

# 高度ゲル化乾燥卵白の調製に関する研究

伊 佐 隆

Studies on a preparation of high-gelatable dried egg-white

Takashi Isa

## 緒 言

乾燥卵白(乾白)は、種々の食品加工現場において大変簡便なゲル化剤として頻繁に使用されている。しかし、そのゲル化能力には限界があり、さらに高いゲル化能を有する乾燥卵白が求められている。過去、これに関しては多くの研究報告が成されているが、まだまだ多くの課題が山積している。そこで、今回の研究の目的は、数種の脂肪酸による乾白のゲル強度への影響について検討することと、表面疎水性<sup>1)-2)</sup>に着目した溶剤、酸化剤および還元剤について検討することにおいた。

脂肪酸による乾白のゲル強化については、過去の報告<sup>3)-8)</sup>を参考にして、脂肪酸を界面活性剤として期待したものだが、一定の効果は得られたものの、満足すべき内容ではなかった。表面疎水性については、ブタノールなどの表面疎水性をアップさせる薬剤、あるいは「酸化」に着目した、ガスバリアー性の高い包材の使用によって顕著な効果が認められた。

## 材料および方法

乾燥卵白は、キューピー(株)で割卵した卵白液を少量(0.01%)の市販パン酵母の添加で脱糖した後、スプレードライ(ヘニングセン型Q P 200)で調製した。使用した脂肪酸は次の通りである。ラウリン酸 $C_{12-0}$ (新日本理化, ラウリン酸 P), ミリスチン酸 $C_{14-0}$ (新日本理化, ミリスチン酸), パルミチン酸 $C_{16-0}$ (新日本理化, パルミチン酸 P), ステアリン酸 $C_{18-0}$ (新日本理化, 雪印ステアリン酸, オレイン酸 $C_{18-1}$ (新日本理化, オレイン酸 D-100), リノール酸 $C_{18-2}$ (日本油脂, EXTRA LINOLEIC-90)。添加量は、それぞれ0.019%とした。

調製した乾白は、ハイゲル化の目的<sup>1)</sup>で水分量を9%に調整するため、定法に従って加湿した(PL-2F, タバイエスペック(株))。乾白水分量の実測値と、水分調整後の実測値は次のようであった。

	加 湿 前	加 湿 後
対 照	8.12%	8.84%
ラウリン酸	7.06%	8.84%
ミリスチン酸	7.00%	9.00%
パルミチン酸	6.93%	9.06%
ステアリン酸	7.56%	8.46%
オレイン酸	7.09%	9.15%
リノール酸	6.46%	9.00%

熱蔵も定法に従い、72℃でそれぞれ0, 5, 10, 15日間保存した。ゲル強度は、予め乾白と清水を1:7の比率で調整し混合した後、 $\phi 30\text{mm}$ のケーシングに詰め80℃、40min加熱固化したゲルについて次のように測定した。測定機器：FUDOH RHEO METER, プランジャー8mm, ステージ上昇速度6cm/min, n=3

表面疎水性の試験は次のように行った。水分調整後熱蔵する関係で、水分バリアー性の有無がハイゲル化にどう影響するか調べた。方法は、調製した乾白を次の包材に封入した後、すでに述べた方法でゲル化能を測定した。包材は、アルミ、ポリ袋とその二つの中間的性質の日東セロファン(株)製 (KOP 20 $\mu$ /LDPE 60 $\mu$ , AYK) の3つである。

疎水性の影響をみる目的では、関東化学(株)製一級ブタノール、酸化の影響をみる目的では、関東化学(株)製一級過硫酸アンモニウムを使用し、還元目的では関東化学(株)製一級しゅう酸を予めそれぞれ乾白に噴霧して熱蔵した。

試験は二通り行い、予備的に乾白K (キューピー(株)) に当該の薬剤を水分調整を兼ねて噴霧する方法と、生卵白に薬剤を混入させてスプレードライした後(K-200製法)、9%に水分調整し、熱蔵後にゲル化能を測定する方法をとった。

### 結果および考察

72℃でそれぞれ0, 5, 10, 15日保存した乾白については、水戻し後のpHを測定した後ゲル化し、ゲル強度を測定した。測定結果をTable 1に示す。結果を見ると、対照のゲル強度に比較して、それぞれの熱蔵試験区すべてで若干のゲル強化への影響はあるが、その効果は大きいものではなかった。ラウリン酸で効果があったという報告もあるが<sup>3)</sup>、今回の試験ではその効果はほかの脂肪酸と大差ないことも明らかになった。

次に、包材の検討結果を示す (Table 2)。本試験は、ブタノールが最も表面疎水性増大に効果があるという報告<sup>9)</sup>に基づいたもので、対照の加湿のみの試験区では差が出なかったが、ブタノール噴霧した場合、アルミ>AYK>ポリの順でゲル強度が増していた。やはりガスバリアー性はゲルなどの物性に影響を及ぼすようである。今後は、この種の試験にはアルミを使用する必要があるものと考えられる。また、今までの推論どうり表面疎水性は効いている

Table 1. Effect of some amino-acids on the gelating power of dried white-egg

	0 day		5 days		10 days		15 days	
	pH	gel-power	pH	gel-power	pH	gel-power	pH	gel-power
control	7.96	94.5	7.54	156.3	7.50	207.7	7.47	250.3
lauric acid	7.41	93.5	7.28	184.3	7.25	269.0	7.23	286.3
myristic acid	7.68	101.0	7.51	188.3	7.47	256.8	7.45	284.3
palmitic acid	7.67	99.6	7.51	190.0	7.47	248.0	7.44	294.0
atearic acid	7.70	106.8	7.54	177.3	7.50	234.3	7.48	268.0
oleic acid	7.38	90.0	7.27	152.1	7.23	279.1	7.22	281.0
linoleic acid	7.77	96.4	7.59	188.6	7.52	263.1	7.50	293.5

gel-power : g/cm<sup>2</sup>

Table 2. Effect of covering films on the gelating power of dried white-egg

		0 day		5 days	
		pH	gel-power	pH	gel-power
H <sub>2</sub> O	aluminium	6.45	144.3	6.51	285.3
	polyethylene	6.47	152.8	6.47	274.2
	AYK	6.48	152.1	6.47	278.5
butyl alcohol (0.5%)	aluminium	6.48	148.8	6.54	385.9
	polyethylene	6.49	149.5	6.51	278.9
	AYK	6.49	144.6	6.52	306.1

gel-power : g/cm<sup>2</sup>

Table 3. Effect of persulfuric ammonium on the gelating power of dried white-egg

	0 day	5 days	10 days	15 days
control	142.0	304.2	393.3	454.0
persulfuric- ammonium(0.5%)	162.0	291.2	364.4	441.0

gel-power : g/cm<sup>2</sup>

ことが示唆された。

酸化剤として代表的かつ最も効果的な薬剤（過硫酸アンモニウム）について試験し、酸化の影響を検討した結果を Table 3 に示す。これも有意差のない結果であり、少なくとも本試験方法による効果はないことが判った。しかし、本試験はスプレードライしたものではなく、粉体への直接噴霧なので薬剤が本当は作用していないことも考えられ、やはり正規に卵白から立ち上げた K-200 製法をとらないと定かには考察できないかもしれない。

Table 4. Effect of oxalic acid and butyl alcohol on the gelating power of dried white-egg

	0 day	5 days	10 days	15 days
control	219.2	394.7	480.7	551.2
oxalic acid(2.0%)	—	482.3	506.4	545.5
butyl alcohol(1.0%)	175.5	481.7	447.2	314.6

gel-power : g/cm<sup>2</sup>  
— : impossible for measurement

Table 5. Effect of persulfuric ammonium on the gelating power of dried white-egg by K200-producing method

	0 day		5 days		10 days		15 days	
	pH	gel-power	pH	gel-power	pH	gel-power	pH	gel-power
control	7.75	101.4	7.26	341.0	7.30	433.5	7.32	488.9
200 ppm	7.71	97.5	6.82	372.9	6.88	503.8	6.87	535.4
1000 ppm	5.80	—	5.72	451.3	5.81	561.5	5.81	560.2
5000 ppm	4.84	—	4.90	473.2	5.01	—	5.01	—

gel-power : g/cm<sup>2</sup>  
— : impossible for measurement

予備的な結果ではあったが、酸化の効果はないことが判った。原理的に考えると酸化は効果がある筈であり、還元は逆の作用と思われるが<sup>10)</sup>、これも予備的に試験した結果を Table 4 に示した。熱蔵5日目の段階では、確かにしゅう酸にもブタノールと同様の効果が認められるが、さらに日数が経過すると、対照との差がなくなり、ブタノールの場合には逆にゲル強度の低下が観察された。これだけで断定的なことは言えないし、本試験も予備的なものであり、これも酸化の場合と同様に卵白からの立ち上げでないと明確なことはいえない。

今まで、乾白Kに各種薬剤を添加して熱蔵した場合のゲル強度への影響について検討してきたが、必ずしも効果的ではなかったもので、次にK-200の製法と酸化剤との併用を試みた。スプレードライ後は、過硫酸アンモニウム添加濃度が高くなるにつれて乾白が着色し、ピンク系乾白となったが、pH や水分含量には大きな変化は認められなかった。Table 5 から判るように、過硫酸アンモニウム濃度の増加につれてゲル化力の強化も観察された。しかし、過硫酸アンモニウム溶液は、熱蔵後に自らが還元され酸性となるために、濃度の増加につれて熱蔵水戻し後の pH の低下が認められた。そのためと考えているが、過硫酸アンモニウム溶液添加濃度を5000ppmにすると、加熱後のゲルはボソボソで測定不能であった。しかし、200 ppm 程度の低濃度でも効果が認められており、このくらいだと pH 低下もさほど著しくないもので、今後「酸化」には注目すべきのように考えられる。ただ、過硫酸アンモニウムは実用

的ではないので、次は過酸化水素など、食品添加物として使用可能な物質を検討してゆく必要がある。なお、過硫酸アンモニウム添加濃度の増加および保存日数の経過とともに、調製した乾白の溶解性は著しく落ちていた。表面疎水性との相関については、まだまだ検討せねばならないが、溶解性のことと合わせて何らかの関与を示唆しているのかもしれない。

#### 引用文献

- 1) K. Shimada *et al.*, J. Agri. Food Chem., 1988, 36, 1018.
- 2) B. C. Beuschel *et al.*, J. Food Sci., 1992, 57(3), 605.
- 3) 小松原ほか, キューピー(株)研究所報告書, 1992, C8-92-48.
- 4) 小松原ほか, キューピー(株)研究所報告書, 1992, C8-93-03.
- 5) 伊佐ほか, キューピー(株)研究所報告書, 1992, C8-92-74.
- 6) 伊佐ほか, キューピー(株)研究所報告書, 1992, C8-92-80.
- 7) Z. Haque *et al.* J. Agri. Food Chem., 1983, 31, 1231.
- 8) Z. Haque *et al.*, A. B. C., 1984, 48(4), 1099.
- 9) B. A. Margoshes, J. Food Sci., 1990, 55(6), 1753.
- 10) A. Kato *et al.*, J. Agri. Food Chem., 1989, 37, 433.