

製麺技術の改良に関する研究(第4報)

恒温器による熟成および遠赤外線照射処理による麺の品質の変化

戸谷精一・児島雅博・村瀬 誠・福島浩一^{*}・杉本勝之

製麺工程における熟成操作は、ねかし(熟成:生地または麺帯の状態)で一定温度、一定時間放置する方法)が多くメーカーで採用されており、その条件は各メーカー独自の経験と勘により行われているため、熟成効果についての研究報告は余り見られない^{1)・2)}。熟成の主な効果は麺生地中の脱気の促進、水和による生地の均一化とグルテン生成の助成、圧延工程での生地緩和による麺帯組織の形成等が考えられる³⁾。

最近、セラミックを使用した新素材により遠赤外線を効率的に発生する材料が開発され、諸工業の分野において製品の品質向上および省エネルギー対策に利用されている。^{4)・5)}

食品工業の分野においても、遠赤外線の照射が殺菌、乾燥、熟成等に利用され、その効果について報告されている^{6)・12)}。既報において遠赤外線ヒーターを設置した麺帯熟成装置を使用することにより熟成工程を連続的に、しかも短時間に改良できることを報告した¹⁴⁾。本報告においては、熟成(ねかし)および遠赤外線照射の麺帯への影響と茹で麺の物性改良への効果について検討したので報告する。

実験方法

1. 供試原料

小麦粉(水分13.7%, たんぱく質9.1%, 灰分0.4%)は麺用中力粉(セントラル製粉株式会社製, 紫A・無漂白), 食塩は試薬特級, 水はイオン交換水を用いた。

2. 試料の調製

2.1 麺帯の調製 小麦粉1kgに対して6%(w/w)食塩水350ml又は410mlを小麦粉全体に振りかけるように加え、小型棒状ミキサー(ASAHI株式会社製, P206型)を用いて50rpm/min.で20分間混合した。麺帯の調製は製麺機(株式会社豊作製 UTT-AI型)の240φ8寸ロールで圧延し、圧延方向に対して2つ折りし、同じロールで3回圧延を繰り返す、厚さ6.5mmの麺帯を調製した。

2.2 麺帯の熟成 麺帯の熟成は恒温器内で一定時間放置する方法(以下、恒温器静置熟成と云う。)と遠赤外線照射処理する2方法について行った。

恒温器静置熟成は、2.1で調製した麺帯を20×30cmに成形し、熟成中の乾燥による表面のひび割れを防ぐため、ポリエチレン袋(厚さ0.03mm)に入れて密封した後、10, 20, 30℃に設定した恒温器中で所定の時間放置した。

遠赤外線照射処理は、セラミックロースター・PLR-II型((株)ノリタケカンパニーリミテッド製)を使用した。照射方法は、2.1で調製した麺帯を2枚の遠赤外線照射板の中間部の金網の上に静置して照射した(第1図)。照射板の表面温度は、あらかじめ200と250℃に設定し、所定の時間照射した。また、恒温器静置熟成の場合と同様に照射中の水分蒸散とひび割れを防止するためにポリエチレン袋を使用した。



第1図 遠赤外線の照射方法

A: 遠赤外線照射板

B: 試料麺帯を置く金網

C: 試料麺帯

イ: 2枚の照射板の距離20cm

ロ: 照射板と金網の距離 9cm

ハ: 照射板と金網の距離11cm

2.3 麺帯の表面温度測定 熟成処理した麺帯の表面温度を非接触温度計(オプテックス株式会社製, THERMO-HUNTER, HR-IFL型)によって麺帯表面から約5cm離して測定した。

2.4 麺線の調製 熟成処理した麺帯を再び製麺機のロールで圧延し、さらに180φ6寸ロールで厚さ4mmとしたのち、切歯10番で厚さ1.5mm, 幅3mmの麺線を調製した。この麺線を長さ約50cmに切り、低温恒温恒湿器(株式会社パイエスベック製, PL-2G型)にて温度15

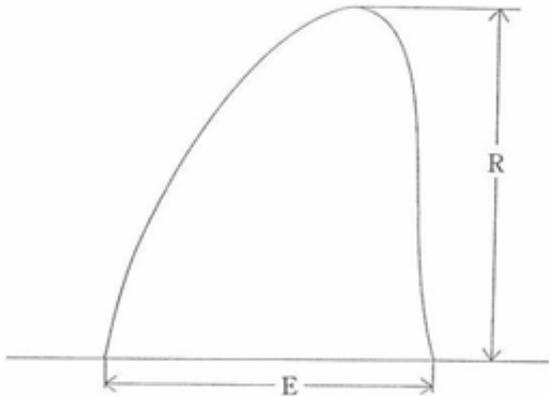
* 現在, 太陽化学株式会社

で、75%相対湿度で一昼夜乾燥し、水分約15%の乾麺とした。

2.5 麵帯の物性および表面色の測定 2.1で調製した麵帯は圧延方向に沿って長さ15cm、幅2cmに切り、水分の蒸散を防ぐためにポリエチレン袋に入れ、品温を10℃に保持した後、各温度(10, 20, 30℃)で所定の時間熟成処理を行い、冷蔵庫で品温を20℃に調整したものを測定用試料とした。

麵帯の物性はエクステンソグラフ(プラベンダー社製, DM90-40型)により測定し、第2図に示すようにその伸張抵抗(R)、伸張度(E)を算出した。表面色および光沢度は、日本電色工業株式会社製Σ80型測色計により、内径5mmの測定面でY, X, Z, (L, a, b)値を測定し、黄色度(YI)を計算した($YI=100(1.28X-1.06Z)/Y$)。

光沢度は日本電色工業株式会社製 GLOSS METER, VGS-SENSORを使用し、85°の入射角、受光角で測定した。なお、乾麺の表面色、光沢度も同様に測定した。



第2図

エクステンソグラフによる測定例とその解析方法
伸張抵抗(R): ピークの高さ(最小単位は5 B.U.)
伸張度(E): 伸びた長さ, ピークの底辺の全長(最小単位は1mm)

2.6 茹で麵の調製 茹で麵の調製は前報^{1,5)}と同様の方法で行った。

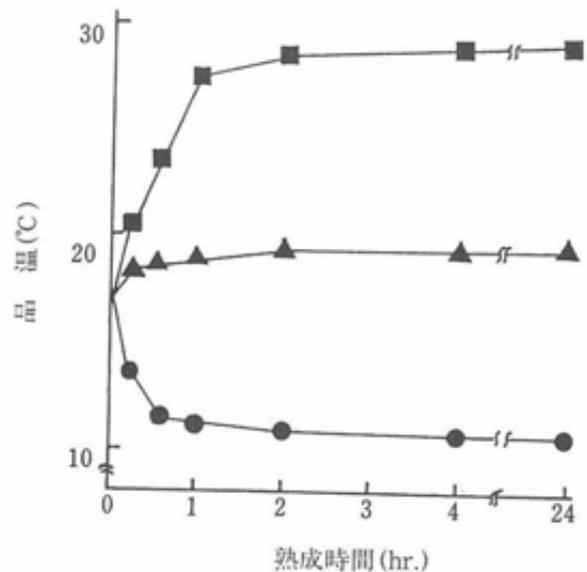
2.7 茹で麵の物性測定 茹で麵の引張り強度および伸び率, 伸び弾性率, 硬さは前報^{1,5)}と同様の方法で測定し, 約10回の測定値の平均値と標準偏差値を求めた。

実験結果および考察

1. 恒温器静置熟成した麵帯および茹で麵の物性

1.1 恒温器静置熟成温度と麵帯の表面温度について 恒温器静置熟成による麵帯の表面温度の変化を第3図に示した。なお、表面温度と内部温度は、ほぼ一致したため、表面温度を品温とみなした。

20℃で熟成した場合は、大きな品温変化はなかったが、10℃, 30℃では設定温度に達するのに約1時間を要した。又、加水率の違いによる品温変化の差は余りみられなかった。



第3図 恒温器による熟成時の品温変化

●: 10℃熟成, ▲: 20℃熟成, ■: 30℃熟成

1.2 麵帯表面の色調および光沢度の変化 麵帯表面の色調変化を第1表(35%加水), 第2表(41%加水)に示した。35%加水では1時間後までは温度による差は認められなかったが, その後時間の経過とともにY, X, Z, Lの値は低下した。特に30℃熟成のものは2時間経過以降に大きな低下が認められた。24時間後は, 10℃においても低下の傾向が認められた。a値, b値, 光沢度は10℃, 20℃, 30℃ともに熟成時間の経過による変動は認められなかった(20℃, 30℃表中略) 41%加水におけるY, X, Z, L値は温度, 時間による大きな影響もなく低下の傾向を示した。a値, b値, 光沢度は35%加水の時と同様に変動はなかった(20℃, 30℃表中略)。35%, 41%加水ともに熟成時間30分から1時間まではY, X, Z, L値の低下傾向が大きい, それ以後は変化が小さくなった。

1.3 エクステンソグラフによる麵帯の物性 加水率35%, 41%の調製麵帯を各温度で所定の時間熟

第1表 恒温器中での熟成時間と麵帯の色調の変化
(35%加水)

	熟成時間 (hr)					
	対照	0.5	1.0	2.0	4.0	24
Y	62.8 (2.02)	59.9 (1.92)	57.0 (1.56)	57.9 (2.32)	55.6 (1.37)	50.7 (0.82)
X	61.3 (1.56)	58.3 (1.76)	55.8 (1.26)	56.3 (2.17)	54.2 (1.37)	49.1 (0.72)
Z	57.1 (1.81)	54.1 (2.03)	51.4 (1.16)	52.1 (2.20)	49.7 (1.47)	44.2 (0.81)
L	79.3 (0.94)	77.4 (1.24)	75.5 (1.05)	76.1 (1.52)	74.5 (0.91)	71.2 (0.57)
a	-0.8 (0.54)	-1.0 (0.49)	-0.8 (0.37)	-1.1 (0.51)	-0.7 (0.43)	-1.5 (0.35)
b	12.5 (1.85)	12.7 (0.28)	12.7 (0.33)	12.6 (0.38)	12.6 (0.36)	13.0 (0.10)
85	1.5 (0.14)	2.0 (0.26)	2.1 (0.65)	2.5 (0.87)	3.1 (1.66)	1.6 (0.12)

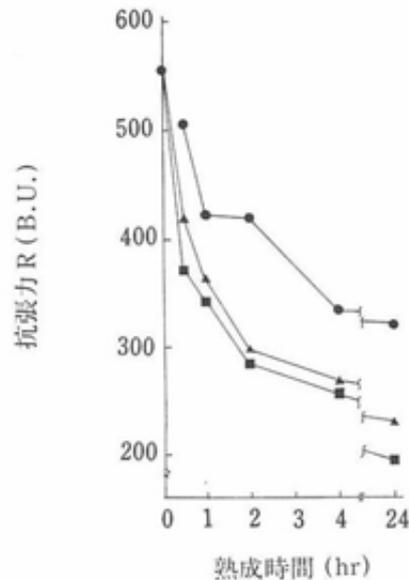
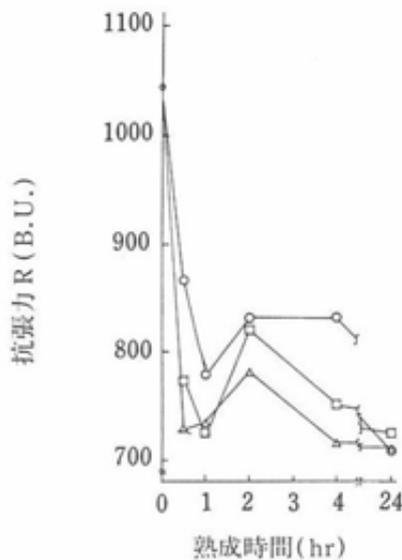
() : 標準偏差
85 : 光沢度85°
35-6 (加水率35%, 食塩濃度6° ポーメ)
保持温度10℃

	熟成時間 (hr)					
	対照	0.5	1.0	2.0	4.0	24
Y	62.8 (2.02)	58.8 (0.53)	57.3 (0.55)	57.9 (0.78)	54.5 (0.55)	46.3 (0.80)
X	61.3 (1.56)	57.1 (0.51)	55.5 (0.57)	56.1 (0.80)	51.1 (1.11)	44.8 (0.76)
Z	57.1 (1.81)	52.7 (0.60)	51.2 (0.59)	51.4 (0.97)	46.1 (1.03)	40.6 (0.80)
L	79.3 (0.94)	76.7 (0.34)	75.7 (0.36)	76.1 (0.51)	72.5 (0.75)	68.1 (0.59)

35-6, 保持温度20℃

	熟成時間 (hr)					
	対照	0.5	1.0	2.0	4.0	24
Y	62.8 (2.02)	58.5 (1.36)	57.1 (2.72)	53.7 (1.42)	51.1 (1.25)	47.4 (2.23)
X	61.3 (1.56)	56.9 (1.21)	55.4 (2.46)	52.3 (1.52)	49.5 (1.22)	45.9 (2.18)
Z	57.1 (1.81)	52.0 (1.36)	50.9 (2.31)	47.6 (1.15)	44.8 (1.33)	42.2 (2.51)
L	79.3 (0.94)	76.5 (0.89)	75.5 (1.80)	73.3 (0.97)	71.4 (0.93)	68.9 (1.67)

35-6, 保持温度30℃



第4図 熟成処理した麵帯のエクステンソグラフによるR(抗張力)と熟成時間との関係

35%加水
○: 10℃, △: 20℃, □: 30℃

41%加水
●: 10℃, ▲: 20℃, ■: 30℃

成した時のエクステンソグラフのR値(抗張力)の変動を第4図、E値(伸張度)の変動を第5図に示した。35%加水の時は、熟成1時間後に抗張力は急激に低下し、その後時間の経過に対して大きな変化はみられなかった。41%加水の時は、軟らかい麵帯となったため、無処理の抗張力が35%の時の約半分程度となったが、熟成1時間までは急激に低下し、その後は時間の経過に対してゆるやかに低下した。

一方、伸張度は、35%加水の時、1時間後に最大値を示し、その後次第に低下したが、41%加水の時は、2時間後に最大値となり、その後時間が経過しても大きな低下はなかった。抗張力は、熟成温度による大きな違いは認められなかったが、伸張度は、10℃、20℃、30℃の順に大きな値となった。

以上の結果より、麵帯の熟成は、品温が高いほど効果が大きく、熟成1時間程度で生地構造緩和や水分の拡散が行われ、その後の圧延工程が比較的無理なく処理できるため、組織の破壊等を防ぐ効果があるものと考えられた。これらの結果は杉本ら¹⁾による生麵

(37%加水、食塩5%)の熟成条件の検討においても、30~35℃、1時間が適当と報告しており、この結果と一致している。

1.4 カードメーターによる茹で麵の物性 茹で麵の水分が75%の時のカードメーターによる引張り強度の変化を第6図に示した。引張り強度は、35%加水では熟成1時間後に最大値(450~480 g/cm²)となった。41%加水では、熟成30分までは上昇したが、1時間後は低下し、2時間後に最大値(390~420 g/cm²)となった。両加水ともに、低温長時間熟成のものが、引張り強度が高かったが、35%加水の方が41%加水よりも引張り強度の高い茹で麵となった。35%加水麵帯のエクステンソグラフの伸張度と茹で麵の引張り強度の間には、相関関係が認められ、伸張度が高いほど引張りの強度も高くなった。しかし、41%加水の場合には逆の関係になっていることから、茹で麵の品質に及ぼす加水率の影響についての詳細な検討が必要であると考えられた。

第2表 恒温器中での熟成時間と麵帯の色調の変化 (41%加水)

	対照	熟成時間 (hr)				
		0.5	1.0	2.0	4.0	24
Y	57.7 (0.56)	55.5 (1.26)	55.5 (0.31)	54.5 (0.22)	53.3 (1.01)	49.9 (0.38)
X	56.2 (0.49)	54.0 (1.26)	54.0 (0.34)	53.0 (0.26)	51.5 (0.96)	48.3 (0.32)
Z	51.7 (0.61)	49.7 (1.03)	50.2 (0.41)	48.6 (0.34)	48.2 (0.94)	44.9 (0.52)
L	76.5 (3.25)	74.5 (0.85)	74.5 (0.21)	73.8 (0.16)	73.0 (0.70)	70.7 (0.26)
a	-1.1 (0.42)	-1.1 (0.41)	-1.1 (0.19)	-1.2 (0.45)	-2.6 (4.16)	-1.6 (0.38)
b	12.8 (0.16)	12.6 (0.38)	12.2 (0.24)	12.6 (0.13)	12.1 (0.35)	11.8 (0.24)
85	1.7 (0.15)	2.3 (0.14)	2.3 (0.22)	2.5 (0.46)	3.5 (1.28)	4.6 (1.06)

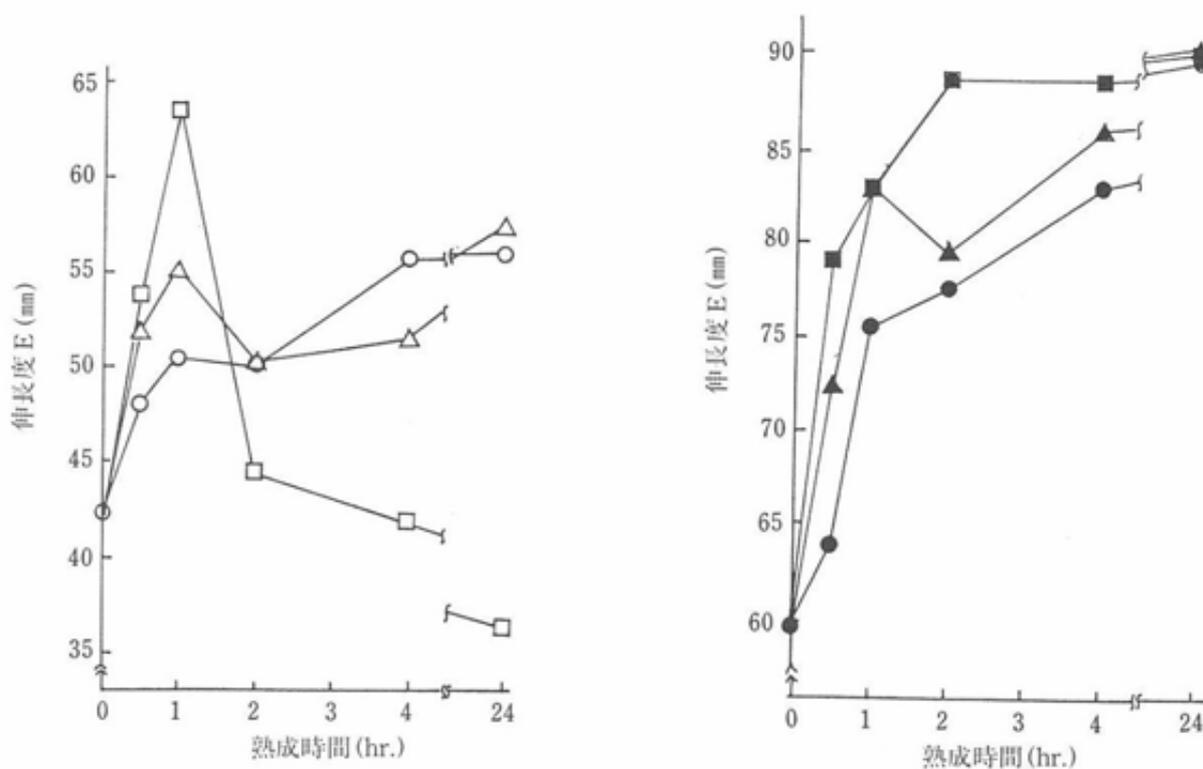
(): 標準偏差, 85: 光沢度85°, 41-6, 保持温度10℃

	対照	熟成時間 (hr)				
		0.5	1.0	2.0	4.0	24
Y	57.7 (0.56)	55.1 (0.48)	53.4 (0.86)	53.6 (0.37)	52.0 (0.55)	49.1 (0.48)
X	56.2 (0.49)	53.3 (0.37)	51.8 (0.82)	51.8 (0.38)	50.4 (0.50)	47.7 (0.59)
Z	51.7 (0.61)	48.8 (0.44)	47.3 (1.56)	48.1 (0.45)	46.8 (0.84)	44.0 (0.66)
L	76.5 (3.25)	74.1 (0.42)	73.0 (0.59)	73.2 (0.25)	72.0 (0.40)	70.2 (0.33)

41-6, 保持温度20℃

	対照	熟成時間 (hr)				
		0.5	1.0	2.0	4.0	24
Y	57.7 (0.56)	55.1 (0.41)	53.8 (0.54)	52.0 (0.52)	52.1 (0.71)	50.7 (0.97)
X	56.2 (0.49)	53.2 (0.50)	52.3 (0.53)	50.3 (0.35)	49.7 (0.91)	49.0 (0.90)
Z	51.7 (0.61)	49.1 (0.51)	47.6 (0.55)	45.8 (0.46)	46.0 (1.25)	45.3 (1.27)
L	76.5 (3.25)	74.3 (0.25)	73.4 (0.36)	72.1 (0.35)	72.3 (0.41)	71.2 (0.69)

41-6, 保持温度30℃



第5図 熟成処理した麺帯のエクステンソグラフによる
E(伸長度)と熟成時間との関係
記号は第4図と同じ

1.5 レオロメーターによる茹で麺の物性
レオロメーターによる硬さは、圧縮率85%、55%ともに、熟成温度、時間による影響は認められなかった。

2. 遠赤外線照射処理による麺帯および茹で麺の物性の変化

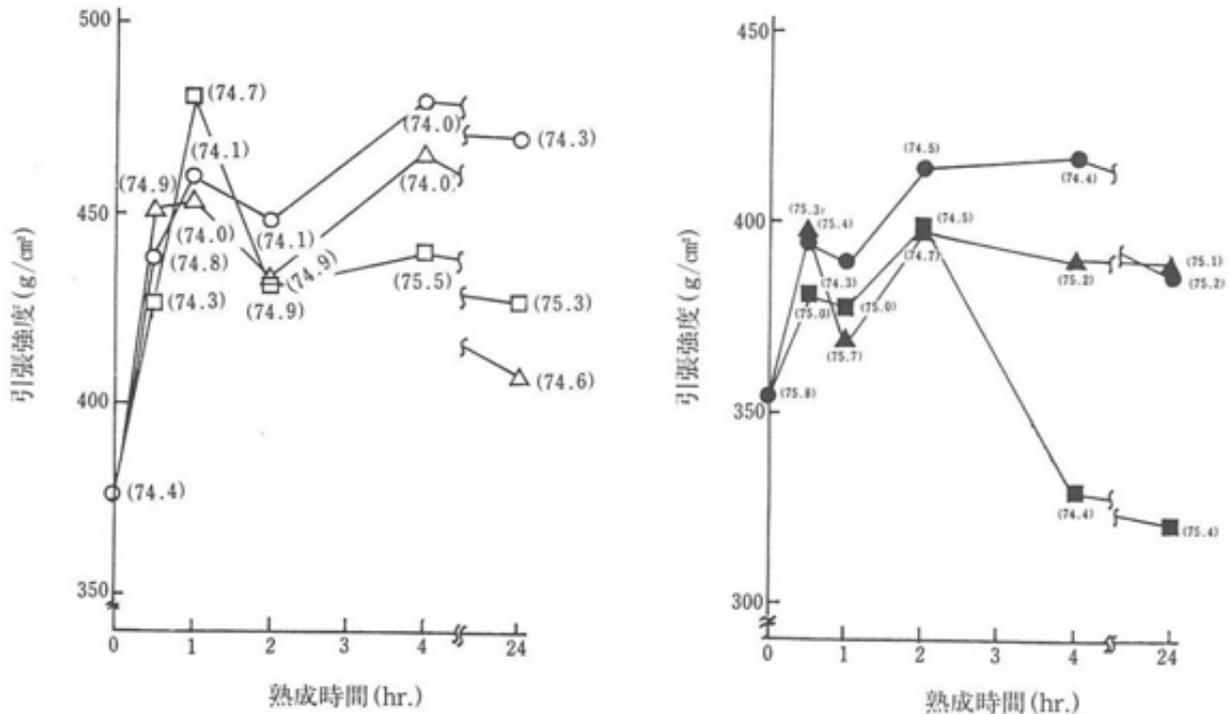
実験室規模で麺帯の遠赤外線照射処理を行い、麺帯の物性、表面の色調、光沢度および茹で麺の物性の変化について検討した。

2.1 麺帯の表面温度について
遠赤外線照射時間と麺帯表面温度(品温)との関係を第7図に示した。35%、41%加水ともに200℃照射で10分後、250℃では5分後にそれぞれ麺帯の表面温度が55℃に達した。

2.2 麺帯表面の色調と光沢度の変化
遠赤外線照射板温度200℃における麺帯表面の色調と光沢度の変化を第3表-1, 2に250℃の場合を第4表-1, 2に示した。200℃の場合、35%、41%加水ともに、照射時間が長くなるに従い、Y, X, Z, L値はとも

に低下傾向を示したが、41%加水の方が低下の度合いが大きかった。なお、a, b, YI値及び光沢度は照射時間による大きな影響はみられなかった。250℃の場合も、色調と光沢度は200℃の場合とほぼ同様な傾向であったが、照射時間が5分と短かかったため、色調の低下は小さかったものと考えられる。

2.3 エクステンソグラフによる麺帯の物性
遠赤外線照射した麺帯のエクステンソグラフによる抗張力と伸張度の変化を第8, 9, 10図に示した。200℃の場合、35%、41%加水ともに抗張力は照射時間の経過とともに低下し、約5~6分で最小値を示し、その後上昇したが、41%加水の方が上昇カーブが大きかった。250℃では、約4分で最小値となり、その後、上昇傾向を示したが、200℃の時と同様に、41%加水の方が上昇度合いが大きかった。又、伸張度は、抗張力とは逆に200℃では5~6分で表面温度は約40℃、250℃では2~3分で約40℃となり、伸張度はそれぞれ最大



第6図 カードメーターによる茹で麵の引張り強度と熟成時間との関係
(): 水分, 茹で時間15分, 記号は第4図と同じ

値を示した。品温40℃の時の麵帯は、やわらかく、伸びの良いものとなった。照射時間を長くすると、麵帯が硬くなり、伸びが悪くしてしまった状態になり、無照射の麵帯とは物性の異ったものとなった。抗張力、伸張度ともに恒温器静置熟成の時よりも変化の幅は大きかった。

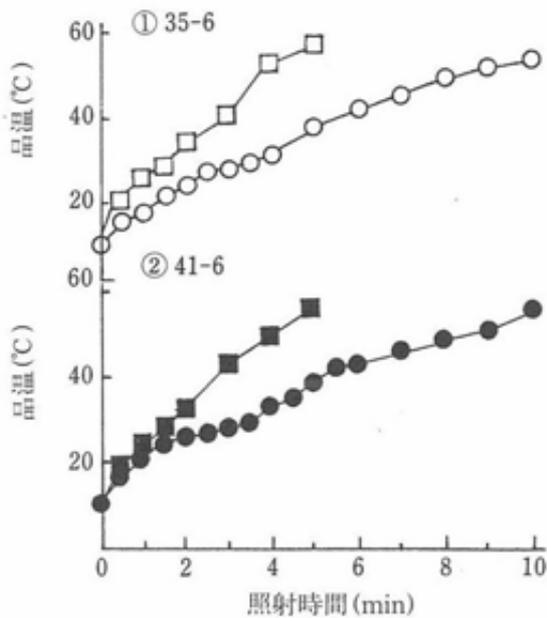
柴田¹⁰⁾らは、乾麵を室温にて長期間保存後、粉砕物をエクステンソグラフにより測定したところ、抗張力が著しく増加する反面、伸張度が減少し、麵帯の弾性値が増加する傾向を示したと報告しているが、本実験においても遠赤外線照射時間を長くすることにより、抗張力の上昇と伸張度の低下現象があり、麵帯に弾性が生じたものと考えられた。

2.4 カードメーターによる茹で麵の物性の測定結果 遠赤外線照射処理した茹で麵の引張り強度の変化を第11図に示した。35%加水では、遠赤外線照射

温度200℃の時には4分、250℃の時には3分の照射で引張り強度が最大となった。41%加水の麵は、200℃では4分、250℃では2分で最小値となった。35%加水茹で麵の引張り強度の最大値となる照射時間は、麵帯のエクステンソグラフの抗張力、伸張度の最小、最大値の照射時間とはほぼ一致し、麵帯の物性値と遠赤外線照射時間との関連が推察された。

3. 恒温器静置熟成と遠赤外線照射処理による麵帯、乾麵、茹で麵の物性について

3.1 麵帯の色調と物性 麵帯表面の色調変化は、35%加水の時、10℃、20℃、4時間および30℃、2時間熟成した麵帯が遠赤外線を200℃で約8分照射した麵帯とはほぼ同じ色調になった。しかし、250℃の場合は、照射時間による色調の低下は少なかった。41%加水の時には、10℃、4時間、および20℃で2時間、30℃で1時間熟成した麵帯が200℃、5分照射し



第7図
遠赤外線照射時間と麺帯表面温度との関係
—○— 210°C照射, □—□— 250°C照射
—●— " , ■—■— 250°C照射

た麺帯とはほぼ同じ色調になり、250°Cの場合は同様に色調の低下は少なかった。恒温器静置熟成及び遠赤外線照射を行った麺帯のエクステンソグラフによる抗張力の変化については、相関が認められなかったが、伸張度については、35%加水では、恒温器で30°C、1時間熟成させた麺帯の伸張度の最大値が63mmで、遠赤外線照射200°C、4分の52mmより大きかった。41%加水では、30°C、2時間熟成と200°C、6分処理では両者ともに90mmまで伸びた。このことから遠赤外線照射は、麺帯品温が短時間に上昇したために、伸びにくい麺帯となったものと推察された。

3.2 乾麺の表面光沢度について 乾麺の表面の光沢度の比較を第12図に示した。恒温器静置熟成では41%加水のものがやや光沢度の高い麺となった。遠赤外線照射では、恒温器静置熟成に比べて全体に高い光沢度を示したが、41%加水のものが35%加水に比べて全体に低い値となった。この原因は、多加水のものほど遠赤外線照射によって表面がやや不均一になったものと考えられるが、このことについては更に検討を要する。

第3表-1 遠赤外線照射した麺帯表面の色調と光沢度の変化 (35%加水)

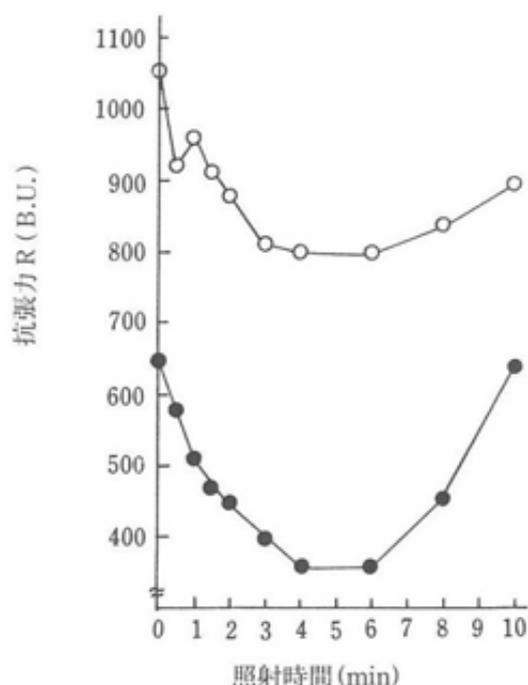
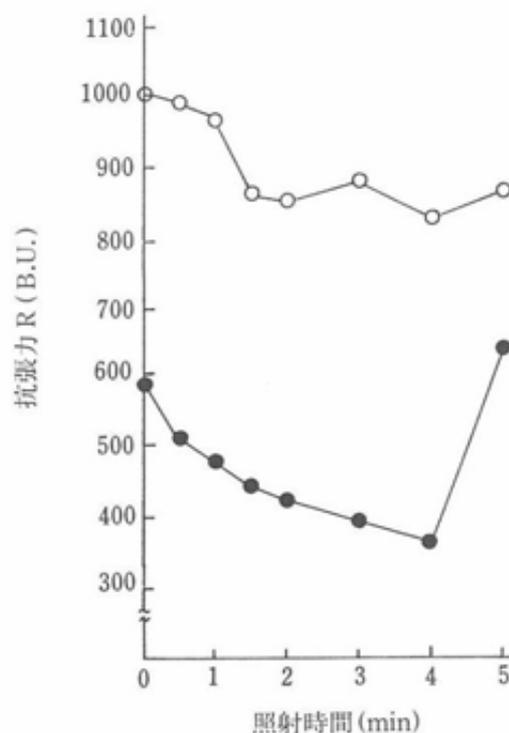
	対照	照射時間 (min)								
		0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	10.0
Y	61.6 (0.83)	58.3 (2.70)	58.8 (1.56)	59.4 (1.45)	57.2 (2.13)	58.6 (1.95)	57.0 (1.83)	56.6 (2.32)	56.4 (2.41)	56.3 (2.03)
X	60.0 (0.94)	57.0 (0.83)	57.1 (0.83)	58.0 (0.83)	55.5 (0.83)	56.9 (0.83)	55.4 (0.83)	55.0 (0.83)	54.7 (0.83)	54.7 (0.83)
Z	55.3 (1.12)	51.7 (2.80)	52.5 (1.45)	52.8 (1.45)	51.0 (2.02)	52.3 (2.07)	50.4 (1.74)	50.4 (2.42)	50.4 (2.52)	50.6 (2.05)
L	78.5 (0.52)	76.3 (1.78)	76.7 (1.02)	77.0 (0.95)	75.6 (1.44)	76.6 (1.27)	75.5 (1.21)	75.2 (1.56)	75.1 (1.62)	75.0 (1.34)
a	-1.0 (0.53)	-0.9 (1.02)	-1.2 (0.67)	-0.6 (0.47)	-1.3 (0.64)	-1.5 (0.60)	-1.0 (0.66)	-1.1 (1.06)	-1.2 (0.69)	-1.2 (0.71)
b	13.2 (0.49)	13.3 (0.40)	13.1 (0.32)	13.3 (0.39)	12.9 (0.37)	13.1 (0.37)	13.2 (0.52)	13.0 (0.48)	12.8 (0.48)	12.5 (0.68)
YI	29.5 (1.11)	31.0 (1.53)	29.8 (0.78)	30.7 (0.94)	29.7 (0.96)	29.6 (0.98)	30.7 (1.40)	30.1 (1.37)	29.6 (1.54)	29.0 (1.61)
85	1.5 (0.16)	2.1 (0.54)	2.3 (0.44)	2.6 (0.70)	2.6 (0.47)	2.5 (0.50)	2.8 (0.55)	2.6 (0.78)	3.1 (0.59)	2.4 (0.38)

() : 標準偏差, 85 : 光沢度85°, YI : 黄色度, 35-6, 照射温度 : 200°C

第3表-2 遠赤外線照射した麺帯表面の色調と光沢度の変化 (41%加水)

	対照	照射時間 (min)								
		0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	10.0
Y	56.4 (0.95)	55.7 (1.07)	55.4 (0.94)	54.8 (1.05)	56.0 (0.82)	54.3 (1.82)	54.9 (1.47)	52.4 (2.18)	50.2 (1.69)	46.4 (2.22)
X	54.6 (0.98)	54.2 (1.15)	53.8 (1.10)	53.2 (1.17)	54.4 (0.79)	52.6 (1.94)	53.1 (1.54)	50.6 (2.17)	48.6 (1.85)	44.7 (2.25)
Z	49.9 (0.82)	49.7 (0.94)	49.6 (1.14)	49.0 (1.33)	50.2 (0.98)	48.0 (2.00)	48.3 (1.54)	46.1 (2.16)	43.5 (1.81)	40.5 (2.11)
L	75.1 (0.63)	74.6 (0.72)	74.4 (0.64)	74.0 (0.72)	74.8 (0.55)	73.7 (1.24)	74.1 (1.01)	72.4 (1.53)	70.9 (1.20)	68.1 (1.65)
a	-1.5 (0.50)	-1.0 (0.70)	-1.3 (0.79)	-1.3 (0.67)	-1.0 (0.63)	-1.4 (0.77)	-1.7 (0.70)	-1.8 (0.60)	-1.5 (0.99)	-2.0 (0.83)
b	13.2 (0.46)	12.8 (0.48)	12.6 (0.28)	12.6 (0.32)	12.6 (0.45)	13.0 (0.43)	13.2 (0.33)	12.9 (0.45)	13.2 (0.67)	12.4 (0.44)
YI	30.3 (1.04)	29.9 (1.25)	29.4 (0.97)	29.4 (0.73)	29.4 (1.03)	30.4 (1.15)	30.5 (0.96)	30.4 (1.09)	32.1 (1.33)	30.8 (1.36)
85	1.8 (0.23)	3.3 (0.44)	3.4 (0.48)	3.1 (0.56)	3.0 (0.51)	3.2 (0.52)	3.3 (0.47)	3.3 (0.44)	2.6 (0.41)	2.3 (0.65)

() : 標準偏差, 85: 光沢度85°, 41-6, 照射温度: 200°C

第8図 遠赤外線照射麺帯のエクステンソグラフによるR(抗張力)と照射時間との関係
○ 35-6, ● 41-6, 照射温度 200°C第9図 遠赤外線照射麺帯のエクステンソグラフによるR(抗張力)と照射時間との関係
記号は第8図と同じ, 照射温度 250°C

第4表-1 遠赤外線照射した麺帯表面の色調と光沢度の変化 (35%加水)

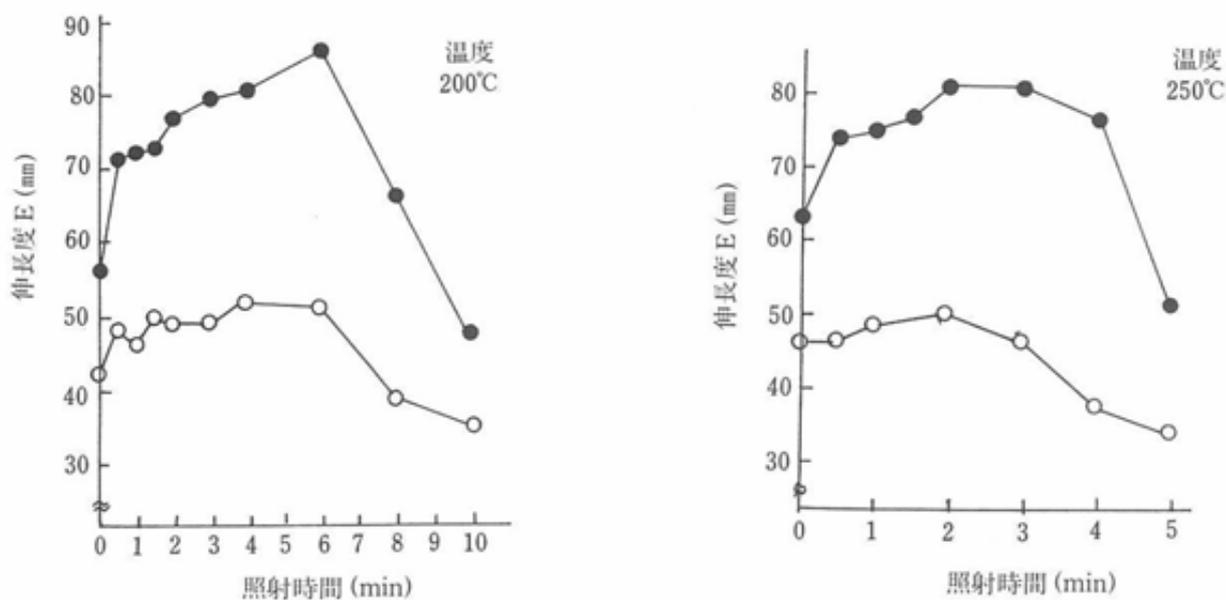
	対照	照射時間 (min)						
		0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
Y	63.4 (1.34)	61.4 (1.85)	60.4 (1.37)	60.4 (2.61)	59.2 (2.16)	59.0 (2.26)	59.8 (2.15)	60.2 (2.17)
X	61.7 (1.33)	59.6 (1.84)	58.9 (1.37)	59.2 (2.36)	57.8 (2.27)	57.0 (2.24)	58.3 (2.07)	58.6 (2.15)
Z	56.6 (1.36)	54.6 (1.81)	54.1 (1.51)	54.3 (2.53)	53.3 (2.35)	52.2 (1.87)	53.9 (2.27)	53.7 (2.58)
L	79.6 (0.84)	78.4 (1.19)	77.7 (0.88)	77.9 (1.45)	77.0 (1.30)	76.8 (1.46)	77.3 (1.28)	77.6 (1.40)
a	-0.9 (0.60)	-1.3 (0.74)	-0.7 (0.46)	-0.9 (0.70)	-1.0 (0.82)	-1.8 (0.53)	-0.7 (0.70)	-1.0 (1.03)
b	13.5 (0.42)	13.5 (0.62)	13.1 (0.42)	13.3 (0.33)	13.0 (0.41)	13.4 (0.45)	12.8 (0.40)	13.1 (0.88)
YI	29.9 (0.73)	30.0 (1.36)	29.8 (1.04)	30.0 (0.63)	29.5 (0.95)	29.9 (0.78)	29.2 (1.07)	29.6 (1.67)
85	1.8 (0.17)	2.9 (0.41)	3.2 (0.76)	2.9 (0.64)	2.7 (0.69)	3.6 (0.66)	4.1 (0.75)	2.5 (0.63)

() : 標準偏差, 85: 光沢度85°, YI: 黄色度, 35-6, 照射温度250度℃

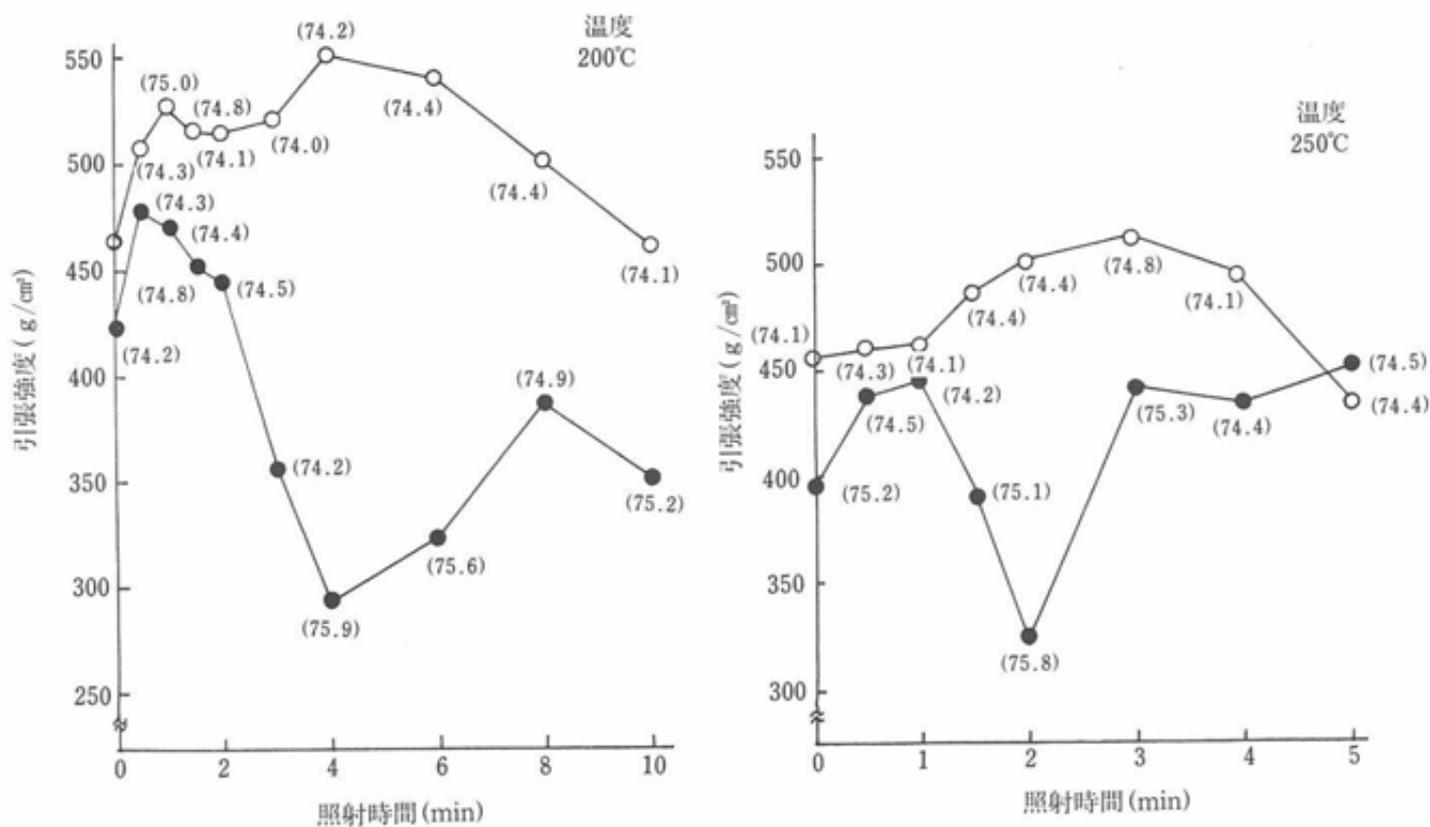
第4表-2 遠赤外線照射した麺帯表面の色調と光沢度の変化 (41%加水)

	対照	照射時間 (min)						
		0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
Y	55.7 (0.69)	55.2 (1.99)	55.4 (1.59)	55.2 (1.25)	54.9 (1.34)	54.8 (2.06)	53.5 (1.74)	50.3 (1.59)
X	53.9 (0.79)	53.5 (2.04)	53.7 (1.63)	53.5 (1.31)	53.2 (1.49)	53.1 (1.95)	51.8 (1.82)	48.7 (1.66)
Z	49.0 (1.09)	48.9 (1.80)	49.2 (1.47)	48.8 (1.57)	48.1 (4.62)	48.1 (1.81)	46.7 (1.61)	43.8 (1.62)
L	74.6 (0.50)	74.3 (1.33)	74.4 (1.07)	74.3 (0.85)	74.1 (0.91)	74.0 (1.39)	73.1 (1.19)	70.9 (1.12)
a	-1.5 (0.81)	-1.4 (0.57)	-1.4 (0.75)	-1.4 (0.58)	-1.6 (0.92)	-1.5 (0.60)	-1.5 (0.83)	-1.4 (0.88)
b	13.3 (0.42)	12.7 (1.75)	13.0 (0.44)	13.0 (0.45)	12.9 (0.36)	13.3 (0.59)	13.3 (0.39)	13.1 (0.55)
YI	30.8 (0.91)	30.0 (1.24)	30.1 (1.09)	30.3 (1.30)	29.9 (1.10)	25.3 (1.61)	31.4 (0.90)	31.9 (1.11)
85	2.0 (0.27)	4.4 (1.45)	3.7 (0.71)	4.3 (0.89)	4.4 (0.87)	3.5 (0.90)	2.9 (0.88)	3.4 (1.03)

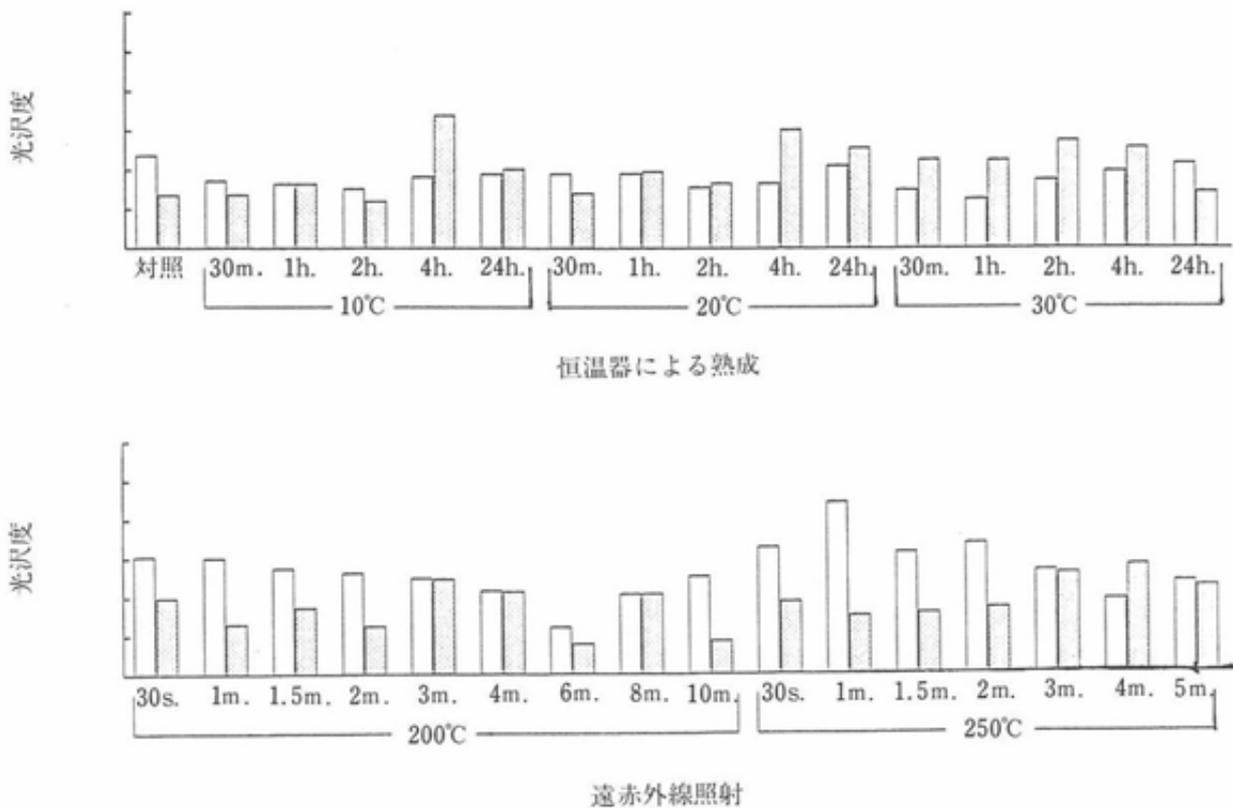
() : 標準偏差, 85: 光沢度85°, 41-6, 照射温度250度℃



第10図 遠赤外線照射麵帯のエクステンソグラフによるE(伸長度)と照射時間との関係
記号は第8図と同じ



第11図 カードメーターによる茹で麵の引張り強度と照射時間との関係
記号は第8図と同じ、()内の数字は茹で麵の水分(%)を示す。



第12図 熟成条件と乾麺の光沢度との関係
 □ 35-6 ▨ 41-6

3.3 茹で麺の物性 茹で麺の引張り強度と伸び弾性率との関係を第13図、第14図に示した。引張り強度は、恒温器静置熟成では35%、41%加水ともに熟成温度に関係なく約400 g/cm²の値になったが、遠赤外線照射では、35%加水のものは照射温度、時間に関係なく500 g/cm²と恒温器静置熟成に比べて高くなり、遠赤外線照射によって茹で麺の物性値には変化が認められた。

伸び弾性率は、恒温器静置熟成の場合、加水率の影響は認められなかったが、20℃、4時間以上と30℃熟成のものがやや高くなった。遠赤外線照射のものは、恒温器静置熟成のものより高い値となり、200℃、長時間照射の場合は41%加水、250℃照射では35%加水のものが高い値となった。

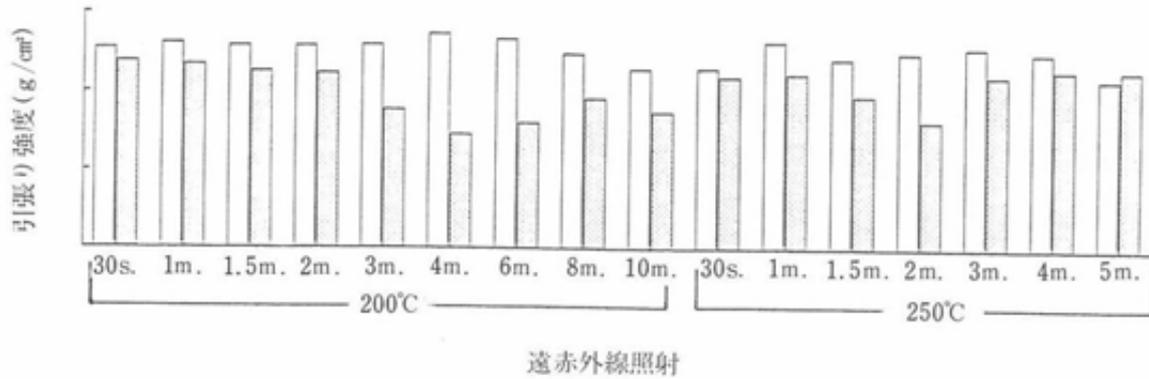
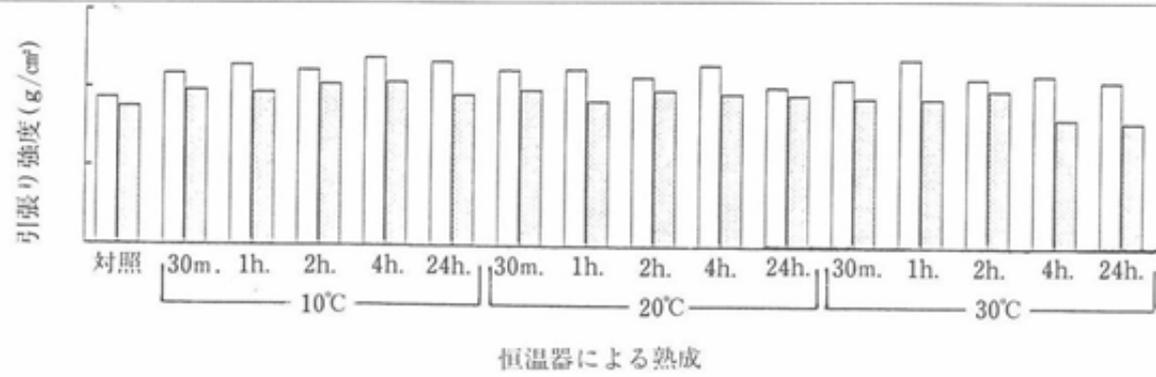
以上のように、引張り強度は恒温器静置熟成の場合、10℃、20℃では4時間、30℃では1時間で熟成の効果が認められた。この結果は、前述の麺帯の熟成効果と一致しており、麺帯熟成の効果が茹で麺においても保持されているものと考えられる。

一方、遠赤外線照射の場合、短時間処理において茹

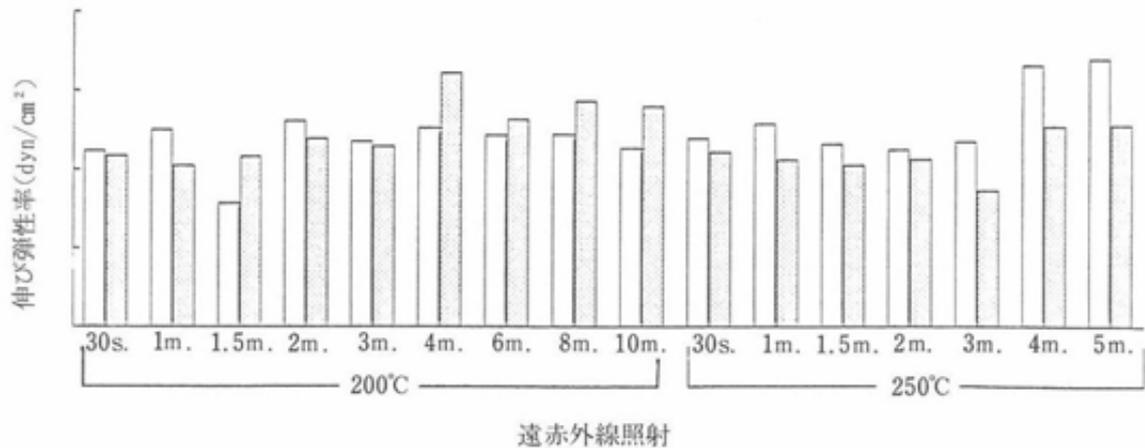
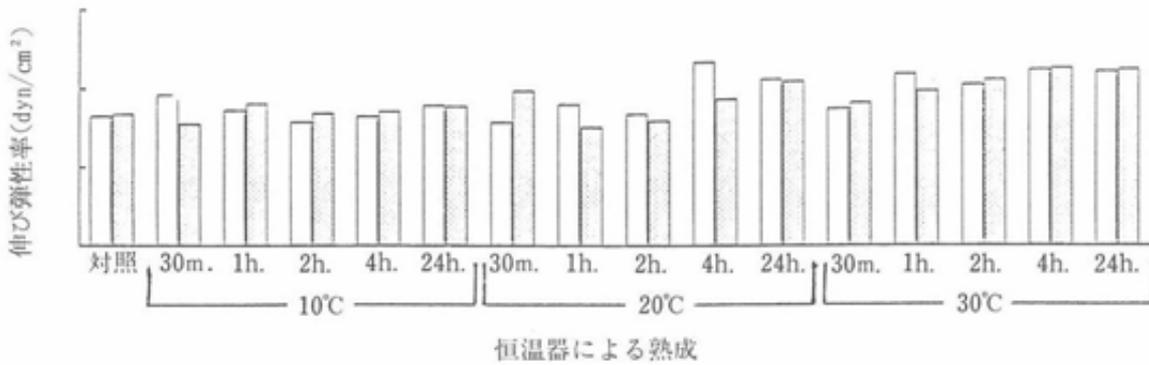
で麺の引張り強度を大きくする効果が認められた。しかし、長時間処理になると多加水のものほど引張り強度が減少する傾向が認められた。この現象は30℃の恒温器静置熟成においてもみられ、多加水のは時間が長くなると引張り強度が減少した。

生地熟成効果については三木ら²⁾も検討しており、茹で麺のせん断強度は生地のねかし時間によって変化するが、20℃より30℃の方が加水率の影響が著しいことを明らかにしている。従って、遠赤外線照射の場合は、加水量と照射時間によって茹で麺の物性は大きく変化するため、目的とする品質に適切な条件を設定することが必要となる。

また、第14図の伸び弾性率の結果から、遠赤外線照射の場合は対照よりも大きい値となっている。生麺の乾燥によっても麺質が変化し、乾燥時間が長くなるにもなって茹で麺の抗張力が増大して硬さが増し、この性質の変化は素麺の場合は都合が良いが、うどんの場合には欠点となると指摘されている¹⁷⁾。従って、遠赤外線照射のものは、麺質がやや硬めになっているものと考えられ、遠赤外線照射処理は、うどんよりは



第13図 熟成条件と茹で麵の引張り強度との関係
記号は第12図と同じ



第14図 熟成条件と茹で麵の伸び弾性率との関係
記号は第12図と同じ

細物の製品に適しているものと推察される。

なお、麺に対する遠赤外線照射については既報¹⁾で述べたように、田中ら²⁾、横内ら³⁾の報告があり、横内らは加熱による澱粉粒子の膨潤とグルテンの乾燥、固化による効果と説明しているが、著者らの麺帯状態での処理(200℃, 1~2分)では、熱による澱粉の膨潤、糊化は認められなかった。遠赤外線照射による麺質改良の効果については、今後さらに検討を行う必要がある。

要 約

製麺工程で恒温器静置熟成と遠赤外線照射熟成を行い、麺帯熟成が乾麺および茹で麺の物性におよぼす影響について検討した。

1. 恒温器静置熟成の場合

1) 麺帯の物性では、抗張力は、熟成1時間後までは急激に低下し、その後時間の経過とともにゆるやかに低下した。伸張度は、熟成温度が高くなるほど大きくなるが、35%加水で1時間後に、41%加水では、2時間後にそれぞれ最大値を示した。

2) 茹で麺の物性は、熟成温度による影響はみられなかった。引張り強度は、35%加水で1時間後、41%加水で2時間後に最大値となり、熟成は約1時間で効果があるものと推察された。

3) 麺帯表面の色調は、35%、41%加水ともに品温が恒温器の設定温度に到達するのに約1時間を要し、その間に色調の大きな変化があったが、それ以後はゆるやかに変化した。

2. 遠赤外線照射の場合

1) 麺帯の物性は、200℃の時、照射5~6分、250℃の時、4分で抗張力が最小値となったが、伸張度は逆に最大値を示した。

2) 茹で麺の物性は、35%加水で200℃・4分、250℃・3分の時、引張り強度が最大となったが、41%の時、200℃・4分、250℃・2分で最小値となった。伸び弾性率は、35%、41%加水ともに高い値となった。

3) 麺帯表面の色調は、200℃の場合、照射時間が長くなるに従ってY, X, Z, L値はそれぞれ低下したが、250℃の場合、照射時間が5分と短く、品温の上昇も速かったため、色調の低下は少なかった。乾麺の

光沢度は、35%、41%加水ともに全体に高い値となり、特に35%加水のものが高い値となった。

以上の結果より、遠赤外線照射処理は、恒温器静置熟成に比べて短時間で熟成効果が得られ、特に加水率の低い時に効果が大きいものと考えられた。

文 献

- 1) 杉本勝之・高木正敏・布施恒明・渡辺忠弘・山口直彦：愛知食品工試年報，21，34-42 (1980)
- 2) 三木英三・福井義明・山野善正：日食工誌，29，168-174 (1982)
- 3) 佐藤 信編：食品の熟成，333-347(株光琳 (1984発行)
- 4) 木村嘉孝：食品と開発，22(8)，22-29 (1987)
- 5) 笹森宣文：ジャパンフードサイエンス，27，(8) 23-29 (1988)
- 6) 村松信之・大日方洋・大池昶威：長野食試研報，16，71-76 (1989)
- 7) 村松信之・唐沢秀行・大日方洋・大池昶威・浜基裕：長野食試研報，16，77-83 (1989)
- 8) 正村彰敏・佐渡秀樹・本多太次郎・清水 賢・鍋谷浩志・中嶋光敏・渡辺敦夫：日食工誌，35，309-314 (1988)
- 9) 高嶋廣夫：食品工業，31(22)，20-25 (1988)
- 10) 大野一仁・二宮順一郎・岡 弘康：愛媛工技研報，26，51-58 (1988)
- 11) 足立鉄男：食品と開発，20(8)，32-34 (1985)
- 12) 田中孝志：食品工業，29(10)，35-40 (1986)
- 13) 横内洋文・松井重和・上田牧子・崎間 武・真部正敏：日食工誌，38，897-903(1991)
- 14) 児島雅博・戸谷精一・村瀬 誠・志賀一三・杉本勝之：愛知食品工技年報，33，77-92 (1992)
- 15) 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)
- 16) 柴田茂久・今井 徹・稲荷佐登美：日食工誌，25，57-65 (1978)
- 17) 全国乾麺協同組合連合会：昭和63年度 活路開拓調査指導事業報告書，乾麺製造における熟成及び再生麺処理の技術戦略化ビジョン；平成元年3月