

研究報文

白米餅米の澱粉の老化

平 友 恒*
高 橋 沢**
山 名 信 子***

緒 言

吾々が澱粉質を食する場合必ず α 澱粉化するがこの澱粉糊を常温に放置すると次第に β 化するこの現象を澱粉の老化 Retrogradation という。

老化は水分30~60%, 温度0°Cの時に最も起り易く冬期の餅或は米飯の老化が速かであるのはこの理由である。また澱粉の種類, 含量によっても老化の速度が異なり, 小麦澱粉, とうもろこしは特に老化が速く, これに反して, じゃがいも, さつまいも, タピオカ澱粉餅等は老化し難いと言われている。¹⁾

老化を防ぐには α 化したものを80°C以上で急速に水分を除くか, また0°C以下に冷して脱水するかして水分を15%以下にしたりして, おかき, ビスケット, 乾パン, 煎餅等の食品の様に α 化のままでとめる事が出来る。又大福餅が割合かたくなりにくいのは蔗糖が, 脱水剤として働いたためであると, いわれている, 又住木, 鈴木氏によれば長時間柔軟なる餅の製造法として餅に乳酸, 乳酸ソーダー, グルタミン酸チソーター, 粉末味噌, 粉末醤油等を添加すると半ヶ年柔軟で栄養上良好で, 食味上不快感がなかつた, と発表されている。²⁾

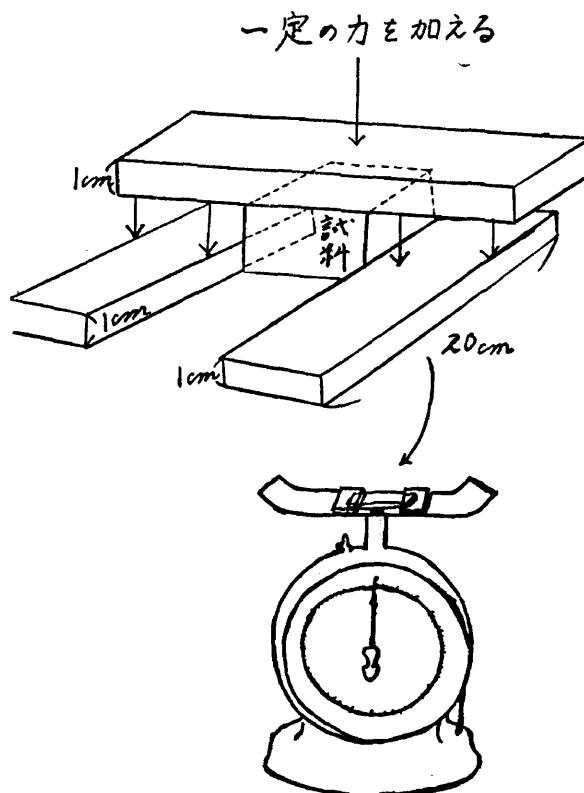
我々は老化を鑑定するために, 硬さ柔軟度を測定しその結果より粉別に見て餅粉の方が米粉より老化が遅く, 添加した場合は餅粉と米粉により異なり, 餅粉では糖類を添加したものより塩類を加えたものの方が老化が早く, 反対の現象が見られた。又添加した物の量の多少の関係は, 出来上つてから25~30時間は大差はないが, それ以後になると差が生じて来ることが明らかになった。蔗糖ばかりでなく塩類に於いても, 水に易溶性のものを, 澱粉糊に大量加えておけば, 澱粉の老化が起りがたくなる事が明らかになった。³⁾

実験の部

1 試料調製

実験材料として市販の米粉, 餅米粉, 及び両方の粉を同量づつ混合した粉に, 各塩類, 糖類を添加してその硬さを比較した。

粉100gに熱湯70ccを加え良く捏ね, 蒸気釜で30分間蒸しその後乳鉢にて100回づつつき上げ, 高さ2cmタテ, ヨコ10cmの型に伸ばした物を試料とし, 測定のために2cm角に切り, 室温(30°C)冷蔵庫(4°C)に放置し, 各時間毎に冷蔵庫の方は30°Cにまでもどし, 下図の測定方法により硬さを測定した。



第一図

Ⅱ 実験結果

添加，測定した結果，第1表，第2表，及び第2図，

1) 餅米粉に各糖類，塩類を5%，10%，20%，50% 3図，4図の如くであった。

第1表 餅粉に各塩類を添加したもの。

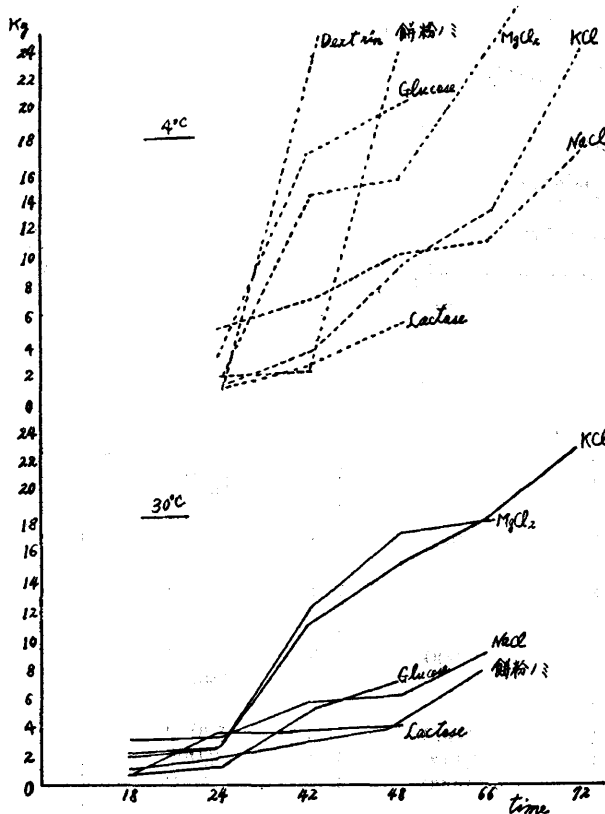
	経時 過間	温度	餅 粉	高 さ	NaCl	高 さ	KCl	高 さ	MgCl ₂	高 さ
5 %	18	30°C	1200g	2.0	3000g	2.0	2000g	2.1	2100g	2.0
	24		1900	2.0	3200	2.0	2400	1.8	2200	1.9
	42		3000	1.9	5500	1.8	12000	1.7	11000	1.9
	48		4000	1.9	6000	1.8	17000	1.7	15000	1.8
	66		7000	1.9	9000	1.6	18000	1.6	18000	1.7
	72		8000	1.9	15000	1.6	23000	1.5	—	—
	24	4°C	2000	1.9	5100	1.8	1300	2.1	1900	2.0
	42		2200	1.9	7000	1.7	9000	1.9	14000	1.9
	48		25000	1.8	10000	1.7	25000	1.7	15000	1.8
	66		—	—	11000	1.6	25000	1.7	—	—
	72		—	—	—	—	—	—	—	—
	18	30°C	NaCl	高 さ	KCl	高 さ	MgCl ₂	高 さ	—	—
	24		3200	2.5	1800	2.0	2900	2.0	—	—
	42		3500	2.4	2000	2.0	3800	1.8	—	—
	48		4000	2.0	2300	1.5	13000	1.8	—	—
	66		4000	2.0	9000	1.5	15000	1.7	—	—
	72		7000	2.0	10000	1.5	—	—	—	—
10%	72	4°C	11000	1.9	10000	1.5	—	—	—	—
	24		3500	2.5	1200	1.7	3700	1.9	—	—
	42		7000	2.4	1300	1.7	15000	1.8	—	—
	48		7500	2.4	2500	1.7	17000	1.8	—	—
	66		8000	2.4	10000	1.4	—	—	—	—
	72		8000	2.4	19000	1.6	—	—	—	—
	18	30°C	KCl	高 さ	MgCl ₂	高 さ	—	—	—	—
	24		1600	1.9	2900	2.0	—	—	—	—
	42		2800	1.9	3000	1.9	—	—	—	—
	48		3500	1.9	12000	1.9	—	—	—	—
	66		4000	1.9	12000	1.9	—	—	—	—
	72		7000	1.8	14500	1.8	—	—	—	—
20%	72	4°C	9000	1.7	21000	1.7	—	—	—	—
	24		2200	2.0	1300	2.0	—	—	—	—
	42		2300	1.7	7000	1.9	—	—	—	—
	48		2600	1.6	15000	1.9	—	—	—	—
	66		4000	1.5	18000	1.8	—	—	—	—
	72		7500	1.5	—	—	—	—	—	—

第2表 餅粉に各糖類を添加したもの

	経時 過間	温度	Glucose	高 さ	Lactose	高 さ	Dextrin	高 さ
5 %	18	30°C	600g	2.0	700g	2.1	1000g	2.1
	24		1200	1.7	1000	2.0	1400	2.1
	42		5000	1.5	3300	2.0	7000	1.7
	48		7000	1.4	3600	2.0	7000	1.7
	24	4°C	3200	2.1	1000	1.8	1200	1.7
	42		17000	2.0	2300	1.7	—	—
	48		20000	1.7	3600	1.5	—	—
	18	30°C	Glucose	高 さ	Lactose	高 さ	Dextrin	高 さ
	24		1300	1.8	700	2.0	1900	2.0
	42		2200	1.7	1200	2.0	2800	2.0
	48		8000	1.7	2500	2.0	17000	1.9
	66		—	—	3000	2.0	—	—
	72		—	—	—	—	—	—
10%	72	4°C	2700	1.7	1200	1.8	2800	1.9
	24		15000	1.6	2500	1.8	—	—
	42		—	—	16000	1.5	—	—
	48		—	—	—	—	—	—
	18	30°C	Glucose	高 さ	Lactose	高 さ	Dextrin	高 さ
	24		1300	1.8	700	2.0	1900	2.0
	42		2200	1.7	1200	2.0	2800	2.0
	48		8000	1.7	2500	2.0	17000	1.9
	66		—	—	3000	2.0	—	—
	72		—	—	—	—	—	—

	経過時間	温度	Glucose	高さ	Lactose	高さ	Dextrin	高さ
20%	18	30°C	900	1.9	900	2.0	9000	2.1
	24		1100	1.8	1300	2.0	16000	1.8
	42		2600	1.8	2300	2.0	19000	1.8
	48		5500	1.2	2500	1.9	—	—
	24	4°C	1100	1.7	1100	2.0	15000	2.0
	42		1100	1.4	13000	2.0	—	—
	48		2300	1.4	—	—	—	—
	48		—	—	—	—	—	—
	経過時間	温度	Suger 20%	高さ	Suger 50%	高さ		
20%	18	30°C	2300	2.3	2900	2.5		
	24		2600	2.2	3700	2.4		
	42		6000	2.2	9000	2.4		
	48		9000	2.1	12000	2.3		
	24	4°C	2600	2.2	5500	2.7		
	42		10000	2.0	10000	2.0		
	48		15000	2.0	15000	1.6		
	48		—	—	—	—		

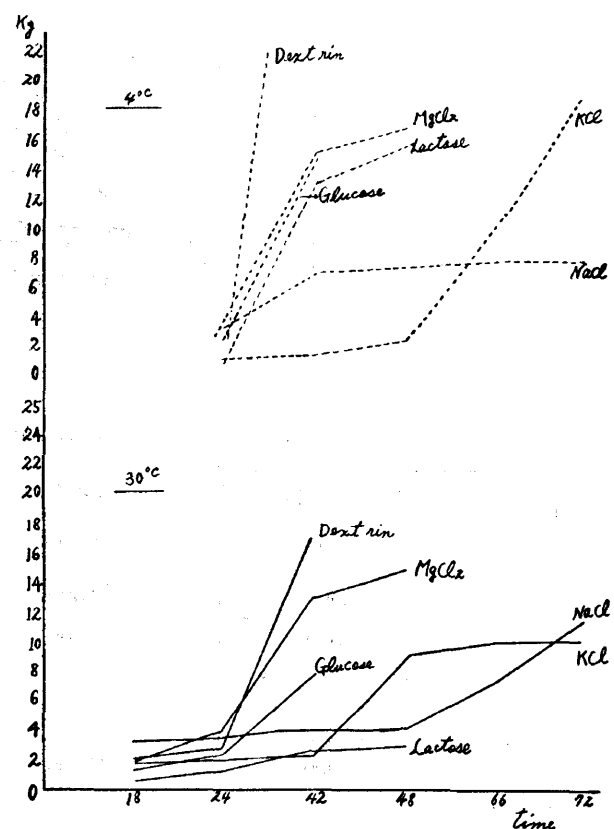
第2図 餅粉に塩類糖類を5%添加したもの



以上の結果から餅を作って20時間位は塩類、糖類ともたいして差はないが、それ以後は差が大きく開き、やはり糖類の方が軟く中でも砂糖よりも乳糖、Glucoseの方が老化が遅く、次いでKCl, NaClが遅い程度であった。

Dextrinが一番老化が早く、20時間程度で完全に破壊してしまった。又他のものに比べてNaClが老化していくのが緩慢であった。

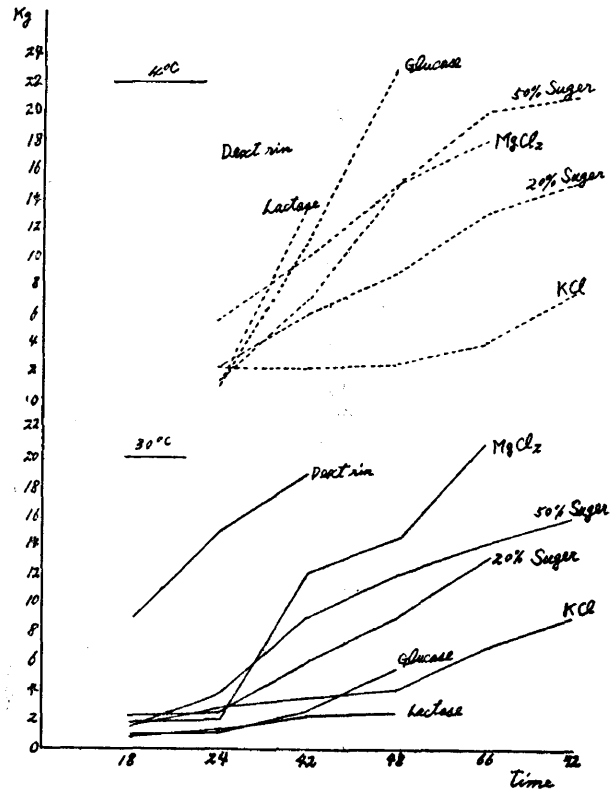
第3図 餅粉に塩類糖類を10%添加したもの



又冷蔵庫(4°C)の場合は、出来上って10時間は軟かいが、20時間経てば急激に老化してしまう。この時も砂糖よりもKCl, NaClの方が軟かであった。老化の大なるものから見ると、Dextrin>MgCl₂>50% Suger>KCl>20% Suger>Glucose>餅粉のみ>Lactoseの順で4°C, 30°C共に傾向であった。

2) 米粉に各糖類、塩類を餅米粉と同じ条件に於いて、測定した結果が次の表、図の通りであった。

第四図 餅粉に各塩類、糖類を20%添加したもの(50% Sugarも含む)



第3表 米粉に各塩類を添加したもの

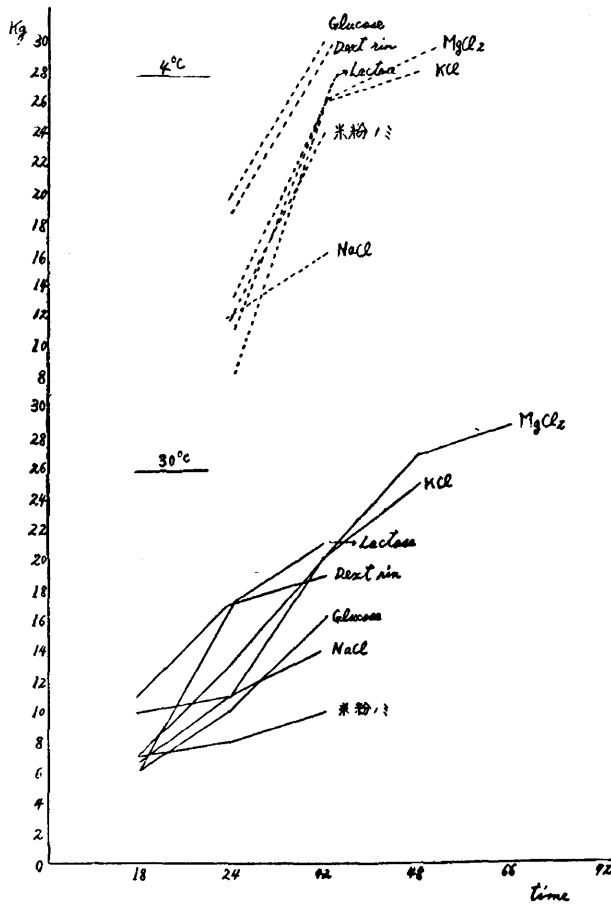
%	経時 過間	温度	米 粉	高さ	NaCl	高さ	KCl	高さ	MgCl ₂	高さ
5 %	18	30°C	7000g	1.9	10000g	1.9	6600g	1.5	7000g	1.5
	24		8000	1.9	11000	1.8	11000	1.4	13000	1.5
	42		10000	1.8	14000	1.7	20000	1.4	20000	1.5
	48		—	—	—	—	25000	1.3	27000	1.4
	66		—	—	—	—	—	—	29000	1.3
	72		—	—	—	—	—	—	—	—
	24	4°C	12000	1.8	12000	1.8	8000	1.5	13000	1.5
	42		24000	1.6	16000	1.6	26000	1.4	26000	1.5
	48		—	—	—	—	28000	1.4	29000	1.5
	66		—	—	—	—	—	—	—	—
	72		—	—	—	—	—	—	—	—
%	経時 過間	温度	NaCl	高さ	KCl	高さ	MgCl ₂	高さ		
10 %	18	30°C	3200	2.5	6600	1.5	7000	1.6		
	24		3300	2.4	10500	1.5	8000	1.6		
	42		4000	2.3	12000	1.5	20000	1.5		
	48		4300	2.2	16000	1.5	25000	1.4		
	66		4500	2.0	21000	1.5	—	—		
	72		6000	2.0	22000	1.4	—	—		
	24	4°C	3500	2.5	7500	1.5	12000	1.5		
	42		7000	2.5	15000	1.5	27000	1.3		
	48		7000	2.5	16000	1.4	—	—		
	66		7500	2.5	20000	1.4	—	—		
	72		8000	2.4	25000	1.3	—	—		

%	経時 過間	温度	KCl	高さ	MgCl ₂	高さ
20%	18	30°C	6200g	1.7	5300g	1.5
	24		7900	1.7	7000	1.4
	42		17000	1.7	12000	1.4
	48		17000	1.6	14000	1.4
	66		21000	1.6	16000	1.4
	72		23000	1.5	16000	1.4
	24	4°C	10000	1.5	5000	1.5
	42		15000	1.5	8000	1.5
	48		—	—	10000	1.4
	66		—	—	11000	1.4
	72		—	—	13000	1.4

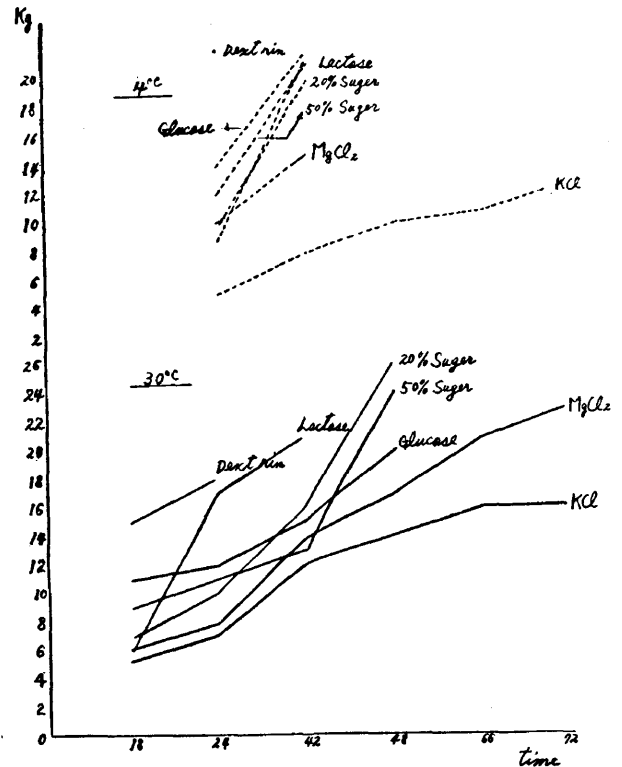
第4表 米粉に各糖類を添加したもの

	経時 過間	温度	Glucose	高さ	Lactose	高さ	Dextrin	高さ
5 %	18	30°C	6000g	1.6	6000g	1.7	11000g	1.8
	24		10000	1.4	17000	1.6	17000	1.5
	42		16000	1.3	21000	1.5	19000	1.4
	48		—	—	—	—	—	—
	24	4°C	20000	1.5	11000	1.7	19000	1.7
	42		30000	1.4	26000	1.5	29000	1.4
	48		—	—	—	—	—	—
	48		—	—	—	—	—	—
10%	18	30°C	8000	1.5	6500	1.7	14000	1.7
	24		16000	1.3	13000	1.6	15000	1.7
	42		23000	1.3	22000	1.5	—	—
	48		—	—	—	—	—	—
	24	4°C	3000	1.9	15000	1.5	20000	1.5
	42		10000	1.9	24000	1.4	—	—
	48		—	—	—	—	—	—
	48		—	—	—	—	—	—
20%	18	30°C	11000	1.7	6000	1.7	15000	1.8
	24		12000	1.4	17000	1.6	18000	1.5
	42		15500	1.4	21000	1.5	—	—
	48		20000	1.4	—	—	—	—
	24	4°C	14000	1.5	8500	1.6	22000	1.6
	42		23000	1.5	21000	1.5	—	—
	48		24000	1.5	—	—	—	—
	48		—	—	—	—	—	—
20%	18	30°C	Suger 20%	高さ	Suger 50%	高さ		
	24		7000	1.5	9000	1.5		
	42		10000	1.4	11000	1.4		
	48		10000	1.4	13000	1.4		
	48	4°C	25000	1.4	25000	1.3		
	24		10000	1.4	12000	1.5		
	42		20000	1.4	20000	1.4		
	48		25000	1.3	35000	1.4		

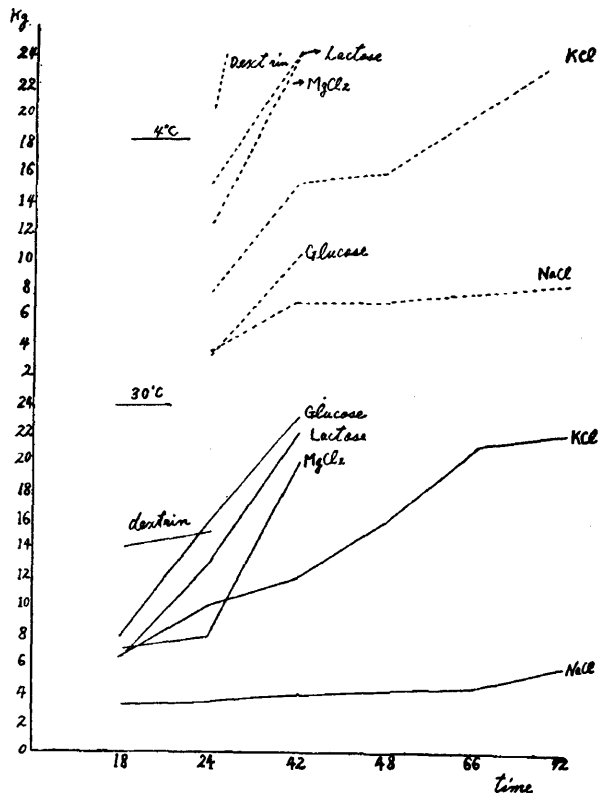
第五図 米粉に各塩類糖類を5%添加した物



第七図 米粉に各塩類と糖類を20%添加したもの (50% Sugarも含む)



第六図 米粉に各塩類、糖類を10%添加したもの



米粉では結果が餅米粉とは反対の現象が見られた。10%の NaCl が一番老化しにくく、次ぎは KCl で糖類では Glucose が一番軟かく、糖類よりも塩類を加えたものの方が老化しにくく、Dextrin は餅米粉と同様すぐに老化し、又4°Cでは30°Cと同じ様に塩類の方が老化が緩慢であった。米粉は餅米粉に比べて老化が速かであった。

Dextrin > Lactose > MgCl₂ > 20% Sugar > 50% Sugar > Glucose > KCl > 米粉のみ > NaCl。

3) mix粉。

米粉と餅米粉を同量づつ混合したものについて各種の実験を行った結果次の表、図の通りであった。

第5表 mix に各塩類を添加したもの

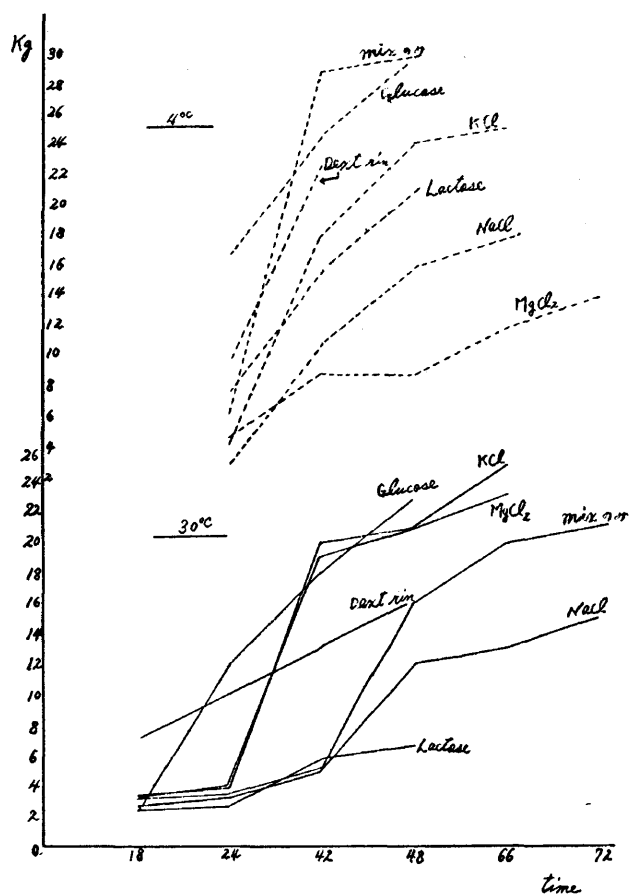
	経過時間	温度	mix (2.5)	高さ	NaCl(2.6)	高さ	MgCl ₂ (2.0)	高さ	KCl (1.9)	高さ
5 %	18	30°C	2700g	1.8	3000g	2.0	3300g	1.8	3200g	1.9
	24		3200	1.8	3100	2.0	3800	1.7	3700	1.9
	42		5000	1.8	5000	1.7	20000	1.6	19000	1.8
	48		16000	1.8	12000	1.6	21000	1.6	21000	1.5
	66		20000	1.6	13000	1.5	27000	1.6	23000	1.5
	72		21000	1.5	15000	1.5	—	—	23000	1.5
	24	4°C	6300	2.0	3200	2.2	4700	1.9	4800	1.9
	48		29000	1.7	11000	2.0	18000	1.6	9000	1.9
	48		30000	1.5	16000	1.8	24000	1.3	9000	1.8
	66		—	—	18000	1.5	25000	1.3	12000	1.8
	72		—	—	—	—	—	—	14000	1.8
	72		—	—	—	—	—	—	—	—
	経過時間	温度	NaCl(2.6)	高さ	KCl (1.7)	高さ	MgCl ₂ (2.2)	高さ		
10%	18	30°C	2500	1.9	6600	1.5	3400	2.0		
	24		2500	1.8	7500	1.5	4800	2.0		
	42		4000	1.8	10500	1.4	17000	1.5		
	48		6000	1.8	21000	1.4	17000	1.5		
	66		7000	1.8	22000	1.4	18000	1.5		
	72		8000	1.8	23000	1.4	23000	1.3		
	24	4°C	2900	2.2	7500	1.5	4800	2.1		
	42		9000	2.0	15000	1.5	9000	2.0		
	48		10000	2.0	26000	1.5	22000	1.8		
	66		10000	2.0	26000	1.5	—	—		
	72		11000	2.0	27000	1.5	—	—		
	72		—	—	—	—	—	—		
	経過時間	温度	KCl (2.0)	高さ	MgCl ₂ (2.1)	高さ				
20%	18	30°C	5300	1.5	4000	2.1				
	24		7000	1.4	5200	2.0				
	42		12000	1.4	12000	2.0				
	48		14000	1.4	13000	2.0				
	66		15000	1.4	19000	1.9				
	72		16000	1.4	15000	1.7				
	24	4°C	5000	1.5	5300	2.0				
	42		8000	1.4	9000	2.0				
	48		10000	1.4	12000	2.0				
	66		11000	1.4	14000	1.9				
	72		12000	1.4	—	—				
	72		—	—	—	—				

第6表 mix に各糖類を添加したもの

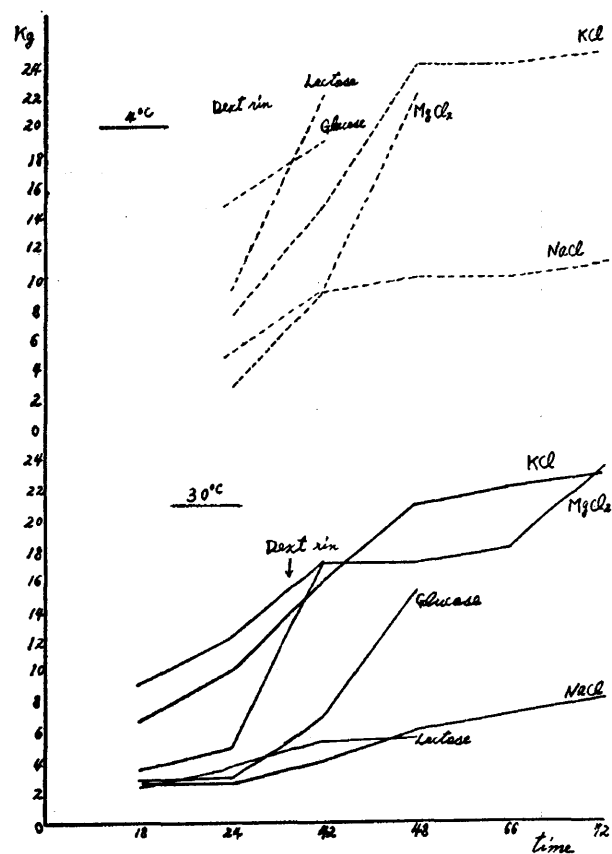
	経過時間	温度	Glucose	高さ	Lactose	高さ	Dextrin	高さ
5 %	18	30°C	2300g	1.8	2300g	2.0	7000g	2.0
	24		12000	1.8	2400	2.0	12000	2.0
	42		18000	1.5	5700	1.9	13000	1.4
	48		21000	1.6	6500	1.8	16000	1.7
	24	4°C	17000	1.8	8000	1.8	10000	1.8
	42		25000	1.7	16000	1.7	23000	1.7
	48		30000	1.6	21000	1.2	—	—
	経過時間	温度	Glucose	高さ	Lactose	高さ	Dextrin	高さ
10%	18	30°C	2800	1.7	2400	1.9	9000	1.8
	24		3000	1.7	3400	1.7	12000	1.8
	42		7000	1.5	5300	1.6	17000	1.7
	48		15000	1.3	5300	1.5	—	—
	24	4°C	15000	1.7	7000	1.8	2000	2.0
	42		19000	1.5	22000	1.4	—	—
	48		—	—	—	—	—	—

	経時 過間	温度	Glucose	高さ	Lactose	高さ	Dextrin	高さ
20%	18	30°C	7000g	1.9	2300g	2.0	14000g	1.7
	24		8000	1.7	4500	2.0	19000	1.5
	42		22000	1.5	6200	1.9	—	—
	48		—	—	6500	1.9	—	—
	24	4°C	10000	1.8	6000	2.0	14000	1.4
	42		22000	1.5	20000	1.6	—	—
	48		25000	1.4	26000	1.2	—	—
	経時 過間	温度	Suger 20%	高さ	Suger 5%	高さ		
20%	18	30°C	2800	2.1	3200	2.4		
	24		2900	1.9	3500	2.4		
	42		5500	1.8	5000	2.0		
	48		10000	1.7	10000	2.0		
	24	4°C	5100	2.0	5100	2.4		
	42		15000	1.3	15000	1.8		
	48		23000	1.3	23000	1.8		

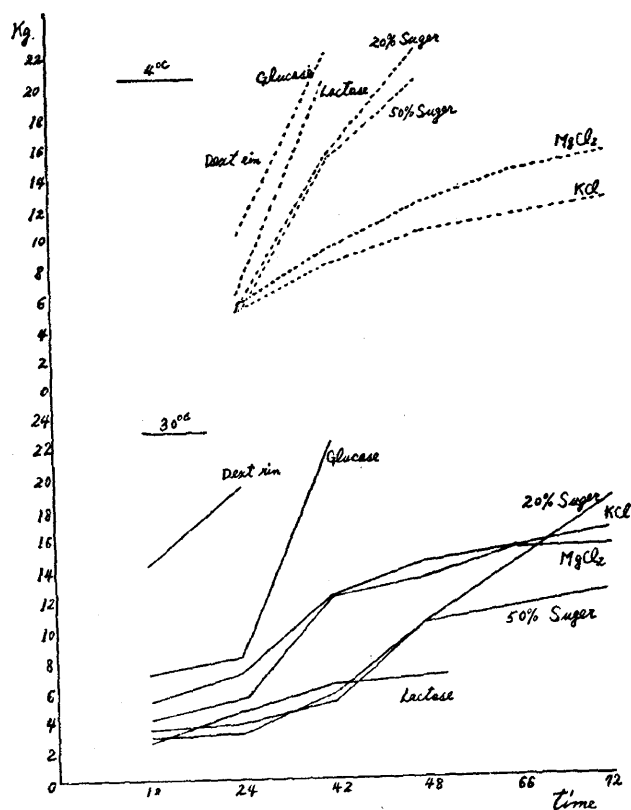
第八図 餅粉と米粉 (5:5) mix したものに各塩類
糖類 5% 添加したもの



第九図 mix に各塩類糖類を10%添加したもの



第十図 mix に塩類糖類を20%添加したもの
(Suger50%も含む)



mix 粉は餅米粉の結果と同様で Lactose が一番老化が遅く、30°C の場合塩類、糖類を加えないの方が軟かいが、4°C の時はこれと反対で硬く早く老化してしまった。又 Lactose、砂糖は、30°C に於いて塩類とほぼ同程度もしくはそれ以上老化が遅かったものが、4°C では逆に塩類よりも糖類の方が急激に老化してしまった。又 Glucose では量の多少をとわず、4°C の方が老化が速かであった。

Dextrin > Glucose > KCl > MgCl₂ > 20% Suger > 50% Suger > NaCl > Lactose。老化の大なるものから見ると以上の如くであった。

4) 糊化温度測定。

老化して硬くなったものについて熱電高温計により測定した結果第7表の如く、老化の早いもの程糊化温度も高い事が証明出来た。

結論及び考察

1. 粉別に見て老化の大なるものから見ると米粉 > mix 粉 > 餅粉で一番餅米粉が老化しにくかった。
2. 添加した場合は餅米粉、mix 粉では塩類よりも糖類を加えた方が、硬くならなかった。米粉は反対の結果で、塩類を添加したものの方が、硬くならない結果を得た。

糊 化 温 度 第7表

添 加 物	餅 粉	米 粉	mix 粉
	68°C	70°C	67°C
10% NaCl	63	78	60
20% "	52	70	52
5% MgCl ₂	71	72	72
10% "	71	74	71
20% "	72	75	72
5% KCl	62	80	72
10% "	75	69	69
20% "	80	84	70
20% Suger	52	68	63
50% "	58	72	62
5% Glucose	70	78	72
10% "	68	78	75
20% "	60	72	68
5% Lactose	70	71	70
10% "	72	72	70
20% "	78	78	78
5% Dextrin	50	60	50
10% "	65	75	73
20% "	65	74	69

3. 添加物の量による関係は、出来上って25~30時間ではあまり大差はないが、それ以後になると差が生じて来た。

4. 老化したものの糊化温度を測定した結果から、老化の遅いものは温度が低く、老化の早いもの程、温度も高く、結局老化の早いものは高温で長時間で糊化することがわかった。

蔗糖を添加すると硬くなりにくいのは、蔗糖が脱水剤として、働くためといわれているが、食塩、塩化カリ等の様に水に易溶性のものを澱粉糊に大量加えて於けば、老化が起りがたくなる事が証明出来た。

参 考 文 献

- 1) J. R. Katz, Th. Bvan Itallie: Z. physik. Chem, A 170: 430 (1934)
- 2) 桜井芳人 食品化学 130p
- 3) 二国二郎, 不破英次, 辰己ちえ。日本農芸化学会誌第23巻
- 4) 住木論介, 鈴木繁男, 日本農芸化学会誌第18巻 247p9
二国二郎 澱粉化学。
高木和男, 児玉定子, 調理学上, 下。
岩田久敬 食品化学