
認識身旁的小傢伙(九)-- 美洲蜚蠊社會互動行為與空間資源 分配關係的探討

胡琬穠 蔡任圃*

臺北市立中山女子高級中學

壹、研究動機

除了人類社會具有資源分配的各種模式，科學家也研究昆蟲的社會階層與資源分配(表一)。前人多以單項行為，例如：資源分配、侵犯行為、能力高低等作為社會階層的判斷依據。Murfin(1992)發現美洲蜚蠊(*Periplaneta americana*)有爬到高處的習性，所以將環境中的直立短棍做為一項資源，以爬上棍子的行為程度定義其社會階層。Moore 等人(1988)與 Lee 等人(1991)用灰色蜚蠊(*Nauphoeta cinerea*)在團體中侵犯(推擠)與被侵犯的多寡做為社會階層的定義。Rivault 等人(1990)以德國蜚蠊(*Blattella germanica*)偷取食物的能力做為社會階級的分類。這些研究的實驗設計簡潔而單純，實驗結果亦非常顯著，但昆蟲社會階層與資源分配的關係真的如此單純嗎？是否過度簡化昆蟲的社會互動？定義方式會不會加入過多人為的認定？本研究以美洲蜚蠊(*Periplaneta americana*)作為實驗動物，觀察其在團體情境(具社會

因素)與單獨情境(不具社會因素)時，對資源的分配情形，並比較侵犯行為(踢或壓別隻)與資源分配的關係。

貳、研究目的

- 一、建立一逆境模式，以觀察蜚蠊對資源的使用情形。
- 二、比較蜚蠊在團體情境(具社會因素)與單獨情境(不具社會因素)對資源的使用情形。
- 三、比較團體情境下，侵犯行為(踢或壓別隻)與資源分配的關係。

參、研究器材及實驗動物

- 一、研究器材如表二所示。
- 二、實驗動物：

美洲蜚蠊(*Periplaneta americana*)取自本校實驗室自行飼養繁殖。飼養溫度 25~28°C，定期換水、提供充足飼料。實驗皆以健全之雄性成蟲為實驗動物，以免雌性生殖週期或攜夾卵鞘的干擾。實驗過的動物不再進行實驗。

*為本文通訊作者

表一、前人研究昆蟲社會階層與資源分配的研究方法與研究結果

作者	實驗方法	定義取向	結論	我們的質疑
Murfin (1992)	蜚蠊有爬到高處的習慣，故以爬到高處的相對比例做為階層判定	資源分配	剪掉觸角的蜚蠊會影響其社會階層	蜚蠊有使用「高處」這項資源的必要性嗎？
Lee 等人 (1991)	觀察兩群年齡相差 28 日的蜚蠊，分別記錄侵犯行為的發生比例	侵犯行為	年齡較大的蜚蠊，主導權較大且雌蟲可用氣味分辨階層	侵犯行為在平權社會中不會發生嗎？ 一次嚴重的攻擊和多次輕微的攻擊意義相同嗎？
Rivault 等人 (1990)	在盤子中放入一塊食物記錄群體中個體的攝食行為	能力取向 資源分配	雄成蟲和體型大的稚蟲在族群中主導權較大	蜚蠊真的餓了嗎？ 攝食的能力是否可代表主導權或社會階層？
Moore 等人 (1988)	以一個經常更換成員的蜚蠊族群，與另一組成穩定的族群相互比較個體的侵犯行為	侵犯行為	社會經驗較豐富的蜚蠊，在群體中階級較高	無法排除因為陌生而減少互動，且與社會階層無關的可能性

表二、實驗裝置器材

編號	名稱	規格 × 數量	備註
1	鐵架	中型 × 2	
2	白保麗龍板	1	
3	往復式震盪 恆溫培養水槽	1	型號 905
4	培養皿	直徑 20cm 高 3cm×7	
5	USB 攝影機	1	安駒科技 524 免驅網路攝影機
6	電腦	1	用於記錄、分析
7	二氧化碳鋼瓶		用於麻醉蟲體

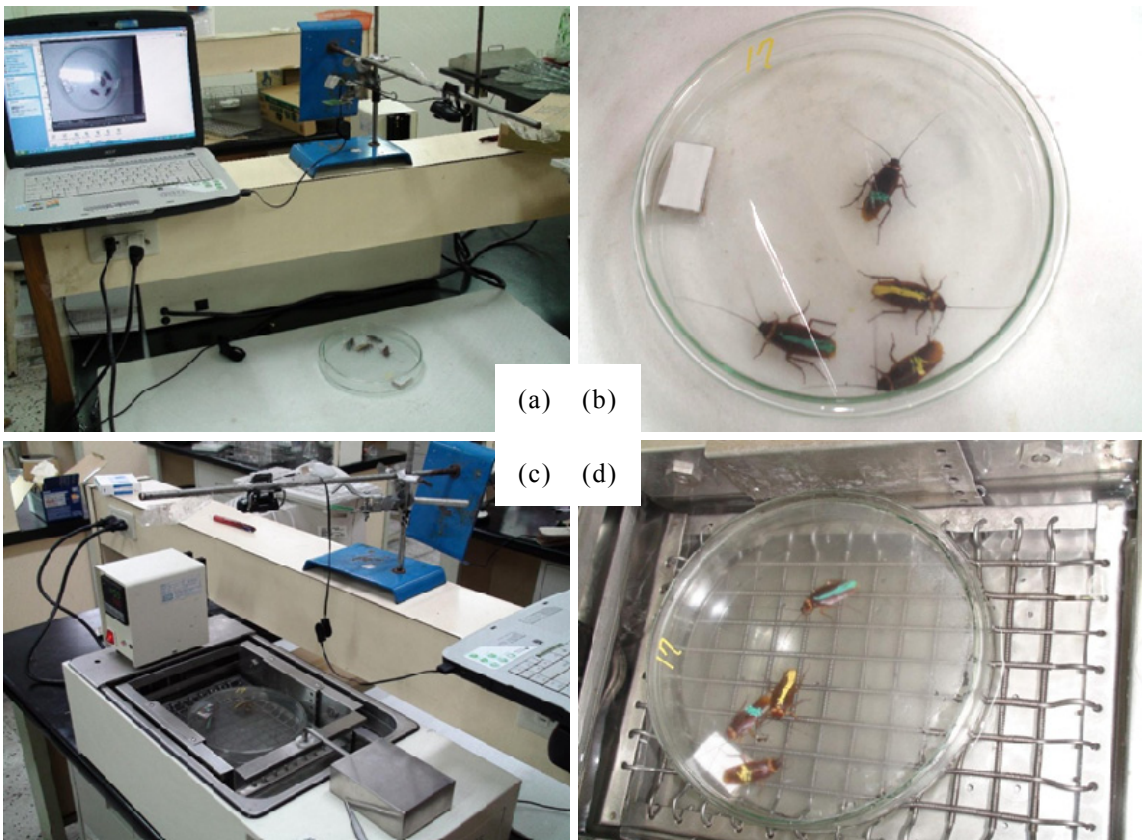
肆、研究過程或方法

一、建立一逆境模式，以觀察蜚蠊對資源的使用情形

在大型培養皿內的邊緣，固定一個長 3.5cm 寬 2.0cm 高 0.5cm 的 U 字型厚紙板檯子(圖一)，並於培養皿正上方約 50 公分處架設 USB 攝影機進行記錄，攝影機影像訊號傳輸至電腦，以 KMPlayer 軟體進行影片錄製。蜚蠊在室溫培養皿中的行為，

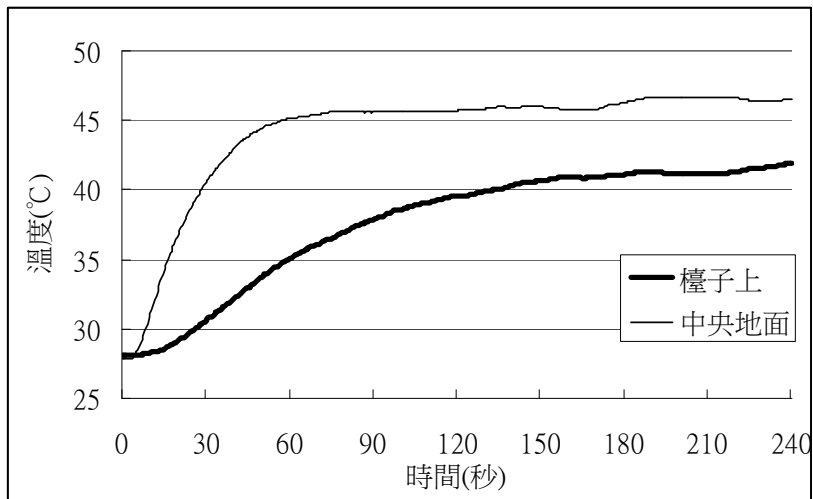
稱為室溫組。將培養皿放入恆定水溫 50°C 的水浴槽內，水面高度不溢過培養皿。於 50°C 的水浴槽內所記錄的行為，稱為高溫組。

培養皿的內部地面與檯子上的溫度變化如圖二。在高溫組中，蜚蠊為避開高溫逆境會爬上檯子，因而在本研究中將檯子的使用視為資源的使用。



圖一、實驗設備與操作過程。

- (a) 室溫組的紀錄器材架設；
- (b) 室溫組蜚蠊的團體活動情形；
- (c) 高溫組的紀錄器材架設；
- (d) 高溫組的蜚蠊的團體活動情形。



圖二、高溫組培養皿內地面與檯子的溫度變化，檯子上的溫度低於地面

二、比較蜚蠊在團體情境與單獨情境對資源的使用情形

將蟲體單獨置於培養皿中，並於室溫與高溫環境下進行為期 4 分鐘的攝影紀錄，比較其使用資源的情形(爬上檯子的總時間)，並依蟲體在高溫環境下資源使用情形排序，將使用資源情形相近的蟲體以 4 隻為一組放入一個培養皿中，在室溫與高溫環境下分別進行 4 分鐘的紀錄，以比較蟲體在團體與單獨情境對資源的使用情形。記錄過程中以黃色及綠色的漆筆於蟲體前翅劃記，方便記錄。若實驗過程有蟲體折損，則該組的數據全數捨去。實驗過程成功記錄 12 隻數據，其中每一個團體組在高溫環境下各進行 7 次的觀察記錄(共收集 84 筆數據)，間隔約 40 分鐘。

三、比較團體情境下，侵犯行為(踢或壓別隻)與資源分配的關係

為了比較侵犯行為的程度是否會決定資源分配的關係，在上述觀察中，紀錄以下各項，最後比較各項間的相關，建立各行為間的關係。

- (一) 移動次數：記錄期間(4 分鐘)蟲體位移的次數，單位為次。
- (二) 移動單次時間：記錄位移開始到停止的時間，單位為秒。
- (三) 移動總時間：記錄期間蟲體各移動單次時間的總和，單位為秒。
- (四) 爬上檯子(圖三 a)次數：記錄期間蟲體爬上檯子的次數，單位為次。蟲體有超過 3 隻腳位於檯子之上，定義為爬上檯子。
- (五) 爬上檯子單次時間：蟲體單一次爬上檯子的時間，單位為秒。
- (六) 爬上檯子總時間：記錄期間蟲體爬上檯子的時間總和，單位為秒。
- (七) 侵犯(圖三 b)次數：記錄期間蟲體發生

部分身體在另一隻的身體上(不包括翅膀尾端)的次數，定義為壓別隻次數，單位為次。而身體有部分在另一隻身體下的次數，定義為被壓次數。

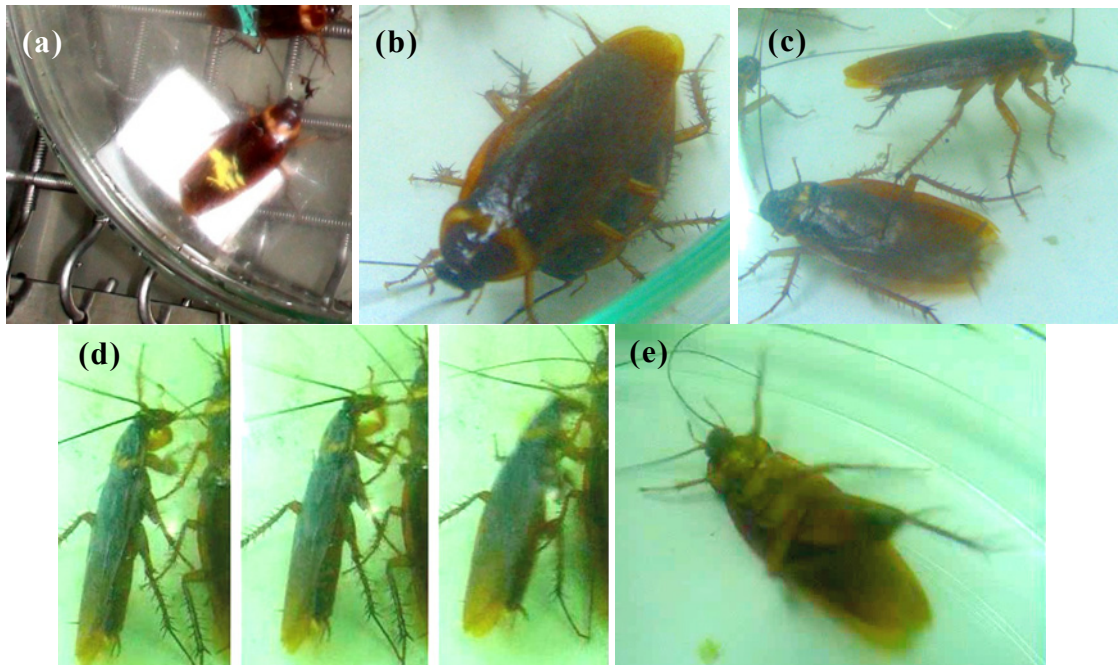
- (八) 壓別隻或被壓單次時間：蟲體一次壓或被壓的時間，單位為秒。
- (九) 壓別隻或被壓總時間：記錄期間壓或被壓單次時間的總和，單位為秒。
- (十) 踢它隻(圖三 c)次數：記錄期間蟲體的腳推擠其他個體的次數，單位為次。
- (十一) 被踢次數：記錄期間(4 分鐘)，被其他蟲體的腳推擠身體的次數，單位為次。
- (十二) 其他參數：本研究同時記錄翻正行為(圖三 d)次數、單次時間、總和時間等。

伍、研究結果

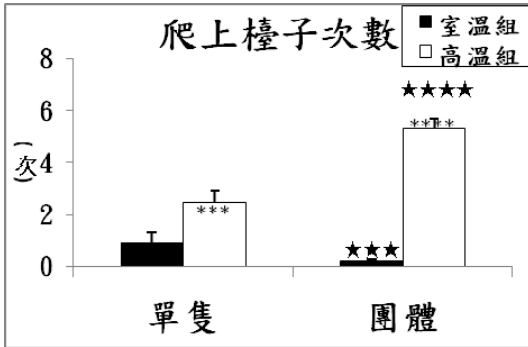
一、建立一逆境模式，以觀察蜚蠊對資源的使用情形

錄蜚蠊室溫與高溫爬上檯子的次數、時間總合、單次時間(圖四)發現高溫環境可明顯提高爬上檯子的行為。顯示在高溫逆境下，檯子對於蜚蠊是一個相對於培養皿底部較佳的位置，故本研究將爬上檯子的時間分配定義為資源的分配。另一方面，高溫逆境亦會提高蟲體的活動程度，增加移動行為的次數，但相對於單獨情境，團體情境會降低移動總時間、單次時間(圖五 b、c)。

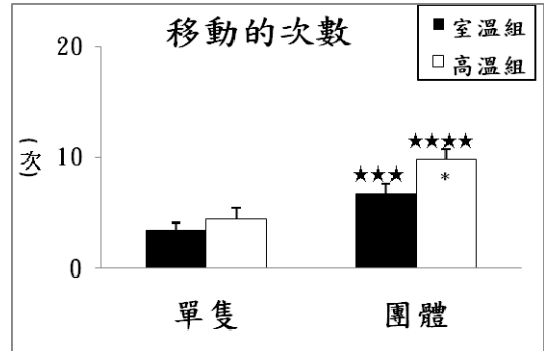
高溫逆境除了影響資源的分配與蟲體的活動程度，對於蟲體之間的侵犯行為亦有增強的效應(圖六)。



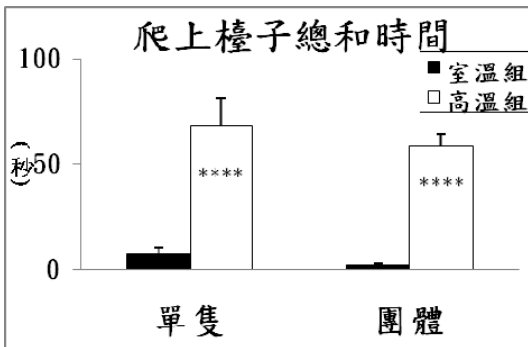
圖三、本研究測量的各項蟲體行為 (a)爬上檯子；(b)壓與被壓；(c)踢與被踢(以後腳踢)；(d)踢與被踢(以前腳與口器攻擊)；(e)翻正行為。



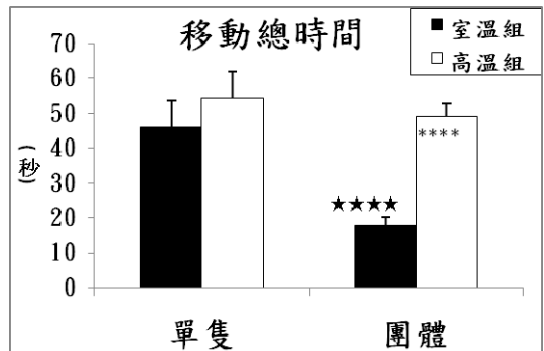
圖四(a) 次數



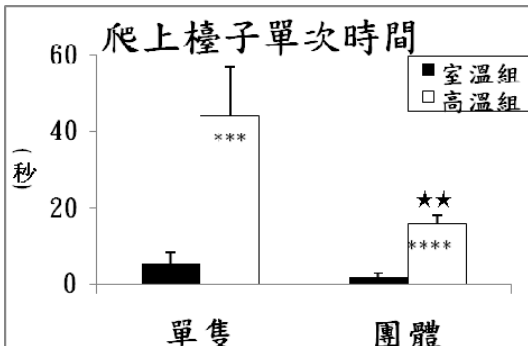
圖五(a) 次數



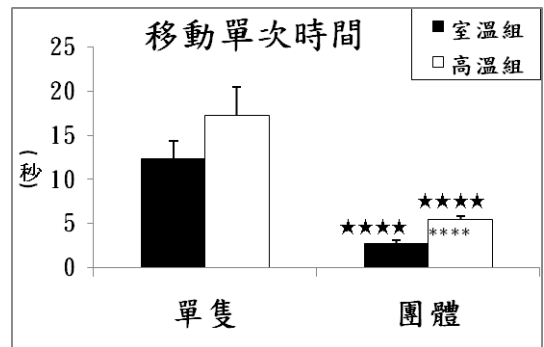
圖四(b) 總時間



圖五(b) 總時間



圖四(c) 單次時間



圖五(c) 單次時間

圖四、室溫與高溫時，蜚蠊在團體與單隻情形下爬上檯子的次數、單次時間與和時間比較。(a)次數；(b)總時間；(c)單次時間。

與室溫組比較(單尾配對 t 檢定)
 *** $p < 0.005$; **** $p < 0.001$ 。

與單隻情形比較(單尾配對 t 檢定)

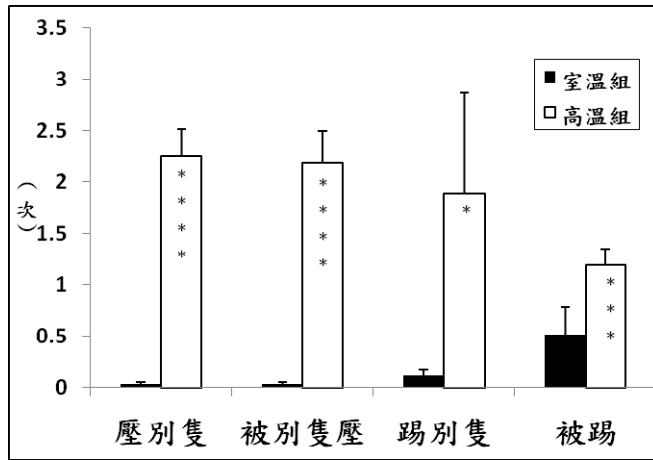
★★ $p < 0.01$

圖五、室溫與高溫時，蜚蠊在團體與單隻情形下移動的次數、單次時間與總時間比較(取樣數詳見方法)。(a)次數；(b)總時間；(c)單次時間。

與室溫組比較(單尾配對 t 檢定)
 **** $p < 0.001$ 。

與單隻情形比較(單尾配對 t 檢定)

★★★★ $p < 0.001$ 。



圖六、室溫與高溫時，蜚蠊在團體情形下踢與被踢、壓與被壓次數比較(取樣數詳見方法)。與室溫組比較(單尾配對 t 檢定) ****: $p < 0.001$; ***: $p < 0.005$; *: $p < 0.01$ 。

二、比較蜚蠊在團體情境與單獨情境對資源的使用情形

實驗結果發現高溫逆境若在團體情境下，每個個體爬上檯子的次數(圖四 a)大於個體單獨隔離的情境。另一方面，團體情境亦會增加蟲體的活動程度，無論室溫組或高溫組，團體情境皆增加移動行為的次數(圖五 a)，但對移動行為的單次時間和總時間則無影響(圖五 b、c)。

三、比較團體情境下，侵犯行為(踢或壓別隻)與資源分配的關係

若在高溫逆境下，比較團體情境中各種侵犯與被侵犯行為與資源分配的關係。可發現不論是壓與被壓、踢與被踢之間都不具相關性(表三)。被壓($R=0.57$)或壓($R=0.64$)與爬上檯子之間的單次時間有正相關性，而踢的次數($R=0.56$)與爬上檯子的單次時間有正相關性(表三)，而被踢與爬上檯子則不具明顯相關性(表三)。其他

如壓、被壓、踢、被踢與爬上檯子的次數、總時間，及其他各項行為之間的相關係數皆不高($R < 0.5$)(圖七、圖八與表三)。

綜合上述，壓或被壓的行為皆與爬上檯子的單次時間有正相關性，而與爬上檯子的總時間不具相關性。換句話說，侵犯或被侵犯行為皆與資源分配具有相似的相關性。但是若將侵犯行為與被侵犯行為合併為「社會互動」，再與資源分配進行相關係數的分析(圖九與表五)，可發現壓與被壓的總時間、單次時間與爬上檯子的總時間、單次時間各具有正相關性(相關係數為 0.53、0.80)。因此資源的分配與社會互動的程度有關，而社會互動包括侵犯與被侵犯的程度，並非為社會階層。

蟲體的壓與被壓的行為總時間與爬上檯子的總時間，兩者並不具明顯相關性。但是若將兩者合併起來比較，又與爬上檯子具有正相關性($R=0.53$) (表四)。若將壓與被壓的行為，區分為在檯子上進行

與在檯子下進行分開討論。在檯子上各社會互動行為之間的相關性，除了在被壓與爬上檯子的相關係數小之外($R < 0.44$)，其餘都與爬上檯子的總時間、單次時間呈正相關性($R > 0.54$) (表四)。另一方面，在檯子上壓的次數與爬上檯子的次數呈正相關性($R = 0.53$) (表四)。但是在檯子下不論是被壓或壓的行為，與爬上檯子都不具明顯相關性($R < 0.39$) (表四)。此外，在檯子上被壓的總時間與被踢的次數呈正相關

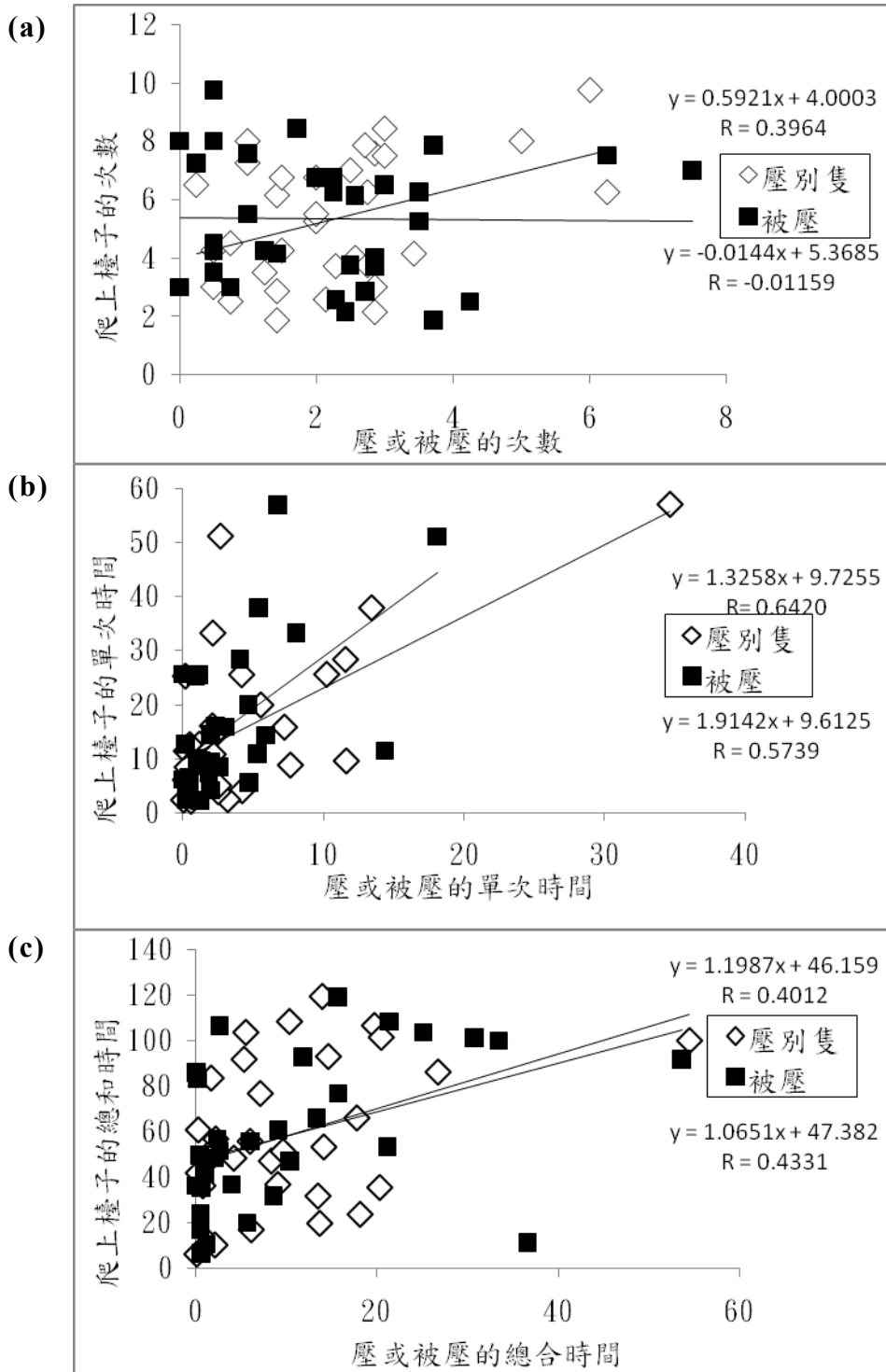
($R = 0.55$)，但是在檯子下被壓的總時間、單次時間卻與踢的次數呈正相關 ($R = 0.61$ 、 $R = 0.79$)。

四、個體特質與資源分配的關係

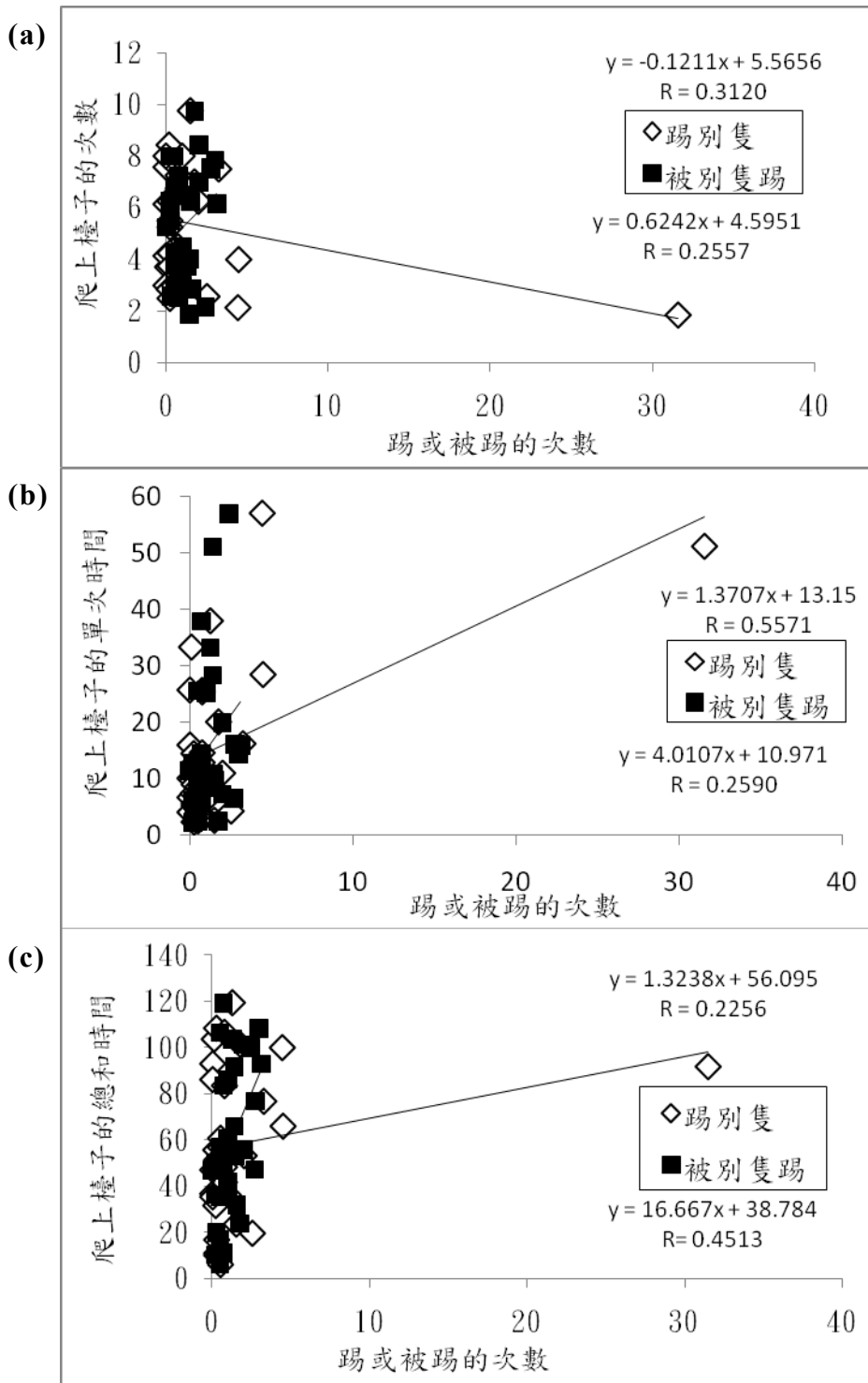
單獨情境下與團體情境下，爬上檯子的行為具有相關性(圖十 c 與表六)，表示個體原有的特質(個體習性)亦會影響資源的使用情形。

表三、在高溫環境下，團體蜚蠊各項參數之間的相關係數(R)

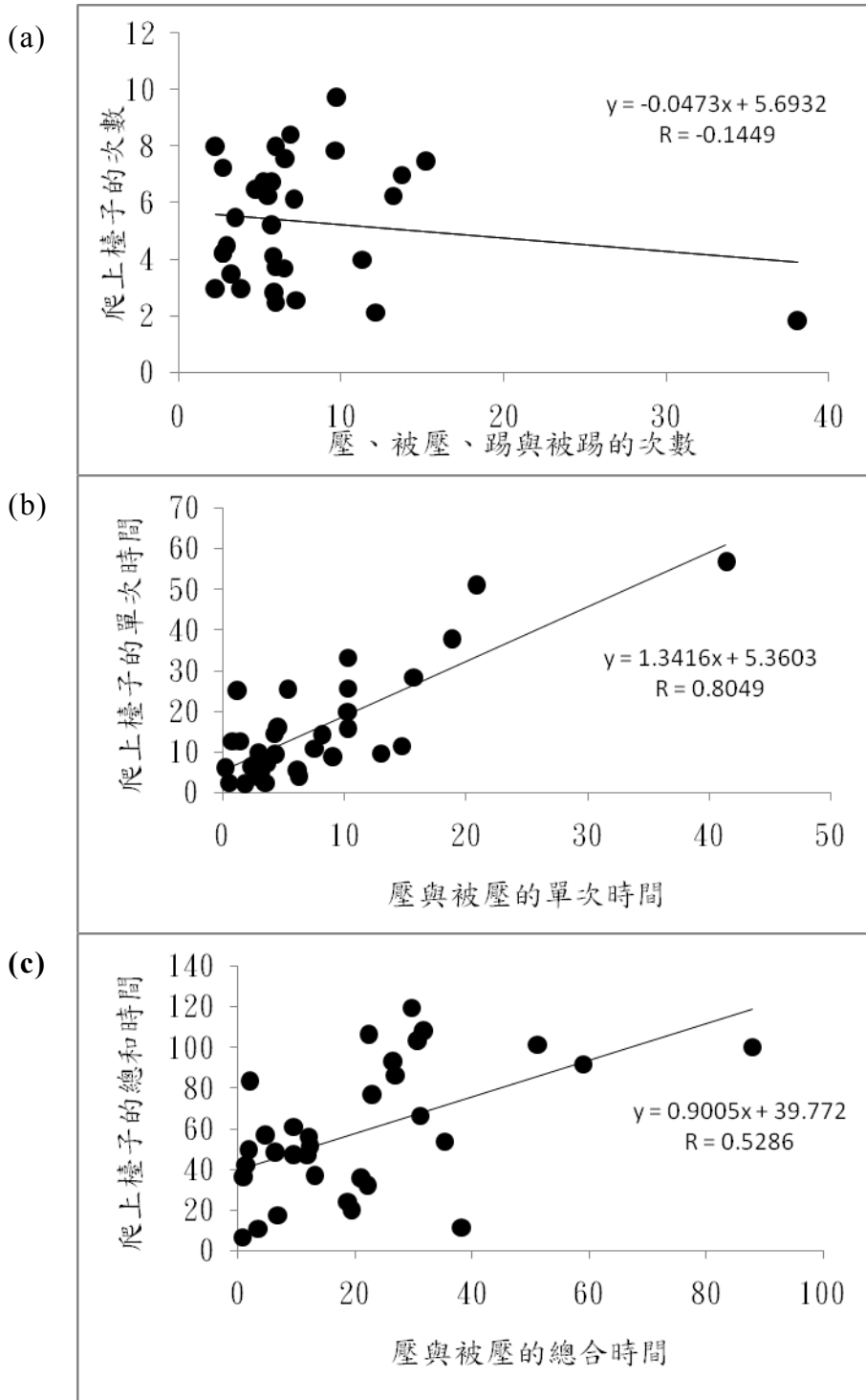
		爬上檯子			移動			壓它隻			被壓			踢人	被踢
		次數	時間 總和	單次 時間	次數	時間 總和	單次 時間	次數	時間 總和	單次 時間	次數	時間 總和	單次 時間	次數	次數
爬上檯子	次數	1.00													
	時間 總和	0.12	1.00												
	單次 時間	-0.36	0.73	1.00											
移動	次數	0.62	-0.42	-0.50	1.00										
	時間 總和	0.48	-0.32	-0.44	0.65	1.00									
	單次 時間	-0.16	0.04	0.04	-0.29	0.46	1.00								
壓他隻	次數	0.40	-0.03	-0.10	0.51	0.36	0.05	1.00							
	時間 總和	-0.11	0.40	0.52	-0.16	-0.09	0.24	0.43	1.00						
	單次 時間	-0.33	0.40	0.64	-0.36	-0.25	0.22	0.10	0.87	1.00					
被壓	次數	-0.01	0.35	0.22	-0.31	-0.41	-0.22	0.06	0.10	0.09	1.00				
	時間 總和	-0.32	0.43	0.62	-0.37	-0.49	-0.21	-0.01	0.25	0.30	0.69	1.00			
	單次 時間	-0.30	0.38	0.57	-0.36	-0.33	-0.08	-0.05	0.04	0.12	0.50	0.78	1.00		
踢人	次數	-0.31	0.23	0.56	-0.24	-0.27	-0.10	-0.06	0.03	0.07	0.23	0.65	0.68	1.00	
被踢	次數	0.26	0.45	0.26	-0.23	-0.21	0.07	0.26	0.38	0.30	0.41	0.38	0.11	0.10	1.00



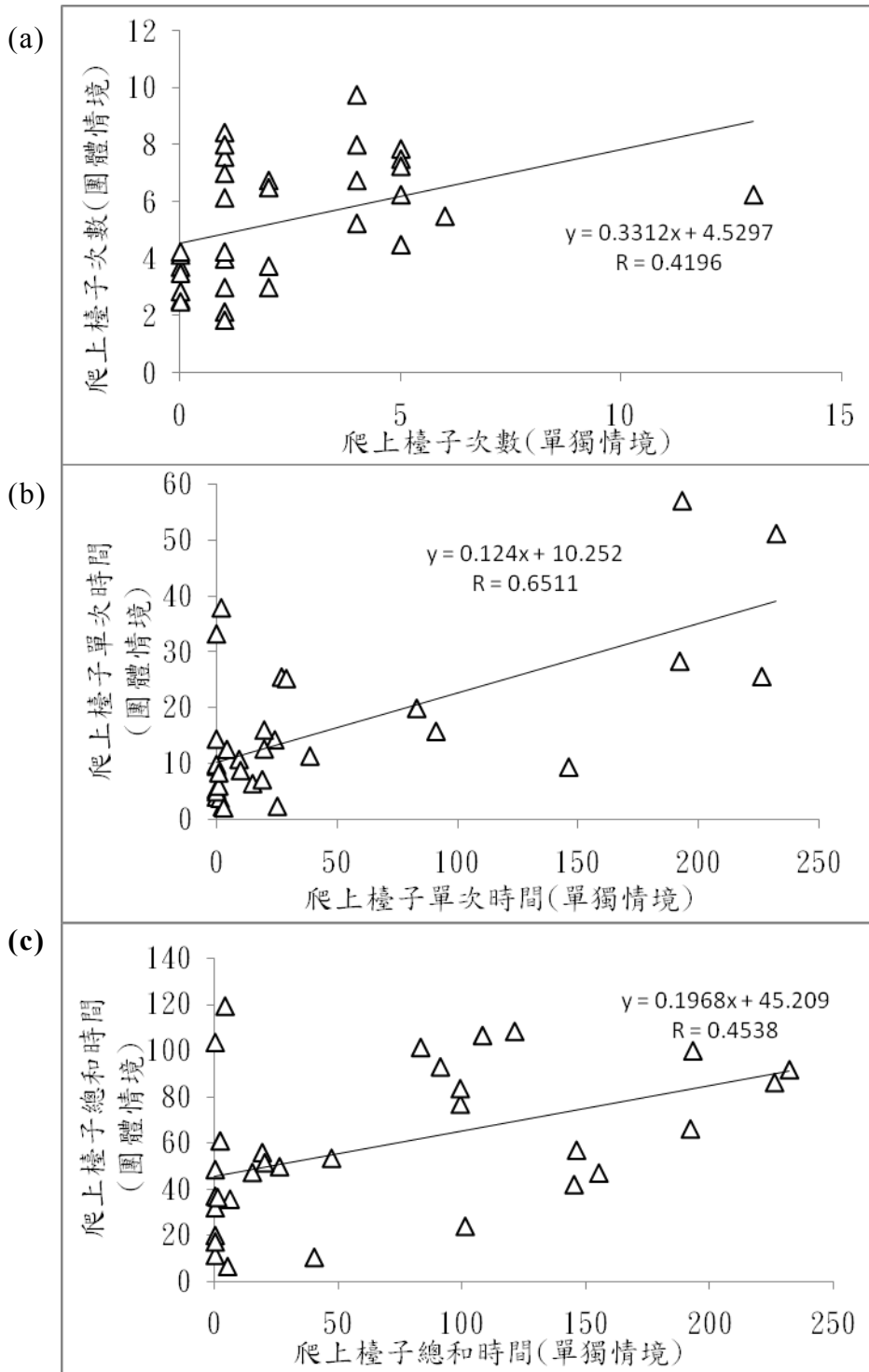
圖七、蜚蠊團體在高溫環境下，壓與被壓行為與爬上檯子行為的關係(R為相關係數)。(a)次數；(b)單次時間；(c)總時間。



圖八、蜚蠊團體在高溫環境下，踢與被踢行為與爬上檯子行為關係(R為相關係數)。(a)次數；(b)單次時間；(c)總時間。



圖九、蜚蠊團體在高溫環境下，社會互動行為(壓與被壓)與爬上檯子行為的關係(R為相關係數)。(a)次數(踢與被踢、壓與被壓)；(b)單次時間；(c)總時間。



圖十、蟑螂在高溫環境下，爬上臺子的行為在單獨情境與社會情境的關係(R 為相關係數)。(a)次數；(b)單次時間；(c)總時間。

表四、在高溫的團體環境下，蜚蠊分別在檯子上與檯子下的侵犯行為與各項參數之間的相關係數(R)。

			爬上檯子			踢人	被踢
			次數	時間總和	單次時間	次數	次數
檯子上	壓	次數	0.53	0.17	-0.10	-0.04	0.75
		時間總和	-0.15	0.40	0.48	0.01	0.50
		單次時間	-0.29	0.36	0.53	0.01	0.30
	被壓	次數	0.11	0.44	0.16	-0.03	0.69
		時間總和	-0.15	0.64	0.68	0.40	0.55
		單次時間	-0.29	0.54	0.82	0.50	0.33
檯子下	壓	次數	0.17	-0.17	-0.09	-0.06	-0.19
		時間總和	0.05	0.12	0.24	0.06	-0.13
		單次時間	-0.12	0.27	0.39	0.10	-0.09
	被壓	次數	-0.11	0.11	0.16	0.34	-0.03
		時間總和	-0.34	0.00	0.26	0.61	0.00
		單次時間	-0.33	0.12	0.39	0.79	-0.08

表五、在高溫的環境下，蜚蠊在團體與單獨情形下，社會互動行為與資源使用表現之間的相關係數(R)

		爬上檯子		
		次數	時間總和	單次時間
社會互動	次數	-0.14	0.34	0.54
	時間總和	-0.28	0.53	0.73
	單次時間	-0.41	0.51	0.80

表六、在高溫的環境下，蜚蠊資源使用的表現在團體與單獨情形之間的相關係數(R)

高溫組		爬上檯子-團體		
		次數	時間總和	單次時間
爬上檯子-單隻	次數	0.42	-0.10	-0.18
	時間總和	-0.17	0.45	0.60
	單次時間	-0.38	0.42	0.65

陸、討論

本研究建立研究美洲蜚蠊社會行為的動物模式，探討在高溫、室溫環境與單隻、團體情境等因子，對於資源使用等行為的不同影響，為一適合且有效的工具。本動物模式證明在高溫環境下，可以將爬上檯子作為使用資源的行為表現，亦能反映出團體與單隻情境對於享有資源的差異，進而研究團體與非團體情境對於生物體互動的關係。

本研究發現各項因子中，高溫環境可增加蜚蠊的移動總時間及爬上檯子的總時間，代表高溫逆境可增加活動力與資源的使用程度。在高溫逆境下個體在單獨情境中與在團體情境使用資源的總時間是差不多的。蜚蠊的資源使用模式不同於人類，在人類社會中，資源的分享不是均分，而是在自由競爭下使資源達到最大效用。在團體中的蜚蠊，會使資源盡量滿足每一個個體原先的需求。然而這不代表蜚蠊的行為毫無競爭。在高溫逆境下每一個體爬上檯子的次數在團體情境高於單隻情境，但是在單次時間的部分卻是單隻情境高於團體情境。這可能是因為蜚蠊透過相互競爭等互動，造成單次享有資源的時間減少，而必須透過增加爬上檯子的次數，以增加使用資源的機會。因此可在實驗結果中同時觀察到在團體情境的逆境下，蟲體間的侵犯行為增加的情形(圖六)。

蜚蠊在團體情境下，會產生對其他個體的侵犯行為(包括壓或踢別隻)。而在高溫逆境下，侵犯行為的次數及移動總時間

明顯增加(圖五 b、圖六)。侵犯行為的次數增加，代表蟲體處於競爭或是緊張狀態。在高溫時，除了爬上檯子可以阻隔熱逆境，壓別隻也可得到相似的效果，然而被壓則須承受重量或更接近高溫面，更增加熱逆境刺激。所以被壓者經常會掙脫，故本研究仍以爬上檯子作為隔絕高溫的資源使用表徵。

檯子為競爭最激烈的地點，各個競爭行為應該會與爬上檯子的總時間或是次數具有相關性。但是從本實驗結果中發現，爬上檯子的總時間和次數與任何一個競爭行為(如：壓、被壓、踢和被踢)都不具相關性。但是壓、被壓與踢和爬上檯子的單次時間皆呈正相關。由此可推論，競爭的行為並不會影響蜚蠊資源使用的結果(總合時間)，卻會影響蜚蠊單次使用資源的過程(如：單次時間)。符合在團體情境與單獨情境時，資源使用的總時間是不具明顯差異性的結果。因為有些社會因素(像是壓、被壓、踢或被踢)，皆不是影響資源使用總和時間的結果。換句話說，資源的使用次數或是結果皆不適合作為判斷社會階層的依據，因為這些社會因素並不會影響資源使用。

若以壓與被壓分開來討論，原先我們預測壓者能力較強或社會地位較高，故應享有的資源會較多，反之被壓者易受欺負故享有資源較少。然而從本研究的實驗結果中發現，壓與被壓之間沒有相關性，但是壓與被壓的單次時間皆和爬上檯子的行為呈正相關。若再進一步將壓與被壓的行

為，區分為發生在檯子上和檯子下兩個場所分開討論，不論是壓或是被壓的行為，在檯子下這些行為與被踢或是爬上檯子皆不具相關性。但是在檯子上壓的次數與爬上檯子的次數、單次時間呈正相關性；在檯子上被壓的總時間、單次時間與爬上檯子呈正相關性。且檯子上不論是被壓或壓都與被踢的行為有正相關。這表示在不同的位置，壓與被壓的行為具有不同的意義。換句話說，在檯子上不論是被壓或被壓的程度越高，爬上檯子的程度都會增加。另一方面，若將踢與被踢分開來討論，原先我們也預測踢者能力較強或社會地位較高，故應享有的資源會較多，反之被踢者易受欺負故享有資源較少。從本實驗結果發現，的確踢的次數與爬上檯子的單次時間有正相關，而被踢與爬上檯子沒有任何相關性。但是踢與被踢之間卻不具相關性。也就是說，踢這項行為雖然可以增加單次占領資源的時間，但是無法推論常侵犯者即是常不被侵犯者或常被侵犯者。由此可推論，蜚蠊並不會因為較常踢而降低或是增加被踢的機會，因此較難以壓/被壓或踢/被踢的關係推論蜚蠊的社會階層關係。若以資源分配來思考，強者與弱者享有資源的差異，應該會呈現於資源使用的總時間。但是資源的使用程度(總時間)卻無法推論侵犯或被侵犯行為的程度。可見得美洲蜚蠊可能不是一個族群內互相競爭資源的昆蟲，或不適宜用社會互動作為階層判斷的依據。

若以蜚蠊為一種互助性的社會昆蟲

思考，在檯子上的蜚蠊會願意讓其它蜚蠊壓，但自己仍可繼續使用資源。以觀察記錄來看，壓的行為大多出現在爭取檯子資源時，但是檯子只有一隻蜚蠊的停棲空間，所以會壓其他個體者大多會直接爬上已在檯子上的蟲體，如此壓與被壓者都可共享較多的資源。若以侵犯行為的觀點思考，能夠承受長時間被壓的蜚蠊因為忍受別隻蜚蠊的侵犯，所以不易讓出資源。若以蜚蠊共享資源的想法思考，在檯子上的蜚蠊會願意讓其它蜚蠊壓，擁有資源者也會因為它的分享而不易被趕下，使自己仍會繼續使用資源。本研究的數據指出，在 4 分鐘的紀錄內，團體中每一隻平均爬上檯子的總時間接近 1 分鐘(58.59 秒)。扣掉開始 10 秒內培養皿溫度還未上升在至逆境高溫的時間(圖二)，檯子被視為資源的總時間約為 230 秒。以 4 隻蜚蠊在團體全程單獨使用檯子的時間總合為 234.36 秒來看，全程都單獨使用的情形應該不成立。且在檯子上被壓程度高者及在檯子上壓程度高者爬上檯子的機會、程度亦增加。

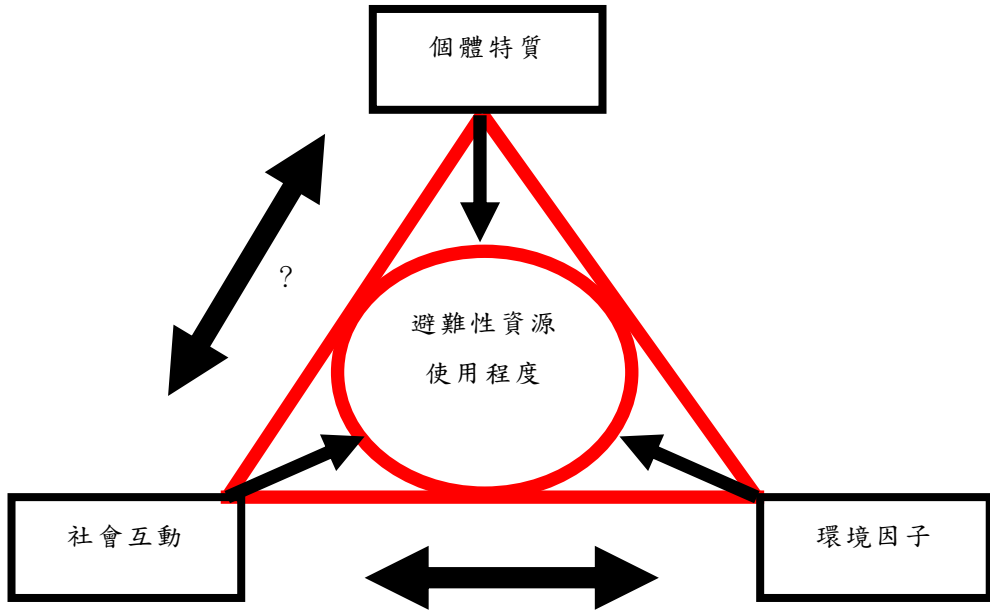
上述討論皆以壓、被壓、踢與被踢四類行為分開討論，若合併為社會互動，踢與被踢、壓與被壓的次數與爬上檯子次數，沒有相關性。但是將壓與被壓的總時間或單次時間相加，與爬上檯子的總時間或單次時間，則具有相關性。代表互動的次數並非是影響資源使用的因子，而是壓與被壓的時間會影響資源使用的程度。若將壓、被壓視為資源分享的行為，而非能力或位階的差異，可推論資源分享的行為

越多的蜚蠊越能得到資源。

在團體中除了社會互動會增加爬上檯子的機會外，蜚蠊在單獨情境與團體情境之間，爬上檯子的情形也具有相關性，代表蜚蠊本身的特質亦會影響它在團體中的行為表現。

前人的研究中，多以單一項目的侵犯行為或是資源分配等，做為社會階層差異的依據。例如：Moore 等人(1988)的實驗中，是以侵犯行為做為階級比較的依據，發現更換社會環境的蜚蠊，侵犯別隻的比率明顯下降，而將長期處於同一個社會環境的個體視為社會經驗較多，認為經驗多可造成社會階級高。但是侵犯行為的操縱因子難道只有社會階層的差異嗎？或許是不熟悉環境，或是蜚蠊可能會辨認群體(或其氣味)，對於剛加入的蜚蠊個體產生排斥作用。而且社會階層的差異，有可能是需要經過時間的演變，短時間並不能馬上得到做為領導者的認同。既然此實驗結果的變因這麼多，則不可將所有侵犯行為的差異性都與社會階層畫上等號。在 Lee 等人(1991)的實驗中，也是以侵犯行為做為社會階層差異的依據，在這個實驗中發現，年紀較大的蜚蠊，較能擔任領導者。此外，雌蟲能夠依據氣味判別出何者為蜚蠊中的領導者，並跟從它。不過如同我們對 Moore 等人(1988)的質疑，很有可能是因為分泌某種可以吸引雌蟲的費洛蒙，但這項費洛蒙也同時增加了蜚蠊的活動力，使侵犯其他個體的機會大為增加。因此並不能將侵犯別隻比率的差異完全歸因於階級的差

異，因為仍有很多影響侵犯行為的因子。還有一些研究以資源分配作為社會階層的依據，例如 Murfin(1992)的實驗以高處做為資源，發現剪掉觸角後的蜚蠊社會階層會下降，但有可能是因為剪掉觸角後縮小蜚蠊的探索範圍，或是影響蜚蠊本身爬到高處身體的平衡機制，因此並不能將爬上高處的行為差異完全歸因於社會階層。另一方面，這項資源對蜚蠊有必要性嗎？爬到高處也許會受個體差異的影響。有些學者認為蜚蠊習慣爬到高處，有些卻認為習慣在低處。例如在 Lee 等人(1991)的研究中，認為常待在飼養箱底部的個體其社會階層較高。這樣對於資源的認知差異，可能是因為兩位作者都是以在環境中某位置、狀態的稀少性或是特殊性做為資源定義的標準，但是蜚蠊並不一定會將它視為資源。因此若資源分配上有極端的差異，有可能可以定義為社會階層的差異。但前提是人與蜚蠊認定的資源應該要相同。Rivault(1990)等人用德國蜚蠊(*Blattella germanica*)奪取食物的能力做為社會階級的分類。該研究發現，雄的成蟲蜚蠊以及體型較大稚蟲較會去奪取食物，所以認為其社會階層較高。以人類社會大家具有平等的權力為例，每個人的能力有明顯的差異性，因此奪取食物的能力與存活條件較有關係，而不一定是社會位階。此外，有可能在雄性的社會中才有階層的差異。所以侵略性高，不能以能力做為社會階層的判斷依據。本實驗發現資源的使用和侵略行為與被侵略行為皆有部分的正相關。



圖十一、本研究結論示意圖：資源的使用效率，同時受環境因子、社會互動與個體特質等因子的影響。

柒、參考資料

- Lee, H. J and Chiang, C-F. (1991). Impact of age and experience on dominance relationships of male cockroach (*Nauphoeta cinerea*). *Chinese J. Entomol.* 11: 154-161.
- Moore, A. J., Ciccone, W. J. and Breed, M. D. (1988). The influence of social experience on the behavior of male cockroaches (*Nauphoeta cinerea*). *J. Insect Behav.* 1(2): 8-10.

- Murfin, B. (1992). The effect of deantennation on the dominant-subordinate relationship in the American cockroach (*Periplaneta americana*). *Ohio J. Sci.* 92(1): 8-10.
- Rivault, C. and Cloarec, A. (1990). Food stealing in cockroach. *J. Ethol.* 8: 53-59..