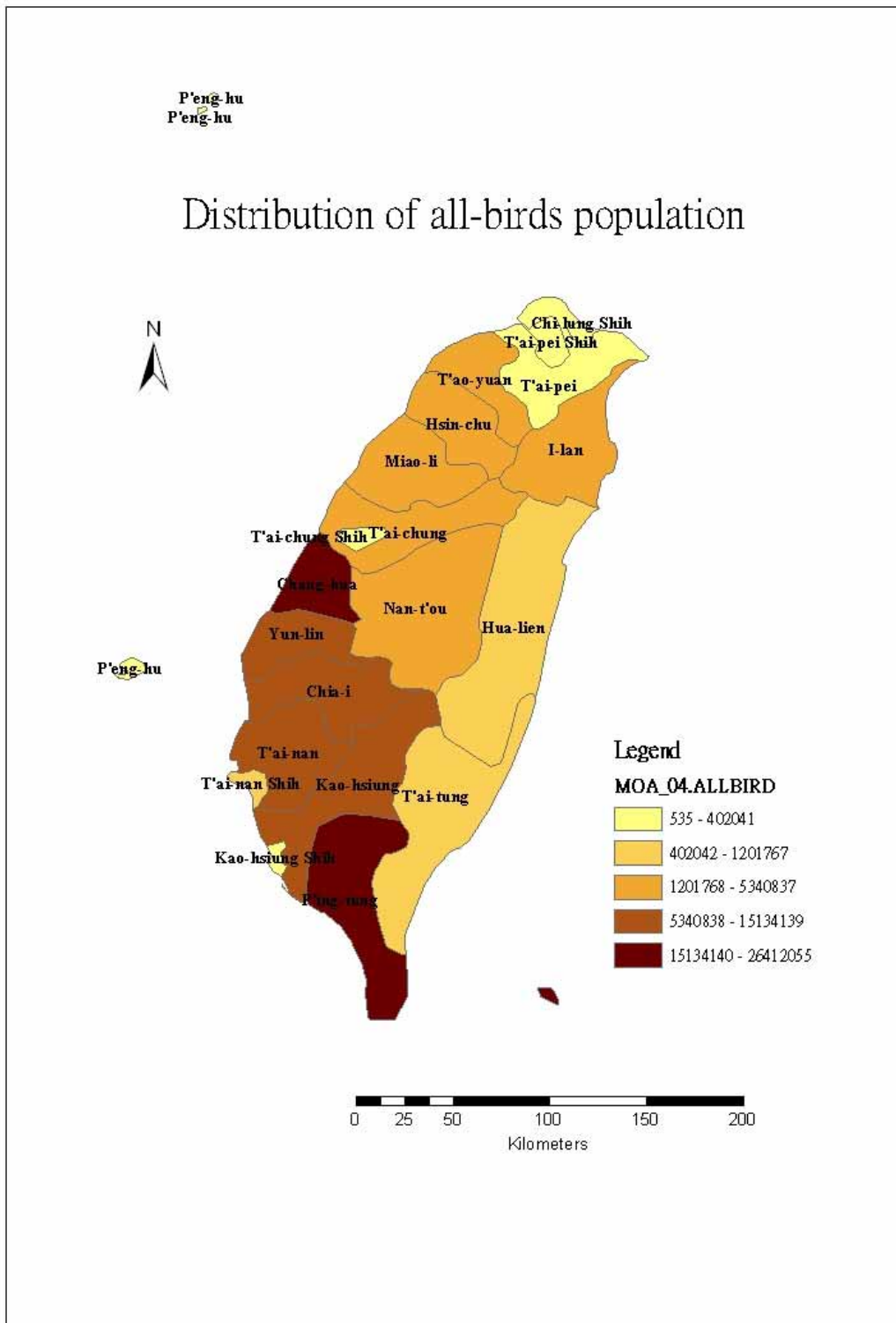
圖一：各縣市家禽分布密度（全區）：彰化縣密度最高；雲林縣、臺南縣、屏東縣次之。



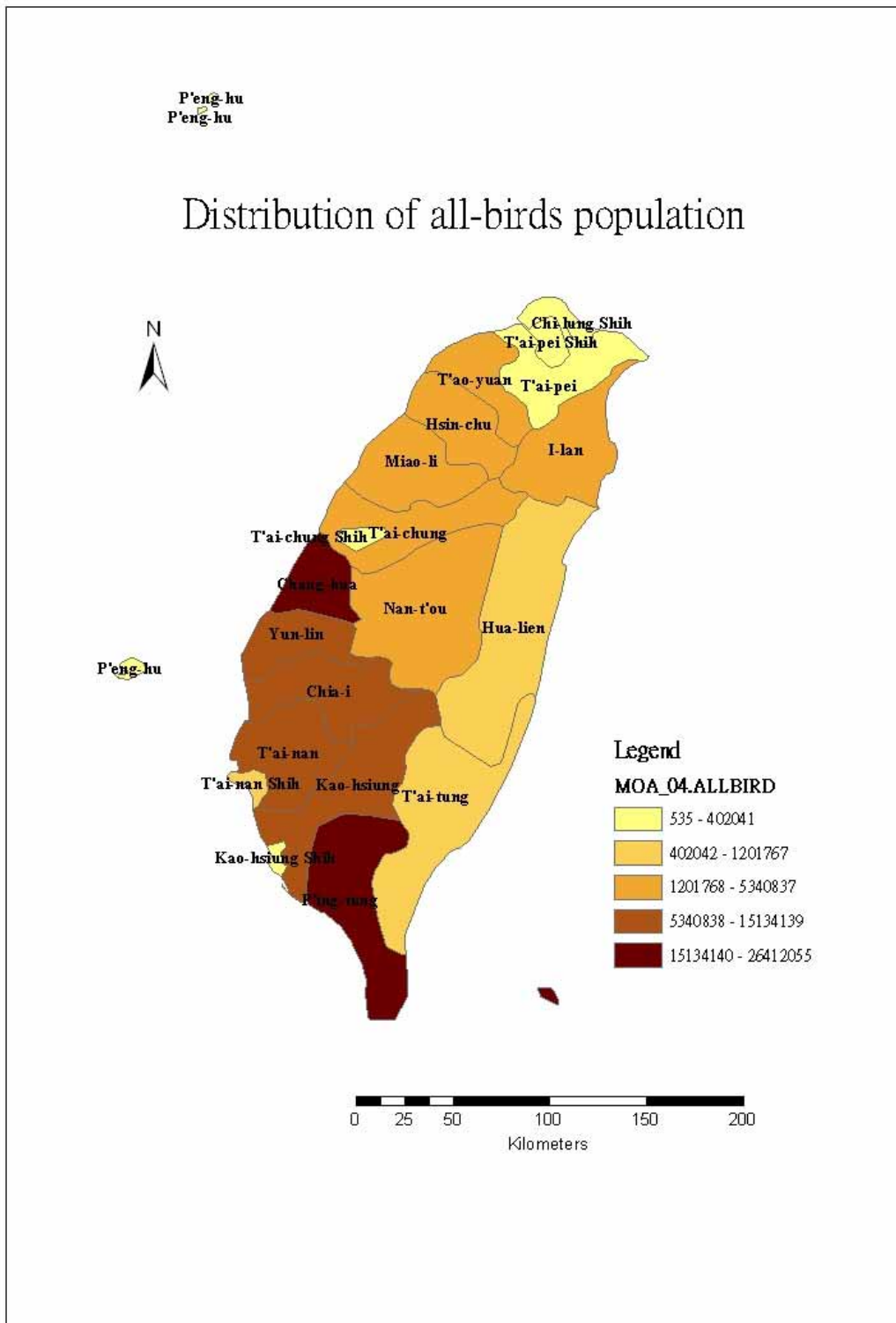
圖二：各縣市平原地區家禽分布密度：彰化縣、南投縣、屏東縣密度最高；雲林縣、嘉義縣、臺南縣、高雄縣、苗栗縣、新竹縣、宜蘭縣次之。



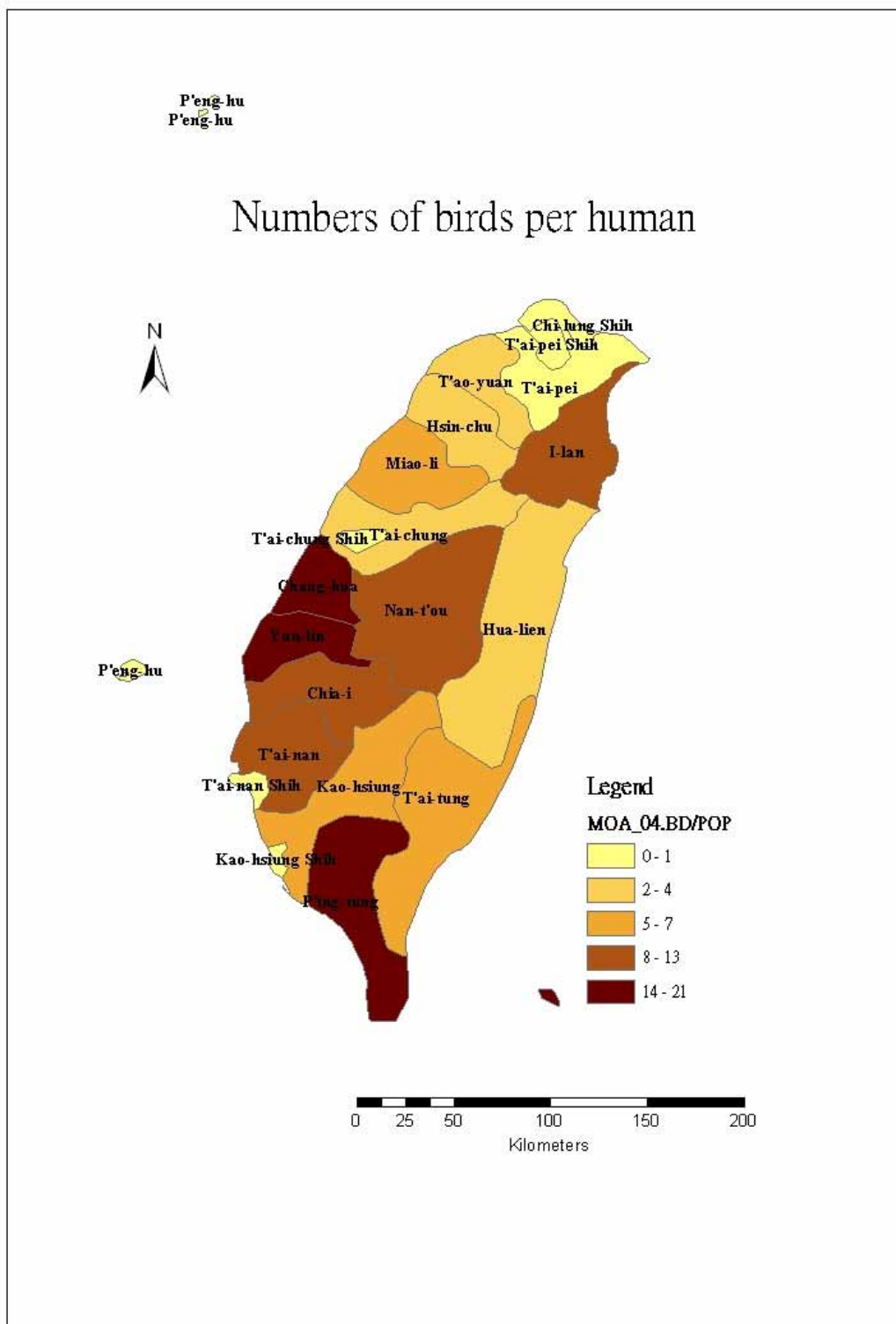
圖三：各縣市平原、山坡地區家禽分布密度：彰化縣密度最高；嘉義縣、臺南縣、高雄縣、屏東縣次之。



圖四：各縣市飼養家禽總數：彰化縣、屏東縣數目最多；雲林縣、嘉義縣、臺南縣、高雄縣次之。



圖四：各縣市飼養家禽總數：彰化縣、屏東縣數目最多；雲林縣、嘉義縣、臺南縣、高雄縣次之。



圖五：各縣市飼養家禽總數與人口數比值：彰化縣、雲林縣、屏東縣比值最高；南投縣、嘉義縣、臺南縣次之。

結論：

綜合以上分析，可知彰化縣的爆發禽流感疫情潛在危險最高；屏東縣次之；雲林縣、嘉義縣、臺南縣其次。

加上，中華民國野鳥學會劉小如博士所做的『臺灣海岸地區環境生態敏感區鳥類相調查』顯示，1999年11月至2000年11月期間，候鳥及留鳥累計數前3名為：彰化彰濱工業區最多，73713隻；臺南四草鹽田區次之，56887隻；宜蘭利澤簡區，54607隻。

可知，彰化縣因家禽飼養數目眾多且過境的候鳥數亦高居全臺第一，其所存在的禽流感疫情爆發危險實為最高。故彰化縣的農牧及衛生當局，實應將縣內的養禽業者造冊登記，並將雞場的詳細位置及周邊的運輸通路調查清楚，一旦發現候鳥感染高病原性H5N1禽流感，即可如歐盟日前頒布的禽流感預防措施，包括在發現病例方圓3公里內的地區劃為「高度保護區」(surveillance zone)，將方圓10公里內的地區劃為「加強防護區」(protection zone)。在「高度保護區」內，所有家禽必須在籠內飼養。此外，除了把家禽運往屠宰場外，該區域內不得運輸家禽，區域內所產禽類製品必須經檢疫合格後方可銷往外地。在「加強防護區」內，不得進行活禽交易。此外，加強家禽飼養場的衛生消毒管理，向家禽飼養者普及進行禽流感相關常識。

參、心得

GIS(地理資訊系統)在公共衛生領域的應用非常多元，包括深入探討地理資料型態、模式分析與預測，研討地理空間資訊在協助醫療資源分配與分級醫療網之配置，疾病發展與擴散趨勢，環境污染監測，以及傳染病流行病的疫情控制等，皆可扮演重要的角色。如登革熱病媒蚊的資料等與GIS結合，不只可以看到疫情的分佈型態，還可以和其他GIS的環境及人文資料結合，探討更多相關的課題。本局因重視GIS的應用價值，故於建構生物防護網時加入此項目。非常高興也很感謝本局及所有長官提供的這次難得的機會，讓我到加州大學柏克來分校公衛學院接受相關的訓練。

GIS，是以電腦為基礎的工具，用以繪圖及分析數據，可用來決定禽流感散播的危險因子，因可收集人類和動物個案資料進一步加以分析。GIS在疫情控制、減少其造成的經濟損失及計劃防治措施，都已證明極其有效。若能收集詳盡地臺灣本島家禽、豬隻飼養場、主要的濕地、主要帶原候鳥遷徙路線及帶原野鳥的分布和相關的地理空間資訊的數據，製作各種圖層，或許可產生一張交互式地圖，陳列全部有關的訊息和數據，將可闡明禽流感傳播的所有基礎元素。並且在發生疫情的的地區，迅速建立一緩衝區，涵蓋所有養禽場的理位置，以迅速地建立監測系統和執行所需的檢疫措施。

在柏克來進行20天的訓練與研究，每週2次與Dr. Edmund Seto的討論與腦力激盪，使我獲益良多。在此謹致謝忱。也使我深深體認GIS在公共衛生研究上的重要性與貢獻。對於學術研究或疫情控制之決策而言，應用GIS來輔助資料

的處理分析，應是一項發展趨勢。

肆、建議事項

2004 年時，臺灣島內 H5N2 禽流感疫情擴大，本局曾將中南部的 6 個農業大縣（含臺中、南投、雲林、彰化、嘉義和臺南）當地所有養雞、養鴨、養豬場的從業人員全面造冊列管。根據本人所做的分析，屏東縣及高雄縣的潛在危險性亦高，故造冊列管的對象應擴及此 2 縣，並持續更新維護資料。

另外，因 Dr. Edmund Seto 公開的將授課資料上傳於一公開的校園網站，俾益學生及研究人員自行依其練習，實為相關單位提供終身學習的方法之一。