營農型綠能農業設施下根莖類與葉菜類作物生產評估

Evaluation of Rhizome and Leafy Vegetables Production under Straight-line Pattern of Roofy Type Agricultural Photovoltaic Facility

主講者：黃哲倫* 張淑芬
陸柏憲 詹庭筑
賴永昌

機關(構)/單位：行政院農業委員會
農業試驗所嘉義分所

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

前言



前言

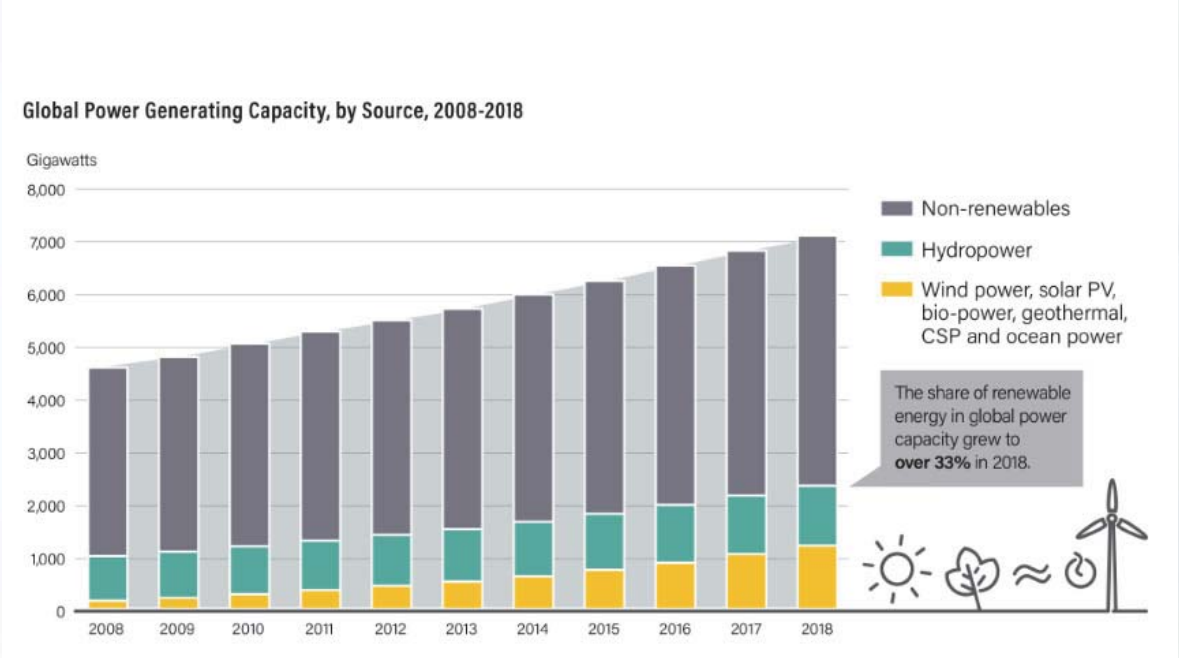


圖1、107年全球電力比例 (21世紀可再生能源政策網 REN21 2018年全球再生能源概況報告)。

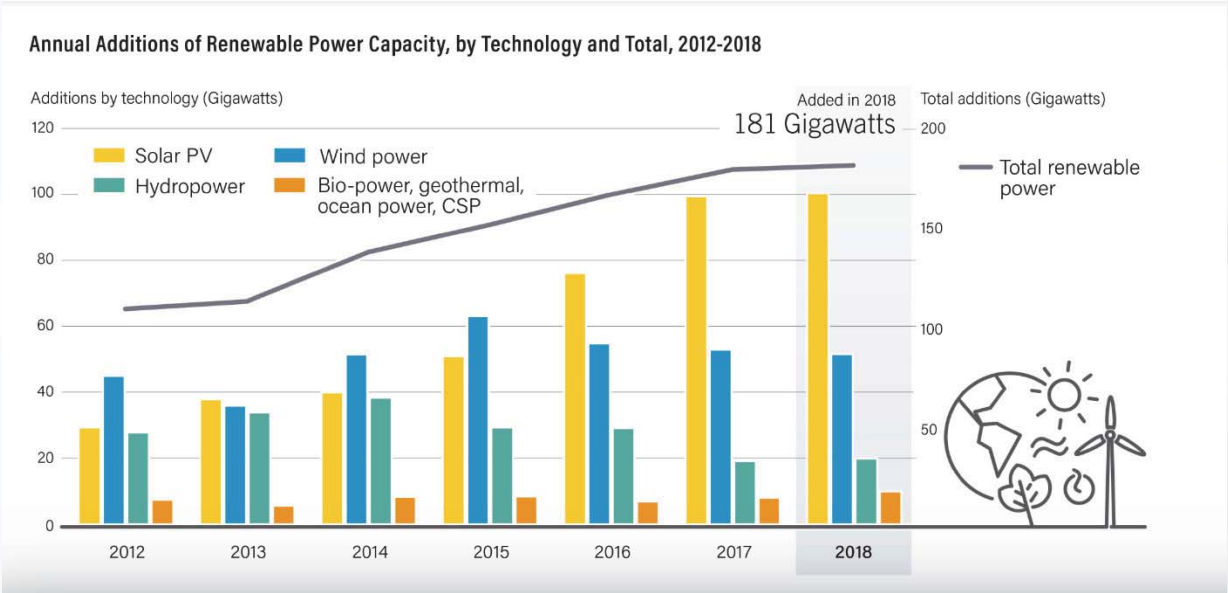


圖2、107年全球電力比例 (21世紀可再生能源政策網 REN21 2018年全球再生能源概況報告)。

前言

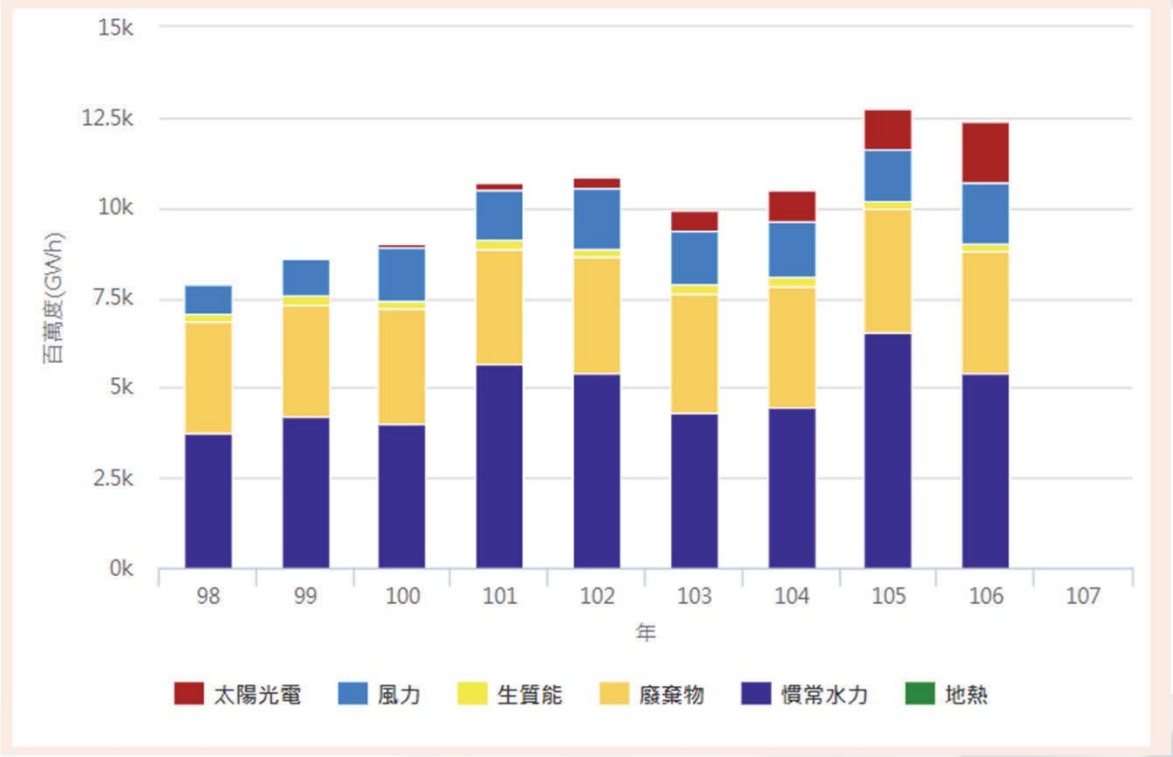


圖3、98-106年全國電力部門再生能源發電量比例 (能源局)。

5

前言

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

- 光電與農業結合

1.非營農

2.禽畜舍屋頂

3.營農型

- 屋頂型綠能設施下遮蔽率常在40-50%，甚至有更高的情況，光照不足是作物生產最重要的限制因子 。
- 選耐蔭的多年生根莖類作物，山藥與芋進行試驗。
- 選栽培容易及耐蔭的葉菜類作物，葉用甘藷、蕹菜、福山萵苣進行試驗。

6

材料方法-試驗場域




仁德屋頂式綠能設施
遮蔽率>70%




義竹屋頂式綠能設施
遮蔽率=50%



嘉義分所模擬立柱型綠能設施
遮蔽率=40%

材料方法-根莖類作物

山藥

- 薯蕷科薯蕷屬的多年生蔓性作物
- 採用高畦架網，並用埋管栽培



(詹庭筑 攝於中埔)

芋

- 天南星科芋屬的多年生作物
- 採用半水旱栽培

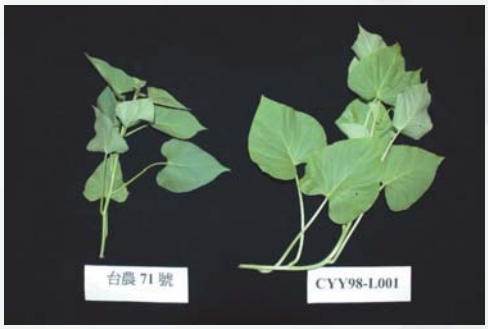


(Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Tannia by Harley I. Manner)

材料方法-葉菜類作物

葉用甘藷-旋花科甘藷屬

- 台農71號是主要商業品種，莖葉柔嫩無細毛，半直立性。CYY98-L01品系產量高，同樣莖葉柔嫩無細毛葉片較大，介於半直立與匍匐性。使用平畦栽培。



蕹菜-旋花科牽牛花屬

- 竹葉種，植株較小，葉型尖，品質好、產量高，採旱地栽培。

福山萵苣-菊科萵苣屬

- 生長快速，栽培容易，生育期短，口感佳，葉翠綠。

9

結果與討論-山藥

- 屋頂型 106-108年





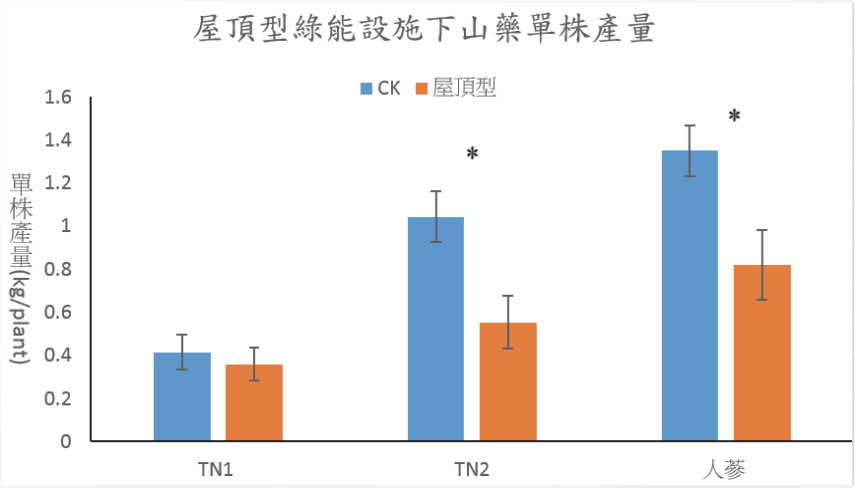
- 立柱型 107-108年



10

結果與討論-山藥

- 106-108年屋頂型綠能設施山藥栽培試驗，產量結果如圖，屋頂型下台農2號、人蔘山藥產量低於對照的70%，TN1則不顯著。
- 屋頂型綠能設施中，山藥地上部生長狀況良好，葉片較大，栽培過程遇炭疽病。

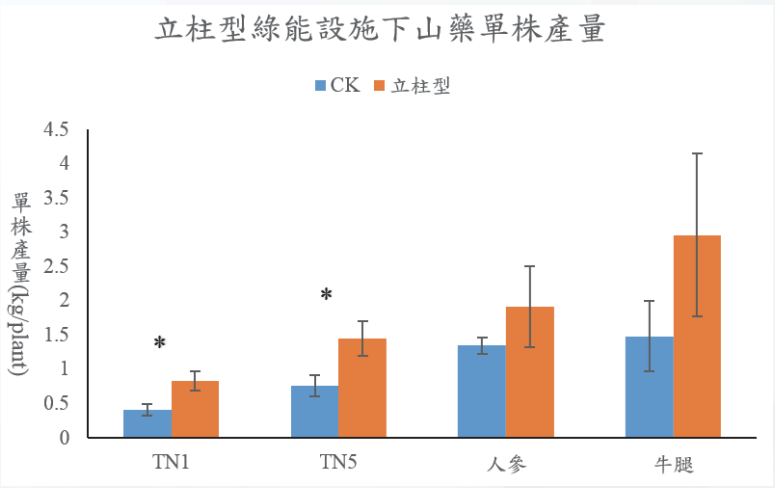




11

結果與討論-山藥

- 107-108年立柱型綠能設施下，山藥產量結果如圖，立柱型下之山藥產量較對照高，TN1及TN5產量有顯著上升，牛腿及人蔘山藥平均產量也都有大幅上升，顯示立柱型綠能設施有助於山藥產量的增加，可能是由於一方面山藥是耐蔭作物，適當的遮蔭反而使產量增加，另外因為綠能設施遮蔽風雨的功用，使山藥炭疽病等病害狀況減輕，使產量增加。





12

結果與討論-山藥

- 山藥栽培於屋頂型及立柱型綠能設施下，地上部生長狀況良好，而對照組及屋頂型炭疽病發生較多。
- 屋頂型下山藥產量未能達到對照組的70%，而立柱型下山藥產量上升，。
- 立柱型綠能設施遮蔽率低，通風性佳且有部分遮蔽風雨的功用，適合山藥栽培，有助於產量增加並減少病害發生。

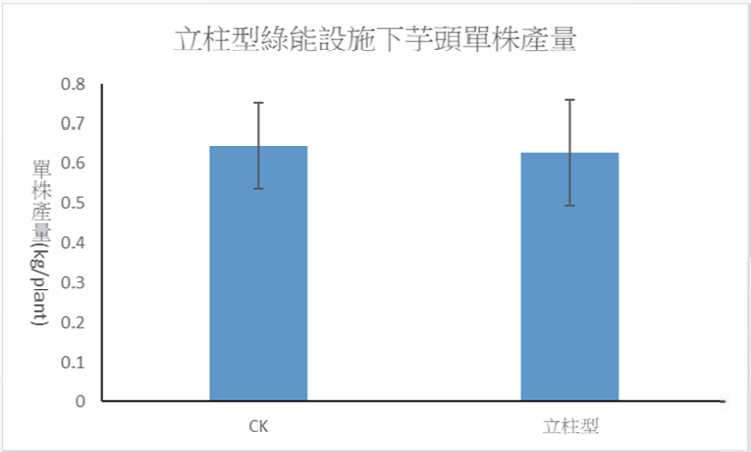


13

結果與討論-芋

- 106-107年屋頂型綠能設施下，由於生育期間疫病發生嚴重，未能順利收穫。
- 107-108年立柱型綠能設施下，產量結過果如圖，結果顯示與對照組無顯著差異。





14

結果與討論-芋

- 本試驗中屋頂式綠能設施，由於面積小，通風不佳、濕度高，病害發生嚴重，不利芋栽培。但於其他大面積光電案場中，芋栽培較為可行，但由於案場遮蔽率較高，徒長情況較嚴重。
- 立柱式下芋產量與對照組無顯著差異，顯示立柱式綠能設施適合芋的栽培。



(雲林光電案場)



(台南光電案場)

結果與討論-葉用甘藷

- 葉用甘藷台農71號在不同遮蔽率的屋頂型綠能設施下，50%的遮蔽率產量能達到對照組的70%以上，而70%以上遮蔽率產量則無法達到70%。

表1、106年不同遮蔽率屋頂型綠能設施下葉用甘藷產量調查

15公分頂芽收穫產量(公斤/公頃)			
試驗場地	義竹光電溫室	仁德光電溫室	嘉義分所
光量比率[A]	50%	35%	0%
第一次收穫	1912.4±197.9 (78.2%)[B]	1111.1±294.0 (45.5%)	2444.4±346.9
第二次收穫	2611.1±336.8 (95.9%)		2722.2±535.8

[A] 光量比率=平均場內光量/平均露天光量*100%
[B] 產量比率=平均試驗場產量/平均露天產量*100%



(仁德案場收穫情況)

結果與討論-葉用甘藷

- 50%遮蔽率下，不同月份產量皆在對照組的70%以上，2、3月份產量甚至超過對照組，顯示50%遮蔽率以下之屋頂型綠能設施適合葉用甘藷生產。

表2、107年屋頂型綠能設施下葉用甘藷產量調查結果。

處理	不同月份15公分頂芽產量(公斤/公頃)								
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
義竹屋頂型	2317.4±120.0 (115%)	2472.5±198.2 (122%)	2266.78±152.8 (92%)	2550.0±180.3 (97.5%)	2650.7±259.8 (95.8)	2516.7±251.7 (84%)	1916.7±208.2 (96.7)	2033.3±202.1 (88%)	2566.7±416.3 (87.5)
對照	2015.0±170.3	2033.8±105.4	2450.0±132.3	2616.7±104.1	2766.7±208.2	2996.3±189.3	1981.5±32.1	2311.1±256.3	2933.3±250.4

結果與討論-葉用甘藷

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

- 立柱下的葉用甘藷產量試驗結果如表，產量結果兩個品種系的產量皆達到對照的70%以上，比較屋頂型與立柱型同月份之產量，7、8、10月份立柱立柱型下產量較高，9月則是屋頂型較高。

表3 、葉用甘藷在立柱式營農型綠能農業設施下之產量調查結果(嘉義分所)

品種	處理	不同月份15公分頂芽產量(公斤/公頃)			
		7月	8月	9月	10月
台農71號	立柱型	2916.0±363.2 (97.3%)	2111.1±111.1 (99.%)	2166.7±200.5 (83.2%)	2620.4±322.0 (95.8%)
	對　照	2996.3±189.3	1981.5±32.1	2311.1±256.3	2933.3±250.4
CYYL01	立柱型	3148.1±210.3 (95.8%)	2118.5±281.4 (95.8)	2603.7±138.9 (95.8)	2759.3±315.9 (95%)
	對　照	3396.3±138.9	2403.7±424.6	2801.9±118.7	2888.9±111.1

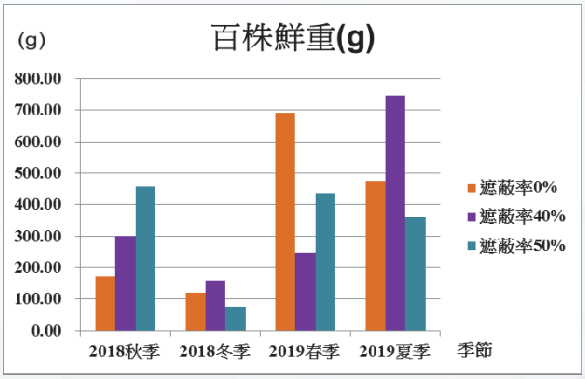
結果與討論-葉用甘藷

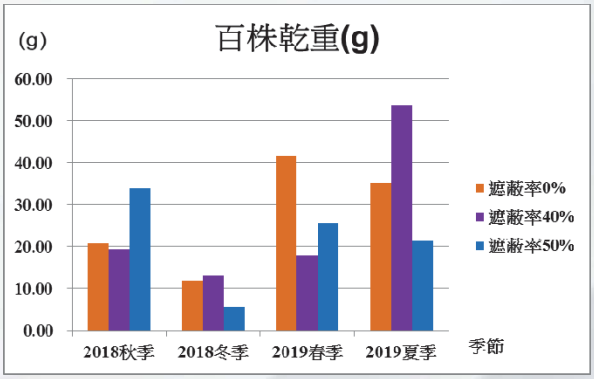
- 試驗結果，葉用甘藷顯然為耐蔭的葉菜類作物，在50%遮蔽率時仍然能夠正常生產，有部分徒長現象，但是70%遮蔽率以上，產量明顯下降，無法達到對照的70%。
- 屋頂型綠能設施有遮蔽風雨及保溫的功用，在遇8月豪雨及冬季低溫時，產量表現較立柱式佳。
- 綠能設施下，葉用甘藷有部分徒長，但產量影響小，且莖葉柔嫩，食用品質佳。

結果與討論-蕹菜種植產量評估

- 蕹菜於夏季與秋季在遮蔭率40%與50%光電綠能設施下種植28天，皆有達到一般日照環境下的70%產量。在冬季產量較少，春季在光電綠能設施下種植未達一般產量的70%。

試驗場地	全日照田區				模擬立柱光電案場				屋頂式光電案場			
光遮蔽率(%)	0%				40%				50%			
栽種季節	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季
百株鮮重(g)	173.04 (100%)	120.73 (100%)	692.05 (100%)	474.95 (100%)	300.68 (174%)	156.08 (129%)	246.89 (36%)	745.85 (157%)	457.7 (265%)	76.75 (64%)	436.06 (63%)	360.80 (76%)

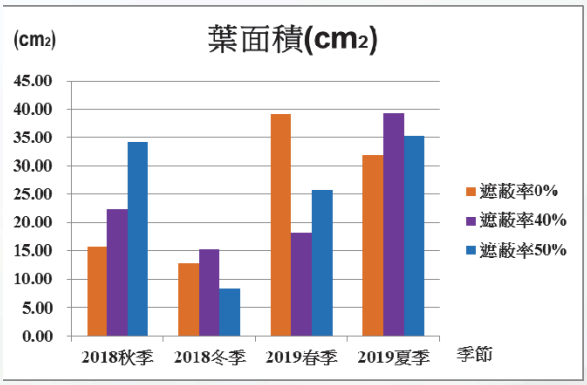


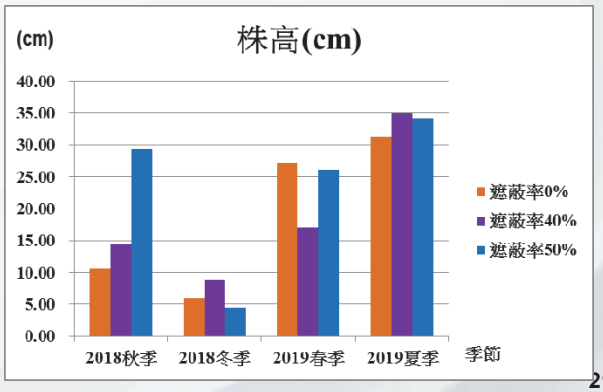


光電綠能設施蕹菜種植型態調查

- 蕹菜於夏季與秋季在遮蔭率40%與50%光電綠能設施下種植28天，植株的葉片面積比一般日照環境下的植株葉面積較大，株高也較高，可見植株生長量較大的情形。

試驗場地	全日照田區				模擬立柱光電案場				屋頂式光電案場			
光遮蔽率(%)	0%				40%				50%			
栽種季節	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季
葉面積(cm^2)	15.77 (100%)	12.82 (100%)	39.17 (100%)	31.88 (100%)	22.29 (141%)	15.28 (119%)	18.27 (47%)	39.32 (123%)	34.26 (217%)	8.31 (65%)	25.76 (66%)	35.34 (111%)





21

結果與討論-蕹菜

- 蕹菜種植在遮蔽率40%光電綠能設施下的試驗調查結果顯示，秋季與夏季的產量皆有達一般日照栽培的70%，在夏季葉菜類生產較少的季節，可以提供夏季蔬菜種植的另一項選擇。



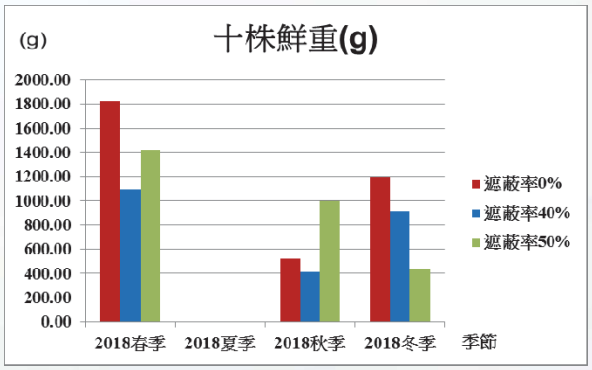


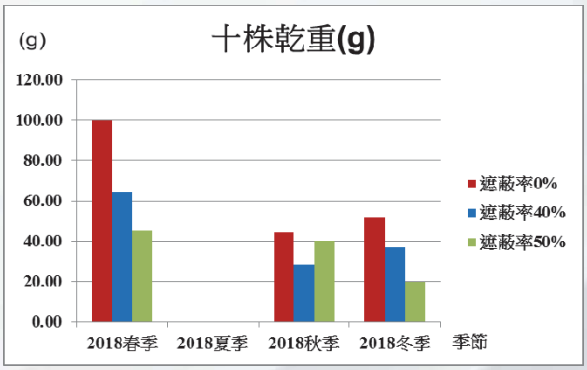
22

結果與討論-萵苣產量評估

- 福山萵苣於秋季與冬季在遮蔭率40%下種植40天可達到一般日照環境下的70%產量，在遮蔭率50%下春季與秋季的產量可達日照栽培的70%產量。夏季因下雨淹水未有收成。

試驗場地	全日照田區				模擬立柱光電案場				屋頂式光電案場			
光遮蔽率(%)	0%				40%				50%			
栽種季節	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
十株鮮重(g)	1826.6 (100%)	-	520.7 (100%)	1196.5 (100%)	1093.9 (60%)	-	410.7 (79%)	911.5 (76%)	1424.9 (78%)	-	998.3 (192%)	437.8 (37%)





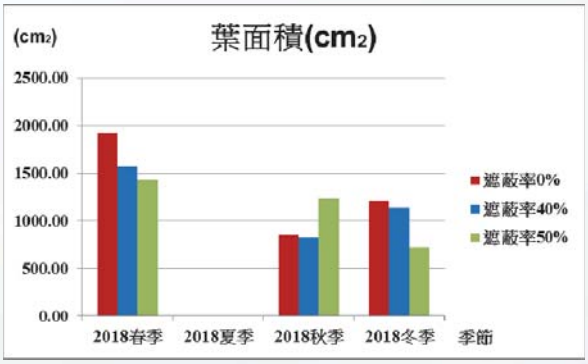
23

結果與討論-福山萵苣型態調查

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

- 福山萵苣於在遮蔭率40%光電綠能設施下種植40天，植株葉面積與一般日照環境下的差異並不大，在遮蔭率50%下秋季的的葉面積有較大的生長量，植株高度也有同樣的趨勢。

試驗場地	全日照田區				模擬立柱光電案場				屋頂式光電案場			
光遮蔽率(%)	0%				40%				50%			
栽種季節	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
葉面積(cm^2)	1925.5 (100%)	-	844.7 (100%)	1212.6 (100%)	1571.5 (82%)	-	818.1 (97%)	1139.0 (94%)	1422.6 (74%)	-	1236.9 (146%)	715.2 (59%)





24

結果與討論-福山萵苣

- 福山萵苣種植在遮蔽率40%光電綠能設施下的試驗調查結果顯示，秋季的產量皆有達一般日照栽培的70%，但是在夏季高溫多雨的季節，福山萵苣作為夏季蔬菜生產較不穩定。



討論

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

- 綠能設施下進行山藥栽培時，地上部生長良好，屋頂型遮蔽率較高，會有徒長情況，葉片較大。產量會顯著降低，不易達到對照組的70%。
- 立柱型綠能設施下之光照程度及微氣象，有助於山藥生產並減少病害，產量顯著增加。
- 屋頂型下，可能因設施內通風不佳及濕度高，病害發生機率高，不適芋栽培。
- 立柱型下芋產量與對照組無顯著差異，顯示立柱型下之光照情況可以生產芋。

討論

- 葉用甘藷為適合綠能設施下栽培之葉菜類作物，遮蔽率40-50%時，產量接近於對照組，遇冬季低溫時或豪雨時，設施有助生產。
- 蕹菜生產在綠能設施下，葉面積較大，株高也較高，產量表現隨著季節而有很大的差異，屋頂型於冬季及春季，產量低於對照70%，可能由於屋頂型日照較不足，秋季產量為試驗中最高，適合栽培季節為夏季到秋季。立柱型夏、秋、冬季產量表現優良，產量超過對照組，春季低於對照70%，適合栽培季節為夏季到冬季。
- 福山萵苣生產在綠能設施下，葉面積較大，產量表現同樣隨著季節而有很大的差異，而夏季淹水均無法生產，而秋季有較好的表現。

感謝聆聽　敬請指教

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會