



EJ095198006115

影響台灣農地生產力空間分布的因素*

Some Factors Affecting the Spatial Distribution of Farmland Productivity in Taiwan

國立台灣師範大學地理研究報告第六期(1980)

陳憲明**

Hsien-ming Chen

ABSTRACT

This study is intended to examine the spatial variation of farmland productivity in terms of map analysis and a set of socio-economic variables.

The results of visual analysis of the map (Fig. 1, 2, 3) indicate that the factors, that appear to influence the general spatial distribution of farmland productivity, are related to topographical relief and relative location to urbanized area, for the places of higher productivity are found within and/or adjacent to metropolitan area, and those of lower productivity are associated with mountain area and/or distance from urbanized area.

Subsequently, the multiple regression analysis is performed on the 1970 data of the farmland productivity and ten socio-economic variables for each of the seven regions (Fig. 4). The seven regions consist of 315 observed units which cover the entire main island of Taiwan. The ten socio-economic variables are: (X_1) percent of paddy field, (X_2) size of farm, (X_3) double cropping index, (X_4) percent of rice-harvested area, (X_5)

* 本文之研究期間，曾獲國立交通大學交通運輸研究所曾國雄副教授竭誠提供寶貴意見及協助資料的處理，特此誌謝。

** 國立台灣師範大學地理研究所副教授

Associate Professor, Institute of Geography, National Taiwan Normal University.

percent of fruit-harvested area, (X_6) percent of vegetable-harvested area, (X_7) number of power cultivator per 100 hectare, (X_8) chemical fertilizer input per hectare, (X_9) labor input per hectare, and (X_{10}) percent of population in primary industry. The results of the regression analysis produce a series of best fitted equation which take the form as follows:

$$A \text{ Region } Y_c = .31X_3 + .34X_6 - 27.48 \quad (R = .96)$$

$$B \text{ Region } Y_c = .08X_1 + .17X_3 + .36X_5 + .54X_6 + .62X_8 - .07X_{10} - 16.24 \quad (R = .88)$$

$$C \text{ Region } Y_c = .14X_3 + .11X_4 + .17X_6 + 1.00 \quad (R = .82)$$

$$D \text{ Region } Y_c = .18X_3 + .27X_5 + .99X_6 + 3.00X_7 - 8.35 \quad (R = .91)$$

$$E \text{ Region } Y_c = .09X_3 - .14X_4 + 1.05X_8 + 11.78 \quad (R = .68)$$

$$F \text{ Region } Y_c = .28X_3 - .40X_4 + 1.75 \quad (R = .59)$$

$$G \text{ Region } Y_c = .20X_1 + .07X_4 + .27X_5 - .09X_{10} + 8.15 \quad (R = .90)$$

where Y_c are the estimated farmland productivity and R are the coefficient of multiple correlation. These multiple regression equations and all individual variables involved in the equations are significant at 0.05 level. Then, residual analyses of the regression equation are made for the main agricultural regions (A, B, C, D region) of Taiwan. The accuracy of estimates reveals that these regression equations are adequately describing the actual farmland productivities in most parts of each region (Fig.5).

前 言

多數開發中國家，往往仰賴農業部門的現代化以促進其經濟成長，亦即在農業的現代化過程中，農業生產力提高，糧食漸得以確保，於是農業部門便有剩餘勞力陸續地提供給第二、三級產業的發展，以促進整體的經濟成長。因此農業生產力提高而造成農業勞力的剩餘可以說是整體經濟成長的前提條件。衆所皆知，台灣自光復以來，經濟發展的過程也起始於農業生產力的提高，而後工商業得以蓬勃的發展。

關於台灣農業生產力的問題，農業經濟學家已有很豐碩的研究成果，這些論著大部分在分析全台灣歷年來農業生產力的成長以及造成各時期農業生產力成長的原因。¹⁾

¹⁾ 謝森中、李登輝，“台灣農業發展的經濟分析”，台灣農業發展論文集，聯經出版事業公司，1975，1~65頁。

王友釗，“技術改進與台灣之農業發展”，台灣農業發展論文集，聯經出版事業公司，1975，67~118頁。

Teng-hui Lee, Yueh-eh Chen, “Growth Rates of Taiwan Agriculture 1911~1972”, Chinese-American Joint Commission on Rural Reconstruction Economic Digest series No. 21, 1975, 80 P.

陳月娥，“台灣農業生產力之研究”，台灣銀行季刊第三十卷第一期（1979），175~211頁。

我們可以想像得到，農業生產力的水準隨著自然環境及經濟、社會諸條件的地理分布情形會有空間分布差異。然而，過去對台灣農業生產力之空間分布差異，似乎少有研究。本文即以市區鄉鎮單位的資料，來討論台灣農地生產力的空間分布及其影響因素。

農地生產力 (Farmland Productivity) 通常以單位耕地面積之農作物生產量表示之²。由於各種農作物其單位重量的價值不盡相同，不能把各種農作物的生產量直接相加，必須將各種農作物的生產量換算成共同的指標，一般把各種農作物的生產量換算成生產值表示之。本文以單位耕地面積之農作物毛生產值表示農地生產力。台灣各市區鄉鎮每年對該行政單位區域內之耕地面積與農作物毛生產值均做估計，因此簡單可算出各市區鄉鎮別的農地生產力³。本研究的區域範圍包括台灣本島 304 個鄉鎮與縣轄市、4 個省轄市、台北市原市區，及後來併入台北市的 6 個區共 315 個單位區域。

農地生產力的空間分布

以每公頃耕地之農作物毛生產值表示農地生產力，則本島 315 個研究單位區域農地生產力的平均值為 1965 年 28.0 千元／公頃，1970 年 33.6 千元／公頃，1975 年 76.0 千元／公頃，即十年間增加了 271.4%（表 1）。此十年間因農作物產品價格隨時間在上漲，所以實際農作物生產量增加的弧度並沒有農作物毛生產值增加的弧度那麼大。

表 1 農地生產力的年變化

TABLE I. CHANGE IN FARMLAND PRODUCTIVITY

	平 均 \bar{X} (1,000 元／ha.)	標 準 偏 差 σ (1,000 元／ha.)
1965	28.0	12.0
1970	33.6	13.6
1975	76.0	31.6

為了分析農地生產力的空間分布，以各年次 315 個研究單位區域之農地生產力平均值 (\bar{X})，加減標準偏差 (σ) 的倍數為等級劃分依據，分成五個等級製成農地生

² 參閱經濟學辭典，大阪市立大學經濟研究所編，岩波書店，1965，936～937 頁。

³ 此項資料可自台灣省糧食局編印的“各年度農作物生產統計”取得。

產力的空間分布圖（圖1、2、3）。這五個等級是：第1等級 $\bar{X} + 1.5\sigma$ 以上；第2等級 $\bar{X} + 0.5\sigma \sim \bar{X} + 1.5\sigma$ ；第3等級 $\bar{X} - 0.5\sigma \sim \bar{X} + 0.5\sigma$ ；第4等級 $\bar{X} - 1.5\sigma \sim \bar{X} - 0.5\sigma$ ；第5等級 $\bar{X} - 1.5\sigma$ 以下。

1965年農地生產力最高（第1等級）的地區主要分布在高屏一帶的旗山鎮、美濃鎮、林邊鄉及彰化、台中平原、中部橫貫公路所經之地區等共19個單位區域（圖1）。農地生產力次高（第2等級）的地區有56個單位區域，它主要集中於中部的台中縣、彰化縣境內，南部的高屏地區，及台北市近郊地區。農地生產力接近於平均值（第3等級）的地區包括123個單位區域，占全研究單位區域數的39.1%，它主要分布於上述生產力較高地區除外的平原地區；亦即宜蘭平原、中北部沿海平原、嘉南平原等地。農地生產力較低（第4、5等級）的地區大致與山地、丘陵的分布一致，貫通台灣南北兩端，其中生產力最低（第5等級）地區集中於中央山脈的南段。因位於山地或丘陵地的一個行政單位區域面積較大，故這些農地生產力較低的區域（第4、5等級）雖只佔全研究單位區域數的37.1%，但實際佔全島面積的一半以上。

將圖1、圖2做詳細比較，1970年農地生產力的基本分布型態與1965年極為相似（圖2），亦即高屏地區、台中、彰化平原及台北市近郊為主要高度生產力（第1、2等級）地區，其他的平原地帶為中度生產力（第3等級）地區，大部分的山地及丘陵地為低度生產力（第4、5等級）地區。然而，1970年農地生產力的空間規則性不如1965年的明顯，台北、桃園、新竹、嘉義、台南、高雄等都市的行政區內及其近郊地區的農地生產力增長特別顯著；但台北、基隆都會區內也有出現農地生產力相對地降低的區域，如北投區、木柵區、瑞芳鎮等。在中南部果樹丘陵地帶，從南投縣的竹山鎮往南經嘉義縣、台南縣的丘陵地區農地生產力較1965年大致相對地提高，而旗山鎮及東勢鎮附近都降低了。此外，在位置偏遠而且交通阻隔的中央山脈東側地區，其農地生產力也較1965年相對地降低。

1975年南部的高生產力（指第1、2等級）地區除了高屏一帶外，顯著地向北擴展到臺南市及臺南縣的多數鄉鎮（圖3）。此外，台中縣、彰化縣的高生產力地區也更見向南擴大到濁水溪以南雲林縣、嘉義縣的部分鄉鎮。因此，在1965～1975年間，農地高生產力地區從台中縣、彰化縣向南、高屏一帶向北，兩者有逐漸擴大成帶狀的趨勢。1975年除了台北、基隆都會區內的一部分地區外，全島各都市之附近仍然是農地生產力較高的地方，宜蘭平原的宜蘭市、羅東鎮兩地農地生產力也出現較其鄰近鄉鎮為高的現象。另一方面，在中央山脈地區之農地生產力比1965、1970年更相對地降低，1975年生產力最低（指第5等級）的區域更擴展到中北部山地。

概觀1965～1975年農地生產力的基本分布型態，台北盆地、台中彰化平原，

等級

 $X_i \geq \bar{X} + 1.5\sigma$

I

 $\bar{X} + 1.5\sigma > X_i \geq \bar{X} + 0.5\sigma$

II

 $\bar{X} + 0.5\sigma > X_i \geq \bar{X} - 0.5\sigma$

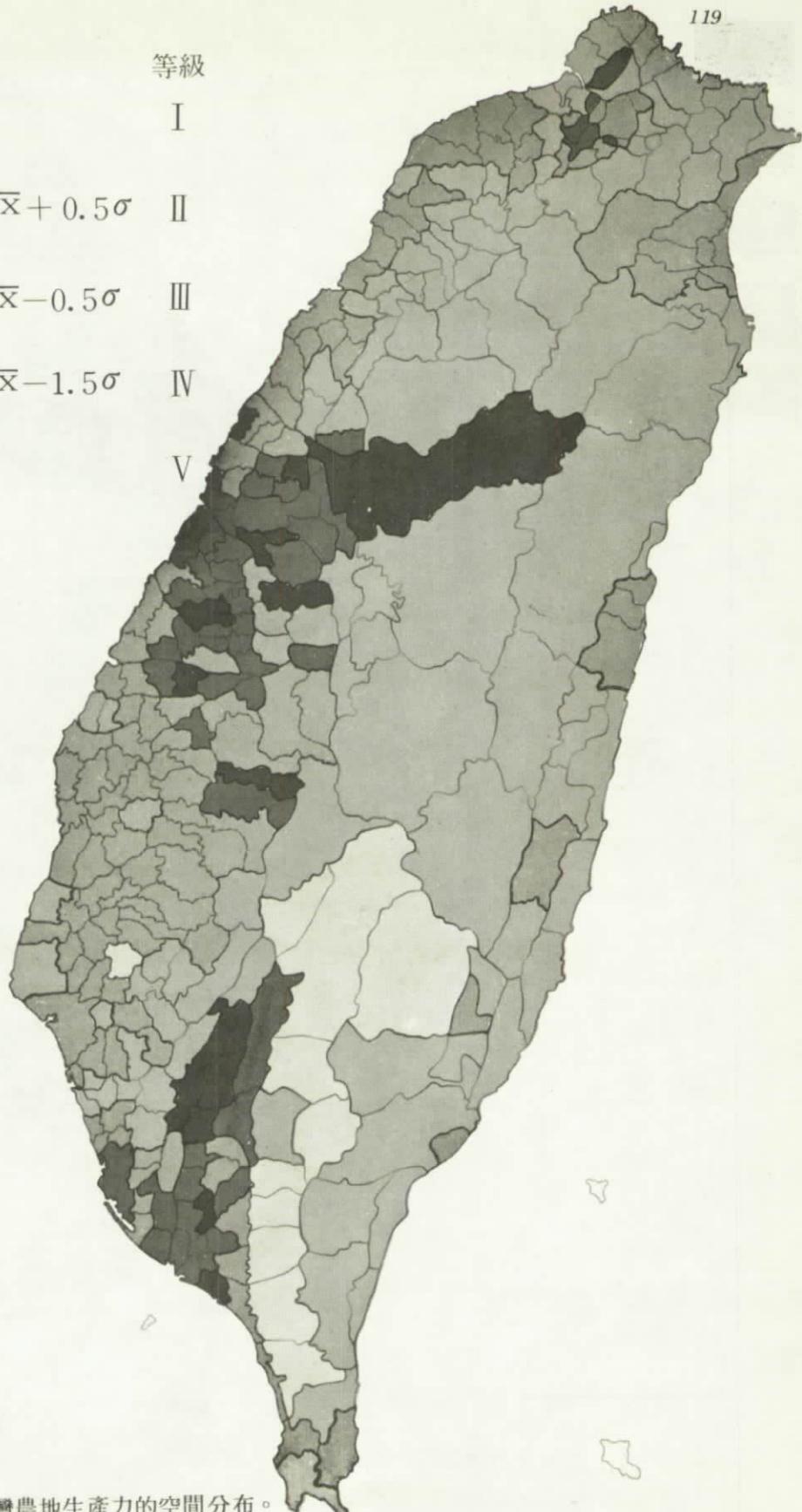
III

 $\bar{X} - 0.5\sigma > X_i \geq \bar{X} - 1.5\sigma$

IV

 $\bar{X} - 1.5\sigma > X_i$

V



0 50km

圖 1 1965 年台灣農地生產力的空間分布。

Fig. 1, The Spatial Distribution of Farmland Productivity
in Taiwan, 1965.

(註： $\bar{X} = 28.0$ 千元 / 公頃， $\sigma = 12.0$ 千元 / 公頃)

等級

 $X_i \geq \bar{X} + 1.5\sigma$

I

 $\bar{X} + 1.5\sigma > X_i \geq \bar{X} + 0.5\sigma$

II

 $\bar{X} + 0.5\sigma > X_i \geq \bar{X} - 0.5\sigma$

III

 $\bar{X} - 0.5\sigma > X_i \geq \bar{X} - 1.5\sigma$

IV

 $\bar{X} - 1.5\sigma > X_i$

V



圖 2. 1970 年台灣農地生產力的空間分布

Fig.2. The Spatial Distribution of Farmland Productivity
in Taiwan, 1970 .

(註： $\bar{X} = 33.6$ 千元 / 公頃， $\sigma = 13.6$ 千元 / 公頃)

等級

 $X_i \geq \bar{X} + 1.5\sigma$

I

 $\bar{X} + 1.5\sigma > X_i \geq \bar{X} + 0.5\sigma$

II

 $\bar{X} + 0.5\sigma > X_i \geq \bar{X} - 0.5\sigma$

III

 $\bar{X} - 0.5\sigma > X_i \geq \bar{X} - 1.5\sigma$

IV

 $\bar{X} - 1.5\sigma > X_i$

V



圖 3. 1975 年台灣農地生產力的空間分布。

Fig. 3. The Spatial Distribution of Farmland Productivity
in Taiwan, 1975

(註 : $\bar{X} = 76.0$ 千元 / 公頃 , $\sigma = 31.6$ 千元 / 公頃)

及高屏一帶，分別為台灣北、中、南的三個高生產力地區，其中以中、南部兩個高生產力地區之空間範圍較大，且有漸向南北延伸成帶狀的趨勢。除中部橫貫公路所經的局部地區外，整個中央山脈地帶的農地生產力比平原地區的農地生產力顯著地低落。此種分布型態可看出都市附近的農地生產力高於遠離都市的地方，並且原來生產力已較高的平原地區，在1965～1975的十年間，生產力相對地愈加提高，而生產力較低的山地丘陵地區，此十年間生產力相對地更降低；亦即此十年間平原地區的農業生產更趨集約化，而山地丘陵則趨粗放化，造成農地生產力的空間差異愈顯著。

應用迴歸分析探討

影響農地生產力空間分布的因素

由圖1、2、3的比較分析，我們可發現地形及距離都市的遠近等兩項因素對農地生產力有極大的影響。如前所述，農地生產力一般在平原地區高於山地丘陵區，而在都市近郊高於遠離都市地區。除了地形與距離都市的遠近等兩項外，影響農地生產力空間分布的因素可從生產力的一般概念推想之。生產力一般被認為是各種要素的投入量與因該項投入而發生的產出量之間的比率。對農地生產力而言，其投入要素通常指土地、勞動及資本等三種^④。因此，影響農地生產力空間分布的因素至少應包括用於農地生產的土地、勞動及資本等。然則，以什麼變數代表與農地生產有關的土地、勞動及資本等因素最為合理就成為主要的課題了。所採用的變數必須能數量化，且非有市區鄉鎮別為單位的資料不可。

本文以水田率、農家耕地規模、複種指數與稻米、果實、蔬菜收穫面積率等項變數代表土地因素；以單位耕地面積之勞動投施量做為勞動因素；以單位耕地面積之化學肥料投施量及耕耘機普及度兩變數代表資本因素；再以初級產業人口率表示區域的都市化程度，以此十項變數解釋其對農地生產力空間分布的影響程度。各項變數中，水田率、農家耕地規模、複種指數、耕耘機普及度及稻米、果實、蔬菜之收穫面積率等七項，可取自各年度的「農作物生產統計」^⑤；初級產業人口率可得自各年度的「台灣地區人口統計」^⑥；但是，單位耕地面積之勞動投施量及單位耕地面積之化學肥

^④ 參閱本文註1，陳月娥著，P. 175，及本文註2，經濟學辭典，936-937頁。

^⑤ 本文採用台灣省糧食局編印的「五十九年農作物生產統計」。

^⑥ 本文採用台灣省民政廳編印的「五十九年台灣地區人口統計」。

料投施量僅能從最近的一次農業普查報告（1970）取得⁷。為了求各變數資料時間上的一致，本文作影響農地生產力空間分布的因素探討時，採用了1970年的資料。基於上述之農地生產力的概念來推測各變數對農地生產力的意義，茲分述如下：

X₁ 水田率：（水田面積／耕地面積）×100%

上式中，耕地面積係包括水田面積與旱田面積之和，故由水田率之多寡即可得知旱田率之大小，也就是說，僅由一項變數（水田率）就能反映出耕地的類型，而不同的耕地類型對農地生產力應會有影響。

X₂ 農家耕地規模：（每戶農家平均耕地面積，單位：公頃）

台灣光復後實施了土地改革，目前大地主已不復存在，每戶農家所擁有的耕地面積懸殊不大，在此情況下，一單位區域內農家平均耕地規模的大小是否仍顯著地影響農地生產力？本文將續做探討。

X₃ 複種指數：（各種作物種植面積的總和／耕地面積）×100

複種指數值的大小不但表示土地利用次數的多寡，且土地利用次數的多寡相對地造成資本投施量與勞動投施量的變化，因此複種指數乃是土地利用強度、資本與勞動投施之綜合指標，它與農地生產力應成密切的關係。

X₄ 稻米收穫面積率：（稻米收穫面積／各種作物總收穫面積）×100%

X₅ 果實收穫面積率：（果實收穫面積／各種作物總收穫面積）×100%

X₆ 蔬菜收穫面積率：（蔬菜收穫面積／各種作物總收穫面積）×100%

一地區農地生產力的高低，部分決定於該地區所種植的作物種類，集約性作物的土地生產力大於粗放性作物的土地生產力。台灣稻米收穫面積率達46.7%（1970年），幾乎占農業土地利用面積的一半。因果實與蔬菜一般比其他作物有較高的土地生產力，其收穫面積率的多寡對農地生產力自有影響；故本文以稻米、果實與蔬菜等三種作物之收穫面積率作為農業土地利用方式的指標。

X₇ 耕耘機普及度：（耕耘機架數／100公頃耕地）

耕耘機普及度代表固定資本之於農業投入的指標⁸，耕耘機的普及相對的會使勞動投入量減少，亦即能使勞動生產力提高，但耕耘機的普及是否也會影響農地生產力的區域差異？此亦為本文研究課題之一。

X₈ 單位耕地面積之化學肥料投施量（單位：kg. / ha.）：

⁷ 指「中華民國台閩地區五十九年農業普查報告」行政院主計處，1973年2月出版。

⁸ 對農業生產而言，固定資本包括農用建築物、農機具、大動物（役畜、種畜），多年生作物及其他農業公共設施；流動資本包括肥料、飼料、種子、農藥等。參閱註11，陳月娥著，P. 177。

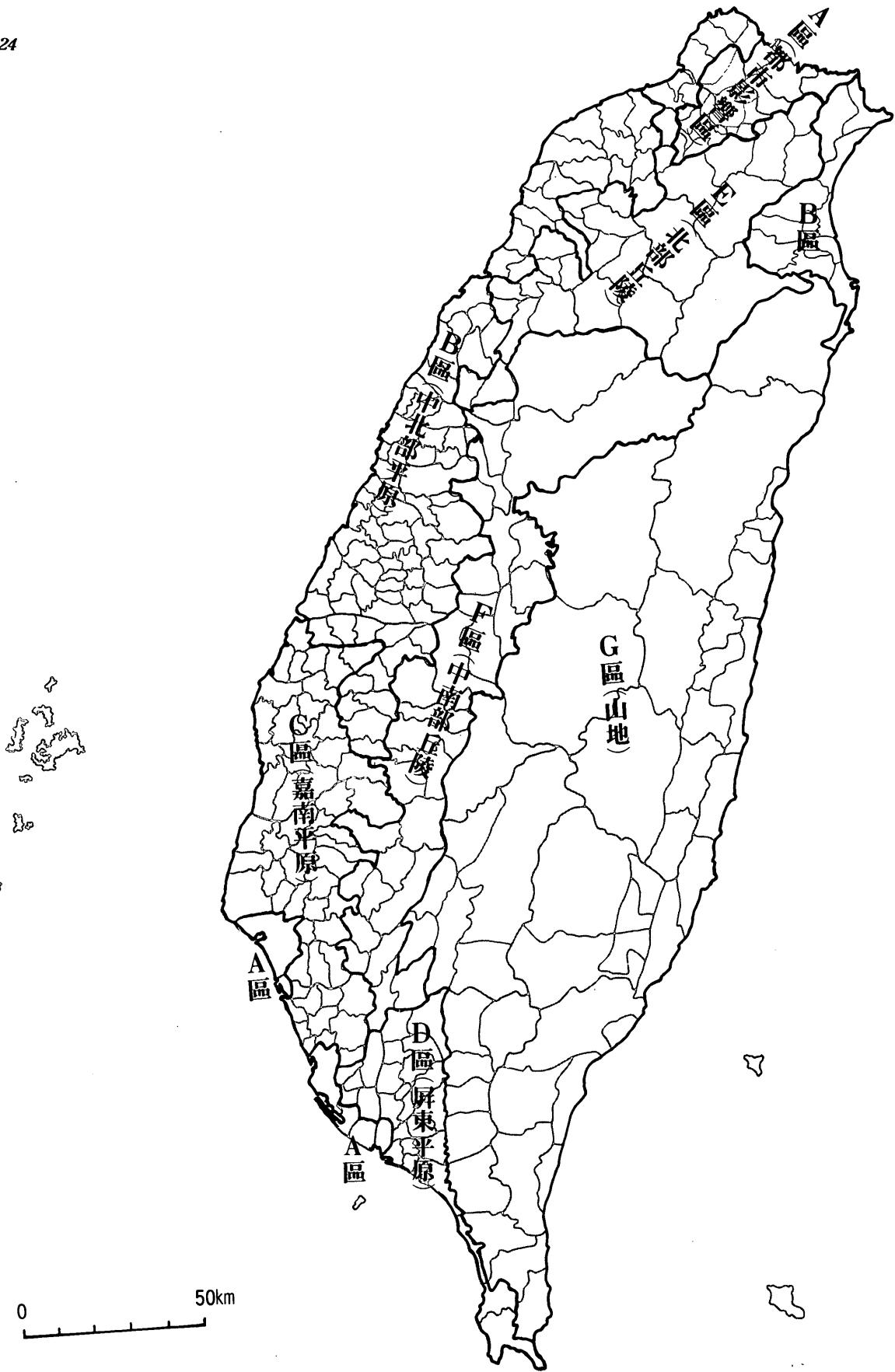


圖 4. 台灣七個類型的農業區域

Fig. 4, The Agricultural Regions in the Analysis

化學肥料投施量代表流動資本之於農業投入的指標，在一般情況下，化學肥料的投施量與農地生產力成密切的正關係。

X_9 單位耕地面積之勞動投施量（單位：人日數／ha.）：

單位耕地面積的勞動投施量越多，則單位耕地面積的生產量或生產值也應增大。

X_{10} 初級產業人口率：（第一級產業人口／總就業人口）× 100 %

初級產業屬於鄉村的產業，第二、三級產業屬於都市的產業，故由初級產業人口率一項變數即能代表一地區之都市化程度。

農地生產力的空間分布雖受多種因素的影響，但有鑑於同一因素對各區域不一定都具有顯著性的影響力，故本文將台灣本島（315個單位區域）分成七個區域，個別探討對各區域農地生產力空間分布的影響因素。這七個區域係根據另一個研究，以多項指標做農業區域劃分的結果，再稍加修訂而得的，如圖4⁹。

為瞭解各區域之農地生產力與上述十個自變數間的關係程度，我們計算了簡單相關係數（r）如表2。由相關係數得知，各區域之農地生產力與複種指數都屬於中度以上的正相關，即複種指數值愈大，則農地生產力愈高。其他各自變數，在某區域與農地生產力間的相關程度較大，而在他區域却偏低；例如，A區（都市影響區）之蔬菜收穫面積率與農地生產力間相關達0.75，而在E、F及G區（丘陵與山地區），却兩者幾乎無相關。

為知道各個區域的農地生產力與上述十個因素（自變數）整體之關係，求出多重相關係數（R），然後做顯著性的檢定，算出的F值中（表3），中南部丘陵區的F值大於顯著水準 $\alpha = 0.05$ 的F概率界限值（ $F > F_{0.05}(\phi_1, \phi_2)$ ），其他六個區的F值大於顯著水準 $\alpha = 0.01$ 的F概率界限值（ $F > F_{0.01}(\phi_1, \phi_2)$ ），換言之，七個區域中農地生產力與十個因素兩者之關係皆是顯著的。又由決定係數（R²）可得知十個因素整體的變動對農地生產力的變動所能解釋的百分比（表3），相同的十個因素對都市影響區（A區）之農地生產力的影響程度最高（R² = 96%），而對北部丘陵區（E區）及中南部丘陵區（F區）之農地生產力的影響程度較低（R²分別為62%，61%）。

由於A、B、……、G的七個區域中（圖4），農地生產力與十項因素（變數）之間具有顯著性的多重相關關係，故可把它假定做如下的七個多重迴歸式： $Y = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_{10}X_{10} + a_0$ ，在此多重迴歸式中，以農地生產力（Y）為應變數

⁹ 參閱，陳憲明，“台灣的農業區域劃分”，國立台灣師範大學地理研究報告，第五期（1979），79-99頁。

表 2 區域別農地生產力與十個自變數的簡單相關係數
TABLE II. COEFFICIENTS OF CORRELATION BETWEEN FARMLAND PRODUCTIVITY AND TEN INDEPENDENT VARIABLES BY REGION

	A區	B區	C區	D區	E區	F區	G區
水田率 X_1	-.05	.32	.21	.37	.13	.44	.78
農家耕地規模 X_2	-.52	-.54	-.34	-.58	-.18	-.33	-.63
複種指數 X_3	.93	.77	.78	.71	.58	.54	.70
稻米收穫面積率 X_4	-.54	-.05	.25	.19	-.04	.05	.56
果實收穫面積率 X_5	-.28	.02	-.19	.33	.02	.24	.13
蔬菜收穫面積率 X_6	.75	.54	.25	.43	.03	-.03	.09
耕耘機普及度 X_7	.58	-.10	.23	.32	.15	.38	.65
化學肥料投施量 X_8	.34	.70	.20	.55	.43	.40	.67
勞動投施量 X_9	.48	.63	.20	.48	.02	.43	.58
初級產業人口率 X_{10}	.21	.11	.03	-.11	-.05	-.29	-.62

A ~ G 區的位置參照本文的圖 4

，以上述的十項變數 $X_1 \sim X_{10}$ 為自變數，藉電子計算機對這些變數做多重迴歸分析 (Multiple Regression Analysis)¹⁰，算出如表 3 的偏迴歸係數值與常數值。其中區域別之偏迴歸係數經顯著水準 $\alpha = 0.05$ 的 t 檢定¹¹，得悉本文所採用的十項因素（自變數）中，僅少數幾項因素對農地生產力有顯著性的影響（見表 3 偏迴歸係數中劃有線條者即表示該因素對農地生產力有顯著性的影響）。雖然十項因素整體的變動對各區域農地生產力的變動能解釋 96% ~ 61%（見表 3 之 R^2 值），但實際上此十項因素中，能解釋各區域農地生產力的僅有少數幾項而已。因此，本研究必要從十項因素中捨棄無顯著性的因素，而僅以有顯著性的因素求最佳模式來做農地生產力空間分布的因素探討。

此處所謂“最佳模式”係以少數的重要因素（自變數）而能解釋研究主題（應變數）之變異量（Variance）的相對最大部分之多重迴歸方程式。表 4 即表示區域別農地生產力與顯著性 ($\alpha = 0.05$) 自變數之多重迴歸分析結果；以表 3 表 4 之變數

¹⁰ 參閱吳宗正編譯，《迴歸分析》，復文書局，1978，253-326 頁。

¹¹ 同註 10

表3 區域別農地生產力與十個自變數之多重迴歸分析結果

TABLE III. RESULTS OF MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS BETWEEN
FARMLAND PRODUCTIVITY AND TEN INDEPENDENT VARIABLES BY
REGION

	A 區	B 區	C 區	D 區	E 區	F 區	G 區
水田率 X_1 之係數 a_1	0.07	<u>0.18</u>	0.02	0.04	0.23	0.26	<u>0.30</u>
農家耕地規模 X_2 之係數 a_2	7.57	-0.55	1.02	3.00	4.47	6.37	-0.23
複種指數 X_3 之係數 a_3	<u>0.28</u>	<u>0.15</u>	<u>0.15</u>	<u>0.17</u>	<u>0.13</u>	<u>0.23</u>	<u>0.05</u>
稻米收穫面積率 X_4 之係數 a_4	-0.18	-0.09	<u>0.10</u>	0.21	-0.34	-0.57	-0.09
果實收穫面積率 X_5 之係數 a_5	-0.46	<u>0.31</u>	0.20	<u>0.45</u>	0.10	0.33	<u>0.29</u>
蔬菜收穫面積率 X_6 之係數 a_6	<u>0.40</u>	<u>0.42</u>	<u>0.18</u>	1.14	0.33	1.28	0.21
耕耘機普及度 X_7 之係數 a_7	-0.16	-0.30	0.63	<u>2.41</u>	-2.30	2.77	0.88
化學肥料投施量 X_8 之係數 a_8	0.02	<u>0.49</u>	-0.01	-0.12	<u>1.16</u>	0.60	-0.26
勞動投施量 X_9 之係數 a_9	-0.01	0.01	0.01	0.03	-0.02	0.01	-0.01
初級產業人口率 X_{10} 之係數 a_{10}	<u>0.14</u>	<u>-0.07</u>	-0.01	0.07	-0.06	0.21	<u>-0.10</u>
常數 a_0	-23.41	-13.85	-4.55	-34.15	5.73	-42.93	11.65
多重相關係數 (R)	0.98	0.89	0.84	0.94	0.79	0.78	0.91
決定係數 (R^2)	96 %	79 %	70 %	88 %	62 %	61 %	83 %
F 值	33.1*	31.0*	10.2*	11.5*	3.9*	3.0**	16.9*
自由度 (ϕ_1, ϕ_2)	10 / 15	10 / 85	10 / 44	10 / 16	10 / 24	10 / 19	10 / 35

1. 偏迴歸係數下劃有線條者表示該係數在 0.05 水準差異顯著

2. * 在 0.01 水準差異顯著

** 在 0.05 水準差異顯著

3. A~G 區的位置參照圖 4

表 4 區域別農地生產力與顯著性自變數之多重迴歸分析結果

TABLE VI. RESULTS OF MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS BETWEEN
FARMLAND PRODUCTIVITY AND SIGNIFICANT INDEPENDENT VARIABLES BY REGION

	A 區	B 區	C 區	D 區	E 區	F 區	G 區
水田率 X_1 之係數 a_1	—	0.08	—	—	—	—	0.20
農家耕地規模 X_2 之係數 a_2	—	—	—	—	—	—	—
複種指數 X_3 之係 數 a_3	0.31	0.17	0.14	0.18	0.09	0.28	0.07
稻米收穫面積率 X_4 之係數 a_4	—	—	0.11	—	-0.14	-0.40	—
果實收穫面積率 X_5 之係數 a_5	—	0.36	—	0.27	—	—	0.27
蔬菜收穫面積率 X_6 之係數 a_6	0.34	0.54	0.17	0.99	—	—	—
耕耘機普及度 X_7 之係數 a_7	—	—	—	3.00	—	—	—
化學肥料投施量 X_8 之係數 a_8	—	0.62	—	—	1.05	—	—
勞動投施量 X_9 之 係數 a_9	—	—	—	—	—	—	—
初級產業人口率 X_{10} 之係數 a_{10}	—	-0.07	—	—	—	—	-0.09
常數 a_0	-27.48	-16.24	1.00	-8.35	11.78	1.75	8.15
多重相關係數 (R)	0.96	0.88	0.82	0.91	0.68	0.59	0.90
決定係數 (R^2)	91%	77%	68%	82%	46%	35%	80%
F 值 *	117.9	48.3	35.7	24.9	8.6	7.4	41.2
自由度 (ϕ_1, ϕ_2)	2/23	6/89	3/51	4/22	3/31	2/27	4/41

1. *各區的 F 值均在 0.01 水準差異顯著

2. A~G 區的位置參照圖 4

的個數與 R^2 值比較之，可發現變數的個數相差很多，而 R^2 值則相差無幾，亦即表明僅以少數幾項重要的因素就能解釋農地生產力分布的相對最大部分。以 A 區（都市影響區）為例， X_1 至 X_{10} 的十個因素（自變數）可以解釋該區農地生產力（應變數）之變異量的 96%（見表 3 之 R^2 值），而其中僅 X_3 複種指數與 X_6 蔬菜收穫面積率為顯著性因素，此兩項因素就能解釋該區農地生產力之變異量的 91%（見表 4 之 R^2 值），這相當於所謂相對的最大部分，以此兩項顯著性的因素所求得的最佳模式為：

$$Y_C = 0.31 X_3 + 0.34 X_6 - 27.48$$

此模式意味著蔬菜種植較盛行及一年中耕地利用次數較多的都市附近地區，估計其農地生產力（ Y_C ）也應較大。其他 B 至 G 區之最佳模式可由表 4 之偏迴歸係數值及常數值得悉。表中列出偏迴歸係數的自變數就是影響該區農地生產力的重要因素，它表明複種指數（ X_3 ）的變動對 A 至 G 七個區域的農地生產力空間分布都有顯著的影響，而每戶農家的耕地規模（ X_2 ）與單位耕地面積之勞動投施量（ X_9 ）的變動均無顯著地影響到此七個區域的農地生產力空間分布，其他水田率（ X_1 ）、稻米（ X_4 ）、果實（ X_5 ）、蔬菜收穫面積率（ X_6 ）、耕耘機普及度（ X_7 ）、單位耕地面積之化學肥料投施量（ X_8 ）和初級產業人口率（ X_{10} ）等因素，僅影響部分地區之農地生產力空間分布。

表 5 標準偏迴歸係數的等級比較

TABLE V. COMPARISON OF RANKING OF
STANDARD REGRESSION COEFFICIENTS

等級 \ 區域	A 區	B 區	C 區	D 區	E 區	F 區	G 區
1	X_3 (.75)	X_3 (.47)	X_3 (.74)	X_3 (.66)	X_8 (.46)	X_3 (.68)	X_1 (.50)
2	X_6 (.29)	X_8 (.35)	X_6 (.22)	X_6 (.48)	X_3 (.42)	X_4 (-.29)	X_3 (.38)
3	—	X_6 (.24)	X_4 (.20)	X_7 (.30)	X_4 (-.30)	—	X_5 (.26)
4	—	X_5 (.17)	—	X_5 (.16)	—	—	X_{10} (-.18)
5	—	X_1 (.11)	—	—	—	—	—
6	—	X_{10} (-.10)	—	—	—	—	—

X_{1-10} 的變數名稱參照表 3 或表 4，A~G 區的位置參照圖 4

由於本文所採用之十個自變數的計測單位不盡相同，故僅以偏迴歸係數值的大小猶不能分辨各自變數對農地生產力變動的相對重要性。為解決此一問題，必須將偏迴歸係數值標準化，亦即求標準偏迴歸係數（Standard Regression Coefficients）¹²⁾，則標準偏迴歸係數值愈大者，就是該自變數的變動對農地生產力的變動有相對重要性。依表 5 之等級比較得知複種指數（X₃）對台灣本島農地生產力空間分布的影響特別重要，它是 A、B、C 及 D 區（平原地區）的最重要影響因素，同時也是 E 與 G 區（北部丘陵與山地區）的次重要影響因素；各區域中複種指數與農地生產力成正關係，即一地區之複種指數值愈大，則其農地生產力也愈大，反之亦然。表 4 複種指數的偏迴歸係數值即表示各區域之複種指數若各增加 1，則 A、B、C 區之農地生產力（一年中每公頃耕地作物毛生產值）將分別增加 313 元，166 元，144 元，因此比較 A 至 G 區之複種指數的偏迴歸係數值，得知複種指數的變動對 A 區（都市影響區）之農地生產力空間分布影響最大，而對 G 區（山地區）之影響最小。為何一地區之複種指數值愈大，則其農地生產力也愈大？因一年中單位耕地面積之複種次數愈多，相對的資本與勞動之投施於該耕地面積愈多，其結果使得單位耕地面積之作物毛生產值（農地生產力）也會愈大。1970 年複種指數較高的地區如台中縣、彰化縣的平原地區、屏東平原及各大都市近郊區，其農地生產力也較大；複種指數較低的山地地區其農地生產力自然低於平原地區（圖 2）。從台灣農地生產力的空間分布圖（圖 1、2、3）可看出西部平原中，嘉南地區的農地生產力低於台中彰化地區及高屏地區，此因甘蔗廣植於嘉南地區，而甘蔗的生育期間較長，以致嘉南地區的複種指數低於其他二地區。

蔬菜收穫面積率（X₆）對 A 區（都市影響區）、C 區（嘉南平原）及 D 區（屏東平原）之農地生產力的影響是佔第二重要因素，對 B 區（中北部平原）是佔第三重要因素，而它對丘陵地區（E 區、F 區）及山地（G 區）之農地生產力並無顯著的影響（表 4、表 5）。蓋因蔬菜之種植大多在平原地區，故此因素僅影響到平原地區的農地生產力，而對蔬菜種植較少的丘陵與山地地區之農地生產力則無多大意義。由表 4 的偏迴歸係數獲知 A、B、C 及 D 區之蔬菜收穫面積率若增加 1%，則此四區之農地生產力（一年中每公頃耕地之作物毛生產值）將分別增加 341 元，543 元，170 元及 985 元，由此數值觀之，也許我們預測台灣的平原農業區中，將來蔬菜種植的發展

¹²⁾ 此處標準偏迴歸係數求法，依 $B_j = b_j \frac{S_j}{S_y}$ ，式中 S_j = 第 j 個自變數的標準偏差， S_y = 應變數的標準偏差， b_j = 第 j 個自變數的偏迴歸係數， B_j = 第 j 個自變數的標準偏迴歸係數。

潛力以屏東平原（D區）最大，嘉南平原（C區）最小。何以一個地區之蔬菜收穫面積率愈大，則其農地生產力也愈高？此因各種農作物中，蔬菜屬於較集約的作物，在固定的耕地面積上，種植蔬菜所投施的資本與勞動一般大於種植他種作物所投施的資本與勞動，所以蔬菜收穫面積率愈大的地區，相對的其農地生產力也會愈高。以1970年為例，蔬菜收穫面積率較大的地區，如蘆洲鄉（65.4%）、板橋鎮（48.3%）、豐原鎮（24.1%）、潭子鄉（28.3%）、永靖鄉（23.6%）、溪湖鄉（20.5%）、西螺鎮（23.7%）等地¹³⁾，其農地生產力都屬於最高級（圖2）；因此，我們可以說蔬菜收穫面積佔總作物收穫面積之百分比的多寡是影響農地生產力高低的主要因素之一。

稻米收穫面積率（ X_4 ）僅對C區（嘉南平原）、E區（北部丘陵區）及F區（中南部丘陵區）之農地生產力的高低有顯著影響（表4、表5），在C區稻米的收穫面積率與農地生產力之關係成正比，而在E區及F區則成反比；即在嘉南平原（C區）稻米收穫面積率愈大的鄉鎮，其農地生產力愈高，而在北部丘陵區（E區）及中南部丘陵區（F區）稻米收穫面積率愈大的鄉鎮，其農地生產力反而愈小。由上述推知，稻米的種植乃是提高嘉南平原之農地生產力的方法之一，相反地，在北部及中南部的丘陵地帶種植稻米對於提高農地生產力則無裨益，可能是北部丘陵適於茶業的發展，中南部丘陵適於果樹栽培，如此“適地適種”才合乎農作原則。

果實收穫面積率（ X_5 ）僅對B區（中北部平原）、D區（屏東平原）和G區（山地）之農地生產力的影響是顯著的（表4、表5）。由偏迴歸係數得知，此三個地區若果實收穫面積率愈大，則其農地生產力也能愈高，推其原因，台灣果樹大部分種植於丘陵山地，果樹被選擇種植於中北部平原及屏東平原（例如屏東平原的香蕉），通常用較集約的栽培方式，如此則易使該地區之農地生產力提高。

水田率（ X_1 ）的高低只對B區（中北部平原）及G區（山地）之農地生產力的大小有顯著的影響（表4），即B區與G區以外的地方，儘管水、旱田的耕地性質有異，但是水、旱田比率區域差異並不顯著的影響農地生產力之區域差異。水田率是影響G區（山地）之農地生產力的最重要因素（表5），此顯示山地地區之農地生產力的高低，受到水、旱田比率的限制較大；G區之水田率與農地生產力兩者之相關係數為0.78（表2），即山地地區之水田率愈大，則其農地生產力愈大。山地地區的耕地絕大部分是旱田，也許以小面積的水田就能對山地地區之農地生產力產生重大的意義。

單位耕地面積之化學肥料投施量（ X_8 ）是影響B區（中北部平原）與E區（北部

¹³⁾ 1970年台灣蔬菜收穫面積佔總作物收穫面積的百分比平均為8.5%，資料來源同註5。

丘陵)之農地生產力的重要因素(表4、表5)。單位耕地面積使用化學肥料愈多，其農地生產力會愈大這是可預知的事，但為何其他各地區之農地生產力的區域差異，不顯著的受到化學肥料投施之區域不均衡所影響？是否受“肥料換穀”之農業政策所限制，而致化學肥料投施之區域差異不顯著？此則尚待進一步研究。

初級產業人口率(X_{10})雖然對B區(中北部平原)及G區(山地)之農地生產力也是一顯著性因素，但因其偏迴歸係數值均很小，所以其影響作用不大(表4、表5)。“初級產業人口率”此一因素對其他地區之農地生產力地域差異更無影響作用，此點反映了農地生產力的區域差異受地區都市化程度的影響不大；詳而言之，單位耕地面積之作物毛生產值(農地生產力)不因一地區之都市化程度高，而顯著的低落。從各大都會區內的鄉鎮，其第二、三級產業人口率較大，而其農地生產力仍亦很大，即可得到解答。

耕耘機普及度(X_7)僅對D區(屏東平原)之農地生產力的區域差異有顯著的影響(表4、表5)。此表示台灣大部分的地區，以耕耘機或以役畜耕作，都不致影響到農地生產力的區域差異。農業機械化的普及可節省農業勞力，提高勞動生產力，但對提高農地生產力並無顯著的效用。

農家耕地規模(X_2)與單位耕地面積之勞動投施量(X_9)對本研究之七個區域的農地生產力均無顯著的影響。其中“農家耕地規模”此一項因素，或許一方面已被複種指數所取代¹⁴⁾，另方面可能由於台灣各鄉鎮間農家耕地規模的差異太小，而不致於影響農地生產力的區域差異。依常理而言，單位耕地面積之勞動投施量愈大，則農地生產力也應愈大，但此變數的影響並不顯著，除非資料的正確性有問題，否則有待更進一步的研究才能作解釋。

本文已就七個區域分別建立了所謂最佳模式，以解釋農地生產力的區域差異，為要檢討這些模式適合於解釋那些市區鄉鎮的農地生產力，必須進一步作殘差分析(Residual Analysis)。以各市區鄉鎮之自變數的實際值代入迴歸模式中，求得農地生產力的估計值(Y_c)，進而計算農地生產力的實際值與估計值之殘差($Y - Y_c$)，以討論這些模式對區域解釋的正確程度。由表4之 R^2 值得悉，E區(北部丘陵)與F區(中南部丘陵)的迴歸模式對該二區之農地生產力的解釋力較弱，其他A、B、C、D及G區的迴歸模式分別能解釋該區域之農地生產力的68%以上；而此處的

¹⁴⁾因各區域之農家耕地規模(X_2)與複種指數的相關係數值仍嫌稍大，因此複種指數多少取代了農家耕地規模的含意，各區域兩者之相關係數分別為：A區： -0.59 ，B區： -0.58 ，C區： -0.40 ，D區： -0.63 ，E區： -0.54 ，F區： -0.62 ，G區： -0.60 。

殘差	等級
2Sy~3Sy	I
1Sy~2Sy	II
1Sy~-1Sy	III
-1Sy~-2Sy	IV
-2Sy~-3Sy	V

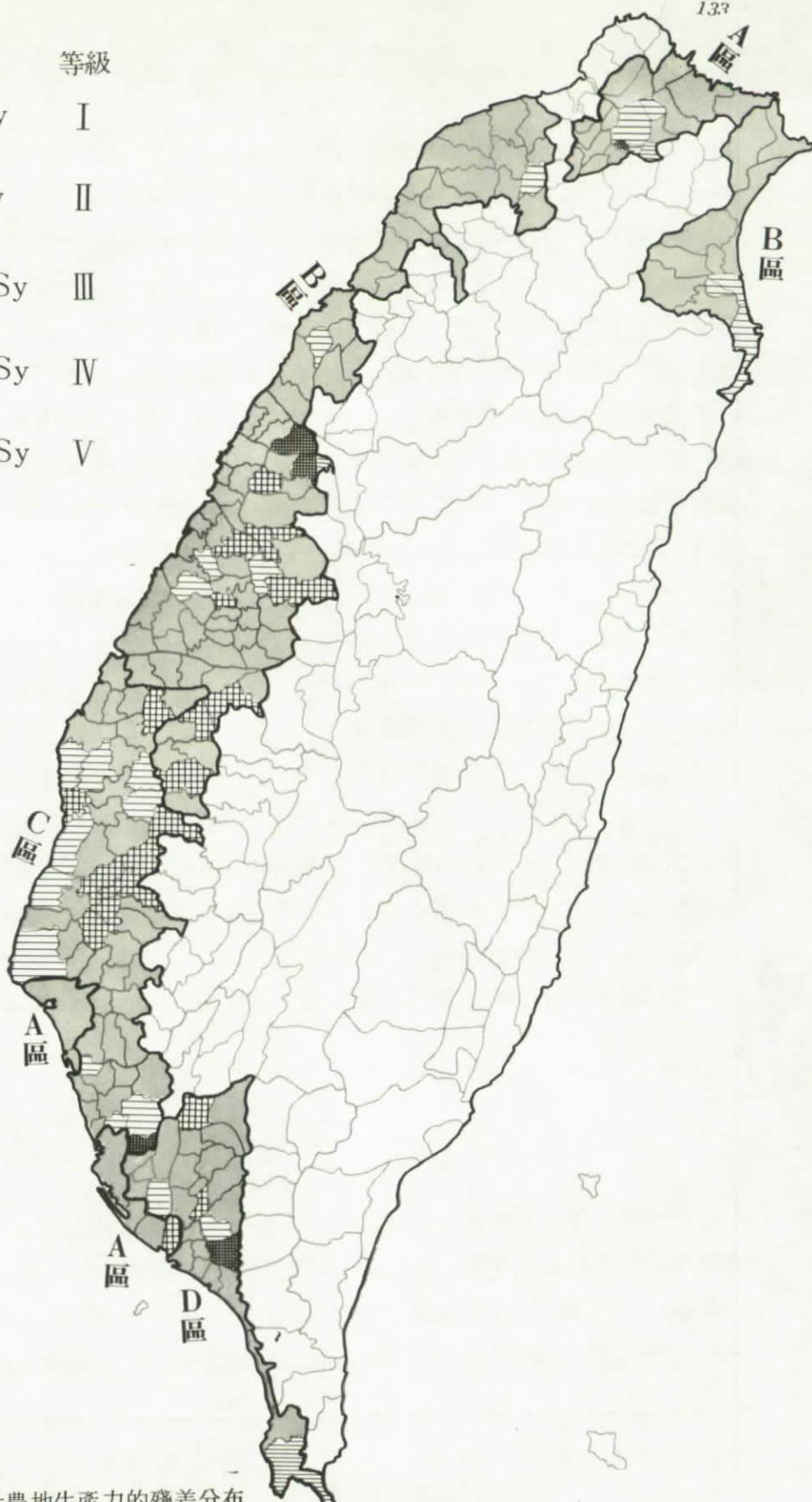


圖 5. 估計農地生產力的殘差分布

Fig. 5, The Accuracy of Estimated Farmland Productivity

圖中的 Sy 代表迴歸模式的估計標準誤，各區域之 Sy 值分別為 A區：6.5，

B區：6.4，C區：3.2，D區：4.5（單位：千元／公頃）。

殘差分析僅試以台灣的主要農業區域，即本文的A區（都市影響區）、B區（中北部平原）、C區（嘉南平原）及D區（屏東平原）作討論。

A、B、C及D四個區域之迴歸模式的估計標準誤（Standard Error of Estimate），分別為6.5，6.4，3.2，4.5（單位：千元／ha.），此數值比各區農地生產力的標準偏差小得多¹⁵⁾，這表示由各區的迴歸模式可得到較準確的農地生產力估計，因此我們採用各區的估計標準誤分別做為各個區域殘差值的等級劃分依據，並製成如圖5的殘差分布圖。此圖中，屬於+1與-1之等級的區域，其實際值與估計值之間的殘差極小（小於正負一個估計標準誤），也就是用既已建立的迴歸模式就幾乎能解釋這些區域的農地生產力。在A區（都市影響區）的26個單位區域中，有20個單位區域的殘差屬於+1與-1等級（佔全體的77%），即以 $Y_c = 0.31X_3 + 0.34X_6 - 27.48$ 此一迴歸模式就大致能解釋這20個單位區域的農地生產力；但以此一迴歸模式推測其餘的6個單位區域（屬於±2與±3等級）的農地生產力，則有高估或低估（Over-or Under-Prediction）的情形，這意味著影響永和鎮、新園鄉、內湖區、景美區、木柵區及台北市原市區等6個單位區域的農地生產力，除了複種指數（ X_3 ）和蔬菜收穫面積率（ X_6 ）外，還有其他的因素存在。

中北部平原（B區）、嘉南平原（C區）和屏東平原（D區）之單位區域個數分別有96，55，27，其中B區有76個，C區有25個，D區有21個單位區數的殘差小於正負一個估計標準誤（圖5），這可以說既已建立的迴歸模式（表4）仍然能解釋大部分區域的農地生產力。在那些殘差較大（大於正負一個估計標準誤）的區域中，究竟還有那些因素能用以解釋其農地生產力，目前的階段仍不易推測，有待進一步研究。

結 語

本文探討了台灣農地生產力的空間分布，並且以統計方法分析了影響農地生產力空間分布的因素。其結果：1965～1975年農地生產力的區域差異逐漸明顯，但其空間分布大致仍呈類似的型態，即台北盆地、台中彰化平原及高屏一帶分別為北、中、南三個高生產力地區，大部分的丘陵山地其農地生產力則顯著地低落。由農地生產

¹⁵⁾四個區域農地生產力的平均值（ \bar{X} ）與標準偏差（ σ ）分別為A區（ $\bar{X} : 38.0, \sigma : 20.8$ ）B區（ $\bar{X} : 40.8, \sigma : 12.7$ ），C區（ $\bar{X} : 30.7, \sigma : 5.5$ ），D區（ $\bar{X} : 46.1, \sigma : 9.8$ ）
單位：千元／ha.

力空間分布的地圖分析，即可得悉地形及距離都市的遠近等兩項因素對農地生產力有極大的影響。

再以含有十個社會經濟變數的迴歸模式來解釋 1970 年台灣七個區域之農地生產力，結果發現同一模式對各區域農地生產力的解釋程度互有差異，此表示這十個變數對台灣七個區域之農地生產力所具的影響力不一。捨棄那些不具顯著影響力的變數後，再另建立了此七個區域的迴歸模式，並透過殘差分析，證實了 A、B、C、D 四區（台灣的主要農業區）的迴歸模式分別能夠解釋各區域內大部分市區鄉鎮的農地生產力，由這些模式得知，影響各區域之農地生產力，含有二至六個不等的顯著性因素，其中以複種指數和蔬菜收穫面積率等兩項因素最為重要，且所影響的區域甚廣，複種指數在決定台灣七個區域的農地生產力因素中，均占相當重要的地位；蔬菜收穫面積率則是影響台灣平原地區（A、B、C、D 區）農地生產力的重要因素。水田率、稻米收穫面積率、果實收穫面積率、耕耘機普及度、單位耕地面積之化學肥料投施量及初級產業人口率等因素對台灣農地生產力空間分布的影響僅是區域性的；農家耕地規模與單位耕地面積之勞動投施量等兩項因素對台灣七個區域之農地生產力空間分布的影響則不顯著。衆所周知，台灣的農業條件與日本極為相似，但是「農家耕地規模」此一因素對日本農地生產力空間分布的影響却相當大¹⁶，這也許由於台灣農家耕地規模的區域差異較小所致！

¹⁶ 參閱山本正三，奥野隆史，金藤泰伸，朝野洋一，“わが國における農業生産性の分布とその回帰分析”，東京教育大學地理學研究報告 XI（1967），113-128 頁。