

亞洲地區

生物肥料與農藥發展趨勢

作者：朱盛祺（副研究員）
電話：（037）991025#30

前言

農業生產過程中，常因病蟲害與雜草而使得作物生長受到阻礙，其中以蟲害所佔比例最高，次為病害、雜草害，每年全世界農作物的損失達1,000億美元以上。為了防治植物所受的病蟲草害，農民慣用化學藥劑進行殺滅植物病原菌、害蟲及雜草。第二次世界大戰後，化學工業生產技術突飛猛進，化學農藥、肥料成為全球植物保護製劑的主流，然而農藥和化學肥料被大量使用後促成產量提升的綠色革命，同時帶來許多生態上的衝擊，因此引發環保意識的抬頭，也逐漸帶動生物肥料與農藥產業的發展。

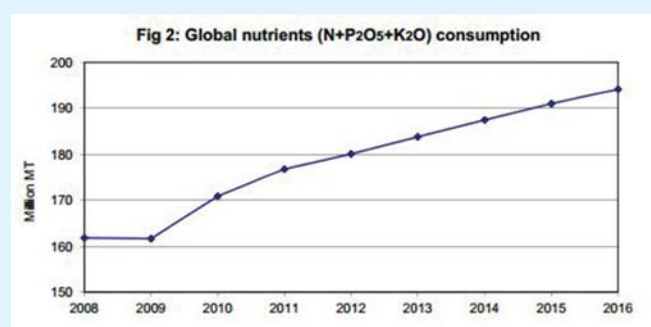
生物肥料之定義

生物肥料，是指含有某種活微生物或酵素的固體或液體製劑，施用在種子、幼苗或土壤上，可加強營養之有效性或增加土壤中營養份，補充土壤中有益微生物數量，使土壤維持在良好生態環境下發揮功能。微生物肥料根據其作用基本上可分為固氮菌（包括共生、協生及非共生固氮菌）可以將空氣中的氮素固定為氨，轉變成落花生可以利用的氮化合物，此作用是直接增加土壤的氮素來源，並能替代或

減少化學氮肥的施用、溶磷菌（包括真菌、放線菌及細菌類）土壤中存在許多落花生不能利用的結合型營養元素，如磷、鈣、鐵等需靠根圈之溶解菌溶解後才能被利用、溶矽菌、菌根菌、促進作物生長之根圈微生物、分解菌、鐵物質生產菌、有機聚合物生產菌、複合微生物肥料、堆肥用微生物肥料等。

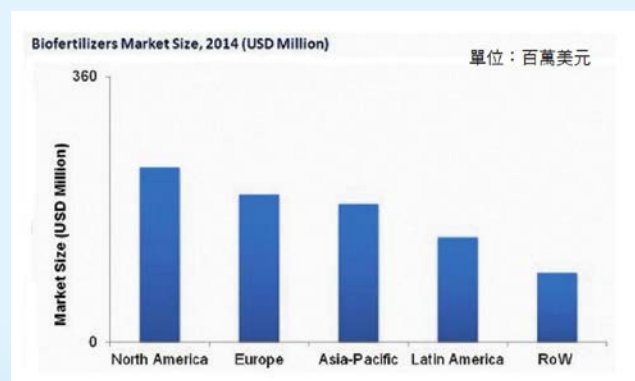
由於生物肥料可替代部分化學肥料，供應作物所需養分及提高土壤中養分之有效性，由化學肥料市場可了解生物肥料產業前景。以全球整體肥料市場觀之，依據聯合國糧農組織（FAOSTAT）統計全球肥料之用量於2011年為1億7,680萬公噸。FAO依照相關影響因素推估全球肥料需求量，整體肥料營養的用量（consumption）以每年1.9%的成長率，在2016年底推估可達到1億9,410萬公噸（圖一）。在全球整體肥料市場成長率趨緩的同時，生物肥料市場卻有可觀的發展空間。市場研究公司 Grand View Research 指出在2014年全球生物肥料市場規模約53.6億美元，並預期全球生物肥料市場自2013-2020的年複合成長率可達15.4%；亞洲區域生物肥料市場佔全球超過15%產值達8億美金，主要因為中國和印度認為生物肥料有助於降低成本及提高產

量，而中國因為有機農業的興起，帶動生物肥料的使用量（圖二），2014年產值達5千8百萬美金，推估2019年可達1億2千1百萬美金，中國有超過300家生物肥料生產業者，年產50萬噸以上，生物肥料使用地區達到1億6,700萬公頃。而印度生物肥料市場與中國相去不遠，2014年產值達5千3百萬美金，推估2019年可達1億1千3百萬美金。



資料來源：聯合國糧農組織統計資料庫（FAOSTAT）。

圖一、2008-2016年全球肥料用量。



資料來源：Expert interviews and Markets and Markets analysis。

圖二、2014年全球各地區生物肥料市場規模。

亞洲國家生物肥料發展概況

「日本」對生物肥料的定義限制較嚴格，只有固氮根瘤菌（rhizobia）及菌根菌（mycorrhiza）允許登記販售生物肥料，

2014年生物肥料在日本的產值達1千8百萬美金，產量約15.3萬公噸。日本專家也找到一種可固氮的芽孢桿菌（*Bacillus pumilus*），接種後的稻米提昇產量20-30%。此外，日本的農友也有五成表示有興趣以生物肥料替代化學肥料，表示未來具有很大的成長空間。TFAC（Tokachi Federation of Agricultural Cooperatives）為日本北海道主要根瘤菌生產機構，目前有3種根瘤菌生物肥料產品製造與販售，且廣為80%北海道農民所使用，結果顯示使用根瘤菌生物肥料可增加35%大豆產量。「菲律賓」為了克服儲運過程溫度太高或是過於乾燥，影響微生物活性，菲律賓政府輔導成立一百多家生物肥料廠，設立在農田附近，讓農民可就近取得新鮮的生物肥料，使用面積已大於22,000公頃，並設立國家生物中心與研究機構開發相關生物農藥與生物肥料，依其試驗結果顯示，有效的施用生物肥料可節省30~100%化學肥料。「泰國」每年約需進口350萬公噸化學肥料，相當於100萬美元，且數量逐年增加，有鑒於此，泰國亦進行生物農藥與生物肥料之發展，2006年由中國、印度與美國進口132公噸蘇力菌（價值約10萬美元）。「台灣」2013年統計，化學肥料產值為132.9億元，生物肥料產值約新台幣5.8億元。生物肥料僅占整體肥料市場約4.3%，依國內肥料管理相關法規，微生物肥料類包括：豆科根瘤菌肥料（肥料品目8-01）、游離固氮菌肥料（肥料品目8-02）、溶磷菌肥料（肥料品目8-03）、溶鉀菌肥料（肥料品目8-04）、複合微生物肥料（肥料品目8-05），及叢枝菌根菌肥料（肥料品目8-06）。目前有14項微生物肥料商品完成註冊登記，該等

表一、國內微生物肥料登記情形。

肥料品目	進口/ 製造	菌種類	商品 數量	公告安 全菌種	備註
溶磷菌肥料	製造	<i>Bacillus safensis</i>	8		
		<i>Bacillus licheniformis</i>	2	V	
		<i>Bacillus subtilis</i>	2		其中 1 項標示個別菌株
		<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	1		
叢枝菌根菌肥料	製造	<i>Glomus mosseae</i>	1	V	

肥料均為國內製造，登記之肥料品目為溶磷菌肥料13項，涉及之微生物種類包括：*Bacillus safensis*、*Bacillus licheniformis*、*Bacillus subtilis* 及 *Bacillus amyloliquefaciens*，以及叢枝菌根菌肥料1項，涉及之微生物為 *Glomus mosseae*（表一）。至於豆科根瘤菌肥料、游離固氮菌肥料、溶鉀菌肥料，甚至複合微生物肥料目前均無註冊登記之商品。

生物農藥之定義

生物農藥是指由動物、植物、微生物等天然資材所產製的農藥，對非標的生物較為無害，包含天然素材（例如印楝素）、微生物製劑（例如細菌、真菌及病毒）、生化製劑（例如昆蟲費洛蒙）、天敵昆蟲（例如寄生蜂）等。一般而言，相對於化學農藥，生物農藥的作用機制較具有專一性，意即生物農藥對特定病蟲有作用，但對於人類、野生動物、害蟲的天敵通常不具毒性，甚至可於農作物採收前使用亦不會對人類造成危害。生物農藥已被應用至綜合性病蟲害管理（Integrated Pest Management, IPM），以減少化學農藥使用，降低抗藥性發生率，減少化學製劑使用對環境及人體造成的風險。

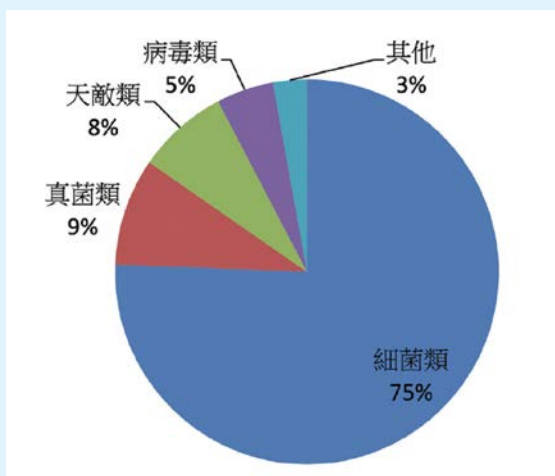
自20世紀末全球化學農藥市場的成長已趨緩，根據：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心（BCC Research）指出，全球農藥市場規模2014年為618億美元，至2019年將成長至837億美元，年複合成長率（CAGR）為6.3%。其中，全球生物農藥市場規模2014年為36億美元，至2019年將成長至39億美元，年複合成長率為13.9%。生物農藥占農藥市場之比重將由2014年的5.8%，增加至2019年約8.2%。顯示生物農藥逐漸成長取代傳統化學農藥的趨勢（表二）。

表二、全球生物農藥市場規模。

	2014	2019	成長率 ¹
農藥	618	837	6.25%
生物農藥	36	39	13.90%
生物農藥占比	5.83%	8.24%	

說明：¹年複合成長率（compound annual growth rate, CAGR）。
資料來源：BCC Research；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

生物農藥市場以細菌類產品為大宗，約占75%，其中又以蘇力菌（*Bacillus thuringiensis*, Bt）產品最多，約占整體生物農藥市場規模七成，其次為枯草桿菌（*Bacillus subtilis*, Bs），約占整體的4%（圖三）。



註：其他包括原生動物（protozoa）、線蟲（nematodes）等。
資料來源：BCC Research；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

圖三、2010年各種生物農藥市場規模佔比。

基於市場供需考量，有機農業規模逐年增加，帶動生物農藥需求提高，並刺激相關投資增加；隨著資源投入，將促進製劑活性成分開發、製程設計、劑型改良等技術提升，使產品純度與活性大幅提高，增加穩定性及保存期限，擴大生物農藥產品的應用層面。對於環境保護與安全方面，各國政府鼓勵產業界朝向低毒性的活性成分開發，並提供快速審查的誘因，有利於生物農藥上市；此外，於劇毒化學農藥禁用、農藥殘留標準趨嚴、IPM 農法推廣等政策下，為生物農藥帶來更多發展機會。在整體而言，目前全球安全意識抬頭、各國對化學農藥管理政策趨於嚴格、安全用藥與整合型病蟲害管理（IPM）的觀念興起，以及全球有機農業的發展等趨勢，成為推動生物農藥市場成長的主要驅力。

亞洲國家生物農藥發展概況

「日本」據統計2014年，化學殺菌劑與殺真菌劑使用量合計為53,273公噸，生物農藥使用量則為223.7公噸。日本農林水

產省（Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, MAFF）目前已有30種生物農藥正式登記，其中有19種可用於蔬菜與水果。雖然日本生物農藥產量僅佔0.42%化學農藥總產量，隨著生產者與消費者對食品安全重視之提昇，未來生物農藥產量應會逐年增加。「韓國」由於可耕地有限、人口數多，導致密集的農業耕作在韓國是不可避免，但大量投入化學肥料與化學農藥的結果，導致環境汙染、土壤劣化。有鑑於農業永續經營，韓國農林部（Ministry of Agriculture and Forestry, MAF）：肥料使用量已由2000年382kg/ha/yr，減少40%至2010年229kg/ha/yr；然而農藥使用量並未明顯減少，目前仍須使用12.5kg/ha/yr。依據統計至2014年底，韓國在該國國內登記有機可用資材1,237項，其中，生物肥料與土壤改良的產品858項，生物殺蟲劑與生物殺菌劑379項。「印度」是亞洲生物農藥和肥料的生產大國。印度農業出口部估計，生物農藥每年使用量高達130萬公噸，製造廠商達450家。之所以如此蓬勃發展，是因為印度政府提供了許多補助，「每公斤賣價50盧布，政府補助30盧布，吸引農夫購買。

「印尼」2010年印尼總生物農藥的市場規模約為250萬美元，其中生化農藥（性費洛蒙）約198萬美金、微生物農藥約50萬美金、天敵約2萬美金；約有35家生物農藥與生物肥料製造商，分布在雅加達、爪哇和蘇門答臘地區。印尼有37項登記許可證之生物農藥產品，主要以蘇力菌、木黴菌及白殭菌為主。「臺灣」2011年我國化學農藥產值為42.9億元，生物農藥產值約新台幣3.7億元。生物農藥僅占整體農藥市場約4%與全球相似，尚處於發展初期。根據國內農藥管理相關法規，農藥依性質

分為化學、生物及其他類，而以微生物為基礎的微生物製劑，則屬於生物農藥類。目前國內完成註冊登記之生物農藥共計原體農藥7項，成品農藥37項，所涉及的菌種類包括枯草桿菌、純白鏈黴菌、綠木黴菌、蘇力菌、庫斯蘇力菌、鮎澤蘇力菌，及甜菜夜蛾核多角體病毒（表三）。功效方面則包括殺菌及殺蟲兩大類。以商品來源來看，殺菌類商品均為國內製造；殺蟲類商品則有71%為進口，29%為國內製造。另一方面，僅殺菌類的枯草桿菌，以及殺蟲類的進口蘇力菌與國內製造庫斯蘇力菌有註冊登記原體農藥與成品農藥，其餘均註冊登記成品農藥。

未來生物肥料與農藥發展規劃

- (1) 開發及應用抗逆境生物性肥料：篩選耐強酸鹼、耐高鹽分之優良微生物肥料菌株，以促進作物生長之微生物。
- (2) 開發複合微生物肥料：研發及量產生物複合之生物性肥料，以達到合理化施肥之目標。
- (3) 微生物肥料製劑配方研發：進行不同菌種製劑配方之關鍵技術開發，以強化微生物肥料菌劑之有效性、安定性及耐貯性。
- (4) 輔導廠商，開拓國外廣大肥料之市場之能力。
- (5) 教育訓練和推廣：教導農民如何更能正確地使用生物農藥及肥料，減少對化學農藥使用之依賴性及伴隨而來的副作用。
- (6) 針對具有生物防治功能之拮抗菌進行培養及發酵試驗，經由分離與純化步驟分析其活性物質並建立標準化評估平台。
- (7) 開發生物或微生物資源之田間應用性評估及風險評估技術。

表三、國內微生物農藥登記情形。

作用	進口/製造	菌種類	原體/成品	商品數量	備註
殺菌劑	製造	枯草桿菌	原體	3	
			成品	7	
		純白鏈黴菌素	成品	1	代謝物
		綠木黴菌 R42	成品	1	
殺蟲劑	進口	庫斯蘇力菌 ABTS-351	成品	1	
		甜菜夜蛾核多角體病毒	成品	1	
		賜諾特	成品	2	代謝物
		賜諾殺	成品	5	代謝物
		蘇力菌	原體	3	
			成品	11	
		鮎澤蘇力菌 NB-200			通過審核
	製造	庫斯蘇力菌 E-911	原體	1	
			成品	1	
		蘇力菌	成品	7	