

出國報告(出國類別：考察)

考察日本生物炭產製管理與里山 推廣實務

服務機關：行政院農業委員會林業試驗所

姓名職稱：邱祈榮 副所長

林俊成 研究員兼組長

葛兆年 研究員兼組長

林裕仁 副研究員

徐中芄 助理研究員

派赴國家：日本

出國期間：106年10月1日至10月6日

報告日期：106年12月20日

目 次

摘要

壹、目的	02
貳、過程	02
參、心得	03
一、生物炭的應用	03
二、里山倡議	04
三、參訪日本炭普及協會	06
(一)龜岡減碳計畫	07
(二)生物炭產製	07
四、參訪日本里山倡議推動實務	12
(一)廣島縣庄原市	12
(二)石川縣珠洲市能登半島里山里海自然學校	13
肆、結論與建議	18
附件、參訪照片	21

摘要

生物炭(biochar)可作為固態燃料，或與土壤摻配，作為土壤改良材料，具有復育土壤、促進作物生長及固碳之效果，將生物炭應用於農作上土壤改良材料的行為，目前在國際間農業社會已相當廣泛。日本將生物炭應用在農林業生產已具相當歷史，無論在推廣與制度建立均已具有豐富經驗，值得正值發展生物炭產業初期的臺灣借鏡學習。本所於 106 年度獲得行政院國家科學技術發展基金補助計畫「農業資源循環暨農能共構之產業創新」項下單一計畫「生物炭料源供應及應用管理平台建構」，規劃透過參訪日本官方與民間生物炭料源回收及結合各地區里山山村推廣計畫之生物炭產業及其增值應用等技術，進行現地實務參訪，借鏡其結合里山經濟系統，推廣應用於農林業經營成功經驗，回饋於國內初萌芽之生物炭產業，以提昇國內生物炭之產製與應用技術，協助山村發展產業，提昇自主經濟產能。

參訪團實地參訪日本炭普及協會事務局長柴田先生，及其在京都龜岡市正進行一項活用生物炭的「龜岡減碳計畫」。龜岡減碳計畫始於 2008 年 11 月，由地區住民、龜岡市、龍谷大學、立命館大學及地方相關機關等共同參與。主要目標為利用生物炭以減少溫室氣體，活絡地方與都市間的經濟。生物炭的製作主要以疏伐的竹木或稻殼(稻稈)等為材料，混和堆肥製作生物炭肥料。生物炭肥施用於農田中，培育而成的農產品可經由驗證系統成為貼有「COOL VEGE[®]」標章的產品。另外，農田中所固定的碳量還可以賣給企業，作為活用生物炭肥料的附加價值。

參訪團也參訪金澤大學中村浩二教授於 2006 年設立之「能登里山里海自然學校」，深入瞭解該校設計之里山里海大師培訓計畫課程內容。其里山里海人才養成計畫，包括社會人士、主婦、在地人等具有熱忱者，透過課程提供專業知識。參訪團也參訪結訓學生應用地方資源，對地方貢獻之創業模式，包括高單價製炭與精油提煉工廠。

日本炭普及協會所建立之生物炭應用驗證標章系統，有助推廣區域性農產品產銷；此外，當地採用之開放式平窯製炭方式，具有降低成本與量產之效益，可做為借鏡推廣應用。而「能登里山里海自然學校」之培訓計畫系統，以培訓人才啟發對社區與環境有益之自主性創業為主，與臺灣目前推動之社區林業與地方特色營造強調公部門的補助型態不同，可減少政府的負擔。此等里山里海推動理念值得臺灣在鄉村再造，尤其是山村再造，振興地方經濟政策借鏡學習。

壹、目的

本所 106 年度執行國家科學技術發展基金補助計畫「農業資源循環暨農能共構之產業創新」項下單一計畫「生物炭料源供應及應用管理平台建構」，規劃透過參訪日本官方與民間生物炭料源回收及結合各地區里山山村推廣計畫之生物炭產業及其增值應用等技術，進行現地實務參訪，借鏡其結合里山經濟系統，推廣應用於農林業經營成功經驗，回饋於國內初萌芽之生物炭產業，以提昇國內生物炭之產製與應用技術，協助山村發展產業，提昇自主經濟產能。

「里山倡議(Satoyama initiative)」是指在傳統農業生產與自然資源的永續使用間取得平衡，是一種獨特的、人類經營管理的地景與生產系統，此系統至少包括森林、農田及社區等生態系。日本是第一個以「里山(Satoyama)」概念深入探討與落實關照社會、環境，又兼顧生產生態系的國家。在森林環境周遭結合社區，發展符合「里山」概念與精神的永續生產系統，已是本所在現今國內林業仍無法回到落實永續林木生產之傳統林業經營生產困境下，所致力發展未來國內強化山村經濟的努力目標。

生物炭(biochar)可作為固態燃料，或與土壤摻配，作為土壤改良材料，具有復育土壤、促進作物生長及固碳之效果，將生物炭應用於農作上土壤改良材料的行為，在目前國際間農業社會是相當地廣泛。日本將生物炭應用在農林業生產已具相當歷史，無論在推廣與制度建立均已有豐富經驗，值得正值發展生物炭產業初期的臺灣借鏡學習。

參訪所獲得第一手資訊，包括制度面、技術面與實務面，有利於提昇本所目前致力推動國內永續林業經營相關研究之研究能量，並提供國內林業部門在提高山村居民生產力及協助國內建立山村生產作業人才培訓制度之參考。而藉由參訪機會，除學習該國在里山經濟運動與生物炭產製與應用之成功經驗，同時也透過此類交流，建立國際相互合作管道，以期未來國內林業經營在相關技術得以提昇，並與國際接軌。

貳、過程

為有效率地達到參訪目的及配合參訪單位的安排，本次參訪行程係從廣島進入日本，途經大阪、龜岡、金澤、能登珠洲等地，最後從東京羽田返臺，行程路徑為單向式，無折返重複參訪城市。此次參訪行程與內容簡列於如表 1 所示：

表1、參訪行程內容

日期	地點	活動與行程
106年 10月1日(日)	桃園機場 →廣島市(Hiroshima)	往程，搭機前往廣島市。
10月2日(一)	廣島市→大阪市(Osaka)	參訪廣島縣庄原市田芳治先生，交流生物炭推廣、木質能環保爐製作與應用實務、該市推廣生物炭應用與制度法規建制經驗。搭大眾運輸工具前往大阪市。
10月3日(二)	大阪市→金澤市 (Kanazawa)	參訪日本炭普及協會，與事務局長柴田晃先生交流日本生物炭推廣相關事宜。參訪京都龜岡市現地活用生物炭於農產品推廣實務。搭大眾運輸工具前往金澤市。
10月4日(三)	金澤市→能登珠洲市 (Noto Suzu)	搭大眾運輸工具前往能登半島。參訪珠洲鹽田村及奧能登國際藝術祭等地。
10月5日(四)	珠洲市	參訪金澤大學名譽教授中村浩二及交流能登半島推動里山循環經濟、人才培育與面臨問題相關事宜及參訪大野製炭所。
10月6日(五)	珠洲市→東京羽田機場→ 松山機場	能登珠洲市搭機至東京羽田機場轉機返臺。

參、心得

一、生物炭的應用

生物炭，是指有機物在缺氧環境下進行不完全燃燒，經高溫熱裂解過程(Pyrolysis)後的固體產物。整個高溫熱裂解過程即所謂的「炭化」或「乾餾」，除產生固體的炭外，同時也會產生液體與氣體，產生的液體包含乾餾液(即為醋液)及焦油等，氣體則有一氧化碳及其他可燃性氣體。生物炭具有高比表面積、高表面陰電荷及高電荷密度特色，故添加生物炭的土壤，陽離子的交換量以及磷酸鹽的吸收力會高於其他未添加生物炭的土壤。不過，不同原物料種類、製程反應條件的不一樣(如溫度範圍、升溫速度、反應時間等)，所產製的生物炭會有不同的性質、產量、物理及化學性質與組成的影響。由於生物炭的碳鏈為生物惰性，不易經生物分解，有研究指出，生物炭在自然環境下的半衰期高達 500-1000 年甚至更長，因此若將有機物燒成生物炭再存於土壤中，可成為長期碳匯，降低碳排量。生物炭被廣為熟知可作為土壤復育和改良材料、促進作物生長及固碳之作用。將生物炭應用於農作上土壤改良材料的行為，目前在國際間農業社會已相當廣泛。

生物炭的結構孔徑，可以改變土壤的孔隙、粒徑大小與分布密度，土壤的性質直接或是間接地受到影響，使土壤的物理性質與化學性質更加的穩定。而在不同生物炭顆粒大小的使用上，日本樹木醫使用生物炭數十年經驗中，其建議生物炭使用之顆粒大小為 2cm，將最適合用在都市林土壤的改善。如果生物炭粒徑小於 2cm，可能會造成土壤孔隙過度密實現象，並減低土壤排水性與透水性。另外根據日本東邦レオ株式會社再生炭之粒徑分布，可能適合都市林使用之粒徑大小，範圍約可落在 0.1-2cm 之間。此外，該株式會社之使用實例，進行植栽土壤改良時，使用生物炭與肥料混合施用於植穴中，生物炭比例大約為回填土量的 10%，結果顯示比無添加生物炭土壤之保水性及透水性高；回填土中添加 20%生物炭的比例，比完全無添加生物炭與添加 10%生物炭具有更高保水性及透水性，因此，生物炭具備優良的排水、通氣及吸附物質的特性。

再以廢棄物回收製作而成之再生炭為例，日本東邦レオ株式會社視為改良植栽土壤資材，可與肥料混合施用於植穴中，常用作於都市林樹木或草生地的土壤改良，對於目標對象土壤之保水性與透水性皆有正面之影響。此外，日本學者曾將樹皮製成之炭粉末(powder of bark charcoal)分別添加不同濃度(0.1-1.0% w/w)之化學肥料(尿素, 硫酸銨, 重磷酸鈣與合成化學肥料(synthetic chemical fertilizer))於黑松進行試驗。斷除支根後將上述組合分別埋入於距表土 30 公分深處，覆蓋砂土。三個月後發現埋入焦炭土層中有重新生長出的支根，一年後發現於添加炭之土層的黑松根部與菌根皆大量增加，與去年相比較，外觀生長勢也大幅改善。在有關生物炭對於農業或林業上之影響的研究發表後，許多神社、公園、寺廟的園藝人員也將生物炭施用在園內的老樹，這些炭通常為直徑 10 mm 大小的顆粒，並與磷酸肥以及適合目標植物、樹種生長的菌根菌孢子，一同混入接近目標植物旁的土壤中，有時會將表土移除直接以炭粒進行覆蓋作使用。在日本已有許多實際使用之案例，以及建立面對都市林中不同狀況之樹木，量化出生物炭應使用量的建議與施用方式，可見生物炭在當地都市林中已為相當成熟之改良資材。

二、里山倡議(Satoyama Initiative)

里山倡議源自日本政府在 2010 年召開的《生物多樣性公約》第十屆締約方大會(COP10)中時所提出兼顧經濟生產及保育的倡議，是實現社會與自然和諧共生的理想，以永續利用的方式來管理土地和自然資源，達到兼顧生物多樣性維護與資源永續利用的願景。

在日本，「里山」是指住家、村落、耕地、池塘、溪流與山丘等混和地景，這類多樣化的環境，因為當地居民的合理運用，不僅提供村落所需的糧食、水源與

生活物資，涵養在地文化，增加當地的生物多樣性，並達到環境永續利用的目標。在里山地景內，許多不同類型的樹林、草地與濕地鑲嵌在一起，地景內除提供眾多野生動物的棲地，也提供防災、集水區保護及其他重要的生態系統服務功能，這種將農村居民與周圍自然環境長期交互作用下，所形成的生物棲地和人類土地利用的型態，形成錯綜複雜的「社會－生態－生產」鑲嵌地景。而「里山倡議」，即是以類似日本里山地景的複合式農村生態系為對象，透過人類與大自然長時間交互作用所形成的生活方式，以達到「實現人類與自然和諧共生」的願景。

要達到這樣理想的願景，基本概念有三項：1.確保多樣化的生態系統服務和價值、2.整合傳統知識和現代科技、3.謀求新型態的協同經營體系；而在實踐履行的關鍵行動有五個面向：1.資源使用控制在環境承載量和回復力之限度內、2.循環使用自然資源、3.認可在地傳統和文化的價值和重要性、4.促進多元權益關係人的參與和合作、5.貢獻在地社會經濟成長(圖 1)。簡言之在於 1.保全土地健康、2.活用自然資源、3.發揚農村/原住民部落傳統智慧、4.促進社區本位的群策群力、5.活絡社群/經濟。從此等方法與關鍵行動面向可瞭解，里山倡議是希望透過重建人類和自然的和諧關係，減緩生物多樣性消失的速率，保留、增進人為影響下的自然環境中的生物多樣性，並促進自然資源的永續使用。在執行里山的行動中，里山倡議還希望改善人類福祉，例如應用各種土地利用方式，使糧食生產與經濟收入更穩定；應用環境友善(environmentally friendly)的生物材料資源(biomass resources)來改善生活條件。



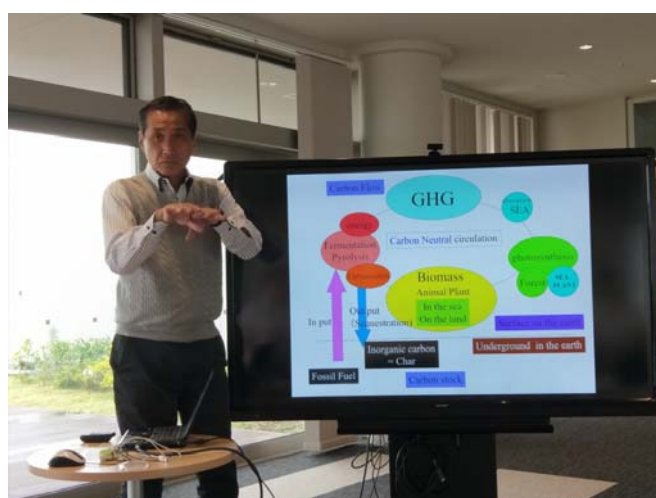
圖 1 里山倡議基本概念與關鍵行動面向結構
里山倡議更希 www.satoyama-international.org/ International

Partnership for the *Satoyama Initiative*, IPSI)，這個夥伴關係要開放給全球所有組織參加，只要這些組織願意促進並支持這種社會生態的生產地景(**socio-ecological production landscapes**)，以謀生物多樣性及人類的福祉。這些全球各地的組織可以包括各國政府組織、地方政府組織、原住民和地方組織、學術組織、教育機構、研究機構、工業或私人組織、聯合國或其他國際組織等。里山倡議國際夥伴關係的成員將共同合作，來蒐集、分析、摘要從案例中學到的經驗，並透過網路的資料庫傳播這些資訊；鼓勵廣泛、有效的研究，包括將結果納入政策和決策中的研究；與捐款組織共同合作，將更多的資源投注在有效執行的相關計畫上；強化那些維持或重建生態生產地景的利益關係者的能力；鼓勵、擴大利益團體的網絡，以促進資訊分享，並瞭解里山倡議的目標和行動。

三、參訪日本炭普及協會

日本炭普及協會(Japan Biochar Association, JBA)於 2006 年創立，主要活動理念在於推廣生物炭的普及，活用生物炭來愛護地球並實踐環境保護。透過生物炭於土壤或建材等介質中的應用已達成固碳效果、使用生物炭肥料增進植物生長、利用生物炭的減碳效果來販賣碳權、以及活化地方農林水產業等四項活動方針以推動日本生物炭的普及。

此次參訪團係前往位在大阪府茨木市立命館大學茨木校區(大阪いばらきキャンパス)拜會日本炭普及協會事務局長柴田晃(Akira Shibata)教授，柴田教授親自以流利英文做簡報，介紹該協會在推廣生物炭於農業利用發展現況(圖 2)。簡報中柴田教授介紹協會在京都府(Kyoto)龜岡市(Kameoka)正進行一項活用生物炭的計畫，稱為「龜岡減碳計畫(Kameoka Carbon Minus Project)」。



(一)龜岡減碳計畫(圖 2 柴田晃教授親自簡報介紹龜岡減碳計畫)

龜岡減碳計畫始於 2008 年 11 月，由地區住民、龜岡市、龍谷大學、立命館大學及地方相關機關等共同參與。主要目標之一為利用生物炭以減少溫室氣體，目標之二為活絡地方與都市間的經濟。所設定的兩項目標，一方面在解決鄉村地區所面臨人口減少、經濟活動衰退所引起的農業與環境衰退的問題，另一方面在解決降低二氧化碳、減緩氣候變遷的問題。計畫執行操作的基本概念係透過鼓勵鄉間農地增加使用生物炭生產農產品，並告知農民添加生物炭生產農產品除提升生產品質外，也實踐達到固定二氧化碳的效益。而經使用生物炭培育生產的農產品，再經由都市區域企業與市民所提供資金成立的專責基金機構認證，並貼以經註冊專責使用的 COOL VEGE[®]為品牌的標籤，於市場上架行銷，並教育民眾採購此等商品，有益於共同解決氣候暖化變遷，降低環境中二氧化碳問題之效益。農田中所固定的碳量還可以賣給企業，作為活用生物炭肥料的附加價值。(圖 3-5)

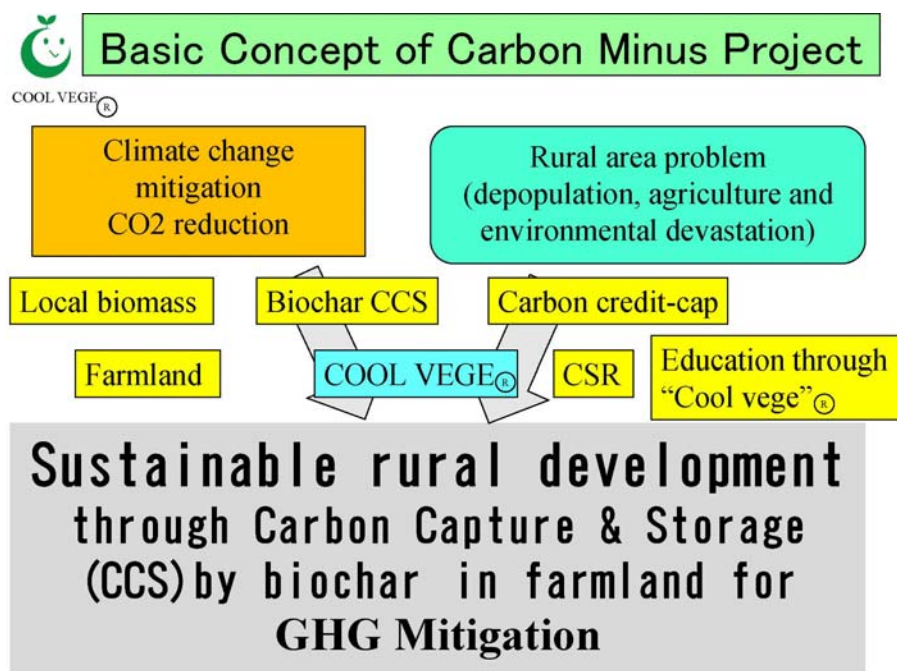


圖 3 龜岡減碳計畫基本概念示意圖

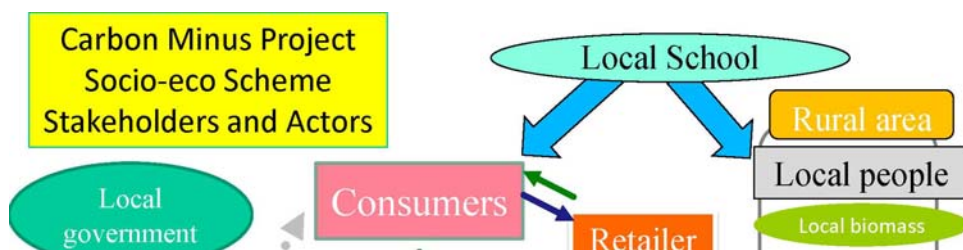




圖 5 貼有 COOL VEGE[®] 認證標章的農產品在超市設有銷售專區，提供消費者認識與選購。

(二) 生物炭產製

龜岡減碳計畫所需生物炭的製作主要以疏伐的竹木或稻殼(稻稈)等為材料。在其計畫中也教導農民簡易自行燒製生物炭，其燒製並非採用封閉炭窯缺氧法燒製，而是利用以不鏽鋼材料所製作之上寬下窄圓形容器，將生質材料直接在容器中點火燃燒，此方式可以在田間空曠地就地燒製，燒製過程如圖 6 所示步驟。燒製過程中，為避免在燒製初期產生過多煙霧，炭化材料含水率不宜過高，應先透過氣乾方式將水分降低。此外，在高溫燒製時，是以澆水方式將火熄滅，結束炭化製程。因炭化完成之炭材是疏水性，待表面水分蒸發後，不影響炭材性質。另燒製完成之炭材，應於露天下經過雨水淋洗後再使用，以去除炭材中因炭化所產生過多的鉀元素。生物炭材可直接混合於土壤中，直接用於栽培作物使用。亦可混和堆肥以製作生物炭肥料。

柴田教授亦帶領參訪團前往位於龜岡市郊區參訪其所主持生物炭種植作物效益試驗場域，以建立具科學試驗結果為根據之資料，作為推廣生物炭應用教育時之科學證據。此外，也參觀由市政單位所管理添加生物炭之堆肥場，該廠即以將生物炭混合於不同畜禽糞堆肥中，以製作因應不同農作需求之生物炭肥料。凡有使用此等生物炭肥料所培育生產之農產品，經過驗證單位查核後，均可貼上以 COOL VEGE[®] 為品牌之標籤於市場上銷售。

Carbonizing Pan



Carbonizing Process 1 Set up



Process 3 Ignition



Process 2 low material



Process 4 Stable fire



晴れた日であれば、着火後5分程度でおき火の状態になるので、その後炭材の投入を開始する。

Process 5 Charging feedstock

Whirlpool of high temperature air (vertical convection)



It is better to use dry feedstock. Charge continuously, setting as cross over to get air inflow.

Process 7 Extinction (pour water)



Process 6 Final stage



炭化物が上面いっぱいになったら炭材の投入を止め、未炭化物を鉄の棒等で攪拌しながら炭化させていく。

Process 8 Collect biochar



Process 10 Wash potassium with rainfall after carbonization



農業用に用いるためにカリ分等を洗い流す必要がある場合、外に積み雨さらしにするなど、使用用途ごとの対応が必要となる。

圖 6 簡易式生物炭燒製過程

龜岡減碳計畫中，生物炭產製除農民可以自行以簡易式燒製方法外，在該區域內亦有生產生物炭的專業廠商，參訪團在柴田教授費心安排下，也參訪以平窯生產生物炭之專業工廠。工廠的經營是位對生物炭生產具熱誠，且具碩士學位的島田勇已先生(圖 7)所主持，其兩座深達 2 公尺窯體一個月可生產約 4 公噸的生物炭，炭材原料呈多元化，以闊葉樹為主，另也有將竹材混合燒製。燒製過程可同時收集木醋液做為副產物。惟該類型生物炭之燒製工廠須設置於人煙稀少郊區，因點火開始燒製之初期製程中，會產生大量煙霧造成短暫空污現象，因此對頒有嚴厲環保法規的臺灣恐不適合。



圖 7 島田先生介紹所經營燒製生物炭之工廠(左上、左下)及收集木醋液之設備(右下)。

四、參訪日本里山倡議推動實務

(一)廣島縣(Hiroshima ken)庄原市(Shōbara shi)

參訪團此次拜訪位於廣島縣庄原市的和田芳治先生，和田先生是目前日本風行有關里山精神一書「里山資本主義」中特別介紹實踐里山精神的案例。和田先生利用里山環境中的枯枝殘材為燃料，並利用廢棄的油罐製作環保爐，以作為暖爐或烹煮食物之用。充分活用環境資源，並身體力行地實踐里山精神。在此次參訪中，參訪團成員也親手學習如何製作環保爐，並同時體驗運用環保爐烹煮米飯之便利。(圖 8)



圖 8 參訪團學習製作環保爐(上)及環保爐火焰及烹煮米飯情形(下)。

和田先生 1943 年出生，2004 年之前於公家機關服務(廣島縣總領町的教育委員會教育長)，長期致力於地方活化、里山再生、里山推廣等活動，讓里山的生活也能充滿創意與活力。在與其訪談中，從其談話內容可以深深體會其致力里山實踐的精神，例如他致力將創新與正向思維融入社區，以便將社區弱點轉成有利之優勢，找到地方特色，不強調第一(No. one)，但強化是唯一(Only one)，並鼓勵社區的人在社區環境中找到自我有趣，且有益社區環境的工作。強化社區居民的凝結向心力，增強社區自我信心，並把社區當成地球的中心，不必與東京或紐約等大城市相比較，讓社區的特色發光發亮，成為焦點。在推動過程中，要充分社區自我潛力，絕不引入外來企業，也不規畫透過成立非政府組織(NGO)或非營利組織(NPO)在社區推動里山，以避免在推動時受法規束縛。此等推動的概念，就足以凸顯在推動庄原市里山倡議得以成功的關鍵。



圖 9 參訪團與和田方治先生(右三)及其社員中村幸夫先生(右二)會談，瞭解推動社區里山倡議之經驗。

(二)石川縣(Ishikawa ken)珠州市(Suzu shi)能登半島里山里海自然學校

能登半島位在日本北陸地方中央區域，且向日本海往北延伸出去的半島。整個區域都屬於石川縣，半島內大多為標高 200-500 公尺的丘陵地帶，少有平地。面積 1,977.58 平方公里，珠州市是位於半島東側的村鎮。由於至今依然保存了與大自然有密切關聯的傳統產業和傳統農村文化，因此受到國際聯合食糧農業機構認可，於 2011 年 6 月被選為日本最初的「世界農業遺產—能登里山里海」。然而能登半島雖有豐富自然資源、傳統文化，在「能登里山里海」中有 60%為里山區

域，卻有亟待克服人口結構持續高齡化與人口減少的問題。以能登半島來說，目前約有 23 萬人口，預估到了 2030 年僅剩 10 萬人口，且青年人口比例低，因此，里山里海恐面臨荒廢的窘境，未來是否能永續發展，有許多難題必須解決。不僅如此，整個生態體系、傳統文化連帶也可能有消失危機。

1.能登里山里海大師培訓計畫

為解決能登半島面臨人口高齡化與人口減少的問題，需要引進青年回鄉，然以往的年代，所謂的「里山」是每人均能體驗到的生活，但隨著生活型態改變，現今的年輕人對里山並無實際的體驗，所幸現在日本有許多年輕人對「里山」抱持著懷舊感及滿腔熱忱，因此培育人才首先要找到這些願意投入的人。有鑑於此，金澤大學中村浩二(Koji Nakamura)教授於 2006 年在石川縣珠洲市開始設立「能登里山里海自然學校」，以「培育青年專門職業人才」為優先工作。2007 年「能登里山里海大師培訓計畫」開始授課。邀請金澤大學教授、農業或行銷專家等不同領域師資，開始專門人才養成計畫，募集 45 歲以下，包括社會人士、主婦、在地人等具有熱忱者，透過課程給予他們專業知識，學生們也必須決定有興趣的論文題目，最後達成研究目的。「能登里山里海自然學校」在 2007 年至 2011 年間，培育了第一批 62 名專門人才，截至 2017 年，10 年間已有 144 名專業領域結訓學員，其中有些人留在能登服務，有些則選擇回到家鄉，以其專業知識貢獻地方。

此次參訪團至石川縣珠洲市「能登里山里海自然學校」拜訪，除瞭解學校在硬體方面設施外，學校執行幹事伊藤浩二(Koji Ito)博士也簡報介紹「能登里山里海大師培訓計畫(Noto Satoyama Satoumi meister training Program, NAMTP)」，每位學員受訓期間基本上為一年，在培育計畫中結訓的學員均需提出自己有興趣的專題論文與海報，作為結訓作業。該海報匯集在學校展示(圖 10)。另中村教授也以簡報介紹『「日本の里山里海評価(JSSA)」と森林管理』(圖 11)。

而參訪團成員葛兆年組長也以臺灣目前在原住民部落推動里山倡議的現況，及林裕仁博士以臺灣循環農業之生物炭應用推動計畫範例分別進行簡報與交流。中村教授指出，短時間內要替鄉村人口愈來愈少等問題下結論或找出解套方法，確實困難，且每個地區的發展模式不同，遭遇問題不同，無法直接以日本模式複製到每個地方。他鼓勵社區與社區間橫向交流，及廣納不同族群年輕人來到農村，因每個來自不同背景的人、其背後又連結更多不同背景的族群，這些人組成綿密的人際網絡，透過不斷的交流，甚至與國際交流，經由不斷的激盪，才更有機會找到適合的解決方式。他認為不論是小農或社區碰到問題，都不應孤軍奮戰，而是加強彼此連結與交流。也因此，在「能登里山里海大師培訓計畫」除設法宣傳讓更多年輕人加入培育計畫外，促成年輕人間的交流、保持友好關係更加重要，因而在

學習期間，也會安排學員與當地農業生產的年輕人組織互動、交流，進而激發出更多的創意與變化。

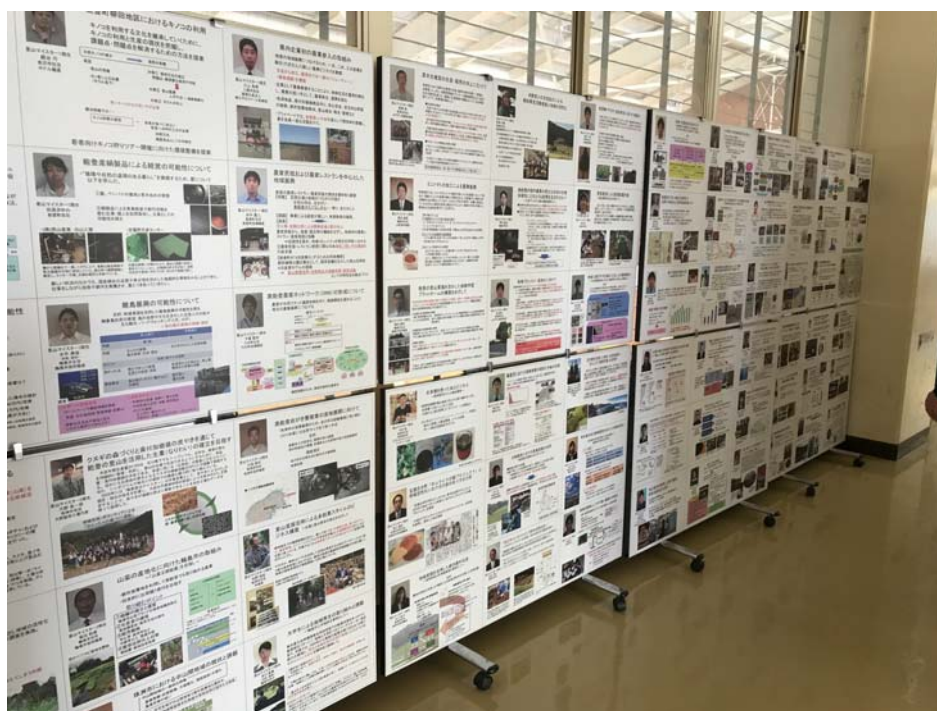


圖 10 「能登里山里海大師培訓計畫」學員在結訓時都須提出自己有興趣議題的專題海報。



圖 11 中村浩二教授親自以『「日本の里山里海評価(JSSA)」と森林管理』為題向參訪團簡報。

2.大野製炭所

大野製炭場負責人大野長一郎先生是「能登里山里海大師培訓計畫」的結業學生，在「能登里山里海自然學校」安排下前往大野製炭場參訪，大野製炭場是專門製作日本茶道所使用的菊炭(如圖 12)，以與一般的木炭產品在品質與價格上有所差異，以提高獲利，同時延續日本茶道需使用特定菊炭的文化傳統。菊炭除在燒製技術需有其特殊經驗外，最重要的是要有燒製菊炭的材料—麻櫟(*Quercus acutissima*)，為能夠掌握燒製菊炭的材料來源，大野先生有計畫地購買林地進行麻櫟短伐期造林，每 8 年收穫 1 次，以便永續取得所需的材料製作菊炭，維持生計，目前每年約生產 30 噸的炭。

能登半島在早期已有燒製木炭產業，惟因化石燃料的興起，使用木炭作為燃料之需求已大量萎縮，製炭產業在當地因而沒落。大野先生在完成「能登里山里海大師培訓計畫」結業後，有鑒於維護日本茶道需使用特殊茶炭的傳統，同時利用當地自然資源，製炭並可達到固定二氧化碳的環境效益，且可創造利潤維持生計等因素的綜合考量下，投入心力專研菊炭的燒製。目前大野製炭場的菊炭品質在日本炭材比賽中屢獲佳績，獲獎無數，已開創出品牌名聲，頗獲好評。在參訪團參訪製炭場時，大野先生親自接待解說，並提及受「能登里山里海大師培訓計畫」啟發激勵之正面能量(圖 12)。參訪團同時前往其所經營之麻櫟造林地參觀(圖 13)，充分瞭解經營者對製炭材料來源的用心經營。



圖 12 圖右為大野先生親自向參訪團解說製炭場經營概況，圖左為專為日本茶道使用所生產之菊炭。



圖 13 大野先生在其造林地向參訪團解說林地經營概況。

3.能登精油製作場

經營能登精油製作場的負責人佐野禎宣先生也是能登里山里海大師培訓計畫的結業生，佐野先生同時具有當地林農的身分。佐野先生也是在完成「能登里山里海大師培訓計畫」結業後，深入思考如何在當地可以充分利用既有自然資源開創可以維持生計的產業，經多次的探索，並與「能登里山里海自然學校」的專家研討，乃投資購買簡易萃取精油設備，利用自家場域，投入利用能登地區的兩種樹種：Hiba (*Thujopsis dolabrata* var. *Hondae* Makino, 柏科)及黑文字(*Lindera umbellate*, 樟科)以水蒸氣蒸餾法產製具特色香氣精油的工作，藉由香氣療癒商品的開發，促進林產品的活用及振興地方產業。由於精油的產率低，因此產品的單價高，再透過行銷包裝與設計，著實提昇產品的附加價值(圖 14)。



圖 14 具特色香氣與療癒功能的精油屬高單價產品(圖左)，佐以天然材質的包裝，可以提昇產品附加價值(圖右)。

佐野先生產製精油的材料(黑文字)並非林地的主要經濟樹種，是天然更新之林下樹種，伐採利用此樹種有利林地的撫育管理，因此，無需購買成本，只需付工資砍伐與運輸成本。開發利用此樹種正是發揚里山精神與吻合農業循環經濟的原則。此外，佐野先生除產製精油外，為提昇產品的包裝品味，也規劃結合包裝棉袋刺繡設計及精油製作的體驗活動，透過活動推廣精油主產品，以創新思維創造利潤。佐野先生在接待解說時也是提及受惠「能登里山里海大師培訓計畫」的啟發激勵，及培訓計畫後學員間交流網絡，互相扶持合作所帶來之正面能量(圖 15)。



圖 15 佐野先生示範精油生產製程(圖左)及安裝妥之精油萃取設備(圖右)。

肆、結論與建議

- 一、位於大阪的日本炭普及協會所執行之「龜岡減碳計畫」，以利用生物炭的減碳效果邀集企業參與碳權的交易，鼓勵農民使用生物炭肥料增進植物生長，於農產品創造貼有 COOL VEGE[®] 為品牌的標籤於市場上架行銷等措施，以推廣生物炭應用的成功模式，值得正在起步推廣生物炭於農業使用的臺灣借鏡學習，因為好政策的落實，若能有社會大眾與民間企業參與，共同活絡地方與都市間的經濟，且共同達到解決降低二氧化碳、減緩氣候變遷的問題，更能持續推動。
- 二、「里山倡議」簡單的說，就是強調採取符合生物多樣性原則的活動，按照自然時序來進行社會經濟活動，實現社會與自然和諧共生的理想，活絡農村山村經濟，讓人類與自然的關係得以永續共生。惟日本推廣「里山倡議」多年，

卻因農村人口減少、流失及高齡化等問題持續惡化，里山與里海倡議發展面臨嚴峻考驗。臺灣山村在林業以保育為重的政策下，放任產業衰退與自然資源環境的荒廢近 30 年，因此，同樣地也面臨山村產業沒落，人口流失的相同問題與困境。隨著生活型態的改變，現今的年輕人對農村山村的生活更缺少實際的體驗，可知要發展里山概念，活化里山精神，以在地環境培育青年專門職業人才很重要。培育人才首先要找到這些願意投入的人，所幸臺灣現在已漸有許多年輕人對農村山村的環境生活抱持著懷舊感及滿腔熱忱，臺灣農業、林業與原住民等主管機關應與大學及民間機構合作，借鏡「能登里山里海自然學校」所開設「能登里山里海大師培訓計畫」，邀集農業或行銷專家等不同領域師資共同合作，建立與能登自然學校類似之訓練基地，透過課程給予社會人士、主婦、在地人等具有熱忱參與者，開始專門人才養成計畫，利用在地自然環境資源，激勵自我發展並取得維持生計技能的專業知識，以其專業知識貢獻地方。此次參訪的大野製炭所與能登精油產製廠的經營模式，就是推動「里山倡議」最佳成功的例子。

三、誠如中村教授在交流時所提出之看法，每個地區的發展模式不同，遭遇問題不同，無法直接複製日本模式到每個地方，且短時間內要替鄉村人口愈來愈少等問題下結論或找出解套方法，確實困難。因此，他鼓勵社區與社區間橫向交流，及廣納不同族群年輕人來到農村，因每個來自不同背景的人、其背後又連結更多不同背景的族群，這些人組成綿密的人際網絡，透過不斷的交流，甚至延伸與國際交流，經由合作與持續地激盪，才會更有機會找到適合的解決途徑。不論是小農或社區碰到問題，他認為都不應孤軍奮戰，而是加強彼此連結與交流。中村教授曾於 2017 年 6 月到臺灣參訪，瞭解臺灣以社區林業推動里山精神的實務經驗，因此，此種兩國間的互訪交流應持續，以讓各地區的里山經驗經由不斷的交流與激盪，才更有機會找到適合的解決方式。

四、針對有關兩國間的互訪交流方式，本參訪團團長邱祈榮副所長在與能登自然學校與中村教授交換意見時所建議，為建立合作管道，可先從雙方從事里山倡議研究人員的短期交換互訪開始，後再推動大學生的短期交換互訪，後從互訪成員中徵詢有興趣的者，到「能登里山里海自然學校」參與「能登里山里海大師培訓計畫」，接受完整訓練，培育回臺灣推動里山里海精神的種子師資。

五、參訪團所參訪之廣島縣庄原市和田先生利用廢棄汽油桶所製作之環保爐，具有低成本製作就可達到節能減碳功效，是日本 NHK 電視台記者所編撰「里山資本主義」中特別讚賞介紹，吻合里山精神的案例，著實值得在國內山村部落推廣使用，尤其是當遭受自然災害，斷水斷電缺乏能源補給，提供生活烹煮食物時需要。且因為是使用當地自然環境中之木質材料作為能源，除實踐里山精

神外，可減少天然氣與石油氣的使用量與依賴度，在現今國內以提高綠能使用占比的能源政策而言，具有其積少成多之貢獻度。

附件、參訪照片



照片 1 柴田教授位於龜岡市郊區試驗生物炭施作於農作物之試驗場域。



照片 2 柴田教授於試驗場域以實物解說於農地簡易燒製生物炭流程。



照片 3 柴田教授介紹製作生物炭肥料之生物炭堆肥廠設備及生產製程。



照片 4 柴田教授帶領參訪團前往設有專售經驗證貼有 COOL VEGE® 品牌標籤的農產品專區超市參觀。



照片 5 參訪團於「能登里山里海自然學校」內參觀「能登里山里海大師培訓計畫」學員製作各項議題之專題討論海報。



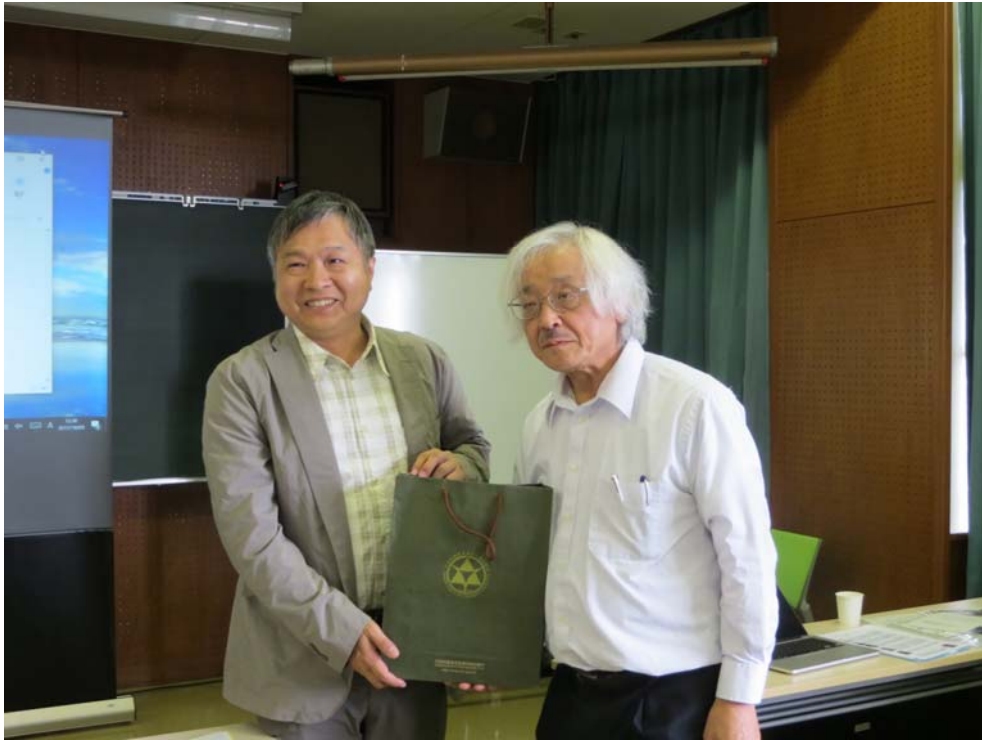
照片 6 參訪團成員葛兆年組長以簡報介紹臺灣目前以森林療癒結合社區林業推動里山倡議情況與中村教授團隊進行交流。



照片 7 參訪團成員林裕仁博士以簡報介紹臺灣目前推動生物炭計畫之架構與研究內容進行交流。



照片 8 參訪團團長邱副所長於交流座談會後進行總結與提供與「能登里山里海自然學校」未來合作工作項目與方向。



照片 9 邱副所長代表林業試驗所致贈禮物予中村浩二教授，並期待未來建立合作管道。



照片 10 「能登里山里海自然學校」是日本培訓「里山里海大師」的基地，值得在臺灣借鏡學習設立類似培訓機構。



照片 11 大野製炭所負責人大野先生以圖表向參訪團介紹炭窯型式與燒製炭的原理與流程，後方即為燒製炭用的炭窯。



照片 12 邱副所長於參觀大野製炭所為能夠永續取得燒製菊炭專用的麻櫟所自行造林的林地後，致贈禮物予大野先生。



照片 13 能登精油製作場負責人佐野先生(右者)介紹產製精油之原料樹材與移動式小型粉碎機。左立者為陪同參觀之中村教授。



照片 14 參訪團成員提出對產製精油素材、生產方式、經營行銷等問題向佐野先生請教與交流。



照片 15 能登精油製作場所投資設置之簡易萃取精油設備，以電磁爐為加熱源，可精準控制加熱溫度，在製程上較安全。



照片 16 邱副所長於參觀能登精油製作場後，致贈禮物予佐野先生，感謝接待與解說。