

南海之島—東沙昆蟲相調查

廖一璋¹，江東權¹，楊曼妙^{1,2}

¹國立中興大學昆蟲學系；²通訊作者 E-mail: mmy.letsgall@gmail.com

[摘要] 本研究於 2012 年進行東沙島陸域昆蟲之系統性調查，調查方式分為定量採集之馬氏網、掉落式陷阱及掃網以及定性隨機之目視手採。於 2012 年共進行 7 次登島採集，採得昆蟲 63,032 隻，包含 18 目 160 科，共計 710 個形態種，結合歷年研究資料已鑑定至種級共 54 科 137 種。東沙島優勢類群分別為膜翅目、半翅目及雙翅目，並新增紡足目及毛翅目各 1 科 1 形態種紀錄。統計 2008 年與本研究共 15 次採樣的新發現物種數累計，物種累積曲線持續上升，但有些 2008 年採集到的形態種卻在 2012 年未發現，顯示東沙昆蟲相組成仍持續變動中。

關鍵字：東沙島、環礁、昆蟲相、馬氏網、昆蟲名錄

Insect Fauna Investigations on Dongsha, an Island in the South China Sea

Yi-Chang Liao¹, Tung-Chyuan Chiang¹ and Man-Miao Yang^{1,2}

¹Department of Entomology, National Chung Hsing University; ²Corresponding author E-mail: mmy.letsgall@gmail.com

ABSTRACT This study is a systematic investigation of terrestrial insects on Dongsha Island in 2012. Methods included quantitative Malaise trap, pit-fall trap, and sweeping and qualitative data collection by hand and visual identification. A total of 63,032 individuals belonging to 710 morphological species of 160 families and 18 orders were collected. By referencing previous studies, 137 species from 54 families were identified to the species level. The dominant taxa on Dongsha Island were Hymenoptera, Hemiptera and Diptera. Two newly recorded orders, Embioptera and Trichoptera, were discovered for the first time on Dongsha Island in this study. Data from 2008 and the number of morphological species observed from the 15 sampling trips conducted in 2012 reveal an upward curve indicating continual findings of new taxa. However, some taxa that occurred in the 2008 study were not found in 2012, meaning the insect fauna of Dongsha Island is in constant flux.

Keywords: Dongsha Island, atoll, insect fauna, species checklist

前言

東沙島位於北緯 22°35'至 22°47'，東經 116°42'至 116°55'之間，是東沙環礁群(Dongsha atoll)中唯一露出海平面之珊瑚礁

島嶼，島由珊瑚碎屑與貝殼等風化沉積物堆積形成，面積為 1.74 平方公里，東沙島與鄰近大陸皆相距數百公里之遠，島嶼提供海洋與陸地生物的珍貴棲息場所，擁有豐富多樣的海洋生態資源(Dai 2004)、季節性鳥類(Hui

and Barter 1998)、特殊濱海植物(Turner *et al.* 2000)、島嶼性昆蟲(楊曼妙等 2008)等生物資源,形成了特殊的海島型生態結構,屬於亞熱帶海洋性氣候。

東沙的研究過去多以海洋資源為主(Chen *et al.* 1995, Dai 2004),而陸域生物資源調查以鳥類(方力行等 1990, 張萬福等 1994, 高雄市政府 2003)與植物(張萬福等 1994, 劉小如與李進興 1990)居多,昆蟲資源調查方面,較早的文獻紀錄有 15 科 17 種(張學文 2001, 內政部 2004),接著劉小如等(2005)記錄昆蟲 14 目 73 科 125 種,李培芬與謝長富(2006)則記錄有 10 目 32 科 38 種,楊曼妙等(2008)記錄該地昆蟲相有 15 目 119 科 392 形態種,顯見該區域擁有相當豐富的島嶼型昆蟲生物多樣性。楊曼妙等(2010)出版東沙環礁國家公園解說叢書之「四海遊蟲:東沙昆蟲記」,提供專業或一般型讀者對於東沙昆蟲的概念性瞭解與認識。

昆蟲在生態環境中扮演重要而關鍵的角色,其豐富而多樣的特性佔據著各式生態棲位,在食物網結構與其他生物具有吃與被吃的能量流動關係,進而可影響生態系的穩定性,昆蟲族群量的多寡也會直接影響島上過境鳥類的食物資源,而昆蟲對於植物亦有密不可分的关系,如植食者或是授粉者,對於島上植物多樣性及族群量均有相當程度的影響。若欲瞭解東沙島內陸域生態與環境之間的關聯,首先須進行系統性的長期監測來建立昆蟲相結構與島內動植物之關係。本研究繼楊曼妙等(2008)東沙環礁國家公園陸域昆蟲資源調查後的四年,於 2012 年再度執行東沙島陸域昆蟲的系統性調查及比較,以利深入瞭解並探討東沙島的昆蟲資源及其相關變化,做為相關單位未來保育與決策之參考。

材料與方法

參考楊曼妙等(2008)的研究設計。於

2012 年的 1 月、3 月、5 月、7 月、8 月、9 月及 10 月各進行一次登島的昆蟲資源調查,調查方式分為兩類型,分別為定置式陷阱定量採集以及定性隨機採集,前者是選定植被及環境具代表性之樣區,以設置陷阱之方式來進行昆蟲採集,定性隨機採集則是研究人員登島時以環繞島嶼之方式進行目視手採調查。

一、定置式陷阱定量採集之樣區選擇

1. 大範圍具代表性植被之樣區(圖 1):

每樣區設置馬氏網及掉落式陷阱並掃網。

(1) DA 樣區:位於島西北方之北沙脊北側,植被以草海桐為優勢植群,其間伴生有淡水草澤、林投及葛塔德木,底層覆沙。

(2) DB 樣區:位於島主體之東南方,植被以草海桐、葛塔德木、止宮樹及欖仁為優勢植群,其間伴生有亞洲檳棗及檫樹,植被較豐富且樣區底層有落葉堆積。

(3) DC 樣區:位於島的西南方之南沙脊末端,植被以海人樹為優勢植群,此處海人樹為東沙島最大族群,其間伴有草海桐及可可椰子,底層覆沙。

2. 小範圍但植被均質性高之樣區(圖 1):

每樣區設置掉落式陷阱與掃網。

(1) DE 樣區:位於島主體的東方。植被以葛塔德木及欖仁樹為優勢植群,其間伴生有草海桐、文殊蘭、檫樹與可可椰子,底層無草本植物。

(2) DF 樣區:位於島主體的西南方,為沙灘地型,植被以馬鞍藤為主,伴生有大花咸豐草、白水木及海人樹,周邊有草海桐、葛塔德木、小葉桑及止宮樹等。

(3) DG 樣區:位於島主體的西方,植被以銳葉牽牛及草海桐為主,其間伴生有大花咸豐草及銀合歡,周邊有銀合歡林及少數木麻黃及小葉桑圍繞。

二、定置式陷阱及定量採集方法

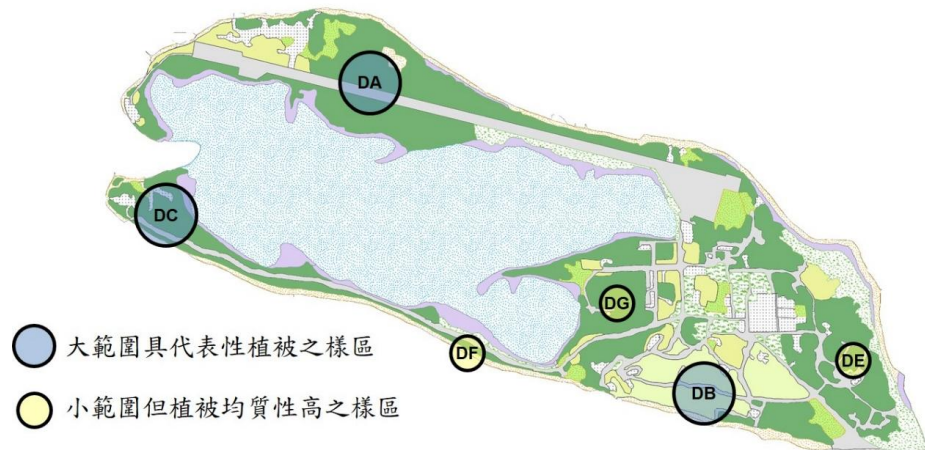


圖 1. 東沙島昆蟲相調查樣區圖，植被圖引用自劉小如等(2005)。

1. 馬氏網 (Malaise trap) :

採用新型馬氏網(博視公司 BT1002)，架設時依據植被生長方向、預估風向及推測昆蟲飛行方向選擇適當位置，每次採樣時間以 4 天為原則。研究人員非上島調查的月份，則委託海管處東沙管理站駐站研究員協助收集標本，以 4 天為採樣時間。

2. 掉落式陷阱 (Pitfall trap) :

主要為採集地面活動昆蟲，以長 15.5 公分且內徑寬 8.5 公分之塑膠飲料杯，倒入七分滿之 70%酒精再將杯身埋入地下，杯口與地面平齊，另於杯口上方 5 公分高之處裝設一遮雨蓋，避免日光直接曝曬陷阱及預防雨水或雜物，每一樣區設置 2 個陷阱，每次採樣時間也同樣 4 天為原則。

3. 掃網 (Sweeping) :

主要採集於灌叢內活動之昆蟲，每一樣區劃定 1 條 10m 之直線，於線段兩端內以八字形掃法於灌叢揮網採集昆蟲，掃網框直徑為 50cm，網袋深 120cm，掃網桿長 90cm。

三、定性隨機採集

於登島時以研究人員依據不同昆蟲類群之習性進行隨機採集，再加上不定期之夜晚燈光誘集，以補充因昆蟲習性變化大，上述各項陷阱範圍限制下無法獲得之昆蟲相。

四、樣本處理及鑑定

昆蟲樣本分至形態種並給予編號，科級鑑定主要參考 Study of Insects (Triplehorn and Johnson 2005)，樣本主要以 70%酒精保存，大型昆蟲及多數鱗翅目則多以乾燥針插標本保存。

五、功能群區分

昆蟲功能群定義主要依據 Schowalter and Ganio (1998)之方法修訂，將各類昆蟲區分為植食者，包括食葉類、食種子類、食禾草類、食汁液類與食蜜類；肉食者，包括捕食者、寄生者與吸血者；腐食者，包括植物性食腐者、動物性食腐者，藉以探討東沙島昆蟲群聚之關係。

六、物種累積曲線

藉由多次取樣等方式所代表的努力量為橫軸，累積的物種數為縱軸，製成曲線，新發現的物種機率應會隨著調查次數的增加而趨緩，曲線也會逐漸呈現平緩狀態，可瞭解特定調查區域之物種完整性(Soberón and Llorente 1993)，本研究將楊曼妙等(2008)之調查結果一併統計，期能瞭解東沙島昆蟲相之完整性。

結果

本調查共採得昆蟲 63,032 隻，包含 18 目 159 科，共計 710 個形態種，相較於楊曼妙等(2008)之結果，此次調查共新增 322 個形態種，已鑑定至種級共 53 科 110 種，加上歷年鑑定至種級的物種共 54 科 137 種(表 1)。優勢類群分別為膜翅目 142 形態種(佔 20.4%)及 47,131 個體(佔 74.8%)，半翅目 141 形態種(佔 20.3%)及 3,082 個體(佔 4.89%)以及雙翅目 122 形態種(佔 17.5%)且有 4,813 個體(佔 7.6%)。

一、定量式採集法

馬氏網採獲 12 目 330 形態種共 7,457 隻個體，優勢的昆蟲類群之數量百分比依序為膜翅目(30.3%)、鱗翅目(21.8%)、雙翅目(21.6%)，馬氏網所採集到的形態種數最高，其中膜翅目採得最多形態種，共 97 種，多數為小型的各類寄生蜂，其次為雙翅目 65 種及半翅目 43 種。掉落式陷阱共採得 13 目 191 形態種 45,211 隻昆蟲，此陷阱所採集到的昆蟲個體數最多，優勢的昆蟲類群之數量百分比為膜翅目(91.5%)、彈尾目(3.7%)、雙翅目(2.2%)，其中掉落式陷阱多為熱帶大頭家蟻(*Pheidole megacephala* (Fabricius))，佔此陷阱所有昆蟲個體數 87.6%，因此在掉落式陷阱的數據中將熱帶大頭家蟻之數量移除(圖 2)，以更顯顯示其他各目之相對比例，去除熱帶大頭家蟻後優勢昆蟲百分比依序為膜翅目(59.3%)、彈尾目(17.6%)、雙翅目(10.5%)。掃網共採得 12 目 300 形態種 6,152 隻個體，優勢的昆蟲類群之數量百分比依序為膜翅目(30.9%)、雙翅目(24.8%)、半翅目(24.6%)，採集到最多物種數的為半翅目，共 92 種，其次為膜翅目 67 種及雙翅目 56 種。三種定量式採集法所採集到的昆蟲類群有所不同。

二、定性隨機採集

目視手採共採得 13 目 261 形態種共 2,254 隻個體，燈光誘集個體則有 12 目 151

形態種共 2,441 隻個體，蜻蛉目因體型較大，不易進入馬氏網，主要皆由隨機目視手採所採集，此次調查以燈光誘集也新增紡足目(Embioptera)及毛翅目(Trichoptera)各 1 科 1 形態種之紀錄。

三、功能群

各功能群依物種數依序為植食性昆蟲(52.3%)、肉食者(20.2%)、腐食者(24.7%)，不同月份的昆蟲食性組成也呈現類似比例，將昆蟲功能群資料配合植物名錄資料，以各功能群之物種數量繪製為食物金字塔，其中扮演生產者的植物種數，依據郭城孟等(2010)之紀錄共有 211 種；就 2012 年調查與過去所有已紀錄昆蟲形態種資料進行分析，植食性初級消費者有 375 種，佔 52%，肉食性的次級消費者有 145 種，佔 20%，腐食性分解者有 177 種，佔 25% (圖 3)。

四、形態種數累積曲線

2008 年昆蟲相之調查共記錄 392 形態種(楊曼妙等 2008)，此次 2012 年調查結果之累積形態種數已增至 710 種，新發現物種數累計繪製成曲線(圖 4)，幾近兩倍，整體趨勢呈現持續上升情形。15 次的採樣分析，2008 年 10 月僅作目視手採一次，未進行例行陷阱採樣，於 2012 年的 2、4 及 6 月共三次委託海管處駐站人員所做的馬氏網調查。為便於比較上述取樣的努力量不同，以不同灰階柱狀圖呈現每次(月)取樣的形態種總數(圖 4)。在 2012 年 8 月底天秤颱風重創東沙，在 9 月除了例行的採樣，另增加馬氏網整月的持續取樣。

討論

本研究使用三種定量式採集法及隨機採集東沙島之昆蟲相，其中新紀錄的毛翅目在東沙島上之生育地值得追蹤，毛翅目幼蟲主要棲息於淡水環境，北沙脊北岸的淡水草

表 1. 東沙島歷次調查已鑑定至種級之昆蟲名錄

目	科	學名	中文名	過去紀錄	本研究	
Coleoptera	Brentidae	<i>Cylas formicarius</i> (Fabricius, 1793)	甘藷蟻象鼻蟲	◎	◎	
	Cerambycidae	<i>Chlorophorus graphus</i> Holzschuh, 1998	圖紋虎天牛	◎	◎	
		<i>Pterolophia gibbosipennis gibbosipennis</i> Pic, 1926	瘤翅鏽天牛	◎		
		<i>P. bigibbera</i> (Newman, 1842)	雙瘤鏽天牛	◎	◎	
		<i>Stromatium longicorne</i> (Newman, 1842)	家天牛	◎	◎	
	Chrysomelidae	<i>Cassida circumdata</i> Herbst, 1790	甘藷龜金花蟲	◎	◎	
		<i>Colasposoma viridicoeruleum</i> Motschulsky, 1860	甘藷猿金花蟲	◎	◎	
	Coccinellidae	<i>Henosepilachna vigintioctopunctata</i> (Fabricius, 1775)	茄二十八星瓢蟲	◎	◎	
		<i>Cheilomenes sexmaculata</i> (Fabricius, 1781)	六斑月瓢蟲	◎	◎	
		<i>Olla v-nigrum</i> (Mulsant, 1866)	楔斑溜瓢蟲		※	
		<i>Rodolia pumila</i> Weise, 1892	小紅瓢蟲		※	
		<i>Scymnus (Pullus) quadrillum</i> Motschulsky, 1858	四斑小瓢蟲		※	
	Curculionidae	<i>Hypothenemus eruditus</i> Westwood, 1836	小蠹蟲	◎	◎	
	Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i> De Geer, 1774	白腹皮蠹	◎		
	Scarabaeidae	<i>Protaetia orientalis sakaii</i> Kobayashi, 1994	東方白點花金龜	◎	◎	
		<i>Anomala expansa expansa</i> (Bates, 1866)	台灣青銅金龜		※	
	Histeridae	<i>Saprinus optabilis</i> Marseul, 1855	綠艷閻魔蟲	◎	◎	
	Tenebrionidae	<i>Alphitobius laevigatus</i> (Fabricius, 1781)	姬擬步甲	◎		
		<i>Derosphaerus rotundicollis</i> (Laporte de Castelnau, 1840)	球頸鏽艷擬步甲	◎	◎	
		<i>Gonocephalum coenosum</i> Kaszab, 1952	角肩潛砂蟲	◎	◎	
		<i>Mesomorpha villiger</i> (Blanchard, 1853)	隆背潛砂蟲	◎		
		<i>Nesocaedius taiwanus</i> Shibata, 1981	臺灣俏擬步行蟲	◎	◎	
		<i>Strongylium erythrocephalum</i> (Fabricius, 1801)	紅頸艷翅長迴木蟲	◎	◎	
		<i>Trachyscelis chinensis</i> Champion, 1894	中華卵潛砂蟲		※	
	Diptera	Culicidae	<i>Aedes albopictus</i> (Skuse, 1894)	白線斑蚊	◎	◎
			<i>Culex quinquefasciatus</i> Say, 1823	熱帶家蚊	◎	◎
<i>C. fuscus</i> Wiedemann, 1820			黃尾家蚊	◎		
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga peregrina</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	遊蕩肉蠅	◎	◎	
	Syrphidae	sp. nr. <i>Episyrphus balteatus</i> (Geer, 1776)	佩帶蚜蠅	◎	◎	
Hemiptera	Alydidae	<i>Riptortus linearis</i> (Fabricius, 1775)	條蜂緣蝽	◎	◎	
	Aphididae	<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	棉蚜	◎	◎	
		<i>A. nerii</i> Boyer de Fonscolombe, 1841	夾竹桃蚜	◎	◎	
		<i>Hysteroneura setariae</i> (Thomas, 1878)	無肘脈蚜		※	
		Carsidaridae	<i>Mesohomotoma camphorae</i> Kuwayama, 1908	黃槿木蝨	◎	◎
		Coreidae	<i>Acanthocoris sordidus</i> (Thunberg, 1783)	瘤緣蝽	◎	◎
		Issidae	<i>Thabena brunnifrons</i> (Bonfils, Attié et Reynaud, 2001)	棕額薩圓飛蝨	◎	◎
		Liviidae	<i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, 1908	柑橘木蝨		※
		Miridae	<i>Deraeocoris ryukyuensis</i> Nakatani, 1996	琉球齒爪盲蝽	◎	
	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758)	稻綠蝽	◎	◎	
		<i>Plautia splendens</i> (Distant, 1900)	小珀蝽	◎	◎	
		Rhopalidae	<i>Leptocoris augur</i> (Fabricius, 1781)	小紅姬緣蝽	◎	◎
		Psyllidae	<i>Heteropsylla cubana</i> Crawford, 1914	銀合歡木蝨	◎	◎
		Triozidae	<i>Leptynoptera sulfurea</i> Crawford, 1919	瓊崖海棠木蝨	◎	◎
	Hymenoptera	Apidae	<i>Braunsapis philippinensis</i> (Ashmead, 1904)	小蘆蜂	◎	◎

(續)表 1. 東沙島歷次調查已鑑定至種級之昆蟲名錄

目	科	學名	中文名	過去紀錄	本研究	
	Eulophidae	<i>Quadrastichus erythrinae</i> Kim, 2004	刺桐袖小蜂	◎	◎	
	Evaniidae	<i>Evania appendigaster</i> (Linnaeus, 1758)	蠟卵旗腹蜂	◎	◎	
	Formicidae	<i>Pheidole megacephala</i> Fabricius, 1793	熱帶大頭家蟻	◎	◎	
		<i>P. parva</i> Mayr, 1865	褐大頭家蟻		※	
		<i>Cardiocondyla kagutsuchi</i> Terayama, 1999	瘤結瘤突家蟻	◎	◎	
		<i>Monomorium chinense</i> Santschi, 1925	中華單家蟻		※	
		<i>M. floricola</i> Jerdon, 1851	花居單家蟻	◎		
		<i>M. pharaonis</i> Linnaeus, 1758	小黃單家蟻	◎	◎	
		<i>Paratrechina kraepelini</i> Forel, 1905	柯氏黃山蟻	◎	◎	
		<i>P. amia</i> Forel, 1913	阿美黃山蟻		※	
		<i>P. flavipes</i> Fr. Smith, 1874	黃腳黃山蟻		※	
		<i>P. longicornis</i> Latreille, 1802	長角黃山蟻		※	
		<i>Tetramorium nipponense</i> Wheeler, 1928	日本皺家蟻	◎	◎	
		<i>Tapinoma melanocephalum</i> Fabricius, 1793	黑頭慌琉璃蟻		※	
		Ichneumonidae	<i>Xanthopimpla punctata</i> (Fabricius, 1781)	廣黑點瘤姬蜂	◎	◎
Lepidoptera		Choreutidae	<i>Saptha beryllitis</i> (Meyrick, 1910)	綠紋閃舞蛾	◎	◎
	<i>Choreutis sexfasciella</i> (Sauber, 1902)		六帶桑舞蛾		※	
	Crambidae	<i>Aethaloessa calidalis tiphalis</i> (Walker, 1859)	火紅奇異野螟	◎		
		<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> Guenée, 1854	瘤野螟	◎		
		<i>Agrioglypta itysalis</i> Walker, 1859	值紋野螟蛾		※	
		<i>Diaphania indica</i> (Saunders, 1851)	瓜絹野螟	◎		
		<i>Nomophila noctuella</i> Denis & Schiffermuller, 1775		◎		
	Erebidae	<i>Spoladea recurvalis</i> Fabricius, 1775	甜菜白帶野螟	◎	◎	
		<i>Achaea janata</i> (Linnaeus, 1758)	飛揚阿裳蛾	◎	◎	
		<i>Asota ficus</i> (Fabricius, 1775)	榕擬燈蛾	◎	◎	
		<i>Thyas junco</i> (Dalman, 1823)	庸尚金毛翅裳蛾	◎	◎	
		<i>Avatha discolor</i> (Fabricius, 1794)	雙斑宇裳蛾	◎	◎	
		<i>Nyctemera adversata</i> (Schaller, 1788)	粉蝶燈蛾	◎	◎	
		<i>Paraspilarctia magna</i> (Wileman, 1910)	雙紋汗燈蛾	◎		
		<i>Syntomoides imaon</i> (Cramer, 1780)	伊貝鹿蛾	◎		
	Geometridae	<i>Utetheisa pulchelloides vaga</i> Jordan, 1939	普三色星燈蛾	◎	◎	
		<i>Hyposidra talaca</i> (Walker, 1860)	突角黯鉤尺蛾	◎		
	Hesperiidae	<i>Ozola defectata</i> Inoue, 1971	黑點小褐尺蛾		※	
		<i>Borbo cinnara</i> (Wallace, 1866)	禾弄蝶	◎	◎	
		<i>Parnara guttata</i> (Bremer & Grey, 1853)	稻弄蝶	◎		
	Lycaenidae	<i>Hasora taminatus vairacana</i> Fruhstorfer, 1911	圓翅絨弄蝶	◎		
		<i>Lampides boeticus</i> (Linnaeus, 1767)	豆波灰蝶	◎	◎	
		<i>Zizeeria karsandra</i> (Moore, 1865)	菟藍灰蝶	◎		
	Noctuidae	<i>Zizina otis riukuensis</i> (Matsumura, 1929)	折列藍灰蝶	◎	◎	
		<i>Arcte coerulea</i> (Guenée, 1852)	苧麻夜蛾		※	
		<i>Condica illecta</i> (Walker, 1865)	大耳紋夜蛾	◎		
		<i>Ctenoplusia albostrigata</i> (Bremer & Grey, 1852)	白條梳夜蛾	◎		
		<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1808)	棉鈴實夜蛾	◎		
<i>Spodoptera litura</i> (Fabricius, 1775)		斜紋夜蛾	◎	◎		
<i>S. picta</i> (Guerin-Meneville, 1838)		彩翅斜紋夜蛾	◎	◎		
<i>Danaus genutia</i> (Cramer, 1779)		虎斑蝶	◎	◎		
Nymphalidae	<i>Euploea core amymone</i> (Godart, 1819)	幻紫斑蝶	◎	◎		
	<i>E. mulciber barsine</i> Fruhstorfer, 1904	異紋紫斑蝶		※		
	<i>Parantica sita nipponica</i> (Moore, 1883)	大絹斑蝶	◎	◎		

(續)表 1. 東沙島歷次調查已鑑定至種級之昆蟲名錄

目	科	學名	中文名	過去紀錄	本研究
		<i>Junonia almana</i> (Linnaeus, 1758)	眼蛺蝶	◎	
		<i>Melanitis leda</i> (Linnaeus, 1758)	暮眼蝶	◎	
		<i>Hypolimnas bolina kezia</i> (Butler, 1877)	幻蛺蝶	◎	◎
		<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	小紅蛺蝶	◎	◎
		<i>V. indica</i> (Herbst, 1794)	大紅蛺蝶		※
	Pieridae	<i>Catopsilia pomona</i> (Fabricius, 1775)	遷粉蝶	◎	◎
		<i>C. pyranthe</i> (Linnaeus, 1758)	細波遷粉蝶	◎	
		<i>Colias erate formosana</i> Shirôz, 1955	紋黃蝶		※
		<i>Eurema blanda arsakia</i> (Fruhstorfer, 1910)	亮色黃蝶	◎	◎
		<i>E. mandarina</i> (de l'Orza, 1869)	北黃蝶	◎	
	Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus, 1758)	小菜蛾	◎	
	Pterophoridae	<i>Alucita niveodactyla</i> (Pagenstecher, 1900)	甘藷白鳥羽蛾	◎	◎
		<i>Megalorhipida leucodactyla</i> (Fabricius, 1794)	黃細心鳥羽蛾	◎	◎
	Sphingidae	<i>Cephonodes hylas</i> (Linnaeus, 1771)	大透翅天蛾	◎	◎
		<i>Hippotion velox</i> (Fabricius, 1793)	斜線天蛾	◎	◎
		<i>H. rosetta</i> (Swinhoe, 1892)	後紅斜線天蛾	◎	◎
		<i>Macroglossum pyrhosticta</i> Butler, 1875	黃斑長喙天蛾	◎	◎
		<i>Agrius convolvuli</i> (Linnaeus, 1758)	蝦殼天蛾		※
		<i>Pergesa actea</i> (Cramer, 1779)	斜線天蛾	◎	
Mantodea	Mantidae	<i>Hierodula patellifera</i> (Serville, 1893)	寬腹斧螳	◎	◎
Odonata	Aeshnidae	<i>Anax guttatus</i> (Burmeister, 1839)	烏點晏蜓	◎	◎
	Coenagrionidae	<i>Agriocnemis pygmaea</i> (Rambur, 1842)	橙尾細蟴	◎	
		<i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur, 1842)	青紋細蟴	◎	◎
	Libellulidae	<i>Brachydiplax chalybea flavovittata</i> Ris, 1911	橙斑蜻	◎	◎
		<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798)	薄翅蜻	◎	◎
		<i>Tramea virginia</i> (Rambur, 1842)	大華蜻	◎	◎
		<i>Diplacodes trivialis</i> (Rambur, 1842)	侏儒蜻	◎	◎
Orthoptera	Acrididae	<i>Aiolopus thalassinus tamulus</i> (Fabricius, 1798)	斑蝗	◎	◎
	Catantopidae	<i>Patanga japonica</i> (Bolívar, 1898)	日本黃脊蝗	◎	
		<i>P. succincta</i> (Johannson, 1763)	條背土蝗	◎	◎
	Gryllidae	<i>Gryllus bimaculatus</i> De Geer, 1773	黃斑黑蟋蟀	◎	
	Mogoplistidae	<i>Ornebius bimaculatus</i> (Shiraki, 1930)	二斑奧蟋	◎	◎
	Pyrgomorphidae	<i>Atractomorpha lata</i> (Mochulsky, 1866)	長額負蝗		◎
		<i>A. sinensis</i> Bolívar, 1905	紅后負蝗	◎	◎
	Tettigoniidae	<i>Conocephalus maculatus</i> (Le Guillou, 1841)	褐背細螿	◎	◎
		<i>Euconocephalus pallidus</i> (Redtenbacher, 1891)	蒼白優草螿	◎	◎
		<i>Trigonidium cicindeloides</i> Rambur, 1839	黑脛草蟋蟀	◎	◎
Blattodea	Blaberidae	<i>Nauphoeta cinerea</i> (Olivier, 1789)	灰色庭蠊		※
		<i>Pycnoscelis surinamensis</i> (Linnaeus, 1758)	蘇里南潛蠊	◎	◎
	Blattidae	<i>Periplaneta australasiae</i> (Fabricius, 1775)	澳洲家蠊		※
		<i>P. americana</i> (Linnaeus, 1758)	美洲家蠊	◎	◎
	Rhinotermitidae	<i>Coptotermes formosanus</i> Shiraki, 1909	家白蟻	◎	◎
	Kalotermitidae	<i>Cryptotermes domesticus</i> (Haviland, 1898)	截頭堆沙白蟻		※
Thysanoptera	Phlaeothripidae	<i>Gynaikothrips uzeli</i> Zimmerman, 1900	榕管蓊馬	◎	◎

◎ 歷年記錄種、※ 2012 年新增記錄種，過去紀錄包含張學文(2001)、劉小如等(2005)、李培芬等(2006)及楊曼妙(2008)

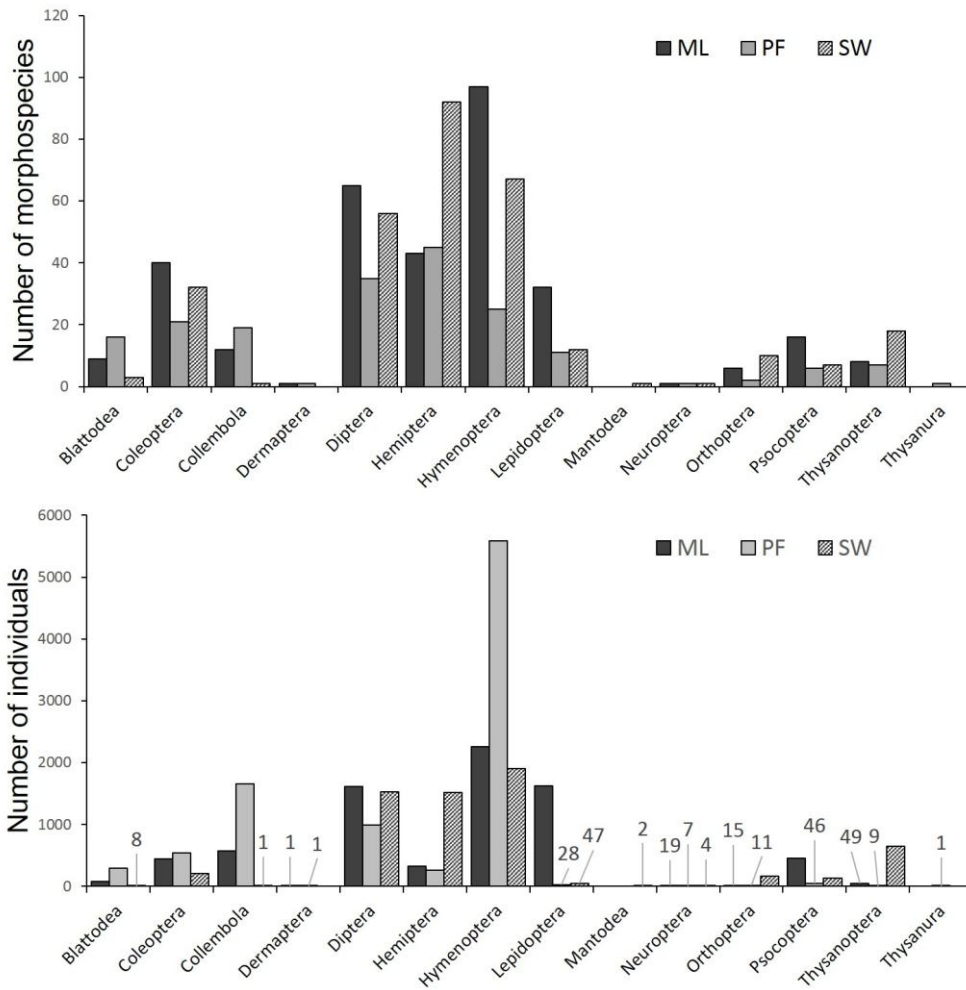


圖 2. 東沙島三種定量式採集法之昆蟲各目形態種數及個體數，個體數少於 50 則標記確切數值，ML：馬氏網(Malaise trap)，PF：掉落式陷阱(Pitfall trap)，SW：掃網(Sweeping)，其中掉落式陷阱的數據已移除熱帶大頭家蟻

澤是最有可能的棲息地，島上有些人工設施之積水也可能是潛在的水生昆蟲棲地；或者，分布於澳洲及紐西蘭的海石蛾科(Chathamidae)幼蟲會棲息於海岸潮間帶中(Riek 1977)，而採集到的毛翅目是否為海石蛾科物種，有待未來進一步釐清。檢視 2008 年及 2012 年之結果，島之昆蟲物種數是以倍數成長，但物種累積曲線仍未趨於平緩(圖 4)，有些類群在 2008 年雖有發現，但未曾在 2012 年採集，顯示東沙島昆蟲相處於持續變動的情況，為驗證此現象仍需要定期進行採樣，才能完全掌握其昆蟲多樣性。

Strong *et al.* (1984)曾分析英國地區昆蟲的物種組成，發現當地昆蟲植食者約佔有昆蟲物種數之半且約與綠色植物之物種數相當或者稍多，而捕食者與腐食者的總和則約等於或稍大於植食者。而東沙島的昆蟲植食者比例相對較高，推測原因為東沙島的昆蟲群聚結構仍屬初階發展階段，因此初級消費者居多，食物鏈再往上的更高階消費層次相對單純，次級消費者數量也少，尚未建立完整複雜之食物網結構。

依據功能群所建構的物種金字塔呈現一種底部與頂端較小但中間植食者卻較大

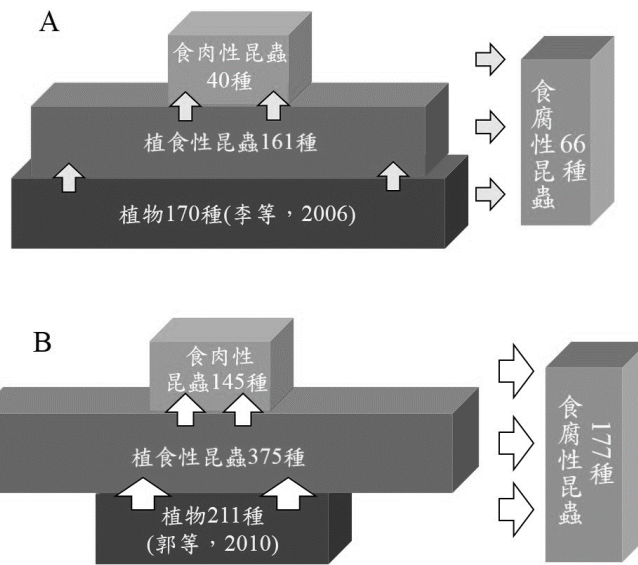


圖 3. 東沙島昆蟲不同年度之各功能群及植物物種數。A. 2008 年，B. 2012 年

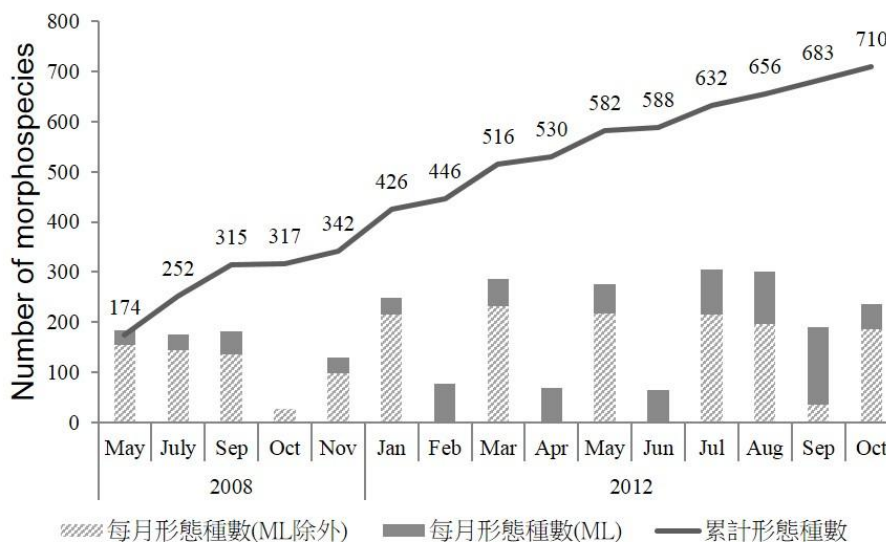


圖 4. 東沙島 2008 年及 2012 年不同月份之形態種累積圖(2008 年鱗翅目未列入，2012 年 9 月為馬氏網全月採集，ML：馬氏網(Malaise trap)

的形狀，與 2008 年分析的底盤大頂部小的金字塔相比(圖 3)，各類群均有顯著增加，增加最多的類群為植食性昆蟲，其中植食性昆蟲以半翅目與雙翅目增加最多，肉食性以寄生性小蜂總科增加最多。若依不同月份個別統計，則昆蟲植食者種數稍少於植物種數，顯示東沙島之昆蟲植食者在不同時期會有不同的結構組成，不同類群之植食者在不同季節間交互填滿特定的生態棲位，並與東

沙島植被有密切的交互作用，在生產者及初級消費者具有穩定結構的前提下再進一步滋養次級消費者之族群。至於各食物階層間的能量流動，則需要轉換為生物量，未來應進一步建立生物量資訊，探討食物鏈關係與生態系的穩定性。

東沙島昆蟲每月形態種總數於 2008 年大約維持在 200 種以下，2012 年的結果則於 200 至 300 種之間，大致上這兩年呈現穩定

持平現象(圖 4)，2012 年昆蟲類群整體而言相較 2008 年有增加的趨勢，唯一例外的是 2012 年 9 月數量顯著減少，因此時恰逢天秤颱風過境，推測應該是氣候劇烈變化，強風豪雨之後導致調查所得昆蟲種數驟減。但每個時間點調查的昆蟲數量維持在兩、三百種間，顯示東沙僅 1.74 平方公里的小島，所能承載的昆蟲種數有一定的負載量，且功能群的比例在各次系統性採樣也呈相當穩定的情形，佐證東沙島能提供的生物棲位(niche)有一定的量。

島嶼的位置與面積大小對於其生物多樣性的影響相當大(MacArthur and Wilson 2001, Gillespie and Roderick 2002)。就東沙島而言，是由珊瑚礁岩緩慢增生的珊瑚礁島，這種孤懸於大洋，與鄰近陸地都相當遙遠的情形，物種來源相對單純，就目前已知的東沙島昆蟲相，推論東沙島昆蟲來源可能循四個途徑，即長途飛行、搭乘腐木、搭乘鮮木與隨人上船(楊曼妙等 2010)，包含自然與人為因素。而通常初始建立的族群量不會太大，而以水生昆蟲蜻蜓來看，東沙島的蜻蜓(如廣泛長距離分布的薄翅蜻蜓與烏點晏蜓等)可能是被動的隨氣流飄散，或是隨熱帶型季風形成週期性的移動(Holzapfel and Harrell 1968, Greenslade *et al.* 1999, Anderson 2009)，島上唯一相對穩定的可繁殖區為北沙脊機場跑道北方的淡水草澤，其季節變化相當大，對昆蟲的立足繁殖有絕對的考驗。尤其目前草澤陸化情形明顯，勢必影響未來蜻蜓等水生昆蟲之立足發展。而東沙島 2008 年每次調查不到 200 種，乃至 2012 年增長到 200 至 300 種間的情形來看，或許東沙島的昆蟲相還在發展階段，這些推論還需要做更長期的監測來驗證。

誌謝

本研究得以完成需感謝海洋國家公園管理處提供研究經費(2008 年計畫編號：

0976780151；2012 年計畫編號：100411)；感謝島上海管處人員協助馬氏網採集瓶之更換，使昆蟲相調查得以更全面；感謝協助挑蟲及初步鑑定的協助人員；最後感謝各方分類專家大力協助物種鑑定。

引用文獻

- 方力行、邵廣昭、劉小如。1990。東沙海域生態資源探勘調查報告。高雄市政府漁業管理處，61 頁。
- 內政部。2004。東沙島國家公園規範規劃說明書，35 頁。
- 李培芬、謝長富。2006。東沙島陸域動植物相調查研究。內政部營建署，79-82 頁。
- 高雄市政府。2003。東沙島及南太平島興建碼頭工程可行性調查評估規劃報告。宇泰工程顧問公司。
- 郭城孟、王怡平、張家維、高美芳。2010。漂流萬里-東沙草木誌。海洋國家公園管理處，128 頁。
- 張萬福、陳加盛、鄧伯齡、楊吉壽。1994。南沙太平島與東沙島鳥類資源調查，229-246 頁。行政院南海政策綱領：南海生態環境調查研究報告書。方力行、李健全編輯。行政院農業委員會。
- 張學文。2001。東沙陸域生物導覽。高雄市政府建設局出版，119 頁。
- 楊曼妙、江東權、范姜俊承、劉哲元、蔡經甫、魏湘蓉、謝宗叡、陳文能、侯舜為。2008。東沙環礁國家公園陸域昆蟲資源調查與監測。內政部營建署，71 頁。
- 楊曼妙、劉哲元、范姜俊承、江東權。2010。四海遊蟲-東沙昆蟲記。海洋國家公園管理處，128 頁。
- 劉小如，李進興。1990。東沙海域生態資源探勘調查報告，鳥類部分。高雄市政府漁業管理處。
- 劉小如、謝長富、楊曼妙、卓逸民、吳海音、杜銘章。2005。東沙國家公園陸域生物

- 資源調查。內政部營建署，131 頁。
- Anderson, RC 2009. Do dragonflies migrate across the western Indian ocean? *Journal of Tropical Ecology* 25(4):347-358.
- Chen JP, KT Shao and CP Lin. 1995. Checklist of reef fishes from Tungsha Tao (Pratas Island), South China Sea. *Acta Zoologica Taiwanica* 6(2):13-40.
- Dai CF. 2004. Dong-sha atoll in the South China Sea: past, present and future. Island of the World VIII international conference, Kinmen Island, Taiwan.
- Gillespie RG and GK Roderick. 2002. Arthropods on islands: colonization, speciation, and conservation. *Annual Review of Entomology* 47:595-632.
- Greenslade P, RA Farrow and JMB Smith. 1999. Long distance migration of insects to a subantarctic island. *Journal of Biogeography* 26(6):1161-1167.
- Holzapfel EP and JC Harrel. 1968. Transoceanic dispersal studies of insects. *Pacific Insects* 10(1):115-153.
- Hui W and M Barter. 1998. Estimates of the numbers of waders in the Dongsha Islands, China. *Stilt* 41.
- MacArthur RH and EO Wilson. 2001. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton. 203pp.
- Riek EF. 1977. The marine caddisfly family Chathamidae (Trichoptera). *Australian Journal of Entomology* 15(4):405-419.
- Schowalter TD and LM Ganio. 1988. Vertical and seasonal variation in canopy arthropod communities in an old-growth conifer forest in southwestern Washington, U.S.A. *Bulletin of Entomological Research* 88(6):633-640.
- Soberón J and J Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3):480-488.
- Strong DR, JH Lawton and R Southwood. 1984. Insects on plants: community patterns and mechanisms. Blackwell, Oxford. 313pp.
- Triplehorn CA and NF Johnson. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects (7th. ed.). Thomson Brooks/Cole, Belmont, USA, 864pp.
- Turner IM, F Xing and RT Corlett. 2000. An annotated check-list of the vascular plants of the South China Sea and its shores. *Raffles Bulletin of Zoology* 8:23-116.