

卵蛋白の調理形態による人工消化率の変化 について 第 I 報

口 羽 章 子*

I 緒 言

食品を調理する目的の一つはその食品を消化しやすい形にかえることにある。澱粉性食品の消化については加熱の必要性が認められているが、蛋白性食品の消化に関しては加熱の必要性が充分検討されていない。

しかし蛋白性食品として代表的な卵白の消化率に関する研究は古くから行われ A. F. Morgan はイヌに卵白アルブミン40%含有飼料を与えて消化試験を行つた結果、消化率は50%前後できわめて悪いがこれを150°Cで18時間加熱すると antitryptic activity が破壊されて消化が良くなつたと述べている。⁽¹⁾

M.S. Rose, G. Macleod は人体については生および攪拌卵白の消化率は80%内外で差のないことを認めている。H. H. Scudamore 等も最近人体について同様な実験を行つた結果、生および加熱卵白の消化率の間にいちじるしい差がないと報告している。⁽²⁾

卵白の人工消化率については P. Frank, A. H. Bizarro, J. W. Palmer 等が研究し、H. Lineweaver, C. W. Murray は卵白中の Ovomuroid が Trypsin の消化作用を障害することを確認し、この Ovomuroid は pH9. 80°C の加熱で速やかにその作用を失うことを明らかにした。我国でも近藤は卵白の消化におよぼす加熱温度の影響を研究し加熱によつて消化率の上昇することを述べている。⁽³⁾

以上の諸研究の結果よりみると卵白と消化率の関係について多くの報告はあるが、卵白の調理形態による消化率の変化についての研究は充分なされていない。

本研究は実際調理を行う際の指針を得るため、最も一般的に行われている調理方法を基本として生卵白、半熟卵白、全熟卵白の人工消化試験を行なつた。ここにその成績を報告する。

II 実験方法

1. 試料

- (i) 産卵約48時間後の市販白色レグホン種鶏卵の卵白を用いた。

(ii) 消化酵素

日本薬局法含糖 Pepsin を用いその効力を Gross 法に準じて測定した。1g の含糖 Pepsin は40°Cにおいて15分間に Casein 量3.7g を消化した。

2. 調理方法

- (i) 半熟卵白は生卵白をビーカーにとり95°Cの恒温槽中に入れて3分間加熱し乳鉢で充分摺潰した。

- (ii) 全熟卵白は生卵白をビーカーにとり95°Cの恒温槽中に入れて13分間加熱し、乳鉢で充分摺潰した。

3. 人工消化液および消化の条件

調理された各々の試料約10g(生卵白として)をとり、300ccの三角コラスコに入れ含糖Pepsin 0.1g, 水100cc (HClでpHを1.6~1.8にする)を加えよく振盪して反応を進行させた。消化時間胃は内停滞時間を考慮して1時間、2時間、3時間とした。

4. 測定法

(i) 窒素測定

マイクロキールダール法⁽⁹⁾にて窒素量を測定した。

(ii) アミノ態窒素測定

各消化時間毎の反応液10ccをとりフォルモール滴定法⁽⁹⁾により測定した。

(iii) 消化率

窒素量とアミノ態窒素量との比率を求め消化率とした。

III 実験成績

1. 生卵白、半熟卵白、全熟卵白そのままの消化率

卵白をそのまま用い消化におよぼす調理方法の影響について実験を行つた成績は表1・図1の如くである。その結果生卵白の人工消化率は1時間で37.4%、2時間では47.5%、3時間では51.3%、また半熟卵白では1時間35.5%、2時間では41.4%、3時間では53.2%となり、生卵白と半熟卵白の消化率の差はみとめられなかつた。しかし全熟卵白においては1時間で

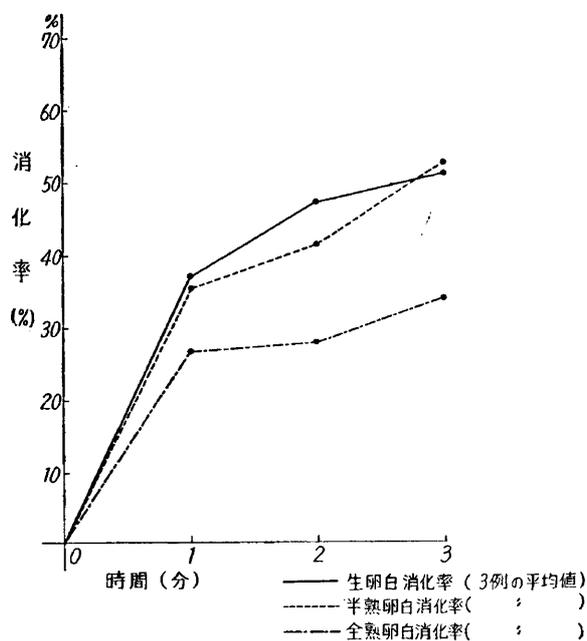
* 本学講師

表1. 卵白の消化におよぼす消化時間および調理法の影響

時 間	1 時 間				2 時 間				3 時 間				
	消総 化液 量 cc	窒 素 量 mg	ア 窒 素 量 態 mg	消 化 率 %	消総 化液 量 cc	窒 素 量 mg	ア 窒 素 量 態 mg	消 化 率 %	消総 化液 量 cc	窒 素 量 mg	ア 窒 素 量 態 mg	消 化 率 %	
生 卵 白	1	106	166.6	62.5	37.5	106	556.4	238.7	42.9	104	556.5	274.5	49.3
	2	105	166.1	62.3	37.5	106	443.7	222.3	50.1	103	443.5	233.3	52.6
	3	105	167.7	62.4	37.2	104	487.2	241.2	49.5	103	487.8	253.2	51.9
半 熟 卵 白	1	98	179.1	65.9	36.8	94	618.7	260.5	42.1	94	601.1	312.6	52.0
	2	97	185.5	64.0	34.5	90	656.1	263.1	40.1	88	642.8	342.0	53.0
	3	98	183.7	64.5	35.1	94	382.1	160.1	41.9	93	620.3	338.1	54.5
全 熟 卵 白	1	86	172.9	47.4	27.4	86	557.7	161.2	28.9	85	557.3	193.4	34.7
	2	88	186.6	47.4	25.4	88	600.0	163.8	27.3	87	599.3	196.6	32.8
	3	88	172.4	47.6	27.6	88	566.2	164.2	29.0	87	566.0	197.0	34.8

(註) 生卵白, 半熟卵白, 全熟卵白の実験結果の同一番号のものは夫々同一の卵白を用いたものである。

図1. 卵白の消化におよぼす消化時間および調理法の影響



28.6%, 2時間では28.4%, 3時間では34.1%で各々の消化時間において生および半熟卵白の消化率より12~15%劣る結果を得た(表1)(図1)。

2. 生卵白, 全熟卵白をホモゲナイズ(磨砕)した場合

ホモゲナイズした卵白の消化におよぼす調理法の影響について実験を行つたが生卵白は卵白に5倍の水を加えホモゲナイザーで5分間攪拌混合し, 全熟卵白は全熟卵白を乳鉢で充分摺潰して5倍の水を加えホモゲナイザーで5分間攪拌混合した。(表2.A)。また全熟卵白を同様に処理した後遠心分離し液状物(表2.B₁)と固形物(表2.B₂)に分別した。その成績は表2.図2.の如くである。その結果, 生卵白においては人工消化率は1時間では51.5%, 2時間では54.4%, 3時間では56.3%の結果を得た。全熟卵白においては試料A. B₁. B₂ 各々大差なく1時間では49.7%, 2時間では51.5%, 3時間では54.5%で, 生卵白の消化率と比較してその差はみとめられなかつた。(表2.)

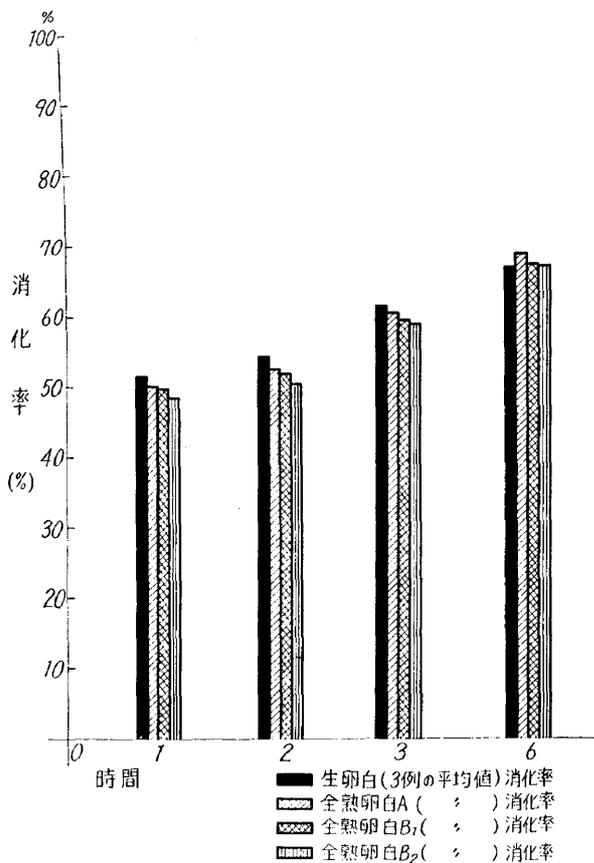
表2. ホモゲナイズした卵白の消化に及ぼす消化時間と調理法の影響

調理方法	時間	1 時 間		2 時 間		3 時 間		6 時 間		
		消化率	消化率	消化率	消化率	消化率	消化率	消化率	消化率	
消 化 率	生 卵 白	1	52.1	53.9	59.1	66.2				
		2	51.5	55.1	55.1	68.4				
		3	50.9	54.1	54.8	67.1				

消化率	全熟卵白		A	B ₁	B ₂	A	B ₁	B ₂	A	B ₂	B ₂	A	B ₁	B ₂
		1	49.8	49.5	46.7	52.4	51.6	48.7	55.1	54.4	54.8	68.8	67.8	67.2
		2	49.9	51.4	50.1	52.6	53.1	51.8	56.1	55.9	54.9	68.9	68.1	67.8
		3	50.1	48.4	48.5	51.8	50.7	50.6	55.8	52.1	52.0	68.7	67.1	67.0

(註) 生卵白, 半熟卵白, 全熟卵白の実験結果の同一番号のものは夫々同一の卵白を用いたものである。

図2. ホモゲナイズした卵白の消化におよぼす消化時間と調理法の影響



(図2.)

3. 全熟卵白粒子の消化におよぼす影響

全熟卵白の粒子の大きさが消化におよぼす影響について実験を行った成績は表3の如くである。その結果ガラス棒で砕いた卵白の消化率は、乳鉢で搗潰した卵白に比較し約15%低下した。(表3.)

表3. 全熟卵白粒子の消化に及ぼす影響

砕き方		消化時間
		3 時間
消化率	ガラス棒で砕いたもの	33.6%
	乳鉢で搗潰したもの	51.5%

IV 総括ならびに考察

卵白の調理形態による消化の影響を検討するために

生, 半熟, 全熟に調理された卵白を用い Pepsin の人工消化試験を行つた。その結果卵白の Pepsin による消化は、胃内停滞時間と考えられる3時間までに急速に消化された。それはホモゲナイズした卵白の場合でも同様の結果がえられた。

また生, 半熟卵白そのままの消化率はほぼ同値で良好であつたが、全熟卵白では約12~15%低下していることがみとめられた。所がホモゲナイズした卵白では生, 全熟卵白の消化率の差はみとめられなかつた。

さらに全熟卵白の粒子の大きさ(潰し方)は消化率に影響をおよぼし、粒子を小さくすればしないものより消化率を高めることが出来た。

以上の結果から考えると卵蛋白それ自身の消化率は生でも半熟でも全熟卵白でもほとんど差がなく、全熟卵白の消化が一見悪いように見えるのは卵白が凝固するため消化酵素が作用しにくいためと解される。したがつてこの点が解決すれば全熟卵白の消化率は他の調理卵白と同様の消化率を得る。近藤は90°C, 98°Cで10分間加熱した卵白は他の低い温度で加熱した卵白より消化率が劣ると述べているが、本実験において全熟卵白の消化率の低下する理由は他に原因のあることがあきらかになつた。

すなわち Pepsin による消化においては卵蛋白は加熱及び加熱程度の影響が殆どみとめられずに消化されることが判明し従来から胃内停滞時間の長いことをもつて全熟卵白は不消化であり、半熟卵白は最も消化がよいと考えられていたが、少くとも Pepsin による人工消化においては差は殆どなく、全熟卵白もホモゲナイズすれば同程度の消化率が得られることが判明した。

今回の実験を更に深く究明するため今後卵白の他の調理形態と Pepsin 消化との関係、および膵臓酵素の卵白に与える影響を研究し、調理形態と消化の関係を検討して行きたいと考えている。

本研究にあたり常に御懇切な御指導を下さいました京都大学医学部桂英補助教授に深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) Margan, A. F., Hunt, C. N., Aruich, L :
J. Nutrition **43**, 63 (1911)
- 2) Rose, M. S., Macleod, G. : J.Biol. Chem.
50, 83 (1922)
- 3) Scudamore, H. H., Morey, G. R., Consolazio,
C. F., G.H., Gordon, L. E., Lightbody, H.D.
and Fevoid, H. L : J. Nutrition **39**,
555 (1949)
- 4) Frank, P. : J.Biol. Chem. **9**, 463 (1911)
- 5) Bizarro, A. H. : J. Physiol. **46**.267, (1913)
- 6) Palmer, J. W. : J. Biol. Chem. **113**, 479
(1936)
- 7) Lineweaver, H., Murray, C.W. : J. Biol.
Chem. **171**, 565 (1947)
- 8) 近藤美十代 : 家政学雑誌 **5**, (1) 33 (1954)
- 9) 藤井暢三・生化学実験法, 定量編