

計畫編號：DOH100-DC-2016, DOH101-DC-2301, DOH102-DC-2209

衛生福利部疾病管制署 100-102 年度科技研究發展計畫

蜚媒新興及人畜共通傳染病分子流行病學監測

全 程 研 究 報 告

執行機構：疾病管制署

計畫主持人：王錫杰

研究人員：舒佩芸、嵇達德、簡嘉豪、姜佩芳、謝欣蕙

執行期間： 100 年 1 月 1 日至 102 年 12 月 31 日

本研究報告僅供參考，不代表本署意見，如對媒體發布研究成果應事先徵求本署同意

目 錄

一、圖次	3
表次	4
附錄次	5
二、摘要：中文摘要	6
英文摘要	8
三、本文	
(一)、前言	10
(二)、材料與方法	15
(三)、結果	22
(四)、討論	41
(五)、結論與建議	56
(六)、計畫重要研究成果及具體建議	60
(七)、參考文獻	62
(八)、圖	68
表	82
四、附錄	107

圖次

圖一、台灣地區 <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 菌株 16S rRNA gene 序列親緣關係圖	67
圖二、台灣地區 <i>Candidatus Neoehrlichia mikurensis</i> 菌株 16S rRNA gene 序列親緣關係圖	68
圖三、台灣地區 <i>Anaplasma platys</i> 菌株 16S rRNA gene 序列親緣關係圖	69
圖四、台灣地區 <i>Anaplasma marginale</i> 菌株 16S rRNA gene 序列親緣關係圖	70
圖五、台灣地區 <i>Anaplasma bovis</i> 菌株 16S rRNA gene 序列親緣關係圖	71
圖六、台灣地區 <i>Babesia microti</i> 18S rRNA gene (BmF2-BmR2 片段) 序列親緣關係圖	71
圖七、台灣地區 <i>Babesia microti</i> 18S rRNA gene (Bab2-Bab3 片段) 序列親緣關係圖	72
圖八、台灣地區 <i>Babesia</i> spp. 18S rRNA gene (BmF2-BmR2 片段) 序列親緣關係圖	73
圖九、台灣地區粒形硬蜱、板齒鼠血蜱及鐮形扇頭蜱 12S rRNA gene 序列親緣關係圖	74
圖十、台灣地區粒形硬蜱、板齒鼠血蜱及鐮形扇頭蜱 16SrRNA gene 序列親緣關係圖	75
圖十一、台灣地區血紅扇頭蜱 12S rRNA gene 序列親緣關係圖	76
圖十二、台灣地區血紅扇頭蜱 16S rRNA gene 序列親緣關係圖	77
圖十三、蜱叮咬照片	77
圖十四、蜱石蠟檢體	78
圖十五、蜱蟲叮咬照片	78
圖十六、革蜱若蟲	79
圖十七、患者手臂內側	79
圖十八、台灣革蜱若蟲背面	80
圖十九、台灣革蜱若蟲腹面	80

表次	
表一、Babesia PCR primers 及反應條件	81
表二、野生動物外寄生蜱來源、種類及數量	82
表三、鼠類外寄生蜱艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體分子檢測結果	84
表四、鼠類外寄生蜱艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體檢出種類及分布	85
表五、鼠類脾臟艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體分子檢測結果	86
表六、鼠類血液艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體分子檢測結果	87
表七、鼠類脾臟艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體檢出種類及分布	88
表八、鼠類血液艾利希氏體及邊蟲檢出種類及分布	89
表九、狗蜱艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體分子檢測結果	90
表十、狗蜱艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體檢出種類及分布	91
表十一、野生動物外寄生蜱艾利希氏體及邊蟲(<i>Ehrlichia</i> & <i>Anaplasma</i>)分子檢測結果	92
表十二、野生動物外寄生蜱艾利希氏體及邊蟲檢出種類及分布	93
表十三、野生動物外寄生蜱端複胞器門(<i>Apicomplexa</i>)原蟲分子檢測結果	94
表十四、鼠類外寄生蜱端複胞器門(<i>Apicomplexa</i>)原蟲檢出種類及分布	95
表十五、鼠類脾臟及血液端複胞器門(<i>Apicomplexa</i>)原蟲體分子檢測結果	96
表十六、鼠類脾臟端複胞器門(<i>Apicomplexa</i>)原蟲檢出種類及分布	97
表十七、鼠類血液端複胞器門(<i>Apicomplexa</i>)原蟲檢出種類及分布	97
表十八、狗蜱端複胞器門(<i>Apicomplexa</i>)原蟲分子檢測結果	98
表十九、狗蜱端複胞器門(<i>Apicomplexa</i>)原蟲檢出種類及分布	99
表二十、野生動物外寄生蜱端複胞器門(<i>Apicomplexa</i>)原蟲分子檢測結果	100
表二十一、野生動物外寄生蜱端複胞器門(<i>Apicomplexa</i>)原蟲檢出種類及分	101
表二十二、96-97 年金門縣及連江縣恙蟲病通報病例血清抗體 <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 檢測	102
表二十三、96-97 年金門縣及連江縣恙蟲病通報病例血清抗體 <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 檢測類別分析	102
表二十四、100-101 年金門縣恙蟲病通報病例血清抗體 <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 檢測	103
表二十五、100-101 年金門縣恙蟲病通報病例血清抗體 <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 檢測類別分析	104
表二十六、100-101 年金門縣恙蟲病通報病例 12 個配對血清 <i>A. phagocytophilum</i> 效價檢測及 real time PCR 定序結果	105

附錄次

附錄一、艾利希氏體及邊蟲(*Ehrlichia & Anaplasma*)代碼

106

附錄二、端複胞器門(Apicomplexa)原蟲代碼

108

摘要

關鍵詞：艾利希氏體感染症、邊蟲症、巴貝氏原蟲病、蜱、分子流行病學

以 SYBR Green real-time PCR 檢測台灣地區 3 種鼠類外寄生蜱，艾利希氏體及邊蟲 PCR 陽性率為 19.75%，以粒形硬蜱陽性率為 33.19% 最高，其次為板齒鼠血蜱 16.95%，鑷形扇頭蜱 6.67% 最低，鼠類外寄生蜱共檢出 10 種艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體，其中已知有 4 種可能為人畜致病性，包括 3 種會感染人及動物：*Anaplasma phagocytophilum*, *Ehrlichia chaffeensis*, *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 及 1 種會感染牛：*Anaplasma bovis*。台灣地區狗蜱(血紅扇頭蜱 *Rhipicephalus sanguineus*) 艾利希氏體及邊蟲 PCR 陽性率為 31.67%，共發現 6 種艾利希氏體及邊蟲，有 5 種可能為人畜致病性(*A. phagocytophilum*, *Anaplasma platys*, *Ehrlichia canis*, *E. chaffeensis*, *A. bovis*)。台灣地區野生動物外寄生蜱艾利希氏體及邊蟲 PCR 陽性率為 35.8%，檢測之蜱種有 14 種，以拉氏血蜱(*Haemaphysalis lagrangei*)、粒形硬蜱(*Ixodes granulatus*)、微小牛蜱(*Boophilus microplus*)及褐黃血蜱(*Haemaphysalis flava*)陽性率較高，皆超過 60%。艾利希氏體及邊蟲共檢出 11 種，其中已知有 5 種可能為人畜致病性，包括 1 種會感染人及動物：*A. phagocytophilum*，3 種會感染牛：*A. marginale*, *A. bovis*, *A. centrale* 及 1 種會感染狗：*A. platys*。台灣地區艾利希氏體及邊蟲菌株以 16S rRNA gene 全長定序與世界其他地區菌株比較，發現 *A. phagocytophilum*、*A. bovis* 及部份 *Anaplasma marginale* 為新的變異株，*Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 及 *A. centrale* 則與其他地區較相近。以 Apicomplexa-specific nested PCR 及 *Babesia microti* specific nested PCR 檢測相同數量的蜱種，田鼠巴貝氏原蟲(*Babesia microti*) 在 3 種鼠類外寄生蜱，*Babesia*

microti PCR 陽性率為 0.63%，以粒形硬蜱陽性率為 0.97% 最高，其次為板齒鼠血蜱 0.85%；台灣地區狗蜱中，血紅扇頭蜱 *B. microti* PCR 陽性率為 0.24%；野生動物外寄生蜱僅在嗜龜花蜱 (*Amblyomma geoemydae*) 發現，陽性率為 2.78%。台灣地區 *B. microti* 蟲株以 18S rRNA gene 定序與世界其他地區蟲株比較，發現多數屬於 US type，少數屬於 Kobe type。利用 12S rRNA gene 及 16S rRNA gene 對粒形硬蜱、板齒鼠血蜱、鐮形扇頭蜱及血紅扇頭蜱進行分子檢測，經親源關係樹圖發現有極明顯的分別，雖採自不同的地點，但同一種仍自成一類。檢驗 100-101 年金門縣恙蟲病通報病例 *A. phagocytophilum* 血清抗體陽性率為 30.10% (87/289)，而對照組血清抗體陽性率為 12% (6/50)，具有顯著性差異 ($X^2=7.018$, $p=0.008$)，同時在 87 個配對血清中發現 12 個病例兩次採血 *A. phagocytophilum* 血清抗體效價有四倍上升，顯示金門地區發燒病人確實需要注意是否為 Anaplasmosis。檢驗 96-101 年桃園縣恙蟲病及萊姆病通報病例 *Babesia microti* 血清抗體陽性率為 0.31% (2/653)，而對照組血清抗體陽性率為 0% (0/50)，不具有顯著性差異 ($X^2=0.15$, $p=0.6951$)。

Abstract

Keywords: Ehrlichiosis, anaplasmosis, babesiosis, ticks, molecular epidemiology

Three species of small mammal ectoparasiting ticks were detected by SYBR Green real-time polymerase chain reaction (PCR), based on 16S rRNA gene. The infection rate of Ehrlichia and Anaplasma was 19.75%. *Ixodes granulatus* ticks has the highest infection rate was 33.19%, followed by *Haemaphysalis bandicota* ticks was 16.95%, and then *Rhipicephalus haemaphysaloides* ticks was 6.67%. Ten species of Ehrlichia, Anaplasma and Rickettsia were found. Three species of them were zoonotic agents, including *Anaplasma phagocytophilum*, *Ehrlichia chaffeensis*, *Candidatus Neoehrlichia mikurensis*; the other one was bovine infection: *Anaplasma bovis*. The infection rate of Ehrlichia and Anaplasma was 31.67% in dog ticks (*Rhipicephalus sanguineus*). Six species of Ehrlichia and Anaplasma were discovered. Five species of them were zoonotic agents, including *A. phagocytophilum*, *Anaplasma platys*, *Ehrlichia canis*, *E. chaffeensis* and *A. bovis*. Fourteen species of wild animal ectoparasiting ticks were detected. *Haemaphysalis lagrangei* ticks, *Ixodes granulatus* ticks, *Boophilus microplus* ticks and *Haemaphysalis flava* ticks have higher infection rate was more than 60%. Eleven species of Ehrlichia and Anaplasma were found. Three species of them were bovine infection, including *Anaplasma marginale*, *A. bovis* and *Anaplasma centrale*; one species was zoonotic agent (*A. phagocytophilum*); the other one was canine infection: *Anaplasma platys*. Pairwise nucleotide sequence analysis of 16S rRNA gene shows that *A. phagocytophilum*, *A. bovis* and part of *A. marginale* discovered in Taiwan were new variants, whereas *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* and *Anaplasma centrale* were similar with strains from other areas. Identical number

and species of ectoparasiting ticks were detected by Apicomplexa-specific nested polymerase chain reaction (PCR) and *Babesia microti* specific nested PCR, based on 18S rRNA gene. The infection rate of *B. microti* was 0.63% in three species of small mammal ectoparasiting ticks. *Ixodes granulatus* ticks has the highest infection rate was 0.97%, followed by *Haemaphysalis bandicota* ticks was 0.85%. The infection rate of *B. microti* was 0.24% in *R. sanguineus*. Among wild animal ectoparasiting ticks, only *Amblyomma geoemydae* ticks were found be infected and the infection rate of *B. microti* was 0.62%. Pairwise nucleotide sequence analysis of 18S rRNA gene shows that most of *B. microti* strains discovered in Taiwan were US type, and others was Kobe type. The phylogenetic analysis of 12S rRNA gene and 16S rRNA gene showed *Ixodes granulatus*, *Haemaphysalis bandicota*, *Rhipicephalus haemaphysaloides* and *Rhipicephalus sanguineus* could be clearly divided into 4 phylogenetic groups, eventhrough they were collected from different areas. The rate of seropositivity for *Anaplasma phagocytophilum* of reported scrub typhus patients from Kinmen County, 2011-2012 was 30.10% (87/289), and 12% (6/50) of the control cases had *A. phagocytophilum*-positive results, showed significant difference ($X^2=7.018$, $p=0.008$). Meanwhile, 12 out of 87 pair serum which antibody titers were found 4-fold increasing, indicated the acute febrile patients of Kinmen County should pay attention to infecting Anaplasmosis. The rate of seropositivity for *Babesia microti* of reported scrub typhus and Lyme patients from Taoyuan County, 2007-2012 was 0.31% (2/653), and 0% (0/50) of the control cases had *B. microti*-positive results, showed no significant difference ($X^2=0.15$, $p=0.6951$).

前言

艾利希氏體感染症(Ehrlichiosis)、邊蟲症(Anaplasmosis)及巴貝氏蟲病(Babesiosis)皆為流行於人與動物間主要經由蜱傳播之人畜共通傳染病。艾利希氏體感染症在動物發現雖已超過 50 年，但自 1987 年才有人類感染病例被發現。感染人類艾利希氏體之病原體皆屬無形體科(Anaplasmataceae)，包括 *Anaplasma phagocytophilum*、*Ehrlichia chaffeensis*、*E. ewingii*、*E. canis* 及 *Neorickettsia sennetsu* 等，其攻擊人類的標的為循環系統中的白血球。*E. chaffeensis* 造成人單核球艾利希氏體症(human monocytic ehrlichiosis, HME)；*A. phagocytophilum* 引起人顆粒球艾利希氏體症(human granulocytic anaplasmosis, HGA；舊稱 human granulocytic ehrlichiosis, HGE)¹⁻³；而造成犬顆粒球艾利希氏體症(canine granulocytic ehrlichiosis, CGE)之病原體 *E. ewingii* 於 1998 年發現亦會感染人類，稱為 human ewingii ehrlichiosis⁴；*Neorickettsia sennetsu* 則造成人腺熱(sennetsu fever)。這些不同病原體所造成的共同病徵包括發燒、白血球減少、血小板減少及血清轉胺酶(transaminase)活性增加等，在臨床上不易區分各個疾病，惟其皆對 doxycycline 敏感^{5,6}。近年來有許多新的艾利希氏體陸續被發現，如 *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 在 2000 年左右曾報告發現於中國與日本的溝鼠(*Rattus norvegicus*)，日本的卵形硬蜱(*Ixodes ovatus*)及荷蘭的籠豆硬蜱(*Ixodes ricinus*)⁷，而其對人的致病性則在 2010 年由 3 名德國、瑞典及瑞士的患者身上才被發現⁸⁻¹⁰。

人類艾利希氏體感染症在日本、韓國、中國、英國、中歐的斯洛凡尼亞(Slovenia)及美國皆有報告病例^{6,11,12}。在美國多發生於 5 至 8 月，2008 年的報告病例 HME 有 957 例；HGA 有 1009 例，其死亡率並不高 HME 約 3%，HGA 約 0.7% 且多發生在免疫不全病人或合併其他疾病如糖尿病之患者¹³。

HGA 之病媒在美東為 *Ixodes scapularis*，美西為 *I. pacificus*，歐洲及亞洲分別為 *I. ricinus* 及 *I. persulcatus*。一些小型哺乳動物如白足鼠(*Peromyscus leucopus*)、灰足林鼠(*Neotoma fuscipes*)及 *Apodemus*、*Microtus*、*Clethrionomys* 種類鼠種可能為其貯主(reservoir)，而鹿科動物亦有此可能⁶。HME 之病媒為 *Amblyomma americanum*，犬及鹿可能為其貯主。

HME 及 HGA 的診斷可經由血液塗抹片、PCR、細胞培養及血清學檢測。其中發病小於 1 週的患者以 PCR 敏感性最高約 60-90%，發病超過 3 週的患者經由血清抗體陽轉 4 倍上升，敏感性可達 95% 以上¹³。PCR 的標的基因以 16S rRNA gene 為主，其他還有 *gltA* gene、*p44* gene、*ank* gene 及 *groE* gene 等¹⁴⁻¹⁷。

台灣有關艾利希氏體之研究在動物界較多，尚無人類感染之病例報告。其中犬隻會感染 *E. canis*、*E. platys* 及 *E. euqi*，台灣北部犬隻 *E. platys* 感染率在都市犬中盛行率為 8.9%，來自嚴重蜱感染的狗窩為 97.1%；臺灣南部地區犬隻 *E. canis* 感染率為 14.4%¹⁸⁻²⁰。陳(2007)以 *gp36* 基因做為檢測 *E. canis* 之標的，*gltA* 基因做為檢測 *Anaplasma platys*(舊稱 *Ehrlichia platys*)之標的，發現台灣地區家貓血液檢體中，分別有 5.5% 及 2.0% 陽性率²¹。Hsieh *et. al.*(2010)發現經由 16S rRNA、*gp19* 及 *gp36* 三段基因序列分析，台灣的 *E. canis* 至少有 4 種不同株(strain)，在親緣關係上屬同一群，而與其他不同地理群有區別²²。翁等(2010)調查金門地區鼠類寄生蜱發現於小黃腹鼠採集之鐮形扇頭蜱(*Rhipicephalus haemaphysaloides*)與粒形硬蜱(*Ixodes granulatus*)檢測出 *Ehrlichia chaffeensis*，所有蜱之最小感染率為 1.8%²³。

不同艾利希氏體屬病原體雖有其主要病媒蜱種及侵犯宿主，但仍有報告在其他蜱種發現及感染其他宿主，如日本有 *E. canis* 感染人類之報告²⁴。台灣雖曾進行貓犬艾利希氏體症調查研究，但尚未針對病媒蜱種之感染情形進行分

析。雖然目前尚無人感染艾利希氏體症之報告，但應進行此項研究藉以評估民眾感染之危險性。

邊蟲症(Anaplasmosis)或稱邊緣無形體症在人類即為 human granulocytic anaplasmosis，病原體為 *Anaplasma phagocytophilum*，在動物界最常見為牛邊蟲症，病原體為 *Anaplasma marginale*。*A. marginale* 排列於感染紅血球之邊緣，1 個、2 個或以上呈圓或橢圓形，在電子顯微鏡下呈分葉狀，只在紅血球內發現，故稱邊蟲。但另一種 *A. marginale* ssp. *Centrale* (*A. centrale*) 則寄生在紅血球細胞質中央，病原性較弱²⁵。*A. marginale* 會破壞紅血球而導致漸進性貧血及黃膽。林(2007)調查台灣 12 個牧場，發現乳牛邊蟲症盛行率為 53.3%，以南部地區較高²⁶

巴貝氏蟲病(Babesiosis)又稱焦蟲病，在 19 世紀末首先由 Babes 於羅馬尼亞牛身上發現²⁷，而 Smith and Kilbone(1893)證實其經由蜱所傳播²⁸。巴貝氏蟲可感染多種動物，包括牛、美洲野牛、馴鹿、山羊、綿羊、馬、驢、騾、豬、狗、貓等，為重要的動物傳染病²⁹，人類感染的病例於 1957 年首先於歐洲被報告³⁰。目前已知能傳播巴貝氏蟲病之原蟲種類已有 100 多種，其中可感染人為 *Babesia microti* 及 *B. divergens*；感染狗為 *B. gibsoni*、*B. canis*、*B. rossi*、*B. vogeli* 及 *B. vitali*²⁷，但亦發現人感染 *B. canis* 之報告³¹。近年來美國有一些人類巴貝氏蟲病，其病原體與已知者不同，巴貝氏蟲暫定為 WA1、MO、CA1-CA4³²⁻³⁵，由其分子的親緣關係，這些寄生蟲可能來自狗或野生動物³¹。在日本的報告則發現在齧齒類中，*B. microti* 以小次單位核糖體 RNA 基因(SSUrDNA)分析，可分為 U.S.型、Kobe 型、Otsu 型及 Otsu related 型，顯示不同的原蟲，尚可分為不同基因型(genotype)³⁶。

人類巴貝氏蟲病多發生於溫帶地區，如美國、法國及英國等歐洲國家，其

他有報告病例的國家為中國、埃及、南非、墨西哥、日本及印度^{37,38}，患者多半為脾臟切除之病人，台灣則有一人感染巴貝氏蟲病之疑似病例報告³⁹。

文獻中 *B. microti* 及 *B. divergens* 的病媒蜱種為硬蜱屬(*Ixodes* spp.)，在美國主要為 *I. scapularis*，歐洲為 *I. ricinus*，日本為 *I. ovatus*；*B. gibsoni* 的病媒蜱種為 *Haemaphysalis bispinosa* 及 *Rhipicephalus sanguineus*；*B. canis* 的病媒蜱種為 *R. sanguineus* 及革蜱屬(*Dermacentor* spp.)⁴⁰⁻⁴²。

巴貝氏蟲病的診斷可經由血液薄塗片以 Giemsa 染色、動物接種法、IFA、ELISA 及 PCR。患者直接血液薄塗片可能會因寄生蟲血症太低，而產生偽陰性，因此由倉鼠(golden hamster)腹腔接種 1 ml EDTA 全血，至 2-4 週後進行塗片，始可確診⁴³。不過動物接種法耗費時間長，因此簡便的 IFA 成為例行檢驗最常使用的血清學診斷方法，其敏感性雖高，但由於不同原蟲有交互作用的現象，使其特異性不高，ELISA 如使用專一性的重組蛋白質為抗原，則可改善此問題⁴⁴。PCR 及 nested-PCR 由於其高敏感性及特異性為研究上最常使用的工具，基因標的以小次單位核糖體 RNA 基因(SSUrDNA)或稱 18S rDNA 為最多人使用，其他應用的標的基因還有 β -tubulin gene^{45,46}，P18 gene⁴⁶，P29 gene⁴⁷ 及 Rab gene⁴⁸ 等。定序後的標的基因有相當多的報告進行親緣關係分析，發現 β -tubulin gene 的序列較 SSUrDNA 歧異度大，可獲得較好的解析度⁴⁹。

台灣在文獻記錄上至少有 5 例巴貝氏蟲病例^{42,50-54}，一項來自花蓮、台東、屏東的人體血清學調查，發現巴貝氏蟲病的盛行率為 0.4%⁵⁵。而在鼠類的調查方面，在受檢的 63 隻鼠類血液檢體中，以 PCR 發現 *B. microti* 的陽性率為 17.5%，同時其核酸定序 SSUrDNA 基因片段，台灣的 *B. microti* 和日本神戶的蟲株較相近，相似度為 99 %^{56,57}，鼠種帶有 *B. microti* 主要為刺鼠(*Niviventer coninga*)及小黃腹鼠(*Rattus losea*)⁵⁸。在其他動物方面，林(2007)調查台灣 12 個

牧場，發現乳牛巴貝氏蟲病，病原體 *B. bovis* 及 *B. bigemina* 的盛行率為 3.1%²⁶。相同的台灣尚無對巴貝氏蟲病病媒蜱種進行調查研究。

許多研究顯示，相同的蜱種同時感染不同病原體，如採自美國新紐澤西州北部的 *Ixodes scapularis*，感染 *Borrelia burgdorferi*、*Bartonella* spp.、*Babesia microti* 及 *Anaplasma phagocytophilum*，最多發現 3 種病原體同時感染⁵⁹，而採自波蘭西北部的 *Ixodes ricinus* 發現同時感染 *Borrelia burgdorferi sensu lato*、human granulocytic ehrlichiosis agent 及 *Babesia microti* 2 種或 3 種⁶⁰。

台灣每年有為數眾多的不明熱患者，在例行的 60 種法定傳染病病原外，尚無法確認病原種類。對存在於動物之人畜共通傳染病，且屬於非法定傳染病之艾利希氏體感染症、邊蟲症及巴貝氏蟲病，是否經由其體外寄生蟲傳播給人類，應進行更深入瞭解。

此外由於溫室效應造成全球暖化，使極端氣候不斷在全世界各地發生，對蜱等變溫性節肢動物的生態自然會造成影響，伴隨之蜱媒疾病也會有所影響。文獻中台灣的蜱種有二科 10 屬 32 種⁶¹，然而這是 1955-1978 年調查的結果，距今已 30-50 年，台灣在這段期間環境的變化相當巨大，也影響到物種的存活。例如全溝硬蜱(*Ixodes persulcatus*)為溫帶地區如中國大陸華中、華北及日本很重要的萊姆病病媒，在台灣曾有採集記錄，但近十年並沒有發現。因此本研究希望重新檢視台灣的蜱種及其分布，以便評估其對傳染人畜共通傳染病的風險。

材料與方法

本研究以 3 年為期，進行台灣地區犬隻、鼠類及野生動物外寄生蟬艾利希氏體、邊蟲及巴貝氏蟲帶原之檢測，並利用基因序列比對及親緣樹狀圖演化分析 (phylogenetic tree analysis)，以對艾利希氏體、邊蟲及巴貝氏蟲在動物體外寄生蟬之分子流行病學有更清楚認識。第一年針對艾利希氏體及邊蟲的基因序列 16S rRNA gene，第二年針對巴貝氏蟲的基因序列 18S rRNA gene 建立聚合酶連鎖反應，先檢驗屬之層次，再檢測分出種。同時進行台灣地區犬隻及野生動物外寄生蟬採集，逐年以建立之分子檢測法檢測動物身上蟬種及鼠類全血、鼠類脾臟，並由基因序列比對及親緣樹狀圖演化分析(phylogenetic tree analysis) 確定在台灣與世界各地不同品系之關係，期望釐清本地蟬種艾利希氏體、邊蟲及巴貝氏蟲帶原的實際情形，及感染人之可能性。另為瞭解人類族群感染之情況，將針對第一年艾利希氏體、邊蟲及第二年巴貝氏蟲分子檢測結果進行台灣地區可能感染艾利希氏體邊蟲及巴貝氏蟲之人類族群進行血清學檢測。

一、 樣本採集

- (一)犬蟬：與北、中、南、東之動物醫院或大專院校獸醫系合作，長期收集就診之犬隻或流浪狗身上的蟬樣本，以同一隻動物為單位，保存於 75% 酒精，置於 4°C 或 -20°C 運送至林森實驗室。
- (二)野生動物外寄生蟬：與台北市立動物園、行政院農業委員會台灣特有生物保育中心、中興大學獸醫系、屏東科技大學野生動物保育研究所等國內相關野生動物保育及救傷單位合作，長期收集救傷野生動物身上的蟬，保存於 70% 酒精，置於 4°C 或 -20°C 運送至林森實驗室。

(三)鼠類外寄生蜱、全血及脾臟：95-99 年已採集連江縣、金門縣、澎湖縣、宜蘭縣、花蓮縣、台東縣、桃園縣、台中縣、高雄縣及屏東縣約 1000 隻鼠類選取有蜱寄生約 100 隻全血及脾臟，及約 600 隻外寄生蜱。

二、 蜱鑑定方法

(一)形態鑑定參考鄭和姜(1991)、Yamaguti *et al.*(1971)及 Baker(1999)⁶²⁻⁶⁴。

(二)蜱種分子鑑定

1. 蜱種分子鑑定參考 Beati and Keirans (2001)，以 12S rRNA gene 及 16S rRNA gene 為基因標的⁶⁵。
2. 蜱放入 2ml 之圓底 eppendorf tube，加入 160 μ l 的 Buffer PBS，再加入 3mm 鋼珠用 TissueLyser 以每秒 30 下共 2.5 分鐘將組織打散，加入 40 μ l proteinase K 與 200 μ l 的 Buffer LTL，vortex 約 15sec 後，置於 56 $^{\circ}$ C 隔夜。
3. 加入 400 μ l 的 Buffer DLL 置於 70 $^{\circ}$ C 10 分鐘後加入 400 μ l 的酒精。
4. 真空抽氣機上先行處理，預備位置先放入藍色環 tube，再置入 QIAamp spin coloum。
5. 將處理好的檢體個別置入 QIAamp spin coloum，啟動抽氣機，抽取完畢後加入 700 μ l Buffer LW1 兩次，再加入 700 μ l 濃度 96-100%的酒精。
6. 將抽氣完之檢體 QIAamp spin coloum 取出置於 2 ml collection tube 中，以 14000rpm 離心 10 分鐘。
7. 將 QIAamp spin coloum 放入標示好之 1.5 ml 離心管中，小心打開蓋子，加入 70 $^{\circ}$ C 預熱 100 μ l 滅菌二次水，70 $^{\circ}$ C 下浸潤 2min 後，以 8000rpm 離心 1min。
8. 保存於-20 $^{\circ}$ C，此為 DNA 模板。
9. 增幅 12S rRNA gene：PCR 每一管 0.5 ml 微量離心管依序加入含有 13.65 μ l

去離子水、5 μ l 之 5X PCR buffer (Promega)、1 μ l 之 5 mM dNTPs (Promega)、1.75 μ l 之 25 mM MgCl₂ (Promega)、0.5 μ l 之 5 μ M primer T1B: 5'-AAACTAGGATAGATACCCT-3' 及 primer T2A: 5'-AATGAGAGCGACGGGCGATGT-3'、2.5 μ l 之 DNA 模板及 0.1 μ l 酵素 Taq (Promega) (5 U/ μ l) 等之 PCR 反應液。PCR 反應流程為：先於 94°C，預熱 5 min；再依序進行 94°C (15 s)/ 51°C (30 s)/ 68°C (30 s) 之循環，一共 5 循環；接著 94°C (15 s)/ 53°C (30 s)/ 70°C (30 s) 之循環，一共 25 循環最後，於 70°C 5 min 中止反應。

10. 增幅 16S rRNA gene: primer 16S+1:

5'-CTGCTCAATGATTTTTTAAATTGCTGTGG-3' 及 primer 16S-1:

5'-CCGGTCTGAACTCAGATCAAGTA-3'⁶⁶，其餘條件與增幅 12S rRNA gene 相同。

11. 取 5 μ l PCR 增幅的產物，於 1.5% agarose gel (Promega, USA) 之 1X TBE buffer (Sigma) 的膠片中進行電泳分析。將 agarose 取出，用溴化乙錠 (ethidium bromide, aMRESCO) 染色，以紫外光照射觀察並照相，並將 PCR 增幅的產物進行 DNA 序列定序，再以 NCBI 網站 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) 進行 DNA 序列之 BLAST 比對。

三、艾利希氏體、邊蟲及巴貝氏蟲 PCR 檢測方法

1. 鼠類血液抽 DNA 方法：使用 OIA amp DNA blood Kit (Qiagen)，200 μ l 血液，以 100 μ l Buffer AE elute，將 DNA 置於 -20°C 冰箱保存。
2. 鼠類脾臟抽 DNA 方法：使用 QIA amp DNA mini Kit (Qiagen)，取 10 mg 鼠

類蟬臟，以 100 µl Buffer AE elute，將 DNA 置於-20°C 冰箱保存。

3. 艾利希氏體 PCR：參考 Parola *et al.*(2000)的方法⁶⁷，使用 Ehrlichia genus-specific primer

EHR 16SD 5'- GGT ACC (C/T)AC AGA AGA AGT CC-3'

EHR 16SR 5'-TAG CAC TCA TCG TTT ACA GC-3'

SYBR Green real-time PCR 反應流程為：先於 95°C，預熱 15 min；再依序進行 94°C (30 sec)/ 55°C (30 sec)/ 72°C (90 sec) 之循環，一共 45 循環，於 95°C 1 min 後進行 Melting 65°C 30 sec, 0.5°C/ cycle，一共 45 循環。

將陽性 PCR 產物直接進行定序，再以 NCBI 網站

(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) 進行 DNA 序列之 BLAST 比對。

4. *Anaplasma phagocytophilum* p44/msp2 nested PCR：參考 Ohashi *et al.* (2013) 的方法⁶⁸，基因標的為 p44/msp2

第一次 PCR primer

p3726F: GCTAAGGAGTTAGCTTATGA

p4257R: AGAAGATCATAACAAGCATTG

第二次 PCR primer

p3761F: CTGCTCTKGCCAARACCTC

p4183R: CAATAGTYTTAGCTAGTAACC

PCR 反應流程為：先於 94°C，預熱 3 min；再依序進行 94°C (1 min)/ 55°C (1 min)/ 72°C (2 min) 之循環，一共 40 循環，於 72°C 10 min 中止反應。第二次與第一次相同。

將陽性 PCR 產物直接進行定序，再以 NCBI 網站

(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) 進行 DNA 序列之 BLAST 比對。

5. 巴貝氏蟲 PCR：參考 Simpson *et al.* (2005) 的方法⁶⁹ 使用

Apicomplexa-specific nested PCR，基因標的為 18S rRNA gene。

第一次 PCR primer

BmF1: GCG ATG TAT CAT TCA AGT TTC TG

BmR1: TGT TAT TGC CTT ACA CTT CCT TGC

第二次 PCR primer

BmF2: ACG GCT ACC ACA TCT AAG GAA GGC

BmR2: TCT CTC AAG GTG CTG AAG GA

PCR 反應流程為：先於 95°C，預熱 5 min；再依序進行 96°C (20 sec)/ 55°C (20 sec)/ 72°C (50 sec) 之循環，一共 39 循環，於 72°C 10 min 中止反應。

第二次與第一次相同。

將陽性 PCR 產物直接進行定序，再以 NCBI 網站 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) 進行 DNA 序列之 BLAST 比對。

Babesia specific PCR (Casati *et al.* 2006)⁷⁰，*Babesia microti* specific nested PCR (Persing *et al.* 1992)⁷¹ 及 *Babesia microti* confirmation nested PCR (Saito-Ito *et al.* 2004)³⁹，primers 及反應條件如表一。

四、感染 *Anaplasma phagocytophilum* 之高危險人類族群血清學檢測方法

1. 使用 *Anaplasma phagocytophilum* (HGA) IFA IgG Kit (Focus Technologies, Cypress, California, USA)

2. PBS 與 2 次水從冰箱取出回溫，將 PBS 分裝在 50ml 的離心管中，並且更換玻片槽中的 PBS。

3. 稀釋 PC 與檢體

- 3.1. 取 32 μ l 的 IgG Detectable Control 置於 96 孔盤中利用 PBS 進行連續的 2 倍稀釋。
- 3.2. 將檢體的血清稀釋成 1: 64，或依照所需要的稀釋倍率進行稀釋。
4. 從 4°C 冰箱取出玻片，放置於室溫，回溫後，再將玻片打開取出。
5. 將稀釋好的 PC、未稀釋的 NC 與稀釋好的檢體血清，取 25 μ l 滴入玻片的 well 中。
6. 將處理好的玻片放入 35~37 °C (需維持溼度) 烘箱中，培養 30 分鐘。
7. 30 分鐘後，將玻片取出，以 PBS 潤洗後，浸泡於 PBS 中 10 分鐘。
8. 將 PBS 浸泡過的玻片，再浸泡到二次水中一下，在室溫中陰乾。
9. 等到玻片乾了以後，關燈，在每一個 well 中加入 25 μ l 的 IgG Conjugate 。
10. 放入 35~37 °C (需維持溼度) 烘箱中，培養 30 分鐘。
11. 關燈，重複步驟 6 與 7 的潤洗步驟。
12. 在關燈的情況下，在玻片上加入 mounting medium，蓋上 24×50 mm 的蓋玻片，去除玻片中的氣泡和多餘的 mounting medium 。
13. 在 400X 的螢光顯微鏡下觀察結果。

五、 感染田鼠巴貝氏原蟲(*Babesia microti*) 之高危險人類族群血清學檢測方法

1. 使用 *Babesia microti* IFA Substract Slide (Focus Technologies, Cypress, California, USA)
2. PBS 與 2 次水從冰箱取出回溫，將 PBS 分裝在 50ml 的離心管中，並且更換玻片槽中的 PBS 。
3. 稀釋 PC 與檢體

- 3.1 取 32 μl 的 *Babesia* IgG Detectable Control 置於 96 孔盤中利用 PBS 進行連續的 2 倍稀釋。
- 3.2 將檢體的血清稀釋成 1: 64，或依照所需要的稀釋倍率進行稀釋。
4. 從 4°C 冰箱取出玻片，放置於室溫，回溫後，再將玻片打開取出。
5. 將稀釋好的 PC、NC(PBS)與稀釋好的檢體血清，取 25 μl 滴入玻片的 well 中。
6. 將處理好的玻片放入 35~37 °C (需維持溼度) 烘箱中，培養 30 分鐘。
7. 30 分鐘後，將玻片取出，以 PBS 潤洗後，浸泡於 PBS 中 10 分鐘。
8. 將 PBS 浸泡過的玻片，再浸泡到二次水中一下，在室溫中陰乾。
9. 等到玻片乾了以後，關燈，在每一個 well 中加入 25 μl 的 IgG Conjugate 。
10. 放入 35~37 °C (需維持溼度) 烘箱中，培養 30 分鐘。
11. 關燈，重複步驟 6 與 7 的潤洗步驟。
12. 在關燈的情況下，在玻片上加入 mounting medium，蓋上 24×50 mm 的蓋玻片，去除玻片中的氣泡和多餘的 mounting medium。
13. 在 400X 的螢光顯微鏡下觀察結果。

結果

一、犬蟬及台灣地區其他野生動物外寄生蟬採集

100-101 年自台大動物醫院、中興大學獸醫系、台中瑞和動物醫院、高雄回生動物醫院、宜蘭德生動物醫院、羅東季廷動物醫院及花蓮動物醫院分別送驗 2212 隻狗蟬(血紅扇頭蟬 *Rhipicephalus sanguineus* 2127 隻，豪豬血蟬 *Haemaphysalis hystricis* 85 隻)。犬隻分布範圍包括台北市、新北市、桃園縣、新竹縣、苗栗縣、台中市、南投縣、彰化縣、高雄市、基隆市、宜蘭縣及花蓮縣。

與台灣蝙蝠學會、太魯閣國家公園、台北市立動物園、中興大學獸醫學系、中興大學生命科學系、行政院農業委員會台灣特有生物保育中心、宜蘭大學森林暨自然資源學系、屏東科技大學野生動物保育研究所、國立自然科學博物館及台灣大學昆蟲學系等國內相關野生動物保育及救傷單位合作，收集野生動物身上的蟬，計採自 116 隻 24 種野生動物共計 14 種 555 隻外寄生蟬，採集時間自 90 年至 102 年(如表二)。

二、鼠類外寄生蟬艾利希氏體及邊蟲(*Ehrlichia* & *Anaplasma*)分子檢測結果

將 95-99 年於桃園、台中、高雄屏東、花蓮、台東、澎湖、金門及連江所採集鼠類外寄生蟬進行艾利希氏體及邊蟲分子檢測。採集數量較少的高雄屏東、花蓮、台東、澎湖及連江全部外寄生蟬皆進行檢測，採集數量較多的桃園、台中及金門則平均選取不同地點及不同鼠種的外寄生蟬進行檢測。

鼠類外寄生蟬共檢測 648 隻，平均艾利希氏體及邊蟲 PCR 陽性率為

19.91%(129/648)，檢測之蜱種有 3 種，包括板齒鼠血蜱(*Haemaphysalis bandicota*)、粒形硬蜱(*Ixodes granulatus*)及鐮形扇頭蜱(*Rhipicephalus haemaphysaloides*)其中以粒形硬蜱陽性率為 33.19%(77/232)最高，其次為板齒鼠血蜱 16.95%(40/236)，鐮形扇頭蜱 6.67%(12/180)最低。以地區別，連江縣陽性率為 31.71%(13/41)最高，其次為金門縣 27.18%(28/103) (表三)。

艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體共檢出 10 種，其中已知有 4 種可能為人畜致病性，包括 3 種會感染人及動物：*Anaplasma phagocytophilum*, *Ehrlichia chaffeensis*, *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 及 1 種會感染牛：*Anaplasma bovis*，此 4 種分別佔所有檢體之 2.62%(17/648), 0.15%(1/648), 6.94%(45/648) 及 4.48%(29/648)，佔陽性檢體之 13.18%(17/129), 0.78%(1/129), 34.88%(45/129) 及 22.48%(29/129) (表四)。其中以 *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 檢出數量最多，分布也最廣，包括桃園、台中、花蓮、金門及連江，但僅於粒形硬蜱中檢出。檢出數量次多者為 *Anaplasma bovis*，其分布亦很廣，在桃園及台中的板齒鼠血蜱，台中及花蓮的鐮形扇頭蜱都有檢出。*Anaplasma phagocytophilum* 為非常重要的人致病株，發現在桃園的板齒鼠血蜱及台中、金門、連江的粒形硬蜱。

在尚未發現致病性的種類中，*Ehrlichia* sp. 360 為一種只發現於粒形硬蜱，但在桃園、台中、台東、金門及連江皆有檢出，甚至在日本琉球的粒形硬蜱都有 *Ehrlichia* sp. 360 的檢出報告⁷²。

就艾利希氏體及邊蟲與蜱種之關係而言，板齒鼠血蜱、粒形硬蜱及鐮形扇頭蜱分別檢出 6、4、3 種艾利希氏體及邊蟲。有 3 種艾利希氏體及邊蟲似乎對蜱種具有專一性，*Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 及 *Ehrlichia* sp. 360 僅發

現於粒形硬蜱；*Ehrlichia* sp. EH1087 僅發現於板齒鼠血蜱(表四)。

三、鼠類脾臟及血液艾利希氏體及邊蟲分子檢測結果

將前述有蜱寄生之鼠類脾臟及血液進行艾利希氏體及邊蟲分子檢測，檢測之鼠類有 7 種，包括赤背條鼠(*Apodemus agrarius*)、鬼鼠(*Bandicota indica*)、田鼯鼠(*Mus caroli*)、家鼯鼠(*Mus musculus*)、刺鼠(*Niviventer coxingi*)、小黃腹鼠(*Rattus losea*)及錢鼠(*Suncus murinus*)。鼠類脾臟平均艾利希氏體及邊蟲 PCR 陽性率為 64.13%(59/92)，其中以刺鼠及赤背條鼠陽性率為 100% 最高(1/1, 3/3)，其次為鬼鼠 90.91%(20/22)，家鼯鼠 0%(0/1) 最低。以地區別，花蓮縣陽性率為 100%(2/2) 最高，其次為金門縣 85.71%(6/7) (表五)。鼠類血液部分檢測家鼯鼠外 6 種，平均艾利希氏體及邊蟲 PCR 陽性率為 48.35%(44/91)，其中以赤背條鼠陽性率為 100% 最高(1/1)，其次為鬼鼠 70%(14/20)，刺鼠 0%(0/1) 最低。以地區別，花蓮縣陽性率為 100%(1/1) 最高，其次為台中市 72%(18/25) (表六)。

鼠類脾臟中艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體共檢出 6 種，包括 3 種可能為人畜致病性：*Anaplasma phagocytophilum*, *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 及 *Anaplasma bovis*，此 3 種分別佔所有檢體之 14.13%(13/92), 15.22%(14/92), 23.91%(22/92)；佔陽性檢體之 22.03%(13/59), 23.73%(14/59) 及 37.29%(22/59)。其中以 *Anaplasma bovis* 檢出數量最多，而重要之人致病菌 *Anaplasma phagocytophilum* 發現於鬼鼠、刺鼠及小黃腹鼠(表七)。

鼠類血液部分艾利希氏體及邊蟲共檢出 5 種，以 *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 檢出數量最多 44.19%(19/43)，其次為 *Anaplasma bovis* 40.91%(18/44)。*Anaplasma phagocytophilum* 9.09%(4/44) 發現於鬼鼠及小黃腹鼠

血液中(表八)。

四、 犬之外寄生蜱艾利希氏體及邊蟲分子檢測結果

100-101 年自台大動物醫院、中興大學獸醫系、台中瑞和動物醫院、高雄回生動物醫院、宜蘭德生動物醫院、羅東季廷動物醫院及花蓮動物醫院分別送驗 2212 隻狗蜱(血紅扇頭蜱 *Rhipicephalus sanguineus* 2127 隻，豪豬血蜱 *Haemaphysalis hystricis* 85 隻)。平均血紅扇頭蜱艾利希氏體及邊蟲 PCR 陽性率為 11.94% (254/2127)。陽性率最高的縣市為基隆市 81.48%(22/27)，其次為新竹縣 23.08% (3/13)；平均豪豬血蜱艾利希氏體及邊蟲 PCR 陽性率為 18.82% (16/85)，以台北市陽性率 33.33% (9/27) (表九)。

於血紅扇頭蜱共發現 11 種艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體，有 6 種可能為人畜致病性(*Anaplasma phagocytophilum*, *Anaplasma platys*, *Ehrlichia canis*, *Ehrlichia chaffeensis*, *Anaplasma bovis*, *Candidatus Neoehrlichia mikurensis*)，分別佔所有檢體之 8.27%(176/2127), 1.13%(24/2127), 0.99%(21/2127), 0.05%(1/2127), 0.05%(1/2127)佔陽性檢體之 69.29%(176/254)、9.45%(24/254)、8.27%(21/254)、0.39% (1/254)及 0.39%(1/254)。其中 *Anaplasma phagocytophilum* 檢出率最高，分布也最廣，在台北市、新北市、桃園縣、新竹縣、台中市、基隆市、宜蘭縣、花蓮縣及高雄市皆有檢出。*Ehrlichia canis* 及 *Anaplasma platys* 目前僅在血紅扇頭蜱中檢出，可能較具種專一性(表十)。於豪豬血蜱共發現 3 種艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體，有 1 種可能為人畜致病性(*Anaplasma phagocytophilum*)，分別佔所有檢體之 10.59%(9/85)，佔陽性檢體之 56.25%(9/16) (表十)。

五、 野生動物外寄生蜱艾利希氏體及邊蟲分子檢測結果

將採集於台北、台中、南投、彰化、雲林、高雄、屏東、宜蘭、花蓮、台東、澎湖及金門的野生動物外寄生蜱進行艾利希氏體及邊蟲 real time PCR。就已檢測完之 324 隻蜱，平均艾利希氏體及邊蟲陽性率為 35.8%(116/248)，檢測之蜱種有 14 種如表十一。其中以拉氏血蜱(*Haemaphysalis lagrangei*)、粒形硬蜱(*Ixodes granulatus*)、微小牛蜱(*Boophilus microplus*)及褐黃血蜱(*H. flava*)陽性率較高，皆超過 60%，其他種類則低於 40%。

艾利希氏體及邊蟲共檢出 11 種，其中已知有 5 種為人畜致病性，包括 1 種會感染人及動物：*Anaplasma phagocytophilum*，3 種會感染牛：*A. marginale*，*A. bovis*，*A. centrale* 及 1 種會感染狗：*A. platys*。此 5 種分別佔陽性檢體之 38.79%(45/116)，20.69%(24/116)，3.45%(4/116)，0.86%(1/116)及 15.52%(18/116)。其中以 *A. phagocytophilum* 檢出數量最多，分布也最廣，包括台北、台中、南投、宜蘭、雲林、高雄、屏東、澎湖、台東及金門，同時驗出的蜱種也最多，共有 7 種。其他種類艾利希氏體及邊蟲除 *Anaplasma bovis* 外均只在一種蜱發現，如表十二。

六、 台灣地區艾利希氏體及邊蟲 16S rRNA gene 全長定序與世界其他地區菌株之比較

鼠類及野生動物檢體中將 real-time PCR Ct 值小於 33 的 143 株陽性檢體進行艾利希氏體及邊蟲 16S rRNA gene 全長定序(約 1400bp)，結果有 61 株可以定出，其中有 13 株為 *Anaplasma phagocytophilum*。有 2 株源自粒形硬蜱，分別採自台中沙鹿小黃腹鼠及連江北竿小黃腹鼠。此 2 株 *A. phagocytophilum* 序

列相同，與 NCBI gene bank 中之 *A. phagocytophilum* 序列相似度為 98.51%-99.44%，與瑞典採自蜱之序列最接近；6 株源自金門與連江小黃腹鼠脾臟，有 5 株序列相同；有 4 株採自台中黃牛的微小牛蜱(*Boophilus microplus*)，此 4 株 *A. phagocytophilum* 序列分成兩群，與 NCBI gene bank 中之 *A. phagocytophilum* 最接近序列的相似度為 97.54%-98.24%；另 1 株則是採自木柵麝香貓的卵形硬蜱(*Ixodes ovatus*)。將這 13 株與重要的 *A. phagocytophilum* 菌株取 1363 bp 進行親緣關係分析，以 *Ehrlichia* sp. E360 為外群，結果如圖一，源自金門與連江小黃腹鼠脾臟之 *A. phagocytophilum* 自成一類，與其他來源者不同，源自野生動物外寄生蜱之 *A. phagocytophilum* 自成一類，與源自日本鹿及南非狗之 *A. phagocytophilum* 最接近。

有 17 株 16S rRNA gene 全長定序為 *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 且序列完全相同，其中 12 株源自粒形硬蜱，分別採自桃園新屋、大溪，台中沙鹿，金門金城、金湖小黃腹鼠及連江南竿錢鼠。另外 5 株源自金門金沙、烈嶼，花蓮鳳林小黃腹鼠及桃園新屋鬼鼠血液。此 17 株 *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 與 NCBI gene bank 中之 *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 序列相似度為 99.07%-100%，與採自中國大陸廣州與日本溝鼠的序列完全相同。將這 17 株與重要的 *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 菌株取 1294 bp 進行親緣關係分析，以 *Ehrlichia* sp. E360 為外群，結果如圖二，台灣的菌株與中國大陸及日本的菌株較接近。

有 6 株源自血紅扇頭蜱，16S rRNA gene 全長定序為 *Anaplasma platys* 且序列完全相同，分別採自新北市汐止及花蓮縣花蓮市與新城鎮的狗。此 6 株與 NCBI gene bank 中之 *A. platys* 序列相似度為 99.50%-100%，與源自泰國曼

谷及日本琉球的狗序列完全相同；有 2 株 16S rRNA gene 全長定序為 *Anaplasma platys*，皆採自台中黃牛的微小牛蜱。此 2 株與 NCBI gene bank 中之 *A. platys* 序列相似度為 97.99%-98.03%。將這 8 株與重要的 *A. platys* 菌株取 1413 bp 進行親緣關係分析，以 *Ehrlichia* sp. E360 為外群，結果如圖三，台灣採自台中黃牛微小牛蜱的 *A. platys* 菌株與採自世界各地狗及台灣血紅扇頭蜱的 *A. platys* 菌株不同，自成一群。

有 10 株 16S rRNA gene 全長定序為 *Anaplasma marginale*，皆採自台中黃牛的微小牛蜱，此 10 株 *A. marginale* 與 NCBI gene bank 中之 *A. marginale* 最接近序列的相似度為 96.81%-100%。將這 10 株與 NCBI gene bank 重要的 *A. marginale* 菌株取 1417 bp 進行親緣關係分析，以 *Ehrlichia* sp. E360 為外群，結果如圖四，有 7 株與源自中國牛、美國牛、美國病人在同一群，另外 3 株則較特殊，其中 2 株序列相同為一群。

有 3 株 16S rRNA gene 全長定序為 *Anaplasma bovis*，其中有 2 株序列相同，分別是源自桃園的板齒鼠血蜱(*H. bandicota*)及台中鬼鼠血液，另一株則源自台中的鐮形扇頭蜱(*R. haemaphysaloides*)。此 3 株與 NCBI gene bank 中之 *A. bovis* 序列相似度為 97.46%-98.61%，與源自南非的序列最接近。將這 3 株與重要的 *A. bovis* 菌株取 1381 bp 進行親緣關係分析，以 *Ehrlichia* sp. E360 為外群，結果如圖五，世界各地菌株似有地域性區別。

有 9 株 16S rRNA gene 全長定序為 *Ehrlichia* sp. 360 且序列完全相同，源自粒形硬蜱，分別採自桃園新屋、台中沙鹿、台中龍井、金門金城、台東蘭嶼的小黃腹鼠及桃園市錢鼠。此 4 株與 NCBI gene bank 中採自日本琉球粒形

硬蜱之 *Ehrlichia* sp. 360 序列相似度為 99.93%，差一個 base。

有 2 株 16S rRNA gene 全長定序為 *Ehrlichia* sp. 且序列完全相同，源自台中沙鹿板齒鼠血蜱及桃園新屋鬼鼠蜱臟。此 2 株與 NCBI gene bank 中採自中國大陸福建微小牛蜱(*Boophilus microplus*)之 *Ehrlichia* sp. Fujian 序列最接近，相似度為 97.92%。

有 1 株 16S rRNA gene 全長定序為 *Anaplasma centrale*，採自花蓮太魯閣國家公園山羌的褐黃血蜱(*Haemaphysalis flava*)，與 NCBI gene bank 中採自日本牛之 *A. centrale* 序列最接近，相似度為 99.51%。

七、 鼠類外寄生蜱巴貝氏蟲(*Babesia*)分子檢測結果

將 96-99 年於桃園、台中、高雄屏東、花蓮、台東、澎湖、金門及連江所採集鼠類外寄生蜱進行巴貝氏蟲分子檢測。採集數量較少的高雄屏東、花蓮、台東、澎湖及連江全部外寄生蜱皆進行檢測，採集數量較多的桃園、台中及金門則平均選取不同地點及不同鼠種的外寄生蜱進行檢測。

就已檢測完之 638 隻蜱，端複胞器門(*Apicomplexa*)原蟲陽性率為 9.72% (62/638)，檢測之蜱種有 3 種，包括粒形硬蜱(*Ixodes granulatus*)、板齒鼠血蜱(*Haemaphysalis bandicota*)及鐮形扇頭蜱(*Rhipicephalus haemaphysaloides*)，其中以板齒鼠血蜱陽性率為 15.68% (37/236)最高，其次為鐮形扇頭蜱 6.63% (13/196)，粒形硬蜱 5.83% (12/206)最低，以地區別，台中市陽性率為 24.83%(13/149)最高，其次為花蓮縣 13.33%(10/75)及高雄屏東 11.32%(6/53) (表十三)。

PCR 產物定序結果以肝簇蟲(*Hepatozoon* spp.)數量最多，佔所有陽性檢體

的 88.71% (55/62)，此外尚有 *Babesia* spp. 4 株，及序列接近 *Paraschneideria metamorphose*、*Cryptosporidium galli* 及 *Theileria* sp. 各 1 株，如表十四。

進一步將 Apicomplexa-specific nested PCR 陽性檢體進行 *Babesia* specific PCR，*Babesia microti* specific nested PCR 及 *Babesia microti* confirmation nested PCR 檢測，結果在粒形硬蜱、板齒鼠血蜱及鐮形扇頭蜱 *B. microti* 的陽性率分別為 0.97% (2/206)、0.85% (2/236) 及 0% (0/196)，陽性檢體位於桃園縣大溪鎮 2 隻粒形硬蜱及桃園縣新屋鄉及台中市龍井區各 1 隻板齒鼠血蜱。板齒鼠血蜱及鐮形扇頭蜱另檢出 *Babesia* sp. BiCM002 感染，陽性率分別為 1.27% (3/236) 及 0.51% (1/196)。

台中市沙鹿區一隻鬼鼠身上有 3 隻花蜱屬 (*Amblyomma* sp.) 幼蟲，檢測結果一隻帶有 *B. microti*。

八、鼠類脾臟及血液巴貝氏蟲分子檢測結果

鼠類脾臟端複胞器門 (Apicomplexa) 原蟲陽性率為 16.78% (51/304)，仍以肝簇蟲 (*Hepatozoon* spp.) 數量最多，佔所有陽性檢體 96.08% (49/51) (表十五)，此外尚有序列接近 *Theileria youngi*、*Sarcocystis* sp. 各 1 株 (表十六)。進一步將 Apicomplexa-specific nested PCR 陽性檢體進行 *Babesia* specific PCR，*Babesia microti* specific nested PCR 及 *Babesia microti* confirmation nested PCR 檢測，結果在屏東縣萬丹鄉一隻小黃腹鼠 *B. microti* 陽性，陽性率為 0.33% (1/304)。另台中市沙鹿區 4 隻鬼鼠有 *Babesia* sp. BiCM002 感染，陽性率為 1.32% (4/304)。

鼠類血液端複胞器門 (Apicomplexa) 原蟲陽性率為 20% (48/240)，仍以肝簇蟲 (*Hepatozoon* spp.) 數量最多，佔所有陽性檢體 89.58% (43/48) (表十五)，此外尚有序列接近 *Babesia* spp. 4 株及 Colpodellida spp. 1 株 (表十七)。進一步將

Apicomplexa-specific nested PCR 陽性檢體進行 *Babesia* specific PCR, *Babesia microti* specific nested PCR 及 *Babesia microti* confirmation nested PCR 檢測, 結果 *B. microti* 的陽性率為 0.83% (2/240), 分別為台東縣綠島鄉錢鼠及桃園縣中壢市小黃腹鼠。另檢出 *Babesia* sp. BiCM002 感染, 陽性率為 5.42% (13/240), 分別為台中市沙鹿區、龍井區及高雄市大寮區、屏東縣萬丹區的鬼鼠。

以地區別, 鼠類蜱臟及血液端複胞器門(Apicomplexa)原蟲陽性率, 以台中市最高 46.03%(29/63), 其次為高雄屏東 35.38%(23/65)及花蓮縣 31.15%(19/61)。三個高感染地區與鼠外寄生蜱結果相同。

九、 犬外寄生蜱巴貝氏蟲分子檢測結果

100-101 年自台大動物醫院、中興大學獸醫系、台中瑞和動物醫院、高雄回生動物醫院、宜蘭德生動物醫院、羅東季廷動物醫院及花蓮動物醫院分別送驗 2212 隻狗蜱(血紅扇頭蜱 *Rhipicephalus sanguineus* 2127 隻, 豪豬血蜱 *Haemaphysalis hystricis* 85 隻)。犬隻分布範圍包括台北市、新北市、桃園縣、新竹縣、苗栗縣、台中市、南投縣、彰化縣、高雄市、基隆市、宜蘭縣及花蓮縣。平均血紅扇頭蜱端複胞器門(Apicomplexa)原蟲陽性率為 2.3%(49/2127)。陽性率最高的縣市為桃園縣 6.7%(4/60), 其次為台北市 3.6%(5/138) (表十八)。平均豪豬血蜱端複胞器門(Apicomplexa)原蟲陽性率為 5.9%(5/58), 以台北市陽性率 18.5%(5/27)最高。

於血紅扇頭蜱中仍以肝簇蟲(*Hepatozoon* spp.)數量最多, 皆為犬肝簇蟲 (*Hepatozoon canis*), 佔所有陽性檢體 73.47% (35/49) (表十九), 犬肝簇蟲尚無感染人之報告, 此外尚有序列接近 *Colpodellida* spp. 6 株、*Babesia gibsoni* 5 株、

Adelina bambarooniae 2 株及 *Coccidia* spp.1 株(表十九)。進一步將 Apicomplexa-specific nested PCR 陽性檢體進行 *Babesia* specific PCR, *Babesia microti* specific nested PCR 及 *Babesia microti* confirmation nested PCR 檢測, 結果 *B. microti* 的陽性率為 0.24% (5/2127), 分別在台北市中正區、新北市汐止區、土城區、花蓮縣吉安鄉及南投縣。另一種 *Babesia* 為 *Babesia gibsoni*, 其陽性率為 0.24% (5/2127)。以台北市陽性率 2.9% (4/138)最高, 其次為桃園縣 1.67% (1/60), 其他地區未檢出。

5 隻陽性的豪豬血蜱皆為 *Babesia gibsoni*。

十、野生動物外寄生蜱巴貝氏蟲分子檢測結果

就已檢測完之 324 隻蜱, 端複胞器門(Apicomplexa)原蟲陽性率為 11.7% (38/324), 檢測之蜱種有 14 種, 其中以粒形硬蜱及台灣血蜱(*H. formosensis*)陽性率較高, 皆超過 40%, 其他蜱種在 32% 以下, 如表二十。

PCR 產物定序結果以肝簇蟲(*Hepatozoon* spp.)數量最多, 佔所有陽性檢體的 31.58% (12/38), 此外尚有 *Babesia* spp. 3 株, 及其他種類端複胞器門原蟲 9 株, 如表二十一。

十一、台灣地區巴貝氏蟲 18S rRNA gene 定序與世界其他地區蟲株之比較

將 Apicomplexa-specific nested PCR、*Babesia* specific PCR、*Babesia microti* specific nested PCR 及 *Babesia microti* confirmation nested PCR 之陽性檢體進行定序, 定序結果 Blast 為 *Babesia microti* 分別在 Apicomplexa-specific nested PCR(約 669bp)有 3 株: 9718M3、9374B 及 9543B。*Babesia microti* confirmation nested PCR(約 275bp) 有 3 株: 9718M3、9374B 及 TP117-F3。*Babesia microti*

specific nested PCR(約 159bp)有 11 株：9488-4t、9776-9、9718M3、9690-L1、9640S、9374B、TP38-M3、HL106-F4、TP75-F2、06545-N2 及 00174-1Ft。扣除重疊者合計 15 株。

將自台灣鼠蟬(9488-4t、9776-9、9718M3、9690-L1)、鼠類脾臟(9640S)、鼠類血液(9374B、9543B)、狗蟬(TP38-M3、HL106-F4、TP75-F2、TP117-F3)及野生動物蟬(06545-N2、00174-1Ft)檢測到的 *Babesia microti* 與全世界重要的參考株進行親緣關係分析，就 Apicomplexa-specific nested PCR 產物(約 669bp，在 18S rRNA gene 中段)，台灣源自板齒鼠血蟬(*Haemaphysalis bandicota* 9718M3)及小黃腹鼠(*R. losea* 9543B)血液的 *Babesia microti* 屬於 US type，而源自錢鼠(*S. murinus* 9374B)血液的 *Babesia microti* 屬於 Kobe type(圖六)。就 *Babesia microti* specific nested PCR 產物(約 159bp，在 18S rRNA gene 前段)分析，台灣源自鼠類脾臟(*R. losea* 9640B)、狗蟬(*Rhipicephalus sanguineus* HL106-F4, TP38-M3)、板齒鼠血蟬(*Haemaphysalis bandicota* 9776-9, 9718M3)、花蟬(*Amblyomma* sp. 9690-L1)、粒形硬蟬(*Ixodes grsnulatus* 9488-4t)及嗜龜花蟬(*Amblyomma geoemydae*) 06545-N2 及 00174-1Ft 的 *Babesia microti* 序列皆相同，屬於 US type，而源自錢鼠(*S. murinus* 9374B)血液及狗蟬(*Rhipicephalus sanguineus* TP75-F6)的 *Babesia microti* 序列相同，屬於 Kobe type(圖七)。

除 *Babesia microti*，源自血紅扇頭蟬 *Rhipicephalus sanguineus* 及豪豬血蟬 *Haemaphysalis hystricis* 的 *Babesia gibsoni* 及源自板齒鼠血蟬(*Haemaphysalis bandicota*)、鼠類血液的 *Babesia* sp. BiCM002 與全世界 *Babesia* 參考株的親緣關係如圖八。

十二、採集主要蜱種之分子生物學鑑定

將採自不同地點之粒形硬蜱、板齒鼠血蜱及鐮形扇頭蜱進行 12S rRNA gene 及 16S rRNA gene 親緣關係分析，以台灣革蜱(*Dermacentor taiwanensis*) 為外群(outgroup)。粒形硬蜱計採自桃園、台中、台東、花蓮、澎湖、金門及連江等 21 鄉鎮；板齒鼠血蜱採自桃園、台中、屏東及高雄等 7 鄉鎮；鐮形扇頭蜱採自桃園、台中、花蓮及金門等 8 鄉鎮。經以 neighbour-joining 法重覆 1000 次建構親緣關係樹，由圖九及圖十可見不論是 12S rRNA gene 或 16S rRNA gene，粒形硬蜱、板齒鼠血蜱及鐮形扇頭蜱分成明顯的 3 群。粒形硬蜱(*I. granulatus*)在 12S rRNA gene 中採自台東綠島的為一小群，其餘 20 鄉鎮為另一小群；16S rRNA gene 則採自金門金沙與金寧的為一小群，其餘 19 鄉鎮為另一小群。板齒鼠血蜱(*H. bandicota*)在 12S rRNA gene 中，採自台中沙鹿的為一小群，其餘 6 鄉鎮為另一小群；16S rRNA gene，則採自 7 鄉鎮者序列皆相同。鐮形扇頭蜱(*R. haemaphysaloides*)在 12S rRNA gene 中，採自金門金寧的為一小群，其餘 7 鄉鎮為另一小群；16S rRNA gene 則採自桃園中壢的為一小群，其餘 7 鄉鎮為另一小群。由上述結果可見，相同蜱種分布於台灣本島的與離島的差異較大。

將採自不同地點之狗蜱(血紅扇頭蜱 *Rhipicephalus sanguineus*)進行 12S rRNA gene 及 16S rRNA gene 親緣關係分析，以鐮形扇頭蜱(*Rhipicephalus haemaphysaloides*)為外群(outgroup)。血紅扇頭蜱計採自台北市、新北市、桃園縣、基隆市、新竹、苗栗縣、台中市、高雄市、宜蘭縣及花蓮縣等 20 鄉鎮。經以 neighbour-joining 法重覆 1000 次建構親緣關係樹，由圖十一可見 12S rRNA gene 分為 2 群，一群有 13 隻，另一群有 5 隻，為混合並未有某一群集中在同

一地區的現象。16S rRNA gene 則來自 18 個地點的 18 隻完全相同(圖十二)。

十三、台灣地區可能感染艾利希氏體及邊蟲之高危險人類族群血清學檢測結果

100 年鼠類外寄生蜱艾利希氏體及邊蟲分子檢測結果，以金門縣及連江縣陽性率最高，特別是人類重要的致病菌 *A. phagocytophilum* 在金門縣及連江縣的鼠類外寄生蜱檢出率最高。由於蜱在野外的棲息環境與恙蟲相同，同樣需要小型哺乳動物為寄主，因此恙蟲病的通報病例同為可能受蜱叮咬的高危險群。以此推論取金門縣及連江縣鼠類外寄生蜱採集同一時期(96-97 年)恙蟲病通報病例進行 *A. phagocytophilum* 間接免疫螢光檢測(Indirect immunofluorescence assay, IFA)。結果金馬恙蟲病通報病例 *A. phagocytophilum* 血清抗體陽性率為 43.26% (61/141)，而對照組(研檢中心台北同仁)血清抗體陽性率為 16.67% (5/30)，具有顯著性差異($X^2=7.383$, $p=0.007$)，如表二十二，但就性別、職業別及年齡層則沒有顯著性差異，如表二十三。同時在 58 個配對血清中發現 2 個病例兩次採血 *A. phagocytophilum* 血清抗體效價有四倍上升(一例一次血陰性，二次血 1:1024; 另一例一次血 1:64，二次血 1:512)，這 2 例血清經抽 DNA 進行 *Ehrlichia & Anaplasma* real time PCR 結果為陰性，這 2 例都是恙蟲病陽性病例。

再取 100-101 年金門縣恙蟲病通報病例共 289 人進行 *A. phagocytophilum* 間接免疫螢光檢測，以瞭解最近情況。結果金門恙蟲病通報病例 *A. phagocytophilum* 血清抗體陽性率為 30.10% (87/289)，而對照組(研檢中心台北同仁)血清抗體陽性率為 12% (6/50)，具有顯著性差異($X^2=7.018$, $p=0.008$)。恙蟲病陽性確定病例及恙蟲病不明病例對對照組也有顯著性差異($X^2=9.961$,

$p=0.001$ ； $X^2=5.013$, $p=0.04$)，如表二十四。但就性別、職業別及年齡層則沒有顯著性差異，如表二十五。同時在 87 個配對血清中發現 12 個病例兩次採血 *A. phagocytophilum* 血清抗體效價有四倍上升(如表二十六)，其中有 8 例是恙蟲病陽性病例，3 例陰性，1 例未確定。將這 12 例的第一次採血血清抽 DNA 進行 *Ehrlichia & Anaplasma* real time PCR，結果有 2 例陽性，定序結果皆為 *A. phagocytophilum* 305/305(100%)，顯示確認為 Anaplasmosis 急性期感染，這 2 例 1 例為恙蟲病陽性病例，1 例為陰性。就目前所知這是第一次自台灣的病人身上檢測出 *A. phagocytophilum* 病原體。

十四、台灣地區可能感染巴貝氏蟲之高危險人類族群血清學檢測

101 年老鼠外寄生蜱 *Babesia microti* 檢測結果，桃園縣在老鼠血液及外寄生蜱皆檢測出 *B. microti*，且有一例 Babesiosis 確定病例可能是住在桃園縣，因此桃園縣為可能感染 *B. microti* 高風險區。與檢測 *A. phagocytophilum* 相同概念，取 96-101 年桃園縣恙蟲病及萊姆病通報病例共 653 人進 *B. microti* 間接免疫螢光檢測，並以研檢中心台北同仁 50 名健康檢查血清，取得同意書後做為對照組。結果桃園縣恙蟲病及萊姆病通報病例 *B. microti* 血清抗體陽性率為 0.31% (2/653)，而對照組血清抗體陽性率為 0% (0/50)，不具有顯著性差異 ($X^2=0.15$, $p=0.6951$)。這 2 例陽性中一例只有一採血清，*B. microti* 血清抗體效價 1:512，另一例有配對血清，*B. microti* 血清抗體效價有四倍上升(一次血陰性，二次血 1:256)。將這 2 例的血清抽 DNA 進行 *B. microti* nested PCR，結果皆為陰性。這 2 例皆是恙蟲病陰性病例。

十五、協助防疫-發現首例台灣革蜱叮咬人事件、馬來西亞境外移入革蜱若蟲

(*Dermacentor* sp.)分子檢測及新北市雙溪區婦人遭台灣革蜱叮咬事件、

100年6月29日由網路新聞得知花蓮門諾醫院眼科收治一名眼眶被蜱叮咬之婦人(圖十三)，隨即於6月30日請東區管制中心協助請門諾醫院將蜱檢體送至本實驗室鑑定及檢驗。蜱檢體送達時發現醫院已切半做成石蠟塊(圖十四)，雖經去除石蠟，蜱形態上已毀損無法做鑑定。經抽蜱DNA以12S rDNA及16S rDNA定序分析，12S片段99.76% similarity to sequence of *Dermacentor taiwanensis*，16S片段則為100% similarity；依分子鑑定，此蜱應為台灣革蜱(*Dermacentor taiwanensis*)雌蜱。台灣革蜱生活於山區次生林，成蜱於2月開始出現，到12月於宿主動物上皆可採到。成蜱的主要寄主是野豬，也寄生於黑熊，幼蜱及若蜱主要寄生於齧齒類及其他中小型哺乳動物。尚未發現叮人記錄。

檢測該蜱相關蜱媒病原體，經以 nested-PCR 檢測此蜱是否帶有 spotted fever rickettsia group，結果 citrate synthase(*glt A*)及 outer membrane protein B(*ompB*)均為陰性，*Ehrlichia*，*Anaplasma* 及 *Babesia* 亦為陰性。

經電話與花蓮門諾醫院眼科主任賴泉源醫師聯絡，該名婦人居住在花蓮縣壽豐鄉水璉村，為花東濱海公路山區，生活環境與蜱之生態環境相符。該婦人經醫院拔除蜱再投予抗生素，已無任何不適症狀。本局於7月26日召開記者會公布此案例。

100年12月30日台北市立聯合醫院中興院區眼科許醫師送來一蜱檢體請求鑑定，此蜱為一52歲馬來西亞籍婦人在12月28日搭機到台灣後至醫院急診時於右眼上眼瞼取下(圖十五)。此婦人家住馬來西亞山區，有狗的接觸史，據其描述可能是在馬來西亞被蜱叮到。此蜱經初步鏡檢為 *Dermacentor* sp. nymph(革蜱若蟲)，由於應不屬台灣種類，經以不破壞蟲體抽DNA，以12S rRNA gene及16S rRNA gene定序分析，12S片段88% similarity to sequence of

Dermacentor reticulatus，16S 片段則為 91% similarity to sequence of *Dermacentor andersoni*。由於相似性都不是非常高，且 *Dermacentor reticulatus* 分布於歐洲；*Dermacentor andersoni* 分布於北美，故應屬馬來西亞種類之革蜱 (*Demacentor* sp.) (圖十六)。

檢測該蜱相關蜱媒病原體，經以 nested-PCR 檢測此蜱是否帶有斑點熱 spotted fever rickettsia group，結果 citrate synthase(*glt A*)及 outer membrane protein B(*ompB*)均為陰性，巴貝氏原蟲 *Babesia* 亦為陰性。艾利希氏體及邊蟲 Ehrlichia & Anaplasma real-time PCR 為陽性，PCR 片段定序結果為 *Anaplasma platys* 305/305 (100%)。

Anaplasma platys(片狀邊蟲)主要是侵犯狗的血小板造成傳染性犬週期性血小板減少症(Infectious canine cyclic thrombocytopenia)，病媒蜱主要為血紅扇頭蜱(*Rhipicephalus sanguineus*)及革蜱屬(*Dermacentor* spp.)種類。貓有被感染的報告，但尚無人感染報告。分布地區包括美國南部、澳洲、南歐(靠地中海)、南美、亞洲、中東及非洲。

經電話與中興院區許醫師聯絡，該名婦人為旅台遊客，經醫院拔除蜱再投予抗生素，離院後繼續進行台灣旅遊行程，已返回馬來西亞。本局於 101 年 1 月 17 日召開記者會公布此案例，提醒國人出外旅遊注意。

新北市雙溪區一名 29 歲婦人和她的女兒大約 102 年 5 月上旬在髮際邊緣、手臂內側及大腿內側被不明蟲子叮咬(圖十七)。傷口剛開始只有一小點，之後慢慢向外擴散，發紅發癢，該名婦人將一處傷口的蟲子用夾子取出，並在 6 月上旬前往衛生所求診，當時懷疑感染萊姆病並進行通報。蟲體經由雙溪區衛生所、新北市衛生局轉送到本署鑑定，初步鑑定為台灣革蜱(*Dermacentor taiwanensis*)的若蜱，蟲體約 0.14 公分大小(圖十八、十九)。經抽 DNA 進行 12S

及 16S rRNA gene PCR 及定序，定序結果 blast 12S 部份最接近 *Demacentor reticulatus* isolate 2 12S ribosomal RNA gene 295/340(87%) ; 16S 部份最接近 *Demacentor silvarum* isolate Hebei 16S ribosomal RNA gene 374/417(90%)。其序列 16S 部份與叮咬花蓮縣豐濱鄉婦人的 *D. taiwanensis* 及採自坪林深山白鼻心的 *D. taiwanensis* 完全相同，12S 部份則與坪林深山白鼻心 *D. taiwanensis* 完全相同，與花蓮縣豐濱鄉婦人 *D. taiwanensis* 差 2 個 base。顯示確認為 *D. taiwanensis*。

該名婦人最近三個月沒有出國，偶爾下田，隔壁鄰居有養貓，女兒常與貓玩。

檢測該蟬相關蟬媒病原體，經以 nested-PCR 檢測此蟬是否帶有斑點熱 (spotted fever rickettsia group)，結果 citrate synthase(*gltA*)及 outer membrane protein B(*ompB*)均為陽性，定序結果 *ompB* 部份 blast 最接近 *Rickettsia raoultii* isolate LYG624 outer membrane protein B (*ompB*) gene 378/382(99%); *gltA* 部份 blast 最接近 *Rickettsia raoultii* isolate MDJ1 citrate synthase (*gltA*) gene 298/299(99%)。 *gltA* 的定序結果與 *Rickettsia raoultii*, *Rickettsia aeschlimannii*, *Rickettsia sibirica* 多種 clone 皆為 298/299(99%)。但由於 *OmpB* 的結果僅似 *Rickettsia raoultii*，因此應較似 *Rickettsia raoultii*。*Rickettsia raoultii* 為 2008 年發現於歐洲的 *Demacentor* spp.，會致病，在中國大陸新疆的 *Demacentor* spp. 也發現，目前這株菌致病性不明，可能不嚴重。巴貝氏原蟲 *Babesia* 18 rRNA gene 檢測為陰性。艾利希氏體及邊蟲 *Ehrlichia* & *Anaplasma* 16 rRNA gene real-time PCR 為陰性。

該名婦人血液萊姆病檢驗呈陰性，且無任何不適症狀。本署於 102 年 6 月 18 日召開記者會公布此案例，提醒國人至野外著長袖衣褲並避免蟲咬。102

年6月19-20日實地訪查該名婦人並於住家附近及出入菜園進行捕鼠及以旗桿法(flagging)採集蟬蟲，惟皆未捕獲。

討論

台灣地區經由節肢動物傳播的立克次體病首推恙蟲病，其次為地方性斑疹傷寒，兩者每年皆有數百及數十名確定病例，然而尚有為數眾多的不明熱患者雖經法定傳染病病原檢測，卻仍無法診斷出病原體，這些病例中有沒有可能感染 Ehrlichia, Anaplasma 或 Babesia 等蜱媒疾病，是本研究想要探討的問題。蜱在台灣依宿主動物可分為三大區塊：鼠蜱、狗蜱及野生動物外寄生蜱。本研究第一年(100 年)所檢測的鼠類外寄生蜱為 95-99 年採集自連江縣、金門縣、澎湖縣、宜蘭縣、花蓮縣、台東縣、桃園縣、台中縣、高雄縣及屏東縣 1375 隻鼠類中有蜱寄生的 92 隻鼠類，共 648 隻鼠外寄生蜱。蜱的種類分為 3 種，板齒鼠血蜱(*H. bandicota*)、粒形硬蜱(*I. granulatus*)及鐮形扇頭蜱(*R. haemaphysaloides*)，板齒鼠血蜱及粒形硬蜱生活史之 3 個階段(幼蜱、若蜱、成蜱)都可以在鼠類身上發現，鐮形扇頭蜱則僅幼蜱及若蜱寄生於鼠類，成蜱寄生於較大型的動物，如牛、狗、馬、豬、羊及野豬、黑熊、水鹿、野兔等野生動物⁶²。狗是與人最接近的寵物，透過狗蜱(血紅扇頭蜱 *Rhipicephalus sanguineus*；豪豬血蜱 *Haemaphysalis hystricis*)也是最容易傳遞狗與人之間的蜱媒傳染病，如 *Anaplasma phagocytophilum*, *Ehrlichia canis*, *E. chaffeensis*, *E. ewingii*, *Rickettsia rickettsii*, *R. conorii* 及其他斑點熱病原體⁷³。本研究於 100-101 年間採集台灣北中南東十三縣市共 2212 隻狗蜱。而第三年(102 年)的檢測重點在於野生動物外寄生蜱。台灣地處亞熱帶，四面環海，受海洋性氣候的影響，地形複雜，島內高山林立，植物群類型龐雜，塑造出各式各樣的生態系。根據調查台灣地區陸生的野生動物至少有哺乳類 79 種、鳥類 544 種、爬蟲類 100 種⁷⁴，這些野生動物構成蜱的生活史中每個階段的血源，如果存在病原體，這些病原體也在蜱與野生動物間傳播循環，惟台灣在這方面的研究亟為有限。本

研究藉由與國內從事野生動物研究、保育與救傷的單位合作如台灣蝙蝠學會、太魯閣國家公園、台北市立動物園、中興大學獸醫學系、中興大學生命科學系、行政院農業委員會台灣特有生物保育中心、宜蘭大學森林暨自然資源學系、屏東科技大學野生動物保育研究所、國立自然科學博物館及台灣大學昆蟲學系等，收集野生動物身上的蜱，計採自 116 隻 24 種野生動物共計 14 種 555 隻外寄生蜱。野生動物以哺乳類 18 種最多，其次為爬蟲類 5 種，鳥類只有 1 種。而在蜱種方面包括 13 種硬蜱(hard tick)及 1 種軟蜱(soft tick)：*Argas pusillus*，硬蜱計有花蜱屬(*Amblyomma*) 5 種，牛蜱屬(*Boophilus*) 1 種，革蜱屬(*Dermacentor*) 1 種，血蜱屬(*Haemaphysalis*) 4 種，硬蜱屬(*Ixodes*) 2 種，由於由合作單位寄來，每個合作單位採集的時間地點不同，無法類推野外真實族群大小，但很少看到寄生於低海拔鼠類的粒形硬蜱、板齒鼠血蜱及鐮形扇頭蜱，或寄生於狗的血紅扇頭蜱，顯示蜱存在宿主偏好性，僅有豪豬血蜱(*Haemaphysalis hystricis*) 在狗及野生動物都常發現，豪豬血蜱也有叮人的報告⁶²，值得注意。

艾利希氏體及邊蟲在自然界是在動物與蜱之間循環，由未感染的幼蜱(或若蜱)叮咬已感染的儲主動物後，蛻皮成為已感染若蜱(或成蜱)，再叮咬未感染動物，使其成為已感染的儲主動物，如此循環下去。人為偶然宿主，被已感染若蜱(或成蜱)叮咬而得病。台灣地區雖尚未有 Ehrlichiosis 或 Anaplasmosis 的確定病例，但艾利希氏體及邊蟲是否已存在於台灣的自然環境中，答案是肯定的。有多種艾利希氏體及邊蟲在鼠類、犬及野生動物與外寄生蜱之間循環，在鼠蜱方面，包括 *Anaplasma bovis*、*Anaplasma phagocytophilum*、*Candidatus Ehrlichia shimanensis*、*Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 及 *Ehrlichia E360* 等。

鼠類脾臟艾利希氏體及邊蟲的感染率最高為 64.13%(59/92)，其次為鼠類血液 47.25%(43/91)，鼠類外寄生蜱最低 19.75%(129/648)，其原因可能是所選取的鼠隻為有蜱寄生者，顯示其所處環境有較多蜱存在，由於艾利希氏體及邊蟲在蜱與動物之間循環，使所選取的鼠類有較高感染機會。針對較重要的人病原體 *A. phagocytophilum*，鼠類脾臟、血液與鼠類外寄生蜱的感染率分別為 14.13%(13/92)、4.40%(4/91)及 2.62%(17/648)。在犬蜱方面，血紅扇頭蜱艾利希氏體及邊蟲 PCR 的平均感染率為 11.94%(254/2127)，包含有 11 種艾利希氏體及邊蟲，其中以 *A. phagocytophilum* 檢出率最高，佔所有檢體之 8.27%(176/2127)，更佔陽性檢體之 69.29%(176/254)；而豪豬血蜱艾利希氏體及邊蟲 PCR 的平均感染率為 18.82%(16/85)，包含有 3 種艾利希氏體及邊蟲，其中以 *A. phagocytophilum* 檢出率最高，佔所有檢體之 10.59%(9/85)，更佔陽性檢體之 56.25%(9/16)，此種現象在文獻中實屬少見，僅義大利西西里島犬隻 *A. phagocytophilum* 抗體陽性率為 32.80% (n=342)⁷⁵，而台大動物醫院的報告，台北地區犬隻 *A. phagocytophilum* 抗體陽性率為 1.6% (n=101)⁷⁶，因此這部分的結果仍需進一步探討與確認。在野生動物外寄生蜱方面，艾利希氏體及邊蟲的平均感染率為 35.8%(116/324)，較鼠類外寄生蜱 19.75%(129/648)高，艾利希氏體及邊蟲的種類也較鼠類外寄生蜱多，其原因可能是動物寄主的種類較多，如 *Anaplasma marginale* ,*Anaplasma platys* 及 *Anaplasma centrale* 多發現於感染中大型哺乳動物。在鼠類外寄生蜱數量最多的 *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 在野生動物外寄生蜱並未發現，在本研究 *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 只發現於粒形硬蜱，故可能與菌-蜱的專一性有關。值得注意的是較重要的人病原體 *Anaplasma phagocytophilum* 在鼠類外寄生蜱的感染率為 2.62%(17/648)，而在野生動物外寄生蜱為 13.89%(45/324)，且分佈於全台各

地，感染蜱種包括 7 種蜱：*A. geoemydae*, *B. microplus*, *D. taiwanesis*, *H. lagrangei*, *I. granulatus*, *I. ovatus*, *Argas pusillus*。顯示這種可能的人類病原體已存在台灣地區，在蜱與動物之間循環。在美國加州 *A. phagocytophilum* 在野生動物感染率為 7.2%(9/125)，外寄生蜱感染率為 2.05%(3/146)⁷⁷；中國大陸吉林省在齧齒動物感染率為 8.82%(9/102)，外寄生蜱感染率為 2.82%(2/71)⁷⁸；韓國老鼠與鼩鼯感染率為 5%(20/403)，蜱感染率為 1.0%(16/1618)⁷⁹；日本全溝硬蜱(*I. persulcatus*)及卵形硬蜱(*I. ovatus*)唾液腺的感染率分別為 41.18%(7/17)及 27.27%(9/33)⁸⁰；在日本也發現野生動物如浣熊(raccoon)、鹿及其外寄生蜱艾利希氏體及邊蟲的感染^{81,82}。中國大陸、日本及韓國都有 Ehrlichiosis 或 Anaplasmosis 的確定病例，其確定的病媒分別為 *I. persulcatus*、*I. ovatus*、*Haemaphysalis longicornis* 及 *I. nipponensis*，台灣地區板齒鼠血蜱與粒形硬蜱尚無叮人報告，但鐮形扇頭蜱(*R. haemaphysaloides*)有可能會侵襲人⁶²，同時台灣的食肉目動物身上有許多 *I. ovatus*(卵形硬蜱)，*I. ovatus* 此次也檢測出帶有 *A. phagocytophilum*，需格外注意其生活史所涵蓋的動物種類，棲息地其人群接觸的機會。

另一種會造成人單核球艾利希氏體症(human monocytic ehrlichiosis, HME)的病原體 *E. chaffeensis* 僅在桃園新屋一隻板齒鼠血蜱(*H. bandicota*)若蟲發現，翁等(2010)曾在金門地區發現於小黃腹鼠採集之鐮形扇頭蜱(*R. haemaphysaloides*)與粒形硬蜱(*I. granulatus*)檢測出 *E. chaffeensis*²³，唯本研究在金門鼠類外寄生蟲的檢測中並未發現。

Candidatus Neoehrlichia mikurensis 為本研究發現在台灣地區鼠類及鼠類外寄生蜱感染率最高的 *Ehrlichia* sp.，其近幾年發現對人具有致病性，病媒多

屬硬蜱屬(*Ixodes* spp.)，如荷蘭的篋豆硬蜱(*Ixodes ricinus*)；日本的卵形硬蜱(*Ixodes ovatus*)、全溝硬蜱(*Ixodes persulcatus*)及俄國的全溝硬蜱(*Ixodes persulcatus*)^{7,83-85}。在台灣目前也僅發現於粒形硬蜱(*Ixodes granulatus*)，粒形硬蜱有叮咬人的報告⁸⁶，此病原菌在鼠類及硬蜱之間循環，是否有可能感染到台灣其他會叮咬人的硬蜱如卵形硬蜱及銳跗硬蜱(*Ixodes acutitarsus*)，則有待研究。

以 EHR 16SD, EHR 16SR 這組 Ehrlichia genus-specific primer 經 SYBR Green real-time PCR，所能得到的 PCR 產物只有約 305bp，若要與全世界其他國家的菌株比較，則需透過 16S rRNA gene 全長定序。本研究將 SYBR Green real-time PCR 陽性結果 Ct 值小於 33 者(原始 DNA 濃度較高)進行 16S rRNA gene 全長定序，結果在 143 株中只有 61 株可定出，其原因一方面為原始 DNA 濃度仍是不足，另一方面是可能有多重感染，在 primer 專一性不夠的情況下，造成定序困難。

圖一顯示台灣地區自鼠蜱、鼠脾臟及野生動物外寄生蜱所檢測出 13 株 *A. phagocytophilum* 16S rRNA gene 全長(約 1363 bp)，與台灣全世界其他地區自蜱、儲主動物及病人之菌株比較。2 株源自粒形硬蜱，分別採自台中沙鹿小黃腹鼠及連江北竿小黃腹鼠的 *A. phagocytophilum* 序列相同，與 NCBI gene bank 中之 *A. phagocytophilum* 序列相似度為 98.51%-99.44%，為一新發現的變異株，與瑞典採自蜱之序列最接近。6 株源自金門與連江小黃腹鼠脾臟，有 5 株序列相同，與 NCBI gene bank 中之 *A. phagocytophilum* 序列相似度為 95.06-96.14%，亦為一新發現的變異株。由親源關係樹中源自金門與連江小黃腹鼠脾臟之 *A. phagocytophilum* 自成一類，與其他來源者不同。4 株採自台中黃牛的微小牛蜱

(*Boophilus microplus*)，此 4 株 *A. phagocytophilum* 序列分成兩群，與 NCBI gene bank 中之 *A. phagocytophilum* 最接近序列的相似度為 97.54%-98.24%，為新發現的變異株。另 1 株則是採自木柵麝香貓的卵形硬蜱，亦為一新發現的變異株，與 NCBI gene bank 中之 *A. phagocytophilum* 最接近序列的相似度為 99.17%。由圖一顯示，台灣源自野生動物外寄生蜱之 *A. phagocytophilum* 自成一族群，與源自日本鹿及南非狗之 *A. phagocytophilum* 最接近。相同情況在英國北部野鼠(Field vole)中也可看到，其 *A. phagocytophilum* 以 DOV1 序列分析自成一族群，與其他來源之 *A. phagocytophilum* 不同⁸⁷。顯示 *A. phagocytophilum* 不同的基因變異及其致病性都值得進一步研究。

Candidatus Neoehrlichia mikurensis 由圖二的結果可看出目前全世界菌株變異的情形並不大，且有地域性的區別，台灣地區所檢測出的 17 株分布於北部、中部、東部及離島，無論是源自蜱或動物體 16S rRNA gene 全長序列都相同，且與採自中國大陸廣州與日本溝鼠的序列完全相同。

Anaplasma marginale 及 *Anaplasma centrale* 都屬於牛邊蟲症的病原體，林(2007)調查台灣 12 個牧場，發現乳牛邊蟲症盛行率為 53.3%，以南部地區較高²⁶。此次在台中黃牛的微小牛蜱及花蓮太魯閣國家公園山羌的褐黃血蜱分別發現 *A. marginale* 及 *A. centrale* 感染。*Anaplasma marginale* 由圖四的結果可看出目前全世界菌株變異的情形並不大，台灣地區所檢測出的 10 株有 7 株與源自中國牛、美國牛、美國病人在同一群，另外 3 株則較特殊，其中 2 株序列相同為一群，皆為新發現的變異株。*A. centrale* 與 NCBI gene bank 中採自日本牛之 *A. centrale* 序列相似度為 99.51%，亦為新發現的變異株。

Anaplasma platys 為狗的病原體，會引起傳染性循環型血小板減少症 (infectious cyclic thrombocytopenia)。台灣北部犬隻 *A. platys* 感染率在都市犬中盛行率為 8.9%，來自嚴重蜱感染的狗窩為 97.1%；台灣地區家貓血液檢體中，有 2.0% 陽性率²¹。2 株採自台中黃牛微小牛蜱的 *A. platys*，與 NCBI gene bank 中之 *A. platys* 序列相似度為 97.99%-98.03%，為新發現的變異株。由圖三顯示這 2 株 *A. platys* 菌株與採自世界各地狗及台灣血紅扇頭蜱的 *A. platys* 菌株不同，自成一類。在韓國牛群的外寄生蜱，也發現 *A. platys* 的感染⁸⁸。

Babesia 在分類上屬 Apicomplexa 門、Aconoidasida 綱、Piroplasmida 目、Babesiidae 科，種類超過 100 種。Apicomplexa 端複胞器門是一群原蟲(protists)，會引起人類致病的除 *Babesia* 外還有 *Plasmodium*(瘧原蟲)、*Cryptosporidium parvum*(小隱孢子蟲)、*Isospora belli*(貝氏等孢球蟲)及 *Toxoplasma gondii*(弓漿蟲)等。巴貝氏原蟲(*Babesia*)的生活史與瘧原蟲(*Plasmodium*)相似，首先已感染的蜱在叮咬動物時將孢子蟲(sporozoites)注入動物體內，孢子蟲進入紅血球進行無性生殖循環，有些孢子蟲分化成雄性或雌性配子(gametes)，兩種配子若在另一隻蜱叮咬動物時同時進入蜱體內，則可在蜱的中腸完成有性生殖。人為終端宿主，被已感染蜱叮咬或經由輸血得病。本研究檢測巴貝氏原蟲是參考 Simpson *et al.* (2005)的方法加以修改，使用 Apicomplexa-specific nested PCR 擴大篩選，基因標的為 18S rRNA gene⁶⁹。將陽性檢體再進行 *Babesia* specific PCR⁷⁰，*Babesia microti* specific nested PCR⁷¹ 及 *Babesia microti* confirmation nested PCR³⁹，藉以確認最重要的人類致病原 *Babesia microti*。四種陽性 PCR 產物直接進行定序，以 NCBI 網站 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) 進行 DNA 序列之 BLAST 比對。台灣地區 Babesiosis 確定病例不多，由環境的檢驗結

果也可反應出來。在鼠類外寄生蜱方面只有桃園縣大溪鎮 2 隻粒形硬蜱及桃園縣新屋鄉及台中市龍井區各 1 隻板齒鼠血蜱檢驗出 *B. microti*，粒形硬蜱與板齒鼠血蜱 *B. microti* 的陽性率分別為 0.97% (2/206)及 0.85% (2/236)。而鼠類脾臟只有在屏東縣萬丹鄉一隻小黃腹鼠 *B. microti* 陽性，陽性率為 0.33% (1/304)，鼠類血液在桃園縣中壢市及台東縣綠島鄉各有一隻小黃腹鼠及錢鼠 *B. microti* 陽性，陽性率為 0.83% (2/240)。另一種發現於鼠類及鼠蜱的 *Babesia* 為 *Babesia* sp. BiCM002，板齒鼠血蜱及鐮形扇頭蜱的陽性率分別為 1.27% (3/236)及 0.51% (1/196)，老鼠脾臟的陽性率為 1.32% (4/304)，老鼠血液的陽性率為 5.42% (13/240)，老鼠的陽性檢體皆僅發現於鬼鼠。因此就鬼鼠而言某些地區鬼鼠有極高的陽性率，如台中市沙鹿區及龍井區的鬼鼠 *Babesia* sp. BiCM002 陽性率為 78.57% (11/14)。*Babesia* sp. BiCM002 亦發現於泰國鬼鼠的血液，目前尚無對人致病性報告⁸⁹。比較台灣過去鼠類調查報告，Manwell and Kuntz (1964)發現在台灣的鬼鼠中有一種新種 *Babesia*，其形態與在刺鼠 (*Niviventer coninga*)的 *Babesia* 不同，命名為 *Babesia bandicootia*⁹⁰。ven Peenen et al.(1977)在台北縣三芝鄉的調查經血液抹片 Piroplasms 在刺鼠與鬼鼠的陽性率分別為 74.88%(158/211)及 39.74%(31/78)，可能的病媒為粒形硬蜱 (*I. granulatus*)、卵形硬蜱 (*Ixodes ovatus*)、豪豬血蜱 (*Haemaphysalis hystricis*)及台灣革蜱 (*Dermacentor taiwanensis*)⁹¹。Lien et al. (1997)在台北縣三峽鎮的調查，經血液抹片 *Babesia* 在刺鼠與小黃腹鼠的感染率分別為 80.95%(17/21)及 50%(1/2)，可能的病媒為粒形硬蜱及卵形硬蜱⁵⁸。王(2000)在陽明山、三峽及台東延平調查 63 隻老鼠 *B. microti* PCR 陽性率為 17.5%⁵⁶，Saito-Ito et al. (2008)在台北、南投、嘉義及高雄調查 39 隻鼠類，*B. microti* PCR 陽性率為 5.13%(2/39)⁵⁷。本研究鼠類調查結果 *B. microti* 陽性率相較於前人的調查較低，

究其原因，台灣地區 *B. microti* 主要鼠類儲主為刺鼠，其主要分布在低、中海拔山區，若以刺鼠為調查對象則陽性率會較高，本研究為以平地野鼠為調查對象，僅捕獲一隻刺鼠(檢測陰性)，因此 *B. microti* 陽性率較低。值得注意的是本研究經由 Babesia 18S rRNA gene 定序，發現在鬼鼠體內僅有 *Babesia* sp. BiCM002 並無 *B. microti*，可能即為 *Babesia bandicootia*，並非如 van Peenen et al.(1977)所認為鬼鼠體內的 *Babesia* 是 *Babesia microti* 一地理品系，如圖八 *Babesia* 親緣關係分析。同時也首次經由 PCR 證實粒形硬蜱與板齒鼠血蜱在鼠之間傳遞 *B. microti* 扮有重要角色。前人的調查中台灣地區刺鼠、小黃腹鼠及小麝鼯(*Crocidura horsefieldii*)曾發現感染 *B. microti*，本研究則增加錢鼠的感染報告。

Babesia 是經由蜱吸血在動物與蜱之間循環，因此鼠類有無蜱寄生對 *Babesia* 之感染應有重要影響。比較有蜱寄生的鼠類脾臟 *Babesia* sp. BiCM002 感染，陽性率為 4.35% (4/92)，較無蜱寄生陽性率為 0% (0/212)具有顯著性差異($X^2=6.29$, $p=0.0121$)，有蜱寄生的鼠類血液 *Babesia* sp. BiCM002 感染，陽性率為 13.19% (12/91)，較無蜱寄生陽性率為 0.67% (1/149) 具有顯著性差異($X^2=14.92$, $p=0.0001$)。但若感染率太低如有蜱寄生的鼠類血液 *Babesia microti* 感染，陽性率為 2.2% (2/91)，較無蜱寄生陽性率為 0% (0/149)則無顯著性差異($X^2=1.18$, $p=0.2777$)。在美國羅德島(Rhode Island)的研究，肩板硬蜱(*Ixodes scapularis*)的分布為預測人類 Babesiosis 發生的一項重要因子，若蜱的密度若超過 20 隻/小時，則可維持動物間的循環並可能引發人類疾病⁹²。台灣地區鼠類血液 *Babesia* 的感染率最高為 7.35%(15/240)，其次為鼠類脾臟 1.64%(5/304)，鼠類外寄生蜱最低 1.25%(8/638)，其原因可能是 *Babesia* 為血液

寄生蟲，在血液中的濃度最高。國外也有相類似報告，在波蘭以 PCR 檢測，鼠類血液 *B. microti* 的感染率為 18.18%(142/781)，*Ixodes ricinus* 的感染率為 3.54%(15/424)，*Dermacentor reticulatus* 的感染率為 4.33%(18/415)，同時不同鼠種的感染率也不同，以 *Microtus arvalis* 最高 35.35%(35/99)⁹³。而日本在不同地區鼠類以 PCR 檢測 *B. microti* 的感染率為 14.57%-38.1%，同時血液感染率 41.82%(23/55)也高於脾臟之 36.9%(31/84)^{36,39,94}。另在 Hokkaido Island 及 Awaji Island 蜱調查，共有 6 種蜱 4010 隻，結果卵形硬蜱(*Ixodes ovatus*)最小感染率 (Minimum infection rate)為 4.82%，全溝硬蜱(*I. persulcatus*) 最小感染率為 0.30%，其他蜱種未檢測出⁹⁵。在中國大陸浙江、福建的調查老鼠血液 PCR *B. microti* 感染率為 44.83%(13/29)，而在內蒙古的調查，蜱 *B. microti* 感染率為 3.35%(44/1315)^{57,96}。因此可以看到雖然蜱的感染率較低，動物的感染率則較高。日本、中國大陸及韓國都有 Babesiosis 的確定病例，其確定的病媒為 *I. ovatus* 及 *I. persulcatus*，台灣地區粒形硬蜱與板齒鼠血蜱尚無叮人報告，但鐮形扇頭蜱(*R. haemaphysaloides*)有可能會侵襲人⁶²，因此對 Babesia 的感染應提高警覺，尤其是桃園縣在老鼠體內及外寄生蜱皆檢測出 *B. microti*，且有一例 Babesiosis 確定病例可能是住在桃園縣⁹⁷。

本研究於兩年間採集台灣北中南東十三縣市共 2212 隻狗蜱，血紅扇頭蜱 *B. microti* 的感染率為 0.24% (5/2127)，分別在台北市中正區、新北市汐止區、土城區、花蓮縣吉安鄉及南投縣。另一種 Babesia 為 *Babesia gibsoni*，其陽性率為 0.24% (5/2127)。以台北市陽性率 2.9% (4/138)最高。在豪豬血蜱方面僅檢出 *Babesia gibsoni*，陽性率為 5.88%(5/58)。文獻中狗所感染的 Babesia 多半是 *B. gibsoni*、*B. canis*、*B. rossi*、*B. vogeli* 及 *B. vitali*，只有很少數報告感染 *B. microti*

或 *B. microti*-like^{98,99}，血紅扇頭蜱 *Rhipicephalus sanguineus* 也僅有感染 *B. microti*-like 的報告¹⁰⁰，因此本研究為首次發現血紅扇頭蜱感染 *B. microti*，而成為人類得到 Babesiosis 的病媒之一。

台灣地區從鼠類外寄生蜱、血液、蜱臟及狗蜱中端複胞器門(Apicomplexa)原蟲數量最多者皆為肝簇蟲(*Hepatozoon* spp.)，以鼠類脾臟最多佔所有鼠類脾臟陽性檢體 96.08% (49/51)。肝簇蟲為一群血液寄生原蟲，目前種類已超過 300 種。寄生於脊椎動物及媒介的節肢動物，其生活史與瘧原蟲相似，但較特殊之處在於不會進入到節肢動物的唾液腺，因此動物是因為食入節肢動物而得到肝簇蟲，而節肢動物經由吸動物血獲得肝簇蟲配子(gamonts)完成有性生殖。有些肝簇蟲會造成動物疾病，如 *Hepatozoon canis* 引起犬肝簇蟲症⁶⁹，台灣地區從鼠類全血及蜱臟與外寄生蜱所檢測到的肝簇蟲絕大多數為 *Hepatozoon* sp. HepBiCM001，*Hepatozoon* sp. HepBiCM001 尚無人體致病的報告。

在野生動物外寄生蜱方面，只有 2 株採自台中食蛇龜之嗜龜花蜱 (*Amblyomma geoemydae*) 檢驗出 *B. microti*，陽性率為 0.62% (2/324)。與在鼠蜱、鼠類脾臟及鼠類血液的結果相似，*B. microti* 在環境中檢出率很低，顯示可能只能偶發性的病例發生。

本研究從鼠類外寄生蜱、血液、蜱臟、狗蜱及野生動物外寄生蜱所檢測出 15 株 *B. microti* 是否具有人致病性是一個值得關注的問題，由與已知的人類致病株比較可獲得一些訊息。18S rRNA gene 全長約 1.8Kb，本研究曾嘗試以 primer An1, Bn 進行 PCR，但由於是 18S 通用的 primers，在檢體可能多重感染或有雜菌的情況下，造成定序困難。而 Apicomplexa-specific nested PCR、

Babesia specific PCR、*Babesia microti* specific nested PCR 及 *Babesia microti* confirmation nested PCR 所增幅 18S rRNA gene 片段不同，Apicomplexa-specific nested PCR 增幅片段(約 669bp)包含 *Babesia* specific PCR(約 516bp)及 *Babesia microti* confirmation nested PCR(約 250bp)，位於 18S rRNA gene 中段，而 *Babesia microti* specific nested PCR 增幅片段(約 159bp) 位於 18S rRNA gene 前段。交差比對這 4 種 PCR 的結果及圖六、圖七，本研究所檢測出 15 株 *B. microti* 分屬兩群，源自鼠類脾臟(*R. losea* 9640S)、鼠類血液(*R. losea* 9543B)、狗蜱(*R. sanguineus* HL106-F4, TP38-M3, TC40-M4, TP117-F3)、板齒鼠血蜱(*H. bandicota* 9776-9, 9718M3)、花蜱(*Amblyomma* sp. 9690-L1)、粒形硬蜱(*I. grsnulatus* 9488-4t, 9488-5t)及嗜龜花蜱(*Amblyomma geoemtdae* 06545-N2, 00174-1Ft)的 *B. microti* 屬於 US type，而源自錢鼠(*S. murinus* 9374B)血液及狗蜱(*Rhipicephalus sanguineus* TP75-F6)的 *B. microti* 屬於 Kobe type，這兩種 type 皆有病人株，而以 US type 檢出較多，包括鼠類外寄生蜱、血液、蜱臟及狗蜱，但由於比較的序列較短(約 159bp)，未來仍需設法取較長的片段或其他基因標的來確認。Saito-Ito *et al*(2008)2002-2004 年在台灣的調查，2 隻 *B. microti* 陽性的鼠類皆為 Kobe type，在浙江、福建 13 隻 *B. microti* 陽性的鼠類亦皆為 Kobe type⁵⁷。在日本 *B. microti* 的分布以 Otsu type 為主，幾乎在全日本皆有發現，Kobe type 則僅發現於本州北部及 Awaji Island，US type 則僅發現在北海道³⁶。

利用分子檢測法對於蜱種的鑑定是一種很好的輔助工具，特別是形態相近的若蜱、幼蜱或殘破的成蜱。本研究對於粒形硬蜱、板齒鼠血蜱、鐮形扇頭蜱及血紅扇頭蜱以 12S rRNA gene 及 16S rRNA gene 進行分子檢測，發現有極明顯的分別，雖採自不同的地點，但同一種仍自成一群。尤其是粒形硬蜱採自

桃園、台中、台東、花蓮、澎湖、金門及連江等 21 鄉鎮仍自成一群。血紅扇頭蜱雖採自全台灣 20 鄉鎮，就 16S rRNA gene 仍自成一群；而 12S rRNA gene 分為 2 群，一群有 13 隻，另一群有 5 隻，為混合並未有某一群集中在同一地區的現象。Chao et. al.,2009 採集金門、花蓮及台東粒形硬蜱，以 16S rRNA gene 進行分子檢測，結果與本研究相同，其進一步以變異性較大的 internal transcribed spacer 2 (ITS2) 序列進行分析，結果仍一致¹⁰¹。蜱分子檢測所建立的資料庫，有助於形態不明檢體的鑑定，對於這三年處理花蓮婦女遭台灣革蜱 (*D. taiwanensis*) 叮咬事件，馬來西亞境外移入革蜱若蟲 (*Dermacentor* sp.) 事件及新北市雙溪區婦人遭台灣革蜱叮咬事件即發揮功效。

本研究第一年鼠類外寄生蜱艾利希氏體及邊蟲分子檢測結果，以金門縣及連江縣陽性率最高，特別是人類重要的致病菌 *Anaplasma phagocytophilum* 在金門縣及連江縣檢出率最高。由於蜱在野外的棲息環境與恙蟲相同，同樣需要小型哺乳動物為寄主，因此恙蟲病的通報病例同為可能受蜱叮咬的高危險群。以此推論取金門縣及連江縣鼠類外寄生蜱採集同一時期(96-97 年)恙蟲病通報病例進行 *A. phagocytophilum* 間接免疫螢光檢測(Indirect immunofluorescence assay, IFA)。檢測結果金馬恙蟲病通報病例 *A. phagocytophilum* 血清抗體陽性率為 43.26% (61/141)，而對照組血清抗體陽性率為 16.67% (5/30)，具有顯著性差異 ($X^2=7.383$, $p=0.007$)。但就男女性別、職業別及不同年齡層則無顯著性差異 ($X^2=0.024$, $p=0.877$; $X^2=2.894$, $p=0.408$; $X^2=2.096$, $p=0.836$)。同時在 58 個配對血清中發現 2 個病例兩次採血 *A. phagocytophilum* 血清抗體效價有四倍上升，顯示金馬地區發燒病人確實需要注意是否為 Anaplasmosis，尤其是金門縣 ($X^2=6.404$, $p=0.01$)。

100-101 年金門縣恙蟲病通報病例共 289 人進行 *A. phagocytophilum* 間接免疫螢光檢測結果與 96-97 年結果相似，恙蟲病陽性確定病例及恙蟲病不明病例對對照組均具有顯著性差異，同時就性別、職業別及年齡層則沒有顯著性差異；同樣發現配對血清中 *A. phagocytophilum* 血清抗體效價有四倍上升，96-97 年在 58 個配對血清中發現 2 個，100-101 年在 87 個配對血清中發現 12 個；但 100-101 年這 12 個 *A. phagocytophilum* 血清抗體效價有四倍上升的第一次採血血清抽 DNA 進行 *Ehrlichia & Anaplasma* real time PCR，結果有 2 例陽性，定序結果皆為 *A. phagocytophilum* 305/305(100%)，顯示確認為 Anaplasmosis 急性期感染。根據國外不同地區的研究報告，健康者的 *Anaplasma phagocytophilum* 血清抗體陽性率為 2.0-26.7%¹⁰²⁻¹⁰⁵，因此本研究的對照組血清抗體陽性率尚在合理範圍，但若進行陽性檢體的 Western blot 則可進一步確認。至於恙蟲病與 Anaplasmosis 的抗體檢測是否有 cross reaction 的問題，依 Park et al, (2003)的報告 271 個發燒病人，單獨 *Orientia tsutsugamushi* 抗體陽性 37.6%，單獨 *A. phagocytophilum* 抗體陽性 1.8%，兩者皆陽性為 2.6%¹⁰⁶，因此 cross reaction 的情形應不是很嚴重。

至於對台灣地區可能感染巴貝氏蟲(*Babesia*)之高危險人類族群血清學檢測，由於自環境中鼠蟬、鼠脾臟及鼠血液感染 *B. microti* 都非常低，只能相對篩選出桃園縣可能為高危險區，結果 96-101 年桃園縣恙蟲病及萊姆病通報病例 *B. microti* 血清抗體陽性率為 0.31% (2/653)，而對照組血清抗體陽性率為 0% (0/50)，不具有顯著性差異($X^2=0.15$, $p=0.6951$)。這 2 例陽性中一例只有一採血清，*B. microti* 血清抗體效價 1:512，另一例有配對血清，*B. microti* 血清抗體效價有四倍上升(一次血陰性，二次血 1:256)。將這 2 例的血清抽 DNA 進行 *B. microti* nested PCR，結果皆為陰性。以台灣僅有的一項來自花蓮、台東、屏東

的人體血清學調查，發現巴貝氏蟲病的盛行率為 0.4%⁵⁵，本研究的結果與該調查結果相似，台灣地區巴貝氏蟲病可能只會出現散發性個案。

結論與建議

1. 台灣地區 3 種鼠類外寄生蜱，艾利希氏體及邊蟲 PCR 陽性率為 19.91%，以粒形硬蜱陽性率為 33.19% 最高，其次為板齒鼠血蜱 16.95%，鑷形扇頭蜱 6.67% 最低，顯示鼠類外寄生蜱感染艾利希氏體及邊蟲情形非常嚴重。
2. 鼠類外寄生蜱共檢出 10 種艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體，其中已知有 4 種可能為人畜致病性，包括 3 種會感染人及動物：*Anaplasma phagocytophilum*, *Ehrlichia chaffeensis*, *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 及 1 種會感染牛：*Anaplasma bovis*，此 4 種分別佔所有蜱檢體之 2.62%，0.15%，6.94% 及 4.48%。
3. 有蜱寄生之鼠類脾臟及血液，艾利希氏體及邊蟲 PCR 陽性率分別為 64.13% 及 48.35%。鼠類脾臟及血液中艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體共檢出 6 種，其中 *A. phagocytophilum* 分別佔所有鼠類脾臟及血液檢體之 14.13% 及 9.30%。金門縣與連江縣，其 *A. phagocytophilum* 在鼠類及鼠類外寄生蜱的感染率皆偏高，特別值得關注。
4. 台灣地區狗蜱(血紅扇頭蜱 *R. sanguineus*)艾利希氏體及邊蟲 PCR 陽性率為 11.9%，共發現 11 種艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體，有 6 種可能為人畜致病性 (*Anaplasma phagocytophilum*, *Anaplasma platys*, *Ehrlichia canis*, *Ehrlichia chaffeensis*, *Anaplasma bovis*, *Candidatus Neoehrlichia mikurensis*)，分別佔所有檢體之 8.27%，1.13%，0.99%，0.05%，0.05%。
5. 台灣地區 14 種野生動物外寄生蜱，艾利希氏體及邊蟲 PCR 陽性率為

35.8%，拉氏血蜱、粒形硬蜱、微小牛蜱及褐黃血蜱陽性率較高，皆超過 60%，顯示野生動物外寄生蜱感染艾利希氏體及邊蟲情形非常嚴重。

6. 野生動物外寄生蜱共檢出 11 種艾利希氏體及邊蟲，其中已知有 5 種可能為人畜致病性，包括 1 種會感染人及動物：*Anaplasma phagocytophilum*，3 種會感染牛：*A. marginale*, *A. bovis*, *A. centrale* 及 1 種會感染狗：*A. platys*。此 5 種分別佔陽性檢體之 38.79%, 20.69%, 3.45%, 0.86% 及 15.52%。
7. 台灣地區艾利希氏體及邊蟲菌株以 16S rRNA gene 全長定序與世界其他地區菌株比較，發現 *A. phagocytophilum*、*A. bovis* 及部份 *Anaplasma marginale* 為新的變異株，*Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 及 *Anaplasma centrale* 與其他地區相同。
8. 台灣地區 3 種鼠類外寄生蜱，*Babesia microti* PCR 陽性率為 0.63%，以粒形硬蜱陽性率為 0.97% 最高，其次為板齒鼠血蜱 0.85%，另一種巴貝氏原蟲 *Babesia sp.* BiCM002 板齒鼠血蜱陽性率為 1.27%，鑷形扇頭蜱為 0.51%。顯示鼠類外寄生蜱有感染巴貝氏原蟲的現象。
9. 鼠類脾臟及血液，*B. microti* PCR 陽性率分別為 0.33% 及 0.83%。*Babesia sp.* BiCM002 感染陽性率分別為 1.32% 及 5.42%。顯示鼠類亦有感染巴貝氏原蟲的現象。
10. 台灣地區狗蜱(血紅扇頭蜱 *R. sanguineus* 及豪豬血蜱 *H. hystricis*) 中，血紅扇頭蜱 *B. microti* PCR 陽性率為 0.24%，另發現 *Babesia gibsoni* 感染，陽性率為 0.24%。豪豬血蜱僅感染 *Babesia gibsoni*，感染率為 5.88%。

11. 台灣地區 14 種野生動物外寄生蜱，田鼠巴貝氏原蟲(*Babesia microti*) 僅在嗜龜花蜱(*Amblyomma geoemydae*)發現，陽性率為 0.62% (2/324)，屬於 US type。顯示野生動物外寄生蜱有感染巴貝氏原蟲的現象。
12. 台灣地區 *B. microti* 蟲株以 18S rRNA gene 定序與世界其他地區蟲株比較，發現多數屬於 US type，少數屬於 Kobe type，惟可能皆具致病性。
13. 利用 12S rRNA gene 及 16S rRNA gene 對粒形硬蜱、板齒鼠血蜱及鑷形扇頭蜱進行分子檢測，經親源關係樹圖發現有極明顯的分別，雖採自不同的地點，但同一種仍自成一群。蜱分子檢測所建立的資料庫，有助於形態不明檢體的鑑定，可應用於 100 年花蓮婦女遭台灣革蜱(*D. taiwanensis*)叮咬事件，馬來西亞境外移入革蜱若蟲(*Dermacentor* sp.)事件及 102 年新北市雙溪區婦人遭台灣革蜱(*Dermacentor taiwanensis*)叮咬事件。
14. 96-97 年金馬恙蟲病通報病例 *A. phagocytophilum* 血清抗體陽性率為 43.26%，而對照組血清抗體陽性率為 16.67%，具有顯著性差異($X^2=7.383$, $p=0.007$)，同時在 58 個配對血清中發現 2 個病例兩次採血 *A. phagocytophilum* 血清抗體效價有四倍上升，顯示金馬地區發燒病人確實需要注意是否為 Anaplasmosis，尤其是金門縣。
15. 檢驗 100-101 年金門縣恙蟲病通報病例 *A. phagocytophilum* 血清抗體陽性率為 30.10%，而對照組血清抗體陽性率為 12%，具有顯著性差異($X^2=7.018$, $p=0.008$)，同時在 87 個配對血清中發現 12 個病例兩次採血 *A. phagocytophilum* 血清抗體效價有四倍上升，顯示金門地區發燒病人確實需要注意是否為 Anaplasmosis。

16. 檢驗 96-101 年桃園縣恙蟲病及萊姆病通報病例 *Babesia microti* 血清抗體陽性率為 0.31% (2/653)，而對照組血清抗體陽性率為 0% (0/50)，不具有顯著性差異($X^2=0.15$, $p=0.6951$)。

計畫重要研究成果及具體建議

1. 本研究發現艾利希氏體及邊蟲已存在於台灣地區鼠類與其外寄生蜱之循環中，及已存在於台灣地區野生動物外寄生蜱中，也可能已存在於野生動物與外寄生蜱之循環中，醫師與民眾應留意是否有艾利希氏體及邊蟲感染的相關症狀如發熱、頭痛、肌肉疼痛、反胃、關節疼痛及不舒服感等，以便及早通報，同時實驗室也應開發更敏感的檢測方法，以期偵測此病的發生。
2. 鼠類及其外寄生節肢動物所帶的病原體多，民眾仍應防範鼠類避免與鼠類接觸，同時加強滅鼠，如被蜱、蟎或跳蚤叮咬，應注意叮咬後的反應及早就醫，尤其通常硬蜱叮咬時，會將口器插入皮膚中，應儘速用鑷子夾住硬體前端口器小心拔出，不要將其擠碎，並避免將其口器殘留在皮膚中，同時告訴醫師這些資訊，蜱、蟎或跳蚤若能同時送檢，更有助於疾病診斷。
3. 台灣地區狗蜱感染艾利希氏體及邊蟲的情形也非常嚴重，*Anaplasma phagocytophilum* 的感染率為 8.36%，有養狗當寵物的民眾應常常注意清除狗身上的狗蜱及環境狗蜱，以避免被叮咬感染。
4. 本研究在鼠類脾臟、血液、外寄生蜱及狗蜱中共檢測出 10 種艾利希氏體及邊蟲，其中在鼠類脾臟及外寄生蜱之 *A. phagocytophilum* 為新的變異株與 NCBI gene bank 中之 *A. phagocytophilum* 相似度為 95.06-96.14% 及 98.51%-99.44%，應更進一步進行特性分析以瞭解其對人致病的可能性。
5. 本研究在野生動物外寄生蜱中共檢測出 11 種艾利希氏體及邊蟲，其中 4 株採自台中黃牛微小牛蜱及 1 株採自木柵麝香貓卵形硬蜱之 *A. phagocytophilum* 為新發現的變異株，與 NCBI gene bank 中之 *A. phagocytophilum* 最接近序列的相似度分別為 97.54%-98.24% 及 99.17%，應

更進一步進行特性分析以瞭解其對人致病的可能性。

6. 本研究發現巴貝氏原蟲已存在於台灣地區鼠類與其外寄生蜱之循環中，特別是經由 *Babesia* 18S rRNA gene 定序，發現在鬼鼠體內僅有 *Babesia* sp. BiCM002 並無 *B. microti*，可能即為 *Babesia bandicootia*。醫師與民眾應留意是否有巴貝氏蟲感染的相關症狀如發燒、畏寒、肌肉疼痛、倦怠、黃膽及溶血性貧血等，以便及早通報，同時實驗室也應開發更敏感的檢測方法，以期偵測此病的發生。
7. 鼠類及其外寄生節肢動物所帶的病原體多，本研究首次經由 PCR 證實粒形硬蜱與板齒鼠血蜱在鼠之間傳遞 *B. microti* 扮有重要角色，同時證實錢鼠亦為自然儲主。
8. 台灣地區狗蜱感染巴貝氏蟲的情形可見，本研究為首次發現血紅扇頭蜱感染 *B. microti*，而成為人類得到 Babesiosis 的病媒之一，有養狗當寵物的民眾應常常注意清除狗身上的狗蜱及環境狗蜱，以避免被叮咬感染。
9. 本研究所檢測出 13 株 *B. microti* 分屬兩群，US type 及 Kobe type，這兩種 type 皆有病人株，而以 US type 檢出較多，包括鼠類外寄生蜱、血液、蜱臟、狗蜱及野生動物外寄生蜱，但由於比較的序列較短(約 159bp)，未來仍需設法取較長的片段或其他基因標的來確認。
10. 請權責疾病組轉達各分局及衛生局，提醒轄區醫師與民眾注意，落實於衛教宣導及防治中，尤其是桃園縣、金門縣與連江縣。

參考文獻

1. Dumler JS. Anaplasma and Ehrlichia infection. *Ann N Y Acad Sci* 2005;1063:361-73.
2. Bakken JS, Dumler JS. Human granulocytic ehrlichiosis. *Clin Infect Dis* 2000;31:554-60.
3. Dumler JS, Barbet AF, Bekker CP, et al. Reorganization of genera in the families Rickettsiaceae and Anaplasmataceae in the order Rickettsiales: unification of some species of Ehrlichia with Anaplasma, Cowdria with Ehrlichia and Ehrlichia with Neorickettsia, descriptions of six new species combinations and designation of Ehrlichia equi and 'HGE agent' as subjective synonyms of Ehrlichia phagocytophila. *Int J Syst Evol Microbiol* 2001;51:2145-65.
4. Buller RS, Arens M, Hmiel SP, et al. Ehrlichia ewingii, a newly recognized agent of human ehrlichiosis. *N Engl J Med* 1999;341:148-55.
5. Stone JH, Dierberg K, Aram G, Dumler JS. Human monocytic ehrlichiosis. *JAMA* 2004;292:2263-70.
6. Bakken JS, S. DJ. Antimicrobial therapy and vaccines. 2 ed. New York: Apple Trees Productions; 2002.
7. Kawahara M, Rikihisa Y, Isogai E, et al. Ultrastructure and phylogenetic analysis of 'Candidatus Neoehrlichia mikurensis' in the family Anaplasmataceae, isolated from wild rats and found in Ixodes ovatus ticks. *Int J Syst Evol Microbiol* 2004;54:1837-43.
8. von Loewenich FD, Geissdorfer W, Disque C, et al. Detection of "Candidatus Neoehrlichia mikurensis" in two patients with severe febrile illnesses: evidence for a European sequence variant. *J Clin Microbiol* 2010;48:2630-5.
9. Fehr JS, Bloemberg GV, Ritter C, et al. Septicemia caused by tick-borne bacterial pathogen Candidatus Neoehrlichia mikurensis. *Emerg Infect Dis* 2010;16:1127-9.
10. Welinder-Olsson C, Kjellin E, Vaht K, Jacobsson S, Wenneras C. First case of human "Candidatus Neoehrlichia mikurensis" infection in a febrile patient with chronic lymphocytic leukemia. *J Clin Microbiol* 2010;48:1956-9.
11. Lotric-Furlan S, Petrovec M, Avsic-Zupanc T, et al. Human ehrlichiosis in central Europe. *Wien Klin Wochenschr* 1998;110:894-7.
12. Sumption KJ, Wright DJ, Cutler SJ, Dale BA. Human ehrlichiosis in the UK. *Lancet* 1995;346:1487-8.
13. Dumler JS, Madigan JE, Pusterla N, Bakken JS. Ehrlichioses in humans: epidemiology, clinical presentation, diagnosis, and treatment. *Clin Infect Dis* 2007;45 Suppl 1:S45-51.
14. Zhi N, Ohashi N, Rikihisa Y. Multiple p44 genes encoding major outer membrane proteins are expressed in the human granulocytic ehrlichiosis agent. *J Biol Chem* 1999;274:17828-36.
15. Massung RF, Owens JH, Ross D, et al. Sequence analysis of the ank gene of granulocytic ehrlichiae. *J Clin Microbiol* 2000;38:2917-22.
16. Inokuma H, Oyamada M, Kelly PJ, et al. Molecular detection of a new Anaplasma species closely related to Anaplasma phagocytophilum in canine blood from South Africa. *J Clin Microbiol* 2005;43:2934-7.
17. Alberti A, Zobba R, Chessa B, et al. Equine and canine Anaplasma phagocytophilum strains isolated on the island of Sardinia (Italy) are phylogenetically related to pathogenic strains from the United States. *Appl Environ Microbiol* 2005;71:6418-22.
18. Chang AC, Chang WL, Lin CT, Pan MJ, Lee SC. Canine infectious cyclic thrombocytopenia found in Taiwan. *J Vet Med Sci* 1996;58:473-6.
19. 張祖駿. 利用巢式聚合酶連鎖反應調查台北市犬艾利希氏體病 [碩士論文]: 國立台灣

大學; 2003.

20. 黃嘉嘉. 以巢式聚合酶連鎖反應偵測犬隻狗型、血小板型艾利希體症及犬心絲蟲感染症 [碩士論文]: 國立嘉義大學; 2003.
21. 陳昱憲. 以巢式聚合酶連鎖反應調查台灣家貓血液寄生蟲之感染疫情 [碩士論文]: 國立中興大學; 2007.
22. Hsieh YC, Lee CC, Tsang CL, Chung YT. Detection and characterization of four novel genotypes of *Ehrlichia canis* from dogs. *Vet Microbiol* 2010;146:70-5.
23. 翁明輝, 連日清, 蔡惠坪, 林佩如, 郭明德, 劉文燦. 2009 年金門地區鼠類寄生蜱敢染查菲艾利希氏體之調查. *疫情報導* 2010;26:134-9.
24. Suto Y, Suto A, Inokuma H, Obayashi H, Hayashi T. First confirmed canine case of *Ehrlichia canis* infection in Japan. *Vet Rec* 2001;148:809-11.
25. 潘明正. 牛邊緣無形體症 (Bovine anaplasmosis). In: (編著) 潘劉張, ed. 媒介重要人畜傳染疾病的有害生物—節肢動物篇. 台北市: 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局; 2007:138-9 頁.
26. 林怡孜. 以 PCR 技術調查台灣乳牛焦蟲症及邊蟲症之流行病學 [碩士論文]: 國立中興大學; 2007.
27. Babes V. Sur l'hémoglobinurie bactérienne du bœuf. *C R Aca Sci* 1888;107:692-4.
28. Smith T, Kilborne FL. Investigations into the nature, causation, and prevention of Texas or southern cattle fever, 8th and 9th Repts. *Bur. Anim. Industr., U. S. Dept. agric.*; 1893:177-304.
29. Uilenberg G. Babesia--a historical overview. *Vet Parasitol* 2006;138:3-10.
30. Skrabalo Z, Deanovic Z. Piroplasmosis in man; report of a case. *Doc Med Geogr Trop* 1957;9:11-6.
31. Marsaudon E, Camenen J, Testou D, Bourree P, Samson P, Luneau F. [Babesia canis human babesiosis causing a 40-day anuria]. *Ann Med Interne (Paris)* 1995;146:451-2.
32. Popovsky MA. Transfusion-transmitted babesiosis. *Transfusion* 1991;31:296-8.
33. Herwaldt B, Persing DH, Precigout EA, et al. A fatal case of babesiosis in Missouri: identification of another piroplasm that infects humans. *Ann Intern Med* 1996;124:643-50.
34. Krause PJ, Telford III SR. Babesiosis. In: Gilles HM, ed. *Protozoal diseases*. London: Arnold; 1999:236-48.
35. Kjemtrup AM, Conrad PA. Human babesiosis: an emerging tick-borne disease. *Int J Parasitol* 2000;30:1323-37.
36. Saito-Ito A, Kasahara M, Kasai M, et al. Survey of *Babesia microti* infection in field rodents in Japan: records of the Kobe-type in new foci and findings of a new type related to the Otsu-type. *Microbiol Immunol* 2007;51:15-24.
37. Telford SA, III, Gorenflot A, Brasseur P, Spielman A. Babesial infections in humans and wildlife. In: Kreier JP, ed. *Parasitic protozoa*. San Diego, U.S.A.: Academic Press, Inc.; 1993:1-47.
38. Duh D, Petrovec M, Avsic-Zupanc T. Diversity of *Babesia* Infecting European sheep ticks (*Ixodes ricinus*). *J Clin Microbiol* 2001;39:3395-7.
39. Saito-Ito A, Yano Y, Dantrakool A, Hashimoto T, Takada N. Survey of rodents and ticks in human babesiosis emergence area in Japan: first detection of *Babesia microti*-like parasites in *Ixodes ovatus*. *J Clin Microbiol* 2004;42:2268-70.
40. Marathe A, Tripathi J, Handa V, Date V. Human babesiosis--a case report. *Indian J Med*

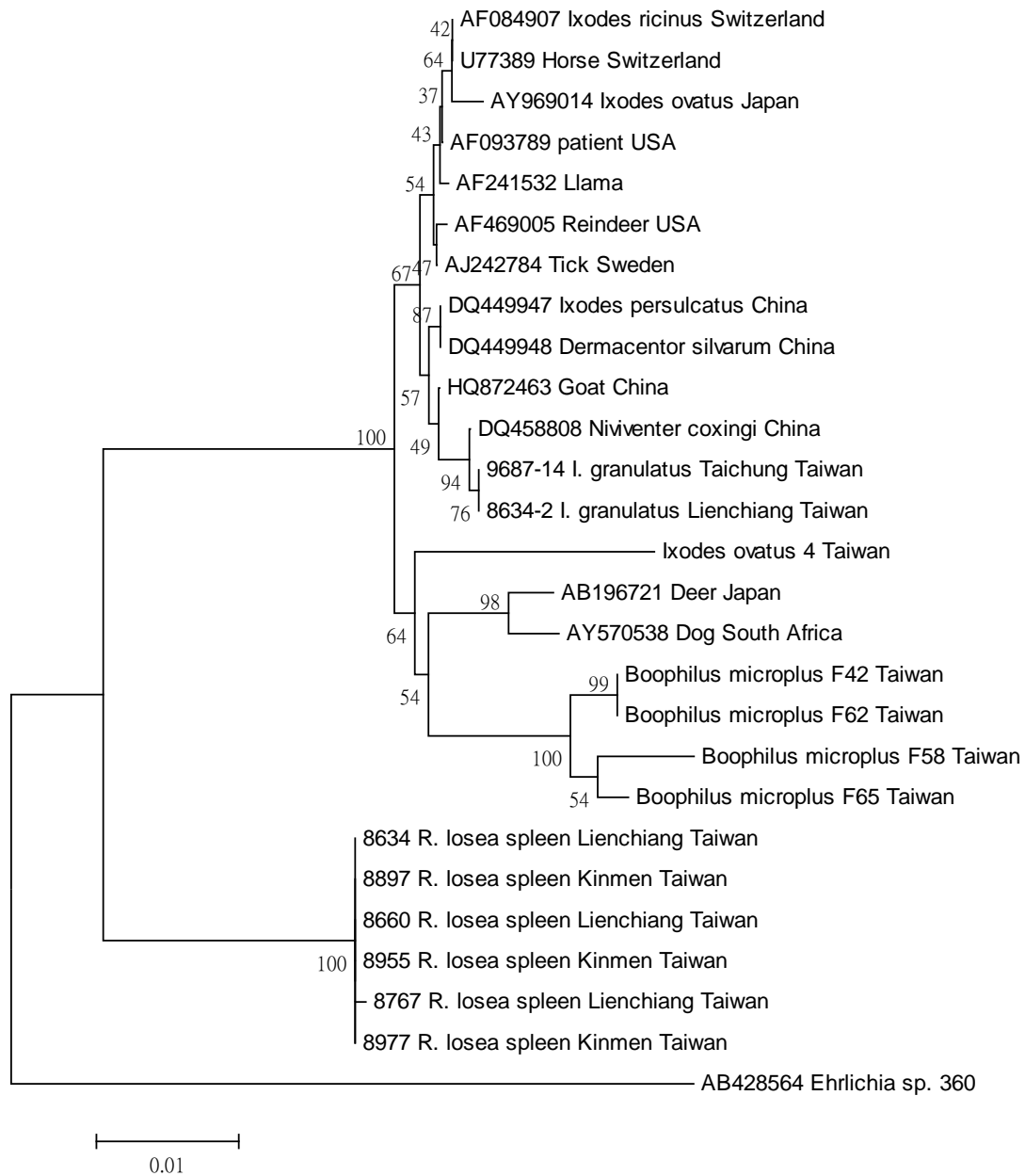
Microbiol 2005;23:267-9.

41. Saito A, Rai SK, He S, Kohsaki M, Tsuji M, Ishihara C. [First demonstration of Babesia parasitizing in human in Japan]. *Kansenshogaku Zasshi* 1999;73:1163-4.
42. Shih CM, Liu LP, Chung WC, Ong SJ, Wang CC. Human babesiosis in Taiwan: asymptomatic infection with a Babesia microti-like organism in a Taiwanese woman. *J Clin Microbiol* 1997;35:450-4.
43. Hunfeld KP, Brade V. Zoonotic Babesia: possibly emerging pathogens to be considered for tick-infested humans in Central Europe. *Int J Med Microbiol* 2004;293 Suppl 37:93-103.
44. Miyama T, Sakata Y, Shimada Y, et al. Epidemiological survey of Babesia gibsoni infection in dogs in eastern Japan. *J Vet Med Sci* 2005;67:467-71.
45. Tsuji M, Zamoto A, Kawabuchi T, et al. Babesia microti-like parasites detected in Eurasian red squirrels (*Sciurus vulgaris orientis*) in Hokkaido, Japan. *J Vet Med Sci* 2006;68:643-6.
46. Fukumoto S, Xuan X, Shigeno S, et al. Development of a polymerase chain reaction method for diagnosing Babesia gibsoni infection in dogs. *J Vet Med Sci* 2001;63:977-81.
47. Fukumoto S, Xuan X, Inoue N, et al. Molecular characterization of a gene encoding a 29-kDa cytoplasmic protein of Babesia gibsoni and evaluation of its diagnostic potentiality. *Mol Biochem Parasitol* 2003;131:129-36.
48. Zhou J, Mulenga A, Yamasaki M, Ohashi K, Maede Y, Onuma M. Babesia gibsoni: molecular cloning and characterization of Rab6 and Rab11 homologues. *Exp Parasitol* 2002;101:210-4.
49. Zamoto A, Tsuji M, Wei Q, et al. Epizootiologic survey for Babesia microti among small wild mammals in northeastern Eurasia and a geographic diversity in the beta-tubulin gene sequences. *J Vet Med Sci* 2004;66:785-92.
50. Shih CM, Wang CC. Ability of azithromycin in combination with quinine for the elimination of babesial infection in humans. *Am J Trop Med Hyg* 1998;59:509-12.
51. Shaio MF, Lin PR. A case study of cytokine profiles in acute human babesiosis. *Am J Trop Med Hyg* 1998;58:335-7.
52. Shaio MF, Yang KD. Response of babesiosis to a combined regimen of quinine and azithromycin. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1997;91:214-5.
53. Hsieh HC. Human parasites in Taiwan. *Chin J Parasitol* 1994;7:1-10.
54. Chung WC, Lien GS, Pan S, Lu JL, Chen SH, Lin YS. The first case of human babesiosis in Taiwan preliminary report. *Chin J Parasitol* 1994;7:22-3.
55. Hsu NH, Cross JH. Serologic survey for human babesiosis on Taiwan. *Taiwan Yi Xue Hui Za Zhi* 1977;76:950-4.
56. 王美嘉. 人鼠互通性寄生蟲之調查 [碩士論文]: 國立台灣大學; 2000.
57. Saito-Ito A, Takada N, Ishiguro F, et al. Detection of Kobe-type Babesia microti associated with Japanese human babesiosis in field rodents in central Taiwan and southeastern mainland China. *Parasitology* 2008;135:691-9.
58. Lien JC, Weng MH, Lin CC. Babesia infections in the rodents of northern Taiwan. *Chin J Parasitol* 1997;10:61-7.
59. Adelson ME, Rao RV, Tilton RC, et al. Prevalence of Borrelia burgdorferi, Bartonella spp., Babesia microti, and Anaplasma phagocytophila in Ixodes scapularis ticks collected in Northern New Jersey. *J Clin Microbiol* 2004;42:2799-801.
60. Skotarczak B, Rymaszewska A, Wodecka B, Sawczuk M. Molecular evidence of coinfection

- of *Borrelia burgdorferi* sensu lato, human granulocytic ehrlichiosis agent, and *Babesia microti* in ticks from northwestern Poland. *J Parasitol* 2003;89:194-6.
61. Robbins RG. THE TICKS (ACARI" IXODIDA: ARGASIDAE, IXODIDAE) OF TAIWAN" A SYNONYMIC CHECKLIST. *PROC ENTOMOL SOC WASH* 2005;107:245-53.
 62. 鄭國藩, 姜在階. 中國經濟昆蟲志第三十九冊蜱蟎亞綱硬蜱科. 北京: 科學出版社; 1991.
 63. Yamaguti N, V. , Tipton J, Keegan HL, Toshioka S. Ticks of Japan, Korea, and the Ryukyu islands.: Brigham Young Univ.; 1971.
 64. Baker AS. Mites and ticks of domestic animals. London: The Stationery Office; 1999.
 65. Beati L, Keirans JE. Analysis of the systemic relationships among ticks of the genera *Rhipicephalus* and *Boophilus* (Acari: Ixodidae) based on mitochondrial 12S ribosomal DNA gene sequences and morphological characters. *J Parasitol* 2001;87:32-48.
 66. Black WC, Piesman J. Phylogeny of hard- and soft-tick taxa (Acari: Ixodida) based on mitochondrial 16S rDNA sequences. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1994;91:10034-8.
 67. Parola P, Roux V, Camicas JL, Baradji I, Brouqui P, Raoult D. Detection of ehrlichiae in African ticks by polymerase chain reaction. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2000;94:707-8.
 68. Ohashi N, Gaowa, Wuritu, et al. Human granulocytic Anaplasmosis, Japan. *Emerg Infect Dis* 2013;19:289-92.
 69. Simpson VR, Panciera RJ, Hargreaves J, et al. Myocarditis and myositis due to infection with Hepatozoon species in pine martens (*Martes martes*) in Scotland. *Vet Rec* 2005;156:442-6.
 70. Casati S, Sager H, Gern L, Piffaretti JC. Presence of potentially pathogenic *Babesia* sp. for human in *Ixodes ricinus* in Switzerland. *Ann Agric Environ Med* 2006;13:65-70.
 71. Persing DH, Mathiesen D, Marshall WF, et al. Detection of *Babesia microti* by polymerase chain reaction. *J Clin Microbiol* 1992;30:2097-103.
 72. Takano A, Ando S, Kishimoto T, et al. Presence of a novel Ehrlichia sp. in *Ixodes granulatus* found in Okinawa, Japan. *Microbiol Immunol* 2009;53:101-6.
 73. Nicholson WL, Allen KE, McQuiston JH, Breitschwerdt EB, Little SE. The increasing recognition of rickettsial pathogens in dogs and people. *Trends Parasitol* 2010;26:205-12.
 74. 鄭錫奇等. 台北及基隆縣市野生動物. 南投縣集集鎮: 行政院農業委員會特有生物研究保育中心; 2006.
 75. Torina A, Caracappa S. Dog tick-borne diseases in Sicily. *Parassitologia* 2006;48:145-7.
 76. Wu TJ, Sun HJ, Wu YC, Huang HP. Prevalence and Risk factors of canine ticks and tick-borne diseases in Taipei, Taiwan. *Journal of Veterinary Clinical Sciences* 2009;2:75-8.
 77. Rejmanek D, Nieto NC, Barash N, Foley JE. Temporal patterns of tick-borne granulocytic anaplasmosis in California. *Ticks Tick Borne Dis* 2011;2:81-7.
 78. Cao WC, Zhan L, He J, et al. Natural *Anaplasma phagocytophilum* infection of ticks and rodents from a forest area of Jilin Province, China. *Am J Trop Med Hyg* 2006;75:664-8.
 79. Chae JS, Yu do H, Shringi S, et al. Microbial pathogens in ticks, rodents and a shrew in northern Gyeonggi-do near the DMZ, Korea. *J Vet Sci* 2008;9:285-93.
 80. Ohashi N, Inayoshi M, Kitamura K, et al. *Anaplasma phagocytophilum*-infected ticks, Japan. *Emerg Infect Dis* 2005;11:1780-3.
 81. Sashika M, Abe G, Matsumoto K, Inokuma H. Molecular Survey of *Anaplasma* and *Ehrlichia* Infections of Feral Raccoons (*Procyon lotor*) in Hokkaido, Japan. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2011.

82. Kawahara M, Rikihisa Y, Lin Q, et al. Novel genetic variants of *Anaplasma phagocytophilum*, *Anaplasma bovis*, *Anaplasma centrale*, and a novel *Ehrlichia* sp. in wild deer and ticks on two major islands in Japan. *Appl Environ Microbiol* 2006;72:1102-9.
83. Naitou H, Kawaguchi D, Nishimura Y, et al. Molecular identification of *Ehrlichia* species and 'Candidate *Neoehrlichia mikurensis*' from ticks and wild rodents in Shizuoka and Nagano Prefectures, Japan. *Microbiol Immunol* 2006;50:45-51.
84. Rar VA, Livanova NN, Panov VV, et al. Genetic diversity of *Anaplasma* and *Ehrlichia* in the Asian part of Russia. *Ticks Tick Borne Dis* 2010;1:57-65.
85. Schouls LM, Van De Pol I, Rijpkema SG, Schot CS. Detection and identification of *Ehrlichia*, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, and *Bartonella* species in Dutch *Ixodes ricinus* ticks. *J Clin Microbiol* 1999;37:2215-22.
86. Tanskul P, Stark HE, Inlao I. A checklist of ticks of Thailand (Acari: Metastigmata: Ixodoidea). *Journal of medical entomology* 1983;20:330-41.
87. Bown KJ, Lambin X, Ogden NH, et al. Delineating *Anaplasma phagocytophilum* ecotypes in coexisting, discrete enzootic cycles. *Emerg Infect Dis* 2009;15:1948-54.
88. Kang SW, Doan HT, Choe SE, et al. Molecular investigation of tick-borne pathogens in ticks from grazing cattle in Korea. *Parasitology international* 2013;62:276-82.
89. Dantrakool A, Somboon P, Hashimoto T, Saito-Ito A. Identification of a new type of *Babesia* species in wild rats (*Bandicota indica*) in Chiang Mai Province, Thailand. *J Clin Microbiol* 2004;42:850-4.
90. Manwell RD, Kuntz RE. A New *Babesia* from the Indian Bandicoot. *J Parasitol* 1964;50:390-3.
91. van Peenen PF, Chang SJ, Banknieder AR, Santana FJ. Piroplasms from Taiwanese rodents. *J Protozool* 1977;24:310-2.
92. Rodgers SE, Mather TN. Human *Babesia microti* incidence and *Ixodes scapularis* distribution, Rhode Island, 1998-2004. *Emerg Infect Dis* 2007;13:633-5.
93. Welc-Faleciak R, Bajer A, Behnke JM, Sinski E. Effects of host diversity and the community composition of hard ticks (Ixodidae) on *Babesia microti* infection. *Int J Med Microbiol* 2008;298:235-42.
94. Tsuji M, Wei Q, Zamoto A, et al. Human babesiosis in Japan: epizootiologic survey of rodent reservoir and isolation of new type of *Babesia microti*-like parasite. *J Clin Microbiol* 2001;39:4316-22.
95. Zamoto-Niikura A, Tsuji M, Oiang W, Nakao M, Hirata H, Ishihara C. Detection of Two Zoonotic *Babesia microti* Lineages, the Hobetsu and U.S. Lineages, in Two Sympatric Tick Species, *Ixodes ovatus* and *Ixodes persulcatus*, Respectively, in Japan. *Appl Environ Microbiol* 2012;78:3424-30.
96. Hao GF, Li H, Sun Y, et al. Detection of tick and tick-borne pathogen in some ports of Inner Mongolia. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi* 2009;30:365-7.
97. Peng HW. Hematologic manifestation in a patient with *Babesia* spp. and propionibacterium spp. infections: evidence of *Babesia* infection in erythroid precursors. *Chinese J Parasitology* 1994;7:22.
98. Cassini R, Zanutto S, Frangipane di Regalbono A, et al. Canine piroplasmosis in Italy: epidemiological aspects in vertebrate and invertebrate hosts. *Vet Parasitol* 2009;165:30-5.
99. Loretto AP, Barros SS. Hemorrhagic disease in dogs infected with an unclassified intraendothelial piroplasm in southern Brazil. *Vet Parasitol* 2005;134:193-213.

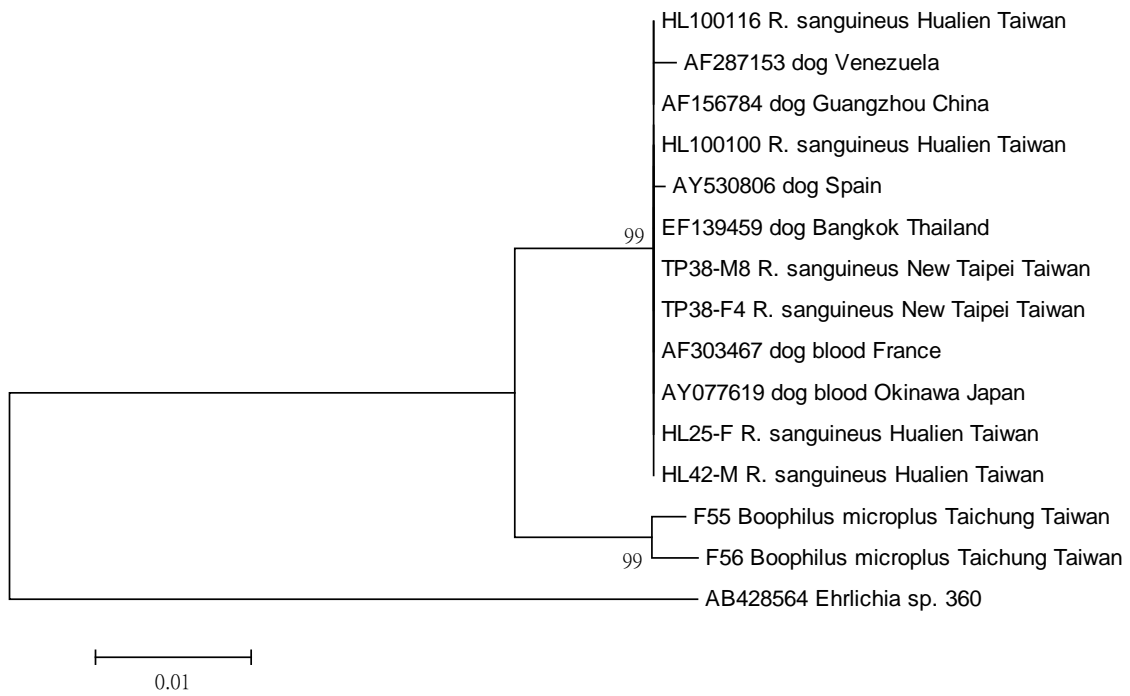
100. Iori A, Gabrielli S, Calderini P, et al. Tick reservoirs for piroplasms in central and northern Italy. *Vet Parasitol* 2010;170:291-6.
101. Chao LL, Wu WJ, Shih CM. Molecular analysis of *Ixodes granulatus*, a possible vector tick for *Borrelia burgdorferi sensu lato* in Taiwan. *Exp Appl Acarol* 2009;48:329-44.
102. Grzeszczuk A, Stanczak J, Kubica-Biernat B, Racewicz M, Kruminis-Lozowska W, Prokopowicz D. Human anaplasmosis in north-eastern Poland: seroprevalence in humans and prevalence in *Ixodes ricinus* ticks. *Ann Agric Environ Med* 2004;11:99-103.
103. Chmielewska-Badora J, Zwolinski J, Cisak E, Wojcik-Fatla A, Buczek A, Dutkiewicz J. Prevalence of *Anaplasma phagocytophilum* in *Ixodes ricinus* ticks determined by polymerase chain reaction with two pairs of primers detecting 16S rRNA and ankA genes. *Ann Agric Environ Med* 2007;14:281-5.
104. Agüero-Rosenfeld ME, Donnarumma L, Zentmaier L, et al. Seroprevalence of antibodies that react with *Anaplasma phagocytophila*, the agent of human granulocytic ehrlichiosis, in different populations in Westchester County, New York. *J Clin Microbiol* 2002;40:2612-5.
105. Zhang L, Cui F, Wang L, Zhang J, Wang S, Yang S. Investigation of anaplasmosis in Yiyuan County, Shandong Province, China. *Asian Pacific journal of tropical medicine* 2011;4:568-72.
106. Park JH, Heo EJ, Choi KS, Dumler JS, Chae JS. Detection of antibodies to *Anaplasma phagocytophilum* and *Ehrlichia chaffeensis* antigens in sera of Korean patients by western immunoblotting and indirect immunofluorescence assays. *Clin Diagn Lab Immunol* 2003;10:1059-64.



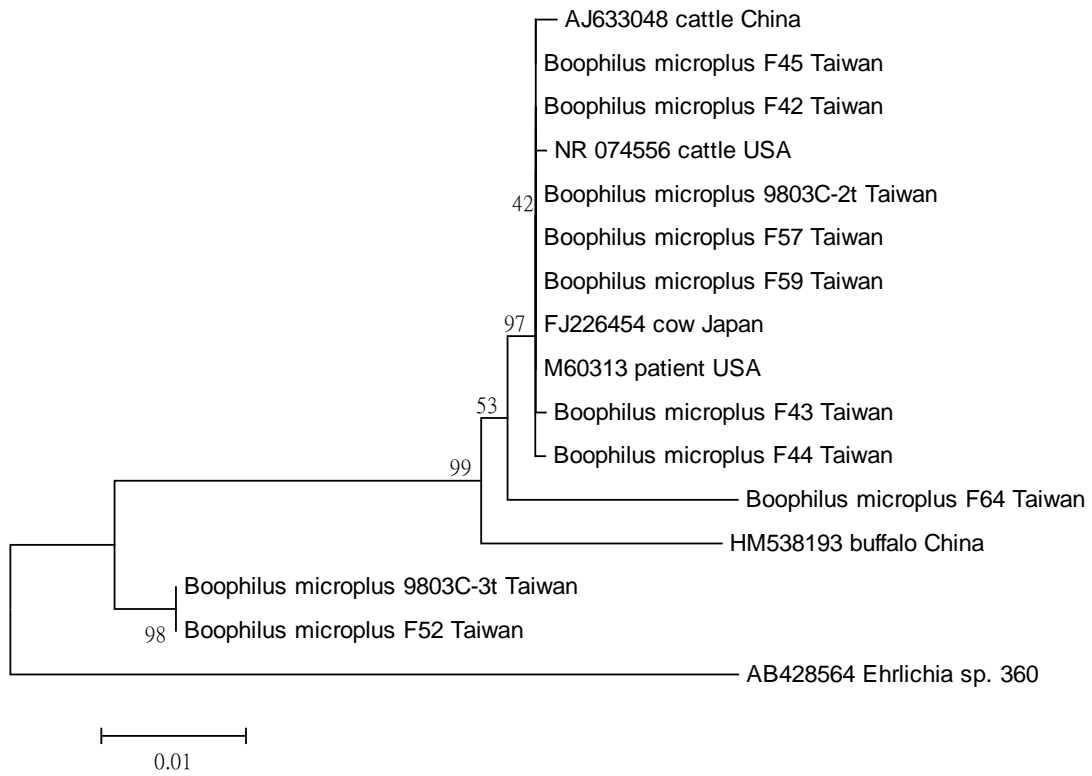
圖一、台灣地區 *Anaplasma phagocytophilum* 菌株 16S rRNA gene 序列親緣關係圖。



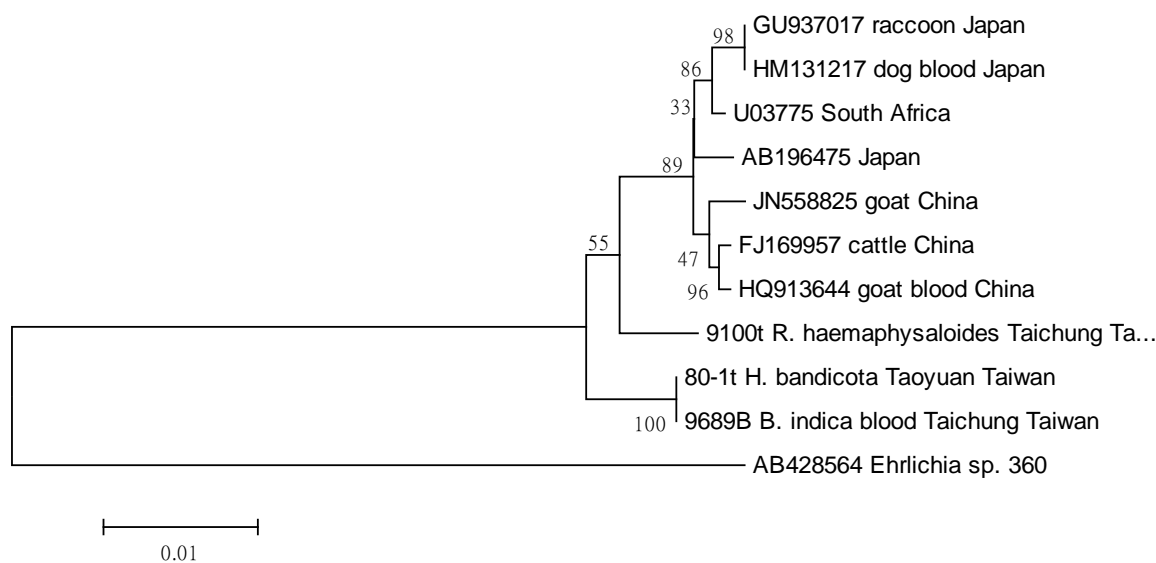
圖二、台灣地區 *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* 菌株 16S rRNA gene 序列親緣關係圖。



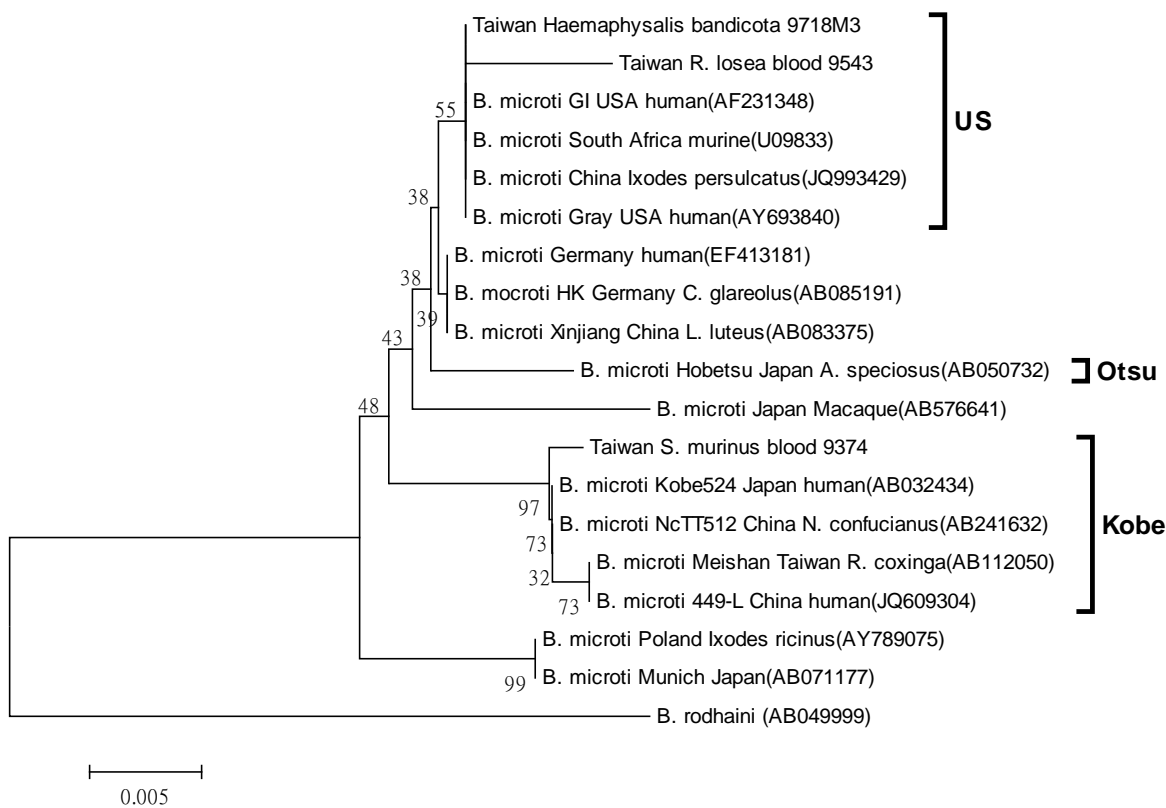
圖三、台灣地區 *Anaplasma platys* 菌株 16S rRNA gene 序列親緣關係圖。



圖四、台灣地區 *Anaplasma marginale* 菌株 16S rRNA gene 序列親緣關係圖。

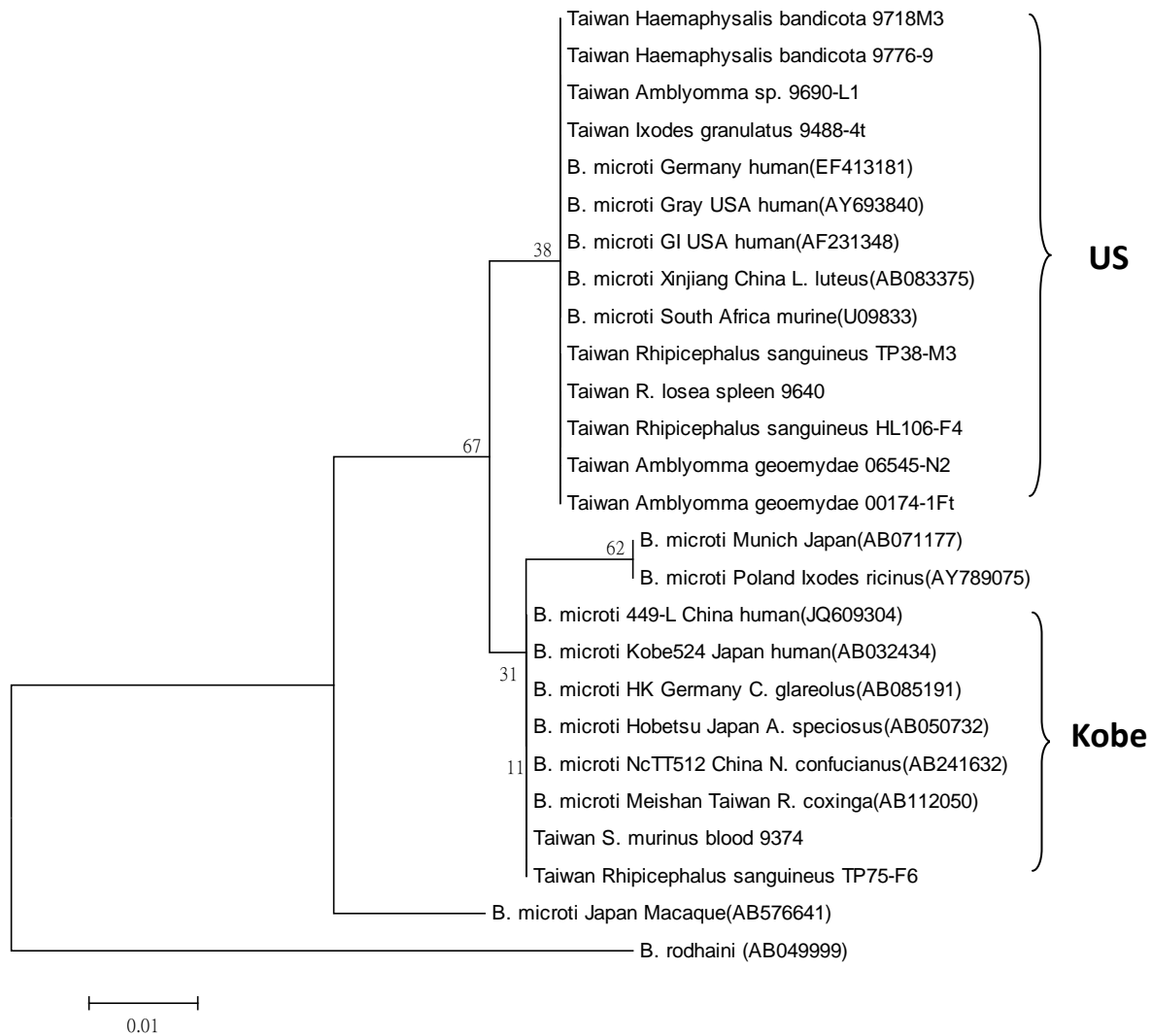


圖五、台灣地區 *Anaplasma bovis* 菌株 16S rRNA gene 序列親緣關係圖。

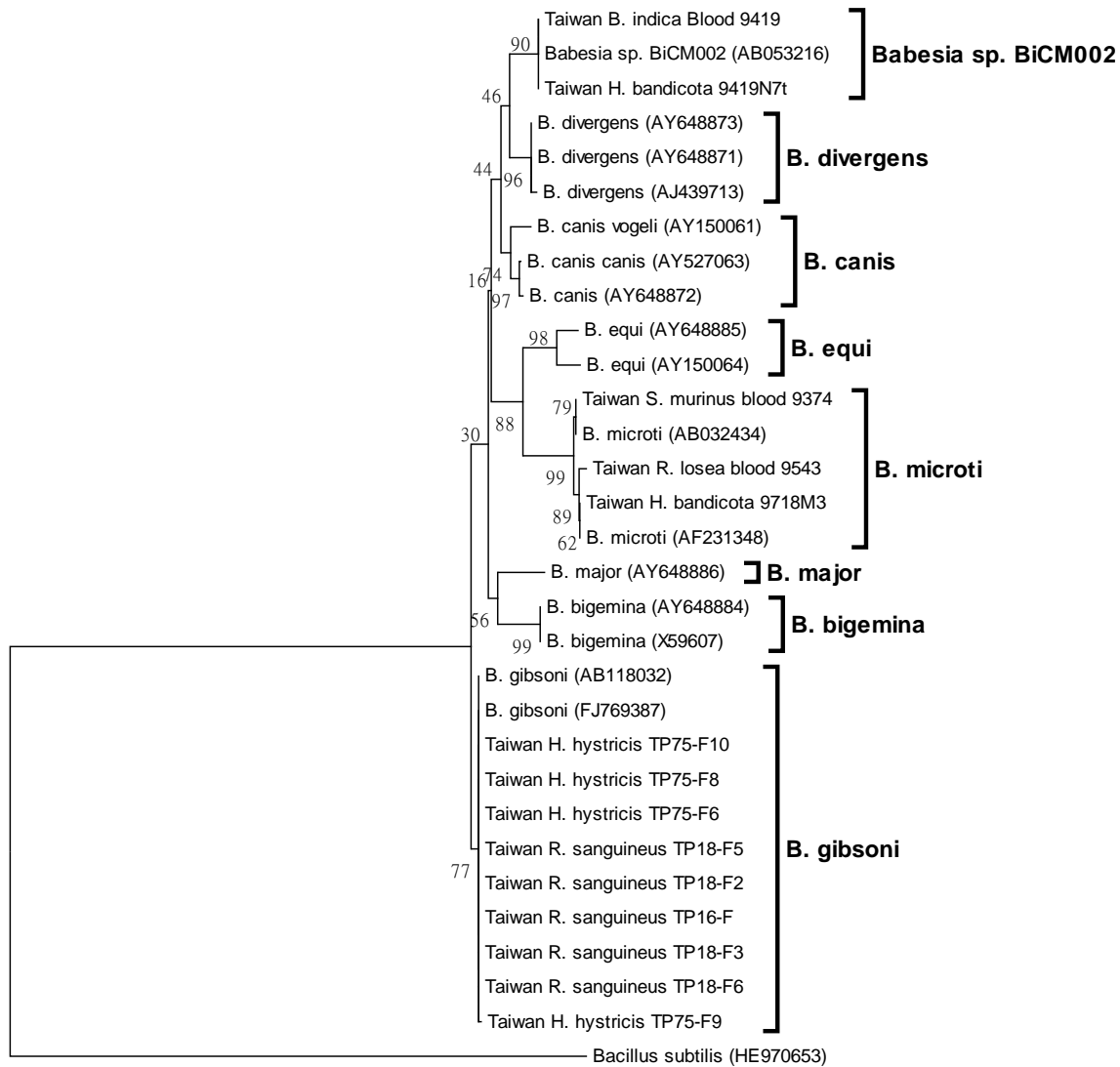


圖六、台灣地區 *Babesia microti* 18S rRNA gene (BmF2-BmR2 片段)序列親緣關係

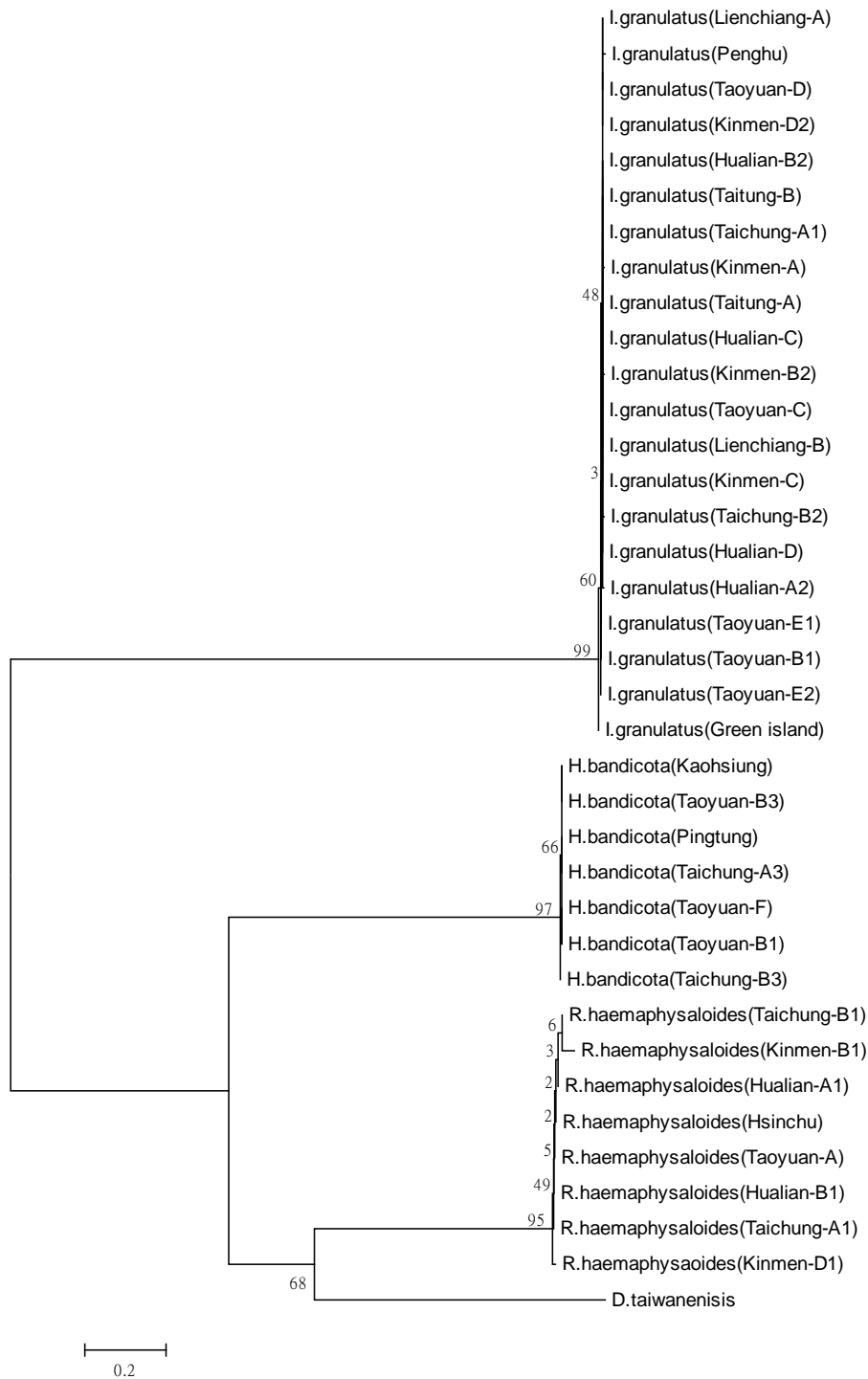
圖。



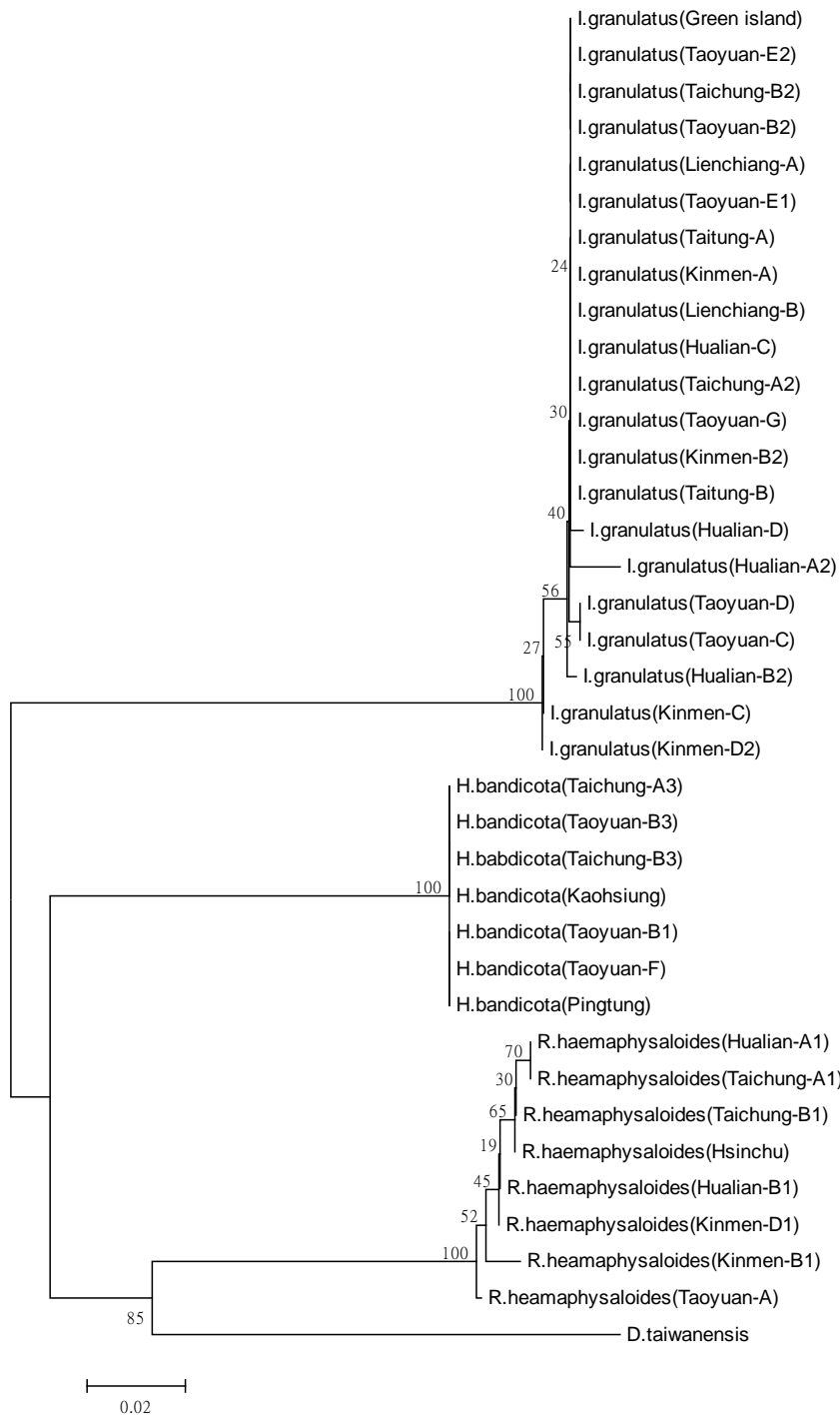
圖七、台灣地區 *Babesia microti* 18S rRNA gene (Bab2-Bab3 片段)序列親緣關係圖。



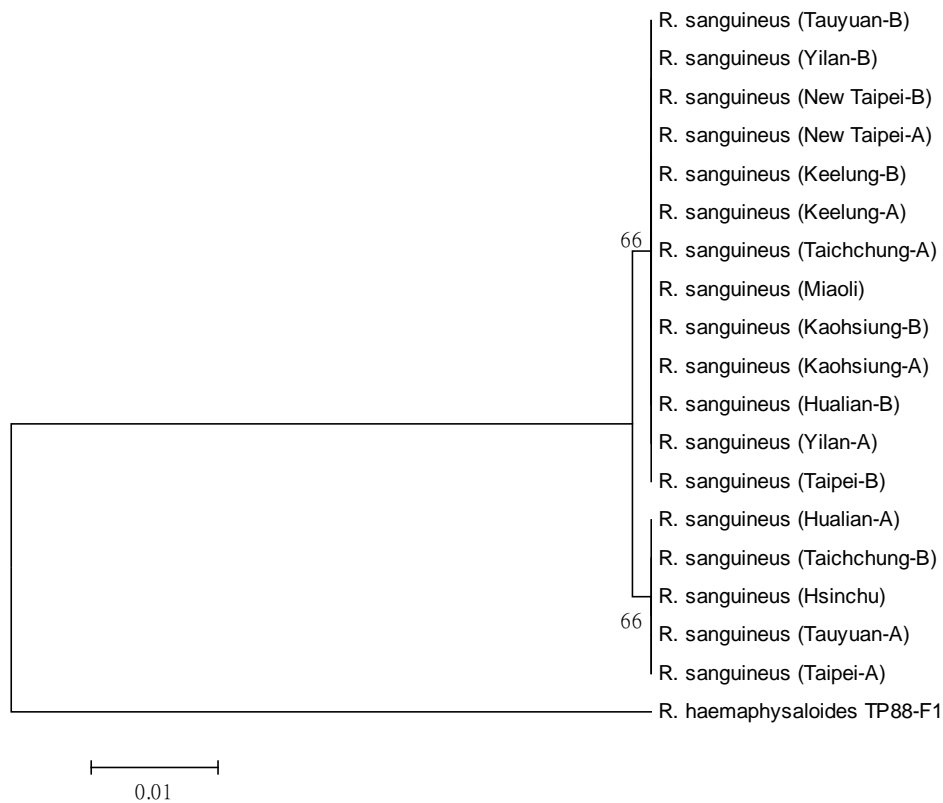
圖八、台灣地區 *Babesia* spp. 18S rRNA gene (BmF2-BmR2 片段) 序列親緣關係圖。



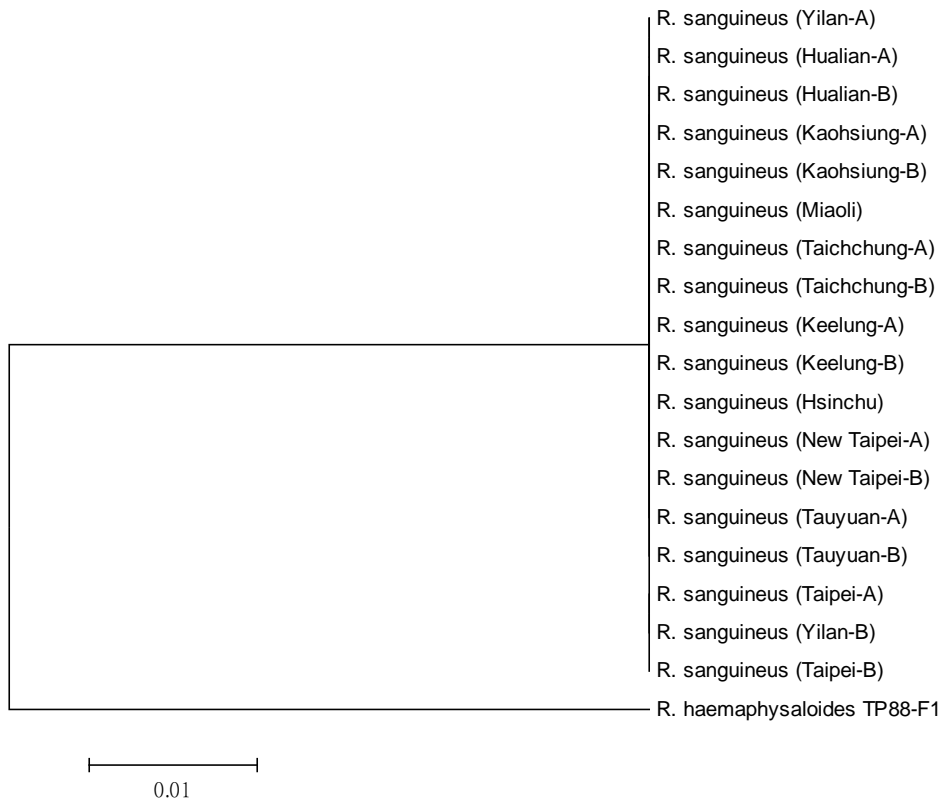
圖九、台灣地區粒形硬蜱、板齒鼠血蜱及鑷形扇頭蜱 12S rRNA gene 序列親緣關係圖。



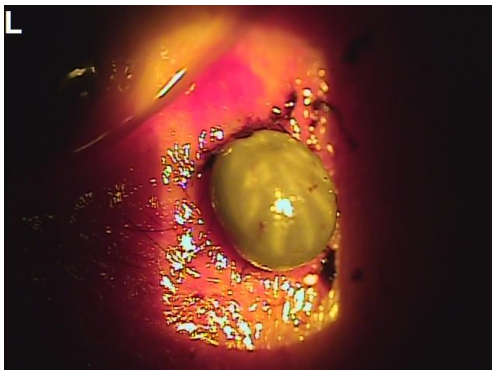
圖十、台灣地區粒形硬蜱、板齒鼠血蜱及鑷形扇頭蜱 16SrRNA gene 序列親緣關係圖。



圖十一、台灣地區血紅扇頭蜱 12S rRNA gene 序列親緣關係圖。



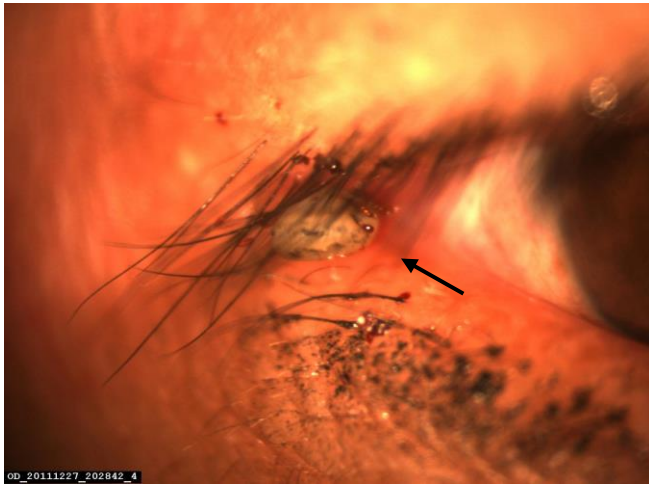
圖十二、台灣地區血紅扇頭蜱 16S rRNA gene 序列親緣關係圖。



圖十三、蜱叮咬照片(門諾醫院提供)。



圖十四、蟬石蠟檢體。



圖十五、蟬蟲叮咬照片(台北市立聯合醫院中興院區提供，箭頭指引處為蟬蟲)



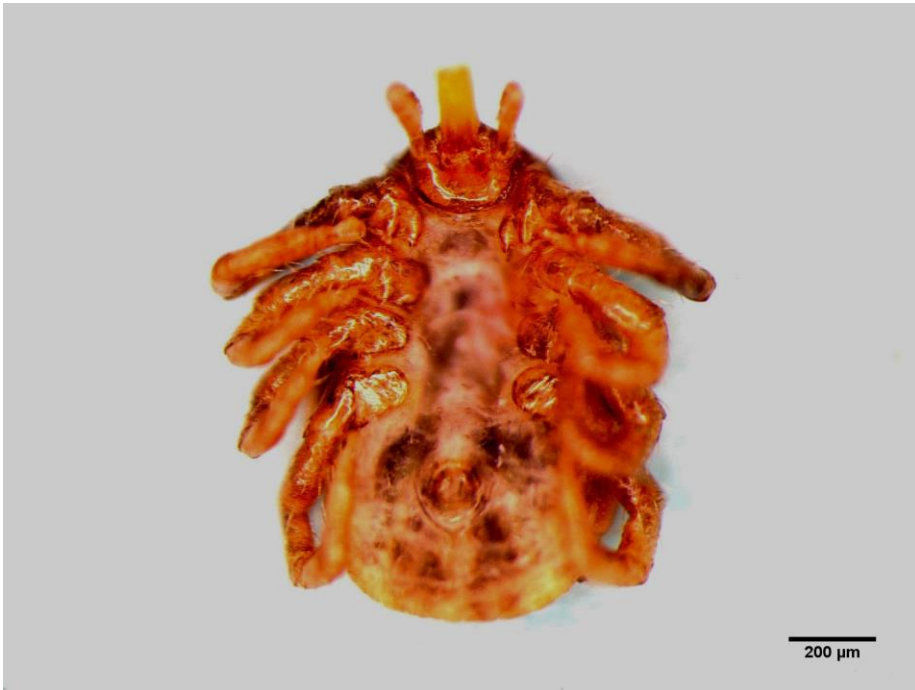
圖十六、革蜱若蟲(硬蜱生活史分為卵、幼蟲、若蟲、成蟲四個階段)



圖十七、患者手臂內側(經過一個月)



圖十八、台灣革蜱若蟲背面



圖十九、台灣革蜱若蟲腹面

表一、Babesia PCR primers 及反應條件

	primer		Denaturation temp (°C)	Annealing temp(°C)	Extension temp(°C)	Cycle no.
<i>Babesia</i> specific PCR	BJ1: GTCCTTAATTGGAATGATGG		94	51	72	35
	BN2: TAGTTTATGGTTAGGACTACG					
<i>Babesia microti</i> specific nested PCR	1st	Bab1: CTTAGTATAAGATTTTATACAGC	94	55	72	35
		Bab4: ATAGGTCAGAACTTGAATGATACA				
	2nd	Bab2: GTTATAGTTTATTTGATGTTTCGTTT	94	55		50
		Bab3: AAGCCATGCGATTCGCTAAT				
<i>Babesia microti</i> confirmation nested PCR	1st	CF1: GACGGTAGGGTATTGGCCT	95	55	72	35
		BabD: TCAAGGTGCTGAAGGAGTCG				
	2nd	BabA: GCTCGTAGTTGAATTTCTGCCT	95	50		40
		BabB: AGTAGTTCGTCTTTAACAAATC				

表二、野生動物外寄生蜱來源、種類及數量

採集動物	隻數	採集機構	採集時間	蜱種及數量
高頭蝠	4	台灣蝙蝠學會	2008/09/10	<i>Carios pusillus</i> 76 larvae
赤腹鵝	1	太魯閣國家公園	2008/11/28	<i>Ixodes</i> sp. 1 nymph
山羌	5	太魯閣國家公園	2009/12/21	<i>Haemaphysalis flava</i> 5 ♂, 6 ♀, 8 nymphs
食蛇龜	1	太魯閣國家公園	2010/03/09	<i>Amblyomma geoemydae</i> 1 ♀, 3 nymphs, 5 larvae
食蟹獾	4	台北市立動物園	2008/03/22	<i>Haemaphysalis hystricis</i> 16 nymphs
黃鼠狼	1	台北市立動物園	2008/03/30	<i>Ixodes ovatus</i> 1 ♀, <i>Haemaphysalis hystricis</i> 3 nymphs
穿山甲	1	台北市立動物園	2008/06/10	<i>Haemaphysalis hystricis</i> 1 ♀
山羌	1	台北市立動物園	2008/08/14	<i>Haemaphysalis flava</i> 6 nymphs
白鼻心	1	台北市立動物園	2008/08/29	<i>Dermacenter taiwanensis</i> 4 nymphs, 1 larva; <i>Haemaphysalis hystricis</i> 2 nymphs
麝香貓	1	台北市立動物園	2008/12/09	<i>Ixodes ovatus</i> 7 ♂, 16 ♀
緬甸蟒	1	台北市立動物園	2010/05/13	<i>Amblyomma hainanense</i> 3 ♀
穿山甲	2	台北市立動物園	2010/06/30	<i>Haemaphysalis hystricis</i> 5 ♀; <i>Amblyomma testudinarium</i> 1 ♀
黃牛	11	中興大學獸醫學系	2009/06/26	<i>Boophilus microplus</i> 14 ♂, 109 ♀, 1 nymphs
食蛇龜	8	中興大學生命科學系	2009/06/26	<i>Amblyomma geoemydae</i> 5 ♂, 6 ♀, 28 nymphs, 54 larvae
鼬獾	1	特有生物保育中心		<i>Ixodes ovatus</i> 1 ♀
黃鼠狼	1	特有生物保育中心	2007	<i>Ixodes ovatus</i> 1 ♀
鼬獾	2	特有生物保育中心	2008/10/20	<i>Haemaphysalis hystricis</i> 2 nymphs
山豬	1	特有生物保育中心	2009/01/04	<i>Haemaphysalis hystricis</i> 1 ♂
長尾麝鼯	1	特有生物保育中心	2009/02/14	<i>Ixodes granulatus</i> 1 nymph
赤腹松鼠	1	特有生物保育中心	2009/04/23	<i>Ixodes granulatus</i> 4 ♀
臭青公	1	特有生物保育中心	2009/05/18	<i>Amblyoma cordiferum</i> 2 ♀
黑眉錦蛇	1	特有生物保育中心	2009/06/23	<i>Amblyoma cordiferum</i> 1 ♀
長鬃山羊	1	特有生物保育中心	2009/12/01	<i>Haemaphysalis formosensis</i> 2 nymphs
山羌	1	特有生物保育中心	2009/12/14	<i>Ixodes ovatus</i> 1 ♂
石虎	1	特有生物保育中心	2010/03/26	<i>Ixodes granulatus</i> 1 ♀
山羌	1	特有生物保育中心	2010/05/16	<i>Ixodes ovatus</i> 1 ♀
食蛇龜	1	特有生物保育中心	2010/09/08	<i>Amblyomma geoemydae</i> 6 nymphs, 5 larvae

山羌	2	特有生物保育中心	2011/01/31	<i>Haemaphysalis formosensis</i> 11 nymphs
錦蛇	1	特有生物保育中心	2011/11/04	<i>Amblyomma cordiferum</i> 4 ♀, 1 nymph
食蛇龜	1	宜蘭大學	2009	<i>Amblyomma geoemydae</i> 1 ♀, 5 nymphs, 2 larvae
食蛇龜	11	宜蘭大學	2013/05/11	<i>Amblyomma geoemydae</i> 10 ♂, 4 ♀, 1 nymph
黃鼠狼	23	屏東科技大學	2007/04/15	<i>Ixodes ovatus</i> 2 ♂, 42 ♀, <i>Haemaphysalis hystricis</i> 1 nymph
鼬獾	3	屏東科技大學	2007/03/07	<i>Ixodes ovatus</i> 1 ♂, 4 ♀, <i>Haemaphysalis formosensis</i> 1 nymph
白鼻心	2	屏東科技大學	2007/01/22	<i>Ixodes ovatus</i> 1 ♀, <i>Haemaphysalis formosensis</i> 4 nymphs
食蟹獾	3	屏東科技大學	2007/04/12	<i>Ixodes ovatus</i> 2 ♀, <i>Haemaphysalis formosensis</i> 2 nymphs
長鬃山羊	1	屏東科技大學	2005/11/11	<i>Ixodes ovatus</i> 3 ♀
山豬	1	屏東科技大學	2008/12/18	<i>Dermacenter taiwanensis</i> 2 ♂
臭青公	1	屏東科技大學		<i>Amblyomma testudinarium</i> 2 ♂
梅花鹿	1	屏東科技大學	2004/12	<i>Boophilus microplus</i> 5 ♀
長尾南蜥	6	國立自然科學博物館	2010/08	<i>Amblyomma helvolum</i> 14 nymphs
錦蛇	2	國立自然科學博物館	2010/08	<i>Amblyomma cordiferum</i> 2 ♀
臭青公	1	國立自然科學博物館	2001/4/17	<i>Amblyomma helvolum</i> 1 ♀
羊	1	台灣大學昆蟲學系	2012/07/23	<i>Haemaphysalis lagrangei</i> 4 ♂ 3 ♀ 3 nymphs

表三、鼠類外寄生蟬艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體分子檢測結果

	桃園	台中	高屏	花蓮	台東	澎湖	金門	連江	Total
<i>H. bandicota</i>	15/107(14)* Ab-4(5) Ap(2) Eh-1(4) Es-1(4) Ech(1)	24/76(32) Ab-4(15) Es(1) Uap(1) Es-1(7)	0/53(0)	-	-	-	-	-	40/236(16.95) Ab-4 (20) Ap(2) Ech(1) Eh-1(4) Es(1) Es-1(11) Uap(1)
<i>I. granulatus</i>	16/42(38) Nm(11) Ri-1(2) E360(3)	10/21(48) Ap(2) Nm(2) Nm-1(1) Nm-2(1) E360(4)	-	6/24(25) Nm(5) Nm-3(1)	5/22(23) E360(2) Ri-1(3)	0/3	27/79(34) Ap(7) Nm(18) E360(2)	13/41(32) Ap(3) Nm(6) E360(1) Ap-4(3)	77/232(33.19) Ap(12) Ap-4(3) E360(12) Nm(42) Nm-1(1) Nm-2(1) Nm-3(1) Ri-1(4) Ri-2(1)
<i>R. haemaphysaloides</i>	0/42(0)	4/63(6) Ab-1(3) Es(1)	-	7/51(14) Ab-1(6) Wo-3(1)	-	-	1/24(4) Wo-2(1)	-	12/180(6.67) Ab-1 (9) Es(1) Wo-2(1) Wo-3(1)
Total	31/191(16.23)	38/160(23.75)	0/53(0)	13/75(17.33)	5/22(23.52)	0/3(0)	28/103(27.18)	13/41(31.71)	129/648(19.91)

*陽性數/檢測數(陽性率%)

表四、鼠類外寄生蜱艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體檢出種類及分布

Name: species	Number	分布(Number)	蜱種(Number)
<i>Anaplasma bovis</i>	29	桃園(5), 台中(18), 花蓮(6)	<i>H. bandicota</i> (20), <i>R. haemaphysaloides</i> (9)
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	17	桃園(2), 台中(2), 金門(7), 連江(6)	<i>H. bandicota</i> (2), <i>I. granulatus</i> (15)
<i>Candidatus Ehrlichia shimanensis</i>	13	桃園(4), 台中(9)	<i>H. bandicota</i> (12), <i>R. haemaphysaloides</i> (1)
<i>Candidatus Neoehrlichia mikurensis</i>	45	桃園(11), 台中(4), 花蓮(6), 金門(18), 連江(6)	<i>I. granulatus</i> (45)
<i>Ehrlichia chaffeensis</i>	1	桃園(1)	<i>H. bandicota</i> (1),
<i>Ehrlichia</i> sp. 360	12	桃園(3), 台中(4), 台東(2), 金門(2), 連江(1)	<i>I. granulatus</i> (12)
<i>Ehrlichia</i> sp. EH1087	4	桃園(4),	<i>H. bandicota</i> (4)
Rickettsiales bacterium	5	台東(3), 桃園(2)	<i>I. granulatus</i> (5)
Uncultured alpha proteobacterium	1	台中(1)	<i>H. bandicota</i> (1)
<i>Wolbachia pipientis</i>	2	金門(1), 花蓮(1)	<i>R. haemaphysaloides</i> (2)
Total	129		

表五、鼠類脾臟艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體分子檢測結果

	桃園	台中	高屏	花蓮	台東	澎湖	金門	連江	Total
<i>Apodemus agrarius</i>	-	2/2(100) Ab-1(1) Es(1)	-	1/1(100) Nm(1)	-	-	-	-	3/3(100) Ab-1(1) Es(1) Nm(1)
<i>Bandicota indica</i>	6/6(100) Ab-1(1) Ab-4(1) Es-1(2) Nm(2)	13/14(93) Ab-1(2) Ab-3(1) Ab-4(7) Ap(1) Es-1(2)	1/2(50) Ab-4(1)	-	-	-	-	-	20/22(90.91) Ab-1(3) Ab-3(1) Ab-4(9) Ap(1) Es-1(4) Nm(2)
<i>Mus caroli</i>	1/3(33) Nm(1)	4/4(100) Ab-1(2) Es(2)	-	-	-	-	-	-	5/7(71.43) Ab-1(2) Es(2) Nm(1)
<i>Mus musculus</i>	-	-	-	-	-	0/1(0)	-	-	0/1(0)
<i>Niviventer coxingi</i>	-	-	-	-	1/1(100) Ap(1)	-	-	-	1/1(100) Ap(1)
<i>Rattus losea</i>	7/18(39) Ab-1(2) Nm(3) Nm-4(2)	3/7(43) Ab-1(2) Ap(1)	0/3(0)	1/1(100) Ab-1(1)	1/1(100) Nm(1)	0/1(0)	6/7(86) Ab-1(1) Ap(4) Nm(1)	6/7(86) Ap(1) Ap-4(2) Ap-5(1) Ap-6(2)	24/45(53.33) Ab-1(6) Ap(6) Ap-4(2) Ap-5(1) Ap-6(2) Nm(5) Nm-4(2)
<i>Suncus murinus</i>	1/2(50) Ab-1(1)	0/1(0)	-	-	3/5(60) Nm(2) Wo-5(1)	-	-	2/5(40) Nm(1) Eh (1)	6/13(46.15) Ab-1(1) Nm(3) Eh (1) Wo-5(1)
Total	15/29(51.72)*	22/28(78.57)	1/5(20)	2/2(100)	5/7(71.29)	0/2(0)	6/7(85.71)	8/12(66.67)	59/92(64.13)

*陽性數/檢測數(陽性率%)

表六、鼠類血液艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體分子檢測結果

	桃園	台中	高屏	花蓮	台東	澎湖	金門	連江	Total
<i>Apodemus agrarius</i>	-	1/1(100) Es(1)	-	-	-		-	-	1/1(100) Es(1)
<i>Bandicota indica</i>	2/4(50) Nm(1) Nm-4(1)	11/14(79) Ab-1(3) Ab-4(7) Ap(1)	1/2(50) Ab-4(1)	-	-	-	-	-	14/20(70) Ab-1(3) Ab-4(8) Ap(1) Nm(1) Nm-4(1)
<i>Mus caroli</i>	1/25(50) Ab-1(1)	2/3(67) Ab-1(2)	-	-	-	-	-	-	3/5(40) Ab-1(3)
<i>Niviventer coxingi</i>	-	-	-	-	0/1	-	-	-	0/1
<i>Rattus losea</i>	8/18(44) Nm(8)	5/7(71) Ab-1(2) Ap(2) Nm(1)	0/4	1/1(100) Nm(1)	1/1(100) Nm(1)	-	7/24(29) Ab-1(2) Nm(4) Ap(1)	0/1	22/56(39.29) Ab-1(4) Ap(3) Nm(14) Nm-4(1)
<i>Suncus murinus</i>	1/1(100) Ab-4(1)	-	-	-	2/3(67) Nm(2)	-	-	1/4(25) E360(1)	4/8(50) Ab-4(1) E360(1) Nm(2)
Total	12/25(48)*	19/25(76)	1/6(16.66)	1/1(100)	3/5(60)	0/0(0)	7/24(29.17)	1/5(20)	44/91(48.35)

*陽性數/檢測數(陽性率%)

表七、鼠類脾臟艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體檢出種類及分布

Name: species	Number	分布(Number)	鼠種(Number)
<i>Anaplasma bovis</i>	23	桃園(5), 台中(15), 高雄(1), 花蓮(1), 金門(1)	<i>A. agrarius</i> (2), <i>B. indica</i> (13), <i>M. caroli</i> (2), <i>R. losea</i> (5), <i>S. murinus</i> (1)
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	13	台中(2), 台東(1), 金門(4), 連江(6),	<i>B. indica</i> (1), <i>N. coxingi</i> (1), <i>R. losea</i> (11)
<i>Candidatus Ehrlichia shimanensis</i>	7	桃園(2), 台中(5)	<i>A. agrarius</i> (1), <i>B. indica</i> (4), <i>M. caroli</i> (2)
<i>Candidatus Neoehrlichia mikurensis</i>	14	桃園(8), 花蓮(1), 台東(3), 金門(1), 連江(1)	<i>B. indica</i> (2), <i>M. caroli</i> (1), <i>R. losea</i> (8), <i>S. murinus</i> (3)
<i>Ehrlichia</i> sp. (U34280)	1	連江(1)	<i>S. murinus</i> (1)
<i>Wolbachia</i> sp.	1	台東(1)	<i>S. murinus</i> (1)
Total	59		

表八、鼠類血液艾利希氏體及邊蟲檢出種類及分布

Name: species	Number	分布(Number)	鼠種(Number)
<i>Anaplasma bovis</i>	19	桃園(2), 台中(14), 高屏(1), 金門(2)	<i>B. indica</i> (11), <i>M. caroli</i> (3), <i>R. losea</i> (4), <i>S. murinus</i> (1),
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	4	台中(3), 金門(1)	<i>B. indica</i> (1), <i>R. losea</i> (3)
<i>Candidatus Ehrlichia shimanensis</i>	1	台中(1)	<i>A. agrarius</i> (1)
<i>Candidatus Neoehrlichia mikurensis</i>	19	桃園(10), 台中(1), 花蓮(1), 台東(3), 金門(4)	<i>B. indica</i> (2), <i>R. losea</i> (15), <i>S. murinus</i> (2)
<i>Ehrlichia</i> sp. 360	1	連江(1)	<i>S. murinus</i> (1)
Total	44		

表九、狗蜚艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體分子檢測結果

	台北市	新北市	桃園縣	新竹縣	苗栗縣	台中市	南投縣	彰化縣	高雄市	基隆市	宜蘭縣	花蓮縣	空白地區	Total
<i>R. sanguineus</i>	8/138(5.8)* Ap(4), Ap-8(1), Apl(2), Ec(1)	80/298(26.8) Ap(65), Ap-8(7), Apl(5), Apl-1(1), Ec(2)	5/60(8.3) Ap(3), Ec(1), Ech(1)	3/13(23.1) Ap(1), Asp(2)	0/5(0)	32/527(6.1) Ap(3), Apl(2), Ec(6), Wo-1(19), We(1), Es(1)	0/7(0)	0/2(0)	34/241(14.1) Ap(10), Ap-8(5), Apl(5), Ec(11), Asp(1), Asp-2(1), Wo-1(1)	22/27(81.5) Ap(20), Ap-8(2)	17/366(4.6) Ap(14), Apl(1), Nm(1), Wo-1(1)	53/435(12.2) Ap(36), Ap-8(5), Apl(8), Ab-4(1), Asp(1), Asp-1(1), NI-1(1)	0/8(0)	254/2127(11.9)
<i>H. hystricis</i>	9/27(33.3) Ap(2) Wo-1(6) Asp(1)	0/32(0)									7/26(26.9) Ap(5) Ap-22(1) Ap-23(1)			16/85(18.8)
Total	17/165(10.3)	80/330(24.2)	5/60(8.3)	3/13(23.7)	0/5(0)	32/527(6.6)	0/7(0)	0/2(0)	34/241(14.1)	22/27(84.6)	24/392(6.1)	53/435(12.2)	0/8(0)	270/2212(12.2)

*陽性數/檢測數(陽性率%)

表十、狗蜱艾利希氏體、邊蟲及其他立克次體檢出種類及分布

Name: species	Number	分布
<i>R. sanguineus</i>		
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	176	台北(5)，新北(72)，基隆(22)，宜蘭(14)，桃園(3)，新竹(1)，花蓮(41)，台中(3)，高雄(15)
<i>Anaplasma playts</i>	24	台北(2)，新北(6)，宜蘭(1)，花蓮(8)，台中(2)，高雄(5)
<i>Ehrlichia canis</i>	21	台北(1)，新北(2)，桃園(1)，台中(6)，高雄(11)
<i>Ehrlichia chaffeensis</i>	1	桃園(1)
<i>Anaplasma bovis</i>	1	花蓮(1)
<i>Candidatus Ehrlichia shimanensis</i>	1	台中(1)
<i>Candidatus Neoehrlichia mikurensis</i>	1	宜蘭(1)
<i>Candidatus Neoehrlichia lotoris</i>	1	花蓮(1)
Uncultured <i>Anaplasma</i> sp. (JN862824)	6	新竹(2)，花蓮(2)，高雄(2)
<i>Wolbachia endosymbiont</i>	1	台中(1)
<i>Wolbachia pipientis</i>	21	宜蘭(1)，台中(19)，高雄(1)
<i>H. hystricis</i>		
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	9	台北(2)，宜蘭(7)
Uncultured <i>Anaplasma</i> sp. (JN862824)	1	台北(1)
<i>Wolbachia endosymbiont</i>	6	台北(6)
Total	270	

表十一、野生動物外寄生蜱艾利希氏體及邊蟲(Ehrlichia & Anaplasma)分子檢測結果

	台北	台中	南投	彰化	雲林	高雄	屏東	宜蘭	花蓮	台東	澎湖	金門	未知	Total
<i>Amblyomma cordiferum</i>				0/1(0)*									0/4(0)	0/5(0)
<i>Amblyomma geoemydae</i>		3/35(8.6) Ap(2)# Es(1)			6/11(85.7) Ap(4) Ap-8(1) Ap-31(1)			11/23(47.8) Ap(11)	0/3(0)					20/72(27.8) Ap(17) Ap-8(1) Ap-31(1) Es(1)
<i>Amblyomma hainanense</i>												0/1(0)		0/1(0)
<i>Amblyomma helvolum</i>										0/5(0)				0/5(0)
<i>Amblyomma testudinarium</i>													0/2(0)	0/2(0)
<i>Argas pusillus</i>												9/32(28.1) Ap-8(1) UEh(7) UEh-1(1)		9/32(28.1) Ap-8(1) UEh(7) UEh-1(1)
<i>Boophilus microplus</i>		54/74(73) Am(23) Am-1(1) Apl(15) ASA(12) Ap-8(1) Ap-33(1) Ebm52(1)					1/5(20) Ap-8(1)				8/10(80) Ap(5) Apl(3)			63/89(70.8) Am(23) Am-1(1) Apl(5) Apl(18) ASA(12) Ap-8(2) Ap-33(1) Ebm52(1)
<i>Dermacentor taiwanesis</i>							1/2(50) Ap(1)	0/1(0)						1/3(33.3) Ap(1)
<i>Haemaphysalis flava</i>									3/5(60) Ab(2) Ac(1)					3/5(60) Ab(2) Ac(1)
<i>Haemaphysalis formosensis</i>						2/10(20) Ab(2)							0/1(0)	2/11(18.1) Ab(2)
<i>Haemaphysalis hystricis</i>	1/1(0) Ey-1(1)		0/1 (0)					0/1(0)	0/18(0)				0/1(0)	1/22(4.5) Ey-1(1)
<i>Haemaphysalis lagrangei</i>										1/1(100) Ap(1)				1/1(100) Ap(1)
<i>Ixodes granulatus</i>			5/6(83.3) Ap(2) Ap-8(2) E360(1)											5/6 (83.3) Ap(2) Ap-8(2) E360(1)
<i>Ixodes ovatus</i>	6/16(37.5) Ap-2(6)	0/1(0)	0/1(0)			5/47(10.6) Ap(5)			0/1(0)				0/4(0)	11/70(15.7) Ap(5) Ap-2(6)
Total	7/17(41.2)	57/110(51.8)	5/8(62.5)	0/1(0)	6/11(54.5)	7/57(12.3)	2/7(28.6)	11/25(44)	3/27(11.1)	1/6(16.7)	8/10(80)	9/33(27.3)	0/12(0)	116/324(35.8)

*陽性蜱數/檢測蜱數(陽性率：%)

#代碼見附錄一

表十二、野生動物外寄生蜱艾利希氏體及邊蟲檢出種類及分布

Name: species	number	分布	蜱種
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	45	台北(6), 台中(4), 南投(4), 宜蘭(11), 雲林(6), 高雄(5), 屏東(2), 澎湖(5), 台東(1), 金門(1)	<i>A. geoemydae</i> (19), <i>B. microplus</i> (8), <i>D. taiwanensis</i> (1), <i>H. lagrangei</i> (1), <i>I. granulatus</i> (4), <i>I. ovatus</i> (11), <i>Argas pusillus</i> (1)
<i>Anaplasma marginale</i>	24	台中(24)	<i>B. microplus</i> (24)
<i>Anaplasma platys</i>	18	台中(18)	<i>B. microplus</i> (18)
<i>Anaplasma bovis</i>	4	高雄(2), 花蓮(2)	<i>H. flava</i> (2), <i>H. formosensis</i> (2)
<i>Anaplasma centrale</i>	1	花蓮(1)	<i>H. flava</i> (1)
<i>Anaplasma</i> sp. (AY570540)	12	台中(1)	<i>B. microplus</i> (12)
<i>Candidatus Ehrlichia shimanensis</i>	1	台中(1)	<i>A. geoemydae</i> (1)
<i>Ehrlichia</i> sp. (AB428564)	1	南投(1)	<i>I. granulatus</i> (1)
<i>Ehrlichia</i> sp. (AF497581)	1	台中(1)	<i>B. microplus</i> (1)
<i>Ehrlichia</i> sp. (HQ697589)	1	台北(1)	<i>H. hystricis</i> (1)
<i>Ehrlichia</i> sp. (JN315412)	8	金門(8)	<i>Argas pusillus</i> (8)
	116		

表十三、鼠類外寄生蜱端複胞器門(Apicomplexa)原蟲分子檢測結果

	桃園	台中	高屏	花蓮	台東	澎湖	金門	連江	Total
<i>H. bandicota</i>	0/107*	31/76 (40.7) Ba-3(1) Bm(1) Hh-1(20) Hh-2(5) Hh-3(1) Hh-4(1) Hh-5(1) Hh-6(1)	6/53(11) Hh-1(3), Hh-2(1), Ba-2(2)	-	-	-	-	-	37/236 (15.68) Hh-1#(23),Hh-2(6) Hh-3(1),Hh-4(1) Hh-5(1),Hh-6(1) Ba-2(2),Ba-3(1) Bm(1)
<i>I. granulatus</i>	5/43 (12) Hh-9(4) Pa-1(1)	0/21	-	4/24 (17) Hh-8(4)	2/22(9) Hp-1(2)	0/3	1/52 (1.9) Hh-12(1)	0/41	12/206(5.83) Hh-8(4),Hh-9(4) Hh-12(1),Hp-1(2)
<i>R. haemaphysaloides</i>	0/41 (0)	6/52 (8.1) Hh-1(3) Hh-2(2) Hf-1(1)	-	6/51 (3.9) Cg-1(1) Th-1(1) Hp-1(1) Hh-10(1) Hh-11(1) Hh-15(1)	-	-	1/52 (1.9) Hh-14(1)	-	13/196 (6.63) Cg-1(1),Hp-1(1) Hh-10(1),Hh-11(1) Hh-14(1),Hh-15(1) Hf-1(1),Hh-1(3) Hh-2(2),Th-1(1),
Total	5/191 (2.6)	37/149 (24.8)	6/53 (11.3)	10/75 (13.3)	2/22(9.1)	0/3	2/104 (1.9)	0/41	62/638 (9.72)

*陽性數/檢測數(陽性率%)

#端複胞器門(Apicomplexa)原蟲代碼請見附錄

表十四、鼠類外寄生蜚端複胞器門(Apicomplexa)原蟲檢出種類及分布

Name: species	數量	分布(Number)	蜚種(Number)
<i>Hepatozoon</i> sp. HepBiCM001	51	桃園(4), 台中(34), 高屏(4), 花蓮(7), 金門(2)	<i>H. bandicota</i> (33), <i>I. granulatus</i> (9), <i>R. haemaphysaloides</i> (9)
<i>Hepatozoon</i> sp. pty01po	3	台東(2), 花蓮(1)	<i>I. granulatus</i> (2), <i>R. haemaphysaloides</i> (1)
<i>Babesia</i> sp. BiCM002	3	台中(1), 高屏(2)	<i>H. bandicota</i> (3)
<i>Hepatozoon felis</i>	1	台中(1)	<i>R. haemaphysaloides</i> (1)
<i>Babesia microti</i>	1	台中(1),	<i>I. granulatus</i> (1)
<i>Cryptosporidium galli</i>	1	花蓮(1)	<i>R. haemaphysaloides</i> (1)
<i>Theileria</i> sp. ex Damaliscus	1	花蓮(1)	<i>R. haemaphysaloides</i> (1)
<i>Paraschneideria metamorphosa</i>	1	桃園(1)	<i>I. granulatus</i> (1)
Total	62		

表十五、鼠類脾臟及血液端複胞器門(Apicomplexa)原蟲體分子檢測結果

	宜蘭	桃園	台中	高屏	花蓮	台東	澎湖	金門	連江	Total
spleen	0/38	7/35 (24) Hh-9(1) Hh-1(3) Hh-2(2) Hh-7(1)	15/33 (45) Hh-1(14) Ty-1(1)	12/32 (38) Ha-7(10) Hp-1(1) Sm-1(1)	10/34 (29.4) Ha-1(1) Ha-2(1) Ha-3(1) Ha-4(2) Ha-5(1) Ha-6(2) Hh-8(1) Hp-1(1)	6/32(18.8) Hp-1(2) Ha-6(4)	1/34(2.9) Hp-1(1)	0/34	0/32	51/304 (16.78) Ha-1#(1),Ha-2(1) Ha-3(1),Ha-4(2) Ha-5(1),Ha-6(6) Ha-7(10),Hh-9(1) Hh-1(17),Hh-2(2) Hh-7(1),Hh-8(1) Hp-1(5),Sm-1(1) Ty-1(1)
blood	0/34	3/30 (10) Hh-9(1) Hh-11(1) Bm-2(1)	14/30 (47) Hh-1(12) Hh-2(1) Co-10(1)	11/33 (33) Ha-7(9) Ba-4(1) Ba-2(1)	9/27 (33) Ha-2(1) Ha-3(2) Ha-4(1) Ha-5(2) Ha-7(1) Hh-9(1) Hp-1(1)	7/31(22.6) Ha-6(5) Hh-13(1) Bm-1(1)		4/50 (12.5) Ha-6(1) Hh-9(1) Hh-12(1) Hh-13(1)	0/5	48/240 (20) Ha-2(1),Ha-3(2) Ha-4(1),Ha-5(2) Ha-6(6),Ha-7(10) Hh-1(12),Hh-2(1) Hh-9(3),Hh-11(1) Hh-12(1),Hh-13(2) Hp-1(1),Ba-2(1) Ba-4(1),Bm-1(1) Bm-2(1),Co-10(1)
Total	0/72(0)	10/65 (15.38)	29/63 (46.03)	23/65(35.38)	19/61(31.15)	13/63 (20.63)	1/34(2.94)	4/84(4.76)	0/37(0)	99/544 (18.20)

*陽性數/檢測數(陽性率%)

#端複胞器門(Apicomplexa)原蟲代碼請見附錄

表十六、鼠類脾臟端複胞器門(Apicomplexa)原蟲檢出種類及分布

Name: species	Number	分布(Number)	鼠種(Number)
Hepatozoon sp. AO5	22	高屏(10), 花蓮(8), 台東(4)	<i>R. losea</i> (22)
Hepatozoon sp. HepBiCM001	22	桃園(7), 台中(14), 花蓮(1)	<i>B. indica</i> (14), <i>R. losea</i> (8)
Hepatozoon sp. pty01po	5	高屏(1), 花蓮(1), 台東(2), 澎湖(1)	<i>R. losea</i> (5)
Sarcocystis sp. MA#347	1	高屏(1)	<i>R. losea</i> (1)
Theileria youngi	1	台中(1)	<i>A. agrarius</i> (1)
Total	51		

表十七、鼠類血液端複胞器門(Apicomplexa)原蟲檢出種類及分布

Name: species	Number	分布(Number)	鼠種(Number)
Hepatozoon sp. AO5	22	高屏(9), 花蓮(7), 台東(5), 金門(1)	<i>R. losea</i> (22)
Hepatozoon sp. HepBiCM001	20	桃園(2), 台中(13), 花蓮(1), 台東(1), 金門(3)	<i>B. indica</i> (13), <i>R. losea</i> (7)
Hepatozoon sp. pty01po	1	花蓮(1)	<i>R. losea</i> (1)
Babesia sp. BiCM002	2	高屏(2)	<i>B. indica</i> (2)
Babesia microti	2	桃園(1), 台東(1)	<i>R. losea</i> (1), <i>S. murinus</i> (1)
Colpodella sp. ATCC50594	1	台中(1)	<i>R. losea</i> (1)
Total	48		

表十八、狗蜚端複胞器門(Apicomplexa)原蟲分子檢測結果

	台北市	新北市	桃園縣	新竹縣	苗栗縣	台中市	南投縣	彰化縣	高雄市	基隆市	宜蘭縣	花蓮縣	空白地區	Total
<i>R. sanguineus</i>	5/138(3.6) Bg(4), Ab-1(1)	13/298(4.3) Hc(1), Hc-1(1), Hc-3(2), Hc-4(2), Hc-5(1), Hc-8(5), Hc-9(1)	4/60(6.7) Hc-1(1), Hc-2(1), Bg(1), Co-3(1)	0/13(0)	0/5(0)	13/527(2.4) Hc-1(4), Hc-4(4), Hc-7(1), Hc-8(1), Ab-1(1), Co-2(1), Coc-1(1)	0/7(0)	0/2(0)	3/241(1.2) Hc (1), Hc-4 (1), Co-9 (1)	0/27(0)	2/366(0.5) Hc-2 (1), Ct-1(1)	9/435(2.0) Hc(1), Hc-1(5), Hc-6(1), Co-3(1), Co-4(1)	0/8(0)	49/2127(2.3) Ab-1(2) Bg(5), Co-2(1), Co-3(2), Co-4(1) Co-9 (1) Coc-1(1) Ct-1(1) Hc(3), Hc-1(11), Hc-2(2), Hc-3(2), Hc-4(7), Hc-5(1), Hc-6(1), Hc-7(1), Hc-8(6), Hc-9(1)
<i>H. hystricis</i>	5/27(18.5) Bg (3) Bg-1 (1) Bg-2 (1)	0/32(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0/26(0)	-	-	5/85(5.9) Bg (3) Bg-1 (1) Bg-2 (1)
Total	10/165(6)	13/330(3.9)	4/60(6.7)	0/13(0)	0/5(0)	13/527(2.4)	0/7(0)	0/2(0)	3/241(1.2)	0/27(0)	2/392(0.5)	9/435(2.0)	0/8(0)	54/2212(2.4)

*陽性蜚數/檢測蜚數(陽性率：%)

表十九、狗蜚端複胞器門(Apicomplexa)原蟲檢出種類及分布

Name: species	數量	分布
<i>R. sanguineus</i>	49	
<i>Hepatozoon canis</i>	35	新北(13), 桃園(2), 台中(10), 高雄(2), 宜蘭(1), 花蓮(7)
<i>Babesia gibsoni</i>	5	台北(4), 桃園(1)
<i>Colpodella sp.</i>	5	桃園(1), 台中(1) 高雄(1), 花蓮(2)
<i>Adelina bambarooniae</i>	2	台北(1), 台中(1)
<i>Colpodella tetrahymenae</i>	1	宜蘭(1)
<i>Coccidia sp.</i>	1	台中(1)
<i>H. hystricis</i>	5	
<i>Babesia gibsoni</i>	5	台北(5)
Total	54	

表二十、野生動物外寄生蜱端複胞器門(Apicomplexa)原蟲分子檢測結果

	台北	台中	南投	彰化	雲林	高雄	屏東	宜蘭	花蓮	台東	澎湖	金門	未知	Total
<i>Amblyomma cordiferum</i>				0/1(0)*									0/4(0)	0/5(0)
<i>Amblyomma geoemydae</i>		12/35(34.3) Hd-1(6)# Hd-2(2), Hd-3(1), He-1(2) Co-1(1)			0/11(0)			2/23(8.7) He-1(1), Co-11(1)	0/3(0)					14/72(19.4) Hd-1(6), Hd-2(2), Hd-3(1), He-1(3), Co-1(1) Co-11(1)
<i>Amblyomma hainanense</i>												0/1(0)		0/1(0)
<i>Amblyomma helvolum</i>										0/5(0)				0/5(0)
<i>Amblyomma testudinarium</i>													0/2(0)	0/2(0)
<i>Argas pusillus</i>												0/32(0)		0/32(0)
<i>Boophilus microplus</i>		7/74(9.5) Co-5(2) Co-6(1) Co-7(2) Ce(1) Bb-1(1)					0/5(0)				0/10(0)			7/89(7.8) Co-5(2) Co-6(1) Co-7(2) Ce(1) Bb-1(1)
<i>Dermacentor taiwanensis</i>							0/2(0)	0/1(0)						0/3(0)
<i>Haemaphysalis flava</i>									1/5(20) Th(1)					1/5(20) Th(1)
<i>Haemaphysalis formosensis</i>						3/10(30) Tca-1(1) Tca-2(1) Tsp-1(1)							1/1(100) Cy-1(1)	4/11(40) Cy-1(1) Tca-1(1) Tca-2(1) Tsp-1(1)
<i>Haemaphysalis hystricis</i>	0/1(0)		0/1(0)					0/1(0)	7/18(38.9) Tc(1) Cy-2(6)				0/1(0)	7/22(31.8) Tc(1) Cy-2(6)
<i>Haemaphysalis lagrangei</i>										0/1(0)				0/1(0)
<i>Ixodes granulatus</i>			3/6(50) Ha-8(3)											3/6(50) Ha-8(3)
<i>Ixodes ovatus</i>	2/16(12.5) Ba-1(2)	0/1(0)	0/1(0)			0/47(0)			0/1(0)				0/4	2/70(2.8) Ba-1(2)
Total	2/17(11.8)	19/110(15.8)	3/8(37.5)	0/1(0)	0/11(0)	3/57 (5.3)	0/7(0)	2/25(8)	8/27(29.6)	0/6(0)	0/10(0)	0/33(0)	1/12(0.08)	38/324(11.7)

*陽性蜱數/檢測蜱數(陽性率：%)

#代碼見附錄二

表二十一、野生動物外寄生蜚端複胞器門(Apicomplexa)原蟲檢出種類及分布

Name: species	number	分布	蜚種
<i>Hepatozoon</i> sp. (FJ719818)	3	南投(3)	<i>I. granulatus</i> (3)
<i>Hepatozoon</i> sp. (FJ719813)	9	台中(8)、未知(1)	<i>A. geoemydae</i> (9)
<i>Babesia bigemina</i>	1	台中(1)	<i>B. microplus</i> (1)
<i>Babesia</i> sp. (AB251608)	2	台北(2)	<i>I. ovatus</i> (2)
<i>Colpodella edax</i>	1	台中(1)	<i>B. microplus</i> (1)
<i>Colpodellidae</i> sp.(GQ411073)	1	台中(1)	<i>A. geoemydae</i> (1)
<i>Colpodella</i> sp. (AY449717)	6	台中(5), 宜蘭(1)	<i>B. microplus</i> (5), <i>A. geoemydae</i> (1)
<i>Cytauxzoon</i> sp. (AY496273)	7	花蓮(6), 未知(1)	<i>H. formosensis</i> (1), <i>H. hystricis</i> (6)
<i>Hemolivia</i> sp. (KC512766)	3	台中(2), 宜蘭(1)	<i>A. geoemydae</i> (3)
<i>Theileria capreoli</i>	2	南投(2)	<i>H. formosensis</i> (2)
<i>Theileria cervi</i>	1	花蓮(1)	<i>H. hystricis</i> (1)
<i>Theileria</i> sp. (AY421708)	1	花蓮(1)	<i>H. flava</i> (1)
<i>Theileria</i> sp. (JX112717)	1	未知(1)	<i>H. formosensis</i> (1)
	38		

表二十二、96-97 年金門縣及連江縣恙蟲病通報病例血清抗體 *Anaplasma phagocytophilum* 檢測

類別	數量	陽性數	陽性率(%)	X ^{2*}	p*
恙蟲病全部通報病例	141	61	43.26	7.383	0.007
台北研檢中心同仁	30	5	16.67		
恙蟲病陽性確定病例	97	43	44.33	7.485	0.006
恙蟲病陰性確定病例	28	10	35.71	2.740	0.136
恙蟲病不明	16	8	50.00	5.719	0.036
金門縣通報病例	130	59	45.38	6.404	0.010
連江縣通報病例	11	2	18.18	0.013	0.909

*與對照組(台北研檢中心同仁)比較

表二十三、金門縣及連江縣恙蟲病通報病例血清抗體 *Anaplasma phagocytophilum* 檢測類別分析

類別	數量	陽性數	陽性率	X ^{2*}	p*
性別					
男性	95	40	42.11%	0.024	0.877
女性	46	20	43.48%		
職業別					
軍人	41	15	36.6%	2.894	0.408
農林漁牧	13	5	38.5%		
家庭類(含學生)	62	30	48.4%		
服務業	25	14	56.0%		
年齡層					
15-25	42	17	40.5%	2.096	0.836
26-35	11	6	54.5%		
36-45	20	9	45.0%		
46-55	20	8	40.0%		
56-65	23	12	52.2%		
66~	25	9	36.0%		
Total	141				

*類別間相互比較

表二十四、100-101 年金門縣恙蟲病通報病例血清抗體 *Anaplasma phagocytophilum* 檢測

類別	樣本數(N)	陽性個體數	陽性率	X ² *	p
恙蟲病全部通報病例	289	87	30.1%	7.018	0.008
台北研檢中心同仁	50	6	12.00%		
恙蟲病陽性	119	43	36.13%	9.961	0.001
恙蟲病陰性	157	39	24.84%	3.675	0.075
恙蟲病不明	13	5	38.46%	5.013	0.04

*與對照組(台北研檢中心同仁)比較

表二十五、100-101 年金門縣恙蟲病通報病例血清抗體 *Anaplasma phagocytophilum* 檢測類別分析

類別	樣本數(N)	陽性個體數	陽性率	X ^{2*}	p
性別					
男性	219	67	30.6%	0.103	0.88
女性	70	20	28.6%		
職業別					
軍人	60	14	23.3%	3.827	0.43
農林漁牧	23	8	34.8%		
家庭類(含學生)	107	27	25.2%		
服務業	66	20	30.3%		
公共行政業	33	13	39.4%		
年齡層					
70+	41	12	29.3%	4.697	0.697
60-69	44	10	22.7%		
50-59	54	21	38.9%		
40-49	33	9	27.3%		
30-39	35	12	34.3%		
20-29	58	15	25.9%		
10-19	19	7	36.8%		
~10	5	1	20.0%		
Total	289				

*類別間相互比較

表二十六、100-101 年金門縣恙蟲病通報病例 12 個配對血清 *A. phagocytophilum* 效價檢測及 real time PCR 定序結果

病例編號	I 次血	II 次血	I 次血 <i>Anaplasma</i> & <i>Ehrlichia</i> real time PCR	Sequencing(305bp)
1002104	陰性	1:256	-	
1002269	1:128	1:512	+	<i>A. phagocytophilum</i>
1002598	1:256	1:1024	-	
1011743	1:128	1:1024	-	
1011828	陰性	1:512	-	
1011994	陰性	1:512	-	
1012242	1:64	1:256	-	
1012243	1:128	1:512	-	
1013741	1:256	1:1024	-	
1000585	1:128	1:512	+	<i>A. phagocytophilum</i>
1002244	1:64	1:256	-	
1012464	1:128	1:512	-	

附錄一、艾利希氏體及邊蟲(*Ehrlichia* & *Anaplasma*)代碼

Name: species
Ap: <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 305/305 (100%)
Ap-2: <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 304/305 (99%) 117C
Ap-3: 長度 404 <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 220/247 (90%)
Ap-4: <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 304/305 (99%) 136G
Ap-5: <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 302/303 (99%),288A
Ap-6: <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 301/303 (99%), 136G, 288 ^a
Ap-8: <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 304/305 (99%) 287(G→A)
Ap-22: <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 303/305 (99%) 101(A→G), 167(G→A)
Ap-23: <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 303/305 (99%) 115(T→C) 287(G→A)
Ap-31: <i>Anaplasma phagocytophilum</i> 304/305(99%) 291(A→G)
Ap-32: <i>Anaplasma phagocytophilum</i> Ip73 301/305 (99%)
Ap-33: <i>Anaplasma phagocytophila</i> AP-CBHL 295/305 (97%)
Am: <i>Anaplasma marginale</i> 305/305 (100%)
Am-1: <i>Anaplasma marginale</i> 304/306 (99%), Gaps = 2/306 (1%)
Apl: <i>Anaplasma platys</i> 305/305 (100%)
Apl-1: <i>Anaplasma platys</i> 304/305 (99%) 27A,
Ab: <i>Anaplasma bovis</i> 305/305 (100%)
Ab-1: <i>Anaplasma bovis</i> 302/305 (99%) 89A 144T 159A
Ab-3: <i>Anaplasma bovis</i> 303/305 (99%) 89 ^a , 159 ^a
Ab-4: <i>Anaplasma bovis</i> 303/305 (99%) 89A 144T
Ac: <i>Anaplasma centrale</i> 305/305 (100%)
An-1: Uncultured <i>Anaplasmataceae</i> bacterium 284/306 (93%)
An-2: Uncultured <i>Anaplasmataceae</i> bacterium 282/307 (92%)
An-3: Uncultured <i>Anaplasmataceae</i> bacterium 298/305 (98%)
ASA: <i>Anaplasma</i> sp. 'South Africa dog-1245' 305/305 (100%)
Asp: Uncultured <i>Anaplasma</i> sp 305/305 (100%)
Asp-1: Uncultured <i>Anaplasma</i> sp 302/305 (99%)
Asp-2: Uncultured <i>Anaplasma</i> sp 303/305 (99%)
Asp-3: Uncultured <i>Anaplasma</i> sp 304/305 (99%)
Ec: <i>Ehrlichia canis</i> (100%)
Ech: <i>Ehrlichia chaffeensis</i> 305/305 (100%)
Eh: <i>Ehrlichia</i> sp. 16S ribosomal RNA gene 305/305 (100%)
Eh-1: <i>Ehrlichia</i> sp. EH1087 304/305 (99%) 234G
Es: <i>Candidatus Ehrlichia shimanensis</i> 305/305 (100%)
Es-1: <i>Candidatus Ehrlichia shimanensis</i> 304/305 (99%) 234G

E360: Ehrlichia sp. 360 305/305 (100%)
Ebm52: Ehrlichia sp. Ebm52 等 7 株 305/305 (100%)
Ey-1: Ehrlichia sp. Yonaguni206 303/305 (99%)
Nm: Candidatus Neoehrlichia mikurensis 306/306 (100%)
Nm-1: Candidatus Neoehrlichia mikurensis 等 3 株 304/306 (99%) 111C 289°
Nm-2: Candidatus Neoehrlichia mikurensis 等 3 株 305/306 (99%) 289°
Nm-3: Candidatus Neoehrlichia mikurensis 305/306 (99%) 240A
Nm-4 :Candidatus Neoehrlichia mikurensis 305/306 (99%) 276-
NI-1 : Candidatus Neoehrlichia lotoris 295/306 (96%)
Ri-1: Rickettsiales bacterium Huangshan-1 301/304 (99%)
Ri-2: Rickettsiales bacterium Huangshan-1 303/304 (99%) 154A
UAp: Uncultured alpha proteobacterium 296/296 (100%)
UEh: Uncultured Ehrlichia sp. 305/305 (100%)
UEh-1: Uncultured Ehrlichia sp. 305/305 (100%) 146 (A→G)
Wo-1: Wolbachia sp. Okinawa-RS32 305/305 (100%)
Wo-2: Wolbachia pipientis 305/305 (100%)
Wo-3: Wolbachia pipientis 304/305 (99%) 128T
We: Wolbachia endosymbiont of Cercopithifilaria jAponica partial 305/305 (100%) Ct 43.18
We-1: Wolbachia endosymbiont of Cryptotermes secundus 295/305 (97%)

附錄二、端複胞器門(Apicomplexa)原蟲代碼

Name: species
Ab-1: <i>Adelina bambarooniae</i> isolate Ba3:5 637/650 (98%)
Bm: <i>Babesia microti</i> isolate Kh-1026 623/623 (100%)
Bm-1: <i>Babesia microti</i> genes for 18S rRNA 624/625 (99%) 223G
Bm-2: <i>Babesia microti</i> isolate Kh-1026 622/623 (99%) 612C
Bb-1: <i>Babesia bigemina</i> 575/579 (99%)
Bg: <i>Babesia gibsoni</i> 591/591 (100%)
Bg-1: <i>Babesia gibsoni</i> 590/591 (99%) 401 (A→G)
Bg-2: <i>Babesia gibsoni</i> 585/591(85%)
Ba-1: <i>Babesia</i> sp. MA#230 584/593 (98%)
Ba-2: <i>Babesia</i> sp. BiCM002 589/589 (100%)
Ba-3: <i>Babesia</i> sp. BiCM002 無法合併
Ba-4: <i>Babesia</i> sp. BiCM002 370/370
Ce: <i>Colpodella edax</i> 640/640 (100%)
Cg-1: <i>Cryptosporidium galli</i> 525/616 (85%)
Co-1: <i>Colpodellidae</i> sp. HEP 578/615 (94%)
Co-2: <i>Colpodella</i> sp. ATCC50594 598/607 (99%)
Co-3: <i>Colpodella</i> sp. ATCC50594 541/606 (89%), Gaps = 25/606 (4%)
Co-4: <i>Colpodella</i> sp. ATCC50594 539/603 (89%), Gaps = 19/603 (3%)
Co-5: <i>Colpodella</i> sp. ATCC50594 542/606 (89%)
Co-6: <i>Colpodella</i> sp. ATCC50594 553/617 (90%)
Co-7: <i>Colpodella</i> sp. ATCC50594 555/623 (89%)
Co-8: <i>Colpodella</i> sp. ATCC50594 554/623 (89%)
Co-9: <i>Colpodella</i> sp. ATCC50594 547/615 (89%)
Co-10: <i>Colpodella</i> sp. ATCC50594 538/603 (89%)
Coc-1: <i>Coccidia</i> sp. 550/631 (87%)
Ct-1: <i>Colpodella tetrahymenae</i> 583/627 (93%)
Ha-1: <i>Hepatozoon</i> sp. AO5 651/659 (99%)

Ha-2: Hepatozoon sp. AO5 649/659 (98%)
Ha-3: Hepatozoon sp. AO5 648/659 (98%)
Ha-4: Hepatozoon sp. AO5 647/659 (98%)
Ha-5: Hepatozoon sp. AO5 646/659 (98%)
Ha-6: Hepatozoon sp. AO5 645/659 (98%)
Ha-7: Hepatozoon sp. AO5 652/659 (98%)
Hc: Hepatozoon canis isolate TWN1 656/656 (100%)
Hc-1: Hepatozoon canis isolate TWN1 655/656 (99%) 368T
Hc-2: Hepatozoon canis isolate TWN1 654/656 (99%)
Hc-3: Hepatozoon canis isolate TWN1 633/633 (100%)
Hc-4: Hepatozoon canis isolate TWN1 655/656 (99%) 80(T→C)
Hc-5: Hepatozoon canis isolate TWN1 637/638 (99%) 633(-→T)
Hc-6: Hepatozoon canis isolate TWN1 642/658 (98%), Gaps = 2/658 (0%)
Hc-7: Hepatozoon canis isolate TWN1 654/656 (99%) 405(A→G(ncbi)) 458(G→A(ncbi))
Hc-8: Hepatozoon canis isolate TWN1 654/656 (99%) 80((T(seq)→C(ncbi)) 368(T(seq)→C(ncbi))
Hc-9: Hepatozoon canis isolate TWN1 655/656 (99%) 112(C(seq)→T(ncbi))
Hd-1: Hepatozoon sp. DG1 644/660 (98%)
Hd-2: Hepatozoon sp. DG1 647/659 (98%)
Hd-3: Hepatozoon sp. DG1 643/660 (97%)
Hh-1: Hepatozoon sp. HepBiCM001 659/659 (100%)
Hh-2: Hepatozoon sp. HepBiCM001 658/659 (99%), 221G
Hh-3: Hepatozoon sp. HepBiCM001 658/659 (99%), 506A
Hh-4: Hepatozoon sp. HepBiCM001 658/659 (99%), 95A
Hh-5: Hepatozoon sp. HepBiCM001 658/659 (99%), 626T
Hh-6: Hepatozoon sp. HepBiCM001 658/659 (99%), 5A
Hh-7: Hepatozoon sp. HepBiCM001 657/659 (99%), 221G, 409A

Hh-8: Hepatozoon sp. HepBiCM001 653/659 (99%)
Hh-9: Hepatozoon sp. HepBiCM001 652/659
Hh-10: Hepatozoon sp. HepBiCM001 651/659 (99%)
Hh-11: Hepatozoon sp. HepBiCM001 650/659 (99%)
Hh-12: Hepatozoon sp. HepBiCM001 645/659 (98%)
Hh-13: Hepatozoon sp. HepBiCM001 644/659 (98%)
Hh-14: Hepatozoon sp. HepBiCM001 643/659 (98%)
Hh-15: Hepatozoon sp. HepBiCM001 628/635 (99%)
Hp-1: Hepatozoon sp. pty01po 18S 655/659 (99%)
Hf-1: Hepatozoon felis 643/657 (98%)
Pa-1: Paraschneideria metamorphosa 627/634 (99%)
Sm-1: Sarcocystis sp. MA#347 gene for 18S 647/673 (96%)
Th: Theileria sp. 614/614 (100%)
Th-1: Theileria sp. ex Damaliscus 510/616 (83%)
Ty-1: Theileria youngi 18S 583/629 (93%)

