

地圖
第十六期，第 69-86 頁，民國 95 年 6 月
Journal of Cartography
No. 16, June 2006. pp.69~86

臺灣堡圖面資料簡括化初探 —以水、旱田面積為例

The Exploration of Area Data Generalization in Taiwan Bau-Tu —An Illustration of Rice Paddies and Dry Farmlands

翁培文*

蔡博文**

Pei-Wen Weng

Bor-Wen Tsai

摘 要

本研究主要探討臺灣堡圖面資料的簡括化程度，以宜蘭廳為研究區，比較水、旱田數化面積與史料面積的差異，分析結果指出，二者相差不大，相關係數高於0.96，線性迴歸解釋力高於0.92，但分組分析發現約5甲以下的土地類別變動較大，因此，若研究議題為小面積的土地類別，宜留意簡括化所造成的影響。雖然簡括化會過濾掉一些資料，但透過分析概知其誤差程度，亦能對相關研究有所幫助。

ABSTRACT

The main focus of this study is on the area data generalization of Taiwan Bau-Tu. We compare the area discrepancy of the rice paddies and dry farmlands between Taiwan Bau-Tu and historical materials of I-Lan County. The results show that the differences are small, where the correlation coefficient reaches as high as 0.96 and the linear regression's coefficient of variation is over 0.92. If the area is analyzed after divided into groups, the land status of those under 5 Jia (almost equal to hectare) has more variation. For research topics on the land status of smaller areas, it is advised to take notice of the effects of generalization. Although generalization will tend to filter out some information, the discussion on the generalization of Taiwan Bau-Tu can let us understand the amount of errors and can do some contributions to correlative researches.

* 國立台灣大學地理環境資源學系碩士班研究生

Graduate Student, Department of Geography, National Taiwan University.

** 國立台灣大學地理環境資源學系助理教授

Assistant Professor, Department of Geography, National Taiwan University.

關鍵詞 Key Words

簡括化	Generalization
臺灣堡圖	Taiwan Bau-Tu
地理資訊系統	GIS(Geographic Information System)

一、前言與文獻回顧

清咸豐以前，臺灣地圖以傳統山水畫法為主，間有傳教士以西方測量技術繪製地圖，同治以後，山水畫法、計里畫方、經緯度與計里畫方併用三者皆有一定的比重，但西方測繪技術有漸成主流之趨勢(夏黎明，1996)。傳統山水畫法地圖自有其歷史意涵與藝術價值，但受限於地圖內容較為缺乏且地圖資訊較不準確，因此，若是研究議題對於時間的限定並非十分嚴格，或說稍有年代差距的地圖亦符合需要，則歷史研究常以其它地圖為底圖(base map)，清領時期的地圖大都過於簡略，劉銘傳主政時的土地調查雖頗為詳細，由調查而成散圖，集散圖成區圖，集區圖成庄圖，但因施九緞抗租事件而未及於彰化以南，且其調查成果大都已遺失，其斷簡殘篇有助於窺知當時繪製的概觀，但卻難以廣泛應用；日治之後，臺灣地形圖(1895年)雖屬實測，但因製圖目的及戰事影響而較為簡略，因此，費時六年七個月、耗費五百二十餘萬圓(大部份是地籍調查)的臺灣堡圖，遂成為臺灣史研究頗常使用的底圖，該圖是臺灣有史以來第一套，也是唯一一套集土地調查、地籍測量和地形測量而製成的地形圖(施添福，1996)，堡圖上的街庄界、土地利用分佈、海岸線變遷、……等，皆為歷史研究的寶貴素材，並已有不少學者加以研究。

地圖是環境的轉繪，但環境的資訊太多且雜亂，地圖無法展現環境的所有資訊，也不需要容納許多無意義的雜訊，因此，地圖繪製必須考慮製圖目的、比例尺、資料量、……，甚或區域特性來選擇、保留適切而有意義的資料，這種方法或現象稱為簡括化(generalization，或稱為概括化)。簡括化是所有地圖普遍存在的現象，也是地圖學重要的研究議題之一，部份簡括化的相關研究著力於簡括化概念的掌握，如：聞祝達和石慶得(1990)探討簡括化過程與標準，部份著力於簡括化的方法，如：Zeshen Wang和Jean-Claude Muller(1998)將shape轉換為數個bend計算線資料的簡括化、Eric Saux(2003)以B-spline計算線資料的簡括化、Martin Galanda和Robert Weibel(2003)以snakes計算面資料的簡括化、Lars E. Harrie(1999)以Constraint Method計算地圖簡括化，部份探討簡括化演算法的優劣，如：鄧國壽和曾正雄從量化和問卷比較四種演算法的優劣，部份著力於簡括化的影響，如：聞祝達和石慶得(1994)探討不同比例尺地名的簡化程度、林譽方和范慶龍(2001)以方根定律(radical law)研究地名簡化的規律等，這些研究都對簡括化進行了更深入的研究與擴展更多的思考面向。

二、研究議題

在簡括化的相關研究中，「面積的簡括化程度」是一個較少被探討的問題，不僅臺灣堡圖如此，其它臺灣地圖亦是如此，原因可能來自於三方面：面積的計算較為困難，不如點資料來的簡便，二則缺乏較小的統計單元資料，探討不易，再則其規律較難掌握，「因圖而異」可能是這個問題最適切的解答。針對這三個可能遇到的問題，面積度量可藉由地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 的協助而獲得解決，配合適當的統計史料，使得較小的統計單元容易取得，雖然簡括化複雜的情形依舊，但本研究探討這個問題態度是較為開放的，不強求規律的掌握，而著重了解規律的大致趨勢，因此，以上三個問題皆可獲得某種程度上的解決，有助於研究的進行。

臺灣堡圖由庄圖(地籍圖)轉繪而來，依據明治三十一年七月十七日所頒佈的〈臺灣地籍規則〉，土地類別(land status)可分為以下六類(臨時臺灣土地調查局第一回事業報告，1902:1)：

1. 田、畑(園)、建物敷地、鹽田、鑛泉地、養魚池
2. 山林、原野、池沼、牧場
3. 祠廟敷地、宗祠敷地、墳墓地、鐵道用地、公園地、練兵場、射擊場、砲臺用地、燈臺用地、用惡水路(餘水溝道)
4. 道路、溝渠
5. 河川、堤防
6. 雜種地(雜地)

以上二十餘種土地類別中，本研究選擇以宜蘭廳的水、旱田做為研究樣本，探討堡圖面積的簡括化程度，其理由如下：

1. 水田(田)、旱田(畑)、養魚池為政府課稅之地，相較於其它幾種土地類別，這三種土地類別資料較為詳細，《田收穫查定書》、《畑收穫查定書》和《養魚池收穫查定書》記載著各街庄社的水田、旱田和養魚池面積，可與堡圖上的面積相比較(註一)。
2. 從表1可知，三種土地類別以水、旱田面積較大，各約三十萬甲，養魚池面積較小，僅約二萬餘甲，以水、旱田做為研究對象樣本較容易取得。
3. 若水、旱田的差異較大，較容易探究其對簡括化所造成的影響，水田率最極端的三個廳為基隆廳、深坑廳和宜蘭廳，基隆廳和深坑廳街庄數較少，從圖1可知，宜蘭廳水田面積、比例在各組分佈較為均勻，旱田大都為小面積、低比例，適合比較不同面積、比例的簡括化程度。
4. 宜蘭廳相關史料較為充足，便於解釋研究成果及其應用。

註一：土地調查僅完成二十廳中的十八廳，故缺乏澎湖廳與臺東廳的資料。

表1. 日治初年各廳水田、旱田、養魚池面積比較表(本研究整理，單位：甲)

	水田	旱田	養魚池	水田率		水田	旱田	養魚池	水田率
宜蘭廳	16166	4409	0	0.786	南投廳	7654	7329	1	0.511
基隆廳	7617	1110	0	0.873	斗六廳	16013	47224	1673	0.253
深坑廳	2822	458	0	0.860	嘉義廳	25177	27192	22	0.481
臺北廳	20715	10378	4	0.666	鹽水港廳	21762	44292	12278	0.329
桃園廳	30941	24689	0	0.556	臺南廳	13673	25404	3715	0.350
新竹廳	18005	7569	0	0.704	鳳山廳	21654	18265	3347	0.542
苗栗廳	16216	8635	4	0.653	蕃薯寮廳	6525	5617	0	0.537
臺中廳	26013	11236	54	0.698	阿猴廳	18915	27674	727	0.406
彰化廳	31486	22032	88	0.588	恒春廳	2415	3393	0	0.416
					總計	303769	296906	21913	0.506

資料來源：田收穫查定書、畑收穫查定書、養魚池收穫查定書

水田率：田/(田+園)

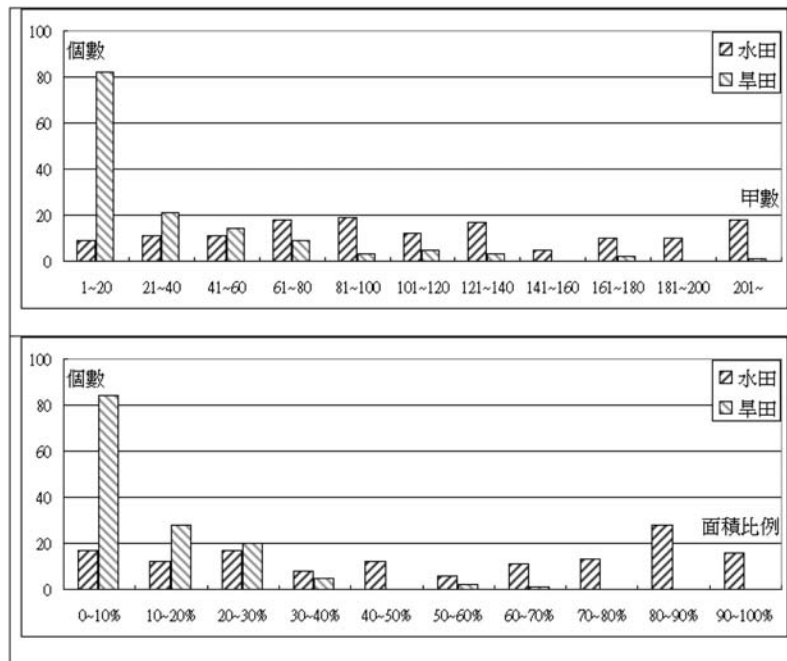


圖1. 宜蘭廳水、旱田甲數和比例分佈表

三、臺灣堡圖簡括化的量化分析

本研究所使用的臺灣堡圖影像檔由中央研究院GIS小組提供，數化檔自行繪製，宜蘭廳養魚池面積為0，數化時僅將土地類別分為水田、旱田和非田園三種，宜蘭廳數化面積約

45879甲，其中水田約17233甲，旱田約4420甲，非田園約24225甲，史料面積水田為16166甲，旱田為4409甲，各街庄史料面積與數化面積如附錄一，史料面積應是由土地台帳整理所得，數化面積由數化堡圖所得，堡圖由庄圖調製而成，因此，可將史料面積視為自變數，數化面積視為依變數，用迴歸分析探討二者的關係，各街庄水田迴歸分析結果如表2，旱田迴歸分佈結果如表3，表中各圖的x軸是街庄的史料面積，y軸是數化面積，虛線的方程式為 $x=y$ ，即數化面積等於史料面積，雖然數化面積少掉某些地方再納入某些地方亦會產生 $x=y$ 的結果，但因庄圖調閱困難，因此，以 $x=y$ 做為沒有簡括化的操作性定義，當點越接近虛線，表示該庄數化面積與史料面積的差異越小，簡括化情形較少，若點離虛線越遠，表示該庄數化面積與史料面積的差異越大，簡括化情形較多（註二）。

表2. 宜蘭廳水田分析表

水田(樣本數：140)				水田：修正後(樣本數：135)			
相關係數：0.983				相關係數：0.996			
迴歸式： $y=1.050x+1.823$				迴歸式： $y=1.036x+1.578$			
調整的判定係數：0.966				調整的判定係數：0.991			
	P-值	上限 95%	下限 95%		P-值	上限 95%	下限 95%
截距	0.424	6.318	-2.673	截距	0.159	3.784	-0.628
斜率	2.52E-103	1.083	1.017	斜率	3.8E-139	1.052	1.019

註二：影像校正、數化誤差、土地類別判釋錯誤、……等也會導致誤差，但這些因素的影響較小，且不容易度量，因此，並未將這些因素納入討論。

表2、表3左表是宜蘭廳140個街庄的分析結果，大部份的點與虛線相當接近，各街庄的史料面積與數化面積相差無幾，但有幾個誤差較大的特例，壯五庄水田誤差約129甲，十三股庄與公館庄水田約61甲，太湖庄水田約49甲，壯七庄旱田約132甲，剔除五個誤差較大的街庄後，分析結果如表2、表3右表。140個樣本和135個樣本的水田史料面積與數化面積相關係數約0.983和0.996，這表示水田史料面積與數化面積幾乎呈現完全正相關，迴歸式調整的判定係數約0.966和0.991，這說明了直線迴歸具相當高的解釋能力，且迴歸式往上下方稍異動後，其所形成的區間即可包涵95%的樣本點，可知大部份樣本點相當接近迴歸線，亦說明了線性迴歸的高適用性，也因此不另用非線性迴歸加以解釋，從斜率與截距P-值的高低可看出，迴歸式斜率的影響較大，截距的影響較小，當迴歸式斜率為1、截距為0時，x與y相等，也就是史料面積與數化面積相同，140個樣本迴歸式斜率約1.05，135個樣本斜率約1.036，二者皆略大於1，但與1相當接近，意即數化面積雖略大於史料面積，但差異不大，而就本研究簡括化的操作性定義來說，堡圖宜蘭廳水田的簡括化程度是相當低的。

宜蘭廳水、旱田的面積、比例差異頗大，水田面積幾乎是旱田的四倍，就面積大小而言，140個街庄有59個旱田面積低於10甲，僅5個街庄水田面積低於10甲，旱田面積超過百甲的街庄有11個，而超過一半的街庄(72個)水田面積超過百甲；就面積比例而言，有87個街庄旱田面積比例不到10%，僅17個街庄水田面積比例不到10%，旱田面積比例超過50%的街庄有4個，水田面積比例超過50%的有74個。宜蘭廳水田簡括化現象並不明顯，這或許是由於各街庄水田的面積和比例較大，為研究堡圖小面積和低比例的簡括化情形，亦對旱田做迴歸分析，分析結果發現旱田的相關係數和調整的判定係數雖略低於水田，但仍相當高，140個樣本二者皆有0.92以上，剔除五個誤差較大的街庄後，二者都有0.98以上，並且，旱田的迴歸式相當接近 $x=y$ ，無論是斜率與截距都比水田更加接近，這表示旱田數化面積並沒有因面積較小、比例較低而有太大的改變，而就本研究簡括化的操作性定義來說，堡圖宜蘭廳旱田的簡括化程度也是相當低的。

簡括化現象大者更大、小者更小的描述，或指相對大小、或指絕對大小，就面積而言，相對大小可用面積比例表示，絕對大小可用面積大小表示，為進一步了解簡括化在不同面積、比例下是否會有不同的表現，分別對水、旱田依比例高低、面積大小進行分組分析。相對大小部份，水田的面積比例分佈較為平均，考量各組樣本數後，將水田依比例高低分為三組，間距為0~33.3%、33.3~66.7%、66.7~100%，代表水田比例低、中、高三種情形，剔除五個誤差較大的街庄後，分析結果整理如表4上半；由於各街庄旱田比例普遍偏低，其分組方式和水田略有不同，考量樣本的數值分佈和各組樣本數後，將旱田比例屬於低比例水田組的樣本依比例高低分為三組，間距為0~5%、5~15%、15~33.3%，分別代表低比例旱田的三種情形，剔除五個誤差較大的街庄後，分析結果整理如表4下半。表4上半水田分組分析和表2水田分析的結果大同小異，非常高的相關係數，相差無幾的迴歸式，調整的判定係數高於0.9，但某方面亦出現新的訊息，在簡括化概念下，大者越大會使迴歸式在 $x=y$ 之上、小者越

小會使迴歸式在 $x=y$ 之下，高比例水田組迴歸式在 $x=y$ 上方，表示該組有些許大者更大的情形，低比例水田組迴歸式亦在 $x=y$ 上方，顯示該組並未發生小者越小，相反的，卻有些許小者略大的情形；此外，大者越大、小者越小會使高、低比例水田組數化面積與史料面積的差異較大，有較高的離散係數(V, Coefficient of Variation)，中比例水田組的差異較小，有較低的離散係數，但離散係數最小的並不是中比例水田組，而是高比例水田組。表4下半旱田分組分析結果出現較多的變化，旱田組-3與低、中、高比例水田組的數值相似，但與其它二組稍有差異，相關係數雖仍為高度正相關，但首次降到0.9以下，旱田組-2迴歸式斜率降到0.955，但旱田組-1斜率升為1.018，調整的判定係數較差，旱田組-2低於0.9，旱田組-1低於0.8，且數化面積與史料面積差值的變異係數皆高於1.3，表示變異程度較大，因此，若以街庄為單位，臺灣堡圖旱田比例15%以下的迴歸解釋力稍弱，5%以下的解釋力更弱。

表3. 宜蘭廳旱田分析表

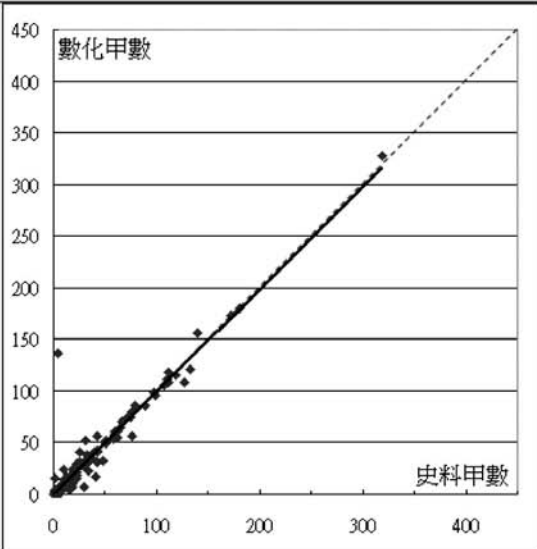
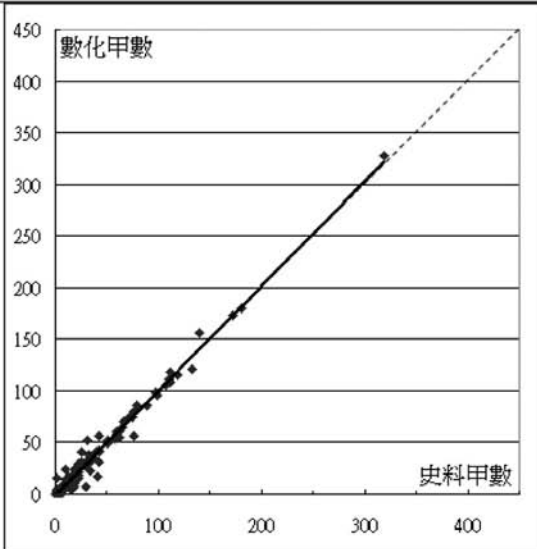
旱田(樣本數：140)				旱田：修正後(樣本數：135)			
							
相關係數：0.960				相關係數：0.991			
迴歸式為： $y=0.990x+0.406$				迴歸式為： $y=1.011x-1.012$			
調整的判定係數：0.921				調整的判定係數：0.983			
	P-值	上限 95%	下限 95%		P-值	上限 95%	下限 95%
截距	0.761	3.040	-2.227	截距	0.106	0.218	-2.241
斜率	3.45E-78	1.038	0.941	斜率	2.2E-119	1.034	0.988

表4. 水、旱田相對面積分組分析表

組名(樣本數)	低比例水田組(47)	中比例水田組(29)	高比例水田組(59)
水田面積比例	0~33.3%	33.3~66.7%	66.7~100%
相關係數	0.993	0.995	0.996
迴歸式	$y=1.023x+2.575$	$y=1.038x+1.76$	$y=1.044x+0.108$
調整的判定係數	0.985	0.989	0.992
誤差的V	1.027	0.937	0.905
組名(樣本數)	低比例旱田組-1(64)	低比例旱田組-2(34)	低比例旱田組-3(31)
旱田面積比例	0~5%	5~15%	15~30%
相關係數	0.889	0.932	0.981
迴歸式	$y=1.018x-0.412$	$0.955x-0.792$	$y=1.013x-1.522$
調整的判定係數	0.788	0.865	0.961
誤差的V	1.566	1.331	0.98

*誤差：數化面積與史料面積的差值

絕對大小部份，水田的面積大小分佈較為平均，考量各組樣本數後，將水田依面積大小分為三組，三組間距為 $-0.5s$ (79.73甲)以下、 $-0.5s\sim 0.5s$ 、 $0.5s$ (151.22甲)以上，分別代表水田面積小、中、大三種情形，剔除五個誤差較大的街庄後，分析結果整理如表5上半；由於各街庄旱田面積普遍較小，其分組方式和水田略有不同，考量樣本的數值分佈和各組樣本數後，將旱田依面積大小分為三組，間距為0~5甲、6~15甲、16~79.73甲，分別代表小面積旱田的三種情形，剔除五個誤差較大的街庄後，分析結果整理如表5下半。分析結果和表4有不少相似之處，大、中、小面積水田組和旱田組-3並無太大的差異，頗高的相關係數、調整的迴歸係數，各迴歸式的差異不大，……，值得注意的是旱田組-1和旱田組-2分析結果有頗大的改變，相關係數從高度正相關轉變為中度、低度正相關，旱田組-2迴歸式斜率創新高，旱田組-1斜率創新低，僅剩0.507，簡化情形頗為嚴重，調整的判定係數僅0.257和0.048，顯示直線迴歸解釋力相當弱，尤以旱田組-1為然，這樣的分析結果可說明，若以街庄為單位，臺灣堡圖旱田面積15甲以下簡括化情形較為複雜，5甲以下簡括化情形相當複雜（註三）。

註三：5甲僅是一個約略數字，並不具分辨4.9甲、5.1甲的界限功能。

表5. 水、旱田絕對面積分組分析表

組名(樣本數)	小面積水田組(48)	中面積水田組(49)	大面積水田組(38)
史料甲數	1s(79.73甲)以下	-0.5s~0.5s甲	0.5s(151.22甲)以上
相關係數	0.962	0.962	0.985
迴歸式	$y=1.027x+1.951$	$y=1.051x+0.281$	$y=1.069x-5.820$
調整的判定係數	0.923	0.924	0.970
誤差的V	1.205	0.751	0.876
組名(樣本數)	小面積旱田組-1(41)	小面積旱田組-2(30)	小面積旱田組-3(51)
史料甲數	0~5甲	6~15甲	16~79.73甲
相關係數	0.268	0.531	0.922
迴歸式	$y=0.507x+0.499$	$y=1.121x+0.877$	$y=1.011x-1.969$
調整的判定係數	0.048	0.257	0.847
誤差的V	1.485	1.032	1.098

*誤差：數化面積與史料面積的差值

表4和表5並未考量到水、旱田間的相互關係，二者可能產生同時誇大、同時簡化和相互競爭，前二者是指重要、不重要的土地類別依強調、省略程度而使面積增減，後者是指較大的土地類別將較小的類別融入，為了解這樣的論述是否有助於堡圖面積簡括化的探討，故僅選取旱田為低比例、小面積的街庄為樣本，並依水田的比例、面積分組，水、旱田間距同表4和表5，扣除掉誤差較大的五個街庄，依比例高低分組分析結果如表6上半，依面積大小分組分析結果如表6下半。若水、旱田同時誇大，該組水、旱田數化面積與史料面積的比率將同時大於1，若同時簡化，該組比率將同時小於1，若相互競爭，該組比率一個大於1，一個小於1，分析結果顯示，比例分組有二組同時誇大，高比例水田組相互競爭，雖然該組旱田的簡化程度較高，但其水田誇大程度低於其它二組，因此無法將該組旱田的簡化歸因水田的誇大；面積分組三組皆相互競爭，雖然大面積水田組旱田的簡化程度為三組中最高，但該組水田誇大程度並不是最高，小面積水田組水田的誇大程度為三組中最高，但該組旱田簡化程度並不是最高，更加說明了水、旱田的誇大、簡化、競互並不是那麼的絕對，因此，從水、旱田的關係去探討臺灣堡圖的簡括化並不是一個更佳的闡述方式，並且，表6也支持表4、表5部份的分析結果，高比例水田組的旱田比率最小，原因是該組旱田平均面積較小，僅6.271甲(未附在表6)，小面積容易被簡化，但該組第二小的標準差則說明堡圖小面積地物雖然容易被簡化，但其變異情形不大。

表6. 水、旱田面積誤差分組比較表

組名(樣本數)	低比例水田組(42)		中比例水田組(28)		高比例水田組(59)	
低旱田	水田	旱田	水田	旱田	水田	旱田
平均比例(%)	15.840	10.562	51.949	17.131	84.711	3.841
比率	1.056	1.007	1.050	1.008	1.045	0.680
誤差的s	6.248	6.274	6.663	3.284	6.144	3.669
組名(樣本數)	小面積水田組(43)		中面積水田組(46)		大面積水田組(33)	
小旱田	水田	旱田	水田	旱田	水田	旱田
平均面積	45.791	24.233	112.957	15.065	204.606	19.242
比率	1.069	0.970	1.051	0.988	1.037	0.905
誤差的s	5.958	5.370	5.144	4.120	7.186	4.333

*平均比例(面積)：史料比例(面積) / 樣本數

*比率：數化面積 / 史料面積

*誤差：數化面積與史料面積的差值

四、結果討論與應用

從表2和表3的分析結果可知，大部份街庄數化面積與史料面積的差異不大，相關係數與迴歸式的解釋力均高，為了解水、旱田內部是否有微小的變化，故設計表4就相對面積、表5就絕對面積加以分析，結果顯示若以街庄為單位探討臺灣堡圖的簡括化，就相對面積而言，旱田比例15%以下線性迴歸解釋力稍弱，5%以下更弱一些，就絕對面積而言，旱田15甲以下線性迴歸解釋力頗差，5甲以下幾無解釋力可言，從表4和表5的比較中發現，小面積旱田組-2(6~15甲)的簡括化情形已較低比例旱田組-1(5%以下)來的嚴重，因此，以絕對面積來探討堡圖的簡括化較容易反應出街庄間的差別，表6的分析結果亦支持小面積旱田簡括化結果較為複雜，本研究推論小面積水田可能也會有相同的情形，因旱田引用〈調製規程〉的條款常適用於水田(有部份不同，如：圖例)，但由於水田15甲以下的樣本僅有7個，故無法做更進一步的確認，其它非田園的土地類別若沒有特殊條款的排除，也非常可能有相似的情形，因此，若研究的土地類別面積不大，應考慮簡括化所造成的影響，改以庄圖為底圖，以避免研究成果造成太大的誤差。在檢視原始資料後，發現小面積旱田組-1旱田史料面積為一、二甲的部份街庄，數化面積皆為0，庄圖上小部份旱田調製成堡圖後已不存在，然而該組數化面積與

註四：由史料面積推斷，龜山庄山地疑似旱田的符號可能不是旱田，但為忠於堡圖，仍數化之。

史料面積的差異不大，41個街庄僅龜山庄誤差超過5甲（註四），因此，雖然該組迴歸式的解釋力較弱，簡括化現象較為複雜，其規律較難掌握，但簡括化情形並非十分嚴重。

簡括化可分為幾個類別，不同的地圖學書籍分類略有差異，Robinson等(1995)將簡括化分為分類(Classification，將資料分門別類)、簡化(simplification，將質量適度的簡化)、誇大(exaggeration，突顯重要的資料)、符號化(symbolization，用符號將資料編碼)和歸納(induction，整合資料)，這五個類別會共同影響地圖的展現，從〈堡圖原圖調製規程〉(簡稱調製規程)可看出這幾個簡括化類別，如：第九條第二款小彎曲和較短的道路、小川、斜面等可省略，這主要是簡括化中的簡化，第九條第四款小建地和湖池可適度放大，這主要是簡括化中的誇大，第九條第七款小面積樹林和竹林以獨立樹及孤竹符號表示，這主要是簡括化中的符號化，第十四條道路級別的分類原則，這主要是簡括化中的分類，……，最後，要將〈調製規程〉各條款加以全面性的考量，這主要是簡括化中的歸納(臨時臺灣土地調查局第四回事業報告，1905:188-209)，施添福比較庄圖和堡圖的差異後，對於堡圖簡括化有以下的描述，其調製過程「盡量保留庄圖(地籍圖)上的地物，例如根據比對大安庄圖(位於今日臺灣師範大學和臺灣大學之間)和堡圖相對應的部份，堡圖只比庄圖少了一條灌溉渠道、六座墳墓、兩小塊旱園，以及兩個聚落點而已」(施添福，1996:3)，這主要屬於簡括化中的「簡化」，此外，「並非一切地上的物體，皆能按比例尺加以縮小描畫，圖上所畫的一些重要地物如家屋、城廓、土圍、道路、鐵路、橋樑等，一般皆比應有的比例為大」(施添福，1996:2)，這主要屬於簡括化中的「誇大」，這些簡括化現象都會造成數化面積與史料面積的差異。

賴進貴(2005)指出不同的土地類別分類會影響跨地圖的研究，而從堡圖〈調製規程〉與簡括化相關的條款中發現，即使沒有土地類別分類的干擾，簡括化前後的情形亦頗為複雜，如〈調製規程〉第九條第三款一平方公分以下的土地類別納入周遭面積較大的土地類別，初步看來，這屬於地圖簡化的規定，如圖2-1所示，每個方格為0.5*0.5公分，二種土地類別分別為49與32格，左側深色的土地類別較密集，在簡括化後仍存在，但該土地類別在右側較分散，且面積皆小於1平方公分，簡括化後已不存在，面積較大的土地類別由49格增大為54格，較小的由32格縮減為27格，這種大者更大、小者更小是簡括化較為常見的現象；但同樣49與32格的土地類別，相同的標準、不同的分佈簡括化後會有不一樣的結果，如圖2-2所示，淺色的土地類別在四個角落附近皆有一格被深色的土地類別所包圍，由於面積小於1平方公分，簡括化後皆被併入深色的土地類別，面積較大的土地類別由49格縮減為45格，較小的由32格增加為36格，逆轉了大者更大、小者更小的簡括化現象；即使同圖2-1分佈，但不同的土地類別會有不同的結果，若圖2-3深色的土地類別為建地，則可引用〈調製規程〉第九條第四款建地可適度放大，因此，右側的五個小建地在簡括化後反而被稍稍的放大，並沒有像圖2-1小面積被併入的情形，面積較大的土地類別由49格縮減為略小於49格，較小的則由32格放大為略大於32格，同樣逆轉了大者更大、小者更小的簡括化現象。

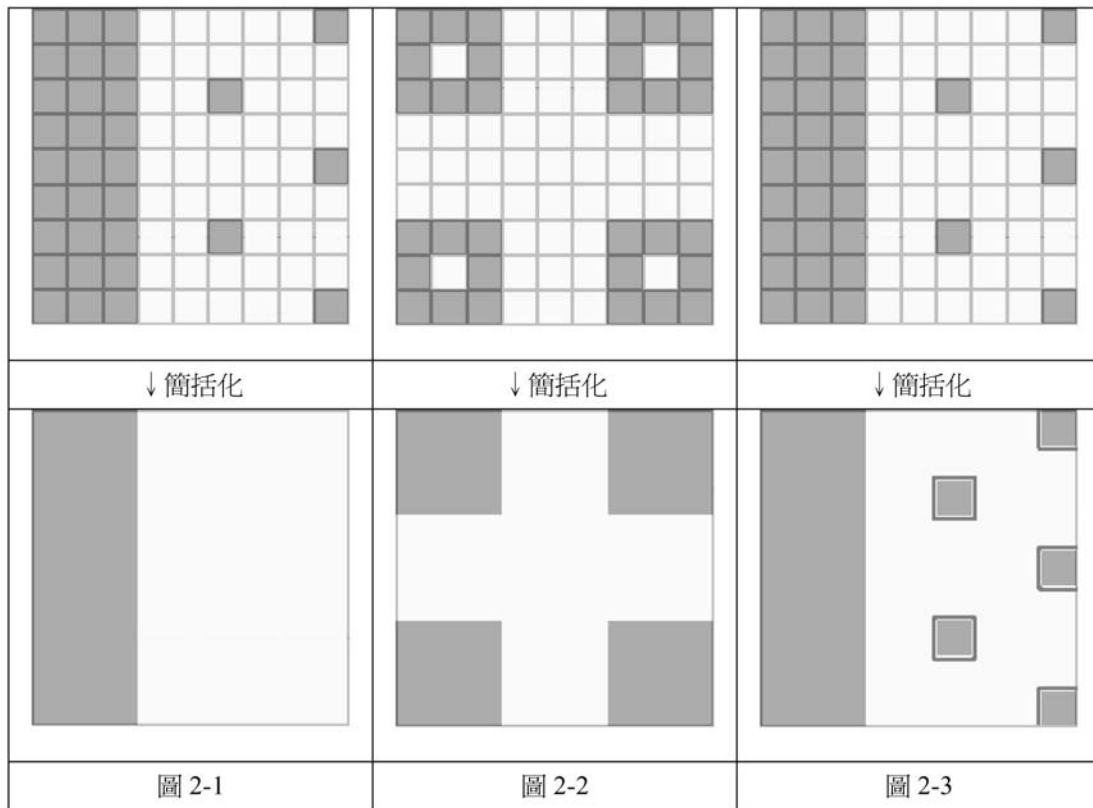


圖2. 簡括化的不同結果

上述的討論說明了庄圖調製成堡圖的過程中，簡括化會造成地物的消失、形變、位移、……，而使堡圖和庄圖有所不同，〈調製規程〉各條款常交互影響一個圖徵的表現，簡括化各類別的影響程度不一，各地的簡括化程度不同，其情形難以一概而論，堡圖與庄圖的差異雖然不大，但要精準描述並非易事，因此，對於簡括化前後面積的改變，著重於其差異達到何種程度，並且，如此程度的差異會對應用層面造成那些影響，如果這二個問題可以獲得正確的解答或適度的釐清，對於臺灣堡圖的應用將超出原有的範疇，並產生新的研究資料或更進一步的研究成果。由各項分析數據推論，本研究認為簡括化現象雖使堡圖與庄圖有些許出入，但庄圖調閱較為困難且部份已遺失，因此，若研究議題並非小面積的土別類別，則臺灣堡圖不失為一個良好的底圖。

近年來，GIS已應用在史學、人類學、公衛、犯罪、交通、……等領域的研究，本研究以宜蘭聚落為例，用GIS整合不同來源的史料，透過堡圖簡括化程度的探討，舉出三個有助於學術研究的實例，漢人在噶瑪蘭的拓墾採「結首制」，數十丁為一小結(簡稱結)，數小結組成一大結(簡稱圍)，圍或結都具有明顯的空間界線，這樣的空間界線早先僅是民間約定，直

到清領末期劉銘傳清理田賦，才把空間界線確立下來，日據初期曾對宜蘭廳基層的空間單元做過數次調整，其中一次是將宜蘭廳調整為235個土名，土名是一個有機的社會空間單位，不容隨意分割，為使各庄有相近的人口，故以土名為基礎，在不分割土名的前題下，將235個土名合併成140個街庄(施添福，1996b)，土名較街庄更接近原始的聚落單元，其空間界線必須翻閱庄圖方能得知，這項工作在施添福及其研究助理的努力下已大致完成，但庄圖約為百年前所留，有部份土名的空間界線缺漏，藉由堡圖簡括化程度的探討與GIS的協助，使空間界線的補完變得可能，以新興庄為例，該庄上、下新興間的土名界未知，依《田收穫查定書》新興庄有水田64甲，依《宜蘭廳管內埤圳調查書》(簡稱埤圳調查)上新興有水田5甲，下新興有水田59甲，從堡圖得知新興庄(頭圍堡)有乾溪流經(圖3左上)，上新興位在乾溪北側，北側約有水田4.7甲，下新興位在乾溪南側，南側約有水田62.6甲，北、南二側水田與《埤圳調查》上、下新興的水田甲數雖有誤差，但相當接近，從簡括化的分析和討論可知數化面積略異於史料面積屬正常現象，因此，上、下新興以乾溪為土名界的可能性相當高；又以港澳庄為例，該庄港口、外澳間的土名界未知，依《田收穫查定書》港澳庄有水田25甲，依《埤圳調查》外澳有水田12甲，港口有水田13甲，從堡圖得知港澳庄中間有河流流經(圖3右上)，外澳位在河流北側，北側有水田12.9甲，港口位在河流南側，南側有水田14.3甲，考量簡括化所造成的影響後，港口、外澳以河流為土名界的可能性相當高；再以洲仔庄為例，該庄洲仔、蚊仔煙埔間的土名界未知，依《田收穫查定書》洲仔庄有水田87甲，依《埤圳調查》洲仔有水田55甲，蚊仔煙埔有水田30甲，合計85甲，與《田收穫查定書》的記載略有差異，從堡圖得知洲仔庄有二個水田較集中的地方(圖3下)，分別位在東西二側，洲仔位在東側，東側有水田58.7甲，蚊仔煙埔位在西側，西側有水田31.7甲，考量資料間的出入與簡括化的影響，洲仔、蚊仔煙埔以二個水田集中區の間隙為土名界的可能性相當高。

五、結論與後續研究建議

臺灣堡圖為臺灣地圖史相當重要的一幅地圖，亦為臺灣史研究重要的基本圖，簡括化是地圖學重要的研究議題，以往面積簡括化研究有著較多的限制，隨著GIS的發展，面積的度量變得容易許多，本研究探討堡圖面積的簡括化程度，其結論主要可歸納為以下四點：

1. 臺灣堡圖面積簡括化並不嚴重，大部份街庄水、旱田數化面積與史料面積的差異不大，但偶有少數例外。
2. 將水、旱田分組分析後發現，簡括化的細部規律並不容易掌握，有時逆轉了簡括化「大者更大、小者更小」的現象。
3. 以街庄為單位，面積5甲以下的土地類別簡括化情形較不規律，已非直線迴歸所能解釋，若研究議題為小面積的土地類別或地理現象，宜留意簡括化所造成的影響。

4. 藉由堡圖面積簡括化的探討，並以GIS結合不同史料與地圖資料，雖然簡括化造成的誤差仍然存在，但對於相關研究還是能有所幫助。

至於後續研究部份，僅提供幾點建議：

1. 本研究並未對不同地形尺度進行分組研究，宜蘭廳地形以平原為主，山地較少，樣本不足，若有意於堡圖簡括化現象的後續研究，這是一個可以努力的方向。
2. 原本意圖調閱宜蘭廳十幾個土名的庄圖(包括幾個誤差較大的街庄)，對簡括化做更進一步的探討，但與相關單位聯繫後，並未有宜蘭廳庄圖的相關消息，此部份的不足，有待資料重現來補強。

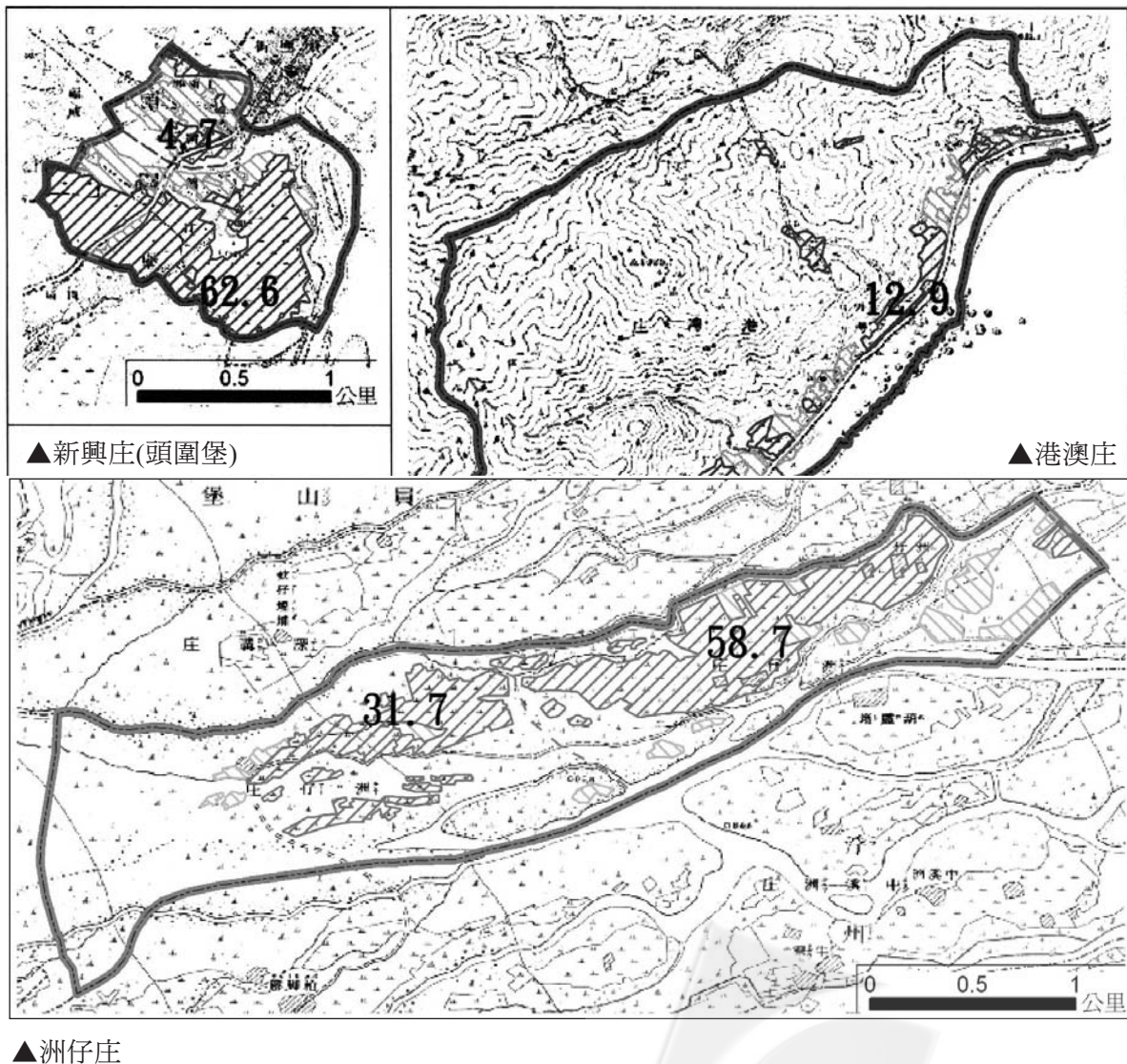


圖3. 土名界補完示圖

3. 小面積的土地類別容易被簡化，但建地依〈調製規程〉第九條第四款可適度放大，因此，建地有可能是一個特例，此部份有待後續研究加以確認。

參考文獻

1. 白璧玲 (2003)：空間資訊技術在考古學研究上的支援與應用，地圖，第13期，第75-90頁。
2. 朱瑪瓏 (2004)：用GIS重新解讀日治時期兩套中比例尺地圖，地圖，第14期，第93-104頁。
3. 林譽方、范慶龍 (2001)：地圖地名簡化之研究，地圖，第11期，第55-64頁。
4. 施添福 (1996a)：臺灣堡圖：日本治臺的基本圖，台北市：遠流出版公司。
5. 施添福 (1996b)：蘭陽平原的傳統聚落--理論架構與基本資料 (上)、(下)，宜蘭市：宜蘭縣立文化中心。
6. 夏黎明 (1996)：清代臺灣地圖演變史，中和市：知書坊。
7. 聞祝達、石慶得 (1994)：臺灣地區地圖簡化中地名選取特徵之探討，地圖，第5期，第1-10頁。
8. 聞祝達、石慶得 (1990)：地圖資料簡化之探討，地圖，第1期，第27-41頁。
9. 鄧國壽、曾正雄 (2003)：地圖之簡單化演算法探討，地圖，第13期，第57-74頁。
10. 賴進貴、葉高華 (2005)：地圖概括化對環境變遷研究之影響：以臺灣地圖資料為例，地理學報，第41期，第1-23頁。
11. 臨時臺灣土地調查局 (1902)：臨時臺灣土地調查局第一回事業報告。
12. 臨時臺灣土地調查局 (1905)：宜蘭廳管內埤圳調查書(上)。
13. 臨時臺灣土地調查局 (1905)：臨時臺灣土地調查局第四回事業報告。
14. 臨時臺灣土地調查局 (1905)：田收穫查定書。
15. 臨時臺灣土地調查局 (1905)：畑收穫查定書。
16. 臨時臺灣土地調查局 (1905)：養魚池收穫查定書。
17. Arthur H. Robinson, Joel L. Morrison, Phillip C. Muehrcke, A. Jon Kimerling and Stephen C. Guphill (1995), *Elements of Cartography*. 6nd ed., New York: John Wiley & Sons.
18. Lars E. Harrie (1999), *The Constraint Method for Solving Spatial Conflicts in Cartographic Generalization*, *Cartography and Geographic Information Science*, 26(1): pp.55-69.
19. Eric Saux (2003), *B-spline Functions and Wavelets for Cartographic Line Generalization*, *Cartography and Geographic Information Science*, 30(1): pp.33-50.
20. Martin Galanda and Robert Weibel (2003), *Using an Energy Minimization Technique for Polygon Generalization*, *Cartography and Geographic Information Science*, 30(3): pp.263-279.
21. Zeshen Wang and Jean-Claude Muller (1998), *Line Generalization Based on Analysis of Shape Characteristics*, *Cartography and Geographic Information Science*, 25(1):3-15.

附錄一：

街庄名	史料面積		數化面積			街庄名	史料面積		數化面積		
	水田	旱田	水田	旱田	非田園		水田	旱田	水田	旱田	非田園
二結堡						紅水溝堡					
二結庄	203	111	210.28	118.16	82.07	太和庄	219	15	231.91	8.06	42.03
下三結庄	254	132	277.08	121.06	81.84	冬瓜山庄	116	72	126.98	74.42	48.87
下五結庄	118	15	128.01	12.75	8.93	打那美庄	229	2	236.49	0.00	12.98
四結庄	252	6	255.02	7.61	15.86	阿兼城庄	176	62	198.62	54.68	56.05
頂三結庄	116	2	116.58	0.30	5.82	香員宅庄	100	23	112.78	16.01	9.50
頂五結庄	190	3	196.76	2.22	11.81	員山庄	210	99	230.83	95.13	167.17
四圍堡						鹿埔庄	44	319	49.56	327.37	438.80
一結庄	133	1	140.16	0.72	9.02	順安庄	262	5	273.72	0.49	27.27
七結庄	37	7	38.02	6.99	12.49	茅仔寮堡					
二結庄	181	33	185.20	33.71	587.93	一百甲庄	148	36	146.76	34.47	63.75
十六結庄	133	2	138.36	1.01	25.49	大埔庄	166	1	165.81	2.56	28.21
三十九結庄	47	1	47.90	0.00	4.78	中一結庄	102	3	106.47	1.54	3.05
土圍庄	162	1	161.91	0.00	9.68	中二結庄	65	9	66.40	10.03	4.09
大陂庄	99	98	107.33	98.41	279.39	四百名庄	66	2	71.18	0.00	11.53
大塭庄	266	41	300.21	16.82	42.48	松仔腳庄	94	1	94.09	0.00	13.56
五股庄	87	0	90.66	0.00	3.10	茅仔寮庄	6	172	7.38	172.89	115.98
五間庄	45	8	41.16	8.99	10.45	鑼 檳社庄	85	2	81.66	1.14	20.81
六結庄	72	5	72.82	7.15	6.99	員山堡					
古亭笨庄	222	75	220.58	73.98	51.06	三鬮庄	142	26	141.92	31.16	524.20
四結庄	202	11	211.14	9.94	63.63	內員山庄	57	59	60.89	61.03	112.83
車路頭庄	97	1	98.41	1.88	4.26	太湖庄	379	127	427.76	107.60	368.19
辛仔罕庄	147	17	150.89	15.14	25.85	四鬮庄	331	9	347.98	8.83	36.75
奇立丹庄	79	1	84.12	0.00	6.10	外員山庄	186	51	192.65	49.59	71.45
抵百葉庄	32	0	34.85	0.00	0.45	吧荖鬱庄	87	37	88.68	35.14	34.94

抵美庄	70	32	74.79	29.68	10.73	枕頭山庄	32	110	38.81	110.74	218.73
林尾庄	43	15	44.32	8.72	411.12	金六結庄	167	12	180.66	16.01	68.01
武暖庄	163	13	170.12	13.84	22.72	珍仔滿力庄	181	2	187.36	0.14	12.51
茅埔庄	185	1	184.17	0.14	7.33	深溝庄	180	24	182.17	25.32	258.02
柴園庄	128	1	126.93	1.05	85.21	結頭份庄	19	67	19.59	70.32	13.53
匏杓崙庄	46	29	49.76	28.58	188.97	新城庄	89	118	98.86	115.33	90.60
淇武蘭庄	86	2	90.75	0.00	5.64	浮洲堡					
湯園庄	49	29	53.89	30.07	15.47	大洲庄	122	51	128.41	52.19	447.23
番割田庄	65	1	63.68	0.00	11.01	中溪洲庄	182	43	187.42	42.62	664.09
塭底庄	134	79	147.93	86.17	18.00	叭哩沙庄	134	12	149.94	16.31	1207.80
新發庄	108	43	107.52	40.93	18.70	阿里史庄	237	32	242.93	37.60	1184.81
瑪璘庄	191	4	196.87	3.15	12.31	洲仔庄	87	20	90.47	23.18	280.47
踏踏庄	171	2	174.36	1.10	7.88	紅柴林庄	121	31	116.89	52.56	1392.54
礁溪街	17	62	18.44	60.97	550.30	溪洲庄	164	112	172.63	108.53	150.95
本城堡						清水溝堡					
宜蘭街	15	18	20.85	17.68	135.13	北成庄	132	7	143.42	4.13	12.42
民壯圍堡						尾塹庄	159	89	163.51	85.78	192.58
七張庄	31	26	53.50	41.34	91.63	歪仔歪庄	123	16	133.54	16.61	30.25
十三股庄	106	25	166.69	29.51	22.83	廣興庄	116	139	128.61	156.56	509.34
三塊厝庄	26	13	26.63	17.03	37.96	頭圍堡					
公館庄	112	49	172.65	49.97	137.18	二圍庄	138	8	148.60	6.04	448.88
功勞庄	100	43	103.56	56.18	85.19	三抱竹庄	68	51	69.07	51.12	138.11
壯一庄	75	7	80.78	4.04	18.24	下埔庄	79	8	90.88	6.75	204.60
壯七庄	69	4	74.43	135.74	29.99	大坑罟庄	11	12	10.84	13.18	58.72
壯二庄	304	7	309.34	7.15	42.63	大里簡庄	61	10	49.63	23.70	1180.80
壯三庄	180	1	185.50	0.91	14.95	大溪庄	74	31	53.92	28.70	1997.06
壯五庄	134	48	263.28	32.82	112.72	大福庄	9	180	8.35	179.53	112.62
壯六庄	56	43	79.78	31.64	118.17	中崙庄	98	4	93.50	2.55	14.41
壯四庄	134	0	134.96	0.00	10.81	白石腳庄	214	59	223.57	56.79	527.85

南興庄	140	10	138.15	14.45	63.18	拔雅林庄	64	107	65.63	104.80	332.36
美福庄	212	2	211.44	4.28	111.17	金面庄	185	23	182.85	21.18	904.13
新興庄	54	1	62.18	0.78	58.46	梗枋庄	44	29	44.44	7.61	1356.12
過嶺庄	28	7	28.66	6.92	29.76	港澳庄	25	34	27.25	22.72	497.06
廓后庄	23	76	21.25	79.80	172.99	新興庄	64	22	67.30	29.88	47.09
霧罕庄	97	18	103.13	23.45	98.27	福成庄	65	18	67.07	14.96	921.63
利澤簡堡						頭圍街	5	3	5.51	1.55	16.79
三堵庄	122	2	131.15	1.52	11.35	龜山庄	0	1	0.00	15.24	275.02
下清水庄	24	65	27.31	64.36	312.86	羅東堡					
五十二甲庄	84	5	84.30	5.53	14.83	九份庄	115	0	112.62	0.00	5.99
功勞埔庄	40	76	39.68	56.87	139.06	十八埤庄	92	2	98.31	1.30	5.72
成興庄	27	22	36.16	18.32	9.65	十六份庄	81	5	90.33	1.42	7.66
利澤簡庄	66	31	73.74	25.65	19.86	月眉庄	89	4	96.76	0.66	9.64
馬賽庄	95	16	107.09	8.29	13.24	打那岸庄	114	1	119.39	0.00	5.25
頂清水庄	161	59	175.54	57.49	179.79	竹林庄	201	2	200.11	0.63	14.21
港口庄	55	40	60.28	40.66	173.76	奇武老庄	214	7	230.93	4.45	15.61
猴猴庄	78	58	96.23	53.55	127.00	武罕庄	145	1	163.52	0.00	4.87
隆恩庄	130	16	150.79	3.85	8.13	武淵庄	104	8	106.56	9.91	7.60
新城庄	124	11	134.82	9.43	265.35	阿里史庄	108	8	123.10	4.83	10.45
隘丁庄	122	12	130.85	9.03	35.03	珍珠里簡庄	187	9	192.10	3.59	15.30
糞箕湖庄	62	6	64.65	6.99	198.44	補城地庄	193	18	206.44	9.51	19.89
蘇澳庄	84	19	92.38	7.66	493.00	羅東街	4	7	6.30	7.26	16.49

*史料面積：田收穫查定書、畑收穫查定書、養魚池收穫查定書

*數化面積：數化臺灣堡圖土地類別所得

收件日期：95.04.18

修正日期：95.04.30

接受日期：95.05.15

