

[成果情報] 数値モデルの活用による長粒米向け廻りロールの開発

[要約] ロール式廻り機における廻り機の数値解析では、長粒米は短粒米に比べ高い摩擦損失をロールに蓄積し、ロール寿命が短くなる。表面摩擦係数と素材の粘弾性の指標である $\tan \delta$ を適切に選定することで、高脱ぶ率と長寿命を両立したポリウレタンエラストマーによる長粒米向け廻りロールを開発できる。

[キーワード] 廻りロール、長粒米、ポリウレタンエラストマー、数値解析

[所属] 国際農林水産業研究センター 生物資源・利用領域

[分類] 技術

[背景・ねらい]

廻りは、籾から籾殻を外す操作であり、2つのゴムロールによりせん断応力^{*1}を籾にかけるロール式廻り機（図1）が広く用いられている。長粒米は世界のコメ生産量の80%を占めており、長粒米のロール式廻り機による廻りでは、脱ぶ率^{*2}と廻りロール寿命が低下する。ロールの素材は1920年代に日本でロール式廻り機が発明されて以来、ゴムが使用され続けており、長粒米に向けた新たなロール素材を開発する必要がある。このため、短粒米と長粒米のロール式廻り機での挙動を、新たに構築した弾性数値モデルにより解析し、長粒米に適した表面摩擦係数と粘弾性を持つポリウレタンエラストマーを使用した、長粒米向けの廻りロールを開発する。

*1 せん断応力：物体内部のある面と平行方向に、その面にすべらせるように作用する力

*2 脱ぶ率：廻りをした籾から得られる玄米の比率

[成果の内容・特徴]

1. 高速度カメラによる廻りの観察に基づき構築した、ロール式廻り機の弾性数値モデルと有限要素法による解析によって、長粒米、短粒米の廻り時の挙動を把握できる。
2. 短粒米は廻り機のロール間隙で粒が回ることができ、主軸と副軸ロールの速度差によるせん断応力が摩擦となりにくい。一方、長粒米では粒形のため、間隙で回ることが出来ずにロール表面で滑りが発生し、せん断応力が摩擦として損失する（図2）。
3. ロール表面で摩擦損失として失われるエネルギーは、長粒米が短粒米の3倍程度大きく、籾から籾殻を外すために使われるせん断応力が、摩擦に伴う摩耗及び熱として失われる（図3）。このため、長粒米の脱ぶ率と廻りロール寿命が低下する。
4. ロール素材にポリウレタンエラストマーを用い、数値解析を元に高い摩擦係数と適切な粘弾性($\tan \delta$)を持つよう調製した廻りロールは、長粒米に対して従来のゴム製廻りロールの10倍程度の寿命を持ち、高脱ぶ率を示す（表1）。

[成果の活用面・留意点]

1. 世界の商業精米工場では、連続運転や廻り後の玄米品質の面から、ロール廻り機が主流であり、交換用ロールは消耗品として市販されていることから、全てのロール式廻り機に対して適用可能である。
2. ポリウレタンエラストマーの特徴を活かした長寿命、高脱ぶ率の長粒米向け廻りロールにより、ロール交換に伴うコストを削減し、コメのフードバリューチェーンを改善できる。
3. ポリウレタンエラストマーはゴムに比べて耐摩耗性に優れるが一般的には120℃以上の熱には弱いので、累積摩擦損失の少ない素材を使用する必要がある。また、ロール間隙等は、廻り機の機種に合わせて調整する必要がある。

[具体的データ]

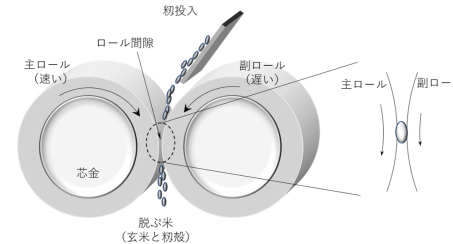


図1 ロール廻り機の模式図

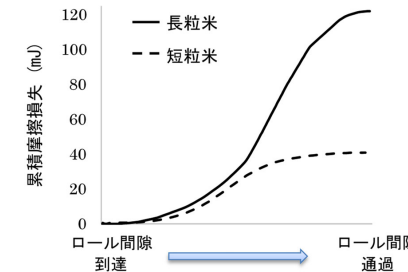


図3 籾1粒当たりの累積摩擦損失

長粒米では滑りの発生に伴い、廻りに伴いロールに蓄積されるエネルギーは短粒米の3倍に及ぶ。

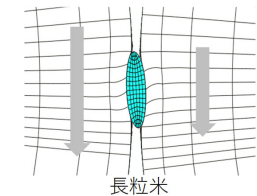
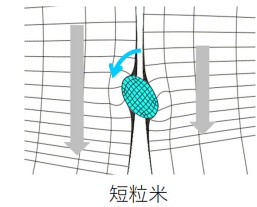


図2 ロール間隙での籾の挙動

短粒米では粒が青矢印のように回転し、ロール速度差を吸収するが、長粒米ではほぼ回転せず、速度差に応じて滑り、摩擦が生じる。

表1 タイ精米工場での廻り試験結果

ロール種類	粘弾性 ($\tan \delta, 90^\circ\text{C}$)	表面摩擦係数	脱ぶ率	砕米率	実際の損耗	予測寿命
ゴム製 (従来品)	0.089	0.514	77-85%	7-8%	10-10.5 mm (10時間後)	24-30 時間
短粒種向け ポリウレタン製 (市販品)	0.021	0.544	55-61%	5-7%	5-7 mm (1時間後)	3.6-5 時間
長粒種向け ポリウレタン製 (改良品)	0.035	0.699	82-88%	5-7%	7.3-7.4 mm (72時間後)	242-243 時間

[その他]

研究課題：持続的農村発展のための食料資源の高付加価値化を通じたフードバリューチェーン形成

プログラム名：開発途上地域の地域資源等の活用と高付加価値化技術の開発

予算区分：交付金 [フードバリューチェーン]

研究期間：2020年度（2016～2020年度）

研究担当者：吉橋忠、阿部勇喜・岩崎成彰・坂中宏行（バンドー化学（株） 産業資材事業部）、藤中正俊・城戸隆一（バンドー化学（株） 基盤研）

発表論文等：1) 阿部ら、特許第6664026号（2020）廻りロール及び廻り方法

2) Yoshihashi T et al. (2021) Japan Agricultural Research Quarterly, 55 (3): ページ未定