

## 宜蘭縣馬賽地區步行蟲群聚之初探

葉人瑋<sup>1\*</sup> 陳子英<sup>2</sup> 毛俊傑<sup>2</sup>

1. 國立花蓮教育大學生物資源與科技研究所
2. 國立宜蘭大學自然資源學系

### 摘要

為了解步行蟲群聚與環境之關係，自 2005 年 5 月至 2006 年 4 月為止，在馬賽地區不同植群型內架設 11 組導板集井式陷阱，以每週一次的調查頻度進行步行蟲的群聚調查，並記錄調查樣點環境因子，分別為植群結構、水位、上層覆蓋度及下層覆蓋度。共計於馬賽地區採集了步行蟲 14 種 6,403 隻次，其中以 *Pheropsophus javanus* 與 *Pheropsophus occipitalis* 為優勢種。經對應分析與典型對應分析可區分為 4 類步行蟲群聚，分別為農田型步行蟲群聚、休耕田型步行蟲群聚、濕地型步行蟲群聚及落葉森林型步行蟲群聚。步行蟲群聚分化之差異主要在豐富度的不同，影響步行蟲群聚分化之主要環境因子為植群結構、土地利用型及水位。

**關鍵字：**導板集井式陷阱、鞘翅目、對應分析、典型對應分析、農田生態系

## A Preliminary Study on a Carabids Community of Ma-sai, Yi-lan County

Lan-Wei Yeh<sup>1\*</sup> Tze-Ying Chen<sup>2</sup> Jean-Jay Mao<sup>2</sup>

1. Graduate Institute of Biological Resource and Technology, National Hualien University of Education.
2. Department of Natural Resources, National Ilan University

### Abstract

From May 2005 to April 2006, to determine the relationship between the environment and the carabid communities composition, we conducted a carabid community study in Ma-sai, Yilan County. Eleven drift-fence funnel traps were set in different vegetation type areas and the traps were checked on a weekly basis. We recorded six environmental factors in each trap site: the vegetation structure and types, water level, land utilization pattern, and canopy and herb cover ratio. In total 6,403 carabid beetles of 14 species were collected and analyzed by Correspondence Analysis (CA) and Canonical Correspondence Analysis (CCA). The results categorized the carabids community into 4 composition types: arable type, fallowland type, wetland type, and woodland type. The dominant carabid beetle species in Ma-sai are *Pheropsophus javanus* and *Pheropsophus occipitalis*. The abundance was the principle differentiation within the 4 carabid composition types. Vegetation structure, land utilization and water level determined the carabids assemblage.

**Keywords :** Drift-fence funnel trap、Coleoptera、Correspondence Analysis、Canonical Correspondence Analysis、Agro ecosystem

\*Corresponding author E-mail: Lanwai37@yahoo.com.tw

## 前言

一般俗稱的步行蟲 (Carabids 或 Ground Beetles) 分類上屬於鞘翅目 (Coleoptera) 肉食亞目 (Adephaga) 陸棲部 (Geadephaga) 的昆蟲 (王和境野, 1995)。步行蟲主要為地棲性昆蟲, 少數為樹棲, 常藏匿於樹皮、枯木、落葉堆、石塊或地表陰暗縫隙中, 以小型昆蟲、陸生螺類、蚯蚓以及死亡動物之屍體為食, 但部分為植食性 (王和境野, 1995; 岳, 1996)。肉食性步行蟲為許多害蟲之捕食性天敵, 因此農林業常以步行蟲控制蟲害 (張和徐, 1996; 章和趙, 1996; 谷等, 2004)。

由於步行蟲數量多、分布廣、對於環境變化反應敏感以及易於採集, 其豐富度及多樣性被認為是景觀結構和功能最重要的指標物種 (谷等, 2004), 關於步行蟲群聚相關的研究亦在地景尺度上, 可利用步行蟲比較不同地景區塊間群聚多樣性之差異, 並探討對應的影響環境因子 (Hadjicharalamhous *et al.*, 2001; Lemieux and Lindgren, 2004; Simth *et al.*, 2004; 谷等, 2004); 在小規模尺度上, 可用以探討步行蟲群聚之分佈及相關環境因子, 以瞭解不同生育地所出現之步行蟲相及具有環境偏好性之種類 (Blake *et al.*, 2003; Anastasiou and Legakis, 2004), 並可時以這些狹分布之物種做為環境指標。

台灣地區步行蟲分類系統與生態相關研究尚於起步階段, 其分類系統有待釐清, 目前記錄有 30 族 (Tribe) 437 種步行蟲 (Terada *et al.*, 2005)。洪美珠 (2005) 在高雄六龜地區以地棲性甲蟲為目標, 討論在天然林、人工林以及疏伐後之人工林地棲性甲蟲群聚變化與環境之關係, 發現在不同施業林間地棲性昆蟲有明顯之差異, 各物種各有其棲地偏好性, 在天然林及人工林間步行蟲的組成與豐富度亦有顯著差異。

位於宜蘭蘇澳鎮馬賽地區的農田生育地, 土地利用分為農田、休耕地及廢耕地, 廢耕地因廢耕時期長短而有不同的植群類型 (陳等, 2006), 本研究擬藉由地景及植群變化的不同, 進行步行蟲群聚與環境因子關係之探討。

## 材料與方法

### 一、研究區概述

本研究地點位於宜蘭縣蘇澳鎮馬賽, 蘇澳榮民醫院後方農耕地及休廢耕地 (圖 1), 研究期間自 2005 年 5 月至 2006 年 4 月為期一年。氣象資料參考中央氣象局 (2006) 蘇澳氣象站之資料, 研究期間年均溫為 23.0 °C, 最高月均溫為 2005 年 7 月 28.8 °C, 最低月均溫為 2005 年 12 月 16.2 °C; 研究期間平均降雨量為 389.9mm, 降雨量最高月份為 2006 年 1 月的 725.8 mm, 降雨最低月份為 2005 年 6 月的 118.5 mm (圖 2)。

### 二、取樣方式

地棲性昆蟲的採集方式過去多以掉落式陷阱 (Pitfall

trap) 為主, 但在地下水位高之地區往往無法埋入收集器, 或收集器內常容易積水, 以致掉落式陷阱的操作及使用狀況不佳, 導板集井式陷阱 (Drift-fence funnel trap) (圖 3) 之採集效率在其他動物類群研究已証實不亞於掉落式陷阱, 並能克服掉落式陷阱之缺點, 可於濕地及含石率高之土地架設, 且提高物種存活率 (毛, 未發表), 本研究樣區多為高地下水之濕地, 故採用導板集井式陷阱。所使用的陷阱導板長度為 2 m, 導板的兩端以集井式收集器採集物種, 陷阱架設以分層取樣方式進行, 並根據陳子英等 (2006) 所繪製之植物群落分佈圖 (圖 1) 架設了 11 組陷阱, 陷阱為持續開啓, 以每週一次的頻度蒐集資料, 記錄種類與數量, 大部分步行蟲在記錄後將樣本原地釋放, 僅留存部分樣本做為證據標本, 標本保存於國立宜蘭大學自然資源學系野生動物資源研究室內, 並將保存的證據標本與台灣大學昆蟲系標本進行比對鑑定, 以確認種類, 若無法確定則鑑定至形態種。

本研究主要探討步行蟲群聚與環境因子之關係, 在整理相關文獻分析之環境因子, 共選取: 1. 植群型、2. 植群結構、3. 土地利用型、4. 水位、5. 上層 (樹冠層) 覆蓋度及 6. 下層 (草本層) 覆蓋度等 6 項因子 (Blake *et al.*, 2003; Anastasiou and Legakis, 2004; 洪, 2005), 植群型、水深、上層 (樹冠層) 覆蓋度及下層 (草本層) 覆蓋度等環境因子之量測依據陳子英等 (2006) 調查結果之記錄。

馬賽地區植群型共分為 9 型分別為稻型 (*Oryza sativa* type)、田菁型 (*Sesbania roxburghii* type)、過長沙一短葉水蜈蚣型 (*Bacopa monieri*—*Kyllinga brevifolia* type)、異花莎草—蓮子草型 (*Cyperus difformis*—*Alternanthera sessilis* type)、雙穗雀稗—水芹菜型 (*Paspalum distichum*—*Oenanthe javanica* type)、蘆葦型 (*Phragmites australis* type)、弓果黍—李氏禾型 (*Cyrtococcum patens*—*Leersia hexandra* type)、烏柏—水柳型 (*Sapium sebiferum*—*Salix warburgii* type)、大葉楠—稜果榕型 (*Mchilus japonica* var. *kusanoi*—*Ficus septica* type) (陳等, 2006)。植物演替程度不同, 其植群相與結構亦不同, 本實驗將植群結構分為無植被、低草、高草及森林; 低草為植群演替初期植群相, 植物平均高度低於 2 公尺; 高草為植群演替中期之植群相, 植物平均高度高於 2 m; 森林為植群演替後期之植群相, 植群結構上下層分明。土地利用型為農耕地, 依其作業形式可分為農田、休耕地及廢耕地 3 類。

### 三、分析方法

以每一組陷阱為單位, 計算步行蟲年捕獲隻次整理為陷阱—物種資料矩陣, 將各組陷阱之生育地之環境因子整理為陷阱—環境因子資料矩陣, 以 PC-ORD 4.0 分布序列法之對應分析 (Correspondence Analysis; CA) 及典型對應分析 (Canonical Correspondence Analysis; CCA) 進行分析 (McCune and Grace, 2002)。

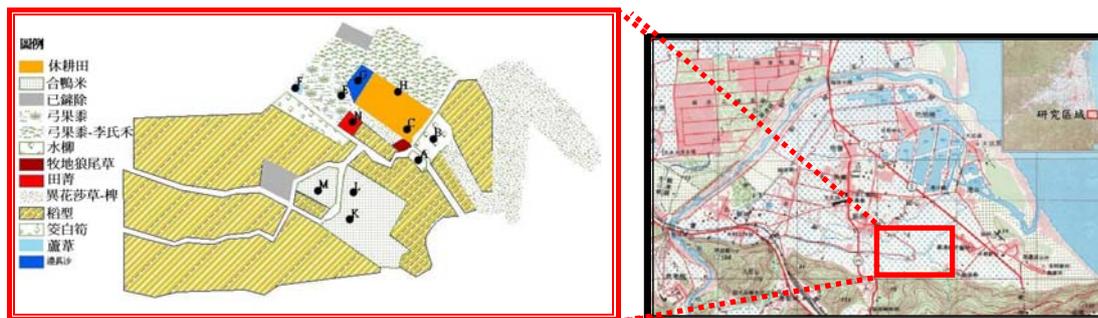


圖 1 宜蘭馬賽地區研究區相對位置圖與植群分佈陷阱位置圖 (陳子英等, 2006)。

Fig. 1 Drift-fence funnel trap locations and relative vegetation type in the study site in Ma-sai, Yi-lan County (Chen *et al.*, 2006) .

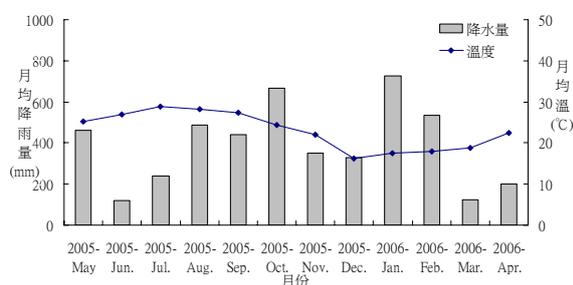


圖 2 宜蘭蘇澳 2005 年 5 月至 2006 年 4 月溫度及降雨量月變化圖 (中央氣象局, 2006)。

Fig. 2 The variation of air temperature (°C) and rainfall (mm) from May 2005 to April 2006 in Suao, Yi-lan County (Central Weather Bureau, 2006) .



圖 3 導板集井式陷阱。

Fig. 3 Drift-fence funnel trap.

對應分析 (CA) 主要利用物種資料矩陣加以分析, 應用於群聚變異梯度較小時 (蘇, 1996; 許和李, 2003),

將樣區與物種群聚相互比較, 將其最相關之梯度依序排列於三個序列軸上, 反應出物種群聚之相關性, 藉以區分物種群, 群聚變異軸上之相關係數上是與第一軸最相關, 其次為第二軸, 最低為第三軸 (蘇, 1996)。

典型對應分析 (CCA) 主要利用物種資料矩陣與環境資料矩陣加以分析, 結合多項環境因子同時進行分析, 能反應出物種與環境的關係, 找出物種相關之環境因子, 將各樣區之相關固有值依照環境梯度之變異排列於若干個變異軸上, 反應出環境與物種之相關性, 並以統計方法測試環境梯度軸是否具有顯著水準及環境因子是否具有意義 (McCune and Grace, 2002)。

## 結果

### 一、步行蟲種類組成

研究期間共採集 6,403 隻次步行蟲, 與台灣大學昆蟲系標本館比對後, 已確認的 9 個物種分別為: *Chlaenius bioculatus*、*Chlaenius circumdatus*、*Chlaenius costiger*、*Chlaenius praefectus*、*Diplocheila zealandica*、*Galerita orientalis*、*Pheropsophus javanus*、*Pheropsophus occipitalis* 及 *Scarites sulcatus*, 4 種鑑定至屬分別為 *Chlaenius* sp.1、*Chlaenius* sp.2、*Dicaelindus* sp.及 *Holoeius* sp., 1 種鑑定至形態種代號為 sp. A (圖 4)。由於農田地區 (陷阱編號 L、K、M) 於 2005 年 12 月進行翻耕, 因此自 12 月份後農田地區結果不列入分析。調查結果顯示, 總捕獲隻次比例最高為 *P. javanus* 佔 45.35% (n=2,905), 其次依序為 *P. occipitalis* 佔 44.67% (n=2,859)、*C. costiger* 佔 7.26% (n=465)、*C. circumdatus* 佔 1.02% (n=65), 總捕獲隻次數不及總數 1% 的有 *C. praefectus* (n=50)、*G. orientalis* (n=33)、*S. sulcatus* (n=6)、*D. zealandica* (n=5)、*H. sp.* (n=5)、*C. bioculatus* (n=2)、*D. sp.* (n=4)、*C. sp.1* (n=2)、sp. A (n=1) 及 *C. sp.2* (n=1) (表 1)。

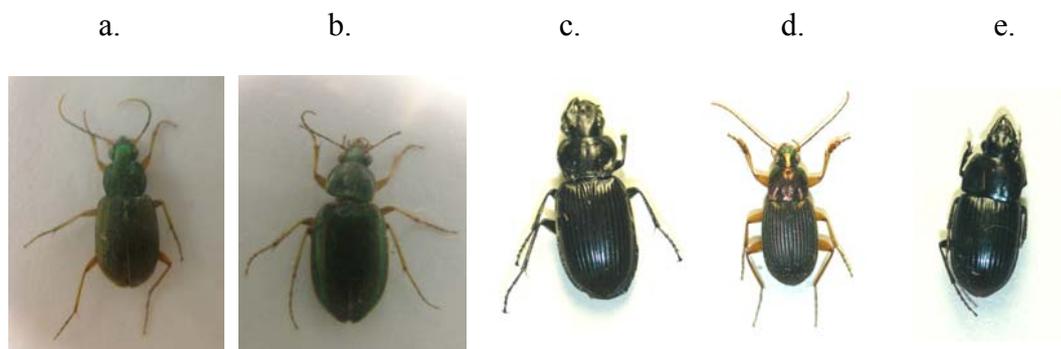


圖 4 宜蘭馬賽地區待查步行蟲標本圖 a. *Chlaenius* sp. 1、 b. *Hololeius* sp.、 c. sp. A、 d. *Chlaenius* sp. 2、 e. *Dicaelindus* sp.。

Fig. 4 An illustration of carabids species of Ma-sai, Yi-lan County that require a through taxonomic examination. a. *Chlaenius* sp. 1, b. *Hololeius* sp., c. sp. A, d. *Chlaenius* sp. 2, e. *Dicaelindus* sp.

捕獲隻次數最高月份為 2005 年 8 月，共捕獲 1,324 隻次，捕獲隻次數最低月份為 2006 年 1 月，僅捕獲 9 隻次；捕獲物種數最高月份為 2005 年 7 月，共捕獲 9 種；捕獲物種數最低月份為 2005 年 5 月、12 月至 2006 年 1 月，只捕獲 3 種（圖 5）。

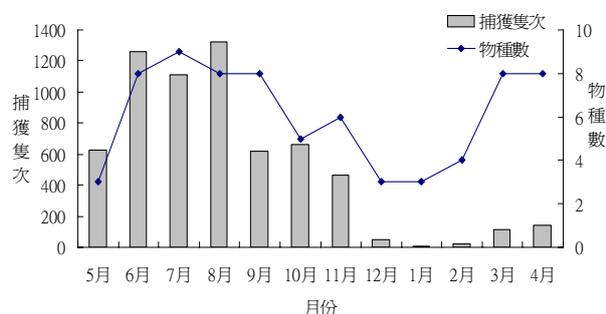


圖 5 宜蘭馬賽地區步行蟲捕獲隻次及物種數月變化圖。

Fig. 5 The seasonal fluctuation of carabids species collected by drift-fence funnel trap at Ma-sai, Yi-lan County.

## 二、分布序列法

依對應分析 (CA) 結果顯示，與第一軸呈正相關之環境因子為水位和土地利用型，與第二軸呈正相關的因子有上層覆蓋、植群結構及植群型。樣區在第一、二軸之相對關係可將馬賽地區步行蟲群聚組成，分為四型(圖 6)，這四型與相對應的生育地有明顯的關係，依捕獲隻次數由高至低，分別為：農田群聚、休耕田群聚、落葉森林群聚與濕地群聚。

表 1 宜蘭馬賽地區步行蟲組成百分比。

Table 1 The carabids composition percentage of Ma-sai, Yi-lan County.

物種	百分比(%)
<i>Pheropsophus javanus</i>	45.35
<i>Pheropsophus occipitalis</i>	44.67
<i>Chaenitus costiger</i>	7.26
<i>Chlaenius circumdatus</i>	1.02
<i>Chlaenius praefectus</i>	0.78
<i>Galerita orientalis</i>	0.52
<i>Scarites sulcatus</i>	0.09
<i>Hololeius</i> sp.	0.08
<i>Diplocheila zealandica</i>	0.08
<i>Dicaelindus</i> sp.	0.06
<i>Chlaenius bioculatus</i>	0.03
<i>Chlaenius</i> sp. 1	0.03
sp. A	0.02
<i>Chlaenius</i> sp. 2	0.02

典型對應分析 (CCA) 求得各特徵值及環境變異數與物種間之相關係數，三軸特徵值依次為 0.204、0.018 及 0.041，物種與環境相關係數依次為 0.983、0.988 及 0.952；在環境因子相關上第一軸與土地利用型、植群型、植群結構及上層覆蓋度相關，最相關環境因子為上層覆蓋度，其次為植群型；第三軸與植群結構和水分呈

現相關性(表 2)。由於研究區域並未有半森林形態之樣區，因此各樣區在各軸相對關係上，與上層覆蓋度直接相關，植物結構與第一軸為次相關，在第一軸由左至右依序為低草型植物社會之步行蟲群聚、高草型植物社會

之步行蟲群聚及落葉森林型植物社會之步行蟲群聚(圖 7)。

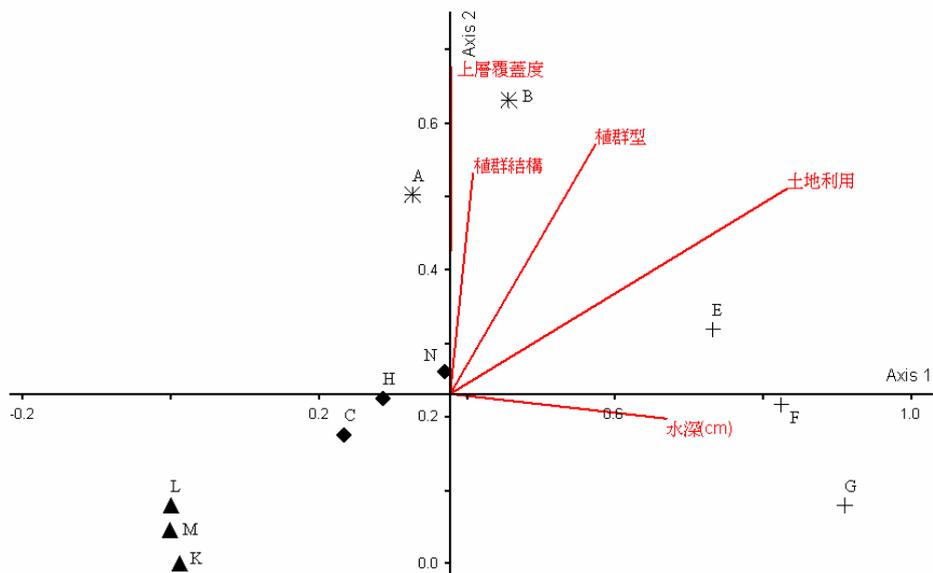


圖 6 宜蘭馬賽地區步行蟲群聚對應分析第一軸及第二軸分布圖。

Fig. 6 First and second axis of CA ordination for carabids assemblages of Ma-sai, Yi-lan County.

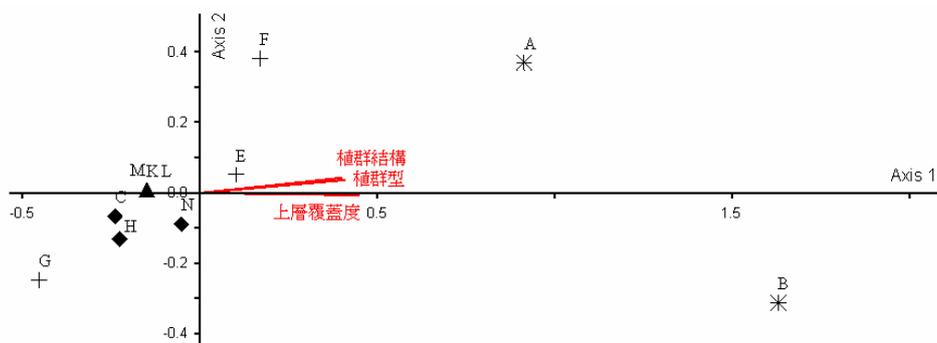


圖 7 宜蘭馬賽地區步行蟲群聚典型對應分析第一軸及第二軸分布圖。

Fig. 7 First and second axis of CCA ordination for carabids assemblages of Ma-sai, Yi-lan County.

表 2 宜蘭馬賽地區 CCA 三軸與環境因子之相關係數矩陣表。

Table 2 The three axis environmental correlation factors of CCA of Ma-sai, Yi-lan County.

項目	第一軸	第二軸	第三軸
特徵值 (Eigenvalue)	0.204	0.018	0.014
Pearson 相關係數 (Pearson Correlation)	0.983	0.988	0.952
物種變異量 (Variance in species data % of variance)	71.5	6.1	4.8
物種累積變異量 (Variance in species data cumulative %)	71.5	77.6	82.4
物種與環境相關性 <i>p</i> 值 (The <i>p</i> value of species and environment correlations)	0.05	0.03	0.1
植群型 (Vegetation type)	0.889*	0.279	-0.203
植群結構 (Vegetation structure)	0.867*	0.322	-0.047
土地利用型 (Land utilization pattern)	0.688*	0.053	-0.434*
水深 (Water depth)	-0.088	-0.141	-0.801*
下層覆蓋度 (Herb cover ratio)	0.135	0.334	0.227
上層覆蓋度 (Canopy cover ratio)	0.971*	-0.057	-0.051

### 三、步行蟲群聚分類結果

研究地區步行蟲群聚主要以 *P. javanus* 與 *P. occipitalis* 為優勢種，根據對應分析結果並依環境因子可將步行蟲群聚可分為：農田、休耕田、落葉森林及濕地等 4 類群聚。

#### (一) 農田群聚

此類型主要出現於農田樣區 (K、L、M)，植群型為稻型 (陳等, 2006) (圖 8)，共捕獲 9 種步行蟲分別為 *P. javanus*、*P. occipitalis*、*C. costiger*、*C. circumdatus*、*G. orientalis*、*S. sulcatus*、*C. bioculatus*、*H. sp.* 及 *D. sp.*，優勢種為 *P. javanus* 和 *P. occipitalis*。

#### (二) 休耕田群聚

此類型主要出現於休耕田樣區 (C、H、N)，植群型為無植被及田菁型 (陳等, 2006)，捕獲物種數為最高，共捕獲 10 種步行蟲分別為 *P. javanus*、*P. occipitalis*、*C. costiger*、*C. circumdatus*、*C. praefectus*、*G. orientalis*、*C. sp.1*、*H. sp.*、*D. zealandica* 及 *S. sulcatus*，優勢種為 *P. javanus* 和 *P. occipitalis*。

#### (三) 落葉森林群聚

此類型主要出現於廢耕田中落葉森林樣區 (A、B)，植群型為烏桕—水柳型 (陳等, 2006)，捕獲隻次與休耕田步行蟲群聚相近，捕獲物種數為最低，共捕獲 8 種步行蟲分別為 *P. javanus*、*P. occipitalis*、*C. costiger*、*C. circumdatus*、*C. praefectus*、*G. orientalis*、*C. sp.2* 及 *sp. A*，優勢種為 *C. costiger*，次優勢種為 *P. javanus* 和 *P. occipitalis*。

#### (四) 濕地群聚

此類型主要出現於廢耕田樣區 (E、F、G)，植群型為過長沙—短葉水蜈蚣型、過長沙—短葉水蜈蚣型及蘆葦

型 (陳等, 2006)，共捕獲 9 種步行蟲分別為 *P. javanus*、*P. occipitalis*、*C. costiger*、*C. circumdatus*、*C. praefectus*、*G. orientalis*、*C. sp.1*、*H. sp.* 及 *D. zealandica*，優勢種為 *P. javanus* 和 *P. occipitalis*，次優勢種為 *C. costiger*。

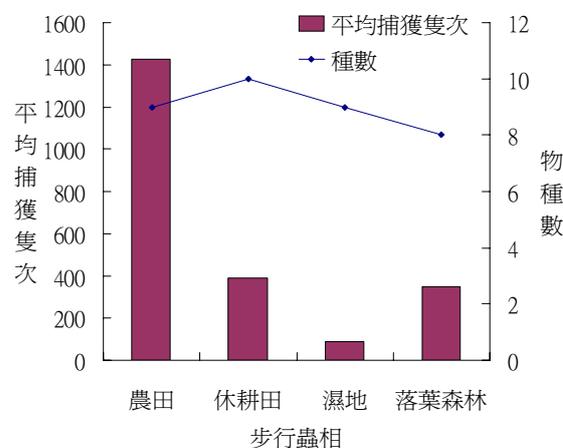


圖 8 宜蘭馬賽地區步行蟲群聚平均捕獲隻次與物種數變化圖。

Fig. 8 The difference between average carabids captured number and species number of Ma-sai, Yi-lan County.

## 討論

### 一、步行蟲與氣候之關係

氣候因子中的月均溫與降雨量是影響本區步行蟲季節性分布的主要因子，研究期間 2005 年 6 月至 8 月為捕獲隻次與物種數出現較高之月份 (圖 5)，並集中於雨季前，同時亦為研究期間月均溫最高之季節。隨後，受

到東北季風影響，冬季降雨量增加，2005 年 12 月至 2006 年 2 月為步行蟲捕獲隻次及物種出現較低之月份，雨季為物種出現較低之季節，在洪美珠（2005）之研究中，似乎也顯現相同現象，步行蟲季節變化似乎與氣溫和降水量相關，因此利用本研究資料與氣候相互比較（圖 9），月均降水量與捕獲隻次關係中無顯著差異（ $R^2 = 0.032$ ），月均溫與捕獲隻次關係呈正相關（ $R^2 = 0.8224$ ），因此當溫度愈高時其捕獲隻次愈高。

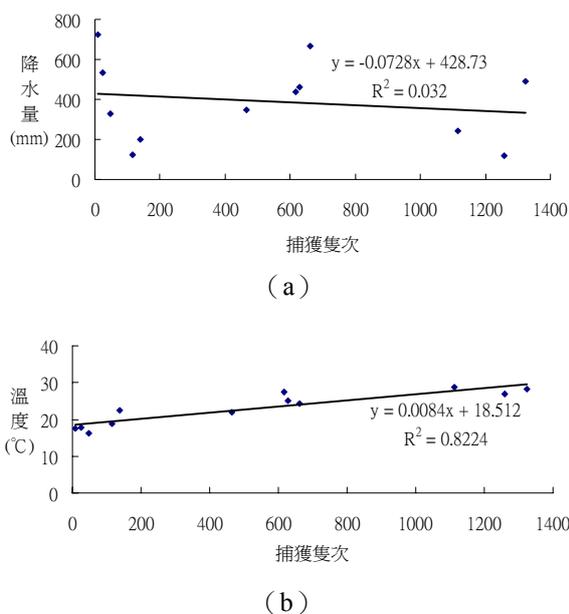


圖 9 宜蘭馬賽地區月平均降水量 (a) 及月平均溫度 (b) 與步行蟲月捕獲隻次關係圖。

Fig. 9 Relationship between average precipitation (a) and average temperature (b), and number of carabids captured at Ma-sai, Yi-lan County.

## 二、步行蟲群聚組成轉換與季節關係

依據對應分析區分的 4 類步行蟲群聚，以 *P. javanus* 與 *P. occipitalis* 為出現頻度與優勢度最高之物種，當植群轉變為上下層結構分明的森林時，步行蟲之群聚轉變為以 *C. costiger* 為優勢之群聚（圖 10）。在物種組成上，各步行蟲群聚之組成類似，雖區分為 4 類群聚，但在不同的區塊各有不同的豐富度（abundance）。

從步行蟲群聚月變化來看（圖 11），農田步行蟲群聚在 8 月捕獲隻次最高，9 月因農田收割作業，使步行蟲數量上明顯降低，12 月轉作為合鴨米，農民將陷阱移除故無資料；休耕田步行蟲群聚中多數為泥沼類型之半濕地生育地（N 與 H），在 8 月為捕獲隻次最高月份，9 月至翌年 4 月，當颱風或東北季風盛行時，因降雨造成地表短暫積水，使捕獲隻次數明顯減少。濕地步行蟲群聚出現樣點為休耕田與廢耕田，在 7 月為捕獲隻次最高之月份，8 月後因颱風及隨後而來的冬季東北季風造成水位之上升，捕獲隻次明顯減少，隔年 4 月時水位降低，

使步行蟲活動空間增加，該群聚的個體捕獲數增加。谷衛彬等（2004）指出步行蟲群聚受到大規模人為干擾時，有往鄰近區塊移動之情形，落葉森林與農田為相鄰之區塊，但受人為干擾較小，落葉森林步行蟲群聚以 9 月為捕獲隻次最高月份，當月因農田收割，步行蟲往相鄰落葉森林區塊移動，增加捕獲隻次數，因此鄰近農田生態系且未受干擾之區塊（如落葉森林），是步行蟲群聚受到人為活動干擾時，重要的避難所（refuge）之一。

## 三、步行蟲群聚與環境之關係

土地利用型與水位為主要影響群聚分化之因子，不同之土地利用型，其收穫、除草或是自然干擾（水位上升與降低）的改變亦有不同；農田為人為干擾較大之生育地，休耕及廢耕後人為干擾減少，廢耕後為演替初期之濕地植群（過長沙、李氏禾等），由於地下水位高易受水文之影響，但無法由降水量來判斷相關性，可能與其他的環境因子相關；落葉森林為人為干擾最小之區塊，為濕地演替後期之植群（陳等，2006）。

在步行蟲群聚與環境關係研究中，多數結果支持下層覆蓋度為主要影響群聚之環境因子（Brändle *et al.*, 2000；Ribera *et al.*, 2001；Blake *et al.*, 2003；Anastasiou and Legakis, 2004；洪，2005），本研究結果指出上層覆蓋度、植群結構與植群型相關，馬賽地區並無半森林類型棲地，故與上層覆蓋度及植群結構呈相關，在植群結構分層明顯之落葉森林，優勢種有轉變為 *C. costiger* 之情形。在研究區中，除休耕田、田菁地區為無植被及覆蓋度較低外，在農田、過長沙—短葉水蜈蚣型、過長沙—短葉水蜈蚣型、蘆葦型及烏桕—水柳型其下層覆蓋度皆為 70% 以上，在對應分析上與植群型相關，推測可能與下層植物密度相關，不同之植群型可能看似覆蓋度相當，由於生長形態不同而有不同密度，密度高低影響了步行蟲活動之空間，無植被地區由於缺乏步行蟲躲藏空間，亦影響步行蟲群聚。Smith *et al.*（2004）調查英屬哥倫比亞蘋果園中步行蟲群聚，並與 10 年前之群聚比較，其步行蟲優勢種有轉換的現象；相同的，本研究在廢耕期較長之落葉森林，步行蟲優勢種有轉換為以 *C. costiger* 為優勢之情形，隨著森林的演替轉變，步行蟲群聚亦有轉變現象。從研究結果顯示出 *P. javanus* 與 *P. occipitalis* 為農田地區中的優勢種與先趨物種，而出現於落森林中之 *C. costiger* 與 *C. praefectus* 為偏好落葉森林之物種。

對應分析之結果中，群聚與上層覆蓋度、植群結構、植群型、土地利用型與水深相關，而典型對應分析結果環境相關之特徵值僅為 0.204、0.018 及 0.041，其特徵值與群聚相關性不顯著（ $p > 0.05$ ），選取之環境因子相關性並不大，但物種與環境相關係數達 0.983、0.988 及 0.952，物種累積變異量達 82.4%，物種與環境相關係數相當高，在多數群聚與相關環境因子的研究中，多數指向於土壤方面環境因子（Brändle *et al.*, 2000；Blake *et al.*, 2003；Anastasiou and Legakis, 2004；洪，2005），認

為步行蟲群聚能夠反應土壤環境、營養級與土壤無脊椎動物相，未來在進行步行蟲群聚相關研究時，可朝土壤方面環境因子進行探討。

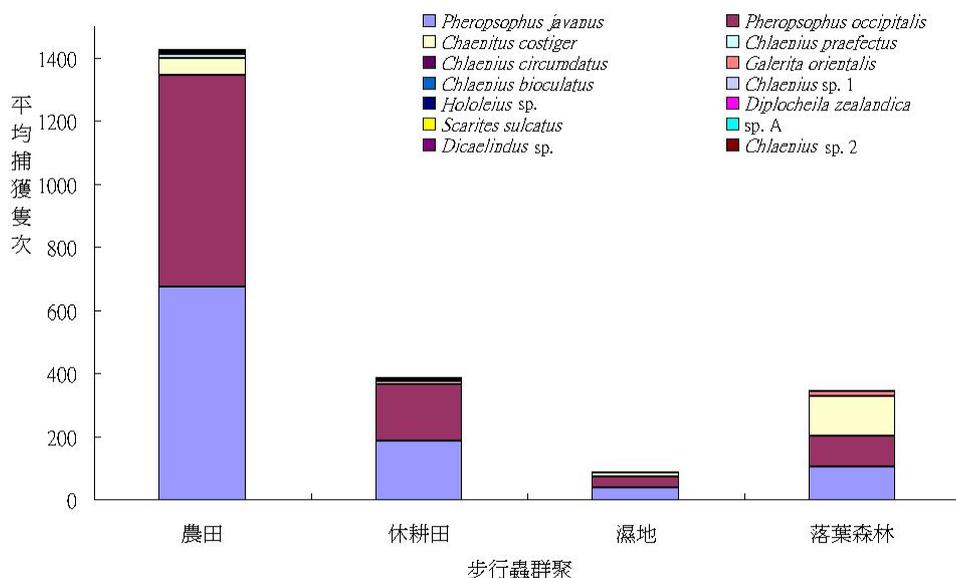


圖 10 蘇澳馬賽地區步行蟲群聚物種組成比例圖。

Fig. 10 Species composition percentage within different carabids assemblages of Ma-sai, Yi-lan County.

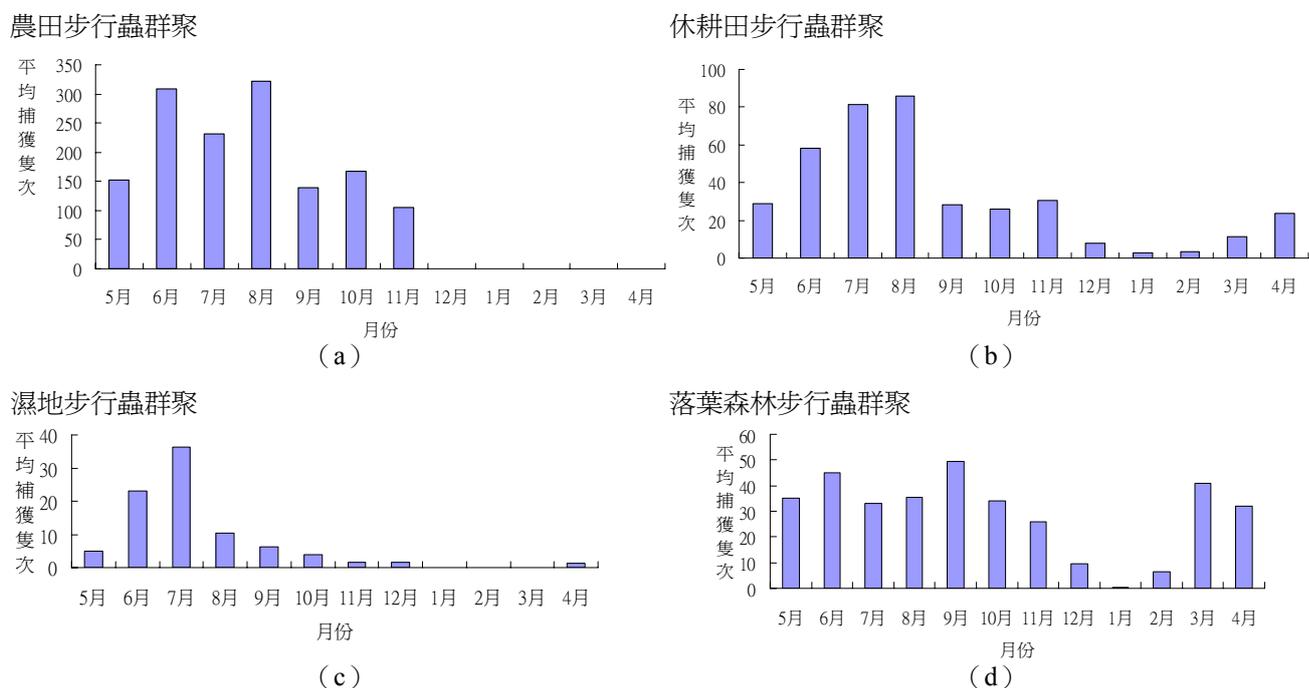


圖 11 蘇澳馬賽地區步行蟲群聚月變化圖。(a) 農田步行蟲群聚；(b) 休耕地步行蟲群聚；(c) 濕地步行蟲群聚；(d) 落葉森林步行蟲群聚。

Fig. 11 The seasonal variance of carabids composition at Ma-sai, Yi-lan County. (a) Arable carabids assemblages; (b) Fallowland carabids assemblages; (c) Wetland carabids assemblages; (d) Woodland carabids assemblage.

## 結 論

1. 研究期間共採集 6,403 隻次步行蟲，已確認的 9 個物種分別為 *Chlaenius bioculatus*、*Chlaenius circumdatus*、*Chlaenius costiger*、*Chlaenius praefectus*、*Diplocheila zealandica*、*Galerita orientalis*、*Pheropsophus javanus*、*Pheropsophus occipitalis* 及 *Scarites sulcatus*，4 種鑑定至屬分別為 *Chlaenius* sp.1、*Chlaenius* sp.2、*Dicaelindus* sp. 及 *Holoelius* sp.，1 種鑑定至形態種代號為 sp. A。
2. 馬賽地區之步行蟲群聚以 *P. javanus* 與 *P. occipitalis* 為優勢種，依對應分析結果可將步行蟲群聚分為 4 類群聚，分別為農田群聚、休耕田群聚、濕地群聚及落葉森林群聚。
3. 在不同群聚中其豐富度有明顯變化，影響群聚的環境因子為植物結構、土地利用型及水深，但在典型對應分析結果環境相關之特徵值與群聚相關性不顯著，可能與其他的環境因子相關。
4. 步行蟲在受劇烈之物理性干擾時，如收耕、翻土等行為，有往臨近未干擾之區塊移動之現象。

## 致謝

承蒙研究期間行政院農業委員會「水田生態經營與社區營造」計劃支持，宜蘭大學自然資源學系植群生態及兩棲爬行動物調查團隊的協助，特別感謝鄭祖皓、鄭琬蒨及林哲榮研究期間給予調查協助及意見提供，台灣大學吳文哲 教授慷慨提供標本館館藏資源，並在標本查詢及比對上提供最大的便利，日本的 Dr. Katsuyuki Terada 與汪良仲博士提供物種鑑定之專業意見，使本研究得以順利完成，在此致上最大謝意。

## 參考文獻

- 中央氣象局。2006。中央氣象局 <http://www.cwb.gov.tw>。
- 王效岳、境野廣行。1995。認識台灣的昆蟲.1.鞘翅目—步行蟲科。80 頁。淑馨出版社。台北市。
- 毛俊傑。未發表。
- 谷衛彬、宇振榮、胡敦孝。2004。華北鹽漬化改造區農田步甲群落及其動態研究：以河北省曲周縣為例。生物多樣性 12 (2)：262—268。
- 岳訢。1996。中國西部步甲科 Carabidae 分類和婪步甲屬 *Harpalus* Latreille 青步甲屬 *Chlaenius* Bonelli 的系統演化研究。西南農業大學碩士學位論文。四川省重慶市。
- 陳子英、林哲榮、鄭琬蒨。2006。水田與溼地的植物多樣性與演替。2006 水田生態保育與經營發展研討會論文集。pp.17—37。宜蘭。
- 洪美珠。2005。疏伐對台灣杉人工林底棲甲蟲群聚的影響。國立中山大學生物科學學系碩士論文。高雄。
- 張繼祖、徐金汨。1996。中國南方地下害蟲及其天敵。

- 157 頁。中國農業出版社。北京市。
- 許皓捷、李培芬。2003。群聚變異度長度對排序結果的影響。台灣林業科學 18 (3)：201—211。
- 章士美、趙泳華。1996。中國農林昆蟲地理分布。第 102—135 頁。中國農業出版社。北京市。
- 蘇鴻傑。1996。植群生態多變數分析法之研究 IV—植群分類法及相關環境因子之分析。台灣省立博物館年刊 39：249-268。
- Anastasiou, I. and A. Legakis. 2004. Differentiation of Coleoptera (Carabidae and Tenebrionidae) communities in Mediterranean-type ecosystem from mountainous areas in the Peloponnese, Greece. Oral Presentation in the 10<sup>th</sup> International Conference on Mediterranean Climate Ecosystems. Rhodes Island, Greece.  
<http://www.cc.uoa.gr/biology/medecos/presentations/Friday/2s/Legakis.pdf>.
- Blake, S., D. I. McCracken, M. D. Eyre, A. Garside, and G. N. Foster. 2003. The relationship between the classification of Scottish ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) and the National Vegetation Classification of British plant communities. Ecography 26: 602—616.
- Brändle, A., W. Durka, and A. Michael. 2000. Diversity of surface dwelling beetle assemblages in open-cast lignite mines in Central Germany. Biodiversity and Conservation 9: 1297—1311.
- Hadjicharalamhous, E., K. L. Kalburtji, and A. P. Mamolos. 2001. The relationship between land cover/use types and the diversity of weed and carabid beetles in organic and conventional agroecosystems. 7<sup>th</sup> International conference on environmental science and technology ermoupolis. pp.152—159. Syros island, Greece.
- Lamieux, J. P. and B. S. Lindgren. 2004. Ground beetle responses to patch retention harvesting in high elevation forest of British Columbia. Ecography 27: 557—566.
- McCune, B. and J. B. Grace. 2002. Analysis of ecological communities. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. 300 pp.
- Ribera, I., S. Dolédec, I. S. Downie, and G. N. Foster. 2001. Effect of land disturbance and stress on species traits of ground beetle assemblages. Ecology 82 (4) : 1112—1129.
- Simth, R. F., J. E. Cossrntine, S. M. Rigby, and C. S. Sheffield. 2004. Species of ground beetle (Coleoptera: Carabidae) in organic apple orchards of British Columbia. J. Entomol. Soc. British Columbia 101: 93-99.

Terada, K., M. H. Hsu, and W. J. Wu. 2005. A checklist of the Carabidae (Coleoptera) of Taiwan. *Miscellaneous Reports of the Hiwa Museum for Natural History* No. 45: 163-216.

96年09月06日投稿

97年01月15日接受