ゆでめんの製造法改良に関する研究

(第2報) ゆで条件とゆで時の溶出損失

柴田茂久*・豊島英親*・古堂久美子*

Improvement of Boiled Noodle (Udon)-Making

Part II. Material loss in boiling process of noodle (udon)-making

SHIGEHISA SHIBATA*, HIDECHIKA TOYOSHIMA* and KUMIKO KODÔ*

In order to improve the boiling process of raw noodle, to increase the yield of product, and to reduce BOD load in waste water from the noodle factory, experiments were performed on the material loss during boiling raw noodle in hot water, in relation to the previous work of the processing conditions reported in Part I. The chemical composition of solid substance in the boiling water was also analyzed. The following results were obtained:

1) Material loss increased rapidly in several minutes after beginning of boiling, and increased in proportion to the boiling time.

2) In cooking, material loss was minimum at 98.5°C and increased slightly at the other temperature.

3) The repeating use of boiling water caused increase of the concentration of dissolved matter and decrease of the material loss. Close correlation between the concentration of dissolved matter in boiling water and the material loss was confirmed.

4) Increase of the quantity of raw noodle in a batch process at boiling gave a slight decrease of material loss.

5) The solid substance of [the boiling water consist with more than 50% starch and the quantity increased as increasing the boiling time. The quantity of low molecular substance such as salt and reducing sugar was detected at the early stage.

6) By the examination of waste water from small-scale noodle factories having different boiling equipment as well as various condition of boiling, much differences were found in the concentration and composition of solid matter.

(Received Oct. 29, 1975)

ゆでめんの製造の廃水処理対策の一つとして、製造方法とゆで時の溶出損失の実態を明らかにし、廃水に流出する汚濁物質を少なくするように、製造工程を改良することは重要である。この観点から、前報¹⁾において生めん製造条件とゆで時の溶出損失の関係について明らかにした。今回はゆで条件と溶出量の関係について検討したので報告する。

実験方法

1. 製めん条件

前報¹⁾に示した標準の方法を用いた。概略は下記のと

おりである。

1) 原料粉

前報¹⁾に用いた市販の同一銘柄のめん用粉 No. 1 と No. 2 および強力粉と薄力粉である。さらに市販のめん用粉 No. 4 を用い、その性状を Table 1 に示した。めん用粉はすべて同じ会社の同じ銘柄の粉である。

2) 加塩量

粉に対して 2% とした。

3) 加水量

粉 (14% 水分ベース) 100 に対して水 31.7 を加えた。これで生地的水分の計算値は 34.7% となる。

* 農林省食品総合研究所 (東京都江東区塩浜 1-4-12)

National Food Research Institute, Ministry of Agriculture and Forestry. Koto-ku, Tokyo.

Table 1. Properties of flour No. 4

Farinogram				Extensogram				Amylogram		Crude* protein (%)
Ab (%)	DΓ (min)	Wk (B.U)	VV	A (cm ²)	R (B.U)	E (mm)	R/E	MT (°C)	MV (B.U)	
56.6	2.5	5	58	123	485	183	2.65	88.3	755	9.65

Flour No. 1, No. 2 and No. 4 is same brand.

Properties of flour No. 1 No. 2 was reported in Part 1¹⁾ previously.

* 13.5% Moisture basis.

4) 圧延

ロール間隙 2 mm で 4 回、切刃は No. 10 (3 mm) を用いた。

2. ゆで試験

ゆで温度の試験以外は前報¹⁾に示した標準の方法を用いた。概略は下記のとおりである。ゆで方法は生めん 76 g (乾物として約 50 g) に 1 l の水を加え、微量の消泡用シリコンを滴下し、ゆで試験器でゆでた。シリコンはゆで終了後直ちにゆでめんを取り出す際の発泡を防ぐためである。ゆで時の溶出損失は生めん乾物に対する百分率で表わした。製めんの際加塩 (粉に対して 2%) しているため、この溶出損失中に食塩が含まれている。またゆでめんの水分が 76% になる時間を標準ゆで時間とし、25 分と 40 分のゆでめんの水分から求めた。ただし、繰返しゆで試験においてはゆで後 1 l に定容し、溶出物量測定を試料を 50 ml 採取してから、再び 1 l に定容して次のゆで試験に供した。

コントロールが難しい 100°C 以下の温度は次の方法を用いた。ガラスの容器に恒温循環装置を付け、ゆで液をゆるく一定速度で攪拌しながら所定の温度とした。容器内に装置が入っているため水量を多くし、2 l の水で 76 g の生めん (乾物として約 50 g) をゆでた。

3. ゆで時の溶出物組成

ゆで液 300 ml (濃度は 0.5~2.0%) に同量の無水エタノールを加え、全体を 50% エタノール濃度として一夜低温 (5~8°C) に放置後濾別した。

1) 沈澱物

減圧乾燥後重量を求め、澱粉質 (50% エタノール沈澱物) とした。この区分には蛋白質の一部や繊維も沈澱しているが、量的にわずかであり、ほとんどが澱粉および高分子のデキストリンである。

2) 滲液

滲液は湯浴上でエタノールを蒸発後定容し、150 ml を三角フラスコに取り、25% 塩酸 20 ml を加え還流冷却管を付け湯浴上で 2 時間 30 分加水分解した。分解液は SOMOGYI の変法により還元力を測定し、それから直糖の還元力を差し引いてグルコース量を求め、0.9 を乗じて

デキストリンとした。この区分はデキストリンおよび非還元性糖である。

3) 直接還元糖

滲液の一部を SOMOGYI の変法を用いて定量し、マルトースとして計算した。

4. ゆで液の粘度

オストワルド粘度計を用い、25°C で測定し純水と比較して相対粘度とした。

5. ゆで液の粗蛋白質、食塩および pH

1) 粗蛋白質

ケルダール法により、N×5.7 で粗蛋白質を求めた。

2) 食塩

モール法で測定した。

3) PH

ガラス電極 pH メーターで測定した。

実験結果と考察

1. ゆで時間

めんを一定時間ゆでた際の溶出量は小麦粉の性状およ

Fig. 1. Relationship between boiling time and material loss in boiling

		Standard boiling time
○—○	Flour No. 1 (for udon, medial protein)	27.3 min
●- - -●	Flour No. 2 (for udon, medial protein)	27.1 min
x - - - x	Strong flour	37.4 min
Δ - · - Δ	Soft flour	17.0 min

びめんの太さによって大きく異なってくることは前報¹⁾で述べたとおりである。ここではゆで時間と溶出の状態について検討し、Fig. 1 に結果を示した。めん用粉 No. 1 の例をみると、始めの数分から 10 分位までは急激に溶出量が増加するが、その後は線が直線に近づきほぼゆで時間に比例して溶出量が増加することがわかる。さらにめん用粉 No. 2 の線が示すように、ゆで時間が長くなり過ぎるとまた溶出量が急に増加する。この場合強力粉のめんはゆで時間が長くなっても Fig. 1 に示すように線の勾配は変わらないで、ゆで時間と溶出量の比例関係が続いている。薄力粉のめんは溶出損失が大きく、ゆで時間と溶出量の関係の勾配が急になっている。また標準ゆで時間は Fig. 1 の下に示すように粉によって大きく異なっている。このように小麦粉の種類、すなわちグルテンの含量によってめんのゆで状態が変わることがわかった。

2. ゆで温度

95, 97, 98.5 および 101.3°C の温度における標準ゆで時間と溶出量の関係を Fig. 2 に示した。ゆで温度と標準ゆで時間は明らかな相関が認められ、時間、温度が 1°C 低くなると、ゆで時間は 1.45 分長くなる(回帰直線 $y = -1.45x + 175.1$, $r = -0.967$ から計算)。溶出損失は 98.5°C の試験区が最低を示し、それ以外は温度の上下によりわずかであるが溶出量が増加する傾向を示した。ゆで温度が 95°C の試験区はゆでめんにやや異臭を認めた。

これらの結果および高い温度は発泡によるオーバーフローがあることを考えると、最適ゆで温度は 99°C 位と推定できる。

Fig. 2. Boiling temperature and its influence on the material loss in boiling and standard boiling time

Used flour is No. 4

3. ゆで用水中の溶出物の濃度(ゆでる前)

ゆでめんの工場においては、ゆで槽の水は 1 回ごとに取替えず、繰返し使用している。そのためにゆでめん製造中にゆで槽の用水中の溶出物はだんだん濃くなっていき、それは製造終了時にかかなりの濃度となっている。たとえば 2 槽式の ゆで 槽の上段槽の ゆで 廃水は蒸発残渣 3.83%, その中の強熱減量が 2.64% という報告²⁾がある。そこで繰返して用いるゆで用水中の溶出物の濃度と溶出損失の関係について試験した。ゆで用水を繰返して使用し、25 分および 40 分のゆで試験をしたところ、Fig. 3 に示すようにゆで用水中の溶出物の濃くなると

Fig. 3. Effect of concentration of dissolved matter in the water before boiling on the material loss in boiling

○ boiling time, 25 min.
● " " 40 min.
Used flour is No. 2

Fig. 4. Relationship between concentration of dissolved matter in the water before boiling and ratio of material loss in boiling

○-----○ Boiling time, 25 min.
●-----● " " 40 min.
Used flour is No. 2

Fig. 5. Relationship between concentration of dissolved matter in the water after boiling and NaCl content or relative viscosity
 ○—○ NaCl, boiling time, 25 min.
 ●—● NaCl, „ 40 min.
 △—△ Relative viscosity, boiling time, 25 min.
 ▲—▲ Relative viscosity, boiling time, 40 min.
 Used flour is No. 2

Fig. 6. Concentration of dissolved matter in the water before boiling and its influence on the state of boiled udon
 The state of boiled udon was expressed percent of water content after boiling
 Used flour is No. 2.

溶出量が減少し、ゆで用水中の溶出物の濃度と溶出損失は非常に高い負の相関を有することがわかった。溶出損失は Fig. 1 にあるようにゆで時間によって異なるし、また原料粉の性状によって異なることはすでに前報¹⁾において詳しく述べたとおりである。そこで純水(濃度0)を用いた際の溶出損失を100とし、溶出量の相対的な減少の状態を Fig. 4 に表わした。Fig. 4 に示されているようにゆで25分および40分もほぼ同じ勾配を示している。さらに両者を合わせた回帰直線(Fig. 4の実線)は、 $y = -23.24x + 99.5$ の式(y は溶出損失の減少比率、 x はゆで用水中の溶出物濃度)で表わされ、 $r = -0.968$ と高い負の相関を示すことがわかった。ゆでを繰返すこ

Fig. 7. Weight of raw udon per boiling water and its influence on the material loss in boiling and standard boiling time
 Used flour is No. 4.

とにより、ゆで液の粘度および食塩濃度が上昇するがその状態を Fig. 5 に示した。4~5 回の繰返しによりかなりの濃度となるが、ゆで操作に特に問題はなかった。

ゆで液中の溶出物の濃度が濃くなると、めん線内に熱と水の浸透が悪くなり、ゆでが非常に遅くなるという説もある。しかしこれについて疑問を感じ、一定時間ゆでた場合にゆで用水中の溶出物濃度がゆで上りの状態にどのように影響するか検討してみた。ゆで上り状態はゆでめんの水分量でチェックした。各種のゆで用水中の溶出物の濃度で25分および40分と一定時間でゆでた場合、ゆで用水中の溶出物の濃度の影響を Fig. 6 に示した。これによると、ゆで用水中の溶出物濃度が2.0%で、25分ゆでた場合でもゆでめん水分が対照に比べて0.35%低くなる程度である。この0.35%の水分を増加するゆで時間は1.4分であるから、それだけゆで上りがおそくなったことになる。今回のめん用粉のめんの標準ゆで時間29分からみると、ゆで時間がわずか5%おそくなったのにすぎない。

4. ゆで液に対する生めんの量

ゆでに際して、湯量に対して投入生めん量が多過ぎると、ゆで時間の延長およびめん線のこすれ合いによるはだ荒れや溶出損失の増加が生じると一般にいわれている。ゆで時の湯量に対する生めん量の影響を Fig. 7 に示した。ゆで液に対する生めん量は38, 76, 152 g/lであり、生めんに対しそれぞれ26.3, 13.2, 6.6倍の水でゆでたことになる。Fig. 7 で明らかなように生めん量38, 76, 152 g/l がと多くなると標準ゆで時間は28.2, 29.2, 31.1分と僅かずつ長くなった。これは生めんを湯に投下した際の湯温低下が生めん量に比例し、生めん

量が多いと再び沸騰するのに時間がかかるためであろう。

溶出損失は生めん量が 38, 76, 152 g/l と多くなると 8.95, 8.80, 8.55% とやや減少した。これは生めん量が多くなると、溶出物の総量が多くなり、前述したようにゆで液中の溶出物濃度が高くなるため溶出量が減少したと考えられる。

5. 溶出物の組成

標準ゆで時間の溶出物の組成を Table 2 に示した。原料粉中の還元糖は 0.16%（グルコースとしての値。マルトースとすると 0.29% となる）である。BLISH³⁾によると小麦粉中の還元糖は 0.04~0.19% 位で、平均して 0.14%、その他の例⁴⁻⁶⁾でも 0.11~0.15% 位である。非還元糖³⁾は 1.25% 位含まれるといわれる。デキストリンは小麦粒中に 0.1~0.2%⁷⁾含まれるといわれる。ところが Table 2 の組成をみると溶出物中の直接還元糖（マルトースとして）は 13% で、高い比率を占めている。原料粉中の 0.29% の還元糖（マルトースとして）が全部溶出しても、全溶出量から計算すると溶出物中では 2.96% にしかない。このことは、ゆでめんの製造中に粉中のアミラーゼおよび加熱操作などによって澱粉および非還元糖などの分解がおり、低分子のデキストリンおよび直接還元糖が増加していること、さらにそれらの低分子の糖は溶出し易いためであると考えた。

原料小麦粉（乾物）中の粗蛋白質は 9.6% であるが、溶出物組成（食塩を除く）中では 5.7% に減少している。Fig. 8 に溶出量および組成が経時的に変化する状態を示した。食塩はゆで 8 分で全溶出量の 76% が溶出し、

Table 2. Chemical composition of solid substance in used boiling water

Composition	In whole S.S. (%)	In S.S. (%)
Crude protein	4.6	5.7
Reducing sugar (as maltose)	10.4	12.9
Dextrin	9.6	11.9
Starch (precipitate by 50% Ethanol)	52.1	64.5
NaCl	19.2	
Others ^{a)}	4.0	5.0

・Material loss in boiling, expressed 76% water content basis of boiled udon, was 9.8%.

・Used flour is No. 2.

・Approximate dimension of raw noodle (section), 3.2×2.9 mm (used slitting rolls No. 10)

a) Total solids minus the sum of chemical analysis.

ゆで 25 分以後溶出量は同じで、早い時期に溶出することがわかる。その後、食塩はゆでめん中とゆで水中に平衡状態にあることが計算により推定された。粗蛋白質は、ゆで 8 分の溶出量は 0.26% であるが、55 分になると 0.8% に増加している。しかしこれを食塩を際いた溶出物組成の百分率でみると、6.6% から 5.8% に低下している。

直接還元糖およびデキストリンの溶出量は経時的に増加するが、25 分以後の増加率は粗蛋白質より少ない。ゆで 8 分と 55 分の溶出物組成の百分率は、直接還元糖は 15.7% から 9.3% へ、デキストリンは 12.4% から 7.0% へとかなり低下している。

澱粉質のような高分子区分では、ゆで 8 分の溶出損失は 2.59% であるが、ゆで 55 分になると 10.76% と大幅に増加し、溶出物組成の百分率でも 65.3% から 77.5% へと増加している。Fig. 8 でも 40 分以後に澱粉質が急増している状態がわかる。これはゆでが過度になるとめんの表面から、澱粉質の離脱が多くなるためと考えられる。

これまでの結果から食塩、直接還元糖およびデキストリンなど低分子の物ほど早く最初に溶出することがよくわかった。また澱粉質はゆで状態が過度になると急増することが認められた。

6. 製めん工場のゆで液の分析

東京都内の製めん工場のゆで槽から採取した試料の分析結果を Table 3 に示した。A 社、B 社は小規模で、横型移行式ゆで槽（バッチ式）の工場である。C 社、D 社はバスケットタイプの連続式ゆで槽（いわゆるオートメー

Fig. 8. Relationship between boiling time and composition

● Approximate dimension of raw noodle (section), 3.2×2.9 mm (used slitting rolls No. 10)

○ Used flour is No. 2 (same data, Fig one's flour No. 2, dotted line)

Table 3. Composition and component of waste water after boiling detected at a factory

	A		B		C		D	
	g/100 ml	Component, except NaCl	g/100 ml	Component, except NaCl	g/100 ml	Component, except NaCl	g/100 ml	Component, except NaCl
Crude protein	0.141	8.6	0.131	9.6	0.056	6.3	0.083	13.4
Reducing sugar (as maltose)	0.219	13.3	0.206	15.0	0.132	15.0	0.107	17.3
Dextrin	0.246	15.0	0.235	17.0	0.164	18.6	0.075	12.1
Starch (precipitate by 50% EtOH)	1.035	63.1	0.797	48.4	0.530	60.1	0.355	57.3
NaCl	0.09 (5.2) ^{a)}		0.279 (16.9) ^{a)}		0.103 (10.5) ^{a)}		0.250 (28.7) ^{a)}	
Total	1.731	100.0	1.648	100.0	0.985	100.0	0.870	100.0
pH	6.10		6.40		—		6.25	
Total solids	1.703		1.633		0.991		0.890	

A and B, batch type boiling equipment. C and D, continuous boiling equipment.
a) as percent in total component.

ション式)の比較的比較的大きな工場である。Table 3ですぐわかるように、ゆで液中の溶出物の濃度はA, Bの二社が濃く, C, Dの二社が薄く, 約倍近くの差があることがわかる。これはA社, B社のようなバッチ式ゆで槽は容積が小さく, めんに対する湯量の比率が少ない状態でゆでているためと考えられる。これに反してオートメーション式はゆで槽の容積が大きく, 湯の量も多い。ゆで液の成分では食塩の量がまちまちであり, ゆで液の成分中の百分率はA社の5.2%からD社28.7%と大差があった。これは生めん製造の際の食塩添加量が工場によって大きく異なることを意味している。食塩を除いた組成中の粗蛋白質はC社の6.3%からD社の13.4%と大きな差がある。これは製品の構成(うどん, 中華めん, そば), 原料粉の蛋白含量およびゆで時間(めんの太さが関係する)が異なることが原因であろう。Table 2に比較するとまた食塩を除いた組成中に直接還元糖とデキストリンが多く澱粉質が低い傾向を示している。ゆで時間が短い方が澱粉質の割合が低い Fig. 8の結果からみて, 調査した工場はこの試験の場合より, ゆで時間は短かいと推定できた。

要 約

生めんのゆで条件とゆで時の溶出損失の関係およびゆで液中の溶出物の組成を検討し, 次の結果を得た。

- 1) ゆで時間と溶出量の関係は, 始めの数分量に溶出量が急増するが, その後はゆで時間に比例して溶出量が増加する傾向を示した。
- 2) ゆで温度と溶出量の関係は98.5°Cが最低であり, それ以外は温度の上下によりわずかであるが溶出量が増

加した。

3) ゆで用水をくり返して使用し, 溶出物の濃度が高い状態でゆでると, 溶出量が大きく減少することを認め, ゆで用水中の溶出物の濃度と溶出損失は高い負の相関を示すことがわかった。

4) ゆで液に対する生めんの量が多くなると, 溶出量はやや減少することを認めた。

5) ゆで液中の溶出物組成中には澱粉質が半ば以上も占め, その比率は時間の経過とともに増加する。食塩および直接還元糖などの低分子の物質は初期に多く溶出することがわかった。

6) 製めん工場のゆで液の調査では, 各社のゆで槽の構造およびめんの製造条件の差異から, ゆで液中の溶出物の濃度およびその組成がかなり異なっていることを認めた。

文 献

- 1) 柴田茂久・豊島英親・古堂久美子: 澱粉科学, 20, 183 (1973).
- 2) 産業公害防止協会: 農林水産業関係業種の公害防止技術対策研究報告書 (1973).
- 3) BLISH, SANDSTEDT and ASTLEFORD: *Cereal Chem.*, 9, 378 (1932).
- 4) KOCH, R.B., SMITH, F. and GEDDES, W.F.: *Cereal Chem.*, 31, 55 (1954).
- 5) JONGH, G. and HINTZEN, H.M.R.: *Baker's Digest*, 29, 41 (1955).
- 6) 田中康夫・桑原一子・佐藤友太郎: 食品工誌, 12, 184 (1965).
- 7) 日本麦類研究会編: 小麦粉, p. 173 (1965).
(昭和50年10月29日受理)