

水稻區域產量分區之研究

楊明憲*、劉力瑜**、劉峻杰***

水稻收入保險是我國農業保險涵蓋地方最廣的保險，其保費與理賠均以各鄉鎮產量為計算基礎，本文研究目的在於從風險同質性的保險觀點，進行鄉鎮分區的規劃研究，以避免逆選擇，並有利於保險推廣。

依集群分析的實證結果顯示：適當的分區可明顯提高同質性及改善各鄉鎮的離散程度，而且階層式分區更優於地理分區。此外，本文亦針對保單內容進行保費試算與減產的理賠模擬，發現分區保費均較不分區保費為低，低約 14%~19%，而在減產程度低於 15% 時，分區的理賠總金額亦較低，但當減產超過 15% 以上時，分區的理賠則較多，此結果符合保險「保大不保小損失」的精神，有助於農民在面對發生重大減產時，可獲得較多的理賠金額，達到充分保障收入的目的。

關鍵詞：水稻、水稻收入保險、區域產量、生產風險、農業保險

JEL 分類代號：Q18

* 通訊作者：逢甲大學國際經營與貿易學系教授，Email: andy201264@gmail.com。

** 國立臺灣大學農藝學系教授。

*** 國立政治大學經濟學研究所碩士。

投稿日期：2024 年 08 月 16 日；第一次修改日期：2024 年 11 月 04 日；

接受日期：2025 年 01 月 06 日。

農業經濟叢刊 (Taiwanese Agricultural Economic Review)，30:2(2024)，53-79。

臺灣農村經濟學會出版

I、前言

我國農業部於2017年起積極推動農業保險，其中以水稻收入保險所涵蓋的地方最為廣泛。然因受限於資料，無法以個別農民產量為計算收入的基礎，而以當地鄉鎮產量資料代替之，故其實為區域收入保障的概念。引用政府發布的鄉鎮產量雖具有客觀性，且可避免道德危險（moral hazard）的問題，但農民對此仍有疑慮，經常以鄰近鄉鎮的保費或理賠高低為比較，造成推廣保險有所困擾，而有將鄰近鄉鎮合併為一區之議。但是如何將各鄉鎮納入在不同分區，實有在實務與理論方面探討之必要。

依保險觀點，保費應建立在風險同質性（risk homogeneity）的基礎，以避免逆選擇（adverse selection）的問題。風險同質性具有集合大量的特性，不僅符合基於風險分散的技術要求；同時，也是機率論和大數法則的原理在保險經營中得以運用的條件。因此，將水稻各鄉鎮產量進一步分區，即具有風險同質性的涵義。美國的農業保險曾實施的團體風險計畫（Group Risk Plan, GRP），以及在 2014 年美國新增的區域風險保護保險（Area Risk Protection Insurance Policy, ARPI），皆是依據涵蓋數郡的區域數據作為理賠條件，並以同區共同理賠的方式進行理賠，係為解決風險異質性與避免鄰近比較的問題（楊明憲，2022）。由於我國水稻收入保險係以鄉鎮為理賠單位，並依照產量作為理賠依據，類似於美國現行的區域風險保護保險（ARPI），差別在於鄉鎮與區域涵蓋範圍的大小。

區域的劃分，依統計分群的觀點，若能達到組間（intra group）變異大，且組內（inter group）變異小，可使各區域能有明顯的差異，而且同一區域內具有同質性，即可有效解決彼此鄉鎮異質性與比較的問題。因此，如何有效分區，使區域內能夠達到同質性目標，就顯得格外重要。

農業部曾以各縣市為基礎，經由專家會議討論將各縣市內的鄉鎮進行分

區。依分區規劃結果，顯示地理位置相近的鄉鎮將會被劃分為同一區。由於農業部只依地理分區並沒有依鄉鎮產量資料配合判斷，難謂達到風險同質性的要求。為符合保險風險分類之要求，達到各分區內鄉鎮性質相近且不同分區的性質差異大之目的，本文即以集群分析 (cluster analysis)，依照農業部每個縣市的分區數目，將單位產量相近的鄉鎮重新分區，並以此結果與不分區及農業部分區進行比較，以探討水稻產量分區之合理性與涵義；再以變異數分析 (ANOVA)，對農業部分區及集群分析結果進行比較，以確認經由集群分析後，可達到分區內同質性的目的。

基於上述研究動機，本文研究目的主要是以風險同質性為考量，透過統計集群方法進行分區，並與農業部的分區比較，同時瞭解分區的保費與理賠狀況，以作為保險精進之參考。

以區域為理賠基礎單位的保險，的確能避免道德危險與資訊不對稱的問題，與採計個別農民產量的保險相比可有更低的保險成本 (Baquet, 1994; Stigler et al., 2021)，Gong et al. (2023) 則研究農作物產量系統性風險的性質及其對農民區域產量保險選擇的影響。Edwards (1999) 指出，團體風險計畫 (GRP) 的優點包含不需個別農民產量紀錄，以及不必對受損作物進行評估來確定支付金額，這都降低 GRP 在執行上的成本，而我國的水稻收入保險，亦是採用區域為單位，並以鄉鎮產量作為理賠依據，與團體風險計畫保險類似。不過，由於是以區域理賠為基礎單位，有可能發生個別農民減產，但區域產量沒達到理賠條件，使減產的農民無法獲得理賠的狀況，此即出現基差風險的問題 (Hess, 2016)。Clarke (2011) 指出：採取區域為理賠基礎單位的保險，並無法避免基差風險問題，則因此區域內的同質性就顯得十分重要。

不論是採用 GRP、區域風險保護保險 (ARPI)、或指數型保險，因都是採用區域作為理賠單位，故必須先進行分區。統計上的分區是以組內性質相近，不同組間的差異性高為主要目標。有關於農業保險分區的文獻，例如

Dandekar (1976) 即曾建議，基於區域為單位作為理賠的農作物保險，獲得賠償的區域應該是「同質區域」。Wang (2000) 利用美國華盛頓州小麥農場資料，發展出零團體風險計畫 (Zone Group Risk Plan, ZGRP) 方法，也就是以貝氏分類 (Bayesian classification) 的集群分析，將郡級 (county level) 產量資料依農場與郡級產量之間的相關性分為不同集群，使郡級區域劃分為數個同質性小區域，以此來解決大區域內產量不同的問題。惟分區若逕以地理位置進行劃分，可能出現同一區域內產量落差過大的狀況，將無法達成區域內同質性的目標。有鑑於此，本文將透過集群分析，以各鄉鎮的單位產量為依據進行分區，以提高區域內的同質性。

針對我國農作物各地產量資料再進行分區與同質性分析，不僅符合保險對於風險分類與同質性的要求，以利保費釐算；同時，也有助於具體發現各地生產在地理及氣候差異，以使政府在各地進行的農情調查更為精確或避免誤差，此為本文的主要研究貢獻。

II、集群分析法

資料經由適當的分類，可以使資料精簡化並增加資料的可讀性。一般而言，未經過分類的資料，較難以獲得有用的資訊；而經過分類的資料，可達到分組內差異小的特性，使得決策者更加容易針對每一組制定相關策略。集群分析法是對資料進行分組的一種方式，使同一組內的資料比起其他組的資料更加相似。

集群分析法又分為階層式集群法 (hierarchical method)，以及非階層式集群法 (non-hierarchical method) 兩種：

階層式集群法採用樹狀圖的方式呈現，可分為由樹狀圖底部開始聚集的聚合分層法 (agglomerative)，以及由樹狀圖頂部開始分裂的分離分層法 (divisive)；其概念是相近的兩點會組成同一組，且同一組內任兩點的距離

會比到其他組的任一點距離更近，而各點的距離計算方式又會因數學式的不同而不同。優點是概念簡單，但缺點是無法處理大量資料。

非階層式集群法較常被使用的模型為 MacQueen (1967) 提出的 K-平均算法模型 (K-means)，以及 Campello et al. (2013) 提出的基於密度之含噪空間階層聚類法 (Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise, HDBSCAN) 模型。K-means 模型是將原有集群打散，根據設定的組數，將相近的資料組成一組，並計算隨機初始值作為組心，組心初始值可以是該組簡單平均或加權平均值，使每組內任一點到組心的距離平方和最小，透過反覆計算新的組心，直到找出最佳分組方式為止。K-means 的優點是計算速度快，但缺點是每次分組結果都可能不同。HDBSCAN 模型，則是以密度來進行分組，概念是隨機設定一個點，並以隨機半徑畫圓，只要在圓內的皆屬於同一組，之後通過演算法將組內的數據點分成更小的群組，並根據設定的最小樣本數排除異常點，重複以上步驟直到涵蓋所有數據點。優點是分組較不受偏離值影響，但缺點是較不容易理解。

III、建立分區模型

由於本研究以各鄉鎮每年的單位產量進行分區，所以資料本身具有相當多的數據點需要進行群聚分類，前述三種演算方式皆是以各點數據作為分區演算。K-means 初始點為隨機，但每次分區結果可能不一樣，為使分區結果有一致性，因此不考慮採用 K-means 作為分區方式。HDBSCAN 雖較不受離群值影響，但考量到農民理解性及保險推廣，亦不選擇此方式作為分區方法，因此，本研究決定採用方式為階層式集群法，除容易理解之外，亦能減少因分區演算時的隨機性，導致每次分區結果不一致的狀況。

階層式集群法 (hierarchical clustering)，是將資料經過反覆地聚合或分離的過程與結果，也就是最後產出樹狀圖結構的分群方式，可分為由下往上

聚合或由上往下分離兩種。

為與農業部分區結果對照比較，因農業部係直接以各鄉鎮地理位置接近者劃分為同一區，此情況相當於階層式集群法的聚合，因此，本研究階層式集群法亦採用聚合方式進行分區。而聚合方式須有距離之定義，才能將距離相近的群組歸為同一區，距離之定義常用的有以下幾種：

1. 單一連結聚合演算法 (single-linkage agglomerative algorithm)：定義不同群聚之間的距離為最近的兩點：

$$d(C_i, C_j) = \min_{a \in C_i, b \in C_j} d(a, b)$$

2. 完整連結聚合演算法 (complete-linkage agglomerative algorithm)：定義不同群聚之間的距離為最遠的兩點：

$$d(C_i, C_j) = \max_{a \in C_i, b \in C_j} d(a, b)$$

3. 未加權平均連結聚合演算法 (Unweighted average-linkage agglomerative algorithm)：定義不同群聚之間的距離，為各點與各點間距離總和的平均：

$$d(C_i, C_j) = \sum_{a \in C_i, b \in C_j} \frac{d(a, b)}{|C_i||C_j|}$$

其中， $|C_i|$ 與 $|C_j|$ 為該群聚之資料個數。

4. 沃德法 (Ward's method)：定義群聚間的距離是在兩群聚合併後，各點到合併後的群中心的距離平方和：

$$\begin{aligned} d(C_i, C_j) &= \frac{|C_i| \times |C_j|}{|C_i \cup C_j|} \|\mu_{C_i} - \mu_{C_j}\|^2 \\ &= \sum_{x \in C_i \cup C_j} \|x - \mu_{C_i \cup C_j}\|^2 - \sum_{x \in C_i} \|x - \mu_{C_i}\|^2 - \sum_{x \in C_j} \|x - \mu_{C_j}\|^2 \end{aligned}$$

由於單一連結聚合演算法，因只找最近兩點併為一群，會造成相似性傳遞問題，即 A 點與 B 點相近，B 點與 C 點相近，但 A 點與 C 點不一定相近，卻被列在同一群內。而未加權平均連結聚合演算法及沃德法的距離定義，會均衡分群大小，但農業部分區的大小並非一致，因此為有可比性，不採用這兩種距離定義。

本研究距離定義，將採用完整連結聚合演算法，原因是此演算法距離定義為兩群聚中各點最遠距離，在尋找最近的兩個群聚時，不會有大於兩群聚距離的狀況，以此獲得較佳的群聚效果。

完整連結聚合演算法如下：

1. 首先設有一 $N \times N$ 的距離矩陣 D ， D 包含所有群聚的距離 $d(x, y)$ ，其中， x 與 y 為初始群聚。

其中，初始群聚 x 、 y 的距離計算公式則是採用歐式距離，公式如下：

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \cdots + (x_i - y_i)^2}$$

2. 在當前群聚中，將距離最近的一對群聚命名為 r 、 s ，其數學式為 $d(r, s) = \min d(x, y)$ 。
3. 合併群聚 r 及 s ，並將此新的合併群聚命名為 m ，剩餘的舊群聚命名為 k 。
4. 更新距離矩陣 D ，矩陣中群聚 m 及 k 的距離定義為 $d(m, k) = d[(r, s), k] = \max[d(r, k), d(s, k)]$ 。
5. 如果所有群聚皆在同一群聚中，則完成聚合，否則重複步驟 2。

相較於 Wang (2000) 係應用貝氏分類法 (Bayesian classification)，即以貝氏定理為基礎的分類演算法，但其演算法的計算強度比其他演算法低，雖有助於快速產生資料探勘模型，以探索輸入資料與可預測資料之間的關聯性，但條件改變可能產生不同的集群結果，而本文採用階層式集群法，並以完整連結聚合演算法 (complete-linkage agglomerative algorithm)，使同一組

內任兩點的距離會比到其他組的任一點距離更近，因以歷年的縣級與縣內鄉鎮層級資料進行比較，故所形成的集群具有頑強性。

IV、分區結果及分析

4.1 資料範圍

本研究的原始資料為 2000 年至 2022 年之各鄉鎮 1 期水稻年資料，主要是 1 期水稻各縣市均有種植，可完整作為分區規劃的基礎。資料來源為「農情報告資源網」，是農業部農糧署歷年來在各地進行農情調查的結果，以種植最普遍的梗稻為主。資料包含各鄉鎮歷年單位產量，其係作為保險計算理賠及保費的依據。為與農業部的分區結果比較，是以縣市內的鄉鎮作為分區規劃，因此本研究即依農業部各縣市內的分區數量，透過各鄉鎮每年的單位產量，採用階層式集群法進行分區。

4.2 各分區結果

各鄉鎮分區結果見附表 1，其中可觀察到：農業部分區與階層式分區結果並不相同。例如彰化縣 26 個鄉鎮市共劃分為 7 區，農業部將伸港鄉、和美鎮、鹿港鎮、線西鄉歸為彰 1 區，很明顯的係依地理位置劃分，但本研究依階層式分區法的結果，反而是將伸港鄉、和美鎮劃歸為一區（彰 5 區），而將鹿港鎮、線西鄉劃歸為另一區（彰 7 區），依此結果可推知鄰近鄉鎮雖有類似的氣候條件及地形地勢，所以預期產出應較為接近，但實際產量仍受各地土壤、品種及栽培方式而有差異，故鹿港鎮與線西鄉雖地理位置相近，並不毗鄰，卻仍被歸為同一分區。

4.3 單位產量敘述統計

依上述各鄉鎮分區結果，為方便進行敘述統計，本研究將不分區的各鄉鎮及分區後各分區的單位產量年資料進行平均，並列出鄉鎮及分區個數、平均值、最小值、最大值，全距、標準差結果，如表 1 所示。

由於臺北市僅有北投區，因此三種分區的敘述統計結果皆相同。在鄉鎮及分區個數部分，不分區的鄉鎮個數（除臺北市）範圍在 10 至 30 之間，每個縣市平均為 19 個鄉鎮；而農業部分區及階層式分區的分區個數皆在 10 個以內，每個縣市平均為 5 個分區。在平均值部分，以農業部分區的平均值最高，不分區及階層式分區的平均值較為接近。在全距部分，不分區各縣市的全距皆大於等於其他兩種分區，而階層式分區的平均全距較農業部分區高。標準差部分，除高雄市外，農業部各縣市分區的標準差皆最小，不分區及階層式分區的標準差值相近。透過全距及標準差可發現，不分區的離散程度最大，而農業部分區的離散程度最小，階層式分區則介於兩者之間。

4.4 同質性分析

為比較農業部分區與階層式分區同質性，本研究透過變異數分析（ANOVA）觀察兩者的組間變異、組內變異及F值，以瞭解透過集群分析是否有達到分區內同質性高，不同分區間差異大的目標。資料是以縣市中各分區的鄉鎮單位產量作為變數，若組間變異大，則代表該縣市各分區的鄉鎮單位產量有明顯差異；若組內變異小，則代表該縣市各分區內的鄉鎮單位產量差異小，同質性較高。

依表 2 結果顯示：在組間變異部分，階層式分區的組間變異除雲林縣外，皆高於農業部分區，且階層式分區的各縣市組間變異合計亦高於農業部分區，顯示出階層式分區的各區差異大，確實有將各區劃分出來。在組內變

表 1 平均單位產量敘述統計

縣	鄉鎮 個數	不						農 業 部 分						階 層 式 分 區					
		分 區			區			分 區			區			分 區			區		
		平均值	最小值	最大值	全距	標準差	分區 個數	平均值	最小值	最大值	全距	標準差	分區 個數	平均值	最小值	最大值	全距	標準差	分區 個數
臺北	市	1	5,157	5,157	5,157	0	-	1	5,157	5,157	5,157	0	-	1	5,157	5,157	5,157	0	-
新北	市	19	5,266	5,114	5,501	387	97	3	5,317	5,255	5,432	177	82	3	5,275	5,176	5,424	247	107
桃園	市	12	5,385	5,222	5,552	330	96	4	5,394	5,290	5,500	210	75	4	5,356	5,296	5,491	194	79
新竹	縣市	14	5,746	5,555	6,690	1,135	129	5	5,756	5,650	5,950	300	111	5	5,741	5,640	5,949	309	118
苗栗	縣	16	5,961	5,739	6,273	534	167	5	6,035	5,938	6,184	246	82	5	5,964	5,801	6,195	394	142
臺中	市	25	6,687	6,172	7,181	1,009	228	5	6,687	6,582	6,771	189	83	5	6,767	6,483	7,113	630	223
彰化	縣	26	7,293	7,028	7,466	438	106	7	7,297	7,242	7,370	128	40	7	7,269	7,028	7,380	352	117
南投	縣	10	6,724	6,578	6,974	397	129	3	6,768	6,625	6,886	261	108	3	6,714	6,612	6,879	267	118
雲林	縣	20	7,257	6,971	7,547	577	156	5	7,326	7,207	7,471	264	95	5	7,194	7,001	7,373	373	162
嘉義	縣市	19	6,804	6,194	7,124	930	287	5	6,911	6,771	7,096	324	132	5	6,736	6,318	7,071	752	271
臺南	市	29	6,854	5,710	7,259	1,549	260	7	6,929	6,726	7,067	341	103	7	6,948	6,767	7,242	475	141
高雄	市	27	6,924	6,674	7,160	485	139	5	6,932	6,755	7,096	341	127	5	6,981	6,818	7,143	325	114
屏東	縣	28	7,012	6,257	7,249	992	300	6	6,986	6,279	7,218	939	337	6	6,830	6,279	7,225	946	368
臺東	縣	11	5,732	5,224	6,322	1,098	328	5	5,874	5,394	6,322	929	329	5	5,798	5,393	6,252	859	287
花蓮	縣	13	5,281	4,489	6,016	1,527	410	5	5,539	5,252	6,016	764	256	5	5,254	4,489	6,016	1,527	520
宜蘭	縣	12	6,186	5,753	6,493	740	212	4	6,269	6,093	6,389	296	125	4	6,146	5,763	6,418	655	244
總平均		19	6,341	5,912	6,720	809	203	5	6,401	6,204	6,585	381	139	5	6,332	6,058	6,611	554	201

註：臺北市僅北投區；臺東縣不包含太麻里鄉及達仁鄉，因無種稻。

資料來源：本研究計算。

表 2 變異數分析

地 區	農 業 部 分 區			階 層 式 分 區		
	組間變異	組內變異	F 值	組間變異	組內變異	F 值
新 北 市	33,745	146,047	1.85	103,314	76,478	10.81
桃 園 市	43,474	66,945	1.73	77,730	32,689	6.34
新 竹 縣 市	154,148	80,414	4.31	203,567	30,995	14.78
苗 栗 縣	99,943	344,563	0.80	361,854	82,652	12.04
臺 中 市	166,489	1,130,259	0.74	932,282	364,466	12.79
彰 化 縣	52,720	240,401	0.69	140,248	152,873	2.91
南 投 縣	101,113	64,048	5.53	127,020	38,141	11.66
雲 林 縣	269,893	217,651	4.65	255,082	232,463	4.11
嘉義縣市	906,444	657,813	4.82	1,384,713	179,544	26.99
臺 南 市	569,440	1,397,715	1.49	1,267,750	699,405	6.65
高 雄 市	191,489	331,883	3.17	388,058	135,313	15.77
屏 東 縣	2,254,069	263,273	37.67	2,458,674	58,668	184.40
臺 東 縣	850,864	335,070	3.81	1,110,963	74,971	22.23
花 蓮 縣	765,607	1,420,767	1.08	1,958,560	227,815	17.19
宜 蘭 縣	257,535	281,754	2.44	477,438	61,851	20.58
合 計	6,716,971	6,978,604		11,247,253	2,448,323	

資料來源：本研究計算整理。

異部分，組內變異除雲林縣外，階層式分區皆低於農業部分區，組內變異合計亦較農業部分區低，顯示出階層式分區的同質性較高。此結果符合採用集群分析後，達到組內變異小，組間變異大的預期結果。而雲林縣不符結果的原因，可能是因該縣市各分區的鄉鎮單位產量均較為接近所致。

本研究為進一步瞭解分區前後的同質性，重新計算農業部分區及階層式分區中每個分區的各鄉鎮單位產量全距，並與不分區的鄉鎮全距進行比較。結果為農業部分區及階層式分區各分區的鄉鎮全距，皆低於不分區的鄉鎮全距，代表分區後的各鄉鎮的離散程度，確實較不分區縮小，亦即分區後有較高的同質性。

4.5 理賠比較

依水稻收入保險的理賠條件，即當年產量低於前 5 年奧林匹克平均值的基準產量 5% 之差額予以理賠，經由 2005 年至 2022 年的累計總理賠金額試算可發現：不分區的累計總理賠金額 59 億元，比農業部分區的 44 億元及階層式分區的 48 億元為高，也就是分區較不分區少約 11 億（－19%）至 15 億（－26%）。此結果顯示出，分區後的累計理賠總金額較低，有助於保險財務的穩健。因理賠條件不變，農民所獲得理賠的金額不會減少，理賠總金額較低的原因是可以減少高風險的投保，也突顯風險分類的重要性。

表 3 分區與不分區累計總理賠金額之差異比較

	單位：元		
	不 分 區	農業部分區	階層式分區
累計總理賠金額	5,904,158,008	4,384,677,960	4,784,768,643
與不分區差異		-1,519,480,048	-1,119,389,365
差異比例		-26%	-19%

資料整理：本研究計算整理。

4.6 保費比較

水稻收入保險的保費，係依歷年發生損失頻率與損失幅度所釐算的公平保費，以確保收支相等、無盈無虧（註 1）。依 2023 年第 1 期的各地區保費平均比較可觀察到：不分區的保費每公頃 3,821 元最高，而農業部分區保費 3,098 元為最低，較不分區少 723 元（－19%）。階層式分區的保費則介於不分區及農業部分區之間，保費為 3,286 元，較不分區少 535 元（－14%）。此結果顯示出，分區後的保費因風險同質性而降低。

表 4 分區與不分區保費之差異比較

單位：元 / 公頃

	不 分 區	農業部分區	階層式分區
平均保費	3,821	3,098	3,286
與不分區差異		-723	-535
差異比例		-19%	-14%

資料整理：本研究計算整理。

4.7 模擬減產理賠狀況

為瞭解減產時各種分區方式的理賠狀況，以瞭解保費適足性及保障程度，本研究進一步模擬針對可能減產的總理賠金額進行探討，即相較於 2022 年的產量模擬減產 5%、10%、15% 及 20%，及假設投保率為 20% 的保費收入與總理賠金額（註 2）。

表 5 中可發現，當單位產量減產 5% 及 10% 的狀況下，不分區的總理賠金額高於農業部分區以及階層式分區的總理賠金額；但在減產 15% 及 20% 的狀況下，不分區的總理賠金額低於農業部分區及階層式分區的總理賠金額。其中，農業部分區總理賠金額在減產 5% 及 10% 的情況下，低於階層式分區的理賠金額，在減產 15% 及 20% 的情況下，則高於階層式的理賠金額。對此結果顯示：依分區規劃的保單較能符合保險「保大不保小」的精神，也就是保險精神在於保障較大的損失（賠大），而不是小的損失（賠小）也要保障，若是小的損失也要理賠，則保險成本較高、保費也會較貴，此即一般保險都有自負額（deductible）的設計。

表 5 分區與不分區模擬減產之理賠金額

減產程度	理 賠	不 分 區	農業部分區	階層式分區
減產 5%	理賠金額 (元)	367,796,621	329,597,856	350,999,490
	理賠率	318%	339%	345%
減產 10%	理賠金額 (元)	600,711,672	587,766,471	591,841,107
	理賠率	520%	604%	582%
減產 15%	理賠金額 (元)	867,120,052	869,627,150	867,391,693
	理賠率	750%	894%	852%
減產 20%	理賠金額 (元)	1,145,653,985	1,153,488,516	1,152,762,587
	理賠率	991%	1,186%	1,133%

註 1：不分區、農業部分區、階層式分區的保費收入分別為 115,617,664 元、97,276,133 元、101,772,591 元。

註 2：理賠率 = 理賠金額 / 保費收入。

資料來源：本研究整理。

V、結論及建議

由於水稻收入保險是以鄉鎮產量為基礎單位，雖然減少道德風險的狀況，但也造成基差風險 (basis risk) 的問題；此外，因各地鄉鎮內的農民產量高低不一，在單一保費的情形下，極可能發生高風險者都來投保，但低風險者卻不投保，影響保險的分散風險及長期營運，故有適當的風險分類之必要，也就是區域產量亦應依各地產量表現重新依風險特性加以分區，以避免逆選擇的問題。因此，本研究基於風險分類的考量，應用階層式集群中的聚合法，探討分區與不分區在保費與理賠之差異。

依實證結果顯示，分區有助於提高區域同質性，即區內的各鄉鎮產量離散程度低而不同區間的離散程度高。進一步比較農業部分區與階層式分區的同質性，在變異數分析中，農業部分區的組間變異合計小於階層式分區，顯

示出農業部分區中的各分區較無明顯差異；而農業部分區的組內變異合計大於階層式分區，顯示出階層式分區中的各鄉鎮差異小，同質性較高，因此，透過集群分析後，確實能達到組間變異大，組內變異小的目標。此外，透過重新計算農業部分區及階層式分區中的各鄉鎮全距，可發現分區後的各鄉鎮全距皆比不分區小，代表分區後離散程度小，同質性較高。在理賠比較方面，不分區累計理賠金及保費最高；而農業部分區的理賠金及保費為三者最低。

在模擬理賠方面，當減產程度為 5% 及 10% 時，不分區的理賠金額為三者最高，但當減產程度為 15% 及 20% 時，不分區的理賠金額小於分區後的理賠金額。此結果表示依分區規劃的保單較能符合保險「保大不保小損失」的精神，有利於減輕保費負擔，並使保險財務較快累積準備金，以應付較大的賠付情況。

附註

註 1：損失頻率係指總理賠面積 / 總種植面積，損失幅度為總理賠金額 / 總理賠面積；其中，總理賠金額為歷年累計之每公頃理賠金額乘上理賠面積，每公頃理賠金額 = 目標價格 × (基準產量 × 95% - 實際產量)，目標價格為近 5 年每公斤生產費用奧林匹克平均值，基準產量為近 5 年每公頃實際產量奧林匹克平均值，而每公頃實際產量為依農情調查之該鄉鎮區產量資料。

註 2：模擬總理賠金額即為模擬每公頃理賠金額乘上理賠面積；其中，模擬每公頃理賠金額 = 目標價格 × (基準產量 × 95% - 模擬產量)，模擬產量即為 2022 年實際產量乘上模擬減產 5%、10%、15% 及 20%。

參考文獻

- 楊明憲 (2022)。政策性保險規劃與精進之研析。行政院農業委員會農業金融局委辦研究計畫 (編號: 111 農科-3.1.2-金-d1)。臺北市: 行政院農業委員會農業金融局。
- Baquet, A. E., & Skees, J. (1994). Group Risk Plan Insurance: An Alternative Management Tool for Farmers. *Choices*, 9(1), 25-28.
- Chambers, R. G. (1989). Insurability and Moral Hazard in Agricultural Insurance Markets. *American Journal of Agricultural Economics*, 71(3), 604-616.
- Clarke, D. J. (2011). A Theory of Rational Demand for Index Insurance. University of Oxford. *Discussion paper Series*, 572.
- Campello, R. J., Moulavi, D., & Sander, J. (2013). *Density-Based Clustering Based on Hierarchical Density Estimates*. In Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (pp. 160-172). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Carter, M., de Janvry, A., Sadoulet, E., & Sarris, A. (2017). Index Insurance for Developing Country Agriculture: A Reassessment. *Annual Review of Resource Economics*, 9(1), 421-38.
- Dandekar, V. M. (1976). Crop Insurance in India. *Economic and Political Weekly*, 11(26), A61-80.
- Edwards, W. M. (1999). *Group Risk Plan (GRP) and Group Risk Income Protection (GRIP)*. Iowa State University.
- Gong, Xuche, David A. Hennessy, & Hongli Feng (2023). Systemic Risk, Relative Subsidy Rates, and Area Yield Insurance Choice. *American Journal of Agricultural Economics*, 105(3), 888-913.
- Hess, U., Hazell, P., & Kuhn, S. (2016). *Innovations and Emerging Trends in Agricultural Insurance*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- MacQueen, J. (1967). *Classification and Analysis of Multivariate Observations*. In 5th Berkeley Symp. Math. Statist. Probability (pp. 281-297).

- Schnitkey, G. (2014). Area Risk Protection Insurance Policy: Comparison to Group plans. *Farmdoc Daily*, 4(2).
- Stigler, Matthieu, & David Lobell (2021). On the Benefits of Index Insurance in US Agriculture: A Large-Scale Analysis Using Satellite Data. *arXiv preprint arXiv: 2011.12544*.
- Wang, H. H. (2000). Zone-Based Group Risk Insurance. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 25(2), 411-431.

附錄

附表 1 分區結果

縣	市	市	區	鄉	鎮	農委會分區	階層式分區
宜 蘭 縣		三	星	鄉		宜 2	宜 1
		大	同	鄉		宜 2	宜 2
		五	結	鄉		宜 3	宜 1
		冬	山	鄉		宜 3	宜 3
		壯	圍	鄉		宜 1	宜 4
		宜	蘭	市		宜 1	宜 4
		南	澳	鄉		宜 4	宜 2
		員	山	鄉		宜 2	宜 1
		頭	城	鎮		宜 1	宜 4
		礁	溪	鄉		宜 1	宜 3
		羅	東	鎮		宜 3	宜 1
		蘇	澳	鎮		宜 4	宜 3
臺 北 市		北	投	區		北 1	北 1
新 北 市		八	里	區		新 1	新 1
		三	芝	區		新 2	新 1
		三	峽	區		新 1	新 2
		土	城	區		新 1	新 1
		中	和	區		新 1	新 1
		石	門	區		新 2	新 1
		石	碇	區		新 3	新 1
		汐	止	區		新 3	新 1
		板	橋	區		新 1	新 1
		林	口	區		新 1	新 2
		金	山	區		新 2	新 2
		貢	寮	區		新 3	新 1
		淡	水	區		新 2	新 1
		深	坑	區		新 3	新 3
		新	店	區		新 3	新 1

縣	市	市	區	鄉	鎮	農委會分區	階層式分區
		萬	里	區		新 2	新 1
		樹	林	區		新 1	新 2
		雙	溪	區		新 3	新 1
		鶯	歌	區		新 1	新 2
桃 園 市		八	德	區		桃 4	桃 1
		大	園	區		桃 3	桃 2
		大	溪	區		桃 4	桃 3
		中	壢	區		桃 2	桃 2
		平	鎮	區		桃 2	桃 2
		桃	園	區		桃 2	桃 4
		新	屋	區		桃 1	桃 1
		楊	梅	區		桃 2	桃 2
		龍	潭	區		桃 4	桃 2
		龜	山	區		桃 4	桃 4
		蘆	竹	區		桃 3	桃 1
		觀	音	區		桃 1	桃 1
新 竹 縣 市		新	竹	市	北 區	竹 2	竹 1
		新	竹	市	東 區	竹 1	竹 1
		新	竹	市	香 山 區	竹 3	竹 1
		北	埔	鄉		竹 5	竹 2
		竹	北	市		竹 2	竹 3
		竹	東	鎮		竹 4	竹 4
		芎	林	鄉		竹 3	竹 3
		峨	眉	鄉		竹 5	竹 2
		湖	口	鄉		竹 1	竹 2
		新	埔	鎮		竹 2	竹 3
		新	豐	鄉		竹 1	竹 2
		橫	山	鄉		竹 4	竹 3
		關	西	鎮		竹 3	竹 5
		寶	山	鄉		竹 5	竹 2
苗 栗 縣		三	義	鄉		苗 5	苗 1
		三	灣	鄉		苗 3	苗 2
		公	館	鄉		苗 2	苗 3

縣	市	市	區	鄉	鎮	農委會分區	階層式分區
		竹	南	鎮		苗 4	苗 4
		西	湖	鄉		苗 3	苗 4
		卓	蘭	鎮		苗 5	苗 2
		南	庄	鄉		苗 3	苗 2
		後	龍	鎮		苗 2	苗 4
		苑	裡	鎮		苗 1	苗 3
		苗	栗	市		苗 2	苗 5
		通	霄	鎮		苗 1	苗 3
		造	橋	鄉		苗 3	苗 3
		獅	潭	鄉		苗 3	苗 2
		銅	鑼	鄉		苗 2	苗 4
		頭	份	市		苗 4	苗 1
		頭	屋	鄉		苗 3	苗 2
臺 中 市		大	甲	區		中 1	中 1
		大	安	區		中 1	中 1
		大	肚	區		中 2	中 2
		大	里	區		中 3	中 3
		大	雅	區		中 4	中 3
		太	平	區		中 3	中 1
		北	屯	區		中 4	中 1
		外	埔	區		中 1	中 1
		石	岡	區		中 4	中 1
		后	里	區		中 4	中 1
		西	屯	區		中 4	中 3
		西		區		中 3	中 1
		沙	鹿	區		中 2	中 4
		東		區		中 3	中 1
		東	勢	區		中 5	中 1
		南	屯	區		中 3	中 1
		南		區		中 3	中 1
		烏	日	區		中 3	中 2
		神	岡	區		中 4	中 3
		梧	棲	區		中 2	中 1
		清	水	區		中 2	中 3

縣	市	市	區	鄉	鎮	農委會分區	階層式分區
		潭	子	區		中 4	中 1
		龍	井	區		中 2	中 1
		豐	原	區		中 4	中 3
		霧	峰	區		中 3	中 5
彰 化 縣	二	水	鄉			彰 6	彰 1
	二	林	鎮			彰 5	彰 2
	大	村	鄉			彰 4	彰 3
	大	城	鄉			彰 3	彰 4
	北	斗	鎮			彰 6	彰 3
	永	靖	鄉			彰 4	彰 2
	田	中	鎮			彰 6	彰 2
	田	尾	鄉			彰 4	彰 3
	竹	塘	鄉			彰 5	彰 3
	伸	港	鄉			彰 1	彰 5
	秀	水	鄉			彰 2	彰 2
	和	美	鎮			彰 1	彰 5
	社	頭	鄉			彰 4	彰 3
	芬	園	鄉			彰 7	彰 3
	花	壇	鄉			彰 2	彰 3
	芳	苑	鄉			彰 3	彰 4
	員	林	市			彰 4	彰 6
	埔	心	鄉			彰 4	彰 2
	埔	鹽	鄉			彰 2	彰 6
	埤	頭	鄉			彰 5	彰 4
	鹿	港	鎮			彰 1	彰 7
	溪	州	鄉			彰 6	彰 2
	溪	湖	鎮			彰 4	彰 3
	彰	化	市			彰 2	彰 5
	福	興	鄉			彰 2	彰 2
	線	西	鄉			彰 1	彰 7
南 投 縣	仁	愛	鄉			投 3	投 1
	水	里	鄉			投 3	投 2
	名	間	鄉			投 1	投 3

縣	市	市	區	鄉	鎮	農委會分區	階層式分區
		竹	山	鎮		投 2	投 3
		南	投	市		投 1	投 3
		埔	里	鎮		投 3	投 1
		草	屯	鎮		投 1	投 3
		國	姓	鄉		投 3	投 2
		鹿	谷	鄉		投 2	投 2
		集	集	鎮		投 2	投 1
雲 林 縣		二	崙	鄉		雲 1	雲 1
		口	湖	鄉		雲 4	雲 1
		土	庫	鎮		雲 3	雲 1
		大	埤	鄉		雲 2	雲 1
		元	長	鄉		雲 3	雲 2
		斗	六	市		雲 5	雲 2
		斗	南	鎮		雲 2	雲 1
		水	林	鄉		雲 4	雲 1
		北	港	鎮		雲 3	雲 3
		古	坑	鄉		雲 5	雲 4
		四	湖	鄉		雲 4	雲 5
		西	螺	鎮		雲 1	雲 1
		東	勢	鄉		雲 4	雲 3
		林	內	鄉		雲 5	雲 1
		虎	尾	鎮		雲 3	雲 1
		崙	背	鄉		雲 3	雲 3
		麥	寮	鄉		雲 4	雲 2
		荊	桐	鄉		雲 1	雲 1
		臺	西	鄉		雲 4	雲 4
		褒	忠	鄉		雲 3	雲 3
嘉 義 縣 市		嘉	義	市	西 區	嘉 5	嘉 1
		嘉	義	市	東 區	嘉 5	嘉 1
		大	林	鎮		嘉 1	嘉 2
		中	埔	鄉		嘉 5	嘉 2
		六	腳	鄉		嘉 3	嘉 1
		太	保	市		嘉 2	嘉 2

縣	市	市	區	鄉	鎮	農委會分區	階層式分區
		水	上	鄉		嘉 2	嘉 2
		布	袋	鎮		嘉 4	嘉 1
		民	雄	鄉		嘉 1	嘉 2
		朴	子	市		嘉 3	嘉 1
		竹	崎	鄉		嘉 5	嘉 3
		東	石	鄉		嘉 4	嘉 1
		阿	里	山	鄉	嘉 5	嘉 4
		梅	山	鄉		嘉 5	嘉 4
		鹿	草	鄉		嘉 2	嘉 2
		番	路	鄉		嘉 5	嘉 4
		新	港	鄉		嘉 2	嘉 2
		溪	口	鄉		嘉 1	嘉 2
		義	竹	鄉		嘉 4	嘉 5
臺	南	七	股	區		南 5	南 1
		下	營	區		南 2	南 2
		山	上	區		南 3	南 3
		仁	德	區		南 6	南 1
		六	甲	區		南 2	南 2
		永	康	區		南 3	南 1
		白	河	區		南 1	南 4
		安	定	區		南 3	南 1
		安	南	區		南 5	南 1
		西	港	區		南 4	南 2
		佳	里	區		南 4	南 1
		官	田	區		南 2	南 3
		東	山	區		南 1	南 1
		東		區		南 6	南 5
		南	化	區		南 7	南 5
		南		區		南 6	南 1
		後	壁	區		南 1	南 3
		柳	營	區		南 2	南 6
		將	軍	區		南 5	南 6
		麻	豆	區		南 4	南 7
		善	化	區		南 3	南 3

縣	市	市	區	鄉	鎮	農委會分區	階層式分區
		新	化	區		南 3	南 3
		新	市	區		南 3	南 4
		新	營	區		南 1	南 3
		學	甲	區		南 4	南 7
		龍	崎	區		南 7	南 5
		歸	仁	區		南 6	南 3
		關	廟	區		南 6	南 3
		鹽	水	區		南 4	南 3
高	雄	三	民	區		高 1	高 1
		大	寮	區		高 1	高 2
		大	樹	區		高 1	高 3
		小	港	區		高 1	高 3
		仁	武	區		高 1	高 1
		內	門	區		高 5	高 1
		六	龜	區		高 4	高 1
		左	營	區		高 1	高 1
		永	安	區		高 2	高 3
		甲	仙	區		高 3	高 1
		杉	林	區		高 4	高 4
		岡	山	區		高 2	高 2
		林	園	區		高 1	高 5
		阿	蓮	區		高 2	高 3
		美	濃	區		高 4	高 4
		茂	林	區		高 3	高 1
		梓	官	區		高 2	高 2
		鳥	松	區		高 1	高 2
		湖	內	區		高 2	高 3
		楠	梓	區		高 1	高 3
		路	竹	區		高 2	高 3
		鼓	山	區		高 1	高 1
		旗	山	區		高 4	高 1
		鳳	山	區		高 1	高 3
		橋	頭	區		高 2	高 4
		燕	巢	區		高 2	高 1
		彌	陀	區		高 2	高 3

縣	市	市	區	鄉	鎮	農委會分區	階層式分區
屏東縣		九	如	鄉		屏 3	屏 1
		三	地	門	鄉	屏 6	屏 2
		內	埔	鄉		屏 4	屏 1
		竹	田	鄉		屏 4	屏 3
		牡	丹	鄉		屏 5	屏 4
		車	城	鄉		屏 5	屏 5
		里	港	鄉		屏 3	屏 1
		佳	冬	鄉		屏 1	屏 1
		東	港	鎮		屏 2	屏 3
		枋	山	鄉		屏 5	屏 6
		枋	寮	鄉		屏 1	屏 1
		林	邊	鄉		屏 1	屏 1
		長	治	鄉		屏 3	屏 1
		南	州	鄉		屏 2	屏 1
		屏	東	市		屏 3	屏 1
		恆	春	鎮		屏 5	屏 5
		春	日	鄉		屏 6	屏 2
		崁	頂	鄉		屏 2	屏 3
		高	樹	鄉		屏 3	屏 3
		新	埤	鄉		屏 4	屏 1
		新	園	鄉		屏 2	屏 3
		獅	子	鄉		屏 6	屏 2
		萬	丹	鄉		屏 2	屏 3
		萬	巒	鄉		屏 4	屏 1
		滿	州	鄉		屏 5	屏 6
		潮	州	鎮		屏 4	屏 5
		麟	洛	鄉		屏 3	屏 1
		鹽	埔	鄉		屏 3	屏 3
花蓮縣		玉	里	鎮		花 4	花 1
		光	復	鄉		花 2	花 2
		吉	安	鄉		花 1	花 2
		秀	林	鄉		花 1	花 3
		卓	溪	鄉		花 5	花 3

縣	市	市	區	鄉	鎮	農委會分區	階層式分區
		花	蓮	市		花 1	花 2
		富	里	鄉		花 5	花 4
		新	城	鄉		花 1	花 2
		瑞	穗	鄉		花 2	花 2
		萬	榮	鄉		花 2	花 5
		壽	豐	鄉		花 2	花 4
		鳳	林	鎮		花 2	花 4
		豐	濱	鄉		花 3	花 2
臺 東 縣		大	武	鄉		東 1	東 1
		太	麻	里	鄉	無分區	無分區
		成	功	鎮		東 1	東 2
		池	上	鄉		東 5	東 3
		卑	南	鄉		東 2	東 1
		延	平	鄉		東 3	東 1
		東	河	鄉		東 1	東 4
		長	濱	鄉		東 1	東 5
		海	端	鄉		東 5	東 5
		鹿	野	鄉		東 3	東 2
		達	仁	鄉		無分區	無分區
		臺	東	市		東 2	東 1
		關	山	鎮		東 4	東 3

資料來源：本研究整理。

Study on Area Yield Zoning of Rice in Taiwan

Min-Hsien Yang*, Li-Yu Liu**, Junjie Liu***

Based on the insurance perspective of risk homogeneity, the purpose of this study is to classify area yield zoning in order to avoid adverse selection and facilitate insurance promotion. Empirical results show that appropriate zoning can significantly increase homogeneity, improving the dispersion of townships, and hierarchical zoning is better than geographical zoning. In addition, this study also conducts premium trial calculations and claims simulations for production reduction. It is found that zoned premiums are lower than non-zoned premiums. When the degree of yield reduction is less than 15%, the total claim settlement amount of the zone is also lower. However, when the yield reduction exceeds 15%, there will be more claims based on zoned. This implication of result is in line with the insurance spirit of "protecting the big but not the small loss".

Keywords: Rice, Rice Revenue Insurance, Area Yield, Crop Insurance

JEL Classification: Q18

* Corresponding author: Professor, Department of International Business, Feng Chia University, Email: andy201264@gmail.com.

** Professor, Department of Agronomy, National Taiwan University.

*** Graduate School of Economics, National Chengchi University.