

陸稻栽培模式及產量比較試驗

丁文彥¹

摘 要

為因應未來水資源的日漸缺乏及提高農業灌溉水的經濟效益，本試驗以陸稻品種東陸1號、東陸2號及東陸3號以及東部蒐集的11個陸稻地方品系，合計14個材料進行栽培試驗，以建立陸稻最適宜的栽培管理模式。結果顯示，4個秈稻品系的穀粒無芒，5個秈糯稻及1個粳稻品系的穀粒有芒，稻芒顏色分為淡金黃色與淡紅色兩種；稻芒的長度在期作間表現不同，1期作的稻芒長度較長。在水田栽培模式下，陸稻品種(系)的株高、穗長及產量等性狀均以2期作的表現較佳。由旱田條播試驗得知，參試材料均有分蘗數少、稔實率差且產量較低的現象；其中以東陸2號的產量最高，東陸3號居次，分別為4,048 kg/ha及3,454 kg/ha；卑南及關山品系最低，均為924 kg/ha。在不同生育期進行節水栽培發現，陸稻的株高及產量表現受到缺水逆境的影響，尤其以最高分蘗期及幼穗形成期進行斷水處理，其減產的情形較為嚴重；期作間又以2期作受影響的程度較明顯。

關鍵詞：陸稻、栽培模式、產量

¹行政院農業委員會臺東區農業改良場 副研究員兼課長

前 言

稻米是人類重要的糧食作物之一，耕種與食用的歷史都相當悠久，在植物分類學上屬於禾本科，稻屬植物，目前全世界約有22個稻種，除了亞洲種及小部分非洲種是計畫栽培外，其餘20種均為野生稻。亞洲種是世界栽培稻最主要的稻種，又可細分為秈型(*Indica*)、粳型(*Japonica*)及爪哇型(*Javanica*)等三類⁽⁴⁾。秈稻適合於熱帶與亞熱帶地區種植，原分布在印度、錫蘭、中南半島、巴基斯坦、孟加拉及中國南部；粳稻適合於溫帶地區栽培，原分布在中國北部、中部、韓國及日本等；印尼、馬來半島、泰國及菲律賓等熱帶山區栽培的稻品種則屬於爪哇稻。臺灣現有的陸稻栽培特性類似於爪哇稻，性耐旱，一向種植於旱地或山坡地，極少種植於水田；據學者研究推論應為原住民自南太平洋諸島遷移時，攜入臺灣繁殖，做為主食或釀酒用^(3,9)。

陸稻是栽培稻中一種特殊的生態類型，通常在旱地進行直播栽培，水分全靠自然降雨，或於乾旱到達一定程度時輔於適量灌溉，用水量不到水稻的1/5或更少^(1,6)。實際上，陸稻產區均位於水源不易取得之山區，通常一年只有一作，加上大部分農友沒有施肥的習慣，所以農田必須休耕一段時間才能再生產。目前臺灣陸稻主要的栽培區域分布在臺東縣、花蓮縣及南投縣等山地鄉的原住民部落，品種以東陸1號、東陸2號、東陸3號、南陸1號、南陸2號、臺農選1號及臺農選2號等為主，部分地區種植其祖先流傳下來的地方品系。

陸稻曾為臺灣主要栽培稻之一，1950年全臺陸稻種植面積達到最高峰，1期作為19,458 ha，2期作約34,700 ha⁽³⁾；但隨者水稻品種的改良與栽培技術的演變，陸稻種植面積逐漸被水稻取代，至民國69年只剩786 ha，目前僅有零星栽培；究其原因為陸稻的產量低，只有水稻的30%-40%，加上鳥害及雜草防除不易，造成農友種植意願不高。惟考量未來水資源的日漸缺乏及提高農業灌溉用水的經濟效益下，種植陸稻或在生育期間適時供給水分的節水栽培模式，應可做為因應對策之一。因此，本試驗擬以水田、旱田及節水栽培等不同方式，比較其對陸稻的產量及農藝性狀的影響，以期建立陸稻最適宜的栽培管理模式。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

以本場育成的陸稻品種東陸1號(*Tunglu 1*)、東陸2號(*Tunglu 2*)及東陸3號(*Tunglu 3*)，以及在東部蒐集的11個陸稻地方品系：卑南(*Beinan*)、賓朗(*Pinlan*)、泰源(*Taiyuan*)、東河(*Tonghe*)、大武(*Dawu*)、海端(*Haiduan*)、關山(*Guanshan*)、富里(*Fuli*)、延平(*Yanping*)、光復(*Guangfu*)及達仁(*Daren*)，合計14個品種(系)在本場水稻試驗田及卑南鄉旱田進行栽培試驗。14個陸稻品種(系)中，東陸1號、東陸

2號、東陸3號、達仁及卑南品系等5個品種(系)屬於稈稻，關山、富里、延平與光復等4個品系為秈稻有色米，賓朗、泰源、東河、大武及海端等5個品系則為秈糯稻。

二、試驗處理

- (一)種原繁殖及性狀調查：於2012年1、2期作在本場水稻試驗田進行，採順序排列，行株距30 cm × 30 cm，單本植。
- (二)水田栽培試驗：於2013年1、2期作在本場水稻試驗田進行，採逢機完全區集設計，三重複，行株距30 cm × 15 cm，多本植。
- (三)旱田栽培試驗：於2014年1期作在卑南鄉以條播方式進行，採逢機完全區集設計，三重複，行距30 cm。
- (四)節水栽培試驗：於2015年1、2期作在本場水稻試驗田進行，採逢機完全區集設計，三重複，行距30 cm × 15 cm，多本植，分別在最高分蘗期、幼穗形成期及抽穗期進行斷水處理，斷水後即以土堤區隔不再供水，並以慣行法處理作為對照。

三、調查項目

調查各品種(系)稻穀的稻芒有無、稻芒顏色、稻芒長度、稃尖顏色、內外穎顏色、護穎顏色、種子長度、種子寬度、秈稈稻分類以及生育日數、株高、穗數、穗長、一穗粒數、千粒重與產量。

結 果

一、陸稻種原特性

以本場蒐集的14個陸稻品種(系)進行繁殖，並測定參試材料之稻穗及農藝性狀調查。結果顯示，卑南、賓朗、泰源、東河、大武及海端等6個品系的穀粒有芒，稻芒顏色分為淡金黃色(品種性狀檢定級別為1級)與淡紅色(5級)兩種；關山、富里、延平、光復、達仁品系及東陸1、2、3號屬於無芒的品種，其中東陸3號與達仁品系的稃尖色為紅色(4級)，其餘為微黃色(2級)(表1)。參試材料的稻穀內外穎顏色分屬金黃色(2級)與淡紅色(4級)，但護穎的顏色則均為金黃色(2級)。稻芒的長度在期作間表現不同，1期作的稻芒長度較2期作為長，兩期作均

以東河品系最長，分別為5.0 cm(7級)及4.4 cm(7級)；惟大武品系與其他5個品系不同，1期作的稻芒長度為2.0 cm(3級)，2期作為2.9 cm(5級)。不同類型的品種(系)其穀粒外觀表現不一，5個秈糯品系的穀粒長度在1期作介於9.39 mm(7級)~10.01 mm(9級)，2期作為8.89 mm(5級)~9.49 mm(7級)，穀粒寬度在兩期作均為7級(1期作為3.94 mm~4.46 mm，2期作為3.46 mm~4.31 mm)。4個秈稻有色米品系的穀粒外觀表現一致，穀粒長度為5級(8.17 mm~9.04 mm)，穀粒寬度為7級(3.54 mm~3.81 mm)。5個稈稻品種(系)的穀粒長度較短，兩個期作均介於7.12 mm(3級)~8.59 mm(5級)，穀粒寬度則為7級(3.69 mm~4.21 mm)。其中，粒長在1期作以賓朗品系的10.01 mm最長(9級)；2期作則以泰源品系較長，為9.49 mm(7級)；兩個期作的粒長均以達仁品系最短，分別為7.12 mm(3級)及7.31 mm(3級)。由表2的調查結果得知，卑南屬於稍早熟品系，兩期作的生育日數分別為121天及94天；株高亦較矮，1期作為88 cm，2期作為113 cm。不同陸稻屬性中，5個秈糯品系與4個秈稻有色米品系的株高在兩期作均較5個稈稻品種(系)高，其中，1期作以秈糯東河品系最高，株高為151 cm；2期作的株高以秈糯泰源、東河及大武等品系較高，介於161 cm~164 cm。大部分陸稻品種(系)的穗數在2期作表現較1期作佳，1期作介於5~22支，2期作為11~20支；然1期作的穗長、一穗粒數及千粒重表現有較2期作佳的趨勢。

表1. 參試14個陸稻品種(系)稻穗與穀粒性狀調查

Table 1. The panicle and grain characters of 14 upland rice varieties grown in 2012

| Cultivar | (37) | (43) | (42) | (51) | (57) | (40) | (59) | (60) | 1st cropping season | | | 2nd cropping season | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|-------|------|---------------------|---------------|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| | | | | | | | | | Awn | Color of awns | Color of spikelet | Color of palea and lemma | Color of sterile glume | Length of awn (cm) | Length of grain (mm) | Width of grain (mm) | Length of awn (cm) | Length of grain (mm) | Width of grain (mm) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pinlan | + | LR* | R | LR | G | 3.2 | 10.01 | 4.46 | 1.4 | 9.38 | 3.85 | | | | | | | | |
| Taiyuan | + | LR | R | LR | G | 2.9 | 9.39 | 4.46 | 1.9 | 9.49 | 4.07 | | | | | | | | |
| Tonghe | + | LG | LG | G | G | 5.0 | 9.65 | 3.94 | 4.4 | 9.38 | 3.46 | | | | | | | | |
| Dawu | + | LR | R | LR | G | 2.0 | 9.83 | 4.03 | 2.9 | 9.10 | 4.06 | | | | | | | | |
| Haiduan | + | LR | R | LR | G | 3.4 | 9.41 | 4.21 | 1.9 | 8.89 | 4.31 | | | | | | | | |
| Guanshan | - | - | LG | G | G | - | 8.89 | 3.70 | - | 9.04 | 3.72 | | | | | | | | |
| Fuli | - | - | LG | G | G | - | 8.91 | 3.63 | - | 8.59 | 3.54 | | | | | | | | |
| Yanping | - | - | LG | G | G | - | 8.96 | 3.71 | - | 8.44 | 3.74 | | | | | | | | |
| Guangfu | - | - | LG | G | G | - | 8.69 | 3.78 | - | 8.17 | 3.81 | | | | | | | | |
| Beinan | + | LG | LG | G | G | 3.7 | 8.27 | 3.80 | 2.6 | 8.59 | 4.13 | | | | | | | | |
| Daren | - | - | R | G | G | - | 7.12 | 3.98 | - | 7.31 | 4.21 | | | | | | | | |
| Tunglu 1 | - | - | LG | G | G | - | 7.73 | 3.69 | - | 8.08 | 3.92 | | | | | | | | |
| Tunglu 2 | - | - | LG | G | G | - | 7.89 | 3.76 | - | 7.73 | 4.21 | | | | | | | | |
| Tunglu 3 | - | - | R | G | G | - | 8.27 | 3.94 | - | 7.83 | 4.21 | | | | | | | | |

*LG : light gold R : red LR : light red G : gold

表2. 參試14個陸稻品種(系)2012年兩期作之農藝性狀

Table 2. The agronomic characters of 14 upland rice varieties grown under paddy field in 2012

| Cultivar | 1st cropping season | | | | | | 2nd cropping season | | | | | |
|----------|---------------------|------------|-------------|------------|-------------|-----------|---------------------|------------|-------------|------------|-------------|-----------|
| | DM* (day) | PH (cm) | PN (No.) | PL (cm) | SN (No.) | GW (g) | DM (day) | PH (cm) | PN (No.) | PL (cm) | SN (No.) | GW (g) |
| Pinlan | 140 | 131 | 7 | 25.7 | 75.3 | 47.6 | 116 | 143 | 10 | 20.9 | 82.3 | 30.5 |
| Taiyuan | 140 | 138 | 10 | 25.0 | 96.0 | 40.7 | 113 | 162 | 16 | 20.4 | 57.2 | 28.8 |
| Tonghe | 140 | 151 | 7 | 27.5 | 96.0 | 34.8 | 113 | 161 | 16 | 25.3 | 78.3 | 27.5 |
| Dawu | 140 | 125 | 8 | 26.3 | 89.0 | 44.9 | 106 | 164 | 13 | 22.0 | 75.6 | 34.0 |
| Haiduan | 125 | 126 | 9 | 23.0 | 100.0 | 43.2 | 110 | 108 | 17 | 21.7 | 85.3 | 38.5 |
| Guanshan | 125 | 132 | 8 | 26.6 | 84.0 | 35.5 | 106 | 149 | 20 | 21.9 | 72.6 | 33.1 |
| Fuli | 125 | 130 | 16 | 21.6 | 114.7 | 32.2 | 106 | 151 | 19 | 21.5 | 56.7 | 29.9 |
| Yanping | 125 | 128 | 10 | 21.8 | 127.3 | 29.9 | 113 | 149 | 18 | 20.9 | 80.0 | 32.5 |
| Guangfu | 125 | 125 | 10 | 21.8 | 130.7 | 31.4 | 110 | 156 | 19 | 20.5 | 62.2 | 31.9 |
| Beinan | 121 | 88 | 5 | 20.4 | 42.7 | 32.3 | 94 | 113 | 12 | 23.6 | 89.3 | 30.6 |
| Daren | 140 | 105 | 22 | 16.1 | 89.3 | 27.7 | 110 | 125 | 11 | 16.4 | 81.2 | 28.2 |
| Tunglu 1 | 140 | 123 | 10 | 26.5 | 122.7 | 34.4 | 123 | 120 | 20 | 20.0 | 92.3 | 23.5 |
| Tunglu 2 | 140 | 105 | 14 | 19.3 | 135.7 | 27.6 | 123 | 114 | 17 | 17.5 | 98.6 | 28.5 |
| Tunglu 3 | 140 | 125 | 12 | 21.5 | 119.7 | 30.6 | 123 | 126 | 14 | 19.1 | 129.1 | 27.4 |

*DM : days to maturity

PH : plant height

PN : panicle number per hill

PL : panicle length

SN : spikelet number per panicle

GW : 1000-grain weight

二、水田栽培模式

2013年以水田方式進行試驗，調查參試材料之農藝性狀及產量。結果顯示，不同品種(系)的株高及穗長在2期作的性狀表現較1期作為高，其中株高以秈糯稻東河品系最高，1期作為121 cm，2期作為167 cm；穗長亦以東河品系較長，分別為21.4 cm及27.5 cm；秈糯稻及秈稻品系在兩個期作的株高均較粳稻為高。由一穗粒數及稔實率等產量構成要素發現，在水田栽培模式下生長的陸稻，2期作的產量表現較佳，然不同品種(系)的產量差異明顯，秈糯品系的產量在1、2期作的表現均較秈稻及粳稻品種(系)差，其中大武品系在兩個期作的產量均較低，分別為1,328 kg/ha及3,280 kg/ha(表3)；1期作產量則以秈稻的延平品系及富里品系最高，分別為6,248 kg/ha與6,024 kg/ha，其分蘖數亦最多，為23.9支與24.2支；2期作的產量表現以粳稻東陸3號較佳，為6,965 kg/ha；東陸2號及富里品系次之，產量分別為6,288 kg/ha與6,296 kg/ha。

表3. 參試14個陸稻品種(系)在水田栽培模式之農藝性狀及產量表現

Table 3. The agronomic characters and yield of 14 upland rice varieties grown under paddy field culture in 2013

| Cultivar | 1st cropping season | | | | | | | 2nd cropping season | | | | | | |
|----------|---------------------|-------------|------------|-------------|-----------|-----------|----------------------|---------------------|-------------|------------|-------------|-----------|-----------|--------------------|
| | PH* (cm) | PN (No.) | PL (cm) | SN (No.) | FR (%) | GW (g) | Y (kg/ha) | PH (cm) | PN (No.) | PL (cm) | SN (No.) | FR (%) | GW (g) | Y (kg/ha) |
| Pinlan | 103 | 15.6 | 18.7 | 79.9 | 90.3 | 27.8 | 1,680 ^{l**} | 158 | 13.6 | 22.6 | 79.2 | 88.6 | 33.5 | 3,837 ^k |
| Taiyuan | 107 | 14.4 | 18.0 | 77.9 | 87.1 | 25.4 | 1,424 ^l | 157 | 15.6 | 22.1 | 70.3 | 87.4 | 31.3 | 3,552 ^l |
| Tonghe | 121 | 14.0 | 21.4 | 84.4 | 91.9 | 26.7 | 3,832 ^f | 167 | 16.3 | 27.5 | 81.8 | 83.7 | 27.3 | 4,240 ^j |
| Dawu | 107 | 16.3 | 18.6 | 82.4 | 92.9 | 27.0 | 1,328 ^m | 155 | 14.9 | 22.0 | 67.4 | 85.5 | 33.1 | 3,280 ^m |
| Haiduan | 108 | 15.6 | 19.3 | 94.3 | 85.6 | 33.2 | 3,016 ^h | 147 | 11.1 | 22.9 | 117.2 | 79.0 | 35.0 | 4,392 ⁱ |
| Guanshan | 98 | 20.5 | 18.0 | 78.2 | 81.4 | 34.0 | 3,464 ^g | 160 | 19.3 | 22.4 | 83.8 | 91.3 | 28.6 | 4,989 ^g |
| Fuli | 102 | 24.2 | 18.1 | 85.2 | 84.5 | 33.0 | 6,024 ^b | 152 | 15.7 | 20.9 | 96.4 | 92.9 | 28.6 | 6,296 ^b |
| Yanping | 104 | 23.9 | 17.2 | 79.2 | 88.8 | 31.2 | 6,248 ^a | 158 | 18.9 | 21.9 | 85.9 | 92.5 | 28.8 | 5,677 ^e |
| Guangfu | 102 | 17.4 | 17.1 | 90.0 | 90.7 | 31.2 | 4,176 ^e | 157 | 14.8 | 22.0 | 90.2 | 94.3 | 28.7 | 5,829 ^e |
| Beinan | 84 | 19.6 | 19.3 | 64.8 | 86.6 | 29.5 | 2,528 ⁱ | 114 | 17.2 | 23.1 | 74.9 | 95.7 | 28.0 | 4,549 ^h |
| Daren | 82 | 18.3 | 15.8 | 94.2 | 81.0 | 26.0 | 3,856 ^f | 108 | 19.9 | 15.8 | 68.2 | 86.5 | 26.0 | 5,157 ^f |
| Tunglu 1 | 98 | 19.6 | 19.6 | 104.4 | 71.4 | 24.0 | 1,632 ^k | 118 | 14.2 | 21.3 | 120.9 | 87.6 | 22.5 | 5,741 ^d |
| Tunglu 2 | 90 | 21.1 | 16.2 | 93.6 | 75.6 | 26.0 | 4,512 ^d | 109 | 15.0 | 19.1 | 110.1 | 77.8 | 28.4 | 6,288 ^b |
| Tunglu 3 | 100 | 19.5 | 16.8 | 104.7 | 67.0 | 26.2 | 4,624 ^e | 122 | 16.1 | 20.0 | 119.3 | 79.3 | 26.9 | 6,965 ^a |

*PH: plant height PN: panicle number per hill PL: panicle length SN: spikelet number per panicle
GW: 1000-grain weight FR: fertility percentage Y: yield

**Means in the column followed by the same letters are not significantly different by LSD test($\alpha=0.05$).

三、旱田栽培模式

2014年以旱田方式進行試驗，調查參試材料之農藝性狀及產量。結果顯示，以條播方式播種，各品種(系)的種子發芽率及生長勢表現較差，均有發芽不整齊、分蘖數少、生長勢不一、稔實率差且產量低的現象；不同栽培稻中，以秈糯稻品系的株高較高，然穗數有較少的現象；其中泰源品系與大武品系的株高較高，分別為170 cm及166 cm；5個秈糯品系的穗數則介於3.1支~4.8支。在旱田栽培模式下，產量構成要素中以稔實率的表現最差，均在55.2%以下，其中，達仁品系僅有10.3%，進而影響產能的表現。產量調查顯示，秈稻品系的表現較差，介於924 kg/ha~1,824 kg/ha；秈糯稻品系的產量亦不高，在1,518 kg/ha~2,618 kg/ha之間；參試材料中以稈稻的東陸2號最高，東陸3號居次，分別為4,048 kg/ha及3,454 kg/ha (表4)。由圖1發現，在陸稻整個生長期間其降雨量有普遍不足的現象，1~5月份的平均月降雨量均沒有超過95 mm，加上試驗田的蓄水池水源不足，嚴重影響營養生長期與生殖生長期植株正常的發育，應是造成產量偏低的主要因素。綜合農藝性狀及產量的表現發現，陸稻品種(系)中以東陸2號及東陸3號對於旱田栽培環境的適應性較佳，東陸1號與海端品系則次之。

表4. 參試14個陸稻品種(系)在旱田栽培模式之農藝性狀及產量表現

Table 4. The agronomic characters and yield of 14 upland rice varieties grown under upland culture in 2014

| Cultivar | PH* (cm) | PN (No.) | PL (cm) | SN (No.) | FR (%) | GW (g) | Y (kg/ha) |
|----------|-------------|-------------|------------|-------------|-----------|-----------|----------------------|
| Pinlan | 145 | 3.1 | 24.5 | 72.8 | 37.6 | 30.1 | 1,518 ^{i**} |
| Taiyuan | 170 | 3.7 | 26.5 | 100.5 | 42.9 | 30.0 | 1,914 ^f |
| Tonghe | 149 | 4.8 | 30.4 | 99.1 | 44.9 | 26.9 | 1,694 ^h |
| Dawu | 166 | 3.8 | 24.4 | 81.3 | 38.7 | 29.6 | 2,310 ^e |
| Haiduan | 120 | 3.7 | 23.8 | 101.1 | 55.2 | 32.6 | 2,618 ^d |
| Guanshan | 129 | 8.6 | 24.7 | 69.1 | 29.5 | 30.3 | 924 ^l |
| Fuli | 125 | 6.1 | 24.7 | 67.6 | 14.9 | 25.2 | 1,056 ^k |
| Yanping | 140 | 6.8 | 24.6 | 76.3 | 22.7 | 23.7 | 1,254 ^j |
| Guangfu | 133 | 7.5 | 27.3 | 81.7 | 29.7 | 25.4 | 1,848 ^g |
| Beinan | 139 | 5.6 | 29.4 | 107.0 | 14.0 | 24.4 | 924 ^l |
| Daren | 96 | 5.2 | 18.7 | 100.3 | 10.3 | 24.0 | 1,518 ⁱ |
| Tunglu 1 | 105 | 10.8 | 18.3 | 86.7 | 34.7 | 26.4 | 2,904 ^c |
| Tunglu 2 | 99 | 9.2 | 21.1 | 95.7 | 53.6 | 29.4 | 4,048 ^a |
| Tunglu 3 | 113 | 9.6 | 21.0 | 127.1 | 32.5 | 30.4 | 3,454 ^b |

*PH : plant height PN : panicle number per hill PL : panicle length SN : spikelet number per panicle
FR : fertility percentage GW : 1000-grain weight Y : yield

**Means in the column followed by the same letters are not significantly different by LSD test($\alpha=0.05$).

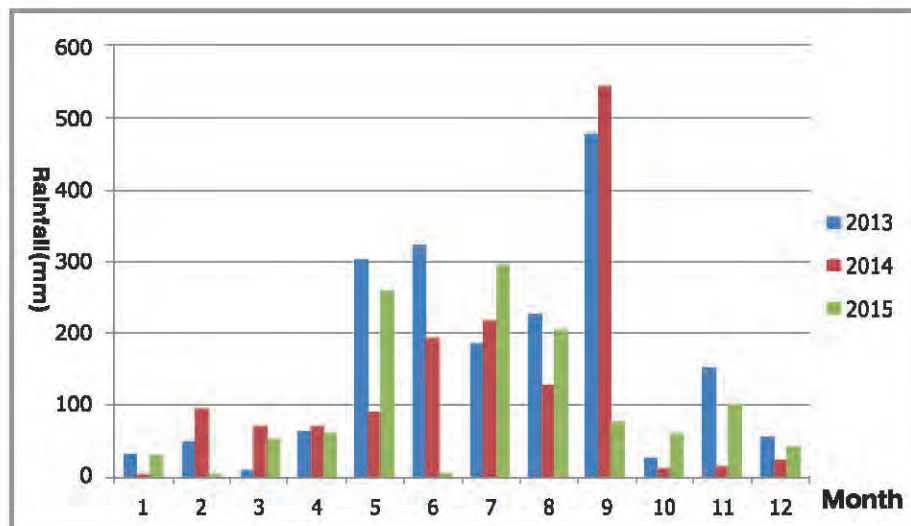


圖1. 臺東地區在2013年至2015年降雨量之月平均變化

Fig. 1. Diagram of monthly average rainfall during 2013-2015 at Taitung area.

四、節水栽培模式

2015年以水田方式進行節水栽培試驗，分別在最高分蘗期、幼穗形成期及抽穗期進行斷水處理，斷水後即不再供水，並以慣行法處理為對照，以期找出兼顧節水與產量的最佳陸稻管理模式。結果顯示，在最高分蘗期及幼穗形成期進行斷水處理，陸稻各品種(系)的株高均有較矮的現象，抽穗期斷水處理對株高的影響較不明顯；兩個期作均有相同的趨勢(表5)。由調查結果可以看出，秈糯稻品系之株高受缺水逆境的影響程度比秈稻及粳稻明顯，其中1期作以東河品系的株高減少情形較明顯，2期作則為海端品系，其株高約為對照處理的72%。

由表6的結果得知，陸稻產量的表現明顯受到缺水逆境的影響，越早斷水處理其產量減少的現象越顯著。5個粳稻品種(系)中除了卑南品系外，其產量均優於秈糯稻品系與秈稻品系，1期作以東陸3號的產量表現最佳，抽穗期斷水處理及對照區的產量分別為4,533 kg/ha及4,547 kg/ha；但若依減產的比例則以東陸2號最輕微，其處理1的產量為對照組的93.7%。調查資料發現，早期斷水處理對穗數及一穗粒數的影響較明顯，穗長、千粒重及稔實率等農藝性狀對於缺水逆境的反應在品種(系)間的表現不一。陸稻品種(系)在2期作產量的表現亦以粳稻較

表5. 節水栽培模式對參試14個陸稻品種(系)株高之影響

Table 5. Effect of irrigation ending treatment on plant height of 14 upland rice varieties grown in 2015

| Cultivar | 1st cropping season | | | | 2nd cropping season | | | |
|----------|---------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|
| | 1* | 2 | 3 | CK | 1 | 2 | 3 | CK |
| | (cm) | | | | (cm) | | | |
| Pinlan | 97.9 | 101.7 | 118.6 | 112.4 | 127.9 | 119.3 | 153.7 | 146.9 |
| Taiyuan | 98.0 | 102.4 | 120.7 | 122.2 | 121.1 | 115.0 | 161.8 | 147.2 |
| Tonghe | 106.2 | 118.7 | 131.0 | 135.5 | 131.6 | 124.1 | 165.3 | 158.8 |
| Dawu | 93.4 | 101.2 | 112.8 | 118.2 | 117.8 | 120.0 | 159.9 | 154.5 |
| Haiduan | 89.9 | 95.3 | 116.2 | 108.8 | 104.0 | 103.4 | 152.2 | 143.9 |
| Guanshan | 93.6 | 96.8 | 103.8 | 105.1 | 122.2 | 137.0 | 152.6 | 144.4 |
| Fuli | 95.5 | 104.1 | 108.5 | 112.5 | 115.0 | 126.4 | 159.2 | 162.4 |
| Yanping | 96.3 | 97.9 | 109.1 | 108.0 | 95.4 | 156.8 | 162.4 | 158.0 |
| Guangfu | 99.1 | 101.9 | 108.9 | 111.2 | 131.4 | 125.9 | 157.6 | 159.2 |
| Beinan | 78.6 | 82.4 | 95.7 | 92.4 | 106.9 | 112.1 | 122.3 | 125.1 |
| Daren | 82.5 | 87.6 | 99.8 | 105.3 | 90.2 | 91.4 | 107.4 | 106.9 |
| Tunglu 1 | 108.4 | 107.5 | 112.5 | 112.3 | 108.0 | 101.3 | 112.7 | 114.8 |
| Tunglu 2 | 85.2 | 90.0 | 101.4 | 98.2 | 97.7 | 97.9 | 106.0 | 108.9 |
| Tunglu 3 | 97.7 | 93.5 | 109.6 | 117.1 | 105.7 | 106.9 | 111.2 | 119.2 |

*1 : irrigation ending at the maximum tillering stage 2 : irrigation ending at the panicle initiation stage
3 : irrigation ending at the heading stage CK : non-irrigation ending

佳，其中對照組以東陸3號的產量最高，為4,027 kg/ha，但其處理1的產量表現僅為1,747 kg/ha，減產達56.6%，主要由於穗數及稔實率減少所致。關山、富里、延平及光復等4個秈稻品系的產量受生育初期斷水逆境的影響，造成植株乾枯或為無效分蘖。秈糯稻品系在生育初期對缺水逆境亦較為敏感，最高分蘖期斷水處理其產量約為對照組的0~37.4%。

由氣象資料顯示，在試驗處理期間3~6月份的降雨量分別為54.5 mm、63.5 mm、262 mm及5.5 mm，9~11月份的降雨量分別為78.5 mm、62.0 mm及102.5 mm，而1期作進行不同生育期斷水處理分別在3月12日、4月3日及4月27日；2期作則為9月2日、9月16日及10月4日，推測生育後期斷水處理減產的程度較輕微，除了產量構成要素外，亦可能與5月份及11月份的降雨量有關。

表6. 節水栽培模式對參試14個陸稻品種(系)產量之影響

Table 6. Effect of irrigation ending treatment on yield of 14 upland rice varieties grown in 2015

| Cultivar | 1st cropping season | | | | 2nd cropping season | | | |
|----------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 1* | 2 | 3 | CK | 1 | 2 | 3 | CK |
| | (kg/ha) | | | | (kg/ha) | | | |
| Pinlan | 1,187 ^{c**} | 1,187 ^c | 1,747 ^b | 1,853 ^a | 893 ^c | 1,960 ^b | 2,787 ^a | 2,733 ^a |
| Taiyuan | 1,347 ^c | 1,200 ^d | 2,000 ^b | 2,107 ^a | 840 ^c | 1,747 ^b | 2,387 ^a | 2,248 ^a |
| Tonghe | 1,667 ^c | 1,693 ^c | 2,880 ^b | 3,120 ^a | - | 1,027 ^c | 2,453 ^b | 2,613 ^a |
| Dawu | 1,093 ^d | 1,240 ^c | 1,587 ^b | 1,773 ^a | 880 ^c | 1,773 ^b | 2,467 ^a | 2,440 ^a |
| Haiduan | 1,547 ^c | 1,640 ^b | 2,067 ^a | 2,013 ^a | 453 ^c | 1,707 ^b | 2,253 ^a | 2,253 ^a |
| Guanshan | 1,413 ^d | 1,667 ^c | 2,187 ^b | 2,400 ^a | - | - | 2,307 ^a | 2,440 ^a |
| Fuli | 2,240 ^d | 2,560 ^c | 3,293 ^b | 3,653 ^a | - | - | 2,107 ^b | 2,693 ^a |
| Yanping | 2,000 ^d | 2,587 ^c | 3,187 ^b | 3,413 ^a | - | - | 2,533 ^b | 2,987 ^a |
| Guangfu | 2,467 ^d | 2,867 ^c | 3,027 ^b | 3,467 ^a | - | - | 2,827 ^a | 2,773 ^a |
| Beinan | 1,080 ^c | 1,493 ^b | 2,000 ^a | 1,960 ^a | 1,573 ^c | 1,493 ^d | 2,640 ^b | 3,067 ^a |
| Daren | 3,227 ^c | 3,707 ^b | 4,973 ^a | 5,093 ^a | 1,187 ^d | 2,213 ^c | 2,880 ^b | 3,080 ^a |
| Tunglu 1 | 3,027 ^c | 2,973 ^c | 3,400 ^b | 3,987 ^a | 1,467 ^c | 2,613 ^b | 2,573 ^b | 2,693 ^a |
| Tunglu 2 | 3,973 ^c | 4,147 ^b | 4,280 ^a | 4,240 ^a | 1,787 ^c | 3,480 ^b | 3,387 ^b | 3,653 ^a |
| Tunglu 3 | 3,640 ^c | 4,040 ^b | 4,533 ^a | 4,547 ^a | 1,747 ^d | 2,680 ^c | 3,227 ^b | 4,027 ^a |

*the same as table 5.

**Means in the row of same cropping season followed by the same letters are not significantly different by LSD test($\alpha=0.05$).

討 論

在全世界的稻作耕地面積中，陸稻約佔12.7%^(13,14)，這些栽培區的土壤水分絕大部分來自於降水，由於生長季節降水不固定，水源供給受限制，使其無法發揮應有的生產潛能，產量普遍表現不佳。本研究蒐集陸稻品種(系)包含從臺東縣的達仁鄉、大武鄉以至於花蓮縣的富里鄉、光復鄉，共計14個材料進行試驗；然由於大部分品系的種原僅有一穗，囿於數量及發芽率問題，遂以水稻育苗方式進行繁殖及性狀調查。結果發現，陸稻秧苗的生長勢強，其秧苗高度約為水稻的150~220%；另在成熟期間調查植株根系及葉片生長，明顯看出陸稻的根系發達且較深，鬚根粗而長；生育期間的葉片長度及寬度均較水稻商業品種寬長。大部分參試材料的穗數介於5~16支之間；株高超過130 cm者1期作有5個品系，2期作則有8個品系。

臺灣陸稻的栽培為期甚早，主要種植於原住民部落之坡地，與小米同為當時主要的糧食作物。目前陸稻的品種均為1959年及1964年命名推廣的材料，種類不如水稻多，大部分品種具有分蘖性差、植株過高、容易倒伏與產量潛能不佳等缺點^(9,12)；在形態、生理上與水稻有些差異，尤其是米質部分差異更大，但一般在缺水狀況下才會明顯顯現出來^(1,3)。研究亦指出，陸稻根部較水稻發達，分布較深而且粗根比例較大，主根上產生均勻的細根，根冠較高，具有較高的滲透壓可以萃取較乾旱土壤的水分。而且陸稻的葉面積較大，葉片生長緩慢，表皮較厚，氣孔數較少，厚壁細胞較小，維管束與導管面積較大，而這些特性都與耐旱性較強有關^(1,3,4,8,15)。

陸稻栽培於水田即可視為水稻，若水稻有較強的耐旱能力種植於旱地，亦可成為陸稻，然陸稻水稻化抑或水稻陸稻化所呈現的現象，可能因不同品種的耐旱特性或耕作方式的改變而有不同的主張；因此，建立兩者的栽培資料可作為缺水時替代模式之考量⁽⁹⁾。本試驗將14個陸稻材料以水田栽培模式發現，各品種(系)的穗數在1期作約在14.0~24.2支，2期作為11.1~19.9支之間；但產量的表現不一，1期作的產量約在1,328 kg/ha~6,248 kg/ha，2期作則為3,280 kg/ha~6,965 kg/ha；各品種(系)的產量表現均以2期作較佳，不輸給一般水稻商業品種。研究亦指出，陸稻品種在澇水栽培下，其分蘖數表現並不亞於水稻栽培品種⁽¹⁰⁾；賴等(1998)以陸稻臺農選1號及臺農選2號種植於水田發現，2個陸稻品種在2期作的稻穀產量均優於1期作，與本試驗具有相同的結果。

植物在生長過程中遭受缺水逆境時，為了生存，其生理上及形態上會發生某種程度上的改變，以增加對缺水的適應能力；但缺水不僅影響作物產量，而且影響品質的表現⁽⁹⁾。本研究將陸稻品種(系)採旱田方式進行調查，生育期間全賴自然降雨來補充水分，發現參試材料普遍發生穗數少、稔實率差及產量偏低等現象，但一穗粒數與千粒重則不受缺水的影響。其中，除了東陸2號與東陸3號的產量較高外，其餘12個品種(系)的產量表現均低於3,000 kg/ha，其原因主要由於缺水逆境導致穗數較少

及碾實率低所造成。此項調查結果與學者認為大部分陸稻品種具有產量潛能不佳等缺點的想法一致^(9,12)。張與楊(2005)提出，陸稻若要獲得較高產量，生育期間須維持高氣溫、多日照、高濕度及常有驟雨的天候狀態較適宜；影響陸稻豐歉之主要氣象因素為分蘖盛期之降雨量，然抽穗期間的降雨對陸稻收量亦有助益，抽穗期前後20天的降雨量與產量具有高度正相關。目前臺東地區種植陸稻的農友大都採取一年一作的方式，且以2期作為主，應與其生長環境及產量潛能表現有關。

目前臺灣的農業用水並不充裕，常常發生水田採取輪灌的方式以調節用水，因此，採行節水栽培方式為因應缺水的調整方法之一^(2,6)。本試驗在兩個期作分別在不同生育期進行節水栽培試驗，結果顯示，在生育初期進行斷水處理者，株高的生長發育明顯受到缺水逆境的影響；而越早進行斷水處理者對於產量的影響越顯著，各參試材料的產量均以生育初期斷水處理者較低，期作間則以2期作的產量受缺水的影響較明顯。一般而言，有限生長期(determinate growth type)作物以花芽分化期及開花期對缺水最敏感，種子或果實形成期次之⁽⁵⁾。研究亦指出，在水稻分蘖期進行節水灌溉，當灌溉期距越長對產量的影響越明顯⁽⁷⁾。節水灌溉處理會降低參試品種的產量及株高，降低的幅度以水稻品種較陸稻嚴重；陸稻品種則因期作不同反應不一，但第一期作減少的幅度大於第二期作⁽¹⁰⁾。丁等(2009)提出，節水灌溉處理會降低第一期作陸稻參試品種的稔實率及第二期作穗數的表現。由本試驗的研究顯示，陸稻的株高及產量表現明顯受到節水栽培的影響，至於期作間受影響的程度則有不同的看法。

水稻、陸稻各品種之耐旱特性、米質及產量間皆呈現差異，同一個栽培模式是否適用於所有的栽培稻，可能需視不同品種對水分逆境的適應能力而定。由試驗結果顯示，陸稻品種(系)在水田栽培方式下，以秈稻的富里、延平品系的產能表現較佳，稈稻東陸2號及東陸3號次之；旱田及節水栽培模式則以稈稻的東陸2號與東陸3號對於缺水逆境的適應能力較佳。這些品種(系)應可作為水稻育種的親本材料，若能將陸稻的耐旱遺傳特性轉移融合於水稻，對於水稻的灌溉需求量勢必發生極大的改變，亦可作為因應未來水資源的日漸缺乏及提高農業灌溉水的經濟效益另一種選擇。

參考文獻

1. 丁文彥。2009。陸稻在節水栽培上的利用。臺東區農業專訊68：7-11。
2. 丁文彥、黃秋蘭、江瑞拱。2009。節水灌溉栽培模式對水稻與陸稻生育及產量之影響。臺東區農業改良場研究彙報 19：1-15。
3. 江瑞拱。2004。陸稻及其展望。農藥世界雜誌 248：58-62。
4. 江瑞拱。2017。稻之手札。再版，46-48。臺東：行政院農業委員會臺東區農業改良場。
5. 朱德民。1990。植物與環境逆境。初版，13-64。臺北：國立編譯館。
6. 張芳銘、楊純明。2005。水稻節水栽培之可行性探討(三)臺灣水資源之特性及乾旱因應作法。農業試驗所技術服務 62：1-5。
7. 陳清田、陳錦嬌、溫英煌、劉景平。1998。乾旱時期節水灌溉對水稻生育產量影響之研究。嘉義技術學院學報 56：39-50。
8. 楊純明。2005。水稻節水栽培之可行性探討(四)陸稻的利用。農業試驗所技術服務 63：1-5。
9. 潘昶儒。2010。花蓮區珍貴多樣化的陸稻資源。花蓮區農業專訊73：6-8。
10. 賴明信、楊純明、郭益全。1995。水稻與陸稻在水田栽培下期作間之生長及產量之差異。中華農業研究44(4)：379-390。
11. 賴明信、楊純明、郭益全。1998。土壤缺水對水稻與陸稻期作間產量之影響(一)生長與產量之差異。中華農業研究47(2)：95-107。
12. Chang, T. T., G. C. Loresto, J. C. O'Toole, and J. L. Armenta-Soto. 1982. Strategy and methodology of breeding rice for drought prone areas. In "Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice", 217-244. IRRI, Los Baños, Philippines.
13. Ekanayake, I. J., P. L. Steponkus, and S. K. De Datta. 1990. Sensitivity of pollination to water deficits at anthesis in upland rice. *Crop Sci.* 30:310-315.
14. Mutert, E. and T. H. Fairhurst. 2002. *Better Crops International* 15:12-17.
15. Passioura, J. B. 1982. The role of root system characteristics in the drought resistance of crop plants. In "Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice", 71-82. IRRI, Los Baños, Philippines.

Effect on the Growth and Yield of Upland Rice among the Different Cultural Models

Wen-Yen Ting¹

Abstract

To establish the suitable cultural model of upland rice, we used 14 varieties(lines) under lowland,upland and saving irrigation model in the first cropping season and the second cropping season at Taitung area. Analysis the grain appearance and amylose content, it showed that these 14 materials could divided 3 groups, including 5 Japonica rice, 4 Indica rice and 5 Indica glutinous rice. Comparison among the different cultural models, we found that the plant height, panicle length and yield of the second crop were higher than the first crop under lowland culture. Investigation the growth characters indicated that, all the varieties(lines) had fewer panicle numbers, fertility percentage and yield under the upland culture. Obviously, the normal irrigation treatment had higher plant height and yield than the saving irrigation, it indicated that the saving irrigation decreased the yield by water deficits, and the effect of water deficits in the second crop was stronger than the first crop.

Keywords: Upland rice, Culture models, Yield.

¹Associate Researcher and Chief of Taitung DARES, COA.