カードラン 13140-澱粉ゲルの性質

石田 欽一*・志賀 一三*・横尾 良夫*

Textural Characterization of Curdlan 13140-Starch Gel

KINICHI ISHIDA, ICHIZO SHIGA, YOSHIO YOKOO

The textural properties of Curdlan 13140 (PS)-starch gels were investigated by using a Rheometer. The gel was prepared by heating an aqueous suspension of PS, starch and sucrose at 100°C for 1 hr. The gel formulated with 2% of PS, 8% of starch and 20% of sucrose showed little syneresis, though a gel prepared with PS alone showed a remarkable syneresis. The gel strengths of PS-starch gels were lower than that of gels contained no starch. Waxy corn starch was mostly used, with respect to stability of the product. The gel strength of PS-starch gel was increased by increasing the concentration of PS and by extension of the heating time, and was decreased by increasing starch within the concentration range from 0 to 20%. The textural properties of the PS-starch gel showed an intermediate textural properties of PS and starch gel. The gel strength of PS-starch gel increased with the addition of sucrose at the concentration level less than 15%.

(Received Apr. 17, 1978)

カードラン 13140 (以下 PS と略す) は, *Alcaligenes faecalis* var. *myxogenes* IFO 13140 によって生産される β -1.3 グルカンを中心とする多糖類で, このものの水分散液を 50~60°C に加温すると糊状を呈し, これを冷却するとゲルを形成する。このときのゲルは 60°C 以下で熱可逆のゲルである¹⁾。また, このゲルを 60°C 以上に加熱すると熱不可逆のゲルが形成され, このゲルは加温度が高くなるに従いゲル強度が増加する²⁾。そしてこのゲルは寒天とゼラチンの中間的な物性を示す³⁾。

このように, このゲルは興味ある性質を有しているが, ゲルを形成したときの離水が著しく, このため使用面が限定される。

そこでこの離水を防ぐため PS に澱粉類を配合した新しいタイプのゲルの形成を試みたところ, 良好なゲルを形成させることができたので PS の製菓への利用を主目的として, このゲルの諸性質について試験を行ない興味ある知見を得たので報告する。

実験方法

1. 材料

PS は武田薬品工業 (株) 製, カードラン 13140 を用

い, 澱粉類, 砂糖は市販品を用いた。

2. 試料の調製

基本的な配合として PS 2%, 澱粉 10%, 砂糖 20%, 水 68% の配合比を用いた。砂糖を添加したのは菓子という点を考慮に入れたためである。ゲルの製法は, PS, 澱粉類, 砂糖を混合し, ここに水を加えて水分散液をつくる。次いでこの中に攪拌しながら熱湯を加え品温を 50~60°C とし, 糊状の液をつくる。このものを塩化ビニリデン製袋に注入し, 結索後, ステンレス製加熱用容器に入れて常圧蒸気加熱を行ない, 所定時間 (加熱時間の検討以外は 1 時間) 加熱後冷却して試料とした。成形成の試料形態は 21.5 cm (長さ) × 4.3 cm (巾) × 3.6 cm (高さ) である。

3. テクスチャーの測定

ゲル化後 5°C に 1 夜放置した試料についてオメーター (富士理化工業製) を用い, 径 6 mm の円板プランジャーを用い, 圧縮速度 1 mm/sec で圧縮を行ない, その過程における荷重変化を記録した。そしてこの曲線をテクスチャー特性ということばで表現したプランジャー侵入時の荷重をゲル強度とした。

なお, このテクスチャー特性という表し方は物性のバ

* 愛知県食品工業試験所 (名古屋市区新福寺町 2-1)

Food Research Institute Aichi Prefecture, 2-1 Shinpukuji-cho Nishi-ku Nagoya-shi

Table 1. Additive effect of PS on starch gel (Sucrose 20%)

Starch	Starch (%)	PS 2%		PS 0%	
		G ^{a)} (g/cm ²)	Syneresis	G (g/cm ²)	Syneresis
Sweet potato	4	552	—	0	—
	8	572	—	0	—
Wheat	4	432	—	0	—
	8	366	—	96	—
Corn	4	594	—	0	—
	8	609	—	166	—
Waxy corn	4	460	—	0	—
	8	290	—	0	—
Rice flour	4	743	±	0	—
	8	719	±	0	—
Waxy rice flour	4	478	±	0	—
	8	269	—	0	—
Reference	0	807	±	11(%)	

a) Ultimate strength

ターン解析に属するもので この方式による測定例は今までも種々報告されており、例えばテクスチュロメータによる解析⁴⁾, extrusion cell を用いた破壊パターンによる解析⁵⁾などがある。本報ではブランジャーが試料の表面を破壊したのち試料中を進入してゆくときの荷重化曲線が食感を比較的良く表現していることがわかったので、全体的なテクスチャーの表現にこの方法を採用した。

実験結果

1. PS と澱粉類の併用効果

各種澱粉類と PS を混合したゲルを調製したときの結果を Table 1 に示す。澱粉類の種類、濃度によってゲル強度は異なるが、いずれも澱粉類を加えることによってゲル強度は低下した。一部のものを除きゲルがほとんど形成されないような澱粉類濃度でも PS と併用により固いゲルが得られたことがわかる。

次にゲルの離水性は澱粉類無添加のとき離水率 11% と著しかったが澱粉類と併用することにより離水が全くないか、あるいはほとんどないゲルとなった。このゲルのテクスチャー特性を Fig. 1 に示した。PS ゲルは破壊に到るまでの直線の傾斜が急で、また、破壊後の荷重変化が著しく鋭い歯状のパターンを示した。これは硬く歯ざれのよいゲルであることを表している。また、澱粉ゲルは破壊までの直線の傾斜がゆるやかで、ブランジャー進入時の荷重変化も小さかった。これはブランジャーがスムーズに試料ゲル中に入っていくことを示し、やわらかな、滑らかなゲルであることを表している。これと比較して、PS 澱粉ゲルは試料破壊までは PS ゲルと似た直線を示したが、ブランジャー進入後のパターンは PS ゲルよりも変化が小さく、澱粉ゲルと PS ゲルの中

Fig. 1. Comparison of textural properties of PS gel, PS-starch gel and starch gel measured by Rheometer

間的なパターンを示した。以上のことから PS-澱粉ゲルの物性は PS ゲルと澱粉ゲルの中間的な性質であることがわかった。

この PS-澱粉ゲルを実際に食品として用いるためには、保存中の澱粉の老化が遅い方が良く、このため、以後は澱粉としてワキシコーンスターチを用いて実験を進めた。

2. 加熱時間の影響

PS ゲルは、はじめに述べたようにゲル調製時の加熱条件（温度、時間）によってゲル強度が変化する。そこで PS-澱粉ゲルについて常圧蒸気が加熱を行なったと

Fig. 2. Effects of steaming time on ultimate strength of PS-starch gel

(PS 2%, waxy corn starch 10% sucrose 20%)

きの加熱時間とゲル強度の関係を調べた。その結果は Fig. 2 に示すように加熱時間が長くなるにつれてゲル強度の増加が認められた。このことは PS-澱粉ゲルにおいて PS がゲル構造の中心となっていることを示唆するものである。次に加熱に伴うテクスチャー特性の変化を、Fig. 3 に示した。加熱時間が短いときは澱粉ゲルの特性が良く現われていたが、加熱時間が長くなるとともに PS ゲル特有の鋭いピークが認められるようになった。

3. 澱粉濃度の影響

澱粉濃度を変えたときの PS-澱粉ゲルのゲル強度を

Fig. 3. Influence of steaming time to textural properties of PS-starch gel

(PS 2%, waxy corn starch 10% sucrose 20%)

Fig. 4 に示した。澱粉濃度 20% 以下ではゲル強度は澱粉濃度の増加に伴って低下したが、澱粉濃度 30% のものは他のどれよりもゲル強度が大きくなった。また、このときのテクスチャー特性を Fig. 5 に示したが、澱粉濃度の低いときは PS の歯ぎれのよい弾力性のあるテクスチャーを示し、澱粉が多くなるにつれ澱粉ゲルに近い性質を示すようになった。ワキシーコーンスターチ濃度 30% のときゲル強度が高くなったのは澱粉ゲルによって

Fig. 4. Effects of waxy corn starch concn. on ultimate strength of PS-starch gel containing 2% PS and 20% sucrose

Fig. 5. Changes of textural properties of PS-starch gel on various waxy corn starch concn.

(PS 2%, waxy corn starch 10% sucrose 20%)

Fig. 6. Effects of PS concn. on ultimate strength of PS-starch gel containing 10% waxy corn starch and 20% sucrose

示されたものといえる。

4. PS 濃度の影響

Fig. 6 に示すように PS 濃度が高くなるにつれ、PS-澱粉ゲルのゲル強度は直線的に増加した。

以上の結果から、PS-澱粉ゲルは PS がゲルの骨格を形成し、この立体構造の中に澱粉が入り込み全体のゲル構造を形成しているものと推察される。すなわち、PS 濃度を高め、また、加熱条件を強くすると PS-澱粉ゲルのゲル強度が増大することから、PS がゲルの主体であることがわかる。また、澱粉濃度を高めるとゲル強度が低下することから PS-澱粉ゲルにおいて澱粉は PS ゲル中に混在し、PS 本来のゲルの形成をさまたげる作用を示すものと考えられる。一方澱粉も糊化後冷却することによってゲル化するので、これらの結果として PS-澱粉ゲルが PS ゲルと澱粉ゲルの中間的なテクスチャーを示すものと思われる。また同時に澱粉は PS ゲルから離水してくる水を糊化時に取り込み離水のないゲルを形成せしめるものと考えられる。

5. 砂糖濃度のゲル強度に及ぼす影響

砂糖濃度を変えたときのゲル強度の変化を Fig. 7 に示した。砂糖濃度 15% まではゲル強度が増加し、それ以上になると低下し、40% になると非常にゲル強度の低いゲルとなった。この性質は PS の特性³⁾によるもので、PS 単独使用の場合も砂糖濃度約 15% を最高に、それ以上の濃度になるとゲル強度が低下する。

従って、このゲルの実用面から考えると、砂糖濃度の限界値は 25~30% 程度と考えられる。

Fig. 7. Effects of sucrose concn. on ultimate strength of PS-starch gel formulated 2% PS and 10% waxy corn starch

要 約

カードラン 13140 (PS)-澱粉ゲルについて、レオメーターによって諸性質を調べた。

- 1) PS と澱粉類を併用すると離水のないゲルが得られた。また、各種澱粉類を 4%、8% 添加したときのゲル強度はいずれも PS 単独ゲルよりも小さかった。
- 2) 澱粉濃度の影響はワキシーコーンスターチの場合、濃度 20% 付近でゲル強度は最小になった。
- 3) ゲル形成時の加熱時間及び PS 濃度が増すに従いゲル強度は高くなった。
- 4) PS-澱粉ゲルは、PS 及び澱粉単独ゲルの中間的なテクスチャーを示し、澱粉濃度が低いときは PS ゲルの性質が、また、高いときには澱粉ゲルの性質が強く現われた。

本研究を行なうにあたり、PS を提供いただいた武田薬品工業(株)、終始ご鞭撻をいただいた後藤富士雄前所長、小山吉人所長に深謝いたします。

文 献

- 1) 武田薬品工業(株)技術情報(コピー)。
- 2) HARADA, T.: *Ferment Technol. Today, Proc. IV, IFS*, p. 603 (1972).
- 3) KIMURA, T., MORITA, S. and MISAKI, M.: *J. Food Sci.*, 38, 668 (1973).
- 4) FRIEDMAN, WHITNEY, J.E., SZCZESNIAK, ALINA, S.: *J. Food Sci.*, 28, 390 (1963).
- 5) KRAMER, A. and HAWBECKER, J.V.: *Food Technol.*, 20, 209 (1966).

(昭和53年4月17日受理)