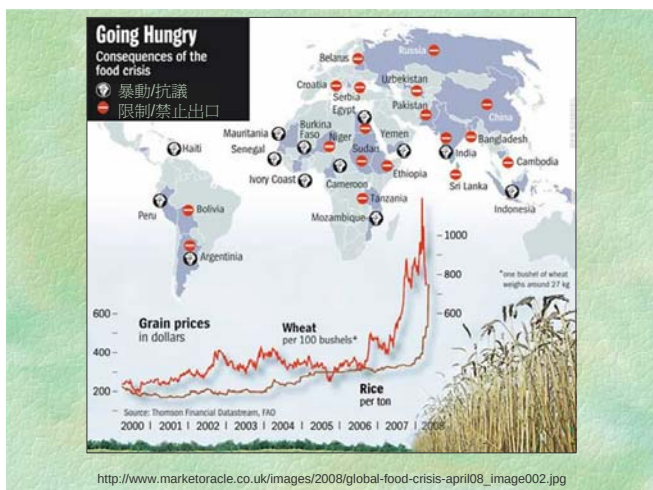
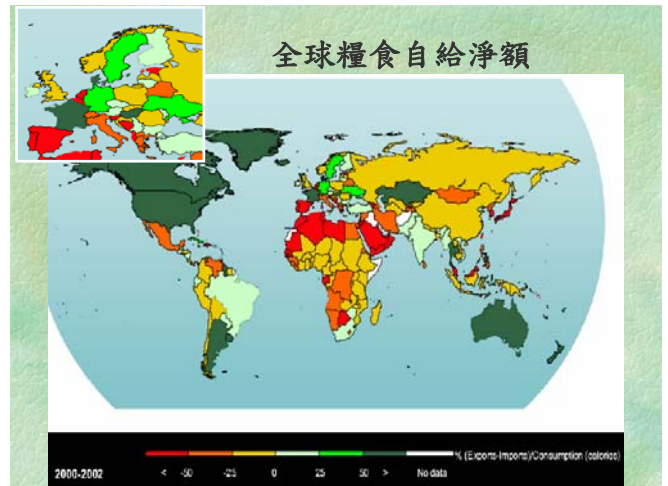
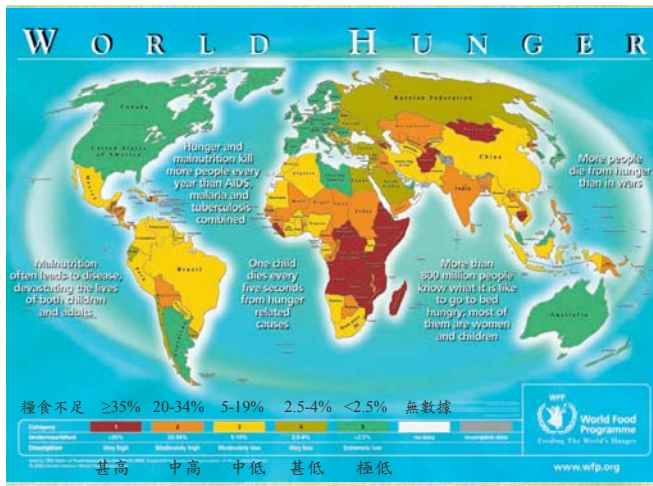


生物多樣性與有機農業

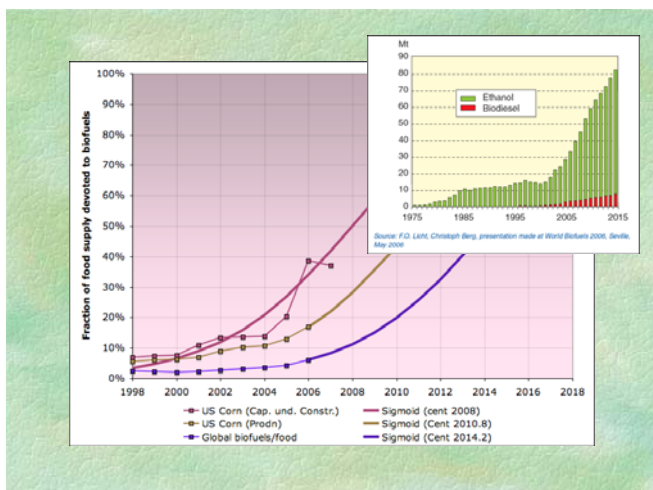
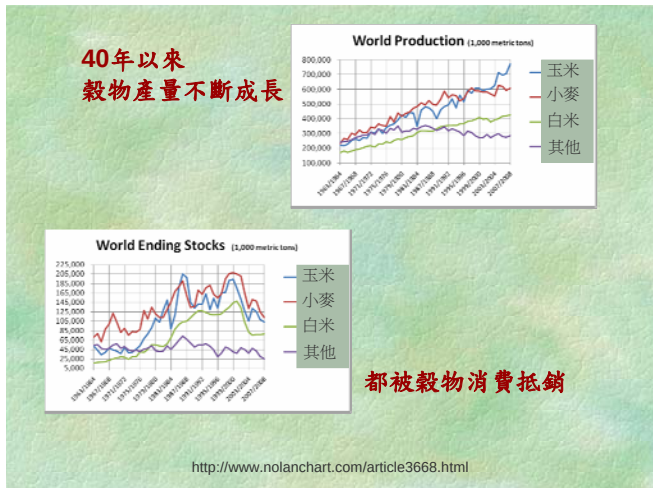
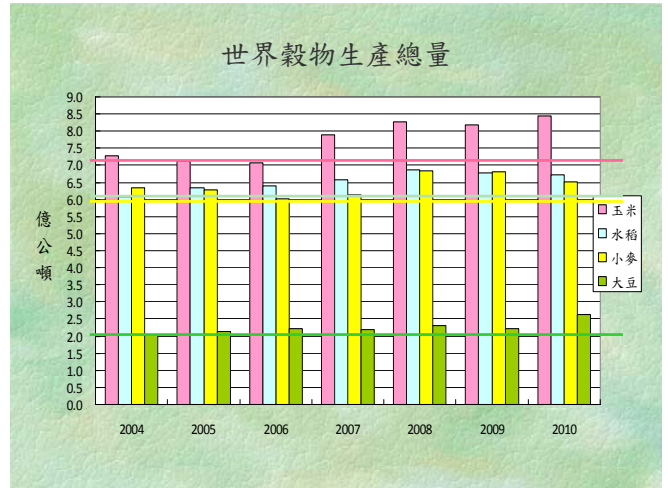
台灣大學農藝學系
郭華仁

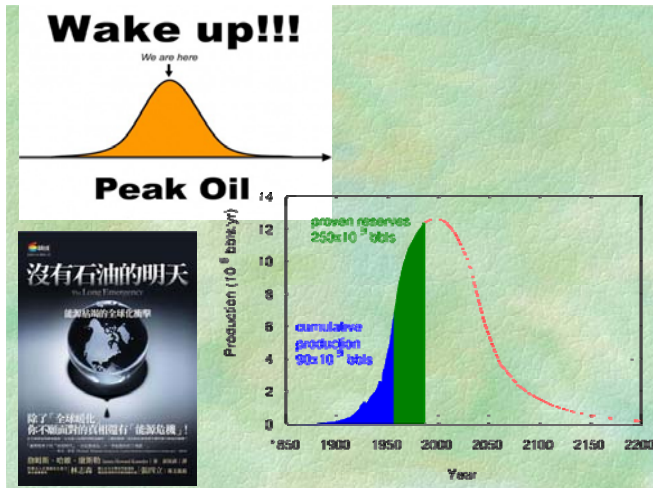
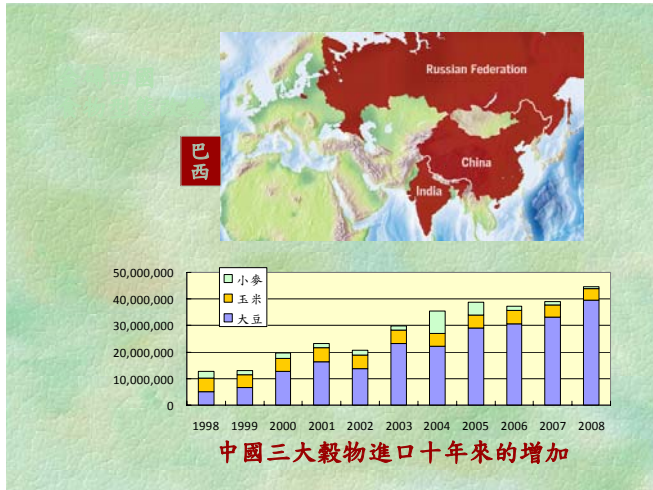
人類永續生存的危機



FAO 糧食價格指標 ~2012/12







加州的鹽害

在將近10年的化學農業後

在美國殺虫劑的廣泛使用下虫害達37%，
若不用則可能達47%
1945-1989年間因虫害而減產由7%升到
13% (Mannion, 1995)

沒有石油的明天，農業可能崩潰

Food Futures Now

ISS TWN

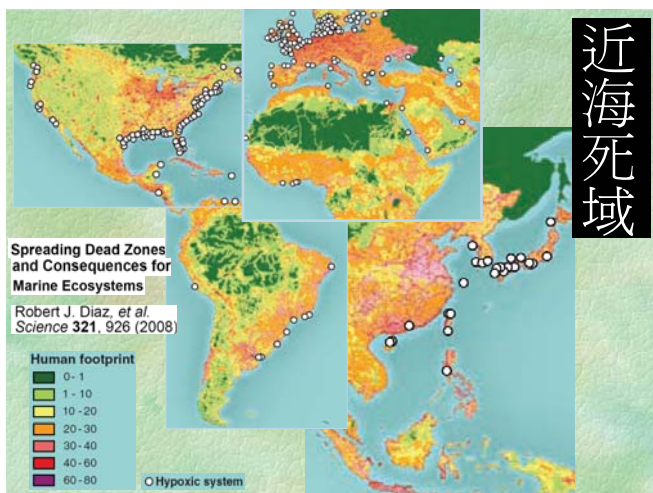
Mae-Wan Ho
Sam Burcher Lim Li Ching & others

*Organic *Sustainable *Fossil Fuel Free

Food Futures Now

*Organic
*Sustainable
*Fossil Fuel Free

Mae-Wan Ho
Sam Burcher, Lim Li Ching & others



百年來的石油農業

加護病房式的農業

農機 化肥 農藥 高產品種

農地開發的利器 作物增產的要因 省工栽培所必備 綠色革命的工具

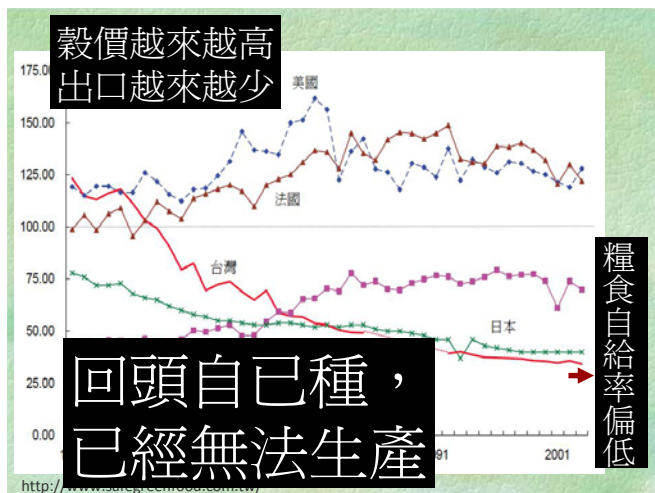
生態敏感地的大量破壞 地下水的污染土壤鹽酸化 環境毒化生態系嚴重失衡 綠色革命在第三世界的重傷害

化學肥料管

基因改造作物1996
綠色革命1970
農藥合成1940
雜交玉米1920
化肥人工合成1913
孟德爾定律再現1900
聯合收穫機1838
智利硝酸鈉開發1830

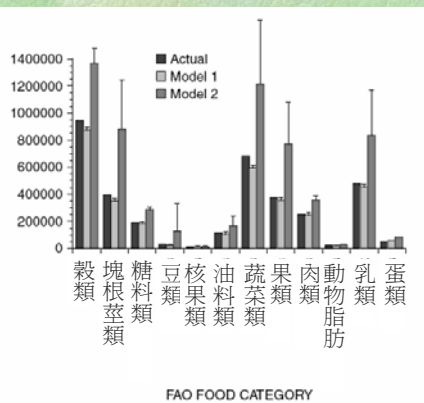
人口暴增

800 2000



有機農業的發展與現況

有機農業與餵養世界



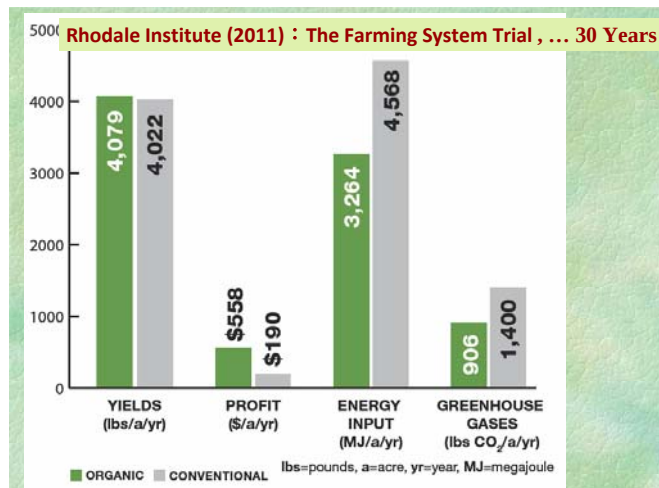
Badgley et al. 2007

機農業與慣型農業
的產出比較

Actual: 2001實際產量

Model 1: 以先進國之
比例計算

Model 2: 依先進國與
開發中國家
各自比例計
算

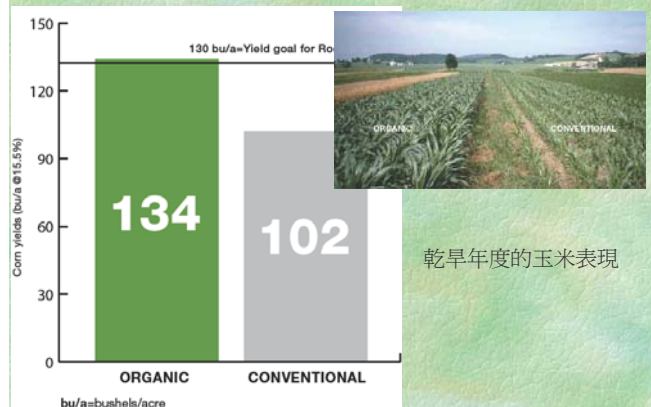


Rhodale Institute (2011): The Farming System Trial, 30 Years

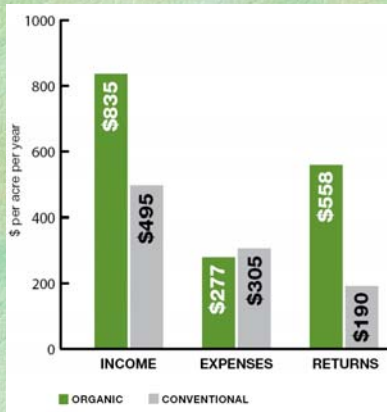
土壤的差異



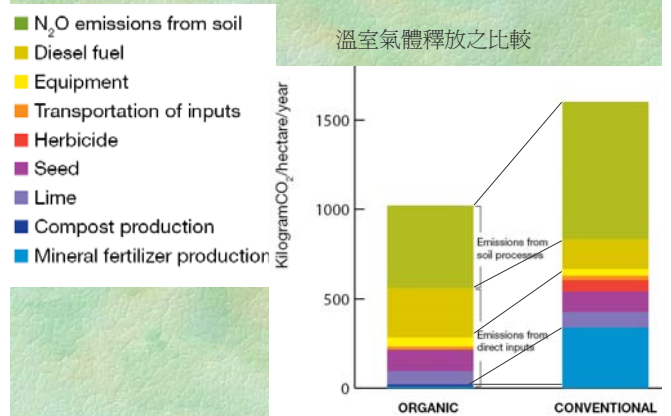
Rhodale Institute (2011): The Farming System Trial, 30 Years



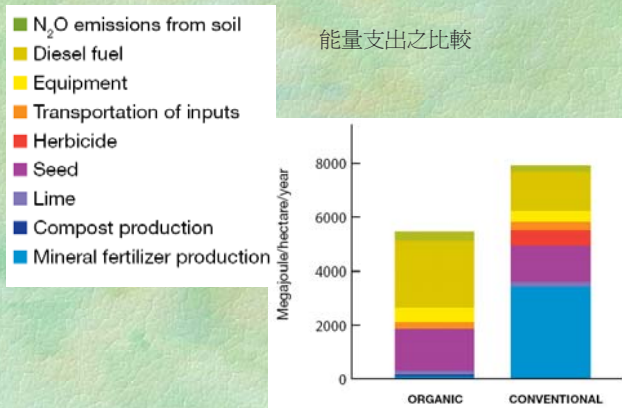
Rhodale Institute (2011) : The Farming System Trial , 30 Years



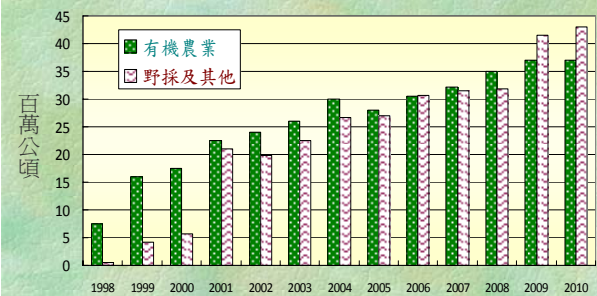
Rhodale Institute (2011) : The Farming System Trial , 30 Years



Rhodale Institute (2011) : The Farming System Trial , 30 Years

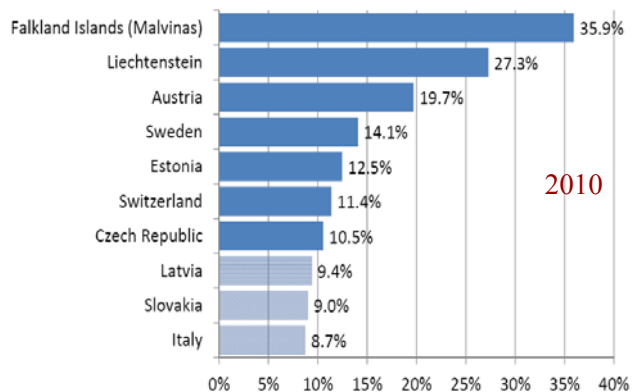


全球有機農地的增長



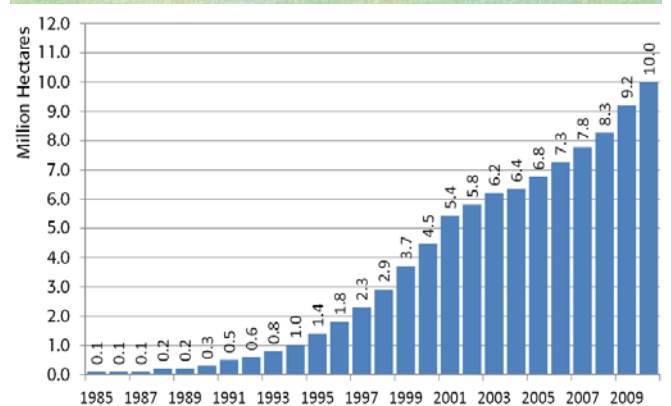
FiBL, SOEL, IFOAM 調查資料

全球有機面積百分比最高的前十名國家



Source: FiBL-IFOAM Survey 2012

歐洲有機面積的進展

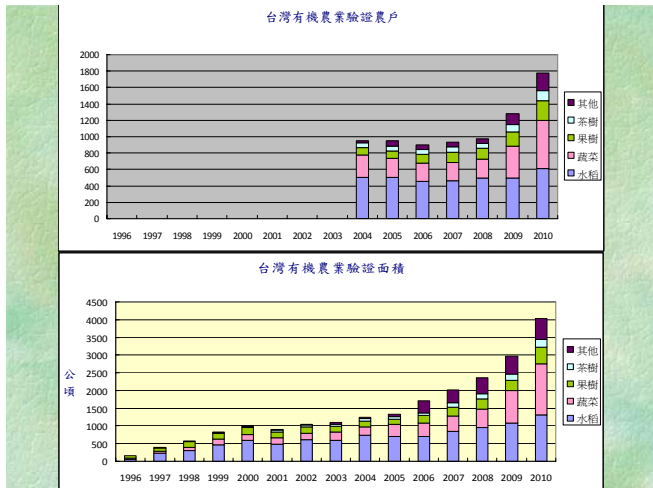


Source: FiBL-IFOAM Survey 2012

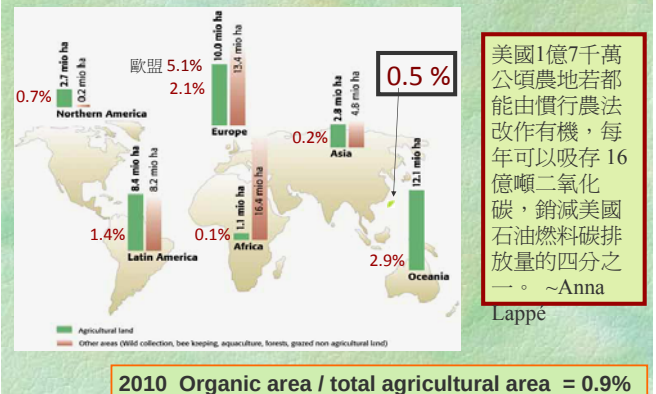
亞洲有機面積百分比最高的前十名國家 2010

Country	Percentage (%)	Area (ha)
Timor-Leste	6.6%	(24,750)
Palestine	1.7%	(6,354)
Israel	1.7%	(8,794)
Sri Lanka	1.7%	(43,664)
R. of Korea	0.8%	(15,518)
Philippines	0.7%	(79,992)
Azerbaijan	0.4%	(21,347)
India	0.4%	(780,000)
Taiwan	0.3%	(2,962/2009 → 0.39%) (4,035/2010 → 0.52%)
China	0.3%	(1,390,000)

2009
日本：9,067 → 0.2 %



- 目前約有110個國家實施有機農業且持續增長中。



我國 《有機農業促進條例》草案

馬耀明

行政院副院長

有機野讚

健康 · 生態 · 公平 · 環保

有機農業促進條例草案

台大種子研究社

有機農業促進條例 修法專員

活動報導

2012

- 2013 台灣成立 10 年內成為有機國家！「推動有機立法論壇」暨國際農產流通聯盟的山正正式開幕典禮
- 2014 <夢中的天堂> 總統競台選票預測節目主持人 吳亮宏主持「有機農業立法的重要性」

◆ 林丁榮 <林石鏡下鄉，走健康路線>

(上) <(前)> (中) <(前)> (右) <(前)> (左) <(前)> (右) <(前)> (左) <(前)>

- 2005 印山基金會與台灣品牌發展研討會，經會議席內即「有機農業對公眾與環境」投票討論
- 2009 印山基金會舉辦「有機農業促進條例」立法第一記者會（新聞稿）歷史重要第一張

有機農業與生物多樣性

生態系多樣性

物種多樣性

遺傳多樣性

物種多樣性

作物多樣性

品種多樣性

有機農業的型態

一般有機農法

符合有機農業的規範者

生物動態農法

Biodynamic

強調生物體內諸多能量，農民要使用各種方法來發揮各種能量，中心的技術是備製若干草類成品來引導堆肥與厩肥的分解過程。

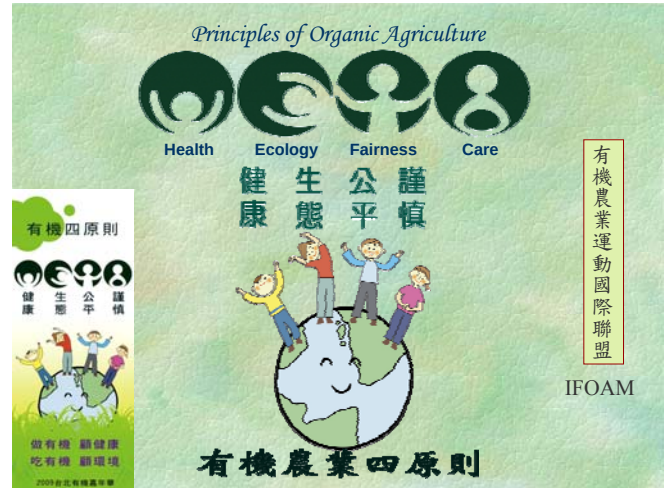
自然農法/生態農法

把土地視為生命體，在健全的土地孕育的農產物才能保護並維持人類的健康。把作物視為有生命的東西，思考土壤管理、栽培，在生長中付出愛來觀察孕育生命。病蟲害、雜草的發生均有其原因。其解決之鑰就在自然之中。為此觀察自然很重要。

樸門農法

Permaculture

瞭解並學習大自然的運作模式，再利用這些模式來設計我們的生活中心、庭園、果園、牧場、林地，並尋求人類和自然環境和諧共生。



有機農業的理念

IFOAM 有機農業運動國際聯盟

健康

有機農業維護並且加強土壤、植物、動物、人類、以及地球整體的永續健康

生態

有機農業向活生生的生態循環系統學習，基於該系統、配合該系統來生產，並且要永續維護該系統

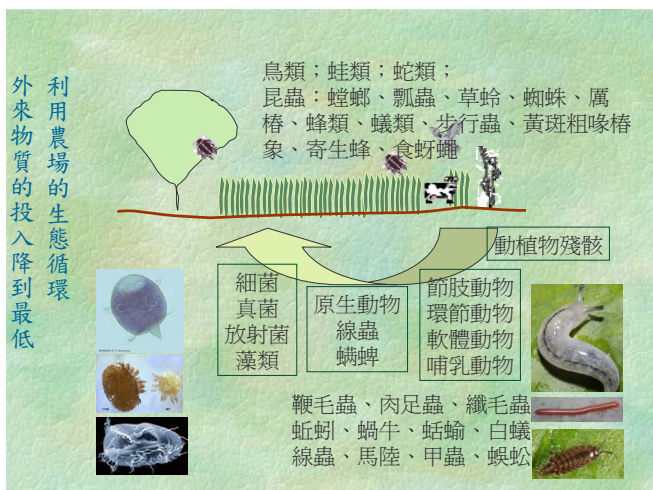
公平

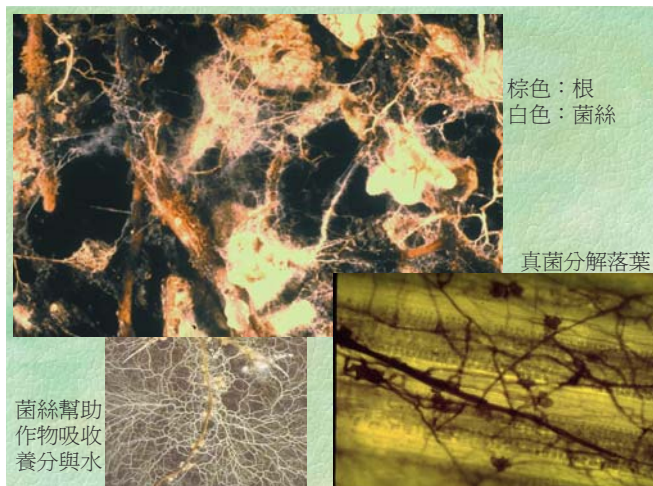
有機農業需要照顧到一般環境上以及各種生命的公平機會

謹慎

有機農業的進行需要採取預警與負責任的態度，來保護今生與來世的健康與福祉

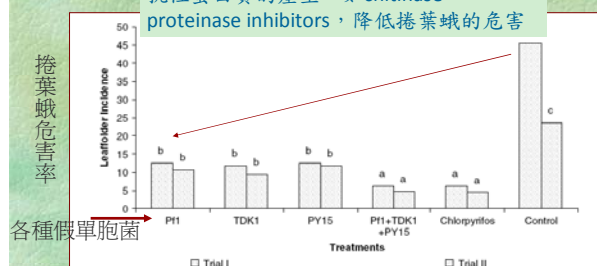
物種多樣性





光合菌：促進養分循環、環境自淨、製造植物賀爾蒙、固氮、溶磷、去毒

水稻栽培時加入假單胞菌，可以提高植株抗性蛋白質的產生，如chitinase、proteinase inhibitors，降低捲葉蛾的危害



Saravanakumar et al., 2007 *Pseudomonas*-induced defence molecules in rice plants against leafhopper (*Chaphalocrocis medinalis*) pest. *Pest Management Science* 63: 714-721.

植物根圈促生菌處理到種子可以降低稻白葉枯病

Table 4
Effect of seed treatments with fresh suspensions and powdered formulations of PGPR strains on bacterial leaf blight incidence of rice grown under greenhouse conditions.

Treatment	Bacterial leaf blight incidence (%) ^a		
	Fresh ^b	Talc ^c	Sodium alginate ^c
Untreated control	75 ^a	76.3 ^a	75.3 ^a
Bactonin	11.3 ^e	11.2 ^f	11.8 ^f
<i>Bacillus pumilus</i> INR7	50.7 ^b (32)	54.3 ^b	58.3 ^b (23)
<i>Bacillus pumilus</i> SE34	22 ^f (71)	26 ^f (66)	31.4 ^f (58)
<i>Bacillus subtilis</i> GBO3	31.3 ^f (58)	36.7 ^f	44.9 ^f (40)
<i>Bacillus subtilis</i> IN937b	40.2 ^{de} (45)	48 ^e (37)	51 ^c (32)
<i>Brevibacillus brevis</i> IPC11	44 ^f (41)	46 ^f (40)	51.3 ^f (32)
<i>Bacillus pumilus</i> T4	35.7 ^{de} (52)	37.5 ^d (50)	45.7 ^d (39)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> IN937a	51.3 ^b (32)	54.3 ^b	58 ^b (23)

^a Fresh suspensions: each PGPR was applied onto surface-sterilized seed by soaking for 12 h in bacterial suspension amended with 0.2% CMC at rate of 5 ml/g of seed prior to seeding.
^b Talc and sodium alginate formulations: surface sterilized seed were treated with powdered formulations of PGPR amended with 0.2% CMC at a rate of 10 g/kg of seeds.

Chithrashree et al., 2011 Plant growth-promoting rhizobacteria mediate induced systemic resistance in rice against bacterial leaf blight caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*. *Biological Control* 59: 114-122.

植物根圈促生菌降低瓜類疫病

Table 3
Effect of PGPR applied as a soil drench on Phytophthora blight of squash.

Treatment ^a	Disease severity ^b		
	Trial 1	Trial 2	Trial 3
SE 34	0.8 bcd ^d	0.8 b	1.5 d
SE49	0.7 cd	0.8 b	1.6 d
SE52	0.7 cd	1.4 a	2.5 bc
SE76	1.1 bc	1.6 a	2.0 cd
IN937a	1.0 bc	1.4 a	2.0 cd
IN937b	1.1 bc	1.5 a	2.9 ab
INR7	1.0 bc	1.8 a	2.6 bc
T4	1.5 ab	1.3 ab	2.5 abc
Actigard ^c 30 mg/L	0.2 d	0 c	0 d
Nontreated control	2.1 a	1.5 a	3.5 a

Zhang et al., 2010 Evaluation of plant growth-promoting rhizobacteria for control of Phytophthora blight on squash under greenhouse conditions. *Biological Control* 53: 129-135.

植物根圈促生菌可降低番茄葉片感染細菌性斑點病

Bacterial strain*	Reduction in number of lesions/cm ² leaf (%) ^b			Mean	SE ^c
	Experiment I	Experiment II	Experiment III		
<i>Pseudomonas fluorescens</i> 89B-61	61.53	58.49	71.43	63.8	6.77
<i>Bacillus pumilus</i> SE34	50.00	73.98	65.87	63.3	12.20
<i>Bacillus pasteurii</i> M38	55.26	64.15	67.46	62.3	6.31
<i>Bacillus cereus</i> 83-6	45.16	68.33	62.70	58.7	12.08
<i>Burkholderia gladioli</i> IN26	54.58	55.43	62.70	57.6	4.46
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> IN287	42.58	65.61	56.35	54.9	11.59
<i>Bacillus cereus</i> M-22	46.77	61.54	55.56	54.6	7.43
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> IN937a	47.53	41.51	57.94	49.0	8.31

* Bacteria were applied by soaking tomato seeds in bacterial suspensions for 30 min before sowing and by soil drench immediately after transplanting the tomato seedlings.

Campbell et al., 2006 Integrated biological control of bacterial speck and spot of tomato under field conditions using foliar biological control agents and plant growth-promoting rhizobacteria. *Biological Control* 36: 358-367.



<http://c730.pixnet.net/blog>



有益植物 Companions	
在間作或混作制度中，並不作為收成對象，但有助於作物的成長的植物，稱為有益植物。	
大茴香	防治蚜蟲，招蜜蜂
芫荽	防治多種蟲類，招蜜蜂
蝦夷蔥	防治蚜蟲，防蘋果黑星病
大蒜	防治蚜蟲、潛樹皮害蟲與各式病害
薄荷	驅治紋白蝶、蠅類、老鼠等
迷迭香	驅治紋白蝶、蠅類、夜盜蛾
百里香	招蜜蜂，防治紋白蝶等害蟲
鼠尾草	驅治紋白蝶、蠅類，不能與胡瓜間作或混作
紫菀	防治疫病，對甘藍、洋蔥生長有幫助
金盞花	防蚜蟲、蘆筍的葉蟲
波斯菊	可種於園圃邊緣來防蟲
除蟲菊	防治多種蟲害
苦艾、山艾	防治紋白蝶、蚜蟲
百日草	防治番茄蚜蟲、瓜葉蟲、小金龜蟲
萬壽菊	驅除根腐線蟲，防治粉蝨、天蛾幼蟲
大理花	抑制線蟲
蕎麥	驅除叩頭蟲的幼蟲
矮牽牛	防治稻稈蠅、蚜蟲、蚜蟻、豆類害蟲
白花天竺葵	防治葉蟬、小金龜蟲
豬屎豆	抑制甘薯根腐線蟲、南方根腐線蟲
金蓮花	可引誘蚜蟲、溫室粉蝨、綠邊椿象
天竺草	抑制各種線蟲

共榮作物 Synergetic crops		
主作作物	共榮作物	有益植物
甘藍、芥藍、花椰菜、花菜苔	大豆、菜豆、芹菜、萵苣、菠菜、胡瓜、番茄、馬鈴薯、洋蔥	大蒜、薄荷、山艾、甘菊、迷迭香、金蓮花、百里香、天竺葵、柑桔
芹菜	豆類、甘藍、番茄	大蒜、蝦夷蔥
菠菜	甘藍、草莓、萵苣、豌豆、胡蘿蔔	
萵苣	甘藍、大蒜、菠菜、胡瓜、洋蔥、胡蘿蔔	蝦夷蔥
洋蔥	甘藍、大蒜、菠菜、胡瓜、洋蔥、胡蘿蔔	薄荷、甘菊
韭菜	辣椒	
豆類（矮性）	甘藍、芹菜、蘿蔔、胡蘿蔔、胡瓜、茄子、玉米	萬壽菊、迷迭香、金蓮花、百日草、天竺葵、矮牽牛

主作作物	共榮作物	有益植物
豆類（蔓性）	胡蘿蔔、玉米、豌豆	薄荷、牽牛花、萬壽菊、迷迭香、金蓮花、百日草
豌豆	玉米、胡瓜、胡蘿蔔、蕪菁、蘿蔔	薄荷、蝦夷蔥
紅豆	大豆	
南瓜	玉米、甜瓜	薄荷、萬壽菊、金蓮花
胡瓜	玉米、菜豆、番茄、胡蘿蔔	薄荷、萬壽菊、金蓮花
蕪菁	豌豆	
球莖甘藍	洋蔥	
蘿蔔	蔥類	蝦夷蔥
胡蘿蔔	豆類、萵苣、洋蔥、番茄、豌豆、辣椒、亞麻	蝦夷蔥
甘薯	芝麻	
玉米	菜豆、胡瓜、甜瓜、馬鈴薯、南瓜、豌豆	萬壽菊、牽牛花、天竺葵
馬鈴薯	豆類、甘藍、豌豆	萬壽菊、金蓮花
大蒜	甘藍、蔥類、番茄、葡萄、桃子、蘋果、玫瑰	

主作作物	共榮作物	有益植物
番茄	蘆筍、胡蘿蔔、芹菜、胡瓜、蔥類、大蒜	萬壽菊、薄荷、蝦夷蔥、金蓮花、百日草
辣椒	胡蘿蔔、茄子、蔥類、番茄	
青椒	蔥類	
茄子	豆類、辣椒、甜椒	萬壽菊
葡萄	大蒜	金蓮花、牛膝草、桑樹、蝦夷蔥、天竺葵
桃子	大蒜	蝦夷蔥、金蓮花
蘋果	大蒜	芹菜、蝦夷蔥、金蓮花
草莓	豆類、萵苣、蔥類、菠菜	百里香、除蟲菊
玫瑰	大蒜	蝦夷蔥、芸香、柑桔、天竺葵、萬壽菊
小麥	玉米、山楂花	



有機農業與作物種類的生物多樣性：

間作

輪作

間作 Intercropping

間作：在相同的農地上，以及相同的生長期內種植兩種以上的作物，稱為間作。

一般的組合

禾穀類與豆類
 禾穀類與薯類
 豆類與薯類
 特用作物與豆類、薯類
 綠肥與穀類、特用作物
 農藝作物與蔬菜
 一般作物與覆蓋作物

空間安排：

1. 條狀間作 Row intercropping
2. 帶狀間作 Strip intercropping
3. 混合間作 Mixed intercropping (混種)
4. 交替間作 Relay intercropping (疊種) (在中國稱為套作)
5. 農林間作 Agroforestry：



胡蘿蔔與蘿蔔間作



玉米+乾豆減少雜草



嘉義朴子



玉米、米豆、落花生間作

間作的生產力評估：

Table 1. Yields of sweet corn and southern peas from intercrops

Seed Rates	Corn Pounds/acre	Peas Pounds/acre	LER
Full corn	5600	***	***
Full peas	***	1200	***
Low corn	4200	800	1.42 1.24
Medium corn	4600	800	1.49 1.32
High corn	5000	500	1.31 1.26

Land Equivalent Ratio

$LER = (\text{intercrop corn} / \text{pure corn}) + (\text{intercrop pea} / \text{pure pea})$

$$LER = \sum \left(\frac{Ma}{Sa} + \frac{Mb}{Sb} + \dots + \frac{Mn}{Sn} \right)$$

<http://www.attra.org/attra-pub/intercrop.html>

農林間作 Agroforestry



非洲
農舍(畜牧)圍籬
Caesalpinia spp



宏都拉斯
圍籬兼作飼料與燃料
Gliricidia sepium (南洋櫻, 豆科)

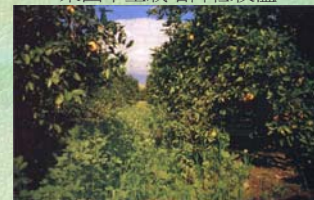


菲律賓
坡地豆類與銀合歡混作

<http://www.winrock.org/forestry/factnet.htm>



果園草生栽培降低夜溫



果園+50種野花雜草



亞麻+天藍苜蓿(種子自生)

間作覆蓋作物 Cover Crops



高麗菜+三葉草



蘿蔔+黑麥

輪作 Rotation

方式：同一田地選擇若干種類的作物，輪流種植，稱為輪作。

優點：

1. 若干作物中通常至少包括一種豆科植物，以便增加土壤肥力；
2. 輪作可改變土壤生態環境，減低病蟲害的發生；
3. 由於不同作物的深度、吸收無機元素的比重、根季惟生物群落等皆有差別，因此輪作可促使土壤養分的均衡使用
4. 水田旱作相輪，可改善土壤通氣性、減少有害物質如毒素、病蟲害、鹽分的累積。

缺點：

1. 不同農作物需要不一樣的管理方式與材料設備。
2. 不同農作物經濟價值不一樣。

輪作作物的選擇：

以具有互補作用，改良土壤結構，減少土壤沖刷為原則。

當某作物的耕作措施and/or某作物收割後，在養分、或土壤與生物環境有利於下一個作物時，可說具有互補作用。

需要中耕的作物較容易導致土壤沖刷，如落花生、馬鈴薯、菸草、棉花等。

種子累積過多蛋白質的豆科作物，如大豆，對於肥力的增加較少。

小型菜園的輪耕例子：(多年生作物等收穫後移到其他行，短期作物可以歸成若干類，於不同位置各期輪流種植；溫帶年一作地區以年為單位)

第一期(年)		第二期(年)		第三期(年)		第四期(年)	
塊根莖	十字花科	豆類	塊根莖	其他	豆類	十字花科	其他
豆類	其他	其他	十字花科	十字花科	塊根莖	塊根莖	豆類
多年生作物		多年生作物		多年生作物		多年生作物	

品種多樣性

菜豆 *Phaseolus vulgaris* (Common beans)

248



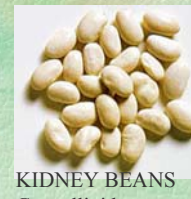
Red kidney beans.



Black kidney beans.



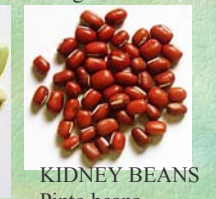
KIDNEY BEANS
Flageolet beans.



KIDNEY BEANS
Cannellini beans



White kidney beans



KIDNEY BEANS
Pinto beans.



秘魯的寶藏：馬鈴薯種原

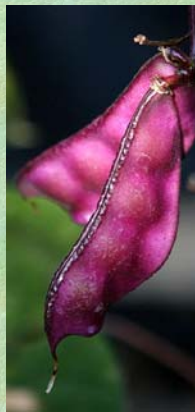
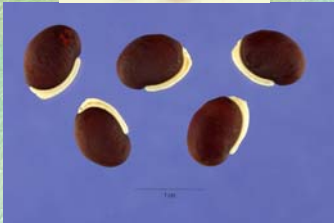




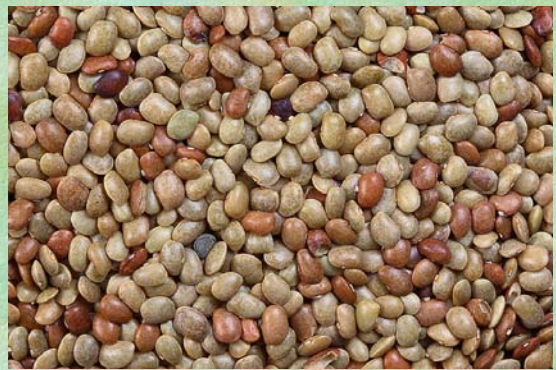
鷹嘴豆 chickpea (*Cicer arietinum*) 12



鵲豆 Hyacinth Bean (*Lablab purpureus*) 424



長梗皮豆 Horse gram (*Macrotyloma uniflorum*) 54



非洲土豆 Bambara groundnut (*Vigna subterranea*)



翼豆 Winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) 244



吉豆 Black gram (*Vigna mungo*) 763



豇豆 Cowpea (*Vigna unguiculata*) 763



米豆 Rice bean (*Vigna umbellata*) 301



地方傳統品種

Seed Savers Exchange

以有機栽培方式永久性保存的老品種超過25,000個，1900年代以前的蘋果樹品種就有700個。提供驗證過的有機種苗超過1200的品種。蔬菜類包括42類、香草植物52類、花卉15類，以及無性繁殖作物

- 適應當地環境
- 農業生物多樣性
- 遺傳資源在地保存



<http://seedsavers.org/>

農民保種運動
Farmers' Conservation of Seeds

藏種於農
台灣農民保種活動的平台
我們共同推動民間保種
我們紀錄台灣每個角落的保種活動

保種的重要性

<http://seed.agron.ntu.edu.tw/fcs/>

台灣大學 農藝學系

種子研究室

<http://seed.agron.ntu.edu.tw>