



從連作障礙談設施 土壤管理問題

謝廷芳、黃晉興、顏志恒
行政院農委會農業試驗所
國立中興大學農推中心



花卉研究中心
Floriculture Research Center



連作障礙的定義

- 連作障礙英譯為 **soil sickness** 或 **sick soil**，意為生病的土壤，是指在一塊土地上連續種植某種作物一段時間後，即使在正常管理的情況下，亦出現作物生長與發育不良、品質與產量下降的現象稱之。



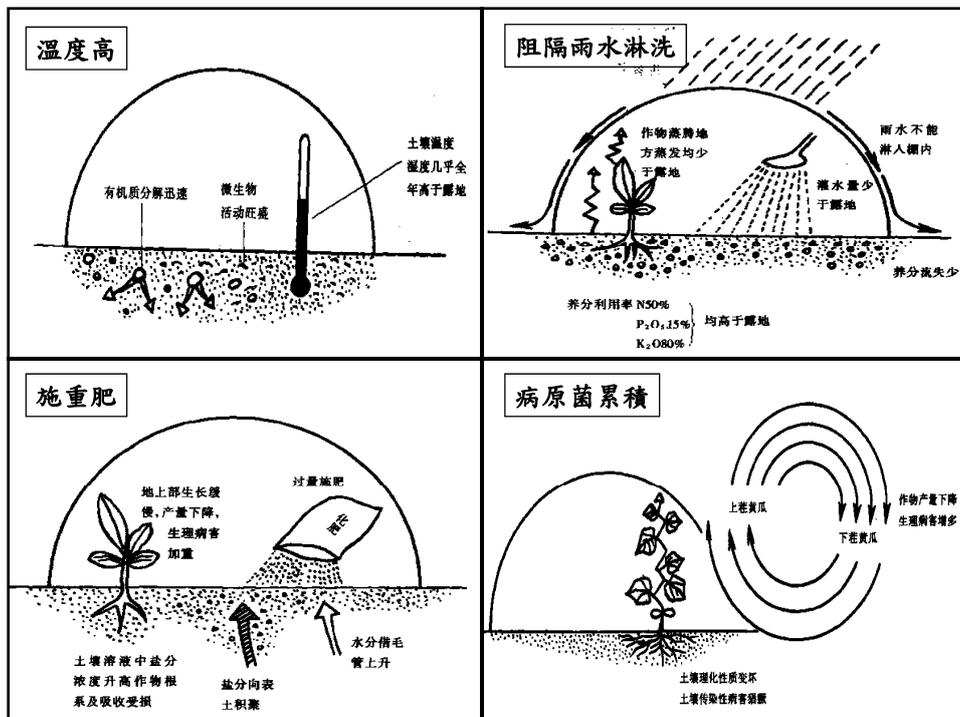
花卉研究中心
Floriculture Research Center



設施的土壤問題

- 以簡易遮雨棚架或溫室等固定設施栽培花卉是現今的主流趨勢。
- 週年多期次在設施內栽培同一種花卉，或連作頻繁，多年後土壤即出現連作障礙，如鹽分累積、地力下降，土傳性病害及根瘤線蟲發生嚴重，致使產量及品質日益下降，嚴重田區甚至無法繼續種植。

花卉研究中心
Floriculture Research Center





連作障礙的成因

- 養分失衡
- 鹽分累積
- 植物自毒或相剋作用
- 土壤物理性遭破壞
- 病原菌及線蟲族群的增加



花卉研究中心
Floriculture Research Center



■ The branching root system and shoot system of a vascular plant

- 擴展根系以確保營養吸收充足



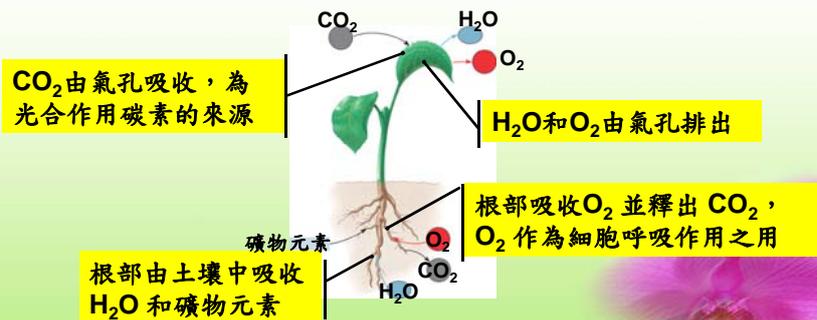
Root and shoot systems
of a pea seedling



花卉研究中心
Floriculture Research Center



- 植物需要營養元素以完成其生活史
- 植物仰賴空氣中的二氧化碳及土壤中的水與礦物元素以合成大部份的有機物質



花卉研究中心
Floriculture Research Center



17種必需營養素=9種巨量和8種微量元素

- **Nine** of the essential elements are called macronutrients (巨量營養素), because plants require them in relatively large amounts
 - C, O, H, N, S, P, K, Ca, Mg
- The remaining **eight** essential elements are known as micronutrients (微量營養素)
 - Because plants need them in very small amounts
 - Cl, Fe, B, Mn, Zn, Cu, Mo, Ni

花卉研究中心
Floriculture Research Center



一、養分失衡

- 每種作物有其特別的營養需求，在同一塊土壤上採行單一種作物之生產模式，而且每期作均大量採收農產品，同時移走土壤中大量相似比例的養分，被移走營養元素之比例與投入之肥料元素比例並不相同，最終導致土壤養分不平衡之現象。
- 長期採旱作式的連作，易加速土壤有機質含量減少，若不加以適當補充，易導致土壤理化及生物性不足的現象，均不利作物的生長。

花卉研究中心
Floriculture Research Center



■ 最普遍的營養缺乏症

- **Nitrogen (N), potassium (K), and phosphorus (P)的缺乏**

Healthy/normal



磷缺乏 Phosphate-deficient



鉀缺乏 Potassium-deficient



氮缺乏 Nitrogen-deficient



花卉研究中心
Floriculture Research Center



二、鹽分累積

- 設施內的高溫環境會導致作物生育期縮短，使一年內作物之複作次數提高，經常的耕犁操作及高溫環境下均促使土壤中的有機質分解迅速。
- 為加速作物生長而超量施用肥料，致使土壤中累積多量的營養元素或鹽基，在蒸發快速的高溫環境下，溶於水中之鹽分隨著毛細現象，蓄積在表層土壤，使土壤出現連作障礙問題。

花卉研究中心
Floriculture Research Center



土壤鹽分累積造成植株生長不良



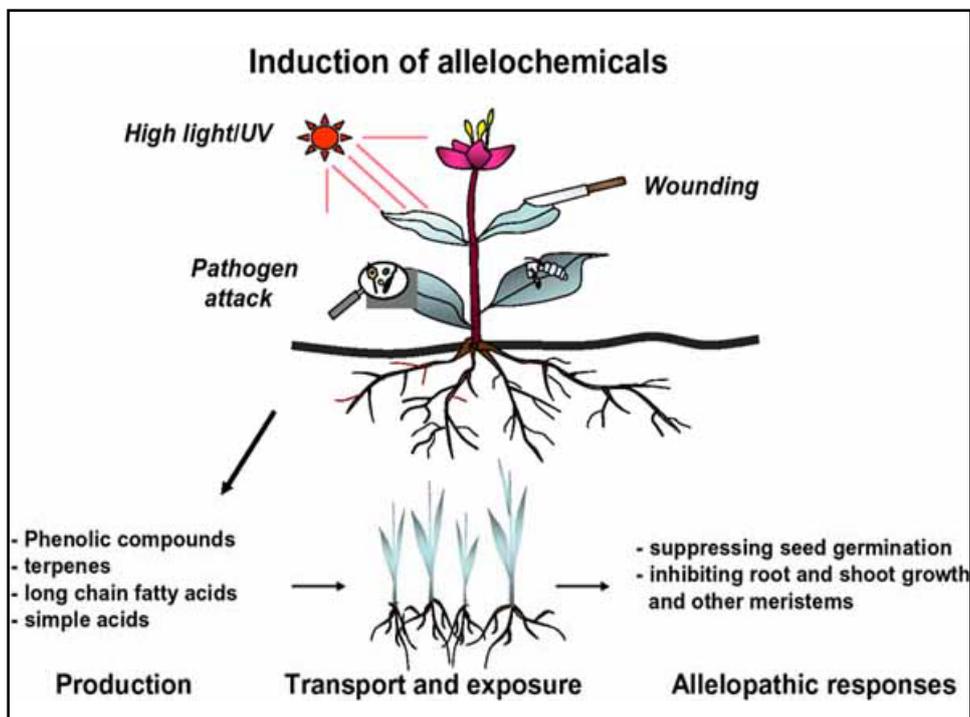


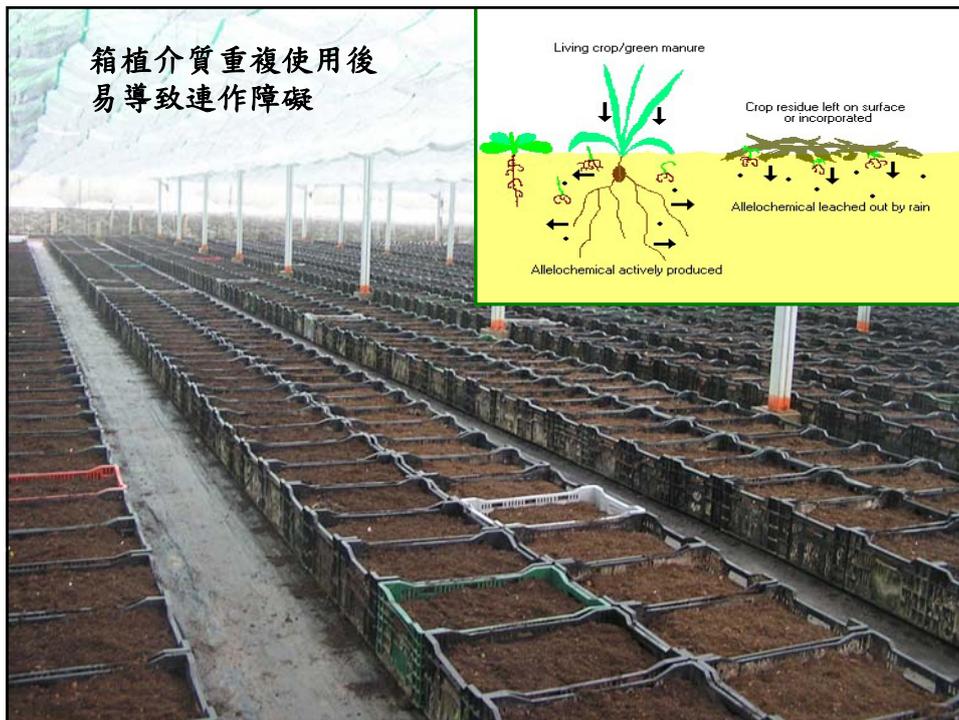


三、植物自毒或相剋作用

- 相剋或自毒作用意指在植物代謝過程中釋放的有毒物質會抑制本身或鄰近植物之種子發芽、根的生長、植株發育及開花結果。
- 有毒物質包含植物鹼、香豆素、單寧、類黃素、類脂醇、松烯類、甾醇類、酚類及其衍生物等。
- 釋放方式可分為揮發作用、淋溶作用、根泌作用、植物殘體分解作用等。
- 連作時前一期作物的根分泌有毒物質，或殘體分解時釋出的毒性物質，在土壤中達到臨界濃度後，將引起下一期作物的毒害作用。

花卉研究中心
Floriculture Research Center





四、土壤物理性遭破壞

- 設施內土壤缺乏雨水淋洗，長時期施行旱作，有機質補充不夠，有益微生物族群量降低，土壤團粒結構因高頻率耕耘時機械重壓而破壞。
- 花農為克服土壤傳播性病原菌的為害，利用化學燻蒸劑處理土壤，同一區土壤經多次化學藥劑燻蒸後，亦會導致土壤團粒結構破壞。

花卉研究中心
Floriculture Research Center



五、病原菌及線蟲族群的增加

- 連作土壤提供土傳性病原菌或病原線蟲良好的寄主和繁殖場所，易造成大量累積。
- 過量使用化學肥料及農藥，降低土壤中拮抗菌的數量，使微生物族群趨於單一化。
- 大多數土壤傳播性病原菌在缺乏寄主的條件下亦會在寄主殘體或土壤中形成特殊的存活構造，一旦寄主植物出現即可再次活化而侵入感染。
- 許多連作障礙的因素都起因於土壤病原菌或病原線蟲族群的逐年增加，例如百合黃葉病及洋桔梗根瘤線蟲的問題。

花卉研究中心
Floriculture Research Center



百合萎凋病(黃葉病)

Fusarium oxysporum f. sp. *lilii*



花卉研究中心
Floriculture Research Center



洋桔梗根瘤線蟲

病原:*Meloidogyne incognita*



連作障礙的排除

- 直接進行土壤改良
- 間接式土壤改良
- 栽培管理法





連作障礙的排除

- 直接進行土壤改良
 - 淋洗和灌溉洗鹽法
 - 換土法
 - 高溫消毒法
- 間接式土壤改良
- 栽培管理法



花卉研究中心
Floriculture Research Center



利用蒸氣消毒土壤



利用太陽能消毒土壤





微生物及雜草之致死溫度(處理時間：30分鐘)

致死溫度 (°C)	土壤生物相
100	所有病原微生物、雜草
93	耐熱性的病毒、放線菌、雜草
82	大多數雜草及病毒；所有植物病原細菌
60-71	大多數植物病原真菌及細菌； 昆蟲、孺類、蚯蚓、蝸牛、蜈蚣
49-60	立枯絲核菌
49	線蟲
38-49	水生藻類

花卉研究中心
Floriculture Research Center



土壤蒸汽消毒克服百合黃葉病問題

利用高溫使生物細胞內之蛋白質或酵素變性、不活化，因而導致生物死亡。



李敏郎 提供

花卉研究中心
Floriculture Research Center



連作障礙的排除

- 直接進行土壤改良
- 間接式土壤改良
 - 科學合理化施肥
 - 生物防治法
 - 使用土壤改良劑
 - 土壤添加物
- 栽培管理法



花卉研究中心
Floriculture Research Center



植物根圈微生物的功能

- 促進植物養分吸收—固氮菌、菌根菌、其他根圈有益微生物
- 改善植物生長環境—溶磷菌、光合細菌、枯草桿菌
- 抑制土壤病原微生物之為害—蘇力菌、枯草桿菌、放射線菌、木黴菌等

花卉研究中心
Floriculture Research Center



有益微生物的利用

囊叢枝菌根菌(VAM) Vesicular Arbuscular Mycorrhiza

- 促進作物生長與增產
- 降低土傳性病害



促進根部生長



Melon production with VAM

花卉研究中心
Floriculture Research Center

木黴菌防治百合黃葉病





土壤改良劑



- **天然礦物質**：苦土石灰、消石灰、蚵殼粉、沸石、石灰石粉、白雲石粉。
- **碳質材料**：活性碳、木炭、泥炭、腐植酸、鹼性含鈣鎂鉀磷及微量元素。
- **微生物肥料**

可提昇土壤之緩衝能力，吸附游離的鹽分，亦可促進有毒物質分解，增加保水及保肥能力，改善土壤物理、化學及生物性質，進而解除連作障礙的問題。

花卉研究中心
Floriculture Research Center



施用微生物肥料改善鹽積土壤



未改善鹽化土壤植株生育不佳



鹽化土壤經改善後植株生育良好

台南改良場土肥研究室

花卉研究中心
Floriculture Research Center



合成土壤添加物

- 利用土壤添加物防治土壤傳播性病害的原理：
 - 1) 土壤添加物直接抑制病原菌，
 - 2) 誘生拮抗微生物之族群數量，
 - 3) 提供作物營養以產生抗性。
- 在國內已研發出十多種合成的土壤添加物。



花卉研究中心
Floriculture Research Center



土壤添加物產品

- S-H混合物
- SF21混合物
- CBF05混合物
- AR3-2土壤添加物
- LT有機添加物
- FBN5A混合物
- SSC-06混合物
- TH-23微生物堆肥
- CF-5生物增長劑
- CH100植物健素



花卉研究中心
Floriculture Research Center



S-H 混合物

成份：甘蔗渣4.40%、稻穀8.40%、
蚵殼粉4.25%、尿素8.25%、
硝酸鉀1.04%、過磷酸鈣
13.16%、矽酸爐渣60.50%

專利號碼：21096 (Taiwan)

生產工廠：安妥公司



花卉研究中心
Floriculture Research Center



SH土壤添加物防治蘿蔔黃葉病並增加產量





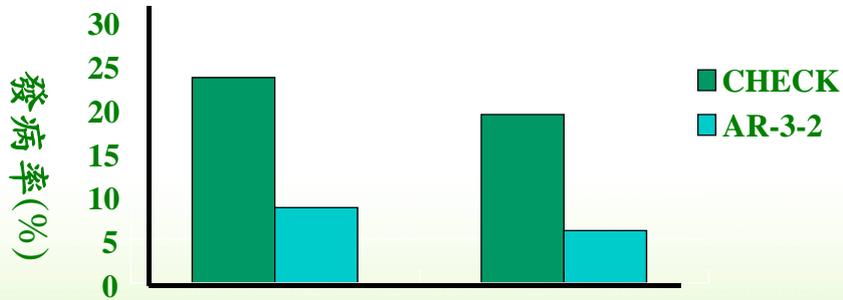
合成土壤添加物之組成份

組成份	合成土壤添加物		
	AR-3-2	AR-3-2-S	AR-3-2-C
牛糞堆肥	20	10	10
米糠	25	20	15
蟹殼粉	10	10	10
尿素	6	6	6
過磷酸鈣	3	20	20
氯化鉀	1	4	4
矽酸爐渣	35	30	30
硫酸銨			5

花卉研究中心
Floriculture Research Center



土壤添加物AR-3-2防治作物白絹病之效果



麒麟菊

慧星菊

處理日期:81/8/1
 種植日期:81/8/15
 調查日期:81/11/25

處理日期:81/1/24
 種植日期:81/2/8
 調查日期:81/5/5

花卉研究中心
Floriculture Research Center



土壤添加物AR32S防治菜豆白絹病的效果

- A. 菜豆罹白絹病
- B. 豆莢遭受為害狀
- C. 田間小區域試驗
- D. 田間大面積試驗
- E. 菜豆罹病後再補植亦可得防治效果

花卉研究中心
Floriculture Research Center

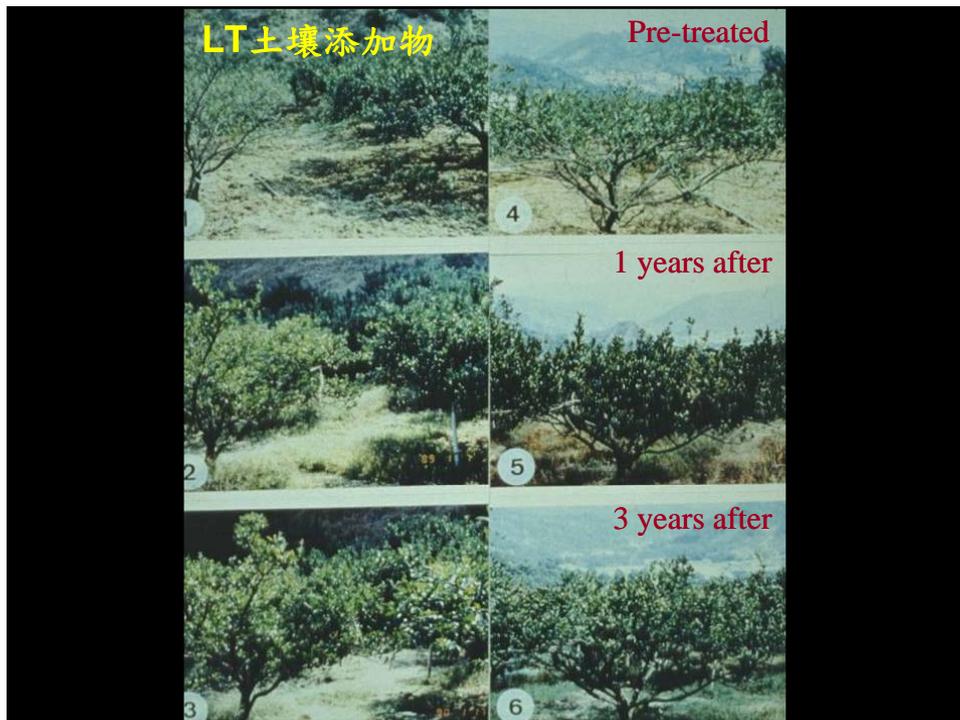




LT有機添加物的配方及防線蟲原理

- 由40% 蝦蟹殼粉、5%糖蜜、40%蓖麻粕、10%海草粉和5%黃豆粉混合而成
- 用量為100-200公斤/分地、10-12公斤/株，防治葡萄、柑桔類及西瓜根瘤線蟲、柑桔螺旋線蟲
- 防病的效果與添加物可誘生大量的放線菌分解線蟲體壁有關





FBN-5A 混合物

成份：香菇太空包廢棄基質、魚粉、骨粉、血粉、菜籽粕、硝酸銨與丙烯醇

專利號碼：135447 (Taiwan)

功效：防治甘藍立枯病(*R. solani* AG-4)、蔬菜菌核病(*Sclerotinia sclerotiorum*)或降低蘿蔔黃葉病(*F. oxysporum* f. sp. *raphani*)及萵苣萎凋病(*F. oxysporum* f. sp. *lactucum*)的發生











SSC-06混合物的配方及防病原理

- 由3L腐熟香菇太空包堆肥、1L炭化稻殼、0.2%(w/v)血粉、0.5% (w/v)蝦蟹殼粉和0.3%(w/v)石灰混合而成
- 降低由*Rhizoctonia solani* AG-4所引起的甘藍立枯病，並促進幼苗生長
- 防病的效果與堆肥中富含多量的木黴菌 *Trichoderma harzianum* 有關



花卉研究中心
Floriculture Research Center



SSC-06混合物防治芥藍菜立枯絲核菌



SSC-06

SFMC

Trichoderma

CK

花卉研究中心
Floriculture Research Center



CF-5添加劑

成份：香菇太空包堆肥、魚粉、氧化鈣及丙烯醇

功效：紓解草脫淨、拉草及丁基拉草等除草劑毒傷豌豆根系的效果，有效減輕豌豆立枯病(*R. solani* AG-4)的發生率



花卉研究中心
Floriculture Research Center



花卉研究中心
Floriculture Research Center



連作障礙的排除

- 直接進行土壤改良
- 間接式土壤改良
- 栽培管理法
 - 施行輪作或休耕
 - 增強抗病性
 - 無土栽培
 - 藥劑處理



花卉研究中心
Floriculture Research Center



增強抗病性

- 抗病品種及根拈
- 栽培管理措施
- 誘導抗病性
 - 根圈微生物刺激
 - 化學物質：水楊酸、亞磷酸、草酸、聚醯胺、寡聚糖、幾丁聚糖(Chitosan)、過敏蛋白(Harpin)
 - 物理方式
- 多施鈣及鉀肥



花卉研究中心
Floriculture Research Center



亞磷酸防治蘭花疫病



花卉研究中心
Floriculture Research Center



無土栽栽



花卉研究中心
Floriculture Research Center





結語

- 連作障礙的問題在設施栽培下無可避免。
- 造成連作障礙的原因多種，但不外乎土壤物理、化學及生物性遭受破壞。
- 欲解決連作障礙問題，必先明瞭其成因，再據以提出解決方案。
- 良好的土壤管理方式與策略，將可免除或減少連作障礙的發生。

花卉研究中心
Floriculture Research Center

敬請指教

授後服務電話
05-5820822轉101

E-mail

Tfhsieh@wufeng.tari.gov.tw

