

基改作物的全球經驗

郭華仁 教授
周桂田 助理教授

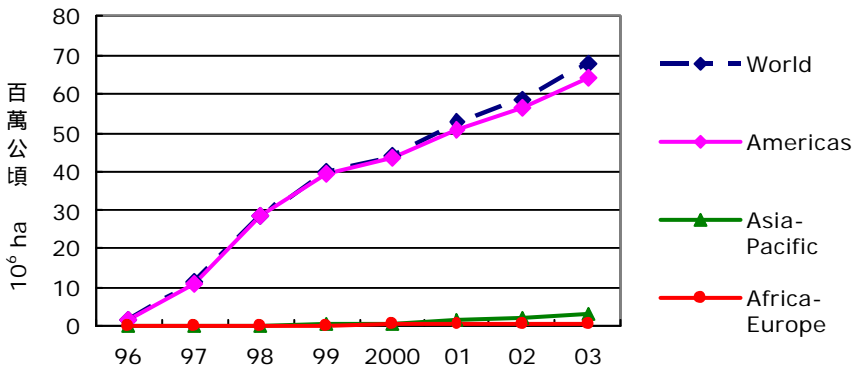
國立台灣大學農藝學系
國立台灣大學國家發展研究所

摘要

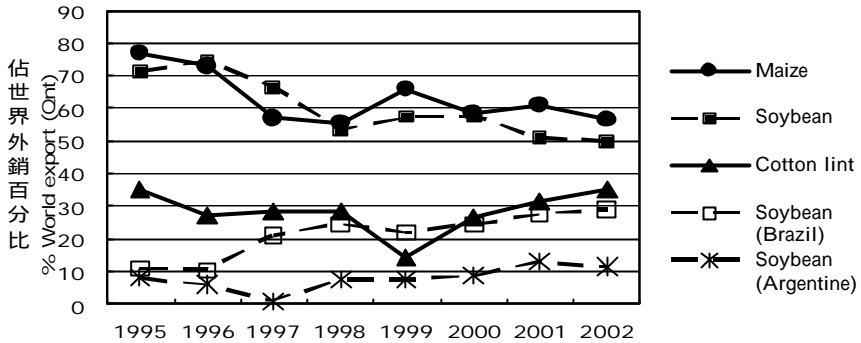
綜觀基改作物全球種植的現況，可以得到若干值得注意之處：

- 一、美洲囊括現今基改作物栽培面積的 94%，以及面積最大的前四名國家。這些國家存在許多大農。
- 二、基改作物栽培主要國家都是外銷大國：加拿大是油菜外銷王國，巴西與阿根廷是大豆外銷的亞、季軍，美國則是玉米、棉花、大豆的外銷冠軍。中國則是棉花最大輸入國。
- 三、現今栽培的基改作物絕大多數是私人跨國生技公司的研發成果。
- 四、包括巴西、阿根廷、中國、印度在內的國家，都因智財權不彰，沒有被私人跨國公司壟斷種子來源；這些國家基改作物面積佔了美國以外全球基改作物栽培面積的 80%。即使在美國，農民留種權的專利修法納入農民留種權的呼籲已開始化作行動。
- 五、農民是否採用基改品種，能否獲得更多利潤是主要的關鍵，對於原本即是生產作為外銷的國家，所面臨的問題在於市場上是否存在基改與非基改產品的隔離需求；存在的話，隔離的要求會增加農民的成本。
- 六、雖然已經轉殖成功的作物達 15 種以上，但是除了美、加兩國以外，其餘已准許種植基改作物的國家大都僅限於大豆、玉米、棉花、油菜這四類。其他的食用作物還是禁止種植的。

- 七、少數幾個改變營養成份的基改作物，目前也僅美加兩國准予種植。
- 八、製藥基改食用作物的田間釋放，即使在美國目前也面臨如何有效地防止混雜到食物鏈的基本難題。
- 九、基改作物混雜到傳統作物，即使在美國，也產生嚴重的經濟損失。
- 十、對於糧食問題嚴重的第三世界國家，面臨是否發展基改作物的兩難局面。主要的癥結除了基改作物的生物安全問題外，主要的是小農所仰賴的作物因為不具龐大種子市場，因此不在生技公司研究的優先次序。
- 十一、非基改農區的呼籲從 1998 年之後，逐漸在歐洲成型。美國加州這方面的進展從去年開始也相當熱烈。
- 十二、我國基改作物研發決策，公、私部門的投資比重宜加以調整，並且不應排擠到傳統育種部門。
- 十三、基改木瓜未核准前已被種植，為我國重大的基因改造產品風險管理疏漏事件。
- 十四、我國是進口基改產品的主要國家，然而，基改產品受到的政經壓力不高。對比各國對基因食品風險管理規範的時程，我國是明顯落後二至三年，其原因包括國際政經壓力、風險管理法制與模式的摸索、風險評估科學模式的建構能力、社會中缺乏消費者運動、生態團體運動的強力監督、國家對風險隱匿的文化等。



圖一，基改作物全球栽培面積的地理分布。



圖二、美國三大基改作物外銷各佔世界總量百分比的消長。

正文

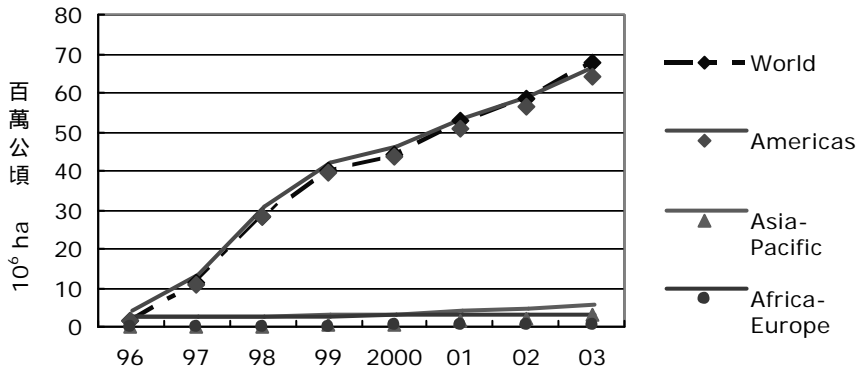
一、前言

我國自從1995年行政院「加強生物技術產業推動方案」通過實施以來，農業生物技術成為眾所矚目的焦點，十年來的努力下，目前已有數個基改轉殖項(event) 正進行試驗田評估，有可能在幾年內進行生產。這十年當中，全球基改作物的栽培面積急速竄升，而反對的聲浪也波湧而來；一方面生技公司以及基改科學家不斷說明基改對於農業以及世界糧食的重要性，另一方面反對者則堅持基改作物對於人體安全、環境風險以及農業生產的威脅。這樣的紛爭不但發生於各國內部，甚至於也引起國際間的衝突，可說是二十世紀末期以來新發展科技項目中最突出的個例。

我國基改作物雖然至今尚未有核准種植的項目，但是研發過程也產生若干的衝擊，特別是傳統育種在經費、工作以及農學教育上頗有受到擠壓之感。然而在我國農業面臨困境以及轉型的時期，基改科技能否或者如何有所助益，卻少見周延的討論。本文的目的乃在於全盤地檢視世界各國採用或者反對基改作物經驗的報導，釐清各國農民之所以採用或反對的原因，來作為國內作物基改科技政策討論的參考；所抱持的理由是，唯有正確的政策才能讓基改科技對我國農業產生正面，而避免負面的影響。

二、全球基改作物種植概況

基因改造作物自從 1996 年開始商業生產以來，不論作物種類、面積以及採用國家，都不斷地增加。根據 Clive James 有名的年度報告，2003 年全球基改作物栽培面積已達 6760 萬公頃¹，不過約僅佔全球作物總面積 14 億公頃（以 2002 年計）的 4.8 %；其中 94 % 在新大陸，亞澳地區 5 %，而非、歐地區僅佔 1 %（圖一）。進行商業種植的國家約 30 個，主要的國家還是美國與阿根廷。美國當年基改作物栽培面積高達 4260 萬公頃，佔全球基改作物的 62.9 %，阿根廷有 1390 萬公頃（20.5%）其他依次為加拿大 440 萬公頃（6.5 %）、巴西 300 萬公頃（4.4 %）、中國 280 萬公頃（4.1 %）、南非 40 萬公頃（0.59 %）、印度與澳洲各 10 萬公頃（0.15 %）、烏拉圭與羅馬尼亞各 5 萬公頃（0.07 %）等。亞洲的印尼、菲律賓，歐洲的西班牙、德國、保加利亞，與中南美的宏都拉斯、哥倫比亞、墨西哥等八國總共約 30 萬公頃。



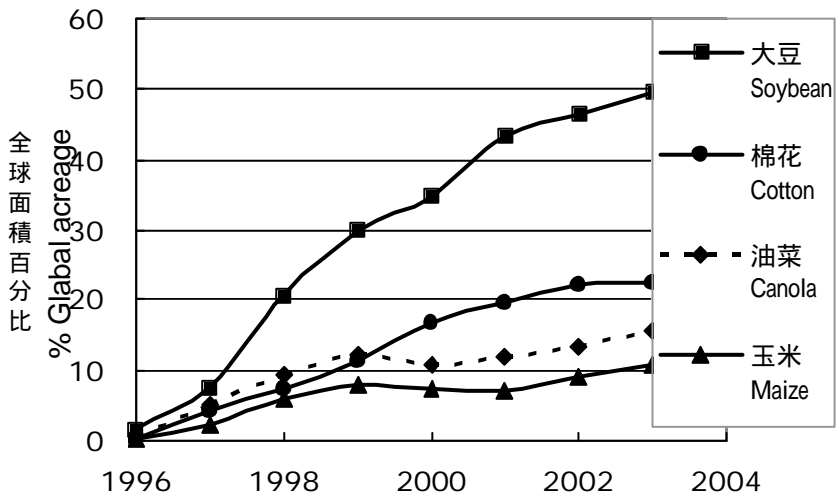
圖一，基改作物全球栽培面積的地理分布。（數據主要來自James的各年度報告¹）

Fig. 1, Geographical distribution of the global GM crop acreage.

¹ James, C. 2003. Preview: Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2003. *ISAAA Briefs* No. 30. ISAAA: Ithaca, NY.

(http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs30/es_b30.pdf)

就作物種類而言，目前共計15種作物已有轉殖品種得到某國家的核准種植(表一)，其中依面積大小以大豆、玉米、棉花、油菜等四種作物最為普遍，以2003年為準，佔全球基改作物栽培面積 99.9 % 以上；其餘包括小麥、稻、馬鈴薯、亞麻、菸草、甜菜、番茄、木瓜、南瓜、菊苣、康乃馨等 11 種則僅零星栽培。這四種作物當中以大豆4140萬公頃最多，佔了基改作物總面積的61.2 %，其後依次是玉米 (1550萬公頃，22.9 %)、棉花 (720萬公頃，10.6 %) 與油菜 (360萬公頃，5.3 %)。而就歷年來基改品種栽培面積佔全球該作物栽培種面積比率的增加趨勢而言，從1997年開始，基改大豆的佔有率就持續穩定的成長，在2003年全世界大豆田已有一半種的是基改品種。基改棉花佔有率成長較慢，在2003年佔了22.3 %；基改油菜與玉米的成長在1999年一度停滯，這兩年的佔有率則再度增加，在2003年全球玉米栽培佔有率分別是 15.7 % 與 10.9 % (圖二)。



圖二、四大基改作物種植面積佔該作物全球面積百分比的歷年趨勢。

Fig. 2, Percentage global acreage of the four GM crops.

表一、AGBIOS記載各國核准環境釋放的各類作物轉殖項數目 (2004年)*

	美 國	加 拿 大	日 本	澳 洲	阿 根 廷	南 非	歐 盟	墨 西 哥	中 國	菲 律 賓	印 度	捷 克	巴 西	烏 拉 圭	轉 殖 項	栽培 面積 **
合計	58	41	29	10	9	6	5	3	1	1	1	1	1	1		
玉米	17	16	11		6	3	2			1					20	15.3
油菜	9	13	10	5											15	3.6
大豆	6	3	3		1	1		1			1	1	1	6	41.4	
棉花	7	1	4	3	2	2		1	1		1			7	7.2	
番茄	6		1					1						6	--	
馬鈴薯	4	4												4	--	
康乃馨				2			3							3	--	
甜菜	2	1												2	--	
南瓜	2													2	--	
小麥		2												2	--	
稻	1													1	--	
菸草	1													1	--	
亞麻	1	1												1	--	
菊苣	1						1							1	--	
木瓜	1													1	--	
合計															72	67.7
栽培** 面積	42.6	4.4		0.1	11.8	0.4			2.8		0.1		3	0.05		

*統計自AGBIOS GM Database, 2004-07-07 (<http://www.agbios.com/dbase.php>)，該資料庫僅涵蓋 18個國家以及歐盟。核准環境釋放包括田間試驗，不一定表示允許商業種植或已有品種可以種植。

**百萬公頃，見James, C. 2003. Preview: Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2003. ISAAA Briefs No. 30, ISAAA: Ithaca, NY. (http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs30/es_b30.pdf)

就得到某國家核准環境釋放的四大作物轉殖項 (event, 見表一) 當中, 都是屬於少數幾家跨國公司所研發: 玉米的20項分別是孟山都 (6項)、Pioneer Hi-Bred (4項)、拜耳與Syngenta (各3項)、Dekalb Genetics Corporation(2項)、BASF Inc. 與Aventis CropScience (各1項)。油菜的15項分別是Aventis CropScience (6項)、拜耳(4項)、孟山都 (3項)、Calgene Inc. 與Pioneer Hi-Bred International Inc. (各1項)。棉花分別是孟山都 (3項)、Calgene Inc. (2項) 與拜耳、杜邦 (各1項)。大豆分別是拜耳 (3項) 與孟山都、Aventis CropScience、杜邦 (各1項)。

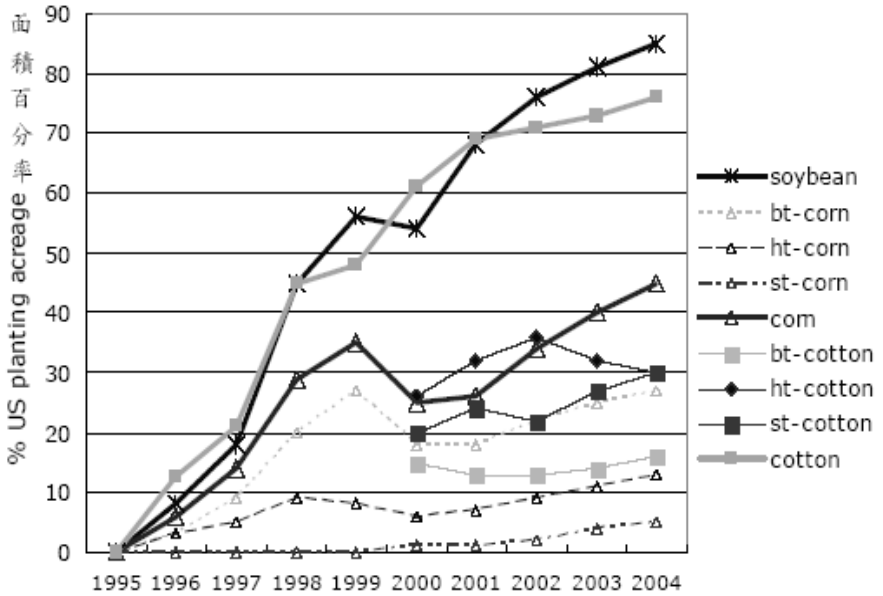
就轉殖特性而言, 目前仍以抗除草劑基改作物最為普遍, 在2003年佔了6760萬公頃中的73.4%, 抗蟲基改作物其次, 佔了18%, 雙抗的混合型品種佔8.6%。其他特性基改作物則僅零星栽培, 包括改變脂肪酸成分(油菜、大豆)、雄不稔性(油菜、玉米、菊苣)、稔性恢復基因(油菜)、顏色(康乃馨)、尼古丁含量(菸草)、延遲成熟(番茄、康乃馨)、抗病毒(木瓜、南瓜、馬鈴薯)等。在這十幾個核准基改作物田間釋放的國家當中, 以大豆、玉米、油菜、棉花為主, 此四種以外其他約十種作物的核准幾乎都僅侷限於美、加兩國。

三、美洲經驗

(一)、美國

1. 農民的接受基改作物

美國早在1990年就有基改玉米的種子上市, 但農民商業種植基改作物主要自1995年開始, 其中大豆與棉花的接受過程與接受度相當雷同, 幾乎以直線的方式上升, 直到2001年以後成長的速度才趨緩, 在2004年基改大豆與棉花栽培面積已經各佔該等作物全美面積的85與76% (圖三)。基改玉米面積所佔的比率起初也是快速成長, 但是1999年以後反而降低, 2002年以後才見再度成長, 在2004年佔全國玉米面積的45%。



圖三、美國三大基改作物種植面積佔該作物全國面積百分比的歷年趨勢。
(原始數據來自註腳²；bt-抗蟲、ht-抗除草劑、 σ -混合)
Fig. 3, Percentage US acreage of the three GM crops.

美國2003年所種的基改作物²，絕大部分是大豆（2414萬公頃）、玉米（1279萬公頃）以及棉花（411萬公頃）三種作物。大豆所使用的基改品種幾乎全是抗除草劑者，在大豆主要生產區的十三個州之中，農民接納基改品種的意願相當整齊，最高的是Mississippi，基改品種佔大豆栽培種面積的89%，最低的Michigan州則還達到73%之多。

美國2003年所種的基改陸地棉，其中抗除草劑者32%最多，抗蟲者14%，雙抗者27%。在七個主要的棉花栽培州來說，種植基改品種的比率在Arkansas、N. Carolina、Georgia、Mississippi、Louisiana等州都超過90%，不過種植面積佔了全國40%的Texas則僅有53%的棉花田種的是基改品種，加州更少，只有39%。在加州所以基改品種比較不受歡迎，可能是目前的基改品

² 數據來自<http://usda.mannlib.cornell.edu/reports/nassr/field/pcp-bba/>

種所產生的棉絮品質較差所致；加州棉花的面積雖不大，但是品質卻相當好。其次現有抗蟲基改品種所針對的害蟲在加州並不是主要的棉花害蟲，因此所被接納的品種以抗除草劑者為主³；Texas農民也不熱衷於抗蟲基改品種，或許也是同樣的原因？抗除草劑棉花基改品種，目只能在棉花生長到第四對葉的階段之前有效，使得其效果大打折扣，將來新一代的基改品種若能突破此困境，被接受的程度可能再增高³。

同年美國農民所使用的基改玉米品種抗蟲者佔25%，抗除草劑者11%，雙抗者9%。在十一個州當中以S. Dakota採用比率最高75%，而最低者為Ohio，僅9%；栽培面積最廣的三個州，Iowa、Nebraska、與Minnesota分別有45%、52%與53%，顯示農民對基改玉米的接受度相差甚巨。

美國環保署規定，農民種植基改玉米時，四周要圍繞種植傳統玉米，以防止昆蟲產生抗性，或者造成花粉散播混雜到傳統玉米。通常環保署並不親自執行田野視察，而交由生技公司自行監督農民。向種子公司購買抗蟲的Bt基改玉米品種來種植者，必須先簽下合約書⁴，在Bt玉米本田旁，需要種植一定面積（20%）的非基改品種，來當作病蟲的寄主，據云可以避免害蟲對於基改毒素產生抗性；這就是所謂的「庇蟲區 refuge belt」⁵。不過美國農業部在2003年調查統計，發現約有20%的農民沒有遵照聯邦政府的規定方式種植抗蟲基改玉米⁶。

美國農民所以採用基改作物，有若干原因，不過影響因素頗為複雜，農地大小是其中一個因素。根據研究，美國每戶農地在100英畝以下者，採用基改品種者的比率隨著農地的縮小而極速下降，超過200英畝者，關係就較不明顯⁷。抗除草劑基改作物可使除雜草的工作節省機器、人工等成本，但農民必須先付一大筆錢給種子公司；因抗耐除草劑作物是否能增加收益必須取決於

³ <http://www.seedquest.com/News/releases/2004/may/8810.htm>

⁴ http://www.monsanto.com/monsanto/us_ag/layout/stewardship/default.asp

⁵ http://www.ncga.com/biotechnology/insectMgmtPlan/importance_bt.htm

⁶ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=4813>

⁷ Fernandez-Cornejo, J. and W.D. McBride 2002 Adoption of Bioengineered Crops. ERS Agricultural Economic Report No. AER810. <http://www.ers.usda.gov/publications/aer810>

兩者間的平衡。抗除草劑作物可使除草更為輕鬆，不過這類的益處較難以列入成本中計算。抗蟲Bt作物減少殺蟲藥的使用，既可降低生產成本，又可減少作物產量的受損，因此在蟲害十分嚴重的地方種植Bt品種益處較大。但是昆蟲是否大批出沒可能每年都不同，蟲害輕微的年度，使用Bt抗蟲基改品種反而會不划算。在這種不確定因素下，Bt作物猶如購買保險，藉由每年額外的支出，在蟲害真正嚴重時避免重大的損失⁷。

外銷的失利是美國基改作物栽培的另一項隱憂。除了棉花以外，大豆與玉米的外銷市場佔有率從基改品種推出後，就逐年降低，大豆所失去的國際市場反而被巴西獲得（圖四）。英法大連鎖商Tesco、Sainsbury、Carrefour等紛紛拒絕購買基改產品，使得基改作物對歐洲的出口貿易幾近完全崩潰。根據農部的數據，美國玉米對歐盟出口從1996的3億美元（280萬噸）降到2001年的180萬美元（6,300噸），降幅高達99.4%⁸。許多國家包括美國農產品大買主日本都採取標示的規範，美國大食品業者包括Heinz、McDonald、Burger King等也都表示尋求非基改產品，使得美國農民面臨到在採收、調製、分裝時如何做到區隔基改與傳統農產品的要求，而這樣的要求會增加生產成本。根據美國玉米生產者協會的調查，76%的玉米農就曾表示，若要進行區隔，會考慮減少種植基改玉米的面積⁹。

美國其他基改作物的栽培，還包括油菜、木瓜與南瓜。在2001年美國60萬公頃的油菜田，在2002年夏威夷種的696公頃的木瓜，分別都約54%種的是基改品種；不過基改木瓜目前僅美加兩國核准供作食用，這對於夏威夷木瓜的外銷是相當不利的。日本就曾經發現進口木瓜含有基改成分，而要求海關加強檢查¹⁰。其他甜菜、馬鈴薯、甜玉米等雖已有基改品種，都尚未廣被農民接受¹¹。全球最大的蔬菜種子公司Semini雖然已經可以將抗病毒的基因轉殖

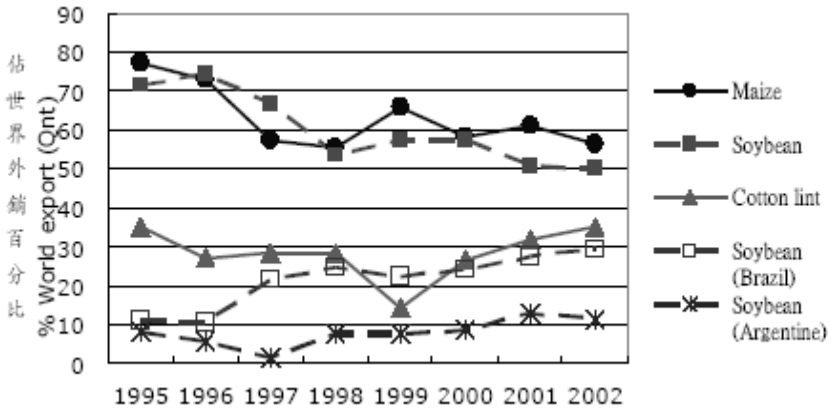
⁸ Warwick H. and G. Meziani 2002 Seeds of Doubt: North American Farmers' Experiences of GM Crops. Soil Association. <http://www.greenpeace.net.nz/pdf/SoD.pdf>

⁹ Goldberg, G. 2001 Genetically modified crops and the American agricultural producer. 見 (G.C. Nelson, ed.) Genetically Modified Organisms in Agriculture: Economics and Politics. Academic Press, San Diego. 頁157-162.

¹⁰ Reuters 2002 Japan steps up checks on GM papaya imports from US. January 28, 2002.

¹¹ <http://pewagbiotech.org/resources/factsheets/display.php3?FactsheetID=2>

到香瓜，但是該公司卻在今年五月終止該項計畫；其他類似的基改蔬菜研發多數也停頓。California Agriculture雜誌最近也報導，基改蔬果田間試驗的數量已由1999年的120件銳降到去年的20件。除了因為消費者的反應不佳外，各類審查所需的費用造成基改品種育成成本太高也是主因。這是為何基改作物發展至今仍然集中於四大作物以及兩大特性的原因；發展基改品種成本太高，只能開發種子市場龐大的少數幾種作物¹²。



圖四、美國三大作物外銷各佔世界總量百分比的消長。(計算自FAO資料庫¹³)。

Fig. 4, US shares of the percentage world export in quantities of three crops.

供人類直接食用的作物在基改產業上面臨困境，小麥可說是典型的事件。經過八年的投資研發，孟山都在今年五月宣布暫停抗除草劑基改小麥的發展；這是在檢討內部研發結構，並且向小麥產業界諮詢後所作的決定。該公司今年花在小麥的經費已經縮減到不到5億美元，約僅佔全公司研發經費的1%¹⁴。小麥產業界所以對基改小麥有所保留，主要的著眼點在於外銷市場，特別是最大的買主日本；日本消費者代表今年三月就拿著414個組織與公司的

¹² <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5540>

¹³ <http://faostat.fao.org/faostat/collections?version=ext&hasbulk=0&subset=agriculture> (Agriculture & Food Trade: Crops & Livestock Primary & Processed)

¹⁴ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5517>

簽署，到美國勸說不要允許種植基改小麥，否則會想辦法阻止小麥的進口，因為日本麵粉商說很難將基改小麥與傳統小麥分開¹⁵。

2. 基改作物引起的紛爭

基改作物在美國雖然得到大田作物包括大豆、玉米與棉花農民的採用而大為流行，但是在農部門也引起不少的爭議以及抗議。主要的紛爭在於基改品種混雜到傳統品種造成農民的損失、以及基改品種子專利權影響到農民留種的習慣所引起的訴訟問題。

(1) 污染

美國政府在開放種植基改作物時，已經意識到到品種混雜所可能引起的農藝上的問題。例如有名的StarLink™玉米食品混雜事件上¹⁶，在種子公司獲准以飼料為目的上市時，美國環保署就已經要求該公司，必須要求農民在種植、採收、儲運時採取必要的措施來防止混雜；然而該公司並未執行，而使得殺蟲蛋白質Cry9C嚴重混雜到其他供人類食用的玉米產品，導致公司超過10億美元以上的損失，美國玉米外銷的嚴重受挫。事件之後美國農部發函給各種子公司，強烈地建議檢驗所有的父母系以及要發售的玉米種子，是否含有Cry9C的轉殖基因¹⁷，以避免混雜的情況無法收拾，可見事情嚴重的程度。此事件引起若干外國農產品買主相當大的重視，屢屢提出警告。這樣的警訊當然引起國內未採用基改品種農民的疑慮，深怕混雜的後果影響到其收穫物無法外銷；有機農民更害怕混有基改成分的農產品無法用較高價的有機產品的名義出售。然而新近發表的研究結果顯示，在美國兩個州一般種子供應商所販售的大豆 玉米六個傳統品種中，有50-83 %可以測出少量的種子 (0.05~1 %) 含有轉殖基因，而油菜的樣品更高達83-100 %有混雜¹⁸。因此在部分種植基改品種的農區，能否有效地維持非基改作物的純度，是令人懷疑的。

¹⁵ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5393>

¹⁶ <http://gmo.agron.ntu.edu.tw/laws/starlink.htm>

¹⁷ <http://www.usda.gov/gipsa/biotech/starlink/122700seedletter.htm>

¹⁸ M. Mello and J. Rissler 2004 Gone to seed: Transgenic contaminants in the traditional seed supply. Union of Concerned Scientists, Cambridge, MA.
http://www.ucsusa.org/food_and_environment/biotechnology/seedreport_fullreport.pdf

另一個有名的基因混雜事件是 Prodigene 公司的案件¹⁹。該公司轉殖 tripsin 的基因到玉米，準備用來生產胰島素，是典型的所謂生物製藥 (Biopharming) 產業。該公司 2001 年在 Iowa 進行基改玉米田間試驗結束時，部分種子掉落田間，2002 年該田地種植大豆，所遺留的玉米種子自行萌芽生長，因為沒有按照政府的規定在該等玉米抽穗前銷毀，被檢查人員發現花粉已經掉落，而鄰近玉米田正好在吐絲期，因此政府檢查員依法命令鄰田 60 公頃的玉米全數剷除燒毀。另外在 Nebraska 種過基改玉米的試驗田在 2002 年改種大豆後，同樣發現基改玉米自行長出；主管機關令該公司除掉玉米，但是該公司未能徹底執行，因此所採收的 13600 公斤的大豆含有 65 公克的該等玉米，收穫的大豆再與其他大豆混合。當整批材料被檢驗出含有該轉殖玉米後，一萬多公噸的大豆便不得再作為食品或飼料；該公司被罰以約 270 萬美元收購大豆銷毀或作為生物燃料。

大食品業者因 Prodigene 事件發生引起的恐慌，深怕基改成份混入食品鏈而有損於其市場，因此呼籲政府加強法規管制；孟山都就因此宣稱將放棄短期內不見效益的生產藥物基改作物的開發²⁰。美國動植物健康檢查署因此在 2003 年三月公佈草案，提議規定此類試驗田隔離距離以及緩衝區長度，以及各種防止混雜的工作程序等，來加以規範²¹。

基改水稻在加州也引起關切。Ventria 生技公司擬在加州 Sacramento 地區種植基改水稻，這個品種會生產類似母乳蛋白的成分，據說可增強嬰兒的免疫力。該公司的策略是這種稻米只是抽取特殊成分，並不以米粒作為食用，因此不擬向食品藥物管理局申請食品用途。然而此項措施引起加州稻農的恐懼，他們深怕發生在玉米的 StarLink 事件重演。也就是說恐怕這種基改水稻將會混雜到一般水稻田區內，將來若一般稻米混有這種特殊蛋白質成分，將違反標示規定而無法出售。有機農民更加擔心，因為有機農法規定的是零基改混雜。雖然該公司宣稱已提出設置緩衝區等圈限的準則來避免類似情形發

¹⁹ <http://www.foodsafetynetwork.ca/gmo/prodigene.htm>

²⁰ The New York Times, October 16, 2003.

²¹ APHIS 2003 Proposed Rule: Field Testing of Plants Engineered To Produce Pharmaceutical and Industrial Compounds. Federal Register, Vol. 68, No. 46.

生，但農民仍然有所疑慮。加州稻米協會已經決定針對該公司所提出的準則草案加以審查²²。

美國麵粉商協會今年三月更要求聯邦政府加強管制特用以及製藥基改作物，他們認為這些作物會影響國家糧食的供給。該協會要求禁止食用作物特別是玉米用來生產藥物、強化穀物隔離系統、研發有效的檢測問題植物技術、以及建立基改污染的賠償保險等措施²³。

美國農部正視這些不斷發生的問題，已經準備修改相關的法規，包括田間釋放等²⁴。為了防止轉基因特用作物（如可以合成清潔劑或者藥物成分的產品混入食品，農部決定回應食品業的要求，研究是否要求種植這類品種需要先經過核准；在過去只要通知政府即可。以後政府將在類品種試驗生長期間檢查五次，採收後檢查兩次，生技公司的試驗紀錄也會加以稽核。農民種植時田邊四週需留有50英尺的緩衝區，一英里內並且不得種植食用作物，各種農具必需另外添購，專門用於基改特用作物。這樣的規範比食用基改作物品種更嚴格，不過生技產業組織已經同意此新規範²⁵。美國農部更準備在近期加強藥用基改作物田間種植資訊的公開²⁶。今年這類殖入藥用基因的基改作物田間試驗申請案件又開始增加，這包括Prodigene公司在內。這或許是因為政府採用更嚴格而清楚的規範，反而使得被規範者有更明確的展望所致。

部分地方政府已經開始針對基因作物混雜的現象提出對策。佛蒙特州農業社發表一份報告，報告中希望農民登記栽種基改作物的狀況，設定緩衝區等各項措施，來避免作物混到了基改植株，以保護該州的有機農業產值。這份報告是他們在暑假期間召集了農民、鼓吹團體、學者、律師以及美國農部官員，經過六次開會的結果²⁷。科羅拉多州農業部門在今年初已提出草案，將立法控制工業及醫藥方面的基改作物，並可能針對該種植基改作物的公司課

²² <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5216>

²³ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5385>

²⁴ <http://www.usda.gov/Newsroom/0033.04.html>

²⁵ http://www.agbios.com/static/news/NEWSID_4914.php

²⁶ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5575>

²⁷ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5188>

稅。但該法案仍無法解決基因污染所帶來的恐慌問題，尤其是針對有機農民因隔壁基改田區花粉漂移所造成的損失。但是官員指出，該草案可以由申請的資訊，估計境內基改種類、數目以及各種變因²⁸，有助於基改作物的監控。

(2) 專利

由於基改作物的研發成本遠高於傳統育種，因此如前所述，目前四大基改作物皆是由不到十家的私人公司投資推出，這些跨國公司在美國以專利保障其投資，而使得基改種子的費用大幅度提高。以孟山都所研發的品種為例，基改玉米種子的售價中23 %是基因專利費，而基改棉花與大豆種子的基因專利費更佔了53 %；在基因費用當中約75-80 %流向孟山都，其餘為種子公司的權利金²⁹。

由於農民傳統留種自播的習慣會讓種子公司無法每年得到相同的銷售，導致種子公司除了尋求專利保護外，更在販賣之前，經常要求農民簽下不得私下留種契約書；種子公司也經常下田抽檢，遭受到公司起訴的農民甚多，農民因此挨告受罰的金額平均約10萬美元³⁰，今年四月底 Mississippi農民 Homan McFarling更因而被判罰鍰78萬美元³¹。

針對生技公司的控制種子價格，美國農民團體曾於1999年提出集體訴訟，控告各大跨國種子公司聯合壟斷市場的行為。該項訴訟在去年九月經St. Louis聯邦地方法裁決，得進行審理該反托辣斯案件³²。今年年初紐約時報記者就報導跨國公司曾密商基改種子的價格，雖然孟山都聲明談的多是種子授權的合法事情，但法律專家認為兩者界線模糊，因此很可能能遭受調查³³。農民認為花點錢買較貴的專利種子是應該的，但是連留種都不行就太過分了，因此Ohio州議員在今年六月已向參眾兩院提案 (Seed Availability and

²⁸ http://www.usatoday.com/tech/news/techpolicy/2004-01-27-colo-gm-regs_x.htm

²⁹ 張銘堂博士 (BASF Plant Science) 台灣大學演講 2004-06-24

³⁰ <http://www.seedquest.com/News/releases/2004/june/8954.htm>

³¹ http://www.usatoday.com/tech/news/techpolicy/2004-04-28-monsanto-seed_x.htm

³² <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=4842>

³³ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5147>

Competition Act), 讓農民登記繳少量的錢, 就可以自行留種³⁴。該提案可望於年底舉行聽證會。七月九日美國玉米生產者協會已表示支持專利法修正讓農民具有留種權³⁵。美國小麥農協會也在同月提出九個接受基改小麥的條件, 其中就包括種子價格必須合理且允許農民留種³⁶, 最可表達農民的新聲。由於國際上農民權的呼聲甚高, 甚至於歐盟的專利保護也有條件的允許農民留種³⁷, 因此美國修法的動態, 非常值得注意。

3. 非基改公投

鑒於市場區隔效益而提倡的非基改農區, 在巴西、紐西蘭以及歐洲許多國家相當盛行, 然而基改王國也有這樣的訴求, 而且是在最有名的農業州, 其中最成功的是加州Mendocino郡。該郡沒有種玉米、大豆、油菜等作物, 主要是梨與葡萄, 而這兩種果樹還未有基改品種上市; 不過有機農認為在基改品種來到之前, 郡民有必要先充分地來討論是否接受。有機農民相信公投結果可以用來作為商業手段, 爭取歐洲有機市場。雖然生技公司砸了50萬美元進行遊說, 但是今年三月的公投在4萬7千個登記投票者中, 仍有56 %的人贊成禁止基改動植物的生產³⁸。繼Mendocino郡公投通過禁種基改作物之後, 加州已超過五個郡累積足夠連署, 可望年底投票表決是否禁種基改作物。公投成功的話, 種植基改作物者會被要求銷毀作物, 甚至於會被罰鍰。倡議者希望能讓加州有15到20個「非基改農區」郡, 如此以來就可以讓全美最大農業州的農業局正視這個問題³⁹。

(二)、其他美洲國家

1. 加拿大

加拿大在2003年油菜、大豆與玉米的栽培面積各為469萬、105萬與100萬公頃, 而沒有棉花的種植; 加國是油菜外銷大國, 本年的外銷量佔全球的

³⁴ <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/query/C?c108:./temp/~c108UN4ptm>

³⁵ <http://www.acga.org/News/2004/070904.htm>

³⁶ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5707>

³⁷ DIRECTIVE 98/44/EC of the European Parliament and of the Council of 6 July 1998 on the legal protection of biotechnological inventions. 第11條。

³⁸ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5313>

³⁹ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5685>

65%，比起第二名的澳洲（22.1%）還要高出許多。魁北克與安大略兩省，在2002大豆約種了32%的基改種子（約32萬公頃），而玉米約31.5%（約37萬公頃）⁴⁰。不過栽培面積最大的油菜，估計超過65%種的是基改品種⁴¹，合約210萬公頃。

在2000年對650名加拿大西部種植油菜，面積至少32公頃以上的農民作問卷調查。經調查523名農民願意種植基改油菜的原因，高達50%是因為雜草管理更容易；19%希望有較好的產量與利潤；10%為減少支出。而114名不願種植基改油菜農民的原因，42%因採用基改導致成本升高；16%考慮到市場的接受度；12%認為沒有改變的必要；11%考慮到雜草抗性；9%擔憂基改作物對健康的影響；8%不想被限制於使用有系統的化學藥劑⁴²。

加拿大是現在世界上唯一通過基改小麥田間釋放的國家。該國基改小麥的研發是政府與孟山都從1997年開始合資進行的。該項合作計畫加拿大農部投資了50萬美元，而孟山都出資了130萬美元⁴³。基改小麥試驗田周圍皆設置30公尺的緩衝區，其中5公尺種玉米，25公尺種油菜，用來防止基改小麥的花粉落到傳統小麥上，造成傳統小麥上市的困擾。雖然有學者認為若加拿大不種基改小麥，將來外銷市場可能會被其他國家所取代，包括巴西與中國等⁴⁴。但是在2003年10月農業部長則宣稱，即使基改小麥品種已經通過食品安全與生物安全的測試，能否基改小麥上市，仍然要看消費者以及市場的反應來決定⁴⁵。由於歐日不斷反對小麥，農部終於在今年一月宣告要終止與孟山都合作的基改小麥研究⁴³。

⁴⁰ Hategekimana B. and M. Beaulieu 2002 Genetically modified crops: Steady growth in Ontario and Quebec. Statistics Canada, Catalogue no. 21-004-XIE.

<http://www.statcan.ca/english/freepub/21-004-XIE/21-004-XIE02112.pdf>

⁴¹ Reuters (London) Monday, November 3, 2003: Some Canadian growers warn UK, although 65% canola planted is GM.

⁴² Serecon Management Consulting Inc. and Koch Paul Associates 2001 An Agronomic and Economic Assessment of Transgenic Canola.

http://www.canola-council.org/production/gmo_toc.html

⁴³ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5158>

⁴⁴ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=4944>

⁴⁵ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=4964>

加拿大在基改作物上最廣為人知的是農民Schmeiser與孟山都之間的專利侵權案件。Schmeiser的油菜田染到鄰家基改油菜飄來的花粉，導致自行留種的種子含有抗除草劑基因，而被孟山都公司控告侵犯專利權⁴⁶。經過幾番訴訟，最高法院在今年五月判Schmeiser敗訴；Schmeiser不准再使用該受專利保護的技術，包括種植販含該抗除草劑基因的作物，任何含該基因的種子都需交還孟山都；不過最高法院認為證據不足以顯示Schmeiser有意自該專利獲利，因此雙方都得各付訴訟費用，Schmeiser不需再賠錢給孟山都⁴⁷。不過Schmeiser案判決對孟山都也有不利，法界人士就認為此結果反而使得有機農民更有勝算地控告孟山都與拜耳公司販售基改油菜種子，而無法有效地控制其花粉。大公司將來可能面臨很多賠償的官司⁴⁸。

2. 阿根廷

阿根廷是世界上第二大生產基因作物的國家，1996年就已開始種植了80萬公頃的基改大豆，在2000年阿根廷1000萬公頃的基改田中，大豆就佔了70%，其餘是玉米與棉花。阿根廷是世界第三大大豆生產國，目前所栽培的大豆，基改大豆已經佔了95%，遠比美國的54%還高。基改大豆在該國之所以盛行，有其原因。阿根廷是世界第三大大豆產出國，僅次於美國與巴西，而其大豆出口更佔全國外匯的五分之一⁴⁹，可說是該國最重要的產業之一。基改抗除草劑大豆對於農民來說相當方便，由於可以任意噴灑除草劑，因此可以方便進行除草工作，減少勞力，也能降低使用農機的次數。

不過使得阿根廷能順利推廣基改大豆的另一主要原因是該國智財權的保護不夠確實⁴⁹。該國用來保護植物智財權的法規是植物品種權法而非專利法，因此該國自己的種子公司便將的孟山都的大豆抗除草劑轉殖項用傳統育種轉到合適自己國家的品種，所以雖然該國超過85%的大豆種的都含有孟山都的

⁴⁶ <http://gmo.agron.ntu.edu.tw/IPR/Schmeiser>

⁴⁷ <http://www.seedquest.com/News/releases/2004/may/8763.htm>

⁴⁸ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5564>

⁴⁹ Lehmann, V. and Pengue, W. A. 2000 Herbicide tolerant soybean: Just another step in a technology treadmill? *Biotechnology and Development Monitor*, No. 43, p. 11-14.
<http://www.biotech-monitor.nl/4305.htm>

轉殖基因，但是孟山都並無法得到權利金。此外由於該國植物品種權法允許農民留種自用而禁止農民私下販賣受權利保護的種子，但是這兩者之間在該國並沒有很好的方法來區分，使得黑市大豆種子相當盛行，因此雖然基改種子相當昂貴（例如抗蟲基改棉花種子的價格是傳統種子的五倍⁵⁰），但顯然農民並沒有受到很大的影響。此外當年孟山都的嘉磷賽除草劑在該國並未得到專利，因此各大藥廠紛紛推出嘉磷賽，使得該除草劑價格低到到四分之一，因此該除草劑的風行也造成了基改大豆的廣泛被接受⁴⁹。

然而基改大豆的廣泛使用，產生了若干不利的影響。在生態上，由於種植面積的大幅度擴充，導致反對的聲音，認為有影響到其他作物的栽培面積而減少作物多樣性的缺點、大豆面積的快速擴張導致森林過度開發、除草劑過分使用有害土壤細菌等問題⁵¹。對農部門來講，更由於基改技術的採納，農業生產型態因此改變，而影響的其他農部門⁴⁹。例如除了肥料、農藥外，農機也大量進口，導致本國農機公司的破產；國內種子公司逐漸成為跨國公司的附庸。更嚴重的是小農種植大豆的利潤反而降低達到一半，因此小農必須舉債償還農機、農藥以及種子的支出，導致在1992與1997之間，大豆主要產區農家數目因此減少32%，每家農戶平均農地由243增加到357公頃。

3. 巴西

同樣在南美洲，大豆栽培面積僅次於美國，在2003年佔全球大豆收穫面積22%的巴西，擁抱基改大豆的態度與過程與佔全球15%的阿根廷迥然不同。由於美國與阿根廷的採用基改大豆，降低生產成本，可能相對的削減巴西的競爭力，因此巴西生物安全局在1998年就已核准抗除草劑基改大豆的商業生產，比阿根廷只慢兩年；然而各方反對的聲音不斷，包括環保團體以及各省的農業部門；聯邦法官基於保護消費者的想法，馬上下了臨時禁令⁵²。在1999年農部准許基改大豆種子的登記，又被聯邦法院禁止販賣，除非政府制

⁵⁰ Doherty, A. 2001 New Biotech Crop Approved in Argentina. USDA GAIN Report # AR 1029. <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200105/100680577.pdf>

⁵¹ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5555>

⁵² Silva, J.F. 2003 Brazil Approves Biotech Soybeans. USDA GAIN Report # BR 3613. <http://www.fas.usda.gov/gainfiles//200310/145986266.pdf>

定標示法規。著眼於美國與加阿根廷的大量生產基改大豆，但是非基改大豆的市場，特別是歐洲的，在1998年度開始成為熱門話題，里奧格蘭德省 (Rio Grande do Sul State) 因此一度想成為非基改農區⁵³。然而大農對此相當反彈，由阿根廷走私的黑市基改大豆種子就大為流行，導致巴西大豆的增產與生產成本下降，因此外銷競爭力提高。這使得美國農民大為光火，美國議員就認為這是不公平競爭⁵⁴；因為美國農民需要付基改種子的專利費，而巴西由於禁種，孟山都公司反而收不到巴西農民的錢。

巴西副總統 Jose Alencar 終於在2003年九月發布行政命令暫時取消禁令措施，准許農民種植一年的基改大豆，里奧格蘭德省因此得以合法地大量種植基改大豆。不過同樣命令也規定在保育區、緩衝區、原住民地區等地不得種植基改大豆，若危害到環境或第三者，基改大豆生產者需要負責賠償等⁵²。今年三月巴西議會下院通過法律延長該國可以種植基改大豆的時間到到2005年，在2006年以後基改大豆也可以在國內上市，同時規定農民需要取得授權才能種植。此法可以讓孟山都公司由農民手上得到利潤⁵⁵。然而該法律目前觸礁，因此明年能否合法地種植仍未能確定；不過據預估，明年基改大豆種植面積將增加一倍，約640萬公頃⁵⁶。

反而是 Parana 為了維持該省的非基改農區而自行頒布禁種令，並且不准基改大豆從該省的港口出口；這使得內陸省份的大豆出口受到影響，包括上百個貨櫃的大豆因為沒有非基改的檢驗證明，而被阻止運送到港口外銷⁵⁷。

4. 墨西哥

墨西哥早在1995年就核准FLAVR SAVR 番茄的商業種植，1997年批准了Bt棉花，1998年批准了基改大豆；1999年Bt棉花種植面積為5萬公頃，同時也種植6千公頃的基改大豆採種田作為外銷種子用⁵⁸，不過迄今基改作物種植面積仍然有限。反而是仍然不准種植的基改玉米，在墨西哥卻出現問題。

⁵³ Bell, J. 1999 Brazil's transgenic-free zone. <http://www.grain.org/seedling/?id=55>

⁵⁴ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5130>

⁵⁵ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5231>

⁵⁶ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5713>

⁵⁷ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=4939>

⁵⁸ <http://www.purefood.org/ge/mexico.cfm>

墨西哥雖然禁止農民種植基改玉米，可是由於農民偷種的關係，透過基改玉米花粉的污染，而把轉植基因傳到地方品種（此現象也發生在油菜與木瓜）。在政府的贊助下，墨西哥民間組織經兩年的試驗，發現138社區有33個受到污染，引起爭論的 Starlink 基因 (Cry9c) 也在其中；有些單株甚至同時含有四種不同的轉殖基因⁵⁹。此消息公開之後，最少56個國家的302個組織簽署公開信，給墨西哥政府以及FAO等國際組織，要求提出具體行動，終止玉米起源中心所在地的玉米，受到基改玉米的花粉污染。

四、亞、澳經驗

亞洲在進行基改作物的生產，以中國為先，甚至於在1980年代的後期就開始基改菸草的生產，比起美國從1996年開始還早。從1990年代開始中國就自行研發基改棉花並且核准種植 (Paarlberg, 頁121⁶⁰)。以現狀來講，在亞澳地區的國家中，中國基改作物的栽培面積居世界第五位 (4.1 %)，為印度與澳洲的10萬公頃的28倍。此區域其他國家除了菲律賓以外，大抵上都還沒有實質上的生產。

(一)、亞洲

1. 中國

中國從1988開始就在遼寧與河南兩省栽培自行研發的抗菸草病毒的基改菸草，此時都還沒有生物安全管理這些的概念與及作法，中國也沒有對國外的買主說明其產品的基改性質。後來外界逐漸瞭解，有些就停止進口中國菸草。中國政府於是在1998年禁止基改菸草的商業生產，不過目前可能還有100萬公頃的偷種面積 (Paarlberg, 頁128⁶⁰)。

⁵⁹ ETC Group 2003 Maize Rage in Mexico: GM maize contamination in Mexico – 2 years later.
<http://www.etcgroup.org/documents/maizerage.pdf>

⁶⁰ Paarlberg, R.L. 2001 The Politics of Precaution: Genetic Modified Crops in Developing Countries.
John Hopkins University Press, Baltimore and London.

中國主要的基改作物是棉花。世界上棉花栽培面積，以2003年而言，最大的是印度（8百萬公頃，佔世界總收穫面積的24.6%），其次是中國（15.7%），美國第三（15%）；不過美國的棉花輸出佔全國生產量的75%，世界外銷市場的41.8%；印度顯然是自給自足，而中國是棉花第一大輸入國，該年進口量達到全國棉花總生產量的39%⁶¹。印度與中國在1990年代初期，棉花遭受到嚴重的蟲害，中國因此立即展開基改抗蟲棉花的研發工作，而孟山都更希望其 Bollgard 品種能得到中國基改棉花種子的市場。該公司在1994年與棉花生產大省河北省政府協商，進行一年的田間試驗，發現成效良好，因此在1997年得到中國政府核准品種‘33B’的正式生產；其後孟山都進行合資，該公司引進技術，而由河北省的冀岱棉種技術有限公司進行採種銷售⁶²。到了1999年河北棉農已經半數播種‘33B’。然而由於中國的植物品種權利保護並不及於棉花，加上品種權保護條例訂有寬鬆的農民留種權，因此孟山都獲益並不多（Paarlberg，頁126⁶⁰）。

中國科學家在1993年就自行合成棉花抗蟲的Bt基因，並進行轉殖，而在1997年就有四個基改品種獲准田間生產，到了1999年這些品種的栽培面積就達到了15萬公頃（該年中國棉花栽培面積為370萬公頃），不過迄今仍難與孟山都品種的栽培面積相比⁶³，在2000年所栽培的200萬公頃基改棉花當中，孟山都品種就約佔了一半。部分的原因在於國營種子企業的本質，無法有效拓展所研發種子所致（Paarlberg，頁143⁶⁰）。

基改棉花在中國也呈現隱憂。國家環保總局南京環境科學研究所在2002年發表研究報告指出⁶⁴，基改棉花在有效防治蟲害，減少農藥使用的同時，也帶來了明顯的環境影響。例如棉鈴蟲的天敵寄生蜂的種群數量大大減少；昆蟲群落、害蟲和天敵亞群落的多樣性和均勻分佈都低於傳統棉田。而Bt棉對棉鈴蟲以外的害蟲防治效果很差，導致某些害蟲的發生相當嚴重，甚至成為

⁶¹ USDA Foreign Agriculture Service: Production, Supply and Distribution (PS&D) online database, Complete Raw Data Files. (http://www.fas.usda.gov/psd/complete_files/default.asp)

⁶² http://www.biotech-online.com.cn/LifeScience/No.2/Monsanto_Bollgard.htm

⁶³ http://www.biotech-online.com.cn/MediaCenter/DOMESTIC/domestic024/domestic024_6.htm

⁶⁴ <http://big5.china.com.cn/chinese/huanjing/154893.htm>

主要害蟲，危及棉花生長。此外，室內觀察和田間監測都顯示 棉鈴蟲對Bt棉會產生抗體。在連續種植8到10年後，這種基改棉可能喪失抗蟲的效用。

雖然目前中國所種植的基改作物，絕大多數是棉花，但是包括甜椒、番茄、矮牽牛以及水稻也都有基改品種獲准種植 (Paarlberg, 頁131⁶⁰)。由於害怕水稻生產不足以餵飽眾多人口，中國近兩三年提升基改水稻的研發經費，若干抗病抗蟲的基改品種已經育成，抗旱抗鹽者也有進展。今年經費主要放在田間試驗，預計增加10處，總面積約53公頃⁶⁵。

不過對於大豆栽培面積居世界第四位 (10.6 %)，進口量居世界第一大 (32.4 %, 2003年) 的中國，其態度顯然保留許多。由於中國是大豆的變異中心，因此在去年世界綠色和平組織與中國黑龍江環保組織舉辦「保護大豆故鄉，建立生物安全長城」教育活動，表達保護大豆故鄉免受基因污染的心願。黑龍江省環保局副局長程立峰及國內知名的大豆學者，包括農業部原副部長、中國科學協會副主席王連錚及中國工程院院士、南京農業大學國家大豆改良中心首席教授蓋鈞鎰等都出席了這次活動⁶⁶。這種反對的聚會，應該是中國當局所默許的；例如Paarlberg就指出，中國基改棉花的進展所與比其他第三世界國家快速，原因在於該國的專制體制，民間反對的聲音不見所致 (Paarlberg, 頁143⁶⁰)。

2. 印度

相對於中國，棉花栽培面積世界第一的印度卻到2002年才由遺傳工程審議委員會核准基改棉花的種植⁶⁷。孟山都公司與印度Mahyco種子公司合資，從1996年開始試種Bt棉花，然而在2001年的審核當中，仍舊無法得到同意。此時已有部分農民私下種植，成效顯著，導致農民對基改品種相當有興趣，而政府也無力收購銷毀，再加上農部的支持，因此才在2002年准許在南方與

⁶⁵ Jia, H.P., K.S. Jayaraman & S. Louet 2004 China ramps up efforts to commercialize GM rice. *Nature Biotechnology* 22:642.

<http://www.nature.com/cgi-taf/DynaPage.taf?file=/nbt/journal/v22/n6/full/nbt0604-642.html>

⁶⁶ http://www.greenpeace.org.hk/chi/gm_news_archive_item.adp?id=665

⁶⁷ Shunmugam, V. 2002 India Enters the GMO Era. USDA GAIN Report # IN2023. <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200204/140683341.pdf>

西方省份種植。然而根據規定，農民在種植Bt棉花時，也必須和美國一樣，在田間要保留20%種植傳統品種的所謂「庇蟲帶 refuge belt」，以期避免棉鈴蟲對Bt棉產生抗性。然而這種仿自美國的制度，對印度小農而言，是相當不方便的。

雖然不少的環保團體，以及部分的農民仍然反對種植基改棉花，對棉農而言，這個新的品種顯然甚具魅力。在審核時，遺傳工程審議委員會基於Bt棉對於北印度省份棉另一種蟲沒有抗性，因此尚未核准種植；但是該省農民卻仍到南部購買種子回來種植⁶⁸，可見一斑；印度的基改棉花種植面積應該還會往上升。

3. 菲律賓

菲律賓在2003年種了249萬公頃的玉米，佔全球玉米總面積1.8%，而2002年才核准的基改抗蟲玉米，是迄今唯一核准的轉殖項。菲律賓基改玉米的田間試驗始於1999年；當時孟山都公司雖然得到國家生物安全委員會的批准，但沒有得到地方政府的授權，因此異議團體告上法院，但遭駁回⁶⁹。菲總統在2002年頒布基改植物進口與環境釋放的行政命令，而雖然面臨宗教團體以及環保人士的抗議，但是孟山都的玉米轉殖項在同年五月終於得到種植許可，而農民似乎也相當歡迎⁷⁰。

稻米研究所所長宣稱，基改水稻已在菲律賓印度與中國進行田間試驗，在菲律賓初步結果顯示可以抗病，因此三到五年後應可以推廣⁷¹。

4. 其他國家

日本雖迄今已經核准了29個作物轉殖項的田間釋放，但實際尚未有基改作物的生產。日本基改水稻的研究以農林水產省為主，私部門較少，六家被

⁶⁸ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5611>

⁶⁹ Corpuz, P.G. 2000 Bt Corn Field Test to Resume. USDA GAIN Report # RP0022. <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200003/25637312.pdf>

⁷⁰ http://www.map-adc.org.ph/da/news_050803a.htm

⁷¹ http://www.checkbiotech.org/blocks/dsp_docToPrint.cfm?doc_id=7859

核准進行試驗的公司，有一半也是以水稻為對象；不過基於日本民眾普遍對基改產品的疑慮，因此有三家要放棄或大幅縮減研發經費⁷²。農林水產省計畫於今年編列45.8億日元預算，大力投入開發先進基改技術；但是厚生勞動省表示，抗過敏基因改造稻米不大可能通過許可。筑波的農業生物國家科學院表示不滿，認為厚生省不應該用現有的法規去規範新型態的產品，基改食用疫苗也相當有醫療效果，而且價廉，對社會有好處⁷³。

雖然同樣生產大量的農作物，泰國比菲律賓顯得更加謹慎，主要原因在於泰國非政府組織的反對⁷⁴。泰國在2001年曾經進行基改棉花的田間試驗，但之後就不再核准。孟山都在2003年宣稱要讓泰國成為抗除草劑與抗蟲的基改玉米品種的亞洲基地，前提是希望該國政府在今年年底前將基改作物田間試驗的禁令拿掉。這樣的宣告引起泰國人士疑慮，認為政府應該站在人民的角度去考慮⁷⁵。

美國今年又向泰國農部施壓，要求該國開放基改作物的田間試驗，農業部長首席顧問雖然認同生物技術對農業的重要，但是說明要進行基改作物的商業生產還有一段不短的距離。主要是因為歐洲對基改產品的不信任，可能影響泰國農產品的外銷⁷⁶。

(二)、紐澳

1. 澳洲

澳洲迄今核准了基改油菜、棉花與康乃馨的商業種植共九個轉殖項。基改油菜核准了五項，都是在2003年通過的；棉花三項，分別通過於1996、2000與2002年；康乃馨最早，在1995年。澳洲在2003年種植了100萬公頃的油菜（全

⁷² Pope, G. 2000 Agricultural Biotechnology in Japan. USDA GAIN Report #JA0128. <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200011/55678723.pdf>

⁷³ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=4794>

⁷⁴ Breihan, D. 1999 Agricultural Situation: Thailand's Position on Biotechnology. USDA GAINReport #TH9066. <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200303/145884966.pdf>

⁷⁵ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5052>

⁷⁶ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5144>

球的3.9%)，但其輸出僅次於加拿大，佔全球油菜外銷總量的22%；不過澳洲迄今基改油菜的面積還不到10萬公頃。

在澳洲種植基改作物的難題是土地利用權責在各州政府，因此雖然聯邦政府核准基改作物的種植，但是不少州政府以恐怕不利農產品外銷為理由而加以禁止⁷⁷。今年三月維多利亞省繼南澳、西澳、塔斯曼尼亞 (Tasmania) 宣稱年底前到2008年將禁種基改作物，來等候政府提出賠償、保險、以及防止非基改作物被污染等措施。如此一來，澳洲僅剩下新南威爾斯大面積地種植基改油菜。維多利亞首長認為目前讓農民種基改作物，會傷害外銷市場。年初他訪問中東時，好幾個國家告訴他，會考慮是否不要由種植基改作物的國進口食物⁷⁸。在澳洲各州相繼提出基改作物的種植禁令後，孟山都宣稱由於該國投資基改油菜品種的環境充滿變數，因此暫停該項計畫轉向其他，此決定將於五年後重新檢討⁷⁹。

2. 紐西蘭

到目前為止紐西蘭仍然未正式批准基改作物的商業生產，雖然若干試驗田有在試作。紐西蘭早在1998年就有民間團體倡議「非基改農區GMO-free Zone」⁸⁰，而政府也對基改作物採取降較謹慎的態度，直到2003年才取消基改作物田間釋放的暫時禁令。

紐西蘭對於進口作為播種用的種子採取嚴格的管制，未經核准田間種植者，進口種子皆須標示為非基改。在2002年種子公司向政府報告，由美國進口的種子含有極少量（2000粒中少於1粒）的基改種子，該公司並將該批種子所種出的玉米種子與植株銷燬⁸¹。今年該國發現受委託檢驗種子的美國生技公司Biogenetic Services (BGS) 檢驗技術出現漏洞，因此針對委託該公司的樣

⁷⁷ Burst, A.C. 2003 Approval of Biotech Canola Provokes Debate. USDA GAIN Report #AS3023. <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200307/145985635.pdf>

⁷⁸ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5386>

⁷⁹ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5524>

⁸⁰ http://www.naturallaw.org.nz/genetics/MediaRel/98_11_06.asp

⁸¹ Koops, S. 2002 GM Crop Find Update. USDA GAIN Report #NZ2036. <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200210/145784407.pdf>

品再驗，結果發現多批進口種子含有極少量的基改種子，因此開始追蹤這三百批種子到底出售給哪些農民⁸²。農林部已鎖定那些田區，收穫物的採收、運送、加工與儲藏都會受到監控；農民必需按照操作準則，確保採收種子在田間發芽者都要銷毀⁸³。

五、非、歐經驗

(一)、非洲

非洲是世界上糧食缺乏最嚴重的地區，然而目前唯一准許種基改作物的國家是南非。南非分別在1997、2002與2003各核准一項基改玉米的田間釋放，棉花是在1997與2000年。而大豆是在2001年。直到2000年，基改玉米與棉花的種植面積還很少，不過到了2003年基改作物田已達40萬公頃。在南非，即使是偏僻鄉下的Kwazulu省已經開始播種基因改造棉花。雖然基因改造棉花種子的價格是一般傳統棉花種子的二倍，但是栽種更為省時、省力以及殺草劑的減少使用，再加上高產量，比起種植傳統棉花，對於農民而言，帶來的收益更大⁸⁴。

繼南非之後，肯亞是非洲大陸擁有種植基改玉米生物安全試驗溫室的第二個國家。為了研發抗蟲玉米，在Syngenta基金會的資助下，肯亞準備利用含有cry1Ab 或 cry1Ba等 Bt基因的自交系，用來與當地品系交配選育出合適的品種⁸⁵。孟山都經過九年研發，在實驗室實驗成功針對抵抗病毒的基改馬鈴薯，在非洲肯亞的三年試驗，正式宣告失敗。該馬鈴薯於2001年由美國無償引進肯亞試驗栽種，目的是改善肯亞單位面積產量不到世界平均一半的馬鈴薯產量，並希望拯救當地飢荒與貧窮。但在田間試驗中，所有品系均無法有效抵抗病毒入侵；有學者就指出，基改作物的引入並無法有效解決非洲糧食問題⁸⁶。

⁸² <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5526>

⁸³ <http://www.seedquest.com/News/releases/2004/june/8890.htm>

⁸⁴ http://www.agbios.com/static/news/NEWSID_5079.php

⁸⁵ <http://www.seedquest.com/News/releases/2004/june/8957.htm>

⁸⁶ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5211>

在美國的資助下，西非十五個國家領袖今年七月聚會討論基改作物。領袖們認為基改作物可能提供更多的食物來解決非洲缺糧問題，但是他們仍需要得到基改食物的安全保證。布吉納法索已經允許孟山都種植基改棉花；尼日日也想跟進，不過該國總統認為應改對於基改作物的環境、社會、經濟衝擊充分地瞭解。反對人士則認為引進基改種子，只怕非洲糧食生產會更仰賴跨國公司⁸⁷。

(二)、歐洲

歐洲是眾所皆知反對基因改造食品最為積極的地區，自從1998年實質禁止輸入基改產品後，不斷地從法制方面著手，以期在嚴格的管理方式下開放基改產品，至今已接近完成。這一連串的指令與法規，在食品方面著重於標示以及可追溯性；而在基改作物的種植方面則有2003年所提出的基改種苗跨境運輸規範⁸⁸，以及為了同時讓基改作物、傳統作物以及有機農民各得其所的「共存」準則⁸⁹。而為了達到有效的管理，歐盟目前正熱烈地討論一般種子摻雜基改的容忍度。這將是歐盟制定法規網來核准種植基改作物的最後一線。日前在布魯塞爾所提出的草案是把上限設定在0.3到0.5%，不過有人認為這樣的標準很難達到，比較合理的應該是接近0.9%（食品的標準）⁹⁰。

在實際種植方面，歐盟在1996年通過苦苣一項轉殖的環境釋放，1998年康乃馨，1997、98年玉米各一項。不過實際種植仍不多，目前僅羅馬尼亞、西班牙、德國與保加利亞有基改玉米的種植。並非所有歐盟成員都同意歐盟的核准，例如歐盟核准的玉米轉殖項Bt-176（可供食用）就被奧地利、盧森堡、法國與德國拒絕境內栽培。

⁸⁷ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5626> (and 5627)

⁸⁸ Regulation No 1946/2003 of the European Parliament and of the Council of 15 July 2003 on transboundary movements of genetically modified organisms.
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l_287/l_28720031105en00010010.pdf

⁸⁹ Commission of the European Communities 2003 Guidelines for the development of national strategies and best practices to ensure the co-existence of genetically modified crops with conventional and organic farming.

http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/reports/coexistence2/guide_en.pdf

⁹⁰ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5525>

1. 西班牙

西班牙是歐洲種植基改作物最多的國家，約三萬公頃，主要是玉米。農協代表認為種植基改玉米可以減少殺蟲劑的使用，增加收益。飼料商願意以較好的價格收購，農業部對農民種植基改作物也沒有設限⁹¹。不過西班牙環保界對於官方處理基改作物田間種植態度的不夠嚴謹相當不滿。在審核的過程官方都仰賴種子公司所提供的研究報告，而這些報告被認為相當粗糙；在允許販賣基改種子的同時，政府也要求公司將購買者名單與地區呈報，但實際上公司並未執行。2001年Navarra地區有機農民就因為基改的混雜，被檢驗機關查到，導致收成的大豆與玉米無法當作有機產品來賣，其中玉米是受到附近種基改玉米的一塊小田的花粉污染的，而大豆是購買到美國非基改種子中混到基改品種⁹²。

不過由於政權更替，西班牙的基改政策可能轉向。今年六月現任環境部長就質疑前任政府審核的依據太過仰賴私人公司的委託試驗，不夠客觀。她將尋求獨立的研究結果來決策⁹³。這意味著西班牙的基改面積有減少的可能。

2. 德國

德國目前約種植有500公頃的抗蟲基改玉米試驗田，種子皆是進口。雖然德國玉米栽培面積達150萬公頃的玉米田，其中35萬公頃玉米螟的危害較嚴重。可是一般而言，農民種植Bt玉米的意願不高。玉米螟危害區由於每戶農家的土面面積較小，農家恐怕花粉混到旁田傳統品種，而導致賠償問題，基改油菜也面臨同樣的難題；德國農協就勸告農民，在政府相關賠償規定未妥善前，不要輕易進行基改作物田間試驗⁹⁴。育種家認為馬鈴薯與甜菜這方面的困擾較少。

⁹¹ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5251>

⁹² Spendeler, L. and Carrasco, J.F. 2003 The Impact of GM Corn in Spain. Friends of the Earth and Greenpeace, Madrid. <http://www.tierra.org/transgenicos/pdf/Algranoingles03-08.pdf>

⁹³ <http://www.seedquest.com/News/releases/2004/june/9082.htm>

⁹⁴ Achilles, D. 2004 German Farmers' Interest in Planting Bt-Corn. USDA GAIN Report #GM4014. <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200405/146106216.pdf>

種子公司Advanta在2000年五月主動宣稱，進口到英國、法國、瑞典、德國、盧森堡的一般種子，含有少量的基改種子，不過比率極低。德國總理施洛德馬上在六月召見種子企業，提出暫停基改作物種植三年的建議，讓政府有時間研究其影響⁹⁵。在英國，該公司宣稱將負責賠償，而法國則是勒令將600公頃的油菜田銷燬。

基於讓基改品種、一般品種以及有機生產能並行而不相悖，因此德國根據2003年7月歐盟所頒布的建議⁹⁶，研擬法規來管理基改作物的種植，清楚地設定種植基改作物的規則以及相關責任，包括防止基改花粉的交互授粉，以及農民受到交互授粉的危害時得以要求賠償等，來保障基改作物與非基改作物的共存(Co-existence)⁹⁷。聯邦眾議院已在今年六月通過該法案，要求種植基改作物者要先登記，登記資料要保留十五年之久，不遵守規定的農民導致花粉污染者要受罰⁹⁸。這項法令旨在保護傳統與有機農業，以免混雜到基改產品⁹⁹。根據這項法律，申請種植基改作物的核准期長達六個月，種植地點也會曝光。德國研究基金會人士表示，此法將使德國基因科技進步遲緩，轉基因研究者可能外流¹⁰⁰。

3. 英國

英國由於發生狂牛病死了122人，導致消費者對於宣稱安全的英國政府以及大公司的不信任，因此對於同樣是大公司投資研發，政府背書的基改食品普遍不信任¹⁰¹，迄今尚無基改作物的商業生產。不過英國政府針對基改作物以及基改食物開放的過程可說相當嚴謹。因應各界對於基改的疑慮，政府進行大規模的研究與試驗，並且在去年六月整個月舉辦了的全國各地區的大辯論。然後根據這些結果作成了政策性的決定，核准商業種植某基改玉米一年。

⁹⁵ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=1382> (另見1317, 1383)

⁹⁶ http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/reports/coexistence2/index_en.htm

⁹⁷ 李素華 2004各國GM管理法規及比較 以美國、加拿大、歐盟、德國及我國為中心。本講座講義。

⁹⁸ http://www.non-gm-farmers.com/news_details.asp?ID=1408

⁹⁹ http://www.non-gm-farmers.com/news_details.asp?ID=1408

¹⁰⁰ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5646>

¹⁰¹ Rowell, A. 2003 Don't Worry, It's Safe to Eat: The True Story of GM Food, BSE, and Foot and Mouth. Earthscan, London.

英國「基改三論」中的第一份報告“Field Work: Weighing up the Costs and Benefits of GM Crops”在2003年七月提出¹⁰²，主要結論有四點：1.) 目前現有基改作物，對英國農民形成部分成本負擔，但亦有便利優惠之處；2.) 短期而言，經濟效益對英國甚為有限，因為目前基改作物種類範圍狹窄，不大適合英國農作條件，英國民眾接受度低，對其效益也造成限制；3.) 對消費者有益的基改作物有發展潛能；4.) 基改作物之整體損益得失，最終將取決於公眾接受態度，以及法規體系是否能對不確定因素之有效管理。

第二份報告“GM Science Review”也同在七月發表，由25成員綜合研判600多份關於農業生技的文件所提出。其結論是1.) 並無科學證據反對所有基改作物，每個案例都需要個別去研判；2.) 目前上市的基改作物危害人體健康的風險極低；3.) 針對將來的基改作物應該發展出安全評估技術、監控技術、與標示準則；4.) 政府應針對某個申請案件個別審核。

同年十月英國政府又發表了全世界規模最大，費時五年的基改作物大田評估試驗 (Farm Scale Evaluation) 結果¹⁰³。該試驗針對含抗除草劑基因的基改玉米、甜菜、與油菜品種，與傳統品種比較，看哪種會對生物多樣性產生影響。在基改品種，農民需要等到作物與雜草都長到相當大，才在田間噴灑除草劑 (因為這類基改作物不怕除草劑，因此作物長大後施用除草劑，不怕作物受傷)，而傳統品種則要在種植之初噴灑。結果發現基改甜菜、與油菜田的蜂類與蝴蝶較傳統品種的田少，而基改玉米田反而較傳統品種的田為多。顯然生物多樣性的複雜性，使得這類試驗很難提出絕對的答案。

今年三月下議院環境稽核委員會提出報告，指責該試驗的不當¹⁰⁴，認為該試驗並無精確地測定作物產量，基改品種對環境影響的評估也僅限於基改品種與傳統農作間，並沒有拿有機農業與基改品種比較；因此政府單憑基改技術小部分面向的評估結果就允許基改作物的生產，是不負責任的。

¹⁰² <http://www.number10.gov.uk/files/pdf/GMreport.pdf>

¹⁰³ 資訊見<http://www.defra.gov.uk/environment/gm/fse/index.htm>。正式研報發表在Philosophical Transactions: Biological Sciences 第358卷第1439期(2003年11月)，摘要見：
<http://www.defra.gov.uk/environment/gm/fse/results/fse-summary.pdf>

¹⁰⁴ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5507>

無論如何，環境釋放指導委員會根據此試驗結果，認為若正確地使用除草劑，以及使用適當的作物管理技術，種植基改玉米不至於影響生物多樣性，因此在今年年初建議政府允許農民種植基改玉米一年，但基改的甜菜與油菜仍不准種植。但是種植基改玉米的方式必須與去年秋天所公佈的大規模試驗所採用者相同。此種植方式為了將環境影響降到最低，採用了非常措施，實質上成本過高，一般農民根本沒有利潤可言；這樣的政策實際上好像是讓農民不想種基改作物¹⁰⁵。雖然如此，仍有全部計八百萬會員的九個英國團體，包括國家信託，要求首相不要允許種植基改作物¹⁰⁶。

除了嚴格的種植條件外，保險公司拒絕保險農民種植基改作物¹⁰⁷，而當基改品種污染到其他作物或農地，基改公司是否會全額賠償也未確定¹⁰⁸，在在都會讓農民躑躅不前。基改公司面臨這樣的困境，在這兩年都紛紛求去，包括孟山都公司宣稱將關掉該公司位於劍橋的歐洲研究總部¹⁰⁹、拜耳停止在英國進行基改作物田間試驗¹¹⁰、以及Syngenta今年七月宣佈將英國研發基改植物的部門轉移到美國¹¹¹等。

4. 共存制度及非基改農區運動

由於歐洲消費者普遍不接受基改食品，因此為了防止因基改作物的垂直轉移，即藉著花粉、種子的散佈而將轉殖基因混入一般的種子而影響到一般產品的商品價值，因此歐洲許多地區有維持非基改農區（GMO-free zone）的想法。上奧地利在2003年三月向歐盟提出禁種基改作物三年的申請。經檢視此案後，執委會決議，認為沒有新發現科學證據足可支持這種禁令，並稱類此禁令破壞歐盟現有法規，而在九月否決歐盟境內成立非基改農區的提案。歐盟認為農民有權選擇種植基改作物的權利，並且認為有許多方法可以保障

¹⁰⁵ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5177>

¹⁰⁶ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5327>

¹⁰⁷ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=4878>

¹⁰⁸ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5339>

¹⁰⁹ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=4910>

¹¹⁰ <http://politics.guardian.co.uk/green/story/0,9061,1051427,00.html>

¹¹¹ <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5652>

有機農民不受基改作物污染的權益，例如緩衝區，或者對於若干基改作物發出禁令等¹¹²。歐盟並隨之提出「共存Co-existence」的準則，企圖讓種植基改品種、傳統品種以及有機農民能夠進行而不受互相干擾⁸⁹。

雖然歐盟否決非基改農區的提議，可是這個運動仍然熱烈地展開。部分的原因是在歐洲包括希、法、？、荷、盧、丹麥與瑞典等國也都發生種子混雜轉殖基因的事件¹¹³。去年十一月西、希、法、英、奧、義、德歐洲七國十個地區的農業首長共同宣告成為聯合非基改農區¹¹⁴，到了今年六月，非基改農區在歐洲迅速擴展，目前歐盟已有24國發起禁止基改作物的活動，而歐洲最大的草根環保網「GM-free Europe」也要求對於非基改區有更好的法律上的保護。奧地利九省中有八省表明希望成為非基改農區，超過100個自治省簽署協議，而上奧地利區則通過了非基改農區的法案；比利時也有部分區域宣布其為非基改農區；法國有超過1000個自治市的市長，在地區層級則有Alps de Haute、Aquitaine、與Limousin三區宣告為非基改農區；德國巴伐利亞農協鼓勵其會員成立非基改農區，全國約八千農戶自願同意不種基改作物；希臘54轄區中有27轄區已聲明為非基改農區，其中九轄區已開始施行非基改農區政策；義大利則有500個城市超過義大利國土80%面積區域，宣告為非基改農區；大英國協方面，英格蘭44個地區，威爾斯35個地區已通過非基改農區的決議。歐盟如何面對這樣龐大的壓力，值得進一步觀察。

六、台灣經驗

根據全球積極發展生技產業的趨勢，並衡量本土的環境，行政院長連戰於1995年八月第2443次院會對「加強生物技術產業推動方案」進行推動生物技術產業的裁示。此後由於國家機器的介入，輔導、催生了台灣的生技產業

¹¹² BRIDGES Trade BioRes, Vol. 3 No. 20, 14 November, 2003.

¹¹³ <http://www.foeeurope.org/GMOs/Contamination.htm>

¹¹⁴ <http://www.foeeurope.org/GMOs/gmfree/>

發展¹¹⁵，而於1997年邁向起飛的時期¹¹⁶。同年四月，由行政院科技顧問組主導下召開第一次「生物技術產業策略」(SRB)會議¹¹⁷，會中確立國家研發、投資、整合等方向體系，並配合檢討其他部會的規劃執行；而整個進一步的發展與體系性的設計則在這一年度分別進行，而於1998年召開第二次的SRB會議中已有較完備的發展。在這次的會議中以修正「加強生物技術產業推動方案」為主軸，確立了移植半導體產業輔導之成功經驗於生技產業，並設定主要方向¹¹⁸。

「農業生物技術國家型科技計畫」是以國家為中央統籌的科技研發政策。農業生物技術的領域相當廣闊，包括花卉與觀賞植物、植物保護、水產養殖、畜產/動物用疫苗、農產品保鮮利用、環境保護、保健/藥用植物、等項目；其中研發計畫包含基改植物者為：花卉與觀賞植物的建立基因轉殖系統、植物保護的抗病抗蟲基因之選殖與轉殖應用、以及農產品保鮮利用的以基因轉殖植物生產高價值產品等¹¹⁹。這些計畫包括抗病木瓜、水稻、番茄、瓜類、結球白菜、甘藍菜、火鶴花、菊花、文心蘭、彩色海芋等。耐溫度及高鹽逆境番茄、耐高熱、耐淹水文心蘭等，可說屬於第一代者；耐儲青花菜、香蕉、苦瓜、文心蘭、木瓜是屬於所謂的第二代；而生產疫苗番茄、耐高溫澱粉水解的稻米、含高效能植酸的馬鈴薯與稻米等則是消費者導向的第三代轉基因作物。目前有初步成果者，由已經申請轉基因植物隔離田間試驗的

¹¹⁵ 張家銘、徐偉傑 2000台灣產業發展與全球化省思。收錄於「全球化下的社會學想像：國家、經濟與社會」研討會專刊，台灣社會學社。

¹¹⁶ 楊世緘 1997現在是起而行的時刻。技術尖兵。中華民國八十六年五月號；劉兆玄 19971997起將是我國生物科技的轉機。技術尖兵，中華民國八十六年五月號。

¹¹⁷ 鄭居元1997 翹首渴盼圓夢人-行政原生術技術產業策略會議紀要與感言。生物產業 Vol. 8 No.2 (1998)；鄭居元1998催生台灣生物技術產業。生物產業 Vol. 9 No. 2 (1998)；行政院科技顧問組 1997 行政院第一次生物技術產業策略 (SRB) 會議議題結論報告。生物產業 Vol. 8No. 2 (1997)；行政院科技顧問組1997行政院第一次生物技術產業策略 (SRB) 會議海外專家結論與建議報告。生物產業Vol. 8 No.3 (1997)；行政院科技顧問組1998 行政院第二次生物技術策略會議。生物產業Vol. 9 No. 2 (1998)；行政院科技顧問組1999行政院第三次生物技術策略會議。生物產業Vol. 10 No. 2 (1999)。

¹¹⁸ 李國貞1998a 生物技術工業現況與展望。工業簡訊，第28卷第2期；李國貞1998 b 行政院第二次生物技術產業策略 (SRB) 會議討論議題結論與處理情形。工業簡訊，第28 卷第9期。

¹¹⁹ 國科會企劃處 2001 中華民國科學技術年鑑。http://biotech.nsc.gov.tw/2-03-1.html

案件來看，包括轉抗老化基因的青花菜、能生產高效能植酸的馬鈴薯與稻、生產高效能澱粉水解酶的稻、抗輪點病毒的木瓜等五項¹²⁰。

其中抗木瓜輪點病毒的基改木瓜在隔離田間試驗以及食品安全審核尚未完成之前，已經在農民間流傳種植。在2003衛生署藥檢局分別由7個縣市抽驗70件市售木瓜，其中有7件木瓜檢出基因改造成分。立法委員趙永清同環境品質基金會召開記者會揭發部分田間試驗的基改木瓜流入市面，部分農民私自進行種植與上市販售，為我國重大的基改產品風險管理疏漏事件。農委會與衛生署因此會商加強管理，追查流出基因改造木瓜來源¹²¹。經由媒體的報導以及政府機構的檢驗，本年農民種植基改木瓜比率據云已經降低。木瓜是本土性產業，現有農戶約6500人，平均種植面積約3800公頃，年產量14萬公噸，產值約新台幣20億。鑑於夏威夷基改木瓜失去大量日本市場，如何看待基改木瓜的發展，值得進一步討論。尚在試驗田中種植的疫苗作物等，將來若完成各項試驗而可供農民種植，如何防止美國Prodigene公司事件的重演，也是應改先加以周全考慮的。

農業生物技術範圍相當廣泛，截至目前為止，對產業有所貢獻的都還是傳統生物技術。然而傳統作物育種部門經常感受研發經費以、工作、以及人員培育都受到基因科技研發資源擠壓的影響，而有無法維持舊有水準之感。如前述國外經驗的檢討，基改作物是高成本的產業，也需要龐大的研究團隊來落實研發的成果於實際的生產，因此合理地評估其技術可行性、預期市場所在與接受度、到達品種能正式在田間生產所需的時間與經費、產銷計畫等，應該是基本的要求。特別是我國基改作物的研發所要克服的目標，並非是可以對廣大農民有利的主要農作物的主要特性（如水稻的抗蟲性），將來研發出來的基改品種能夠種植的面積相當有限，而若能從中獲利也可能是種苗公司而非廣大的農民，因此公部門與私部門之間的投資比更應有合理的安排，讓

¹²⁰ 郭華仁 2002 基因改造作物與農業政策。ELSI 「探索基因科技」系列研討會。國科會基因體醫學國家型科技計畫-ELSI研究中心 2002-12-28。

<http://seed.agron.ntu.edu.tw/publication/GMOpolicy.htm>

¹²¹ <http://gmo.doh.gov.tw/label/main2.shtml>

對市場最為敏感的私部門，而不是研究人員，來決定研發的對象。

由於我國主要進口大宗物資黃豆及玉米來自美國，每年自美國進口250萬公噸以上黃豆中，有50%以上為基因改造，在600萬公噸玉米中，有30%以上為基因改造成份。此狀況與日本相近。然而，我國的國際與政經地位、消費者運動團體、生態保育團體與日本大不相同，其間受到的政經壓力也不相同。以2000發生的Starlink基因改造玉米事件為例，日本及南韓皆要求美商退回一萬噸的基改玉米產品，而我國並未有相同的社會反應。衛生署其間曾就學者批評進行抽驗調查，然而結果並未對媒體公布，也未引起消費者的注意與回應。針對我國進口大量基因改造產品，對比各國對基因食品風險管理規範的時程，我國是明顯落後二至三年^{122, 123}，其中存在了各種因素，包括國際政經壓力、風險管理法制與模式的摸索、風險評估科學模式的建構能力、社會中缺乏消費者運動、生態團體運動的強力監督、國家對風險隱匿的文化等等。當先進國家早已擺脫指導者的地位，進入讓科技人員、私人企業以及民間力量的平衡來決定科技走向的時代，除了科技的 capacity building 外，我國目前最迫切需要的，實際上是加強基改產業各面向資訊的透明化，並且培養民眾的辨證能力。沒有奠基於「公民社會」，科技帶給國家社會的可能災難，是有可能遠超越於利益的。

七、結論

綜觀基改作物全球種植的現況，可以得到若干值得注意之處：

- 一、美洲囊括現今基改作物栽培面積的94%，以及面積最大的前四名國家。這些國家存在許多大農。

¹²² 周桂田 2000 生物科技產業與社會風險 – 遲滯型高科技風險社會。台灣社會研究季刊，第三十九期。頁239-283。

¹²³ 周桂田 2002 在地化風險之實踐與理論缺口 - 遲滯型高科技風險社會。台灣社會研究季刊，第四十五期。頁69-122。

- 二、基改作物栽培主要國家都是外銷大國：加拿大是油菜外銷王國，巴西與阿根廷是大豆外銷的亞、季軍，美國則是玉米、棉花、大豆的外銷冠軍。中國則是棉花最大輸入國。
- 三、現今栽培的基改作物絕大多數是私人跨國生技公司的研發成果。
- 四、包括巴西、阿根廷、中國、印度在內的國家，都因智財權不彰，沒有被私人跨國公司壟斷種子來源；這些國家基改作物面積佔了美國以外全球基改作物栽培面積的80 %。即使在美國，農民留種權的專利修法納入農民留種權的呼籲已開始化作行動。
- 五、農民是否採用基改品種，能否獲得更多利潤是主要的關鍵，對於原本即是生產作為外銷的國家，所面臨的問題在於市場上是否存在基改與非基改產品的隔離需求；存在的話，隔離的要求會增加農民的成本。
- 六、雖然已經轉殖成功的作物達15種以上，但是除了美、加兩國以外，其餘已准許種植基改作物的國家大都僅限於大豆、玉米、棉花、油菜這四類。其他的食用作物還是禁止種植的。
- 七、少數幾個改變營養成份的基改作物，目前也僅美加兩國准予種植。
- 八、製藥基改食用作物的田間釋放，即使在美國目前也面臨如何有效地防止混雜到食物鏈的基本難題。
- 九、基改作物混雜到傳統作物，即使在美國，也產生嚴重的經濟損失。
- 十、對於糧食問題嚴重的第三世界國家，面臨是否發展基改作物的兩難局面。主要的癥結除了基改作物的生物安全問題外，主要的是小農所仰賴的作物因為不具龐大種子市場，因此不在生技公司研究的優先次序。
- 十一、非基改農區的呼籲從1998年之後，逐漸在歐洲成型。美國加州這方面的進展從去年開始也相當熱烈。

- 十二、我國基改作物研發決策，公、私部門的投資比重宜加以調整，並且不應排擠到傳統育種部門。
- 十三、基改木瓜未核准前已被種植，為我國重大的基因改造產品風險管理疏漏事件。
- 十四、我國是進口基改產品的主要國家，然而，基改產品受到的政經壓力不高。對比各國對基因食品風險管理規範的時程，我國是明顯落後二至三年，其原因包括國際政經壓力、風險管理法制與模式的摸索、風險評估科學模式的建構能力、社會中缺乏消費者運動、生態團體運動的強力監督、國家對風險隱匿的文化等。