

課題番号：13-0902-02

研究課題：センサーによる米菓生地の水分管理技術の開発

担当部署：富山農総セ・食品研・食品加工課

担当者名：加藤一郎

協力分担：なし

予算区分：県単

研究期間：完2007～2010年度

1. 目的

糯米菓製造において、焼成前の餅生地の乾燥状態は製品の品質に大きく影響する。現在、熟練した職人が経験をもとに乾燥の進捗状況を餅生地の触感等により確認するとともに、生地水分を測定し、乾燥工程終了の判断をしている。

餅生地水分の測定には数分程度の時間を要し、全体の乾燥状態を把握し難い。この問題を解決するため、水分の減少に伴い餅生地が硬くなり乾燥機内での餅生地同士がぶつかり合うことにより発生する音が変わること、更に、音の計測はオンライン・リアルタイムで可能であることから、乾燥工程中の音の変化を計測することによって餅生地乾燥状態の把握が可能と考えられた。そこで、本課題では、循環式乾燥機による米菓餅生地の乾燥中の音の変化を測定し、生地水分との関係を検討した。

2. 方法

米菓製造工場において、循環式乾燥機を用いた乾燥工程の餅生地が落下する音を4種類の米菓餅生地について録音した(図1)。録音にはステレオデジタルサウンドレコーダーを用い、内蔵マイクを使用し、録音条件(録音モード:サウンドレコーダー最高品質録音条件:非圧縮 pulse code modulation(リニアPCM)、自動レベルコントロール(ALC):オフ、マイク感度:低、Low Cut フィルター:オフ)で行った。

WAVE形式で記録された録音データを音響解析ソフト(吉正電子 音響分析システム 5J リアルタイムアナライザ)を用いて解析した(表1)。

循環式乾燥機での音による乾燥終了の判断方法として、一定時間中に乾燥終了と判定される音が一定割合以上出現したときに、そのバッチが乾燥終了と判断することを試みた。各音が乾燥終了の音か否かの判定は、今回録音した音を多変量解析を用いて解析し、いくつかの周波数を選び、乾燥未終了時と乾燥終了時のこれらの音量からの各乾燥中の音の距離(マハラノビス汎距離)を求め、より乾燥終了時の音に近ければ、乾燥終了時の音と判定することによって行った。

3. 結果の概要

循環式乾燥機で乾燥中の米菓餅生地が落下する音は、バラツキが大きいものの、乾物重1g以下、厚さ2mm以下の小型薄物餅生地では、1kHz以上の高音域の音量が乾燥の進行によって大きくなる(図2、3)。

小型薄物餅生地では、同一の判断方法で、多変量解析を利用し選ばれた3周波数(1.33kHz、2.30kHz および 14.54kHz)の音の音量を用いることにより、4試料とも、乾燥終了が乾燥終了時刻の20数分から約10分前に判断できた(図4、5)。今後さらなるデータ蓄積により、乾燥終了時刻の判断の誤差を小さくすることや、様々な米菓餅生地への応用が可能性と考えられる。

4. 成果の活用面と留意点

製造現場では循環式乾燥機の種類、餅生地の形状等が異なることから、本技術の実用化には、製造現場でのデータの積み重ねが必要である。

5. 残された問題とその対応

本技術は、製造現場でのデータに基づく技術であり、データ採取や解析等、企業と協力して実用化する。

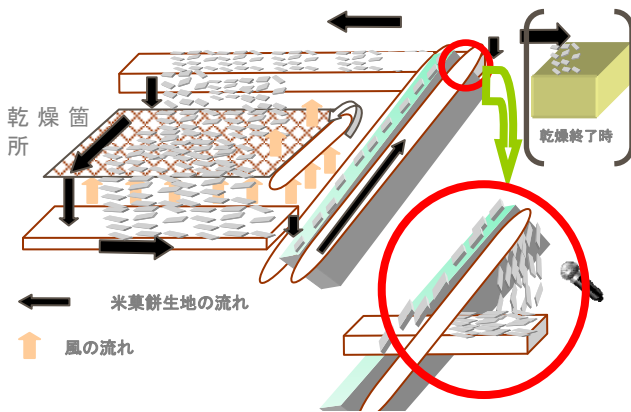


図1 餅生地循環式乾燥機の模式図および録音場所

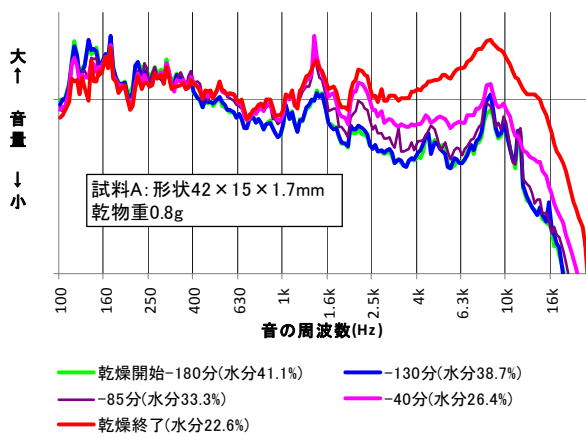


図2 餅生地乾燥中の音の変化
(120データの80%トリム平均)

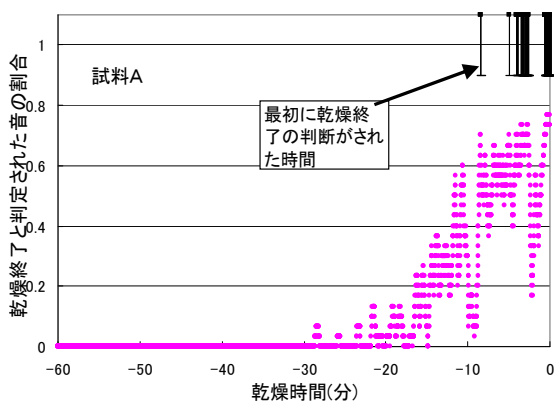


図4 音による乾燥終了間近の判定結果(A)

●は、30秒間に乾燥終了と判定される音が出現した割合、I は、乾燥終了の判断がされたことを示す(判断基準：音の割合70%)。乾燥終了の音の判定は、1.33 k Hz、2.30 k Hz、14.54 k Hzの3周波数音の音量により行った。

表1 音響解析ソフトによる音の数値化条件

解析条件	設定値	備考
サンプリング	使用サウンドレコーダ録音条件と同じ	
FFTサイズ	65,536	解析条件最大値
窓関数	Hanning	デフォルト
フィルター特性	Flat	デフォルト
平滑化(時定数)	なし	
移動平均	なし	
時間分解能	8×	解析条件最大値
オクターブバンド	1/24	解析条件最密値
数値化タイミング	1秒	解析条件最小値

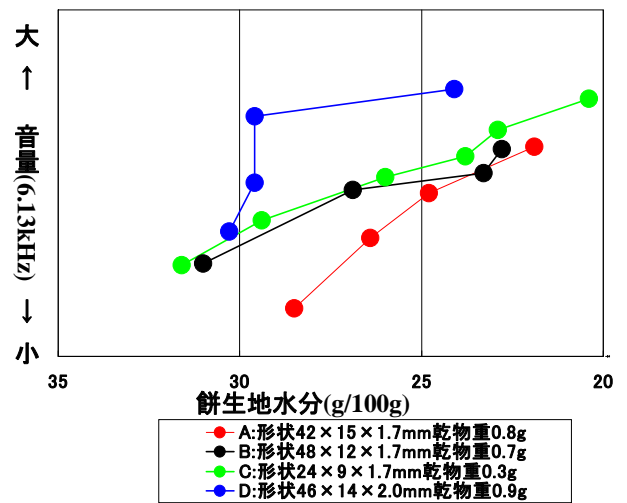


図3 餅生地乾燥中の音量と餅生地水分

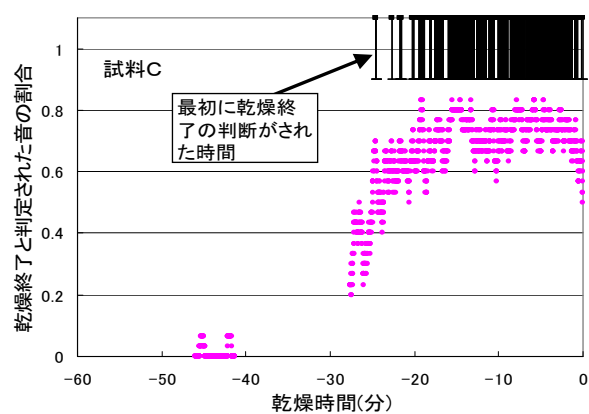


図5 音による乾燥終了間近の判定結果(C)