

중간신육 직립형 동부의 파종기 이동에 따른 재배적 특성 변화

김동관^{1*}, 이경동², 임요섭³, 정정성⁴

¹전라남도농업기술원, ²동신대학교 한약재산업학과, ³순천대학교 생물환경학과, ⁴경상대학교 농학과

Effects of Sowing Date on Agronomic Characteristics of Intermediate-erect Type Cowpea

Dong-Kwan Kim^{1*}, Kyung-Dong Lee², Yo-Sup Rim³ and Jung-Sung Chung⁴

¹Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Naju 58213, Korea

²Department of Oriental Medicine Materials, Dongshin University, Naju 58245, Korea

³Department of Bio-Environmental Science, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea

⁴Department of Agronomy, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

Abstract - This study was investigated to find the effects of sowing time on growth and yields of cowpea grown in a southern region of South Korea. Experiments were carried out in Naju, Jeonnam Province (Latitude 35° 04' N, Longitude 126° 54' E) during 2013 and 2014. The intermediate-erect type strains used in this study were Jeonnam1 and Jeonnam2 (Okdang). Sowing time was performed between middle-April and middle-August at intervals of one month. The days from sowing to emergence was significantly higher in the middle-April sowing (12 days) time but there was no significant differences other sowing dates (5 to 3 days). The days from sowing to first flowering were shorter for sowing dates between middle-April and middle-July because sowing time was delayed and then were lengthened again at middle-August sowing; the days were longest at middle-April sowing (around 62 days) and were shortest at middle-July sowing (35 days). The days from first flowering to harvesting were short for the sowing dates between middle-April and middle-July (17 to 15 days) but were relatively long for middle-August sowing date (24 days). Stem length was relatively long for the middle-May and middle-June sowing dates. Peduncle length was relatively long for the middle-April sowing date. Main-stem node number was highest for the middle-July sowing. Branch number per plant was highest in the middle-April sowing. Seed yields were highest for the middle-April sown Jeonnam1 and the Jeonnam2 (Okdang) strains showing, 199 and 211 kg/10a, respectively, and then followed by sowing in middle-July, 191 and 195 kg/10a, respectively.

Key words - Cowpea, Intermediate-erect type, Sowing date

서 언

동부(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)는 콩보다 고온발아율이 높아 발아적온이 30~35 °C이고 45 °C에서도 발아하기도 하며 배축 신장도 빠르나 저온에 약하며, 생육 적온은 20~35 °C로서 27 °C 내외가 가장 알맞으며 고온에서도 잘 견디 45 °C의 높은 온도에서도 생존이 가능하다(Hyangmunsa, 2007). 더위와 가뭄 및 척박한 토양 등 불량한 조건에서도 잘 적응하는 작물이다(Kim *et al.*, 1983). 동부는 100 g 당 칼륨 1,573 mg, 인 381 mg,

칼슘 121 mg, 비타민 B1 0.68 mg, 비타민 B2 0.15 mg이 함유되고, 전분의 물리적 특성과 식감이 우수하여 예로부터 혼반, 송편의 소, 떡고물 등 다양하게 이용되고 있다(RDA, 2006). 이러한 장점들 때문에 동부를 이용한 지역특산물 중에서 모싯잎송편은 소비자 선호도가 높아 성장 추세에 있는 특산품이다. 또한 용도의 다양화를 위하여 동부 새싹채소의 폴리페놀 함량과 항산화 활성(Chon, 2013), 원료곡의 전처리 조건에 따른 동부나물 생산량과 성장반응(Kim *et al.*, 2013)에 대한 보고가 있다. 그러나 모싯잎송편 원료 중에서 쌀과 모시 잎은 완전 국산화가 가능하나 송편의 20~25% 가량 차지하는 동부는 대부분에 수입에 의존하고 있어 동부 국산화가 절실한 실정이다. 반면에 동부는 무

*교신저자: kms1996@korea.kr

Tel. +82-61-330-2533

Table 1. Chemical properties of soil in experimental field in 2013 and 2014

Year	pH (1:5)	O.M. (g/kg)	T-N (%)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. Cat.(cmol(+)/kg)			C.E.C (cmol(+)/kg)	E.C. (dS/m)
					K	Ca	Mg		
2013	5.9	31	0.20	328	0.54	6.50	1.81	13.26	0.620
2014	6.3	28	0.15	492	0.74	6.06	1.90	10.47	0.535

한화서로 식물체 영양상태가 양호하고 기온이 일정 수준 이상 유지될 때에는 여러 번 꽃이 피어 일시 수확이 곤란하다. 또한 국내에서는 재배 품종이나 자원이 무한 신육형이고 포복이거나 기어오름 초형이기(RDA, 2012) 때문에 대부분 지주를 설치하여 꽃꼬투리(간식용)로 생산되고 있다. 동부의 농업적 형질 특성에 대한 연구는 무한 신육형의 도입자원이거나 재래종만을 대상으로 생태반응과 수량구성요소 변화(Kim *et al.*, 1985), 수량에 관여하는 양적형질의 유전분석(Chang and Sung, 1979), 꼬투리와 종실의 등숙과 품질변화(Kim *et al.*, 1986b) 등이 보고되었다. 그리고 무한 신육형이고 생육량이 많은 동부 품종(계통)을 청예사료로 활용하기 위한 품종별 사료 생산성(Lee *et al.*, 1996), 인산 시용량 설정(Jin *et al.*, 1992), 옥수수와의 간작에서 사료의 수량성과 영양성분 변화(Lee, 1988a; Lee, 1988b) 등의 보고와 같이 종실용 동부 생산에 관한 연구는 미미하다. 최근에 육성한 중간 신육형 동부 계통의 파종기에 따른 형질 변화에 관한 연구는 하우스에서 파종기 이동이 생태변이, 생육특성, 수량구성요소 및 수량 변화(Kim *et al.*, 2014a)와 콤바인 수확 대면적 재배를 위한 최적 파종시기 및 재식밀도(Kim *et al.*, 2014b)로 한정되어 있어 좀 더 구체적인 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 신육형이 중간이고 직립 초형 계통인 전남1호와 전남2호(옥당)의 파종기 이동에 따른 생태반응, 생육특성 및 수량성 변화를 구명하고자 수행되었다.

재료 및 방법

시험재료, 재배법 및 기상자료

본 연구는 중간 신육형이고 직립 초형 동부 계통인 전남1호와 전남2호(옥당)(JARES, 2011)를 이용하여 전남 나주(위도 35° 3' N, 경도 126° 54' E)에서 2013년과 2014년에 실시하였다. 파종은 4월 중순부터 8월 중순까지 1개월 간격으로 흑색 P. E. 필름으로 멀칭하고 50×20 cm로 주당 4~5립씩 점파하여 2엽기에 주당 2개체씩 고정하였다. 시비방법은 10 a당 질소 3 kg, 인산 3 kg, 칼리 3.4 kg, 퇴비 1,000 kg을 경운 쇄토 전에 전량 기비로 사용하였다. 파종기에 따라 입모율, 병해충 피해정도 등의 차이

로 발생할 수 있는 부정적인 요인을 최소화하기 위해 각 파종기 다음날 관수하여 100% 입모 되도록 하였고, 4월 중순 파종구의 개화시부터 8월 중순 파종구의 성숙시까지 13~15일 간격으로 병해충방제를 실시하였다. 시험 전 토양이화학성은 Table 1과 같고, 동부 생육기간의 2013년, 2014년 및 기후표준평년값(1981~2010)의 순별 평균기온과 강수량 및 일조시간은 Fig. 1과 같으며 기상청(KMA, 2015)에서 제공한 광주지방기상청 측정값을 활용하였다.

생태반응

출현기는 파종 립수의 40%가 지표면 위로 출현한 날, 개화시는 2~3개체에서 꽃이 피기 시작한 날, 성숙시는 2~3개체에서 꼬투리가 성숙되기 시작한 날로 하였고, 이러한 형질 조사는 오전 10~11시를 기준으로 실시하였다. 출현일수는 파종에서 출현기까지 소요일수, 개화일수는 파종에서 개화시까지 소요일수로 나타냈다. 성숙일수는 파종에서 성숙시까지 소요일수로 나타냈다. 수확기는 1~3차로 구분하여 나타냈고, 생육기간은 파종에서 마지막 수확기까지의 소요일수로 나타냈다.

생육특성, 수량구성요소 및 수량

경장은 자엽절에서 주경의 선단까지 길이, 화경장은 주경에서 발생한 화경을 대상으로 측정하였다. 주경절수는 초생엽절부터 주경의 선단절까지 마디의 수, 분지수는 2개 이상의 절수를 갖는 분지의 수로 나타냈다. 개체당 협수는 불임협을 제외한 꼬투리수, 협당 립수는 불임립을 제외한 개체당 립수를 개체당 협수로 나누었고, 협장은 꼬투리의 기부에서 선단까지의 길이로 나타냈다, 백립중은 풍건한 완전립에 대해 3회 측정 후 평균값으로 구하였다. 이들 생육특성과 수량구성요소는 1차 수확기를 기준으로 조사하였다. 수량은 16 m²당 전체 종실수량을 1,000 m²로 환산하였다. 시험구는 시험계통별로 난괴법 3반복 배치하였고, 수집한 자료는 SAS program을 이용하여 α=0.05에서 DMRT (Duncan's multiple range test)에 의해 유의성을 검정하였다.

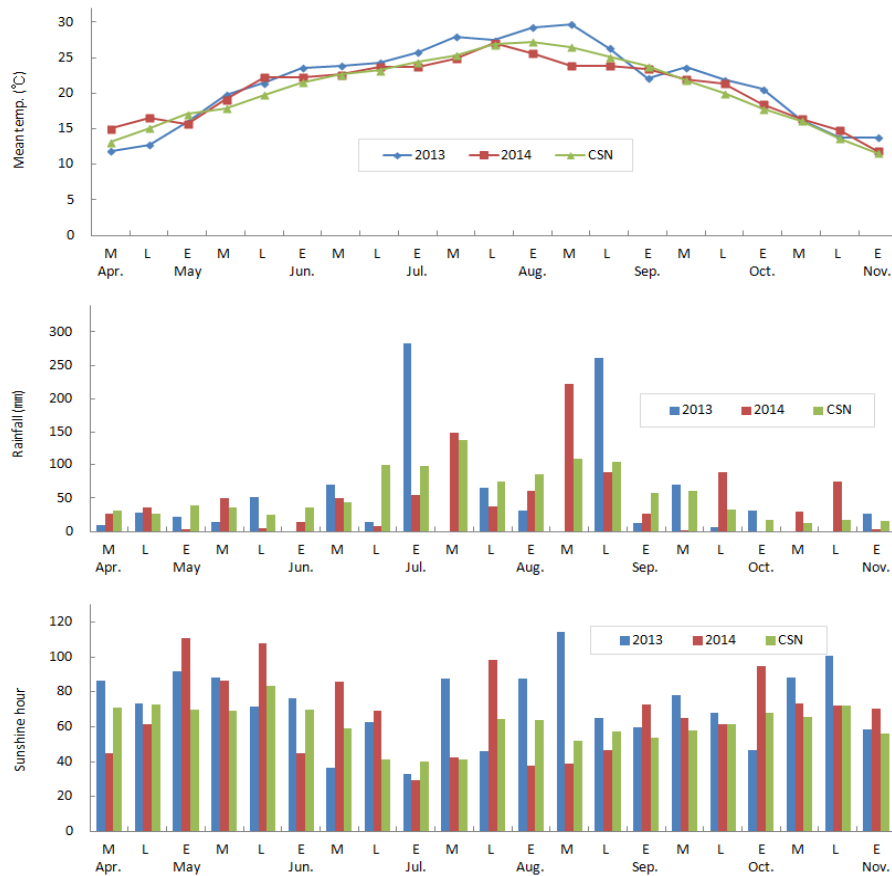


Fig. 1. Ten day average of daily mean air temperature, ten day accumulation of rainfall, and sunshine hour during the determinate-erect type cowpea growing seasons of 2013 to 2014. CSN is climatological standard normal.

결과 및 고찰

생태변이

2013년과 2014년에 신육형이 중간형이고 직립 초형 동부 계통인 전남1호와 전남2호(옥당)를 대상으로 4월 중순부터 8월 중순까지 1개월 간격으로 5회 파종하여 출현, 개화 및 등숙 등 생육 기간 변이를 검토하였다. 그 결과 Fig. 2와 같이 전남1호와 전남2호(옥당)가 유사하여 2014년에 품종보호출원한 전남2호(옥당)에 대해 결과를 분석하였다. 출현일수는 4월 중순 파종에서 12일, 5월 중순 파종에서 5일, 6월 중순부터 8월 중순까지 파종에서 3일로 파종 직후의 평균기온에 따라 차이가 있었다. 즉 Fig. 1과 같이 파종 직후의 평균기온이 12~15 °C (4월 중순 파종)에서 12일, 19~20 °C (5월 중순 파종)에서 5일, 22 °C (6월 중순부터 8월 중순 파종) 이상에서 3일이었다. 개화일수는 4월 중순 파종에서 62일로 가장 길었고, 5월 중순, 6월 중순 및 7월 중순 파종에서 각각 43, 38, 35일로 1개월 간격의 파종 지연에

따라 각각 19, 5, 3일 간격으로 짧아지다가 8월 중순 파종에서는 45일로 7월 중순 파종보다 10일 더 소요되어 다시 길어졌다. 이와 같은 개화일수의 변화와 Fig. 1의 평균기온과 일조시간을 고려할 때 파종 후 평균기온이 일조시간보다 개화에 영향이 큰 것으로 보인다. 개화시부터 성숙시까지의 소요일수는 4월 중순, 5월 중순, 6월 중순 및 7월 중순 파종에서는 각각 16, 17, 15, 16일로 유사하였고, 8월 중순 파종에서는 24일로 가장 길어 등숙기의 평균기온에 반비례하는 경향이 있었다. 무한 신육형 반직립 넝쿨 초형인 서원동부(Kim *et al.*, 1986a)를 5월 20일에 파종하였을 때 개화 16일 후에 성숙되고(Kim *et al.*, 1986b), 무한 신육형 포복 초형인 중원재래종과 VITA#5 (도입종)을 5월 상순부터 8월 하순 범위에서 파종시기를 지연할수록 개화와 성숙시까지의 소요일수가 단축된다고(Kim *et al.*, 1985) 보고하였다. 이상의 보고뿐만 아니라 본 연구의 생육 기간 변이 결과를 고려할 때 등숙기에 평균기온이 낮을수록 등숙일수가 길어지는 경향이었으나 평균기온이 상대적으로 높은 시기에도 1~2일만 단축되는

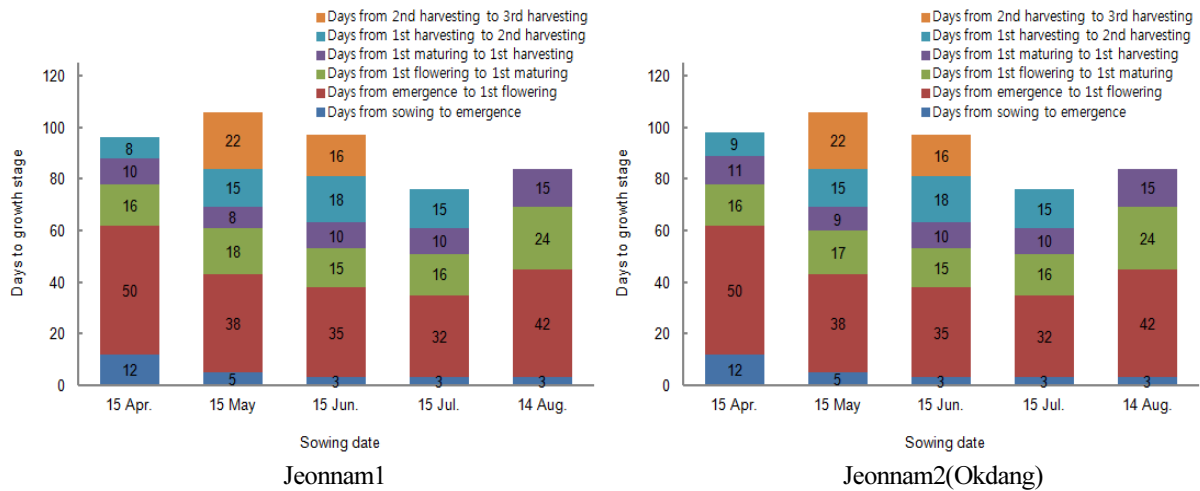


Fig. 2. Changes of growth period according to sowing dates of intermediate-erect type cowpea, 2013~2014.

것으로 보아 일정 수준 이상의 기온에서는 개화시부터 성숙시 까지의 소요일수에 크게 영향을 미치지 못하는 것으로 보인다. 따라서 국내에서 새롭게 육성한 신육형이 중간이고 초형이 직립인 전남2호(옥당)의 등숙 반응은 무한 덩굴형인 재래종이나 도입종과 유사한 특징을 나타냄을 알 수 있었다. 한편 성숙시부터 1차 수확기까지의 소요일수는 4월 중순, 5월 중순, 6월 중순 및 7월 중순 파종에서 각각 11, 9, 10, 10일로 큰 차이가 없는 반면 8월 중순 파종에서는 15일로 상대적으로 긴 편이었다. 1차 수확기에서 2차 수확기까지의 소요일수는 4월 중순, 5월 중순, 6월 중순 및 7월 중순 파종에서 각각 9, 15, 18, 15일로 등숙 기간의 평균기온과 일정한 상관을 나타내지 않았다. 즉, 각 파종시기의 2차 수확기는 7월 23일(4월 중순 파종), 8월 10일(5월 중순 파종), 9월 6일(6월 중순 파종) 및 9월 30일(7월 중순 파종)경으로 Fig. 1과 같이 5월 중순 파종의 2차 수확기에서 평균기온이 가장 높았으나 15일로 4월 중순 파종보다 6일 길었다. 이와 같은 이유는 5월 중순 파종은 2차 등숙과 3차 개화가 동시에 진행되었기 때문에 2차 등숙이 지연되었을 것으로 판단된다. 그리고 2차 수확기에서 3차 수확기까지의 소요일수는 5월 중순과 6월 중순 파종에서 각각 22, 16일로 1차 수확기에서 2차 수확기까지의 소요일수 변이와 유사하게 등숙기간의 평균기온과 일정한 상관을 나타내지 않았다. 즉, 각 파종시기의 3차 수확기는 각각 9월 1일, 9월 20일 경으로 Fig. 1과 같이 5월 중순 파종 3차 수확기에서 평균기온이 상대적으로 높았으나 6월 중순 파종보다 6일 길었다. 이와 같은 이유는 전술한바와 같이 5월 중순 파종의 3차 수확기는 9월 1일 경으로 기타 파종기의 생태반응과 평균기온과의 관계 등을 고려할 때 생육기간이 길어질 수 있는 여지가 이

었기 때문으로 보인다. 따라서 등숙기의 기상조건뿐만 아니라 식물체의 영양상태 등 여러 요인에 의해 등숙기간이 결정되는 것으로 보아지므로 그 요인에 대한 더 자세한 검토가 필요할 것으로 판단된다. 그리고 남부지역에서 중간 신육형에 직립 초형인 전남2호(옥당)의 4월 중순부터 8월 중순까지 1개월 간격으로 파종기 이동에 따른 재배기간은 각각 98, 106, 97, 76, 84일로 짧아 2기작 재배가 가능할 것으로 판단된다.

생육특성

중간 신육형 직립 초형 동부 계통인 전남1호와 전남2호(옥당)를 4월 중순부터 8월 중순까지 1개월 간격으로 파종하고 1차 수확기에 생육특성을 검토한 결과는 Table 2와 같다. 파종기 이동에 따른 전남2호(옥당)의 경장은 5월 중순 파종에서 40.5 cm로 가장 길었고, 6월 중순, 7월 중순 및 8월 중순 파종에서 각각 34.5, 31.2, 22.9 cm로 5월 중순 이후 파종기가 지연될 수록 짧아진 반면, 4월 중순 파종에서 16.4 cm로 가장 짧았다. 4월 중순부터 7월 중순까지 파종기의 화경장은 22.6~19.2 cm로 큰 차이가 없는 반면 8월 중순 파종에서 14.3 cm로 매우 짧았다. 주경절수는 7월 중순 파종에서 8.4개로 가장 많았고 6월 중순과 5월 중순 파종에서 7.6개와 7.3개로 비슷하였으며 4월 중순 파종 6.4개, 8월 중순 파종 5.1개 순으로 많았다. 개체당 분지수는 4월 중순과 5월 중순 파종에서 각각 2.3, 2.2개로 많았고 7월 중순 파종 1.6개, 6월 중순 파종 1.4개 및 8월 14일 중순 파종 1.0개로 순으로 많았다. 따라서 8월 중순 파종은 경장, 화경장, 주경절수 및 분지수가 매우 작거나 적을 뿐만 아니라 전술한바와 같이 개화시에서 성숙시까지 소요일수가 24일로

Table 2. Growth characteristics of intermediate-erect type cowpea with different sowing dates, 2013~2014

Strains	Sowing date	Stem length (cm)	Peduncle length (cm)	Node no. of main stem	Branch no. per plant	Pod length (cm)
Jeonnam1	15 Apr.	16.7 ^z	24.6a	6.3bc	2.3a	16.0a
	15 May	35.3a	20.1b	6.8b	2.3a	16.4a
	15 Jun.	37.1a	20.0b	7.4b	1.3b	16.3a
	15 Jul.	32.5b	16.8c	9.2a	1.4b	14.1b
	14 Aug.	22.9c	14.6d	4.9c	0.7c	17.2a
Jeonnam2 (Okdang)	15 Apr.	16.4d	22.6a	6.4c	2.3a	16.5a
	15 May	40.5a	21.0a	7.3b	2.2a	16.6a
	15 Jun.	34.5ab	20.8a	7.6ab	1.4b	16.7a
	15 Jul.	31.2b	19.2ab	8.4a	1.6b	14.6b
	14 Aug.	22.9c	14.3b	5.1d	1.0b	16.3a

^zMeans with the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 3. Yield components and yield of intermediate-erect type cowpea with different sowing dates, 2013~2014

Strains	Sowing date	Pod no. per plant	Seed no. per pod	100 seed weight (g)	Seed yield (kg/10a)	Yield ratio by harvesting time (%)		
						1st	2nd	3th
Jeonnam1	15 Apr.	8.3b ^z	12.9a	17.9b	199a	77	23	-
	15 May	7.0b	11.7ab	19.5a	163b	67	22	11
	15 Jun.	11.4a	12.8a	13.3d	160b	65	23	12
	15 Jul.	9.9ab	10.7b	20.6a	191a	88	12	-
	14 Aug.	4.0c	11.6ab	14.6c	41c	100	-	-
Jeonnam2 (Okdang)	15 Apr.	8.4b	13.0a	17.0b	211a	82	18	
	15 May	8.0b	11.9a	17.4b	184b	54	31	15
	15 Jun.	11.2a	12.8a	12.6d	182b	75	16	9
	15 Jul.	9.3ab	9.8b	19.5a	195ab	90	10	-
	14 Aug.	4.0c	10.8ab	15.0c	55c	100	-	-

^zMeans with the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

기타 파종기보다 8일 가량 길었던 것을 감안할 때 정상적인 농업적 특성을 나타낼 수 있는 파종기가 아닌 것으로 판단된다. 꼬투리 길이는 7월 중순 파종에서 14.6 cm로 가장 짧았고 기타 파종기에서는 16.3~16.7 cm로 비슷하였다. 일반적으로 꼬투리 길이는 질적형질로 파종기간 큰 차이가 없을 것으로 기대되었으나 특이하게 7월 중순 파종에서만 상대적으로 작은 이유는 7월 중순 파종에서 영양생장 기간이 가장 짧았던 점(Fig. 2) 외에 특이한 요인이 없었고, 남부지역 비가림하우스에서 7월 중순에 전남2호(옥당)를 파종하였을 때 꼬투리 길이는 3~6월 중순이나 8월 중순 파종에서와 비슷하다는 보고(Kim *et al.*,

2014a)와 차이가 있어 좀 더 구체적인 검토가 필요하였다.

수량구성요소 및 수량

파종기 이동에 따른 전남2호(옥당)의 1차 수확기에 수량구성요소와 1~3차에 수확한 전체 종실의 수량성을 검토한 결과는 Table 3과 같다. 개체당 꼬투리수는 6월 중순 파종에서 10.2개로 가장 많았고, 7월 중순, 4월 중순, 5월 중순, 8월 중순 파종에서 각각 9.3, 8.4, 8.0, 4.0개 순으로 많았다. 4월 중순에서 6월 중순까지 파종에서 꼬투리당 종실수는 13.0~11.9개로 비슷한 반면 8월 중순 파종 10.8개, 7월 중순 파종 9.8개 순이었다. 7월

중순 파종에서 헥당 립수가 가장 적은 결과는 전술한 7월 중순 파종에서 특이하게 꼬투리가 작은 것과 밀접하게 관련되었음을 알 수 있었다. 이상의 결과에서는 비가림하우스에서 파종기 이동에 따라 꼬투리당 종실수와 꼬투리수는 대체로 반비례하는 경향이라는 보고(Kim *et al.*, 2014a)와 달리 노지에서 일정한 경향을 나타내지 않았다. 백립중은 7월 중순 파종에서 19.5 g로 가장 무거웠고, 5월 중순 파종 17.4 g, 4월 중순 파종 17.0 g, 8월 14일 15.0 g, 6월 중순 파종 12.6 g 순이었다. 이상의 백립중 변화는 각 파종기별 개체당 꼬투리수, 꼬투리당 종실수 및 꼬투리 길이 등과 일정한 경향을 나타내지 않았다. 또한 등숙기 평균기온과도 일정한 상관성이 없어 6월 중순 파종에서 특이하게 백립중이 가벼워지는 원인을 추정할 수 없었다. 10a당 종실수량은 4월 중순 파종에서 211 kg로 가장 많았고 7월 중순 파종 195 kg, 5월 중순 파종 184 kg, 6월 중순 파종 182 kg 순으로 완만하게 감소하다 8월 중순 파종에서 55 kg로 급격하게 감소하였다. 이상의 결과는 개체당 꼬투리수, 백립중과 수량 간에 고도의 정의 상관관계가 있으며(Kim *et al.*, 1985), 동부의 수량에 관여하는 주요형질은 주당 꼬투리수, 주당립수, 백립중(Chang and Sung, 1979)이라는 보고와 달리 본 연구에서는 이들 요인과 일정한 관계를 찾을 수 없었다. 이와 같은 결과는 본 연구에서는 파종기에 따라 수확횟수가 1~3회로 달라 모든 파종기에서 1차 수확기에만 수량구성요소를 조사한 결과인 것이 일부 원인일 것으로 판단된다. 이상의 수량성 관련 특성과 전술한 생육 기간 변이를 감안하면 남부지역에서 중간 신육형 직립 초형인 전남2호(옥당)를 적용하여 4월 중순에 파종하여 7월 중순에 수확하고, 7월 하순에 파종하여 10월 중순에 수확하는 2기작이 가능하고 약 6개월 소요되며 총 406 kg/10a 수량성 확보가 가능할 것으로 판단되었다.

적 요

본 연구는 중간 신육형 직립 초형 동부 계통의 파종기 이동이 생태반응과 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명하고자 전남 나주(위도 35° 04' N, 경도 126° 54' E)에서 2013년과 2014년에 수행하였다. 시험계통으로 전남1호와 전남2호(옥당)를 이용하여 4월 중순부터 8월 중순까지 1개월 간격으로 5회 파종하였다. 출현일수는 4월 중순 파종에서 12일로 길었고, 기타 파종기에서는 5~3일이었다. 개화일수는 4월 중순부터 7월 중순까지는 파종기가 지연됨에 따라 짧아지다 8월 중순 파종에서 길어졌다. 즉, 4월 중순 파종에서 62일 내외로 가장 길었고, 7월 중순 파종에서

35일로 가장 짧았다. 개화시에서 수확기까지의 소요일수는 4월 중순부터 7월 중순 파종에서 17~15일로 짧았으나, 8월 중순 파종에서는 24일로 긴 편이었다. 경장은 5월 중순과 6월 중순 파종에서 긴 편이었고, 화경장은 4월 중순 파종에서 긴 편이었으며, 주경절수는 7월 중순 파종, 분지수는 4월 중순 파종에서 많았다. 전남1호와 전남2호(옥당)의 10 a당 수량은 4월 중순 파종에서 각각 199, 211 kg로 가장 많았고, 다음으로 7월 중순 파종에서 각각 191, 195 kg로 많았다.

References

- Chang, K.Y. and M.W. Sung. 1979. Genetic studies on new pulse crops for breeding. II. Correlations and path-coefficient analysis on some characters of cowpea (*Vigna sinensis*). Korean J. Breeding 11(1): 6-9.
- Chon, S.U. 2013. Change in polyphenol content, antioxidant activity, and antioxidant enzyme status of cowpea during germination. Korean J. Plant Res. 26(1):60-67 (in Korean).
- Hyangmunsa. 2007. Upland Crop. Seoul, Korea. pp. 356-358 (in Korean).
- Jeonnam Agricultural Research & Extension Services (JARES). 2011. Breeding of New Cultivar in Cowpea. Naju, Korea. pp. 56-59 (in Korean).
- Jin, W.J., N.K. Cho and C.B. Yang. 1992. Effect of phosphate fertilization levels on the agronomic characters of soiling cowpea (*Vigna sinensis* Endlicher). J. Korean Grassl. Sci. 12(3):193-200 (in Korean).
- Kim, D.K., D.M. Son, K.D. Lee, Y.S. Rim and J.S. Chung. 2014a. Effects of sowing date on agronomic characteristics of intermediate-erect type cowpea grown in plastic greenhouse. Korean J. Crop. Sci. 59(4):470-476 (in Korean).
- Kim, D.K., Y.S. Kim, H.G. Park, H.R. Shin, K.J. Choi, Y.M. Kim and S.U. Chon. 2013. The yield and growth responses of cowpea sprouts according to the treatment conditions of raw seeds. Korean J. Plant Res. 26(5):636-644 (in Korean).
- Kim, D.K., Y.S. Kim, H.G. Park, O.D. Kwon, H.R. Shin, K.J. Choi, K.D. Lee and Y.S. Rim. 2014b. Proper sowing time and planting density of intermediate-erect type cowpea strains for labor-saving cultivation. Korean J. Crop. Sci. 59(3):325-331 (in Korean).
- Kim, J.H., M.S. Ko and K.Y. Chang. 1983. Studies on genetic analysis by the diallel crosses in F₂ generation of cowpea (*Vigna sinensis* Savi.). Korean J. Crop. Sci. 28(2):216-226 (in Korean).

- Kim, S.D., Y.H. Cha, J.T. Cho, K.B. Youn and S.I. Park. 1985. Variations of morphological traits, yield and yield components on different seeding dates of cowpea. Korean J. Crop. Sci. 30(4):419-426 (in Korean).
- Kim, S.D., C.W. No, Y.H. Cha, J.T. Cho, K.C. Kwun and S.G. Son. 1986a. A new high yielding, sub-elect and disease resistant cowpea variety "Seoweondongbu". Res. Rept. RDA (Crop) 28(1):168-170 (in Korean).
- Kim, S.D., Y.H. Cha, J.T. Cho, K.C. Kwun, S.G. Son and S.I. Park. 1986b. Changes in development and nutrient composition of pod after flowering in cowpea (*Vigna unguiculata*(L) Walp). Korean J. Crop Sci. 31(1):68-73 (in Korean).
- Korea Meteorological Administration (KMA). 2015. <http://www.kma.go.kr/>
- Lee, S.K. 1988a. Studies on corn-legume intercropping system. I. Growth characteristics, dry matter and organic matter yield of corn (*Zea mays* L.)-cowpea (*Vigna sinensis* King) intercropping. J. Korean Grassl. Sci. 8(1):47-54 (in Korean).
- Lee, S.K. 1988b. Studies on corn-legume intercropping system. II. Effect of corn-cowpea intercropping system on chemical composition and yield. J. Korean Grassl. Sci. 8(2):128-134 (in Korean).
- Lee, S.M., J.Y. Koo and B.T. Jeon. 1996. Studies on the growth characteristics and productivity of cowpea varieties of silage. J. Korean Grassl. Sci. 16(2):105-112 (in Korean).
- Rural Development Administration (RDA). 2006. Food Composition Table (7th edition) part I. Suwon, Korea. pp. 78-83 (in Korean).
- Rural Development Administration (RDA). 2012. Upland Crop Cultivars Description. Suwon, Korea. pp. 142-143 (in Korean).

(Received 8 April 2016 ; Accepted 20 May 2016)