

東海岸復育水梯田有機友善耕作技術

廖勁穎¹

¹行政院農業委員會臺東區農業改良場作物改良課 助理研究員

摘 要

本研究係探討成功鎮都歷部落，復育水梯田友善耕作雜草管理、水稻臺東32號及臺東35號品種比較試驗。結果顯示應用滿江紅覆蓋田區，插秧後2週可顯著降低雜草覆蓋率至7.2%，且可有效降低雜草種類，由6種減少為3種。比較水梯田種植水稻臺東32號及臺東35號結果發現，臺東32號在產量、株高、穗數、穗長、每穗粒數、糙米率、白米率、容重量、蛋白質含量、糙米胴割粒、糙米被害粒，均高於臺東35號。臺東35號於食味值、糙米完整粒比率、白米正常粒比率、白米粉狀質粒比率、白米碎粒比率、白米被害粒比率、白米龜裂粒比率，高於臺東32號。

一、前言

臺灣地理環境特殊，山多平地少又人口稠密，先民向山坡地發展農業，依地形、地貌與農村聚落，開墾成的梯型水稻田(水梯田)^(2, 9)。水梯田除糧食生產的經濟功能外，還具有多功能農業的價值(multifunctional agriculture)⁽¹³⁾，能提供生態棲息環境，涵養水源防災減災及保存文化景觀等功能^(8, 14, 17)。水梯田位於水田濕地與森林生態系交會帶，由森林—聚落—梯田—溪流構成的農業濕地生態系，具有更豐富的生物多樣性；水梯田連通溪流水系，具有水域廊道、涵養地下水與滯洪的功能，引水灌溉形成濕地，為水生、兩棲生物和水鳥等生長環境，提供各種生物的生態補償^(4, 6, 7, 9, 12)。在文化景觀上，水梯田象徵農業與自然環境融合共存，是臺灣田野景觀與農村記憶，傳承傳統智慧與生活經驗，傳達自然景觀與人文事件的歷史價值，學習環境保育，進而認同在地等文化功能。符合里山倡議(Satoyama Initiative)強調人與自然平衡及永續生態精神⁽¹⁹⁾。

「里山」源自於日本，指環繞在村落，即「里」周圍的「山」、林和草原，也就是位於高山和平原之間，包含了由次生林、農地、灌溉池塘、草地與人類聚居處等不同生態系統所組成的鑲嵌地景，包含社區、森林、農業，在人與不同生態系統交互作用下所組成的鑲嵌地景⁽¹¹⁾。里山倡議是由日本環境省和聯合國大學高等研究所共同推動，是謀求生物多樣性和資源永續利用雙贏的有效工具⁽¹¹⁾。里山倡議的核心概念是「社會與生態的生產景觀」，是指人類與自然長期的交互作用下，形成生物棲地和人類土地利用的動態鑲嵌斑塊景觀，由生態系統服務的流動，衍生出生態、社會、文化、經濟等功能，維持生物多樣性，提供人類的生活所需，並維繫未來世代資源使用的權利^(3, 11)。因此，里山代表人與自然和諧共存永續發展的型式。

水梯田具有人與自然和諧共生的模式，符合里山倡議的核心，但近年來因產業結構改變，農村人口外流導致人力凋零，水梯田因規模小，生產成本高，不符經濟效益情形下，缺乏管理造成灌溉系統及田埂損壞，休耕、陸化流失與廢耕日益嚴重，面積減少，使其分布越來越零碎^(1, 5, 10, 16, 18)，導致仰賴水梯田的生物因棲地減少而消失⁽⁶⁾，使濕地生態、梯田地景及文化景觀等多元功能也隨之消失⁽⁵⁾。

在水梯田栽培過程中，農業生態系統運作與管理也會影響自然生態，因此農業生產不應僅評估農作物產出的經濟價值，還需考量生態系統對人類幸福、健康、生計和生存等服務^(14, 15)。過去因未評價水梯田具有的生態系統服務功能，導致水梯田實際價值被低估⁽²⁰⁾。現今重視環境保育與生態系統服務，水梯田所蘊含的濕地生態與景觀的文化價值已開始受到重視，並興起水梯田復育工作，本研究目的在進行東海岸地區水梯田復育，遵循里山倡議核心，透過里山倡議提三摺法構想，提供符合生態環境與社會經濟層面之栽培技術，達到生物多樣性和人類永續利用雙贏目標。

二、材料與方法

(一)環境描述

水梯田復育區位於成功鎮都歷部落，為典型的里山地景，由混

合林、防風林、水稻田、果樹區、溪流和灌溉用蓄水池等多種地景鑲嵌而成，水梯田北側為造林地，具防風林功能，可防止強風侵襲，南側為無農業利用的次生林，水梯田上方為種植檸檬等果樹區域，再上方為原生森林。田區四周常出沒生物為山羌、山豬及臺灣獼猴（圖1）。

2018年都歷部落開始復育水梯田，將原先廢耕之梯田重新整修，共整理5區進行水梯田復育工作，2018年第2期作開始種植水稻，種植時保留最上方田區作為緩衝區，並於上方設置灌溉用蓄水兼生態池。水稻品種為越光，調查水稻產量約為1,600公斤/公頃，齊穗後3週調查水稻二化螟，危害率52%，田間普遍發生各種雜草，雜草覆蓋率 67.5%，以稗草及鴨舌草最多。



圖1. 成功鎮都歷社區水梯田復育區

Fig. 1. Re-tillage at terraced field in Duli community, Chenggong Township.

(二)處理方法

為維持生態生產景觀以及土地和自然資源永續使用，以里山倡議五個生態環境與社會經濟層面原則，在臺東區農業改良場、林務局臺東林區管理處及臺東縣成功鎮都歷社區發展協會三方合作，重新建立水梯田生產，結合傳統知識和現代科學，使水梯田能兼具經

濟生產與生態保育。先評估水梯田復育區瓶頸，進行栽培管理技術改善，並依照地區需求，規劃簡單比較試驗，以提供符合在地生產之技術，共進行下列處理：

1. 雜草管理：以二次整地減少田區雜草數量。入水口生態池養殖滿江紅，再將滿江紅引入田中，於插秧後人工散布加速覆蓋，插秧後2週調查滿江紅覆蓋效果及雜草覆蓋率，調查後以水田中耕除草機防除，於第三週再次調查雜草覆蓋率。
2. 水稻品種比較：選擇水稻臺東32號及臺東35號進行品種適栽性調查，以結合社區產業特色及未來生態旅遊供餐需求。

(三)調查項目

1. 土壤分析：土壤樣本於種植前及收穫時採取，每小區隨機採取5點表土(0-20 cm)，經風乾、碎土、過篩(2 mm)，並充分混合後進行土壤分析，測定土壤酸鹼值、有機質、有效性磷、交換性鉀、鈣及鎂等要素之含量。
2. 雜草數量：取樣範圍1.0m×1.0m，以目測法調查雜草種類及覆蓋率。
3. 水稻農藝性狀：調查產量、株高、穗數、每穗粒數、稈實率及千粒重等。
4. 糙(白)米性狀：糙米以礱穀機(FC2K, 大竹製作所, Japan)碾製2次；白米以精米機(YP-32, Yamamoto, Japan)碾製3次，白度為1，流量為5；糙米及白米性狀以穀粒判別機(RN-600, 大山農機公司, Japan)測定。
5. 水稻生育期間調查主要病蟲害及週邊生物相。

三、結果與討論

(一)土壤肥力的變化

成功鎮都歷地區水稻試驗前後土壤分析結果如表1，種植前之土壤酸鹼值6.41、有機質3.2%、電導度0.07 dS m⁻¹、磷33ppm、鉀83ppm、鈣1,054ppm、鎂365ppm；水稻收穫後土壤分析，土壤酸鹼值6.33、有機質3.3%、電導度0.07 dS m⁻¹、磷34ppm、鉀82ppm、鈣1,051ppm、鎂366ppm。各分析項目間均未達顯著差異，顯示水稻種

植前及收穫後土壤分析結果無明顯差距，經本期作後，土壤養分及酸鹼度等維持穩定狀態。

表1. 成功鎮都歷地區水稻試驗前後土壤分析結果

Table 1. Investigation of soil analysis on before and after harvest rice in Duli community, Chenggong Township.

Treatment	pH 1:1	EC	OM	Bray-1	Exchangeable cation		
		1:1		P	K	Ca	Mg
		dS m ⁻¹	%		-----mg kg ⁻¹ -----		
Before transplanting	6.41 a	0.07 a	3.2 a	33 a	83 a	1054 a	365 a
After harvest	6.33 a	0.07 a	3.3 a	34 a	82 a	1051 a	366 a

(二)雜草管理

入水口生態池養殖滿江紅，將生態池滿江紅引入田中，於插秧後人工散布加速覆蓋，水稻田插秧後2週後調查雜草覆蓋率，結果顯示，滿江紅覆蓋區雜草覆蓋率7.2%，顯著少於對照區56.9%。調查後以水田中耕除草機防除，於插秧後3週再次調查雜草覆蓋率，結果顯示滿江紅覆蓋區雜草覆蓋率4.3%，顯著少於對照區31.7%。在雜草種類部分，滿江紅覆蓋區為稗草、鴨舌草及水荳菜3種；對照區雜草種類包括稗草、鴨舌草、野慈菇、水荳菜、母草及丁香蓼等6種，顯示使用滿江紅覆蓋可有效減少雜草覆蓋率，且雜草種類也隨之下降，配合水田中耕除草機防除，雜草覆蓋率也會降低(如表2)。

表2. 成功鎮都歷地區水梯田插秧後雜草覆蓋率

Table 2. Investigation of weeds coverage after rice transplanting in Duli community, Chenggong Township.

Treatment	Coverage (%)		Weeds
	After rice transplanting 2 weeks	After rice transplanting 3 weeks	
Pinnate mosquito fern cover	7.2 b	4.3 b	<i>Echinochloa crus-galli</i> (稗草)、 <i>Monochoria vaginalis</i> (鴨舌草)、 <i>Ammannia baccifera</i> (水荳菜)
CK	56.9 a	31.7 a	<i>Echinochloa crus-galli</i> (稗草)、 <i>Monochoria vaginalis</i> (鴨舌草)、 <i>Ammannia baccifera</i> (水荳菜)、 <i>Sagittaria trifolia</i> (野慈菇)、 <i>Lindernia procumbens</i> (母草)、 <i>Ludwigia hyssopifolia</i> (細葉水丁香)

(三) 水稻品種比較

水梯田分別種植臺東32號及臺東35號，比較結果顯示如表3。臺東32號產量4,693.3公斤/公頃，高於臺東35號3,770.7公斤/公頃；臺東32號株高94.6公分、穗數15.4支、穗長25.7公分及每穗粒數82.3粒，均高於臺東35號株高87.2公分、穗數13.1支、穗長21.6公分及每穗粒數76.2粒，兩品種均直立未倒伏。稻米品質分析結果顯示如表4，臺東32號糙米率、白米率、容重量及蛋白質含量分別為78.3%、66.4%、535公克及5.1%，均高於臺東35號，惟食味值為72.2，略低於臺東35號73.9。

表3. 成功鎮都歷地區農藝性狀調查結果

Table 3. The agronomic characters on Taitung 32 and Taitung 35 rice varieties grown in Duli community, Chenggong Township.

Variety	Grain yield (kg/ha)	Plant height (cm)	Panicle number per hill	Panicle height (cm)	Spikelet number per panicle	Lodging
Taitung 32	4,693.3	94.6	15.4	25.7	82.3	Erect
Taitung 35	3,770.7	87.2	13.1	21.6	76.2	Erect

表4. 成功鎮都歷地區稻米品質分析結果

Table 4. The milling quality on Taitung 32 and Taitung 35 rice varieties grown in Duli community, Chenggong Township.

Variety	Brown rice (%)	Total milled rice (%)	Palatability value	Volumetric weight (g/L)	Protein (%)
Taitung 32	78.3	66.4	72.2	535.0	5.1
Taitung 35	74.5	63.2	73.9	521.5	4.2

糙米外觀性狀分析結果顯示如表5，完整粒比率以臺東32號85.8%略低於臺東35號86.1%，胴割粒臺東32號1.6%低於臺東35號1.7%，未熟粒臺東32號2.3%高於臺東35號2.1%，被害粒臺東32號4.7%高於臺東35號2.2%，著色粒兩品種均為0.1%，死米以臺東32號5.5%低於臺東35號7.8%。

白米外觀性狀分析結果顯示如表6，白米性狀中，完整粒比率以臺東32號79.9%低於臺東35號74.9%，粉狀質粒臺東32號3.2%低於臺東35號2.5%，碎粒臺東32號4.5%低於臺東35號7.8%，被害粒臺東

32號6.6%低於臺東35號8.72%，龜裂粒以臺東32號5.8%低於臺東35號6.1%。

水稻收穫後經常溫貯存3個月，調查稻米品質如表7，臺東32號食味值由72.2降至71.7，臺東35號食味值由73.9降至72.5，蛋白質含量無變化，顯示2品種仍維持較佳的食味品質。

表5. 成功鎮都歷地區糙米外觀性狀分析結果

Table 5. The brown rice traits on Taitung 32 and Taitung 35 rice varieties grown in Duli community, Chenggong Township.

Variety	Head rice (%)	Fissure and cracked kernel (%)	Immature kernel (%)	Damaged kernel (%)	Discolored kernel (%)	Dead kernel (%)
Taitung 32	85.8	1.6	2.3	4.7	0.1	5.5
Taitung 35	86.1	1.7	2.1	2.2	0.1	7.8

表6. 成功鎮都歷地區白米外觀性狀分析結果

Table 6. The Milled rice traits on Taitung 32 and Taitung 35 rice varieties grown in Duli community, Chenggong Township.

Variety	Head kernel (%)	Chalky kernel (%)	Broken kernel (%)	Damaged kernel (%)	Checked kernel (%)
Taitung 32	79.9	3.2	4.5	6.6	5.8
Taitung 35	74.9	2.5	7.8	8.7	6.1

表7. 成功鎮都歷地區稻米貯存3個月後品質分析結果

Table 7. Analysis rice quality after storage for 3 months on Taitung 32 and Taitung 35 rice varieties grown in Duli community, Chenggong Township.

Variety	Treatment	Palatability value	Protein (%)
Taitung 32	After harvest	72.2	5.1
	After storage for 3 months	71.7	5.1
Taitung 35	After harvest	73.9	4.2
	After storage for 3 months	72.5	4.2

(四) 水稻病蟲害及生物相調查

水稻生育期間調查病蟲害，結果顯示如表8，二化螟危害率臺東32號15.5%，較臺東35號31.7%低，稻熱病罹病率臺東32號5.6%，較臺東35號5.1%高，紋枯病罹病率臺東32號3.5%，較臺東35號5.1%

低。調查水梯田四周生物相，過去少見之食蟹獾、竹雞、白鼻心等生物均有出沒(圖2，由行政院農業委員會林務局臺東林管處提供)。

表8. 成功鎮都歷地區水稻病蟲害調查

Table 8. Investigation of pests on Taitung 32 and Taitung 35 rice varieties grown in Duli community, Chenggong Township.

Variety	Rice stem borer (%)	Leaf blast (%)	Sheath blight (%)
Taitung 32	15.5%	5.6%	3.5%
Taitung 35	31.7%	5.1%	5.1%



虎皮蛙

Hoplobatrachus rugulosus



山羌

Muntiacus reevesi micrurus



白鼻心

Paguma larvata taivana



食蟹獾

Herpestes urva formosanus



竹雞

Bambusicola thoracicus



百步蛇

Deinagkistrodon acutus

圖2. 水梯田生物相調查結果

Fig. 2. Biodiversity survey result in re-tillage at terraced field.

為達到人類社會與自然環境相互合諧的狀態，里山倡議提出了三摺法的構想，並以五個生態環境與社會經濟層面之原則，以實踐三摺法。三摺法包括：(一)確保多樣化生態系服務與價值的智慧；(二)整合傳統的生態學知識與現代科學，以促進創新；(三)探究新形式的共同管理系統或演變中的「公共財」架構，同時尊重傳統的社區公有土地使用權。其特色在於深刻瞭解能夠提升人類福祉的多元生態系的服務和價值，以及集

中能確保其服務與價值的智慧⁽³⁾。五個生態環境與社會經濟層面之原則為：(一)在承載量與環境恢復能力的限度內使用資源；(二)循環使用自然資源；(三)認識在地傳統與文化的價值和重要性；(四)透過各方利益關係者的參與、合作，從事自然資源和生態系服務的永續和多功能管理；(五)促成永續的社會經濟，包括減貧、糧食安全、永續的生計和授予在地社區權力(如圖3)⁽¹¹⁾。

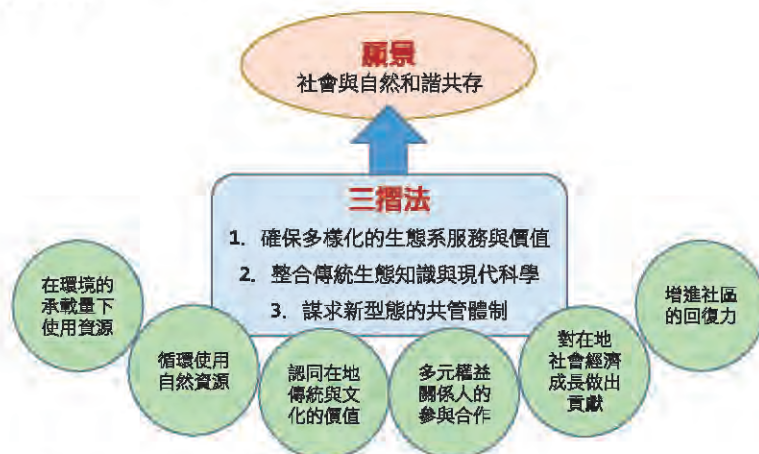


圖3. 三摺法示意圖⁽³⁾

Fig. 3. A three-fold approach schematic.⁽³⁾

為達到維持與重建社會生態生產景觀及土地和自然資源永續使用，使水梯田的栽培管理方式能兼顧維持糧食生產、改善民生經濟和保護生態系統等，使三者之間取得最佳平衡⁽³⁾。本研究評估成功鎮都歷社區水梯田復育情形，在水梯田插秧前及收穫後採取土壤分析，結果無顯著差異，顯示在栽培過程中，對土壤化學性無增加或減少的顯著干擾，符合「在承載量與環境恢復能力的限度內使用資源」原則。水稻品種選擇臺東35號為未來販售白米之用途，其具爆米花香味，白米外觀晶透，食味品質良好。因應消費者養生需求，選擇臺東32號為未來販售糙米之用途，口感軟Q為其特色，與一般糙米不同，具抗縞葉枯病及褐飛蝨特性，產量穩定。兩商品經社區試售，價格為一般商品2倍，可支持社區經濟，符合「促成永續的社會經濟，包括減貧、糧食安全、永續的生計和授予在地社區權力」原則。透過臺東區農業改良場、林務局臺東林區管理處及臺東縣成功鎮都歷社區發展協會三方合作，由社區傳統的生態學知識

為主導，整合兩方與現代科學，符合「透過各方利益關係者的參與、合作，從事自然資源和生態系服務的永續和多功能管理」原則。在水梯田生物相調查結果，過去少見之食蟹獾、竹雞、白鼻心等生物均出沒四周，顯示水梯田復育結果，能連結森林生態系，串聯森林—聚落—梯田，提供各種生物的生態補償。

四、結論

隨著國人生活水準提高，對食材要求也從價格、品質等擴大到希望產品具有保護環境及生態保育功能，政府除推動有機農業外，也鼓勵農友登錄友善耕作，希望藉此能擴大環境保護型農業。本研究結果顯示，以友善耕作方式進行水梯田管理，可減少水稻栽培過程中雜草危害，選擇適合的水稻品種，有助提升產量並降低病蟲害發生。水梯田為人工濕地，具連結森林及聚落，增加物種棲地功能，在擴大水梯田復育面積或長期生產時，如何兼顧生態保育及經濟功能，為未來推廣工作急需建立的努力目標。

參考文獻

1. 方韻如。2011。貢寮水梯田對里山倡議的實踐嘗試。林業研究專訊 18(3): 32-37。
2. 吳田泉。1993。臺灣農業史。臺北市：自立晚報社文化出版部。
3. 李光中。2011。鄉村地景保育的新思維—里山倡議。台灣林業 37(3): 59-64。
4. 李光中。2014。農業濕地保育與里山倡議。科學發展月刊 497: 28-35。
5. 李俊霖、李俊鴻。2012。農地轉用對生態系統服務功能衝擊之經濟評估。農業經濟叢刊 17(2): 111-144。
6. 汪文豪。2010。花蓮豐濱港口部落、台北金山八煙聚落-打造台灣水梯田的生態文藝復興。台灣林業 36(5): 33-39。
7. 邱士杰。2014。臺灣北海岸水梯田水棲昆蟲群聚結構研究。碩士論文。臺北市：臺北市立大學地球環境暨生物資源學系。

8. 姚敏、崔保山。2006。哈尼梯田溼地生態系統的垂直特徵。生態學報 (26)7: 2115-2124。
9. 洪鴻智、李承嘉、詹士樑、林華慶、蕭婷允、文熾翔。2013。水梯田濕地生態與景觀保育價值評估。臺灣土地研究 16(2): 1-22。
10. 莊維吉。2011。景觀指數應用於臺灣具里山地景地區之探討-以北海岸為例。碩士論文。臺北市：國立臺灣大學地理環境資源學系。
11. 趙榮台。2011。全球農業生物多樣性的主要議題。農業生態系與生物多樣性研討會專刊 12: 7-17。
12. 蔡昇甫。2009。水田之功能與效益評析。農田水利雜誌 10: 10-16。
13. Bélair, C., Ichikawa, K., Wong, B., and Mulongoy, K. 2010. Sustainable use of biological diversity in socio-ecological production landscapes. Secretariat of the Convention on Biological Diversity 52: 5-21.
14. Boody, G., B. Vondracek, D. A. Andow, M. Krinke, J. Westra, J. Zimmerman, and P. Welle, 2005. Multifunctional Agriculture in the United States, *BioScience* 55(1): 27-38.
15. Chan, K. M., Satterfield, T., and Goldstein, J. 2012. Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological economics* 74: 8-18.
16. Chang, K. and Ying, Y. 2005. External benefits of preserving agricultural land: Taiwan's rice fields, *Social Science Journal* 42(2): 285-293.
17. Iiyama, N., M. Kamada, and N. Nakagoshi, 2005. Ecological and social evaluation of landscape in a rural area with terraced paddies in southwestern Japan, *Landscape and Urban Planning* 73(1): 60-71.
18. Liu, C. W., Zhang, S. W., Lin, K. H., and Lin, W. T. 2010. Comparative analysis of temporal changes of multifunctionality benefit of two major rice paddy plains in Taiwan. *Paddy and Water Environment* 8(2): 199-205.
19. Takeuchi, K. 2010. Rebuilding the relationship between people and nature: The Satoyama Initiative, *Ecological Research* 25(5): 891-897.
20. Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K., and Swinton, S. M. 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics* 64(2): 253-260.

Re-tillage at Terraced Field for Organic Farming and Friendly Cultivating in East Coast of Taitung.

Ching-Ying Liao¹

¹Assistant Researcher of Taitung DARES, COA.

Abstract

This study is reconstructed of terraced field the management of weeds in Duli community, Chenggong Township, and compared the results of Taitung 35 and Taitung 32 rice varieties. The use of Pinnate mosquito fern cover significantly reduced weed coverage, from 56.9% to 7.2% in 2 weeks after rice transplanting. The number of weed species have been reduced from 6 to 3. The results of Taitung 32 and Taitung 35 rice varieties in terraced field, including the yield, plant height, panicle number per hill, panicle height, spikelet number per panicle, brown rice rate, total milled rice rate, volumetric weight, protein, fissure and cracked kernels and damaged kernels were higher in Taitung 32. The palatability value, head rice, head kernel, chalky kernel, croken kernel, damaged kernel, and checked kernel were higher of Taitung 35 rice varieties.