

[短 報]

ビール大麦に対する被害粒（側面裂皮粒）の
発生要因解明と軽減対策浅山 聡^{*1} 後藤 英次^{*2} 桃野 寛・白旗 雅樹・鈴木 剛^{*3}

ビール大麦に対する被害粒（側面裂皮粒）の実態調査から発生要因を解明し、発生軽減対策及び調製法について検討した。主産地における被害粒発生率は富良野市で最も高く、そのなかでも側面裂皮粒の占める割合が最も高かった。側面裂皮粒を発生させる生育環境要因は止葉抽出期から出穂期の日照不足、土壌の過湿・過乾が主要なものであった。側面裂皮粒発生率を低下させる栽培方法として窒素施肥量は道施肥標準（富良野地区は5Kg/10a）、播種量は340粒/m²、畦幅は15cm程度を設定した。

緒 言

1991～1993年、富良野地方のビール大麦で、検査規格に示される被害粒が多発した。「被害粒」等が一定限度以上混入するとビール大麦規格からは落等するため、これまで、産地では調製して出荷につとめ、契約達成率100%をほぼ維持してきた。しかし、1992年には富良野市農協で被害粒が多発し、契約達成率が81.9%に落ち込んだ。ビール大麦は規格による価格差が大きく、規格外を出荷すると農家の収益性は大幅に低下する。のみならず、産地としての評価に多大な悪影響を及ぼす。「被害粒」のうち富良野地方に発生し、問題となっているのは主として側面裂皮粒である。

そこで本試験では栽培法による側面裂皮粒の発生軽減技術確立のため、側面裂皮粒の実態調査から発生要因を解明し、発生軽減対策を検討した。

方 法

供試品種は「りょうふう」である。

1. 実態調査

(1) 主産地の被害粒発生率および耕種法調査

被害粒発生率については1993～1996年に富良野市、端野町、網走市産の計684点を調査した。各生産者から乾燥所へ搬入された未整粒のサンプル200粒を観察により被害粒の種類別に分類した。耕種法については1993年に富良野市、網走市、端野町において、1994～1996に富良野市において聞き取りにより表

1の項目について調査した。

(2) 富良野市の作物体、土壌調査

1994～96年に富良野市において出穂期・収穫期における作物体、被害粒発生率、作土深、心土の硬度、作土の有効水分について調査した。

2. 外穎の发育推移

外穎の長さと幅を止葉抽出期（6月27日）、止葉展開期（7月1日）、出芒期（7月5日）、乳熟後期（7月22日）、の4時期に実体顕微鏡（100倍）で観察調査した。

3. 側面裂皮粒の発生要因

遮光時期、遮光率、窒素施肥量、播種量、畦幅、土壌水分について下記の通り処理を設け、側面裂皮粒発生率と外穎の大きさ、作物体調査を行った。試験は1994～96年に北見農試、上川農試で行った。

(1) 遮光に関して

遮光時期については表3の3時期とし、遮光率は38%とした。遮光率については50%、38%、22%、無処理の4段階とし、止葉抽出期から出穂期に遮光し、側面裂皮粒発生率と外穎の大きさを調査した。なお、遮光率は供試した遮光ネットの規格による。

(2) 窒素施肥量に関して

窒素施肥量は6.5、8kg/10aの2段階とした。

(3) 播種量に関して

播種量は340粒/m²を100%として60、80、100%の3段階とした。試験全体の側面裂皮粒発生率を上げるため、止葉抽出期から出穂期に38%の遮光を全処理に行った。遮光は畦幅、土壌水分についても同様に行った。

(4) 畦幅に関して

畦幅は15、30、60cmの3段階とした。

(5) 土壌水分に関して

土壌水分は冠水条件、pF2.1～2.3、2.5～2.7、3.0

1997年4月30日受理

*1 北海道立北見農業試験場、099-14 常呂郡訓子府町

*2 北海道立上川農業試験場、078-03 上川郡比布町

*3 北海道立十勝農業試験場、082 河西郡芽室町

の4段階とした。

4. 側面裂皮粒発生軽減法の確立

窒素施肥量、畦幅、土壌水分、個々の改善および各要因の組立について下記の通り処理を設け、側面裂皮粒発生率と外穎の大きさ、作物体調査を行った。試験は1995～1996年に富良野市、上川農試で行った。

(1) 窒素施肥量の改善

1995年は4, 8, 12kg/10a, 1996年は5, 6.5, 8kg/10aの3水準とした。

(2) 畦幅の改善

1995年は15, 30, 60cm, 1996年は15, 30cmとした。

(3) 灌水による軽減対策

出穂期の2週間前～出穂期に、1995年は乾燥時に5mmを目標に3回、1996年はpF2.5以上の際に10mmを目標に2回灌水を行った。

(4) 組立試験

表8の通り慣行区に対して窒素施肥量、畦幅、播種量、灌水技術を組み合わせて軽減区を設定した。

5. 機械収穫調製法と選別による改善

(1) コンバイン収穫

周速度は25.1, 28.3m/Sの2水準、コンケーブクリアランスは1/2, 3/8インチの2水準、脱穀部構造は直流型と軸流型の2水準とした。

(2) 比重選別機による被害粒除去

比重選別機の型式はGKY-100, 設定は送り角は1.4～7.1度, 流れ角は0.2～6.8度, ファン風量は0.8～3.2 m³/S, デッキ振動数は0～13.3Hzとした。供試大麦被害粒組成については側面裂皮粒は4.7～5.5%, 凸腹粒は0.5～1.0%とした。

結 果

1. 実態調査

被害粒の発生率は富良野市が最も高く、そのなかでも側面裂皮粒の占める割合は73%であった。端野町、網走市においても側面裂皮粒の占める割合が最も高かった。耕種概要については富良野市の窒素施肥量は道施肥標準より50%も多肥で、畦幅は他の市町より広がった(表1)。土壌調査では富良野市のビール大麦栽培圃場は作土が浅く、保水性に乏しく、心土が非常に堅密である場合が多い。そのなかでも、褐色森林土は堅密固結性土壌の特性を持ち、その傾向が顕著であり、側面裂皮粒の発生率が高かった(表2)。

2. 外穎の發育推移

外穎の長さは止葉抽出期から止葉展開期に急激に長くなり、出芒期には乳熟後期と同様の大きさに生育していた。

外穎の幅は止葉抽出期から出芒期に急激に長くな

表1 主産地の被害粒発生率と耕種概要

市町名	被害粒発生率(%)			播種量 kg/10a	畦幅 (cm)	窒素 施肥量 kg/10a
	側面裂 皮粒	その他	合計			
富良野市	3.2	1.2	4.4	13.1	24.6	7.3
端野町	1.5	0.9	2.4	—	18.7	4.5
網走市	0.9	0.4	1.3	11.5	20.0	2.6

注) 調査年次: 被害粒は1993～96年, 耕種概要は1993年

表2 土壌型別の側面裂皮粒発生率と土壌物理性

土壌型	発生率 (%)	作土深 (cm)	心土硬度 山中硬度	作土有効水分 (mg/100ml)
低地土	4.6	15.9	30.2	12.4
台地土	8.3	14.3	28.0	11.8
森林土	11.2	13.8	30.3	7.0
適土壌	—	20～30	16～20	15～20

注) 調査は1994年, 富良野市, 40点

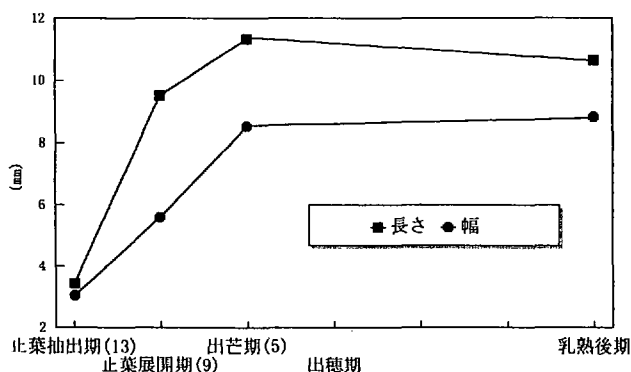


図1 外穎の發育推移

() 内の数字は出穂期までの日数

り、出芒期には乳熟後期と同様の大きさに生育していた(図1)。

3. 側面裂皮粒の発生要因

遮光時期では出穂期の2週間前～出穂期の遮光により側面裂皮粒発生率は高くなり、稈長、穂長は短くなった(表3)。遮光率では遮光率が高いほど側面裂皮粒発生率は高く、外穎は小さかった(表4)。窒素施肥では側面裂皮粒発生率は窒素施用量8kg/10a区で高く、外穎は小さくなった。出穂期における茎葉/乾物重、穂/茎葉の比率は窒素施用量8kg/10a区で低下した(表5)。播種量では播種量が少ないほど側面裂皮粒発生率は高く、外穎は小さかった(表6)。各播種量では稈長の短い茎の粒ほど側面裂皮粒発生率は高く、外穎は小さかった。畦幅では畦幅が広いほ

ど側面裂皮粒発生率は高かったが、畦幅による外穎の大きさに差はなかった（表7）。土壌水分では側面裂皮粒発生率はpF2.1～2.3では低く、過湿条件である冠水と過乾条件であるpF3.0では高かった（図2）。外穎は土壌の過湿・過乾条件では小さく、葉身の光合成能はpF2.1～2.3で高く、過湿・過乾条件では低かった（図3,4）。

4. 側面裂皮粒発生軽減法の確立

側面裂皮粒は窒素施肥量が少なく、畦幅が狭い処理ほど発生率は低かった（図5）。出穂期2週間前～出穂期の灌水により側面裂皮粒発生率は低下した。組立試験では側面裂皮粒発生率は軽減区では慣行区より低かった。穂数は軽減区ではやや少なく、子実重もやや低かった。子実重から側面裂皮粒を差し引いた値は軽減区は299kg/10a、慣行区は302kg/10aとはほぼ同等であった（表9）。

表3 遮光時期が側面裂皮粒、大麦の生育の及ぼす影響

遮光時期	年次	側面裂皮 (%)	出穂期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 本/m ²	一穂粒数	倒伏程度 8月6日	千粒重 (%)
出穂期の30日前 ～出穂期の15日前	1994	0.3	7.12	87	6.2	461	22.1	2.5	41.3
	1995	1.2	7.09	92	5.3	518	19.7	4.0	39.2
	平均	0.8	7.11	90	5.8	490	20.9	3.3	40.3
出穂期の15日前 ～出穂期	1994	7.3	7.12	85	5.3	406	19.7	0.0	43.3
	1995	45.4	7.09	74	5.0	487	19.3	0.0	39.6
	平均	26.4	7.11	80	5.2	447	19.5	0.0	41.5
出穂期 ～出穂期の15日後	1994	0.2	7.11	91	5.8	462	20.2	3.8	29.3
	1995	0.4	7.08	92	5.7	462	20.0	4.0	30.1
	平均	0.3	7.10	92	5.8	462	20.1	3.9	29.7
無処理	1994	0.2	7.11	92	6.0	479	21.1	0.0	45.3
	1995	2.1	7.08	93	5.7	511	20.7	2.7	44.1
	平均	1.2	7.10	93	5.9	495	20.9	1.4	44.7

注) 倒伏程度：0 無～5 甚

表4 遮光率が側面裂皮粒、大麦の生育に及ぼす影響

遮光率 (%)	発生率 (%)		外穎の長さ (mm)		同無処理比		外穎の幅 (mm)		同無処理比	
	北見	上川	北見	上川	北見	上川	北見	上川	北見	上川
無処理	1.5	2.6	10.49	11.57	100	100	8.31	4.17	100	100
22	3.6	6.3	10.20	11.50	97	99	8.20	4.10	99	98
38	17.0	16.0	10.22	11.22	97	97	7.90	3.98	95	95
50	42.8	39.8	9.89	10.94	94	95	7.69	3.82	93	92

表5 窒素施肥量が側面裂皮粒および生育に及ぼす影響（1996、上川）

窒素 施用量 kg/10a	側面裂皮 発生率 (%)	外穎		茎葉乾物重 /葉面積 (mg/cm ²)	穂の乾物重 /茎葉乾物重の比
		長さ (mm)	幅 (mm)		
6.5	2.6	11.7	4.2	8.43	0.82
8.0	6.2	11.1	3.9	7.50	0.72

表6 播種量が側面裂皮粒、大麦の生育に及ぼす影響

播種量 (%)	側面裂皮発生率 (%)				外穎の長さ (mm)				外穎の幅 (mm)				個体当 の穂数
	長	中	短	平均	長	中	短	平均	長	中	短	平均	
60	17.3	21.8	28.6	22.6	9.97	9.98	9.86	9.94	7.79	7.59	7.44	7.61	2.6
80	13.3	19.6	20.0	17.7	10.19	10.19	10.16	10.18	8.05	7.86	7.61	7.84	1.7
100	12.3	17.8	19.7	16.6	10.44	10.08	9.97	10.16	7.92	7.77	7.63	7.77	1.3

注) 「長，中，短」調査茎を稈長準に3種類に分けたことを示す。以下の表も同じ。

表7 畦幅が側面裂皮粒、大麦の生育に及ぼす影響

畦幅 (cm)	側面裂皮発生程度 (%)				外穎の長さ (mm)				外穎の幅 (mm)			
	長	中	短	平均	長	中	短	平均	長	中	短	平均
15	8.2	11.0	11.8	10.3	10.83	10.87	10.66	10.79	8.16	7.89	7.92	7.99
30	13.5	19.0	25.2	19.2	10.97	10.90	10.71	10.86	7.99	7.81	7.64	7.81

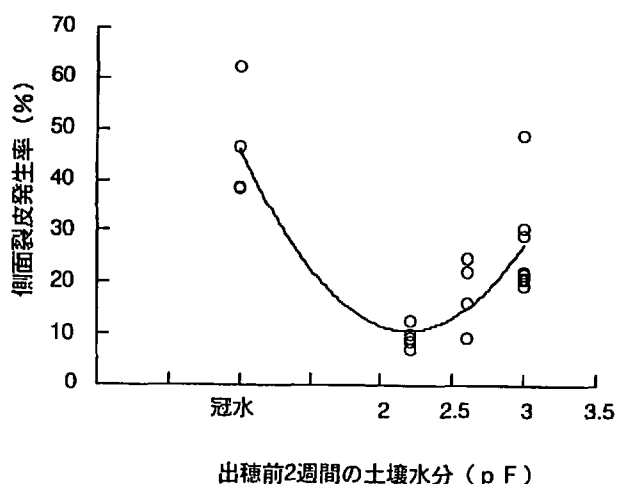
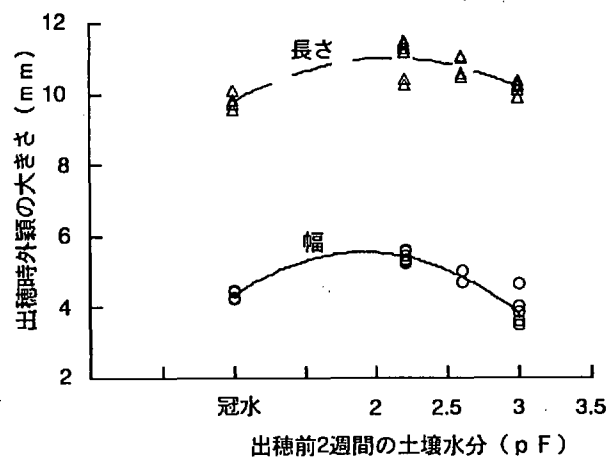
表8 組立試験の耕種概要

処理区分	畦幅 (cm)	施肥量 (kg/10a)			播種量 (粒/m ²)	灌水 処理
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
慣行区	30	6.0	24.0	14.0	270	なし
軽減区	15	4.0	16.0	9.3	340	なし

表9 組立試験における試験結果 (1996年 富良野市)

処理区	側面裂皮 粒発生率	稈長	穂長	穂数	1穂粒数	不稔率
	(%)	(cm)	(cm)	(本/m ²)		(%)
慣行区	12.9	72	5.6	444	18.8	0.9
軽減区	3.4	71	5.7	418	18.7	1.1

処理区	総重	子実重	子実重/ 茎葉重	千粒重	粗蛋白質 含有率
	(kg/10a)	(kg/10a)		(g)	(%)
慣行区	777	347	0.81	49.0	9.8
軽減区	726	310	0.75	48.8	9.5

図2 出穂前土壌水分と側面裂皮発生率の関係
(1996年 ポット試験)図3 出穂前土壌水分と出穂時外穎の大きさの
関係
(1996年 ポット試験)

5. 機械収穫調製法と選別による改善

コンバイン収穫試験の結果から刈り高さを変えた脱穀負荷と損傷発生程度に有意差はなく、コンバイン収穫による側面裂皮粒等の発生増加は認められなかった(表10)。比重選別機を用いて側面裂皮粒および凸腹粒を除去する場合、製品口を投入流量の10/100流量となるような位置で仕切ることにより混入率

は0%にすることができ、15/100流量では1%以下、25/100流量では混入率は3%程度であった。側面裂皮粒、凸腹粒は穀物比重選別機の使用による選別の可能性を認めた(図6)。

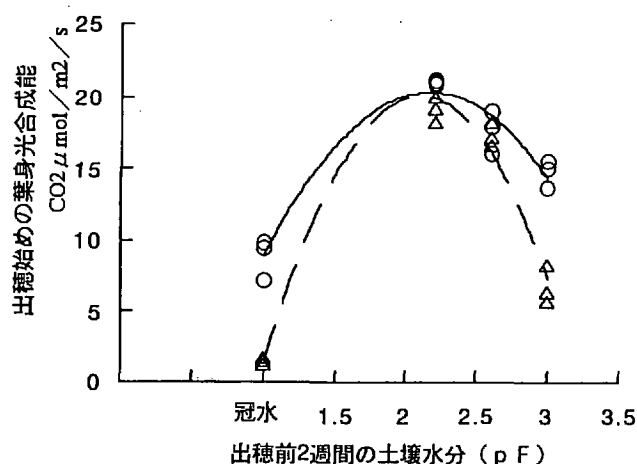


図4 出穂前の土壌水分が葉身光合成能に及ぼす影響
(1996年度 ポット試験)

考 察

これまでに、側面裂皮粒は胚乳の容積に対して内外穎の容積が小さくなった時に発生することが報告されている¹⁾。また、本試験において北海道の春播き栽培においては穎は止葉抽出期から出芒期にかけて急激に発育することが明らかになり、この時期に大麦が何らかのストレスを受けた場合、穎の発育が抑制されると考えられる。これらのことから、止葉抽出期から出芒期に大麦にストレスを与え、穎の発育を抑制する要因を解明し、穎の発育が抑制されにくい栽培方法の検討を行った。

ストレスを与える生育環境要因としては第1に日照不足があげられる。日照不足を想定した遮光処理では穎の発育する時期の遮光により外穎は小さくなり、側面裂皮粒の発生率は高くなった。さらに、遮光率が高いほどこの傾向は顕著であった。第2には土壌水分があげられる。土壌調査により富良野市の大麦圃場は北海道土壌診断基準（普通畑作物）と比較して作土が浅く、保水性に乏しく、心土が非常に堅密であることが明らかになった。このことから、大麦の根は水分緩衝能が低い土壌の非常に狭い領域にしか伸張できず、土壌の過湿・過乾によるストレス

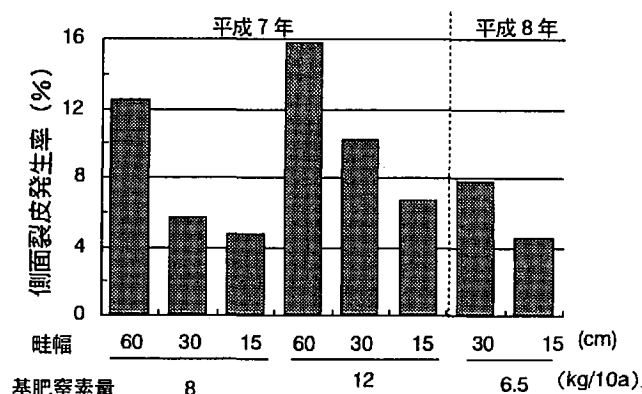


図5 畦幅と側面裂皮粒発生率の関係

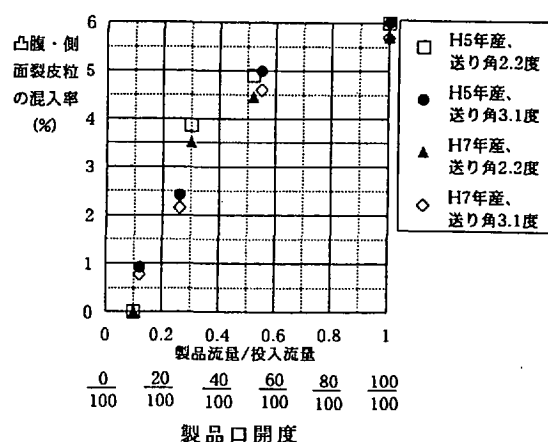


図6 製品口開度と混入率

を受けやすいと考えられる。また、土壌の過湿・過乾条件では出穂始めの葉身光合成能が低下することから、穎への炭水化物の供給が減少し、外穎は小さくなり、側面裂皮粒発生率は高くなると推測される。栽培要因としては第1に窒素施肥量があげられる。出穂始めにおける葉面積当たりの茎葉乾物重は多肥により低下していることから乾物生産効率が悪く、多くを呼吸等に消費していると考えられる。さらに、多肥により子実重/茎葉重の比が低くなっていることから、多肥により大麦の総生育量は増加しても、茎葉

表10 コンバイン収穫特性

機種	刈高さ (cm)	シリンダ 回転数 (rpm)	同 左 周速度 (m/s)	作業 速度 (m/s)	組成 (%)		損傷粒 (%)		発芽勢 (%)
					芒付	穂切	はく皮	破碎	
普通型	23	900	26.4	0.96	1.4	2.6	0.1	0.0	98
	41	850	24.9	0.95	2.1	1.8	0.1	0.0	95
汎用型	24	716	24.4	0.88	1.7	0.9	0.0	0.0	99
	39	716	24.4	0.91	1.6	0.8	0.1	0.0	99

の生育量と呼吸量に対して、穂の生育量は相対的に低下するために穎が小さくなったと考えられる。これらのことにより多肥では側面裂皮粒発生率が高くなると考えられる。第2に播種量があげられる。播種量が少ない場合は穂数のうち分けつ茎由来による穂の占める割合が高くなり、播種量比60%では分けつ茎由来の穂が6割程度含まれていた。また、各播種量においては稈長の短い茎ほど側面裂皮粒の発生率が高く、外穎は小さかった。これらのことから、各播種量において稈長の短い茎を分けつ茎と仮定すれば、低播種量では分けつ茎由来の穂の割合が高くなる。このように、穎の発育が劣る分けつ茎が有効穂として多く登熟するような生育形態では側面裂皮粒発生率が高くなると考えられる。第3に畦幅については畦幅が広いほど側面裂皮粒発生率は高かった。その理由として畦幅が広くなることにより、下位分けつ茎の割合が多くなり、分けつ茎間に生育の差が生じたために、下位分けつ茎に多く側面裂皮粒が発生すると推察したが、その理由を特定することはできなかった。

以上の要因解明から側面裂皮粒発生率を低下させる栽培方法として、窒素施用量は道施肥標準（富良野地方は5 kg/10a）、播種量は340粒/m²（道指導基準）、畦幅は15cm程度を設定した。加えて止葉抽出期に土壤水分がpF2.5を越える場合には灌水を行うと軽減できる。なお、コンバイン収穫による発生は認められなかった。穎の発育時期の著しい日照不足、多雨などにより側面裂皮粒等の発生率がビール大麦の規格を越えた場合には比重選別機の使用により側面裂皮粒の混入率をビール用の規格内に抑えることが可能であり、側面裂皮粒による落等は回避できる。

引用文献

- 1) 浜地勇次, 古庄雅彦, 吉田智彦. “ビール大麦における側面裂皮粒の発生に及ぼす環境条件の影”. 日本作物学会紀事. 58(4), 507-512(1989).
- 2) 浜地勇次, 古庄雅彦, 吉田智彦. “ビール大麦における土壤の過湿条件が穎の大きさおよび側面裂皮粒の発生に及ぼす影”. 日本作物学会紀事. 59(4), 667-671(1990).

Factors of Occurrence and Counterplan of Husk Under Development in Malting Barley

Satoshi ASAYAMA*, Eiji GOTO, Hiroshi MOMONO, Masaki SHIRAHATA and Takeshi SUZUKI

* Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-14 Japan