成績概要書（2009 年 1 月作成）

研究課題：皮切れ防止に配慮した菜豆の乾燥技術
（機械収穫菜豆の高品質省力乾燥システムの確立，H17-19）
（農産物流通用コンテナを利用した菜豆（金時類）乾燥システムの確立，H20）
担当部署：十勝農試　生産研究部　栽培システム科
協力分担：な　し
予算区分：道費（日豆基）
研究期間：2005～2008 年度（平成 17～20 年度）

１．目的

機械収穫直後の静置式平形乾燥機などを利用した常温通風乾燥では，外気温・湿度の影響を受けるため，乾燥速度の制御が困難である。また，菜豆の煮豆加工で最も問題となる皮切れは収穫時や加工工程で発生しやすいが，急速な乾燥工程においても発生が懸念される。薄層乾燥実験により皮切れの発生を防止する乾燥条件を明らかにするとともに，新たに農産物流通コンテナを利用する乾燥機や空気循環式乾燥機の利用法を明らかにする。

２．方法

１）皮切れ発生条件の解明：十勝農試(H17-19)，供試品種は「福勝」，「雪手亡」。乾燥条件は温度 20-30℃，湿度 30-70%(恒温恒湿器使用，張込量 350g，層厚 2.5cm，風量比 2.5m3/s･t)。

２）農産物流通コンテナを利用する乾燥技術：十勝管内 3 町村(H20),型式 POP-DRY。供試品種は「福勝」,「雪手亡」。

３)空気循環式乾燥法:十勝農試(H17-18),実験用乾燥機及び市販機(型式 HED330)使用,「福勝」。

上記試験の調査項目：子実水分経過,温度･湿度経過,乾燥速度,組成分析,加工試験など。

３．成果の概要

１）恒温恒湿器を用いた薄層乾燥実験によれば，金時および手亡の皮切れ粒は乾燥開始後 1 時間の平均乾燥速度が 2.0%を超える場合に発生し，速度の増大とともに増加する(図 1)。乾燥における平衡水分と温度と相対湿度の関係式から，乾燥開始後 1 時間の平均乾燥速度が 2.0%となる初期水分と温度と相対湿度の関係を求め，皮切れの発生を防止できる相対湿度の下限条件を示した(図 2)。

２）底面傾斜型の農産物流通コンテナに専用底板および内袋を装着し，コンテナ上部に設置する送風部と内袋を密着させて吸引通風する乾燥機を開発した(図 3)。張込重量はおおむね 650kg(堆積高さ 50cm)の条件で乾燥可能であり，慣行の平形乾燥機と比べて平均乾燥速度の差は 0.03%/h 以下であった(表 1)。乾燥途中に子実の入れ替えを行うことで仕上がり時の子実水分のばらつきは±1%未満であった。乾燥後の子実は底面のシャッタおよび専用底板を開放して内袋下部の取り出し口から自然落下により排出する。慣行法と比較して受入等級に差はなく，同一処理量における利用経費は同程度であった。

３）空気循環式乾燥機は乾燥箱の上部にナイロン製カバーを装着して，乾燥時の排風の約 60%を循環・加温することにより，同一温度の常温および外気加温乾燥よりも高い湿度条件で通風する乾燥機であり，送風温度は間接加熱式バーナにより設定温度に制御可能である(図 4)。空気循環式乾燥は，常温通風乾燥と比較して風量比が大きく，一定の温湿度条件を保った空気が層内を循環することから，子実水分のばらつきは乾燥初期から少なくなり，乾燥時間が短縮できる(表 2)。常温通風乾燥と比較して加工適性が劣ることはなかった。

４）空気循環式乾燥における外気温度・湿度に対する通風温度・湿度と皮切れの発生を防止する相対湿度の下限条件から,空気循環式乾燥における皮切れを防止する循環温度を明らかにした（図 5)。

以上の結果から，農産物流通コンテナを利用する乾燥機および空気循環式乾燥機の利用法を表 3 にまとめた。なお，常温通風乾燥時の湿度の下限値や空気循環式乾燥時の循環温度の上限値は表計算ソフトを利用して算出できる。

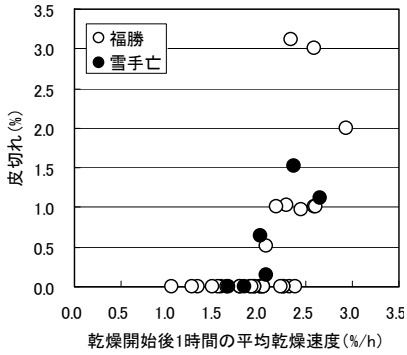

図 1 開始後1時間の平均乾燥速度と皮切れ

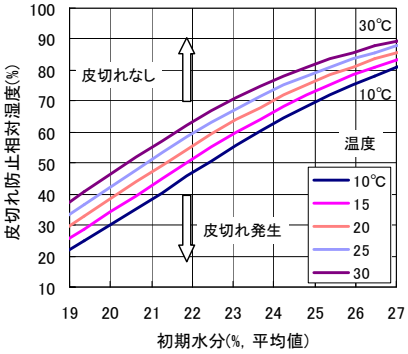

図 2 皮切れ防止相対湿度の下限値

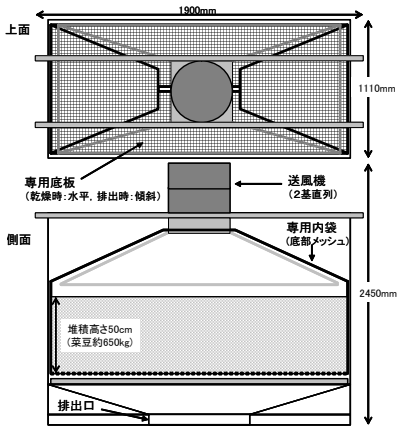

図 3 コンテナを利用する乾燥機 (POP-DRY)

表 1 農産物流通コンテナを利用した乾燥試験結果(H20)

試験場所		O町		S村			T町	
供試品種		金時「福勝」		金時「福勝」			手亡「雪手亡」	
処理		コンテナ	慣行	コンテナ①	コンテナ②	慣行	コンテナ	慣行
張込量・堆積高さ(kg・cm)		672・50	1230・50	678・50	496・35	815・35	649・50	1265・45
風量比	(m^3/s・t)	1.2	1.8	0.9	1.6	1.2	1.1	1.4
開始時温湿度	(℃・%)	20.5・69.8		19.7・52.3			17.2・59.8	
初期水分	(%)	24.7±4.5	24.7±4.5	23.1±3.5	25.2±1.7	23.7±1.3	22.5±0.7	22.5±0.6
終了水分	(%)	19.9±0.7	19.2±0.5	18.1±0.7	18.1±0.3	18.2±0.5	16.1±0.4	16.1±0.1
実乾燥時間	(h)	45.5	45.5	12.5	13	9	33.5	28.5
平均乾燥速度	(%/h)	0.11	0.12	0.40	0.55	0.61	0.19	0.22
乾燥時の皮切れ	(%)	0.7	0.8	0	0	0	0	0.1
受入等級		3	3	2上	2上	2上	3上	3上

注)乾燥作業はビニールハウス内で実施。堆積高さが50cmの場合は途中に子実の入れ替えを実施。慣行は平形乾燥機(比較対照)

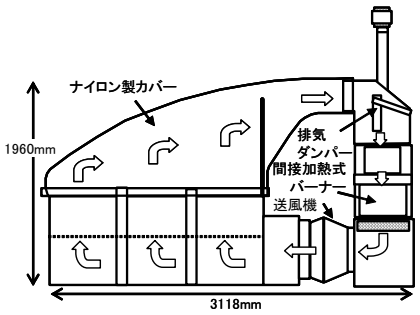

図 4 空気循環式乾燥機(HED-330)

表 2 空気循環式乾燥試験結果(H17, 十勝農試)

乾燥方式		空気循環	常温通風
外気温度	(℃)	20.2(17.8～22.6)	20.7(17.8～27.1)
外気湿度	(%)	76.7(64.4～84.5)	74.8(41.6～84.5)
送風温度	(℃)	21.4(19.8～23.7)	20.6(16.6～27.1)
送風湿度	(%)	80.1(76.2～83.5)	76.3(42.1～86.1)
堆積高さ(cm)・投入量(kg)		32・761	27・98
風量比	(m^3/s・t)	1.93	0.83
初期水分→終了水分	(%)	22.6±1.2→16.8±0.3	22.6±1.2→15.3±0.3
実乾燥時間	(h)	49.0	69.5
乾燥速度	(%/h)	0.12	0.10
乾燥時の皮切れ	(%)	0	0
製品加工時皮切れ	(%)	6.2	7.9

注)供試品種:「福勝」,設定循環温度:20℃

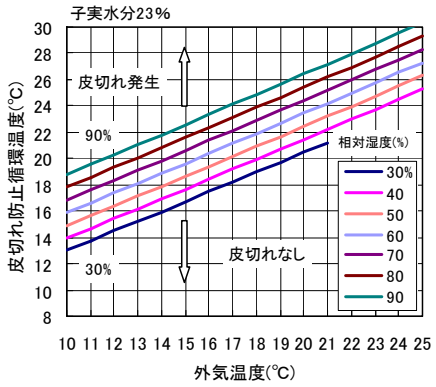

図 5 空気循環時の皮切れ防止循環温度の上限値

表 3 乾燥機の特徴および利用法

乾燥法	常温通風	空気循環
乾燥機	指定コンテナと付属部品 POP-DRY	専用機 HED-330
特 徴	平形乾燥機と比較して ・乾燥速度は僅かに劣る ・排出時間の短縮(排出毎に送風部の脱着などが必要) ・コンテナは多用途に利用可能	・排風の約60%を循環・加温し，同一温度の常温および外気加温乾燥より高い湿度で乾燥する ・風量比が大きく，常温通風より短時間で乾燥でき，品質は劣らない
導入経費	慣行と同等(同一処理量)	高価
利用場面	新規導入または既存乾燥機の予備	常温通風より効率的で安全な乾燥を必要とする場合
皮切れ防止の確認事項	相対湿度の下限値	循環温度の上限値
	子実水分，温度，湿度から算出する(表計算ソフト利用)	

注)常温通風乾燥における皮切れ防止の確認事項は平形乾燥機にも適合する

4．成果の活用面と留意点

1）乾燥特性および農産物流通コンテナを利用した乾燥は「福勝」および「雪手亡」，空気循環式乾燥は「福勝」を供試した試験成績である。

2）初期水分が高く，高温・低湿な条件の場合には，日中の乾燥開始を避ける。

5．残された問題とその対応

1）空気循環式乾燥の応用の検討