

壹、前言

一、研究背景/動機

登革熱目前為法定的第二類傳染病，且迄今仍無安全、穩定並且可完整對抗四種血清型病毒的疫苗問世。臨床上，典型登革熱後的致死率雖小於 1%，但若感染出血型登革熱未獲即時醫療的情況下致死率仍可超過 10%-50%(雲林縣衛生局，2020)。由於登革熱病毒是經由蚊子傳染給人類，因此透過病媒蚊的防治便成為抑止登革熱發生及傳播的主要手段之一。

二、研究目的/問題

現行調查病媒蚊密度方法有衛生福利部疾病管制署〔疾管署〕所規定的病媒蚊密度指數，包含：住宅指數、容器指數、布氏指數。另外，由國家衛生研究院〔國衛院〕所提的新式監控方式－誘卵桶指數，包含：誘卵桶陽性率及誘卵桶總卵粒數。病媒蚊密度指數調查是全國採用，誘卵桶指數目前只在臺灣部分縣市所採行。

本文透過臺南市衛生局所公開的資料為基礎，試圖找出前述指數間關聯性，並討論是否可以相互替代或是有其他進一步發現或建議。

貳、文獻探討

一、病媒蚊密度指數：住宅指數、容器指數、布氏指數

病媒蚊指數代表病媒蚊之密度，有住宅指數、容器指數、布氏指數及成蟲指數。前三種指數代表病媒蚊幼蟲期（含蛹）之多寡。（疾管署，2012）。筆者依照疾管署網站說明後，自製表格說明 3 項指數如（表一）。

表一：病媒蚊指數定義及計算方法

容器指數	調查100戶住宅，發現登革熱病媒蚊幼蟲孳生戶數之百分比。 $\text{陽性戶數} / \text{調查戶數} \times 100 \%$
住宅指數	調查100個容器，發現登革熱病媒蚊幼蟲孳生容器之百分比。 $\text{陽性容器數} / \text{調查容器數} \times 100 \%$
布氏指數	調查100戶住宅，發現登革熱病媒蚊幼蟲孳生陽性容器數。 $\text{陽性容器數} / \text{調查戶數} \times 100$

依照疾管署定義，各指數數值又可換算成病媒蚊等級如（表二），地方政府會依據相關病媒蚊防治工作指引及等級來採取如豎立警示標誌、加強積水容器稽查、動員孳清、噴灑消毒藥劑…等對應措施。

表二：登革熱病媒蚊幼蟲各種指數與級數相關表

等級	1	2	3	4	5	6	7	8	9
住宅指數%	1-3	4-7	8-17	18-28	29-37	38-49	50-59	60-76	≥77
容器指數%	1-2	3-5	6-9	10-14	15-20	21-27	28-31	32-40	≥41
布氏指數%	1-4	5-9	10-19	20-34	35-49	50-74	75-99	100-199	≥200

二、誘卵桶指數：誘卵桶陽性率、誘卵桶總卵粒數

國家衛生研究院國家蚊媒傳染病防治研究中心指出，布氏指數在病媒蚊密度極高時可以準確反映病媒蚊密度，但是當病媒蚊密度較低時，會因靈敏度不足而低估病媒蚊數量，而無法達成預警效果，所以該中心開發出新型的「誘卵桶指數」

依照國衛院說明，誘卵桶指數定義：陽性率＝蚊媒產卵於誘卵桶個數/每里放置誘卵桶總數。總卵粒數＝每 10 個誘卵桶中卵粒數量之總和。

「誘卵桶為一種特製內裝清水的黑色桶以引誘病媒蚊進到桶內產卵，在社區放置一星期，計算誘卵桶陽性率及總卵粒數。」(臺南市政府登革熱防治中心，2019) 如(圖一)。

而誘卵桶指數是監測地區內誘卵桶陽性率及收集的卵粒數作為指標；當誘卵桶陽性率大於 60% 且每 10 個誘卵桶的總卵粒數大於 500 顆時，該地區應為「優先處理」地區，若僅陽性率低於 60% 或僅每 10 個誘卵桶總卵粒數低於 500 顆時，則為「注意」地區，筆者依照國衛院的定義重新製圖如(圖二)所示。

圖一：誘卵桶

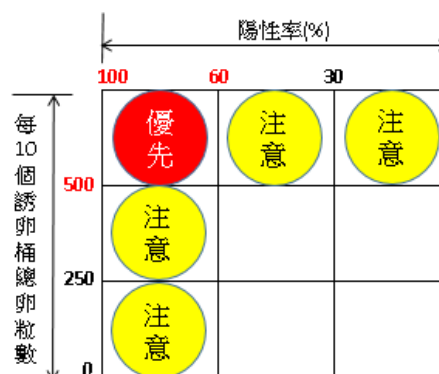


臺南市政府登革熱防治中心(2019年7月29日)。台南市政府使用誘卵桶監控。<https://health.tainan.gov.tw/dengue/page.asp?mainid=%7B3CDBBF11-6045-4F65-891B-8AEC859E2AAE%7D>

三、相關文獻探討

韓明榮等(2005)研究高雄市登革熱病媒蚊密度指數關聯性，結論認為布氏指數與誘蚊產卵器陽性率經迴歸統計後存在著數學線性關係式。該文獻文中也提及誘卵桶陽性率與其他指數關係數，布氏指數(相關係數=0.297)、容器指數(相關係數=0.261)、住宅指數(相關係數=0.311)，並建議可直接採用誘卵桶陽性率指數替代布氏指數。

圖二：誘卵桶指數



何兆美等（2005）指出，在臺南及高雄兩地使用誘卵桶指數與布氏指數、容器指數調查病媒蚊密度後發現，誘卵桶指數相較於布氏指數或容器指數有比較高的敏感度，另外該文獻也指出氣溫及降雨對於誘卵桶指數中的產卵陽性率或卵粒數沒有直接關係，並建議在病媒蚊密度較低情況下誘卵桶指數會優於布氏指數。

任飞林等（2020）於浙江省湖州市吳興區及南潯區進行與布雷图指数（breteau index, BI）誘蚊誘卵指數（mosquito oviposition index, MOI）研究發現：在調查的區域內BI與MOI有一定關聯性，但風險等級一致性關聯度較差，且當幼蟲密度很低或是很高時，布氏指數敏感度優於誘卵桶指數。這個結論和前述國內學者所做研究並不完全相同。另外，該研究也提出以城鎮地區及農村地區來計算BI與MOI的關聯發現不論都市區還是農村區都有相關係數0.44~0.69的正關聯度表現，但區分都市區與農村區並無統計學上意義。

陳令茹（2021）則在校園廣布誘卵桶實驗結論發現：環境溫度、濕度、光度對於斑蚊的產卵陽性率及產卵數並影響不大。產卵陽性率與產卵數呈現正相關。但是單個誘卵桶中陽性率與產卵數則呈現負相關。

由以上文獻得知誘卵桶陽性率、總卵粒數與布氏指數間應存在正相關，但是否可以用誘卵桶指數替代傳統的布氏指數則僅有一篇文獻這樣建議。大多數文獻都有探討當病媒蚊密度較低或較高時，布氏指數或是誘卵桶指數中陽性率及卵粒數的敏感度問題但是並沒有出現統一見解。另有一篇還探討了誘卵桶指數在都市及鄉村間使用上是否有不同表現，結論是並沒有統計學上意義。

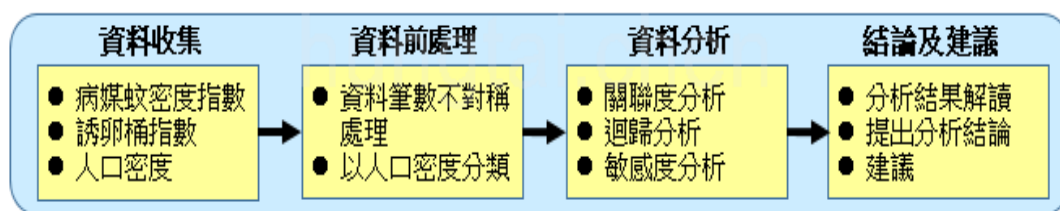
筆者將以臺南市政府衛生局所公開的病媒蚊密度調查數據為基礎，藉以分析病媒蚊密度指數間關聯性，並以迴歸分析方法找出線性方程式並以統計檢定方式來確保方程式的適用程度；此外也嘗試探討當病媒蚊密度過低還是過高時的指數適用性，並也會以臺南市人口密度為區分，藉以比較當人口密度有顯著差異時，是否對於病媒蚊幼蟲期指數間的關聯度產生影響。

參、研究方法

一、研究架構及流程

筆者是以臺南市政府衛生局所公布中華民國109年1月到110年12月間的病媒蚊密度調查資料來進行病媒蚊密度指數關聯探討，另也以臺南市政府公告的行政區人口密度作為分類基準探討病媒蚊密度指數與人口密度的相關分析，研究架構及流程如（圖三）所示。

圖三：研究架構及流程



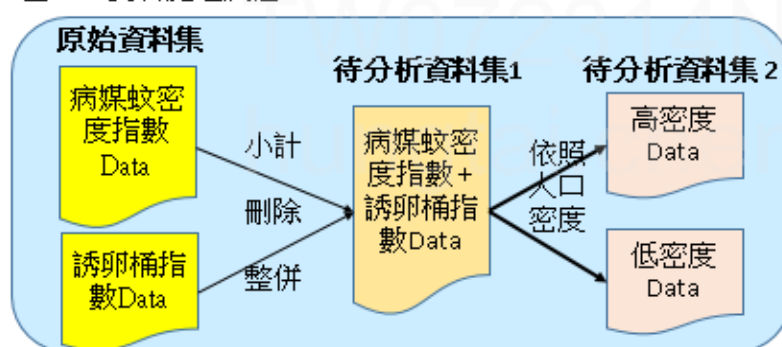
二、 資料收集及前處理

筆者收集政府資料開放平台中 (<https://data.gov.tw/dataset/136411>)，民國 109，110 年的病媒蚊密度指數共計 19,316 筆。同期誘卵桶指數數據共計 1,049 筆。及 110 年臺南市各區人口密度統計數據 1 筆。

病媒蚊密度指數的調查週期為”日”，資料欄位包含有：日期、區別、里別、調查戶數、陽性戶數、調查容器數、容器陽性數、布氏指數、布氏級數、容器指數、容器級數、經度、緯度等。但誘卵桶指數調查數據為”周”，資料欄位有：周次、區別、陽性率及總卵粒數，並且誘卵桶指數的調查僅有部分行政區有資料，大部分的行政區則沒有數據紀錄。另外、臺南市人口密度資料則呈現各區的差異很大，譬如密度最高的東區，人口密度（每平方公里人口數）為 13,433 人，最低的南化區，人口密度（每平方公里人口數）為 47 人。

筆者將以（圖四）流程所示，並以 EXCEL 提供的指令如 VLOOKUP、IF、COUNTIF 等函數，會先以各行政區及周次為單位，將病媒蚊密度資料再跟誘卵桶數據進行整併，整併完後的資料是以”周”為單位的資料數據，其中針

圖四：資料處理流程

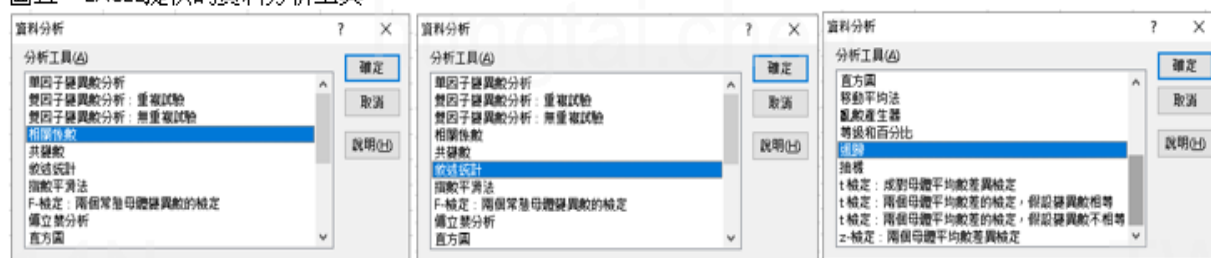


對有病媒蚊密度指數但沒有誘卵桶指數數據的資料也預先汰除後，依照定義再重新計算以”周”為單位的容器指數、住宅指數、布氏指數。此外，筆者依照人口密度並且有對應的數據資料為前提的行政區、選定高密度區為東區、北區、中西區（密度超過 12000 人）；低密度區為南區、安南區、歸仁區（密度低於 5000 人）。

三、 資料分析方法

筆者以林志娟所著應用統計學 EXCEL2013 精析與實例一書為指引，用 EXCEL 提供的作圖工具，加上增益集提供的資料工具箱（圖五）中功能，如相關係數、敘述統計、迴歸等，作為本次主要資料分析的方法，茲將相關應用簡述如下。

圖五：EXCEL提供的資料分析工具



相關係數 r 是用以評價數據的關聯程度，正值為正相關，負值則為負相關，若絕對值小於 0.3 則認為數據為低相關，0.3~0.7 則為中度相關，0.7 以上則為高度相關。筆者將據此來判定病媒蚊密度指數彼此的關聯程度。

EXCEL 提供的迴歸工具會能自動依照自變數 (x) 及應變數 (y) 估算出一條線性方程式 ($y=ax+b$)，並會提供 R^2 、ANOVA 顯著值、 p -value 等統計數據，其中 R^2 越高代表這條線性方程式能解釋的數據比率越高，一般普遍的認知是 R^2 要高於 0.7 這個線性方程式才有使用上意義。另外，ANOVA 顯著值則判斷整體方程式是否小於 0.05 已達顯著性標準， p -value 則可用來檢定 EXCEL 推導出來方程式係數 a 及常數 b 的顯著性，一般認為 p -value 必須 <0.05 這樣的係數才可採用，筆者將以韓明榮等 (2005) 中所提，以 y =布氏指數及 x =誘卵桶陽性率 來進行迴歸分析，並藉以驗證在高雄的研究結果與在臺南市的狀況差異。

敘述統計中的平均數、中位數、眾數、全距、變異數、標準差等在統計學上都是用來識別數據序列的數據分布狀況。前面幾項國中數學就學過就筆者就不多做說明。而變異數及標準差是指：一組數值資料中的各數值相對於該組數值資料之平均數的分散程度。計算各數值與平均數的差，取其平方後加總，再除以數值個數，得「變異數」，而將變異數開根號後就是標準差。一般在同樣的比較基礎上來講，變異數或標準差越大，代表該數據的離散程度也越大。

前面提到，何兆美等 (2005) 指出誘卵桶陽性率在病媒蚊密度較低時，相較於布氏指數有更好的敏感度。但任飞林等 (2020) 說在病媒蚊密度過高或過低時布氏指數才是有較好的敏感度。兩者結論並不相同，筆者嘗試先以原始的布氏指數及誘卵桶指數為基礎 (數據合併刪減前)，布氏指數 75 以下 (等級 6 (含))、誘卵桶陽性率 60% 以下狀況 (皆未達警示等級)，分別計算出前述幾項統計學的數值後比較，筆者認為，在調查時間相同情況下，若某個指數的變異較大，就推斷有比較好的敏感度，而平均數、眾數、全距、也可巨觀觀察數據中的分散差異。

任飞林等 (2020) 的調查認為都市區及農村區的分群調查不具有統計學上意義，筆者會以臺南市的資料為基礎，以不分群 (所有數據)、高人口密度群 (東區、北區、中西區)、低人口密度群 (南區、安南區、歸仁區) 來進行統計分析，試圖了解臺南市的現象如何。

肆、研究分析與結果

一、病媒蚊幼蟲期(含蛹)指數相關係數分析

筆者取取得 109、110 年原始病媒蚊密度指數及誘卵桶指數數據後，發現數據調查週期不同且調查行政區互有差異，經 EXCEL VLOOKUP 方法將資料彙整刪減後得到資料母體共計 941 筆，摘要如（表三），再經 EXCEL 資料工具增益集提供的相關係數分析得到如（表四）

表三：彙整後的資料母體摘要

年/區/周	調查戶數	陽性戶數	調查容器合計	陽性容器合計	陽性率	總卵粒數
2020東 1	1305	7	260	8	6.4800	1200
2020南 1	850	2	193	2	7.2100	1027
2020北 1	1200	1	221	1	5.0500	774
2020中西1	1100	6	360	10	5.8300	369
2020安南1	1411	4	331	4	11.6000	2605
2020安平1	850	3	191	3	9.6200	452
2020仁德1	966	8	292	9	11.4600	527
2020歸仁1	100	0	17	0	10.7100	321
2020永康1	1498	12	375	14	11.8200	2060
2020東 2	1405	11	252	12	8.7000	1250
2020南 2	1150	5	213	5	10.1400	1260
2020北 2	1250	1	221	1	7.5800	768
2020中西2	1250	6	415	7	5.0000	361
2020安南2	1453	6	357	6	18.1400	4021
2020安平2	900	1	211	1	10.9000	287
2020仁德2	807	12	238	14	16.1500	940
2020歸仁2	185	0	53	0	14.2900	576

表四：〈全部資料〉各指數的相關係數

	住宅指數	布氏指數	容器指數	陽性率	總卵粒數
住宅指數	1				
布氏指數	0.980529	1			
容器指數	0.802816	0.825614	1		
陽性率	0.414988	0.408356	0.406958	1	
總卵粒數	0.224992	0.230517	0.239388	0.720491	1

筆者再將合併後資料以部分行政區篩選分群高密度及低密度後，再進行相關係數結果依序為（表五）（表六）。

表五：（高密度人口區）相關係數

	住宅指數	布氏指數	容器指數	陽性率	總卵粒數
住宅指數	1				
布氏指數	0.98722	1			
容器指數	0.894603	0.913992	1		
陽性率	0.477064	0.474113	0.511476	1	
總卵粒數	0.395353	0.397559	0.463479	0.868326	1

表六：（低密度人口區）相關係數

	住宅指數	布氏指數	容器指數	陽性率	總卵粒數
住宅指數	1				
布氏指數	0.957939	1			
容器指數	0.853873	0.895981	1		
陽性率	0.390441	0.364017	0.344357	1	
總卵粒數	0.272375	0.237632	0.234498	0.827688	1

筆者由相關係數分析結果可以得到 4 個結論：（1）具正高相關的指數有住宅 ↔ 布氏，住宅 ↔ 容器、布氏 ↔ 容器、陽性率 ↔ 總卵粒數；也就是病媒蚊密度指數（住宅、容器、密度）彼此高相關，誘卵桶指數（陽性率、卵粒數）也彼此高相關，（2）病媒蚊密度指數與誘卵桶指數只具備中、低度相關。（3）陽性率與病媒蚊密度指數（住宅、容器、密度）較之總卵粒數有更高的相關係數。（4）區分人口密度後的相關係數趨勢不變，但是高密度人口區的指數彼此相關係數數值更高。

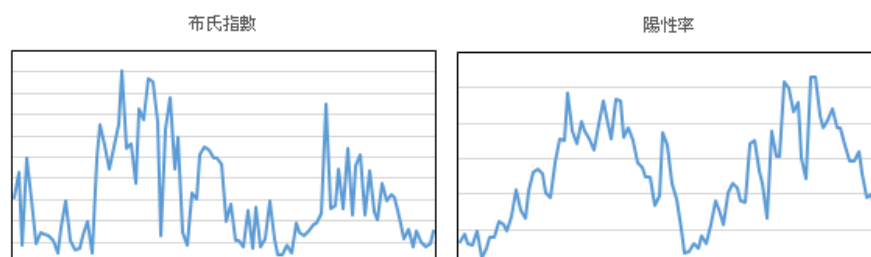
二、布氏指數及誘卵桶陽性率迴歸分析

韓明榮等（2005）的研究中以布氏指數當成應變數（y），而誘卵桶陽性率當成自變數（x）而求出一個線性方程式。筆著以前面相關係數分析結果也同樣認為布氏指

數可以代替住宅及容器指數，而誘卵桶陽性率也可代替誘卵桶總卵粒數，因此只針對布氏指數及誘卵桶陽性率進行迴歸分析應具有代表意義。

筆者依照合併後數據母體繪出 109，110 年臺南市的布氏指數及誘卵桶陽性率的圖如（圖六）。由肉眼觀察兩個指數在 2 年間的都在夏季出現高峰的現象，但是兩者圖形難說百分百相似，這也呼應前段計算兩者的相關係數 $r=0.408356$ 的結果(中相關)。

圖六：臺南市109,110年布氏指數及陽性率趨勢圖



筆者利用 EXCEL 提供的迴歸工具以布氏指數與誘卵桶陽性率為標的，得出結果如（表七）。由表七可得兩者線性方程式： $y=2.1751x+0.2112$ ，ANOVA 表顯著值為 $4.03E-39$ ，截距係數 $p\text{ value}=3.25E-05$ ，陽性率係數 $p\text{ value}=4.03E-39$ ，數值皆 <0.05 ，皆具有統計上意義，但是 $R^2=0.1667$ 說明此線性方程式只能解釋不到 2 成數據，其實並沒有實務上使用價值。

表七：臺南市109,110年布氏指數(y)及陽性率(x)迴歸分析結果

迴歸統計		ANOVA					
R 的倍數	0.408356		自由度	SS	MS	F	顯著值
R 平方	0.166754	迴歸	1	102.2878	102.2878	187.9187	4.03E-39
調整的 R 平方	0.165867	殘差	939	511.1158	0.544319		
標準誤	0.73778	總和	940	613.4036			
觀察個數	941						

	係數	標準誤	t 統計	P-值	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
截距	0.211295	0.050603	4.175547	3.25E-05	0.111987	0.310603	0.111987	0.310603
陽性率	2.175178	0.158675	13.70834	4.03E-39	1.863778	2.486577	1.863778	2.486577

筆者歸納迴歸分析結論為：誘卵桶陽性率和布氏指數只有中度相關，且所求得的線性方程式 R^2 值只有 0.1667，並無使用上價值，因此陽性率不可替代布氏指數。

三、布氏指數及誘卵桶陽性率敏感度分析

筆者考量 109，110 年間，臺南市並無出現登革熱的傳染病例，反應在相關監測指數並沒有高密度的數據可供分析，所以筆者只能探討在低密度病媒蚊狀況下，布氏指數及誘卵桶陽性率的敏感度差異。

筆者篩選原始數據（彙整合併前母體）中布氏指數 < 7.5 （等級 6(含)以下），陽性率 $< 60\%$ 作為新的兩個分析母體，再以誘卵桶陽性率母體區分高密度人口區（東、北、中西）及低密度人口區（南、安南、歸仁），分別以 EXCEL 提供的敘述統計工具，分析布氏指數、陽性率（全部區域）、陽性率（高密度人口區）、陽性率（低密度人口區）等數據分布，結果如（表八）～（表十一）。

表八：布氏指數

布氏指數	
平均數	0.8675202
標準誤	0.0129965
中間值	0
眾數	0
標準差	1.8061799
變異數	3.2622857
峰度	97.995649
偏態	5.8921213
範圍	61.25
最小值	0
最大值	61.25
總和	16755.286
個數	19314

表九：陽性率(全)

陽性率(全部區)	
平均數	26.71382
標準誤	0.446929
中間值	26.075
眾數	25
標準差	14.3714
變異數	206.5372
峰度	-0.77912
偏態	0.28016
範圍	58.58
最小值	1.39
最大值	59.97
總和	27622.09
個數	1034

表十：陽性率(高密)

陽性率(高密度區)	
平均數	23.79252
標準誤	0.743069
中間值	22.71
眾數	9.09
標準差	13.16722
變異數	173.3756
峰度	-0.75229
偏態	0.300083
範圍	57.07
最小值	1.52
最大值	58.59
總和	7470.85
個數	314

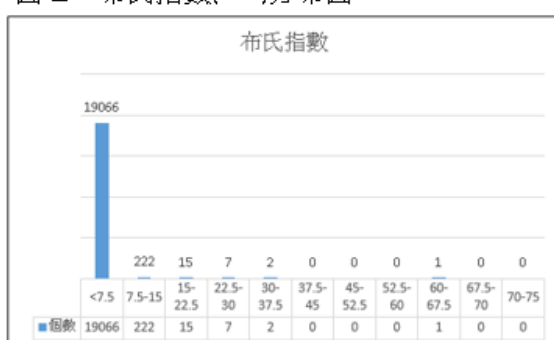
表十一：陽性率(低密)

陽性率(低密度區)	
平均數	28.58726
標準誤	0.833442
中間值	27.38
眾數	36.9
標準差	14.60308
變異數	213.2498
峰度	-0.85207
偏態	0.216343
範圍	57.27
最小值	2.7
最大值	59.97
總和	8776.29
個數	307

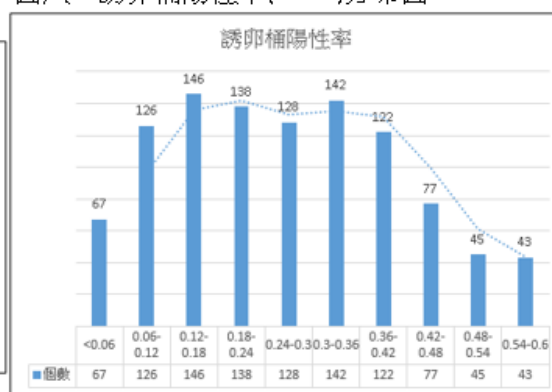
另外，誘卵桶陽性率在高低人口密度下的比較並無巨大差異，低密度人口區的陽性率變異數甚至略高於高密度人口區；不過筆者認為以目前臺南市衛生局只有在部份區域採行誘卵桶指數監控，所以硬要以目前拿得到的數據來判定低密度人口區域的誘卵桶陽性率效果較佳的結論可能並不恰當，畢竟臺南市還有更低的密度人口區（如：南化、楠西、左鎮、龍崎等）並無數據可供分析。

筆者為了進一步了解布氏指數跟誘卵桶陽性率在病媒蚊密度較低的數值分布狀況，將布氏指數 < 7.5 及誘卵桶陽性率 $< 60\%$ 數據分別分群後以圖型觀察分布狀況如（圖七）、（圖八），由肉眼觀察也明顯可以判定在同樣的調查期間，低密度病媒蚊狀況下，誘卵桶陽性率較之布氏指數有較佳敏感度。

圖七：布氏指數(<7.5)分布圖



圖八：誘卵桶陽性率(<60%)分布圖



伍、研究結論與建議

總結分析結果，有 5 項結論：(1)、布氏指數可以取代容器指數及住宅指數。(2)、誘卵桶陽性率可以取代誘卵桶總卵粒數。(3)、在低密度病媒蚊狀況下，誘卵桶陽性率較之布氏指數有更好的敏感度。(4)、布氏指數與誘卵桶兩者只有中度相關，雖能以迴歸分析推導出線性方程式，但解釋力不佳，不能直接採用。(5) 人口密度高低對於誘卵桶陽性率的適用性並無明顯差異。

現行病媒蚊密度的調查每日都須挨家挨戶調查陽性容器數才能取得布氏指數、住宅指數、容器指數的數據。而誘卵桶指數調查則在固定位置安置誘卵桶後，每周收集桶內誘卵紙以人工計算便可取得陽性率及總卵粒數指數。前者花費人力時間在家戶訪視，後者則是計算卵粒顆數；近年雖有導入 AI 科技來計算卵粒數（臺南市政府，2020），但還是須花費高成本建置相關軟硬體才能辦到。

由此次探討，筆者建議在承平時（誘卵桶陽性率低於 60%），只要採用誘卵桶陽性率的計算即可（陽性桶數/調查桶數），而陽性率高過 60%，再加入病媒蚊密度的布氏指數調查即可。如此可以減少相關人力物力的損耗又能達到相同的結果。

陸、參考文獻

雲林縣衛生局（2020 年 1 月 28 日）。登革熱的死亡率為何？
https://ylshb.yunlin.gov.tw/News_Content.aspx?n=4929&s=280339。

衛生福利部疾病管制署（2012 年 12 月 6 日）。登革熱病媒蚊指數。
https://www.cdc.gov.tw/Category/ListContent/0BhRQWTf3QSkAys2TE_qQg?uaid=BGrMYW2LrvhzFjT5xxgrPw。

國家衛生研究院國家蚊媒傳染病防治研究中心（無日期）。成立病媒蚊防疫研究部隊。2022 年 9 月 20 日，取自 <https://nmbdcrc.nhri.org.tw/research-topic/achievements/>。

臺南市政府登革熱防治中心（2019 年 7 月 29 日）。臺南市政府登革熱防治中心使用誘卵桶監控。
<https://health.tainan.gov.tw/dengue/page.asp?mainid=%7B3CDBBF11-6045-4F65-891B-8AEC859E2AAE%7D>。

韓明榮、白秀華、蔡武雄、陳朝東、潘炤穎、林子容、黃美惠、林秀蓉、鄭志明、黃志堅、李俊毅、石裕馨（2005）。高雄市登革熱病媒蚊密度調查與誘蚊產卵器監測成果之相關性研討。行政院衛生署疾病管制局九十四年度科技研究發展計畫。高雄市政府衛生局疾病管制處。
https://www.cdc.gov.tw/Professional/ProgramResultInfo/LeYn5b0UwF_lgvjR5rhT-A?programResultId=FCuaVqrQkQcMjdoP9JEw9w。

何兆美、馮建中、楊正大、林明薇、鄧華真、賴明和、林鼎翔、徐爾烈、吳淑靜、白秀華、殷之銘（2005）以誘卵器監測高雄市及臺南市的登革熱病媒蚊研究報告。台灣昆蟲，25，159-174。

任飞林、沈建勇、刘婷、彭财伟、刘腾、刘光涛（2021）。布雷图指数法与诱蚊诱卵指数法监测白纹伊蚊幼虫密度相关性分析。疾病監測，36（9），888-893。

陳令茹（2021）。探討環境因子對白線斑蚊產卵行為的影響。中華民國第 61 屆(110 年)全國中小學科展作品。 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/61/pdf/NPHSF2021-052004.pdf>。

臺南市政府網站（2020 年 8 月 13 日）。全國首創「AI 登革熱防疫平台」 科技辨「蚊」精準防治。 https://www.tainan.gov.tw/News_Content.aspx?n=13371&s=7702742。

林志娟（2014）。應用統計學 EXCEL2013 精析與實例。上奇資訊。