

# 探討極端氣候下農林山村地區之社會經濟脆弱度

◎林業試驗所森林經營組・謝漢欽 (mickey@tfri.gov.tw)、成璋

臺灣森林面積廣大，人口密集，位於中低海拔淺山地區，許多林地與農地呈現相互鑲嵌(mosaic)之地景，這些地區之森林生態系與人類活動接觸頻繁，當地山村居民之經濟生活除可部分依賴農作物、森林產物，亦包含休閒遊憩等產業。

聯合國於2000年提出生態系服務(ecosystem services)，其服務類型可分為4大類－供給、調節、文化、支持；指出人類從生態系統得到經濟生活利益，諸如食物、水源、空氣、遊憩等資源，人類在取得利益同時也造成生態系統的衝擊，進而面對環境變遷時產生潛在的風險。以人類生存與福祉之立場，當某自然事件發生在人類生活區域並且能造成人類生命或財產損傷稱之為災害事件；因而大部分災害研究多集中於探討人口密集之區域，然而靠近森林之山村聚落雖然人口較少，與森林之依存度高，所以森林所受之災害造成之影響會直接波及周邊的農業經濟生活，乃至遊憩產業。



山村林地與農地呈現相互鑲嵌之地景-南投縣水里溪集水區車坪崙 2015.04.14 法國太空公司Pléiades衛星影像3D透視圖(謝漢欽製圖)

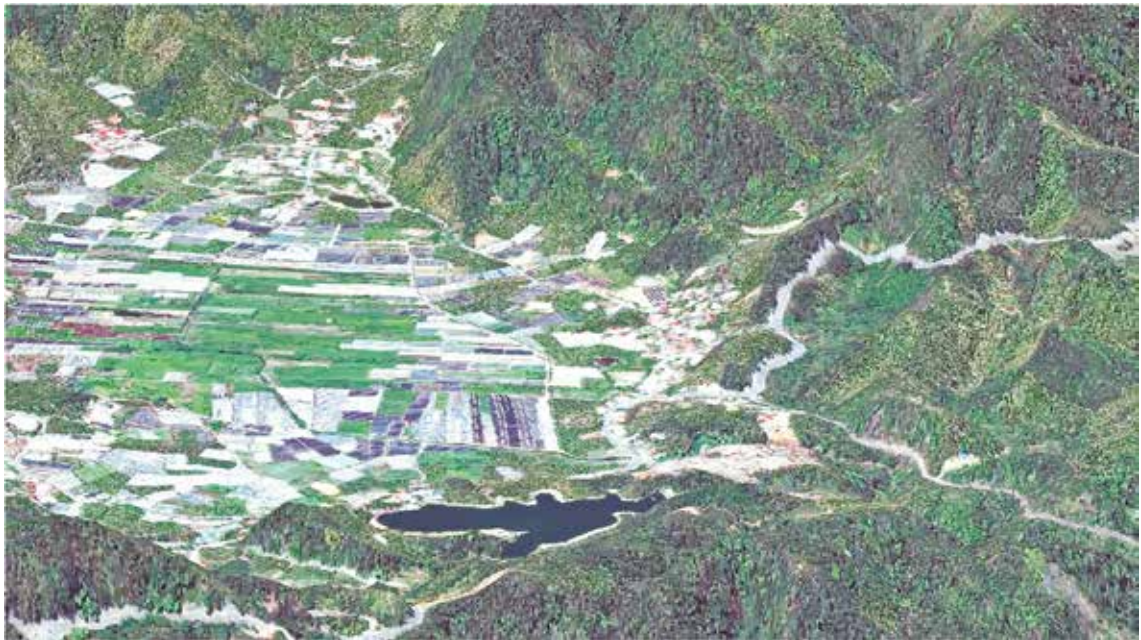


森林與山村為兩個關係密切的系統(成璋攝)

本文主要目的在於探討臺灣中低海拔農地與森林之混和帶-農林交替區 (forest-agriculture ecotone)，在面對自然與人為之衝擊所呈現的社會經濟脆弱度(vulnerability)。森林生態系與人類所處聚落之社會系統在此區域交互作用、互相影響，兩者共同面對不同層面的環境變遷所帶來的衝擊(impact)。在農林交替區自然生物與人類互動密切，比起市鎮都會，此地區經濟與生活上與森林環境息息相關。以目前氣候與人類造成之環境變遷，足以造成森林與山村之負面影響，因此對於當今保護山村地景與維護生態系之目的而言是個重要的議題。

## 脆弱度與相關名詞定義

生態系統有多脆弱？是該討論的核心問題，本文以IPCC對脆弱度定義為基礎來進一步探討農林交替區脆弱性質。脆弱度的探討會牽涉到環境的承載、衝擊和適應力、恢復力等，是一個複合的概念，因此在討論之前必須將以下這些概念的關係和定義釐清。



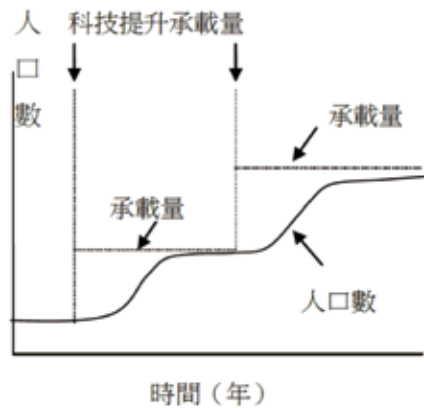
淺山地區農地與森林之混合農林交替區-南投縣水里溪集水區頭社村2015.04.14法國太空公司Pléiade衛星影像 結合地形3D透視圖(謝漢欽 製圖)

### 脆弱度(vulnerability)

一個生態或社會系統暴露在氣候環境變遷之風險之下，所承擔的不可逆之損害程度，即為所能承受的可恢復之損害極限，此概念是由以下因子組成：敏感度、適應力、恢復力。事實上，脆弱度概念是包含災害發生前與發生後之整體的潛在所受危害程度，其與承載量(carrying capacity)觀念不同之處在於脆弱度概念是探討災害之承受度而非系統對人類利用之承受度；承載量是一個生態系統在不遭受嚴重破壞下，所能承受之人口數極限或者人為改善、利用、開發的程度。

### 適應力(adaptive capacity)

生態或社會系統對於氣候環境變遷所造成之破壞與改變，得以減輕其傷害或在其中尋求發展的能力。



科技與承載量在時間軸上的發展  
資料來源：Human Ecology (Marlen, Gerland G.2001)

### 復原(recovery)

一個開放式系統遭遇破壞與改變後，渡過適應期，若此系統能回到原來的狀態達到穩定稱為復原，反之可能演變到其他之穩定狀態。

### 恢復力(resilience)

如右圖，一個社會或生態系統對於外在干擾的恢復與保持原有生活型態之能力。一個系統隨時間經過，內部環境與物種之間的微小交互作用會使系統在一個穩定性的區間內波動漸漸趨向一個平衡點，若使一個大的變異例如災害加諸系統，則波動會往不穩定的下限發展，若超出其恢復力，則系統將朝向另一個平衡點發展，生態系之演替序列(sere)即是一個最佳範例。

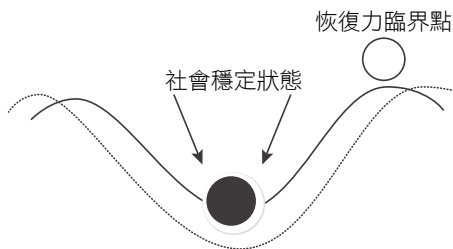
### 衝擊(impact)

氣候或環境變遷對生態與社會系統所產生的改變或破壞。

### 敏感度(sensitivity)

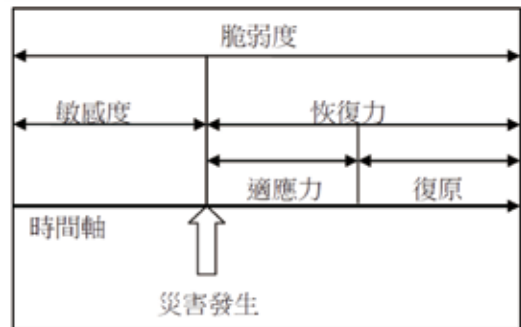
系統在災害發生之前，受到外在環境的變遷或是災害的影響程度，系統越容易受到影響者，其敏感度隨之提高。

脆弱度包含了社會或生態系統遭逢災害前的敏感度和災後的適應力與復原，即為恢復力，敏感度意義上較接近為災害發生前的



實線：遭遇災害後之恢復力  
 虛線：原本系統之恢復力  
 恢復力 (resilience) 示意圖

資料來源：Arctic Resilience Report, ARTIC COUNCIL (2015)



脆弱度與其因子在時間序列上的關係  
 資料來源: Schneiderbauer and Ehrlich(2004)  
 郭彥廉、蕭代基 (2009)

風險承擔，而恢復力則為適應程度與復原程度的總和。

### 脆弱度內涵區別

在研究內涵上脆弱度分為兩種涵義，如表1，生態脆弱度專注在生態系統暴露於災害本身的研究；社會脆弱度則專注於社會系統對於災害的處理特性，例如山村聚落對於豪雨災害脆弱度的評估，此兩種脆弱度所著重之重點不同，本文探討的以第二類為基本核心，著重於探討農林交界地社會經濟脆弱度，其研究領域包了生態、生活、經濟、社會與文化面向。

表2為近海與山地森林面臨不同之災害類型和威脅特性，兩者之社會與生態脆弱度比較。如下列兩表所示：

### 臺灣農林交替區現況

知名兒歌唱到「我家門前有小河、後面有山坡…」，歌詞中之景色近似於農林交界地的景緻，尤其多山的臺灣更貼切。

以水里溪集水區為例，本區因為山多平



表1 脆弱度之種類比較

種類	內涵
生態脆弱度	災害本身的強度和暴露在災害下的人口或生物數量以評估脆弱度大小
社會脆弱度	哪一種人類系統將暴露在哪一種災害之下，環境的變項與人類系統之特質和暴露程度是主要評估因子

資料來源：Adger, Brooks et al. (2004)

表2 森林聚落之兩種脆弱度之比較

災害類型		生態脆弱度	社會脆弱度
海岸林	海嘯 海平面上升	棲地暴露在淹沒風險下造成物種毀損	近海聚落暴露在淹沒的風險下造成經濟、安全的損害
坡地林	山崩 土石流	棲地暴露在颱風、豪雨造成的崩塌風險下	鄰近聚落居民生命安全暴露在崩塌風險中

資料來源：IPCC(2007)

原少，地形崎嶇多樣，臺灣許多山村為混農林業(agroforestry)型態的產業模式，尤以在較低海拔區域，農田與林地鑲嵌分布，兩者交會處形成森林邊緣(forest edge)地帶，此地區兼具森林生態與農村生態系統特性。

日本提出的里山倡議(Satoyama Initiative)為農村與森林之社會生產地景的永續概念，其經營客體即為近山之鄉村聚落，聚落居民利用來自周邊林地的林產物以照顧他們的農田，此種利用型態在生態永續性具有良好的循環。

以臺灣而言，森林多位於山地，類似於里山之林農交界地區在山區類型眾多，較著名諸如新北市八煙部落、貢寮、南投水里、車埕等，作物種植多以水稻、蔬果、茶樹及檳榔為多。

以低海拔的山村為探討對象，有些農業作物在地區間栽植略有差異，北部茶樹普遍，中部以果樹、檳榔為多，南部則以熱帶果樹為主，其他像是蔬菜、稻米、竹林、咖啡等作物亦為常見。

## 極端氣候對環境變遷的影響

表3為根據臺灣氣候特性所整理災害類別與對應脆弱度；全球氣候變遷對於各地影響甚巨，臺灣氣候近年來趨勢，極端的旱澇情況較以往嚴重。

每遇颱風或鋒面，劇烈的降雨在短時間內造成坡地極大危害，而降雨天數卻較以往減少，降雨愈發集中而不均，土壤流失增加，乾季河川時常乾涸，雨季一來則大澇淹漫，再加上水庫淤沙嚴重，儲水功能降低，能利用之水資源愈發短少。

氣溫的極端值也愈發增大，夏季乾旱常伴隨長時間高溫，對人類生活與經濟趨於不利之發展。

臺灣位於副熱帶的季風氣候帶，夏季與冬季季風的吹拂主導了本氣候帶的特性，相較於高緯度的溫帶與低緯熱帶地區，氣候不穩定因子多，加上極端氣候如強降雨與乾旱，對居民賴以維生之山村坡地農林業經營產生衝擊，造成農林產業上的損害。里山型

表3臺灣常發生災害與社會脆弱度一覽

災害因子	社會經濟脆弱度
暴雨	坡地崩坍，土石流造成森林農田聚落重大生命與財產損失
病害	植物病害或外來物種對樹木與作物生長環境造成危害，林木利用和收成遭受損害
強風	林木傾倒，危及聚落生命安全，農田作物損失
旱象	旱災造成作物損失、水源枯竭，夏季會伴隨高溫，生活與經濟皆遭損失
水汙染	水源的汙染影響廣泛，對整體農村與環境皆有所損害
酸雨	酸雨影響土壤pH值，對森林與作物接負面影響其生長

資料來源：作者根據IPCC(2009)文獻整理

態的山村聚落的社會與經濟面向暴露在極端氣候所帶來的負面影響，因此其脆弱度的顯著性比以往更大，日後研究計畫將綜合遙測資料、產業結構、社會動態以及土地承載量和暴露情形的分析。

### 農林交替區的社會經濟脆弱度

農林交替區的社會脆弱度主要以產業層面作為經濟與生活在氣候變遷下面臨的風險之探索主軸。

探討林農交界地在極端氣候與環境變遷之下，脆弱度在此種地景而言，災害不僅是影響自然生態系統，也影響人類聚落，然而並非只有颱風豪雨等天然災害為探討因子，因人類活動造成的因子也不應忽略，例如空氣、水源之汙染，若農林交替區位置在大都市工業區的汙染範圍，其面對的就不只是天然的災害危險，也有人為的汙染災害。

社會經濟脆弱度與純天然森林生態系統脆弱度之探討相異處，在於農林交界處脆弱度需同時考量林業與農業相互之間扮演的角色。

就近年氣候觀察，再以臺灣之社會地理之特質而言，農林交替區對暴雨、旱象敏感

度較高，恢復力亦較差，脆弱度高，主要歸因於臺灣山地陡峻水急，遇強降雨或長時間乾旱則災害較大。

然在水汙染方面則有較低敏感度，脆弱度較低，因為地形關係，臺灣山脈多在島嶼中央，山村多位於河川中上游，都會工業區多位於下游，此部分與日本較相似，國土較大之國家如中國或美國則部分山村有可能位於大都會的下游處，例如長江流域上游的重慶、武漢的工業汙染物會流往下游的農林山村，造成水資源的威脅。

至於強風、病害較不常發生，且亞熱帶物種多樣性大，病害不易擴散，影響較有限。酸雨則為慢性的災害，影響不若暴雨乾旱直接與顯著，與空氣汙染有關，其對山村生態系的傷害需較長時間觀察。

### 整合生態與社會研究

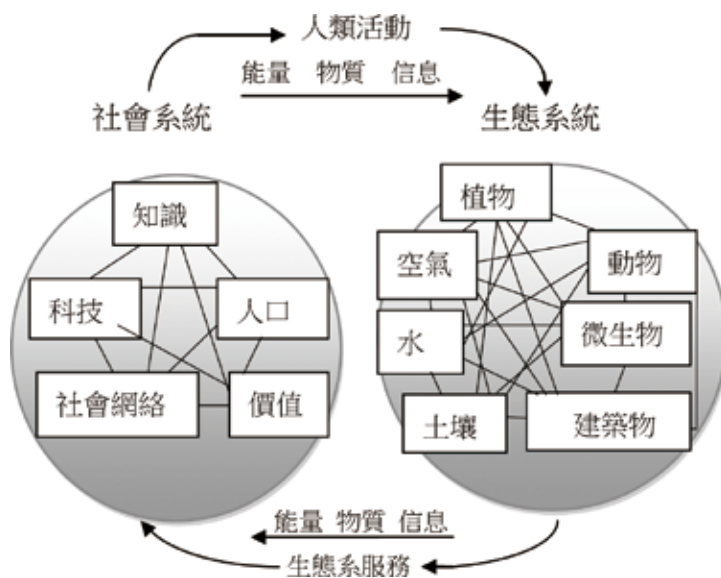
以林業研究的宏觀角度而言，可從農林山村社會經濟的脆弱度評估為主軸，選擇低海拔中尺度集水區內農林交替區域為試驗對象。由於過往的研究偏重於生態與環境面向的生態脆弱度研究，研究結果偏重於敏感度成

分的評估，結果僅能得知脆弱度的空間分布狀況；有關社區尺度災害脆弱度社會調查研究較少，研究結果偏重在恢復力及適應性的面向，兩者皆獨立研究甚少整合分析與評估。未來研究取向應整合航遙測資訊及相關地理空間資訊進行集水區尺度崩塌潛勢分析及風險評估、農林土地利用地景變遷及承载力分析；以及山村聚落尺度的社會與產業結構分析、社區動態調查、居民環境風險認知調查等研究。透過這些研究結果的整合分析，最終期望能達到社區風險意識之立、科學與在地生態知識之結合、社區災防體系之建構。

### 結語

由於全球暖化引起的極端氣象災害事件發生頻仍，近20年來發生於臺灣農林交替區的颱風及暴雨災害每每造成位處坡地容易

發生山崩及土石流的農林山村生態系統的改變，同時也造成山村社會系統人民的生命、財產損失。處於山村的地區的住民大多是老齡行動不便或僅靠森林副產物及農作物微薄經濟收入低的貧窮人口；加上地處偏鄉地區，交通、醫療資源缺乏，防災工程、覺知及災後復原支援體系不足，因此從生態及社會角度而言，山村農林交替區的生態與社會系統很脆弱。透過本文對生態與社會系統脆弱度內涵及山村生態、社會及經濟現況的瞭解，未來於經濟層面上，可著重農林山村社會生產地景的混農林業研究。基於宏觀林業研究的視角，未來脆弱度研究取向將整合生態與社會系統，針對兩個系統的互動與適應下的脆弱度進行整合評估。最終期望能達到社區風險意識之立、科學與在地生態知識之結合、社區災防體系之建構。☸



社會系統與生態系統相互作用、互相適應、共同演育示意圖  
資料來源：Human Ecology (Marlen, Gerland G.2001)