冷麺の官能検査値とテンシプレッサーによる分析値との関係[†]

遠山 良*・種谷真一**

Relationship between Sensory Evaluation and Tensipresser
Analysis of Reimen (Korean Noodle)

Ryo TOYAMA* and Shin'ichi TANEYA**

* Iwate Industrial Research Institute, 3-35-2, Iiokashinden, Morioka-shi, Iwate 020-0852

** Dalton, Corp., 407-3, Yawata, Hujieda-shi, Shizuoka 426-0009

Relationships between the items of sensory evaluation and the items of texture analyzing by tensipresser in reimen (Korean noodle) were investigated. As the results, we found the quadratic function relationships between some items. Two principal component factors were identified by factor analysis with the items of tensipresser analysis. The 1st factor was regarded as the factor of quality, because the factor has high correlation coefficients with the items of ratio of deformation stress (100% deformation stress/50% deformation stress), pliability, breaking stress, 100% deformation stress and breaking strain. The 2nd factor was regarded as the factor of intensity, because the factor has high correlation coefficients with the items of 50% deformation stress, thickness, 100% deformation energy and breaking energy. Using these factors, the noodle thickness, amount of starch combined, screw revolution rate of extrusion were able to distinguish. Applying multiple quadratic equation of $y = b + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_1^2 + a_4x_1x_2 + a_5x_2^2$, the 2 items of tensipresser analysis having high correlation coefficients to the each factors, or the 2 factors themselves as independent variables (x_1, x_2), and the attribute of sensory evaluation as dependent variables (y), gave higher multiple correlation coefficients than the single correlation coefficients. Demonstration of 3 dimensional curve surfaces that were brought from multiple quadratic equations, led to the consequence that the relationships between quality factor and intensity factor to the sensory evaluation attribute were just inverse relationships in relation to the thickness of noodle. Namely, in case the thin noodle extruded through the die whose hole diameter is 1.1 mm had an optimum with the quality factor, and was preferred an harder and moderately springy texture, but the thick noodle extruded through the die whose hole diameter is 1.5 mm had an optimum in the intensity factor, and was liked a more springy and moderately hard texture.

(Received Apr. 16, 1998 ; Accepted Nov. 10, 1998)

冷麺は小麦粉とでんぷんを主原料として製造されており、でんぷんの種類や配合量によりその物性は大きく影響される¹⁾²⁾。冷麺の物性には他に麺製造後の加熱処理やエクストルダの回転数、かんすいなどのアルカリ剤の種類や添加量も影響をおよぼす³⁾。一方、冷麺のテクスチャーを評価する場合、官能検査による方法は重要であるが、その評価に客観性や定量性を持たせるには機器に

よる評価が重要である。麺類の物性試験機による研究は引張試験^{4)~8)}、圧縮試験^{9)~11)}などをはじめ、様々な方法¹²⁾¹⁴⁾で行われてきているが、それらの多くは製造工程と麺の物性との関連で実施されたものが多く、官能検査と物性測定値との関係を詳しく調べた例はあまりみられない。冷麺は他の麺類と比べて麺のテクスチャーがとくに重要な麺であり¹⁾、テクスチャーを客観的に評価する

[†] 冷麺の製造とその品質に関する研究 (第3報)

* 岩手県工業技術センター (〒020-0852 岩手県盛岡区飯岡新田 3-35-2)

** (株)ダルトン (〒426-0009 静岡県藤枝市八幡 407-3)

ことにより麺の品質を評価することができると考えられる。本研究では冷麺のテクスチャーにおよぼす原料配合、製造条件の影響を調べるとともに、麺の官能検査値とテンシプレスラーを使用して測定した様々な物性測定値とがどのような関係にあるかを明らかにすることを目的とした。

実験方法

1. 原料

小麦粉は(株)府金製粉製中力小麦粉(「オリンピック1号」(タンパク質含量8.5%, 灰分含量0.32%))を使用した。でんぷんは、バレイショでんぷん(「南十勝」, 南

十勝農工連澱粉工場製)を使用した。

2. 冷麺の調製

原料配合はバレイショでんぷんと小麦粉を4:6で配合し、原料粉とした。この粉10kgに対してアルカリ剤50gまたは100g, 食塩200g, アルコール製剤(「E and F 70 M」(エタノール67.3%, グリセリン0.1%, クエン酸0.07%, 酢酸Na 0.03%, 水その他32.5%)), グリコ栄養食品(株) 500ml, 水5kgを添加し、縦型ミキサー(押切製作所, Junior 60)で低速3分間混合して生地を形成した。その後、冷麺用エクストルーダにより製麺した。押し出された麺はベルトコンベア上で表面乾燥した後、裁断、プラスチックフィルム包装後蒸気殺菌して製

Table 1 Correlation matrix of sensory evaluation and analyzed value of reimen (Korean noodle) by tensipresser

	Item	Firmness	Resiliency	Smoothness	Over-all evaluation	Strength of firmness	Strength of resiliency	
Sensory evaluation	Firmness	1.000						
	Resiliency	0.814***	1.000					
	Smoothness	0.654***	0.781***	1.00				
	Over-all evaluation	0.748***	0.886***	0.758***	1.000			
	Strength of firmness	−0.221	0.035	−0.053	−0.039	1.000		
	Strength of resiliency	0.554***	0.818***	0.648***	0.710***	0.343*	1.000	
Measured values by tensipresser	50% deformation stress	0.188	0.213	0.222	0.103	0.327*	0.181	
	100% deformation stress	0.328*	0.401**	0.414**	0.329*	0.183	0.459**	
	Thickness	0.272	0.295*	0.384**	0.202	0.331*	0.212	
	Ratio of deformation stress	0.213	0.284*	0.303*	0.261	0.028	0.374**	
	100% deformation energy	0.286*	0.388**	0.430**	0.282	0.398**	0.386**	
	Pliability	0.238	0.252	0.283	0.229	−0.077	0.325*	
	Breaking strain (1 h)	0.377**	0.434**	0.497**	0.375**	0.049	0.442**	
	Item	50% deformation stress	100% deformation stress	Thickness	Ratio of deformation stress	100% deformation energy	Pliability	Breaking strain (1 h)
Measured values by tensipresser	50% deformation stress	1.000						
	100% deformation stress	0.237	1.000					
	Thickness	0.822***	0.295*	1.000				
	Ratio of deformation stress	−0.297*	0.845***	−0.132	1.000			
	100% deformation energy	0.808***	0.704***	0.829***	0.257	1.000		
	Pliability	−0.397**	0.775***	−0.213	0.977***	0.147	1.000	
	Breaking strain (1 h)	0.031	0.861***	0.067	0.837***	0.475***	0.827***	1.000

***, Significant level 0.1%; **, Significant level 1%; *, Significant level 5%.

Ratio of deformation stress is b/a (a, ratio of 50% deformation stress; b, ratio of 10% deformation stress). Items of annotated with "1 h" were analyzed data at 1 h after cooking, and items of no annotated were analyzed data at immediately after cooking.

品とした¹⁵⁾。殺菌条件は85℃ 50分とした。

3. 試験区

ダイの穴の直径2種類(1.1 mm, 1.5 mm), スクリュー回転数2段階(300 rpm, 900 rpm), アルカリ剤の種類3種類(かん粉(「飛龍」(オリエンタル酵母工業(株)), 炭酸Naと炭酸Kを2:8の割合で混合したもの)を水に溶解して添加)と重曹(旭硝子(株)), 粉末を原料粉に混合して使用とあらかじめ水に溶解して添加した場合の2通り), アルカリ剤の添加量2段階(0.5%, 1%), でんぶんの配合量2段階(40%, 60%)の5項目について設定し計 $2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 = 48$ 通りの試料を試作した。

また、この試験区の他に試食用対照試料を製造した。原料粉10 kgに、かん粉36 g, 食塩200 g, アルコール製剤500 ml, 水5 kgの配合である。試験区試料同様ミキシングした原料粉は直径1.1 mm穴のダイにより押し出された。

4. 麺の茹で方法

麺100 gを2 lのコニカルビーカー中で細麺(穴の直径1.1 mmのダイを使用して製麺した試料。以下細麺という。)は2分間、太麺(穴の直径1.5 mmのダイを使用して製麺した試料。以下太麺という。)は3分間茹でた後、流水中で1分間冷却した。つぎに、23℃に保持した恒温水槽に麺を入れ、3分間放置した後取り出し、テンシプレッサーにより測定した(茹直後)。また、そのまま水中に1時間放置した試料を取り出し測定に供した(茹1時間後)。

5. 麺のテクスチャー測定

テンシプレッサー(TTP 50 BX型, (有)タケトモ電機)を使用し、1バイト法により実施した。プランジャーは幅1 mm長さ2 cmであり、移動速度は2 mm/sで試料台に水平に固定した麺線を垂直方向に圧縮した。クリアランスは0.01 mmとした。測定は、1試料について10回繰り返した。プライアビリティの計算¹⁶⁾は、スタート時点(A)と破断点(B)と破断点からベースラインに下ろした垂線との交点(C)により囲まれた3角形(A, B, C)の面積を破断エネルギーにより割算して求めた。破断点が出現しない試料では最大圧縮点を破断点とした。また、最大圧縮点すなわちクリアランス0.01 mmまで圧縮したデータを100%変形点として表示した。データ解析はTensipresser Analyzer Program II, 1bite・2bite・Maltibiteの中1biteと1bite%(Fixed PT)を使用して行った。

6. 官能検査

パネルは冷麺の試食経験が豊かな岩手県工業技術セン

ター職員4~7名で実施した。試食方法は、麺150 gを太さに応じて所定の時間(細麺は2分, 太麺は3分)茹上げ、水洗いして十分に麺を冷却したのち、スチロール製カップに入れ、冷麺用スープ(5倍濃縮タイプ, 和弘食品(株))150 mlをかけて食味試験を実施した。麺は茹で上げ後物性が急速に変化するため、30分以内に官能検査を終了した。1回の試食試験は対照を含めて5試料とし、対照に対する相対評価で行った。

官能検査は前報¹⁾と同様に、うどんの官能検査に用いられている方法¹⁷⁾(農林水産省食品総合研究所開発)を基本とする7段階評点法により実施した。官能検査の項目は色、外観、硬さ、弾力性、なめらかさ、におい・味、総合評価の7つの好みに関する項目に、硬さと弾力性の強弱の評価を加えた計9項目である。評価結果についてかなり良いものを3, かなり悪いものを-3とし、普通を0として数値変換し、その平均値により解析を行った。

7. 統計解析

テンシプレッサーによる分析結果の因子分析や2次方程式に当てはめた場合の回帰分析を行った。統計解析用ソフトは「STATISTICA」(StatSoft, Inc.)を使用した。

実験結果

1. 相関行列

Table 1に冷麺の官能検査項目とテンシプレッサーによる機器測定分析項目(以下分析項目という)の相関行列の一部を示した。官能検査の項目内の相関はかなり高く、総合評価との関係では硬さ、弾力性、なめらかさが高い正の相関を示した。また、硬さ、弾力性、なめらかさの項目間でも高い正の相関がみられた。一方、分析項目内での相関は極めて高い項目があり、お互いに相関の高い項目が2つに分かれる傾向が見受けられた。これらに対して、官能検査項目と分析項目間では、最大でもなめらかさと破断ひずみ間の0.497であり、総合評価に限ってみると最も相関の高い項目は、破断ひずみの0.375であり、全体としてあまり大きな相関は認められなかった。しかし、相関行列のデータの分布を調べたところ、官能検査項目内や分析項目内は直線関係であるのに対し、官能検査項目と分析項目間は直線関係ではないと考えられる項目が多く見受けられた。

2. 2次回帰式への当てはめ

麺のテクスチャーに関する官能検査項目を従属変数(y)としこれに対する分析項目を独立変数(x)とする2次回帰式の当てはめを行い、細麺、太麺、全体の3つに分けて解析した結果をTable 2に示した。

Table 2 Correlation coefficients between sensory evaluation scores (y, dependent variable) and values measured (x, independent variable) by tensipresser using the linear equation ($y=b+ax$) and the quadratic equation ($y=b+a_1x+a_2x^2$) in reimen (Korean noodle)

Sample	Sample number	Dependent variable (y)	Independent variable (x)	Correlation coefficient (linear regression)	Correlation coefficient (quadratic regression)
Thin noodle	24	Over-all evaluation	50% deformation stress (a)	0.231	0.234
		ibid.	100% deformation energy	0.196	0.369
		ibid.	100% deformation stress (b)	0.160	0.480
		ibid.	Pliability	0.092	0.376
		ibid.	Ratio of deformation stress (b/a)	0.067	0.591
		Resiliency	50% deformation stress (a)	0.241	0.266
		ibid.	100% deformation energy	0.299	0.535
		ibid.	100% deformation stress (b)	0.334	0.651
		ibid.	Pliability	0.300	0.467
		ibid.	Ratio of deformation stress (b/a)	0.259	0.683
		Firmness	50% deformation stress (a)	0.165	0.217
		ibid.	100% deformation energy	0.201	0.432
		ibid.	100% deformation stress (b)	0.296	0.464
		ibid.	Pliability	0.317	0.405
		ibid.	Ratio of deformation stress (b/a)	0.216	0.532
Thick noodle	24	Over-all evaluation	50% deformation stress (a)	0.271	0.381
		ibid.	100% deformation energy	0.172	0.638
		ibid.	100% deformation stress (b)	0.444	0.455
		ibid.	Pliability	0.512	0.519
		ibid.	Ratio of deformation stress (b/a)	0.569	0.569
		Resiliency	50% deformation stress (a)	-0.137	0.293
		ibid.	100% deformation energy	0.226	0.636
		ibid.	100% deformation stress (b)	0.416	0.451
		ibid.	Pliability	0.414	0.414
		ibid.	Ratio of deformation stress (b/a)	0.477	0.488
		Firmness	50% deformation stress (a)	-0.312	0.414
		ibid.	100% deformation energy	-0.058	0.791
		ibid.	100% deformation stress (b)	0.305	0.347
		ibid.	Pliability	0.446	0.446
		ibid.	Ratio of deformation stress (b/a)	0.442	0.452
Combined data	48	Over-all evaluation	50% deformation stress (a)	0.103	0.336
		ibid.	100% deformation energy	0.282	0.446
		ibid.	100% deformation stress (b)	0.329	0.400
		ibid.	Pliability	0.229	0.276
		ibid.	Ratio of deformation stress (b/a)	0.257	0.366
		Resiliency	50% deformation stress (a)	0.213	0.335
		ibid.	100% deformation energy	0.389	0.540
		ibid.	100% deformation stress (b)	0.401	0.501
		ibid.	Pliability	0.252	0.310
		ibid.	Ratio of deformation stress (b/a)	0.281	0.412
		Firmness	50% deformation stress (a)	0.188	0.391
		ibid.	100% deformation energy	0.286	0.553
		ibid.	100% deformation stress (b)	0.328	0.399
		ibid.	Pliability	0.238	0.286
		ibid.	Ratio of deformation stress (b/a)	0.201	0.328

Thin and thick noodles were manufactured by extruder with 1.1 mm and 1.5 mm in die holes diameters, respectively. Combined data is merged data of thin and thick noodles.

このように、2次回帰式に当てはめることにより、相関係数は全体として向上した。しかし、項目別に詳しくみると、2次回帰式への当てはめにより相関係数が著しく向上する項目とそうでない項目が見受けられた。細麺の場合、官能検査項目と50%圧縮応力との関係はほとんど向上しないのに対し他の項目はかなり向上した。とくに官能検査項目と応力の比率(100%圧縮応力/50%圧縮応力、以下応力の比率という)は著しく向上した。その中で弾力性との関係が2次回帰式の当てはめで最も良い結果が得られ、直線回帰で0.259であったものが、0.683まで向上した。弾力性と応力の比率との関係をFig. 1に示した。

太麺の場合、官能検査項目と圧縮応力(100%圧縮応力、以下圧縮応力という)プライアビリティ、応力の比率との相関係数は2次回帰式の当てはめによりほとんど変化しないが、官能検査項目と圧縮エネルギー(100%圧縮エネルギー、以下圧縮エネルギーという)や50%圧縮応力との相関係数は向上し、とくに圧縮エネルギーの相関係数の増加は著しかった。その中でも硬さとの関係で最も良い結果が得られ、直線回帰では-0.058であったものが2次回帰式の当てはめにより0.791まで向上した。硬さと圧縮エネルギーとの関係をFig. 2に示した。

Fig. 1 Relationship between resiliency (y, dependent variable) and ratio of deformation stress (100% deformation stress/50% deformation stress; x, independent variable) when reimens (Korean noodle) were manufactured by extruding with the die of 1.1 mm diameter

Fig. 2 Relationship between firmness (y, dependent variable) and 100% deformation energy (x, independent variable) when reimens (Korean noodle) were manufactured by extruding the die of 1.5 mm hole in diameter

統合データ(細麺データと太麺データを統合したデータ、以後統合データという)を解析した場合、2次回帰式への当てはめにより全体的に相関係数が高くなる傾向があり、細麺単独あるいは太麺単独で解析した場合のような項目による相関係数の増加傾向が異なるという傾向はあまり認められなくなった。

このように官能検査項目と分析項目との関係は分析項目により2次回帰式の当てはめが有効である場合とそうでない場合があり、その傾向は麺の太さにより異なる傾向があることが分かった。

3. 分析項目の因子分析

分析項目を整理し、それらの分析値の表現している因子を見いだす目的で、分析項目の因子分析を行った。一般に因子抽出の基準として用いられる固有値1以上¹⁸⁾では2因子抽出されたので、引き続き基準化バリマックス法により因子軸の回転を行った。その結果をTable 3に示した。表に示したように、分析項目は2因子にきれいに分離していた。第1因子と相関の高い項目は応力の比率、プライアビリティ、破断応力、圧縮応力、破断ひずみであった。これらの項目の多くは圧縮応力プロファイルの形状に関するものであり、麺の質的側面を表現していると考えられた。第2因子と相関の高い項目は50%圧縮応力、麺の太さ、圧縮エネルギー、破断エネルギー

Table 3 Factor analysis for values measured by tensipresser in reimen (Korean noodle)

Item	First factor	Second factor	Communality
Ratio of deformation stress (b/a)	0.975	-0.112	0.964
Pliability (1 h)	0.947	0.080	0.904
Pliability	0.946	-0.220	0.944
Breaking strain (1 h)	0.912	0.142	0.853
100% deformation stress (b)	0.907	0.387	0.973
Breaking strain (1 h)	0.797	0.538	0.926
50% deformation stress (1 h)	0.013	0.965	0.931
Thickness	-0.060	0.938	0.884
50% deformation stress (a)	-0.157	0.931	0.893
100% deformation energy	0.371	0.918	0.981
Thickness (1 h)	0.144	0.879	0.793
Breaking strain (1 h)	0.572	0.797	0.962
Factor contribution	5.553	5.460	11.014
Factor contribution rate (%)	46.279	45.504	91.783
Meaning of factor	Quality	Intensity	

Items of annotated with "1 h" were the analyzed data at 1 h after cooking, and items of no annotated were the analyzed data at immediately after cooking.

であった。これらの項目は麺を咀嚼したときの強度を表現していると考えられた。すなわち、麺のテクスチャーは大まかにいえば、質的因子と強度的因子の2つで表現できると考えられた。そこで、抽出されたこれらの因子軸により試験に使用した試料の散布図をFig. 3に示した。図に示したように、ダイの穴の直径による違いは第2因子により明確に識別された。また、スクリュ回転数が高い試料やでんぷん配合量が多い試料は第1因子の値が大きく、テクスチャープロファイルの形状のひずみが多いことを示しており、麺がしなやかで弾力性があることを示していると考えられた。これらの項目に比べ、アルカリ剤の種類はこれらの因子軸によっては明確には分離せず、また、アルカリ剤の添加量も同様であった(Fig. 3)。以上のように抽出した因子軸により、冷麺の製造条件や原料配合をある程度識別することができた。

4. 2次重回帰モデル

以上の検討を踏まえ、質的因子と強度的因子により官能検査値をどの程度説明できるか調べるために2次重回帰モデルへの当てはめによる検討を行った。すなわち、従属変数は官能検査値の物性に関する評価項目(y)とした。独立変数は、分析項目の因子分析により抽出した因子そのものを使用した他(第1因子(x_1), 第2因子(x_2)), これらの因子と相関が高く、かつ官能検査の物性評価項目との相関が高いことから、第1因子の質的因子

を代表する項目として応力の比率(x_1)を、第2因子の強度的因子の代表として圧縮エネルギー(x_2)を用いた。これらの変数を使用して、モデル式 $y=b+a_1x_1+a_2x_2+a_3x_1^2+a_4x_1x_2+a_5x_2^2$ に当てはめた場合の重相関係数をTable 4に示した。2次重回帰モデル式への当てはめにより、単相関でみた場合よりも全体的に相関係数は向上した。その内容について詳しくみると、統合データを用いた場合、従属変数を総合評価の場合についてみると、分析項目を独立変数とした場合には重相関係数が0.538、分析項目から抽出した因子を独立変数とした場合0.471であり、あまり高い相関は得られなかった。しかし、細麺だけの場合、同様に相関係数を比較すると、それぞれ0.679と0.632であり、太麺だけの場合は、同様にそれぞれ0.712と0.700であった。このように、麺の太さを分けることにより、重相関係数は高くなった。従属変数を硬さや弾力性とした場合、総合評価を従属変数とした場合よりも重相関係数が高くなる傾向がみられ、細麺の場合には弾力性と分析項目間では0.794であり、細麺の場合、硬さと分析項目間で0.835であった。以上のように、2次重回帰モデルへの当てはめにより、官能検査値と分析値との相関がかなり高くなることが分かった。

つぎに、総合評価を従属変数、分析項目を独立変数として2次回帰式に当てはめた場合の3次元曲面とデータの散布図をFig. 4~6に示した。Fig. 4は統合データを

Fig. 3 Scattergram for reimen (Korean noodle) tested under various material combinations and various manufacturing conditions, using two principal component factors identified by factor analysis from the data analyzed by tensipresser

使用した場合であり、48 点のデータを全て用いて解析した。Fig. 5～6 はそれぞれ細麺のみと太麺のみの場合であり、24 点のデータで解析した。

統合データを使用した場合、重回帰式はつぎのようになった。

$$y = -5.465448 + 0.2166343 x_1 + 2.28936 x_2 - 0.0046467 x_1^2 + 0.0267916 x_1 x_2 - 0.5331408 x_2^2 \quad (1)$$

この重回帰式は、応力の比率が 32、圧縮エネルギーが 3×10^{-3} J を最大値とする曲面を表していた (Fig. 4)。これに対して、細麺を使用した場合、重回帰式はつぎのようになった。

$$y = -8.483228 + 0.459463 x_1 + 2.6352196 x_2 - 0.0066409 x_1^2 - 0.050661 x_1 x_2 - 0.1342678 x_2^2 \quad (2)$$

この重回帰式は、応力の比率に対しては 28 を最大値

とする 2 次関数的関係があるが、圧縮応力に対しては応力が高くなるほど総合評価が高くなるという直線関係を持つ曲面を表していた (Fig. 5)。太麺の場合には、重回帰式はつぎのようになった。

$$y = -6.142277 - 0.003965 x_1 + 4.4318476 x_2 - 0.0004452 x_1^2 + 0.0272569 x_1 x_2 - 0.8559733 x_2^2 \quad (3)$$

この重回帰式は、応力の比率に対しては、値が大きくなるほど総合評価が高くなるという直線関係であるが、圧縮応力に対しては 3×10^{-3} J を最大値とする 2 次関数的関係があった (Fig. 6)。これらのことから、冷麺は細麺と太麺で官能評価におよぼす分析項目の影響が異なることを示している。すなわち、細麺ではある程度の弾力が必要であるが、最適な値があり、麺は硬いほど評価が高い。つまり麺が細い場合にはある程度の歯切れの良さが重要になってくると関係していると考えられる。

Table 4 Multiple correlation coefficients between sensory evaluation scores as dependent variable (y) and the values measured (x_1 , 100% deformation energy; x_2 , ratio of deformation stress) by tensipresser or the sample score (x_1 , 1st factor; x_2 , 2nd factor) that were identified by factor analysis for values measured by tensipresser as independent variables (x_1 , x_2), using the multiple quadratic equation ($y=b+a_1x_1+a_2x_2+a_3x_1^2+a_4x_1x_2+a_5x_2^2$) in reimen (Korean noodle)

Sample	Sample number (n)	Dependent variable (y)	Independent variable (x_1) (x_2)		Multiple correlation coefficient (r)
Thin noodle	24	Over-all evaluation	Ratio of deformation stress	100% deformation energy	0.679
		Resiliency	Ratio of deformation stress	100% deformation energy	0.794
		Firmness	Ratio of deformation stress	100% deformation energy	0.637
Thick noodle	24	Over-all evaluation	Ratio of deformation stress	100% deformation energy	0.712
		Resiliency	Ratio of deformation stress	100% deformation energy	0.670
		Firmness	Ratio of deformation stress	100% deformation energy	0.835
Combined data	48	Over-all evaluation	Ratio of deformation stress	100% deformation energy	0.538
		Resiliency	Ratio of deformation stress	100% deformation energy	0.618
		Firmness	Ratio of deformation stress	100% deformation energy	0.626
Thin noodle	24	Over-all evaluation	1st factor	2nd factor	0.632
		Resiliency	1st factor	2nd factor	0.748
		Firmness	1st factor	2nd factor	0.543
Thick noodle	24	Over-all evaluation	1st factor	2nd factor	0.700
		Resiliency	1st factor	2nd factor	0.675
		Firmness	1st factor	2nd factor	0.853
Combined data	48	Over-all evaluation	1st factor	2nd factor	0.471
		Resiliency	1st factor	2nd factor	0.585
		Firmness	1st factor	2nd factor	0.557

Thin and thick noodles were manufactured by extruder with 1.1 mm and 1.5 mm in die holes diameters, respectively. Combined data is merged data of thin and thick noodles. Ratio of deformation stress is b/a (a , ratio of 50% deformation stress; b , 100% deformation stress). 1st factor and 2nd factor were identified by factor analysis from the data of tensipresser analysis of reimen (Korean noodle).

これに対して、太麺の場合にはこれと逆に、麺の硬さや歯ごたえは最適値を持ち、適度な硬さが望まれる。一方弾力性は大きいほど好ましいということを示している。柴田らは乾麺の貯蔵に関する研究で、麺は貯蔵中に麺の種類に関係なく硬く、もろく、粘りの無くなる方向に変化するが、この物性の変化はそうめん、ひやむぎの細物ではプラスに、ひら麺、うどんの太物ではマイナスに評価されたことを報告している⁵⁾。とくにそうめんの場合

には厄現象が知られており¹⁹⁾、長期間保存したものが高級品として珍重されている。冷麺の場合にもこのような太さによる評価の違いがあり、細麺は硬さがあり、歯切れの良いものが評価され、太麺は弾力性のあるしなやかな麺質のものが好まれるということが確認された。

本研究で得られたこのような結果は、4~7人の少人数による分析型パネルによるものであり、好みのばらつきの大い一般パネルにより官能検査を実施した場合には

Fig. 4 The 3 dimensional diagram of response surface between over-all evaluation (y), ratio of deformation stress (x_1) and 100% deformation energy (x_2) for merged data of reimen (Korean noodle) manufactured by extruding with the die of 1.1 mm and 1.5 mm hole in diameter

Regression formula was computed as follows.

$$y = -5.465448 + 0.2166343 x_1 + 2.28936 x_2 - 0.0046467 x_1^2 + 0.0267916 x_1 x_2 - 0.5331408 x_2^2$$

異なった結論となる可能性もある。しかし、本研究の結果でみられたように、麺の硬さや弾力性には最適値があり、それが麺の太さにより異なる傾向があるという結論は、先に述べた他の麺類の結果からもうなずける結果である。また、食品の物性と官能検査値との関係が直線関係ではなく2次曲線の関係があるというのも当然あり得ることであり、興味深い結果である。本研究の結果は、機器により食品の物性を評価する場合には対象とする食品により重要となる物性の特性値が異なり、しかもそれらの値と官能評価との関係は必ずしも直線関係にはないということを考慮した解析が重要であることを示唆するものと考えられる。

要 約

冷麺の官能検査項目とテンシブレッサーによる分析項目との関係について調べ以下の結果を得た。

(1) 冷麺の官能検査項目と分析項目との相関行列をみ

Fig. 5 The 3 dimensional diagram of response surface between over-all evaluation (y), ratio of deformation stress (x_1) and 100% deformation energy (x_2) for merged data of reimen (Korean noodle) manufactured by extruding with the die of 1.1 mm hole in diameter

Regression formula was computed as follows.

$$y = -8.483228 + 0.459463 x_1 + 2.6352196 x_2 - 0.0066409 x_1^2 - 0.050661 x_1 x_2 - 0.1342678 x_2^2$$

た結果、官能検査項目内及び分析項目内での相関はかなり高い項目があったが、官能検査項目と分析項目間ではあまり高い相関はみられなかった。

(2) 官能検査項目を従属変数 (y) とし分析項目を独立変数 (x) とする、2次曲線の当てはめを行った結果、相関係数が大幅に向上する項目が認められた。

(3) 分析項目の因子分析を行った結果、分析項目は質的因子と強度因子の2つの因子が抽出された。質的因子とは分析項目の内応力の比率 (100% 圧縮応力/50% 圧縮応力)、プライアビリティ、破断応力、圧縮応力 (100% 圧縮応力)、破断ひずみの相関が高く、強度因子とは50% 圧縮応力、麺の太さ、圧縮エネルギー、破断エネルギーの相関が高かった。

(4) 抽出した因子を軸とする散布図により、試験に使用した麺の太さ、でんぷんの配合量、押し出しスクリュ回転数が識別可能であった。

(5) 抽出した2つの因子と相関の高い分析項目、あるいは抽出した因子そのものを独立変数 (x_1 , x_2) とし、官

Fig. 6 The 3 dimensional diagram of response surface between over-all evaluation (y), ratio of deformation stress (x_1) and 100% deformation energy (x_2) for merged data of reimen (Korean noodle) manufactured by extruding with the die of 1.5 mm hole in diameter

Regression formula was computed as follows.

$$y = -6.142277 - 0.003965 x_1 + 4.4318476 x_2 - 0.0004452 x_1^2 + 0.0272569 x_1 x_2 - 0.8559733 x_2^2$$

能検査項目を従属変数 (y) とする 2 次重回帰モデル式への当てはめを行った結果, 単相間の場合よりも重相関係数は更に向上した。

(6) 2 次重回帰モデル式への当てはめにより導かれた回帰式による 3 次元曲面を検討した結果, 細麺と太麺 (それぞれ 1.1 mm と 1.5 mm の穴の径を持つダイを使用して製麺) とでは質的因子と強度因子との関係に差がみられ, 細麺は質的因子に最適値を持ち, 硬く且つ, ほど良く弾力性のある麺が好まれるが, 太麺はこれと逆に強度因子に最適値を持ち, ほど良い硬さがあり且つ, 弾力性の強い麺が好まれることが明らかとなった。

本研究を実施するに当たり, 冷麺の試作に協力していただいた, 岩手県工業技術センターの食品開発部, 武山進一, 関村照吉, 荒川善行諸氏と岩手大学農学部農業生

産環境工学科の工藤達之, 渡辺伸也諸氏に深謝いたします。

文 献

- 1) 遠山 良・三浦 靖・種谷真一: 日本調理科学会誌, **30**, 213 (1997).
- 2) 遠山 良・府金利幸・棚山 貢・関村照吉・関澤憲夫: 岩手県醸造食品試験場報告, **25**, 55 (1991).
- 3) 遠山 良・阿部美子・石川明日香・伊藤 崇・八重樫達彦・関村照吉・武山進一・荒川善行・種谷真一・産業間連携技術開発委員会: 岩手県工業技術センター研究報告, **3**, 123 (1996).
- 4) 高木正敏・杉本勝之・渡辺忠広・布施恒明・佐藤春雄・山口直彦: 愛知県食品工業技術センター報告, **19**, 62 (1978).
- 5) 柴田茂久・今井 徹・稲荷左登美: 日食工誌, **25**, 57 (1978).
- 6) 児島雅博・村瀬 誠・戸部精一・杉本勝之: 日食工誌, **39**, 471 (1992).
- 7) 児島雅博・外山達秋・村瀬 誠・戸部精一・杉本勝之: 食科工, **42**, 899 (1995).
- 8) 遠山 良・関村照吉・関澤憲夫: 岩手県醸造食品試験場報告, **24**, 39 (1990).
- 9) 三木英三・栗坂貴之・山野善正: 食科工, **43**, 562 (1996).
- 10) 三木英三・仲田陽子・山野善正: 日食工誌, **39**, 1123 (1992).
- 11) 辻昭二郎: 日食工誌, **31**, 61 (1984).
- 12) 辻昭二郎: 食品の物性第 3 集, 松本幸雄編集 ((株)食品資材研究会, 東京), p. 41 (1977).
- 13) 柴田茂久: 食品の物性第 5 集, 松本幸雄編 ((株)食品資材研究会, 東京), p. 169 (1979).
- 14) 三木英三・福井義明: 食品の物性第 2 集, 山野善正・松本幸雄編 ((株)食品資材研究会, 東京), p. 99 (1976).
- 15) 遠山 良・関村照吉・関澤憲夫: 日食工誌, **41**, 299 (1994).
- 16) NAKAI, H., TANABE, R., ANDO, S., IKEDA, T. and NISHIZAWA, M.: 38th ICoMST, Clermont-fer-rand France, p. 947 (1992).
- 17) 小谷野巨: 多変量解析ガイド (川島書店, 東京), p. 130 (1992).
- 18) 農林水産省食品総合研究所: 小麦の品質評価法, p. 17 (1985).
- 19) 西田好伸・新原立子・米沢大造: 日食工誌, **27**, 323 (1980).

(平成 10 年 4 月 16 日受付, 平成 10 年 11 月 10 日受理)