

黒大豆の加工時皮切れの発生要因

誌名	北農
ISSN	00183490
著者名	杉山,裕 佐々木,亮 鴻坂,扶美子 中道,浩司 小宮山,誠一
発行元	北海道農事試験場北農會
巻/号	91巻3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 195-202
発行年月	2024年7月

<試験成績・研究成果>

黒大豆の加工時皮切れの発生要因

杉山 裕¹ 佐々木 亮² 鴻坂扶美子³ 中道 浩司¹ 小宮山誠一¹

要 旨

黒大豆の加工時にみられる顕著な皮切れ（過皮切れ）は粒の長径頂に多く発生していた。由来が異なる黒大豆を用いて、原粒の由来、粒大や外皮の状態を説明変数とし、過皮切れの有無に影響する要因を名義ロジスティック回帰分析により解析したところ、剥皮（外観上は無損傷であるものの拡大観察により認められる外皮損傷）の影響が最も大きかった。しわ粒は過皮切れの直接的な要因ではないものの、亀甲じわは外力を伴うことにより剥皮等の損傷を受けやすく、過皮切れの発生に影響することが示唆された。また、子実水分が低いほど外力付与により剥皮が生じやすい傾向にあった。蒸煮等の加工時には、収穫・脱穀時等に発生した剥皮の発生部から子葉が直接吸水し、急速に肥大することで外皮に応力が生じ、皮切れの発生につながる事が明らかとなった。

1 はじめに

2013年に「和食：日本人の伝統的な食文化」がユネスコ無形文化遺産に登録され、「和食」文化が世界的にも注目を浴びている。大豆は、豆腐、納豆、味噌、醤油、煮豆等、古くから日本の食卓に並ぶ「和食」に欠かせない食材であり、消費者ニーズへの対応や高付加価値化に向けて使用量の増加が見込まれることから、実需者から安定供給が一層求められている（農林水産省2023, 2024）。特に黒大豆は、正月のおせち料理など煮豆として広く利用されており、黄大豆と比べて高価格で取引されている（農林水産省2022）。

北海道における黒大豆の作付けは2020年において約3,200ha（大豆作付けの約8%）である（北海

道2023）。これまでは大豆需要の拡大に伴い、黄大豆・黒大豆ともに作付けが増える傾向にあった。大豆では一般に原料の殺菌や麴菌酵素作用を受けやすくすることを目的に蒸煮等の加工処理が行われるが、近年、黒大豆では加工時に顕著な皮切れが多発することがあり、歩留まり低下による製品収量の著しい減少が問題とされている。このため、主産地を中心に黒大豆の作付けに陰りがみられている。

大豆では、低子実水分での収穫・乾燥が外皮損傷粒を増加させ、外観上の品質劣化につながる事が知られている（平ら1982）。また、低子実水分下における黒大豆のコンバイン収穫により原粒の外皮損傷粒の発生が増加すること、損傷粒発生の低減には子実水分が18～20%に達した段階で速やかに収穫することが重要であることを明らかにしており（中央・十勝農試2007）、黒大豆生産における収穫指標として利用されている。

加工時における皮切れ（加工時皮切れ）についても低子実水分下における収穫が要因と思われたが、原粒の外観上は無損傷であり原因は明確ではなかった。そこで本研究では、黒大豆の加工時皮切れの発生要因を明らかにすることとした。

The causes of skin cracking during the processing of black soybeans.

1 道総研中央農業試験場

Yutaka SUGIYAMA, Kouji NAKAMICHI,
Seiichi KOMIYAMA

2 道総研中央農業試験場（現 道総研農業研究本部）

Makoto SASAKI

3 道総研十勝農業試験場（現 道総研中央農業試験場）

Fumiko KOUSAKA

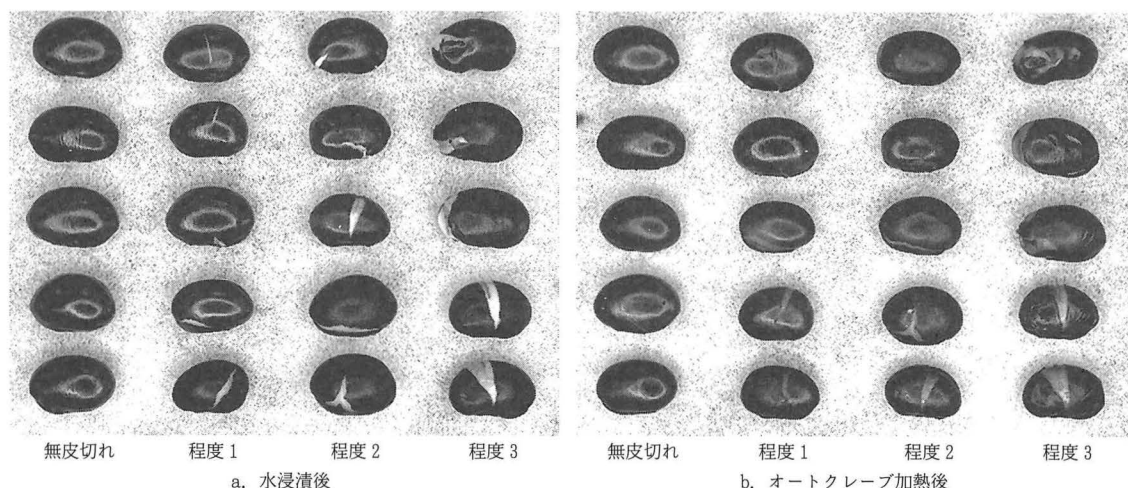


写真1 黒大豆の加工時皮切れ程度

無皮切れ：外皮に損傷がない
 程度1：外皮は損傷しているが、内皮は健全で子葉は露出していない
 程度2：外・内皮ともに損傷があり、子葉が露出している
 程度3：外・内皮ともに損傷があり、子葉が露出・崩壊している

2 試験方法

1) 加工時皮切れの評価基準

加工時皮切れの評価基準を設定するため、十勝農試産「いわいくろ」を用いて、慣行的手法による加工（蒸煮；20℃水浸漬16時間後にオートクレープ加熱（121℃、10分）を行った。皮切れ程度を4区分とし（写真1注釈）、水浸漬後およびオートクレープ加熱後における区分別の皮切れ粒数の割合を算出した。

2) 加工時皮切れの発生に影響する要因

道内産地（9か所）、品種（3品種・系統；「いわいくろ」、「中生光黒」、「（十勝農試）育成系統A」）、収穫法（手刈り・手脱穀、手刈り・機械脱穀、コンバイン収穫）や調製工程の有無により由来が異なる道内産の黒大豆を2018年に16点、2019年に31点、2020年に33点収集した。調査は1点あたり原粒50～100粒（総粒数：2018年（774粒）、2019年（620粒）、2020年（4,770粒））を1粒毎に粒大（粒重、粒長、粒高、粒厚、粒長/粒高）や外皮の状態（縮緬じわ、亀甲じわ、裂皮や剥皮の有無）を調査するとともに、1粒毎にチャック付きポリ袋内にお

ける水浸漬後（20℃、24時間）の皮切れ程度を調査し、程度2および程度3区分の粒数割合を過皮切れ粒率として算出した。その後、得られた過皮切れ粒率と原粒の由来や粒大、外皮の状態との関係について検討するとともに、過皮切れの発生部位、地域別や収穫法別の過皮切れ粒率について評価した。ただし、収穫法別の評価は、2021年産も加えて評価した（総粒数：7,465粒）。解析はEZR（ver1.65、RおよびRコマンドの機能を拡張した統計ソフトウェア）により行った。なお、粒長が最も長くなる原粒頂部を長径頂と定義した。また、子実のへその反対側（以下、短径頂）が細かく波状になるしわを縮緬じわ、種皮が子葉から浮いて剥離状態を伴い亀甲状に隆起したしわを亀甲じわ（別名：かぶとじわ）、種皮表面上の亀裂を裂皮、外観上は無損傷であるものの拡大観察により認められる外皮損傷を剥皮と定義した（一部、写真2）。

3) 子実水分別の外力付与と剥皮発生との関係

子実水分の違いが剥皮の発生に与える影響を明らかにするため、シリカゲルや相対湿度90%RH以上の条件により子実水分を調整した「いわいくろ」を供試材料として（2019年産は20点、2020年

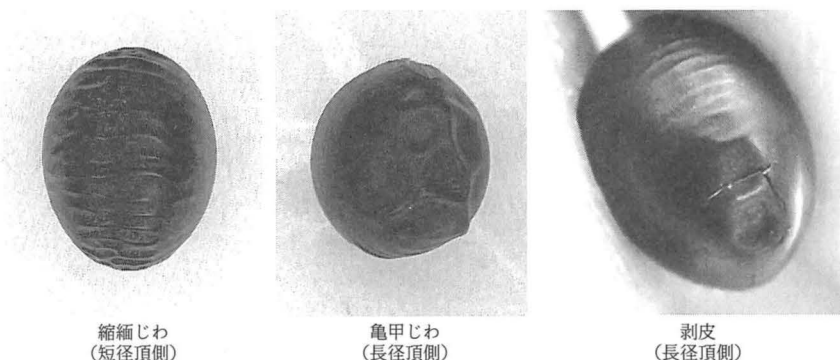


写真2 黒大豆の外観に生じたしわと剥皮

産は8点, 2021年産は22点), 外力付与(予備試験に基づき子実重20g程度を25cm高さから1Lガラス製ビーカー底面に落下処理を30回繰り返して行うもの)後の剥皮粒率を調査した。なお, 供試材料に元から収穫・脱穀に伴う剥皮が生じている可能性があることから, 外力付与前の剥皮粒率も調査し, これをブランク値とした剥皮粒率増加幅(外力付与後の剥皮粒率－外力付与前の剥皮粒率)をもって剥皮粒率を評価することとした。

4) 水浸漬後の皮切れ推移

外皮損傷が水浸漬後の粒肥大に与える影響を明らかにするため, 「いはいくろ」を用いて, 原粒時の無損傷粒, 剥皮粒, 裂皮粒を20℃で水浸漬し, 経時的に粒長を調査した。

3 結果と考察

1) 加工時皮切れの評価基準

水浸漬後の皮切れ部は, 黒の外皮と白の子葉とのコントラストから視認性に優れ, 容易に判別できた(写真1a)。続くオートクレーブ加熱後の皮切れ部は全体的に茶色くくすみがかっており, 皮切れ程度1区分(外皮は損傷しているが, 内皮は健全で子葉は露出してない)では皮切れ面積が小さいことに加え, 内皮の着色やしわの発生により皮切れ部は不明瞭であった(写真1b)。皮切れ程度2および程度3区分(外・内皮ともに損傷があり, 子葉が露出または露出・崩壊している)では水浸漬後と比べて視認性は劣ったものの, 子実

の露出により程度1区分と比べて皮切れ部の判別が容易であった。このように皮切れ程度2および程度3区分は製品品質を大きく損なうことから, これらの区分を「過皮切れ」と定義し, 主な評価対象にすることとした。また, オートクレーブ加

熱後の過皮切れ粒率は, 水浸漬後の過皮切れ粒率と比較してやや高くなる傾向があったものの, 両者には高い相関が認められた($r=0.978$ ($p<0.001$, $n=21$))。このことから, 加工時皮切れの評価は視認性に優れる水浸漬後(20℃, 24時間)の過皮切れ粒率をもって行うこととした。

2) 加工時皮切れの発生に影響する要因

(1) 発生部位別の皮切れ程度

黒大豆の水浸漬後における無皮切れ粒率は51.3%であった(表1)。過皮切れ粒率は23.0%であり, このうち長径頂での発生が63.5%と多く, 腹部やへそ周辺, その他部位での発生は少なかった。このことから加工時皮切れの発生要因を探るうえで, 長径頂における形質に着目する必要があると思われる。

表1 損傷発生部位の違いが黒大豆の過皮切れ粒率に及ぼす影響

部位	無皮切れ粒率 (%)	過皮切れ粒率 (%)
長径頂	—	14.6(63.5)
腹部	—	2.1(9.2)
へそ周辺	—	3.2(13.7)
他	—	3.1(13.6)
計	51.3	23.0

1) 2018～2020年産による ($n=6,162$)

2) 無皮切れ粒率は, 水浸漬後に皮切れがみられない粒数の割合を示す

3) 過皮切れ粒率は, 水浸漬後の程度2および程度3区分(外・内皮ともに損傷があり, 子葉が露出しているもの)の皮切れ粒数の割合を示す。()内は過皮切れ粒内の割合を示す

(2) 過皮切れに影響を与える要因

過皮切れの有無に影響する要因を探るため、原粒の由来、粒大や外皮の状態を説明変数として名義ロジスティック回帰分析を行ったところ、外皮の状態の影響が大きかった（データ略）。そこで、特に外皮の状態による影響を確認したところ、剥皮無に対する有のオッズ比が65.1と最も大きかった（表2）。こうした傾向は供試3品種・系統ともに同様であり（データ略）、供試材料における過皮切れは原粒外皮の剥皮が大きく影響していることが推察された。加えて、これらの要因による影響を個別に確認したところ、原粒時の「整粒（対照）」は40.0%であり、他の外皮の状態と比べて多く、水浸漬後の過皮切れ粒率は12.6%であった（表3）。原粒時に「剥皮のみ」を有する粒の過皮切れ粒率は86.6%と対照と比べて高かった。「裂皮のみ」を有する粒の過皮切れ粒率は39.3%と対照と比べて高かったものの、「剥皮のみ」と比べると低い傾向にあった。「縮緬じわのみ」や「亀甲じわのみ」を有する粒の過皮切れ粒率は対照と同等であった。原粒時に裂皮、縮緬じわおよび亀甲じわに加えて剥皮を伴うことにより、過皮切れ粒率は著しく高くなった。対照と比べた過皮切れの起こりやすさを示すオッズ比は、「剥皮のみ」が極めて大きい傾向にあった。こうしたことから、原粒時の縮緬じわや亀甲じわが過皮切れの発生に及ぼす直接的な影響は少ないと考えられ、過皮切れに関わる主要因は剥皮であることが強く示唆された。

表2 黒大豆の外皮の状態が過皮切れの有無に及ぼす影響

外皮の状態 (要因)	オッズ 比	オッズ比の 95%信頼区間
剥皮の有無	65.1	51.4-82.4
裂皮の有無	3.3	2.7-4.1
亀甲じわの有無	0.7	0.6-0.9
縮緬じわの有無	1.7	1.4-2.1

- 1) 外皮の状態を説明変数とした名義ロジスティック回帰分析 (n=6,162)
- 2) オッズ比は外皮の状態の要因無に対する要因有時の過皮切れの起こりやすさを示す。95%信頼区間が1.0を含まない場合に有意である

表3 黒大豆の外皮の状態と過皮切れ粒率との関係

外皮の状態 (要因)	原粒時の 粒率 (%)	過皮切れ 粒率 (%)	オッズ 比	オッズ比の 95%信頼区間
整粒（対照）	40.0	12.6	—	—
剥皮のみ	2.5	86.6	43.6	27.6-68.9
裂皮のみ	4.4	39.3	3.3	2.3-4.5
縮緬じわのみ	18.8	11.9	0.7	0.5-0.9
亀甲じわのみ	5.9	15.0	1.4	0.9-2.0
損傷・しわ混在	28.4	41.6	7.7	6.3-9.3
裂皮+剥皮	0.4	98.2	—	—
縮緬じわ+剥皮	2.0	81.6	—	—
亀甲じわ+剥皮	1.9	93.7	—	—

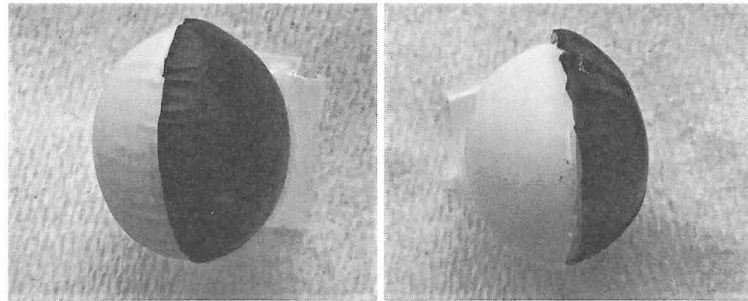
- 1) 2018～2020年産による (n=6,162)
- 2) 過皮切れ粒率は、水浸漬後の程度2および程度3区分（外・内皮ともに損傷があり、子葉が露出しているもの）の皮切れ粒数の割合を示す
- 3) 整粒は外皮無損傷のしわ無粒を示す
- 4) 損傷・しわ混在とは、剥皮や裂皮、縮緬じわ、亀甲じわの2以上をあわせ持った粒を示す。
- 5) オッズ比は過皮切れ粒の有無に対するオッズ対照比であり、対照に対する過皮切れの起こりやすさを示す。95%信頼区間が1.0を含まない場合に有意である

次に、道内の産地別に過皮切れ粒率を調査したところ、年次間に有意差はみられなかったものの地域間で違いがみられた（表4）。すなわち、大規模畑作地域では過皮切れ粒率は高い傾向にあり、この地域では収穫遅れに起因すると思われるしわ粒が多い傾向にあった（C地域、データ略）。一方、経営規模が比較的小さい地域では過皮切れ粒率は少ない傾向にあり、しわ粒は極めて少ない傾向にあった（F地域）。地域ごとに収穫期や機械収穫時の莢に対する外力の加わり方は異なると考えられるが、地域別の過皮切れ粒率の違いから、過皮切れの主要因である剥皮の発生にはしわ粒の存在や強い外力が加わることが影響していることが想起された。

表4 地域別にみた過皮切れ粒率の違い

地域	2018年産 (%)	2019年産 (%)	2020年産 (%)	平均 (%)
A地域	25.2	15.8	12.1	17.7
B地域	15.4	21.3	8.3	15.0 ns
C地域	25.0	24.0	34.3	27.8
D地域	19.2	40.0	—	(29.6)
E地域	—	32.5	5.6	(19.1)
F地域	—	7.5	2.5	(5.0)
G地域	13.3	—	—	—
H地域	—	—	18.1	—
I地域	—	—	13.1	—

- 1) 過皮切れ粒率は、水浸漬後の程度2および程度3区分（外・内皮ともに損傷があり、子葉が露出しているもの）の皮切れ粒数の割合を示す
- 2) nsは名義ロジスティック回帰分析によりA、B、C地域間に有意差がないことを示す (n=3)



a. 縮緬じわ粒 b. 亀甲じわ粒
写真3 縮緬じわと亀甲じわの外皮と子葉表面の比較

そこで、収穫・調製法やしわの有無と過皮切れ粒率との関係を確認した。コンバイン収穫では手刈り・機械脱穀と比べて、しわの有無に関わらず全体として過皮切れ粒率は高い傾向にあった(表5)。また、しわ無しとしわ有(全試料)を比較すると、収穫・調製法に関わらずしわ有(全試料)における過皮切れ粒率は高い傾向にあった。縮緬じわや亀甲じわがある場合、手刈り・手脱穀(対照)と比べて手刈り・機械脱穀やコンバイン収穫において過皮切れ粒率は高くなる傾向にあった。特に、縮緬じわと比べて亀甲じわがある場合ではコンバイン収穫により過皮切れ粒率が高く、対照に対するオッズ比が高い傾向にあった。しわ粒の態様を確認したところ、「いわいくろ」における縮緬じわは短径頂に多く発生し、発生部の子葉表面には外皮のしわに沿ってしわが認められた(写真3a)。一方、亀甲じわは長径頂に多く発生し、発生部の子葉表面にしわは認められなかった(写真3b)。また、この外皮凸部と子葉表面との間に空隙が認められ、この空隙は縮緬じわのものと比べて大きい傾向にあった(データ略)。黒大豆の外皮のしわの発生要因として、縮緬じわは子実肥大期の養分ストレスや窒素含有量の低下(田淵2007, 井上ら2006)に起因するとされる。一方、亀甲じわは成熟後における昼夜の乾湿の繰り返しに伴う吸湿時の水分吸収速度が子葉と外皮とで異なることから生じるとされており(佐藤ら2008)、吸湿に伴う収縮率が高い長径頂周辺に発生しやすいことが知られている(佐藤ら2006)。こうした外皮のし

わの発生要因の違いがしわの発生部位や発生部の空隙の大小に影響すると考えられた。しわ発生部の空隙は構造的に脆弱と考えられ、特に亀甲じわで認められる長径頂のしわ凸部は外力が集中しやすく、剥皮等の損傷を受けやすいことが推察された。こうしたことから、過皮切れの主要因である剥皮の発生には収穫・調製時の外力の強さが影響していること、亀甲じわは外力が加わることにより過皮切れの発生を助長することが示唆された。

表5 しわの有無および収穫・調製法の違いと過皮切れ粒率との関係

しわの発生区分	収穫・調製法(要因)	過皮切れ粒率(%)	オッズ比	オッズ比の95%信頼区間
全体	手刈り・手脱穀(対照)	13.2	—	—
	手刈り・機械脱穀	16.8	1.3	1.0-1.7
	コンバイン収穫	34.7	3.5	2.7-4.6
しわ無し	手刈り・手脱穀(対照)	9.3	—	—
	手刈り・機械脱穀	8.5	0.9	0.5-1.6
	コンバイン収穫	12.0	1.3	0.7-2.3
全試料	手刈り・手脱穀(対照)	11.7	—	—
	手刈り・機械脱穀	17.8	1.7	1.3-2.4
	コンバイン収穫	35.9	4.6	3.4-6.2
縮緬じわのみ	手刈り・手脱穀(対照)	8.7	—	—
	手刈り・機械脱穀	16.4	2.1	1.1-3.7
	コンバイン収穫	23.4	3.2	1.8-5.8
亀甲じわのみ	手刈り・手脱穀(対照)	17.6	—	—
	手刈り・機械脱穀	29.0	1.9	0.9-3.8
	コンバイン収穫	65.1	8.8	4.6-16.6

2018～2021年産による (n=7,465)

2) 過皮切れ粒率は、水浸漬後の程度2および程度3区分(外・内皮ともに損傷があり、子葉が露出しているもの)の皮切れ粒数の割合を示す

3) オッズ比は過皮切れ粒有の無に対するオッズの対照比であり、対照に対する過皮切れの起こりやすさを示す。95%信頼区間が1.0を含まない場合に有意である

3) 子実水分別の外力付与と剥皮発生との関係

子実水分別の外力付与に伴う剥皮粒率増加幅を調査したところ、試料数が少なかった2020年産では判然としなかったものの、3か年まとめた結果では、子実水分が低いほど外力付与による剥皮粒率増加幅は大きくなる傾向が認められた(図1)。これは、低子実水分下での収穫が外皮損傷粒の増加につながるという既存の知見と一致し(平ら1982, 中央・十勝農試2007)、過乾燥を避け適期に収穫することの重要性を示すものであった。

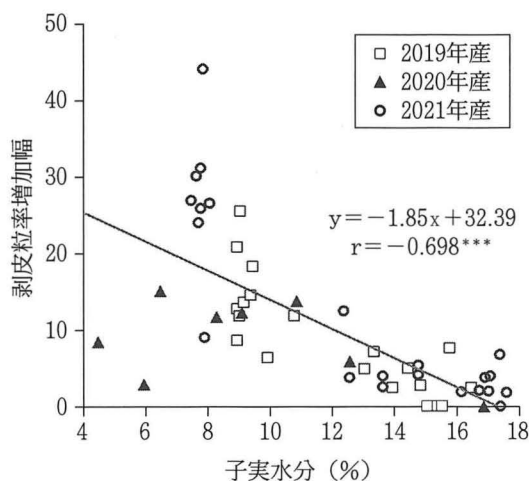


図1 子実水分別の外力付与による剥皮粒率増加幅
品種「いわいくろ」による

- 1) 剥皮粒率増加幅 = 外力付与後の剥皮粒率 - 外力付与前の剥皮粒率
- 2) ***は無相関検定により0.1%水準の有意性を示す (n=50)
- 3) 付与外力が小さい小ロット試験に基づくものであり、子実水分値は実際の収穫適期目安にはできない

4) 水浸漬後の皮切れ推移

外皮損傷による水浸漬後の粒肥大への影響を確認したところ、剥皮粒は無損傷粒と比べて水浸漬により急速な膨張が認められ、特に水浸漬後2時間までの粒長の伸長は裂皮粒と比べても早かった(図2, 写真4)。一般に大豆の吸水は水浸漬直後からへそ部縫線を中心に種皮全体で吸水・膨潤が始まり、外皮と内皮(アリュロン層)との間への貯水後、アリュロン層を通じて徐々に子葉が吸水、膨潤していくことが知られている(上中ら2000, 小泉ら2007)。剥皮粒で認められた急速な膨張は、剥皮が外・内

皮の損傷を伴うものであり、水分が直接子葉に到達し、子葉が急速に吸水・膨潤することを示している。こうした吸水・膨潤に伴い外皮へ応力が生じ、外皮損傷部における皮切れが発生すると考えられた。吸水後の伸長は長径頂方向で大きいことから(データ略)、長径頂方向で外皮への応力が大きくなることも、過皮切れの発生が長径頂に多いことの一因と推察された。

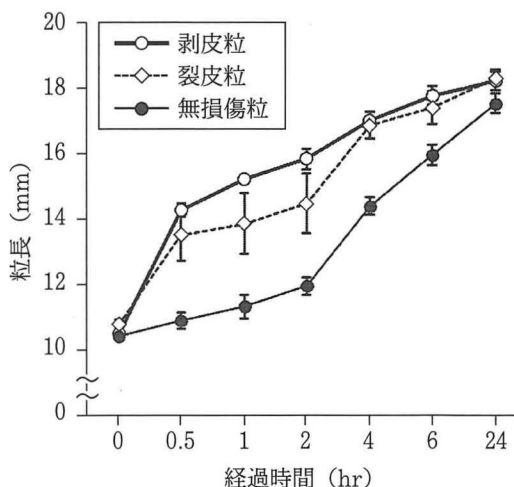


図2 外皮損傷の有無が水浸漬後の粒長推移に及ぼす影響
品種は「いわいくろ」。エラーバーは標準誤差 (n=6)

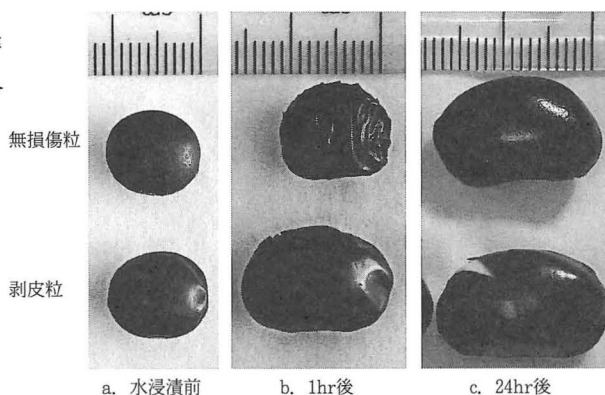


写真4 黒大豆の水浸漬後の剥皮の有無による粒外観の違い

以上1)~4)の結果から、黒大豆の加工時皮切れは次のとおり発生すると考えられる。すなわち、加工時に問題となる顕著な皮切れは粒の長径頂に多く発生し、原粒時に発生する剥皮が主要因である。

原粒に生じるしわは過皮切れの直接的要因ではないものの、しわ部における外皮凸部と子葉表面の間の空隙は外力に対して構造的に脆弱と考えられ、特にこの空隙は長径頂に発生しやすい亀甲じわ部で大きく、外力が加わることで剥皮の発生を助長する。加えて、子実水分別の原粒を用いて外力付与による影響を確認したところ、子実水分が低いほど剥皮が生じやすくなる傾向が認められ、乾燥により外力への耐性が下がることが確認された。加工時には、収穫・脱穀時等に発生した剥皮の発生部から子葉が直接吸水することになり、急速に肥大することで外皮に応力が生じ、皮切れの発生につながる事が明らかとなった(図3)。

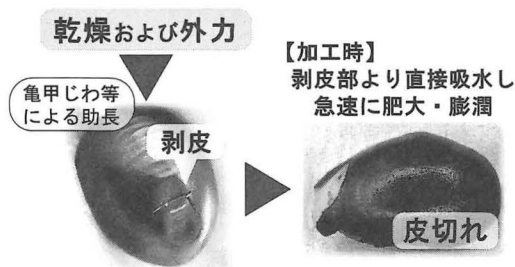


図3 黒大豆の加工時皮切れの発生要因

4 おわりに

大豆の流通および加工上の問題となる障害として古くより裂皮が知られている(酒井1990, 廣田ら2006)。しかし、黒大豆における裂皮は外観上

容易に認識でき、実需者も皮切れリスクを把握しやすい。また、機器選別も導入されている他、品種育成上も調査項目に挙げられており改善の方向にある。一方で、原粒時は無損傷であるが加工時に顕著な皮切れが発生する事例が増え、生産の不安定化が課題とされていた。本研究では、この加工時皮切れの主要因は剥皮(外観上は無損傷であるものの拡大観察により認められる外皮損傷)であり、子実水分が低いほど外力による剥皮は増加し、長径頂に生じる亀甲じわが剥皮を助長することを明らかにした。

本研究に付随して実態調査をしたところ、地域によっては戸当たり面積の拡大や秋季における天候不順の影響から他作物との作業競合上、黒大豆の適期収穫が行えていない事例、汚粒防止の観点から黄大豆を対象とした茎水分に基づく収穫判断が行われている事例、年により子実水分10%台で収穫される事例など収穫時における剥皮発生リスクが高い状況にあることを確認できた。黄大豆と異なり黒大豆では、子実水分が約23%のコンバイン収穫においても汚粒は軽微であることも念頭に(日本豆類協会2021)、剥皮を含む損傷粒の発生低減のために子実水分が18~20%に達した段階での速やかな収穫(中央・十勝農試2007)が重要と考えられた。

現地において外力が加わる場面には調製・選別工程もある(図4)。自然落下や振動を伴う工程

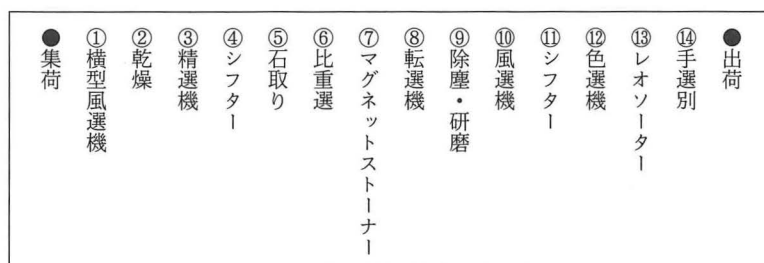


図4 黒大豆の調製選別工程の例

- | | |
|----------------|--------------------------|
| ● 集荷 | ⑧転がり方の差を利用して形状を揃える |
| ①横型風選機 | ⑨ブラシや麺布で豆の表面の埃を落とし磨く |
| ②乾燥 | ⑩風力を利用し莢や茎・砂等を取り除く |
| ③精選機 | ⑪篩により小粒、割れ粒、砂等を取り除く |
| ④シフター | ⑫異物や色の合わないものを除去し豆の色を揃える |
| ⑤石取り | ⑬微細な色味やしわ、裂皮などの被害粒を除去する |
| ⑥比重選 | ⑭各行程で除去出来なかった被害粒・異物を取り除く |
| ⑦磁力を帯びた土砂を除去する | |

が重なり、特に大型施設では強い外力が加わることから、収穫した生産物の子実水分を調製選別するまで保持することが望ましいと考えられる。地域によっては、外力付与を減らすために「乾燥」や「精選機」、「石取り」、「比重選」、「マグネットストーナー」、「除塵・研磨」等の工程の省略・見直し、自然落下時の外力付与を緩和するために緩衝材を導入する等の工夫が図られているところもあった。

これらの知見が、北海道各地域における黒大豆の生産体制の見直しや安定供給体制の構築に寄与することを期待している。

謝 辞

本研究の遂行にあたり道内の黒大豆生産地の農業協同組合および農業改良普及センターにご協力を賜った。また、道総研十勝農業試験場研究部豆類畑作グループに試料提供を頂いた。ここに厚く御礼申し上げる。なお、本研究は生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」(JPJ007097)の支援を受けて実施した。

引用文献

- 1) 農林水産省 (2023), 令和 4 年度食料・農業・農村白書, 182-183
- 2) 農林水産省 (2024), 大豆をめぐる事情令和 6 年 3 月, <https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/attach/pdf/index-20.pdf>
- 3) 農林水産省 (2022), 大豆をめぐる情勢について令和 4 年10月, https://www.maff.go.jp/chushi/seisan/daizu/event/attach/pdf/daizu_event-4.pdf

- 4) 北海道 (2023), 麦類・豆類・雑穀便覧 (豆類編), 農政部生産振興局農産振興課, 15
- 5) 平 春枝, 加藤雄久, 岡崎紘一郎, 石田茂樹, 川崎良博, 下川原博史, 竹井玲子, 菊池祥子, 村上俊一郎, 大久保聡一郎 (1982), 大豆子実の乾燥処理方法とその品質について, 食総研報, 39, 23-31
- 6) 中央・十勝農試 (2007), 豆類の損傷粒発生要因と小豆の吸水性向上技術, 平成19年普及奨励ならびに指導参考事項, 北海道農政部, 289-291
- 7) 田淵公清 (2007), 北陸地域におけるダイズのしわ粒など品質低下要因の解明と対策, 北陸作物学会報, 42, 140-143
- 8) 井上健一, 高橋正樹 (2006), ダイズ子実肥大期の生育過程としわ粒発生率の関係, 北陸作物学会報, 41, 96-99
- 9) 佐藤 徹, 服部 誠, 市川岳史, 田村隆夫 (2008), ダイズの亀甲じわ粒の発生に及ぼす成熟後の子実水分変動の影響, 日作紀, 77(4), 457-460
- 10) 佐藤 徹, 服部 誠, 田村隆夫, 市川岳史 (2006), 子葉と種皮の乾湿からみた大豆亀甲じわ粒の発生機構と軽減技術, 平成18年度「関東東海北陸農業」研究成果情報
- 11) 上中登紀子, 森 孝夫, 豊沢 功 (2000), 豆類の吸水特性, 武庫川女子大紀要, 48, 81-86
- 12) 小泉美香, 五十部誠一郎, 内藤成弘, 石田信昭, 菊池 郁, 狩野広美 (2007), 大豆の吸水におけるある問題(2), 醸協102(8), 594-603
- 13) 酒井真次 (1990), 大豆障害粒の発生防止技術, 農業技術, 45(11), 481-485
- 14) 廣田智子, 田畑広之進, 小河拓也, 井上喜正 (2006), 丹波黒大豆規格外品の煮豆加工適性, 兵庫農技総セ研報, 54, 9-13
- 15) 日本豆類協会 (2021), 明日の豆づくり, 北海道農政部生産振興局農産振興課編, 128