

卵白・卵黄および全卵の起泡性と泡の安定性に関する研究

A Study on the Foamability and the Foam Stability of the Egg White, Egg Yolk and Whole Egg

柴山キヨ子・片岡美智子・光明院智子

Kiyoko SHIBAYAMA・Michiko KATAOKA and Tomoko KOHMYOIN

(平成6年11月21日受理)

I 緒 言

スポンジケーキの作成において基本材料である小麦粉, 卵, 砂糖のほかに水が加えられる。水は卵黄の起泡の時に加えられるが, 砂糖を溶解して起泡をよくし, また, 製品にしっとり感を与える効果もあるものと考えられる。そこで, スポンジケーキ作成時の条件で水を添加することによる卵の起泡性と泡の安定性の変化を卵白, 卵黄, 全卵について測定した。今後, 製品への影響を研究する第一歩としたい。

II 実験方法

1. 実験材料および実験器具

1) 鶏卵: Mサイズを高知県養鶏農業協同組合から入手した。割卵後, 卵黄, 卵白とも850 μ mのふるいで裏漉しし均質化して用いた。

2) 砂糖: 三井製糖KK製スプーン印グラニュー糖を840 μ mのふるいをおしたものを用いた。

3) 攪拌器具: NECハンドミキサー(NB-602C, 3段切り替え)の速度3を使用した。

2. 実験方法

1) 起泡性の測定: 泡の比重を測定し, 0分の比重に対する割合を求めて起泡性とした。比重の測定は, プラスチック容器(内径13mm, 高さ83mm, 栓の深さ7mm)に50mlシリンジを使用して泡を充填して測定した。卵白72gに所定量の砂糖(卵白に対し25%50

Table 1 Table of Experiment

Expt.	Egg White (g)	Egg Yolk (g)	Suger (%)	Water (%)
Egg White	72	—	25	13.2
			50	26.7
			75	40.0
			100	53.3
Egg Yolk	—	36	60	2 100
			80	4 150
			100	6 200
			200	8 250
			300	10 300
			300	20 30
Whole Egg	36	18	80	20
			90	40
			100	60

Table 2 Foamability and Foam Stability of Egg White mixed with Water and Suger

Water %	Suger %	Foamability %	SD	Drainage Rate (V/Wt. %)		
				10min.	30min.	60min.
0	25	16.1	2.10	1.0	17.7	36.3
	50	17.7	1.96	0	4.7	22.0
	75	26.3	3.98	0	4.3	12.3
	100	44.2	7.74	0	0	1.0
13.3	25	14.0	1.37	4.3	26.7	49.7
	50	17.0	2.27	0	10.7	28.3
	75	22.9	2.54	0	0	10.7
	100	30.2	3.53	0	0	6.0
26.7	25	13.3	1.25	6.7	29.0	55.3
	50	15.4	1.55	1.0	21.0	44.0
	75	21.2	2.90	0	2.3	14.3
	100	26.5	2.96	0	1.3	15.3
40.0	25	13.3	0.67	13.0	41.0	61.7
	50	15.4	1.17	0	16.3	39.3
	75	19.3	2.12	0	7.7	19.7
	100	24.6	2.95	0	0	12.0
53.3	25	12.9	0.45	10.7	46.0	66.0
	50	15.0	0.75	0	20.3	43.3
	75	18.8	1.97	0	11.3	23.7
	100	20.7	1.80	0	1.7	16.4
66.7	25	13.1	0.39	11.3	41.0	64.0
	50	14.0	0.45	1.0	25.3	50.7
	75	18.0	0.65	0	12.3	25.7
	100	18.4	1.55	0	7.8	24.6

Foamability; sp. gr. of foam/sp. gr. at zero time

から分離する液量をシリンダー目盛りでよみとる。分離液量 (ml) の泡 3g に対する割合を求めてその分離液率を泡の安定性とした。

III 実験結果および考察

(1) 卵白・水・砂糖混合液の起泡性および泡の安定性

卵白・水・砂糖混合液の起泡性と泡の安定性の結果は第2表に示すとおりである。起泡性は、砂糖添加量が多くなるに伴って低下することが知られており、その様な結果となった。砂糖による起泡抑制効果が大いいと起泡速度が遅れるために、起泡性の数値のバラツキも大きくなり、砂糖100%添加、水無添加でSDは大きい。水添加の影響は、砂糖添加が多いものの方が大きい傾向がみられた。水添加によるその変化は砂糖75%より100%添加の方が変化が明瞭であり、砂糖25%および50%添加では変化はほとんど無いか僅少であった。

泡の安定性をみると、砂糖25%添加した場合の泡は、10分後から分離液がみられ60分後の液量も多い。砂糖は25%、50%、75%、100%添加へと順に分離液率は低く、砂糖添加が多い方が泡は安定である。水の影響についてみると、砂糖添加のいずれの場合においても水添加量の増加に伴って分

%75%100%)と水(卵白に対し13.3%26.7%40.0%53.3%66.7%)を混合し、ハンドミキサー(スピード3)で30秒攪拌して泡立てた泡の比重を測定した。泡立て30秒毎に比重を測定し11回繰り返し、攪拌時間累計330秒まで測定したが、150~330秒間の測定値の平均値を実験結果とした。卵黄泡については砂糖と水を多量に加える場合と少量の場合について条件設定し、卵黄36gに所定量の砂糖(卵黄に対し60%80%100%200%300%)と水(卵黄に対し2.0%4.0%6.0%8.0%10%20%30%100%150%200%)を混合して同様に測定した。全卵泡については、卵白36g、卵黄18gに所定量の砂糖(全卵に対し80%90%100%)と水(全卵に対し20%40%60%)を混合し同様に測定した。

2) 泡の安定性; 360秒間攪拌して泡立てた泡3gをシリンダーを用いて卵黄泡の場合はシリンダーに、他はロートに秤取し、放置して10分毎に60分まで、泡

Table 3 Foamability and Foam Stability of Egg Yolk

Expt.	Sugar %	Water %	Foamability %	SD	Drainage Rate (V/Wt. %)				
					10min.	30min.	60min.		
A	60	0	55.6	6.24	0.33	1.67	4.67		
		2	45.6	3.29	0	1.67	6.00		
		4	48.7	5.92	1.33	3.33	8.33		
		6	43.4	2.45	0.33	3.00	7.33		
		8	40.0	3.32	1.33	5.33	11.7		
		10	38.5	4.09	1.33	5.67	12.3		
		20	32.4	3.41	7.00	13.0	25.0		
		30	26.9	2.31	1.33	12.7	26.7		
		80	0	57.2	7.38	0.67	2.00	4.67	
			2	52.3	7.05	0	1.67	4.00	
	4		48.8	4.45	0	0.67	6.67		
	6		47.9	6.51	0	0.67	2.67		
	8		46.2	5.49	0	0.67	3.00		
	10		43.3	2.57	0	1.00	3.00		
	20		33.8	2.67	0	2.00	8.33		
	30		30.2	2.64	0.67	3.00	11.3		
	100		0	66.8	7.44	0	2.00	7.67	
			2	66.0	8.14	0	1.67	8.67	
		4	58.6	6.38	0.33	1.33	6.67		
		6	56.7	6.34	0	1.00	8.00		
		8	55.9	5.91	0.33	3.00	6.67		
		10	56.7	6.34	0.33	3.00	6.33		
		20	42.7	2.69	1.00	2.33	7.67		
		30	34.4	2.33	0.33	2.33	8.33		
		B	100	100	26.5	3.55	1.67	13.3	35.0
				150	16.3	1.89	4.33	37.3	76.3
	200			12.1	1.73	8.33	53.3	81.7	
	250			15.3	3.43	13.7	63.3	83.0	
	300			9.5	1.77	20.0	69.3	85.3	
	100			61.4	9.60	1.00	4.67	11.0	
200	150		42.8	7.69	0.67	7.33	15.3		
	200		24.2	3.54	0.67	14.7	42.3		
	250		18.1	1.36	4.00	29.7	72.0		
	300		16.7	1.97	4.67	29.7	70.7		
	100		56.6	6.28	1.00	3.00	6.67		
	150		67.2	7.21	2.00	9.33	21.7		
300	200		66.4	9.78	1.33	12.0	23.0		
	250		52.7	7.94	1.67	12.7	30.7		
	300		34.6	5.43	4.00	32.0	62.3		

Foamability; sp. gr. of foam/sp. gr. at zero time

離液率は高くなり、泡は不安定であった。水の増加に伴う泡の不安定性の変化は、砂糖100%、75%はほぼ同程度であるが、砂糖50%、25%ではやや高く、水の影響をうけやすい傾向がみられる。

(2) 卵黄の起泡性と泡の安定性

卵黄の起泡性と泡の安定性の結果は第3表に示すとおりである。実験Aは水を実際的な量と思われる0~30%添加する場合についてであり、実験Bは水を100~300%添加する場合の結果である。起泡性についてみると、水添加0~30%の場合、砂糖は60%、80%、100%添加について調べたとこ

Table 4 Foamability and Foam Stability of Whole Egg

Sugar %	Water %	Foamability %	SD	Drainage Rate (V/Wt. %)		
				10min.	30min.	60min.
80	0	37.5	1.02	0.67	3.67	14.0
	20	29.7	2.04	0.33	12.0	29.7
	40	22.7	1.17	1.33	25.0	53.0
	60	19.7	1.06	10.0	35.3	62.3
90	0	37.1	1.24	1.67	4.67	11.0
	20	31.7	1.09	2.67	12.7	26.0
	40	27.5	2.15	7.00	27.0	42.7
	60	27.0	3.44	9.00	31.7	58.3
100	0	45.6	1.26	0.67	6.33	17.0
	20	39.7	2.61	1.67	11.7	25.3
	40	30.4	1.83	2.00	20.0	34.3
	60	27.0	3.44	16.3	36.7	55.3

Foamability; sp. gr. of foam/sp. gr. at zero time

ろ、砂糖60%添加と80%添加での差はわずかであり、砂糖100%添加での起泡性は砂糖60%、80%添加より劣る。全体に0から30%へと水添加量が増加するに伴い、起泡性は良くなり、水30%添加で起泡性は30%前後を示した。一方、水添加100~300%の場合では、砂糖100%、200%、300%添加についてしらべたところ、砂糖添加による影響が大きくなり、砂糖300%添加では起泡性はかなり低く水添加の影響がほとんどみられない結果となった。しかし、この場合も水添加が300%と多いと起泡性はよい。

砂糖添加200%、100%の場合も水添加が増加すると起泡性は良くなり、砂糖添加300%に比べ水添加に伴う起泡性の変化は顕著である。

卵黄泡の安定性をみると、水添加0~30%の場合、砂糖60%水20%および30%添加を除けば全ての試料で安定性はよく分離液率15%以下を示す。中でも砂糖80%水6~10%は安定性は更によい。水添加100~300%の場合をみると、安定性の低いものは、砂糖100%水150~300%添加、砂糖200%水250%および300%添加、砂糖300%水300%添加であり、これらは60分後に分離液率は60%以上であった。安定性のよいのは、砂糖200%水100%添加、砂糖300%水100%添加であり、これらは分離液率15%以下である。水添加が多くなると泡の安定性はわるくなり、砂糖添加は100%より200%および300%添加は泡の安定性がよい。

卵白は低濃度でも安定な泡沫が得られるのに対し、低濃度の卵黄はきわめて不安定な泡沫を形成することが報告されている¹⁾。卵黄泡沫は排液速度からみた安定性は高いが、長時間放置すると排液はさらに増加するとともに、泡膜はしだいに薄くなり消滅する。これに対し卵白泡は、固体状の安定した泡膜がほぼ永久的に残存すると述べられている。これについて、卵白アルブミンは気泡表面において分子集合体を形成し、網目構造を生じることにより安定化されるが²⁾、粟津原は、卵黄泡沫では網目構造の形成がされないものと考えられると述べている³⁾。

(3) 全卵の起泡性と泡の安定性

全卵の起泡性と泡の安定性の結果は第4表に示すとおりである。全卵の起泡性は砂糖添加量100%、90%、80%と順によくなり、また、水添加量の増加に伴いよくなる。水無添加では砂糖100%は起泡性は低いがSDは小さく、攪拌時間内に起泡性は変化していないことを示しており、45%は起泡性の限度であると思われる。また、SDの大きい砂糖90%および100%、水60%添加は150~330秒間の攪拌時間内に徐々に起泡が進行しており、起泡が限度に達していないことがうかがえる。これらは砂糖添加による起泡性の低下と水添加による泡の安定性の低下の両者が、起泡速度に影響したと思われる。

泡の安定性をみると、水添加量が増加するに伴って泡の安定性は低下する。砂糖量の影響をみると、水40%添加の場合には、砂糖量に応じて80%、90%、100%へと順に安定性はよいが、水0~20%および水60%では砂糖量による安定性の差は僅少となる。砂糖80~100%水60%添加でみられた分

離液率60%は卵白の安定性に比較すると非常に不安定である。

要 約

1. 卵白泡では、砂糖25%, 50%では、水添加に対して起泡性の変化は僅少である。砂糖100%は75%より明瞭な変化で水添加量の増加に伴って起泡性はよくなる。
2. 卵白泡では水添加量が増加するに伴い泡は不安定になる。砂糖100%, 75%, 50%, 25%へと順に不安定性は大きく、水添加の影響も受けやすい傾向がみられる。
3. 卵黄, 全卵共に、水添加は多いと起泡性は良く、砂糖添加に伴って起泡性は劣る。
4. 卵黄泡の安定性は、砂糖100%, 80%で水0~30%, 砂糖60%で水0~10%で分離液率15%以下で安定であった。
5. 全卵の起泡性は砂糖100%で水無添加が最低であり、起泡性は45%であった。全卵泡の安定性は水無添加では分離液率15%であるが、全体に卵白泡に比較すると非常に不安定である。

本研究に協力された片岡礼子, 濱田紀子各氏に感謝致します。なお, 本論文は, 平成6年10月9日, 第41回日本家政学会中国・四国支部研究発表会において報告したものの一部です。

引用文献

- 1) 粟津原宏子: 家政誌, 40, 10, 877 (1989)
- 2) 北畠直文, 土井悦四郎: 食品の物性—第9集—, 食品資材研究会, 東京, p. 53 (1983)

(家政学科 調理学研究室)