

冷麺製造ラインの改良

遠山 良*、関村 照吉*、武山 進一*

荒川 善行*、四戸 立男**、田澤 正明***

工藤 達之****、渡辺 伸也****、種谷 新一****

冷麺製造に使用されている現在のラインを改良する目的で単軸エクストルーダを使用した試験ラインを調整した。95℃に加熱されて押し出された麺線は送風装置の付いたベルトコンベア上に誘導され、室温まで冷却される。試験ラインには、ベルトコンベアの速度調整と麺線を一定の長さに切断するために光センサを用いた。試験ラインの性能試験とベルトコンベア上を流れる麺線の温度と水分含量の測定試験を実施した結果、冷麺製造ラインの自動制御の可能性と製造ライン短縮化の可能性の見通しが得られた。

キーワード：冷麺製造ライン、光センサ

Improvement of "Reimen"(Korean noodle) Processing Line

TOYAMA Ryo, SEKIMURA Teruyoshi, TAKEYAMA Shinich
ARAKAWA Yoshiyuki, SHINOHE Tatu, TAZAWA Masaaki
KUDOH Tatu, WATANABE Shinya, TANEYA Shin'ichi

For the purpose of improving the present production line of "Reimen", a test line processed by single screw extruder was prepared. The noodle at 95 °C pressed out from the extruder was flowing on the belt conveyer with air curtain, and then was cooled up to room temperature. Due to controlling belt conveyer speed and cutting the noodle at constant length, photosensors were employed. Performance test of the line and measurements of temperature and moisture of the noodle flowing on the conveyer were carried out. From these results, we can obtain the possibility of automatic control in "Reimen" noodle making, and that shortening of making line.

key words : extruder, Reimen, photosensor

1 緒 言

単軸エクストルーダを使用して冷麺を製造する方法¹⁾では、生地は約 100℃に加熱され糊化状態でダイから麺線に成形されて押し出される。次に、連続的に押し出される麺線を互いに付着しないようにベルトコンベア上に広げ、冷却乾燥する工程が必要である。現在、この方法で実稼働の生産ラインでは、ベルトコンベアの長さが 10m 程度あり、少ないスペースでより効率よく生産するためにはラインをより短くすることが望ましい。また、

生産ラインを自動化し出来るだけ人の手が製品にふれないようにする工夫をすることは、生産効率の面からだけではなく、食品衛生上の理由からも重要な課題となっている。

今回は工業技術センターに試験ラインを導入し自動化のためのいくつかの改良を試みた。また、試験ラインを運転し、生産ラインの短縮化のための基礎的試験を実施した。

* 食品開発部

** (有)北日本機設サービス

*** (有)サンメイ電子

**** 岩手大学農学部

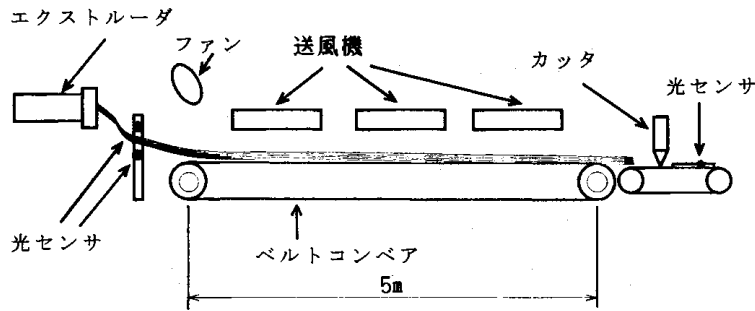


図1 麺線の冷却乾燥ライン

2 実験方法

2-1 光センサの利用によるラインの自動化

図1に麺線の冷却乾燥ラインを示した。冷却乾燥ラインは、ベルトコンベアと送風機（エアカーテン）から構成されるが、送風機は長さ120cmのものを3台使用した。また、エクストルーダのダイから流出した麺線が送風機下に到達する間にはファンを設置した。なお、ダイは直径143mm、厚さ8.5mmで同心円状に直径1.5mmの穴が100個空いているものを使用した。光センサ（赤色発光ダイオードと光電変換ICから構成）はエクストルーダダイからの麺線出口部分と麺の切断部分に設置した。エクストルーダダイからの麺線出口部分の光センサは図1のように流出して垂れ下がった麺線の上部和下部の2カ所設置している。これは麺の垂み具合を検知することにより、ベルトコンベアの速度制御を行うためのものである。すなわち、ベルトコンベアの速度が速くて麺が引っ張られ上部の発光ダイオードの光を麺が遮断するとコンベア速度を減速し、逆にコンベアの速度が遅くなり麺がたるんで下部の発光ダイオードの光を遮ると、コンベア速度を増加させるようにしている。また、麺の切断部分のセンサは可変式になっており、切り刃との間隔をコンベア速度に応じて調節することにより麺を任意の一定の長さ（普通約30cm）に切断することができる。

2-2 麺の製造法

原料粉は、バレイショデンプン（南十勝農工連澱粉工場製、南十勝）と小麦粉（㈱府金製粉製、オリンピック1号）を6:4の比率で混合した混合粉である。これに重曹1% (w/w)、アルコール製剤5% (w/w)、水を50% (w/w) 加えて縦型ミキサー（㈱押し製作所 Junior60、回転速度3段切り替え）で低速3分間ミキシングして生地を調製した。次に、生地をエクストルーダの試料投入ホッパに入れ、押し出しスクリュの回転数を300rpm、600rpm、900rpmの3段階に変化させてダイから麺を押し出して製麺した。

し出して製麺した。

2-3 システムの性能試験

図1のように長さ5mのベルトコンベアのエクストルーダ側から1m間隔で、0~5mの6カ所で麺の温度と水分含量を測定した。また、風速計（㈱TSRUGA ELECTRIC WORKS TDA-7432型）によりそれらの各点におけるベルトコンベア面に向かって垂直方向の風速も測定した。温度は赤外線温度計（㈱KEYENCE IT2-60型）を使用してライン上で直接測定した。水分含量は、各点で試料をサンプリング後直ちにハイバリアーの包装袋で包装したものを測定用試料とし、実験終了後、それらの麺を細かく切断し測定に供し、135℃3時間乾燥法により求めた。

3 結果および考察

3-1 光センサを使用した制御

今回の試験では、麺の押し出し速度にタイミングを合わせたベルトコンベアの自動制御の実際の稼働試験については現在検討中であり、上限と下限のセンサの設置位置等について検討している。光センサを使用した麺線の切断方法は、ベルトコンベア速度を変えても常に一定の長さに麺を切断することが可能である。しかし反面、発光ダイオードの光を誤って手などで遮れば、誤動作するために、これに対して何らかの対策が必要である。いくつかの改良すべき点はあるが、今回の実験では、この方法でも十分に麺の自動裁断が可能であることが分かった。

3-2 冷却乾燥ラインの性能

ベルトコンベア上の風速を測定した結果、送風装置と送風装置の間隙の下で最低で1.0m/sの風速を示したが、平均してほぼ4.5m/sの風速であった。実験の環境条件は、気温17~18℃、生地の温度19℃、湿度RH30%、ダイの温度89~99℃、送風機からの空気出口温度20

～21℃であった。

図2にベルトコンベア上の麺の移動距離と滞留時間との関係について示した。滞留時間はエクストルーダのス

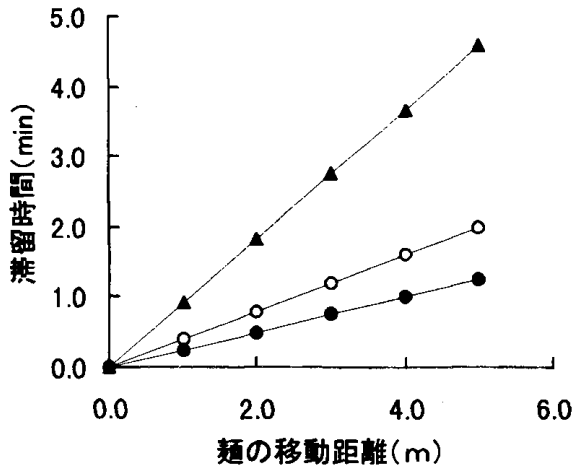


図2 ベルトコンベア上の麺の移動距離と滞留時間
● スクリュ回転数900rpm
○ " 600rpm
▲ " 300rpm

クリュ回転数（これにベルトコンベアの速度のタイミングを合わせている）により異なるので、図にはスクリュ回転数別に示している。ちなみにスクリュ回転数がそれぞれ900rpm、600rpm、300rpmのときベルトコンベアの速度はそれぞれ398cm/mim、250cm/mim、109cm/mimであった。

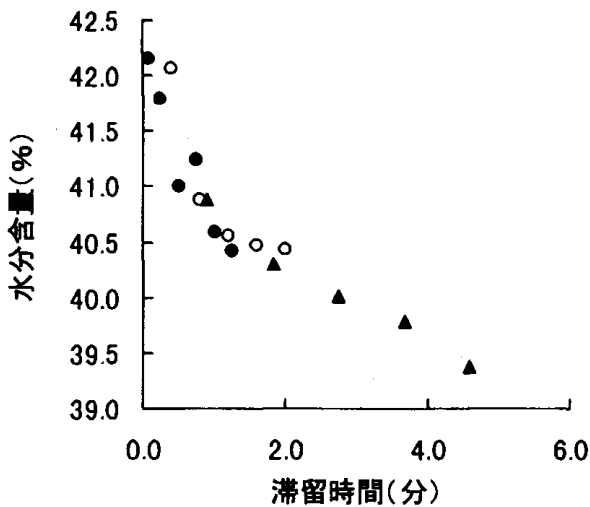


図3 ベルトコンベア上の麺の滞留時間と水分含量
● 900rpm ○ 600rpm ▲ 300rpm

スクリュ回転数を900rpm、600rpm、300rpmと3段階に変えて麺線を出し時の滞留時間と麺の水分含量

との関係を図3にまとめて示した。冷麺用生地水分含量の実測値は44.8%であったが、エクストルーダから押し出された直後では図に示したように42.2%となり、高圧で押し出された瞬間に断熱膨張のため2.5%前後の水分が蒸発した。その後麺はベルトコンベアに誘導され滞留時間で1分前後までに40.5%となり、さらに約2%の水分が蒸発した。それ以後は徐々に蒸発速度が低下し、3～4分の滞留時間で40%程度の水分含量となった。このように水分含量と滞留時間は指数関数的な関係があった。水分含量(w/w%)をYとし、滞留時間(s)をXとすると、麺の水分含量は $Y=43.7-0.717\ln X$ という実験式で表すことができた。なお、麺の水分と滞留時間の自然対数値との相関係数は0.948であった。

図4にベルトコンベア上の麺の滞留時間と麺の温度との関係を示した。エクストルーダ内部では生地は95℃

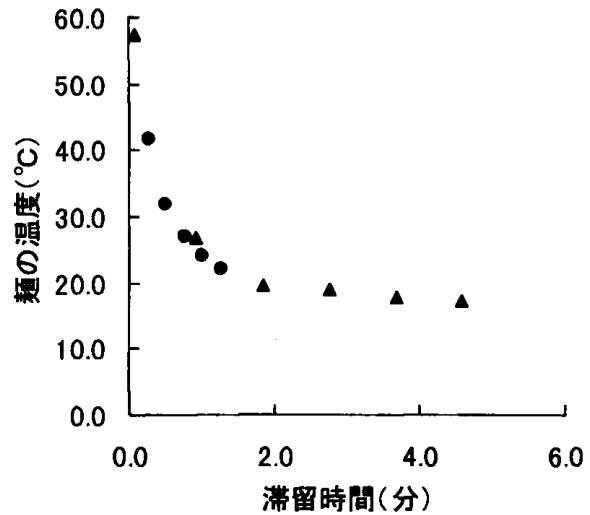


図4 ベルトコンベア上の麺の滞留時間と温度
● 900rpm ▲ 300rpm

まで加熱されているが、麺が押し出される瞬間、膨化と同時に急激に水分が気化するため、麺の温度は急速に冷却され、図に示したように、押し出された時点で実測値では50～60℃前後の温度となった。麺がベルトコンベアに誘導され送風冷却されると、滞留時間が1分前後まで麺の温度は急激に低下した。その後、品温はほぼ室温と一致し、その後はほとんど変化が見られなかった。品温が室温に達するのは滞留時間が1.5分以内であったが、その時点までの滞留時間と温度との関係を見ると、水分含量と同様に指数関数的な関係が見られた。ここで麺の品温(℃)をY、滞留時間(s)をXとすると、品温は $Y=77.44-12.9\ln X$ という実験式で表すことができた。なお、品温と時間の自然対数との相関係数は

0.997であった。

以上のことから、今回試作した試験ラインにより、麵を効率良く冷却する場合、通常の実用的なスクリュ回転数である900rpmの場合でも、約5m程度の長さがあれば十分に室温まで冷却可能であることが分かった。

本研究は農林水産省補助事業、地域産業間連携技術開発補助事業の補助金を受けて実施したものであり、補助金の交付等に便宜を図っていただいた関係各位に深謝いたします。

文 献

- 1) 遠山 良, 関村照吉, 関澤憲夫: 日食工誌, 41, 299(1994).