

六、 山坡地農業經營與管理：經濟與生態的交匯

何率慈¹

摘要

本篇編譯文章從山區生態系服務價值的辯證出發，透過數個個案的評析，包括歐洲阿爾卑斯山區土地利用模式轉變、地中海流域山坡地橄欖園之土地利用策略與固碳效果、挪威山區農業與組織經營、中國山坡地轉型計畫之社會與生態效益，以及印尼與菲律賓坡地農業與土壤保育，就農法選擇、地力管理、作物選擇、社會組織培力，與土地利用政策等不同層面上，來試著對臺灣山坡地農業之永續經營，以及未來可以延展政策視角與擴增研究能量的面向做一個探討，同時思考生產者與政策制定者可以且應該如何在同時極大化農業生產之市場價值與生態系服務價值間取得一個長遠的平衡，且彼此間的目標與共識在減少土壤侵蝕與流失上不至相悖。

關鍵詞：山坡地、生態系服務、經濟價值、保育農法、土地退化

Keywords: slopeland, ecosystem services, economic value, conservational farming, land degradation

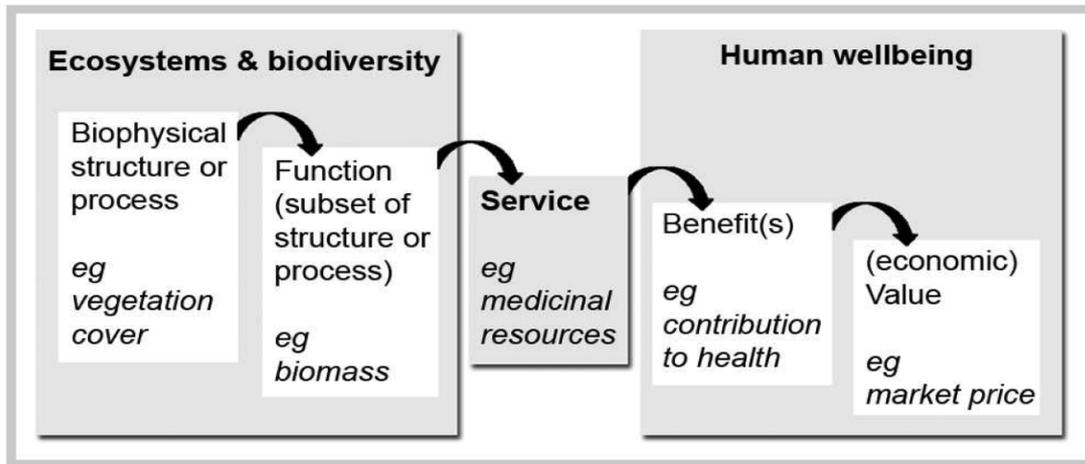
¹ 國立臺灣大學農業經濟學系 助理教授

壹、前言

坡地農業的利用與經營模式，脫離不了風險管理的長遠性思考框架，以及生態與環境效益的永續考量。此篇文章透過爬梳國外探討坡地農業的跨地域與跨領域研究，從耕作模式、生態系統、組織與社區發展、以及農家經濟等不同面向，來思考臺灣在整體坡地農業永續發展與規劃上，可以如何在相關產業的市場經濟與生態系服務價值間，取得一個將農業系統性風險以及不同於平地農業資源利用方式，納入政府與農民決策制定與評估的良性動態平衡。

貳、山坡地之生態系服務功能：Why care?

Gret-Regamey et al. (2010) 針對山區的生態系服務功能與價值提出犀利的叩問，該篇文章透過詳實且全面的文獻回顧來界定在全球尺度下的山區生態系服務 (Mountain ecosystem services)。本文利用此篇文章提出的框架來談同樣可被應用在山坡地的生態系服務內涵。山區生態系統對不論是居住在山區內或外的人們提供一系列的物品與服務：經濟生活仰賴的水源由山區所儲存與淨化、生態多樣性展現在山區各式熱點中、山區也提供就社會意義而言的觀光遊憩重要平台。同時山區生態系也面臨到來自土地利用習慣、基礎建設、短視的觀光發展、棲地破碎化、以及氣候變遷等一系列的衝擊與壓力。而生態系服務 (ecosystem service, ESS) 這個詞彙應勢而生，這個詞彙始於 1981 由 Ehrlich and Ehrlich 所建立，在 70 年代被學者指出，生態系統所提供之社會價值的效益能夠透過量化與被辨識性來增強其在政治議程與管理決策上的能見度。至今，此一詞彙被視為連接自然環境與人類福祉之一關鍵要素。圖 6-1 揭示了生態系統路徑與其效益如何反饋到人類圈，同時透過直接與間接的方式。這也呼應了，不同於傳統保育做法僅側重自然的價值，現今 ESS 傾向效用主義式的概念包含的受益者，也就是社會對這些服務的需求。相較於平地，在更受制於環境與經濟變化，脆弱度更高，的山地與山坡地等區域，加諸經濟效益的保育概念有機會能夠撐開市場，擴大收入來源，同時讓保育能夠更深入大眾視野。



圖

6-1、生態系統路徑與人類福祉

Note: Figure adopted from Gret-Regamey et al (2010).

然而，生態系服務（ESS）也不免遭逢與永續（Sustainability）類似的處境，落入誤用與濫用的窠臼。第一，生態系服務並未在定義、衡量方法、與使用限制上有標準的指涉內容，第二，也有學者指出生態系服務的清晰性（clarity）在於能夠明確辨識出對於ESS的需求與供給為何，因為最終的目標是要將自然資源視為一重要資產，辨識出他們在增加人類福祉的角色，並將其有形與無形價值整合進決策系統內。未達到均衡的結果，除了需求大於供給所導致的環境退化（environmental/ecological degradation），也包括供給大於需求下，不受威脅的處境也同時使ESS這個概念成為不了核心的管理決策之一。

表 6-1 呈現了五種不同土地利用與海拔高度在生態系服務四種不同衡量層面上所扮演的角色與重要程度（以虛擬變數表示之）。生態系服務可分為四個面向：生產、調節、支持、文化，其中又可根據不同類別細分出 15 個功能。在生產服務功能上，低於海平面 1500 公尺的土地提供最為完善的各式功能，包括野生產品（wildlife products）、種植類產品（cultivated products）、商業性森林產品（commercial forest products）、運輸與住所（transportation and residence）、能源（energy）。林地少了運輸與住所功能。異質性農業帶少了商業性森林產品、運輸與住所。高於海平面 1500 公尺的山地與超過 30% 陡坡的土地僅在野生產品與能源上扮演較重要的支持性角色。在調節功能上，林地提供最完善的各式功能，包括氣候調節（climate regulation）、天然災害的減少（natural hazard reduction）、水文調節（water regulation）、營養鹽循環（water treatment and nutrient cycling）、侵蝕防治（erosion control）、生物控制（biological control）。低於海平面 1500 公尺的土地僅少了有效的侵蝕防治，而高於海平面 1500 公尺的山地更少了營養鹽循環與水文調配的功能。異質性農業帶則是少了營養鹽的循環調配。而超過 30% 陡坡的土地僅保有氣候調節。在支持功能上，唯一的面向，棲息地功能（habitat function），皆存在於各式土地類型，陡坡地形除外。最後在文化功能上，森林地、高於與低於海平面 1500 公尺的土地、異質性農業帶皆包括提供美學資訊（aesthetic information）、觀光

遊憩 (recreation and tourism)、文化與藝術資訊 (cultural and artistic information) 等功能，陡坡一樣在美學功能上稍有匱乏。

將全球尺度縮小到區域性，歐洲阿爾卑斯山區的土地使用模式自 1950 年以來發生了兩階段對生態系服務功能有直接影響的演變。Egarter Vigl et al. (2016) 指出，以阿爾卑斯山區為例，生態系服務的供給不只受到土地使用與覆蓋變化 (Land-use and Land-cover change, LULC)、生物物理條件，與地形的影響，也包括這些因子間交互作用關係。這些複雜的動態關係使生態系服務不論在時間還是空間上都不是靜止的，同時不同屬性的生態系服務也會出現權衡關係 (trade-off)：美學價值 vs. 調節服務與種植作物，通常發生在農牧地轉作林地或都市用地使用。而一個時期的生態系服務功能，會在下個階段轉變成另一種類別的生態系服務，使得在管理上更為複雜。

第一階段始於 1950 年代，當傳統的農牧混合經營不是被轉化為高度機械化的畜牧產業，就是由於非農就業市場興起所帶來的土地廢耕，這個變化是來自生產者針對消費習慣與市場要求改變所發展出來的一個生存策略。在這個時期，生產服務 (尤其是單年與多年生作物) 通常是減少，而調節服務則是增加。土地廢耕 (land abandonment) 情形通常從最高海拔與陡坡地形開始，在較低海拔，土地廢耕通常被專業化與集約化的生產過程所取代。第二階段發生在 1980 年代中期，也被視為農業生產的再集約化 (re-intensification) 過程，通常座落在草地與肥沃谷地，主要的驅動力來自推進農法密集化與市場自由化的農業環境政策 (agro-environmental policies)，儘管這個作法並未能讓前一個階段廢置的土地重新被活化。這個時期生產服務 (尤其是一年與多年生作物的種植) 的大幅增加，也橫跨了整個阿爾卑斯山脈。這個轉變過程隨著國際農作物市場的應運而生，釀酒葡萄與水果作物在 Unterland 和隆河 Rhone 谷地全區的專業化種植即為一例。同時，第二階段土地使用與覆蓋轉變也反映在大幅增加的調節服務，主因是由農地大量轉作為林地後所強化的氣候調節與土壤侵蝕防控程度)，然而在文化服務上，美學價值卻是隨著朝同質性發展的土地利用方式 (廣闊的森林帶或大面積的都市用地發展) 而有所遞減。

表 6-1、不同土地特徵以及其所隱含與貢獻的生態系服務功能

	Production services				
	wildlife products	cultivated products	commercial forest products	transport and housing	energy (biofuel and renewable energy)
Forest area	1	1	1	0	1
Heterogeneous agricultural areas	1	1	0	0	1
Up to 1500 masl	1	1	1	1	1

Higher than 1500 masl	1	0	0	0	1	
Steep slope (>30%)	1	0	0	0	1	
Regulating services						
	climate regulation	natural hazard reduction	water regulation	water treatment and nutrient cycling	erosion prevention	biological control
Forest area	1	1	1	0	1	1
Heterogeneous agricultural areas	0	0	1	0	1	1
Up to 1500 masl	1	1	1	1	0	1
Higher than 1500 masl	1	1	1	0	0	1
Steep slope (>30%)	1	0	0	0	0	0
Supporting service						
	Habitat function	aesthetic information	recreation and tourism	cultural and artistic information		
Forest area	1	1	1	1		
Heterogeneous agricultural areas	1	1	1	1		
Up to 1500 masl	1	1	1	1		
Higher than 1500 masl	1	1	1	1		
Steep slope (>30%)	0	0	1	1		

Note: 0=不重要，1=重要。Reproduced from Table in Gret-Regamey et al (2010). Only the most related land characteristics are adopted from the paper.

最後，回到生態系服務的供需上的失衡議題，Bayard and Jolly (2007) 指出在熱帶地區，由不當管理措施所造成的環境退化以及其所伴隨而至的複數型後果是對該地區農業與經濟發展的重要阻礙。對於廣義上自然資源耗竭以及針對性對土地退化的種種顧慮，無意中激發起一連串的政策發展與執行，將目標放在改變農民態度，朝向採行保護環境農法。這部分的思維也可套用在非熱帶地區的坡地上。在幾個改變農民對於改善土地利用方式之態度的因素中，獲利仍最為關鍵。相關研究有指出社會經濟變數的重要性，包括像是年齡、教育、所得、非農就業、風險趨避與補助皆會影響農民的環境態度與行為 (environmental attitudes and behavior)，進而影響其土地管理行為，這些探討都並未忽略認知 (perception) 在改變這個過程中的重要性，甚至認知與意識 (awareness) 在環境行為中的角色並不亞於個體的客觀與主觀變數：對土地退化嚴重度以及脆弱度的認知，對於意識與態度，以及接下來的行為

決策，皆有關鍵性的影響。其所衍伸的政策意涵包括農民會認為他們有能力採取保護環境的行動，以及付出與土地管理問題之嚴重性相當的心力。在既有研究中，環境行為的決定通常立基於消費者效用極大化的新古典理論，尚未能將環境行為的複雜本質納入考量，也造成不夠精準的政策研擬。如何擴展經濟的學科範疇，將生態與社會心理行為統合進模型中，將是往後研究應當正視並修正既有假設的一個路徑。

參、各國 / 各區域案例探討：What prioritizes?

一、地中海山坡地橄欖園

地中海盆地主要有三個自然特徵：1. 氣候：冬濕夏乾熱，土壤屬乾性。2. 陡坡式地景，但凹凸度變化不大。3. 在岩性上，絕大部分面積由石灰岩覆蓋。在上述天然資源限制下，由於自然侵蝕過程在裸露的山坡地上發展出較淺的土壤層。同時，地中海盆地土壤多樣程度以及密集的樹木種植也造成了相當幅度的土地退化與土壤流失。機制有二，第一是有機物質與有機碳的耗竭，第二是由於氣候條件與土地管理（尤其是對土壤具有侵略性以及高度集中的耕種模式）所引發的植被覆蓋率的減少。橄欖園在地中海流域是最有代表性的農作物產業（超過 500 萬公頃），但此種作物種植也伴隨著對環境的負面效果，其土壤有機質（soil organic matter）含量低以及土壤呈現退化情形（soil degradation），主要由高度密集犁耕（very intensified tillage）、坡度與低密度樹林等所造成土壤流失的結果（González-Rosado et al., 2020），再加上到 20 世紀後期，由於政府補助的誘因以及橄欖油的高市場價格，橄欖園面積的擴增反映在從平地的種植轉移到更形複雜的地形（topography），這個發展也加劇了土壤流失情形。回到地形在土壤溫度與潤濕氣候（含水程度，water content）帶所扮演的角色，地形傾斜程度決定陽光曝曬程度，更進一步決定微型氣候（microclimatic）對作物種植以及土壤形成過程的影響。總而言之，土地使用、犁耕以及地勢傾斜度綜合性地影響了土壤有機碳在相對侵蝕地帶的累積程度。相關研究發現當改變土地管理方式（land management change），也就是當從傳統犁耕（conventional tillage）到免耕 / 無耕犁（no tillage），免耕農業能夠有效儲存土壤有機碳，活化地力，但因山坡地位置而成效產生歧異性：山頂（summit）和趾坡（toeslope）才具有碳化功能（carbonization），後坡的種植則呈現脫碳（decarbonization）情形。而傳統犁耕方式（conventional tillage）的確會造成由高強度水沖蝕帶來的土地退化情形，影響有機物質與土壤有機碳的成分，進一步造成不利土壤永續使用模式的脫碳作用，

二、挪威山區農業

在談當今全球尺度下的氣候變遷時，需要著墨的不是大尺度的因應策略，而是在更小尺度的區域上去發展出有地方特殊性與針對性的氣候變遷調適策略，比如說像是地方能夠去管理氣候變異性與各種環境和社會衝擊變遷的能力（local ability），因為全

球氣候變遷的影響有地理區位上的針對性，尤其在地方氣候條件下，同時這些衝擊也跟社會情境（social context）息息相關。在針對已開發國家的相關研究中，地方尺度的回應與調適策略的探討與認識卻付之闕如。在合宜政策的執行下，通常調適策略的發展會被認為是理所當然，毋需擔心的一個議題，但這卻造成了，在經濟成長與政治制度穩定的國家中，對於氣候變遷議題掌握能力的自滿與不作為，也缺乏對形塑脆弱程度與調適機制過程的理解。除了對於農業生態系統以及農業生產力的知識積累，更需要將範疇擴增至了解經濟、社會、與政治處境的重要性，以及在不同地理尺度與角色承擔的利害關係人行為與決策。因此，研究問題意識與政策重點便在於地方調適策略是如何透過社會組織（social organization）來生成與運作，在策略形塑的過程如何透過關係與結構的改變來達成目標。Eriksen and Selboe (2012) 在 2012 的一篇研究中利用挪威的一個市鎮，Oystre Slidre，作為個案研究，其山區農業發展的特殊性在於地方經濟活動對氣候條件變化（雨量、氣溫等）相當敏感，尤其在山區，任何氣象指標的小波動都會改變生長週期的長度與可靠度。而社會組織指涉包括正式（制度、管制、法則）與非正式（社會關係與網絡）的連結，以及形塑這些關係生成背後的習慣與文化模式。在關乎全球氣候變遷的影響如何從地方尺度來因應農業與社區發展的挑戰時，社會組織的內涵包括農家與其合作性的實踐、社群網絡、以及在地方上他們和其他家戶以及官方組織間的關係，這是動態社會關係間的交錯，關乎情境式與變動的本質、豐富的變異性與交互關聯性、權力關係與人際政治。挪威山地農業社區這個個案研究中提出了一些在管理關鍵氣候事件可以採取的合作行動，包括農業機具的分享、來自其他農民的設備出租與收成協助、勞動力交換與互助，以及地方知識與經驗的交換互惠。透過社會組織來談調適策略的一重要論點來自於，當今農業部門在結構上根本的變化，包括從農人數的減少與非農就業市場的拉力，在在都會對不論是正式或非正式的社會連結造成衝擊，尤其是非正式網絡間的信任資本。鑲嵌於這些不同形式的網絡內不只是經濟交換或生產策略，對社區內的農民而言，一份社會歸屬感、文化身份、以及有能力去選擇某種務農的生活與工作方式，這些才是人們試圖透過不同形式的合作與鏈結來追求的不亞於市場經濟能力重要性的人類與社會權力。

三、東南亞山坡地耕作系統

菲律賓和印尼享有類似的地形特徵，位處活火山帶與潤濕熱帶地區。多雨、傾斜地形、與火山灰土是導致該地高侵蝕率與土地退化的主要原因（Medina et al., 2000）。尤其高原與山坡地屬於相對脆弱的環境，土壤侵蝕情形與減少的土地生產力更為嚴重。同時，貧窮與人口眾多這兩個因子也促使許多在這兩個國家的農民往山坡地遷徙與墾殖。因此，山坡地農業的土壤侵蝕控制策略之因應便至關重要。農民已對採取能夠有效減緩侵蝕與增進生產力的土壤保育方法有相當的認知。儘管具有類似坡地條件，在土壤保育上還是有方法上的歧異，分別是土壤性質以及地方土壤保育資源。能否以梯田／平臺階段（bench terrace）進行耕作取決於土壤是否夠深且黏土含量高，東爪哇（East Java）的蘋果種植即是採取此種方式來減緩土壤侵蝕情形。而對於含沙量高的粗質土壤，則是採用垂直脊（short vertical ridges）以及輪廓運河（contour canal）

的方式來控制侵蝕情形，常見於較高海拔的蔬菜作物耕種，尤其是馬鈴薯與洋蔥。另外在邊界處，多年生作物（perennial crops）通常以草帶（grass strip）與樹籬（hedgerow）種植方式。另外在地方資材可及性上，同樣在東爪哇省的另一個村莊，石灰岩的普及性為當地木薯生產提供強化當地土壤保育的可能性。在菲律賓，使用樹籬大幅增加了玉米產量。土壤保育為農民帶來的效益透過施用覆蓋物（mulching）反映在土壤肥沃度與土壤保水力的成長。

四、中國山坡地利用轉型計畫

1997 與 1998 年間在黃河與揚江流域發生的一系列環境災害事件為中國山坡地管理敲出了一個政策議程時間表的起始點。山坡地與山區過度農地擴張所造成的土壤侵蝕與沈積物堆積其實預示了後來的自然衝擊。中國政府提出了坡地轉型計畫（Slope Land Conversion Program, SLCP），也被熟知為退耕還林（Grain for Green），來處理災害衝擊的後續且長遠的影響，主要目的是將造成土壤侵蝕的農牧用地轉型成森林地或草原，而政府會針對農業用地的轉換或轉型提供補助。來自山西與四川兩個省份的半結構式訪談資料發現（Bullock and King, 2011），一個大型的農地轉型要能夠成功，需要的不只是來自中央層級的補助，地方政府的投入程度以及地方經濟發展程度更是決定農民參與意願與執行成效的關鍵因素。而這也意味著，這個農地轉型計畫的成敗不取決於補助金對農民的吸引程度，更關鍵的是「地方」上相關部門的協力與配合。土地使用轉型計畫要能夠長遠地演變與落實下去，靠的不是生產者對補助金的依賴，地方政府若能善用補助金將其轉化為創造更多適合當地勞動力市場就業機會的經濟方案，透過活絡的地方經濟來打開就業市場的多元性，將更能達成環境資源促進與減少貧窮的永續政策目標。

肆、對於臺灣山坡地農業管理之政策建議

臺灣法規目前對山坡地的定義為標高在 100 公尺以上，或未滿 100 公尺但平均坡度在 5% 以上者，也包括國有林事業區、試驗用林地與保安林地（農委會，2022）。目前涵蓋面積約為 100 萬公頃，且佔總土地面積的 75%。以臺灣特殊的地理環境與氣候條件來看，位處亞熱帶的地質脆弱度以及年度不平均的降雨頻率，使得臺灣山坡地的利用與保育長期以來成為困難且重要的議題。那麼回到農業在山坡地利用中扮演著什麼樣的角色，且應該要扮演什麼樣的角色，讓土地資源在不與市場經濟目的相衝突下得以永續使用？2022 年行政院農委會重要施政措施下的「加強山坡地水土保持，維護公共安全」可被視作連結現行的山坡地保育利用條例與農業發展的一個政要政策面向（行政院，2022），細究此政策項目，重點落在防災治洪策略與控管不當使用行為，關於農業在不同類型土地／地域（territory）上可以且應該如何發展出與所屬之特殊環境與地勢共存共榮的策略，可能尚未全面性地進到政策議程。

筆者在這裡提出幾個觀點，拋磚引玉，希望能夠在政策議程設定與未來實務研究方向上帶進更多與更縱深的討論。第一，建議重要措施在山坡地水土保持之外，加入坡地農業之政策要點，讓坡地農民與地方政府有一個更明確的遵循方向，內涵可能包括結合水土保持的耕作方式、適栽度之作物與地理位置之選擇、以及在氣候變遷下坡地農業生產管理可以採取何種作為以因應極端氣候事件對坡地（更甚過對平地）的影響。第二，本文建議在有利未來政策制定上，公部門可以結合私部門在資料庫建立上集結與整合更多資源。坡地農業與平地農業在本質上的不同會影響不同區域農民對農法的選擇、風險趨避態度以及整體農家風險管理方式。目前生產資料皆以鄉鎮層級為單位，而在某一特定鄉鎮區內，可能會有坡地與平地之地域上的分類，很可惜現有資料沒有針對不同坡度進行農家資料的收集，同時，同一種作物，假定其也適合種植於坡地，在平地與坡地也會存在不同耕種方式。關於農民在不同地勢對農法的選擇與採行，這部分的公開性資訊目前也是相對匱乏。倘若能建立一系統性之坡地農業資料庫，彙整農業生產、水文、土質、地景，與農家特徵，將會相當有助於長遠的坡地農業政策設計與執行。

第三，與坡地農業發展密切相關的檳榔產業政策，這也是臺灣特殊的農業地景，自 2010s 初期農委會針對農牧用地轉植檳榔有兩個階段的發展，分別是 2014 至 2017 年的檳榔管理方案以及 2019 至 2021 年的檳榔廢園與轉作計畫（陳柏文，2021），第一期管理方案包括針對種苗與田間管理從 20 萬到 25 萬不等的補助，對轉作作物之選擇與技術上的協助與指導，以及與契作、行銷、消費知識相關等推廣事項，執行面積達成率約 19%。第二階段延續第一期的精神，在 700 目標公頃下，轉作達成率接近 50%。但整體而言，在面臨消費習慣之僵固性、轉作門檻高、檳榔種植之特有生產屬性與難以放棄之經濟價值、農村勞動力之老化與缺口、與私有農牧用地管制之不具約束力等多重挑戰下，此政策恐怕難以根本性的改變生產決策與轉作誘因。長遠來看，可能可以透過鼓勵青農與農二代回流，在知識與技術面予以更多的支持與補助，搭配年齡與經歷可以大幅降低的新作物進入門檻，撐開山坡地農業永續經營的空間。

最後，生態系服務價值之知識體系之建立與推廣，包括針對不同地區的坡地分佈情形，有些鄉鎮是全鄉山坡地，有些地區則是部分山坡地，若能針對不同坡地與農地分配情形建立一套包含前述 15 個生態系服務功能指標的資料庫，將質化的概念予以量化，在概念的鋪陳與推廣上會更有說服力，以及能夠針對每一年指標的變化做更深入的探討。另外，前述談到農法與作物選擇看似最後仍取決於經濟價值，今天希望農民能夠放棄慣行採用所謂更「自然」的耕作方式，就要拿出比市場「價格」更實惠的「價值」方案來吸引農民轉作或考慮保養地力的種植方式，透過補助與輔導來降低進入門檻與有效減少經營成本，透過生態系服務之知識推廣來強化農場經營上的風險管理與綠色管理精神，而所謂推廣就代表其勢必得經過可能是農家所得減少的陣痛期，公部門的角色也格外重要。而誠如本文一開始所談的，Ecosystem Service 已經變得快像是 Sustainability 的流行語彙（buzz word），如何讓

流行不流於表面，能行入永續與生態本質，便是農業價值鏈上所有利害關係人都必須要共同思考，甚或是相互協調妥協的課題。

Reference

Bayard, B., & Jolly, C. (2007). Environmental behavior structure and socio-economic conditions of hillside farmers: A multiple-group structural equation modeling approach. *Ecological Economics*, 62(3-4), 433-440.

Bullock, A., & King, B. (2011). Evaluating China's slope land conversion program as sustainable management in Tianquan and Wuqi Counties. *Journal of Environmental Management*, 92(8), 1916-1922.

Egarter Vigl, L., Schirpke, U., Tasser, E., & Tappeiner, U. (2016). Linking long-term landscape dynamics to the multiple interactions among ecosystem services in the European Alps. *Landscape Ecology*, 31(9), 1903-1918.

Eriksen, S., & Selboe, E. (2012). The social organisation of adaptation to climate variability and global change: The case of a mountain farming community in Norway. *Applied Geography*, 33, 159-167.

González-Rosado, M., Lozano-García, B., Aguilera-Huertas, J., & Parras-Alcántara, L. (2020). Short-term effects of land management change linked to cover crop on soil organic carbon in Mediterranean olive grove hillsides. *Science of The Total Environment*, 744, 140683.

Grêt-Regamey, A., Brunner, S. H., and Kienast, F. (2012). Mountain ecosystem services: who cares? *Mountain Research and Development*, 32(S1).

Medina, S. M., Narioka, H., & Garcia, J. N. M. (2000). Soil conservation and farming systems on slope land in Indonesia and the Philippines. *J. Jap. Soc. Soil Phys*, 84, 57-64.

行政院，2022。重要農業施政措施。國情簡介，農業發展。行政院，Taiwan。Access at: <https://www.ey.gov.tw/state/CD050F4E4007084B/eca9c73f-eab3-4628-9e73-afd18523027a>

陳柏文，2021。為國民健康和國土保育 政府助檳榔農轉型。豐年，71 卷第二期，DOI：10.6708/harvest.202102_71(2).0012。頁 60-66。

農委會，2022。你家的山坡地範圍內嗎？行政院農委會水土保持局，Taiwan。

Access at: <https://www.swcb.gov.tw/Home/Seo/hillside>