

紅豆不同落葉型品種間各生育期 落葉性之研究

周國隆¹、吳詩都²

摘 要

本研究目的在探討不同落葉型品種間各生育期落葉性之變異，以供雜交親本的選定及育種選拔上的參考。試驗結果顯示春作三種落葉型各生育期之落葉性均不會影響到單株莢重的累積，但單株莢果產量則以延遲落葉型較高，其次為提早落葉型，最低為正常落葉型，其原因是延遲落葉型之莢果充實速率較提早落葉型及正常落葉型為高。在品種方面，僅有提早落葉型之中國赤ささげ及曉大納言兩品種之生育期落葉性會影響單株莢重的累積，其原因是此二個品種受生育期落葉影響，其莢果充實速率較低及有效充實期較短的關係。秋作除了延遲落葉型外，正常落葉型及提早落葉型之生育期落葉性均會影響單株莢重的累積，而單株莢果產量以延遲落葉型較高，其次為正常落葉型，最低為提早落葉型，其原因是延遲落葉型之莢果充實速率較高及有效充實期較長的關係。在品種方面，有正常落葉型之早生大粒品種及提早落葉型之圓葉 64 號及曉大納言兩品種之生育期落葉性會影響單株莢重的累積，其原因是早生大粒品種因受生育期落葉影響，其莢果充實速率較低及有效充實期較短，而圓葉 64 號及曉大納言兩品種則受生育期落葉影響，其莢果充實速率降低。

關鍵語：紅豆、延遲落葉型、正常落葉型、提早落葉型、莢果充實速率、有效充實期

前 言

紅豆 (Adzuki bean) 原產於中國喜馬拉雅山一帶，主要栽培區域局限於中國大陸、印度、朝鮮半島、日本及台灣等東亞地區，歐美地區栽培甚少 (大井和大橋, 1969; 千葉, 1980; 徐和陳, 1994)。國內紅豆栽培面積約 4,500 ~ 5,000 公頃，年產量為 9,000 ~ 11,000 公噸，為南部地區重要的秋作或秋裡作作物，以供應國內市場需要為主，僅有少部分製成豆餡外銷。目前紅豆栽

¹ 行政院農業委員會高雄區農業改良場助理研究員。

² 國立中興大學農藝學系教授。

培大多以豆類聯合收穫機採收，但在機械收穫過程中，植株成熟期之落葉性不佳，則會影響機具的運轉，且莖葉汁液會影響籽粒品質，並增加籽粒調製的成本（黃，1990；徐和陳，1994）。黃和賴（1989）指出紅豆成熟期落葉性不佳，採用機械收穫時，莖葉夾雜物重量百分率高達 7.6%，有時會因莖葉夾雜物過多而需停機清理，造成機械收穫處理之困擾，並且莖葉汁液會污染豆粒，收穫後之紅豆需再處理，增加籽粒調製的成本。因此成熟期落葉性是紅豆育種上的重要選拔指標，但往往成熟期落葉性佳的基因型產量低（周等，2003）。

一般都認為落葉現象與葉片老化有關，葉片之提早落葉，往往造成作物產量低落，但落葉與葉片老化是植物一種自然現象，亦是一種受遺傳控制現象（Thomas and Stoddart, 1980；Phillips *et al.*, 1984；Pierce *et al.*, 1984；古，1991）。在大豆中有報告指出落葉與老化有關，但對老化並不是必要的（Abu-Shakra *et al.*, 1978；Phillips *et al.*, 1984；Pierce *et al.*, 1984；古，1991）。古（1991）的研究報告指出，大豆延遲落葉基因型較正常落葉基因型之乾物質生產及種子產量上皆較高，其原因係因種子充實速率較高及具較長種子充實期。

紅豆品種間落葉型態除因品種不同有所差異外，亦受栽培環境的影響。有的品種在兩期作均呈現不落葉現象，有的品種於秋作成熟期時呈現落葉，但在春作則呈現不落葉現象（蔡等，1997）。一般紅豆秋作在 R5 莢果充實期時，葉片就開始黃化落葉，籽實在 R7 期可達到最大（反田，1957；中世古和後藤，1981；蔡，1982；中世古，1984；徐和陳，1994）。因此在種子充實期間，葉片生產減少及落葉時期太早，均會影響乾物質的分配，迫使種子充實期提早結束，也就造成產量無法提高（蔡，1982）。紅豆莢果充實期與充實速率雖然對產量有相當明顯的正效應，但兩者之間却又經常出現負相關之情形。但品種及期作間差異亦會影響乾物質的分配，春作的產量減低與種子充實不良，並非供源（source）不足，而是由於積儲（sink）成分較差與分配效率降低所致（中世古，1984；蔡，1997）。本研究主要目的在探討不同期作下，紅豆不同落葉型品種間各生育期落葉性之變異及與產量的關係，以供雜交親本的選定及育種選拔上的參考。

材料與方法

一、田間試驗

一般紅豆秋作在籽粒開始發育（R5 期）時，葉片就開始老化落葉，因此本試驗以 R5 期（播種後 68 天）落葉為指標稱為正常落葉型，在 R5 期前落葉稱為提早落葉型，在 R5 期後落葉稱為延遲落葉型。由種原逢機

選取延遲落葉、正常落葉及提早落葉型各 4 個品種，共計 12 個品種為材料如表 1 所示。春作播種期為 89 年 2 月 19 日，秋作播種期為 89 年 10 月 8 日，田間採逢機完全區集設計 (RCBD)，四重複，每小區種植 60 株，行株距 30 ×15 公分，每公頃化學肥料(N-P₂O₅-K₂O)施用量為 60-60-60 公斤，其他栽培管理依一般慣行法。於開花期後每 7 天逢機採 5 株調查葉片數及莢果乾物重，成熟期逢機採 10 株調查落葉性及產量。

表 1. 紅豆三種不同落葉型之品種名稱

Table 1. Varieties of three leaf abscission genotypes in adzuki bean

Leaf abscission genotypes	Varietal names
落葉基因型	品種名稱
Delay leaf abscission 延遲落葉型	Red bamboo-a (紅竹豆-a)、Red bamboo-b (紅竹豆-b)、Taiwan local (台灣在來種)、Red bamboo-c (紅竹豆-c)。
Normal leaf abscission 正常落葉型	Shialin 2 (小林 2 號)、Early large seed (早生大粒)、Kaohsiung 6 (高雄 6 號)、Kaohsiung 7 (高雄 7 號)。
Early leaf abscission 提早落葉型	Ex.Geneva Ny-a、Round leaf 64 (圓葉 64 號)、Akatsukidainagon (曉大納言)、Chugoku red (中國赤ささげ)。

二、統計分析

調查所得數據依 Egli (1975) 之分析方法，依取樣時間，以莢果充實日數與莢果乾物重求其直線回歸方程式，此一直線回歸係數即為莢果充實速率 (pod filling rate; PFR)，並可估算其有效充實期 (effective filling period; EFP)，有效充實期 = 最大莢果乾物重 / 莢果充實速率。

結 果

一、不同落葉型在各生育期之落葉性與產量之關係

紅豆春、秋兩作三種不同落葉型在各生育期之葉片數及產量之變化如圖 1 所示。由圖 1 (a) 可知，春作三種不同落葉型在 R1 開花期 (播種後 40 天) 前之葉片數並無明顯差異，但 R1 開花期後隨著生育期增加而有明顯不同。提早落葉型 (ELA) 在 R6 綠熟期 (播種後 75 天) 後開始落葉，其單株莢重亦在 R6 綠熟期累積達到最高，莢果充實速率為 0.364

表 2. 紅豆春、秋兩作三種不同落葉型間之落葉時期、莢果最大時期、莢果充實速率、有效充實期及莢果產量

Table 2. Leaf abscission stage, pod largest stage, pod filling rate, effective filling period and pod weight per plant for three leaf abscission genotypes in spring and fall crops

Leaf abscission genotype	Leaf abscission stage	Pod largest stage	Pod filling rate (g/day/plant)	Effective filling period (day)	Pod weight per plant (g)
Spring crop					
DLA	R7	R7	0.435	37.6	16.3
NLA	R7	R7	0.330	34.9	11.5
ELA	R6	R6	0.364	36.0	13.1
Fall crop					
DLA	R6	R8	0.559	46.2	25.8
NLA	R5	R7	0.336	35.6	12.0
ELA	R3	R6	0.301	34.7	10.5

DLA : Delay leaf abscission NLA : Normal leaf abscission ELA : Early leaf abscission

秋作由圖 1 (b) 可知，三種不同落葉型在 R1 開花期（播種後 40 天）前之葉片數並無明顯差異，但 R1 開花期後隨著生育期增加而有明顯不同。延遲落葉型（DLA）品種雖然在 R6 綠熟期（播種後 75 天）後開始落葉，其單株莢重累積仍持續增加，在 R8 完熟期（播種後 89 天）累積達到最高，莢果充實速率為 0.559 g/day/plant，有效充實期為 46.2 天。正常落葉型（NLA）品種在 R5 期（播種後 68 天）後開始落葉，其單株莢重的累積受影響而增加緩慢，在 R7 黃熟期（播種後 82 天）累積達到最高，莢果充實數率為 0.336 g/day/plant，有效充實期為 35.6 天。提早落葉型（ELA）品種在 R3 期（播種後 54 天）後開始落葉，單株莢重的累積受影響而增加緩慢，在 R6 綠熟期累積達到最高，莢果充實速率為 0.301 g/day/plant，有效充實期為 34.9 天（表 2）。顯示秋作除了延遲落葉型之生育期落葉性不會影響單株莢重的累積外，其餘正常落葉型及提早落葉型之生育期落葉性則會影響單株莢重的累積，成熟期單株莢果產量以延遲落葉型之 25.8 公克較高，但成熟期單株葉片數為 37.0 片，落葉性差，其次為正常落葉型之 12.0 公克，成熟期單株葉片數為 7.9 片，落葉性中等，最低為提早落葉型之 10.5 公克，成熟期單株葉片數為 3.8 片，落葉性佳。

二、延遲落葉型不同品種在各生育期之落葉性與產量之關係

紅豆春、秋兩作延遲落葉型 4 個品種在各生育期之葉片數及產量之變化如圖 2 所示。由圖 2 (a) 可知，春作 4 個品種在 R1 開花期（播種後 40 天）前之葉片數，除了台灣在來種（TL）葉片數較多外，其餘 3 個品種並無明顯差異，但 R2（播種後 47 天）期後隨著生育期增加而有

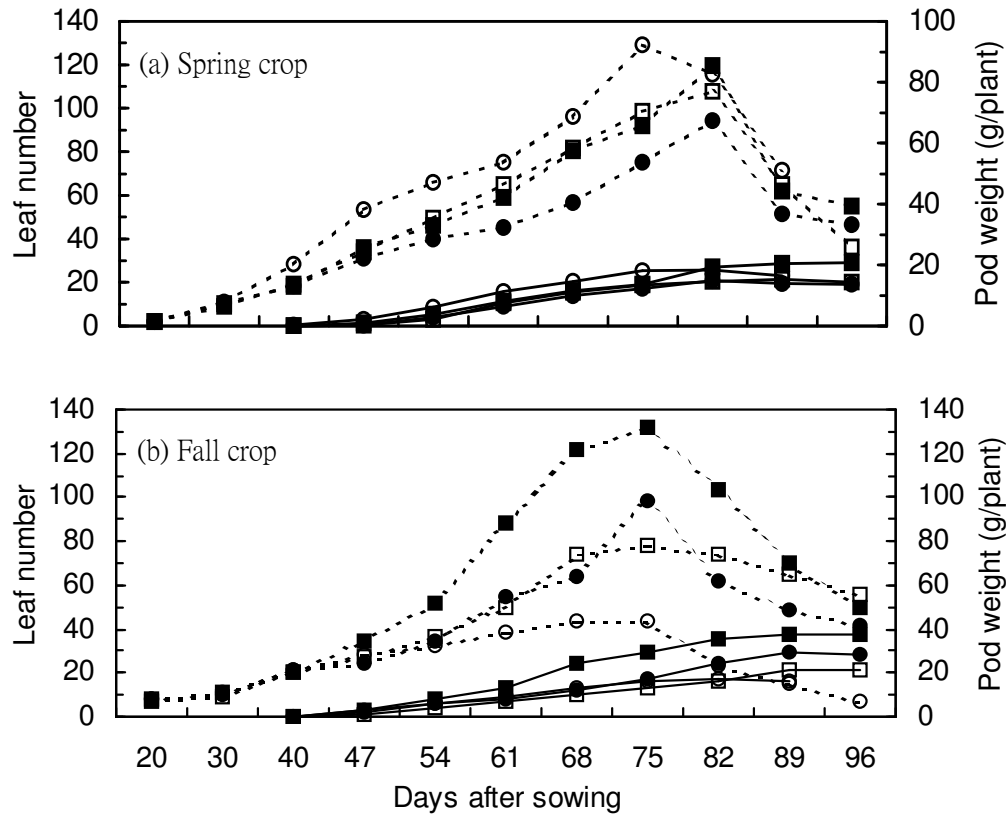


圖 2. 紅豆春、秋兩作延遲落葉型 4 個品種在各生育期之葉片數及莢果產量的變化
 Fig 2. Change in leaf numbers and pod weights per plant for 4 varieties of delay leaf abscission genotype during growth stages in spring and fall crops

■ Red bamboo-a ● Red bamboo-b ----- : Leaf numbers
 ○ Taiwan local □ Red bamboo-c _____ : Pod weights per plant

明顯不同。台灣在來種在 R6 綠熟期（播種後 75 天）後開始落葉，其單株莢重的累積持續增加，在 R7 黃熟期（播種後 82 天）累積達到最高，莢果充實速率為 0.483 g/day/plant，有效充實期為 34.0 天，其餘 3 個品種均在 R7 黃熟期後開始落葉，其中紅竹豆-b (RB-b) 品種之單株莢重的累積亦在 R7 黃熟期累積達到最高，另外 2 個品種則在 R8 完熟期（播種後 89 天）累積達到最高，莢果充實速率為 0.388~0.427 g/day/plant，有效充實期為 32.2~47.0 天（表 3）。顯示春作延遲落葉型 4 個品種之生育期落葉性均不會影響單株莢重的累積，成熟期單株莢果產量以紅竹豆-a (RB-a) 品種之 20.7 公克較高，其餘 3 個品種單株莢果產量為 13.8~16.4 公克，但此 4 個品種之成熟期單株葉片數為 36.3~71.4 片，落葉性均差。

表 3. 紅豆春、秋兩作延遲落葉型 4 個品種間之落葉時期、莢果最大時期、莢果充實速率、有效充實期及莢果產量

Table 3. Leaf abscission stage, pod largest stage, pod filling rate, effective filling period and pod weight per plant for 4 varieties of delay leaf abscission genotype in spring and fall crops

Variety	Leaf abscission stage	Pod largest stage	Pod filling rate (g/day/plant)	Effective filling period (day)	Pod weight per plant (g)
Spring crop					
RB-a	R7	R8	0.441	47.0	20.7
RB-b	R7	R7	0.427	32.2	13.8
TL	R6	R7	0.483	34.0	16.4
RB-c	R7	R8	0.388	37.0	14.4
Fall crop					
RB-a	R6	R8	0.768	48.3	37.1
RB-b	R6	R8	0.588	48.1	28.3
TL	R6	R7	0.433	37.8	16.4
RB-c	R6	R8	0.423	50.8	21.5

RB-a : Red bamboo-a RB-b : Red bamboo-b TL : Taiwan local RB-c : Red bamboo-c

秋作由圖 2 (b) 可知，4 個品種在 R1 開花期（播種後 40 天）前之葉片數並無明顯差異，但 R1 開花期後隨著生育期增加而有明顯不同。台灣在來種 (TL) 在 R6 期（播種後 75 天）後開始落葉，其單株莢重的累積仍持續增加，在 R7 黃熟期（播種後 82 天）累積達到最高，莢果充實速率為 0.433 g/day/plant，有效充實期為 37.8 天，其餘 3 個品種均在 R6 綠熟期（播種後 75 天）後開始落葉，其單株莢重的累積亦均持續增加，在 R8 完熟期（播種後 89 天）累積達到最高，莢果充實速率為 0.423~0.768 g/day/plant，有效充實期為 48.1~50.8 天（表 3）。顯示秋作延遲落葉型 4 個品種之生育期落葉性均不會影響單株莢重的累積，成熟期單株莢果產量除了台灣在來種之 16.4 公克較低，單株葉片數為 7.0 片，成熟期落葉性中等外，其餘 3 個品種之單株莢果產量為 21.5~37.1 公克，成熟期單株葉片數 42.1~56.2 片，落葉性均差。

三、正常落葉型不同品種在各生育期之落葉性及產量之關係

紅豆春、秋兩作正常落葉型 4 個品種在各生育期之葉片數及產量之變化如圖 3 所示。由圖 3 (a) 可知，春作 4 個品種在 R1 開花期（播種後 40 天）前之葉片數，並無明顯差異，但 R1 開花期後隨著生育期增加

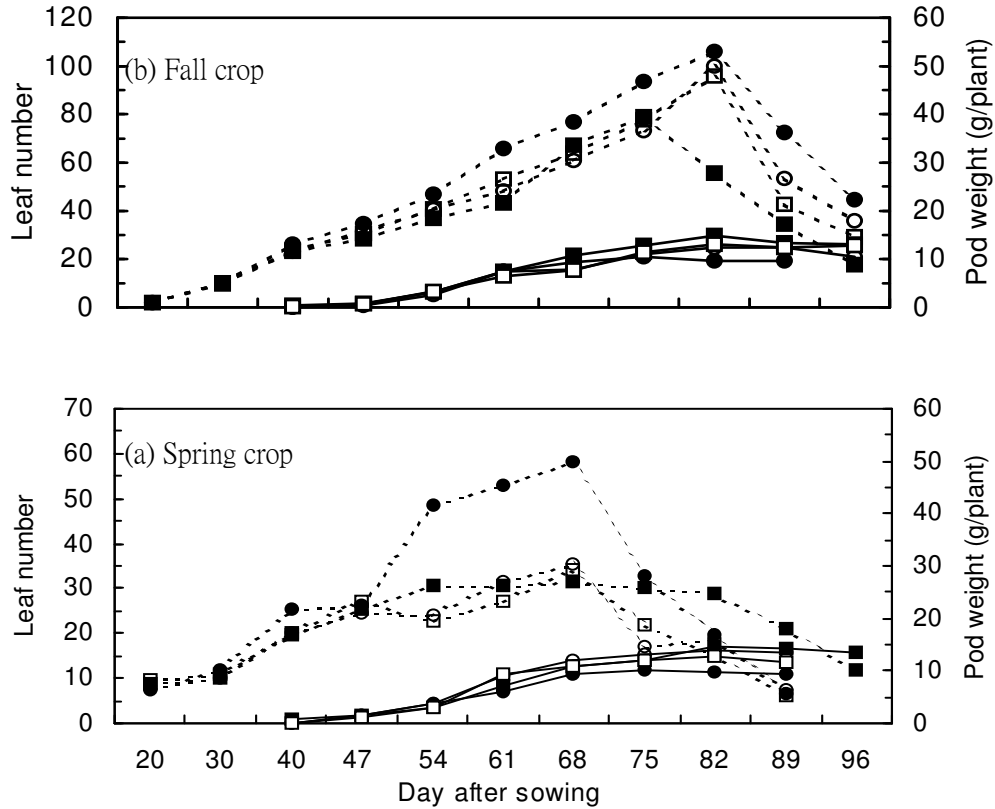


圖 3. 紅豆春、秋兩作正常落葉型 4 個品種在各生育期之葉片數及莢果產量的變化
 Fig 3. Change in leaf numbers and pod weights per plant for 4 varieties of normal leaf abscission genotype during growth stages bean, in spring and fall crops

- Shialin 2
- Early large seed
- Kaohsiung 6
- Kaohsiung 7
- : Leaf numbers
- _____ : Pod weights per plant

而有明顯不同。小林 2 號 (SL2) 在 R6 綠熟期 (播種後 75 天) 後開始落葉, 其單株莢重的累積仍持續增加, 在 R7 黃熟期 (播種後 82 天) 累積達到最高, 莢果充實速率為 0.384 g/day/plant, 有效充實期為 33.9 天, 其餘 3 個品種在 R7 黃熟期後開始落葉, 其單株莢重的累積亦在 R7 黃熟期累積達到最高, 莢果充實速率為 0.282~0.330 g/day/plant, 有效充實期為 32.4~38.8 天 (表 4)。顯示春作正常落葉型 4 個品種之生育期落葉性均不會影響單株莢重的累積, 成熟期單株莢果產量以小林 2 號之 13.0 公克及高雄 7 號 (KS7) 之 12.8 公克較高, 其次為高雄 6 號 (KS6) 及早生大粒種 (ELS), 其單株莢果產量分別為 10.5 及 9.7 公克, 但此 4 個品種之成熟期單株葉片數為 17.7~44.5 片, 落葉性均差。

表 4. 紅豆春、秋兩作正常落葉型 4 個品種間之落葉時期、莢果最大時期、莢果充實速率、有效充實期及莢果產量

Table 4. Leaf abscission stage, pod largest stage, pod filling rate, effective filling period and pod weight per plant for 4 varieties of normal leaf abscission genotype in spring and fall crops

Variety	Leaf abscission stage	Pod largest stage	Pod filling rate (g/day/plant)	Effective filling period (day)	Pod weight per plant (g)
Spring crop					
SL2	R6	R7	0.384	33.9	13.0
ELS	R7	R7	0.282	34.4	9.7
KS6	R7	R7	0.324	32.4	10.5
KS7	R7	R7	0.330	38.8	12.8
Fall crop					
SL2	R5	R7	0.360	37.4	13.5
ELS	R5	R6	0.315	29.9	9.8
KS6	R5	R7	0.374	35.8	13.4
KS7	R5	R7	0.342	34.0	11.6

SL2 : Shialin 2 ELS : Early large seed KS6 : Kaohsiung 6 KS7 : Kaohsiung 7

秋作由圖 3 (b) 可知，4 個品種在 R1 開花期前之葉片數已有明顯差異。早生大粒 (ELS) 在 R5 期 (播種後 68 天) 後開始落葉，其單株莢重的累積受影響而增加緩慢，在 R6 綠熟期 (播種後 75 天) 累積不再增加，莢果充實速率為 0.315 g/day/plant，有效充實期為 29.9 天，其餘 3 個品種在 R5 期 (播種後 68 天) 後開始落葉，其單株莢重的累積仍持續增加，在 R7 黃熟期 (播種後 82 天) 累積達到最高，莢果充實速率為 0.342~0.374 g/day/plant，有效充實期為 34.0~37.4 天 (表 4)。顯示秋作正常落葉型的品種，除了早生大粒品種之生育期落葉性會影響單株莢重的累積外，其餘 3 個品種之生育期落葉性均不會影響單株莢重的累積，成熟期單株莢果產量以小林 2 號 (SL2) 之 13.5 公克較高，但成熟期單株葉片數為 11.8 片，落葉性差，其餘 3 個品種之單株莢果產量為 9.8~13.4 公克，成熟期單株葉片數為 6.0~7.3 片，落葉性中等。

四、提早落葉型品種在各生育期之落葉性與產量之關係

紅豆春、秋兩作提早落葉型 4 個品種在各生育期之葉片數及產量之變化如圖 4 所示。由圖 4 (a) 可知，春作 4 個品種在 R1 開花期 (播種後 40 天) 前之葉片數，並無明顯差異，但 R1 期後隨著生育期增加而有明顯不同。中國赤ささげ (CR) 及曉大納言 (AD) 兩品種分別在 R4 期 (播種後 61 天) 及 R5 期 (播種後 68 天) 後開始落葉，其單株莢重的累積因受落葉影響而增加緩慢，在 R6 綠熟期 (播種後 75 天) 後不再增加，莢果充實速率分別為 0.371 及 0.344 g/day/plant，有效充實期分別為 29.5

及 28.8 天，而 Ex. Geneva Ny-a (EGN-a) 及圓葉 64 號 (RL64) 兩品種均在 R6 綠熟期後開始落葉，其單株莢重的累積仍持續增加，在 R7 黃熟期（播種後 82 天）累積達到最高，莢果充實速率分別為 0.374 及 0.453 g/day/plant，有效充實期分別為 32.0 及 43.1 天（表 5）。顯示春作提早落葉型 4 個品種中，中國赤ささげ及曉大納言兩品種之生育期落葉性會影響單株莢重的累積，其餘 2 個品種之生育期落葉性則不會影響單株莢重的累積，成熟期單株莢果產量以圓葉 64 號之 19.6 公克及 Ex. Geneva Ny-a 品種之 12.0 公克較高，但成熟期單株葉片數為 20.2~23.4 片，落葉性均差，其次為中國赤ささげ品種，其單株莢果產量為 10.9 公克，成熟期單株葉片數為 0 片，落葉性佳，最低為曉大納言品種，其單株莢果產量為 9.9 公克，成熟期單株葉片數為 11.8 片，落葉性中等。

秋作由圖 4 (b) 可知，4 個品種在 R1 開花期前之葉片數已有明顯差異。4 個品種均在 R3 期（播種後 54 天）後開始落葉，其中圓葉 64 號 (RL64) 及曉大納言 (AD) 之單株莢重的累積因受落葉影響而增加緩慢，在 R6 綠熟期（播種後 75 天）後不再增加，莢果充實速率分別為 0.285 及 0.231 g/day/plant，有效充實期分別為 32.5 及 38.3 天，而 Ex. Geneva Ny-a (EGN-a) 及中國赤ささげ (CR) 兩品種之單株莢重的累積仍持續增加，亦在 R6 綠熟期累積達到最高，莢果充實速率分別為 0.343 及 0.356 g/day/plant，有效充實期分別為 32.7 及 35.2 天（表 5）。顯示秋作提早落葉型 4 個品種中，圓葉 64 號及曉大納言兩品種之生育期落葉性會影響單株莢重的累積，其餘 2 個品種之生育期落葉性則不會影響單株莢重的累積，成熟期單株莢果產量以中國赤ささげ品種之 12.5 公克及 Ex. Geneva Ny-a 品種之 11.2 公克較高，成熟期單株葉片數分別為 0 及 2.3 片，落葉性佳，其餘圓葉 64 號及曉大納言兩品種之單株莢果產量分別為 9.3 及 8.8 公克，成熟期單株葉片數分別為 5.3 及 7.6 片，落葉性中等。

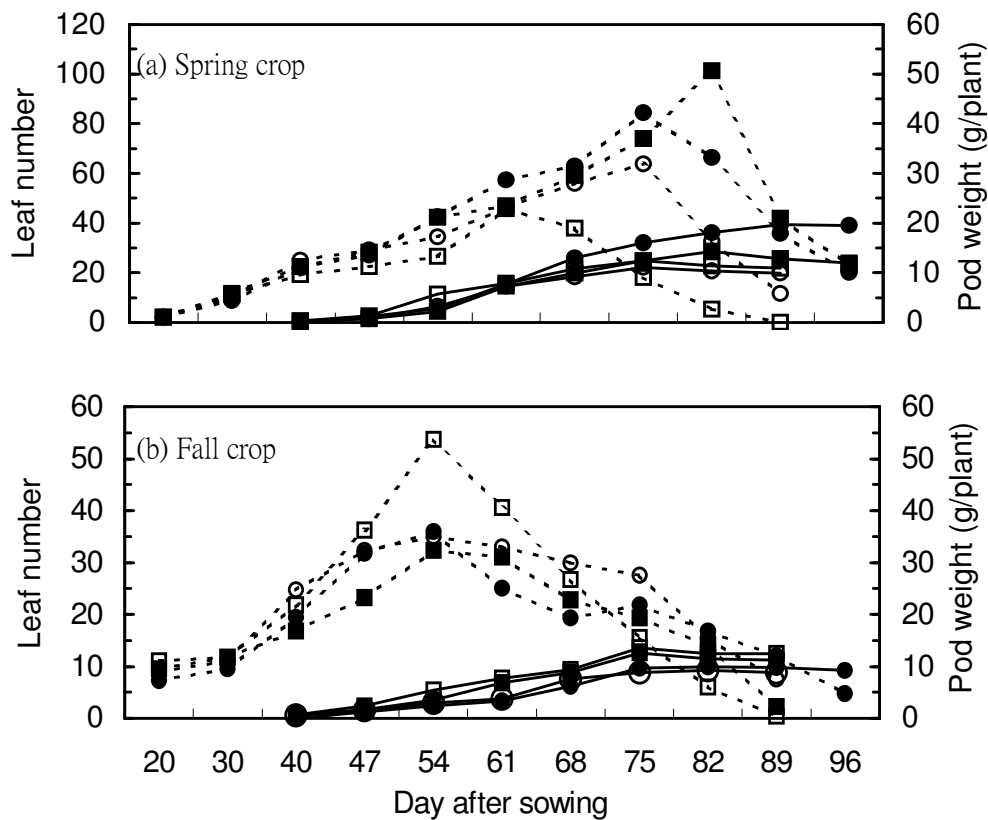


圖 4. 紅豆春、秋兩作提早落葉型 4 個品種在各生育期之葉片數及莢果產量的變化

Fig 4. Change in leaf numbers and pod weights per plant for 4 varieties of early leaf abscission genotype during growth stages in spring and fall crops

- Ex. Geneva Ny-a
- Round leaf 64
- Akatsukidainagon
- Chugoku red
- : Leaf numbers
- _____ : Pod weights per plant

表 5. 紅豆春、秋兩作提早落葉型 4 個品種間之落葉時期、莢果最大時期、莢果充實速率、有效充實期及莢果產量

Table 5. Leaf abscission stage, pod largest stage, pod filling rate, effective filling period and pod weight per plant for 4 varieties of early leaf abscission genotype in spring and fall crops

Variety	Leaf abscission stage	Pod largest stage	Pod filling rate (g/day/plant)	Effective filling period (day)	Pod weight per plant (g)
Spring crop					
EGN-a	R6	R7	0.374	32.0	12.0
RL64	R6	R7	0.453	43.1	19.6
AD	R5	R6	0.344	28.8	9.9
CR	R4	R6	0.371	29.5	10.9
Fall crop					
EGN-a	R3	R6	0.343	32.7	11.2
RL64	R3	R6	0.285	32.5	9.3
AD	R3	R6	0.231	38.3	8.8
CR	R3	R6	0.356	35.2	12.5

EGN-a : Ex.Geneva Ny-a RL64 : Round leaf 64 AD : Akatsukidainagon CR : Chugoku red

討 論

落葉是植物一種自然現象，不僅受到環境因子之影響，亦受遺傳因子控制 (Thomas and Stoddart, 1980; 古, 1991)。一般都認為落葉現象與葉片老化有關，葉片之提早落葉，往往造成作物產量低落，而紅豆亦有相同趨勢，成熟期落葉性佳的基因型產量低 (周等, 2003)。因此要育成落葉性佳及產量高的紅豆品種，必須先瞭解不同落葉型品種間在各生育期落葉性與產量之關係。

紅豆開花以後，營養器官的乾重急速增加，此時營養生長與生殖生長重疊並行，無法明確地劃分此兩種生長，而紅豆生育期在始花後 17 天為生長臨界點，營養生長與生殖生長有較明顯的改變，在 R5 莢果充實期時，葉片就開始黃化落葉，籽實在 R7 期可達到最大 (反田, 1957; 中世古和後藤, 1981; 中世古, 1984; 蔡, 1982; 徐和陳, 1994)。因此在種子充實期間，葉片生產減少及落葉時期太早，均會影響乾物質的分配，迫使種子充實期提早結束，也就造成產量無法提高 (蔡, 1982)。本試驗以秋作 R5 期落葉為指標稱為正常落葉型，在 R5 期前落葉稱為提早落葉型，在 R5 期後落葉稱為延遲落葉型。由試驗結果可以看出，春作三種落葉型之落葉始期均在單株莢重累積達到最高之後，此時葉片脫落即供源 (source) 改變，莢果充實速率及有效充實期並不受影響。顯示春作三種不同落葉型之生育期落葉性均不會影響單株莢重的累積，單株莢果產量以延遲落葉型較高，其次為提早落葉型，最低為正

常落葉型，其原因是延遲落葉型之莢果充實速率較提早落葉型及正常落葉型為高，此結果亦顯示充實速率與莢果的關係，似乎較有效充實期來得密切，但此三種落葉型之成熟期落葉性均差。秋作三種落葉型之落葉始期雖均在單株莢重累積達到最高之前，除了延遲落葉型在單株莢重累積達到最高時期之葉片數仍有 47.8 片，仍有足夠葉片進行光合作用，因此其莢果充實速率較高及有效充實期較長，並不會影響單株莢重的累積外，其餘正常落葉型及提早落葉型之生育期落葉性則會影響單株莢重的累積，因此單株莢果產量以延遲落葉型較高，但成熟期落葉性差，其次為正常落葉型，成熟期落葉性中等，最低為提早落葉型，但成熟期落葉性佳。

在品種方面，春作僅有提早落葉型之中國赤ささげ及曉大納言兩品種之生育期落葉性會影響單株莢重的累積，其原因是此兩品種在 R4 期（播種後 61 天）及 R5 期（播種後 68 天）即開始落葉，導致葉片光合能力降低而影響莢果充實，造成莢果充實速率及有效充實期較低。秋作有正常落葉型之早生大粒及提早落葉型之圓葉 64 號及曉大納言兩品種之生育期落葉性會影響單株莢重的累積，其原因是早生大粒品種因受生育期落葉影響，其莢果充實速率降低及有效充實期較短，而圓葉 64 號及曉大納言兩品種則受生育期落葉影響，其莢果充實速率降低。

綜合以上試驗結果，延遲落葉型雖然其產量較高，但成熟期落葉性差，不適合目前豆類聯合收穫機採收，因此在進行紅豆育種選拔時，可能必須從正常落葉型及提早落葉型中選拔產量較高的品種，方能兼顧產量及成熟期落葉性，另外在選拔時應考慮期作間對落葉性所造成的差異。

參考文獻

- 1.古明萱. 1991. 大豆不同落葉基因型特性差異之生理與遺傳研究. 博士論文. 國立中興大學農藝學系。
- 2.周國隆、吳詩都、曾富生. 2003. 紅豆種原成熟期落葉性及其相關農藝性狀之研究. 中華農學會報 4(2): 176~188。
- 3.徐錦泉、陳庚鳳. 1994. 紅豆. 雜糧作物各論. II.油料類及豆類 P.1153-1226. 台灣區雜糧發展基金會成立廿週年紀念專輯之一。
- 4.黃明得. 1990. 栽培季節、品種及落葉劑對紅豆硬粒發生之影響. 中華農學會報新 151: 61-67。
- 5.黃明得、賴榮茂. 1989. 紅豆硬粒種子之研究. II.落葉劑對硬粒種子產生之影響. 高雄區農業改良場研究彙報 2: 14-20。
- 6.蔡秀隆. 1982. 禾根紅豆(*Phaseolus angularis*) 的生長分析. 科學發展月刊 10: 967-982。

- 7.蔡秀隆、戴國興、朱德民. 1997. 紅豆乾物質生產與分配在不同期作間之差異. 中華農業氣象 4: 27-33。
- 8.大井次三郎、大橋廣好. 1969. アジアのアズキ類. 植物研究雜誌 44: 29-31。
- 9.千葉一美. 1980. アズキの品種分化と育種. 育種學最近の進歩 21: 59-64。
- 10.反田嘉博. 1957. 小豆子實の發育について. 日作記 26: 45-46。
- 11.中世古公男、後藤寛治. 1981. 大豆、小豆、菜豆の生産生態に関する比較作物學的研究. 第4報 栽植密度を異にした場合における小豆の乾物生産. 日作記 50: 388-395。
- 12.中世古公男. 1984. 豆類の乾物生産特性に関する研究. 北海道大學農學部邦文紀要 14(2): 103-158。
- 13.Abu-Shakra, S. S., D. A. Phillips, and R. C. Huffaker. 1978. Nitrogen fixation and delayed leaf senescence in soybean. *Science* 199: 973-975.
- 14.Egli, D. B. 1975. Rate of accumulation of dry weight in seed of soybeans and its relationship to yield. *Can. J. Plant Sci.* 55: 215-219.
- 15.Phillips, D. A., R. O. Pierce, S. A. Edie, K. W. Foster, and P. F. Knowles. 1984. Delayed leaf senescence in soybean. *Crop Sci.* 24: 518-522.
- 16.Pierce, R. O., P. F. Knowles, and D. A. Phillips. 1984. Inheritance of delayed leaf senescence in soybean. *Crop Sci.* 24: 515-517.
- 17.Thomas, H., and J. L. Stoddart. 1980. Leaf senescence. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 31: 83-111.

Studies on growth stages for different leaf abscission genotypes in adzuki bean varieties

Kuo-Lung Chou¹ and Shu-Tu Wu²

Abstract

The main purposes of this research are to investigate the relationship between the different growth stages and seed production for 12 varieties of three leaf abscission genotypes for adzuki bean, in order to select cross parent and develop selection. The results were summarized as follows:

According to the timing of leaf abscission, delay leaf abscission (DLA), normal leaf abscission (NLA), and early leaf abscission (ELA) were discriminated. The accumulation of pod weight per plant is similar among three types of adzuki bean mentioned above no matter of developing stage in spring crop except for two ELA varieties, Chugoku red (CR) and Akatsukidainagon (AD). However, it was affected by the timing of leaf abscission in NLA and ELA genotypes in fall crop. Besides, DLA genotype has the highest pod yield per plant than the others in both crop seasons. It might bring about the higher of filling rate and the longer of filling period. Furthermore, the accumulation of pod weight per plant of Early large seed (ELS), a NLA variety, was decreased by lower of filling rate and shorter of filling period. On the other hand, its accumulation in two ELA varieties, Round leaf 64 (RL64) and Akatsukidainagon (AD), was only resulted from lower of filling rate.

Key words: adzuki bean, delay leaf abscission, normal leaf abscission, early leaf abscission, pod filling rate, effective filling period

¹ Assistant Researcher of Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, R.O.C.

² Professor, Department of Agronomy, National Chung-Hsing University, Taiwan.