

●論文

近代育成ラッカセイ品種の開花結実習性と収量の関係

磯田昭弘・生井（妹尾）幸子

千葉大学大学院園芸学研究所

Effects of flowering and podding habits on yield in Japanese modern peanut cultivars

Akihiro Isoda and Sachiko Senoo Namai

Graduate School of Horticulture, Chiba University

Abstract

Podding rates, flower and pod numbers of every week were measured for 5 modern peanut cultivars in Japan derived from the crosses with 334A, which is a derivative of *Arachis hypogaea* ssp. *hypogaea* and ssp. *fastigiata*, 334A and Chibahandachi (ssp. *hypogaea*). The seed yield of every cultivar was completely derived from the flowers bloomed during the 5 weeks from the beginning to the fifth week of flowering. The peak of the flowering was early August. Except 334A in 2001, less than 20% and 30% of all flowers during 5 weeks from the beginning of flowering bore seeds in 2001 and 2002, respectively. Flowers bloomed earlier tended to have higher podding rates. The modern Japanese cultivars showed higher yield when much flowers bloomed in the period from the first to fourth week of the beginning of flowering. The cross with ssp. *fastigiata* might contribute earliness and increases in podding rate to the modern Japanese cultivars.

Key words : ssp. *fastigiata*, flower number, peanut, pod number, podding rate

キーワード : 亜種 *fastigiata*, 開花数, 結実率, 莢数, ラッカセイ

はじめに

ラッカセイの温暖地での慣行栽培では、通常7月上旬に開花期を迎え、8月上旬にピークとなり、9月上旬頃まで咲き続ける（鈴木ほか 1987）、開花期間と栄養成長が1ヶ月以上並列する無限伸育性作物である。前田（1993）はラッカセイの理想型（Ideotype）の条件の一つとして、無効花を減らし、早く咲いた花がより確実に完熟莢になることを挙げている。しかしながら、ラッカセイにおける開花結実に関する知見が少ないのが現状である。同じマメ科作物のダイズにも無限伸育性品種があるが、ラッカセイに比べ開花結実に関する研究は蓄積がある。例えば、由田ほか（1983a, 1983b）はダイズにおいて、開花時期と子実生産を調べたところ、無限伸育性品種における有効開花期間は、30日間の開花期のうちの間である開花始めから15日であったとしている。Egli（1988a, b）は、無限伸育性ダイズにおいて莢数および子実数は、同化産物の分配よりもむしろ個体群生長速度の大きさに強く関わっていたと報告している。これらの報告から、ダイズ無限伸育性品種での収量構成は、同化産物の分配割合だけでなく、開花始めから15日間の開花数と開花結実の時期の個体群生長速度の大きさに密接に関係していることが示唆される。一方、ラッカセイにおいて開花結実習性を調査した結果、開花期初期の花が収量形成に重要であることが報告されているが（藤吉ほか 1956, 青山ほか 1964, 竹内ほか 1964）、これ

らは千葉半立などバージニアタイプ（亜種 *hypogaea*）についての知見であるものの、近年日本で育成されたほとんどの品種は、亜種 *fastigiata* との交雑後代（334A）を導入して育成されており、その開花結実習性についての報告は少ない。

我々はラッカセイへのパクロプロラゾール処理による増収効果の要因は、茎の生長が抑えられ子実への同化産物の分配が増加したこと、および開花期初期の結実率の向上であること報告した（Senoo and Isoda, 2003）。本実験ではこれら増収要因のうち開花期初期の結実率の向上に着目し、近代に育成されたタイプ間交雑種（亜種 *fastigiata* との交雑後代）の5品種、これら品種の中間母本あるいは母本の334A（亜種 *fastigiata* との交雑後代）、および良食味で今なお主要品種である千葉半立（バージニアタイプ）の計7品種について、開花期（開花週）ごとの結実率と収量構成要素、および収量性との関係について検討した。

材料および方法

実験は2001年と2002年に行った。供試品種は表1に示した7品種である。2001年は5月11日、2002年は5月13日に千葉大学園芸学部圃場に播種した。試験区は2反復乱塊法とし、1区面積は4.2m×4mとした。畦幅60cm株間20cmに3粒播種し、萌芽後1株当たり1本立てとし、欠株には補植を行い欠株を無くした。施肥量は10a当たりN:P₂O₅:K₂O=3kg:10kg:10kgの割合で全量基肥とし、苦土石灰（10a当たり

表1 供試品種の特性

品種	早晩性	草型	334Aとの 関係 ^a	種子の 大きさ	開花日		収穫日	
					2001年	2002年	2001年	2002年
郷の香	早生	立性	△	大	6月21日	-	9月17日	-
土の香	中生	立性	○	大	6月21日	6月24日	9月17日	9月11日
ナカテユタカ	中生	立性	◎	大	6月25日	6月24日	9月17日	9月18日
サチホマレ	中生	やや立性	◎	大	6月25日	-	9月17日	-
関東83号	中生	半立性	△	大	-	6月21日	-	9月24日
千葉半立	晩生	半立性	×	大	-	7月1日	-	10月15日
334A	晩生	立性	-	小	6月28日	-	10月15日	-

^a: ◎両親のどちらかが334A, ○父母どちらの親も334Aの後代, △母親が334Aの後代, ×両親とも334Aの後代でない.

80kg) とともにすき込んだ。

調査は2001年は各反復4個体(1品種8個体), 2002年は各反復5個体(1品種10個体)について, 品種ごとに開花始めから7週間, 毎日開花数を数え, その花に長さ15mmのビニールコートワイヤーをつけた. 開花始めは, 各品種で一番最初に1株でも咲いた日を開花始めとした. 各品種ごとに開花始めから1週間ごとに色を変え, 毎日の開花数および開花期(開花週)別の結莢率, 収量および収量構成要素を調べた. 大部分の品種が茎葉重が最大となる時期(2001年は8月29日, 2002年は9月3日)に各区より8個体ずつ掘取り, その内の中庸な5個体について1次, 2次分枝数, 主茎長ならびに葉面積計(林電工(株), AAM-8)で葉面積を測定した後, 各器官ごと80℃で48時間乾燥し部位別乾物重を測定した.

結 果

気象条件と形態的形質

開花始めからの平均気温は2001年が高くなり, 4週目に最大となり, その後低く推移した(図1). 2002年では1週目が18℃と平年, 2001年に比べそれぞれ4℃, 8℃低くなり, 2週目まで低く推移したが, その後上昇し7週目に最大となった. 降水量は2001年は3週目以降ほとんどなく, 9, 10週目にまとまった量があった. 2002年は2001年に比べ降水量は多く, 9週目には86mmを記録した.

主茎長, 主茎節数, 1次, 2次分枝数および葉面積指数(LAI)を表2に示した. 2001年では, 主茎長は郷の香が最も大きくサチホマレが有意に小さくなったが, 2002年ではいずれの品種にも有意な差異はみられなかった. 主茎節数は両年とも品種間で大きな差異はみられなかったが, 2002年の関東83号, 千葉半立が25節と多い傾向を示した. 1次分枝数は

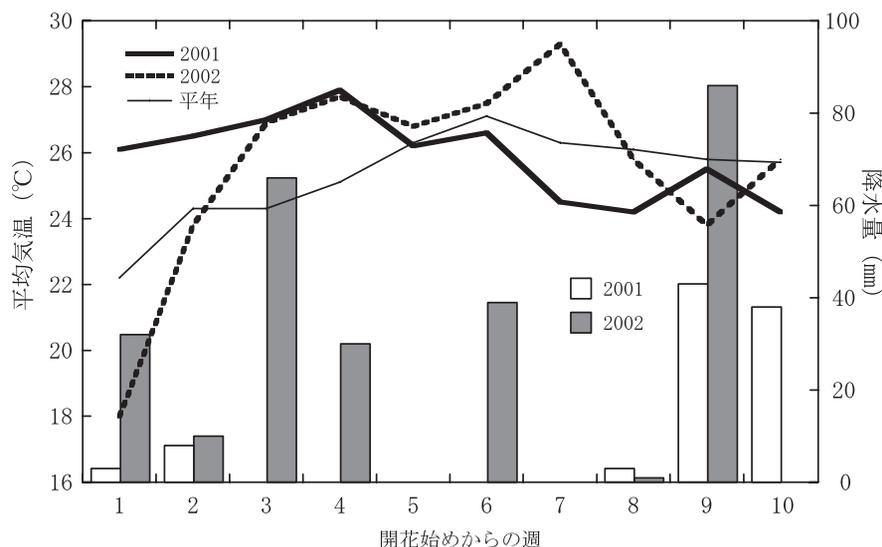


図1 開花始めから週ごとの平均気温と降水量
出所: 我孫子気象台データから作成

表2 主茎長，主茎節数，分枝数および葉面積指数（LAI）

試験年	品種	主茎長 (cm)	主茎節数 (plant ⁻¹)	1次分枝数 (plant ⁻¹)	2次分枝数 (plant ⁻¹)	LAI
2001	郷の香	20a	21b	8.8c	8.4c	2.7b
	土の香	14b	21b	11.0a	22.3a	3.5ab
	ナカテユタカ	15b	22a	11.1a	23.0a	3.5ab
	サチホマレ	12c	21b	10.2b	18.0b	3.3ab
	334A	15b	22a	11.1a	22.3a	4.2a
2002	土の香	24a	23a	10.1a	19.3b	4.5a
	ナカテユタカ	24a	22a	10.6a	20.5ab	3.9a
	関東83号	24a	25a	12.7a	24.1ab	4.5a
	千葉半立	25a	25a	12.7a	26.0a	4.7a

同一年次，同列内の同一アルファベットは5%水準で有意差がないことを示す。

2001年で郷の香が8.8本で最も少なく，次いでサチホマレが10.2本であった。2002年では関東83号，千葉半立が多い傾向を示したが，品種間に有意な差異はなかった。2次分枝数は1次分枝数と同じ傾向を示し，2001年で郷の香が8.4本と最も少なく，次いでサチホマレが少なくなった。2002年では関東83号，千葉半立が多い傾向を示した。葉面積（LAI）は分枝数が少ない郷の香で2.7と小さく，他の品種間に兩年とも有意な差異はみられなかった。

開花数と結実率

図2に開花数を示した。開花数は品種，年次にかかわらず週が進むにつれ開花数は増加し，開花始めから4～5週目で最大となり，それ以降急速に減少したが，8月末まで1株あたり1日約1～3花咲き続けた。334Aは開花始めが早生品種より1週間程度遅いため，1週目開花数が多くなり，5週間の総開花数が最も多くなった。土の香は他の4品種より有意に少なく，特に開花始めから3週間の開花数は，郷の香，サチホマレ，334Aの約半分であった。

2002年の開花数は，2001年に比べ少ない傾向を示した。特に1，2週目の開花数が，1週目（6月22～27日）の低温（平均気温18℃前後）により，いずれの品種も少なくなった。千葉半立は開花始めが早生品種に比べ1週間遅いため，開花始めの気温が高くなり1，2週目の開花数が他の品種より有意に多く，その後も多く推移し，5週間での総開花数が最多となった。関東83号は2週目の開花数が他の3品種より少なかったが，3週目以降の開花数はナカテユタカや土の香よりやや多く推移した。ナカテユタカと土の香は，2001年に比べ2002年では1，2週目の開花数が少なくなり，総開花数も少なくなった。

結実率についてみると，兩年とも品種にかかわらず週が進むにつれて結実率が低下していき，6週目以降に咲いた花は収量に貢献していなかった（図3）。2001年では，開花始め

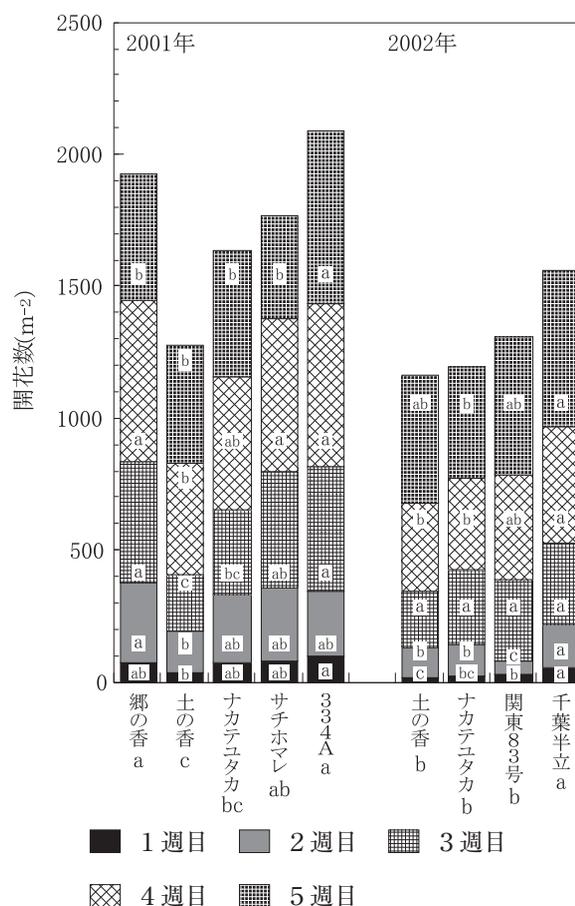


図2 開花始めから5週間の開花数
同一年次，同一開花週の，および品種名下の同一アルファベットは5%水準で有意差がないことを示す。

から5週間の平均結実率は30%前後で品種間に有意差はなかった。1週目では品種間に有意差はなかったものの，土の香，334Aは約90%と高い値を示した。334Aは5週間を通して多品種に比べ高い傾向を示した。2002年は2001年に比べいずれの品種も2，3，4週目の結実率が高くなった。2002年では，1週目の結実率は土の香で約90%と他3品種より高い傾向を

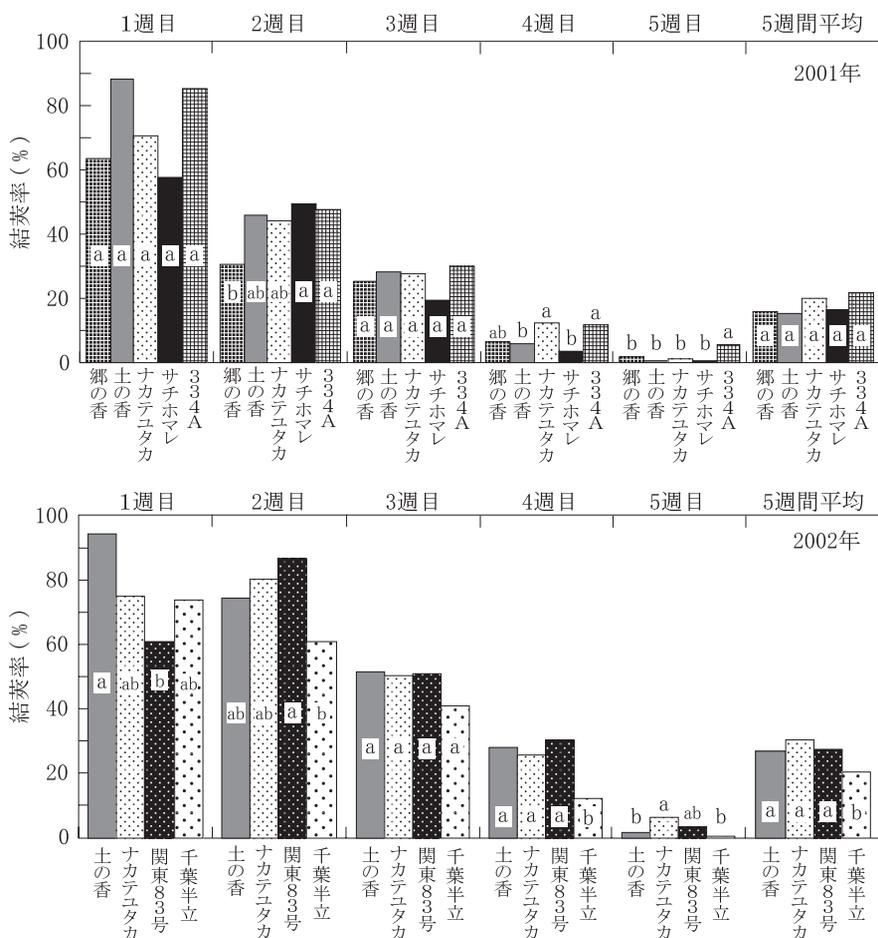


図3 開花始めから5週間の結莢率
同一年次、同一開花週において同一アルファベットは5%水準で有意差がないことを示す。

示した。5週間全体を通して、千葉半立の結莢率は他3品種より低く推移し、5週間の平均結莢率は千葉半立が約20%で他3品種より有意に小さくなった。関東83号、ナカテユタカ、土の香では、平均結莢率は30%弱で有意差はなかった。

収量および収量構成要素

図4に開花週別の子実収量を示した。2001年と2002年と比較すると、2001年は1、2週目開花由来の子実が多く、3週目以降開花由来の子実が少ない傾向を示した。一方、2002年では低温の影響で、1週目の開花数が少なく、1週目開花由来の子実収量が小さくなった。その後の3、4週目開花由来の子実収量が大きく、全子実収量が大きくなった。2001年では郷の香が1、2、3週目開花由来の子実収量が大きく、土の香、334Aは2週目開花由来の子実が少ない傾向を示した。2002年では、関東83号が2週目開花由来の子実収量が小さいものの、3、4週目開花由来の子実収量が大きくなり全子実収量が大きくなった。

表3に収量および収量構成要素を示した。2001年では、莢数、子実数とも334Aが有意に多く、土の香が有意に少なかつ

た。1粒重は郷の香が最も大きく、次いでナカテユタカ、サチホマレ、土の香の順となり、334Aが最も小さくなった。莢収量、子実収量とも郷の香が最も大きく、土の香は莢収量、子実収量も有意に小さかった。土の香は休眠性が弱く、収穫前に土中で発芽したため低収となった。2002年では、いずれの品種も2001年の品種より高収となり、1粒重も大きい傾向を示した。莢数には品種間で有意差がなく300個 m^{-2} 以上の値を示した。子実数では関東83号が大きく、土の香が小さい傾向を示した。1粒重は千葉半立が最も大きく、次いで関東83号、ナカテユタカの順となった。

表4に子実収量と各開花期の開花数および結莢率との関係を示した。2001年では開花期2週目の開花数と子実収量との間に有意な正の相関があったが、それ以外の開花週では有意な関係はみられなかった。晩生品種である334Aを除いて考えると、開花1週目、5週目を除き有意な正の相関がみられ、開花総数との間にも有意な正の関係がみられた。結莢率との間には有意な関係はみられなかった。2002年ではいずれの開花期の開花数とも有意な関係はみられなかったが、晩生品種の千葉半立を除いた3品種でみると、開花総数との間に

表3 開花始めから5週間の開花数と結実率、収量および収量構成要素

試験年	品種	開花数 (m^{-2})	結実率 (%)	莢数 (m^{-2})	莢収量 ($g m^{-2}$)	子実数 (m^{-2})	子実収量 ($g m^{-2}$)	1粒重 (g)
2001	郷の香	1925a	15.4a	297b	369a	364bc	270a	0.57a
	土の香	1274c	15.0a	192c	264c	270c	193b	0.51ab
	ナカテユタカ	1633bc	19.2a	314b	325abc	374bc	234ab	0.49b
	サチホマレ	1786ab	16.2a	285b	347ab	400b	251ab	0.44b
	334A	2090a	21.3a	445a	280bc	541a	206b	0.33c
2002	土の香	1160b	26.5a	301a	407b	478b	305b	0.64c
	ナカテユタカ	1195b	29.9a	351a	461a	525a	349a	0.67bc
	関東83号	1308b	27.2a	353a	506a	552a	385a	0.70ab
	千葉半立	1559a	20.3b	318a	472a	481a	350a	0.73a

同一年次、同列内の同一アルファベットは5%水準で有意差がないことを示す。

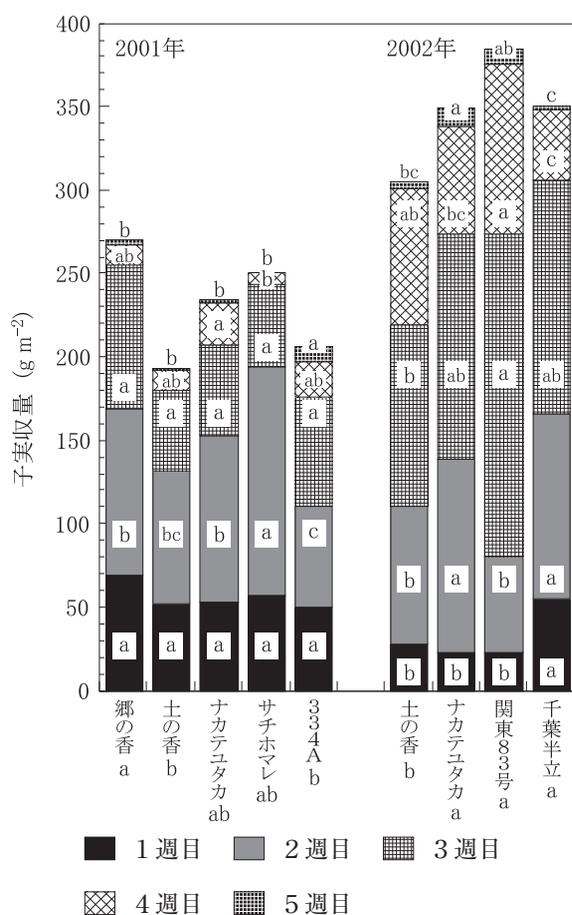


図4 開花始めから5週間の子実収獲量
同一年次、同一開花週、および品種名下の同一アルファベットは5%水準で有意差がないことを示す。

有意な正の相関関係があり、開花3週目でも有意な正の相関関係が認められた。結実率との間には有意な関係はみられなかった。4品種全体でも開花数と子実収量の間には有意な高い相関はみられなかった。

考 察

品種に関わらず、開花始めから5週間に咲いた花が全収量を構成していた。ラッカセイの開花数のピークは8月始め頃であり、開花は9月初め頃まで続くが、収量に結びつく花は全開花数の20%未満と報告されている（藤吉ほか1956, 青山ほか1964, 竹内ほか1964, Lim and Gumpil 1984）。本実験においても、開花5週までの花の結実率は15~30%であったが、総開花数に対する結実率はすべての供試品種で20%以下であった。2001年では、334Aを除き開花2週目に咲いた花が最も子実収量に貢献していたが、2002年では開花3週目の花の貢献度が最も高くなった。これは2002年の開花1週目の降雨と低温により開花1, 2週目の開花数が減少したことが影響しているものと考えられる。しかし、2001年に比べ開花2, 3週目の花の結実率が増加したことから、収量は2001年を上回った。磯田・楊（2013）は、ラッカセイは開花期に水ストレスを受けても水ストレス解除後には、開花期が長い開花を再開し結実する能力を持っていることを示した。2002年では水ストレスの場合と同様に、ラッカセイは開花1~2週目の開花数が悪天候で少なくなっても、その後の天候の回復により、それ以降の開花の花によって収量を補償する能力を有していることを示している。したがって、ラッカセイにおける開花数の多さは、環境ストレスへの緩衝機構であると考えられる。

初期に開花した花ほど結実率が高いことはいくつかの報告（藤吉ほか1956, 青山ほか1964, 竹内ほか1964）で示されている。本実験でも開花期が早い花ほど結実率が高く、特に近代に育種されたタイプ間交雑系統の後代は、2001年では2~4週目の、2002年では3週目の開花数が多いほど子実収量が高くなる傾向がみられ、開花期の早い花が多いほど収量を高くする可能性が示された。前田（1993）は、亜種 *fastigi-*

表4 子実収量と各開花期の開花数及び結莢率との相関関係

開花期	2001年		2002年	
	開花数	結莢率	開花数	結莢率
1週目	0.323 (0.657) ^a	-0.310 (-0.256) ^a	0.258 (0.714) ^b	-0.838 (-0.878) ^b
2週目	0.785** (0.839*)	-0.520 (-0.487)	-0.482 (-0.770)	0.493 (0.752)
3週目	0.485 (0.783*)	-0.129 (0.055)	0.635 (0.918**)	0.176 (0.209)
4週目	0.556 (0.864*)	-0.182 (0.032)	0.450 (0.616)	0.091 (0.373)
5週目	-0.378 (0.013)	-0.163 (0.557)	0.274 (0.359)	0.256 (0.351)
5週計	0.379 (0.825*)	0.004 (0.343)	0.336 (0.852*)	0.117 (0.346)

^a: 334Aを除く4品種, ^b: 千葉半立を除く3品種.

*, **はそれぞれ5%, 1%水準で有意であることを示す.

ata品種群は亜種*hypogaea*品種群に比べ播種後開花迄日数が短く, 亜種*fastigiata*の育種導入効果として早生化を挙げている. 千葉半立を除く供試品種は, 亜種*fastigiata*による早生化の効果が現れていることに加え, 結莢率の向上が窺える. この点に関しては千葉半立以外のバージニア品種, 純粋な亜種*hypogaea*, についても詳細に検討する必要はあるが, 亜種*fastigiata*の導入によって開花期間の早期化と共に結莢率が向上した可能性が考えられる. また, 初期の開花数割合を多くする栽培方法を検討することにより子実収量を向上させる可能性があることも示唆している.

要 旨

近代日本で育成されたラッカセイのタイプ間交雑種 (亜種*fastigiata*との交雑後代) の5品種, これら品種の中間母本あるいは母本の334A (亜種*fastigiata*との交雑後代), および千葉半立 (バージニアタイプ) の計7品種について, 開花期初期の結実率, 開花時期 (開花週) ごとの収量構成要素, および収量性との関係について検討した. すべての品種で開花始めから5週間に咲いた花が全収量を構成していた. 開花数のピークは8月始め頃であり, 結莢率はこの期間中の全開花数の, 2001年で334Aを除き20%未満, 2002年では20%~30%であった. 開花期が早いほど結実率が高い傾向が認められた. タイプ間交雑系統の後代である郷の香, 土の香, ナカテユタカ, サチホマレ, 関東83号は, 開花初期の開花数が多いほど子実収量が高くなる傾向がみられた. 亜種*fastigiata*との交雑が, 早生化および結莢率の向上に寄与しているものと考えられた.

謝 辞

本実験に供試したラッカセイ品種は千葉県農林総合研究

センターより割譲して頂いた. ここに記して深謝いたします.

引用文献

- 青山松実・海老原武士 (1964) 落花生の開花結実習性に関する研究. 茨城農試研報 8: 45-53.
- Egli, D. B. (1988a) Alterations in plant growth and dry matter distribution in soybean. *Agron. J.* 80: 86-90.
- Egli, D. B. (1988b) Plant density and soybean yield. *Crop Sci.* 28: 977-981.
- 磯田昭弘・楊 暁帆 (2013) 異なる水ストレスがラッカセイの開花, 結実および収量に及ぼす影響. 日作紀関東支部報 28: 50-51.
- 藤吉清次・宮原万芳・加藤智通・鈴木 弥 (1956) 落花生の開花並びに結実に関する研究. 農業改良技術資料 81: 1-61.
- Lim, E. S. and Gumpil, J. S. (1984) The flowering, pollination and hybridization of groundnuts (*Arachis hypogaea* L.). *Pertanika* 7: 61-66.
- 前田和美 (1993) 落花生の "Ideotype" の特性-多収化における亜種*fastigiata*の寄与. 日作紀 62: 211-221.
- Senoo, S. and Isoda, A. (2003) Effects of paclobutrazol on dry matter distribution and yield in peanut. *Plant Prod. Sci.* 6: 90-94.
- 鈴木 茂・中西建夫・石井良助・岩田義治 (1987) ラッカセイの多収性育種. 小島睦男編, わが国におけるマメ類の育種. 明文書房, 492-506.
- 竹内重之・芦谷 治・亀倉 寿 (1964) 落花生「千葉半立」の開花・結実習性に関する調査. 千葉農試研報 5: 113-121.
- 由田宏一・野村文雄・後藤寛治 (1983a) ダイズにおける個体内の開花時期と子実生産 第1報 開花日別にみた莢実の生長過程. 日作紀 52: 555-561.
- 由田宏一・野村文雄・後藤寛治 (1983b) ダイズにおける個体内の開花時期と子実生産 第2報 開花日別にみた着莢率, 着莢相および収量諸形質. 日作紀 52: 567-573.

(受付: 2015年3月9日 受理: 2015年11月5日)