



臺灣作物栽種施用農藥與化肥之空間分布探討

本研究利用 GIS 及 2015 年農業普查之農藥與化肥資料，探討各種作物在農藥與化肥使用情況與空間分布，以了解目前友善環境農業生產成果。

陳郁蕙、李俊霖、陳雅惠、王瓊芯（臺灣大學農業經濟學系教授、中國文化大學景觀學系副教授、玄奘大學企業管理學系助理教授、東華大學自然資源與環境學系博士生）

壹、前言

我國農藥總使用量近 10 年（2007 ~ 2016）平均約為 8,941 公噸，每年平均在市面上流通之農藥價值計 68.4 億元，平均每公頃土地之農藥使用量約為 9.0 公斤（行政院農業委員會，2017）¹，略低於日本 11 公斤 / 公頃，但高於韓國 6.6 公斤 / 公頃、美國 2.3 公斤 / 公頃與歐洲的 2.5 公斤 / 公頃，據此可知我國為農藥單位面積使用量偏高的國家。過去已有許多研究指出，農藥不僅會污

染土壤、水與空氣，甚至會威脅生物多樣性，亦會對人體健康造成傷害。2014 年受一連串食安風暴影響，我國政府修法採行農藥處方箋制度，據此販售農藥須詢問用途並開立流向證明。

根據資料顯示，主要國家化學肥料（以下簡稱化肥）施用量皆呈現逐年降低趨勢（FAO, 2017），我國化肥施用量亦是如此，近 10 年（2007 ~ 2016）平均約為 102 萬公噸，而每公頃土地之化肥施用量為 1,338 公斤（行政院農業委員

會，2017）²，分別較 1996 年 140 萬公噸與 1,596 公斤 / 公頃減少 26.6% 與 16.2%。然而，我國化肥施用量較其他國家而言仍偏高，以 2014 年資料為例，我國氮肥施用量為 197 公斤 / 公頃，高於日本與韓國 89 公斤 / 公頃與 150 公斤 / 公頃，磷肥施用量為 160 公斤 / 公頃甚至居全球之冠，鉀肥施用量 147 公斤 / 公頃亦居第 5 名。我國化肥施用量偏高主要係受政府實施化肥價差補貼措施³影響。事實上，根據行政院農委會所屬試驗改良場專家研究發

現，我國農民普遍超量使用肥料約 30%，若採合理化施肥可使臺灣肥料用量減少 35%（翁震忻，2009）。

近年來，國內已有不少將農藥與化肥使用量和 GIS 結合相關研究，如李達源（1999）利用 GIS 針對彰化市周邊農地建立土壤磷肥有效性指標；賴信順（2009）以宜蘭與花蓮監測站為對象，搭配 GIS 與全球定位系統（Global Positioning System, GPS）技術測試農藥對特定害蟲族群數量變化。此外，也有以 GIS 為平臺建構農產品安全管理資訊系統或作物與土壤營養診斷系統（趙美，2007；卓家榮，2008；李艷琪等，2014），或由健康角度進行農藥對人體可能危害評估（陳秀玲，2016）。劉滄岑（2014）則透過 GIS 彙整氣候變遷模擬資料，測試農業生產專區中，各氣候變遷情境下關鍵害蟲動態，以作為研擬農藥與肥料使用等調適策略基礎。前述研究為求聚焦主題，多以特定區域、作物、肥料、農藥或蟲害為探討對象，並未有針對全臺各類作物栽種施用農藥

與化肥之空間分布特徵進行探討。事實上，農藥與化肥過度使用將對農地及環境造成很大壓力，因此我國政府近年來積極推動友善農業，希望能兼顧農業生產與生態環境維護。有鑑於此，本研究將利用 GIS 及 2015 年農業普查資料中農藥與化肥使用狀況，探討各種作物在農藥與化肥使用情況與空間分布。

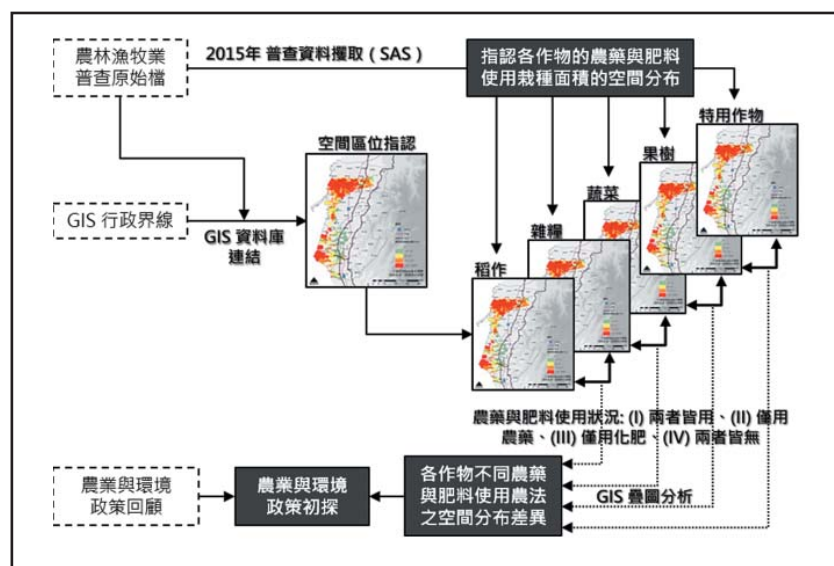
貳、方法論與研究材料

本研究以 2015 年農業普查資料之鄉鎮各類作物栽種面積與農業收入，透過 ArcGIS 進行資料連結與空間資料庫建

立，再採用 GIS 之疊圖分析功能，分析各類作物之不同農藥與化肥使用狀況，以探討各類作物在農藥與化肥使用在空間分布差異；研究設計如圖 1 所示。

臺灣各地農作物生產使用農藥與化肥使用情形不盡相同，本研究根據農業普查作物分類標準，將農作物分為稻作、雜糧、特用作物、蔬菜與果樹等 5 類⁴，而農藥與化肥施用方式則分為兩者皆使用、僅用農藥、僅用化肥與兩者均未使用等 4 種，分別計算各類作物採用 4 種農法栽種面積與栽種面積比⁵。搭配 GIS 及國土資訊

圖 1 研究設計圖



資料來源：作者自行繪製。

論述》專論 · 評述

系統，賦予農業普查資訊空間特性，進而比較各區農藥與化肥使用的空間差異。

參、結果與討論

一、臺灣各類作物農藥與化肥使用情況

根據普查資料顯示，2015 年臺灣地區稻作、雜糧、特用作物、蔬菜與果樹等 5 類作物之總種植面積有 57.8 萬公頃⁶，以稻作栽種面積之 17.2 萬公頃（占臺灣地區種植面積之

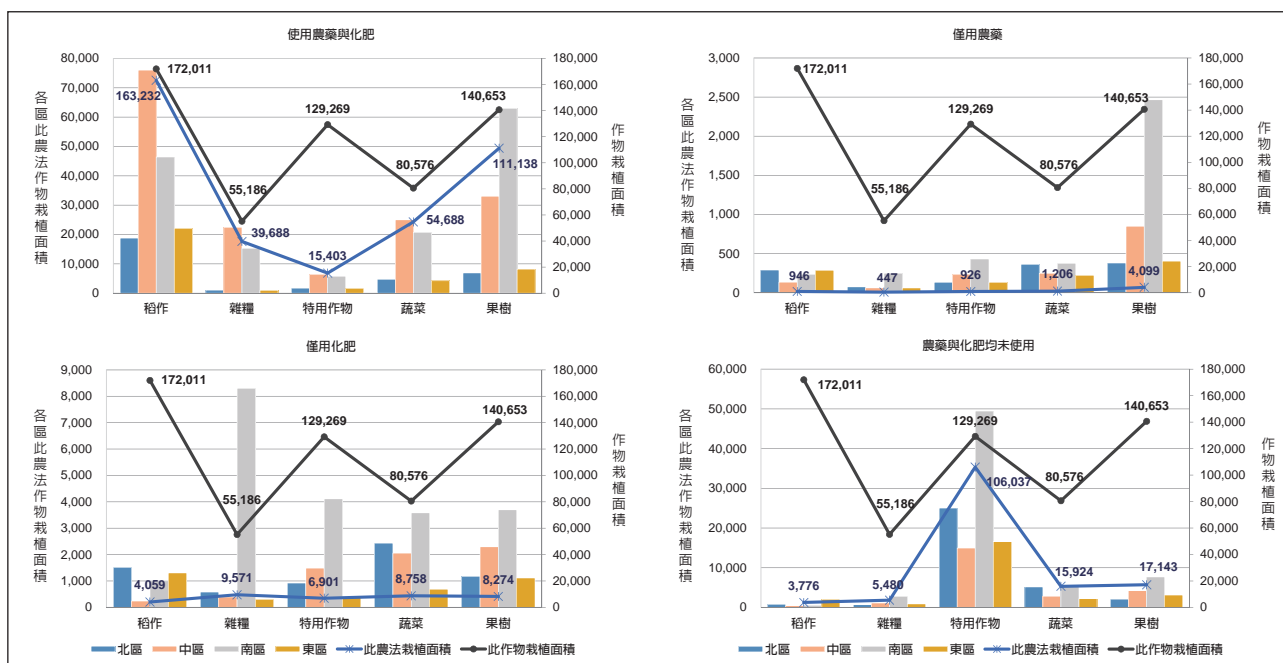
29.8%）為最高，其次為果樹 14.1 萬公頃（24.3%）與特用作物 12.9 萬公頃（22.4%），蔬菜與雜糧栽種面積較少，分別為 8.1 萬公頃（13.9%）與 5.5 萬公頃（9.6%）。以占比最高之稻作與果樹來看，「農藥與化肥兩者都使用」情況普遍（稻作為 94.9% 而果樹 79.0%），「農藥與化肥兩者都不使用」僅少數，稻作為 2.2% 而果樹 12.2%（下頁表 1 與圖 2）。

由下頁表 1 與第 30 頁圖 3 可知，中部與南部為我國稻作

主要產區，其農藥與化肥兩者都使用的比率均超過 95.0%，顯示稻作主要產區對慣行農法的依賴，且農藥與化肥兩者均不使用占比僅 1.0%。在雜糧生產方面，南部地區「農藥與化肥均使用」的比率為 57.4%，而「僅使用化肥」與「兩者都不用」的比率分別為 31.2% 與 10.5%；東部雜糧面積雖少，但有 40.6%「農藥與化肥均不使用」；而中部雜糧生產兩者都使用比率高達 93.4%，可能對農業環境產生較高壓力。在蔬

圖 2 各類作物使用農藥及化肥情形

（單位：公頃）



資料來源：依據 2015 年農林漁牧業普查整理資料繪製。

菜方面，主要產區亦為中部與南部，中部地區生產多仍依賴農藥與化肥使用（83.0%），而南部兩者均使用比率為 68.2% 相對較低，且其「兩者均不使用」比率為 18.7%，北部與東部蔬菜生產則有更高比率（40.8% 與 30.3%）「兩者均不使用」。果樹主要產區之中、南部依賴慣行農法且農藥與化

肥均使用的比率高達 82.0%。

二、臺灣各類作物農藥與化肥使用空間分析

以下將探討各類作物在農藥與化肥使用空間分布上差異，由第 31 頁圖 4、圖 5 與第 32 頁圖 6 可知，我國農業主要產區之西部平原（尤其是中、南部）仍多採慣行農法且生產均採用

農藥與化肥，東部則是以未使用農藥與化肥之環境友善耕作方式較多。

以我國種植面積最高之稻作為例，主要產區為中部及南部，其中又以臺南、雲林及彰化採用慣行農法面積為最高；東部農藥與化肥均未使用之稻作面積較大，其中又以花蓮縣玉里鎮、富里鄉及宜蘭縣三星

表 1 各類作物在各區農藥與化肥使用情形之種植面積與占比

（單位：公頃、%）

區域	稻作					雜糧					特用作物		
	合計	兩者皆有	僅用農藥	僅用化肥	兩者皆無	合計	兩者皆有	僅用農藥	僅用化肥	兩者皆無	合計	兩者皆有	僅用農藥
北部地區	21,369	18,777	290	1,508	794	2,381	1,042	75	581	683	27,796	1,711	133
	100%	87.87%	1.36%	7.06%	3.72%	100%	43.76%	3.15%	24.40%	28.69%	100%	6.16%	0.48%
中部地區	76,831	76,014	135	240	444	23,982	22,405	62	394	1,121	23,005	6,327	230
	100%	98.94%	0.18%	0.31%	0.58%	100%	93.42%	0.26%	1.64%	4.67%	100%	27.50%	1.00%
南部地區	48,153	46,416	234	1,006	497	26,619	15,287	249	8,302	2,781	59,780	5,770	431
	100%	96.39%	0.49%	2.09%	1.03%	100%	57.43%	0.94%	31.19%	10.45%	100%	9.65%	0.72%
東部地區	25,658	22,025	287	1,305	2,041	2,204	954	61	294	895	18,688	1,595	132
	100%	85.84%	1.12%	5.09%	7.95%	100%	43.28%	2.77%	13.34%	40.61%	100%	8.53%	0.71%
總計	172,011	163,232	946	4,059	3,776	55,186	39,688	447	9,571	5,480	129,269	15,403	926
	100%	94.90%	0.55%	2.36%	2.20%	100%	71.92%	0.81%	17.34%	9.93%	100%	11.92%	0.72%

區域	特用作物		蔬菜					果樹				
	僅用化肥	兩者皆無	合計	兩者皆有	僅用農藥	僅用化肥	兩者皆無	合計	兩者皆有	僅用農藥	僅用化肥	兩者皆無
北部地區	921	25,031	12,660	4,697	362	2,433	5,168	10,547	6,910	380	1,168	2,089
	3.31%	90.05%	100.00%	37.10%	2.86%	19.22%	40.82%	100%	66%	4%	11%	20%
中部地區	1,486	14,961	30,130	25,007	247	2,055	2,821	40,420	33,037	849	2,296	4,238
	6.46%	65.03%	100%	83.00%	0.82%	6.82%	9.36%	100%	81.73%	2.10%	5.68%	10.48%
南部地區	4,114	49,464	30,395	20,743	375	3,583	5,694	76,837	62,987	2,466	3,697	7,687
	6.90%	82.70%	100%	68.20%	1.20%	11.80%	18.70%	100%	82.00%	3.20%	4.80%	10.00%
東部地區	380	16,581	7,391	4,241	222	687	2,241	12,849	8,204	404	1,113	3,129
	2.00%	88.70%	100%	57.40%	3.00%	9.30%	30.30%	100%	63.80%	3.10%	8.70%	24.30%
總計	6,901	106,037	80,576	54,688	1,206	8,758	15,924	140,653	111,138	4,099	8,274	17,143
	5.34%	82.03%	100%	67.87%	1.50%	10.87%	19.76%	100%	79.02%	2.91%	5.88%	12.19%

資料來源：整理自 2015 年農林漁牧業普查資料。

論述》專論 · 評述

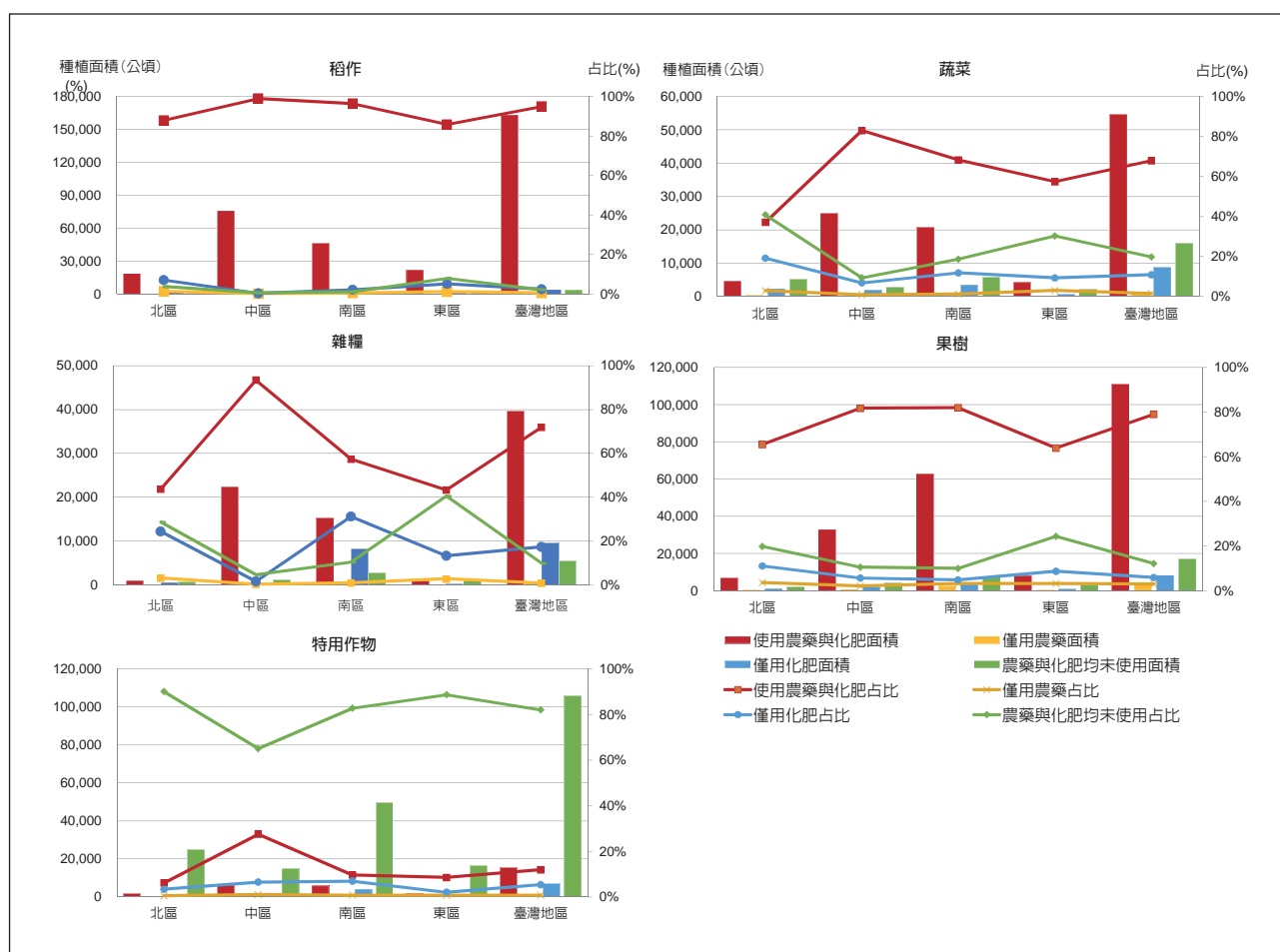
鄉居前三位，唯其占該鄉鎮稻作種植面積占比僅 13.3% 至 21.2%，顯示在這些鄉鎮推廣友善農法有其成長空間；反之，宜蘭南澳鄉、花蓮秀林鄉與臺東縣延平鄉等地區稻作生產均未使用農藥與化肥之面積雖不大，但占該地區稻作種植面積 8 成以上（下頁圖 4），顯示這

些地區稻農對環境較友善耕作方式之接受度較高。整體而言，慣行農法對現行西部平原的稻作農地環境壓力仍不容忽視。

在蔬菜方面，主要產區在中部及南部，以嘉義縣六腳鄉、南投縣埔里鎮、雲林縣西螺鎮、崙背鄉及元長鄉、臺南市白河區、苗栗縣泰安鄉等地區蔬菜

種植面積較大，其中雲林縣（如二崙、四湖、崙背）、嘉義縣（如六腳）、南投縣（如埔里）、彰化縣（如芳苑、二林）及屏東縣（如萬丹、高樹）等採用慣行農法面積較高。就蔬菜種植面積比而言，慣行農法以西部沿海平原及整個山坡地區居多（下頁圖 5），尤其是

圖 3 各類作物在各區農藥與化肥使用情形之種植面積與占比



資料來源：依據 2015 年農業普查整理資料繪製。

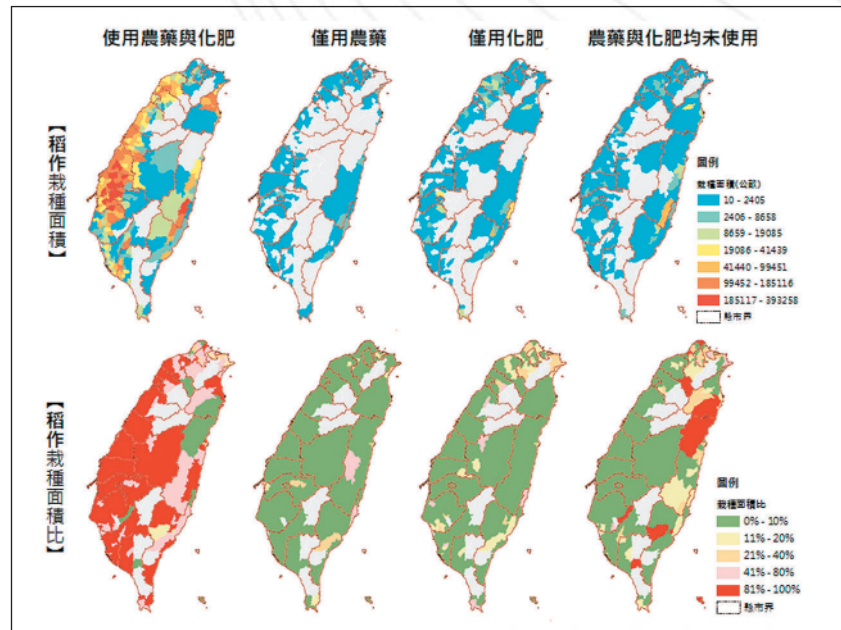
山坡地以慣行農法耕作高麗菜對環境影響值得重視。

果樹主要產區為南部及中部低海拔山坡地，以嘉義縣竹崎與中埔鄉、臺中市東勢區、屏東縣內埔與高樹鄉、南投縣中寮與國姓鄉、臺南市東山與玉井區、高雄市大樹區、雲林縣古坑鄉等鄉鎮種植面積較高，且這些區域農藥與化肥均使用的面積亦相對較高。就果樹種植面積占比而言，中南部多採慣行農法且種植區域多在山坡地，加重這些區域之農業環境壓力（下頁圖 6）。

三、政策初探

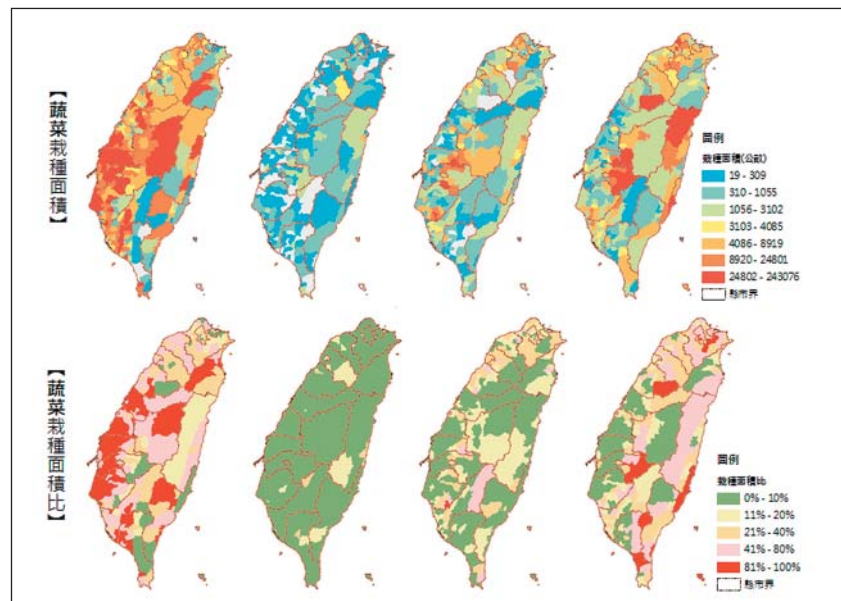
依據前述研究結果可知，我國稻作、蔬菜與果樹等作物對農藥與化肥均使用慣行農法依賴程度較高，尤其是在中、南部主要產區，將對這些地區農地周邊環境帶來沉重壓力，不利於農業永續發展。而山坡地使用之農藥與化肥可能經降雨沖刷後，將持續對當地中下游造成深遠與廣泛的影響，基於生態環境保護與人體健康維護考量，應針對這些區域農業種植區域搭配國土規劃進行

圖 4 稻作農藥與化肥使用空間分布



說明：4 種農法之稻作栽種面積為白色者，係表示該農法「無稻作種植面積」；栽種面積比為白色者，係表示該農法之栽種面積比「無數值」。
資料來源：依據 2015 年農業普查整理資料繪製。

圖 5 蔬菜農藥與化肥使用空間分布



說明：4 種農法之蔬菜栽種面積為白色者，係表示該農法「無蔬菜種植面積」。
資料來源：依據 2015 年農業普查整理資料繪製。

論述》專論 · 評述

控管。由於我國各作物與區域在農藥與化肥使用空間分布上具差異，而這些差異亦反映各鄉鎮市在作物栽種時不同的土壤、環境與病蟲害狀況等條件。

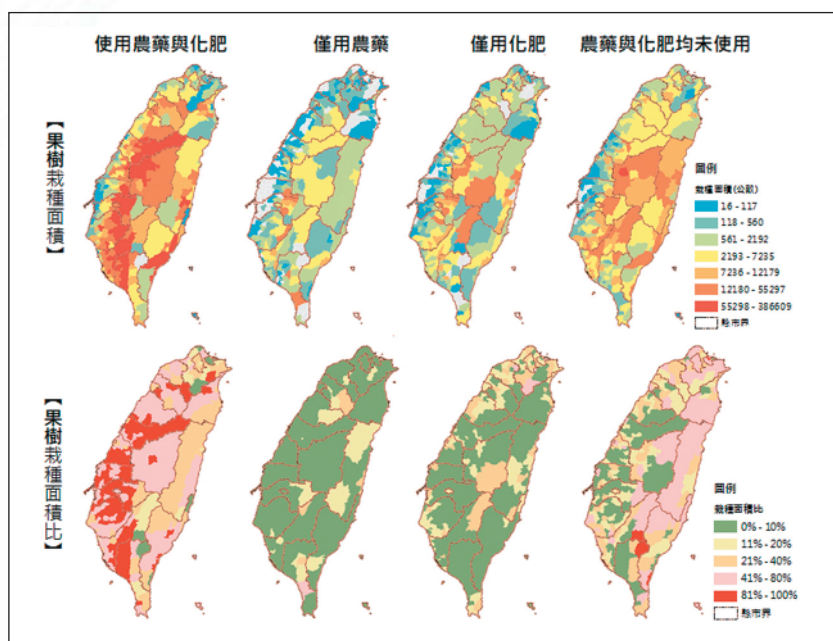
進一步探究農民採用農藥與化肥耕作方式的主因，主要係因其單位面積農業收入較兩者均未施用者高。由表 2 可知，各類作物均以「農藥與化肥兩

者均使用」方式耕作之單位面積收入較高，顯見經濟誘因是農民使用農藥與化肥是否減少主要原因。此外，因「不使用農藥與化肥」將增加勞力成本，在經濟誘因不足且農業人力缺乏情況下，要使農民減少施用農藥與化肥甚至採用友善耕作方式，政府須有積極作為，依據作物或空間上差異與補貼措施配合才能有效改善。

肆、結語

本研究以 GIS 整合 2015 年農業普查資料，探討我國各作物之農藥與化肥使用情況之空間分布，初步提出不同地區農藥與化肥使用情況將對其周邊環境帶來沉重壓力，尤其是在山坡地的使用，對當地與下游造成深遠與廣泛影響。此外，目前探究農民採用農藥與化肥之慣行農法，主要係因經濟誘因不足與受限於人力，若要使農民「減少施用農藥或化肥」採用友善耕作方式，政府可依據作物或空間差異提出有效措施。建議未來可運用普查資料，進一步採用 GIS 空間聚集分析方法，以釐清各作物農藥與化

圖 6 果樹農藥與化肥使用空間分析圖



說明：4 種農法之果樹栽種面積為白色者，係表示該農法「無果樹種植面積」。
資料來源：依據 2015 年農業普查整理資料繪製。

表 2 農藥與化肥不同使用情形下各類作物之單位面積收入

作物類別	(單位：萬元 / 公頃)				
	合計	兩者皆有	僅用農藥	僅用化肥	兩者皆無
稻作	20.99	21.05	19.23	19.55	20.61
雜糧	16.53	20.42	14.94	8.01	8.08
特用作物	31.08	42.71	34.47	15.02	16.74
蔬菜	44.63	55.01	38.09	25.15	18.11
果樹	41.88	46.91	37.90	25.30	14.80

資料來源：整理自 2015 年農林漁牧業普查農牧戶資料。

肥使用之聚集熱點與冷點，作為後續政策擬定參考。

註釋

1. 平均每公頃農藥使用量係將農藥總使用量除上耕作地面積而得。
2. 每公頃化肥使用量係將化肥總使用量除上耕作地面積而得。
3. 為因應加入世界貿易組織 (World Trade Organization, WTO)，1996 年我國政府推動「肥料政策調整方案」，由行政院農業委員會在 6 年調適期內以每年不超過 6% 為原則調整肥料銷售價格，並補貼肥料價差，同時採公開招標方式，推行肥料自由化政策 (譚增偉等，2009；吳秉叡、陳伶君，2010)。2004 年受美伊戰爭影響，高漲原物料價帶動肥料價格往上攀升，政府為穩定肥料供需，於同年實施肥料凍漲，並推動補貼農用尿素價差、調降尿素等 11 項化學肥料進口關稅稅率、補助化學肥料運費。之後，受國際原物料價格仍持續攀升影響，2008 年 5 月 30 日又推動「肥料價格調整及穩定供需因應方案」，辦理化學肥料價差補貼措施、推動合理化施肥及擴大推廣有機質肥料 (陳郁蕙，2011；陳郁蕙等，2012)。
4. 依據行政院主計總處 2015 年農林漁牧業普查之農牧戶普查表可知，農牧業主要經營種類屬農作物有稻作、雜糧、特用作物、蔬菜、果樹、食用菇蕈、花卉與其他農作物等八類，由於本研究探討主題為農藥與化肥使用情況，其中食用菇蕈較不涉及農藥與化肥使用，而花卉以非食用為主較無農藥殘留等問題，因此並未納入本研究探討農作物類別；此外，

其他農作物因牽涉作物類別過多不易進行比較，故亦未納入本研究探討。

5. 栽種面積比是指種植面積占該作物總種植面積之比率。
6. 本研究依據行政院主計總處 2015 年農林漁牧業普查之資料，篩選 2015 年全年主要經營農牧業種類為稻作、雜糧、特用作物、蔬菜、果樹等 5 類農作物 (以下簡稱 5 類作物)，分別將此 5 類作物當年度單次最大種植面積按經營管理者分，加總而得各鄉鎮 5 類作物種植面積，其中同一筆可耕作地若種植 2 種以上作物時，分別計入各該作物種植面積，且若可耕作地年中曾短期異動或出售，致年底未擁有使用權者，仍列入計算。將前述各鄉鎮作物種植面積加總可得各縣市作物種植面積，再加總可得本研究 5 類作物之臺灣地區總種植面積 (57.8 萬公頃)。其中，特用作物面積涵蓋綠肥作物面積 (即僅領有稻作休耕補助種植綠肥者)。

參考文獻

1. FAO (2017), FAOSTAT, <http://www.fao.org/faostat>.
2. 行政院國家永續發展委員會 (2017)，2015 永續發展指標系統評量結果報告，臺北：行政院國家永續發展委員會。
3. 行政院農業委員會 (2017)，農業統計年報，臺北：行政院農業委員會。
4. 吳秉叡、陳伶君 (2010)，臺灣稻米超越對數成本函數推估與化肥施用之探討，臺灣銀行季刊，第 61 期第 1 卷，108-129。
5. 李達源 (1999)，土壤磷肥有效性指標空間分布之推估及其在推薦磷肥施用量之應用，臺北：行政院國家科學委員會。
6. 李艷琪、黃維廷、谷婉萍、江志峰、張庚鵬、李文豪、向為民、羅淑卿、湯楊欽憲、郭鴻裕 (2014)，土壤與作物營養診斷及其與土壤資訊系統之應用，臺北：行政院農業委員會。
7. 卓家榮 (2008)，建構農產品安全管理資訊應用體系 (第 2 年 / 全程 3 年)，臺南：行政院農業委員會臺南區農業改良場。
8. 翁震忻 (2009)，肥料價格調整及穩定供需因應方案，農業世界，第 305 期，22-27。
9. 陳秀玲 (2016)，利用 GIS 探討環境污染物之共同暴露對於攝護腺疾病之健康影響評估，臺北：科技部。
10. 陳郁蕙 (2011)，規劃實施農業直接給付之標準及可行性之研究，臺北：行政院農業委員會。
11. 陳郁蕙、陳雅惠、王瓊霞 (2012)，臺德環境友善農業經營直接給付之研究，臺北：行政院農業委員會。
12. 趙美 (2007)，建構臺東地區主要農產品安全管理資訊體系 (第 1 年 / 全程 3 年)，臺東：行政院農業委員會臺東區農業改良場。
13. 劉滄岑 (2014)，氣候變遷之農業生產調適決策支援系統之建置 (第 3 年 / 全程 4 年)，臺北：行政院農業委員會農業試驗所。
14. 賴信順 (2009)，疫情監測結合地理資訊系統之瓜果實蠅預測及管理模式 (第 1 年 / 全程 2 年)，花蓮：行政院農業委員會花蓮區農業改良場。
15. 譚增偉、黃維廷、江志峰 (2009)，合理化施肥，農業試驗所技術服務，第 80 期，29-32。❖