

えびせんべい膨化焼成生地の乾燥手法の開発

マイクロ波と熱風を組み合わせたコストパフォーマンス高い乾燥システムを提案

Development of a Drying Method for Puffed and Baked Shrimp Chip Dough

Suggestion for a Cost-Effective Combined Microwave-Hot Air Drying System

(エネルギー応用研究所 都市・産業技術G 産業エネルギー T)

(Industrial Energy Team, Urban and Industrial Technology Group, Energy Applications Research and Development Center)

「二度焼きえびせんべい」の生地は膨化焼成前に所定の水分率まで乾燥を行っている。従来、乾燥はボイラ熱源による熱風乾燥で行われているが、これにマイクロ波・熱風併用乾燥技術を導入することで大幅な省エネ、乾燥コスト低減を図る技術を開発した。

Dough for "twice-baked shrimp crackers" dries up to a specified moisture content before the puffing and drying processes. Traditionally, drying is performed by means of hot-air drying using a boiler as a heat source. A technology aiming at the reduction of drying costs has been developed by introducing a combined microwave-hot air drying system to this traditional method.

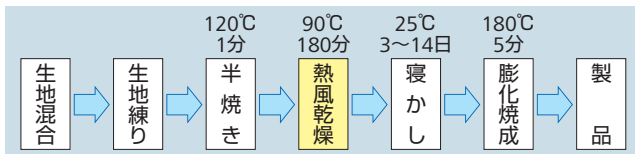
1 開発の背景・目的

えびせんべいは、えびすり身と澱粉の混合物を熱した鉄板で挟んで焼成(焼きあげる)ものであるが、硬めに焼き上げた高級えびせんべいは、最初にハンペン状になる程度まで焼成(半焼き)を行い、それを乾燥した後に、再度焼成(膨化焼成)を行って作るため「二度焼きえびせんべい」と呼ばれる。

を振動・発熱させて乾燥する技術である。被乾燥物の内部に直接エネルギーを伝えるため、急速な加熱が可能で乾燥時間を短縮でき、乾燥機も比較的小型化できるが、反面、水分率の高い領域では局部加熱による乾燥ムラ、変形が生じる可能性があり、コストも比較的高い。

二度焼きえびせんべいの製造工程を第1図に示す。

このため、熱風とマイクロ波乾燥を併用することで、乾燥時間、乾燥品質、消費エネルギー、コストの最適化を図る技術について検討を行うこととし、熱風、マイクロ波による生地の乾燥試験を行った。



第1図 二度焼きえびせんべいの製造工程

半焼きした水分率50%のハンペン状生地を、熱風乾燥で水分率11~18%の堅い生地(外観を第2図に示す。)とし、生地内部の水分率が均一となるよう数日間寝かした後、生地を再度焼成して膨らませ(膨化焼成)で製品としている。



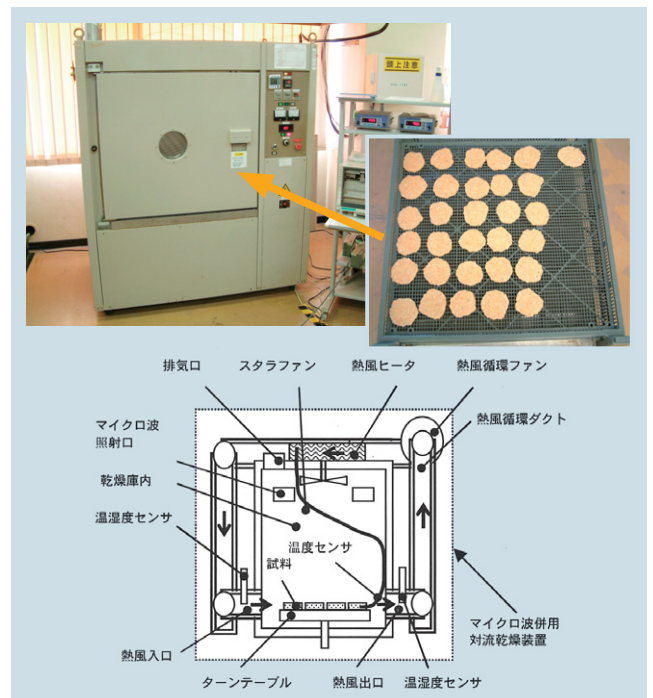
第2図 二度焼きえびせんべい生地(乾燥後)

熱風乾燥工程における熱源としてはガス・石油が用いられている。熱風乾燥機は内部を生地を乗せたコンベア(棚)がゆっくりと移動する構造となっているが、乾燥時間が約180分程度と長いいため乾燥機が大型となり、設備導入コストが高く、広い設置スペースが必要であった。

乾燥試験装置として、当社のマイクロ波・熱風併用乾燥機(第3図)を使用し、熱風単独およびマイクロ波・熱風併用におけるえびせんべい生地の水分率変化を計測した。

この結果を第4図に示すが、マイクロ波・熱風併用乾燥では熱風単独乾燥より水分率減少速度(乾燥速度)が早くなるが、水分率が10%以下となる領域では水分減少速度が低下する。また、マイクロ波出力を高くし過ぎた場合、生地に変形・気泡が生じた。

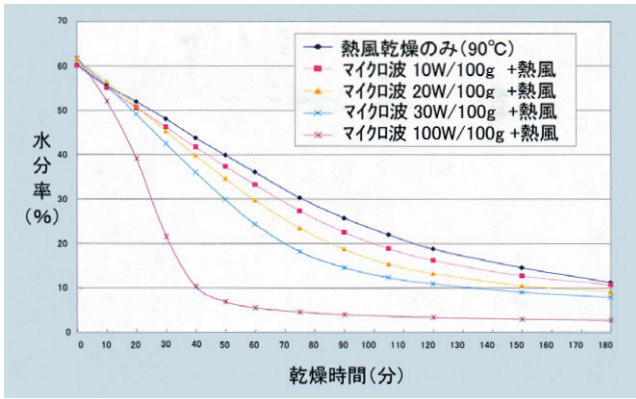
本研究では、熱風乾燥とマイクロ波乾燥を組み合わせたコストパフォーマンスの高い生地の乾燥手法について検討し、生地の乾燥試験を行って適切な処理条件を見出すとともに、乾燥時間、エネルギー消費、コストについて評価した。



第3図 マイクロ波・熱風併用乾燥試験

2 研究の概要・結果

マイクロ波乾燥は、周波数2.45GHzのマイクロ波を被乾燥物に照射し、内部の誘電体分子(主として水分子)



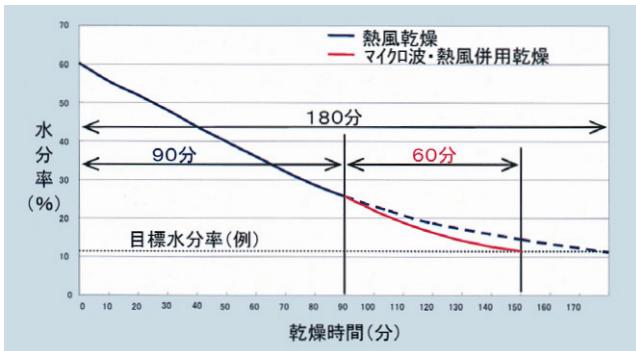
第4図 マイクロ波・熱風併用乾燥特性

3 研究の成果

マイクロ波・熱風併用乾燥試験で得られたデータを用いて、マイクロ波と熱風の最適な組み合わせおよび設備諸元について検討した。

一例として、既存の熱風乾燥機(熱風温度90℃、乾燥時間180分)による処理量(60kg/h)を2倍(120kg/h)に拡大する事例を紹介する。

先に述べたとおり、水分率の高い生地(柔らかい)をマイクロ波乾燥すると、変形が生じる可能性がある。また多くの水分を蒸発させるためにマイクロ波出力を大きくする必要があり、設備コスト、消費電力が大きくなる。そこで、乾燥前半は既存の熱風乾燥機にて水分率25%程度まで乾燥し、後半をマイクロ波・熱風併用乾燥にて目標水分率まで乾燥するシステムを考案した(第5図)。



第5図 熱風とマイクロ波・熱風併用乾燥の組合せ乾燥

具体的には、既存の熱風乾燥機のコンベア速度を上げ、従来180分かけて乾燥している時間を半分の90分として処理量を2倍にするとともに、生地がある程度堅くなって変形のリスクが小さくなる水分率25%まで乾燥する。これをマイクロドラムと呼ばれるバッチ式のマイクロ波・熱風併用乾燥機2台で60分かけて目標水分率まで乾燥する。この方法では、マイクロ波・熱風併用乾燥機の出力およびサイズを比較的小さくでき、設備コストを低減することができる。

消費エネルギー、設備コストおよびランニングコストを比較すると、第1表のとおりとなり、単純に熱風乾燥

機を1台増設した場合と比較していずれも大幅な低減を見込むことができる。

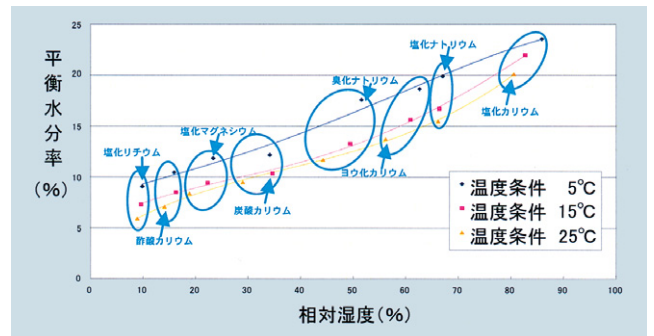
第1表 乾燥エネルギーおよびコストの比較

	熱風単独(従来方式)	熱風とマイクロ波・熱風併用の組合せ
追加設備	熱風乾燥機1台	マイクロドラム2台
乾燥時間	180分	150分
一次エネルギー換算消費エネルギー比	100%	65.5%
設備コスト(追加コスト)	8,000万円	2,000万円(1,000万円×2台)
ランニングコスト	260万円/月	160万円/月

試算条件:稼働時間は240時間/月とする。
一次エネルギー換算値:電力1kWhにつき9.76MJ、都市ガス1Nm³につき46.05MJ

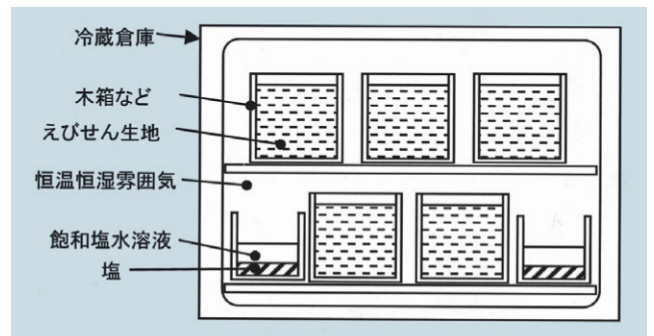
4 その他(生地寝かし工程の改善)

生地乾燥後の寝かし工程では、従来温度管理しか行っておらず、生地ごとに水分率のばらつきが生じて膨化焼成時の膨らみ具合に差が生じ、製品品質がバラつくという問題もあった。これについては、生地の寝かし場所に塩化ナトリウム等の飽和塩水溶液(塩類およびその飽和溶液)を置いて湿度を制御し、生地の水分率を一定の値に調整する手法で解決可能である(第6図)。



第6図 飽和塩水溶液による温湿

例えば、原材料保管用の定温倉庫に塩類容器を設置すれば、簡易で安価な調湿保管庫とすることができる(第7図)。



第7図 調湿保管庫のイメージ

5 今後の予定

法人営業部と連携し、本研究成果を基にした生地乾燥手法および寝かし手法について、えびせんべいを製造するお客さまに向けた提案を行ってきたい。



執筆者/河村和彦