



台灣南部及金門農田與魚塭之水棲昆蟲調查

朱本勳¹、黃耀德²、管立豪³、吳麗娟³、蕭文鳳^{1*}

¹ 國立嘉義大學植物醫學系 600 嘉義市學府路 300 號

² FUJI Environmental Service CO., LTD. 3-3-4 Mitsuwa, Kawaguchi-Shi, Saitama, 334-0011, Japan

³ 行政院農委會林務局保育組 10050 台北市中正區杭州南路一段 2 號

* 通訊作者 email: wfhshiao@mail.ncyu.edu.tw

收件日期：2016 年 2 月 5 日 接受日期：2017 年 3 月 7 日 線上刊登日期：2017 年 7 月 31 日

摘 要

農田與魚塭提供小型脊椎動物及無脊椎動物生活棲所。本研究選擇南部地區及金門農田及魚塭進行調查，以瞭解農漁業水域生態系之水生昆蟲相。自 2009 年 4 月至 2010 年 3 月於嘉義縣市、雲林縣、彰化縣市、臺南市、高雄市、屏東縣市及金門縣各鄉鎮共計 75 個樣點進行普查，所採獲之水生昆蟲計有 4 目 22 科 46 形態種 (morphospecies) 563 隻蟲，以蜻蛉目及雙翅目數量較多；其中鞘翅目計 4 科 9 形態種 65 隻蟲、蜻蛉目計有 5 科 20 形態種 207 隻蟲、半翅目計 7 科 9 形態種 139 隻蟲、雙翅目計有 7 科 8 形態種 152 隻蟲。就棲地而言，農田採獲 4 目 18 科 169 隻蟲、魚塭採獲 4 目 13 科 78 隻蟲、廢棄魚塭採獲 4 目 20 科 187 隻蟲、農用蓄水池採獲 4 目 15 科 129 隻蟲。

關鍵詞：蜻蛉目、雙翅目、鞘翅目、農田、魚塭。

前 言

全球已知的昆蟲估計約 100 萬種，其中不乏生活史部份或全期會在水域度過的水生昆蟲，例如蜻蛉目、蜉蝣目、襉翅目、半翅目、廣翅目、脈翅目、鞘翅目、毛翅目、鱗翅目、雙翅目、膜翅目全目或部分科別；彈尾目生活史也與水域有關 (McCafferty and Provonsha, 1998. Lancaster and Downes, 2013)。

水生昆蟲的分佈主要受到水質、底質環境及昆蟲本身對於污染忍受力的影響。針對這些特性，因而發展出各種監測水質的方法或評估水域環境變化之生物指標 (Hilsenhoff, 1988; Plafkin, *et al.*,

1989; Morse, *et al.*, 1994; Shieh, *et al.* 2012)。自 1997 年起，國內也開始進行各大水系水棲昆蟲資源調查研究計畫，中華民國環保署 (EPA, <http://www.epa.gov.tw/>) 也將這些生物指標納入環評之項目中 (Hsu and Yang, 1997; Lin *et al.*, 2003)。

農漁業生態系是以生產及管理為對象之生態棲地，會投入相當多的人類活動，其中低海拔之農田、池塘、湖泊及草澤，皆能提供生物棲息，在維持生態系統內物種的均衡發展上，同樣扮演著重要的角色。過往水生昆蟲的相關研究多聚焦於溪流等流動水域，然而近年來由於水產上的需要，多數池沼棲地轉作高密度養殖之魚塭；加上農業發展大量使用化學農藥，產生水質污染等問題。此外，各種建設

表一 不同水域類型之形態種平均數量 (n= 75)

Table 1. The mean numbers of morphospecies in different water bodies (n=75)

Types	Subdivision	Sampling sites	Mean of morphospecies
Farmland (n=17)	Rice fields	7	2.86
	Water chestnut fields	3	4.33
	Lotus fields	6	3.83
	Taro fields	1	3
Fish farm (n=42)	Farming fish farms	26	0.77
	Discarded fish farms	16	1.86
Field reservoir (n=16)		16	1.5

之擴張，使得水生昆蟲多樣的棲息地逐漸消失，因而為能讓生態環境得以永續發展，水生昆蟲的調查刻不容緩。

本研究於臺灣南部地區及金門不同作物的農田與魚塭等水域進行水生昆蟲的普查，以明瞭農、漁業生態系水生昆蟲的分佈、群聚組成及其生物多樣性。

材料與方法

一、調查樣點之選定

自 2009 年 4 月至 2010 年 3 月，於台灣南部選定彰化縣市 (12 處)、雲林縣 (10 處)、嘉義縣市 (16 處)、臺南縣市 (16 處)、高雄縣市 (9 處)、屏東縣市 (9 處) 及金門縣 (3 處) 共 75 個樣點進行普查。先以鄉鎮為基本單位，選取 1 至 4 處之樣點，藉由衛星空照圖或航照圖搜尋調查期間低海拔之農田、魚塭及農田蓄水池，儘可能選取植生茂密、周圍人為干擾較低處之水域。調查時，就調查樣點進行全景拍照、衛星定位 (Chu *et al.* 2016)，同時記錄水域內及池岸四周之植群組成 (附錄一)。水域類型之分類依據 Chu *et al.* (2016) 的標準，農田類型有水稻 (*Oryza sativa* L.) 田、蓮花 (*Nelumbo nucifera* Gaertn) 田、菱角 (*Trapa natans* L.) 田及芋頭 (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) 田等；魚塭類型區分為人為養殖魚、蚌、蚬、蝦或其他具經濟價值之養殖池，及已荒廢之養殖池；農用蓄水池則為農民為灌溉或貯水建置的水池。

二、調查方法

調查方法採 Chu *et al.* (2016) 之採樣方法，以

水網採集水生昆蟲及其他水生生物。捕獲之水生昆蟲攜回鑑定、製作成標本及拍照。小型水生昆蟲如雙翅目類之幼蟲與蛹，則以 75% 酒精浸泡保存；至於較大型之蜻蛉目成蟲或半翅目水生昆蟲，則製成插針標本，標本存放於嘉義大學昆蟲標本室。蜻蛉目成蟲則參考 Chang and Wang (1997) 鑑定至種的層次。

三、分類鑑定依據

水生昆蟲之鑑定參考 Tsuda (1962)、Kawai (1985)、Borror *et al.* (1989)、Kun (1991) 及 Kawai and Tanida (2005) 等資料，依其形態種鑑定至科層級，科的英文學名主要參照中華昆蟲特刊第九號—昆蟲綱科以上學名中英對照表 (Yang, 2003)。

四、數據分析

不同棲地與昆蟲優勢科別組成分析，係參考 Engelmann (1978) 的優勢度等級 (Engelmann's Scale)，依不同百分比定義為六級，真優勢 (eudominant) 為該形態種個體數量佔群聚總個體數的 32.0~100%、優勢 (dominant) 為個體數量佔群聚的 10.0~31.9%、亞優勢 (subdominant) 為個體數量佔群聚的 3.2~9.9%、劣勢 (recedent) 為個體數量佔群聚的 1.0~3.1%、亞劣勢 (subrecedent) 為個體數量佔群聚的 0.32~0.99%、稀有 (sporadic) 為個體數量小於群聚總個體數的 0.32%，計算方法為各科形態種個體數佔總個體數的百分比計算其優勢度。

表二 不同水域的形態種的 Engelmann's 數值
Table 2. Engelmann's scales of morphospecies in different water bodies

Order	Family	Water Body			
		Farm land	Farming fish farms	Banned fish farms	Field water reservoir
Coleoptera					
	Dytiscidae	9.47% (SUDO)*	0	1.07% (REC)	1.55% (REC)
	Hydrophilidae	8.88% (SUDO)	3.85% (SUDO)	4.81% (SUDO)	8.53% (SUDO)
	Noteridae	1.18% (REC)	0	1.07% (REC)	0
	Staphylinidae	0.59%	1.28% (REC)	0.53% (SUREC)	0
Odonata					
	Aeshnidae	0%	2.56% (REC)	4.81% (SUDO)	4.65% (SUDO)
	Coenagrionidae	8.88% (SUDO)	15.38% (DO)	11.23% (DO)	13.18% (DO)
	Cordullidae	0.59% (SUREC)	0	1.60% (REC)	0%
	Gomphidae	1.78% (REC)	0	0	3.10% (REC)
	Libellulidae	17.75%(DO)	38.46% (EUDO)	18.18% (DO)	15.50% (DO)
Hemiptera					
	Belostomatidae	2.37% (REC)	0	1.60% (REC)	1.55% (REC)
	Corixidae	10.06% (DO)	0	0	17.05% (DO)
	Gerridae	1.78% (REC)	17.95% (DO)	5.35% (SUDO)	7.75% (SUDO)
	Hebridae	0	1.28% (REC)	0.53% (SUREC)	0
	Micronectidae	1.18% (REC)	2.56% (REC)	1.07% (REC)	2.33% (REC)
	Nepidae	1.18% (REC)	2.56% (REC)	2.14% (REC)	0
	Notonectidae	11.24% (DO)	3.85% (SUDO)	2.14% (REC)	6.98% (SUDO)
Diptera					
	Calliphoridae	0	0	0	0.78% (SUREC)
	Chironomidae	17.16% (DO)	7.69% (SUDO)	13.90% (DO)	14.73% (DO)
	Culicidae	2.37% (REC)	0	24.06% (DO)	0
	Muscidae	1.18% (REC)	1.28% (REC)	1.07% (REC)	1.55% (REC)
	Sciomyzida	2.37% (REC)	1.28% (REC)	1.07% (REC)	0.78% (SUREC)
	Stratiomyidae	0	0	1.07% (REC)	0
	Unknown	0	1.28% (REC)	0.53% (SUREC)	0

* the Engelmann's Scale of each morphospecies.

結果與討論

一、不同棲地之昆蟲相

表一顯示不同棲地類型之昆蟲形態種結果。農田、魚塭、農用蓄水池的樣點數依序為 17、42 及 16 處。調查結果指出農田中水稻田、菱角田、蓮花田及芋頭田其平均形態種數依序為 2.86、4.33、3.83 及 3.00/棲地。魚塭平均形態種數為 0.77/棲地，廢

棄魚塭形態種數為 1.86/棲地，農用蓄水池平均形態種數為 1.5/棲地。

若就各類型棲地內所採獲之昆蟲並依 Engelmann's scales 研究其優勢情況，總體而言，蜻蜓科在魚塭為真優勢種，在另三個水域則為優勢種；細蟴科除農田外也為優勢種；搖蚊科除運作中的魚塭外的三種水域都為優勢種（表二），在運作中的魚塭為亞優勢，此推測其幼蟲可能被魚類或其他

表三 不同水域類型棲息之昆蟲形態種與昆蟲數目

Table 3. Aquatic insect morphospecies and the numbers of insects in various water bodies

Order	Family	Water				Farming fish farms	Banned fish farm	Field reservoir
		Taro field	chestnut field	Lotus field	Rice field			
Coleoptera	Dytiscidae	1(1)	1(2)	3(4)	3(9)*		2(2)	1(2)
	Hydrophilidae		1(6)	1(2)	1(7)	1(3)	1(9)	2(11)
	Noteridae			1(2)			1(2)	
	Staphylinidae				1(1)	1(1)	1(1)	
Odonata	Aeshnidae					1(2)	2(9)	2(6)
	Coenagrionidae		2(3)	3(9)	1(3)	1(12)	3(21)	2(17)
	Cordullidae			1(1)			2(3)	
	Gomphidae		1(1)		1(2)			1(4)
	Libellulidae		4(5)	6(14)	5(11)	8(30)	5(34)	7(20)
Hemiptera	Belostomatidae		1(4)				1(3)	1(2)
	Corixidae		1(2)	1(5)	1(10)			1(22)
	Gerridae			1(2)	1(1)	1(14)	1(10)	1(10)
	Hebridae					1(1)	1(1)	
	Micronectidae			1(1)	1(1)	1(2)	1(2)	1(3)
	Nepidae			1(2)		1(2)	2(4)	
	Notonectidae		1(3)	2(12)	1(4)	1(3)	1(4)	1(9)
Diptera	Calliphoridae							1(1)
	Chironomidae		1(3)	1(25)	1(1)	1(6)	1(26)	1(19)
	Culicidae			1(1)	1(3)		1(45)	
	Muscidae				1(2)	1(1)	1(2)	1(2)
	Sciomyzidae	2(3)			1(1)		1(6)	1(1)
	Stratiomyidae						1(2)	
	unknown					1(1)	1(1)	
Total		3(4)	13(29)	23(80)	20(56)	20(78)	30(187)	24(129)

* the numbers of insects of each family.

水生生物攝食有關。

農田結果共計 4 目 18 科 33 形態種，蜻蜓科的數量 (30 隻) 最多、搖蚊科 (29 隻) 次之、松藻蟲科 (19 隻) 再次之；蜻蜓科、划蟾科、搖蚊科及仰泳椿科是優勢科別。菱角田有 4 目 9 科 13 形態種、蓮花池有 4 目 13 科 23 形態種、芋頭田有 2 目 2 科 3 形態種。水稻田有 4 目 14 科 20 形態種 (表三)。

農用蓄水池有 4 目 15 科 24 形態種。蜻蜓科、划蟾科及搖蚊科為優勢種。

於廢棄魚塭採獲最多種類與數量的昆蟲，共計 4 目 20 科 30 形態種，以蚊科 (45 隻) 最多、蜻蜓科 (34 隻)、搖蚊科 (26 隻) 次之、細蟴科 (21 隻) 再次之，都為優勢科別 (表二)。於 16 個廢棄魚塭樣點

中蜻蛉目的出現率為 93.8%、雙翅目出現率為 62.4%、水黽科出現率為 50%。

魚塭有 4 目 13 科 20 形態種、以蜻蜓科 (30 隻) 最多，水黽科 (15 隻) 次之、細蟴科 (12 隻) 再次之，都為優勢科別 (表二)。其中有二個鹹水養殖魚塭未發現水生昆蟲；另二個魚塭則因魚的族群數量相當多也未發現水生昆蟲存在；養蝦的單一個魚塭就出現 3 目 7 科昆蟲 (蜻蛉目 1 科、半翅目 5 科、雙翅目 1 科)。於 26 個魚塭中蜻蛉目的出現率為 68.9%、水黽科出現率為 57.9%、雙翅目出現率為 19.2%。

二、各目水生昆蟲相

本研究總計採獲 4 目 22 科 46 形態種，其中鞘翅目計 4 科 9 形態種、蜻蛉目計 5 科 20 形態種、半翅目計 7 科 9 形態種、雙翅目計 7 科 8 形態種。採集數量上以蜻蛉目 207 隻最多，其次為雙翅目 152 隻、半翅目 139 隻及鞘翅目 65 隻 (表三)。

蜻蛉目皆可分辨至種，計有晏蜓科的麻斑晏蜓 (*Anax panybeus* Hagen)，弓蜓科的耀沂弓蜓 (*Macromia daimoji* Okumura)，春蜓科的粗鉤春蜓 (*Ictinogomphus rapax* (Rambur))，蜻蜓科的彩裳蜻蜓 (*Rhyothemis variegata arria* (Drury)、薄翅蜻蜓 (*Pantala flavescens* (Fabricius)、褐斑蜻蜓 (*Brachythemis contaminata* (Fabricius)、杜松蜻蜓 (*Orthetrum sabina sabina* (Drury))、善變蜻蜓 (*Neurothemis ramburii ramburii* (Kaup))、霜白蜻蜓 (*Orthetrum pruinosum neglectum* (Rambur))、金黃蜻蜓 (*Orthetrum glaucum* (Brauer))、樂仙蜻蜓 (*Trithemis festiva* (Rambur))、猩紅蜻蜓 (*Crocothemis servilia servilia* (Drury)) 及黃紉蜻蜓 (*Pseudothemis zonata* (Burmeister))，細蟴科的青紋細蟴 (*Ischnura senegalensis* (Rambur))、紅腹細蟴 (*Ceriagrion auranticum ryukyuanum* Asahina)、弓背細蟴 (*Pseudagrion pilidorsum pilidorsum* (Brauer)) 及白粉細蟴 (*Agriocnemis femina oryzae* Lieftinck)，其中以青紋細蟴與褐斑蜻蜓在每個縣市皆有採集的記錄。

半翅目有田鱉科的負子蟲 (*Sphaerodema rustica* Fabricius)，紅娘華科的小紅娘華 (*Laccotrephes pfeifferiae* (Ferrari)) 及水螳螂 (*Ranatra chinensis* (Mayer))、划蝽科的橫紋划蝽 (*Saccharum spontaneum* Uhler)、水黽科的大水黽 (*Aquarlus elongatu* (Uhler))。鞘翅目有龍蝨科的灰龍蝨 (*Eretes sticticus* Linn.)、毛足大龍蝨 (*Cybister rugosus* (MacLeay))、麗球龍蝨 (*Hypnea boergesenii* T.Tanaka) 及姬龍蝨 (*Rhantaticus congestus* (Klug))，牙蟲科的姬牙蟲 (*Sternolophus rufipes* (Fabricius))。

雙翅目由於幼蟲鑑定至種的層級較為困難，僅於確定科別後，將外表形態顯著差異者列在不同形態種。

三、各縣市別水生昆蟲相

表四顯示於彰化縣有 3 目 9 科 16 形態種，其中蜻蛉目採獲 7 種、鞘翅目 5 形態種及雙翅目 4 形態

種。於雲林縣有 4 目 15 科 24 形態種，其中蜻蛉目採獲 11 種、鞘翅目及半翅目各有 5 形態種及雙翅目 3 形態種。嘉義縣市有 6 目 17 科 27 形態種，其中蜻蛉目採獲 13 種、半翅目 6 形態種，其中有較多種小型半翅目類如松藻蟲及划蝽科，中埔鄉採得非常多數量之負子蟲；鞘翅目及雙翅目各為 4 形態種。

臺南縣有 4 目 16 科 25 形態種，其中蜻蛉目採獲 10 種、半翅目 7 形態種；其餘為鞘翅目及雙翅目各 4 個形態種。高雄縣有 4 目 7 科 9 形態種，其中蜻蛉目採獲 5 種、雙翅目 3 形態種及半翅目 1 形態種。屏東縣有 4 目 11 科 14 形態種，其中半翅目及蜻蛉目採獲 5 形態種、雙翅目 3 形態種、鞘翅目有 1 形態種，於恆春有採得較大型之牙蟲；牡丹、旭海一帶水生昆蟲數量及種類豐富。金門縣有 4 目 10 科 14 形態種，其中半翅目採獲 5 形態種、蜻蛉目與鞘翅目各 4 形態種；雙翅目僅 1 形態種 (表四)。就蜻蛉目中，青紋細蟴、杜松蜻蜓、薄翅蜻蜓和褐斑蜻蜓皆在所有採樣之縣市樣點內發現。

於本調查之 42 個魚塢樣點中，共域的生物有魚類、螺類、蝦類及蜘蛛；魚塢之魚類數量多寡明顯影響水生昆蟲之數量且此時出現較多的是水黽科、蜻蜓科及細蟴科。廢棄魚塢較使用中之魚塢具豐富之水生昆蟲棲息，推測是養殖魚塢之魚類數量高度密集，且以水生昆蟲為食物所致。而廢棄之魚塢隨著廢棄時間延長，魚類數量下降，水生昆蟲遷入等原因，因而造成較多樣的水生昆蟲及數量。

在調查過程中觀察到水黽偏好出現在有開闊水面的水域，細蟴偏好在有水生植物停棲的水域，至於水黽科、蜻蜓科、細蟴科及雙翅目出現頻率之變化，仍需進一步進行昆蟲習性之探討，方能導出最後結論。

於農業生態系中，調查期間發現施用農藥、家庭洗滌廢水排放的情形，此外，因金寶螺 (*Ampullarium insularum*)。台灣農民多施用藥劑防治此有害生物，因而對生態環境造成衝擊，是否會連帶影響農田魚塢水生昆蟲多樣性，仍值得進一步測試。

Lai et al. (2003) 指出休耕水田蓄水後，最早出現的物種為浮游性動物，以輪蟲與甲殼類居多；其次出現的為搖蚊類幼蟲、蛙類、金寶螺與少數水生昆蟲。休耕水田雖然受到農用化學添加物污染的程度較低，但其水生昆蟲族群與受污染的水域較為類似，種類少且多耐污染。

蜻蜓和豆娘幼期的棲地為池塘、沼澤和緩流的溪流；稚蟲是捕食者，取食軟體動物、其它昆蟲、

表四 各縣採集之水生昆蟲形態種數

Table 4. Aquatic insect morphospecies of different counties

Order	Family	Changhua	Yunlin	Chiayi	Tainan	Kaohsiung
Coleoptera	Dytiscidae	3	2	2	1	
	Hydrophilidae	1	2	2	2	
	Noteridae		1			
	Staphylinidae	1			1	
Odonata	Aeshnidae	2	2	1	2	1
	Coenagrionidae	1	2	2	3	1
	Cordullidae			2		
	Gomphidae		1	1		
	Libellulidae	4	6	7	5	3
Hemiptera	Belostomatidae		1	1	1	
	Corixidae		1	1	1	
	Gerridae		1	1	1	1
	Hebridae					
	Micronectidae		1	1	1	
	Nepidae			1	1	
Diptera	Notonectidae		1	1	2	
	Calliphoridae					
	Chironomidae	1	1	1	1	1
	Culicidae		1	1		1
	Muscidae	1			1	1
	Sciomyzidae	2	1	1		
	Stratiomyidae				1	
unknown			1	1		
	Total	16	24	27	25	9

甲殼綱、蠕蟲及小魚；稚蟲也同時也是有些魚類的食物 (Smith, 1995; Allan, 1995)。水黽、負椿科成蟲棲息地為池塘和緩流的溪流。紅娘華若蟲與成蟲棲息地為池塘和緩流的溪流。划蝽科和仰泳蝽成蟲棲息地為池塘、流動之溪流、潮間帶濕地。蚊科幼蟲是魚的食物 (Allan, 1995)。搖蚊科能容忍低氧，取食腐爛的物質和微生物。龍蟲科幼蟲棲息地為緩流的水體 (Abowei and Ukoroije, 2012)。本研究之樣區不管是農田、魚塭或蓄水池多為有固定之面積，或許可以視為水流動緩慢之池塘，因而會出現在 Abowei and Ukoroije (2012) 文章所列出之蜻蛉目、半翅目、鞘翅目和雙翅目。

於本調查過程中發現，不論水域類型，凡有豐富水生植物植被的蓮花與芋頭田，其水生昆蟲數量及種類皆較無植被者豐富 (附錄一)。推測其因，可能蓮花與芋頭之根莖可供水生昆蟲攀附、生息，躲避魚類、天敵等掠食，或可提供昆蟲產卵之環境及合適棲所。其中農用蓄水池的鞘翅目及半翅目的種類對於其他棲地多樣性較高，但若有受農藥影響之樣點則昆蟲種類下降；也許普查樣本數增加或農藥施用量監測及鄰近植物栽種狀況等資料，將可更了解變化組成及趨勢，值得更進一步探討。

此外，由於各縣樣點調查時間有所差異，水生昆蟲種類可能因季節之不同而有不同之生命週期及

活動能力，使採獲之物種有所不同；其中高雄、屏東及金門三縣之調查期處於冬季，所受影響可能較高。調查也發現，田鱉科、紅娘華科及龍蝨科等較大型的水生昆蟲，種類與數量極少。水黽科在魚塢、廢棄漁塢與農用蓄水池出現頻率依序為 60.0、62.5 及 62.5%，是否因為農藥使用或是家庭用水污染或是水面寬闊度影響，而使族群變化，仍需收集更多的資料來證實。

Abowei and Ukoroije (2012) 指出水生昆蟲成蟲與幼蟲會攻擊魚卵和魚苗，同時也在池塘競爭食物及空間；不過，蚊子幼蟲是魚的食物。此外，文獻指出過往數十年農業快速發展農藥及肥料的濫用，水質被工業或家庭廢水污染造成優氧化以及土地開發造成棲息地破壞，會導致水生昆蟲種類下降 (Yoon *et al.*, 2010)。不同水體的水生昆蟲物種及族群密度是會受棲地條件及生物間之相互作用而影響，此一普查工作只能提供初步的資料，未來可針對特定物種或棲地類型進行長期監測更進一步的研究。

致 謝

本試驗承農委會林務局計畫 tfbr-980608 補助經費，在此致謝。

引用文獻

- Abowei JFN, Ukoroije BR. 2012. The identification, types, taxonomic orders, biodiversity and importance of aquatic Insects. *British J Pharmacol Toxicol* 3: 218-229.
- Allan JD. 1995. *Stream Ecology, Structure and Function of Running Waters*. Chapman and Hall, London, 388 pp.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. 1989. *An Introduction to the Study of Insect*. 6th ed. Saunders College Publishing, New York. 875 pp.
- Chang, YJ, Wang, LC. 1997. *Guide of Yangmingshan National Park (Series 6) Odonata*. Yangmingshan National Park, Construction and Planning Agency, Ministry of Interior, Taipei. 263 pp.
- Chu BH, Guan LH, Wu LJ, Huang YT, Hsiao WF. 2016. The survey of Taiwan rare species, Giant water bug (*Lethocerus indicus* Lepeletier and Serville). *J Agric For (NCYU)* 13: 41-49. (in Chinese)
- Engelmann HD. 1978. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. *Pedobiologia* 18: 378-380. (in German)
- Hilsenhoff WL. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *J N Am Benthol Soc* 7: 65-68.
- Hsu CB, Yang PS. 1997. Study on the assessment of water quality with biological indicators of aquatic insects in the Keelung River. *Chinese J Entomol* 17: 152-162. (in Chinese)
- Kawai T. 1985. *An Illustrated Book of Aquatic Insects of Japan*. Tokai University Press, Tokyo. 409 pp. (in Japanese)
- Kawai T, Tanida K. 2005. *Aquatic Insects of Japan: Manual with Keys and Illustrations*. Tokai University Press, Hadano. 1360 pp. (in Japanese)
- Kun GS. 1991. *Entomology (II)*. National Chung Hsing University, College of Agricultural and Natural Resources. Taichung City, Taiwan. (in Chinese). pp 275-762.
- Lai HT, Shy JY, Hsieh FY, Hsieh YJ. 2003. Restoration of aquatic fauna in fallow paddy fields. *Chinese Biosci* 46: 43-55. (in Chinese)
- Lancaster J, Downes BJ. 2013. *Aquatic Entomology*. Oxford University Press, Oxford. 296 pp.
- Lin SH, Lee MJ, Chang SC, Lee HH. 2003. Stream water quality assessment with family-level biotic index of aquatic insect. *J. Soil Water Conserv* 35: 425-438. (in Chinese)
- McCafferty QP, Provonsha A. 1998. *Aquatic Entomology: The Fisherman's and Ecologist's Illustrated Guide to Insects and Their Relatives*. Jones & Bartlett Learning, MA, 448 pp.
- Morse JC, Yang L, Tian L. 1994. *Aquatic Insects of China Useful for Monitoring Water quality*. Nanjiang: Hehai University Press.

pp. 68-91.

Plafkin JL, Barbour MT, Porter KD. 1989. Rapid bioassessment protocols for use in stream and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish. Report No. EPS/ 444/ 4 89/ 001, US EPA. Washington DC.

Shieh SH, Wang LK, Hsiao WF. 2012. Shifts in functional traits of aquatic insects along a subtropical stream of Taiwan. *Zool Stud* 51: 1051-1065.

Smith DG. 1995. Keys to the freshwater macro invertebrates of Massachusetts. Published by Smith DG. Amherst, MA, 413: 545-1956.

Tsuda M. 1962. Aquatic Entomology. Hokuryu-

Kan, Tokyo. 269 pp. (in Japanese)

Yang JT. 2003. Analysis on diversity of ecological functions of forest insect community on the basis of family level. Proceeding of "The 4th conference on techniques for wildlife research and survey". p. 35-58. Wildlife Conservation Foundation. 104 pp. (In Chinese)

Yoon T, Kim D, Kim S, Jo S, Bae Y. 2010. Light-attraction flight of the giant water bug, *Lethocerus deyrolli* (Hemiptera: Belostomatidae), an endangered wetland insect in East Asia. *Aquat. Insects.* 32: 195-203.

附錄一 調查樣點之水生昆蟲相及其它生物

類型	昆蟲	其它生物	備註
芋頭田	鞘翅目(龍蝨科 1 種)。雙翅目(沼蠅科 2 種)。	螺類	GPS: 202885 2655407; 池中皆為人工種植之芋頭, 池岸少數空心菜、地瓜葉、可能有農藥之影響。
菱角田	鞘翅目(牙蟲科 1 種)。半翅目(松藻蟲科 1 種、田鱉科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 2 種、細蟪科 1 種)。	螺類	GPS: 184215 2604683; 二分之一池岸為芋頭田, 另一半則為水泥壁、池旁即為柏油道路, 且被稻田包圍可能施用農藥。
菱角田	鞘翅目(龍蝨科 1 種、牙蟲科 2 種)。半翅目(田鱉科 1 種、松藻蟲科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 3 種、春蜓科 1 種、細蟪科 2 種)。雙翅目: 1 種。	螺類	GPS: 178881 2589972、水生植物菱角、人工栽植菱角田, 附近為稻田, 可能有些許農藥影響。
菱角田	半翅目(水蟲科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種)。	水蚤、螺類	GPS: 183442 2555369; 池岸多為大花咸豐草及野荳、四週有農田耕作, 可能有農藥影響。
蓮花田	鞘翅目(牙蟲科 1 種)。半翅目(松藻蟲科 1 種、水黽科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 4 種、弓蜓科 1 種、細蟪科 1 種)。雙翅目(蚊科 1 種)。	蛙類、螺類	GPS: 191379 2590762; 人為栽植水生蓮花, 水面少數浮萍、水中可能施有農藥, 採集時發現許多水生昆蟲皆已死亡。
蓮花田	蜻蛉目(蜻蜓科 4 種、細蟪科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種)。	魚類、螺類、水蛭	GPS: 200431 2644663; 人工栽植蓮花, 兩旁為園藝商苗圃、水中有中型魚類, 水生昆蟲數量較少。
蓮花田	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種、細蟪科 1 種)。	魚類、鱉、螺類	GPS: 187873 2641136; 池中皆為蓮花、池岸少數野荳、柳樹, 魚類數量多, 有家庭廢水流入。
蓮花田	鞘翅目(龍蝨科 1 種)。蜻蛉目(細蟪科 1 種)。半翅目(水蟲科 1 種)。	蜘蛛、水鳥	GPS: 180171 2571648; 池中皆為人工栽植香水蓮, 四週有部分農田及園藝商業, 有施用農藥。
蓮花田	蜻蛉目(蜻蜓科 2 種、細蟪科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種、松藻蟲科 2 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種)。	蜘蛛類、螺類	GPS: 197710 2561613; 四週人為栽植中葉欖仁, 池岸禾本科為主, 池中多蓮花, 有家庭廢水排入。
蓮花田	鞘翅目(龍蝨科 2 種、牙蟲科 1 種、突胸龍蝨科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 2 種、細蟪科 2 種)。半翅目(水黽科 1 種、紅娘華科 1 種)。	魚類、螺類	GPS: N 24°27'22.6" E 118°23'47.5"; 週圍種植黃金榕, 池岸以禾本科為主, 水生植物蓮花、部分區域水表面浮有油脂。
休耕水稻田	鞘翅目(龍蝨科 1 種、牙蟲科 1 種)。半翅目(水蟲科 1 種、松藻蟲科 1 種、水黽科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 5 種、細蟪科 1 種)。	捻魚(土虱)、螺類、蚌類	GPS: 197935 2601929; 池旁為柚子、荔枝果園, 池中有水蓑衣、水稻、蓮花、池旁溝內有許多丟棄之農藥罐; 果園葉面上也有農藥殘留; 有人類垃圾。
休耕水稻田	鞘翅目(牙蟲科 2 種)。半翅目(松藻蟲科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 2 種、細蟪科 1 種)。雙翅目(蚊科 1 種、沼蠅科 1 種)。	螺類	GPS: 206689 2623993; 四周多禾本科、水生植物有莎草與布袋蓮、旁有家庭廢水溝, 故有廢水流入。
休耕水稻田	半翅目(小划椿科 1 種)。	螺類	GPS: 204794 2682660(T67)、池岸多咸豐草, 池中則有二到三種禾本科植物挺水生長、四週皆開發為建築。

類型	昆蟲	其它生物	備註
休耕水稻田	鞘翅目(龍蝨科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。	蜘蛛類、螺類	GPS: 202152 2656903; 池中主要為田菁、水稻, 池岸有牽牛花、咸豐草、大飛揚草及龍爪茅等; 道路旁之廢棄水田, 不確定是否有農藥殘留。
休耕水稻田	鞘翅目(牙蟲科 2 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種、春蜓科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種)。	螺類、水蛭	GPS: 197830 2610919; 僅存部分採收完之稻梗; 四週農地有施用農藥。
休耕水稻田	鞘翅目(龍蝨科 1 種)。	蚌類、螺類	GPS:207412 2645138; 池岸少數龍爪毛及野菟, 有農藥使用。
休耕水稻田	鞘翅目(龍蝨科 1 種、牙蟲科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。雙翅目(家蠅科 2 種)。	魚類、螺類、蜘蛛類	GPS: 197215 2642122; 禾本科與莎草科叢生、旁為農田, 農藥影響嚴重。
休耕水稻田	鞘翅目(龍蝨科 1 種、隱翅蟲科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。	螺類	GPS: 196546 2671866; 池中僅存收割完之稻梗、農藥影響嚴重。
漁塭	半翅目(松藻蟲科 1 種)。蜻蛉目(細蟪科 1 種)。雙翅目:1 種。	螺類、魚類	GPS: 196423 2611059; 四周人為種植果樹、芋頭。淺水岸多為禾本科; 池中養殖魚類數量多, 相對水生昆蟲稀少。
漁塭	鞘翅目(牙蟲科 3 種)。半翅目(水黽科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種、細蟪科 1 種)。	螺類、魚類	GPS: 180380 2591705; 沿岸為人工水泥砌圓石與少數禾本科; 大型漁塭, 水生昆蟲數量不多。
漁塭	半翅目(水黽科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。	螺類、中小型魚類	GPS: 173667 2582373; 池邊多大花咸豐草、龍爪毛與莎草, 四週圍栽植芒果; 池中非常多魚苗, 水生昆蟲數量稀少。
漁塭	蜻蛉目(蜻蜓科 4 種)。半翅目(水黽科 1 種)。	螺類、中小型魚類	GPS: 210772 2578270; 池岸禾本科、部分池面為野桐遮蔭, 四週有人為栽植的檳榔樹; 池內魚類多, 水生昆蟲稀少。
漁塭	半翅目(水黽科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 2 種、細蟪科 1 種)。	螺類、中小型魚類	GPS: 211062 2627899; 池周圍芒果樹遮蔭, 池中少數布袋蓮; 池中多魚, 水生昆蟲數量稀少。
漁塭	半翅目(水黽科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。	魚類、水蛭	GPS: 196907 2616929; 池岸多為禾本科植物; 養殖魚池水生昆蟲稀少。
漁塭	半翅目(水黽科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。	魚類、龜類	GPS: 188302 2632186; 池岸多為禾本科植物; 養殖魚池水生昆蟲稀少。
漁塭	蜻蛉目(蜻蜓科 2 種、細蟪科 1 種)。	魚類、螺類	GPS: 180970 2613290; 池岸邊多為葎草, 少數血桐; 四週有農耕地, 可能有農藥影響。
漁塭	半翅目(水黽科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 3 種)。	魚類	GPS: 170599 2615536; 池岸多為禾本科植物, 林投、榕樹、芋頭、芭蕉; 魚類數量多, 水生昆蟲種類少。
漁塭	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。	魚類、螺類	GPS: 204996 2646643; 幾乎無植被; 水中魚類多, 水生昆蟲數量較少。
漁塭	蜻蛉目(蜻蜓科 3 種、晏蜓科 1 種)。雙翅目(家蠅科 1 種)。	魚類	GPS: 198956 2650151; 池岸禾本科為主, 少數咸豐草與霍香薊; 魚類數量多, 水生昆蟲稀少。
漁塭	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。	魚類、蚌類	GPS: 192386 2638991; 池岸少數禾本科、咸豐草; 魚類數量多, 且四週皆農田, 農藥污染嚴重。
漁塭	蜻蛉目(細蟪科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種)。	魚類	GPS: 179239 2553603; 四週主要為禾本科, 部分倒地鈴及咸豐草, 人工栽植芒果、南瓜; 魚類非常多, 水生昆蟲數量稀少。
漁塭	半翅目(水黽科 1 種)。	魚類、螺類	GPS: 175631 2579114; 四週麻竹、血桐、黃槿, 池岸多為大花咸豐草及倒地鈴, 水生植物水杜柳; 魚類非常多, 幾乎無水生昆蟲。

類型	昆蟲	其它生物	備註
漁塭	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種)。	魚類	GPS: 177826 2519445；四週有血桐、椰子，池岸為禾本科及倒地鈴；魚類數量多，水生昆蟲稀少。
漁塭	無採集到水生昆蟲。	魚類	GPS: 169488 2530802；四週皆禾本科植物；鹹水養殖魚塭，無水生昆蟲。
漁塭	無採集到水生昆蟲。	魚類、螺類	GPS: 170332 2526377；四週主要為禾本科植物、少數海馬齒及咸豐草；鹹水養殖魚塭，無水生昆蟲。
漁塭	蜻蛉目(細蟴科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種)。	魚類	GPS: 194755 2529542；池岸以禾本科及銀合歡為主；旁為香蕉園。
漁塭	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種、細蟴科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種)。	魚類、蜘蛛	GPS: 200863 2533448；池岸禾本科為主，部分倒地鈴，水中多藻類；魚類數量多。
漁塭	半翅目(水黽科 1 種)。	魚類、鴨	GPS: 183307 2530404；池岸幾乎無植被；魚類數量多。
漁塭	蜻蛉目(細蟴科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種)。	魚類	GPS: 201512 2520693；池岸多倒地鈴及野荳；魚類數量多。
漁塭	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種、微水黽科 1 種、松藻蟲科 1 種、小划椿科 1 種、紅娘華科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種)。	蝦類	GPS: 203851 2494302；池旁人為栽植木瓜、芒果，池中多絲藻；池內為養殖蝦類。
漁塭	半翅目(水黽科 1 種)。	魚類	GPS: 203434 2513902；池旁栽植樟樹、池岸散生大花咸豐草；魚類數量多。
漁塭	未採集到水生昆蟲。	魚類	GPS: 201558 2510940；池岸多為禾本科植物、少數倒地鈴；魚類數量多。
漁塭	鞘翅目(隱翅蟲科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。	魚類	GPS: 209598 2473029；池邊計有：野荳、龍爪茅、紅乳草、咸豐草、水荳菜，池旁為蓮霧園；池水優氧化嚴重。
漁塭	未採集到水生昆蟲。	魚類	GPS: 205671 2496936；池邊人為栽植福木，池岸皆人工水泥化；魚類數量多。
廢棄漁塭	半翅目(水黽科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種、細蟴科 1 種)。	螺類、魚類	GPS: 183935 2606024；四周主要以禾本科為主，些許野荳；許多中小型魚類及魚苗，水生昆蟲數量較少。
廢棄漁塭	半翅目(水黽科 1 種)。	螺類、魚類	GPS: 185990 2605727；四周岸主要為人工堆砌之圓石，少許禾本科生長於其間；有多個排水孔，推斷是四周住家之家庭廢水，污染較嚴重。
廢棄漁塭	半翅目(水黽科 1 種、松藻蟲科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 4 種、晏蜓科 1 種、弓蜓科 1 種、細蟴科 1 種)。	螺類、魚類、蜘蛛	GPS: 187617 2593637；禾本科與莎草科為主；周圍農地或果園可能有農藥影響，但應該不大，水中水生昆蟲數量豐富。
廢棄漁塭	鞘翅目(牙蟲科 1 種)。半翅目(紅娘華科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種、弓蜓科 1 種、細蟴科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種)。	螺類、蛙類	GPS: 181889 2593413、沿岸多為大花咸豐草、朴樹。水生植物為空心菜、莎草、水蠟燭；附近有養殖鴨場，水質看似有點優氧化。
廢棄漁塭	鞘翅目(牙蟲科 1 種)。半翅目(田蟹科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 2 種、細蟴科 1 種)。雙翅目(沼蠅科 1 種、蚊科 1 種)。	螺類、中小型魚類	GPS: 168019 2585399；池四周皆為禾本科挺水植物；有家庭廢水排入，也發現許多魚類屍體，水質欠佳。

類型	昆蟲	其它生物	備註
廢棄漁塭	蜻蛉目(蜻蜓科 2 種、細蟪科 1 種)。	螺類、中小型魚類	GPS: 182022 2597015；池四周有倒地鈴、龍爪毛、野菟、田菁等，及水生植物莎草；池內魚類多，水生昆蟲稀少。
廢棄漁塭	鞘翅目(龍蝨科 2 種、牙蟲科 1 種、突胸龍蝨科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 3 種、晏蜓科 1 種、細蟪科 1 種)。雙翅目(沼蠅科 1 種、搖蚊科 1 種)。	蜘蛛類、螺類	GPS: 174214 2633508；池中多為禾本科植物；旁有豬舍養殖廢水排入。
廢棄漁塭	半翅目(水黽科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 3 種、晏蜓科 1 種、細蟪科 1 種)。雙翅目(沼蠅科 1 種、蚊科 1 種)。	魚類、螺類	GPS: 176278 2619836；池中池岸皆為禾本科植物；池中許多人類垃圾，且有家庭廢水流入。
廢棄漁塭	蜻蛉目(蜻蜓科 2 種、晏蜓科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種)。	魚類、蜘蛛類	GPS: 191117 2660963；池岸禾本科為主，咸豐草、蓬琪菊、構樹、小葉桑；魚類數量多，水生昆蟲較少。
廢棄漁塭	鞘翅目(隱翅蟲科 1 種)。蜻蛉目(晏蜓科 1 種、蜻蜓科 1 種、細蟪科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種、紅娘華科 1 種、田鱉科 1 種)。	魚類、蛙類、蜘蛛	GPS: 189354 2583069；四週皆為禾本科植物，水面多為水芙蓉覆蓋；魚類數量中等，應已荒廢一段時間。
廢棄漁塭	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種、細蟪科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種)。雙翅目:1 種。	魚類、螺類	GPS: 162530 2573408；四週多為禾本科植物，行道樹木麻黃；魚類較多。
廢棄漁塭	鞘翅目(牙蟲科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 3 種、晏蜓科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種、水虻科 1 種)。	魚類、螺類	GPS: 177481 2539458；一側為墓地，池岸以禾本科為主，一側為野桐、馬櫻丹、構樹及大花咸豐草為主；魚類數量較多，水生昆蟲數量較少。
廢棄漁塭	雙翅目(家蠅科 1 種、蚊科 1 種、搖蚊科 1 種)。	魚類、螺類	GPS: 170448 2530802；池岸以龍爪茅與咸豐草為主，無樹冠；魚類數量較多、水生昆蟲稀少。
廢棄漁塭	蜻蛉目(細蟪科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種)。	魚類、螺類、水鳥	GPS: 187759 2487527；池岸皆為禾本科；池中有人類垃圾。
廢棄漁塭	蜻蛉目(蜻蜓科 2 種)。半翅目(水黽科 1 種)。	魚類	GPS: 206786 2523021；池旁人為栽植檳榔、桃花心木、肯氏南洋杉、水柳，池岸禾本科及菇婆芋；魚類數量多。
廢棄漁塭	蜻蛉目(蟪科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種、微水黽科 1 種小划椿科 1 種、松藻蟲科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種、家蠅科 1 種)。	螺類	GPS: 195907 2499498；池岸淺水處叢生鹿兜樹科植物，其餘有咸豐草、龍爪茅、小花蔓澤蘭；附近多魚塭或農田。
農用蓄水池	鞘翅目(牙蟲科 3 種、龍蝨科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種、松藻蟲科 1 種、水黽科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 3 種、春蜓科 1 種、細蟪科 1 種)。	螺類、小魚苗	GPS: 194889 2603786；四周圍空心菜與禾本科，有木本的刺番荔枝；有人類垃圾，四週農地有施用農藥。
農用蓄水池	半翅目(田鱉科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種、春蜓科 1 種、晏蜓科 1 種、細蟪科 1 種)。	魚類、蜘蛛類、螺類	GPS: 200261 2628576；池岸多為禾本科植物；四週皆為農田，有使用農藥。

類型	昆蟲	其它生物	備註
農用蓄水池	鞘翅目(牙蟲科 2 種)。半翅目(水黽科 1 種、水蟲科 1 種、松藻蟲科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 1 種、細蟪科 1 種)。雙翅目(沼蠅科 1 種)。	蜘蛛類、螺類	GPS: 167230 2608598; 幾乎無植被; 四週有農耕地, 可能有農藥影響。
農用蓄水池	蜻蛉目(蜻蜓科 2 種、晏蜓科 1 種、細蟪科 1 種)。雙翅目(家蠅科 1 種)。	魚類	GPS: 197046 2667226; 池岸禾本科為主, 竹, 水中多藻類; 四週皆為農田, 農藥影響嚴重。
農用蓄水池	鞘翅目(牙蟲科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 3 種)。半翅目(水黽科 1 種)。	魚類、螺類	GPS: 191878 2554351; 池岸禾本科為主; 四週有農田, 農藥影響嚴重。
農用蓄水池	鞘翅目(牙蟲科 1 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 2 種、細蟪科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種)。	魚類、蛙類、螺類	GPS: 189255 2586136; 池岸多為禾本科植物; 附近皆為農田。
農用蓄水池	鞘翅目(牙蟲科 2 種)。蜻蛉目(蜻蜓科 2 種、細蟪科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種)。	魚類、螺類、澤蝦、蛙類	GPS: 197999 2557466; 池岸有禾本科、薑科; 芒果樹、鐵刀木, 水生植物水芹菜; 四週為芒果園, 農藥影響嚴重。
農用蓄水池	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種、細蟪科 1 種); 半翅目(水黽科 1 種)。	魚類、螺類	GPS: 179784 2574696; 四週計有構樹、朴樹、菩提樹、芭蕉、大王椰子及檳榔, 池岸有大花咸豐草及倒地鈴, 水生植有莎草及水聚藻; 旁有農田, 也有家庭廢水排入。
農用蓄水池	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。	螺類	GPS: 184711 2564043; 週圍栽植芒果樹, 池岸四週以禾本科為主; 四週皆為農田, 農藥影響嚴重。
農用蓄水池	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種)。	魚類、蝦類、螺類	GPS: 167805 2558130; 池岸以禾本科為主, 池旁為果園; 果園施用農藥嚴重。
農用蓄水池	半翅目(水黽科 1 種)。	魚類	GPS: 191290 2550239; 四週為菜園、池岸少數禾本科植物; 農藥影響嚴重。
農用蓄水池	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種、家蠅科 1 種)。	魚類、螺類	GPS: 188840 2539623; 野桐與構樹環繞遮蔭, 地被禾本科及小花蔓澤蘭為主; 魚類數量較多, 水生昆蟲數量較少。
農用蓄水池	雙翅目(搖蚊科 1 種)。	蝦類、螺類	GPS: N 24°25'41.1"E 118°14'01.9"(經緯度); 池週圍多為咸豐草, 池中部分水蓑衣; 四週接為農田, 農藥影響嚴重。
農用蓄水池	蜻蛉目(細蟪科 1 種)。半翅目(松藻蟲科 1 種、水蟲科 1 種)。	甲殼綱、魚類、蜘蛛	GPS: N 24°24'50.4"E 118°18'14.9"(經緯度); 週圍有麻竹、咸豐草, 池岸部份為水泥壁, 水生植物水蠟燭、布袋蓮; 家庭廢水, 有施用農藥。
農用蓄水池	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種、晏蜓科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種)。	魚類、螺類	GPS: 186761 2498412; 池岸為禾本科及咸豐草, 池面為布袋蓮覆蓋。
農用蓄水池	蜻蛉目(蜻蜓科 1 種、細蟪科 1 種)。半翅目(水黽科 1 種)。雙翅目(搖蚊科 1 種、麗蠅科 1 種)。	魚類、蛙類、龜類	GPS: 195334 2515813; 池岸主要為禾本科、另有苦楝、銀合歡、咸豐草等; 有人類垃圾。

Insect Fauna Survey of Agro-Ecosystem in Southern Taiwan and Kinmen

Ben-Hsun Chu¹, Yaw-Tei Huang², Li-Hao Guan³, Li-Juan Wu³, Wen-Feng Hsiao^{1*}

¹ Dept. of Plant Medicine, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

² FUJI Environmental Service CO., LTD. 3-3-4 Mitsuwa, Kawaguchi-Shi, Saitama, 334-0011, Japan

³ Conservation Division, Forest Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei, Taiwan

* Corresponding email: wfhsiao@mail.ncyu.edu.tw

Received: 5 February 2016 Accepted: 7 March 2017 Available online: 31 July 2017

ABSTRACT

Crop field and fish farm are the habitats to support small vertebrates and invertebrates. This study had chosen crop field and fish farm of southern Taiwan and Kinmen as sampling site for aquatic insect fauna survey. The Survey was started from April 2009 to March 2010 in Chiayi city/county, Yulin county, Tainan city/county, Kaohsiung city/county, Changhua county, Pingtung city/county and Kimen island, in a total of 75 sampling sites. The data had indicated that the total aquatic insect consists of 4 order 22 families 46 morphospecies 563 individuals. Among them, Coleoptera has 4 families 9 morphospecies, 65 individuals. Odonata has 5 families 20 morphospecies 207 individuals. Hemiptera has 7 families 9 morphospecies, 139 individuals, and Diptera has 7 families 8 morphospecies, 152 individuals. The Odonata and Diptera have highest numbers. Referring to the habitats, crop field has 4 orders 18 families 169 individuals, fish farm has 4 orders 13 families 78 individuals, banned fish farm has 4 orders 20 families 187 individuals, and farm water reservoir has 4 orders 15 families, 129 individuals.

Key words: Odonata, Diptera, Coleoptera, crop land, fish farm