

# 基因生物與食品產業的經濟分析

陳郁蕙 教授

國立台灣大學農業經濟學系

## 摘要

自 1990 年代農業生物科技商業化以來,GM(Genetically Modified)產品之產量已在全球迅速成長,因此許多學者與專家均投入 GM 產業之相關研究,然而有關 GM 產業相關的議題研究雖豐,但大多集中在技術研發、風險評估、法規、消費者對基改生物與食品的反應等層面,以經濟觀點探討 GM 產品對產業所造成影響之文獻較少,即使有些研究是定位在 GM 產品之經濟分析,但多以初級資料及簡單統計分析為之,至於以經濟理論為基礎,利用實證模型或數量方法來探討產業經濟層面之議題者甚少,主要原因在於經濟評估必須利用許多農場或是各產業層級之統計資料,或由於資料缺乏,或可能涉及商業機密,故相關資訊往往不可求,這亦阻礙了相關研究之發展。

一般而言,利潤是產業生存與發展的重要關鍵,因此經濟分析就顯得格外重要。基於此點,本研究主要針對:(1)農業供應鏈為基礎之基改生物產業分析架構;(2)採行 GM 技術個體經濟分析;(3)採行 GM 作物之福利效果及其分配;(4)採行 GM 作物對國際農產貿易之影響及行銷之影響作說明。

過去文獻對採行 GM 作物產生之福利效果及利益分配(對生產者、消費者及研發者等)之研究結果均植基於貿易大國之假設,若未來要將這些方法論應用於我國 GM 產業之經濟分析,則必須參酌我國產品在國際市場之相對地位(是否會影響國際市場價格),對模型進行修正。又對於 GM 產品所產生之福利結果,由於採用之資料年份、作物別及引用之模型相關假設不同,可能造成福利評估結果亦不盡相同,因此應謹慎引用前人研究結果,避免過度引申。

前人採行 GM 作物之經濟分析效果，多由市場面為出發，探討其對整個社會之福利效果與分配；而非市場因素之效果評估雖有其重要性(如環保、食品安全等)，然在此方面研究上如何把有限的訊息量化亦是亟待突破之處。此外，未來在基改生物與食品產業相關分析上，除分別考量市場與非因素之影響外，更應彙整兩者之量化結果求得一個綜效，以完整考量及評估產業發展之前景，作為產業永續發展之參考。

最後，針對是否應該接受 GM 作物之問題方面，前人經濟分析結果顯示，採行 GM 作物的確可以增進整個社會之福利，尤其就 GM 產品生產大國而言，對其國內之生產者、技術創新者與消費者之福利亦有提升效果。對世界其他國家而言，雖然採行 GM 作物之淨福利是正面的，但由於世界其他地區之生產者可能因為未採行 GM 技術，很難與之抗衡。綜合言之，就經濟觀點而言，GM 產品研發、生產與出口大國，在發展 GM 技術是有利的，因此較傾向接受 GM 作物。當然，分析一產業發展除考量經濟層面外，尚須考量其他方面因素，以決定是否採行 GM 技術。

就經濟觀點而言，台灣未來是否應採行 GM 技術，應取決於各別產品之國內外市場特性及我們對國際市場之影響，現階段國內在這方面之研究甚少，但鑑於利潤為產業生存與發展之關鍵，我們在對 GM 產業進行相關風險評估之同時亦應積極從事經濟議題之研究。

## 正文

### 一、前言

自 1990 年代農業生物科技商業化以來，GM(Genetically Modified)產品之產量已在全球迅速成長，因此許多學者與專家均投入 GM 產業之相關研究，然而有關 GM 產業相關的議題研究雖豐，但大多集中在技術研發、風險評估

法規、消費者對基改生物與食品的反應等層面，以經濟觀點探討 GM 產品對產業所造成影響之文獻較少，即使有些研究是定位在 GM 產品之經濟分析，但多以初級資料及簡單統計分析為之，至於以經濟理論為基礎，利用實證模型或數量方法來探討產業經濟層面之議題者甚少，主要原因在於經濟評估必須利用許多農場或是各產業層級之統計資料，或由於資料缺乏，或可能涉及商業機密，故相關資訊往往不可求，這亦阻礙了相關研究之發展。

一般而言，利潤是產業生存與發展的重要關鍵，因此經濟分析就顯得格外重要。基於此點，本研究針對現階段與 GM 產業相關之經濟分析作整理，以做為未來我國在進行 GM 產品相關研究及經濟評估之參考。

本文將於第二部分介紹以農業供應鏈為基礎之基改生物產業分析架構，而在第三部分中整理採用 GM 技術個體經濟分析，第四部分則針對採用 GM 作物之福利效果及其分配情況作說明，至於採用 GM 作物對國際農產貿易之影響、採用 GM 作物對行銷之影響及農業投入要素產業之重要變革則分別整理於第五、六與七部分，最後一部分則為結語。

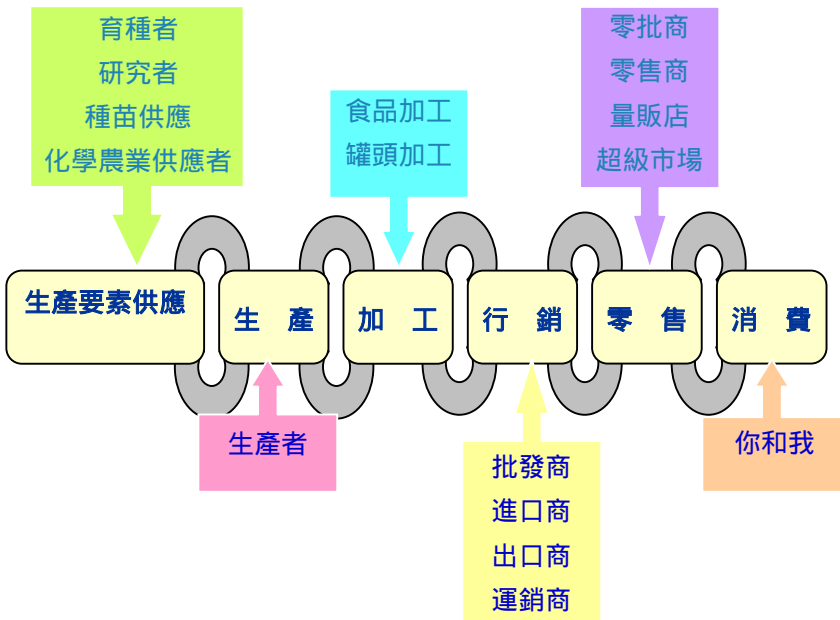
## 二、以農業供應鏈為基礎之基改生物產業分析架構

欲探討產業之價值鏈，事實上必須先對供應鏈有所瞭解才能計算出總體的價值，至於價值鏈之大小則取決於供應鏈管理之優劣，所以供應鏈管理是影響產業發展前景之重點。根據美國供應鏈協會對供應鏈的定義為：「供應鏈的範圍包括上游供應商、製造商到下游顧客，其為從產品生產到配送等相關活動流程」。因此，我們可以得知產業供應鏈開始於生產者，結束於消費者，而在整個供應鏈中應包含了生產、運銷、加工、零售及消費等階段(圖 1)，而根據各階段之生產活動，可進一步計算產品價值與利潤(圖 2)。由於本研究是希望針對現階段整個基改生物與食品產業經濟分析做一概況介紹，因此未來在 GM 產業相關議題分析將依循供應鏈之模式進行整理(圖 3)。

相較於一般農產品供應鏈，種苗(seed)投入在 GM 農產品供應鏈扮演著

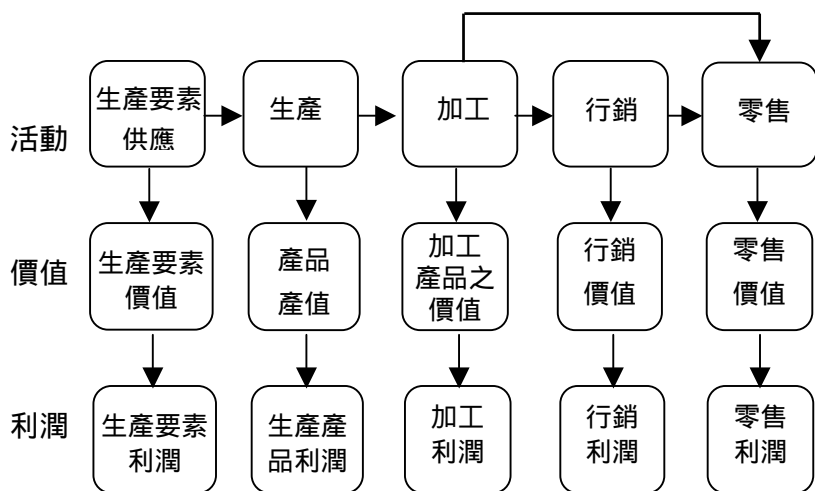
重要的角色。科學進步、農業投入要素市場全球化、智慧財產權保護、政府與私部門之研究合作發展與技術移轉等是影響種苗產業快速發展之關鍵，因此在種苗產業相關研究都應以這幾項議題為分析主軸，相關研究內容涵蓋：種苗產業市場結構之改變、創新者產業之獲利、研發經費投入、智慧財產權保護及價值等。

GM 產品在生產面之主要研究內偏重在：以農場為基礎之經濟分析及以整個產業為主軸之經濟分析，在農場經濟分析應包括：GM 作物採用率與田間經濟分析，如採行 GM 作物對單位面積產量、成本、淨報酬、毛報酬之影響；對於整個農場經濟分析中，則應側重於其對利潤之影響。



圖一 供應鏈基本架構。

在行銷方面之研究則應著重於：GM 產業之發展對傳統產業市場結構之影響、GM 產品/非 GM 產品標示要求對整個行銷過程中分級標準之影響等。

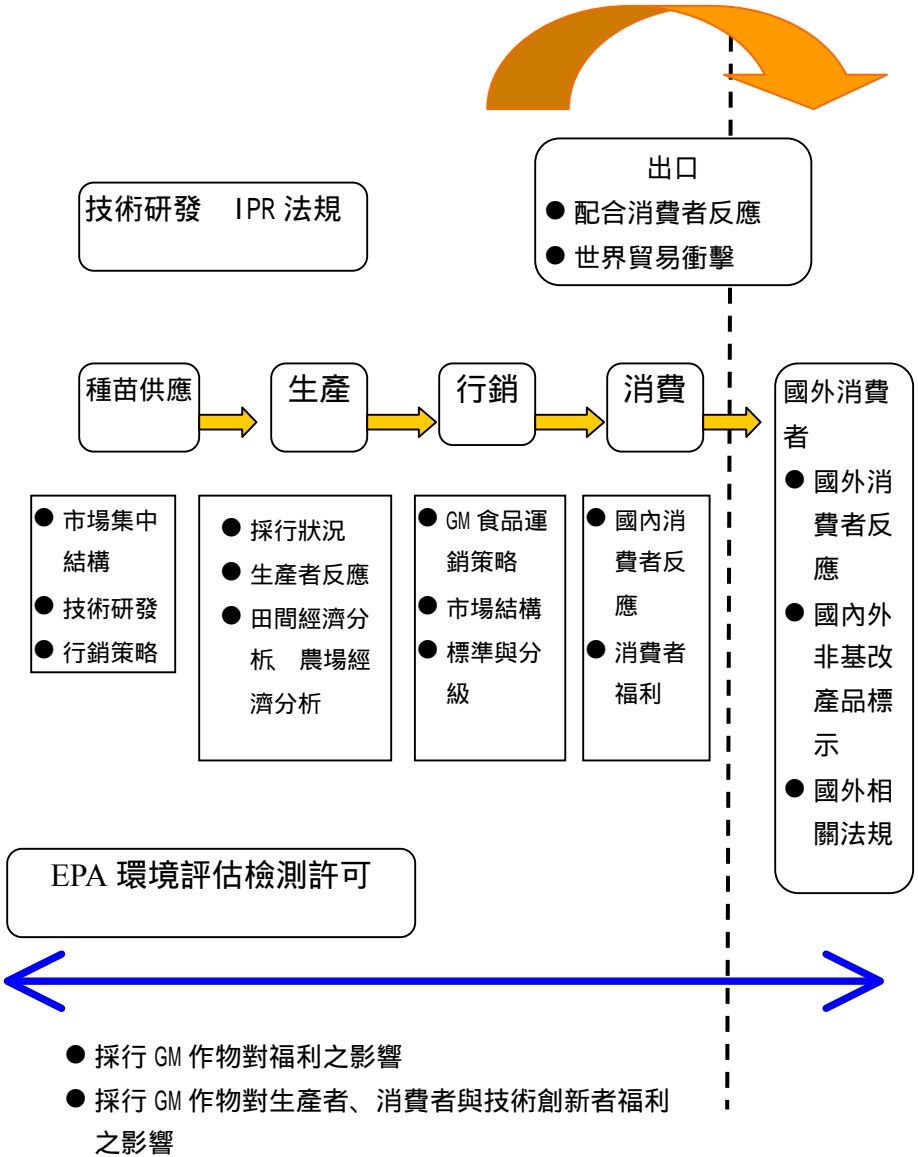


圖二 價值鏈。

消費方面之重要研究內容則應包括：國內外消費者對 GM 產品之反應、各國外 GM 產品之進口相關法規(規範)、消費者福利分析等。

而在以整個供應鏈為主體之經濟分析上則應探討：採用 GM 產品所產生之福利影響與福利分配(生產者、研發者與消費者)、GM 產品採行率對福利大小與分配之影響。

國際貿易方面，相關研究多針對 GM 產品對世界市場之供給、價格與貿易量進行估計；智財權保護之有無對世界市場之福利效果分析。此外，其他非市場面之分析，包括生態環境影響評估及風險評估等。



圖三 基改生物產業之供應鏈。

### 三、個體經濟分析

GM 產品個體經濟分析可分成兩類，一為就農場調查資料所提供之相關訊息作簡單敘述分析，另一類則是利用經濟理論與數量方法探討農場採行 GM 作物之評估，以下將分別針對此二類加以說明。

#### 1、農場調查資料之敘述分析

Marra et al. (2001)曾利用美國農部的經濟研究局(Economic Research Service, ERS)及國家農業統計局(National Agricultural Statistical Service, NASS)資料探討採行 GM 作物之經濟效果。

研究結果顯示，增加耐除草劑棉花(Herbicide-tolerant cotton, HT 棉花)之採行率，將增加其單位面積產量及淨報酬，但在除草劑(Herbicide)使用上卻無顯著影響；增加耐除草劑大豆(Herbicide-tolerant soybean, HT 大豆)之採行率，將顯著增加單位面積產量及淨報酬，然其效果較 HT 棉花影響效果小，此外增加其採行率亦會使除草劑使用減少；增加 Bt 棉花之採行率，同樣亦會使單位面積產量及淨報酬顯著增加，並使殺蟲劑使用減少(參見表 1)。

研究也發現美國農民採用耐除草劑大豆、耐除草劑玉米與 Bt 玉米之主要原因為：(1)控制害蟲後，使產量提高；(2)減少殺蟲藥劑之投入成本；(3)增加種植之彈性(如採用輪作、減少存貨、使用邊際用地耕作等)；(4)採行與環境和諧之耕作方式。

#### 2、利用經濟理論與數量方法對採行 GM 作物之效果評估

此類研究之分析基礎可分為兩類：一為以田間資料為基礎之分析，探討採用基改作物對單位面積產量、成本及毛收益等之影響；另一類則是以整個農場基礎(whole-farm)之分析，探討採行基改作物對整個農場利潤之影響。

##### (一)以田間資料為基礎之分析

在農民可自我選擇(self-selection)及追求利潤極大之模型假設下，Fernandez-Cornejo and McBride (2002)利用美國農部之調查資料，探討採行耐

表 1 1997 年採用耐除草劑與抗蟲作物對經濟報酬、產量及化學農藥使用之影響

項目	採行上改變之影響 <sup>1</sup>		
	耐除草劑		Bt 棉花
	大豆	棉花	
單位面積產量之改變	小幅增加 <sup>2</sup>	增加 <sup>3</sup>	增加 <sup>3</sup>
淨報酬之改變	0	增加 <sup>3</sup>	增加 <sup>3</sup>
使用不同之化學農藥 <sup>4</sup>			
除草劑-			
Acetamide 除草劑	0 <sup>5</sup>		
Triazine 除草劑	0 <sup>5</sup>		
其他合成除草劑	減少 <sup>3</sup>	0 <sup>5</sup>	
嘉磷賽(Glyphosate)	增加 <sup>3</sup>	0 <sup>5</sup>	
殺蟲劑-			
Organophosphate 殺蟲劑			0 <sup>5</sup>
Pyrethroid 殺蟲劑			0 <sup>5</sup>
其他殺蟲劑			減少 <sup>3</sup>

註：1.根據 Fernandez-Cornejo et al., 1998；

- 2.小幅變動表示每增加 10%之採用率對經濟報酬、產量及化學農藥使用之影響低於 1%；
- 3.增減變動表示每增加 10%之採用率對經濟報酬 產量及化學農藥使用之影響介於 1%-5%；
- 4.改變耕地處理方式之比例；
- 5.係數不具統計顯著性。

除草劑大豆(HT 大豆)、耐除草劑棉花(HT 棉花)及 Bt 棉花對其單位面積產量與淨報酬之影響，研究結果顯示，商業化之 GM 作物雖不見得可提高單位面積產量，甚至有些反而會下降，但藉由 GM 作物採行，可減少單位面積產量之損失，此現象在 Bt 作物之研究尤其顯著。分析結果顯示增加 1%耐除草劑棉花的採用率，將使得單位面積產量提高 0.17%，並使淨報酬提高 0.18%；採用 Bt 作物對單位面積產量有顯著的提升效果，當增加 1%Bt 棉花採行率，將使得單位面積產量增加 0.21%，此外將使得淨報酬將增加 0.22%；而採用耐除草劑大豆對單位面積產量之效果方面，每提高 1%耐除草劑大豆的採行率，將增加 0.03%之單位面積產量，然對於淨報酬則無顯著影響(參見表 2)。



表 2 1997-1998 年耐除草劑與 Bt 作物之單位產量與淨報酬的影響

項目	彈性 <sup>3</sup>					
	耐除草劑(HT)				Bt	
	大豆		棉花	玉米 <sup>1</sup>	棉花	玉米
	1997	1998	1997 <sup>2</sup>	1998	1997	1998
單位產量	+ 0.03	na <sup>4</sup>	+ 0.17	na	+0.21	na
淨報酬 <sup>5</sup>	0 <sup>6</sup>	0 <sup>6</sup>	+0.18	+0.27	+0.22	-0.34
觀察單位	田間	農場	田間	農場	田間	農場

資料來源：Fernandez-Cornejo and McBride, 2002.

註 1：專業農場；

2：東南區；

3：彈性是衡量技術從目前水準少數改變時，對特定衝擊(例如：單位面積產量或利潤)之相對影響量(比例)；

4：無法獲得；

5：生產值減變動成本(化學農藥與種苗之支出)；

6：係數不具統計顯著性。

## (二)以整個農場基礎(whole-farm)之分析

Fernandez-Cornejo and McBride (2002)亦利用美國農部之調查資料分析美國各區域採行耐除草劑大豆(HT 大豆)、耐除草劑玉米(HT 玉米)、Bt 玉米對農場淨報酬之影響，研究結果顯示，對專業大豆生產者之淨報酬無影響，對採行耐除草劑玉米生產者之淨報酬則有顯著影響，但採行 Bt 玉米之影響則為負的；採用 GM 作物對大豆農場之財務表現並無顯著影響(參見表 2)。就美國全國而言，耐除草劑玉米採用率增加 1%將增加 0.27%之淨報酬，而在東部中心地帶淨報酬則將增加至 0.41%；但增加 Bt 玉米之採行率反而會使淨報酬下降 0.34%。

## 四、採行 GM 作物之福利分析及分配

### 1、在美國 GM 作物之福利及其分配

Price et al. (2003)利用 1997 年美國農部調查資料(ARMS)、貿易統計資料及業界提供之資料(EMD),針對採行 Bt 棉花、耐除草劑棉花、耐除草劑大豆作物,對世界市場所產生之總福利效果及對美國生產者、消費者、種子公司及世界其他國家之生產者、消費者之福利分配作評估。

在 Bt 棉花之研究結果方面,根據美國農部資料估計結果顯示,1997 年採用 Bt 棉花將使全球福利增加 212.5 百萬美元,其中 78%福利由美國取得。而根據業界提供資料(EMD)所估計之結果發現,採用 Bt 棉花將使全球福利增加 300.7 百萬美元。根據上述可知,不論採用美國農部或業界之資料估計結果顯示,採行 GM 將使美國福利上升,而美國農家所分到的利益估計分別為 61.4 百萬美元(ARMS)與 117.4 百萬美元(EMD),約世界總福利之 29%與 39%。另外 Monsanto 公司在 1997 年估計可藉由 Bt 玉米獲益 62.0 百萬美元,而 Delta and Pine Land 公司則估計可獲益 12.9 百萬美元。美國的棉花消費者(包括棉花運輸商、販運商與工廠等買家)會因採行 Bt 棉花使棉花價格降低,估計福利分別增加 29.9 百萬美元(ARMS)與 50.4 百萬美元(EMD)。由於採用 GM 技術,使得世界棉花價格會下降美金 0.50-0.81 分/磅,世界其他國家之消費者福利會增加 181.2 百萬美元(ARMS)或 291.5 百萬美元(EMD),相較之下美國消費者福利會較小,約佔總福利之 16%。GM 技術之採行雖增加了棉花供給而使世界價格下降,使世界其他國家消費者受益,但另一方面使世界其他國家生產者因大都仍耕種傳統品種而蒙受福利損失,此時,世界其他國家之淨福利(消費者福利加生產者福利)分別為 46.4 百萬美元(ARMS)與 58.1 百萬美元(EMD),分別佔世界總福利之 22%(ARMS)與 19%(EMD)(參見表 3)。而之前 Falck-Zepeda et al. (2001)也曾利用相似之分析架構,以 1996-1997 年業界所提供資料,探討 Bt 棉花採行對世界市場之福利影響與分配。研究結果顯示,在 1996 年,使用 Bt 棉花之總福利效果約為 134 百萬美元,其中美國生產者之福利為 58.2 百萬美元,佔總福利之 43%;Monsanto 公司則為 49.7 百萬美元而 Delta and Pine Land 公司為 13.1 百萬元,分別佔總福利之 37%

與 10%；美國消費者之福利則為 7.6 百萬美元。世界其他國家之消費者福利為 12.8 百萬美元，其他國家之生產者則會因棉花價格較低而損失 7.6 百萬美元。Falcle-Zepeda 等人分析結果較 Price 等人利用 1997 年美國農部調查資料 (ARMS)與業界提供資料(ERS)所估計之福利效果為小。

表 3 1996-1997 年採行 Bt 棉花之福利效果分析

單位：百萬美元

對象	1996 年 <sup>1</sup>	1997 年 <sup>2</sup>	
		根據 ARMS 調查資料所做之分析	根據 EMD <sup>3</sup> 調查資料所做之分析
美國生產者	58.2(43%)	61.4(29%)	117.5(39%)
美國消費者	7.6(6%)	29.9(14%)	50.4(17%)
Monsanto 公司	49.7(37%)	62.0(29%)	62.0(21%)
Delta & Pine Land 公司	13.1(10%)	12.9(6%)	12.9(4%)
世界其他國家之生產者	12.8	-134.8	-233.4
世界其他國家之消費者	-7.6	181.2	291.5
世界其他國家之淨福利	5.2(4%)	46.4(22%)	58.1(19%)
世界總福利	134.0(100%)	212.5(100%)	300.7(100%)

註：1.1996 年之研究結果來自 Falcle-Zepeda et al., 2001；

2.1997 年之研究結果來自 Price et al., 2003；

3.EMD 係指 Enhanced Market Data。

在耐除草劑棉花方面，在 1997 年採行耐除草劑棉花將使全球福利增加 231.8 百萬美元，其中 67%福利由美國取得。美國消費者之福利估計為 132.2 百萬美元，而世界其他國家消費者之福利則為 808.8 百萬美元。由於採行耐除草劑棉花使供給量增加，因而導致價格下降美金 2.5 分/磅美元。美國消費者福利佔最多為 57.1%；美國生產者採用耐除草劑棉花只取得 9.6 百萬美元

之利益。世界其他國家的消費者可獲得 808.8 百萬美元之利益。在 1997 年世界其他國家生產者之福利則會因沒有掌握技術而下降。世界其他國家之淨福利為 75.5 百萬美元，佔總福利的 33%。

在耐除草劑大豆方面，在 1997 年採用耐除草劑大豆將使世界總福利增加 307.5 百萬美元，而美國將可取得 94%。以 ARMS 資料之分析發現，美國生產者只取得總福利之 20%。由於 Monsanto 公司向其收取每公畝 7.25 美元之技術費用，因此其從耐除草劑大豆採行上，獲得 85.6 百萬美元之利益，此數值尚未加上該公司因耐除草劑大豆採行而使嘉磷賽除草劑銷售量增加之金額。而許多種苗公司，估計從中獲利 124.4 百萬美元，其每公畝收取約 1.58 到 8.47 美元之種苗費用(加權平均為 4.31 美元)；綜合而言，這些技術創新者(Monsanto 公司與種苗公司)獲利佔 68%。大豆供給增加後會使世界市場價格下跌美金 1.2 分/蒲氏耳，美國消費者從耐除草劑大豆採行中獲利 5%(參見表 4)。

表 4 1997 年採行耐除草劑棉花與大豆之福利效果分析

單位：百萬美元

對象	棉花	大豆
美國生產者	9.6(4%)	61.5(20%)
美國消費者	132.2(57%)	16.3(5%)
Monsanto 公司	10.6(5)	85.6(28%)
Delta & Pine Land 公司	3.8(2%)	--
種苗公司	--	124.4(41%)
世界其他國家之生產者	-733.3	-35.0
世界其他國家之消費者	808.8	54.8
世界其他國家之淨福利	75.5(32%)	19.8(6%)
世界總福利	231.8(100%)	307.5(100%)

註：根據 ARMS 調查結果所做之分析

## 2、GM 產品之採行率與智財權保護(IPR)之社會福利分析

Moschini et al. (2000)利用 1997-1998 年美國農部農產調查資料、貿易統計資料及前人之相關研究，探討 Roundup Ready®(RR)大豆採行率、智財權(IPR)保護之有無對大豆及其製品主要生產國家(如美國、南美洲)及世界其他國家之福利效果評估。發現在採行率方面，當美國與南美洲採用 RR 技術之比率分別為 0.55 與 0.32 時，消費者福利將高於未採用 RR 技術下之福利水準(基準點)。在福利效果方面，對美國與南美洲國家之生產者福利有正面效果，而對其他國家之生產者福利則是負的；若全球採行此技術，使得美國專利者獲得鉅額利潤。若 RR 技術原先只在美國(技術原研發國)採行，則其為最終產品之獨占生產者，之後其他國家逐漸使用該技術，則此技術擴散情況不但改變美國之福利亦將影響其分配：美國研發專利者利潤和消費者福利將提高，但其生產者福利則將因為技術擴散而由原先之 391 百萬美元分別下降至 213 百萬美元(僅有美國與南美洲採用 RR 技術)及 135 百萬美元(全世界均採用 RR 技術)。亦即從原本只有美國採用 RR 技術到全球都採用，美國生產者福利將損失 2/3，但此時專利者利潤占美國總福利之比率則將提高為 69%(參見表 5)。

在探討智財權保護之有無對福利影響方面，在智財權未受到保護之假設下，原研發國之福利將受到其他國家採用 RR 技術之影響，由原先獨占市場變成完全競爭市場，而美國社會總福利將由 958 百萬美元分別下降至 836 百萬美元(僅有美國與南美洲採用 RR 技術)與 791 百萬美元(全世界均採用 RR 技術)；雖然美國國內消費者福利將上升，但因技術擴散且國外生產者不必付費，使得美國生產者福利由 782 百萬美元分別下降至 519 百萬美元(僅有美國與南美洲採用 RR 技術)與 422 百萬美元(全世界均採用 RR 技術)。反之，在智財權受到保護下，採用 RR 技術者皆需付費，故美國社會總福利將由原先之 1,028 百萬美元分別上升至 1,352 百萬美元(僅有美國與南美洲採用 RR 技術)與 1,668 萬美元(全世界均採用 RR 技術)。而當智財權受到保護且各國皆採用 RR 技術時，均將提升各國總福利水準(參見表 6)。

表 5 RR 技術採行率對福利之影響

單位：百萬美金

地區	$\rho^1$	大豆之 消費者 剩餘 (1)	大豆油 之消費 者剩餘 (2)	大豆粕 之消費 者剩餘 (3)	總消費 者剩餘 (4)=(1)+ (2)+(3)	生產 者剩 餘 (5)	專利 者利 潤 (6)	總福利 (7)=(4)+ (5)+(6)	大豆供 應量	美國豆品 價格 <sup>2</sup>
(a)美國	0	0	0	0	0	0	0	0	72.4	B=228
南美洲	0	0	0	0	0	0		0	54.1	O=565
其他國家	0	0	0	0	0	0		0	28.1	M=192
美國	0.55	9	31	42	81	156	358	596	73	B=226
南美洲	0.32	6	17	14	36	27		64	54.2	O=560
其他國家	0	31	60	111	201	-58		144	27.9	M=191
(b)美國	1	10	35	47	91	391	546	1028	73.8	B=226
南美洲	0	7	19	16	41	-124		-83	53.5	O=560
其他國家	0	35	67	124	226	-65		161	27.9	M=190
(c)美國	1	21	71	96	187	213	735	1136	73.1	B=223
南美洲	1	14	38	32	84	178		262	54.9	O=555
其他國家	0	71	137	255	463	-132		331	27.7	M=188
(d)美國	1	25	87	117	230	135	819	1183	72.8	B=222
南美洲	1	17	47	39	103	120		223	54.6	O=552
其他國家	1	87	168	312	568	224		791	28.5	M=188

資料來源：Moschini et al., 2000.

註：1.  $\rho$  表示 RR 技術之採行率。

2. B 表示大豆價格、O 表示大豆油價格與 M 表示大豆粕價格。

## 五、採行 GM 作物對國際農產貿易之影響

Rosegrant (2001)以國際糧食政策研究機構(IFRPI)之國際農產品政策模型 IMPACT 為基礎，探討 Bt 玉米及耐除草劑大豆採行率對全球糧食供給、需求、價格及貿易之影響。該研究結果指出，預估美國 2010 年將持續成為玉米和大豆出口之領導者，佔開發中國家(如：中國)進口量的絕大部分，故採行 Bt 玉米和耐除草劑大豆可強化美國之生產和出口。在 Bt 玉米市場受到高度衝擊情境下，持續改進品種以提高產量並降低生產成本，將使美國之生產和出口顯著增加。在生產者與消費者福利分析方面，生產者採行 Bt 玉米與耐除草劑大豆，對生產者福利有顯著而正面之影響，但對消費者福利則影響較微。

在 2000 年左右國外學者亦曾利用一般均衡模型探討採行 GM 技術對貿易之影響。由於消費者態度與相關法規影響基改穀物在歐盟市場之銷售，甚至要求對產品進行標示。在此情況下，若主要出口國家未能明確地區隔出基改或非基改產品，將使得歐盟消費者對進口品缺乏信心，而傾向購買本國之產品，因此若無法明顯的區隔標示出基改或非基改產品，其不僅對基改產品之出口有影響，甚至非基改產品之出口亦可能受到波及。

表 6 智慧財產權是否受到保護之福利影響

單位：百萬美金

地區	$\rho$	大豆之消費者剩餘 (1)	大豆油之消費者剩餘 (2)	大豆粕之消費者剩餘 (3)	總消費者剩餘(4)=(1)+(2)+(3)	生產者剩餘 (5)	專利者利潤 (6)	總福利(7)=(4)+(5)+(6)
<b>未受智慧財產權保護</b>								
(a)美國	1	19	67	90	177	782	0	958
南美洲	0	13	36	30	79	-239		-160
其他國家	0	67	130	240	437	-125		312
(b)美國	1	35	121	162	317	519	0	836
南美洲	1	23	64	54	142	194		335
其他國家	0	120	232	431	783	-222		561
(c)美國	1	40	141	188	369	422	0	791
南美洲	1	27	75	63	165	121		287
其他國家	1	140	271	502	913	210		1123
<b>智慧財產權保護</b>								
(a)美國	1	10	35	47	91	391	546	1028
南美洲	0	7	19	16	41	-124		-83
其他國家	0	35	67	124	226	-65		161
(b)美國	1	16	56	75	147	286	918	1352
南美洲	1	11	30	25	66	50		116
其他國家	0	56	108	201	365	-104		260
(c)美國	1	18	62	83	163	258	1248	1668
南美洲	1	12	33	28	73	28		101
其他國家	1	62	119	222	403	23		426

資料來源：Moschini et al., 2000.

## 六、採用 GM 作物對行銷之影響

第一代生物科技著重於產品生產投入特性之研發(如抗病蟲害或耐除草劑種子)，第二代生物科技研發，則著重於作物產品特性(品質)之提升，如：高油脂含量或其他特殊特性，第二代生物科技產品之特性亦造成產品品質之差異。當作物品質差異化程度愈高，運銷通路亦必須有所因應，以促進最終消費者及生產者間協調與整合。在傳統的市場系統之下，所有的行銷通路之分析皆植基於所有農產品為同質產品之假設，因此基改作物之行銷是否適用於傳統的運銷通路或必須藉由特定之管理方式，如：契約方式(行銷契約、生產契約、索取服務費契約)、策略聯盟或垂直整合方式經營，必須根據產品特性為之。根據產業界透露，由於生物科技產品多具有高價值特性，市場通路可能較具協調性與較少之參與者。亦有學者認為具附加價值之產品需要以契約方式生產。

以美國為首的主要 GM 生產國，本身亦是農產品之大出口國，他們出口的 GM 產品也必須符合國外市場的需求。以歐盟為例，歐盟消費者之偏好與法規可能對進口 GM 產品有特殊要求，如對基改成分之標示等，這樣往往會增加出口國在農產品行銷成本並降低效率，甚至產生阻礙。雖然目前已有一些檢測基改成分之方法已被研發出來，但根據統計資料顯示，在一般情況下，檢測穀物之物理特性(如重量)所需時間不超過 2 分鐘(US. Grain Council)，但針對穀物之基因內容(Genetic content)之檢測工作，最精確仍需要幾個小時至幾天才能有結果，大幅增加運銷成本並影響其效率。根據 Sparks 公司於 1999 年 9 月中旬調查結果顯示，美國中西部僅有 8% 穀物販運商將非基改大豆由混合之大豆中區隔出來，而只有 11% 販運商區隔非基改玉米。而根據 1999 年 10 月中旬調查顯示，非基改大豆之價格約高出美金 10-15 分/蒲氏耳。另外，根據 1999 年，美國農部研究結果顯示，區隔非基改玉米，將增加運銷成本約為 0.22 美元/蒲氏耳(1999-2000 玉米預測價格水準之 12%)，而區隔非基改大豆將造成運銷成本上升 0.54 美元/蒲氏耳。



## 七、農業投入要素產業之重要變革

在過去的數十年間，農業投入要素產業已歷經許多顯著的變革，在 1990 年代這些變革更加速進行。私人部門對農業研發(R&D)之投資組合內容已產生變革，尤其最近一些化學農藥、種苗與生物科技公司合併成為「生命科學(life sciences)」之企業，從事食品生產、醫藥與健康等方面之相關事業。具體之變革可分成以下幾點：

私人部門增加在農業與食品研發之資本投入方面，其對農業與食品之研發投資金額幾乎成長三倍(以 1992 年幣值計算)，從 1960 年之 12 億美元上升到 1995 年之 34 億美元。且自 1980 年起私人部門對農業研發投資已遠超過政府部門之研發投資，例如：政府部門在 1995 年之研發費用為 28 億美元，即比私人部門投資約少 17%。

在私人部門對農業研發投資項目方面，其研發投資組合之內容改變相當多，尤其在生物與化學農藥之作物培育、化學農藥與家畜治療等研發上，投入資金佔總農業研發資金之比率，由 1960 年之 19% 上升至 1995 年之 58%。雖然私人企業在對農業機械與加工研發投資之數值提高，但相對於這些部門的其他花費則顯得下降。

在農業投入產業之合併方面，近年來農業投入產業之合併、併購與策略聯盟情況明顯增加，在 1981-1985 年間農業生物科技產業有 167 件合併、併購與策略聯盟案，到 1991-1996 年間則攀升至 801 件，其中約有九成之策略聯盟是在較大與較具基礎之廠商與科技創新公司(Kalaitzandonakes and Bjornson, 1997)。

## 八、結語

經濟分析係對事件發生後所產生之效果進行探討，因此屬於事後評估，又實證結果之精確度深受資料精確度影響。GM 作物雖在 1990 年代開始商品

化，但其對整個農產品供應鏈之影響，往往缺乏數據，而難以量化。由上述文獻回顧可知，相關經濟分析多仰賴農場調查資料，也因資料之不足性限制方法論之發展。我們發現即使在 GM 作物產業最發達之美國，研究所使用之資料大多來自美國農部之農場調查資料，業界雖提供相關資訊，但往往要有合作關係才可取得。未來台灣若要從事 GM 產業之經濟分析，以個人之力較不易達成目標，換言之，相關統計資訊仍須由政府相關單位支援，才能將資料以較有系統方式蒐集與整理，並確切地從事 GM 產業經濟分析。

過去文獻對採行 GM 作物產生之福利效果及利益分配(對生產者、消費者及研發者等)之研究結果皆植基於貿易大國之假設，若未來要將這些方法論應用於我國 GM 產業之經濟分析，則必須參酌我國產品在國際市場之相對地位(是否會影響國際市場價格)，對模型進行修正。又對於 GM 產品所產生之福利結果，由於採用之資料年份、作物別及引用之模型相關假設不同，可能造成福利評估結果亦不盡相同，因此應謹慎引用前人研究結果，避免過度引伸。

前人採行 GM 作物之經濟分析效果，多由市場面為出發，探討其對整個社會之福利效果與分配；而非市場因素之效果評估雖有其重要性(如環保、食品安全等)，然在此方面研究上如何把有限的訊息量化亦是亟待突破之處。此外，未來在基改生物與食品產業相關分析上，除分別考量市場與非因素之影響外，更應彙整兩者之量化結果求得一個綜效，以完整考量及評估產業發展之前景，作為產業永續發展之參考。

最後，針對是否應該接受 GM 作物之問題方面，前人經濟分析結果顯示，採行 GM 作物的確可以增進整個社會之福利，尤其就 GM 產品生產大國而言，對其國內之生產者、技術創新者與消費者之福利亦有提升效果。對世界其他國家而言，雖然採行 GM 作物之淨福利是正面的，但由於世界其他地區之生產者可能因為未採行 GM 技術，很難與之抗衡。綜合言之，就經濟觀點而言，GM 產品研發、生產與出口大國，在發展 GM 技術是有利的，因此較傾向接受 GM 作物。當然，分析一產業發展除考量經濟層面外，尚須考量其他方面，因素以決定是否採行 GM 技術。

就經濟觀點而言，台灣未來是否應採行 GM 技術，應取決於各別產品之國內外市場特性及我們對國際市場之影響，現階段國內在這方面之研究甚少，但鑑於利潤為產業生存與發展之關鍵，我們在對 GM 產業進行相關風險評估之同時亦應積極從事經濟議題之研究。

## 九、引用文獻

Caroline, S. and Selim, C. 2001 Economic analysis of issues surrounding commercial release of GM food products in NZ. p.1-14. Lincoln University, New Zealand.

Price, G. K., Lin, W., Falck-Zepeda, J. B., and Fernandez-Cornejo, J. 2003 Size and distribution of market benefits from adopting biotech crops. TB-1906, ERS, USDA, USA.

Hayenga, M. 1998 Structural change in the biotech seed and chemical industrial complex, AgVioForum, Vol.1, No.2, pp.43-45

Jorge Fernandez-Cornejo 2004 The Seed Industry in U.S. Agriculture AIB-786, ERS, USDA, USA.

Jorge, F.-C. and William, D.M. 2002 Adoption of bioengineered crops. p.AER-810, ERS, USDA, USA.

Jose, B., Traxler, F.-Z.G. and Nelson, R.G. 2000 Rent creation and distribution from biotechnology innovations : the case of Bt cotton and herbicide-tolerant soybeans in 1997. Agribusiness, Vol.16, No.1, p.21-32.

Kalaitzandonakes, N., and R. Maltzbarger, 1998 Biotechnology and identity-preserved supply chains, Choices, Fourth Quarter, pp.15-18

- Mark W. Rosegrant, Jose, B., Traxler, Nelson, 2001 Genetically Modified Organisms in Agriculture, p.39-58
- Moschini, G, Lapan H. and Sobolevsky A. 2000 Roundop Ready Soybean and Welfare Effects in the Soybean Complex. Agribusiness, Vol.16, No.1, p.33-55.
- Nelson, Gerald C. 2001 Genetically Modified Organisms In Agriculture, Academic Press, 300pp.
- Renkoski, M.A.,1997 Marketing strategies of biotechnology firms: Implications for U.S. agriculture, Journal of Agricultural and Applied Economics, Vol. 29, No. 1, pp. 123-128.
- Robbin, S. 2001 Economic issues in agricultural biotechnology. AIB-762, ERS, USDA, USA.