つので、これらの物質の MG 値を電流、電圧、滴下位置、泳動時間、滴下量、濾紙の長さ、濾紙の種類を変えて 60 例にわたって求めてみた。この場合、上記の実験結果で陰陽最両極端に位する物質が D-グルクロン酸及びサッカロースであることが判明しているので、炭水化物類の MG 値を次のように定義することが出来る。

$$MG = \frac{\text{サッカロースから他の炭水化物までの距離}}{\text{サッカロースから D-グルクロン酸までの距離}}$$

上記の定義に従って各物質の MG 値を算出し、その標準偏差と共に第 1 表に示した。

第 1 表より炭水化物類の MG 値は種々の泳動条件に左右されない恒数であることがわかり、充分実用に供せられると考えられる。

総 括

- (1) 蒸発を許す水平型濾紙電気泳動装置内で硼砂を用いて炭水化物類の泳動距離を検討した。
- (2) 炭水化物試料はすべて $R=1.00$ の値を持ち、その滴下位置-泳動距離グラフが平行することを知った。
- (3) 炭水化物試料はすべて陽極側に泳動し、しかも時間的に対数減衰に非常に近い減速を示すことを知った。
- (4) 炭水化物類の相対距離比 MG 値を定義してこれを求めた結果、この値が電流、電圧、泳動時間、滴下量、滴下位置、濾紙の種類、濾紙の長さの諸条件の影響を受けない恒数となることを知った。

稿を終るにのぞみ、御懇篤な御指導を賜った本学坂本清助教授に対し厚く感謝の意を表します。又、グルクロン酸及び誘導物質を御供与戴いた中外製薬学部学術課に厚くお礼申し上げます。

(1) 坂本 清, 斎藤綱子: 本誌, 32, 181(1958).	(9) 坂本 清, 斎藤綱子: 本誌, 32, 279(1958).
(2) K. Sakamoto, K. Tateoka: <i>Bull. Agr. Chem. Soc. Jap.</i> , 20, 98 (1956).	(10) K. Sakamoto, K. Saito, A. Nagata: <i>Bull. Agr. Chem. Soc. Jap.</i> , 23, 95 (1959).
(3) 坂本 清, 斎藤綱子: 本誌, 32, 186(1958).	(11) L. Jeanicke: <i>Naturwiss.</i> , 39, 86 (1952).
(4) 坂本 清, 斎藤綱子: 本誌, 32, 275(1958).	(12) S. M. Partridge: <i>Nature</i> , 164, 443(1949).
(5) 坂本 清, 斎藤綱子: 本誌, 32, 390(1958).	(13) R. U. Lemiex, H. F. Bauer: <i>Anal. Chem.</i> , 26, 920 (1954).
(6) K. Sakamoto, K. Saito, A. Nagata: <i>Bull. Agr. Chem. Soc. Jap.</i> , 23, 89 (1959).	(14) 坂本 清: 蛋白質 核酸 酵素, 4, 442(1959).
(7) 坂本 清, 楯岡和子: 本誌, 30, 463(1956).	(15) Foster, Stacey: <i>J. Appl. Chem.</i> , 3, 19 (1953).
(8) K. Sakamoto, K. Saito: <i>Bull. Agr. Chem. Soc. Jap.</i> , 22, 55 (1958).	

[農化, 第 35 卷, 第 1 号, p. 13~17, 1961]

鶏卵卵白の泡立ちに関する研究 (第 2 報)*

泡立ちの測定方法 (その 2)

中 村 良, 佐 藤 泰 (名古屋大学農学部農芸化学科)

昭和 35 年 7 月 13 日 受 理

緒 言

前報⁽¹⁾において、著者らは鶏卵卵白の泡立ちの測定に関して送気法及び攪拌法による測定条件の規定を行なった。その結果、両方法共に 4~6% の誤差範囲内で卵白の泡立ちの測定が可能であることを認めた。しかし、両方法の比較については、攪拌法は送気法に比して測定のための試料を多量に必要とすることが認められたにすぎない。よって、本報においては両方法による測定結果をさらにいろいろな条件下で比較検討する目的をもって、これまでに卵白の泡立ちに影響をもつといわれている種々な処理を施した卵白につきその泡立ちの測定を行なった。ここで行なった処理方法は、加水⁽²⁾、pH 調整⁽³⁾、貯蔵⁽⁴⁾及び添加処理^(2,3,5)の 4 種である。

その結果、2, 3 の処理を施した卵白においては、両方法による測定結果に明瞭な差が認められたので次にその結果を報告する。

* Studies on the Foaming Property of the Chicken Egg White. Part II. On the Methods of Measuring Foaminess. (2)
By Ryo NAKAMURA and Yasushi SATO (Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, University of Nagoya)

実験方法及び結果

1. 実験方法

(1) 供試料及びその処理：産卵後 24 時間以内の無精卵より、前報に記載した方法に従って水様卵白並びに濃厚卵白についての供試料を調製する。次いで、この供試料について前記 4 種の処理を施して、それぞれの処理試料の泡立ちを測定する。なお、処理方法は実験結果と共に示す。

(2) 泡立ちの測定方法：前報に記載した測定条件に従って送気法及び攪拌法により行なう。なお、測定はすべて同一処理試料につき 2 回ずつ行ない、その平均値をもって表示する。

(3) 分析及び測定方法：一部の処理試料については次の分析及び測定を行なう。

(a) 比粘度：Ostwald の粘度計を用いて、37° における比粘度の測定を行なう。

(b) 窒素：Kjeldahl 法による。

(c) pH：Beckman G 型 pH メーターにより測定する。

2. 実験結果

(1) 加水処理の場合：両卵白の供試料につき、送気法の場合は 0~5,000%，攪拌法の場合は 0~800% の範囲で数段階にわたって加水し、マグネチックスターラーを用いて泡立たないように良く混和する。加水処理試料は室温に約 2 時間放置してから生じた沈殿を遠心分離によって除き、その上澄液につき泡立ちを測定する。測定結果は送気法については第 1 表、攪拌法については第 2 表に示す通りである。

また、両卵白の加水試料につき、沈殿部分を遠心分離によって集め、上澄液にトリクロール酢酸による濁りが認められなくなる迄 2% KCl で洗滌し、その窒素量を測定して全卵白窒素量に対する百分率として表示する。沈殿物を除いた処理試料については、比粘度の測定を行なう。この場合、加水量を変化しても加水による試料の pH 変化は認められなかった。加水処理試料の比粘度及び沈殿物量測定の結果は第 3 表に示す通りである。

(2) pH 調整処理の場合：両卵白の供試料 (pH 8.20) 100 ml を 200 ml のメスフラスコにとり、1N NaOH

或いは 1N H₂SO₄ を用いて種々の pH に調整し、水を加えて 200 ml とする。この際生ずる沈殿は遠心分離によって除き、その上澄液につき泡立ちを測定する。

第 1 表 加水処理試料の泡立ち (送気法)

加水量 (%)	起 泡 力		安 定 度	
	濃厚卵白	水様卵白	濃厚卵白	水様卵白
0	5.1	5.1	3.3	5.9
20	5.0	5.3	3.4	5.9
100	5.1	5.3	4.1	6.2
200	5.0	5.2	6.3	6.7
1600	5.0	5.2	6.3	8.4
4900	2.4	4.8	9.0	8.4

第 2 表 加水処理試料の泡立ち (攪拌法)

加水量 (%)	起 泡 力		安 定 度	
	濃厚卵白	水様卵白	濃厚卵白	水様卵白
0	2.9	3.7	3.7	4.8
20	3.0	4.6	4.1	4.2
100	3.2	4.4	7.8	4.1
200	3.0	4.0	11.8	4.3
400	2.7	3.8	11.9	6.9
800	—*	3.7	—*	8.4

* 測定不能

第 3 表 加水処理試料の比粘度及び沈殿物量

加水量 (%)	比 粘 度		沈 殿 物 量 (%)	
	濃厚卵白	水様卵白	濃厚卵白	水様卵白
0	5.49	2.16	0	0
20	4.35	2.02	0	0
100	2.29	1.26	2.2	0.9
200	1.35	1.20	1.9	1.9
400	1.25	1.11	2.5	2.0
800	1.03	—	2.1	1.5

第 4 表 pH 調整処理試料の泡立ち (送気法)

pH	起 泡 力		安 定 度	
	濃厚卵白	水様卵白	濃厚卵白	水様卵白
2.5	(7.3)*	—	4.5	—
4.2	(6.4)*	(6.4)*	4.8	4.5
5.9	(6.5)*	(6.2)*	4.7	4.6
7.2	6.3	—	4.7	—
8.2	6.0	6.1	5.0	5.4
9.1	—	6.3	—	6.2
10.5	5.7	6.1	5.2	6.3

* 3 分間送気した場合の測定値

第 5 表 pH 調整処理試料の泡立ち (攪拌法)

pH	起 泡 力		安 定 度	
	濃厚卵白	水様卵白	濃厚卵白	水様卵白
4.6	4.9	4.2	2.4	3.9
5.3	3.5	3.6	5.7	4.7
8.1	3.0	4.0	8.7	5.0
9.2	2.7	3.5	11.1	5.3

第 6 表 pH 調整処理試料の沈殿物量

試料名	pH			
	4.2	5.9	7.2	8.2
沈殿物量 (%)	2.5	2.8	1.9	1.8
濃厚卵白	1.	1.1	—	1.1
水様卵白	—	—	—	—

第 7 表 貯蔵卵卵白の泡立ち (送気法)

貯蔵 日数	pH	起 泡 力		安 定 度	
		濃厚卵白	水様卵白	濃厚卵白	水様卵白
0	7.8	5.5	5.6	3.3	5.9
3	9.2	5.9	5.7	4.3	6.1
6	9.3	5.6	5.9	4.6	6.1
20	9.3	5.6	5.4	5.6	5.2

第 9 表 蔗糖添加処理試料の泡立ち

添加量 (%)	比粘度	起 泡 力		安 定 度	
		送気法	攪拌法	送気法	攪拌法
0	2.10	5.7	3.9	5.8	4.9
10	2.48	5.0	4.9	5.5	3.1
20	3.39	4.5	4.6	5.4	1.9
50	5.67	4.9	3.5	5.1	2.3
100	20.8	4.5	2.5	4.9	0

第 8 表 貯蔵卵卵白の泡立ち (攪拌法)

貯蔵 日数	pH	起 泡 力		安 定 度	
		濃厚卵白	水様卵白	濃厚卵白	水様卵白
0	7.8	3.0	3.7	3.7	4.8
3	9.2	3.3	3.5	3.8	4.2
6	9.3	3.3	3.8	4.1	4.2
20	9.3	3.4	3.6	4.5	4.2

第 10 表 大豆油添加処理試料の泡立ち

添加量 (%)	起 泡 力		安 定 度	
	送気法	攪拌法	送気法	攪拌法
0	5.7	3.9	5.8	4.9
0.05	—	2.9	—	8.3
0.1	—	2.0	—	14.9
0.2	—	1.5	—	23.0
2.0	5.6	—	5.9	—

測定結果は送気法については第 4 表, 攪拌法については第 5 表に示す通りである。

また加水処理の場合と同様にして処理試料中の沈殿物を測定し, 卵白全窒素量に対する百分率として表示する。分析結果は第 6 表に示す通りである。

(3) 貯蔵処理の場合: 産卵後 24 時間以内の無精卵をそのまま 30° に貯蔵して 0, 3, 6 及び 20 日後に割卵し, その卵白につき濃厚卵白と水様卵白とを分離する。この両卵白について, 前報に記載した方法に従ってそれぞれ各貯蔵期間についての泡立ち測定用試料を調製する。測定結果は送気法については第 7 表, 攪拌法については第 8 表に示す通りである。

(4) 添加処理の場合: 添加処理の場合は, 実験の都合上水様卵白の供試料のみについて行なった。

(a) 蔗糖の添加: 水様卵白の供試料につき, 蔗糖を 0, 10, 20, 50 及び 100% 添加して泡立ちの測定を行なう。また各添加処理試料については比粘度の測定を行なう。送気法及び攪拌法による測定結果をまとめて表示すると第 9 表に示す通りである。

(b) 大豆油の添加: 水様卵白の供試料につき, 大豆油を 0~2% の範囲で添加して泡立ちの測定を行なう。送気法及び攪拌による測定結果をまとめて表示すると第 10 表に示す通りである。

考 察

1. 加水処理試料の泡立ちの測定結果について 第 1 表及び第 2 表において, 供試料の泡立ちに及ぼす加水処理の影響には濃厚卵白と水様卵白とで相異は認められない。しかし, 起泡力の測定結果において, 送気法と攪拌法の間には明瞭な相異が認められる。すなわち, 送気法による供試料の起泡力は 1.600% までの加水処理を行なっても変化が認められない。これに対し攪拌法による起泡力は 100% までの加水処理によって加水により漸増するが, 200% 以上の加水処理により急に減少することが認められる。なお, 安定度については, 両方法による測定結果とも 100% 以上の加水処理試料において除々に減少することが認められる。

この両方法による起泡力の測定結果の相異については, 攪拌法より送気法によって卵白が起泡され易いことによるものと考えられる。すなわち, 両方法について泡立ちの測定可能な希釈限界を比較すると, 送気法の場合は 50 倍であるのに対し, 攪拌法の場合は 9 倍であり, 送気法は攪拌法よりはるかに高倍率の希釈試料においても泡立ちの測定が可能である。また, 送気法において希釈試料の起泡力が未処理試料の起泡力と変らないことは, 卵白の起泡性を示す蛋白質の濃度が卵白中における場合の約 1/50 の濃度で充分であることを示すものと考えられる。よってこれ以上の高濃度においては, 外的条件による起泡力の変化に対する緩衝作用を示すものと考えられる。従って 100% までの加水処理の攪拌法による測定値に認められた起泡力の僅小な変化は, 送気法によって測定できなかったものと考えられる。

次に攪拌法による測定結果において, 200% 以上の加水処理によって起泡力が低下するのは, 加水により蛋白濃度が減少することによるものと考えられる。また, 100% 迄の加水処理によって起泡力が増加することについては次の様に考えられる。すなわち第 3 表において, 供試料を加水処理した際に生ずる沈殿物は 100% 以上の加

水処理ではほぼ一定であることが認められる。また濃厚卵白においては、水様卵白におけるより沈殿物の量が僅に多いことが認められる。従来、卵白を水又は希薄塩類溶液で希釈する際に生ずる沈殿物は ovomucin であるとされている⁽⁶⁾。よって、供試料に 100% 以上加水した場合に生ずる沈殿物は、ovomucin そのもの乃至は大部分が ovomucin より成るものと考えられる。しかも ovomucin は加水処理により容易に沈殿するために、100% 以下の加水処理においても、加水処理を行なわなかった場合に比べて若干その性質を変えているものと考えられる。この様に考えると 100% 迄の加水処理試料の攪拌法による測定結果は ovomucin の性質の変化によるものと考えられる。

2. pH 調整処理試料の泡立ちの測定結果について 第4表及び第5表において、供試料の泡立ちに及ぼす pH 調整処理の影響には濃厚卵白と水様卵白とで相異は認められない。しかし、送気法と攪拌法の測定結果の間には明瞭な相異が認められる。すなわち、送気法においては試料の pH を 7 以下に調整すると、生ずる泡沫は連続せず切れ切れの小泡柱となり、前報で規定した測定条件による起泡力の測定は不可能となる（第4表には連続した泡沫の柱が得られる最大の連続通気時間として3分間送気した場合の泡沫の高さより求めた起泡力の値を括弧内に表示した）。これに対し攪拌法においては、試料の pH をどの様に調整しても起泡力の測定は可能であり、この場合 pH 4.7~9.3 の範囲においては起泡力、安定度ともに酸性側で著しく増加し、アルカリ側で減少することが認められる。

次に pH 調整処理において生成する沈殿物については、第6表に示すように濃厚卵白と水様卵白の場合でその量を異にするが、両試料ともに実験を行なったすべての pH 範囲に渡って 1~3% の沈殿物を生ずることが認められる。これは pH 調整後試料を約2倍に希釈するため沈殿が生ずるのであって、沈殿物は先に記載したように ovomucin そのもの乃至は大部分が ovomucin より成ると考えられる。よって pH 調整処理を行なった試料からは ovomucin が除かれているものと考えられる。このように考えて第4表及び第5表の結果につき考察すると次のようになる。すなわち一般に蛋白質の泡立ちは、その等電点附近において最大となるといわれている⁽⁷⁾。卵白の場合はその主要構成蛋白質である ovalbumin を初め、ovomucoid, conalbumin らすべて酸性側に等電点をもち、アルカリ性側に等電点を有する蛋白質は極めて少い。従って卵白全体として考えると、大体 pH 5 附近において一番荷電が少いものと考えられ、本実験における測定結果もこの pH 域における泡立ちが良いことを示している。なお送気法による測定結果についても同様のことが考えられるが、この場合酸性側における起泡力の測定値が得られないため、攪拌法による測定結果との比較はできない。この原因については今後なお検討を行なう予定である。

3. 貯蔵卵白の泡立ちの測定結果について 第7表及び第8表において、貯蔵卵白の泡立ちに及ぼす貯蔵期間の影響には、測定法の相異による差異は認められない。すなわち、起泡力については両卵白ともに貯蔵期間による変化は認められない。しかし安定度については、濃厚卵白において貯蔵初期に減少しており、水様卵白において全貯蔵期間を通じて僅に増加していることが認められる。

また、貯蔵卵白の pH は貯蔵3日迄に著しく上昇し以後の貯蔵期間ではほぼ一定であることが認められる。この0日及び3日貯蔵した卵白、すなわち pH 7.8 及び 9.2 となった卵白の泡立ちの攪拌法による測定値を、第5表における pH 調整処理試料の攪拌法による測定値と比較すると、この間に明瞭な相異が認められる。すなわち後者においては、試料の pH がアルカリ性になるにつれて泡立ちは著しく減少しているのに対し、前者においてはこの間の変化は極く僅かであることが認められる。この2つの測定結果が相異なる原因については、後者において pH 調整処理の際、試料を2倍に希釈するため試料の蛋白濃度並びに無機イオン濃度が減少すること、及び加水によって ovomucin が除かれることなどが考えられる。

4. 添加処理試料の泡立ちの測定結果について

(1) 蔗糖添加の場合： 第9表において蔗糖添加処理試料の泡立ちの測定結果は、両方法ともほぼ同じであることが認められる。すなわち起泡力については、攪拌法において10% 迄の添加処理で増加することを除けば、これ以上の添加処理においては両方法による測定値とも減少することが認められる。また安定度については、両方法ともに蔗糖の添加量が増すにつれて増加することが認められる。しかし起泡力、安定度ともに攪拌法においては送気法に比べて処理の影響が大きくあらわれることが認められる。この両方法による泡立ちの測定結果の相異は、これまでに考察したように試料の蛋白濃度が高いため送気法によっては処理による僅かな変化を測定し難

いことにより生じたものと考えられる。

(2) 大豆油添加の場合：第 10 表において、大豆油を添加した試料の泡立ちの測定結果は、両方法によって著しく異なることが認められる。すなわち、添加した大豆油が試料の表面のみに存在するため、試料の下部から通気起泡せしめる送気法においては、その泡立ちに対する大豆油添加の影響は認められない。これに対し攪拌法においては、大豆油の添加により試料の泡成ちは減少し、0.2% 以上の添加で安定な泡沫が得られず、測定は不可能となる。

要 約

(1) 鶏卵卵白の泡成ちの測定法としての送気法及び攪拌法の比較を行なう目的をもって、種々の処理を施した卵白について泡成ちの測定を行なった。

(2) ここで得られた各種処理卵白の泡成ちの測定結果から明らかとなった両方法の特徴を比較すると次の通りである。すなわち送気法は攪拌法に比し少量の試料で済み、その測定結果も大体において攪拌法の測定結果と一致する。しかし、一部の処理方法では測定が不可能となる場合（例：試料の pH を酸性に調整した場合）があり、またその処理の影響を調べることができない場合（例：大豆油を添加した場合）がある。

これに対し、攪拌法はすべての処理卵白の泡成ちの測定が可能である。しかし、この測定のためには安定な泡沫が得られることを前提とする。よって不安定な泡沫しか得られない場合（例：1,000% 以上加水した場合）には攪拌法によっては測定できない。

（本報告は昭和 35 年 4 月、日本農芸化学会大会で講演した。）

(1) 中村 良, 佐藤 泰 : 本誌, 34, 746(1960).	Res., 9, 358 (1944).
(2) W. C. Henry, D. Barbour : <i>Ind. Eng. Chem.</i> , 25, 1054 (1933).	(5) A. L. Romanoff, A. J. Romanoff : <i>The avian Egg</i> , p. 395 (1949)
(3) M. I. Bailey : <i>Ind. Eng. Chem.</i> , 27, 973 (1935).	(6) T. B. Osborne, G. F. Campbell : <i>J. Am. Chem. Soc.</i> , 22, 422 (1900).
(4) A. L. Romanoff, A. J. Romanoff : <i>Food</i>	(7) J. J. Bikerman : <i>Foams</i> , p. 78 (1953).

〔農化 第 35 卷, 第 1 号, p. 17~20, 1961〕

ガスクロマトグラフィーによる酒精発酵副産物の研究 (I)*

平 友 恒 (京都女子大学)

昭和 35 年 7 月 13 日 受理

酒精発酵における副産物の研究は生化学的に興味深い問題であるが、酒精工業の立場から見ても重要な事で、それら副産物を除去することは酒精の品質を左右する最大の要素でもある。いわゆるフーゼル油がその副産物の主なものであるが、そのほかにアセトアルデヒド、アセタール、エステルなどがあり、またメチルアルコール、ジアセチルなども報告されている。著者はかつてフーゼル油の高沸点不飽和物についての研究を行ない^(1,2), methyl amylcarbinol, terpene 系炭化水素, terpene 系アルコールおよびセチルアルコールなどがそこに存在することを証明した。

また、酒精工場の初溜分の中にアセトアルデヒドおよびアセタールを検出し⁽³⁾, これらを定量した。

今回、著者はこれらの副産物をガスクロマトグラフィーによって今一度再検討することにし、差当って某酒精工場の蒸溜機について各塔の廃棄ガスの凝縮液 5 種の組成をしらべた。また、これに関連して市販の局方酒精 5 種および一級酒精 2 種について酒精発酵の副産物がどの程度に分布されているかを吟味し、それらの品質を判定したので報告する。

実 験 の 部

(I) 酒精工場の各蒸溜塔廃棄ガスの組成

a. 試料：某酒精工場のもろみ塔、抽出塔(アロパス塔)、精溜塔、精製塔および不純物処理塔の 5 つの蒸溜塔からの廃棄ガス凝縮液を用いた。

* An Investigation of the By-Products of Alcoholic Fermentation by Gas Chromatography. (1)
By Tomotsune TAIRA (Faculty of Domestic Science, Kyoto Women's University)