

でん粉の膨化に関する研究 (第7報)

えびせんべいの品質改良の検討

杉本勝之

前報¹⁾において著者はばれいしょでん粉の膨化に及ぼす各種添加物の影響を検討した結果、低分子のグルタミン酸ナトリウム、グリシン、メチオニンなどのアミノ酸は膨化倍数を大にするが、高分子の卵アルブミンやポリペプトンは添加量が増加すると膨化倍数が低下することを認めた。

えびせんべいには近海で捕獲される新鮮なエビが原料として使用されるが、最近では冷凍ものも用いられており、イカを利用した製品もみられる。

そこでこれらのエビ、イカを原料とした製品の品質改良を図ることを目的として、焼き、加水量、添加量などの諸条件を変えて膨化品を試作し、参考として魚肉すり身を添加した場合の膨化についても検討したので報告する。

実 験 方 法

エビ2点(市販品)、冷凍エビ2点、イカ1点、イカ生地2点、魚肉すり身2点(SA, S級)を用い(第1表)、ばれいしょでん粉は中斜里工場の製品を用いた。

第1表 供試試料の分析値

品 名	水 分 (%)	蛋 白 質 (%)	備 考
1. エ ビ A	85.1	14.1	市販品(むきえび)
2. エ ビ B	88.7	9.3	市販品(インドネシア産)
3. エ ビ C	86.5	13.0	冷凍品
4. エ ビ D	87.3	11.7	冷凍品
5. イ カ	79.4	17.4	市販品(するめいか)
6. 魚肉すり身 A	75.6	17.0	SA級
7. 魚肉すり身 B	79.4	14.8	A級

2. 生地^生の調整方法と膨化試験方法

生地^生の調整方法は既報²⁾に準じて行い、餅生地^餅の自然乾燥は既報³⁾の方法により行い、膨化の度合いは膨化品の容積 (ml/g) として表した。

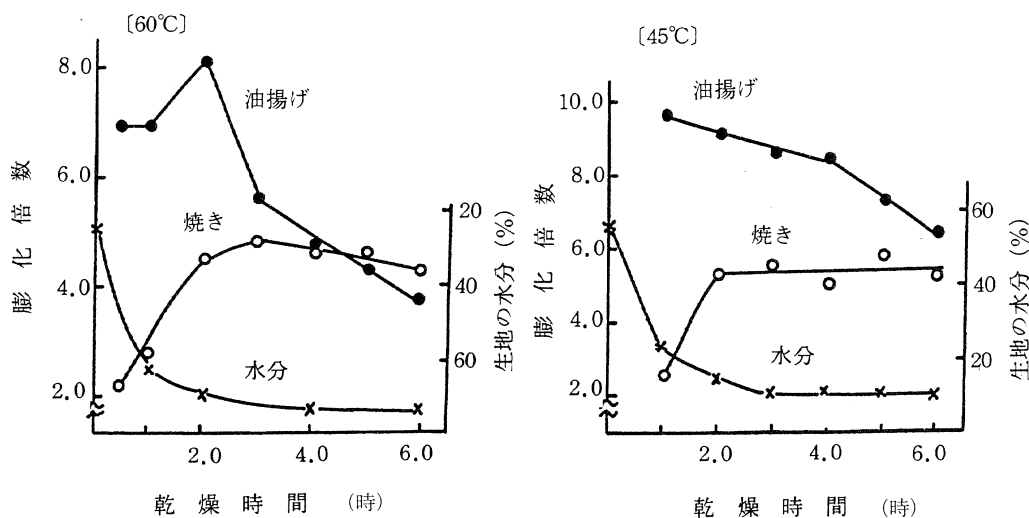
3. 膨化品の内部構造の観察

オリンパス化学工業^{光電工業株式}の製のズーム式三眼実体顕微鏡により膨化品の内部組織を観察した。

実 験 結 果

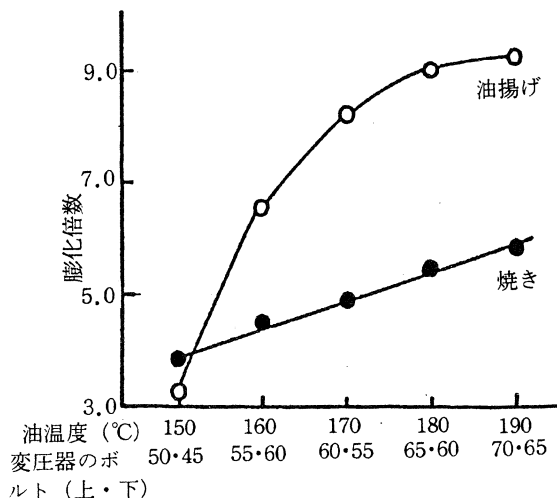
1. エビを添加したときの膨化性

エビを20g (100g でん粉) 添加したときの膨化倍数に及ぼす乾燥温度と時間の影響を第1図に示した。乾燥温度を60℃とした場合は2時間を過ぎると生地^生の水分が10%以下となり、特に油揚げで膨化倍数が急激に小となり、焼きでも45℃乾燥に比べて膨化倍数の低下が見られた。したがって、以下の乾燥条件ではでん粉単独の場合²⁾と同様に45℃と定めた。



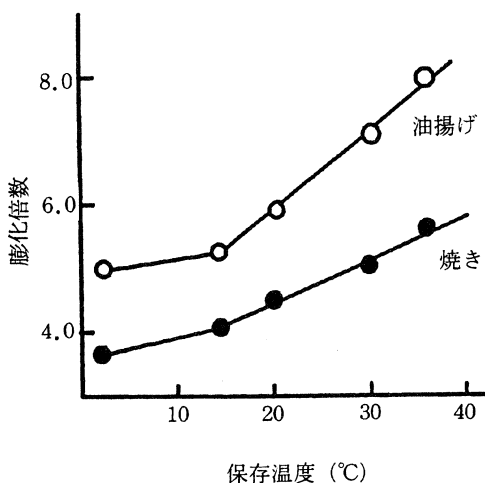
第1図 えび添加の場合の膨化倍数に及ぼす乾燥温度と時間の影響
でん粉：中斜里、えび：B（水分86.5%）、20g/100g でん粉

焼きおよび油揚げ条件と膨化倍数との関係を第2図に示した。焼きの場合は変圧器のボルト上昇とともに膨化倍数は直線的に増大したが、でん粉単独²⁾に比べてやや低い膨化倍数であった。しかし、油揚げではほぼ同じ値となった。



第2図 焼きおよび油揚げ条件と膨化倍数との関係 エビA (蛋白質14.1%)、20g/でん粉100g (中斜里) 加水量1:15、45℃・4時間乾燥

1.5



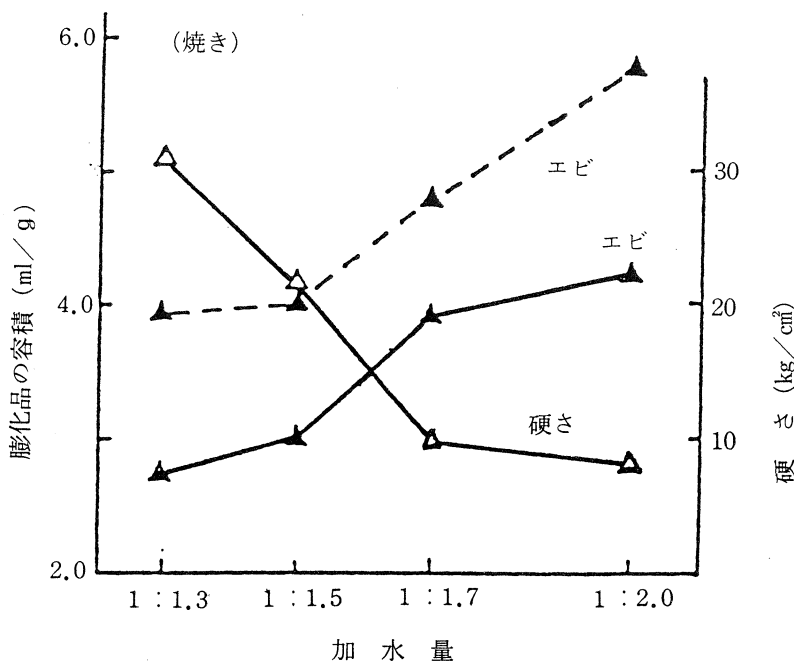
第3図 餅生地の保存温度と膨化倍数との関係 エビB 20g/でん粉100g (中斜里) 加水量1:15、45℃・4時間乾燥

1.5

餅生地の保存温度と膨化倍数との関係を第3図に示した。焼き、油揚げともに餅生地 of 保存温度が高くなるほど膨化倍数が大きくなる傾向がみられ、でん粉単独の場合とはまったく異なった現象が認められた。この原因として、エビ添加の場合は1:1.5 (無水固形分に対して1.5倍の水を加えたもの) の加水量ではでん粉の糊化が不十分となり、餅生地 of 保存中に老化が進んだためと推察される。したがって、餅生地 of 保存温度はでん粉単独の20℃よりやや高い温度が望ましいと考えられる。

これまでの実験結果から、エビを添加したときはでん粉単独の場合と同じ加水量では膨化倍数が小さくなることが明らかになったので、次に、エビ添加量を33.3gとして加水量の影響を検討した (第4図)。この結果、45℃・4時間乾燥では加水量が1:1.7になると容積が急激に増大し、自然乾燥の場合は30%ほど容積が大きくなった。

膨化品の硬さも加水量に著しく影響され、加水量が1:1.7になると軟らかい膨化品となる。これらの原因を究明するため実体顕微鏡により内部組織を観察した (第5図)。図のように、加水量1:1.3のものは大きく膨れた気泡はまったくみられず、加水量1:1.5のものでも糊のままであまり膨れていない組織が認められた。これに対して、加水量1:1.7になると膜も薄くなって全体が大きく膨れていた。

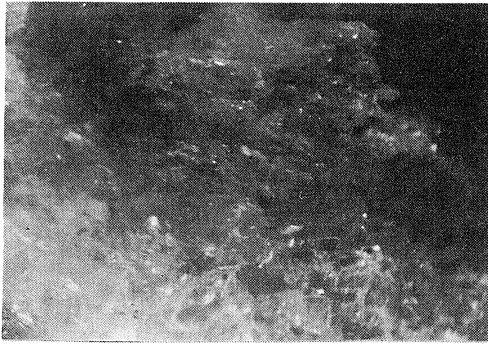


第4図 エビ添加時の加水量と膨化との関係
 エビA 33.3g/100gでん粉
自然乾燥、——45℃・4時間乾燥

したがって、エビ添加の場合は加水量1:1.5ではでん粉の糊化が不十分で、膨化品の容積が小さく、硬さも著しく大となることが明らかとなった。

次に、現場で膨化不良といわれる冷凍エビ(D)と正常な冷凍エビ(C)について膨化試験を行った結果を第6図に示した。エビ(D)では添加量が多くなると急激に膨化倍数が低下するが、正常なものは添加量が15%以上になってもそれほど膨化倍数の低下が見られなかった。膨化品の硬さもエビ(D)のものは添加量が多くなるほど大となった。蛋白質の含量はエビ(D)の方が少ないのに膨化に及ぼす影響は大きかった。

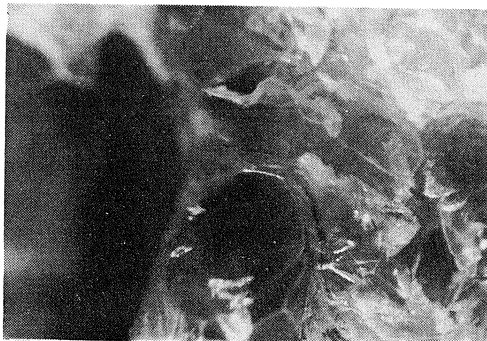
そこで、エビ20gにでん粉70gを配合し、加水量1:1.2の条件でプラストグラフによる粘度を測定したところ(図は省略)、エビ(D)添加の方が糊化開始温度が高くなった。このことから、エビ(D)の方がでん粉の初期の膨潤に大きく影響していると考えられ、前報¹⁾の結果からも糊化開始温度の上昇により膨化力が低下したものと考えられる。



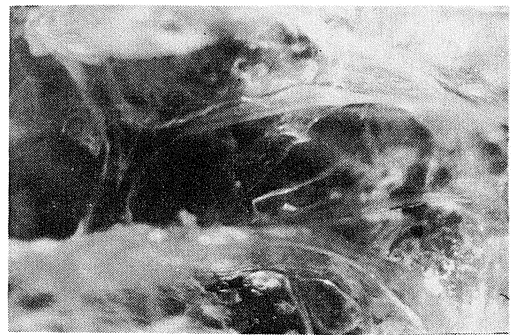
加水量 1 : 1.3



加水量 1 : 1.5



加水量 1 : 1.7



加水量 1 : 2.0 1.0mm

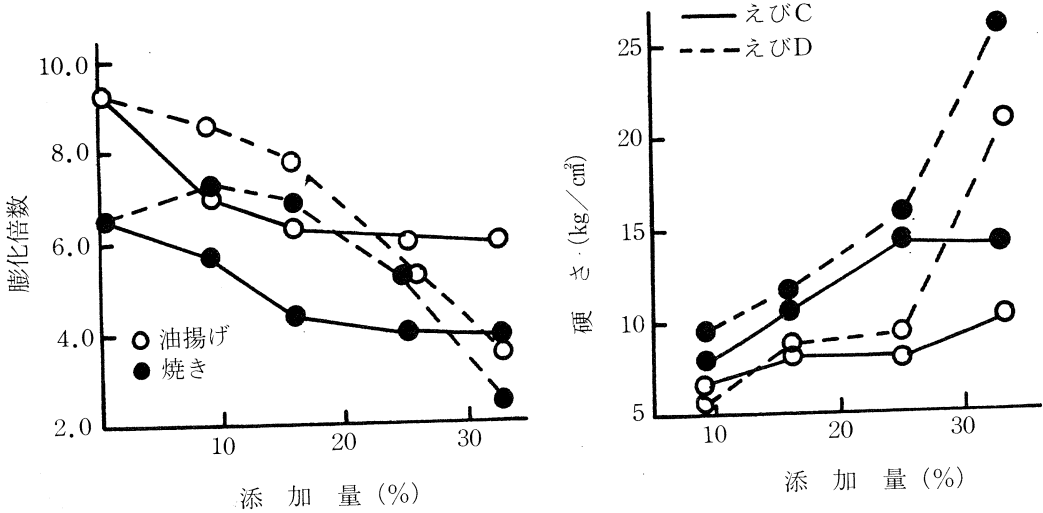
第5図 エビ添加の膨化品の組織に及ぼす加水量の影響

エビA 33.3g/100g 電粉(中斜里)、45℃・4時間乾燥

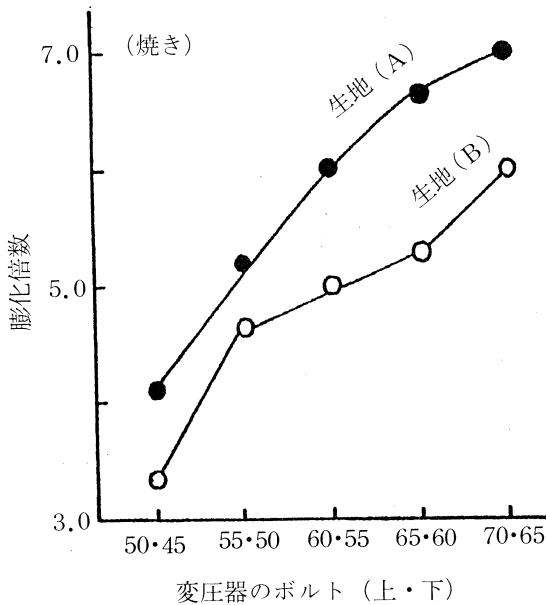
焼きによる膨加品 7/8

2. イカを添加したときの膨化性

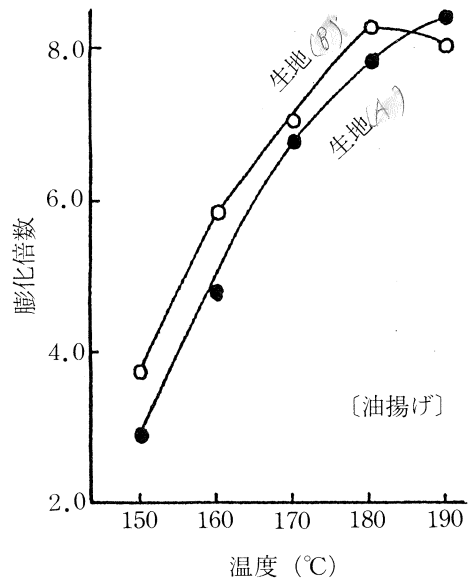
現場で膨化の度合が異なるといわれる生地A, Bを用いて焼き及び油揚げによる膨化試験を行なった結果を第7, 8図に示した。焼きの場合は第7図のように、蛋白質含量の高い生地Aの方が膨化倍数が大であった。油揚げでは生地A, Bとも変わらず温度の上昇とともに膨化倍数は大となった。



第6図 膨化倍数および硬さに及ぼすエビの添加量の影響
 エビC：水分86.5%、蛋白質13.0% (冷凍品)
 エビD：水分87.3%、蛋白質11.7% (冷凍品)
 加水量1：1.5 (固形物に対して)、45℃・4時間乾燥



第7図 イカ生地の焼き条件と膨化倍数との関係
 生地A：水分10.8%、蛋白質2.16%
 維持B：水分11.7%、蛋白質1.66%
 生地



第8図 イカ生地の油揚げ条件と膨化倍数との関係
 イカ生地A、Bは第7回と同じもの

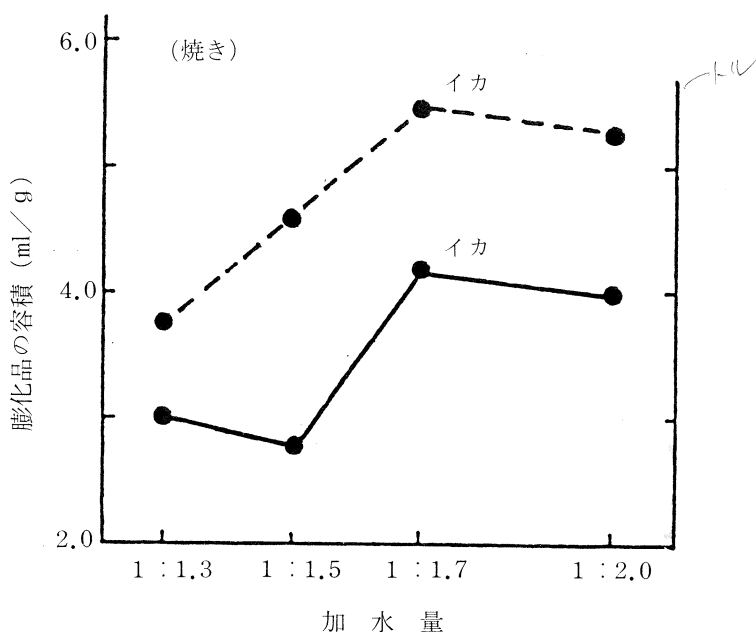
焼きによる膨化倍数の差を生ずる原因を明らかにするため、生地A、Bの水分を測定したところ生地A 10.8%、B 11.7%であった。そこで、生地A、Bを45℃で通風乾燥して、生地の水分含量を減少させて膨化させた結果、生地Aでは1時間乾燥（水分10.6%）で最高の膨化倍数（7.1）となり、それ以降は低下した。それに対して、生地Bでは乾燥時間が長くなるほど膨化倍数は大となり、3時間乾燥（水分10.2%）で6.2になった。

したがって、イカの種類による膨化への影響も考えられるが、焼きの場合は生地の水分含量も膨化倍数に大きく影響を及ぼすことが明らかになった。

次に、市販のイカを用いて、添加量33.3gの条件で加水量の影響を検討した結果を第9図に示した。第4図のエビ添加の場合と同様に加水量が1:1.7になると膨化品の容積が大となった。このため、イカを用いる場合もでん粉単独よりやや加水量を増すことが必要と考えられた。

3. 魚肉すり身を用いた膨化品

ねり製品の原料として用いられている冷凍すり身は昭和40年以降、魚肉に耐凍性を付与でき、排水処理を要しないことなどの利点があり、急激に生産量が増加している。したがって、でん粉せんべいの蛋白源として用いることもできるため、魚肉すり身の膨化性に及ぼす影響を検討した。



第9図 イカ添加時の加水量と膨化品の容積との関係
 ……自然乾燥、——45℃・4時間乾燥

最初に加水量の影響を検討した結果、エビ、イカ添加と同様に加水量が多くなるほど膨化倍数が大となり、加水量 1 : 1.3 では予備糊化時に糊が硬く、不均一となり、1 : 2.0 では型抜き時に餅生地がべたつき作業性が劣るため、加水量 1 : 1.7 が適当と考えられる。

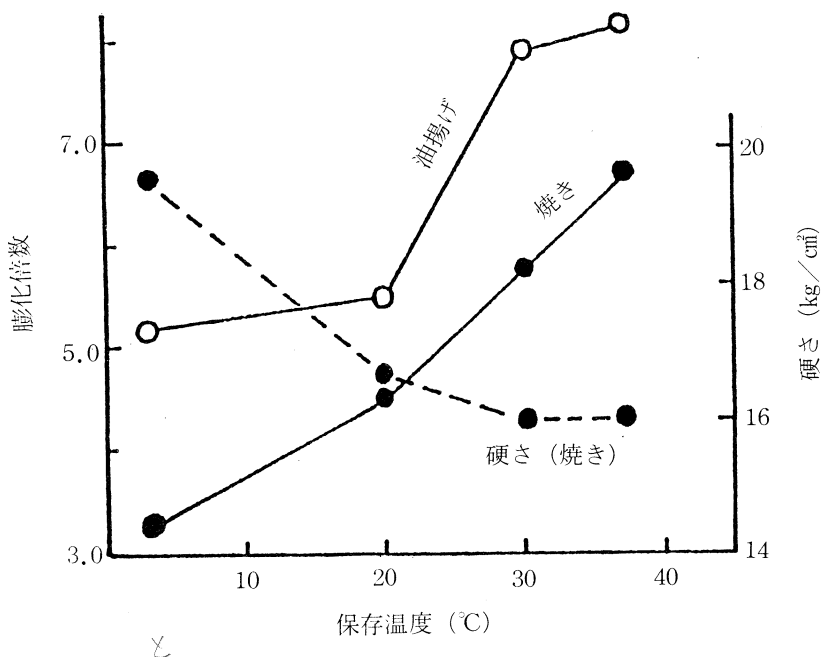
餅生地の保存温度と膨化倍数との関係を第10図に示した。焼き、油揚げとも保存温度が高くなるほど膨化倍数は大となり、第11図に示したように30℃、37℃保存のものは品質の良い膨化品となるが、37℃保存では餅生地の型抜き時にやや作業性が劣るため、30℃保存が適当と考えられる。

膨化品の硬さ（焼き）も第10図のように保存温度が高い程低下する傾向がみられた。

魚肉すり身添加の場合に膨化に及ぼす食塩、しょ糖などの添加物の影響を検討した。魚肉すり身 33 g / 100 g でん粉、保存温度 30℃、加水量 1 : 1.5 の場合の結果を第2表に示した。アミノ酸添加では膨化倍数は対照と差はみられないが、硬さはやや小となった。尿素、食塩添加では焼きでは膨化倍数を大にする効果がみられたが、油揚げでは差がなかった。

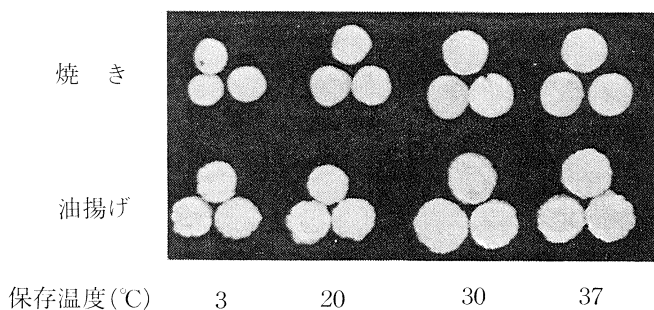
これらの添加物を混合して加えた場合、食塩添加量を 3 g としたときのみ膨化倍数の上昇がみられたが、それ以外の添加量では差がなかった。しかし、膨化品の硬さは単独添加よりもかなり小となる傾向がみられた。

尿素添加の膨化品は組織がやや荒くなり、食塩 5 g 添加では不透明なものとなった。そのため、食味の観点からも食塩添加量は 3 g / 100 g でん粉が適当と考えられる。



第10図 餅生地の保存温度の膨化倍数との関係

魚肉すり身 33.3 g / 100 g でん粉（中斜里）加水量 1 : 1.5、餅生地の乾燥 45℃・4時間



第11図 餅生地保存温度を変えた膨化品
第10図と同じ膨化品

考 察

これまでの実験から、エビ、イカ、魚肉すり身などの動物性蛋白質をでん粉に添加したとき、加水量が1:1.5よりも少ないときは膨化倍数が小となり、硬さも大となることが分ったので、その原因について考察を行った。

エビ、イカには水溶性成分もかなり含まれているので^{4, 5)} これらの成分の膨化への影響も考えられるが、魚肉すり身もほぼ同じ傾向がみられることから、蛋白質に共通した何らかの原因によるものと推察される。

そこで、でん粉100gに対してエビを0~40g添加し、加水量を1:1.5として生地を調整したときの加える水量について考察した(第3表)。ここで、エビの中に含まれる水分はでん粉の初期の膨潤には有効に利用されないと仮定して、この水分を除いた水を真の加水量とすると、添加量が増すほど真の加水量は著しく減少することになる(第3表)。

一方、岡村⁶⁾らは生魚肉の吸水力を測定し、3,400~3,800rpm, 5分間の遠心分離の条件でハモ肉の吸水力は60~120%とし、Hazlewood⁷⁾らはラットの胃の筋には少量の蛋白質などに非常に硬く結合している水があり、その外の水も生体高分子との相互作用により自由が束縛され、純水に比べるとはるかに動きがたい水と解釈している。

これらの報告と本実験の膨化試験の結果から、蛋白質の保水力はかなり高く、でん粉粒の初期の膨潤には蛋白質中の水は利用されないと考える方が膨化現象をよく説明できる。即ち、第3表のエビ添加量20gのとき、加水量1:1.7とするに要する水量は109.5mlとなり、このときの真の加水量は1:1.5となる。したがって、エビ約20%添加のときは加水量1:1.7の条件とすればでん粉単独1:1.5と同じ膨

第2表 魚肉すり身を添加した生地^{1.5}の膨化に及ぼす添加物の影響

添 加 物	添 加 量 (g/100gでん粉)	焼 き		油 揚 げ 膨張 ^{1.5} 倍数
		膨化倍数	硬さ (kg/cm ²)	
対 照	—	5.8	9.0	7.6
グリシン	3	5.6	6.5	7.9
グルタミン酸ナトリウム	3	5.6	8.8	6.9
アラニン	3	5.9	6.6	6.5
フェニルアラニン	3	6.5	5.8	8.7
尿 素	5	7.1	5.0	7.3
食 塩	5	9.1	7.1	7.5
しょ糖・食塩	5・2	5.9	4.8	7.2
グリシン・食塩	3・3	7.5	4.7	8.4
しょ糖・食塩・ グルタミン酸ナトリウム	5・2・1	6.0	3.6	6.8
しょ糖・食塩・グリシン	5・2・2	6.4	4.1	6.9

魚肉すり身（水分82.6%） 33g/100g でん粉（中斜里）

餅生地^{1.5}の保存温度 30℃，餅生地^{1.5}の乾燥 45℃・4時間

加水量 1：15，加熱 100℃・5分

第3表 エビ添加量を変化させたときの真の加水量の変化

でん粉／エ ビ		添加した水 (ml)	真の加水量 ¹⁾
(g)	(g)		
100	0	105.0	1：1.50
100	10	98.7	1：1.40
100	20	92.5	1：1.30
100	30	86.2	1：1.20
100	40	80.0	1：1.11

でん粉の水分18%，エビの水分85.0%

- 1) エビの水分は初期^{1.5}のでん粉の糊化には有効に利用されないと仮定し，これを除いた場合の全固形物に対する水の比を示す。

化力が得られるものと推察される。

以上の実験結果から、エビ、イカなどの動物生蛋白質を添加するでん粉せんべいの製造に当たってはでん粉単独の場合に比べて加水量を多くすること、餅生地 of 保存温度をやや高くすることを考慮する必要がある。

要 約

えびせんべいの品質改良を目的として、エビ、イカなどの動物性蛋白質を添加したときの焼き条件、加水量、添加量などの諸条件を変えたときの膨化性について検討を行った。

1. 焼きの場合は変圧器のボルト上昇とともに膨化倍数は直線的に増大したが、でん粉単独に比べやや低い値となった。

2. 焼き、油揚げともに餅生地 of 保存温度が高くなるほど膨化倍数は大となった。

3. 45℃、自然乾燥ともに加水量 1 : 1.7 になると急激に膨化品の容積が増大し、自然乾燥の場合は 45℃乾燥に比べて 30% ほど容積が大きくなった。

4. 現場で膨化不良といわれる冷凍エビは、プラストグラフによるでん粉の糊化開始温度を上昇させることが分かった。

5. 現場 of イカ生地 of 膨化不良の原因を調べた結果、焼きの場合は 1 % 程度の水分含量の差が膨化倍数に大きく影響することが明らかとなった。

6. 魚肉すり身を使用した場合は、アミノ酸添加では膨化倍数は対照と差はみられないが、硬さはやや小となった。尿素、食塩添加の場合は、焼きでは膨化倍数を大にする効果がみられたが、油揚げでは差がなかった。

文 献

- 1) 杉本ら：愛知食品工技年報，31，29 (1990)
- 2) 杉本ら：日食工誌，24，1 (1977)
- 3) 杉本ら：澱粉科学，26，241 (1979)
- 4) 鴻巣：日食工誌，20，432 (1973)
- 5) 武ら：栄養と食糧，17，268 (1967)
- 6) 岡村ら：日水誌，24 (10)，826 (1959)
- 7) C. F. Hazlewood et al. Nature, 222, 747 (1969)