ダイズ「サチユタカ」における裂皮粒の発生と播種時期、栽植密度との関係

内川修・福島裕助・佐藤大和・田中浩平・松江勇次

(福岡県農業総合試験場)

要旨：サチユタカの裂皮粒発生の防止対策技術を確立するために、播種時期、栽植密度および各農業形質と裂皮粒発生率との関係を明らかにした。裂皮粒の発生率は、播種時期では生産年次に関わらず6月播種の早播で多く、7月10日以降の播種時期では減少する傾向が認められた。栽植密度では7月10日の適期播種においても6月播種と同様に栽植密度が高くなると裂皮粒の発生率が低下した。一方、7月24日の遅播きでは栽植密度の違いによる裂皮粒発生の差は認められなかった。農業形質と裂皮粒発生率との関係では、百粒重および子実重との間には有意な相関関係は認められなかったが、 m^2 当たり粒数および粒茎比との間に有意な負の相関関係が認められた。したがって、サチユタカの裂皮粒発生の防止対策としては、 m^2 当たり粒数を確保し、粒茎比を高める播種時期、栽植密度を設定する必要がある。
キーワード：ダイズ、播種時期、栽植密度、 m^2 当たり整粒数、裂皮粒、粒茎比、サチユタカ。

現在、北部九州の水田転換畑で栽培されているダイズの主力品種はフクユタカである。フクユタカは収量性および豆腐加工適性に優れていることから(大庭ら1981)、豆腐加工業者に高い評価を得ており、日本で最も栽培されている。しかしフクユタカは耐倒伏性がやや劣り成熟期が遅いため、水稻、麦、大豆の輪作を特色としている北部九州においては、収穫時期が麦の播種時期と競合し麦の適期播種作業に支障をきたしている。このため、フクユタカより早生で耐倒伏性が優れ、機械適応性の高いダイズ品種が生産者より強く要望されていた。

こうした要望に応えるために、早生種で収量性、耐倒伏性および加工適性が優れる品種としてサチユタカ(高橋ら2002)が福岡県、山口県および広島県で奨励品種に採用され、今後普及拡大が期待されているところである。その一方で、2002年福岡県下でサチユタカに裂皮粒が発生して、検査等級が劣り、品質の安定性が懸念された。今後、サチユタカの速やかな栽培面積拡大のためには、品質低下の原因となる裂皮粒の発生要因を解明して裂皮粒発生防止のための対策技術を講ずることが不可欠である。

ダイズの裂皮粒については品種間差が見られることと(安江・木野村1982)、播種時期が早いと発生が多くなる(鳥生ら1976)ことが報告されている。しかし、これまでサチユタカの裂皮粒発生の報告は少なく(平井2003)、サチユタカの裂皮粒の発生と栽培条件との関係については未検討である。栽培法の改善によりサチユタカの裂皮粒発生を軽減し、高品質安定生産を確立することは生産者の所得向上に重要である。

そこで本研究ではサチユタカの裂皮粒発生防止の観点から播種時期、栽植密度および各農業形質と裂皮粒発生率との関係を明らかにし、裂皮粒発生の防止対策技術を検討した。

材料と方法

試験は2000年～2003年の4カ年に福岡県農業総合試験場(筑紫野市)の砂壤土水田(前作麦)で実施した。供試品種はサチユタカで、播種時期および栽植密度は第1表に示した。1株3粒播種し、出芽後2本立とした。試験区は 11 m^2 の2区制とした。

施肥法は基肥に10a当たり P_2O_5 :8kg、 K_2O :8kg施用し、追肥は行わなかった。培土を2回行い、その他の管理は一般栽培に準じた。

収量は1区当たり6 m^2 収穫し、粒径5.5mm以上の子実を水分15%で換算しa当たり収量を算出した。検査等級の判定は農林水産省福岡食糧事務所(現福岡農政事務所)に依頼し、1(1等ノ上)～4(2等ノ上)～9(3等ノ下)の9段階で示した。裂皮粒発生率は粒径7.3mm以上の200粒について、農産物規格規定に基づいて2反復調査し、3mm以上の裂皮幅がある子実粒を粒数比で表した。特定加工用として流通する粒径7.3mm以下の子実には裂皮粒の発生がほとんど無く、裂皮粒発生率の調査対象から省いた。

第1表 試験区の構成。

試験年次	播種時期	株間	(栽植密度)		
年	月日	cm	(本/ m^2)		
2000	6.12	40(7.1)	30(9.5)	20(14.3)	
	7.10	30(9.5)	20(14.3)	15(19.0)	
	7.24	20(14.3)	15(19.0)	10(28.6)	
2001	6.15	30(9.5)	20(14.3)	15(19.0)	
	7.10	20(14.3)	15(19.0)	10(28.6)	
	7.24	15(19.0)	10(28.6)		
2002	7.4	30(9.5)	15(19.0)		
	7.9	15(19.0)			
	7.24	20(14.3)	10(28.6)		
2003	7.4	30(9.5)	15(19.0)		
	7.10	15(19.0)			
	7.28	20(14.3)	10(28.6)		

条間は全て70cm。1株2本立。

粒茎比は収量調査用から任意の10株について2反復調査し、5.5 mm以上の乾物子実重を地下部を除いた風乾茎重で除した値とした。

統計解析はエクセル統計2000(社会情報サービス社)により実行した。気象データは気象庁の太宰府アメダス観測地のデータを用いた。

結 果

1. 生産年次別の裂皮粒発生率と農業形質

第2表にサチユタカの標準播種時期、標準密度での生産年次別における裂皮粒発生率と農業形質を示した。7月10日頃播種の栽植密度19.0本/m²区の裂皮粒発生率は2000

年および2001年は3%以下であったが、2002年は10.5%と最も高く、検査等級も4.0と劣った。2002年のサチユタカの生育は開花が他年次より遅かったものの、成熟期は遅くならず2000年および2001年と同じであった。特徴としてはm²当たり粒数が他年次に比べ834粒と極端に少なく、百粒重が40.2gと最も重かった。検査等級では、2000年と2002年では、裂皮粒発生率が高くなるにしたがい劣ったが、2001年は全般に裂皮粒発生率が低かったため他年次に比べ全体的に優れ、有意な相関は得られなかった。

サチユタカの裂皮粒発生率の年次変動要因を明らかにするために、第3表に2000年～2003年の7月10日頃に播種した場合のサチユタカの開花期(8月4半旬)～莢伸長期(9

第2表 サチユタカの生産年次別の農業形質と裂皮粒発生率。

試験 年次	播種 日	栽植 密度	収量 kg/a	百粒重 g	裂皮粒 発生率 %	m ² 当たり 粒数	粒茎比	検査 等級
2000	6.12	70×40	36.2	31.7	18.0	1035	—	3.5
		70×30	37.6	31.3	17.5	1061	—	3.5
		70×20	38.5	29.8	13.5	1203	—	3.5
	7.10	70×30	38.1	33.8	6.0	1191	—	3.0
		70×20	39.0	34.0	8.0	1210	—	2.5
		70×15	38.2	32.9	1.5	1074	—	3.0
	7.24	70×20	34.7	34.6	5.0	932	—	3.0
		70×15	34.8	33.8	6.0	1071	—	3.0
		70×10	33.0	34.5	7.5	1135	—	2.0
	6.15	70×30	42.7	36.8	9.5	1108	2.1	3.0
		70×20	47.4	36.7	6.0	1291	2.2	3.0
		70×15	48.6	37.3	6.5	1286	2.0	3.0
2001	7.10	70×20	45.8	36.5	3.0	1301	3.0	3.0
		70×15	48.2	38.2	3.0	1315	2.9	3.0
		70×10	49.7	37.0	2.5	1374	2.9	3.0
	7.24	70×15	42.6	34.2	3.5	1184	3.6	3.0
		70×10	44.9	36.6	2.5	1200	3.7	3.0
	7.4	70×30	37.5	40.4	12.0	937	2.2	5.0
		70×15	39.2	40.9	11.5	1035	2.1	4.5
	7.9	70×15	38.6	40.2	10.5	834	3.1	4.0
		70×20	36.6	38.2	6.5	991	3.5	3.5
	7.24	70×10	37.7	37.0	1.5	1203	3.9	3.0
	7.4	70×30	31.8	31.0	5.0	1071	2.2	3.5
		70×15	33.2	31.4	1.5	1266	2.1	3.0
2003	7.10	70×15	35.4	31.9	4.5	1084	3.1	3.5
		70×20	31.7	31.7	2.5	997	3.0	3.0
	7.28	70×10	35.3	29.9	0	1111	3.1	2.5

検査等級は1(1等ノ上)～9(3等ノ下)の9段階で示す。

第3表 生産年次別の開花期～莢伸長期および子実肥大期の気象経過。

年次	開花期～莢伸長期 (8/20～9/15)			莢伸長期～子実肥大期 (9/16～10/15)	
	積算降水量	降雨日数	積算日照時間	積算降水量	積算日照時間
	mm	日	hr	mm	hr
2000	187(95)	9	111(92)	159(131)	134.7(114)
2001	160(82)	12	133(91)	77(63)	159.1(135)
2002	46(23)	6	195(160)	243(200)	141.2(119)
2003	200(102)	13	174(143)	1(1)	168.4(143)

アメダス観測地は太宰府のデータ。()内はアメダス平年値対比。開花期および子実肥大期は2000～2003年の7月10日頃に播種したサチユタカの平年値を参考に設定。

月3半旬)と莢伸長期～子実肥大期(10月3半旬)の気象経過を示した。裂皮粒発生が多かった2002年は他年次に比べ開花期～莢伸長期の積算日照時間が多く降水量、降雨日数が少なかった。2002年に次いで裂皮粒発生率が多かった2000年も、開花期～莢伸長期の降雨日数が他年次に比べ少なかった。

2. 裂皮粒の発生と播種時期、栽植密度との関係

2000年と2001年は6月12日播種の早播で裂皮粒の発生が多く、検査等級が2等格付けになる10%以上の裂皮粒が発生し、品質が低下した。一方、7月4～10日播種の標準播と7月24日播種の遅播では、2002年の7月4日および9日播で裂皮粒の発生が多かったものの、その他は裂皮粒発生率が10%以下であった。以上の結果から裂皮粒の発生率は、生産年次に関わらず早播で高くなる傾向が認められた。

6月播種を実施した2000年と2001年では、6月播種や7月10日の播種において栽植密度が高くなると裂皮粒の発生率が低下した。

第4表に裂皮粒発生比率に対する生産年次、栽植密度および播種時期の分散分析結果を示した。データは6月播種を実施した2000年～2001年の播種時期と栽植密度について解析した。裂皮粒発生率は、年次間、栽植密度間および播種時期間でそれぞれに1%水準で有意性が認められた。年次と栽植密度との間には交互作用は認められなかったが、年次と播種時期との間には交互作用が認められた。

3. 裂皮粒発生率と収量および関連形質との関係

第5表に4カ年のサチユタカの裂皮粒発生率と各収量および収量構成要素との単相関係数を示した。ただし、粒茎

第4表 裂皮粒発生率と生産年次、栽植密度および播種時期の分散分析。

要因	自由度	平均平方	F値
生産年次Y	1	135.3	69.1 **
栽植密度D	1	30.3	15.5 **
播種時期T	2	150.5	76.8 **
Y×D	1	3.3	1.7
Y×T	2	18	9.1 **
D×T	2	9.5	4.8 *
Y×D×T	2	10.5	5.3 *
誤差	12	1.9	
全体	23		

2000～2001年のデータ使用。

**, *は各々1%, 5%水準で有意性あり。

第5表 裂皮粒発生率と各農業形質との単相関係数。

農業形質	百粒重	m ² 当たり粒数	子実重	粒茎比
単相関係数	+0.29ns	-0.53**	-0.23ns	-0.50**

2000～2003年の播種時期、栽植密度を込みにしたデータ。粒茎比のデータは2001～2003年。

*, **は各々5%, 1%水準で有意性あり。nsは有意性なし。n=28。

比との関係は粒茎比測定を行った2001年～2003年の調査結果で相関係数を示した。裂皮粒発生率はm²当たり粒数および粒茎比との間に、有意な負の相関関係が認められたが、百粒重および子実重との間には有意な相関関係は認められなかった。

百粒重は同一生産年においては裂皮粒発生率と高い正の相関関係を示すものの(2002年, $r = 0.74$)、生産年が異なると百粒重の変動より裂皮粒発生率の年次変動の方が大きくなり、相関関係が認められなかった。

有意な相関関係が認められたm²当たり粒数および粒茎比と裂皮粒発生率との関係を第1, 2図に示した。m²当たり粒数と粒茎比が、1150粒以上と3.0以上の場合には裂皮粒発生率は10%以内に収まったが、それぞれ1150粒と3.0以下になると裂皮粒発生率が著しく高くなる場合が認められた。

考 察

裂皮粒の発生は品種の遺伝的特性であると同時に環境、栽培条件で影響を受けやすい(安江ら1982)。サチユタカ

第1図 サチユタカの裂皮粒発生率とm²当たり粒数との関係。
**は1%水準で有意性あり。n=56。

第2図 サチユタカの裂皮粒発生率と粒茎比との関係
*は5%水準で有意性があることを示す。n=40。

の裂皮粒発生率は生産年次変動が大きく認められるものの、標準播種の7月10日前後の播種の場合、特に2002年は裂皮粒発生率が高かった。この年の開花期以降莢伸長期までの気象条件をみると降水量および降雨日数が他年次に比べ少なく、日照時間が多かった。2000年についても降雨日数が少なかった。また農業形質では m^2 当たり粒数が他年次に比べ少なく、百粒重が最も重かった。開花期から子実肥大期に降水量が少ないと、土壌が乾燥し落花および落莢が多発する(内川ら2003)ことから、2000年と2002年の m^2 当たり粒数は降水量の減少による落花、落莢が原因で減少したと考えられる。また、日照時間が他年次より長かったこと(古明地1980)、さらには粒数減少による補償作用により大粒化したと考えられる。安江ら(1982)は大粒化により裂皮粒歩合が高まることを明らかにしている。本試験では百粒重の年次変動より裂皮粒発生率の変動が大きく、百粒重と裂皮粒発生率との相関は認められなかったものの、単年度では高い相関が得られ、粒の肥大が裂皮粒発生率に影響することが示された。したがって2002年における裂皮粒の多発要因は、開花期の乾燥により m^2 当たり粒数が減少し、多照によって大粒化したことによるものと推察される。裂皮粒が増加する要因として、大粒化の他に登熟後期の最低気温(平井2002)が指摘されている。本試験では年次間では百粒重と裂皮粒発生率との間に相関が認められなかったため、さらに気象条件と裂皮粒発生率との関係を検討する必要がある。また、 m^2 当たり粒数確保のため、開花期以降の畝間灌水(有原2000)を積極的に実施し、サチユタカの高品質化に向けた取り組みを展開することが重要である。

播種時期と裂皮粒発生との関係については、鳥生ら(1976)が播種時期が早いと裂皮粒の発生が増加しており、今回の試験でも同様の結果が得られた。早播すると開花期始期から子実肥大期にかけて、栄養器官の葉や茎と、生殖器官の花や莢との水分や光合成産物をめぐる競合が激しくなり、莢数が減少してしまう危険性が高くなる(有原2000)。このことは早播においては、莢数が減少した場合、粒数減少による補償作用により大粒化が進み裂皮粒が多発すると考えられる。しかし本試験では2000年のように早播でも大粒化せず、しかも裂皮粒の発生率が高かった。以上のことからサチユタカの早播で裂皮粒の発生が多くなったのは、ソース過剰による大粒化以外に気象条件などの要因が存在する可能性があり、サチユタカの品質向上のためには早播となる6月播種を避け、7月10日以降に播種することが重要である。

また、第4表で生産年次と播種時期に交互作用が認められたが、2001年が全体的に裂皮粒の発生が少なく、播種時期間の差が小さかったことによるものと推察され、開花期以降が乾燥する年次では、播種時期の影響は大きく、早播すると裂皮粒の発生が多くなると考えられる。

栽植密度と裂皮粒の発生との関係については、早播と標

準播において条間を70 cmとした場合、株間を狭めて栽植密度を高めると裂皮粒発生が少なくなった。また、生産年次と栽植密度の間に交互作用が認められなかったことから、栽植密度を高めることによる裂皮粒発生の抑制効果は、気象条件の違いに左右されずに安定して高いことを示している。裂皮粒は成熟期の茎水分の高い個体で裂皮粒の発生が多い(平井2003)ことが報告されている。著者ら(内川・福島2003)は栽植密度を高めると成熟期の茎水分が低くなることを認めている。また、成熟期に茎水分が高い個体では、登熟期間中に茎表皮に栄養体貯蔵タンパク質の蓄積が見られ、登熟期間中のシンク・ソースバランスが相対的にソース過剰状態であると考えられる(荻原・石倉1994)。したがって栽植密度を高めることによる裂皮粒の発生には、登熟期間中のシンク・ソースバランスが関与している可能性がある。

裂皮粒発生率と粒茎比および m^2 当たり粒数との間に負の相関が認められた。裂皮粒の発生は、結実期間中に粒の肥大が促進される条件で多くなり(安江ら1982)、子葉量と種皮量のアンバランスが原因(田中ら1983)とされている。子実の生産効率が高く、 m^2 当たり粒数すなわちシンクが十分に確保された条件下では、子葉量と種皮量のバランスが保たれ、裂皮粒の発生が減少すると思われる。したがって密植や遅播などによって粒茎比を高め、密植により m^2 当たり粒数を増加させる栽培法が有効であると考えられる。

引用文献

- 有原文二 2000. ダイズ安定多収の革新技術. 農文協, 東京. 94-106.
平井幸 2003. 岡山県における大豆サチユタカの品質変動要因. 1. 成熟異常と裂皮粒の発生について. 日作紀 72 (別 1): 186-187.
古明地通孝 1985. 気象変化と生育・収量の変動. 農業技術体系作物編 6「ダイズ・アズキ・ラッカセイ」. 農文協, 東京. 追録第7号. 75-80.
荻原均・石倉教光 1994. ダイズの「莢先熟」現象の生理的解析と発生子知の可能性. 日作紀 63 (別 2): 201-202.
田中滋郎・古明地通孝・財津昌幸 1983. ダイズ種皮の発育および細胞壁成分と裂皮発生の関係. 日作紀 52 (別 1): 69-70.
鳥生久嘉・伊藤徳右・森康明・江戸義治 1976. 大豆の裂皮に関する研究. 1. 播種期が亀裂の発生に及ぼす影響. 日作紀 45 (別 2): 43-44.
内川修・福島裕助 2003. 大豆「サチユタカ」の茎水分からみたコンバイン収穫適期. 日作九支報 69: 56-57.
内川修・福島裕助・松江勇次 2003. 北部九州におけるダイズの収量と気象条件との関係. 日作紀 72: 203-209.
安江多輔・木野村直行 1982. ダイズ種子の裂皮粒発生機構に関する研究. 日作紀 51 (別 2): 63-64.
安江多輔・日比野哲美 1982. ダイズ種子の裂皮粒発生機構に関する研究. 日作紀 51 (別 2): 65-66.

Effects of Seeding Time and Planting Density on the Occurrence of Seed Coat Cracking in Soybean Cultivar ‘Sachiyutaka’ :

Osamu UCHIKAWA, Yusuke FUKUSHIMA, Hirokazu SATO, Kohei TANAKA and Yuji MATSUE (*Fukuoka Agr. Res. Cent. Chikushino 818-8549, Japan*)

Abstract : To establish the cultivation techniques that prevent the occurrence of seed-coat cracking (SCC) in soybean cultivar ‘Sachiyutaka’, we investigated the effects of seeding time and planting density on the occurrence of SCC in ‘Sachiyutaka’. The occurrence of SCC tended to increase as the sowing time was advanced; it was increased by sowing in June and decreased by sowing later than July 10. The occurrence of SCC was decreased by increasing the planting density. However, in late sowing on July 24, no significant difference in the occurrence of SCC was observed between the sparse and the dense planting. The occurrence of SCC negatively correlated with grain number per m^2 and seed-stem ratio, but was not correlated with 100-grain weight and yield. We recommend to delay the sowing time and increase planting density to increase the seed-stem ratio and to keep a sufficient number of grains per m^2 as a measure to prevent the occurrence of SCC in ‘Sachiyutaka’.

Keywords : Grain number, Planting density, Sachiyutaka, Seeding time, Seed coat cracking, Seed stem ratio, Soybean.