

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 地球科學科

030502

「碳」為「觀」止-馬祖交通工具碳足跡調查

學校名稱：連江縣立敬恆國民中學

| | |
|---|------------------|
| 作者： 國二 陳筱彤 國一 陳冠霆 國一 陳聲漂 | 指導老師： 陳思琪 |
|---|------------------|

關鍵詞：二氧化碳、碳足跡

摘要

近幾年來觀光盛行，可發現馬祖地區各個島嶼的交通工具數量與使用率明顯增加，主要用於載運與租借給觀光客使用，而這樣的情形是否會導致我們的空氣汙染大大增加，造成環境無法承載，使我們的環境遭受到破壞，我們就以此方向做為研究。

從研究結果中，我們得到了以下三個結論：

- (一) 在租賃與載客的交通工具，所製造出的二氧化碳，佔整體的交通工具碳排放量有一定的比例。
- (二) 若觀光持續的推動，那碳排放量應該會大大的增加，若還需要因為觀光而開發林地，那會對環境造成更大的影響。
- (三) 以現在的狀況，近幾年觀光的發展，若沒有對山坡地大量開發或是大量的旅客來連江縣旅遊，擇旅遊所產生的二氧化碳，暫時是不會造成環境無法負荷的局面。

壹、研究動機

一、發現身邊環境的變化

近年來環保意識抬頭，各國都提倡節能減碳，希望減少空氣中的汙染，在京都議定書生效後，相關國家依國際承諾，積極展開溫室氣體減量策略，2008年7月G8會議，達成2050年前全球溫室氣體排放量至少減半之共識，而在2006年，我國人均二氧化碳(CO₂)排放量國際排名第22，國際減碳共識產生潛在壓力。(參考1)

而我們生活的地區連江縣，過往因島上軍人眾多，計程車是他們放假代步工具，而近幾年來，觀光開始蓬勃發展，來連江縣旅遊的遊客也越來越多，不像以前觀光客都以南、北竿旅遊為主，且人數不多，但漸漸的越來越多人來此旅遊，許多散客和團客也不再會把觀光的地區侷限在南、北竿，也會選擇莒光、東引地區旅遊，雖然讓我們連江縣的觀光財增加了，但無形之中我們的環境負擔也漸漸變大，交通工具的使用量增加，因此腦中想到了一個名詞「碳足跡」，所以是否在觀光盛行之後，我們連江縣地區交通工具整體的排碳量，是否就會遠超過以往的排放量，使得我們本身地區樹木無法消耗這些因觀光造成的二氧化碳，讓我們的空氣環境開始變得越來越差。

二、研究題材與課本教材的相關性

我們找老師討論這個問題，並在一下、三下康軒版自然課本，三下康軒數學課本，發現與研究相關內容，我們認真閱讀、共同討論，找尋研究方法。

我們的研究題材與國中課程相關的單元有：

- (一) 一下康軒自然 第六章 人類與環境
 - 6-1 人類對環境的衝擊
 - 6-3 人類與自然的和諧
- (二) 二下康軒數學 第二章 幾何圖形與尺規作圖
 - 2-3 尺規作圖
- (三) 三下康軒自然 第四章 永續發展
 - 4-2 環境汙染

4-3 全球變遷

(四) 三下康軒數學 第三章 統計與機率

3-1 資料整理與統計圖表

貳、研究目的

一、研究目的

在觀光盛行之後，可發現馬祖地區各個島嶼的交通工具數量與使用率明顯增加，主要用於載運與租借給觀光客使用，而這樣的情形是否會導致我們的空氣汙染大大的增加，造成環境無法承載，使我們的環境遭受到破壞。

因此我們首先要研究全縣主要汽、機車會製造出多少的二氧化碳，而我們簡單將交通工具分成三部份，一為小客車部份(小客車、小貨車)，再來為大客車(公車、遊覽車、大貨車)，最後是機車，假設所有交通工具，居民每天都會使用，從中計算出各島最基本居民使用交通工具的二氧化碳排放量，再來剩下的就歸為營業用的，而我們可否從研究中發現租賃與載客之汽、機車之使用量是否會有明顯之增長，若有增長則必定會增加其碳排放量。

接著我們需了解我們的生活環境，島上有多少樹木，可以承受吸收我們所製造的二氧化碳，而在現有的情況下，我們環境的負載量，最多可以吸收多少的二氧化碳，希望此研究的結果，讓我們知道我們應該開始注意我們的環境，並且在不妨礙觀光發展的狀況下能永續發展，製造雙贏的局面。

參、研究設備及器材

一、研究用設備

Microsoft Office Excel 程式、Google 地圖、PHOTOSHOP

二、研究用文具

描圖紙、尺、圓規、螢光筆

肆、研究方法與過程

一、研究方法流程圖

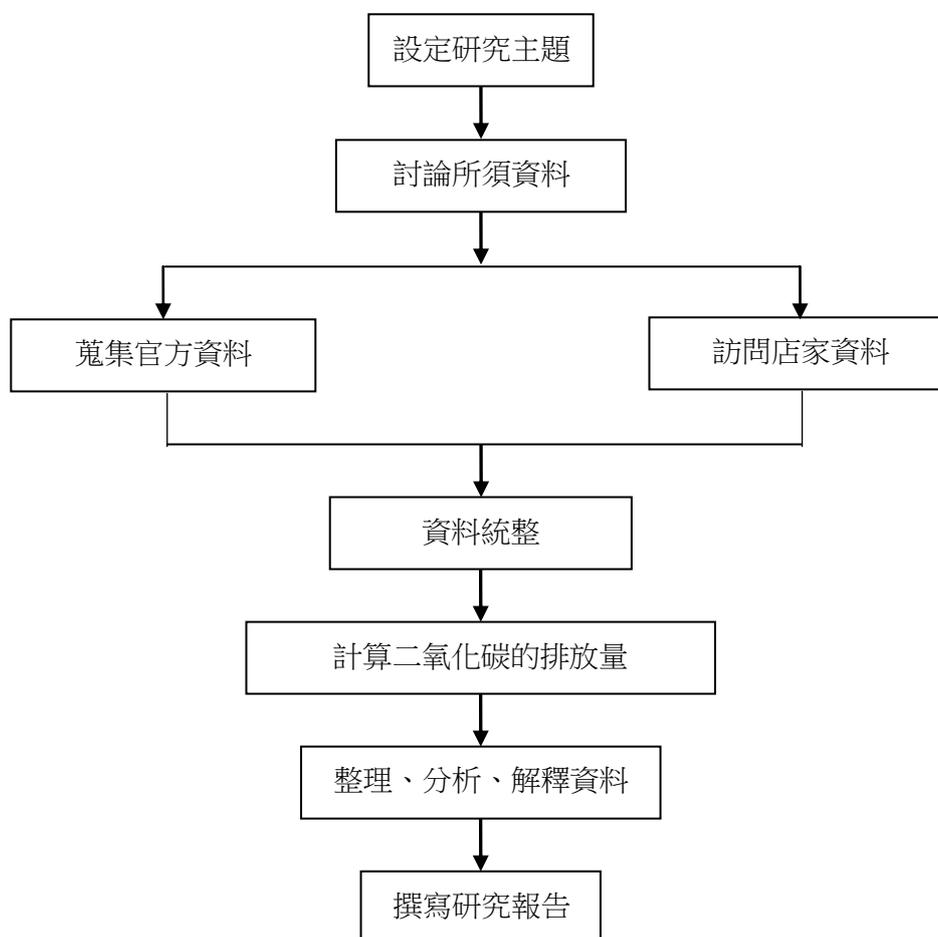


圖 1 研究流程圖

資料來源：自行繪製

二、碳足跡的相關定義

- (一) 在產品生命週期裡，衡量一系列直接與間接的活動所累積之二氧化碳排放量。
- (二) 碳足跡的功能性定義是指，在特殊的條件下，特定時間與空間系統的限制裡，所有有關碳排放來源之消費與生產活動對氣候的影響。
- (三) 碳足跡是人類活動對環境中二氧化碳排放的測量。(參考 2)
- (四) 本研究所計算碳足跡的範圍，僅限制在馬祖島上的主要交通工具的碳排放量，其餘汽車(警車、消防車……等)，因數量少，也較少使用所以未列入計算之內。

(五) 認識各國碳標籤



圖 2 碳標籤

資料來源：碳排放交易網(參考 3)

三、全縣各鄉民國 98 年至 103 年交通工具數量統計

我們向連江縣公路監理所申請了民國 98 年至 103 年轄區汽機車統計表，從中擷取我們所需要的資料，統整後計算出各島小客車、大客車與機車數量(附件一，以 103 年為例)。

(一) 南竿鄉

| 南竿交通工具數量統計 | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 1479 | 1440 | 1450 | 1524 | 1685 | 1787 |
| 大客車 | 162 | 162 | 162 | 161 | 159 | 143 |
| 機車 | 2819 | 2932 | 3006 | 3189 | 3238 | 3373 |

表格 1 南竿居民使用交通工具數量統計

(二) 北竿鄉

| 北竿交通工具數量統計 | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 362 | 364 | 372 | 390 | 418 | 437 |
| 大客車 | 28 | 29 | 26 | 24 | 31 | 24 |
| 機車 | 753 | 758 | 803 | 848 | 881 | 880 |

表格 2 北竿居民使用交通工具數量統計

(三) 東引鄉

| 東引交通工具數量統計 | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 130 | 127 | 126 | 133 | 151 | 167 |
| 大客車 | 6 | 6 | 8 | 8 | 9 | 8 |
| 機車 | 520 | 565 | 608 | 624 | 625 | 621 |

表格 3 東引居民使用交通工具數量統計

(四) 莒光鄉

莒光鄉分為東莒跟西莒，官方車子數量資料未分東莒與西莒，因此我們先做了莒光戶口調查，從人口數量比例，去平均分攤車子的數量。

1. 東、西莒戶籍人口數調查



圖 3 莒光戶政事務所人口調查

| 莒光鄉人口統計與百分比 | | | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 東莒 | 512 | 523 | 508 | 516 | 690 | 694 |
| 百分比 | 44% | 45% | 43% | 44% | 48% | 49% |
| 西莒 | 639 | 647 | 664 | 654 | 748 | 730 |
| 百分比 | 56% | 55% | 57% | 56% | 52% | 51% |

表格 4 莒光鄉人口統計表

2.東、西莒交通工具數量統計

| 東莒交通工具數量統計 | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 69 | 65 | 64 | 68 | 83 | 95 |
| 大客車 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 機車 | 208 | 215 | 219 | 231 | 264 | 330 |
| 西莒交通工具數量統計 | | | | | | |
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 85 | 81 | 84 | 86 | 91 | 99 |
| 大客車 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 機車 | 259 | 266 | 287 | 292 | 286 | 348 |

表格 5 東、西莒交通工具數量統計

四、民國 98 年至 103 年全縣各鄉交通工具二氧化碳排放量

(一) 全縣各島居民使用交通工具碳足跡計算

1.我們用現有的資料，假設每一台車居民都最少使用過一次，算出各島最基本的二氧化碳排放量，而因各島大小不同，交通工具行駛距離也會有所不同，我們以各島主要生活的路段做為每日所行駛的距離。

- (1) 南竿：我們以介壽→清水→介壽之距離，為一日每台車輛行駛距離，來回路程總長為 5.4 公里。
- (2) 北竿：以塘岐→坂里→塘岐之距離，為一日每台車輛行駛距離，來回路程總長為 7.2 公里。
- (3) 東引：東引居民主要活動範圍都在村莊內，其他較遠的地方都是觀光景點，一般居民是不大會去，所以以樂華村→碼頭→樂華村之距離，為一日每台車輛行駛距離，來回路程總長為 2.2 公里。
- (4) 東莒：東莒與東引一樣，較遠的地方都是觀光景點，住福正聚落的居民較少，因此以大坪村→碼頭→大坪村之距離，為一日每台車輛行駛距離，來回路程總長為 3 公里。
- (5) 西莒：主要人口住在青帆與田澳村，因此以青帆村→田澳村→青帆村之距離，為一日每台車輛行駛距離，來回路程總長為 2.4 公里。

2.碳足跡計算公式(參考 4)

| 車種 | 能源效率(km/L) | 排放係數(kgCO ₂ /L) |
|-----|------------|----------------------------|
| 大客車 | 3.06 | 2.73 |
| 小客車 | 9.94 | 2.263 |
| 機踏車 | 22 | 2.263 |

表格 6 能源效率與碳排放係數

3.全縣各島居民使用交通碳足跡計算(詳細數據請參考附件二)

(1) 南竿鄉

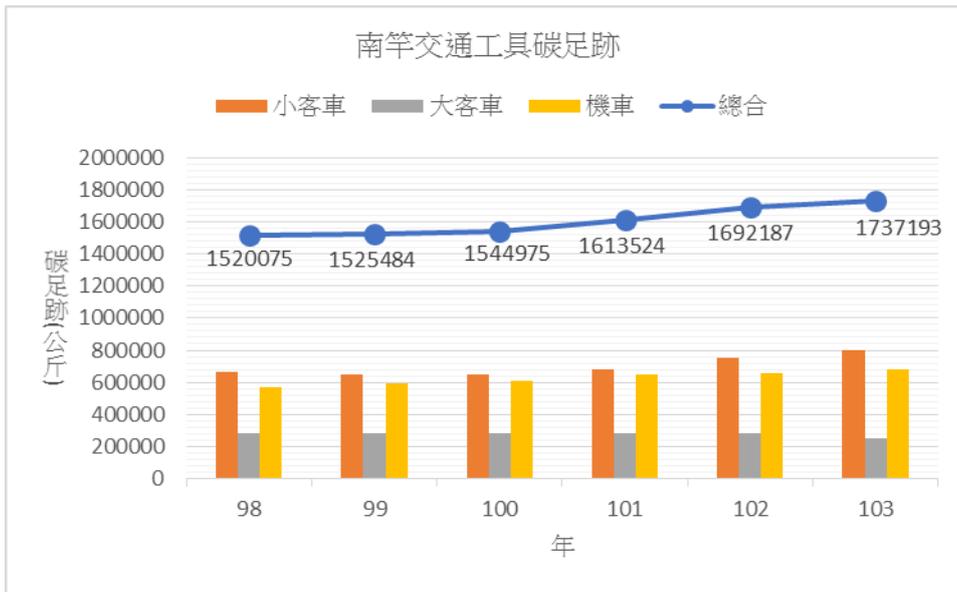


圖 4 南竿交通工具碳足跡

(2) 北竿鄉

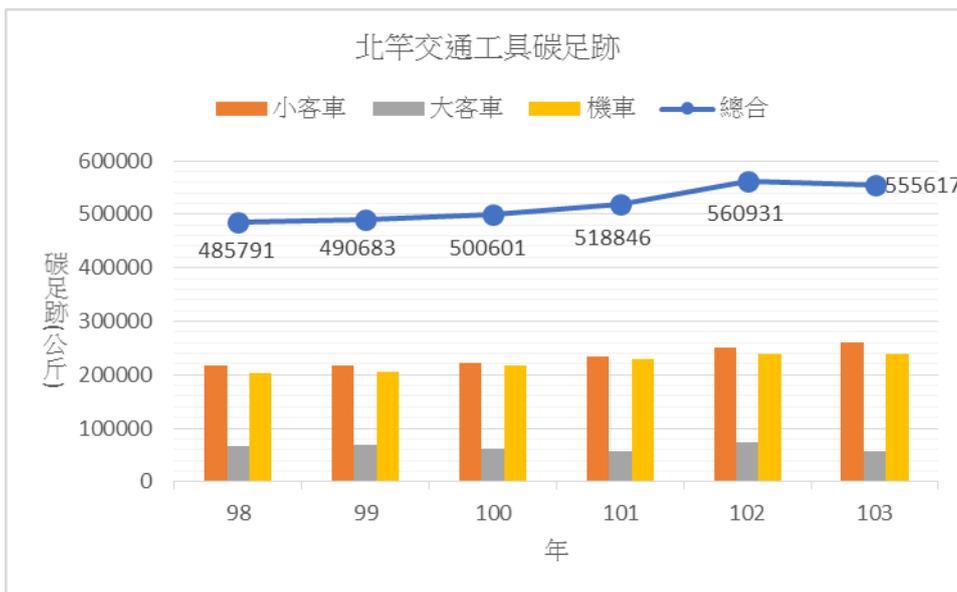


圖 5 北竿交通工具碳足跡

(3) 東引鄉

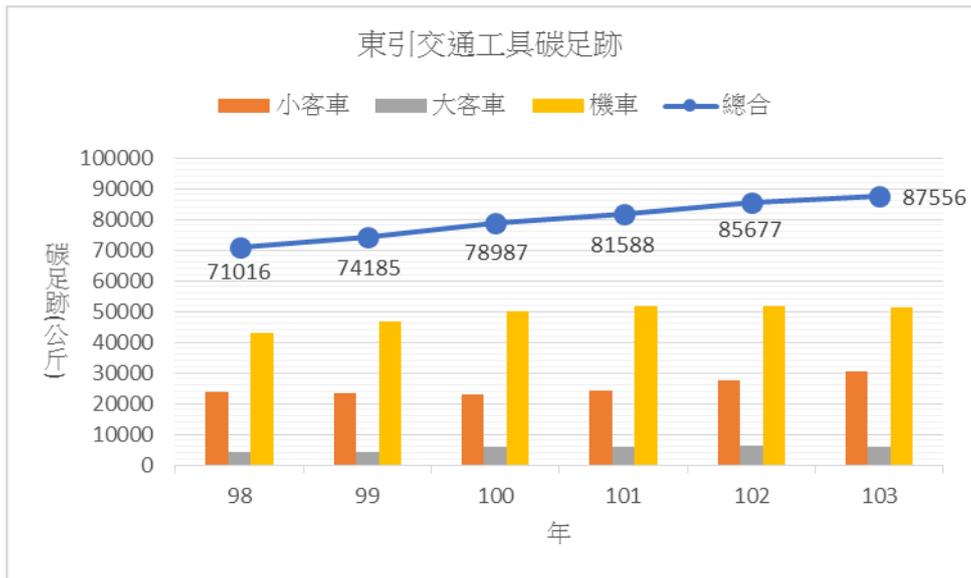


圖 6 東引交通工具碳足跡

(4) 東莒

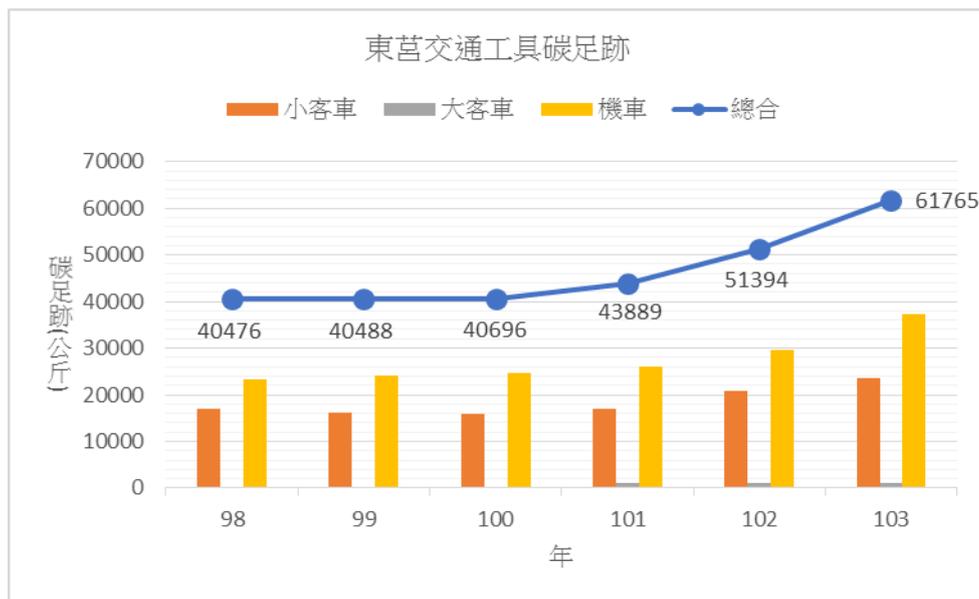


圖 7 東莒交通工具碳足跡

(5) 西莒

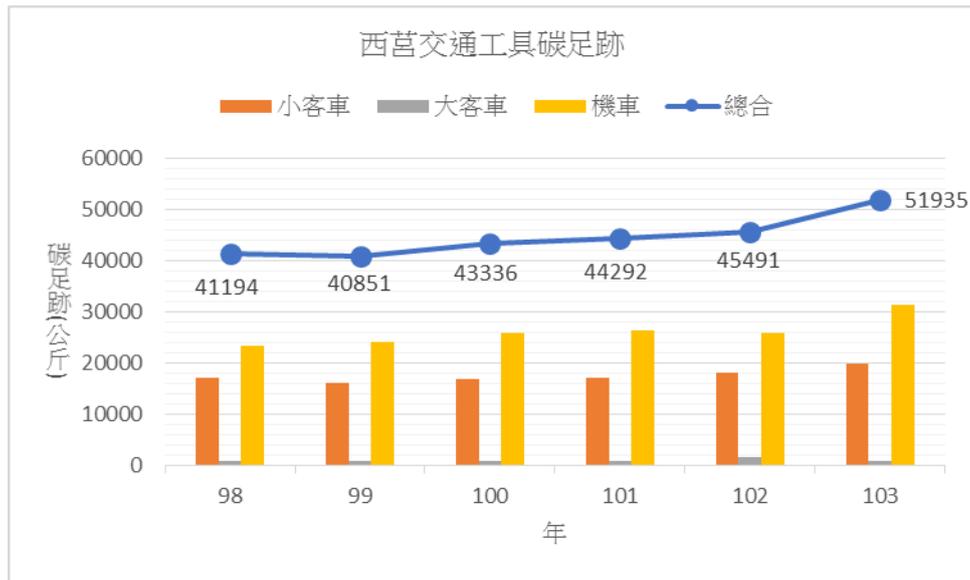


圖 8 西莒交通工具碳足跡

- (6) 在(1)~(5)的直條圖中，因為車輛有穩定成長，故產生之二氧化碳會逐年增加，但我們可知，未必每一台車輛都會一天行駛一趟我們所設定之距離，而有些車輛未必會有行駛，而因此會產生部份的誤差，這些我們多算的二氧化碳，就會包含了部份租賃與載客所會產生的二氧化碳。

五、全縣各鄉民國 98 年至 103 年營業用交通工具數量統計

在連江縣公路監理所所提供資料中，有明確的資料顯示小客車與大客車提供租賃或營業的資料，因此我們也直接從中做擷取。

在此我們沒有計算大客車的數據，原因為大客車中包含了大貨車，而我們無法知道大貨車所使用的頻率，若將全部的大貨車都歸類於觀光營業使用也不妥，再來是公車和遊覽車部份，從我們所知道數據中，幾乎都是登記在南竿鄉，若這部分拿出來做計算，就會影響到南竿部份所計算的二氧化碳排放量，並且大客車的數量在這次計算中所佔的比例不多，因此我們將此捨去，主要計算小客車與機車。

機車部份就未有詳細之資料，因此我們上網查詢了各鄉的民宿與機車行之聯絡電話，然後一一撥打詢問，店內提供出租機車之數量，而有些店家已經沒有營業或是無法聯絡，有些店家因時間久遠，每年的機車數量並不是很確定，因此只能給我們大約的數據，而我們就只能從店家所給予的資料，做為各鄉出租機車的數量。

(一) 各鄉出租機車數量統計



圖 9 各鄉出租機車電話訪問

| 各鄉租借機車數量 | | | | | | |
|----------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 南竿 | 17 | 27 | 28 | 32 | 88 | 127 |
| 北竿 | 2 | 15 | 27 | 35 | 83 | 143 |
| 東引 | 7 | 7 | 20 | 25 | 30 | 65 |
| 東莒 | 8 | 13 | 16 | 20 | 21 | 45 |
| 西莒 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 11 |

表格 7 各鄉出租借機車數量

(一) 各鄉營業用車輛數量統計

(1) 南竿鄉

| 南竿租賃與載客交通工具數量統計 | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 106 | 107 | 99 | 98 | 91 | 91 |
| 大客車 | 38 | 38 | 37 | 42 | 45 | 45 |
| 機車 | 17 | 27 | 28 | 32 | 88 | 127 |

表格 8 南竿租賃與載客交通工具數量統計

(2) 北竿鄉

| 北竿租賃與載客交通工具數量統計 | | | | | | |
|-----------------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 12 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 |
| 大客車 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 |
| 機車 | 2 | 15 | 28 | 39 | 96 | 135 |

表格 9 北竿租賃與載客交通工具數量統計

(3) 東引鄉

| 東引租賃與載客交通工具數量統計 | | | | | | |
|-----------------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 8 | 9 | 7 | 2 | 3 | 3 |
| 大客車 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 機車 | 7 | 7 | 20 | 25 | 30 | 65 |

表格 10 東引租賃與載客交通工具數量統計

(4) 東莒

| 東莒租賃與載客交通工具數量統計 | | | | | | |
|-----------------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 大客車 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 機車 | 8 | 13 | 16 | 20 | 21 | 45 |

表格 11 東莒租賃與載客交通工具數量統計

(5) 西莒

| 西莒租賃與載客交通工具數量統計 | | | | | | |
|-----------------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 大客車 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 機車 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 11 |

表格 12 西莒租賃與載客交通工具數量統計

六、民國 98 年至 103 年全縣各鄉營業使用交通工具二氧化碳排放量

(一) 設計各島旅遊景點行程，按照行程用 GOOGLE 地圖距離計算。

1. 南竿：介壽→馬祖酒廠→歷史文物館→馬港天后宮→媽祖巨神像→馬港→雲台山→鐵堡→北海坑道→大砲連→介壽。

行程總距離長約為 19 公里。

2. 北竿：塘岐→后澳戰爭紀念館→橋仔漁業展示館→芹壁聚落→塘岐→坂里王家大宅→北海坑道→塘岐。

行程總距離長約為 19.2 公里。

3. 東引：樂華村→遊客中心→北海坑道→燕秀潮音→東引酒廠→安東坑道→東湧燈塔→烈女義坑→一線天→忠誠門→靜伏鱷魚→國之北疆→三山據點→海線龍關→樂華村。

行程總距離長約為 21.9 公里。

4. 東莒：大坪村→莒光遊客中心→東莒燈塔→福正聚落與沙灘→神秘小海灣(呂何崖)→大浦聚落+漁路古道→懷古亭→大坪村。

行程總距離長約為 7.9 公里。

5. 西莒：陳元帥祖廟→青帆村→敬恆國中小→田澳村→菜浦澳→西坵村→坤坵沙灘→青帆村。

行程總距離長約為 5.3 公里。

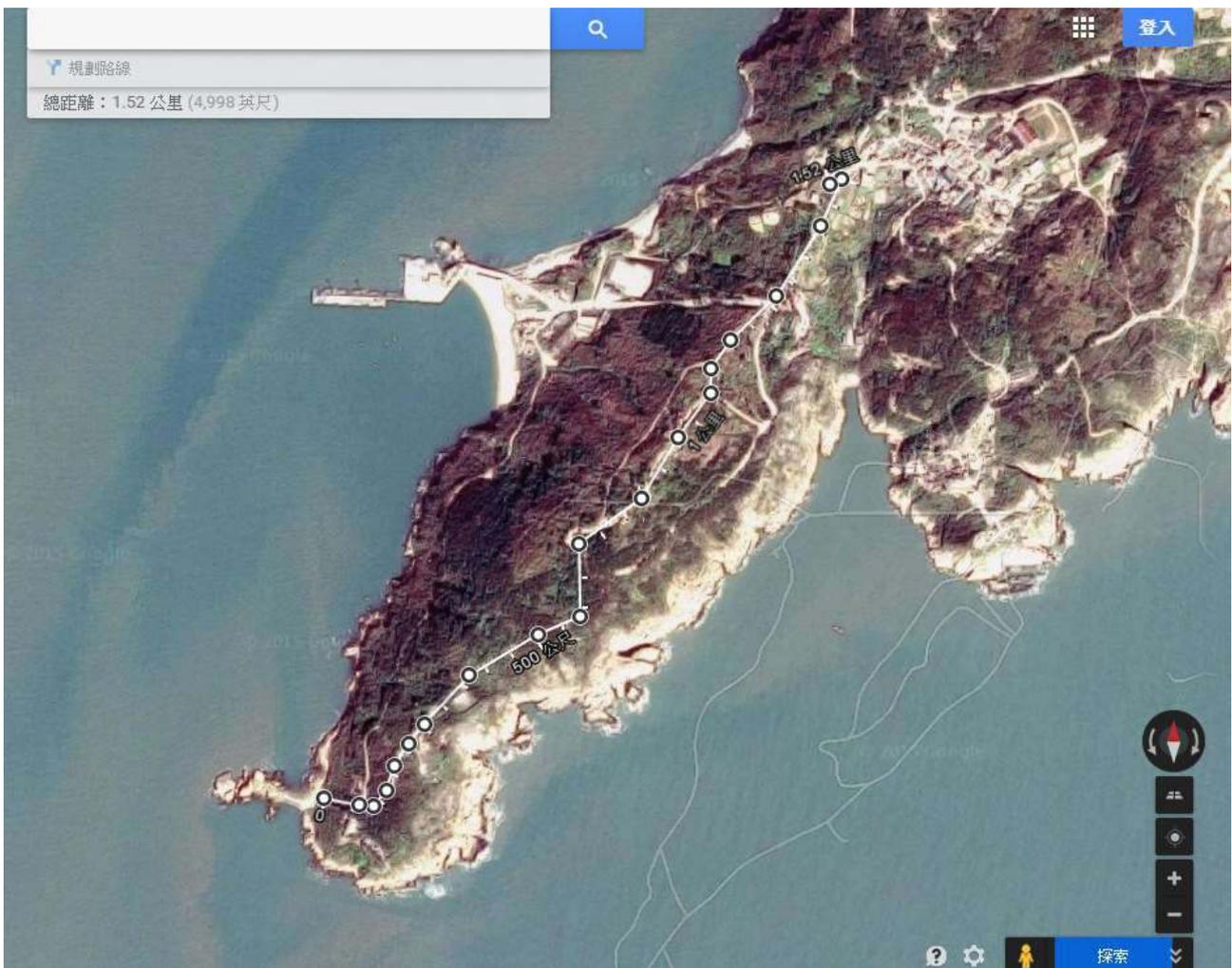


圖 10 GOOGLE 地圖距離計算

(二) 全縣各島觀光使用交通工具碳足跡計算

1. 連江縣各島油耗量

我們索取了 103 年各鄉加油站所販售之汽油量，以 103 年的為基準，98 至 102 年以 103 年各加油站售油比例來計算，先依照先前各島各交通工具的數量與至

少使用一次來計算，將里程數換算成需多少公升之油量，而其他多出來的油量，把他當成租賃與載客使用會消耗的油量，進而計算其二氧化碳排放量。

所以出租機車部份，因為先前已經計算過一次，當成一日居民使用的量，以此累計來說，觀光客若租機車，最多就再使用一趟，因此我們再扣除出出機車所耗之油量，剩下的就全歸小客車所有，再換算租賃與載客所製造的碳排放量(詳細數據可參考附件三)

2. 租賃與載客交通工具碳足跡計算(詳細數據可參考附件四)。

(1) 南竿鄉



圖 11 南竿租賃與載客交通工具碳足跡

(2) 北竿鄉



圖 12 北竿租賃與載客交通工具碳足跡

(3) 東引鄉



圖 13 東引租賃與載客交通工具碳足跡

(4) 東莒



圖 14 東莒租賃與載客交通工具碳足跡

(5) 西莒

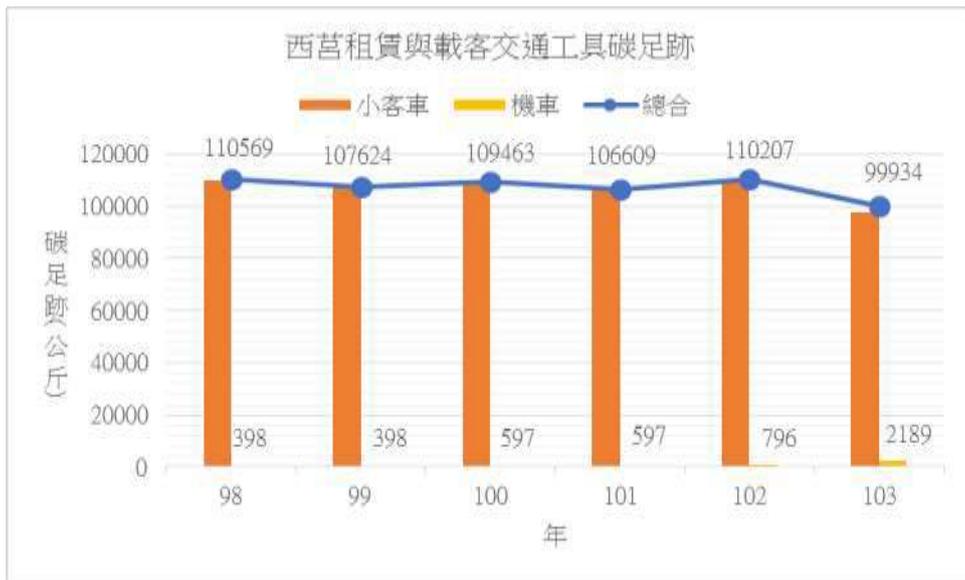


圖 15 西莒租賃與載客交通工具碳足跡

(6) 從(1)~(5)我們可發現，租賃與載客的機車，所排放的二氧化碳，有明顯的增加，且 103 年的二氧化碳排放量有大幅度的增加，我們可從電話訪問出租機車的資料中，也可知道，102 年至 103 年共增加了 165 台的機車，代表來連江縣觀光的遊客有明顯的增加，隨之所產生的二氧化碳，也相對的比之前增加許多。

但在觀光的发展下，租賃與載客的小客車排放的二氧化碳量卻明顯下降，尤其是對南、北竿的影響最大，這是為什麼？而我們的推測是幾年前營業中的小客車，主要載客的對象為軍人，而軍人的數量又非常之多，但到近幾年，受到裁軍的影響，小客車使用率會大幅下降，雖然觀光客增多了，但主要的團客都是以使用遊覽車為主，散客是以租借機車為主，因此就無法像以往一樣，產生出那麼多的二氧化碳，而裁軍的影響對南、北竿又特別的嚴重，因此數據會明顯的減少。

七、連江縣縣樹木二氧化碳消耗

由 COOL 地球 36 計中，我們可以知道，一顆樹有生之年能夠吸收一公噸的二氧化碳，而國內林務局研究顯示 1 株 20 年生的林木，依樹種不同，1 年約可吸收 11~18 公斤的二氧化碳(參考 5.6)，因此我們可以由此數據，來探討現在連江縣的樹木量，是否可以負荷我們製造出來

的二氧化碳，讓我們的觀光與環境都能夠永續的發展。

(一) 連江縣綠地覆蓋面積估算

1. 我們用 GOOGLE 衛星地圖，將南竿、北竿、東引、東莒與西莒的衛星空照圖擷取下來，運用 PHOTOSHOP 把主要不為綠地的地方先做移除，以東莒島為例：



圖 16 綠地面積計算範例

2. 將所截圖之比例尺，依照比例尺的大小，繪製方格圖，如圖 8，再將繪製好的方格子紙疊上先前經過處理之地圖，進行最後的描繪，比照空照圖做細部的描繪，除去道路和一些住宅建築，最後將畫出來的範圍即綠地覆蓋部份，圖上顏色，以方便計算面積。

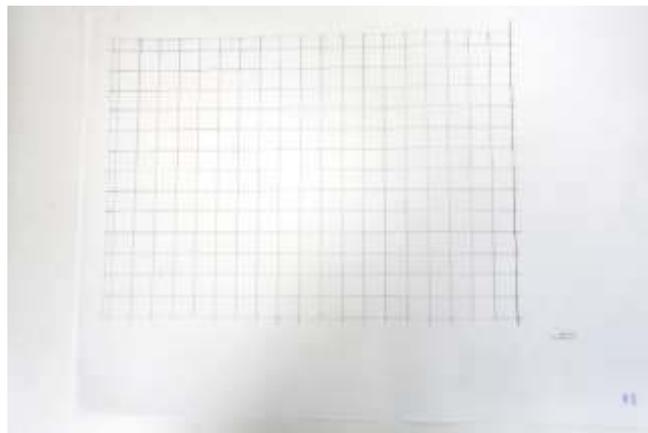


圖 17 綠地估算方格子繪製



圖 18 綠地面積描繪與著色

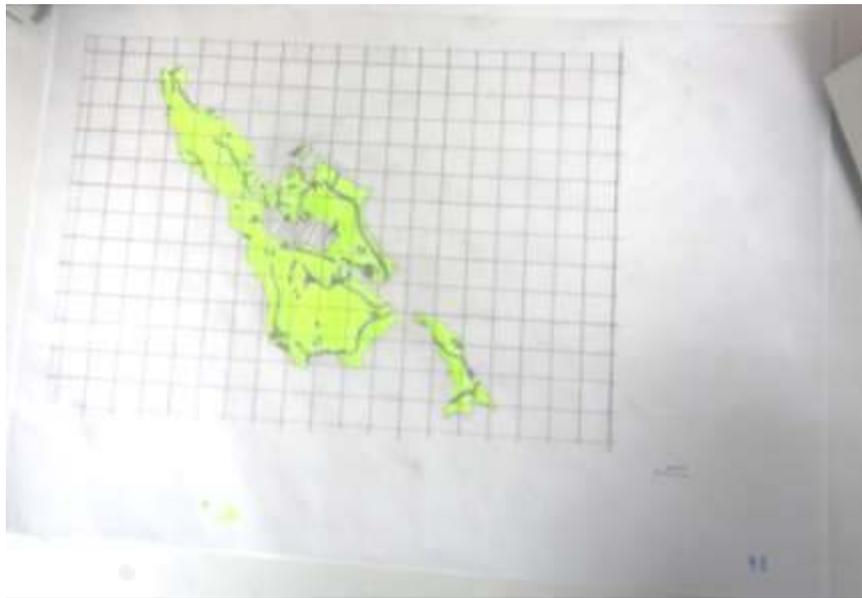


圖 19 綠地繪製成果

3. 計算方法將一個方格分成 4 小格(即四分之一)，在將每一小格分一半(即八分之一)，若所佔面積未達八分之一格將會捨去，超過八分之一格的，則無條件近位為四分之一格。

(二) 連江縣主要島嶼綠地覆蓋面積估算

1. 南竿：綠地面積約佔 6.03 平方公里(即 603 公頃)。

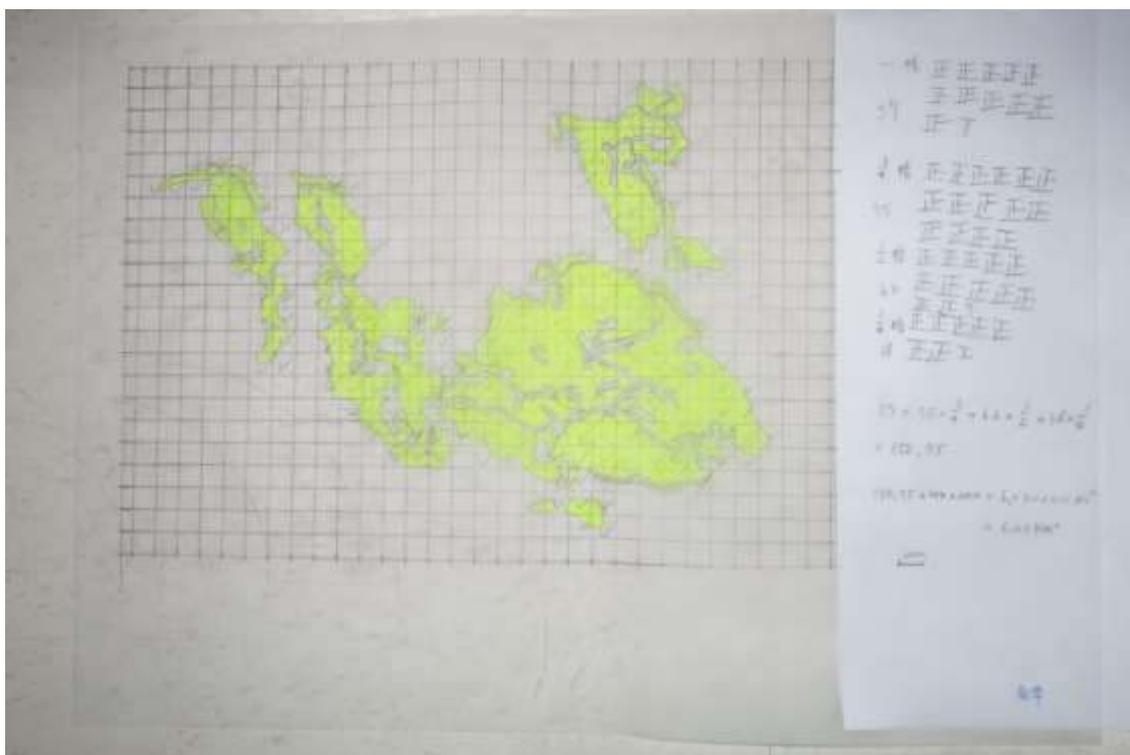


圖 20 南竿綠地估算結果

2. 北竿：綠地面積約佔 4.55 平方公里(即 455 公頃)。

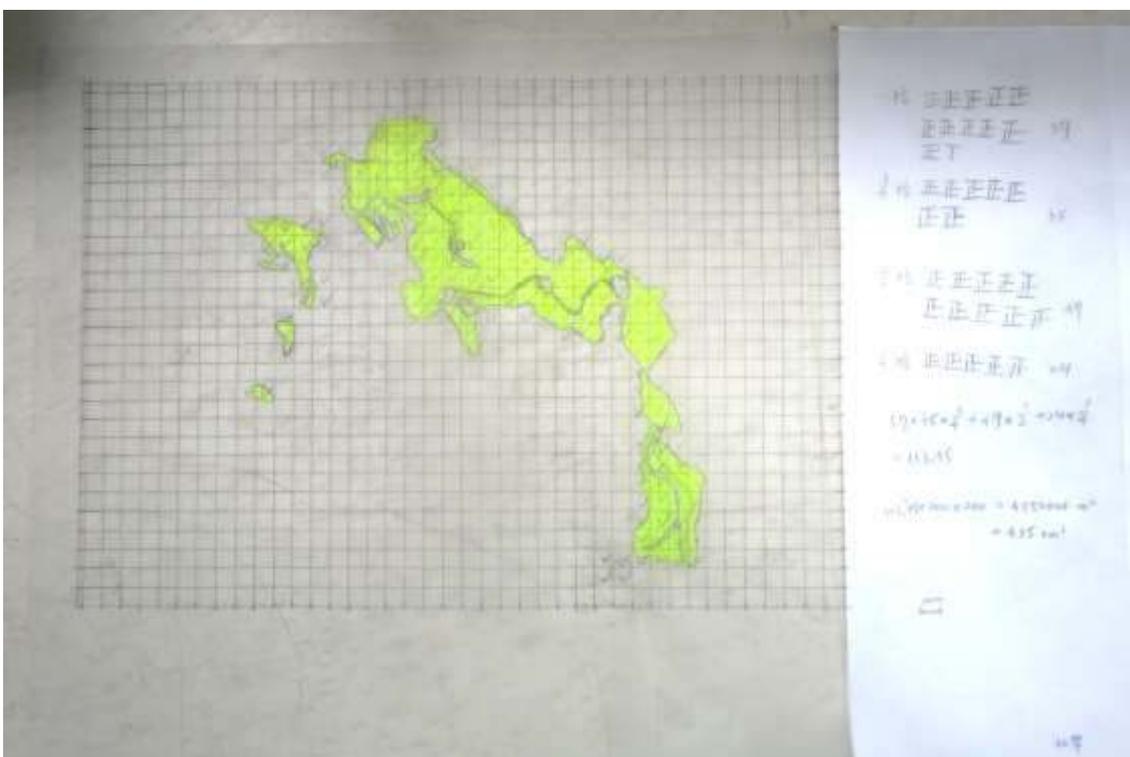


圖 21 北竿綠地估算結果

3. 東引：綠地面積約佔 2.93 平方公里(即 293 公頃)。

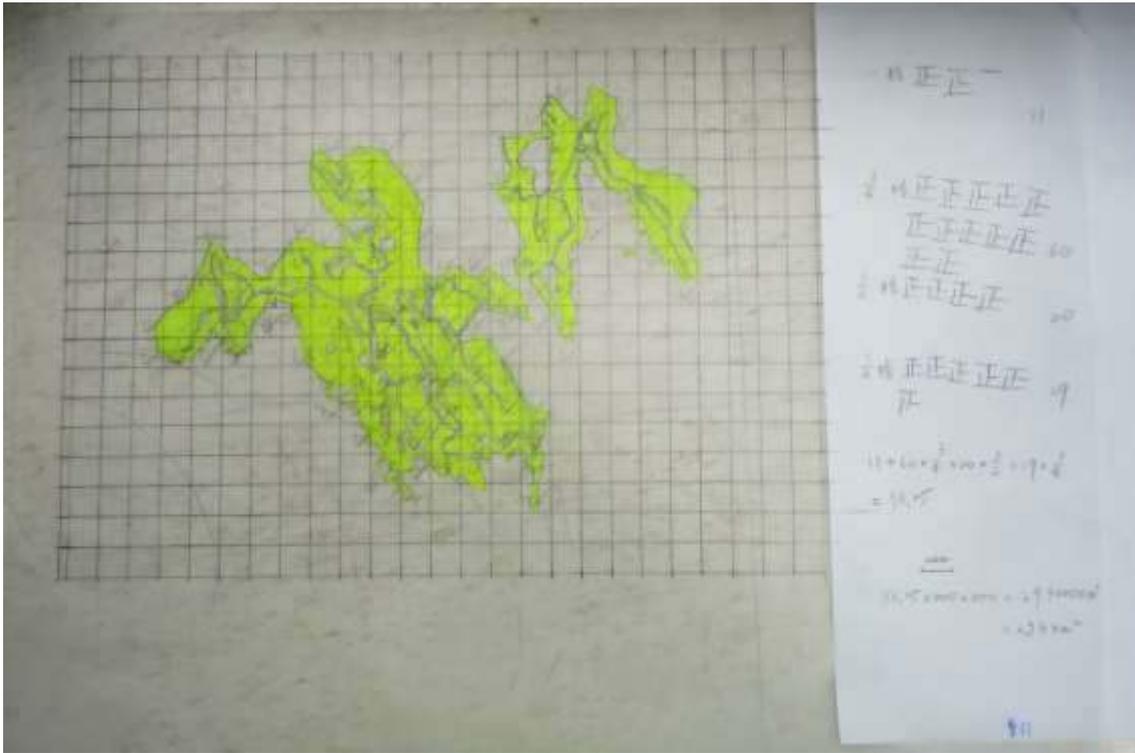


圖 22 東引綠地估算結果

4. 東莒：綠地面積約佔 1.45 平方公里(即 145 公頃)。

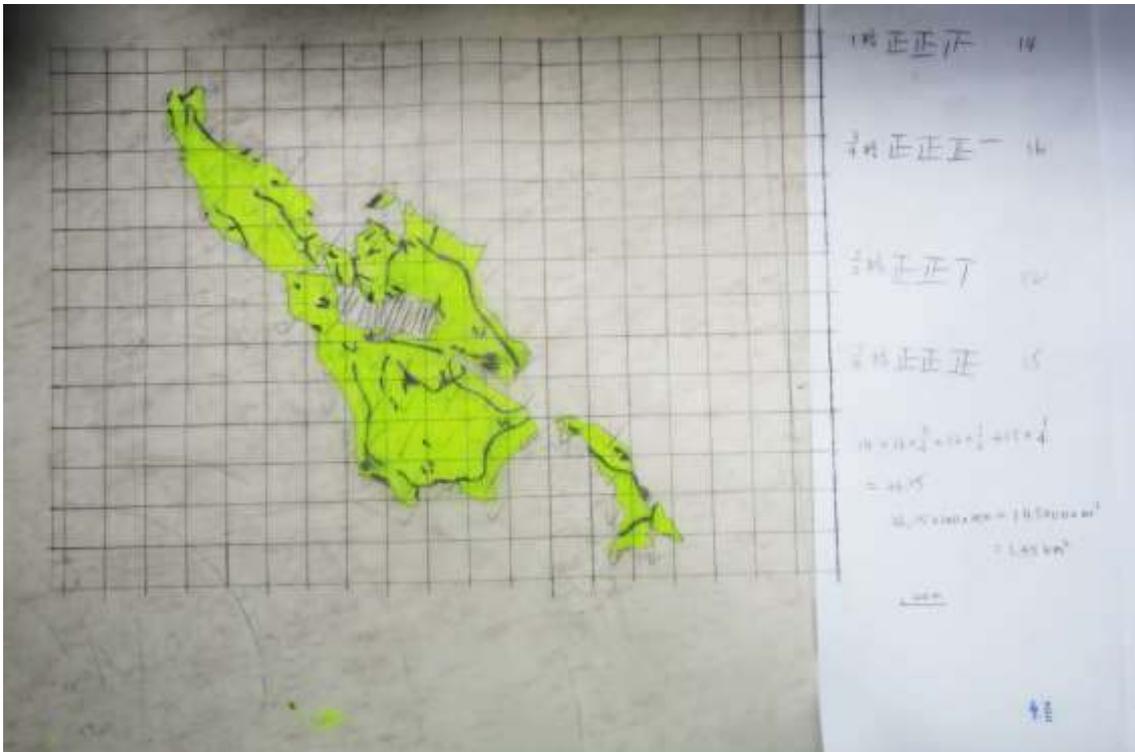


圖 23 東莒綠地估算結果

5. 西莒：綠地面積約佔 1.66 平方公里(即 166 公頃)。

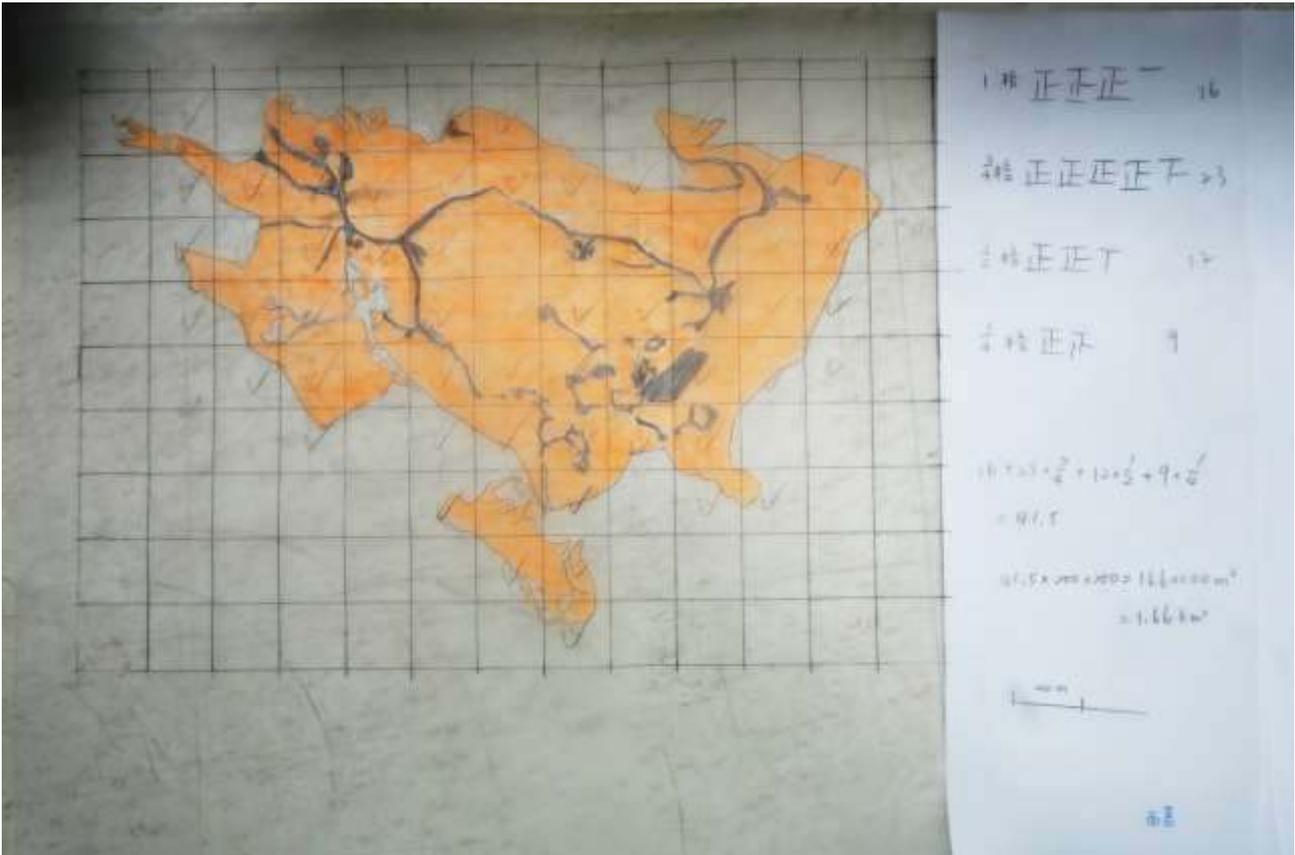


圖 24 西莒綠地估算結果

(三) 連江縣樹木造林成果與推估

由福建省連江縣誌中，可知本縣可造林地面積 1317.1 公頃，計自民國 45 年至 68 年，已完成造林面積 795.1 公頃，總共種植了 15978750 棵樹，平均每年約種植 665781 棵樹木($15978750 \div 24 = 665781.25$ ，四捨五入取自個位數)，而至 68 年為止，每年約種植 33 公頃的土地($795.1 \div 24 = 33.1391\bar{6}$ ，四捨五入取自個位數)，每公頃約有 20097 棵樹木($15978750 \div 795.1 = 20096.528739$ ，四捨五入取自個位數)，若按照此比例估算，約民國 84 年即可完成 1317.1 公頃之造林，將全縣之可造林之地區，都種滿了樹木，而約會有 26528040 棵樹木($33 \times 20097 \times 40 = 26528040$)。

(四) 民國 45 年至今連江縣樹木量推估

從連江縣主要島嶼綠地覆蓋面積估算中，我們可知道綠地覆蓋面積約為 1662 公頃，此數據大於可造林地面積 1317.1 公頃，代表其中有些部分為草地所佔之面積，並且在民國 68 年後，依然陸續的有種植樹木，因此我們可確定，連江縣從民

國 45 年至今可造林地區最少也有 15978750 棵樹，由此數據去計算，連江縣至少可以消耗多少的二氧化碳。

(五) 連江縣各鄉樹木可消耗之二氧化碳數量

以現有的資料中，在民國 68 年時，我們連江縣地區已有 15978750 棵樹木，且生長到至今，每顆樹都超過 20 年之壽命，若依樹種不同，1 年約可吸收 11~18 公斤的二氧化碳，我們取 1 年約可吸收 15 公斤為基準，一年下來至少可吸收 239681250 公斤的二氧化碳。

按照連江縣所有樹木一年下來至少可吸收 239681250 公斤的二氧化碳為基準，我們用先計算的各鄉地面積做為比例，平均分配到各鄉，即可知道，連江縣各島近幾年分別可吸收多少二氧化碳。



圖 25 各島可吸收之二氧化碳量

伍、研究結果與討論

一、各鄉居民使用交通工具與總碳排放量所佔整鄉環境消耗比例

下面圖中，藍色代表了，居民所使用的交通工具，所製造出的二氧化碳排放量，而橘色所代的是，增加了租賃與載客的二氧化碳排放量，即全部總共的碳排放，將此兩數據分再別轉換成，各個地方，所佔環境可消耗之百分比。

(一) 南竿鄉

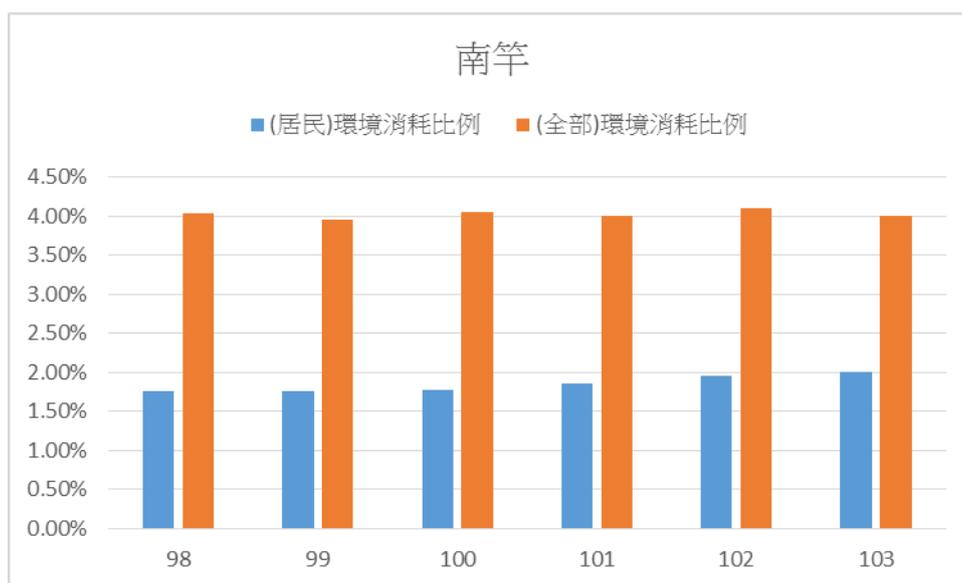


圖 26 南竿居民使用交通工具與總碳排放量所佔整鄉環境消耗比例比較

(二) 北竿鄉

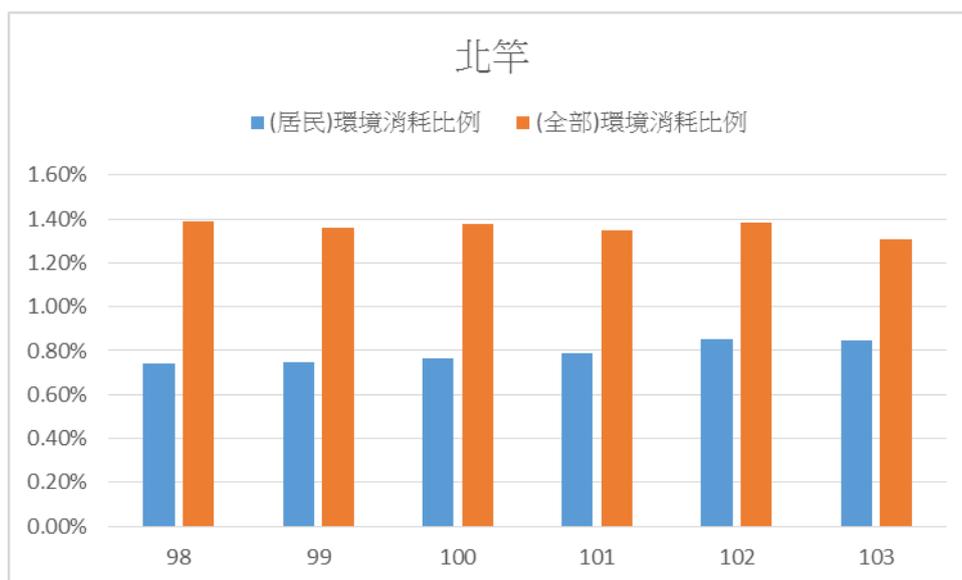


圖 27 北竿居民使用交通工具與總碳排放量所佔整鄉環境消耗比例比較

(三) 東引鄉

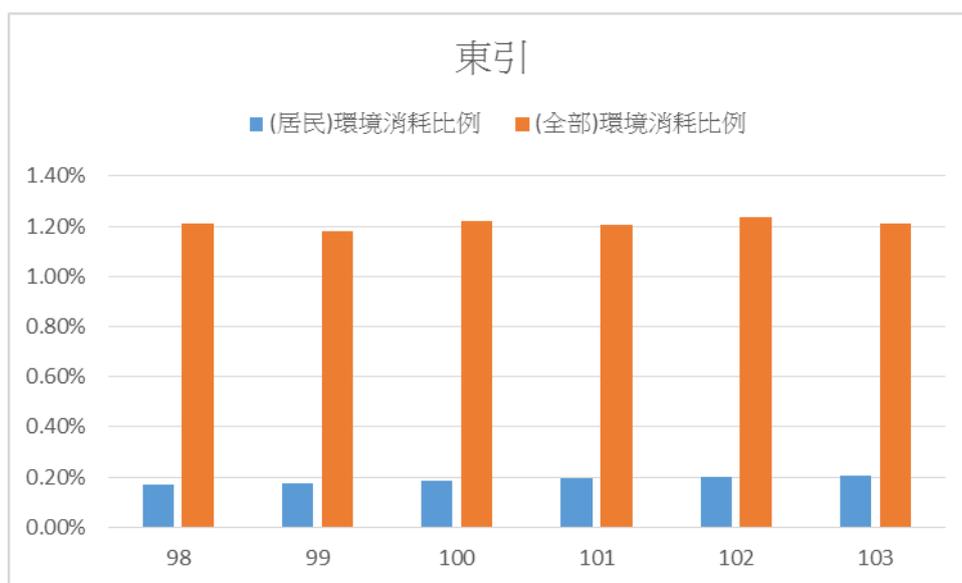


圖 28 東引居民使用交通工具與總碳排放量所佔整鄉環境消耗比例比較

(四) 東莒

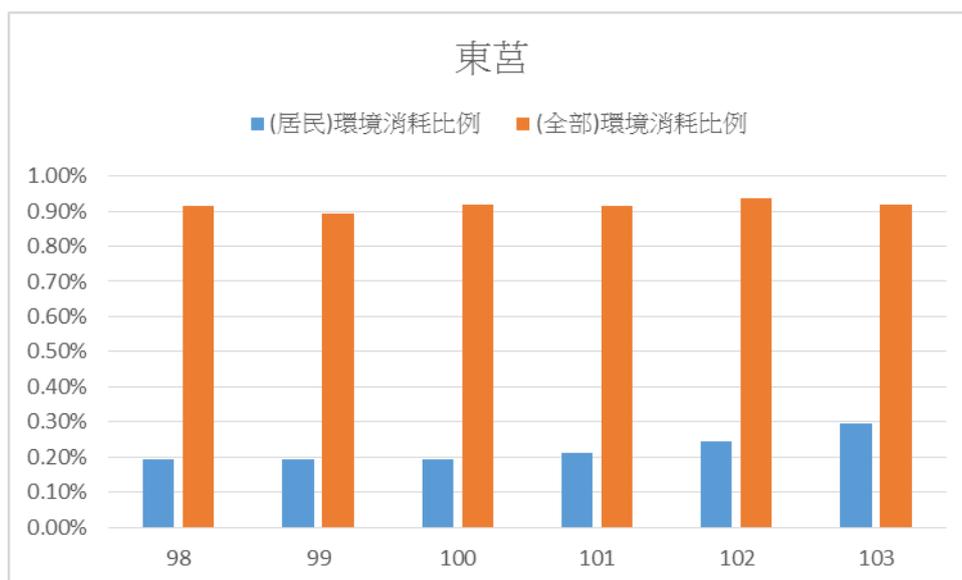


圖 29 東莒居民使用交通工具與總碳排放量所佔整鄉環境消耗比例比較

（五）西莒

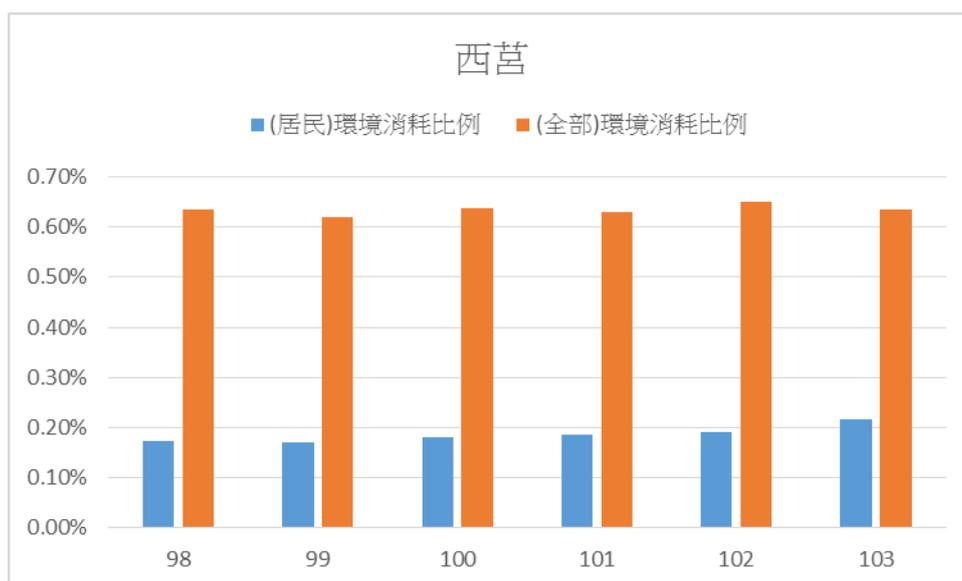


圖 30 西莒居民使用交通工具與總碳排放量所佔整鄉環境消耗比例比較

二、各鄉總碳排放之結果與推論

從圖 26~圖 30，我們可發現到，各鄉的環境消耗比例，並未達到 5%，不過排除居民所消耗部份，租賃與載客所耗損的比例，明顯多餘居民所耗損的部份多出很多，即橘色與藍色直條圖的差，且藍色部份還有包含部份租賃與載客的比例。

因此，我們可以推斷，租賃與載客交通工具所製造出的碳排放量，對於環境是有明顯的影響，雖然現在佔整體的消耗率不大，但在觀光越來越發達後，所製造出的二氧化碳相對會增加，而將來會有更多的民宿、旅館或是建設出現，那相對的我們的綠地面積，將會因此減少，而造成環境的消耗二氧化碳的量減少。

陸、結論與建議

一、結論

- (一) 在租賃與載客的交通工具，所製造出的二氧化碳，佔整體的交通工具碳排放量有一定的比例。
- (二) 若觀光持續的推動，那碳排放量應該會大大的增加，若還需要因為觀光而開發林地，那會對環境造成更大的影響。
- (三) 以現在的狀況，近幾年觀光的發展，若沒有對山坡地大量開發或是大量的旅客

來連江縣旅遊，則旅遊所產生的二氧化碳，暫時是不會造成環境無法負荷的局面。

二、建議

- (一) 雖然整體交通工具所製造出的二氧化碳，並不會立即的對我們的環境造成影響，但未必代表我們可以盡情的製造出更多的二氧化碳，還是要有節能減碳的精神，用步行代替車子，減少環境汙染。
- (二) 本次就單純的對交通工具的碳排放量做計算，而也只是針對某部份做計算，若整體都做更精準的計算，則環境消耗比例可能會再升高。
- (三) 而我們也知道，交通工具的碳排放量暫時對環境沒造成影響，但是我們的生活中，做許多事情，都會製造二氧化碳，就連替我們消耗二氧化碳的樹木也都會排放二氧化碳，因此若能將這些數據做計算與研究，就可以更確定對環境的負荷量有多大。

柒、參考資料與附件

1. 行政院網站。取自：<http://www.ey.gov.tw/policy4/cp.aspx?n=90F64A99047355A7>
2. 旅遊與碳足跡 - 東南科技大學。
取自：
<http://www.tnu.edu.tw/emgt/images/%E7%B6%A0%E8%89%B2%E6%97%85%E9%81%8A%E7%A0%94%E8%A8%E6%9C%83/%E6%97%85%E9%81%8A%E8%88%87%E7%A2%B3%E8%B6%B3%E8%B7%A1.pdf>
3. 碳排放交易網。取自 <http://www.tanpaifang.com/tanbiaoqian/2013/1224/27363.html>
4. 論文：以島嶼生態學觀點探討馬祖之永續發展，表 4-10。研究生：陳熏勻。
5. COOL 地球 36 計。
取自：
<https://docs.google.com/presentation/d/1xxfYxng94Yja8AUTyWNqbKuL8Xs3gppkABfSa8unZ9w/edit?pli=1#slide=id.i0>
6. 林務局一生一樹綠海家園。取自：<http://lifetree.forest.gov.tw/cp05.asp>

7.GOOGLE 地圖。取自：<https://www.google.com.tw/maps?hl=zh-TW&tab=wl>

8.連江縣監理站。

9.福建省連江縣誌。

10.一下康軒自然 第六章 人類與環境。

11.三下康軒自然 第四章 永續發展。

12.三下康軒數學 第三章 統計與機率。

13.連江縣各鄉戶政事務所。

14.連江縣各機車行、民宿與旅館。

15.連江縣馬祖油品供應有限公司。

附件一

連江監理站 103 年 12 月轄區汽機車統計表

製表日期:104 年 05 月 01 日

| | | 南竿 | 北竿 | 莒光 | 東引 | 合計 |
|----------|----|------|-----|-----|-----|------|
| 小客車 | 自用 | 1506 | 375 | 164 | 144 | 2189 |
| | 租賃 | 11 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| | 營業 | 77 | 11 | 7 | 4 | 99 |
| | 小計 | 1594 | 386 | 171 | 148 | 2299 |
| 小貨車 | 自用 | 191 | 52 | 23 | 19 | 285 |
| | 租賃 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 營業 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 |
| | 小計 | 193 | 54 | 23 | 19 | 289 |
| 大客車 | 自用 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| | 公車 | 38 | 0 | 0 | 0 | 38 |
| | 遊覽 | 13 | 6 | 0 | 0 | 19 |
| | 交通 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 小計 | 54 | 6 | 0 | 0 | 60 |
| 大貨車 | 自用 | 71 | 18 | 2 | 8 | 99 |
| | 營業 | 18 | 6 | 0 | 0 | 24 |
| 大貨曳引 | 自用 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 營業 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 小計 | 90 | 24 | 2 | 8 | 124 |
| 特種車 | 消防 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| | 警備 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | 郵車 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 其他 | 111 | 0 | 0 | 0 | 111 |
| | 小計 | 129 | 0 | 0 | 0 | 129 |
| 營業特種 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 小計 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 總計 | | 2060 | 470 | 196 | 175 | 2901 |
| 機車 | 輕機 | 138 | 50 | 40 | 33 | 261 |
| | 重機 | 3211 | 829 | 636 | 586 | 5262 |
| 250CC 重機 | | 10 | 0 | 0 | 2 | 12 |
| 550CC 重機 | | 14 | 1 | 2 | 0 | 17 |
| 總計 | | 3373 | 880 | 678 | 621 | 5552 |

附件二

| 南竿居民使用交通工具碳足跡(kg) | | | | | | |
|-------------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | <u>663671</u> | 646171 | 650658 | 683864 | 756110 | 801880 |
| 大客車 | <u>284867</u> | 284867 | 284867 | 283109 | 279592 | 251457 |
| 機車 | <u>571536</u> | 594446 | 609449 | 646551 | 656486 | 683856 |
| 總合 | 1520075 | 1525484 | 1544975 | 1613524 | 1692187 | 1737193 |
| 北竿居民使用交通工具碳足跡(kg) | | | | | | |
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 216587 | 217783 | 222570 | 233339 | 250092 | 261460 |
| 大客車 | 65648 | 67993 | 60959 | 56270 | 72682 | 56270 |
| 機車 | 203555 | 204907 | 217071 | 229236 | 238157 | 237887 |
| 總合 | 485791 | 490683 | 500601 | 518846 | 560931 | 555617 |
| 東莒居民使用交通工具碳足跡(kg) | | | | | | |
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 17078 | 16270 | 15992 | 16932 | 20691 | 23570 |
| 大客車 | 0 | 0 | 0 | 977 | 977 | 977 |
| 機車 | 23398 | 24218 | 24704 | 25980 | 29725 | 37218 |
| 總合 | 40476 | 40488 | 40696 | 43889 | 51394 | 61765 |
| 西莒交通工具碳足跡(kg) | | | | | | |
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 17051 | 16102 | 16723 | 17168 | 18149 | 19834 |
| 大客車 | 782 | 782 | 782 | 782 | 1563 | 782 |
| 機車 | 23362 | 23968 | 25832 | 26343 | 25779 | 31319 |
| 總合 | 41194 | 40851 | 43336 | 44292 | 45491 | 51935 |
| 東引居民使用交通工具碳足跡(kg) | | | | | | |
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 23766 | 23218 | 23035 | 24315 | 27605 | 30530 |
| 大客車 | 4298 | 4298 | 5731 | 5731 | 6448 | 5731 |
| 機車 | 42952 | 46669 | 50220 | 51542 | 51625 | 51294 |
| 總合 | 71016 | 74185 | 78987 | 81588 | 85677 | 87556 |

參考碳足跡公式：

小客車：1479×5.4÷9.94×2.263×365 ÷ 663671(小客車數×距離÷能源效率×排放係數×天)

大客車：162×5.4÷3.06×2.73×365 ÷ 284867(大客車數×距離÷能源效率×排放係數×天)

機車：2819×5.4÷22×2.263×365 ÷ 571536(機車數×距離÷能源效率×排放係數×天)

附件三

| 南竿居民交通工具里程數與使用油量估計 | | | | | | |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 2915109 | 2838240 | 2857950 | 3003804 | 3321135 | 3522177 |
| 機車 | 5556249 | 5778972 | 5924826 | 6285519 | 6382098 | 6648183 |
| 油耗量 | 545827 | 548218 | 556830 | 587899 | 624214 | 656534 |

| 南竿出租機車里程數與使用油量估計 | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 里程數 | 117895 | 187245 | 194180 | 221920 | 610280 | 880745 |
| 油耗量 | 5359 | 8511 | 8826 | 10087 | 27740 | 40034 |

| 北竿居民交通工具里程數與使用油量估計 | | | | | | |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 951336 | 956592 | 977616 | 1024920 | 1098504 | 1148436 |
| 機車 | 1978884 | 1992024 | 2110284 | 2228544 | 2315268 | 2312640 |
| 油耗量 | 185657 | 186783 | 194274 | 204408 | 215753 | 220657 |

| 北竿出租機車里程數與使用油量估計 | | | | | | |
|------------------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 里程數 | 14016 | 105120 | 189216 | 245280 | 581664 | 1002144 |
| 油耗量 | 637 | 4778 | 8601 | 11149 | 26439 | 45552 |

| 東莒居民交通工具里程數與使用油量估計 | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 75012 | 71463 | 70244 | 74370 | 90885 | 103530 |
| 機車 | 227471 | 235437 | 240160 | 252569 | 288979 | 361821 |
| 油耗量 | 17886 | 17891 | 17983 | 18962 | 22279 | 26862 |

| 東莒出租機車里程數與使用油量估計 | | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 里程數 | 23068 | 37486 | 46136 | 57670 | 60554 | 129758 |
| 油耗量 | 1049 | 1704 | 2097 | 2621 | 2752 | 5898 |

| 西莒居民交通工具里程數與使用油量估計 | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 74895 | 70725 | 73452 | 75408 | 79716 | 87120 |
| 機車 | 227115 | 233006 | 251128 | 256093 | 250616 | 304472 |
| 油耗量 | 17858 | 17706 | 18804 | 19227 | 19411 | 22604 |

| 西莒出租機車里程數與使用油量估計 | | | | | | |
|------------------|------|------|--------|--------|------|---------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 里程數 | 3869 | 3869 | 5803.5 | 5803.5 | 7738 | 21279.5 |
| 油耗量 | 176 | 176 | 264 | 264 | 352 | 967 |

| 東引居民交通工具里程數與使用油量估計 | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 小客車 | 104390 | 101981 | 101178 | 106799 | 121253 | 134101 |
| 機車 | 417560 | 453695 | 488224 | 501072 | 501875 | 498663 |

| 東引出租機車里程數與使用油量估計 | | | | | | |
|------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 里程數 | 55955 | 55955 | 159870 | 199838 | 239805 | 519578 |
| 油耗量 | 2543 | 2543 | 7267 | 9084 | 10900 | 23617 |

| 南竿油量統計與小客車租賃與載客油量估計 | | | | | | |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 95汽油 | 1423497 | 1392492 | 1433263 | 1415363 | 1453225 | 1424486 |
| 小客車油量 | 872311 | 835763 | 867606 | 817377 | 801272 | 727918 |

| 北竿油量統計與小客車租賃與載客油量估計 | | | | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 95汽油 | 373662 | 365524 | 376226 | 371527 | 381466 | 373922 |
| 小客車油量 | 187368 | 173962 | 173351 | 155970 | 139274 | 107713 |

| 東莒油量統計與小客車租賃與載客油量估計 | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 95汽油 | 84434 | 82595 | 85014 | 83952 | 86198 | 84493 |
| 小客車油量 | 65500 | 63000 | 64933 | 62368 | 61166 | 51733 |

| 西莒油量統計與小客車租賃與載客油量估計 | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 95汽油 | 66718 | 65264 | 67175 | 66336 | 68111 | 66764 |
| 小客車油量 | 48684 | 47382 | 48107 | 46846 | 48348 | 43193 |

| 東引油量統計與小客車租賃與載客油量估計 | | | | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 95汽油 | 223732 | 218858 | 225266 | 222453 | 228404 | 223887 |
| 小客車油量 | 191706 | 185433 | 185629 | 179849 | 182493 | 164112 |

參考碳足跡公式：

小客車每公升汽油可跑 9.94 公里，

機車可跑 22 公里。

附件四

| 南竿小客車租賃與載客之碳排放量預估 | | | | | | |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 95汽油 | 1974040 | 1891332 | 1963392 | 1849724 | 1813278 | 1647279 |
| 北竿小客車租賃與載客之碳排放量預估 | | | | | | |
| | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 95汽油 | 424014 | 393677 | 392294 | 352960 | 315177 | 243755 |
| 東莒小客車租賃與載客之碳排放量預估 | | | | | | |
| | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 95汽油 | 148226 | 142570 | 146944 | 141139 | 138420 | 117072 |
| 西莒小客車租賃與載客之碳排放量預估 | | | | | | |
| | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 95汽油 | 110171 | 107226 | 108866 | 106012 | 109411 | 97745 |
| 東引小客車租賃與載客之碳排放量預估 | | | | | | |
| | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 95汽油 | 433831 | 419635 | 420078 | 406999 | 412981 | 371386 |

公式計算參考：

$$872311 \times 2.263 \div 1974040 (\text{剩餘油量} \times \text{排放係數})$$

【評語】 030502

優點：

主題明確，研究結果可供吾人改善環境，減少碳排放。

缺點：

研究中關於里程數，有很多假設值，這些猜測值可能影響結果。

建議改善事項：

可試著找出建議觀光客使用何種交通工具?安排什麼觀光路線?
達到節能減碳的目的。