

製麺技術の改良に関する研究(第5報)

乾燥工程の制御化について

村瀬 誠・戸谷精一・児島雅博・志賀一三[※]・杉本勝之・原田昭夫

麺の乾燥は加温、冷却、加湿、除湿機能の導入により合理化を図っているが、まだ、自然環境を巧みに利用している工場もある。乾燥方法においては、一部では定置方式が採用されているが、大量生産に対応するために連続移行方式が多くなっている。

乾燥に及ぼす因子には、麺線の組織構造、形態や環境の温・湿度、風速などがあり、麺線が細いほど、乾燥条件が強いほど早く乾燥するが、乾燥速度が早いと麺線の表面からの水分の蒸発と内部からの拡散のバランスがくずれ、変形、ひび割れなどを起す原因となる。

一方、乾燥室への空気の導入、排出や攪拌は扇風機による攪拌、換気扇による排出が多く、空気の調湿もエアーハンドリングユニット（以下、AHUと称する。）を用いて循環式の空調システムを導入している工場もあるが、完全な密閉ではなく、操作も長年の経験と勘によって行われている。実際には、乾燥初期には足止めと称して、麺線の水分含量を25～28%にまで急速に低下させるため風速を大きくした乾燥が行われ、次の本乾燥では湿度を高くして麺線の表面からの水分の蒸発を抑制しながら乾燥が行われている。

いずれにしても、乾燥工程は要するエネルギーも多く、麺の品質を左右する工程であるが、これまで乾燥については工場の温・湿度の調査を行った明田川の報告^{1)・2)}、乾燥による麺の性状変化を検討した三木らの報告³⁾がみられる程度である。

そこで、本研究ではクローズドシステムのトンネル方式の乾燥装置を設計、構築し、各種の条件を変えて乾燥実験を行い、乾燥工程での基本的な問題を検討し、若干の結果を得たので報告する。

実験方法

1. 自動乾燥装置の設計と構築

装置の設計と構築は愛知県乾麺工業協同組合に委託し、ニッポン機工株式会社、中央設備エンジニアリング株式会社、高須電気エンジニアリング株式会社、株式会社産建、株式会社豊制作所、

ライフエンジニアリング株式会社の協力を得て実施した。

2. 乾燥実験

加水量41%、食塩濃度8°および10°ボーマ、遠赤外線照射温度（放射板温度）150°～240℃の条件で麺線を調製後、自動乾燥装置により乾燥して乾麺を調製した。

3. 試験方法

3.1 物性測定 ゆで麺の物性測定はカードメータ、レオロメータ（飯尾電気株式会社 型式RMT-1302）およびクリープメータ（山電株式会社 RE-3305型）を用い、既報⁴⁾に準じて測定した。

実験結果および考察

1. 自動乾燥装置の概要

自動乾燥装置の全体概要図を第1図に示した。

1.1 乾燥装置本体 本体はクローズド・トンネル方式の移行乾燥機として、全長を約100mとし、次の5区画とした。

予備冷却区 900W×1,850L×2,960H (mm)

予備乾燥区 900W×21,060L×2,960H

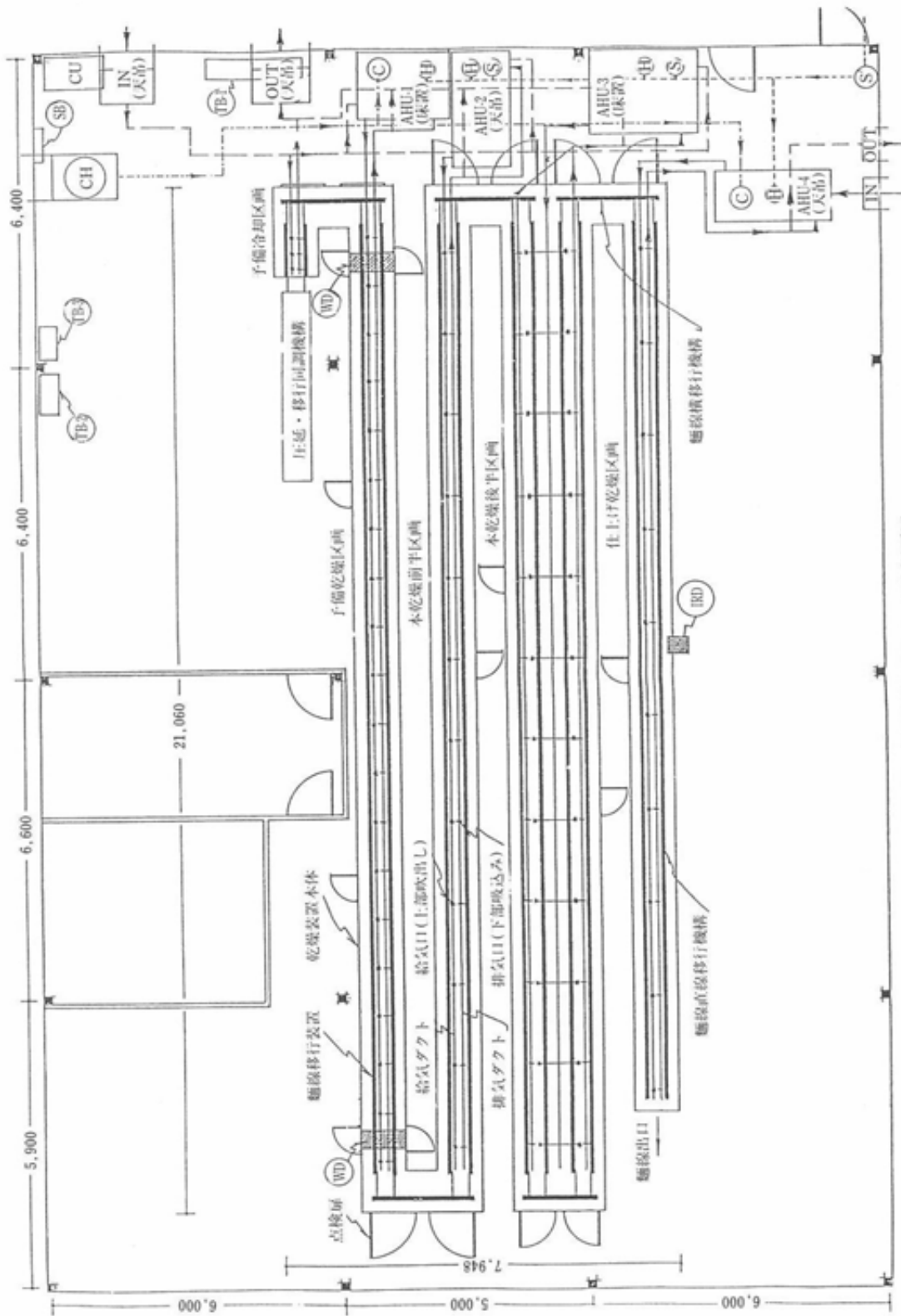
本乾燥前半区 900W×21,060L×2,960H

本乾燥後半区 1,852W×21,060L×2,960H

仕上げ乾燥区 900W×19,060L×2,960H

1.2 麺線移行装置 トンネルの折り返し反転部に横送り機構を採用した。一般に採用されている回転方式に比べて、トンネルの反転部の面積が小さくなった。チェーン速度はインバータにより20～30cm/分の範囲で調整可能とした。

1.3 空調設備 第1図に示したように、4つの各乾燥区画にそれぞれAHUを設置し、所定の値に近い温湿度に調整された空気をダクトから循環させる方式とした。調整された空気はトンネルの上部の給気ダクトから給気口を通じて乾燥室に送られる。各乾燥区画の下部には排気ダクトを設置し、排気口を通じて排出し各空調機に戻る。



第1図 自動麺乾燥装置 全体概要図

- ・CH：冷水供給ユニット
- ・AHU-1～4：エアハンドリングユニット-1～4
- ・C：冷水供給
- ・S：蒸気管
- ・H：加熱蒸気供給
- ・S：加湿蒸気供給
- ・IN：外気取入れ
- ・OUT：外気排出
- ・CU：コンピュータユニット
- ・WD：重量計測ユニット
- ・IRD：近赤外線計測ユニット
- ・TB-1：操作盤(空調設備関係)
- ・TB-2：操作盤(たるみ制御関係)
- ・TB-3：操作盤(麺線移行装置関係)
- ・SB：分電盤

各空調区画ごとの設計条件として、加水率45%、麺線重量は掛竿1本当たり1.2kg、掛竿の間隔10cm、切り出し速度3.3本/分、麺線処理量約240kg/時とした。従って、乾燥時間は予備乾燥区画では1時間(水分27%まで低下)、本乾燥区画3時間(水分14%)、仕上げ乾燥区1時間、合計5時間とした。

長さ約20mの予備乾燥区画では、麺線の伸びを速やかに止めること、麺の品質を考慮して25℃以下で水分を27%まで低下させることを目標とした。従って空調機の条件は温度23℃以下、平均風速1.5m/秒に設定した。

麺の品質に及ぼす温度の影響について、小田³⁾は15℃以下の低温乾燥によれば製品の白さの向上とともにゆで麺の拡張力、伸長率が大きくなることを明らかにしている。

本乾燥区は長さを約60mとし、水分を14~15%まで低下させる。空調機の条件は前半、後半区とも温度40~70℃、湿度50~70%RHで設定し、送風量は前半区が63~75m³/分、後半区が126~150m³/分としたが、後半区は面積が2倍であるため、両区画ともほとんど同じ条件となる。

最後の仕上げ乾燥区では水分を1~2%除去させるが、本乾燥で高温状態となった品質を常温まで低下させることが必要であり、温度の降下条件は1℃/2分の速度が適当といわれている⁶⁾。仕上げ乾燥区の空調機の条件は冷却可能とし、湿度60%RH以下、送風量45~54m³/分、風速1.5m/秒で設定した。

各AHU出口の給気ダクト経路に風量直読付の開度調節器を付設し、風量を調節できるようにした。また、予備乾燥区画のみは、インバータによるブロアー駆動モータの回転数を可変設定する仕組みとし、各区画の風速調整は、各給気用および排気用チャンバーに個々に付設したシンプルダンパーによってバランスをとって微調整できるようにした。

各AHUの熱源については、加温と加湿は蒸気の供給により、冷却はチラーユニットからの循環冷却により実施した。具体的には、加温用蒸気は各AHUに、加湿用の蒸気は本乾燥前半および後半区画に、冷却と除湿用の冷水は予備乾燥と仕上げ乾燥区画のAHUに導入した。

1. 4 計測制御設備 計測制御機能として、圧延・移行同調機構のたるみ制御、移行中の麺線の重量計測(予備乾燥)、近赤外線検出方式による水分計測(仕上げ乾燥)を設置した。空調設備では、各AHUにおけ

る温・湿度の制御および各乾燥区画内の温・湿度の計測、AHUの戻り空気温度により外気の取込量を自動設定する方式を採用した。

予備乾燥区画の入口と出口付近に設置した重量計測器による麺線の重量測定とその差の算出はコンピュータにより自動的に行った。

空調設備の制御システムはAHU1, 4(予備, 仕上げ乾燥)については、AHUの出口経路に設置した温・湿度検出器により吹出し空気の温度と湿度を測定し、その測定値とデジタル温度指示調節計およびダイヤル湿度指示調節計のそれぞれの設定値の差により、温度では加温用蒸気供給経路、あるいは冷却・除湿用冷水供給経路を、湿度では冷水供給経路と蒸気供給経路を作用させる仕組とした。

一方、AHU2, 3については、前記と同様に温・湿度の測定値と設定値との差により制御する仕組みであるが、外気の給排気機構は、AHUへのリターン経路の温度検出器による戻り空気の温度測定値とデジタル指示調節計の設定値との差により循環空気の系外への排出量を制御する方式とした。具体的には、3個のダンパーの開き度を自動的に調節することにより、排気、循環、給気量を調節する方法とし、戻り空気の温度が設定温度より高い場合に作用する仕組みである。

また、予備乾燥区画のAHU1出口の吹出し空気と同区画の出口付近の2か所、本乾燥前半区画の出口と入口付近の2か所、本乾燥後半区画の中間と仕上げ乾燥区画の中間に各1か所、計6か所のそれぞれ温度と湿度が記録計に入力され、各区画の数値は同時にコンピュータにも入力するようにした。

計測制御設備のシステム図を第2図に示した。

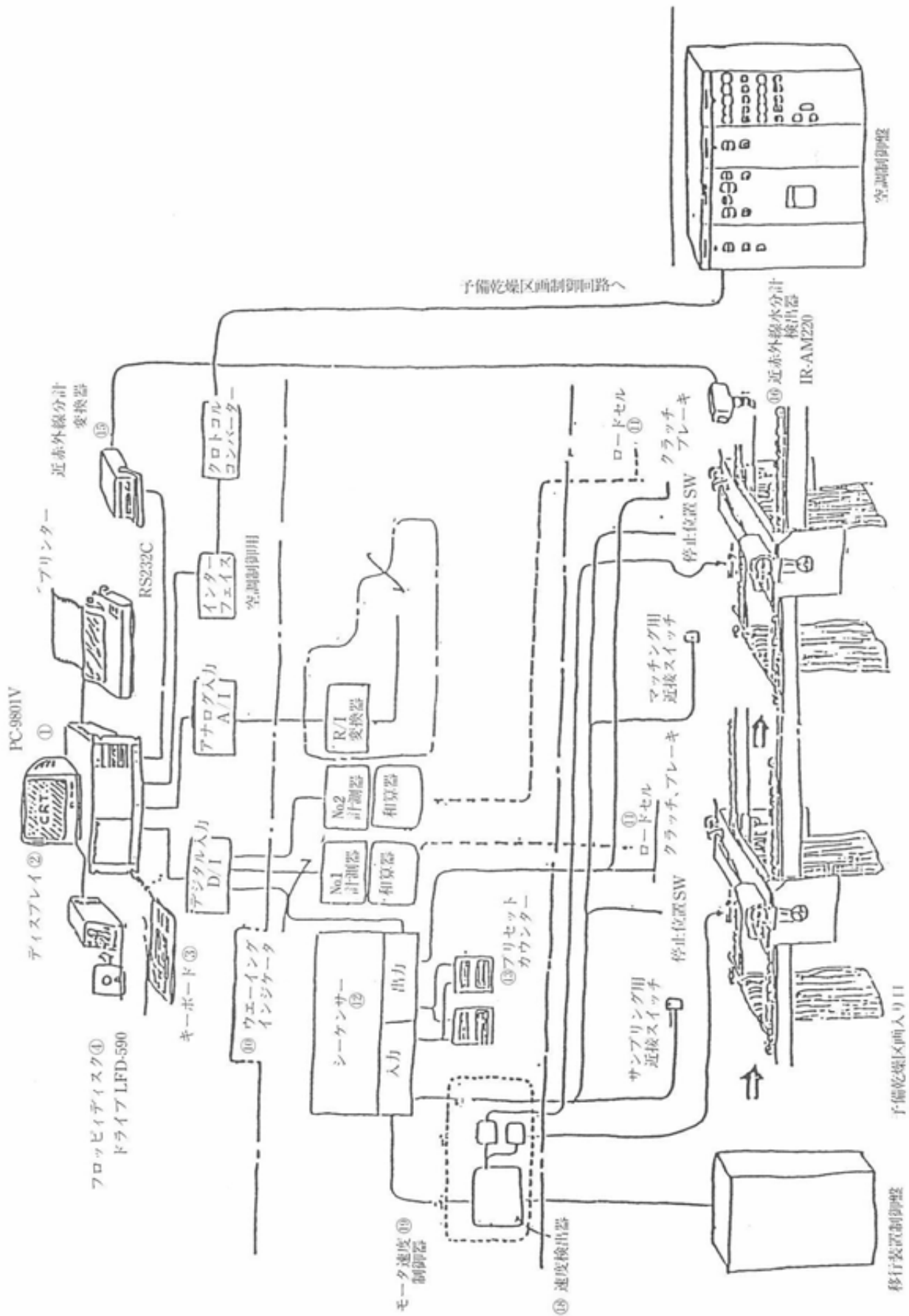
空調機の自動制御器として、温湿度検出器HN-030、温度計デジタル指示調節計SDC350、除湿用ダイヤラバックR7670C、モータドライバRN796A、モジュールモータM904F、遠隔設定器Q406Bを用いた。

計測制御設備として次の機器を用いた。

コンピュータユニット：コンピュータFC9801V、ディスプレイPC-KD854、キーボードFC-9801-KB2、フロッピーディスクドライブLFD-590、プリンタPC-PR201F2

重量計測ユニット：シーケンサAOJ2タイプ、ブリセットカウンタDC-SB5-N、シングルポイントロードセルLC-4101-K006(6kg)、ウエイングインジケータAD-4321A(和算器込み)、操作盤

近赤外線水分計測ユニット：検出器IR-AM310、



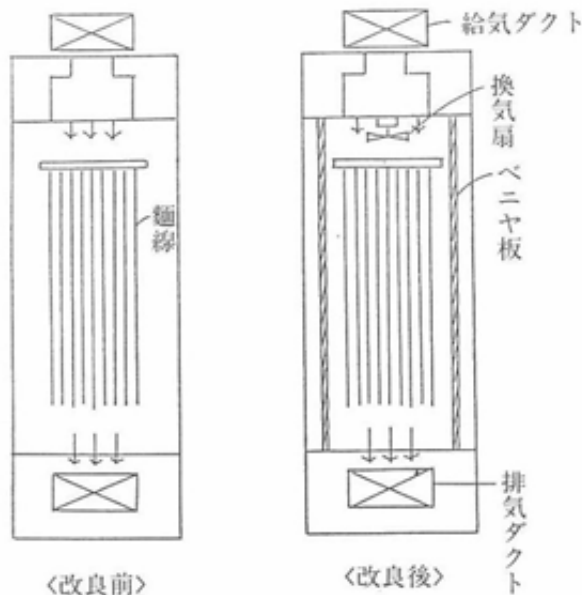
第2図 計測制御設備のシステム図

変換器 IR-GMBH

1. 5風速可変装置

予備乾燥の風速は0.3~3.0m/秒が適当といわれ、実験室における予備実験でも0.4~0.7m/秒の風速で十分と判断されたので、自動乾燥機では1.1m/秒に設定した。しかし、本研究では高品質の乾麺の製造を目的としたため、20℃の低温乾燥を基本とした。そのため、風量、風速の不足も原因して、予備乾燥区画での麺線の水分除去率が設定値よりやや劣る結果となった。

そのため、第3図に示したように、予備乾燥区画の中に風速可変装置を設置した。その結果、図のように風速と風量が改良され、特に循環回数が2倍程度となったことから、目的の水分を10%除去することが可能となった。



第3図 風速可変装置の設置による予備乾燥区の改良

	改良前	改良後
風速 (m/秒)	1.14	1.17 *(2.0~3.0)
風量 (m³/時)	6.600	10.000
循環回数 (回/分)	3.37	6.52
温度設定 (℃)	23.0	20.0
室内湿度 (%RH)	50~70	40~65
入口麺線水分 (%)	36.0	36.0
出口麺線水分 (%)	30.0	26~27

* 換気扇の風速(m/秒)

2. 自動乾燥装置による試験結果

第4, 5図に加水量41%, 食塩濃度8% ポーメとし、遠赤外線照射を行ってきしめんを試作したときの各乾燥区画の温度と湿度の経時変化を示した。風量は予備乾燥区画が11,400m³/時、その他は約6,000m³/時、チェーン速度は31~32cm/分、遠赤外線のヒータ温度は220~200℃であった。

図のように、予備乾燥区画は前、後半部とも約20℃、本乾燥区画前半は40~45℃、本乾燥後半区画は55℃、仕上げ乾燥区画は40℃の温度で維持できた。試験時にケットの水分計により測定した麺線の水分は入口35.0%のものが予備乾燥で25%, 本乾燥前半で約20%, 本乾燥後半で約12%となった。

湿度は予備乾燥区画では給気は50%RHであるが、麺線の侵入により徐々に上昇し、特に前半部においては65%RHまで上昇した。これに対して温度の高い本乾燥区画では前半が65~70%RH、後半は60%RHにまで維持できた。この場合のダンパーは予備乾燥では循環100, 給気25, 排気50とし、その他の区画はすべて循環100として行った。なお、本乾燥区画を普通よりもやや高温で維持したため、仕上げ乾燥区画の移行速度を1/2に低下させることによって、品温の冷却速度が0.5℃/分程度となり、品質劣化を防止することができた。

第6, 7図に加水量41%, 食塩濃度10% ポーメで調製した麺線(きしめん)を予備乾燥20℃、本乾燥前半55℃、本乾燥後半60℃、仕上げ乾燥40℃の設定温度で乾燥を行った場合の温度と湿度の経時変化を示した。図のように、各乾燥区画ともにはほぼ設定温度に維持することができた。この際のチラー入口の冷水温度は6.5℃であり、出口温度は8.0℃となった。

第7図のように、湿度については、予備乾燥前半部は65%RHまで上昇したが、この区画ではほぼ10%の水分を除去することができた。なお、本乾燥前半は60%RH、本乾燥後半は65%RHに設定した結果、図のようにほぼ設定温度に維持することたできた。

第1表に麺帯に遠赤外線を照射して試作したきしめんの物性を示した。照射温度は最初は品温がやや低い150℃、最後は200℃に設定した。この際の麺帯の上昇温度は10~15℃であり、この程度の温度上昇では麺線の表面のひび割れも認められなかった。

引張り強度は吊り下げて乾燥させた麺線の上, 中, 下部位のいずれも遠赤外線照射の方が大きい値となり、伸び率はいずれもそれほど差が認められなかった。破断応力については上部のみで遠赤外線照射の方がや

や大であったが、他の部位では未処理のものとの差がみられなかった。また、引張り強度、破断応力ともに下部より上部の方が大きい値となった。

第2表に遠赤外線照射温度240℃として試作したうどんの物性を示した。第2表に示すように、照射温度を240℃と設定した場合、第1表でみられたような引張り強度の増大は認められなかった。このことは、前報⁷⁾で報告したように、加水量を多くした場合(41%)は遠赤外線の照射時間を長くすると引張り強度が減少する傾向がみられたことから、本実験の場合は照射条件が強すぎたためと考えられた。また、手延べ麺と機械麺の物性と食味との関係を検討した結果、圧縮率55%と85%におけるゆで麺の硬さが食味と相関があることが認められたので、⁸⁾レオロメータにより硬さの差を測定したが、この値も差が認められなかった。

第8図に各乾燥区画における麺線の水分除去率と品質との関係を示した。いずれも予備乾燥区画の温度を20℃と設定した場合の結果であり、Na1とNa2の場合は品質が良好な乾麺になった。各試験ともに麺線の上部、下部についての水分除去率を測定したが、図のように予備乾燥区においては上部の方が下部よりも除去率が高くなった。更に第3図に示したように、本乾燥装置は上部から給気しているため、また麺線の重量により若干上部が細くなっているため、この程度の差が生ずるものと考えられる。いずれにしても、設定した平均10%の水分除去率が得られたときは良好な麺質となった。しかし、予備乾燥の不足(Na3)、過剰(Na4)の場合はいずれもやや不良の乾燥品となった。

本乾燥前半区画と本乾燥後半区画はそれぞれ50~55℃、60℃に設定したが、図のように本乾燥前半区画5~7%、本乾燥後半区画(前、後とも)2~4%の除去率で乾燥を行った場合は良好な乾燥品が得られた。Na3のように予備乾燥区画で乾燥不足のために本乾燥区画での除去率を高くした場合は品質不良のものとなった。

第9図に、各乾燥区画出口の試料を採取し、ケット法によって測定した水分の除去率を示した。この場合は乾燥の前半、中間、後半部で採取して測定したことになるが、図のように時間によっても数%の差がみられた。この場合の中で麺は、Na5、Na6のように、予備乾燥区画での水分除去率がやや低い場合にはいずれも煮くずれを起こし、かつもろい乾燥品となった。

麺の乾燥については、予備乾燥では除去水分量の約40%、主乾燥で約50%を除くのが適当であり、予備乾

燥では水分27~28%まで湿度の低い空気で乾燥し、主乾燥で起こり易い変形、乾燥破砕を防ぐため、使用空気の湿度を調節して、表面蒸発速度を内部拡散速度に合わせて乾燥することが必要といわれている⁹⁾。なお、乾燥所要時間は予備乾燥は $\frac{1}{2}$ 、本乾燥は $\frac{1}{2}$ 、仕上げ乾燥 $\frac{1}{2}$ の時間が適当とされている。

本実験においては第4図に示したように、予備乾燥1時間、本乾燥4時間、仕上げ乾燥1.5時間、合計6.5時間で乾燥でき、またきしめんの場合は5時間で乾燥することができ、第1表のような良好な麺質のものが得られた。

麺の乾燥温度では高温乾燥(70~80℃)はスパゲッティの乾燥に用いられ、乾麺の場合、普通の太さ(12番角、厚み1.5mm)のもので40℃、湿度70~75%の条件で3~5時間を要するといわれている。⁹⁾

本実験ではこれまでよりやや高い温度で本乾燥を行ったが、温度を50~60℃に設定した場合は約70%RHの湿度の維持が必要となり、そのためには各区画の個別空調機の設置、各区画内の温度、湿度の測定とモニタリングなどの設備が必須である。

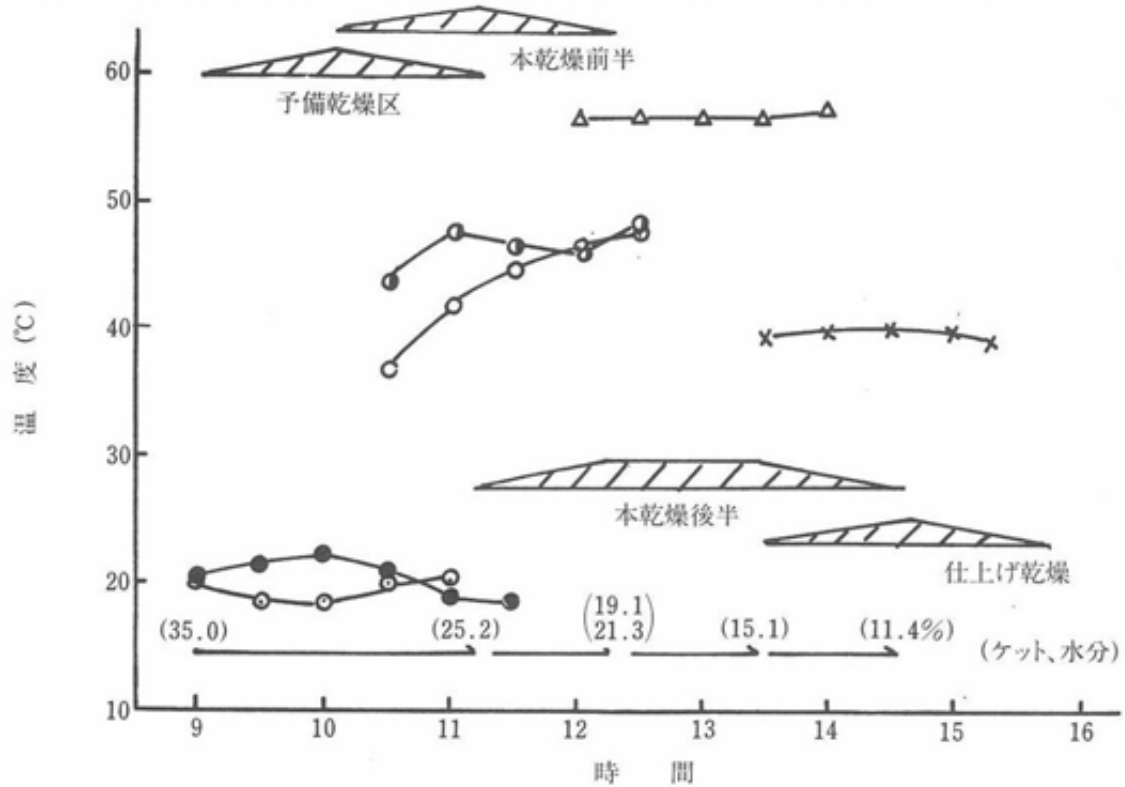
3. 乾燥工程の制御化について

既報⁴⁾で述べた混合、熟成工程とともに、乾燥工程は、乾麺製造において重要な工程であるが、乾燥実験にはかなりの設備を要することからあまり報告がみられない。

本実験では予備、本乾燥、仕上げ乾燥をそれぞれトンネル式のクローズドとし、各区画に空調機を設置して給気の温度、湿度を設定できるようにしたため、各区画は計画した設定条件で運転することが可能となった。また、予備乾燥区へ自動重量測定機を導入することにより、常時麺線の乾燥状況を把握することができ、さらに各乾燥区内に温湿度センサーを設置し、CRT上で常時監視するシステムを採用したため、各区画の環境条件が正確に把握でき、空調関係の管理が容易となった。

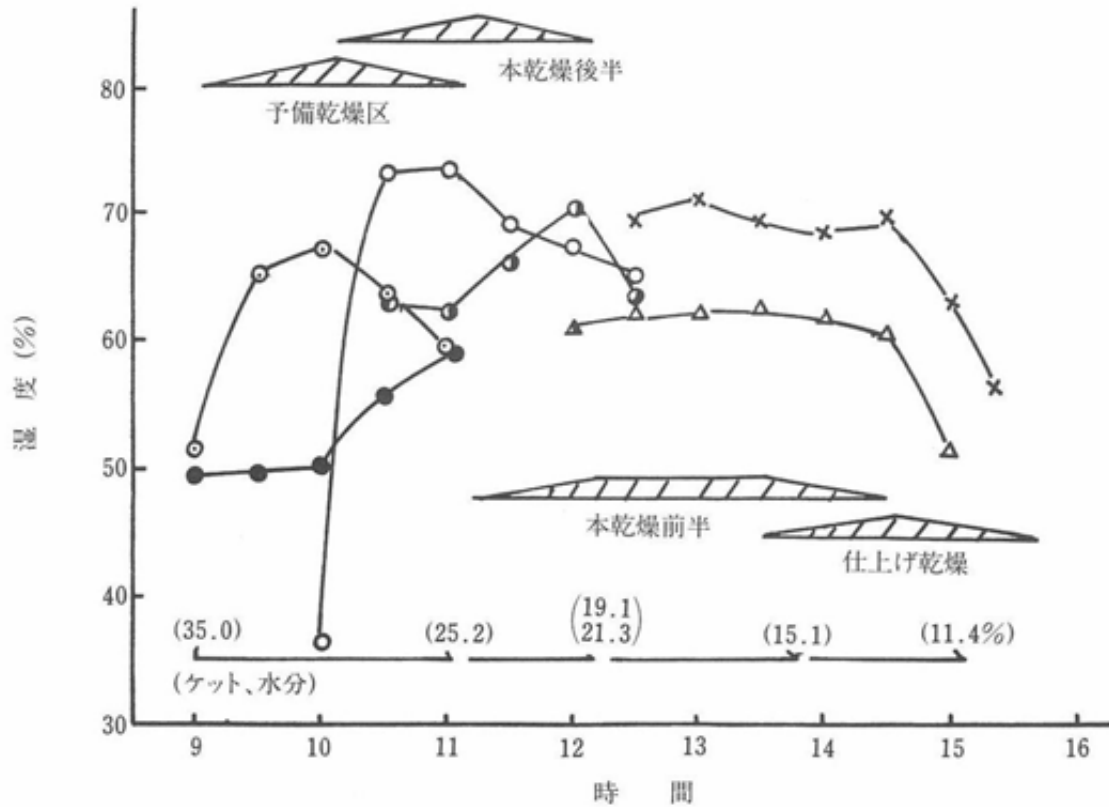
予備乾燥については20℃に設定したため、風速可変装置による風量、風速の増大により目標の10%水分を除去することが可能となった。

業界においては、乾燥に関する知識不足、設備の性能の悪さなどにより、能率の悪い乾燥が行われている。今後、これらの問題を解決してゆくためには、乾燥に関する基礎的な研究が必要である。スパゲッティについては初期を高温で行う方法(HT-A)、後期を高温で行う方法(HT-B)および低温乾燥法(LT)によ



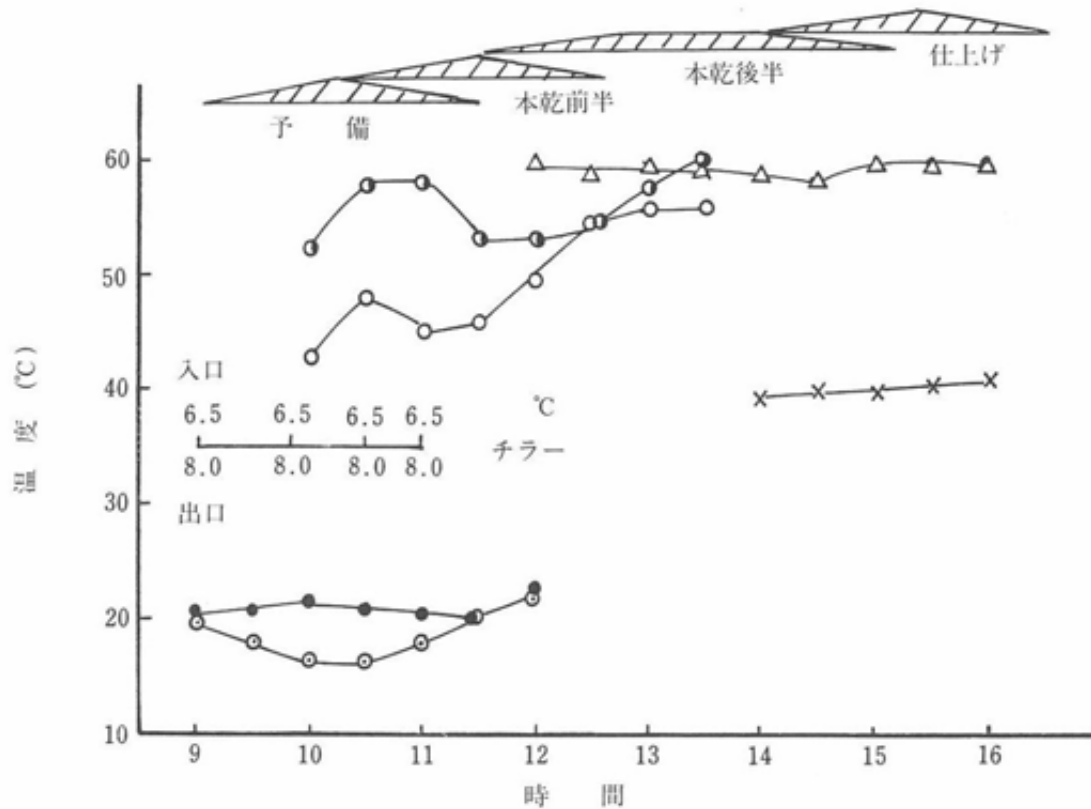
第4図 各乾燥区画の温度の経時変化

○ 予備乾燥(前) ● 予備乾燥(後) ○ 本乾燥前半(前) ● 本乾燥前半(後) △ 本乾燥後半 × 仕上げ乾燥



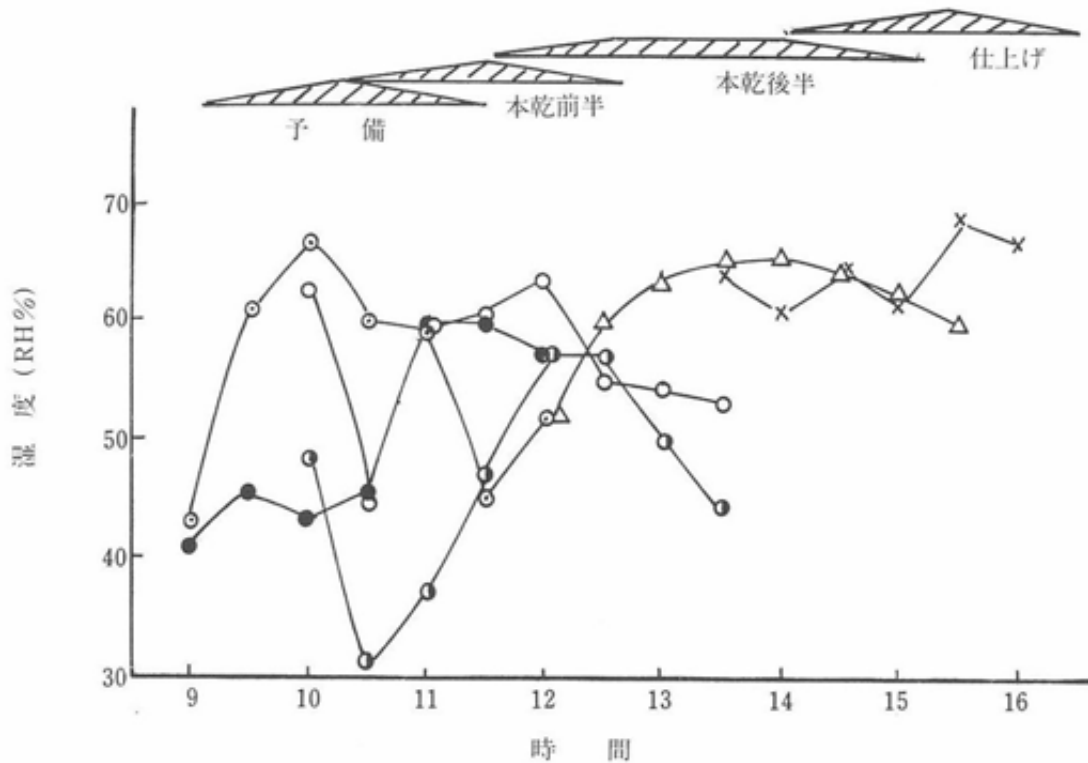
第5図 各乾燥区画の湿度の経時変化

○ 予備乾燥(前) ● 予備乾燥(後) ○ 本乾燥前半(前) ● 本乾燥前半(後) △ 本乾燥後半 × 仕上げ乾燥



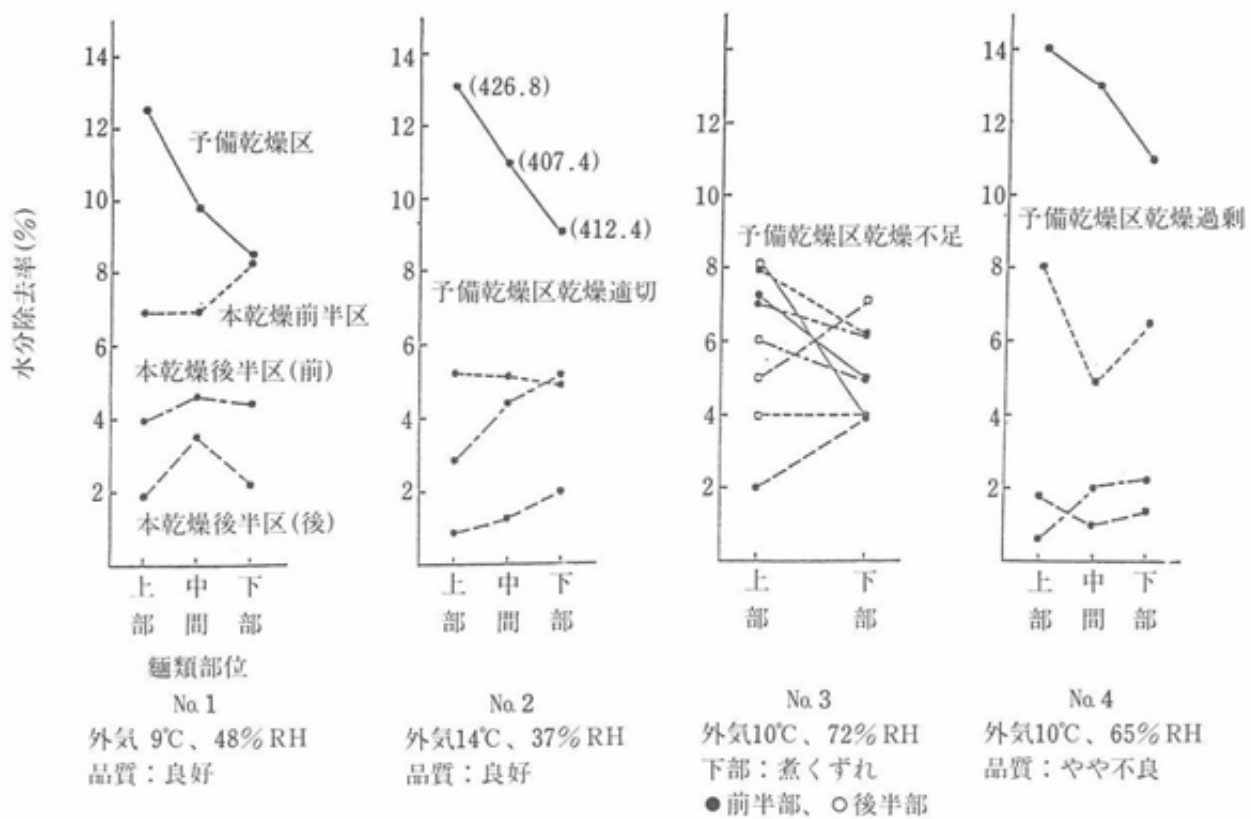
第6図 各乾燥区の温度の経時変化

○予備乾燥(前) ●予備乾燥(後) ○本乾燥前半(前) ●本乾燥前半(後) △本乾燥後半 ×仕上げ乾燥
41%加水、10°ホーメ、外気15℃、50%RH、移行速度:30cm/分、麺線1.0m

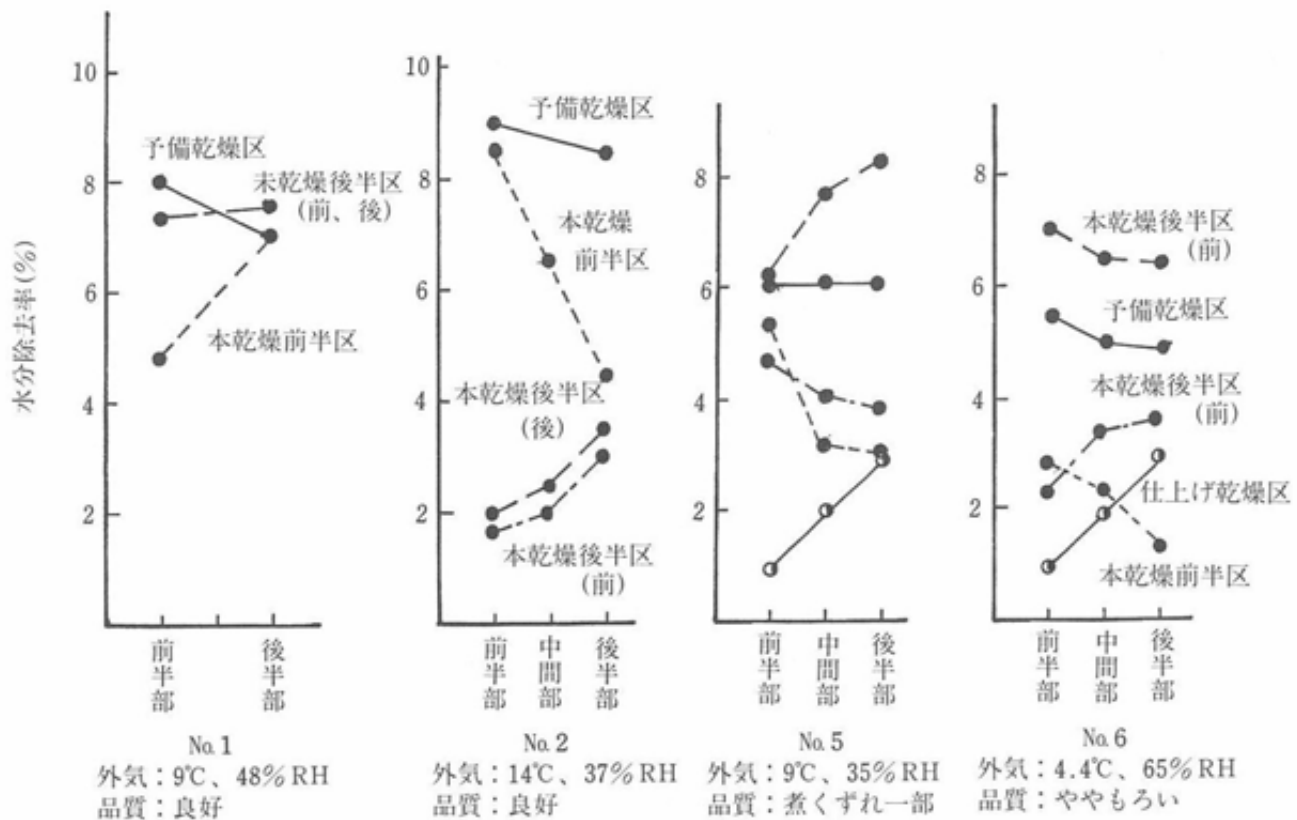


第7図 各乾燥区の湿度の経時変化

記号は第6図と同じ、外気15℃、50%RH



第8図 各乾燥区画における水分除去率(常法)と品質との関係。



第9図 各乾燥区画における水分除去率(ケツ法)と品質の関係

第1表 麺帯に遠赤外線照射して試作した乾麺の物性 (きしめん, 加水量41%, ポーマ, 10°)

試料	水分 (%)	カードメーター (引張り試験)			レオナー (破断試験)			
		引張り強度 (g/cm ²)	伸び率 (%)	伸び弾性率 (x10 ⁵ dyn/cm ²)	破断応力 (x10 ⁶ dyn/cm ²)	破断歪 (%)	破断強度 (x10 ⁶ dyn/cm ²)	破断エネルギー (x10 ⁵ erg/cm ²)
未処理 ②-1	73.1	496.1 (18.29)	2.03 (0.08)	4.71 (0.28)	1.581 (0.054)	67.60 (2.15)	2.340 (0.092)	4.126 (0.229)
遠赤外線照射 ⑤-1	73.0	509.1 (16.58)	2.09 (0.07)	4.59 (0.28)	1.639 (0.089)	67.32 (2.75)	2.438 (0.156)	4.366 (0.396)
未処理 ②-2	73.1	455.1 (17.45)	2.06 (0.04)	4.21 (0.27)	1.548 (0.047)	60.24 (2.05)	2.572 (0.102)	3.678 (0.216)
遠赤外線照射 ⑤-2	72.9	485.7 (9.66)	1.96 (0.09)	5.01 (0.39)	1.535 (0.078)	66.28 (3.42)	2.322 (0.175)	4.023 (0.331)
未処理 ②-3	73.8	409.9 (14.32)	1.93 (0.09)	4.34 (0.30)	1.406 (0.074)	61.33 (2.72)	2.294 (0.083)	3.391 (0.333)
遠赤外線照射 ⑤-3	73.3	425.7 (11.08)	2.08 (0.09)	3.90 (0.28)	1.404 (0.057)	61.32 (1.48)	2.290 (0.108)	3.394 (0.216)

() 内は標準偏差, 試料名の○囲みの数字は乾燥順, -1, -2, -3は上から (3段切り) の麺線の部位を示す。
 遠赤外線ヒーター200℃設定 (3 m間照射, チェーンスピード32cm/min)

麺帯温度の経時変化

時刻	入口温度	出口温度 (ヒーター温度)
9:35	13~14℃	22~23℃ (149, 141℃)
9:40	13~14℃	24~25℃ (164, 159℃)
9:50	14℃	28℃ (193, 195℃)
9:57	15℃	29℃ (198, 203℃)

第2表 麵帯に遠赤外線照射して試作した乾麵の物性(うどん)

試料名	カードメーター			レオロメーター				
	引張り強度 (g/cm ²)	伸び率	伸び弾性率 ($\times 10^{-3}$ dyn/cm ²)	硬さ(85%) (g/mm ²)	硬さ(55%) (g/mm ²)	硬さの差 (g/mm ²)	水分 (%)	
未処理	③-1	458.5 (17.67)	2.21 (0.08)	3.73 (0.25)	25.36	12.26	13.10	75.5
	③-2	427.7 (20.45)	2.06 (0.10)	3.98 (0.28)	23.95	12.16	11.79	74.8
	③-3	428.0 (16.58)	2.04 (0.06)	4.02 (0.12)	22.10	11.83	10.28	74.2
未処理	④-1	461.4 (11.15)	2.13 (0.06)	4.00 (0.24)	23.60	9.96	13.64	75.3
	④-2	443.0 (8.77)	2.17 (0.09)	3.74 (0.29)	23.44	11.45	11.99	75.0
	④-3	414.2 (15.30)	2.01 (0.12)	4.06 (0.41)	22.63	10.91	11.72	74.5
遠赤外線照射⑧-1	⑧-1	473.7 (17.55)	2.06 (0.08)	4.40 (0.25)	25.11	11.49	13.62	75.1
	⑧-2	439.7 (12.66)	2.09 (0.06)	3.97 (0.25)	24.42	11.25	13.17	75.4
	⑧-3	382.9 (15.63)	2.00 (0.11)	3.79 (0.39)	21.99	10.05	11.94	75.1
遠赤外線照射⑨-1	⑨-1	434.6 (17.15)	2.02 (0.11)	4.23 (0.46)	24.45	11.08	13.37	74.4
	⑨-2	405.1 (18.36)	2.07 (0.10)	3.72 (0.29)	23.19	10.37	12.82	75.6
	⑨-3	382.6 (18.08)	1.93 (0.11)	4.09 (0.45)	21.33	10.95	10.39	75.0

○ 内は標準偏差 試料名の○囲みの数字は乾燥順, -1, -2, -3は上から(3段切り)の麵線の部位を示す。
41%加水, 10° ポーメ, 遠赤外線照射240℃

て製造したものの品質の検討を行い、HT-Aは着色度が大いだが、LH-BはLTの色と変わらず、強度も改善され、調理性も優れていると報告されている。⁹⁾

従って、今後乾麺についても乾燥による麺質の変化について、アミラーゼ、たんぱく質の双方についての本質的な研究が必要であると思われる。

要 約

クローズドシステムのトンネルの方式の乾燥装置を設計、構築し、その装置を用いて乾燥実験を行った。

1. 予備乾燥、本乾燥前半、本乾燥後半および仕上げ乾燥区画にそれぞれ空調機を設置した全長100mの自動乾燥装置を設計、構築した。

2. トンネルの反転部に横送り機構を設置したため、乾燥室の縮小ができた。

3. 予備乾燥区画へ風速可変装置を設置することにより、風量、風速の増大の調節が可能となり、20℃においても目標の10%水分の除去ができた。

4. 予備乾燥区画に自動重量測定機構を導入し、常時麺線の乾燥状況を把握すること、各乾燥区画に温湿度センサーを設置し、CRT上で常時監視するシステムを採用することにより、乾燥室の環境条件が正確に把握でき、空調関係の管理が容易となった。

5. 本乾燥を用い高温(50~60℃)、多湿(60~70%RH)の条件で高品質の乾麺を造ることができたが、予備乾燥区での水分除去率(約10%)が重要な条件であることが明らかとなった。

6. 本装置を用いることにより、予備乾燥20℃、45%、本乾燥50~60℃、60~70%RHに維持することにより、きしめんでは約5時間で高品質の乾麺を造ることができた。

7. 仕上げ乾燥区画では、本乾燥区画が高温のため他の区画の移行速度(30cm/分)の $\frac{1}{2}$ に低下させることにより、0.5℃/分程度の冷却速度となり、品質劣化を防ぐことができた。

本研究は中小企業庁の地域システム技術開発事業により実施した。

終りに共同研究を実施していただいた愛知県乾麺工業協同組合、本事業に協力をいただいた㈱マルヨネ、ニッポン機工㈱、中央設備エンジニアリング㈱、高須電気エンジニアリング㈱に対して感謝を致します。

文 献

- 1) 明田川太七郎：新潟食品研報，9，51-54(1966)
- 2) 明田川太七郎：同上，9，55-61(1966)
- 3) 三木英三・仲田陽子・山野善三：日食工誌，39，1123-1127(1992)
- 4) 戸谷精一・児島雅博・村瀬 誠・伊藤 親・志賀一三・杉本勝之：愛知食品工技年報，32，27-38(1991)
- 5) 小田間多：めんの本，第5版，p84，食品産業新聞社(1986)
- 6) 浅野 玲：食品と科学，1981年秋季増刊，p56
- 7) 戸谷精一・児島雅博・村瀬 誠・福島浩一・杉本勝之：愛知食品工技年報，34，43-55(1993)
- 8) 愛知県食品工業技術センター：食品高度生産システム技術開発事業「高度熟成麺の生産自動化システム」平成3年3月
- 9) Dexter, J. E., Matsuo, R. R. and Morgan, B. C.: *J. Food Sci.* 46, 1741(1981)