

# 13140多糖類ゼリーのゼリー強度について

古内幸雄・牛越静子

13140多糖類（PSと略称）は、前報<sup>1)</sup>で報告したように、カードラン型の多糖類で、pHが2~9.5の広い範囲で安定なゲルを形成すること、又、加熱によって不可逆的にゲルを形成する数少ない多糖類であることなどの特徴を有することが知られている。著者のうち、古内は、これまでPSの希薄液の粘性について実験し、食品用粘質物としても応用可能なることを知った。ここでは、PSゼリーのゼリー強度を測定し、すでにゼリー化剤として広く使用されている寒天、ペクチン、ゼラチン、カラギナンなどと比較して、どのようなゼリー特性を有するかを知るために実験し、これらのゼリー化剤とは、かなり違った特性を有することを知った。以下に報告する。

## 1 実験方法

(1)試料 PSは、武田薬品(株)より提供された製品を用いた。

酸は、乳酸(試薬一級:関東化学KK製)、酒石酸(試薬一級:関東化学KK製)およびクエン酸(試薬一級:和光純薬KK製)を用い、濃度はいずれも0.05~1.00%とした。

糖は、砂糖(グラニュー糖:フジ製糖(株)製)、ブドウ糖(無水結晶ブドウ糖:試薬一級、和光純薬KK製)および果糖(試薬一級:和光純薬KK製)を使用した。

## (2)PSゼリーの製造法

所定の濃度になるようにPS粉末をホモジナイザーカップに秤取し、これに水を加えホモジナイザーで5分間処理したのち、直ちに三角フラスコに移し、冷蔵庫内で24時間膨潤させた。次いで、これをよく振とうし、100ml容ビーカーに移し、マグネチック・スターラー付湯せんで、よくかきまぜながら5分間加熱後、スターラーのみとり出し、その後引き続き、所定の時間まで加熱した後、流水にて冷却後、再び24時間、冷蔵庫内に放置し、ゼリー強度の測定に供した。

糖および酸を含むPSゼリーは、所定の濃度に調製した糖液、酸の溶液および糖と酸の混合溶液を、PS粉末をこれも所定濃度になるよう予めホモジナイザーカップ

に秤取してある中へ加え、以下、前記の方法に従ってゼリーを調製し測定に供した。

なお、加熱に際し、マグネチック・スターラー付湯せんを使用したのは、PSサスペンションが、静置しているとPSが沈降し、均一なゲルが形成されないためである。

## (3)ゼリー強度、pHの測定

ゼリー強度の測定には、池本理化学工業KK製のカード

第1表 PSゼリーの加熱温度及び加熱時間によるゼリー強度 (dyne/cm<sup>2</sup>) × 10<sup>4</sup>

加熱温度 °C	加熱時間	PS濃度 (g/l)		
		30	15	10
95	5分	43.9	16.5	5.6
	10	44.7	17.7	6.3
	20	52.5	19.5	6.5
	30	65.6	20.6	7.1
80	5	21.3	9.8	5.1
	10	23.1	10.3	5.4
	20	28.8	11.8	5.7
	30	33.8	12.6	5.0
70	5	20.4	9.0	6.2
	10	22.5	10.9	6.1
	20	22.7	11.2	5.8
	30	23.7	12.7	6.2
60	5	ゼリーの中心部が完全にゲル化しない。	7.2	3.8
	10	〃	7.8	3.8
	20	〃	8.4	4.1
	30	〃	8.8	4.1

メーターを使用し、重錘は、PSゼリーの強度に応じ、100g、200g、400gを、感圧軸は8φを用いた。

pHは、ガラス電極pHメーター(日立堀場製、M-7)を使用した。なお、PSは、熱不可逆性のゲルを形成するため、加熱前のpHのみを測定した。

## 2, 実験結果および考察

(1), 酸, 糖無添加のPSゼリーの強度

まず、PSゼリーの加熱温度及び加熱時間とゼリー強度の関係を知るために、以下の実験を行なった。すなわち、加熱温度を、60°C、70°C、80°C および 90°C 以上 (95±3°C) とし加熱時間は、それぞれ5分、10分、20分、30分とした。結果を第1表に示す。PS濃度のいかに拘わらず、いずれの加熱温度についても加熱時間が長くなるにつれて、ゼリー強度は高くなり、又、加熱温度が高いほど強度は大となる傾向がみられた。加熱温度60°Cでは、ゲル化させるのに十分な温度とはいえないようで、特にPS濃度30g/lの場合、ゼリーの中心部

第2表 PSゼリーの硬さ (dyne/cm<sup>2</sup>) ×10<sup>4</sup>

加熱温度 (°C)	加熱時間 (分)	PS濃度 (g/l)						
		30			15		10	
		t=20	t=5	t=10	t=5	t=10	t=5	t=10
95	5	9.2	2.7	3.4	1.0	1.2		
	10	8.5	2.8	3.6	0.6	1.3		
	20	9.0	3.2	3.7	1.0	1.7		
	30	9.3	2.7	3.8	1.2	1.1		
80	5	6.6	(t=20) 2.5	—	1.0	1.2		
	10	7.0	2.3	—	1.0	1.1		
	20	7.5	2.4	—	1.3	1.3		
	30	8.0	3.5	—	1.4	1.8		
70	5	5.9	(t=20) 2.6	—	1.0	1.2		
	10	5.9	2.9	—	1.2	1.3		
	20	6.2	2.5	—	1.8	1.6		
	30	7.2	4.0	—	2.3	2.1		
60	5	(t=10) 2.0	(t=20) 1.9	—	0.6	0.8		
	10	3.1	1.9	—	0.8	1.0		
	20	3.4	2.1	—	0.8	0.9		
	30	4.7	2.2	—	1.0	1.0		

が、ゲル化不十分であり、カードメーター曲線を見ても、硬さと流動性を有する食品のそれに類似したものであった。尚、ゼリー強度は、PSの濃度が10g/lから30g/lへと高くなるにつれて大きい値を示した。

PSゼリーの硬さについては、第2表に示す通り、30g/lにおいては、加熱時間による差はほとんどみられないが、加熱温度が高いほど硬さが増し、ゼリー強度との強い相関関係がみられる。しかし、10及び15g/lでは、加熱温度による差はほとんどなく、加熱時間が長いものにおいて、僅かながら硬さが増す傾向がみられた。尚、ここでいう硬さとは、ゼリーが破断されるまでの弾性力として表わされるものである。

(2) 酸を添加したPSゼリーのゼリー強度

PSの濃度、15g/l(約1.5%)について、添加する酸の種類を、乳酸(一塩基酸)、酒石酸(二塩基酸)およびクエン酸(三塩基酸)とし、濃度は、それぞれ、0.05、0.10、

第3表 酸を添加したPSゼリーのゼリー強度および硬さ (PS濃度: 15g/l, 80°C, 10分加熱)

酸の種類及び濃度(%)	pH	ゼリー強度 (dyne/cm <sup>2</sup> ) ×10 <sup>4</sup>	硬さ (dyne/cm <sup>2</sup> ) ×10 <sup>4</sup>	
			(t=10)	(t=20)
乳酸	0.05	2.69	6.7	2.0 2.4
	0.10	2.41	7.0	2.1 2.5
	0.30	2.13	7.4	2.1 2.5
	0.50	2.00	7.7	2.2 2.5
酒石酸	0.05	2.41	6.6	1.9 2.3
	0.10	2.20	6.3	2.5 —
	0.30	2.00	6.9	2.2 —
	0.50	1.80	7.3	2.4 2.4
クエン酸	0.05	2.60	6.7	1.7 1.8
	0.10	2.40	6.1	1.8 —
	0.30	2.08	6.3	2.3 —
	0.50	1.95	7.1	1.8 2.3
無添加			7.1	1.5 2.3

0.30及び0.5%とした。ゼリー化の際の加熱温度、加熱時間は80°Cで10分間(湯せん浸漬時間)とした。結果は第3表に示す。ゼリー強度、硬さとも、酸の種類およびpHによる影響はほとんどなく、わずかに乳酸を添加したものに高くなる傾向がみられるだけで、PS希薄液の粘性が、pHによって大きく変動することと対照的である。このことは、現在広くゼリー化剤として使われている寒天やゼラチン、アルギン酸ナトリウム、ペクチン、タマリンド多糖類などが、pHによってそのゼリー強度に大きな影響をうけることを考えると、PSをゼリー化剤として応用する場合、ゼリー強度を大きく変えることなく、好みの酸度をもったもの、すなわち、任意の量の果汁や有機酸を含んだゼリーを製造できる点で大きなメリットがあると考えられる。ちなみに他のゼリー化剤のpHによる影響をみると、寒天はpH4.0以下で加水分解を受け、ゼリー化しなくなり、ペクチンはpH2.8～3.0でゼリー化しpH4.0以上でゼリー化しない。

(3) 糖を添加したPSゼリーのゼリー強度

PS濃度及び加熱条件は、(2)と同様にした。糖は、無水結晶ブドウ糖、グラニュー糖の10～70%、果糖は10%および30%を添加した。その結果を第4表に示した。

まず、グラニュー糖を添加したPSゼリーの強度は、ほとんど増大することなく、むしろ低下する傾向がある。50%および70%添加では、のり状ないし全くゼリー化し

第4表 糖を添加したPSゼリーのゼリー強度及び硬さ

(PS濃度: 15g/ℓ)  
80°C, 10分加熱

糖の種類	糖濃度 (%)	ゼリー強度 (dyne/cm <sup>2</sup> )	硬さ (dyne/cm <sup>2</sup> )	
			×10 <sup>4</sup> (t=10)	(t=20) ×10 <sup>4</sup>
無糖水結晶ブドウ	10	8.8	1.8	2.6
	30	12.2	3.1	3.3
	50	8.0	2.5	3.1
	70	のり状	—	—
果糖	10	10.6	2.4	2.9
	30	14.8	3.7	3.5
グラニュー糖	10	6.3	2.1	—
	30	5.2	1.9	—
	50	のり状	—	—
	70	ゼリー化せず	—	—

ない状態であった。一方、ブドウ糖、果糖では、30%添加のものが、最高ゼリー強度を示し、糖無添加のPSゼリーに比べて、かなり強度が増大する効果がみられた。しかし、ブドウ糖濃度50%になると強度は急に低下し、70%に到ると、グラニュー糖の場合と同じく、のり状となりゼリー化しなかった。果糖およびブドウ糖を添加したものが、グラニュー糖にくらべてはるかに高いゼリー強度を示すことは、近年、チクロロサッカリンなどの人工甘味料の使用禁止、使用制限に伴って砂糖の消費量が富みに増加し、カロリー摂取過剰の一因ともなり、成人病のり患率の増大、小児の虫歯、肥満の大きな原因とさえいわれている今日にあって、ゼリー菓子、ジャム等の甘味料として、同じ糖類の中にあつて比較的カロリーが低いとされる果糖を用い、さらにPSのノン・カロリー性と合せ用いたいわゆる低カロリー食品への需要の途が開けているとも考えられ、この面でも大きなメリットをもつといえる。そして又、糖を添加したPSの希薄液の粘性についてもブドウ糖を添加したものが、グラニュー糖を添加したものよりも高い粘性を示すことをあわせて考えると興味深い。

硬さについても、ゼリー強度とほぼ同じ傾向がみられ、糖の種類にかかわらず、ゼリー強度の高いところで大きい値を示している。

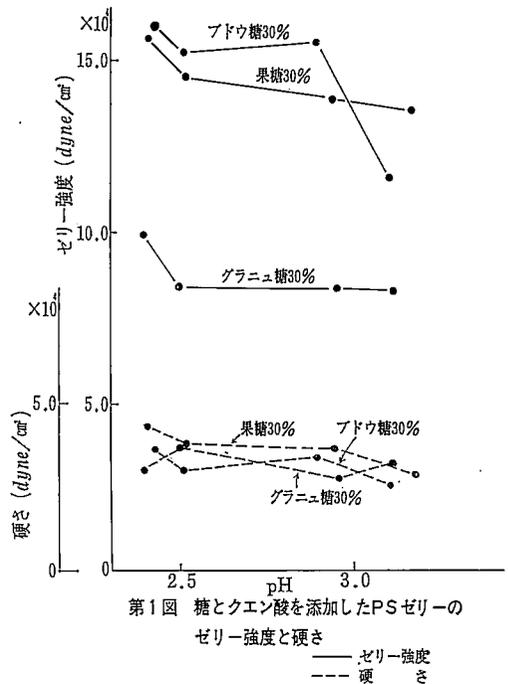
(4) 糖と酸を添加したPSゼリーのゼリー強度

PS濃度、加熱条件は前記と同様にした。添加する糖は、ブドウ糖、果糖、グラニュー糖を用い、いずれも30%とした。酸は、クエン酸のみを用い、濃度は、0.05、0.10、0.50および1.00%とした。結果を第5表に示す。これをグラフにしたのが第1図である。

第5表 糖および酸を含むPSゼリーのゼリー強度と硬さ

(PS濃度: 15g/ℓ)  
糖: ブドウ糖, 果糖およびグラニュー糖  
濃度: 30%  
酸: クエン酸  
濃度: 0.05, 0.10, 0.50及び1.00%  
80°C, 10分加熱

糖	酸の濃度 (%)	酸のPH	ゼリー強度 (dyne/cm <sup>2</sup> ) ×10 <sup>4</sup>	硬さ (dyne/cm <sup>2</sup> ) ×10 <sup>4</sup> (t=10)
ブドウ糖 (30%)	0.05	3.11	11.6	2.5
	0.10	2.90	15.5	3.4
	0.50	2.51	15.2	3.0
	1.00	2.43	16.0	3.6
果糖 (30%)	0.05	3.18	13.6	2.9
	0.10	2.95	13.9	3.7
	0.50	2.52	14.5	3.8
	1.00	2.41	15.6	4.3
グラニュー糖 (30%)	0.05	3.12	8.3	3.2
	0.10	2.96	8.4	2.8
	0.50	2.50	8.4	3.7
	1.00	2.40	9.9	3.0



第1図 糖とクエン酸を添加したPSゼリーのゼリー強度と硬さ

適度のペクチンゼリーを作るには酸とペクチンと砂糖の量及びその比率が重要とされることは周知の事実である。しかし、このPSゼリーでは、ブドウ糖、果糖、グ

ラニユ糖のいずれにあっても、酸との共存が、そのゼリー強度にそれほど大きい影響をおよぼすことはないようで、酸の濃度が高くなるにつれてすなわち、pHが低下するにつれて僅かではあるが強度が増大する傾向を示すにとどまっている。このデータをみる限り、PSゼリーの強度に最も強い影響を与えるのは糖の種類とその濃度であるように思われる。

以上の実験を通じて感じられた問題点を、最後に2、3あげてみるならば、1つは、PSが、加熱凝固性であるため、均一なゲルを形成させるのにもっと有効な方法を考える必要を痛感したことである。2つには、PSゼリーは一般に透明度が低く、透明さを要求されるゼリー菓子には不適當ではなからうかということである。透明度の低さをカバーするには、水産練製品やうどん、ジャム、食パンなどの品質改良に使うことが望ましいが、濃度の高いものについては、プリプリした感じが強く、これらの製品にその影響があらわれることも考えられ、添加濃度を十分考慮する必要がある。最後に、今回は測定しなかったがゼリー化後、時間の経過に伴う離漿量が増加する傾向が強いように思われるので、これを防止する何らかの対策が必要と考えられる。

#### 要 約

PSゼリーの基本的特性を知るため、ゼリー化の際の加熱条件、酸、糖を添加した場合のゼリー強度への影響について検討した。

1) ゼリー強度および硬さは、PSの濃度が高くなる

につれて大となる。又、いずれのPS濃度にあっても、加熱温度が高く、加熱時間が長くなるほど、強度は大となる。

2) ゼリー強度の酸による影響は、一塩基酸の乳酸を添加した場合、幾分大きくなる傾向がみられたが、酒石酸、クエン酸ではほとんど影響はみられなかった。

(4) 糖による影響が最も大きく、とくに、ブドウ糖、果糖では、30%濃度で最高強度を示した。グラニユ糖では、むしろ強度が低下する傾向さえみられ、50%、70%ではほとんどゼリー化せず、ブドウ糖でも、70%ではゲル化しなかった。

(5) 糖と酸を同時に添加しても、ゼリー強度に大きな影響はみられず、ペクチンゼリーにみられるような糖、酸、ペクチンの含有比率がゼリー強度に大きな影響を与えるというようなことはなかった。

終りに、試料を御提供いただいた武田薬品(株)に厚く御礼申し上げます。

#### 引 用 文 献

- 1) 古内幸雄：長野県短期大学紀要30, 14 (1975)
- 2) 古内幸雄：長野県短期大学紀要31, 5 (1976)
- 3) G. W. スコットブレアー著。二国二郎、伊勢村寿三共訳：新食品学—レオロジーについて—一期倉書店, 194 (1956)
- 4) 永沢信著：食品コロイド学, 共立出版, 223 (1966)
- 5) 吉田丈夫, 横尾良夫, 小山吉人：タマリンド多種類ゼリーのゼリー強度について 食品工誌, 11.(5)200 (1964)