永續農業研討會專集 19~45 (1993)

世界各國之永續農業研究與推廣

謝順景
台中區農業改良場

摘　要

現代的農業依靠高投入的無機化學肥料及化學合成農藥來防治病蟲害，並走向擴大單一作物栽培的方向來生產。這種方式帶動了作物生產力，但是由於單一作物的大量生產，經常導致生產過剩，價格低落反而影響農家的收益。此種集約的栽培方式也加速了土壤的沖涮及地上及地下水之污染。如此下去，世界各國之農業就無法延續下去。所以目前世界各國迫切需要建立，不依靠化學肥料及化學農藥及能源低投入的農業生產體系。如此就可以減少成本，產量也可以保持穩定，不但可以提高收益，同時可以減少發生環境生態之衝擊問題。

本文對美歐(英、德、瑞士、荷蘭、挪威、瑞典等)、南美(巴西)、日本、東南亞(韓國、泰國、菲律賓等)及產品之我國之永續農業之研究、生產及銷售情形做一綜合性介紹。

關鍵字：永續農業，自然農法，生物學的農業，低投入農業。

前　言

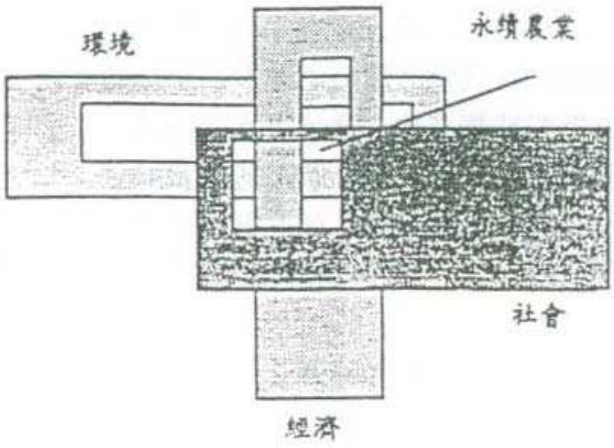
「保護我們的環境來拯救地球」成為目前世界各國的警語。自古以來地球提供了人類生活上所需要的乾淨的水，清澄的空氣及培養植物的土壤，雖然如此當人類將要邁向廿一世紀的時候，發現地球已出現非常不平衡的狀態，主要是由於工業革命所造成的環境傷害所致。

農業提供了生命，提供了維持生命所需要的營養食物。但是由於科技的發達，現代農法施用過量的科技產品如化學肥料及農藥等，因此不知不覺污染我們的空氣、土壤及河流，同時所生產的糧食，亦日益深受污染的威脅。為全人類幸福著想，現代農耕法需要調整，使農產品減少污染的機會，使農業能永續發展下去。有鑒於此，近年來世界各國進行「有機農業(organic farming)」，「自然農法(natural farming)」，「再生農業(regenerative agriculture)」，「低投入農業(low input agriculture)」及「永續性農業(sustainable agriculture)」等農業生產體系，使農業生產自然化，以減少環境及食物的污染並使此種永續性農業變成為世界性的農業生產體系。

有鑑於此，美國、歐州、日本、我國及其他東南亞國家及南美洲如巴西等國最近幾年來均致力於永續農業之研究。其內容包括耕作制度、省工不耕起農耕法、免用化學藥品耕作法、病蟲害之綜合防治法、有機肥料之使用及有機農產品之銷售等。目前在美國農部所推行的低

投入永續農業(Low Input Sustainable Agriculture或LISA)計劃推動下有機農場已有三萬多個並在增加中。日本在MOA國際開發中心及日本政府之推動下，有機農場之數目也在增加中。其他東南亞國家如泰國、韓國、菲律賓、印度、澳大利、紐西蘭及中國大陸等近年來也陸續推展永續農業。台灣自1987年起在一群學者在中華農學會年會中提議之下開始有永續農業之研究，至今已有六年之時間。雖然起步較慢，但在政府及國際美育生態基金會及有關人士推動之下，台灣之永續農業之研究及推廣發展頗為快速。

筆者在過去六年間曾訪問過美國、日本、韓國、泰國及菲律賓等地之有機農場，故對若干國家之永續農業推展情形略知一、二，故報告於本文供為參考。



圖一、實施永續農業之政策時需考慮的三種要素
Fig. Three factors needed to be considered when implementing the policy of sustainable agriculture.

一、美國之農業特性與永續農業

美國之農業以其農場規模之大，生產力之高為其特徵，以種植穀類作物(玉米、高粱、水稻、麥類等)，園藝作物和畜牧業綜合經營方式為主流(占百分之七十至八十)。所生產之農產品以出口為主。即在1981年代農產品之出口額占農產品販賣額之三分之一。大規模農場尤其以法人形態經營者之比重提高很多，即總農場數中占百分之二至三之法人農場之販賣額約占總販賣額之百分之十。

美國之農業地帶可分為中西部地帶占全農地面積之百分之十五，主要以養牛與種植穀物(玉米、麥類等)為主之複合經營形態。其次為東部及西部之海岸地帶，占全農地面積之百分之十五至二十左右，栽培蔬菜及果樹之面積相當的大。所剩下百分之五之面積為西北地區，以穀物之單作為主。

現代的農業技術對農業生產上及品質改進上有很大的貢獻。但由於過量使用化學性農藥及肥料所導致的環境污染問題，始終沒有好的解決方法。目前使用過多化學品而在死亡邊緣的土壤，如何使其起死回生成為健康的土壤(healthy soil)為當前的要務。由健康的土壤才能生產出來健康的食物(healthy food)，吃了健康的食物才能保持人類的健康(healthy people)。實施永續農業即可達到此目標。美國使用LISA(低投入永續性農業)名詞，並以政府的力量推行已有很多年。

美國在二十年前就局部實行再生農業(regenerative agriculture)。由於此農法漸為政府重視。故在1983年國會通過農業生產性法案以推動此農法。本法案主要針對如何以再生農業之方式，確保土壤之生產力一事加以規定。「再生農業」之定義與「有機農業」相同。目前經營再生農業之農場分布在全美各州中，經營之面積以240亞300公頃者最多。小規模農業亦漸調轉為再生農業。自1960至1970年代消費者大眾，對農產品中之農藥殘留問題開始普遍不安，因此在自己的菜園裏開始實行無農藥之小規模有機農業。以後以自己菜園為中心之有機農業急速發展，一直到1970年代繼續發展。根據美國農部的估計，經營以商業為目的之有機農業之農民數至少有24,000人，但根據民間的羅得爾研究所之估計至少有30,000人左右。

二、美國永續性農業之研究及教育

美國農部之LISA研究及教育計劃是應對農民及一般消費者，對低成本生產及環境維護之需要性之增大而成立。美國民眾對地下水之污染，食物之農藥殘毒，現代農業經營成本之增加，土壤之健康問題及缺少作物的岐異性(diversity)等情況愈來愈關心。LISA研究及教育計劃的主要目的是研究適當可行的方法供為農民實行，同時實施與現行農法不同的替代性農法，並提供科技資訊以利於農業生產。

目前已研究出來許多以低投入的方法來控制病蟲害及土壤肥力，並已為農民所利用。與參LISA計劃的農民愈來愈多，各地示範性田間試驗也愈來愈多。各示範田係根據一定的田間設計，設立若干重複，肥料及病蟲害防治處理等。試驗進行中測定土壤理化性之變化、蟲害之發生程度、天敵之數目及作物之產量等。這種區域示範性田間試驗，對推廣上非常之重要。本計劃兩年的總經費為835萬美元(1988~1989)而年年在增加中。

LISA計劃直接由美國農部的州聯合研究所(USDA Cooperative State Research Service)執行，同時由農業推廣處(Extension Service)及其他美國農部有關機構，特別由水土保持服務處(Soil Conservation Service)農業研究服務處Agricultural Research Service)及國立農業圖書館(National Agricultural Library)等單位之協助。

本計劃之執行對美國國會負責。LISA計劃目前在全國四個地區執行中，東北區由Vermont大學負責，中北區由Nebraska大學負責，南區由Georgia大學負責，西區由加州大學負責。LISA計劃之執行成果以區為單位接受考核委員會之考核，除試驗單位外，農民亦為被考核之範圍。在1988年度共有371個計劃及1989年度有431個試驗計劃提出(表一)。

表一、在 LISA 計劃下所提出 1988 年及 1989 年度之計劃數及通過的計劃數
Table 1. The numbers of proposed and approved projects under the U.S. LISA progrom in 1988 and 1989.

區　域	1988		1989	
	提出數	通過數	提出數	通過數
東北區	78	11	51	15(8)
中北區	106	21	127	17(4)
南　區	120	11	110	13(8)
西　區	67	10	143	11(11)
總　計	371	49	431	56(29)

註：括弧內之數目為新計劃數，其他為 1988 年之連續計劃。

LISA計劃很多，包括低投入蘋果生產體系之建立、穀類作物之低投入生產策略、覆蓋作物在低投入農業生產上之應用、東北區農牧草之生產示範、在耕作制度下之除草策略、東北區之替代農業體系之建立、東區低投入葡萄生產成效之評估、東北區有機農家網路計劃(計驗、推廣及訓練)、低投入生產物之市場銷售性之研究及低投入農業生產之經濟效益分析等等。協助LISA研究計劃之農家全美有1183戶(表二)，各種研究結果有效的措施舉例說明如下：

表二、美國各區域農家參與低投入永續農業(LISA)研究計劃之農家數
Table 2. The number of farms involved in LISA reseachs project in carious regions of USA.

農家之任務	參加 LISA 計劃之農家數				
	北東區	中區	北南區	西區	全美
提供土地做為					
重複試驗	50	42	33	30	155
非重複試驗	98	33	45	151	327
示範區	144	44	38	27	153
創意性計劃	118	129	67	202	521
協助管理計劃	167	97	50	45	259
試驗計劃之評估	138	110	77	167	497
提供下列資料					
產量	188	169	49	358	767
成本及收入	133	158	49	253	596
	85	74	41	320	523
出席會議	27	60	38	96	221
總計(一種或多種任務)	217	223	86	652	1183

*包括一個國家級計劃中有五個農家協助之情形(農家支援體系)

栽培中以機耕來控制雜草之方法很有成效，玉米－大豆輪作之高畦栽培可以減少80%之土壤沖涮。利用非化學農藥方法之蟲害控制亦有一些成效。作物收獲後之土壤處理包括翻耕、日晒等可以減少由土壤引起的病害80%。利用性費爾蒙來誘殺害蟲的方法，每英畝可以降低150美元的投入(成本)。

總之，LISA的實施對社會的影響很大，不但減低了環境的衝擊，同時對經濟上，人民生活素質之提昇上有正面的影響。

三、美國實施永續農業之有機農場之若干例子

(一)俄亥俄州的斯普萊兄弟有機農場(The Spray Brothers Organic Farm)筆者在1989年參加在俄亥俄州立大學舉行的國際永續農業研討會時訪問參觀此大規模而歷史悠長的有機農場。該農場位於Knox郡的Margan鄉。該農場位於Martinsburg之北方4~8公里處，又在Mt. Vernon南方之17.7公里處。

該農場土地本身有263公頃以外，另租有28公頃共291公頃。其中162公頃栽培作物，其他作為永久草地。作物土地中40.5公頃栽培玉米－大豆－小穀類作物－紅三葉草，實行以四年為一次之輪作制度。其經營概要如下：

1.農場之規模：面積291公頃，乳牛：32頭，肉牛：40~50頭。

2.經營勞動力：所有的田間工作由Spray二兄弟Glen與Rex所經營。有時雇用Glen的兒子或雇用打工的學生在農忙期進行除草等雜工。雇用費一年約為1,200美元。

3.畜牧經營：放牛在草地上，另外供應在自己農場上所生產的多纖維飼料。

4.雜草防治法：15年以來向來不用殺草劑。在輪作玉米－大豆－小穀類－紅三葉草中，在早春用機械除草兩次抑制雜草之滋生，晚植玉米及大豆時，先機耕把雜草埋入土中。作物生育期間再用機械除草1~2次即可。

5.害蟲、線蟲及病害之防治：因為實施輪作關係並無嚴重的蟲害問題發生，病害也非常少。因為施用大量的有機肥料，所以在土壤中大量發生有用微生物對病原菌之抑制亦有影響。

6.土壤肥培管理：Spray兄弟因為實施玉米－大豆－小穀類－紅三葉草(牧草)，之輪作制度，所以自1971年起完全不施用石灰及化學肥料。在四年輪作期間施用微生物肥料一次。對農場中之40公頃之田地經常施用大量的堆肥。

7.灌溉設施：有。

8.作物及家畜之收量：產量較郡內不實施有機農業者玉米高出32%，大豆高出40%，小麥高出5%，燕麥高出22%，紅三葉草之產量為15公噸/公頃，較未實施有機農業者高出非常之多。

9.農產物之銷售：因為Spray兄弟農場是公認的有機農場所以所生產玉米、大豆、小麥、燕麥、紅豆及肉牛之價格均較慣行法所生產者高出甚多。

10.經營收支：農場一般的經濟狀態非常良好，以1985年為例，該農場銷售穀物、家畜、畜肉之收入達18萬8,000美元之多。

(二)愛我華州的湯普森之有機農場(Richard Thompson Organic Farm)

筆者在1992年9月在愛我華州立大學參力第一屆作物科學大會時參觀湯普森有機農場故簡要報告之。湯普森有機農場為由Richard Thompson與Sharon Thompson夫妻所經營。該農場位於愛我華州的Boone郡，海拔300公尺，在Ames西方12~8公里的地方。其鄰近北部6~4公里處有愛我華大學農藝及農業機械研究中心(Iowa State University Agronomy and Agricultural Engineering Research Center)。湯普森農場面積為121公頃，全部為湯氏所有。

農場主任湯氏獲有愛我華大學之畜牧學碩士學位。該農場自1967年以來之17年間完全不用化學肥料及化學殺草劑。除利用農場本身之有機廢棄物之外亦用Boone市所生產的垃圾做為有機肥料。場主夫婦均受高等教育，故能以最新的理念經營農場。該農場亦提供給愛我華州立大學及私立的羅得爾研究所作為區域性農場試驗(on farm experiment)場地。因為該農場為非常成功的典型的有機農場所以參觀的人絡繹不絕。

1.農場之規模：113公頃，肉牛50頭，豬90頭。

2.經營勞力：湯普森夫婦，兒子一人共三人。

3.畜產經營：乳牛50頭，豬90頭為主(包括小豬飼育一年間飼養(1,300~1,400頭)。

4.雜草防除對策：因為實行密植栽培，及輪作及機耕除草，故雜草可以控制，若有必要在發芽後施用少量之殺草劑。

5.害蟲、線蟲之防除：向來不發生嚴重的蟲害。輪作、機耕及作物之種類多樣化均對害蟲之發生之有抑制效果。

6.病害防治：養豬不用抗生物質，為增加豬隻之抗病性，使用有益微生物，豬舍之清潔等

措施。為防治牛生病，在畜舍之床散佈石灰以提高pH，改善採光，餵以特殊的飼料(如用蒸煮殺菌之燕麥等)。

7.土壤肥培管理：玉米田施用污泥及廄肥(45公頃/ha)玉米及燕麥播種時施用尿素34公斤/1以頃。玉米與大豆播種時施用鉀肥34公斤/1公頃。另外實施玉米－大豆－燕麥－牧草－牧草－綠肥之5~6年一次的輪作制度。

8.灌溉設施：無

9.作物及家畜之收量：玉米之收量130~150 bushels/acre (郡之平均為124 bushels/acre)，大豆之收量為45~55 bushels/acre (郡之平均為40 bushels/acre) 燕麥為80~100 bushels/acre (郡之平均為67 bushels/acre)，乾草4~5公噸/1英畝(郡平均為3.4公噸/1英畝)。

10.銷售情形：作物及所有家畜銷售價格與依慣行法所生產者並無太大的差異。牛肉每磅較一般者貴0.1美元。

11.經營之收支：以免費取得污泥及農場內之資材，以種植豆科作物方式固氮可以節省生產成本，大豆與玉米之生產成本較慣行農法為低。

(三)美國其他代表性有機農場

除上述兩個有機農場以外，其他代表性有機農場如下：

1.愛我華州之傅力大農場(The BreDahl Farm)，位於Des Moines南西部96公里處，生產玉米、大豆、燕麥、牛隻等。

2.賓州之沙伯特有機農場(The Sabot Hill Farm)位在Richmond北西部之Goochland郡。

3.賓州之卡滋噸農場(The Kutztown Farm)位在Pensilvania州的Kutztown, Berks郡以生產玉米、大豆、牧草、麥類、養豬、養牛為主。

4.加州的費拉力有機農場(The Ferrari Organic Farm)位於加州Stockton市東部Linden鄉，以生產洋蔥、花耶菜、甜玉米、甘藍、南瓜等蔬菜之外，生產多種果樹如胡桃、杏林、蘋果、梨子等。

5.加州及阿里索那州史德藩有機農場(The Stephan Pavich and Sons Farm)本農場分為兩處，在加州之Delano郡及在Arizona州的Harzuahara Valley, Maricopa County, Arizona, West of Phoenix)。本農場以生產葡萄為主，面積有455公頃。

6.加州之北村有機農場(The Kitamura Farm)，本農場位在Colusa郡與utter郡之中間，以生產加工用番茄為主(圖二)。

7.哥拉多州的Coleman Natural Beef (CNB)，農場有5,260公頃以養牛為主，生產自然牛肉(有機肉)為主。

8.加州之倫得堡有機稻農場(The Lundberg Organic Rice Farm)該場位於加州Butte郡之Richuale，農場有1,250公頃由四個兄弟共同經營。本農場完全不用化學肥料及化學藥品但仍能賺錢，農場之運作很成功。該農場所生產有機米能以高價出售(較慣行法所生產者貴50%)，但因產量稍低所以總收入並不高。



圖二、美國加州 1989 年之有機栽培農場及轉移有機栽培中之農場(▲)與慣行栽培農場(○)之分佈
Fig2. The distribution of organic farms and transferring to organic farms (▲) and conventional farms (○) in California in U.S.A.

四、法國之生物學農業

法國目前實施生物學農業的農家大約有4000戶左右。「自然與進步」及Lemeire公司兩個團體對於推動自然農法所費的力量最多。Lemeire公司較大，具全國性銷售網，用自己的商標銷售自然食品，以保證產品之品質。該公司亦銷售海草肥料供農民使用。

因為Lemeire公司被批評為太商業化的團體，因此另外成立了的推動生物學農業的團體「自然與進步」。本團體有會員8000人，會員從事於菜園的有機栽培，所生產的有機食品透過自然食品店出售，並無Lemeire公司之自己的銷售網。

法國國民對環境保護之意識非常高漲，因此不同的地區有不同的環保團體，各團體按自己的方式進行環保與生產兼顧的農法。所謂「生物學的農業」一詞乃因不用化學農藥而用徵生物之方法來防治病蟲害而來。在法國依生物學方法生產時蔬菜、穀物、乳製品、畜產品之產量大致與以慣行法所生產者相同，但果樹之產量則減少為一半。法國的生物學農場的經營與美國相同，以有畜農業之形態進行，即除生產穀物、蔬菜、水果之外亦同時養牛及養豬、而把家畜之排泄物作為堆肥回歸在田內利用，而不必用化學肥料。在法國，自然食品之消耗量較英國為多，而仍在增加中。法國消費者相信價格高者品質亦高，故願意以較高的價格購買「自然食品」。法國之食品販賣店在巴黎市內有280家，其周圍八縣有286家共有566家如表三。

表三、法國之自然食品銷售據點
Table 3. The number of organic food stores in France.

	巴黎市內	周圍 8 縣
1.自然蜂蜜店	2	1
2.自然藥草店	11	4
3.消費者合作社	6	13
4.定期市場	9	39
5.使用無農藥小麥之麵包店	21	38
6.使用自然食品之餐廳	27	3
6.自然食品零銷店	204	188
合　　計	280	286
總　　計		566

為保證自然食品之可靠性，在1981年3月10日法國政府立法並公佈「自然食品法」(法令81~227號)，明確規定生物農產品(自然農產品)之生產法，商標法及銷售法等來保證自然食品之可靠性及保護消費者之權益。

五、英國之生物學的農業

(一)生物學農業之基準

1908年政府公佈「菜園法」規定都市人經營政府所放領公地從事於家庭式蔬菜之生產。以後「有機農家與有機栽培家協會」發佈有機農業之自主基準供為有機農家使用(謝順景1989)。

(二)英國生物學農業之推廣

有三個團體積極推動生物學農業之實施即(1)有機農家及有機栽培永續協會，(2)土壤協會及(3)優良栽培者協會。第一個團體如上述自行訂有生產基準，主張生產與環境保護並重的栽培法，但主張在生產中並不一定要全部放棄在農耕中使用化學製品，有必要時可以少量使用。

(三)慣行農業與生物學農業之綜合化

暫行農法及過度性農法等各種名詞，但內容大致相同，主張可使用某特定的在本地產化學品，有時可以使用少量的殺菌劑及殺蟲劑以解決問題，即主張慣行法與生物學農業法可以同時一齊使用，即為綜合性農業。此種主張有三種原因：

1.在英國，有機農場較慣行農場其生產性一般較低，收益也較低。
2.把慣行農業(可以用化學品)轉變為有機農業時因為碰到產量低的困難，所以需要實施兩者兼顧的中間性農業或總合性農業。
3.實行慣行農業時發生環境之污染，土壤構造被破壞，因此未能依投入之多而增加產量，因此感到需轉變為與有機農業兼用的綜合性農業。

實行綜合性農業時特別注重土壤之健康問題，故經常分析田間之土壤，根據分析結果採取有必要的措施，包括有機肥料之施用及土壤微生物之管理等。開發適合於低投入狀態下栽培的品種、綠肥之種植、輪作之實行、病蟲害之綜合防治等在綜合性農業經營之首要措施。

六、西德之生物學農業概況

西德之農政自1970年代開始注意環境問題，包括農地之水土保持，農村景觀之維持，農藥污染等以保護消費者。此外有關問題的法律亦陸續立法，例如為保護消費者特訂定免受農藥污染之法律、污染防止法、聯邦自然保護法、飼料法條文之追加、防止污染條文之追加等環保問題漸受重視。德國以聯邦農產物市場整備公社(BLM)為中心，推行農作物之「綜合栽培經營」強調土壤地力之保持，以選擇適當之栽培地及品種、適當的耕作制度、適當的施肥法及利用天敵來控制蟲害等。

西德的生物學農業稱為「生物學的耕作(Biologische Anbau)」並在波昂大學及慕尼黑大學等正式開課。開課之初雖受到農藥及化學肥料製造業者之強力反對，但仍於1981年正式開課。在西德「生物學的農業」又稱為「有機農業」，目前進行的研究題目計有(1)由慣行農業轉換為替代農業(alternate agriculture)之研究，(2)肥料及防蟲用岩石片之研究，(3)適於替代農業之栽培品種，(4)堆肥之研究，(5)天敵之研究，(6)替代農業之經濟評估。慣行農家以替代農業結合經濟之計算，同時亦以品質較劣為理由加以反對，但實際上品質很好，價格亦合經濟性。

(一)西德之生物學農業之團體

1.Steiner氏之運動團體：創始者為Rudolf Steiner氏，以他「生物與自然中之農業」之思想為宗旨創立了Steiner學校，並教導健康的生活方法等課程。

2.Wealand運動團體:本部設在佛朗克福特除指導農民及消費者有關生物學農業之理論與實際外，亦經營餐廳。

3.Demeter運動團體：為目前知名度最高而最大的生物農業團體。本團體全國設有25個模範農場，自行產銷生鮮蔬菜、水果、穀物、乳製品及有關的冷凍食品，同時定期出版有關生物學農業的刊物。

4.Horst Heiler運動團體：全國設有六所農牧場實施生物學農業措施並供銷乳品、蔬菜、水果等。

5.Reform Heiler團體：在1989年關始發始Reform Haus的運動。最初以藥草為中心開始，目前在西德境內設有3000家以上的健康食品店，並販賣藥草、生食蔬菜、穀物及蛋白質之減肥食品等。Reform Haus的農產品受中央食品研究所(設在漢堡)之農藥殘毒之檢驗，並附有檢驗合格證書，故安全可靠受消費者之歡迎。

七、瑞士的生物學農業

瑞士的生物學農業之開始較西德為晚,實施生物學農業之農民僅占總農民數之百分之一~二左右，總面積約為二萬公頃，其中百分之五十為穀物，百分之四為果樹，以穀類作物及飼料作物為主。

生物學農業可分為五型，分別有其組織。即(1)生物學的動態農業，(2)有機的生物學農業，(3)生物農場及公會之農法，(4)瑞士生物學農業協會之農法，(5)「生產者專門協會」團體之農法。此五個團體各作各的，將優良技術推荐予農民使用，農業促進財團之資料辦理各種活動，包括共同起草生物學的生產基準書等。

瑞士的生物學農業各團體，為提昇本身生產品之品質，共同訂有生物學的生產物基準共有12項(謝順景，1989)。瑞士生物學食品之運銷，以直銷蔬菜及水果為主，價格較一般栽培者貴10~15%左右，穀物主要透過農會或合作社銷售。

在生物學農業中施用大量的堆肥每公頃施用80噸之多，因此土地之生產力很高，幾乎與

慣行農法所生產之產量相同。消費者對生物學食品之需要性相當之高。Reform Haus團體全國有150所販賣店，在此店所販賣的食品較一般食品貴10%左右。

瑞士有生物學的農業研究所(Forschunginstitute Fur Biologische Landbau)，進行各種有生產技術之研究。

八、丹麥之生物學農業

戰後設立「生物動態農業(Bio-dynamic Agriculture)」之試驗農場。在1960~1970年間人民急速關心農業所帶來環境污染問題，因此成立各種團體來推行生物學農業或有機農業。

九、挪威之生物動態農法

在1940~1950年就開始實施生物動態農法，但是人民不太關心環何問題，但到1970年以後因為環境污染問題愈來愈嚴重，所以實施「生物動態農法」或「有機農法」的農民愈來愈多。

十、瑞典之生物動態農法

在1945年創立瑞典式生物動態農業協會，三年後此方面的研究急速地增加，但1970年代才真正受人們關心。「自然財團」在瑞典南部成立45公頃之試驗農場進行有機農業之研究並推廣自然農法。該財團之研究目標有四：(1)防止環境之污染，以生物學農耕法來避免使用化學農藥並以降低成本為目的；(2)維持土壤之高度生產力以求更高的所得；(3)發展抗病蟲害的品種；(4)生產食味良好的高級馬鈴薯。由於主作物與綠肥作物混作，可以減輕馬鈴薯的病蟲害，其效果甚至比慣行農法更好。

十一、澳太利亞之生物動態農業

有國家級生物學農業及慣行農業之比較試驗，並進行產量、土壤、有機質及作物之生產分析等。另外進行家畜糞尿之堆肥化試驗，牧草品種之產量及品質試驗與有機質肥料之製作、綠肥作物輪作與病蟲害發生關係等多種研究。政府對此方面研究所支援的經費愈來愈多。

十二、巴西的自然農業

巴西近年來基於國家經濟上、土壤保育上及人與家畜之健康上之理由積極推動，自然農法或有機農業。經濟上的理由是由於化學肥料、農藥、機耕用油料之成本大為增加而農產品價格並未隨投入之增加而提高，因此需以少施化學肥料及農藥之降低成本之低投入之方式來生產農作物。巴西農藥之使用量約為10萬公噸，占全世界消費量之6.8%，在世界上屬第三位。由於化學農藥之大量使用，國民對農產品之安全性愈來愈沒有把握，同時用化學肥料所生產作物之品質較用堆肥生產的食物差，故消費者轉而求有機食品。另外由於長期使用化學肥料，土壤中之微生物普遍減少，而由於土壤有機物普遍不足，引起土壤之沖涮之情形愈來愈嚴重。

1980年美國農部發表LISA計劃(低投入永續農業)之執行報告書後帶來巴西政府的迴響，因此紛紛派人前往美國、歐洲及日本等國考察。在1983年6月在巴西舉行有關綠肥栽培之全國性大會，討論在巴西實施有機農業或自然農業之可能性。會議後出版「聖保羅州之有機肥料，綠肥及輪作」一書。

該書強調在農田上應多用有機物包括(1)以家畜之糞尿為主之堆肥，(2)水溝之污泥，(3)植物油產業廢棄物(油粕等)，(4)砂糖製造後之廢棄物，(5)酒精產業之廢棄物及(6)其他廢棄物

及綠肥等。

巴西作物減收之主因是土壤中的線蟲，常導致作物之減收50~90%。此問題經採用與苦勞豆(crotalaria)與刀豆(Mucuna cochinchinensis)等豆科作物為主的輪作制度後就解決了。為積極推行有機農業，巴西有關單位在1983年9月在南部舉行自然農法研討會，在同年10月又在續木農場舉行第二次有機農業研討會。在1983年2月在聖保羅舉行全世界性的有機農業同盟(IFOAM)之大會。由此可知，巴西對有機農業之推動非常之積極。

(一)巴西的鹿毛自然農場

本農場設在聖保羅州，場主係日裔巴西人，鹿毛博文氏。自1936年8歲時隨雙親由日本移民到巴西，目前的農場面積有440公頃之大。主要栽培棉花、大豆、玉米並利用刀豆作為輪作之用。其輪作體系為玉米－刀豆(秋)－棉花－大豆，每三年種一次綠肥。刀豆不但可以抑制土壤之線蟲，且可以抑制雜草，同時每公頃可以生產30~60公噸之有機物回歸在土壤內。

根據農牧研究所(宮四郎博士)之研究，利用刀豆之耕作有如下之優點：

1.刀豆之生質量很大，犁在土壤內部時土壤之有機物大為增加，土壤保水力也增加因而在旱季亦可以種植其他作物。
2.土壤深層部之有效肥料成份向表土移動，土壤之肥沃度因而增加。
3.化學肥料量減半後主作物之產量仍可以大為增加因此可以降低成本。
4.土壤沖涮大為減少。
5.刀豆之成長快速因此可以完全抑制雜草之叢生。鹿毛氏1981~1982年度之生產面積為560公頃，其中大豆生產46萬公斤，玉米56萬公斤，花生10萬公斤，稻米7,000公斤，刀豆2,500公斤，純收益為40%左右。

(二)巴西之續木有機農場

續木善夫氏所經營的都市近郊型蔬菜農場(離聖保羅市40公里處)為巴西最典型的有機農場。該農場完全不用化學肥料及化學農藥，所生產的有機農產品有一定的運銷管道，屬於非常成功的農場。農場的面積約為60公頃。為確保有機質的來源，除利用綠肥作物、雜草，農場殘渣之外，利用自己養雞場(6,000隻之規模)的雞糞作為堆肥的原料。

巴西位在熱帶區雨量大，在此情形下若在田間完全除草時會加速土壤之沖涮，因此土壤流失會加大。因此除施用大量的堆肥外，可以藉主作物與綠肥作物之間作抑制雜草之發生。該農場實行輪作為其特色如：蔬菜→水稻→玉米(或其他禾本科作物)→綠肥作物。

續木農場經常種的蔬菜有30多種。栽培當初因為在高溫多濕之氣候下病蟲害之發生非常嚴重因此如何不用化學農藥來防治病蟲害成為很大的挑戰。以後在多施堆肥料之田區內發現天敵之數量漸次增加之現象，結果害蟲的問題即完全解決。因為堆肥之大量使用，作物之連作障礙問題不在發生。

續木有機農場所生產蔬菜每一次供銷2.5公噸~3.4公噸，每週提供五次，每次平均銷售額約為7萬元(台幣)，一個月約為28萬元(台幣左右)。有機蔬菜最初自己運送至特定的消費家庭，以後改為分級裝箱方式送到自然食品連鎖店銷售。目前聖保羅市有100多家自然食品店，續木氏專門把有機蔬菜直銷到其中之6家自然食品店，把所生產的蛋運至12家自然食品店，銷售之

管道順暢開店後兩個小時內即可全部售完。一般市民喜歡便宜的蔬菜，但某特點消費團體願意以較高於一般市場25~30%之價格購買有機產品。零售店所賺的利益為15~20%左右。

十三、日本之自然農法

(一)自然農法之原理及研究方向

日本之自然農法在1935年由岡田茂吉所創，至今已有54年之歷史。其法乃在作物之栽培上完全不使用化學肥料，人糞尿及農藥，而只用落葉枯草為材料來製造堆肥施用於土地中，提高地力，即活用土地本來生產力之一種農法。創始者所言自然農法之原理有五：

1.自然農法之原理乃設法充分發揮土壤之肥力。

2.物質本來之元素乃為泥土，因此由土壤所生物質應還原於土中。

3.土壤與植物本身亦有生命與感情，因此需要愛護土壤並尊重土壤。

4.不使用如人工肥料等不純物質於土壤內以保持土壤之清潔，如此土壤才能發揮本來之性能。

5.不必施用化學肥料及人糞尿，但需大量使用自然堆肥。

總而言之，自然農法的原理是要發揮土壤本來的潛力來生產安全而又富有生命力的農產品。對作物而言，土壤不僅是『容納肥料之器物』，更具有保持及調節水分及養分的供應或抑制急劇障礙等多項功能，況且還司掌生息在土壤中小動物或微生物等互相抵抗或協力的生化反應。如果能使土壤所具有的功能完全發揮則對作物根部之健全發育和增產都有很大的貢獻。自然農法的技術基準是活用土壤的自然力的生產法，可以說它的主體就是自然力，而技術及材料只是補助的手段而已。在此原則下所生產者為無污染者，為『自然食品』可帶來人類之健康。在此理念之下，日本的有機農業之經營日漸發達，所生產之產品種類及量亦很多。

目前日本有財團法人自然農法研究開發中心，設在靜岡縣熱海市該中心設立的目的是研究開發能保持自然生態的生產技術制度來確保生產成本之降低，能源之節省以使農村的生活能更為活耀。筆者應邀在1989年10月2日~9日訪問該中心，實際參觀該中心及該中心的大仁試驗農場及其他自然農法實施農家，故略知其運作情形。

日本自然農法研究的目的在於如何保持產量和品質在一定水準，積極利用有機物以增進作物對環境之抵抗性(抗病蟲害及對氣象的適應性等)，以開發使用極少量之化學肥料及農藥的栽培技術。其研究計劃可分為三類：

1.普通作物

(1)探討有用的有機物及其施用法。

(2)開發施用有機物而能減低農藥及化學肥料的新技術。

(3)開發除草的有效技術。

2.園藝作物

(1)利用有機物以安定其生產。

(2)積極利用有機物來生產蔬菜並提高蔬菜之品質。

3.探討有機農業生產的技術及運銷的結構。

(1)研究有關有機農業生產之各種技術問題。

(2)研究有關有機農產品之生產成本及運銷的網路。

(二)自然農法之研究農場

MOA設有大仁試驗農場約有60公頃之面積，目前進行堆肥製造法，輪作法，共榮作物之栽培研究及利用天敵為主的蟲害之防治研究。有機栽培的作物包括水稻、葉菜類、根菜類、果菜類、果樹、菜樹等。阿南農場與農協、鄉公所合作生產有機蔬菜，大量供應消費者。MOA在沖繩縣的石垣島下設有熱帶地區自然農法研究農場，進行各種熱帶作物之有機栽培試驗。設在枋木縣之農場以栽培蕃茄為主，十年來從未用過化學肥料及化學農藥，所生產的蕃茄的售價比一般蕃茄之售價為高。設在廣島縣的農場亦與鄉村合作社共同種植自然蔬菜。設在九州的農場有29個分部實施各種蔬菜之栽培及推廣工作。

(三)自然農法(有機農法)之推廣

為實際之需要自然農法國際研究開發中心研訂了自然農法技術之推廣要綱，自生產開始至收獲運銷間之技術規定為一技術體系供為實施自然農法農家之參考。該要綱在1987年5月22日公佈實施。自然農法經過多年的推廣在日本實施者已達15,000人，而在都市內約有10萬人參與自然農法及自然食物的研究等消費者團體的活動。

為明瞭目前日本農民所實施的有機農業實況，農林省在1987年4月~1988年3月之一年期間向全國4095個農協(農會)作問卷調查研究。收回的問卷共有553件(回答率為62%)。經過統計分析後獲如下的結果。

1.有機栽培之實施狀況

在管轄內有有機栽培法人集團的農協佔全數之30.4%(777個)。實施有機農業之農家共有1022戶，其中以集團方式栽培者占51.3%(524戶)，以個人農戶方式者占42.5%(434戶)，以法人方式經營者占2.5%(26戶)未回答者占3.8%(38戶)。

表四、日本實施有機農業之農家戶數(1988)

Table 4. The number of organic farms in Japan (1988)

經營方式	農戶數	百分率(%)
集團栽培方式	524	51.3
個體戶栽培方式	434	42.5
法人經營方式	38	3.8
總　　計	1022	100.0

2.有無遵照有機栽培法基準之比例

按照有關單位所規定方法執行有機農業者占26.5%(271例)，不按照標準規定進行有機栽培者占53.6%(548例)未回答者占19.9%(203例)。

3.有機栽培之作物數

有機栽培作物種類為1~10種者占67.9%(694例)，11~20種類者占8.4%(86例)，21種以上者占16.1%(165例)，無回答者占7.5%(77例)。有機栽培作物數總共有131種類，其中種植最多者為水稻(558例)，其次為胡瓜314例，蘿蔔294例，波菜290例，馬鈴薯289例，茄子286例，甘藍266例，白菜253例，紅蘿蔔253例，南瓜247例，洋蔥231例，芋頭217例，甜椒217例，玉米208例等。

表五、日本有機栽培之作物數
Table 5. The number of crops for organic culture in Japan

作物種類數	農戶數	百分率(%)
1 – 10 種	674	67.9
11 – 20 種	86	8.4
21 種以上	165	16.1
未回答問卷者	77	7.5

表六、日本有機栽培作物多寡之比較
Table 6. A comparison of percentages of organically grown crops in Japan.

作物種類	例數	百分率 (%)
水稻	558	14.2
胡瓜	314	8.2
蘿蔔	294	7.6
波菜	290	7.4
馬鈴薯	289	7.3
茄子	286	7.3
甘藍	266	6.7
白菜	253	6.4
紅蘿蔔	253	6.4
南瓜	247	6.3
洋蔥	231	5.8
芋頭	217	5.5
甜椒	217	5.5
黃米	208	5.4
總計	3923	100.0

4.家畜之飼養狀況

飼養家畜者占29.6%(303戶)不飼養家畜者占70.4%(719戶)。

5.有機農業技術之導入狀況

經由先進農家學習者占13%(188戶)，經由營農指導員學習者占7%(101戶)，經由農業推廣人員學習者占6.5%(94戶)。

6.實施有機農業之動機

生產好吃的作物為目的者占23.1%(369例)，應消費者的要求而實施者佔17.3%(276例)，為耕作者(農民)本身之健康而實行者占14.2%(227例)，為避免發生連作障礙而實施者占11~9%(190例)，由於宗教信仰上之理由而實施者占10.5%(167例)，因為有機農產品能高價出售而實施者占6.3%(101例)。

表七、日本實施有機農業之動機

Table 7. Different purposes of crop organic production in Japan.

生產動機	例數	百分率(%)
生產好吃的食物	369	27.7
應消費者之要求	276	20.8
為耕作者本身之健康	227	17.1
避免發生連作障礙	190	14.3
由宗教信仰之理由	167	12.5
為有機農產品能高價出售	101	7.6
總　　計	1330	100.0

7.農藥及化學肥料之使用狀況

(1)農藥

完全不施農藥者占38.6%(359例)，施用少量農藥者占33.9%(346例)，無農藥為主但有時施用少量農藥者占13.5%(138例)，按照慣行法施用農藥者占7.4%(76例)。

表八、日本有機農戶使用農藥之情況

Table 8. The status of pesticide application in organic farms of Japan.

農藥使用情形	例數	百分率(%)
1.完全不施農藥者	359	35.1
2.施用少量農藥者	349	34.2
3.不施農藥為主但偶爾施用少量農藥者	138	13.5
4.按照慣行法施用農藥者	76	7.4
5.未回答問卷者	100	9.8
總　　計	1022	100.0

(2)化學肥料

完全不施用化學肥料者占41.8%(424例)，施用少量化學肥料者占25.9%(265例)，完全不施化學肥料為主，但有必要時施用極少量之化學肥料者占15.9%(163例)，以慣行方法施用化學肥料者占7.4%(76例)。

表九、日本有機農戶使用化學肥料之情況

Table 9. The status of chemical fertilizer application in organic farms of Japan

化肥使用情況	例數	百分率(%)
1.完全不施化肥者	424	41.4
2.施用少量化肥者	265	25.9
3.完全不施化肥為主但有必要時施極少量之化肥者	163	15.9
4.以慣行法施化肥者	76	7.4
5.未回答問卷者	94	9.1
總計	1022	99.7

(3)農藥與化學肥料之組合情形完全不施用農藥及化學肥料者占31.3%(323)例，施用少量

之農藥和化學肥料者占18.4%(188例)。

8.有機農業之特殊技術

農民保持其特殊技術者占40.9%(418例)，無特殊技術者占41.9%(428例)，所謂特殊技術包括培養土之製作，堆肥之施用法，使用微生物及漢藥來控制病蟲害等。

(四)日本有機米之生產情況

產量：

有機稻米之產量比慣行栽培法低於10~20%者佔34.6%(154例)，與－慣行栽培法之產量大約相同者占27.4%(122例)，比慣行法之產量低30~40%者佔16.4%(73例)。

價格：

有機米之價格比由慣行法所生產者高10~20%者占36.4%(162例)，高30~40%者占15.7%(70例)，大約相同者占29.2%(130例)。

勞動時間：

有機米生產所需勞動時間比慣行生產法多用10~20%的時間者占29.9%(133例)，多用30~40%者占22.9%(102例)兩者大致相同者占14.4%(64例)。

農藥及化學肥料之使用情形：

完全不使用殺蟲殺菌劑者占51.9%(231例)，儘量不施用殺蟲、殺菌劑者占19.8%(88例)，農藥使用量減為一般使用量之五分之一以下者占18.9%(84例)，使用慣用量者占6.1%(37例)能達到完全不施農藥或少施農藥亦可的技術中認為有機質肥料之使用最有效者占44.5%(97例)，其次為使用適當的栽培品種占12.1%(81例)，再次為適時適作占12%(80例)。

表十、日本有機米生產中農藥及化學肥料之使用情形
Table 10. The status of chemical fertitizer and pesticide applications in organic rice farms of Japan.

1.完全不使用殺蟲殺菌劑者	51.9%(231 例)
2.儘量不施用殺蟲，殺菌劑者	19.8%(88 例)
3.農藥量減為一般量之五分之一以下者	18.9%(84 例)
4.使用慣用量者	6.1%(37 例)
5.完全不施農藥而認為有機質肥料最有效者	44.5%(97 例)
6.使用最合適之品種者	12.1%(81 例)
7.適時適作者	12.0%(80 例)

除草前之使用情形：

完全不施用除草劑者占52.1%(232例)，使用量減為通常使用量之五分之一者占18.2%(81例)，儘量不使用除草劑者占13.9%(62例)，使用一般量之除草劑者占11.9%(53例)。除草方法：人工除草占29.2%(210例)，中耕除草占23.1%(166例)，早期除草占13.8%(99例)。

表十一、日本有機米生產中除草劑之使用情形
Table 11. The status of herbicide application in organic rice production in Japan.

1.完全不施用除草劑者	52.1%(232 例)
2.使用量減為一般量之五分之一者	18.2%(81 例)
3.儘量不用除草劑者	13.9%(62 例)
4.使用一般量之除草劑者	11.9%(53 例)
5.完全用人工方法除草者	29.2%(210 例)
6.實施中耕除草者	23.1%(166 例)
7.早期除草者	13.8%(99 例)

化學肥料之使用狀況：

完全不施用化學肥料者占47.2%(210例)。儘量不施用化學肥料者占21.1%(94例)，使用量減為慣用量之五分之一以下者為16%(71例)，使用慣用量者占8.3%(37例)。不施化學肥料亦可之條件認為施用有機肥料即可者占54.7%(312例)，並用土壤改良劑即可者占14.6%(83例)，施用綠肥於土中者占11.8%(67例)。

有機質肥料之材料：

以稻草為材料者占29%(310例)，以牛糞為材料者占13.5%(144例)，以雞糞為材料者占10.2%(109例)，以作物之殘查為材料者占1.1%(97例)，以米糠為材料者占8.7%(93例)，以豆粕(餅)為材料者占8.4%(90例)。

有機肥料之使用量

每分地(10a)使用2,000~3,000公斤者有70例，使用1,000~2,000公斤者有69例，使用1000公斤以下者有63例。

有機米之銷售及有機農產物之標示：

透過農會(農協)銷售者占60.4%(297例)，直接銷到特定消費者團體者占22.5%(104例)，透過銷售(流通)業者占11%(51例)，透過其他管道銷售者占6.1%(28例)，有標示有機農產品或自然農法產品字樣的樣籤者占41.7%(208例)。

表十二、日本有機米之銷售及農產品之標示
Table 12. The labelling of organic rice and organic products for marketing.

1.通過農會(農協)銷售者	60.4%(297 例)
2.直銷到特定團體者	22.5%(104 例)
3.透過銷售業者者	11.0%(51 例)
4.透過其他管道者	6.1%(28 例)
5.有標示有機農產品或自然農法產品字標者	41.7%(208 例)

表十三、日本有機米與一般米之產量及價格之比較
Table 13. A comparison of yield and price between organic rice and ordinary rice in Japan.

產量	低於慣行栽培法 10-20%者	34.6%(154 例)
	與慣行栽培法相同者	27.4%(122 例)
	低於慣行栽培法 30-40%者	16.4%(73 例)
價格	比慣行栽培法所生產高 10-20%者	36.4%(162 例)
	比慣行栽培法所生產高 30-40%者	15.7%(70 例)
	比慣行栽培法所生產相同者	29.2%(130 例)

十四、泰國之永續農業

(一)泰國永續農業之政策

泰國是以農立國的國家，農業生產力隨著經濟之發展而大為提高。換言之，泰國的農業與其他國家一樣，隨著科技的進步而使用經過改良的種子，使用大量的化學農藥及化學肥料而導致農業生產力的提高。如此多年的經營結果和其他已開發的國家一樣帶來嚴重的環境污染問題。化學農藥及化學肥料，對土壤及水源污染愈來愈嚴重，農作物本身的污染也對人民的健康帶來不良的影響。

泰王蒲美蓬陛下近年來對此種環境惡化問題特別關心，所以下令政府設法改善，為帶頭示範起見，泰王在其皇家計劃下，在其所直接管轄的皇家張布理青年農民訓練中心(Chonburi Agricultural Youth Training Center)及高賓松農業研究及發展中心(Kao Hin Sorn Agricultural Research and Development Center, Integrated by His Majesty)規劃為自然有機農場，實施(避免使用化學農藥及化學肥料)自然農法來生產有機農產品。泰國政府，希望在泰王計劃(Royal Project)下，使該兩個有機農業示範研究農場的經營能更科學化，更生產化以作為泰國永續性農業推展之示範農場。

(二)泰國永續農業之研究與推廣

1.張布理青年農民訓練中心之自然農業之研究與推廣

本訓練中心位於曼谷東方，1400公里的地方(Yarnsangvararam, Banglamoong Chonburi, Thailand)。本中心有10公頃的農場，係泰農民捐給泰王蒲美蓬的土地，泰王把它變成為訓練農民實施有機農業的訓練中心。在皇家計劃(Royal Project)下每年由皇室撥發固定的預算。為加速實行自然農法，泰王曾選派四位職員前往日本MOA之大仁農場接受自然農法的訓練，該四人回國後成為該農場的教師及主要幹部，實施堆肥之製造，土壤改良，及有機蔬菜之生產等之研究及推廣為其主要工作。因為屬於泰王的皇家計劃雖然離曼谷很遠交通不很方便，但每年前往參觀的人有三千多人。

筆者等前往參觀時有5教師正在指導20位青年農民。目前主要以作物技術之開發(玉米、木瓜、胡瓜、芋頭及其他蔬菜)及技術推廣為主。該農場普遍缺乏有機質，土壤堅硬又無灌溉水源，是一個條件不好的看天田，所以作物之生長普遍不理想，產量也極低，因此必須大量施用有機肥料才能改善土壤物理性。筆者建議該農場有計劃地種植綠肥作物例如田菁、太陽麻等以增加土壤有機質。該農場目前種植樹豆(Pigeon Pea)其生質量(Biomass)產量極高，收刈後可以再生而且甚為耐旱似理想的綠肥用豆科植物。該農場為促進作物的生長曾經使用液體化學肥料，但在乾旱之土壤中使用，此種化學肥料不但未能改善土壤之物理性，而且會破壞土壤之生物性，故建議該場停止使用否則可少量與有機堆肥混合方式使用較為安全。

據該場負責人Kla博士稱，台灣的蔬菜種子如台中一號洋香瓜、甜玉米及芋頭等在該地生產良好，故要求台灣提供一些其他能適於亞熱帶地區的種原給他們試種。筆者建議該場栽培耐旱而因莖葉茂盛能減少土壤水分之蒸發的甘藷(台農十七號、台農五七號等)。台灣的茄子及耐熱性強的台中亞蔬四號及番茄胡瓜等可能會很不錯。

總而言之，張布理農場因為乾旱及土壤堅硬，雖然氣候很好，作物之生產情形極為不理想。在此情形下土壤改良及灌溉水之獲得為兩種最重要的工作。土壤之改良非以多施用有機堆肥及種植綠肥作物方面下手不可。泰王想把這一塊條件不好的土地以有機栽培的方式變成

為生產力很高的土地作為其他類似條件土地之示範區。

2. 泰國皇家高賓松農業研究及發展中心(Kao Hin Sorn Agricultural Research and Development Center, Integrated by His Majesty)之自然農業之研究與推廣。

1979年之8月8日泰國人民捐出約二百公頃的土地給泰王蒲美蓬，地點在泰國Chachoengsao省的Phanomsarakam區的高賓松(Kao Hin Sorn)。泰王把該土地用作為農業研究及發展中心。

(1)水稻，Cashew豆，藥用作物之品種適應性試驗。

(2)輪作制度之研究。

(3)樹薯產量隨年降低可能土壤劣化有關，其原因及對策之研究。

(4)蔬菜(甘藍、波菜、番茄、豌豆)之栽培試驗。

(5)土壤沖涮對作物之影響研究。

(6)土壤本身之研究，如土壤物理性、普遍缺乏有機質，酸度較高等問題。

(7)利用農場廢棄物製造堆肥之研究。

(8)各種綠肥作物之栽培試驗。

(9)旱作灌溉試驗。

(10)液體有機肥之製成與施用對蔬菜之生產影響之研究。畜牧方面之研究：包括肉牛、乳牛之養育、及畜牧廢棄物之堆肥化利用等研究。

生態保育之研究：主要重新培植樹木，(短期樹木及長期樹木)，作為水土保持及景觀改善之用。

總而言之，訪問參觀該農場的感想是該農場土地很大，但土壤堅硬，砂質性高加上水源不足，作物生產條件非常之差。根據在泰國屬於此類的土地很多，因為生產力低，農民棄之不用成為莫大的浪費。有鑑於此，泰王想把這條件不好的土地開發成為生產力高的示範農場，其目標正確。在該農場也看到綠肥作物之種植及堆肥製成之現況，但其規模仍需再予擴大，以便製作更多的有機肥料大量施用在堅硬的砂質壤土中，否則作物之產量無法提高。

勿論如何，泰王有心把該農場變成為生產力很高的土地作為其他類似條件土地之示範區之方向是正確的。有了泰王的用心及農林部官員之共識，加上日本MOA之幫忙及台灣技術之協助該中心不久應能成為真正負責進行自然農法或永續性農法之研究中心。

十五、韓國之永續農業

(一)韓國的永續農業之研究

筆者在1992年6月參加在韓國召開的亞太地區之永續性農業會會時曾考察該國之有機農業，此報告如下：

韓國古代的農業是依靠動植物之廢棄物作為肥料而施入於土壤內循環利用，但現代農業則依靠化學肥料來生產農產品，故這些農場廢棄物就棄而不用成為環境之污染源之一。在韓國每一頭牛及豬，每天各生產三十公斤及六公斤的糞便，全國一年中生產3700萬公噸的家畜廢棄物(要十四)。假如這些廢棄物完全回收施用於田間並以16.9公噸/公頃之施肥量來計算時即可取代1990年所施化學肥料中氮肥之44%，磷肥之67%及鉀肥之70%。假如每公頃以50公噸之施肥量計算時就可以解決75萬公頃耕地所需肥料。雖然如此，韓國之有機肥料之使用情形十分不理想，成為目前急需解決的問題。

表十四、韓國家畜廢棄物之年產量
Table 14. The annual yield of organic manures in South Korea

家畜種類	廢棄物之日產量 (Kg/日/頭)	家畜頭數 (X 1000)	廢棄物年產量 (百萬噸/年)	養分生產量 (千噸/年) N	P_2O_5	K_2O
牛	31.00	2.051	23.12	104.4	58.0	139.2
豬	6.00	4.801	10.51	73.6	63.1	42.1
家禽	0.15	61.689	3.88	33.8	27.0	16.9
總計			37.00	211.8	148.1	198.2

資料來源：(Yoo, Sun-Ho and Yeong-Sang Jung 1992)

韓國近年來對使用有機質為主的有機農業開始重視，農民使用有機肥料之情形也愈來愈普遍，根據韓國農林振興廳農業科技研究所，最近所做對145個有機農家之問卷調查結果，實行有機農業的農民之年齡30~50歲者佔64%。有機農場中栽培作物者佔22%，栽培葉菜及根菜者佔32%。百分之四十的有機農戶接受有關單位指導後決定從事於有機生產，而28%之農戶則由親戚及朋友的農場看到後把他們的農場改為有機農場。

調查農戶中之53%之農家改為有機農業經營之主要理由是為生產無化學藥品污染的健康食品之需要而設立，26%之農家則為解決連作障礙而實施有機農業，有機農場中並施有機肥料及化學肥料者佔56%，只使用有機肥料者佔23%。有機農場中只用人工除草者佔64%，而亦用殺草劑及人工除草者佔28%。在有機作物生產期間完全不使用化學藥品來控制病蟲害者佔37%。

表十五、韓國有機農場的土壤理化性(資料由農業科技研究所提供)
Table 15. Physicochemical properties of soils in the organic farms of South Korea

農家之草地	pH (1：5)	有機質量 (%)	有效性磷酐 (ppm)	交換性陽離子(me/100g) K	Ca	Mg	鹽基飽和度 (%)
1.Kyonggi Kuri	6.8	5.8	1,483	2.38	11.2	5.5	191
2.Kyonggi Yangju	5.6	3.6	1,392	2.47	6.9	3.3	127
3.Chungnam Chongyang	6.1	2.8	1,031	1.80	6.4	2.3	105
4.Chonnam Bodunh	6.8	8.8	979	2.36	9.9	4.0	171
5.Chungnam Chonwon	6.3	7.8	2,400	1.90	9.0	4.8	157
6.Kyongbuk Bonghwa	6.2	3.0	1,155	0.90	7.4	1.3	96
7.Chungnam Boryong	6.9	3.2	1,992	0.82	7.4	3.9	121
最適當之標準	6.5	3.0	500	0.5	5.0	2.0	80

表十六、韓國之永續農業之實施情況
Table 16. The practice of sustainable agriculture in South Korea.

1.實行有機農業之農民年齡 30~50 歲	64%
2.有機農場中栽培作物者	22%
3.栽培葉菜及根菜者	32%
4.接受有關單位指導後決定經營有機農場者	40%
5.參觀朋有友之有機農場後決定自己經營有機農場者	28%
6.為生產無化學藥品污染之食品為目的者	53%
7.為解決連作障礙而實施有機農業者	26%
8.有機肥料及化學肥料者並用者	56%
9.只施用有機肥料者	23%
10.只用人工除草者	64%
11.人工與除草劑並用者	28%
12.完全不用化學農藥來控制病蟲害者	37%

(二)韓國永續農業之推廣－Yuseong有機農場

本農場位忠北省的Yuseong鄉，農場主人為申聖俊，農場面積1.8公頃。申農友是60多歲的典型的老實農人，住在農場內自建的現代化的農宅內。在倉庫內堆積一些有機堆肥腐熟促進微生物成品及非化學性自然農藥配製原料及簡單設備。住宅後面有自用堆肥堆積場，堆有包括稻殼在內的堆肥原料及已成熟的堆肥。因為韓國氣溫較低，所以所有蔬菜均在塑膠溫室設施內栽培。

一般來說，土壤有機物少於2%者歸為不足，2.5%者為中等，而超過5%者歸為很多(或充分夠用)。而該農場的有機質含量為3.3%屬於中上級的含量。因為有機質含量很高，土壤酸鹼度(pH值)提高為6.1其理化性相當理想。

申農友製造堆肥的原料有稻草、稻殼、木材廢棄物、廢棄雜草、動物廢棄物等。在農場廢棄物堆積作業時添加促進有機質腐化的微生物劑(商品化的)，可以縮短堆肥成熟期間一半的時間。堆肥一般以基肥的方式施用於土壤中，然後栽培各種蔬菜，包括番茄、萵苣、白菜、甘藍、胡瓜及其他瓜類等。病蟲害的防治申農友告訴參觀團員說主要使用自然農藥包括由魚肚抽出物，加上貝殼粉或市售的非化學農藥，因為蔬菜都在網室及塑膠布溫室之設施內栽培，蟲害的問題較少，所以原則上不必噴撒化學農藥。

有機蔬菜與一般蔬菜在市場上之價格同樣，但若銷售到喜愛自然食品的契約消費者則售價可提高，即增加30%左右。1.8公頃一年的收入有3000萬韓圜(每公頃1600萬圜)即每公頃516,100元台幣。申農友又告知，在韓國的消費者中，喜愛「有機農產品」的比例年年在提高中，所以對有機農場之經營充滿了信心。

十六、菲律賓之有機農場

筆者在1992年6月有機會訪問設在Los Banos的私人有機農場，該農場之面積約為3公頃之小型農場設在公路邊，農場內除有堆肥場、蔬菜園之外，設有觀光客為對象的餐廳，供應有機食品。在農場上施用大量的有機肥料，並種植葉菜類蔬菜如白菜，甘藍等及番茄等果菜。在蔬菜上覆蓋塑膠網或塑膠布以防病蟲害之發生。以人工除草之方式防治雜草而完全不用殺

草劑。有機蔬菜之售價據說較以慣行法所生產蔬菜者為高。

十七、台灣永續農業之研究推廣

(一)台灣永續農業之研究

在中央農委會及省府農林廳之政策性推動下，中央研究院植物研究所，國立台灣大學、中興大學、台中區農業改良場、高雄區農業改良場、農業試驗所及畜產試驗所最近幾年來大力投入有機農業或永續農業之研究。研究範圍包括抗病蟲品種之育成，堆肥之製造法，輪作制度，病蟲害之生物防治法，土壤之管理及有機栽培之經濟分析等，其研究成果已在1988年在台中場所舉行的有機農業研討會中及本次永續農業研討會(1993年6月8日~10日)中發表。

(二)台灣永續性農業之推廣

1.有機肥料及綠肥之示範推廣

在農委會與農村廳主導下，在1986年透過農業改良場在全省各區設立有機肥料施用示範區以介紹有機肥料對農作物之成效。每區面積為0.3公頃，堆肥施用量為3.6公噸(即12公噸/公頃)，每示範區有機肥料由政府補助6,000元。經過二年間之小面積示範，農家已有信心乃實施大面積推廣(10公頃以上)。有機肥料之施用量，果樹等長期作物為8公噸以上，蔬菜等短期作物每公頃為4公噸以上，菜等短期作物每公頃為4公噸以上，有機質肥料之補助長期作物8,000元，短期作物4,000元(李1991)。

小面積示範自1986~1991之間，共489處，(146.7公頃)，大面積自989~1991年之間共258處(2,945公頃)，使用作物對象有高收益之果樹，葡萄，梨，蘋果，水蜜桃，芒果，番石榴，番荔枝，柑桔，枇杷，楊桃，鳳梨等。水稻及雜糧作物之有機肥料之使用情形較少。另外利用休耕農田設置綠肥栽培示範區，每區為10公頃，以栽培油菜，紫雲英，埃及三葉草為主，1982年度綠肥推廣面積為9,500公頃。

2.永續性農業綜合經營之示範推廣

如本文中所述，永續性農業係以施用有機肥料及自然農藥為主，並在平衡自然生態之下生產食物的農業，故根據上述研究結果導出一個可行的耕作模式推荐農民應用。為農民能明瞭此種作物之生產模式，1990年在中央農委會支助下，省農林廳乃選擇各地區有興趣的農民辦理田間示範，經選擇中海拔之南投縣鹿谷地區三公頃，魚池合作農場8.5公頃，嘉義竹崎10公頃，1991年起再增加嘉義番路高山茶區5公頃(黃1991)。因初期有機栽培生產成本高，產量較低，乃補助其生產資材及部分勞務等費用。實施兩年來，農民對有機農業尚不習慣，不敢貿然完全不用農然及化學肥料，只能從減少使用化學肥料及農藥以有機肥料替代部分化學肥料以漸進的方式轉為有機農業。

1990年財團法人國際美育自然生態基金會在新竹縣北埔鄉設立10公頃之柑橘有機農場並以日本MOA自然農法之規範生產有機柑橘，雖然歷史尚淺但已創立產銷一慣化的有小規模經營有機農場，農場規模及處數有漸多之趨勢，在彰化縣之順天有機農場及嘉義縣竹崎鄉之絲瓜有機農場為其例子。

討論與結論

本世紀由於科學的發展而為人類帶來正面的影響。科技產品如化學肥料與化學農藥等對農業的生產雖也帶來正面的影響，但由於長久的使用及使用不當同時也對環境帶來負面的衝擊。為解決此問題，世界各國近年來普遍推行不用化學肥料及化學農藥的有機農業，替代性農業或永續農業之研究。其內容包括有機質之利用、土壤管理方法、病蟲害之綜合防治方法、省工栽培法、有機農產品之經濟性分析及有機食品對人類之健康等。在美國及歐洲各國在大學裡開永續農業之課程以推廣永續農業之理念及實施方法。

美國之再生農業或永續農業在20年前實行後即受廣大社會之注意。為徹底推行永續農業在1983年在美國國會通過了「農業生產」法案，依法律規定農民應漸次由慣行農法轉變為低投入永續農法。美國農部自1988年起編預算支持各大學執行LISA (Low Input Sustainable Agriculture)研究計劃，預算年年在增加中。據美國農部的估計，以商業為目的有機農業經營者至少有24,000人，但民間的羅得爾研究所(Rodale Institute)估計至少有30,000人左右。

在同的理念下，在歐洲各國也普遍實行類似的生物學農業(Biological Agriculture)，以儘量少用化學品在農業生產上為其宗旨。德國、法國及英國等國以施用有機肥料及替代性方法來防治病蟲害為原則，但主張有必要時可以施用少量化學品以維持作物之產量及栽培之經濟性。美國的大規模有機農場如Spray兄弟農場Tompson有機農場完全不施用化學肥料及化學農藥之下也能達到相當高的作物產量。日本及巴西有機農戶係按照自然農法基準之規定完全不施用化學品來生產有機農產品深受消費者之喜愛。

有機農業開始時產量較低，但因為有機食品無農藥污染，品質較好故受某特定消費團體之喜愛而價格一般較高。例如美國加州的有機青花菜較一般青花菜貴50~100% (Franco 1988)又在德國，照生物學農法所生產小麥及黑麥之價格較慣行農法所生產者貴73.7%，照動態生物學農法(Bio-dynamic agriculture)所生產者較一般小麥及黑麥貴86.3%(Geier and Vogtanm 1984)。巴西及日本之自然食品亦普遍比一般食品為高。此種高價格能否一直維持下去值得探討。根據美國對消費者所做問卷調查結果表示約有三分之一消費者願意以較高的價錢購買自己認為較安全的有機食品。在日本有機食品或自然食品有廣大的消費市場在有機栽培面積各國(美國、瑞士、英國、法國、荷蘭及巴西等)僅占農業生產面積之1~2%。而有機農產品供應量普遍不足之情形下，筆者認為有機食品之高價值仍可維持一段時間。永續農業雖然在農民認為有利可圖之情形下才能普遍被採用最重要的是世界各國之自然生態及環境之污染問題可由於推行永續農業而獲得完全或部分解決。

永續農業之重要性普遍受到世界各國認同之今日，各國如何在各國內加強有關問題之研究及如何加強不同國家間研究成果之資訊交換以使研究成果能落實在有機食品之生產上成為今後共同努力之課題。關於此點，吾人有加強最近成立的世界永續農業協會(World Sustainable Agricultural Association; WSAA)之功能之必要。



圖一　美國俄亥俄州Spray兄弟之有機農場

Fig. 1. The Spray Brother's orgainc farm in Morgan Towmship, Knox County Ohio, U.S.A.



圖二　美國愛華州的湯普遜有機農場

Fig. 2. Rihard and Sharon Thompson's organic farm in eastern Boone County, lowa, U.S.A.



圖三　美國賓州的羅得爾研究所之有機農場

Fig. 3. The organic farm of Rodale Institute, Pennsylvania, U.S.A.



圖四　日本自然農法研究開發中心－阿南農場

Fig. 4. The Natural Farming Research and Development Center Ahnang farm, Japan.



圖五　韓國Yuseong鄉之有機農物照片為場主申聖俊及其有機蔬菜生生產情形

Fig. 5. The organic production of vegetables at Mr. Shin's organic farm in Yuseong Township, Korea.





圖六　香港有機農場「綠田園」園主劉婉儀女士與作者合影

Fig. 6. The Green Field Garden Organic farm in Hongkong.





圖七　泰國皇家計劃下之Chonburi有機農場

Fig. 7. The organic farm of Chounbari Training Center under the Royal Project in Thailand.





圖八　台中區農改場及其代輔導成立的南投中寮有機農場

Fig. 8. ustainable production of corn at the organic farm of Taichung District Improvement station, Chumghua, Taiuan, R.O.C. and Sung-Tai organic farm at Chunglia Pantao,





圖九　菲律濱Los Bonos附近的有機農場

Fig. 9. Organic farm at Los Bonos, Laguma Philippines



圖十　中國大陸北京近郊之大春之有機栽培

Fig. 10. Organic production of wheat in Beigin, China.

參考文獻

1. 李有義　1991　有機農法和有機質肥料之推廣　自然農法　第4期　24~29頁。
2. 黃伯恩　1991　台灣有機農業發展概況　自然農法　第4期　32~33頁。
3. 謝順景　1989　歐美國家之有機農業　有機農業研討會專集(謝順景、謝慶芳主編)　台中農改場特刊16號　31~50頁。
4. 謝順景　1989　有機農業產品產銷之探討　有機農業研討會專集　251~268頁　台中農改場特刊16號。
5. 謝順景　1990　世界各國之有機農業的研究與推廣　中華民國農學團體78年聯合年會專題演講稿1~58頁　台中農改場刊印。
6. 謝順景　1992　台灣永續性農業之研究推廣與展望　中華農學會報　新160期　13~29頁。
7. 謝順景　1992　世界永續性農業協會成立大會記實　自然農法　第5期　5~8頁。
8. 來來速水　1989　世界　自然農法　1~229頁　日本弘生　書林發行。
9. Cook R. James. 1991. Challenges and rewards of sustainable agriculture research and education. Sustainable Agriculture Research and Education in the Field. A Proceeding pp.32-73. National Academy Press Washinton D.C. 1991.
10. Franco J., A. Goodman and D. Katz. 1988. Analysis of Organic Market News and Information Service (OMNIS) and current organic marketplace California, Prepared for the Steering Committee for Sustainable Agriculture June 1988.
11. Franco, J. and D. Katz. 1988. Analysis of the marketplace for organically grown fresh produce. Research proposal to the University of California sustainable agriculture research and education program.
12. Geier B. and H. Vogtmann. 1984. Marketing and pricing of biological products in West Germany. A Comparative study on Biological Agriculture and Horticulture. Vol.2 No.2 pp.157-169.
13. H. R. 2714 The Agriculture Productivity Act of 1983, 98th Congress 1st Session.
14. National Research Council. 1989. Alternative Agriculture pp.247-398. National Academy Press Washinton, D. D. 1989.
15. Sun Paul M.H. and S. C. Hsieh. 1992. The establishment of a sustainable agricultural system in Taiwan. Sustainable Agriculture for the Asian and Pacific Region pp.59-75. FFTC Book Series No.44.

Sustainable Agriculture in Various Countries of the World

Sung-Ching Hsieh

Taichung District Agricultural Improvement Station.

ABSTRACT

Mordern agriculture, based on the monoculture of cash crop varieties that require high inputs, depends on heavy applications of inorganic fertilizers and on chemical pesticides for pest control. Although this kind of farm practice has contributed greatly to the agricultural productivity in the past years, however, monoculture often leads to excess production of a crop which causes a drop of farm price and eventually to decrease farm income. On the other hand, this chemically oriented intensive farming system will cause soil erosion and polution of underground water. The sustainability of modern agriculture has become a subject of great concern in various countries of the world. The establishment of sustainable production system without depending chemical fertilizers and pesticides will result in a reduced impact on the environment. The present paper described the present status of the enforcement of sustainable agricultureal practices in Europe i.e. England, Germany, Switerzland, Norway, Sweden, in South America (Brazil) and in Asia i.e. Japan, Korea, Thailand, Philippines and Republic of China on Taiwan. The marketing of organically grown agricultural products in various countries was also discussed.

Key word: Sustainable agriculture, Natural farming, Biological agriculture, Low input agriculture.