

協生農法 實踐手冊

2016 年度中文版



編著:船橋真俊/監修:大塚隆

協生農法 實踐手冊

2016 年度中文版



ISSN 2432-3950

引用形式：船橋真俊 編著『協生農法 實踐手冊 2016 年度版』（中文版）Research and Education material of UniTwin UNESCO Complex Systems Digital Campus, e-laboratory: Open Systems Exploration for Ecosystems Leveraging, No.8.

總編：(株)索尼電腦科學研究所 船橋真俊

監修：(株)桜自然塾 大塚隆

副編：林凱元

圖片設計：玉木明

內容

序言.....	5
1. 總論.....	6
1-1. 協生農法的定義.....	6
1-2. 協生農法的原理.....	7
1-3. 生產力.....	13
1-4. 管理條件.....	14
1-5. 植生條件.....	15
1-6. 收穫方法.....	16
1-7. 管理原則「時空的結晶」（時間、空間與植種的多面性應用）.....	17
1-8. 成本.....	18
1-9. 探索法.....	18
2. 各論.....	19
2-1. 初期施工.....	19
2-1-1. 田埂的建構.....	19
2-1-2. 植樹.....	20
2-1-3. 外圍柵欄.....	20
2-2. 管理.....	22
2-2-1. 播種的概論.....	22
2-2-2. 協生農法之年度植物生態策略的規劃方式.....	23
2-2-2-1. 以一年生蔬菜為生產主力的農家.....	24
2-2-2-2. 以果樹與多年生植物為主力而混植低成本蔬菜的農家.....	26
2-2-2-3. 家庭菜園.....	28
2-2-3. 雜草管理.....	29
2-2-3-1. 雜草管理的三項基本概念.....	29
2-2-3-2. 計畫性地培育雜草叢生的沃土方式.....	31
2-2-4. 各式作業的截止日期.....	32
2-2-5. 夏季之雜草管理、播種與種苗的定植.....	33

2-2-5-1. 以日本本州的夏季策略為例:.....	33
2-2-5-2. 以除草、種籽與幼苗之間的關係為例.....	34
2-2-5-4. 灌溉的訣竅.....	36
2-2-6. 施肥的替代方案(土壤生產力的恢復方式).....	37
2-2-7. 收割.....	38
2-2-8. 收割時, 移植幼苗與追加播種的作業組合.....	38
2-2-9. 自家留種.....	39
2-2-10. 田埂的相關知識.....	40
2-2-11. 幼苗策略.....	41
3. 農作物的品質與生態系統品質的評鑑方式.....	42
3-1. 農作物的風味與肥料間的關係.....	42
3-2. 害蟲的發生.....	42
3-3. 土壤改良.....	43
3-4. 植物組織的正常樣態.....	44
3-5. 常態與微變動.....	44
3-5-1. 常態之事例.....	44
3-5-2. 微變動之事例.....	45
4. 各種應用方式.....	47
4-1. 與稻作的搭配組合.....	47
4-2. 導回家畜養殖.....	47
4-3. 與醫院或長照設施的策略聯盟.....	48
4-4. 靈活運用原生植物.....	48
4-5. 種植箱的栽培.....	48
4-5-1. 種植箱栽培的方法.....	48
4-6. 與民間教育機構策略聯盟.....	49
4-7. 大規模機械化生產模式.....	50
5. 各種氣候模式下的成功關鍵.....	51
5-1. 總論.....	51

5-2. 溫帶地區.....	51
5-2-1. 溫帶落葉林帶地區.....	51
5-2-2. 副熱帶常綠闊葉林帶地區.....	51
5-3. 亞熱帶地區.....	52
5-4. 乾燥帶地區.....	53
5-5. 熱帶地區.....	56
6. 教育與認證制度等相關議題.....	56
6-1. 協生農法講習會.....	56
6-2. 協生農法認證制度.....	56
6-3. 免責事項.....	57
結語.....	57

參考文獻

[日文]大塚隆の部落格「野人散記」(「野人エッセズ」):<http://ameblo.jp/muu8/>

[日文、英文] 協生農法介紹短片:<https://youtu.be/80nZTrF6DP4>

[日文] CSL Open House 2015 「1 萬年後的農業」:<https://www.sonycsl.co.jp/event/3200/>

[英文] CSL NY Symposium “Synecoculture - Human Augmentation of Ecosystems” :
<https://www.sonycsl.co.jp/event/524/>

[日文・英文] CS-DC e-laboratory 專頁:<http://www.elab-ose4el.net/>

[英文] Funabashi, M.(2016). Synecological Farming: Theoretical Foundation on Biodiversity Responses of Plant Communities. *Plant Biotechnology* , 32, 1-22.

序言

本手冊是為了認同協生農法的理念，並樂於實踐的人們所寫成，希望憑藉此手冊來為讀者解說協生農法的理念、施工與管理的具體實踐手法。請將本手冊當成理解協生農法與實踐手法的入門工具書來閱讀它。本次版本的內容範圍，是從 2008 年到 2016 年間，主要由在日本國所累積的實踐成果濃縮的報告。協生農法，今後也將秉持科學研究的精神與技術來持續成長茁壯；日後若有更新的知識和發展結果出現，將隨時更新發布我們的研究成果。各位讀者在自身生活環境中所實踐的協生農法，在各種多樣化環境下的實踐成果、觀察自然環境的洞見與經驗，對我們來說都是十分珍貴的資料，將能夠幫助我們共同建構一個可資下個世代的孩子們健康成長的永續性發展的社會。衷心期待您踴躍參與協生農法的實驗，並積極提供我們您的寶貴經驗。

2016 年 7 月 索尼電腦科學研究中心

研究員 船橋真俊，撰於東京

1. 總論

1-1. 協生農法的定義

協生農法，是在不翻土、不施肥、不使用農藥、除了種株和幼苗以外的東西都不帶入環境的限制條件下，靈活善用植物的特性來建構與控制生態系統，專事在露天環境中耕作以**生態學中最適合的方法**（最適合該生態）生產的有用植物栽培法。

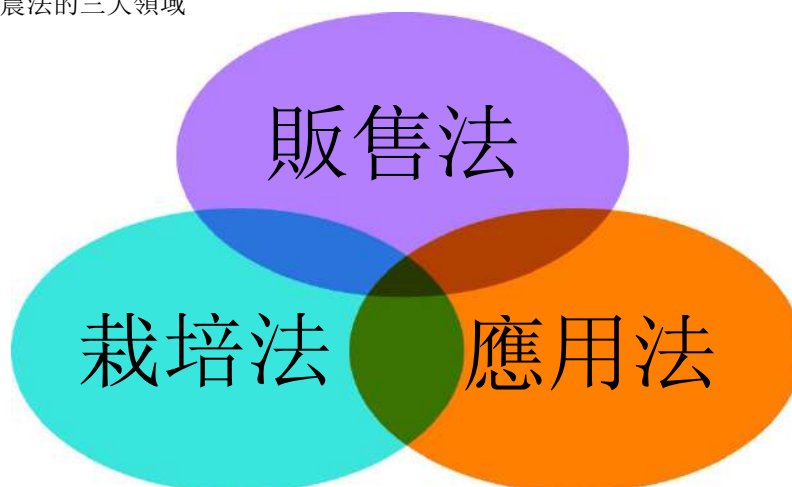
協生農法大略可以區分為栽培法、應用法、販售法的三個領域，專業農家如果想要將此當作謀生的主要來源，則必須同時達到上述三個領域的要求。本手冊預設的讀者對象，為自給自足的家庭農場、地域性自給自足的小規模農業活動業主，因此於此記載的範圍以協生農法的栽培法技術為主。

應用法領域當中，可分為兩個子領域：討論如何從協生農園以及其周遭地區的生態系統當中，將可以當作資源物產取出的方法論；將生態系統中取出的物產賦予其經濟價值的商品開發法。所謂協生農法的產物，除了園圃內生養栽培的有用植物之外，因協生農園的存在而衍生出來或相關的食物、生活資源、自然環境、景觀環境、教育學習機會、甚或包含被生態條件所吸引而來的動物群體、昆蟲群體等的活用也包括在內。

販售法領域當中，包含有以直銷模式為中心的協生農法物產銷售法，與估量協生農法的可能收穫量的思考模型。應用法與販售法的目標，都是促進協生農法理想中的野生狀態的動植物物產的市販流通，仍需要經過各地不同條件的地域環境中的實踐與理論修正來持續開發。

生態學中最適合的方法，即是在現有的環境條件基礎之上，在可能的範圍內，讓複數種類的生物一方面競爭生活資源、一方面合作共生，以資達到各自族群的最大限度的成長程度的生態系統狀態。相對而言，目前慣用的農業技術法所立論的生態學最佳解的理論，一般而言是指為了將單一物種的生存環境條件做最大程度的優化，從而改變自然環境條件的學說。

圖：協生農法的三大領域

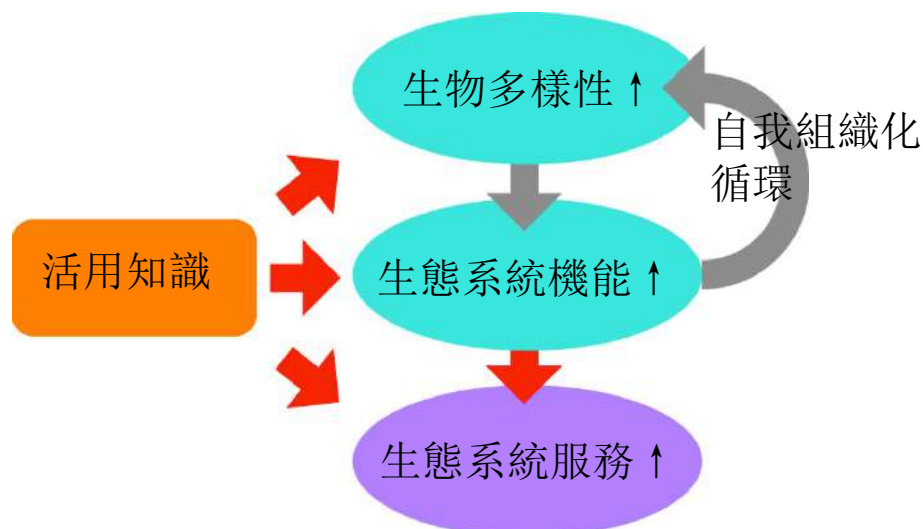


1-2. 協生農法的原理

協生農法是一種為了生產糧食，直接創建適合糧食生產的生態體系的農業技法。所謂的建構生態體系，最簡單易懂的說法就是增加在該地固定生活、或巡迴出入的物種多樣性。除了增加物種的多樣性之外，若能增加同一物種內的多樣化品種，則可增加遺傳基因的多樣化，使得能夠適應各種不同環境條件的植被生物在該地定居下來，藉此提升生態系統的多樣性。這種遺傳基因、品種與生態系統的多樣性，我們統稱為生物多樣性。

當生物多樣性變得豐富時，也會提升各式各樣的生態系統機能。生態系統機能將透過氣溫、濕度、日照程度、土壤中涵有的有機物質與礦物質等環境條件的調節，來創造一個適合更多生物生存的環境。若能提高生態系統的機能，藉此創造出容納更豐富的生物多樣性的空間，意即能給創造出一個生物多樣性與生態系統機能的乘數效應雙贏局面。在生物多樣性與生態系統機能都同時提高的情況下，以糧食生產為首要任務的人類將能夠從生態系統當中得到上述許多人類生活所需的生態系統服務。協生農法，係透過對生態體系的多方面相關研究知識的活用，使得生物多樣性、生態系統機能與生態系統服務能夠總合性地提升其運作，以期能夠創造永續性的糧食生產與自律性的人類經濟活動和平共存的雙贏局面。

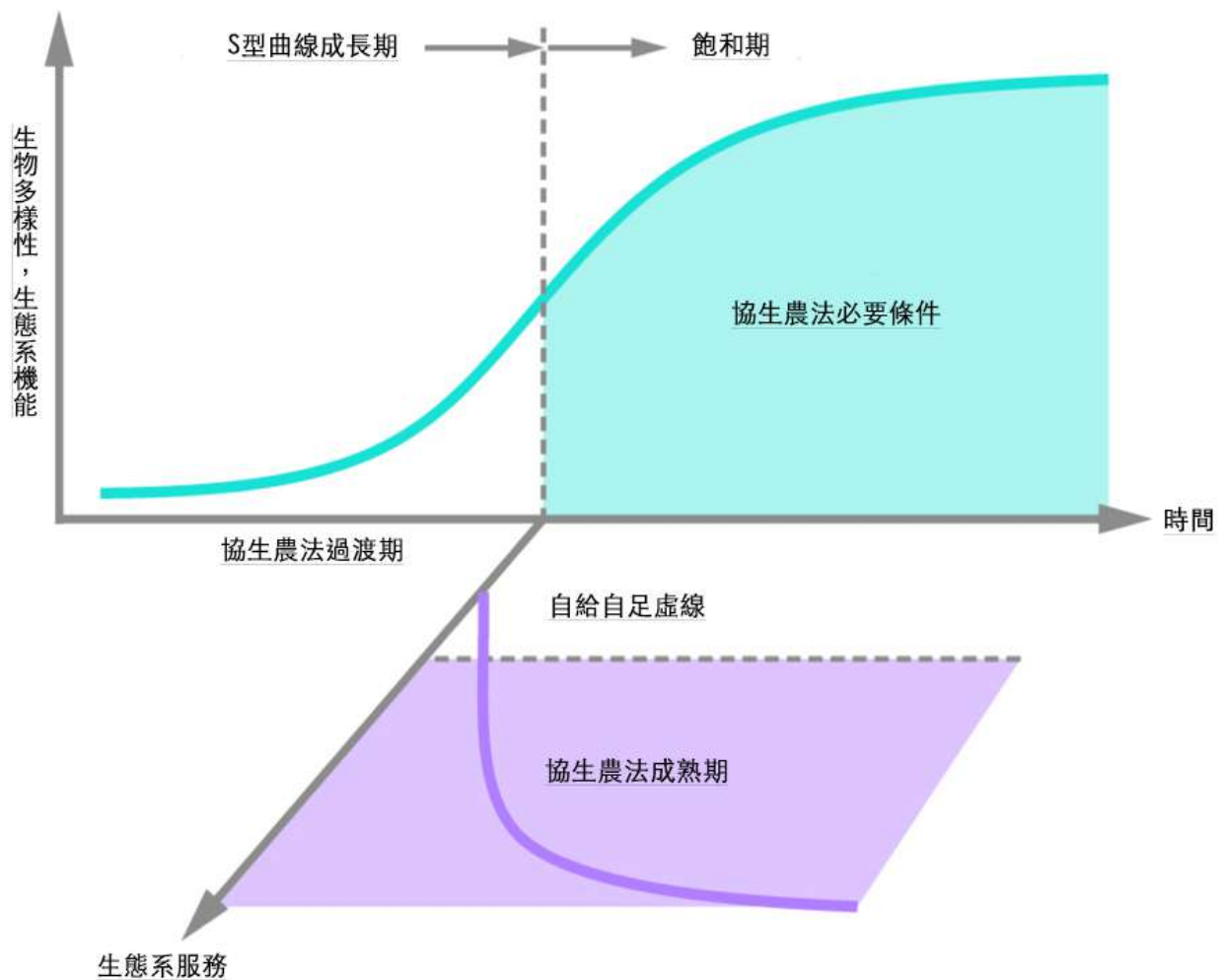
協生農法與其他農業技術之間最大的差異點，就是透過此農法，可以收到恢復耕種環境、建構生態環境的正面效果。眾所周知的許多農業技術是奠基在利用現有的自然環境的前提下，其生產技術築基在剝削、劣質化某些部份的生態環境；然而，協生農法在即時已經被剝削劣化的自然環境中操作，也能用它獨有的農業技術恢復該生態系統的運作。舉一個最顯著的成功案例來說，我們在瀕臨沙漠化危機的熱帶乾燥地帶成功導入了協生農法（請參考第 5 章）。生態系統的機能，係指所有動植物生存所需的資源取得、有機物的生產、分解、無機鹽微量元素的循環等功能。所謂的生態系統提供給生物的服務，包括有「供給服務」，提供與生產食品或水給生態系統；「調整服務」，控制與調節氣候條件；「文化服務」，創造出休閒娛樂等精神層次與文化層次的利益提供；「基本服務」，透過營養循環、光合作用等活動來承擔氧氣供給的重任；「保護服務」，避免意外事故的發生，保護生態環境的多樣性受到損傷。



圖：協生農法中，生物多樣性、生態系統機能、生態系統服務與相關應用知識間的關係

隨著協生農法的實踐而逐漸成功地建構生態體系之後，農圃的生物多樣性將與時俱增，逐漸趨近至我們管理目標的植生階段，呈現 S 型曲線的成長樣態。從 S 型曲線的起點以至反轉點的前半段成長過程，是協生農法的典範轉移過程。或許我們會看到有部份個案，無法生產出協生農法所期待的生態最適環境下的健全植物組職，然而亦可達到家庭菜園式的自給自足式的自我消費的水準。一旦達到 S 型曲線的後半飽和期，由於生物多樣性和生態系統機能已經構築地十分緊密結合，逐漸趨近生態體系的最適化水準。屆此，才算是達到協生農法的必要條件，才能稱呼它為協生農法，也才能夠進入協生農法的產物販賣階段。此外，當農家能夠賦予多樣化產物經濟附加價值，能夠收穫到足夠維生的物產量，得以從事自律性的經濟活動時，就可以說是進入協生農法完全成立的階段了。

協生農法成立之必要條件，是園圃達到生態學理中的最適狀態；充分條件則是，為了多樣化的物產所做的附加價值活動與販售活動，不管在產量上與品質上都能夠達到使農家經濟獨立的標準。只有能夠滿足上述兩個條件的農家，才能以協生農法為維生之道。

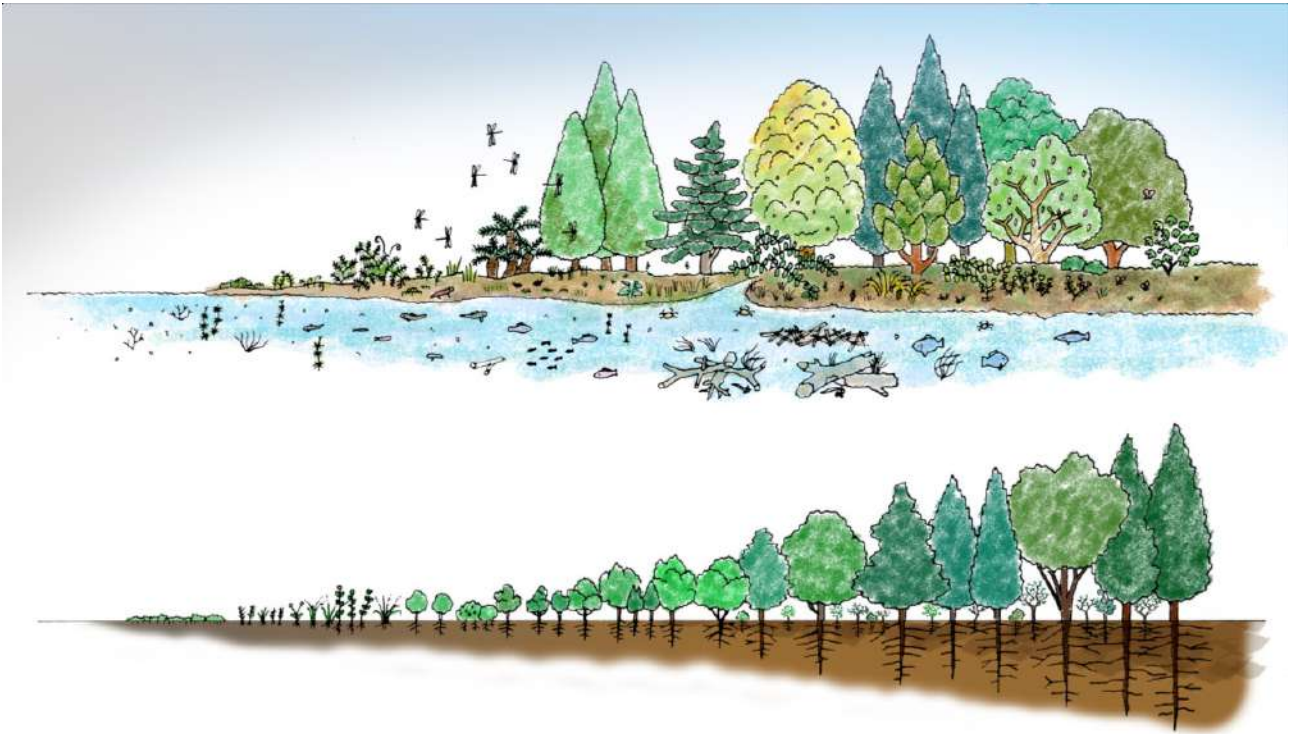


圖：協生農法下建構生態體系所需的時間發展與農法成立與否的相關關係

從生態系統最適的植被當中，要能夠一方面不損傷生態系統機能而持續性地取出農家所需的生產力產出，就必須避免在生態體系構築的成長階段時大量採收，而應在生態飽和階段才開始做經濟性地採收。用簡單的實例來說明判斷的話，那就是只要環視我們的目標植被的園圃周圍的自然植被的生長狀況，若在協生農園內定住下來的植被品種多樣性相較為佳即可。在園圃內定住下來的品種是否能夠在當地充分發揮生態系統機能的指標之一，就是它們是否比周圍的自然環境中的數量是否更多；只要園圃內的品種數量較多，我們就可以認定園圃已經完全進入飽和局面了。具體的管理方法則是：完全不拔除自然生長出來的草木植物，除了可以藉此來構築健康的生態體系，也能夠提高雜草與我們視為標的植物的有用植物之混生度。

協生農法之所以能夠達到不翻土、不施肥、不使用農藥的理想狀態，是因為農家已經成功地構築出一個生態體系之故，絕非放任自然環境隨意生長就叫做協生農法。為了要建構生態體系，我們需要積極地導入一些有用的植物，也需要意圖性地控制因有用植物的導入而帶來的環境擾動、並運用巧思來協助有用植物的利基生產點（適合其生長養育的環境與場地）的成形、透過食物鏈來管制動物群體，進而來促進整體生物多樣性的提升。最終而言，從前的慣行農法中所必要的翻土、施肥、農藥等程序，將會被生物多樣性提升所帶來的環境擾動、利基形成、食物鏈所取代，協生農法不需上述的翻土施肥等程序即可運作。

由協生農法構築出來的生態體系，可以容許自然植被和有用植物的最大組合可能性存在，因此可能在生態史上寫下最具多樣性的紀錄。農家應該隨時思考並掌握自家的園圃生態系的現況，與植物生態一般發展階段的狀況對照比較，並且清楚掌握自家園圃的未來發展方向。協生農法是根據海洋生物移居陸地的地球生態進化理論來發展，地球生態的建構初期，當時是由動植物共同合作製造生產了陸地上的表層土壤。同樣地，在創造自家園圃的生態體系時，若能活用海陸移居理論下的植物生態發展階段理論來當作生態變遷的判斷指標的話，就會更容易運作。當植物剛從海洋爬上陸地時，植物群們選擇優先發展樹木的高度、樹根的深度，還有能夠對應環境變化的緩衝機能。這些特質，在現存的各種植物品種當中都還可以看到這些生存選擇的軌跡；若活用這些階段性的發展特展，就可以有效率低把無植被覆蓋的極端環境，透過物種遷移活動而將之發展成茂鬱的森林。具體來說，即是依照一年生草、多年生草、藤蔓科植物、低矮樹木、高大樹木的順序來協助生態體系做轉移，也能在各植物生態階段當中，靈活地生產該階段的有用植物。若有必要，甚至可以操弄提升生物多樣性戰略，例如：略過某遷移階段，或是倒轉某階段等手法。



圖：生態變遷（下）與上陸進化（上）的共通性

生物學裡面，有一種「個體之產生，係依循系統產生之原則」的重演說理論；協生農法中，則是基於「生態轉移，係因循上陸進化之過程」假設來管理運作。若要開發荒地，則首先種植適於低地生長的一年生草本植物、再引進多年生草本、藤蔓科植物，逐漸將低矮的樹木轉移轉移至高長的樹木，最終我們將得到茂盛地森林。這可說是重演不毛之陸地，因得到海中動植物花費漫長時間的上陸並從事演化活動而得到徹底的型態改善的故事。實施慣行農法時，農家會在同一地點反覆重複種植同一作物，容易遭遇到連作障礙的困難。而在協生農法中，因為自然生發的草木植物和有用植物的生育發展比例會自然變化，因此得以迴避掉連作障礙的問題，持續發展為新的生態體系。

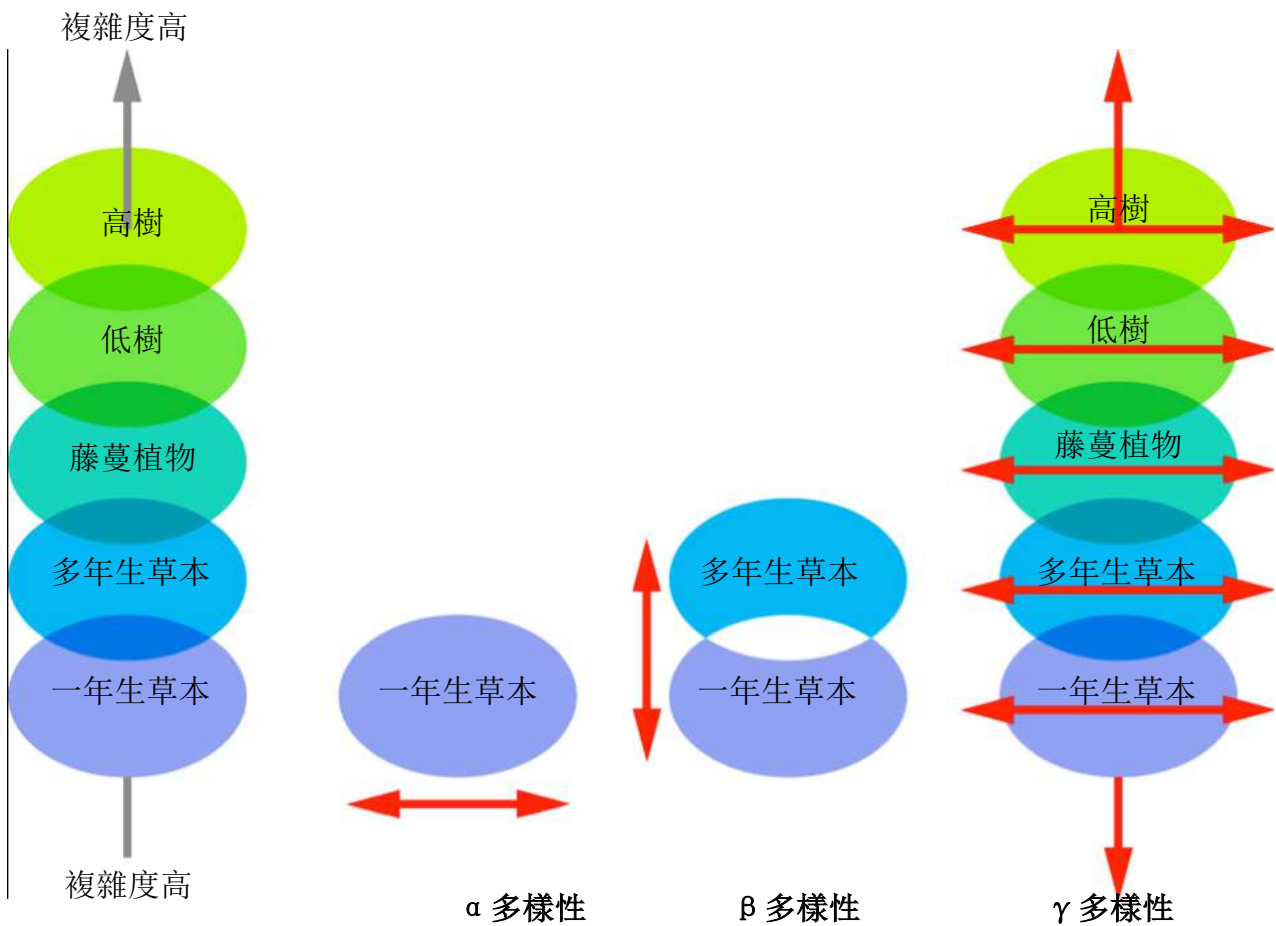
在各植物生態階段和生態變遷過程中，若想要提升其生物多樣性，可以導入下列三個品種多樣性的指標來評價現況。

α 多樣性：單一植物生態階段內的品種多樣性。例如：一年生草本植物的品種多樣性。

β 多樣性：能夠表達兩個不同植物生態階段之間的品種多樣化距離。例如：一年生草本植物聚落與多年生草本植物聚落之間，不與上述兩個植物生態共存的品種多樣性。 γ 多樣性：所有植物生態階段內的品種多樣性。例如：協生農園及其周遭生態體系內的全體品種多樣性。

若能以提升上述三個品種多樣性指標為目標來管理協生農園，就能夠構築最大限度的生物多樣性，甚而期待更大層面的外溢效應，使得整體自然環境或都市環境的生物多樣性能夠

恢復正常，甚至能夠得到提升。舉例來說，即使同是 γ 多樣性 500 種的個案，也許有些個案是包含有 α 多樣性相對較少的植物生態階段，或者是區域性的 β 多樣性較低的植物生態階段。農家能夠從區域和整體兩種不同的角度來評估和栽培植物生態的多樣性，是極為重要的觀點。



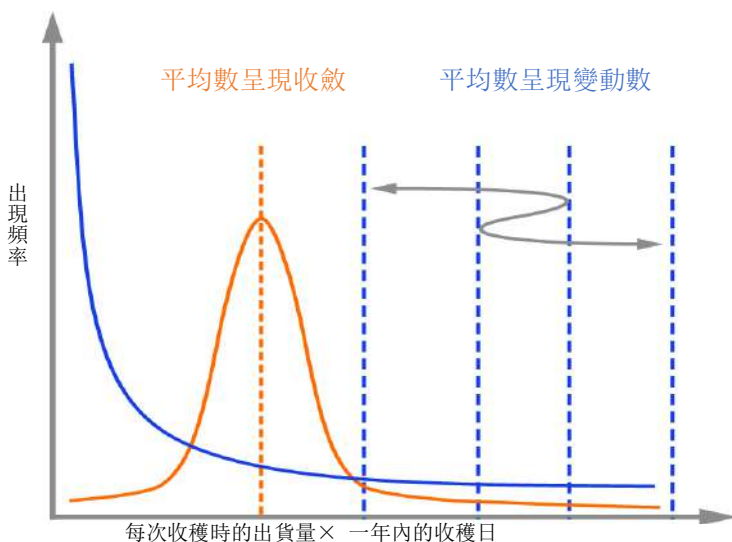
圖：協生農法中之植物生態階段、管理模式（軸層構造）與 α β γ 多樣性



圖（上）：協生農園中觀測到的蝶類為例。日本的協生農法實踐經驗當中，已經觀測到了 1000 種以上的昆蟲、植物棲息在協生農園及其周遭環境。圖（下）：無施用農藥、生物多樣性高的協生農園當中，因為存在有豐富的食物鏈生態，導致多種天敵動植物共存其間，得以使得整體生態體系安定下來。

1-3. 生產力

生產力會隨著環境條件與植物品種而有所改變，故應針對多樣性環境條件改變的適應力與生物多樣性做整合性的考量。慣行農法是在相同的栽培條件之下重複培育單一品種的作物，故而使用採收量的平均值來當作生產力指標；然而，對栽培條件與栽培的作物群時常在變化的協生農法而言，固定栽培架構為前提下的平均值指標並沒有太大的意義。協生農法，它需要有一個評價方式，能夠在農法技術在持續改變適應與多樣性的過程中，衡量出實際產出的生產力。以作物別的生產量來說，每畝在地表上栽培的葉菜類蔬菜產量為最高：像白菜等這種栽培時間較短而栽種土地面積較多的作物，其相對生產量是較低的。像麥類或稻米等穀物或果樹這種收穫時節固定的作物，協生農法在這類單一品種作物上是不可能得到與慣行農法一樣的生產量；然而，在混植狀態下，將之當作多樣性品種選項之一來栽培時，是可以收穫到不被肥料特別肥大化的正常植物組織狀態的穀物。日本的協生農法生產力紀錄，目前有伊勢農園耗時四年（2010-2014年）的蔬菜實際販售資料可供參考，其每10公畝的收益/設施維修成本比率約有慣行農法的5倍之多。



圖：慣行農法的常態分配（紅）與協生農法的冪定律分配（藍）的生產力曲線

<收穫量的冪定律分配>慣行農法的收穫量係呈現吊鐘型的「常態分配」，而協生農法的收穫量則是在自然狀態下的植物生態的產出，則依據「冪定律分配」的法則。冪定律分配多在自然現象研究中出現，例如：地震的規模與其發生頻率的分配曲線即為一例。小型地震會頻繁發生，但大地震則極為罕見。同理，協生農法中，多數的環境條件和多數品種都僅產出少數的收穫量，而能產出大規模的收穫量的品種與環境條件卻是相當罕見。冪定律分配定理中，平均數會因為稀有罕見的事件而呈現大範圍的波動，因此根本無法拿來當作預測未來的指標使用。協生農法若偶爾地收穫到罕見的大規模豐收時，生產力指標就會大幅度地上升，因此有必要在該達成階段的时间點上更新生產力的內涵。為了要平準化依照冪定律分配變動的生產力指標，協生農法採用股票投資者常用的由多種作物構成的植栽組合方式來管理。

<成本計算的補充知識>協生農法的收益/設施維修成本比率，要將初期造地時所必要的種苗成本也併入計算。還有，慣行農法除了種苗、肥料、農藥等維持成本之外，還需要計入貨車等的龐大的初期投資費用。爰此相較之下，伊勢農園的協生農法的實際獲利率為慣行農法的五倍以上。

1-4. 管理條件

協生農法的原則是不翻土、不使用農藥、不施肥。原則上，人類被允許帶進協生農園的東西，僅有種籽和幼苗而已。氮、磷酸、鉀離子、有機物及其他的微量元素，僅僅依靠園圃內的植物生態與彼此生態吸引而來的動物族群來供應。除了初期的土壤改良階段以外，整個栽培過程原則上不會使用土壤改良劑、微生物材料或人工化合物。其他自然農法學說中會使用到的輔助工具，即使是由自然環境採集而來的腐葉土或是驅蟲用具，都算是違反協生農法的耕作原則。被我們允許可以使用的東西，僅限在不妨礙土壤的結構形成前提下的特別指定項目而已（請參考 2-2-6 項）。初期實踐以後的園圃管理方式，原則上只需做作物的收成、雜草管理與種苗的定植而已。雜草的管理應依據每種草類不同的特性來處理，但大原則是：除去多年生草類，留下一年生草類。

水的澆灌，基本上只在三個場合可以允許進行：幼苗的定植、種籽發芽後、與嚴重的乾旱來臨時。與其使用自來水，我們更推薦您使用雨水、井水或河水。使用種植箱來育苗時，澆水和最低限度的肥料使用尚屬可容許範圍，但是一旦將其定植到協生農園之後，就不允許再攜入多餘的肥料了。從這一觀點來說，像在大型量販店販買的化學肥料栽培的幼苗，因為幼苗在出貨之前只被施與了最低限度的無機物而已，在種植箱中透過雨水沖刷等等土壤機能的緩衝，只要是在數週時間之後再收成，就可以將它轉植入協生農園。不過要注意的是，經過化學肥料催生而快速成長的幼苗，它的生命力是較脆弱的。

<一年生草類與多年生草類的差別>
一年生草類的根在枯死後，就會變成土壤的一部分，而且，它們會在土壤中為好氧微生物建構出必要的透氣管道。相較之下，多年生草類的根就不會枯死，它們會一直持續生長、持續伸長它的根鬚，根鬚長得越長就會把周邊的土壤網得越緊。但是，由於多年生草類也能夠提供滋養土壤生物多樣性的有機物質，因此也可以用與一年生草類不同的角度來靈活應用它。

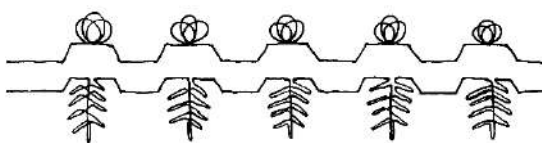
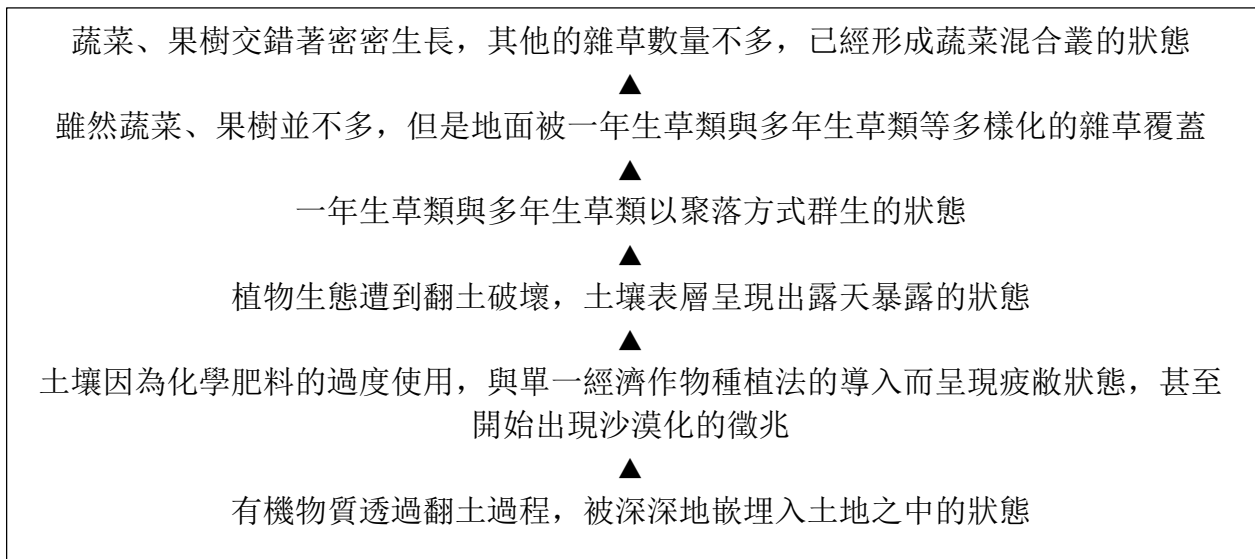


圖：協生農園裏，各式各樣的花卉也是重要的產出物，花朵們還可以扮演引誘昆蟲前來拜訪園圃的重要角色。

1-5. 植生條件

我們是以蔬菜的混合栽種、密生栽培為原則，運作的重點是：只要蔬菜的生長競爭力沒有比一年生草類還差，我們就容許它的存在來協助土壤構造的形。地表全年都被植物所覆蓋是最好的狀態。以下為您闡述協生農法中植物生態的優劣判斷標準。越靠近上端的記敘文句，就是協生農法中認定的優良狀態；反之，越靠近下端的記述文句，就是離協生農法的理想越遠的狀態。

慣行農法，一般是在一定的時間間隔的前提下，重複栽種單一種類作物的單作農法，將會使得土地上層的植物生態結構與土地下層的土壤結構都受到破壞，傷害整個生態系統的機能。由植物生態所能塑造的地上部分與地下部分的表面積越大，就越能讓豐富地生物多樣性共存於其中。



將慣行農法與協生農法拿來比較，最明顯的是土壤的地上部分與地下部分的植物生態所塑造出來的表面積有很大的差異。越是複雜的植物生態結構，就可以讓更多種類、多樣性的生物共存其中，而生產與風險管理相關的策略規劃就更顯出重要性。

1-6. 收穫方法

農作物是從較大的作物、混生密度較高的作物，開始間苗收穫。這個收穫方法，是協生農法中最重要也是最主要的管理方法。其他的管理活動，最好是跟著收穫活動順便進行。從我們的經驗來說，關東以南的平地地區是不存在有農閒時期的，如果能夠將防風與日照條件等的環境條件照料好，加上植生策略規劃得當的話，那麼農家可以一整年持續性地從事間苗收穫。但是，作為一個專業農家，若從事頻繁地間苗收穫，那麼在日本3月和9月的蔬菜供應較少時期，收穫量也會隨之下降，最好能夠另外準備好其他的苗床來應對。日本的無農閒期的地理北限在哪裡？我們目前現在還在實驗研究這個問題。



圖：協生農園有各式各樣的蔬菜混生組合狀態。根據環境和蔬菜品種組合的不同，我們可以建構出各種多樣化的植物生態策略。

1-7. 管理原則「時空的結晶」(時間、空間與植種的多面性應用)

協生農法是透過植物生態的配置，與總合考量時間、空間與作物品種的綜效組合的管理方式，對農圃空間盡量進行有效率、立體化的靈活運用，以期能夠長期持續地得到多種類的收穫成果。

- 時間的使用方式：為了能夠每日都持續地收穫作物，我們可以將種苗定植的時間錯開、營造多樣化環境將作物的生長速度加以差異化操作、把作物的生長速度溫存到其他作物收穫較少時來收成、也可在一種作物收穫後就迅速地進行植物生態改變或種苗定植時期的計劃性管理，以利其他作物的收成。與其他農法相較，協生農法最明顯的特徵就是時間的多線發展與運用（請參照 2-2-8 項）。

- 空間的使用方式：除了田畝上的栽培面積之外，我們可以讓藤蔓科植物攀爬在柵欄、通道、農園的周邊環境與樹木上，這些都是園圃空間的有效活用方式。將喜陰植物栽種在喜光植物的下方；將葉子細長條狀的蔥類植物栽種在葉片是圓闊橫向發展的款冬或是牛蒡中間；將紮根的深度與廣度不同的植物種在一起；修剪果樹下方的枝幹來擴展日蔭的空間，以利種植葉菜類蔬菜；這些都是讓各種不同植物的形態或生理特性相輔相成，做立體式的組合。

- 種類的使用方式：不受限於蔬菜、果樹、香（藥）草，也可以混合種植山菜等許多有用的植物。即是目前沒有栽培紀錄的植物，只要是在相同氣候帶地區有過栽培紀錄的植物，就可以試著導入種植它。還可以留心植物的不同部位的特性：葉片、莖部、新芽、花苞、花朵、果實、種籽與根，靈活地運用它們。所謂的靈活運用，除了生吃、烘培後製茶、醃漬成保存食品、香辛料等、做成多樣化的食品之外，還可以以種苗形式販售，甚至是製成染料或其他生活材料等的商品化策略。



圖：這是在中央部分種上白菜的幼苗，在兩側條播蘿蔔的種籽，使其密生的例子。

在 10 公畝的協生農園裏，光是市面上販售的蔬菜或果樹就可以導入 200 種以上的植物種類在裡面。如果把品種也考慮進去，可以建構出 1000 種以上的多樣性。如果再加上一般較少以種苗形式販售的香（藥）草或山菜類的話，多樣性的規模就可以再倍增了。這件事意味著，透過人類的介入，生物多樣性的擴大程度可以超越自然現有的狀態。面對因人口增加而導致的環境破壞問題，我們導入有用植物來擴大生態系統，進而使得糧食生產與環境保護，得以兩全其美。

由慣行農法培育出來的蔬菜，有些部位吃起來的口感和味道很糟糕；但是，同樣的植物部位，若是協生農法栽培出來的東西，大多就會變成具有可堪生食的清爽口感。尤其是各式各樣的花朵，也是可供食用的重要農產品。蘆筍、青花菜、土當歸等，這些蔬菜在協生農法栽種後，甚至變成不川燙直接生食的人氣商品。

1-8. 成本

初期施工時的資材費、植樹費、種苗費和維持替換用的種苗費用以外，基本上無其他購入成本的需求。既不需要貨（卡）車之類的重型機械，在農具的需求也幾乎完全沒有必要購買。只需要有收獲用的剪刀、種苗定植用的鏟子和割草用的道具即可（若有一台小型除草機會比較方便）。維持成本中的種苗費，可以慢慢地用自己生產出來的種籽來取而代。理想狀態是，約用銷售額的 1/10 程度的投入來做維持成本。若是專業農家做大規模的協生農法，那麼必須再加上整年持續的間苗收獲與雜草管理所需的人力成本費用。

1-9. 探索法

初次開始實踐新的協生農法時，必須透過實際的種植行動來探索這個問題：在哪個地方能夠養出什麼樣的有用植物呢？針對一個種類的植物，要實驗日照程度、濕度、土質、土壤密度、混生組合、原生的植物生態等複數條件變化下的生長狀況，才能歸納出適合該作物的生育環境條件。曾經有過這樣的實例：即使是在過去數年間從來都無法定植的作物們，因為數年來的生態轉變的關係，突然全部變成定植作物，而且變成是該農家的主力產品。考慮到這樣的可能性，建議您不管該作物定植的可能性多低，都可以考慮持續用少量來做定植的嘗試。只要您持續維持做廣泛的研究探索的努力，不受過去的成功經驗侷限，您因應環境變化與生態體系的變化而彈性調整的能力也會隨之提升。

若要精通並深度地實踐協生農法，那麼對於生態系統的狀態判斷就變得十分重要，有時候需要動用到您高水準的資訊處理能力，那是足以媲美一流運動選手的認知反應、深度醫療診斷技能的高度智能活動。我們為了要推廣協生農法的實踐運動，現在正在準備利用資訊通訊技術來建立一個協生農法支援系統，以利各地實踐者相互分享當地有用植物的探索經驗與活用法的知識交流。

另外，對於從未被人活用過的植物種類，建議您把所有的研究探索的程序都走過一遍：不同的部位、不同的料理方式、定植收獲的時期、應用方法，有許多個案因此開發出該作物的新商品價值。即使是一般很少流通販售的植物部位，或是違背常識的使用方式，只要您能夠開發出新的應用方式，這個知識與努力，就可以視為是生態服務的一環，而成為足以傳承到未來的新資源創造，它有時候甚至會成為其他地域的重要生產產物。對於一般廣泛流通的蔬菜，您也可以透過探索來擴充其活用的選擇項目。

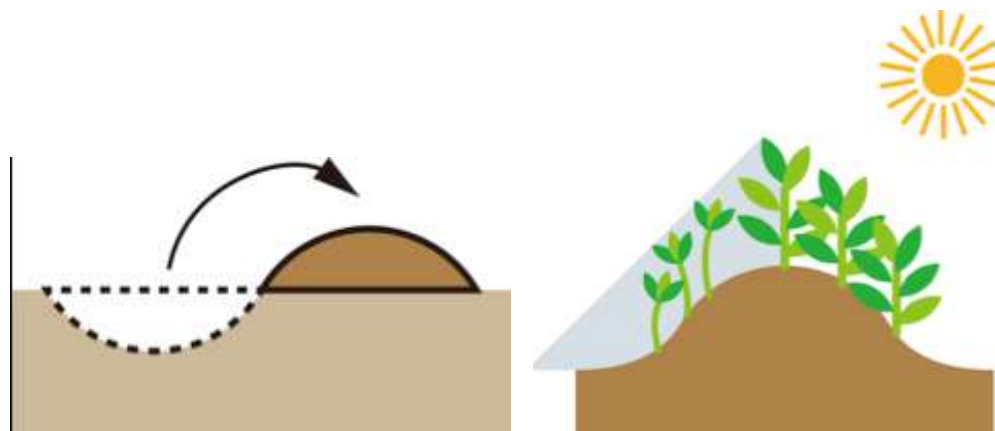
2. 各論

2-1. 初期施工

2-1-1. 田埂的建構

首先要先做出寬度 1~1.5m 左右的田埂。不需要深翻耕土，只要將土壤堆高成田埂的形狀即可。如果希望種植長形的根莖菜類的話，一般認為先將土壤深耕過比較容易得到外型漂亮的根莖菜類作物，但其實深耕並非漂亮根莖菜類栽培的必要條件。田埂的寬度，是設定在可以讓農家從左右兩側來收穫作物的最大寬度，因此園圃管理者可以按照自己的體型大小再做適當地寬度調整。若是在收穫時會使用到高枝剪等的長型道具，那麼也可以將田埂寬度加寬以便道具使用。建構田畝的目的是：可以方便農家根據不同的作物種類來改變它的日照條件、讓作物不同的高度構成農地的立體式應用、增加作物實際種植的面積、改善排水能力、協助土壤形成蜂蜜炭結構的性質、區別生產面積與通行道路、方便定植與收穫管理等等。舉例來說，若以東西向來建構田畝，那麼田畝南側斜面就可以種植喜歡日照的喜光蔬菜，在田畝北側斜面就可以種喜陰蔬菜等，便利於作物的分棲種植與管理。

雖說田畝並非協生農法實踐的必要條件，但是有田畝的存在會增加農法實踐的便利性。



若是家庭菜園，那麼就維持平地的環境即可；反之，若是較乾燥的天候環境，則可把田畝掘成溝狀，尋找濕氣較重的地方來種植作物等等，農家可以按照環境條件來因地制宜改變田畝的形式。還有，雜草管理與收穫時的作業成本也必須要納入考量。田畝之間的通路，只需便於收穫作物的人行走即可，可選擇方便作業的寬度來建造之。如果想要增加生產用土地面積，就把通路做得狹窄一點。通路如果太狹窄，就可以坐著做事，兩手可以直接收穫身體兩側的作物。甚至極端一點，連通路都可以拿來栽培作物。根菜類是比較耐踏壓的植物，就算是在堅固的通路地面都能夠生長。

2-1-2. 植樹

在田畝的中央部分，每隔 1.5m 左右的間隔，種植落葉性的低木果樹或是能夠形成小型樹叢的植物。種植果樹的目的，我們根據重要性的高低順序列出以下四點：

- (1) 為蔬菜製造半日照環境。
- (2) 吸引昆蟲或鳥類來駐足，讓其排泄物或屍體可以為土壤提供微量元素，並促進花朵的授粉作用。
- (3) 利用落葉促進腐葉土的形成。
- (4) 果實的收穫。

以蔬菜類的植栽收穫為主的農家，即使果樹能夠長得更高，也應該限制其高度維持在 2~3m 左右勤加修剪，將較高的樹木配置在農圃的周圍，這樣才能夠降低管理成本。然而，不可忽視的是成長速度較快的高樹非常有利於生態系統的構築，因此也可考慮在初期先予以種植，等到生態環境培育到位之後再予以逐次剪除。種植果樹的目的，並非著目於收穫其果實，而是希望能夠構築出有利於栽培蔬菜的生長環境。我們是僅把果實的收成，當作附帶的優點來思考的。

若是以果實的收成為主的農家，那麼就可以將許多不同種類的果樹混合種植，並盡量讓它依照天性成長。此時，蔬菜類作物就僅定位為果樹園的表面植被，當作輔助性的生產作物即可。為了提高果樹的生產力，必須要在收穫方法和販售方法作一些巧思設計，例如：在樹下裝設網子，以承接全熟的自然落果；包裝時，使用加工或真空包裝袋等。其次，協生農法建議除了市面上熱賣的栽培品種之外，可以另外加植當地原生的野果樹或是藤蔓科的有用植物，從種籽階段開始慢慢栽培。如前所述，即使沒有相關的栽培經驗，我們也建議要嘗試導入新種果樹的植栽，協生農法中探索是相當重要的一環。若是嫁接的幼苗，有時新芽就直接在台木上自顧自地生長起來了，故必須要有修剪管理的規劃。

<蔬菜為何在半日照環境下生長得較好呢?> 事實與一般的常識相反，在無肥料的狀態下，蔬菜在半日照環境下反而長的比全日照環境好。這是因為蔬菜這種生物的原生種，原本就是在與其他植物混合密生的狀態下進化而來，光合作用原本就是在樹木的半日照樹陰下進化而來，因此半日照下蔬菜的光合作用效率較佳。

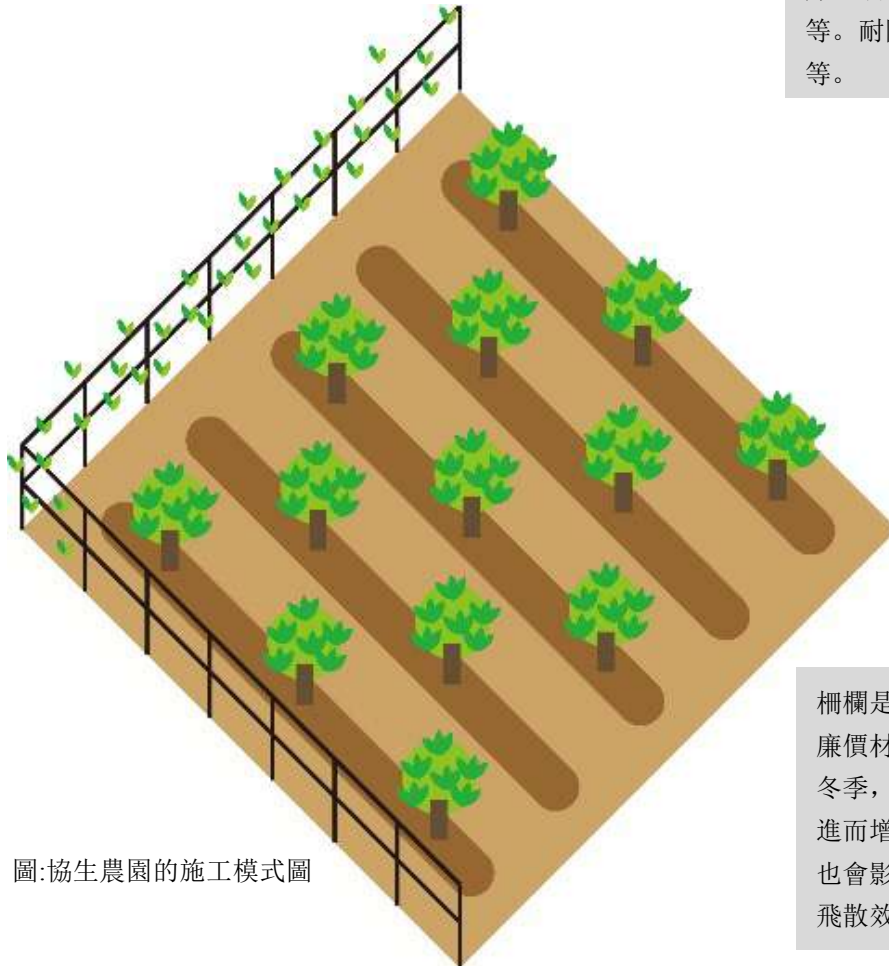


圖：在薄荷的密生地域中的斐濟果、遼東櫛木。這就是利用有用植物的優勢生長環境，使得該植物即使農家放置不理，它都能長得很好的管理成本降低個案。

2-1-3. 外圍柵欄

可以利用園圃的外圍柵欄來栽培藤蔓科植物。再者，它在風力較強的地域或時期，都可以發揮防風的效果。若把牆角等濕氣較強的地方當作苗床來使用，還易於生產符合當地環境的幼苗，能夠提升整體園圃的生產力。

藤蔓科果樹：奇異果、軟棗獼猴桃、木通、石月、葡萄、木天蓼、百香果等。耐陰性的蔬菜：山菜類、明日葉、蜂斗菜(款冬)、鴨兒芹、蕺菜、韭菜、薤(落葵)、蒜等。耐陰性的樹木：胡椒木、烏樟等。



圖：協生農園的施工模式圖

柵欄是可以從量販店等地購入的廉價材料來自行組裝。尤其是在冬季，柵欄可以發揮防風作用，進而增進園圃生產力。它的設置也會影響到園圃內的植物種籽的飛散效果。



■ 田畝 ■ 灌木果樹 ■ 藤蔓植物用的柵欄

圖：協生農園的一個實例之全景和模式圖。(2010年11月，伊勢協生農園)

2-2. 管理

2-2-1. 播種的概論

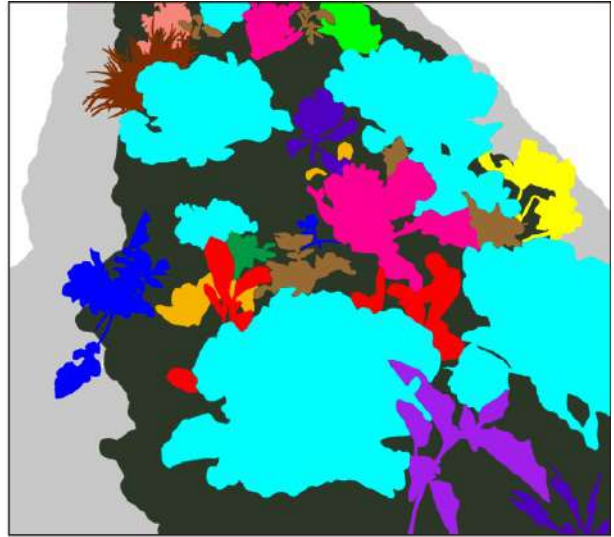
說到播種的數量，若是專業農家的話，是由計畫預定的收成量逆向推算而來；若是家庭菜園的話，則是優先考慮雜草管理的難易度來決定。一般來說，構成一個蔬菜混生組合中的葉菜類與根莖菜類的約略數量，以量販店販賣的小袋裝種籽來算的話，粗估每 1 m²的土地約播撒一個小袋的份量。當然，這個估計量也會依照作物種類和種籽的數量而異。實際上從事播種活動之時，我們為了要讓植物混生，故不是在 1 m²的土地播撒一個小袋的種籽，而是在例如 4 m²的土地上混合播撒四種植

物、共計四個小袋的種籽份量。將複數種類的植物混合種植，並採取高密度的播種方式。我們要让蔬菜的種籽比雜草更早覆蓋住園圃的地面，藉此得到披覆效果。在很多不同的農業實踐的經驗當中，都已經確認了植物間有共存共榮的契合現象發生，但是在無翻土、無施肥和無農藥的前提下的研究報告卻不多見，至多也只是 2-3 種植物組合的研究報告而已。對多種類植物混合密生為標準原則的協生農法來說，不受前例所限，隨時持續地實驗多樣性的植物組合的工作態度是相當重要的。

夏季蔬菜的種籽及蕪菁油菜科的大型蔬菜的種籽都很大，一袋裡面的數量很少，單靠這些蔬菜不可能形成一個蔬菜披覆膜。如果讓植物生態能交替使用：例如，一個作物種類(豆類)收穫後枯萎的殘骸，就可以變成後面生長出來的其他轉類作物(馬鈴薯)的披覆膜。菊科蔬菜：萵苣、結球萵苣、蘿蔓萵苣、茼蒿、牛蒡、菊苣、菊芋等。

我們不只要將植物們作空間性的混合種植，也需要從時間軸上考慮到這些植物群組的變化狀況。將蔥或是韭菜等具有防蟲效果的品種在適當時機混入種植的話，可以穩定園圃的昆蟲群組的生態。在我們實際為園圃創造出適合植物生長的環境之前，先從菊科蔬菜或香(藥)草類植物這種不管多嚴酷的環境都能生存，又不怕蟲害的韌性植物開始入手種植的話，園圃的初期生產力就比較容易確保了。

再者，在初期就將韭菜、平葉茼蒿、蘆筍等多年生的蔬菜加入植物組合當中的話，中長期觀點來說，能夠減輕您管理雜草的工作負擔，轉而提高園圃的收成量。因此，我們應視其發芽狀態及收穫的狀況來適度地進行追加播種、幼苗的定植與園圃內的幼苗移植工作。



	白菜		茄子		小松		青江		花椰菜		馬鈴薯
	蘿蔔		茼蒿		紫甘藍		牛蒡		韭菜		高麗菜
	胡蘿		低草		通路						

圖：協生農園的生產實例。成長出來的大型蔬菜，光在這 4m²的面積裡就有存在有 13 個種類。(2010 年 11 月，伊勢協生農園)

2-2-2. 協生農法之年度植物生態策略的規劃方式

植物生態策略的規劃原則是，根據預定的生產收成量，預先決定好要生產的作物、生產面積、必要的種籽與幼苗的量，而且最重要的是不能讓「種籽與幼苗的量不夠用」這類的失敗發生。如果種籽與幼苗的量是充足的，卻還是發生計畫失敗的話，那麼失敗原因就可以歸因於植物生態策略(植物生態的配置、遷移的時機)、管理方式、或氣候條件三者中的其中之一，能夠促使我們作建設性的反省並構築新的策略方針。但是若遇到一開始種籽與幼苗的量就不充足的情況，即使遇到失敗的情境，也無法反省出有意義的資訊讓我們來建構新的策略。以資訊蒐集的角度來看，這一整年就是毫無學習反省的浪費時間。

協生農法在導入初期，通常會遇到種苗成本比慣行農法還要高的狀況，但是因為在肥料、農藥、機械方面幾乎不花費任何成本，所以整體來說總成本還是較低的。在作年度植物生態計畫時，最重要的是不單單只考慮種苗的費用成本，而是要考慮到整體的成本構造。

右圖：魁蒿與紫甘藍的混合種植。此時可以用其他植物來替代魁蒿，也能利用魁蒿來構築土壤結構。



2-2-2-1. 以一年生蔬菜為生產主力的農家

● 以伊勢協生農園的 2012 年春夏計劃為例:

首先，以月分為計劃單位，確實地決定每個月要生產的主力作物。對於這些主力作物，需要具體區分其種植地點並加以管理。對於確實可以確保其生產量之作物，將之歸於 A 組；像雞肋一樣食之無味、棄之可惜，只需要適度地播種、不需要規律地用心管理的蔬菜，就將它歸於 C 組；由於實驗資訊不足，作為主力作物來說，雖然其收穫量無法預期，但仍需要特定種植區域，適度地加以管理的作物，則歸於 B 組；其他的一次性的實驗作物或特殊例外作物，則全部劃歸於 D 組。

● 個案中 A 組的蔬菜(括號中的資料，係伊勢協生農園過去數年所累積出來的經驗法則):

番茄(收穫量可以確實掌握的夏季蔬菜)、小黃瓜、馬鈴薯、荷蘭豆(收穫量可以確實掌握的豆類)、秋葵、紫蘇(收穫量可以確實掌握的葉菜類，且生長高度較高者)、韭菜(收穫量安定的多年生草本植物)、分蔥(原本是秋冬季作物，但在春夏也可以收成)、蔥、牛蒡、荷蘭芹、平葉茺荑(冬季的收穫量可以確實掌握)、沖繩蕪(落葵)(全年皆可收成)、土當歸(若在春季到初夏之間對新芽實施間苗，則可增加收穫量)、黃麻(它能夠戰勝夏季的雜草，直到秋季都可以收穫)、空心菜

● 個案中 B 組的蔬菜:

茄子(收穫量無法確實掌握的夏季蔬菜)、苦瓜、芋頭、番薯、青椒、獅子辣椒(唐辛子)、辣椒、美國南瓜、南瓜、東方甜瓜、西瓜、大豆(以毛豆型態出貨)、紅豆、菜豆仔、落花生(雖然會覆蓋整個地表，生命力卻不如強韌的雜草)

● 個案中 C 組的蔬菜: 胡蘿蔔、蕪菁、蘿蔔、萵苣類、小松菜、日本蕪菁、壬生菜、

● 個案中 D 組的蔬菜: 茺荑(因有獨特的風味，就算是大量生產也恐怕無法完全賣光)、番紅花、蘆筍、芝麻菜、香(藥)草類

當農家決定好主力作物的 A 組和 C 組之後，就可以按照計劃的收穫量(每個月預計出貨幾箱宅配送的蔬菜?)，來決定 A 組蔬菜的栽種面積和 C 組蔬菜的播種數量。在 A、C 兩組的栽種管理計劃實際施行之餘，剩餘下來的農地面積和農家工作行有餘力時，再來進行 B 組的實驗。B 組的栽培實驗若能成功，那麼農家就可以得到更多的收穫量，但如果實驗失敗，主力作物的產量也不會因此而有所不足。在 3 月和 9 月的蔬菜產量較少的時期，由於農家會面臨蔬菜產量不足的風險，因此應該要有一些絕招來應對可能發生的危機。以下的三個階段是一個對策的實例:

1 在上述的生產面積之外，再另外維持一個能夠生產兩個月份的蔬菜量的土壤面積，在上面種植幼苗，以放任其自然生長的管理模式來做緩衝。實際上，伊勢協生農園就在園圃旁邊確保了一塊僅僅除草過、可供植苗的空地。為了壓低管理成本，即使收穫量不高也沒關係，只要能夠稍作緩衝，在 3 月和 9 月時能夠集中收穫就夠了。與其讓一個人來專注管理 10 公畝的土地，倒不如連放任式生產的土地面積都算在一起，讓他（她）一個人來管理 30 公畝的土地，反而更容易有餘裕來因應收穫量的變動風險。

2 蕪菁油菜科混種植物的醃漬品、沖繩蕪（落蕎）的醃漬品等。將豐收期時收穫來的蔬菜以保存食品的形式加工處理，來填補 3 月與 9 月的收穫量的不足。

3 蜂斗菜、蜂斗菜的幼苗、梅花等，山菜或山菜苗、花朵之類非食品的商品形式也是可以應用的商業模式。

關於 A 組作物，需要注意到透過植物生態密度的多樣化策略來分散風險。例如，像秋葵就是一種高密度種植時，它的植物叢就能夠抵抗強風，連颱風來襲都能夠平安度過。然而，當秋葵在 11 月枯萎時，同時期能夠交替定植的植物品種不多，使得農家就很難接續到下一個植物生態系統。若將秋葵的種植密度降低，就可以在其縫隙之間先行定植萵苣等小型幼苗，等到秋葵枯萎的季節時，自然就可以順遂地進行植物生態的交接。只要改變種植密度，就可以導引出該植物的優缺點，因此最好兩邊都押寶。這就是我們在(1-9)探索方法內提到的環境條件多樣化的具體實例。

在花朵與種籽都能當作商品使用的協生農園當中，蕪菁油菜科的蔬菜容易混種交配，產生出新的混合品種。由於蕪菁油菜科混種植物並非一個蔬菜的名稱，農家很難直接將這種蔬菜拿到一般的市場去銷售。但是，通常這些蔬菜的風味都很好，而且產量也較高，在加工食品業界是很被看重的商品。它們也適合賣給餐廳當作料理素材來使用。



圖：蕪菁油菜科混種植物不只風味絕佳，生產力又好。它是協生農法認為可以積極推廣並多方面活用的產品之一。

2-2-2-2. 以果樹與多年生植物為主而混植低成本蔬菜的農家

在溫帶亞熱帶的雜草生命力較強的區域，若是因為棄耕地太多而考慮活用它們時，農家應該與其計較單位面積的生產力，而將降低管理成本當作此時的優先事項。為了活用剩餘的棄耕地，在植物生態策略上，應該放棄栽種需要頻繁的出貨管理事務的一年生草本蔬菜，而以放任不管也能自然生長的果樹為植栽的重心，再讓蔬菜混生在自然生發的多年生雜草所培養出來的土壤上。讓一年生草本所形成的土壤結構自然形成，並順道使用之。

慣行農法，需要按照固定的程序與勞力付出做定期性管理活動；然而，協生農法則有各式各樣的栽種計畫與方法，從每天間苗收穫以提高生產力的型態，到幾乎完全放置不管、僅偶爾除草即可收穫的幾乎不花費任何成本的管理型態。農家可以依照個人的目的與預算水準，來決定生產力與成本要設定在什麼水準，然後再導入合適的植物生態系統。即使是慣行農法已無法再耕作的土地，都有導入與實踐協生農法的可能性。

伊勢協生農園及大磯協生農園的 2014-2015 年春夏計畫的實例：

將雜草與在荒地也能茂盛生長的近城鄉山區系果樹歸於 E 組。即使旁邊的雜草繁茂，也能從種籽中抽芽出來生長的作物，歸屬為 F 組。由種籽開始生長較為困難，但若是使用幼苗來定植則可以順利成長的作物歸屬於 G 組。若不暫時性地除草並將表土做部分地翻除動作，則很難由種籽發芽定植的作物則歸屬於 H 組。我們應該先決定好近城鄉山區系果樹 E 的種植區域，並種植比需求更多的數量，而蔬菜則以 F 為主要的投資標的，再依據雜草管理和生產的必要性來種植 G 組與 H 組的作物。

● 個案中的 E 組作物：

柿子：栽培品種與野生的豆柿

枇杷：栽培品種與野生的山枇杷

柑橘類：夏蜜柑、溫州蜜柑、臭橙、檸檬等；梅樹、櫻樹類：梅、南高梅、毛櫻桃、李亞屬植物(中國李)、櫻、蘋果(種植兩個品種以上時，較易結出果實)、木瓜海棠等

無花果：西洋無花果與蓬萊柿、野生的矮小天仙果；胡頹子屬：木半夏、野生的唐茺莢等；漿果系的樹木：藍莓、加拿大唐棣、野生的南燭等；樹果：日本栗、野生的日本山栗、核桃、榛等；其他類別：斐濟果、尤加利樹等

● 個案中的 F 組作物：

水芹科的胡蘿蔔、洋芫荽、平葉芫荽；菊科的萵苣(苦味較強的原生種)、菊苣(具有極強的化感作用，能夠戰勝雜草的多年生草本植物)、菊芋(群生來佔據領地)、牛蒡(即使是堅硬的地面也能生長)；豆類：大豆、菜豆、落花生、刺毛蠶豆(生長得極高，也耐雜草)；芋類：

馬鈴薯、芋頭(偏好在溼地生長)、菊芋；根莖類: 胡蘿蔔(即使被雜草覆蓋也能生存下來)、蕕(落蔭)、蝦夷蔥、牛蒡、胡蘿蔔。

在地面爬行的披覆系雜草: 草莓類、香(藥)草類(特別是薄荷類)；種籽型態時，在日蔭處易於生長: 鴨兒芹、韭菜、胡椒木、南天竹

● 個案中的 G 組作物:

在雜草當中幼苗的定植成功率較高者: 紫蘇、辣椒、萵苣(栽培品種)、韭菜、番茄、小黃瓜、高麗菜、西蘭花、朝鮮薊；成長以後易密生於湖沼的作物: 茶樹、樹莓、菜豆、刺毛鰲豆；幼苗型態時，在日蔭處易於生長: 蜂斗菜、韭菜、蕨類植物

● 個案中的 H 組作物: 萵苣(栽培品種)、小松菜等

種植起來最輕鬆的是 F 組作物，它會自力發芽成長、自然繁殖。因沒有必要翻開表土，所以此類植物是對生態體系構築最有幫助的作物。只要讓此組作物在種植範圍中成為優勢作物，就不只可以得到一定程度的收穫量，又可以降低管理成本，即使放任不管，只要再除一下草就可以再恢復耕作。

G 組作物是以幼苗形式從事計畫性管理種植時，它的管理是很容易的，但是若讓它自然繁殖，則它很難成為生態中的優勢作物，並且若是大量定植它，又容易招致表土的劣化與附著在苗土上的化學肥料的負面影響。但是也有像紫蘇與朝鮮薊等植物，只要種植一次就可以在當地傳宗接代的優秀品種。F 組、G 組中有冬型一年生草本植物或準一年生草本植物者為多。

H 組中經過商業化品種改良者為多，多半是適合慣行農法的耕種條件的一年生蔬菜。雖然其生產量極高，但管理成本與對表土的破壞率也隨之等比增加。

芋頭類與根莖菜類在適度地收穫、並破壞其自然的生長規律時，它的收穫量會比放任不管還要好。收穫這些作物時，需要將之從土壤裡挖掘出來，同時就會拉斷多年生草本植物的根，抑制這些根的生長狀況。根據我們的觀察經驗顯示，當馬鈴薯的幼芽從地表上伸出來時，應予以間苗拔除，若能維持一株幼苗下面只長一根莖的狀況，則芋頭就能夠長得很肥大。



2-2-2-3. 家庭菜園

作物不在市場販售，以自給自足為目的，在極小的土壤面積的家庭菜園裏也可以導入協生農法來實踐。即使只有小小的 4m²的面積，如果不執著在收穫的蔬菜種類的話，我們有些實際個案是曾經達成通年都生產數人份蔬菜來自給自足。我們在此提示一下家庭菜園可能的蔬菜分組方式。

- I 組蔬菜: 透過播種來混生密生，即使很早就開始間苗也能有一定程度收穫量的蔬菜: 萵苣、小松菜、蘿蔔、芝麻菜等一年生的葉菜類蔬菜為主
- J 組蔬菜: 一定程度地集合起來栽種，比較容易構築起能夠持續生產的環境的蔬菜: 高麗菜、西蘭菜、白菜、花椰菜等蕪菁油菜科的蔬菜; 菜豆、大豆(毛豆)、落花生等豆科蔬菜; 香芹、平葉芫荽等繖形科蔬菜(多年生草本植物)
- K 組蔬菜: 在隙縫或是其他種作物不易生長的环境來種植它們，可以使農家收穫量增加一個位數的根莖類蔬菜: 胡蘿蔔、白蘿蔔、牛蒡、沖繩蕪(落葵)、蔥、馬鈴薯、芋頭等
- L 組蔬菜: 雖然在手邊有小量這類蔬菜很方便，但是需要花點心思管理以免它們占盡優勢排除其他品種蔬菜: 香(藥)草類、蒜、薑、山土當歸、明日葉、蘆筍、蜂斗菜、草莓、胡椒、花卉類等

我們可以利用各種植物品種的特性來構築全年連續生產的植物生態系統。例如: 根莖菜會排列成線型來圍堵其他雜草的入侵、因此可以趁收穫時的掘土來種植其他品種的幼苗，或是種植生態擾動後反而容易發芽的萵苣及小松菜的種籽等策略。



圖: 以在夏季的本州，雜草的生長氣勢較好的混生園圃為例，農家需要在秋冬時節時尋找到土壤結構構築工作與生產力策略間的平衡點。

2-2-3. 雜草管理

我們須熟知各種蔬菜和雜草的特性，根據雜草的特性來管理它們(俗稱「以草制草」)。基本原則是蔬菜的生長速度只要不輸給雜草，就不需要拔除一年生的雜草，只需要將已經形成聚落的多年生雜草和長得過大的一年生雜草拔除即可。使用除草機時，割除比蔬菜作物長得還要高的雜草，就可以削弱雜草生長的氣勢，創造利於蔬菜生長的環境。如果雜草的發芽速度太快，或是蔬菜分布的間隔不一，較難用除草機來統一割草時，那就在收穫作物或植苗動作之後順便拔除蔬菜周遭的雜草。雖說多年生雜草是從根部拔除較好。但是如果它長得夠大，只要重複割除地上部分的葉片就可以使地下根部也逐漸縮小，有利於土壤結構的形成。讓多年生雜草生長在田畝以外的通路上也沒有關係。一年生雜草若在冬天枯萎，就能夠為我們的土壤創造出理想的蜂蜜炭結構。多年生雜草雖然不會枯萎，反而會將土壤網綁地更緊密，但是它也有能夠創造土壤結構，並使生態體系變得更豐富的效果。

<蜂蜜炭結構>

係指土壤結構的物理性特質。透過讓一年生雜草的根在土壤內部四處蔓生並枯萎之後，就能夠形成遍布蜂蜜炭狀的細密空洞且十分堅固的土壤結構，其通風、通水性都很好，能夠完美地因應風雨等物理性的衝擊而不受損。

2-2-3-1. 雜草管理的三項基本概念

1 一次性地除草: 若是雜草的生長優勢太過茂盛，與其考慮要如何保護蔬菜，倒不如將除草機貼著地面高度，把所有的植物全數割除，重新再造新的植物生態系統比較有效率。當然，考慮到未來的播種策略，也可以選擇留下地面數公分長的割草法，或是留下較長的 10 公分左右割草法等，割草也有各種不同的選擇項目。

2 依據蔬菜的高度來除草: 當我們讓蔬菜和雜草做生存競爭，雜草反而長得比蔬菜高時，就依照蔬菜的高度來割除雜草上部組織，就能夠單獨給雜草生存壓力，使得蔬菜重拾生存優勢能力。

3 大型雜草的剷除: 對於多年生雜草的聚落、長得太過高大的一年生雜草等，對這些醒目又強勢佔據園圃的雜草，就做個別除草或拔除動作。

方法 1、2 是適用於平面空間的處理，即使是廣闊的面積也可以迅速地一次處理完畢，非常輕鬆。但是，若遇到蔬菜的高度參差不齊或是分布地十分散亂，那麼就比較難用使用這種高效率的處理方式了。方法 3 可以對應各種不同的狀態，但是若欲處理寬廣的面積就要花費較長的時間。



2-2-3-2. 計畫性地培育雜草叢生的沃土方式

我們可以在夏季讓雜草特別地茂密生長，藉此來創造來年夏季收穫時所需要的肥沃土壤構造。由於夏季的炎熱氣候會增加園圃的管理成本，若降低夏季的計畫收穫量就可以降低管理成本，而後提高秋季以後的收穫量來彌補整體收成，可說是最務實的年度計畫方式。在夏季收穫剩餘的蔬菜，或是將生長高度較高的番茄株塑造成小樹叢來栽培。完全放置不理也是一個選項。在夏季將終了時，使用除草機將雜草連同蔬菜一併割下，直接在上面播撒下種籽。割除下來的草渣可以當作披覆材來使用，它們可以掩護種籽不被昆蟲或動物吃掉。秋季之後，雜草的生長氣勢會開始衰弱，蔬菜的生長開始占上風。不限於夏季時分，只要是雜草的生長已經達到很難排除的茂盛程度時，隨時都可以使用這個「一次性地除草& 重新再造植生」的策略，讓蔬菜重回優勢地位。



協生農法也會積極地靈活應用園圃周圍生態系統中的樹果等產品。對當地整體的生態體系做完整的掌握，並靈活地運用它，這正是能夠成功管理協生農園的本質要件。

2-2-4. 各式作業的截止日期

協生農法是從資訊觀點來管理生態系統，透過投資成本與管理成本的降低來收獲作物，因此按照不同的季節，來設定當季必須遵守的作業活動截止日期變成極重要的工作項目。若不能在截止日期前完成預先設定的作業，則農家若非放棄既有策略、切換成新的策略方向；就是要縮小既有策略的施行規模，嘗試快點趕上進度，否則將會錯過植物生態策略的施行時機。雖說各種作業活動的截止日期都會隨當年的整體氣候有所不同，我們在此略舉自己在以關東近畿地方為中心的日本本州(北緯 34-36 度)地區的實踐經驗為例，概說一下各活動的建議截止日期。

如果不能在截止日期內完成作業，那麼很可能會讓雜草侵入、收穫量減少、管理成本上升。若我們反過來，在完全掌握這些風險的前提下來設定作業的截止日期。那麼，韭菜、芝麻菜、沖繩蕓(落菁)、迷你番茄就可能野性化，獲得雜草般的強勢生命力。西瓜和南瓜若從新鮮的果實上面來採取種籽，未來再播種的收穫成果會更好。小黃瓜若在黃金週之後，約 5 月底到 6 月的期間，將其種在樹木的旁邊，它將會生機勃勃地繞木而生。番茄則可以使用從慣行農法園圃中自然生長出來的剩餘種籽，也可將該慣行農圃的細苗拔過來直接移植，讓它們在地面自然爬藤生長的話，從夏天長到冬天就可以形成一個小型樹叢了。

- 3 月:春季播種的最終時限。雜草的生長氣勢從 4 月開始會越來越強，即使作物的種籽能夠發芽也很容易會長輸給雜草，因此若要增加作物就要改為植苗而非播種。
- 5 月初旬(日本黃金週): 夏季作物的種籽和蔬菜的幼苗都已經在大型量販店開始販售了。然而，經驗也告訴我們夏季蔬菜的幼苗越晚定植，其成長的狀況越好。所以，應注意此期限僅限於是種苗的流通販售相關活動而已。
- 8 月的第一週: 應開始做夏季的除草、根莖菜類的播種、秋冬季節蔬菜的幼苗栽培。
- 9 月的第一週: 應開始做初秋季節的除草、秋冬季節葉菜類的播種、冬季蔬菜的幼苗栽培。
- 9 月 10 日: 秋季葉菜類播種作業的最終期限。
- 9 月 15 日: 自家栽培的秋季蔬菜幼苗的品質判斷期限。自家栽培的蔬菜幼苗若不佳，則要準備到種苗販售商、大型量販店去購買新幼苗來使用。
- 9 月 30 日: 秋季蔬菜的幼苗的定植工作應該完全完成。
- 10 月: 一方面要觀察秋季蔬菜種苗的成長狀況，一方面要開始冬季蔬菜的播種。
- 10 月中旬: 冬季蔬菜的種苗定植工作應該已經完成。時季待到 11 月時，這些種苗應該要成長得很好。
- 隔年 1 月: 在 1 月內，將農圃土木工程的補強、防風柵欄的設置、竹林的採伐、果樹的剪裁與移植、多年生草本植物的定植工作先完成的話，2 月以後的種苗播種與收穫工作就可以進行地較為順暢。

2-2-5. 夏季之雜草管理、播種與種苗的定植

日本的本州(以關東近畿地方為主)的協生農法農家來說，8月和9月是最重要的決勝期。由於協生農法並非著重栽種數量，而是以適當的資訊來管控生態體系的農法，因此作業活動施行的時機能夠混然天成、恰到好處，是最重要的關鍵。如果錯過了作業時機，不僅會浪費彌補作業的勞力，還可能影響春季的收穫量；換句話說，錯過時機的代價是為期一年的影響。我們應預先做好功課和心理準備，A計畫若施行落空，還可以有備案計畫來實行，為此要先想好未來4步、5步的發展，透過反覆地謹慎思考與計畫來減輕實際進行活動時的勞力及時間負擔。

2-2-5-1. 以日本本州的夏季策略為例：

三向折衝原理 在8-9月的時候，不只是一要執行除草與播種/幼苗的定植作業，還應該思考以下三個問題的折衝關係：由夏季雜草所創造的土壤蜂蜜炭結構問題、割除後雜草的分解問題與種籽的提早播種。由於上述三個項目之間有消長的競合關係，所以思考各自的最佳時機，判斷何者為優先項目就是農家需要做的重要決斷考量。

農家若想要讓蔬菜的生長速率，在夏秋季雜草輪替的季節交替時節能夠佔上優勢，那麼在8月底~9月第一週時的作為就是最重要的決勝關鍵。若能夠在此時割除夏草，那麼農家新植的蔬菜小幼苗的生長狀況就很少會輸給秋季的雜草了。

(1) 儘可能地讓雜草茂盛生長 由於草根可以形成土壤結構，最好能夠儘可以讓一年生雜草茂盛地生長。若要達到此目的，那就應該延遲除草的時機。

(2) 儘可能地讓種籽快點發芽 按照協生農法的理論，在幼苗定植以後，除非必要絕不予以施水灌溉和施肥，而農家又必須在植物停止成長的霜月(11月)中旬前它的混生密生作物成長到足以收穫的大小。若要達到此目的，則協生農家的播種時間，通常必須要比一般農家提早2-3週的時間。然而，既然需要提早播種，那麼除草的時間點就不能延遲太久。

(3) 儘可能地讓割剩的雜草自然分解掉 除草後剩下的草渣遇到8月中旬下的雨的話，它很快就會分解，在9月初時形成天然的腐葉土。若要提高作物的收穫量，那麼蔬菜就最好種在雜草分解的地點。但是，若要優先讓(1)與(2)都能達標，在雜草分解前的8月中旬就需要讓種籽發芽的話，那麼割剩的雜草就會變成種籽發芽的障礙物，應該要把它移到通路上比較好。若是要在9月初時播種，那麼就將割剩的雜草直接留在田畝上讓它分解即可。

我們可以把這三向折衝問題簡化，只要將割剩的雜草移到通路上，那麼問題(3)就不用加以考慮。讓8月初旬時割的雜草留在田畝上形成腐葉土，同時先種成長速度較慢的根莖葉蔬菜，在9月初的除草後種植葉菜類蔬菜，讓枯草在通路上形成草類披覆材，以助日後幼苗

披覆之用。我們要儘可能讓割剩的雜草在原地分解，然而當播種時期，這些尚未分解的雜草必須要予以移除到通道上。在 9 月預定要定植幼苗的地方，可以讓割剩的雜草留在當地分解，形成披覆層之後再開始植苗；即使雜草沒有完全分解完畢，把殘渣撥開就可以植苗了。

2-2-5-2. 以除草、種籽與幼苗之間的關係為例

農家應該在夏季除草的同時，就開始規劃未來從秋季到明年春季之間的混合密生蔬菜間苗收穫計畫，思考要如何播種與定植幼苗。

- 從 7 月底到 8 月的這個時段，是以胡蘿蔔為首的根莖類蔬菜的最佳播種時期。8 月中旬則適合灑播白菜、西蘭菜、高麗菜等十字花科蔬菜的種籽。
- 9 月初時應播葉菜類的種籽，蘿蔔則應在 9 月 15 日之前完成播種作業。如果希望早些完成播種工作，那麼 8 月就是播種的適當季節，9 月 10 日是播種作業的最後期限。佔未來一年的收穫量當中很大部分的大型蔬菜的播種工作，必須要在 9 月初完全結束。
- 小松菜、蘿蔔，及其它較低矮亦可當作披覆材的葉菜類蔬菜，其成長速度較快，如果和雜草一起被收割掉的話很容易就此枯萎，宜在 8 月下旬到 9 月初的夏季雜草除草的關鍵時期後播種。
- 根莖類蔬菜比較適合分批次來做間苗收穫，所以播種工作也適合分次來進行，可以在 8 月初到 9 月初期間，除草之餘就順便進行播種。我們不能忽略有些蔬菜是像蔥或韭菜，那種要從第二年後才有可能收穫的作物；也有像高麗菜或西蘭菜那種即使幼苗時期看起來長得不太好，到了第二年仍然可以收成得很好的蔬菜種類。因為蔬菜不可一概而論，所以儘可能要能夠照顧到它們成長階段的時間差異。

<根莖類蔬菜與葉菜類的分開播種問題>

也許農家會很希望在 8 月中旬趕快把種籽播下去，但是也不能忽略播下的種籽被又長出來的夏季雜草給埋沒掉的可能性。比較適合的方法是，將成長速度較慢的根莖類蔬菜(胡蘿蔔、白蘿蔔、沖繩蕪(蔞薺)等)的播種時機，延到 8 月中旬的除草以後再做。在 8 月中旬被割下的雜草的分解速度很快，沒有必要將其移置到通路上面去。根莖類蔬菜即使被夏季雜草給埋沒，就算是把它和雜草一起割除，根莖類也能夠很快地復活起來。

種籽的播種方式，按照其特性而異：有些是直接播撒在地面，有些是應條播之後再用土壤覆蓋較好。對農家而言，隨意播撒的方式是最簡單的，但卻有種籽不發芽的風險。考慮到發芽的狀況的話，農家花點時間，在地表輕輕地刷出一些條溝會比較有助於發芽。再者，如果把雜草留下 10 cm 不要割，那可以減少種籽被鳥類吃掉的風險。

選擇條播的方式，種籽的發芽效率會比較好，但是也比較花時間。我們可以把隨意播撒和條播的優缺點綜合考量，策略性地區分出：在狹窄面積的土地上條播以提高發芽率，或隨

意播撒之後視發芽狀況再以幼芽補強的兩種策略。選擇隨意播撒時，割草時要將雜草莖留下約 10cm 的高度，如此一來鳥類就不容易靠近菜種來偷吃

另外，如果在種籽的上方披覆過多的雜草剩渣，那將會使種籽不發芽，或是長出豆芽菜似的柔弱幼苗，因此需要將多餘的雜草剩渣移置到通道上。移置的草渣若非將之作為通路的披覆材，就是作為植苗場所的披覆材。在幼苗的周遭放置草渣來披覆保護的話，小小幼苗可以得到保護，進一步防止更多的雜草生長出來。若是早期播撒的種籽的成長狀況已經看似輸給雜草的時候，就應該從地面起 20cm 的高度，把蔬菜連同雜草一起割除，或是將雜草的上部剪除到比蔬菜略高的地步。若欲在 10 月播種，則應將枯草披覆材掀開之後再播種。相反地，若是不想管理園圃的全部面積，希望暫時讓農地可以休耕到明年春季的定植期為止時，那就將枯草披覆材留在地面上不去動它。

協生農法的奧義的蔬菜之混生密生，就是要從播種時期開始執行的。若使用幼苗的話，即使要創造密生環境也有一定難度，比較適合將之拿來當種籽發芽以前的替代材料來使用，或是拿來在種植像十字花科這種 8 月中旬的播種時機很難拿捏的大型蔬菜時來使用。8 月中旬的播種時機因為會與夏季雜草的重生時機重疊，大型蔬菜就用幼苗的形式在 8 月中播種後，

再行種植，就能讓夏季的農圃管理變得比較輕鬆。乾旱時，大型蔬菜也是使用幼苗來種植比

若是為了生產餐廳業務用的食材，而無法在 8 月中旬就開始採收的話，應該早點著手栽培備用的作物，提早植下幼苗。這種情況下，農家可以在 8 月放假，讓夏季雜草茂盛叢生來節省自己的勞力，然而還是必須要先做好秋冬因應策略的準備。

較方便。這裡所說的幼苗，可以在播種的閒暇時自己栽植，也可以趕在作業截止日期之前到種苗店去預約購買。若播種之後，幼苗長得太過茂密，就可以在 9 月以後，將那些幼苗當作未來的幼苗移植到空園圃去安放。

除草及播種活動，其實是非常需要衡量情境，見機行事的農業活動。農家應該要累積實務經驗，才能根據各種要素來衡量並隨時改變作業執行的優先順位。我們無法將將所有的考量都標準化變成標準流程的管理手冊。



圖：有趣的是，在自家農圃採種栽培出來的白蘿蔔的生長狀況較好；隨風任意飛入園圃並定居下來的白蘿蔔種籽，也一樣生長得極快極好。

2-2-5-3. 秋季之後的植生計畫

在秋季以後植苗時，只需要撥開鋪在地表的披覆材就可以開始種植。此時，我們必須要預先考慮好明年春季時的植物生態計畫。例如：如果將蠶豆和菜豆等植物在 11 月左右種植下去，它們在冬季時間不會長得太高大，因此很容易能跟其他的秋季葉菜類蔬菜(籮蔔、青江菜、壬生菜)混生在一起。這些冬季葉菜類可以在冬季採收消費，待到春天來臨時，豆類已經成長到足夠覆蓋農圃全體，換言之，植物生態的交替策略在此時完成。春季以後，豆類就會枯萎，成為新的披覆材，而可以再接續上馬鈴薯或其他葉菜類蔬菜的預先種植策略。

2-2-5-4. 灌溉的訣竅

基本的原則是不給種籽澆水，讓它自力自強、自行發芽。我們僅認同農家可以在種籽的發芽時期使用寒冷紗。當幼苗植栽下去或是種籽發芽後卻碰到乾旱時，若不予以澆水灌溉，則作物將會前功盡棄。只要在 8 月 9 月的播種季節後準備好灌溉設備，失敗的風險就會降低很多。但是要注意的是，如果其後繼續澆水太多，就會導致作物的組織被水分給膨脹撐大，喪失掉原本協生農法特有的植物原本的風味。如果秋季沒有下雨，蔬菜就會維持較小的體型來度過冬天，到隔年春天都可能不再長大，此時我們就應該適度地給予灌溉澆水。如果要使用灌溉設備，建議在 8 月 9 月時短暫配置，然後就把它撤除比較好。

即使不予以澆水，種籽會自動識別自己周遭的環境，判斷適合發芽的時機來發芽。相反地，若施以人工澆灌促其發芽，那麼幼芽在成長過程中會變得比較脆弱，未來可能都需要人工加以管理才行。我們認為植物本身就是是在漫長進化歷程中克服無數的氣候變動而生存下來的，讓這樣的植物自發性地判斷生長環境並自行成長，藉此提升它們的環境適應力是很重要的事情。



2-2-6. 施肥的替代方案(土壤生產力的恢復方式)

在協生農法裡面，基本上是沒有施肥這個概念的。所有的植物都是透過自己的光合作用這種直接的環境交互作用、以動物群組為中介的間接交互作用，來製造生產、調度自己生長所需的必要物質。在自然狀態的生態體系中，有機物質是由植物的光合作用來製造，而磷、鉀，微量元素則是藉由動物群組的互動來擴散。上述以外，人力造成的物質移動，對自然狀態的自然體系來說就像是外來的異物一般，舉例而言就像是山崩土石流般例外事件的發生。舉例來說，像磷、鉀，微量元素這種有可能無法持續取得的物質，可以透過鳥類或昆蟲等的昆蟲群的傳播來取得，或者是透過低木果樹等植物生態的導入來取得。如果不想使用藥物或是外部的飼料，那麼可以導入家畜的飼養。如果因為某些理由而不得不使用外部的改造手段來改造土壤，恢復土壤的生產力時，在初期的土壤改造階段僅可使用下列三種方法來進行。然而不能忘記的是，這種行為已經違反協生農法的「人類除了種籽與幼苗之外的東西都不帶入環境」的原則。

- (1) 將海水稀釋約 100 倍，一年一次撒在園圃地面上
- (2) 將海藻或魚骨粉碎後的粉末撒在地面上(這是近代農法中，將流失到海洋裡的陸地養分直接回收的方法。)
- (3) 將在農圃附近地域生長、且尚未被農藥污染的雜草或落葉(腐葉土)的那些住宅整地時挖掘出來的土壤，從住宅地移植到農地上。這是當農地的植物生態或表土含有的有機物質太過貧乏時，一般所容忍的初期土地改良法。但是，若要當作協生農法的一環來使用時，就必須在農作物的生長之前，把這些外部帶進來的有機物質的影響力給完全消除。若要按照協生農法的標準讓自然循環能夠成立，就必須要建立一個機制能夠不依靠外部的資源投入來維持土壤的生產力。

在自然狀態下的植物，有能力自行調度自己生長所必需的物質資源。在植物自動的生長調度之後，最後呈現的植物與環境條件的地理性分布，即稱為生態位(生態區位)。如果降雨量等環境條件無太大變化，生態環境內的構成物種之均衡也沒有過於顯著的崩壞，則整個生態體系應該是放置不理都不會出現沙漠化的變化。相反地，經過施肥或人工灌溉栽植而成的養殖蔬菜，其所對環境交換產出代謝物質也與自然狀況不同，可稱為是罹患上蔬菜版的代謝症候群疾病的作物。這些施肥所提供給蔬菜所需要的必要物質的替代方法，是奠定在動植物演化過程中構築出來的海陸間物質循環基礎上的。我們希望能夠縮短這些已然存在的自然循環的管道，因此與其讓人類來勤做工，倒不如吸引微生物或蟲鳥頻繁地來訪，才是最合理又輕鬆的作業方式。

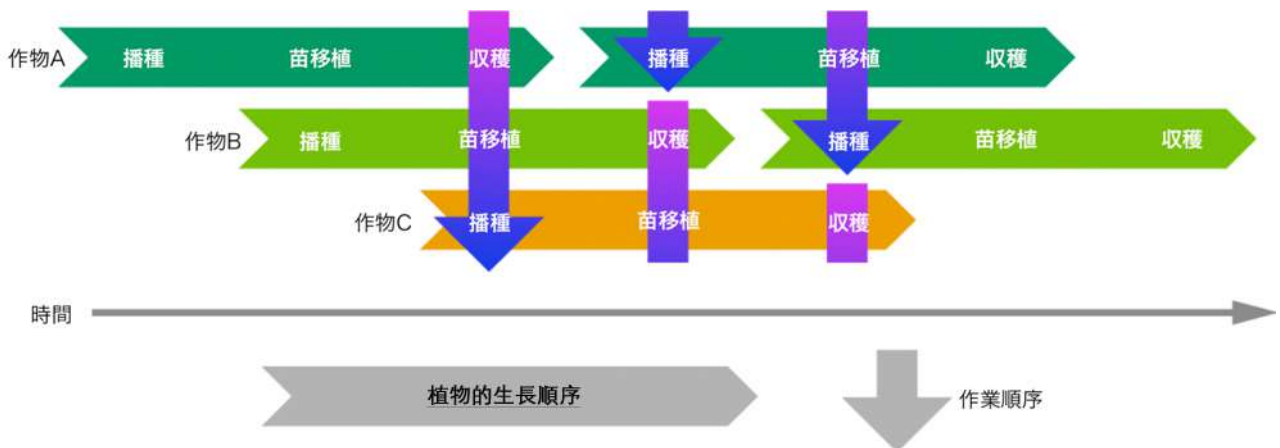
像茄子或玉米等這類以肥料栽種為前提的品種改良蔬菜(尤其是夏季的果菜類)，在無施肥的情況下，有時會出現收穫量遽落的極端現象。若真的遇到這種情況，可以不拘於協生農法的要求，將肥料放置在地面上實施不翻土的有機農法來耕種。惟，這就算是協生農法領域外的手法了。

2-2-7. 收割

在混生密生狀態的農圃中，我們選擇從生存競爭中長得較大的勝者開始間苗收割。環境條件如果整理得當，那麼農家可以一整年中每日都可以收割。考慮到土壤保持和植物生態維持的優點，蔬菜在收割時最好是把根留下在土壤裡；但是，若是要能夠長途運送、且讓蔬菜能夠長時間保鮮的話，那麼就要連根一起收割。

2-2-8. 收割時，移植幼苗與追加播種的作業組合

在收割之後，會出現一些沒有蔬菜的空地、或者是拔除大型雜草使得表土裸露時，就應該在該處定植或是移植幼苗，也可以考慮追加播種，讓蔬菜得到比雜草長得更茂盛的機會。為了能夠在農圃內部移植幼苗，我們可以利用牆角等日照較弱又濕氣多的地方來充作苗床使用。只要苗床有空位就再播種。如此一來，就可以順暢地完成收割、幼苗移植、播種的一連串連續作業。下圖是一個個案的作業模式，在作物 A 收割完成之後，將原本植栽在他處的作物 B 的幼苗移植過來，然後在原本幼苗的空位播下作物 C 的種籽。這是一個收割、移植幼苗與追加播種的作業組合模式。用同樣地方是，我們也同時顯示了兩組可平行操作的作業模式：作物 B 的收割、作物 C 的幼苗移植與作物 A 的追加播種；作物 C 的收割、作物 A 的幼苗移植與作物 B 的追加播種。



圖：收割、移植幼苗與追加播種的時間、空間利用組合方式

在實際作業時，沒有必要嚴格適用收割、移植幼苗與追加播種的作業組合順序，根據情況判斷也可跳過幼苗的定植，而直接實施追加播種的動作。換言之，臨機應變的判斷是最重要的。在初期的播種之後，也可以因應種籽發芽的狀況來追加播種。

依據傳統的生理學最適化理論而建立的農業作法是，一般都是在同一個地點來從事作物的播種、幼苗的成長與收穫，針對獨立個別作物的生長狀況來做上述的作業判斷；然而，協生農法則是把複雜的作物之播種、幼苗的成長與收穫作業錯開時間來處理，同時在空間的配置上，也是考慮到個別作物的最適合地點來移動。

2-2-9. 自家留種

我們讓一部分的蔬菜完成它植物的完整成長生態，放置著讓它不予以收割，讓它開花、結種。實際上，要把混生密生的蔬菜完全採收完畢，所需的勞動力也大到不可能完成；即使不是故意要留種，也會有作物生長到最終的結種的階段。但是，即是在同樣的環境條件之下，與其是偶然地留種，不如選擇能更成長得較大的優質品種型株來留種，長期觀點來說，反而能夠得到最有用的好品種。

我們認為導入既存的生農園中適應完成的種籽或幼苗來栽種，能夠有助於在嚴酷環境中開拓新的協生農園的工作。

在協生農場裡面培育出來的幼苗，因其新陳代謝的狀態會變好，在使用一般市面上販售的肥料培育出來的普通幼苗都會枯萎的嚴峻環境當中都能發揮強韌的生命力，並擴大其生存可能的環境。我們也發現植物能夠改變其生存適應力，而延長了收穫期間的個案。

2-2-10. 田埂的相關知識

只要田埂沒有受到天然災害的物理性破壞，我們就沒有必要在田埂上堆土。田埂會因為一年生草本植物所創造出來的蜂蜜炭土壤結構，和多年生草本植物及樹木的根的捆縛保護，本身是不容易受到破壞侵蝕的。這個原理就像是山脈能夠長年一貫保持其山形山勢一般。如果您的田埂的形狀出現大規模的崩壞，那麼極有可能是您管理雜草的方式有誤了。

在我們經驗當中，看到了許多個案，當日本本州發生的颱風或大雪使得周遭的慣行農圃中的農作物都受到很大的打擊、預鑄建築或房舍都因為風雨而倒塌的大災害當中，各地的協生農圃連田埂都沒有崩壞，蔬菜作物也都沒有傾倒。異常氣候時的管理成本的降低，是協生農法能夠貢獻在調整服務的經濟價值的一部分。除了作物的收穫量之外，較低廉的成本也是協生農法能夠當作維生工作來投入的重要理由之一。

以高苜和辣椒的幼苗為中心來混生種植。以上兩者是協生農法在轉變時期也能創造收穫量的強勢作物。



圖：導入既存的生農園中適應完成的種籽或幼苗來栽種，能夠有助於在嚴酷環境中開拓新的協生農園的工作。

2-2-11. 幼苗策略

我們除了能夠在地域性的種苗屋或是大型量販店能夠買到蔬菜的幼苗之外，種苗的供應流通期以外的時間，農家也可以在自己的農圃栽培幼苗。透過自家培苗策略，農家可以突破種苗流通期的限制，延長收穫可能期間。舉例來說：大型量販店販賣的番茄幼苗，販售流通量最多的時間是在 4 月到 5 月之間，而這些市販的幼苗定植之後的收穫期就會集中在 7 月到 8 月之間。然而，如果採取番茄幼苗的自家培苗策略，那麼幼苗的栽培期限可以階段性地延長到 8 月，因此番茄的收穫期限就可以延長到 11 月左右了。如果再加上青色狀態的番茄的使用的話，那麼整個番茄的收穫

期限就可以延長到 12 月了。若想要將協生農園的生產效率化，那麼除了既有的生產面積之外，在小型的塑膠膜溫室或室內等這種生理學上育苗條件都整頓好的地點再培植幼苗的話，就可以建立起一個可以配合農圃的收穫量變化來隨時移植幼苗的生產體制。為了要使蔬菜供應量較少的時期消失，增加農圃收穫量，農家應該要保持農圃與苗床隨時都種滿作物的情況。雖然自然環境的微變動會影響農作物的豐收與否，但農家若能夠建立一個足以吸收環境微變動的風險的幼苗供給體制，那麼就可以確保安定的生產量與較佳的生產效率。

從事幼苗的栽培與移植時，農家仍需要遵守無施肥的準則，不能將有機物質從外部帶入農圃。幼苗最好是用無施肥的方式來培育。若是室內的水耕栽培，因為它移植時不附帶夾帶有機物質的土壤，所以可以導入在育苗階段，但是這些幼苗最終若不在協生農園內成長，它的植物組織就無法成長得健全。像平葉茼蒿這種從栽種到收穫為止的時間頗長的多年生草本蔬菜，水耕栽培就適合用於它的幼苗培育。惟，一年生草本蔬菜因從定植到收穫為止的時間間隔太短，水液中的肥料對幼苗的影響風險就不可小覷。



圖：牛蒡若沒有完全挖掘乾淨，在收割的過程中就切斷的話，就會在同一個場所再生出來。協生農法栽培出來的牛蒡的風味非常清新，適合生食。

3. 農作物的品質與生態系統品質的評鑑方式

3-1. 農作物的風味與肥料間的關係

傳統的農業裡，農作物的風味是由肥料來決定的。例如：因為有機肥料含有無機質(礦物質)，所種植出來的蔬菜就會帶有無機物的鮮味。然而，這些都是人工外部添加的肥料所帶來的風味。若我們持續推動協生農法，土壤內就會只剩下能夠參與生態系統內的物質循環交換的成分，而人工添加的多餘物質都會被淘汰消滅掉。若強化自然循環的機制運作，可以把各種不安定物質變得安定無害，減少對附近生態體系的惡性影響，重組物質並分配資源來增進生物多樣化的進展。擁有原生林的山脈內部的湧泉水之所以可以生飲，就是因為它們是通過這些自然循環的土壤結構來過濾之故。一般大家慣稱這樣的土壤為「乾淨的土壤」。乾淨的土壤，早就形成並存在於被人類自然放任不管的地區裡；經過無機肥料施肥的近代農法導入後的土壤，要花費數年的時間才能變乾淨，若是有機農法之後的話，我們推測至少要花費8年以上的時間才能變乾淨。從其他的農法轉向施行協生農法時，農家也能種出富有生命力的蔬菜，但是這些蔬菜的風味多少會受土壤中的殘留物質的影響。透過協生農法來塑造乾淨的土壤之後，我們就能得到跟有機蔬菜的鮮美風味，完全迥然不同的特異的、風味清澈通透(乾淨)的蔬菜。

有機農法常常將有機肥料(分解中的有機物質)深深地鋤掘埋入土壤中。若是為分解的有機物質的數量過多，或是掘埋入土的深度太過，一旦超過整年土壤中微生物的分解能力，那麼這些肥料就會變成土壤無法活用的腐敗物質。堆肥的有機物若能完全分解，就不會在土壤中腐敗，但是它流出的液體還是會造成地下水污染。再者，畜牧業生質廢棄物中的牛、豬、雞糞等物，它受抗生物質污染的風險很高。然而，未被管理的棄耕地，它本身就是位於清淨土壤的自然恢復過程。若非大型自然災害，我們很難想像有機物質如何能夠深入土壤內部。這些有機物質長年滯留在土壤當中，物理化學性質受到改變就變成原油了。

風味清澈通透的蔬菜：吃起來有柿子味的胡蘿蔔、菜心甘甜的高麗菜、連菜莖都能生吃的西蘭菜或是蘆筍等等。

3-2. 害蟲的發生

所謂的害蟲，是指對農業會帶來不良影響的昆蟲種類的大量發生狀態。在協生農園裡，生存有許多被慣行農法指定為害蟲種類的昆蟲，且是多種共存的狀態。然而，因為受到農圃與周遭環境的食物鏈所制約，這些害蟲都沒有大量增生到會對農業帶來嚴重打擊的深刻困境。反而，我們可以說這些害蟲跟其他的益蟲都同樣，它們都是植物的授粉、植物生態更新等重要生態系統機能的執行者。協生農法的植物生態管理方式，是要避免昆蟲群所帶來的損失大於利益，要避免單一品種的昆蟲的生存優勢強大到變成害成的程度。這種理念，就如同混生程度較高的高山原生林中，不會發生單一種類的害蟲危害一樣的道理。

在生態系統當中，植物擔任的角色是將土壤不需要的物質排出地表的「淨化裝置」。在

將土壤內的剩餘物質吸收排出的過程中，植物生態通常容易變得單一化，並誘發以該植物為食的昆蟲大量繁殖的惡性狀態。在慣行農法當中，施肥、單一品種的植物栽培、大量翻土，與因農藥造成的食物鏈的破壞，都是導致害蟲生發的重要原因。我們推測，殘留在土壤中的堆肥剩餘物是害蟲過度成長的主要原因，實際經驗看來，在自然循環淨化後的乾淨土壤環境下，害蟲的過度繁殖就很少見了。進一步來說，在協生農法的實踐過程中，單一昆蟲種類的大量繁殖狀態，可能反映出土壤本身正處於需要淨化的階段，故不應驅除該昆蟲藉以促進土壤的淨化。農家也可能面臨外來昆蟲種類入侵等的外部因素的威脅而導致虧損的發生，此時應該透過植物生態多樣化策略的進一步強化，來建立能夠制約外來昆蟲的多樣化的食物鏈機制。

3-3. 土壤改良

土壤改良使用的材料是草木與蔬菜，將之投入於自然循環與植物生態變革的過程中，一般的土壤改良物則絕不使用。然而，同樣的氣候條件下有機物質在表土的停留可能量也會不同，我們稱這些決定停留可能量的因素為土性(土壤的礦物質粒子的大小等)，土性是與生物學因素、化學性因素無涉的獨立的物理性因素，它可以讓農家在土壤初期的塑形過程中自由地改變之。

如果是把原住宅土地拿來轉用為農地，那麼在這些打壓得十分堅固的土地上，自然循環與植物生態變革的恢復速度會相當緩慢，雖然農家的確是可以在這種土地上進行初期的土壤改良，在乾淨的土壤出現之前的時間，我們稱之為協生農法的轉移時期。舉例來說，我們可以在初期造土時搬來一些從周遭割下來的雜草當作從自然界得來的植物性有機物質，或再投入其他微生物資源來促進雜草的分解速度，改良土壤的性質。然而，定期並持續地投入這些外部的有機物與微生物資材來栽種作物，是違反協生農法的原則的。

還有關於土壤化學性質的問題，為了調整土壤酸鹼pH值，在初期的土壤改造過程中是可以將牡蠣空殼放置在地表，這是在不破壞自然循環，也不從外界持續投入物質補充的範圍內，可以容許的環境調整作業。

土性改良的實例：將未混入有機物質的河砂或粘土堆疊或是混入在農圃當中。

<荒地土壤改良的實例>

要將荒地從無法種植蔬菜的狀態恢復其植物生態機能時，可以以菊科蔬菜，例如：萵苣、菊苣，為植生中心，再適度地混合十字花科蔬菜或根莖類蔬菜來播種。菊科蔬菜即使在砂礫較多的荒地也能生長。杉菜、魚腥草等可以拿來泡茶品嘗的野草也有改良土壤、和抑制稻科雜草的效果，適合共生種植。柿子、枇杷、柑橘類、藍莓等適合在荒地生長的近城鎮山區的強勢果樹，無花果、桑樹、山土當歸、明日葉等生長力強，足以制壓其他雜草的的樹木或多年生草本植物都可以拿來改良荒地使用。

還有另一種方法，是先種植成長速度較快的高木，再視其他植物生態的進度而把間植之。若擔心該土壤以前曾經使用過的化學農法或有機農法，使得肥料停留在土壤當中的話，我們也可以種植燕麥、黑麥等的植物來將有

如果初期的植物生態是貧乏的，我們建議可以先把地表用工具給抓出一些輕溝，特意讓雜草生長得茂盛些、或是種植成長速度較快的樹木來構築生態體系。當然，我們認為最理想的狀態是使用有用的植物來構築生態體系，恢復生態機能。

3-4. 植物組織的正常樣態

協生農法並非單純以作物的風味或是營養素來評價其正常與否，而是以植物組織是否符合生態學的最適化狀態來判斷該作物的正常與否。一般的慣用語是稱之為植物的生命力。我們認為判定植物組織的正常與否的最實際又最簡單的方法是：生食時是否可以品嚐到經驗法則所判定的「乾淨的風味」，這個「乾淨的風味」就是慣行農法作物與協生農法的判定方法。您可以在櫻自然塾股份有限公司所主辦的伊勢協生農園的收穫體驗午餐會中，體驗到我們所謂的蔬菜的「乾淨風味」。

我們從許多食用通過嚴格檢驗標準的協生農法作物的消費者口中，聽到他們即使僅食用常見的蔬菜品種也改善了身體健康的個案經驗。而且，我們的研究也發現，協生農法的作物所含有之藥效成分的次級代謝產物，比慣行農法的作物還要豐富很多。

「乾淨的風味」雖是一種主觀的陳述方式，但是它的確是生食那些生態學最適化狀態的蔬菜時，消費者們的共通經驗。我們可以配合蔬菜栽培條件的評估結過，也能透過食品的官能性分析來評價蔬菜的優劣。從消費者的健康狀況實際改善個案來看，我們推測植物組織的正常狀態與食用者的新陳代謝的正常化有相關關係。

3-5. 常態與微變動

協生農法對自然循環的觀點，有常態與微變動的二分法的質化分析角度。所謂的常態，是在自然循環成立的前提下，人類不應該介入的部分。而微變動，則是人類為了因應自然環境的為變動而隨之做行動的變化，這些人為介入只要不會影響自然循環就可以接受。

3-5-1. 常態之事例

能夠達成植物的競合共生狀態(生態學的最適化狀態)的土壤結構：翻土是破壞土壤結構的活動，屬於人類對土壤結構的介入活動，所以不可採行。然而，即使是不翻土，若農家把雜草全部拔除、使得表土裸露出來的話，它就是人類破壞土壤結構中的草根體系；換言之，全部除草也是屬於人類介入土壤結構，阻礙土壤結構形成的農業活動。

● 動物族群的往來移動與物質循環:

透過容許昆蟲或鳥類等的動物自由進出協生農園，微量元素可以得到擴散與供給，故不應該阻礙動物族群的移動。再者。露天環境能夠承接和便於使用雨水和地下水，也是有助於物質循環進行的有益條件。換句話說，殺蟲劑或農藥等的使用、完全將昆蟲及雨水遮蔽在外的塑膠膜溫室環境、或是阻礙地下水使用的室內栽種等都不在協生農法的技術範圍之內。然而，若僅使用塑膠膜溫室的骨架、僅設置牆壁全面開放天花板、或設置柵欄來阻止豬、猿或鹿等特定害獸的入侵，因這些動作不會妨礙其他絕大部分的動物族群的往來，故可以在協生農圃中使用。

3-5-2. 微變動之事例

● 日照量:

如同在自然狀態下，也會有石蔭或是樹蔭的存在一般，因著周遭的建築物或樹木的存在而使得日照量產生變動，此事就是在微變動的範圍內。然而，若完全沒有日照，作物就無法成長，或是日照太多反而成為當地雜草生長的有利環境。我們允許在作物發芽期時，在部分農圃短期地使用寒冷紗等道具，來調整作物的日照量。

● 水量:

降雨量隨著不同季節與年份都會有變動，也是屬於自然界微變動的範圍；從而在降雨量過少的時節，從事人為灌溉的作業活動也是屬於微變動的範圍。只是需要注意的是，過度的澆水會使蔬菜吃水過多，成長狀態就離正常的植物組織越來越遠了。

● 種苗的量與定植時期:

自然狀態中，種籽的量受周圍的植物生態，與埋在土中的種籽集團的制約而有所變動。如果是站在控制植物生態策略的目的，讓農家將種苗帶入農圃也屬於微變動範圍內的活動。植物的發芽與定植，受環境條件與個體間微變動的差距的影響，因此由農家來決定植物生態策略中的種苗定植時期，也可以算是微變動的範圍活動。

跟隨著近年來的農業擴展而產生的外來物種入侵的問題，因為這些人類攜入生態系統中的物種對生態體系的物質循環造成很大的影響，甚至對生態結構都會產生影響。值得一提的是，實施協生農法時所塑造的有用植物的多種混生環境，應該可以抑制有競爭優勢的外來物種，塑造出比較接近當地生態環境的多樣性物質循環，降低外來物種的惡性影響。

根據協生農法立基的生態最適理論的觀點來說，人類導入種苗的活動，相當於生態學最適化的初期條件設定。

● 表土上自然產出的植物性有機物質:

土壤結構如果能夠順利形成，在表土上堆積自然產出的植物性有機物質(例如:從周遭收

割而來的雜草), 或是相反地除去割除的雜草活動, 都不影響土壤結構的維持或污染地下水, 因此可以視為微變動的一環。

其他極微量的活性劑: 使用順勢療法當中容許的容量(超微量)的自然活性劑或毅然農藥, 雖然可以算是物質循環中的可以無視的使用量, 我們仍然有必要對它做客觀的評價。我們希望農圃儘量能夠不要使用沒有必要的東西。



4. 各種應用方式

4-1. 與稻作的搭配組合

在不翻土、不施肥、不使用農藥的水田枯水期時導入協生農法，可以同時收到農作物增加與培養土壤的兩種好處。

4-2. 導回家畜養殖

我們可以導入多種多樣的畜類，來充作與協生農園共生的動物族群的一環。畜類導入的條件是，養殖原則與植物相同，必須符合不從外部攜入人工飼料與藥劑的基本條件，把畜類當作當地生態系統中自己存活的野生動物一樣照顧。

養蜂是即使小規模飼養都可以執行，與協生農園的互補效果極高。協生農園裡多樣化的蔬菜與果樹的花朵都是花蜜來源的植物，不只其授粉效率與營養價值都高，白花三葉草(三葉草屬)或紫雲英、烏蘞莓等雜草也可以當作蜜源植物，提高其使用價值。透過導入養蜂的策略，不只能夠大幅度提高開花野草與香(藥)草的應用價值，也會對植物生態策略產生很大的影響。西洋蜜蜂的養育方法已經大致上非常穩定，但是若不使用藥劑的話，這些蜜蜂的生命力是比較脆弱的。我們認為若能導入日本蜜蜂等這種野生的本土蜂種是最好的。家庭農園的協生農法施行與養蜂的養育組合，可說是個人所能做到對地域性的生物多樣性正面貢獻的好方法。

雞與雉雞等的鳥類，也可以用農圃的雜草與昆蟲們當誘餌來養育它們。也可以把協生農法作物的加工剩餘物質來當作誘餌。最好能夠幫牠們準備一個小屋，方便牠們在夜間可以隱蔽自己，以免被鼯鼠、狸或貓等天敵襲擊而死。

羊或山羊也可以使用雜草與香(藥)草來養育牠們，農家如果處理得當，甚至可以讓牠們來當作雜草管理的助手。

豬、牛等的大型畜類會用蹄挖掘地面、或是相反地把地面踩實，因此不適合飼養在以蔬菜種植為主要產物的協生農園。但若是以果樹或多年生草本植物為主的農園的話，豬與牛的養殖就可以當作附帶產品來與植物共存。若要將大型畜類為中心來經營農場，則需要考慮以柵欄將原生林場和森林邊緣的草地這些豐富的地形圍住當作餌，建構一個野生的牧場。即使是在人工植林等林相單一化的山地，也可以用日本栗或日本薯蕷等來當作食餌，藉此增加植物生態多樣性，並構築恢復生態的環境。

農圃周圍的水路、河川、湖沼和海洋中的魚介類，也應該當作可以活用的產物來整體使用。

4-3. 與醫院或長照設施的策略聯盟

農家若在醫院或長照設施的旁邊開闢協生農圃的話，則可以從醫療最根本的飲食生活方面來支援病患的治療與痊癒狀況。

4-4. 靈活運用原生植物

在過去傳統的農業活動裡，竹子與華箬竹等的原生種植物都一向被當作應該排除的雜草，但是換個觀點來看，它們其實是能快速幫助農家構築適合當地風土的生態體系的植物。我們只需要策劃一個能夠靈活運用其特性的植物生態計畫。竹子與華箬竹大多生長在日本被放置不理的山林中，如果完全不予管理，它們的伸展出來的根會將其他的植物驅趕出它的生長範圍，但是若適度地讓它們共存，則可提高生物多樣性，若種植在農圃的分界線區，則可以防止抑制外界植物入侵，促進其他植物的成長。我們也可以拿竹子與華箬竹來當做生活資材、漁業道具、茶葉等產物來靈活應用。

4-5. 種植箱的栽培

應用協生農法原理的種植箱栽培。在此要使用已經在自然狀態下形成土壤結構的山林表土等，來實施不施肥、不使用農藥的種植箱栽培。因為種植箱的土地溫度等條件，不易維持得像自然狀態一樣具有恆常性，因此我們到目前都尚無法完全不介入土壤內部結構，完全依靠自然循環來栽培蔬菜。但是，若參照協生農法的原理，我們還是有可能可以種植出接近生態學之最適化狀態的蔬菜。



4-5-1. 種植箱栽培的方法

我們為了盡最大努力來維持土壤的恆常性，所以要儘量使用較大型的種植箱，在裡面裝入在山林地等自然狀態中形成的土壤結構的土壤。在土壤上面，種植種籽或幼苗，用混生密生的型態來栽培蔬菜。只要在土壤表面灑上從自然環境中取來的植物性有機物，例如：割除的野草粉末。山土、竹叢下的土、多年生草本植物的土、草原土等，各種不同機制下所形成的土壤結構間特性有何種差異？我們還需要更多的觀察，以利未來的應用。

溫馨小提醒：若要挖取土壤時，應得到地主的同意。又，有些國立公園是禁止人們挖取園內土壤的。

4-6. 與民間教育機構策略聯盟

現代，在日本各地觀察生物多樣性的紀錄活動，很多都在民間教育機構中的實習活動中進行，或是當作企業的企業社會責任(CSR)活動的一環來進行。協生農園中，可能構築出生物多樣性觀察熱點，不僅藉此來回饋社會，貢獻地域性的生物多樣性的增加；協生農園本身的記錄就可以當作生物多樣性記錄的資料來活用。中學與小學都可以將這些資料當作理科的環境教育教材來使用。此外，習生農法實踐者也希望能夠彼此分享情報，現正努力在建造一個能夠統合全國各地的生物多樣性情報資料庫，進而提供網路上的服務。

我們曾經在協生農園中，發現到列名在國際自然保護聯盟瀕危物種紅色名錄上的稀有品種的昆蟲。現在，協生農法正列名在索尼股份有限公司的企業社會責任(CSR)活動的候補名單之中。

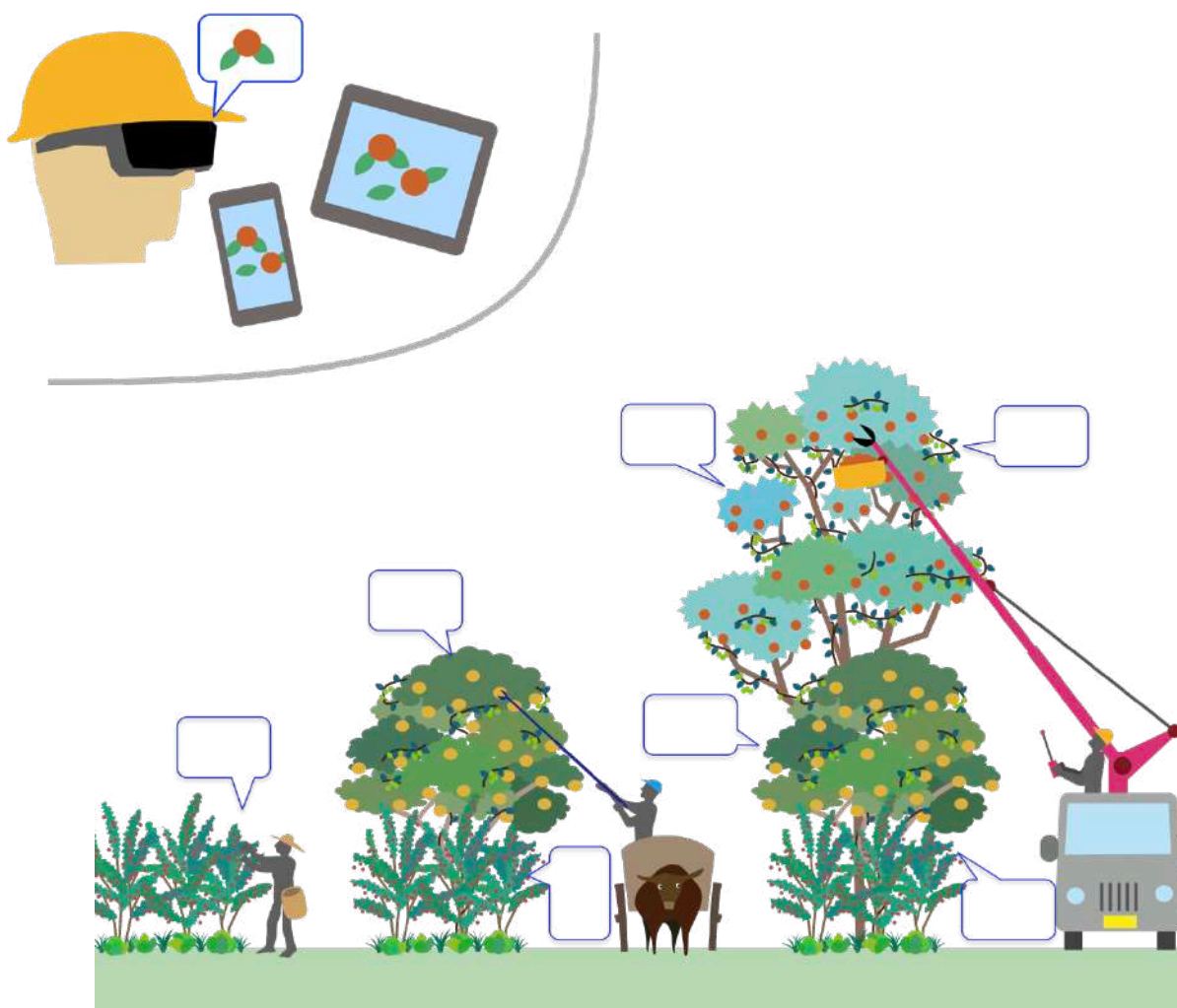
圖：在協生農園中觀測到的稀有昆蟲的實例。與其說協生農法是在保存生物，倒不如說它能夠構築一個具有生物多樣性的高價值生態體系。



4-7. 大規模機械化生產模式

若要有效率地管理日本棄耕的廣大土地，協生農法是有可能透過大規模化經營與機械化經營，將其經濟及技術水準提高到與先進國家並駕齊驅的程度，也將個人生產力提高到先進國家農業從事人員的水準。機械化的導入，也需要在遵從協生農法的定義與原則下進行，機械與技術的導入必須要能夠更有效率地管理複雜地生態體系時，才會被允許採用。例如：協生農法的管理作業之中，種苗的定植、雜草管理、收穫作業都是可能導入機械化的部分。大規模化的導入，則可能有助於提升收穫與管理的效率化，開創出植物生態、農圃配置、作物種類與收割方式等的各種更好的作業組合。

圖：生態體系透過協生農法的大規模化與機械化的導入而擴大的模式圖。藉著家畜的搬運車、車輛與機械手臂等的機械技術、虛擬現實技術，我們希望對生物多樣性更多、規模更大的協生農園的管理支援，將可以得到落實。



5. 各種氣候模式下的成功關鍵

5-1. 總論

只要是具備有植物成長發育時所必要的所有條件(氣溫、降雨量、日照量)的氣候帶，協生農法的原理就可以在那裏通用。但是因為世界各地的氣候與植物生態各有不同，所以實踐上的關鍵技術與具體的作物品種的選擇也會因地制宜。在以下的章節，我們根據以植物生態的分布為主要區別基準的柯本氣候分類法來劃分地域，為您展示全球各主要氣候帶下，協生農法的實踐農圃所獲得的相關知識與未來展望。

5-2. 溫帶地區

5-2-1. 溫帶落葉林帶地區

這是近代文明發展的主要氣候與植物生態體系，許多歐美的主要都市都位於此氣候區。在氣候區分部分，落葉樹林帶還包含了一部分的副極地氣候。基本上，此區的植物生態主要都是錯落的落葉樹林與高度較低的雜草為主，在雜草管理的實務上相對容易，但部分地區則需要準備好面對冬季氣溫過低與日照不足的應對策略。在雪中可以埋藏儲存的農作物、能夠以地下莖形式用接近收穫狀態來等待實際收割的根莖菜類、芋類、能夠儲藏在地下室等待明年春天的到來的蘋果等果樹，上述這些產物的生產力都很重要。我們可以在地表堆積上割除的雜草殘渣，讓其發揮雜草披覆材的保溫作用；一方面可以將作物栽培地較為大型，以增加其耐寒能力，然而也有反向操作，讓幼苗維持小型芽株的形式來過冬的因應方式。農家應該注意活用農圃周圍的地形和環境的塑造工作，耐寒的常綠樹木與遮蔽冬季寒風的防風林都是必備的設備。對這些農閒期比日本本州還要長的地區，我們還在研究該如何去縮短農閒期的長度、補償農閒期的閒置損失。我們認為配合當地的高經濟水準而導入的大規模化策略，支援生態體系擴張的機械化策略都是可能期待的解決方案。

5-2-2. 副熱帶常綠闊葉林帶地區

這氣候帶以日本為例，是屬於本州以南、南至九州的地區。降雨量豐富，即使原本是無植生狀態的荒地，只要放置不理都可以自然長出相當高的雜草來覆滿該地，如果再給它更多時間來發展，甚至有潛力可以發展成濃密的森林。本手冊上所載的協生農地的實踐經驗，即是以本副熱帶常綠闊葉林帶地區為基礎來發展的。

潛在性的植物生態極相林，是自然植物生態系統在最適生態的狀況下，花費數十年，甚至數百年的時間來發展才能到達的生態體系。生態學者宮脇昭氏用「鎮守之森」一詞來表達此學術性概念，在日本各地都可以看到這樣的植林地。在日本的太平洋一側實踐此概念時，家屋的北側若有山林來遮蔽北風，則家計生產即使在冬季也會變得較容易。也可以在農圃的周圍種植常綠果樹來充作防風林。傳統日式庭園的分界線是使用修整過的羅漢松，羅漢松的防風效果雖好但成長速度較慢。在市面販售的羅漢松幾乎都是雄株，我們若希望松樹能結實，則需要注意選擇雌株來種

5-3. 亞熱帶地區

這是溫帶當中較接近熱帶的地區，在日本來說，就是從九州南部到琉球群島的氣候帶。因為這中間有許多的小型島嶼，種植紅甘蔗田等的傳統慣行農地導致的土壤流失，是人類行為對海洋生態體系所帶來的最直接也最重要的影響。在制訂管理策略時，種植果樹，製造樹蔭，來保護蔬菜就變成是相對重要的考量。在颱風時常肆虐的琉球群島上，防風果樹林等的防風害對策就變成相當重要了。透過不施肥的植栽方式，植物組織變得更加強健，根部可以伸展得更長來抵抗強風的攻擊。在亞熱帶地區，雜草的生長勢力強盛，若要種植蔬菜，則需要頻繁地進行雜草管理。農家需要在雜草優勢佔領地表之前，根據雜草的種類和生長速度的差異，在草芽還小時就處置掉它。當然也有一種策略是在初期故意讓雜草長得很茂盛，集中心力來創造土壤生產力。利用溫暖多雨的氣候條件，農家如果以亞熱帶果實為中心來生產，則可能做到降低生產成本並擴大生產規模。因為此地區的果樹生長速度比本州還要快，也很適合苗木的生產植栽。因為人口過於稀少、人口結構的高齡化進度又快，在琉球群島的耕地棄置現象越來越嚴重，協生農法正在努力地構築一個以亞熱帶果實的生產為主的經營模式。

在柯本氣候分類法裡面，亞熱帶包含在溫帶範圍內，且擁有複數的不同定義。本手冊尊重當地居民的意見，承襲傳統意見，將九州南部以南地區視為雅熱帶地區。然而，在被稱為亞熱帶的諸多地區當中，琉球群島的降雨量是例外地多，而在世界其他各地之中，亞熱帶則是以乾燥地帶為主。位於亞熱帶的琉球群島人民，對每年都會來襲的颱風等的強風對策，是種植木瓜和香蕉等成長速度快、又容易折斷的果樹，將它們混生密生來作為防風果樹林的策略。農家若增加植栽的密度，則生產力可能會因此下降，但是因為果樹間可以彼此相互支撐而提高防風效果，農家可以在海風吹來的方位設置苗床。相反地，在防風樹林保護下的逆風區，將芒果、沖繩島蕉等的果樹、和番石榴、腺齒獼猴桃、奇異果等藤蔓科的植物混生種植，就可以在某種程度上從事優先生產力的農業種植。



圖：這是在亞熱帶地區的協生農園所種植出的水果種類之例。

5-4. 乾燥帶地區

這是平均氣溫很高，但降雨量卻很少，乾燥如同沙漠導致植物生態較少的氣候帶。相對於樹木可以生長的熱帶、溫帶與亞熱帶地區，乾燥帶是無樹林氣候帶，即使把土地放置不理也長不出森林來。我們可以說它是沙漠化的地區。有兩各類型的形成原因會造成沙漠化現象：降雨量太少的自然因素，與過量放牧、過量伐木等農業造成的人工環境破壞因素。現在世界上的乾燥地區則主要是因為人為因素而導致沙漠化的進展過快。在乾燥地區，一旦植物生態系統遭受破壞而消失，它的降雨量也會隨之減少，不幸的是一旦消失的植物生態無法自行恢復。這種環境變化的惡性循環正在逐漸擴大當中。像在北美、澳洲這種先進國家，因其大規模單一作物農業的導入，使得地下水源枯竭，沙漠化程度擴大；至於非洲、印度、中國等以小規模農業為中心的地區，則是因為近代農法的導入，使得越來越多土地面臨沙漠化的危機。許多開發中國家都位於乾燥帶氣候區，不只其生態體系較為脆弱，社會情勢也不穩定，民眾面臨的貧困、營養不足和生物多樣化的流失問題都是很深刻的危機。

森林是依靠雨水成長茁壯的，而地下水則依靠森林來涵養水源，同時森林所蒸發出來的水蒸氣再化為雨水，重新進入整個水循環。雨水與地下水系，就是靠表土上的植物的吸收與蒸發作用，這兩者來結合在一起。如是，降雨、地表的植物生態、地下水，這三者是相互依存在一起來塑造水循環。因此若採伐森林就會破壞這個水循環機制，若由外部供給的降雨量或地下水又不夠多的時候，整個水循環機制就再也不可能恢復了。我們稱之為生態系統的典範轉移。就像是一旦我們將完整堆砌好的積木給打亂了之後，要恢復原狀是非常困難的一件事一樣；水循環的破壞引起了沙漠化的自然機制，就像是一個不可逆的破壞事件一樣。然而，我們認為洪水和旱災這種異常氣象，可以依靠地面向上發展與地面向下發展的生態系統多樣化策略，來幫助人們適應它。我們可以在表土上種植多年生草本植物來覆蓋、保濕，在地表栽培即使是乾燥氣候也能夠存活的根莖類植物或芋類植物。透過在地表交錯種植多層次的草本與木本植物，使得整個植物生態的聚落以垂直發展的方式成長，提高整個生態體系的光合作用利用率，並混生種植不同高度的植物作物，用以降低水災的風險。在地面以下的部分，則在不同的深度層配置多層次拓展的植物根部，擴大地下水和雨水的儲存量，藉此創造一個能夠吸收乾旱和洪水災害的生態體系。

我們在乾燥帶和熱帶乾燥地區的交界區，非洲薩赫爾地區的布吉納法索，實際導入了協生農法，並取得了一定的成果，可望能夠對社會生態體系的恢復產生很大的貢獻。在布吉納法索的實踐結果，讓我們了解乾燥帶周邊地區的協生農法可以帶來以下的各種優點：

- (1) 近熱帶地區的植物生態轉型的速度很快：因為乾燥帶的氣溫很高，只要我們能夠把植物生態密集栽培，並且在表土上面儲藏夠水分的話，植物生長的速度就會像在熱帶地區一樣繁盛。
- (2) 因為競合生長的植物(雜草的種籽)比較少，導入目標品種的混生管理活動會進行得比較輕鬆：在乾燥地區，當地埋在土中的原生種籽集團較為貧弱，故比較方便農家導入蔬菜等的有用作物，並打造成蔬菜優勢的植物生態管理系統。

(3) 在這些地點，連傳統的慣行農法都無法導入，或說是慣行農法也只能維持生理最適狀態的低標在經營，因此協生農法的導入不會遭遇到社會上的競合問題：因為傳統慣行農法所帶來的環境破壞風險太大，故它的實行很困難，社會上也沒有輿論想要獨佔式保護該制度。即使是慣行農法也無法將其產品作物規格化，因此其產品的品質不只具有多樣化，也能夠在地域性市場上販賣。慣行農法的農家，越是持續性地使用肥料、使用機械耕作，農家的所得與可支配資源就會越少，因此他們很少冒著風險去使用肥料和機械翻土。

(4) 小規模農園中的肉體勞動為主要的核心雇用：因為這些社會的構成員的大多數都是小規模農家，在農業生產現場的核心雇用也是以肉體勞動為主，手工業的管理方式也符合社會的需求。個別的家計維生都是以小規模農家為主體，因此農家若能達成低成本高收益率的目標，協生農法產生的直接經濟效果極大。

若希望在乾燥地區的沙漠綠化的重大生態工程中導入協生農法，可以採取下列的策略。

- 採用一些強健、攀地生長的藤蔓科植物，探索哪些植物可以拿來充作牛隻等家畜飼料(例如：豆科的山葛等植物)。我們可以把這個活動當作協生農法的先導部隊來使用。

- 在有水源的地方朝著沙漠的方向來種植藤蔓科植物，當這些植物朝沙漠伸長藤蔓、根也落地定植之後，就讓家畜來吃葉子，家畜所排洩出來的糞便還可以就地成為肥料，提高土壤的生產力。

- 迫於必要時，可以只選擇在植物的根部澆水，採用 V 字的「鶴翼陣型」來栽培植物，用較少的水源，做最廣範圍、最有效率的綠化作業。

- 用藤蔓科的植物做成城壁，每隔數十公尺就做一面城壁。在城壁之間，則混合種植抗乾燥、保水性高的多年生草本植物、樹木或牧草。導入初期，優先順位較高的是如何使用低成本來塑造環境、培育種苗，然後再慢慢地提高對生產力要素的重視程度。這是在熱帶乾燥地帶的協生農園的實例。奠基於生態體系的構築的協生農法，在其他農法都很難導入的艱困環境當中，也有辦法讓環境恢復與生產力需求能夠兩全其美。



(照片:2016 年 7 月 AFIDRA)

5-5. 熱帶地區

這些地區離赤道較近，氣溫高，最熱月均溫和最冷月均溫的溫度差值也很低。一般來說，都是多雨的氣候，若干地域也會有乾季的存在。根據不同的降雨量差別，許多種類的熱帶性植物能夠成長至形成叢林的程度。這也是藥用植物資源的寶庫。東南亞或南美的亞馬遜河流域熱帶雨林，不只是支撐地球的生物多樣性的樞紐級生態體系，它同時也是面臨森林濫伐的人類開發活動所導致的滅亡危機的地域。熱帶土壤構造的成形速度很快，破壞速度也很快。其土壤構造是最容易受伐木採礦和翻土作業傷害的種類。尤有甚者，從熱帶延伸到亞熱帶的沿岸生態體系中，存在有可供 25 % 的全海洋生物品種生存的珊瑚礁群。而這些地區的慣行農法的擴大使用，會導致地下水的污染，透過對海洋生態系的衝擊而產生全球性的影響。從此可以看出，能夠一邊考量到海陸水循環，一邊持續性地型塑並維持土壤構造的協生農法，在現今世界當中是多麼的珍貴。

6. 教育與認證制度等相關議題

6-1. 協生農法講習會

位在日本三重縣伊勢市的伊勢協生農園，大塚隆氏目前定期地舉辦以協生農法為主題的講習會。若您想知道進一步的資料，請與櫻自然塾股份有限公司聯絡。協生農法講習會洽詢用的電子郵件信箱：gmv2000@muse.ocn.ne.jp。

6-2. 協生農法認證制度

在日本的協生農法，已經被櫻自然塾股份有限公司申請通過商標登記了。因此您若要使用協生農法的名稱來進行農作物的販售，從事任何的相關經濟活動，都需要取得櫻自然塾股份有限公司的許可。但若是家庭菜園自己實踐此農法，或在不使用協生農法這一名詞的前提下逕行販售農作物，那麼就不需要取得任何形式的許可。

在漢字生活圈裡的「協生農法」、拼音系語言中的協生農法的譯名“Synecoculture”、以及各語言中所使用的協生農法的名稱，是採取開放授權的方式來處理其著作權。雖然您可以自由地在販售活動、研究活動等的實踐領域中自由地協生農法一詞，若您的詞彙使用方式違反本手冊記述的內容或其學術定義時，該指涉事項與協生農法的成果毫無關聯。不管您是故意與否，都將涉及到歪曲竄改(改作)的嫌疑，可能會引起法律爭端。我們會對在各地實踐協生農法，有需要取得協生農法之認定者，適當地進行實地調查，然後再發行認定證書。

6-3. 免責事項

根據本手冊所提供的資訊及協生農法相關的資訊而決意開始實踐相關聯的諸活動時，因該當活動所產生的任何形式的損失，都歸屬於實踐者的自我責任。請您在充分了解、並願意承擔相關的自我責任風險之後，再邁向實踐之路。

熱帶地區的風土是由高溫與高降雨量所構成，雖然在那裏有地球上最多樣化的動植物和微生物棲息在其中，因為有機物的分解速度也很快，因此其表土的結構很薄，對任何的破壞擾動都是很脆弱的。熱帶是看似豐碩，卻需要細心呵護維持的環境地區。

結語

迄今為止的農業，都是竭力使用科學技術，努力把每株植物都培育成距離自然狀態的正常植物組織狀態相距甚遠的蔬菜，這些「養殖蔬菜」每一個都呈現不自然的肥大狀態。平心而論，這些肥大的蔬菜，和為成人疾病或代謝症候群所苦的現代人類，似乎沒有太大的差別。再說，正當地球上的生物多樣性以危機般的極快速度地滅絕中，只有我們人類這個種族的人口數正以令人瞠目結舌的速度急遽增加當中；兩相對比，彷彿令人有看到生態體系當中大量發生的害蟲繁殖狀態的錯覺。透過協生農法，我們希望能將人類近百萬年以來所獵取食用的自然狀態的動植物，重新拉回現代人飲食的主流當中。再者，人類身為地球上物種的代表性領導生物，人類是否能夠真正地構築出一個環境和諧型的永續發展社會？這個問題，正與我們以農業為首的這些消耗自然生態資源的初級產業的正當性息息相關。我們如果把迄今以來投注在農藥、肥料開發的心力與資源，就算是僅轉向萬分之一，能將這些微的心力傾注在研究自然狀態下的動植物的互動關係的話，我們也能在環境和諧型的永續發展社會構築議題上有很大的進展吧！光靠目前過分窄化的科學領域研究的話，恐怕很難有所進展。我們認為未來應該將一般市民的實踐體驗活動、由經驗歸納而出的知識集結起來，把這個與自然的相處之道問題，當作市民科學來廣開言路，集結眾力研究下去。我們期待協生農法，能夠在這個與自然的相處之道重大議題當中扮演一個重要的角色。