

ゼラチンゲルにおよぼすキウイフルーツの影響について

松本 睦子^{*}・河村 フジ子^{**}

(昭和62年9月26日受理)

Effects of kiwifruit on the gelatin gel

Mutsuko MATSUMOTO and Fujiko KAWAMURA

(Received September 26, 1987)

緒 言

ゼラチンゾルに果汁を加えたフルーツゼリーは、さわやかな風味となめらかな口あたりが、誰れにも好まれるものである。これに関する研究には、果汁中の成分として、酸、糖、ペクチン¹⁾、タンニン²⁾等があるが、プロテアーゼの影響についての研究はまだ見あたらない。そこで今回は、プロテアーゼを含有するキウイフルーツを用いる場合の要領を明らかにするために、キウイフルーツの果汁（以下キウイ果汁とする）を諸条件のもとに、ゼラチンゾルに加えた場合のゼラチンの分子量分布の変化を、液体クロマトグラフィ（以下LCとする）を用いて分析し、同時にゲル形成能を比較検討したので報告する。

実験方法

1. 試料調製

(1) LC分析用試料

1) ゼラチンゾル：アルカリ処理ゼラチン（新田ゼラチンKK製）に蒸留水を加え、60分吸水膨潤させた後、40℃の湯浴中で60分間溶解させて、2%ゼラチンゾルとし、40℃に保持して試料とした。

2) キウイ果汁：新鮮な市販キウイフルーツ（ニュージーランド産、PH3.4~3.6）を剥皮、摩砕し、綿布で濾し、遠心分離後の上澄液を試料とした。

3) キウイ果汁混合ゼラチンゾル（以下、混合ゾルとする）：ゼラチンゾルへのキウイ果汁の加え方は、次の4条件とした。

① キウイ果汁の温度の影響をみた混合ゾル：2%ゼラチンゾルにキウイ果汁を5~60℃にしたものを2%加えて、1分放置した混合ゾルを試料とした。

② キウイ果汁の濃度の影響をみた混合ゾル：2%ゼラチンゾルにキウイ果汁を1~10%加えて、1分放置した混合ゾルを試料とした。

③ キウイ果汁のpHの影響をみた混合ゾル：2%ゼラチンゾルにキウイ果汁をpH2.5~6.0に調整して2%加え、1分放置した混合ゾルを試料とした。

④ キウイ果汁添加後の放置時間の影響をみた混合ゾル：2%ゼラチンゾルにキウイ果汁を2%加えて、放置時間を0~20分とした混合ゾルを試料とした。

(2) ゼラチンゲルの硬さ測定用試料

調理の実用面を考慮して、ゼラチンゾルは4%とし、キウイ果汁は摩砕後綿布で濾したものをを用いた。調製後の混合ゾルは、直径32mm、高さ15mmのペトリ皿に分注し、5℃の恒温水槽中で60分間冷却して試料とした。

2. LCによる分析

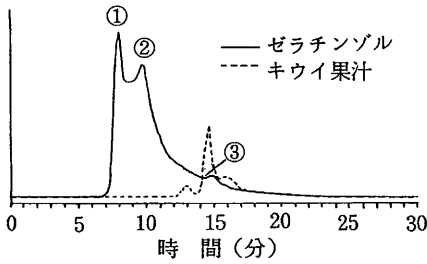
LC装置（HITACHI655A—11型および655A—21型波長可変UVモニタ）を用い、分析条件は、カラム：GS—510、移動相：0.1Mリン酸緩衝液（pH6.9）、流量：1.0ml/min、圧力：30kg/cm²、検出器：UV—280nmで、データ処理器（HITACHI D—2000）を用い、ピークの面積より分子量分布割合（%）を算出した。

3. ゼラチンゲルの硬さの測定

レオロメーター（山電、RE—3305型）を用い、測定条件は、プランジャー：11φ、感度電圧：1.0V、歪：13mm、運動回数：1回、試料台速度：5mm/secとした。

* 第1調理研究室

** 第4調理研究室



ピーク：①分子量40万，②分子量20万，③分子量2万以下

図1 ゼラチンゾルとキウイ果汁の液体クロマトグラム

結果および考察

1. ゼラチンゾルとキウイ果汁の液体クロマトグラム

ゼラチンゾルとキウイ果汁それぞれの液体クロマトグラムを図1に示した。ゼラチンの分子量は、たん白質標準物質の校正曲線より求めた。その結果図1より、試料としたゼラチンは、分子量が①のピークは40万位，②のピークは20万位，③のピークは2万前後で、かなり高分子のものである。キウイ果汁もRtが12.9, 14.5および15.8に出てくるので、以後の実験では、キウイ果汁の割合を除去して、ゼラチンゾルの分子量分布割合を算出した。

2. ゼラチンゲルにおよぼすキウイフルーツの保存日数の影響

実験に使用するキウイフルーツを、いずれの実験グループにも同一傾向の品質のものを使用するようにするため、キウイフルーツの保存による品質の変化を検討した。即ち、新鮮なキウイフルーツを購入し、冷蔵保存し、10日毎に果肉の硬さ、混合ゾルの分子量分布およびゲルの硬

表1 ゼラチンゲルにおよぼすキウイフルーツの保存日数の影響

項目		保存日数*(日)	購入直後	10	20	30	40
果肉の硬さ(R.U.)			25.3	17.5	12.6	5.4	4.0
キウイ果汁混合	ゾ分布の割合(%)	40万	1.8	2.3	4.1	5.9	12.6
		20万	58.4	60.5	61.7	65.6	61.6
		20万~10万	10.9	11.1	10.4	11.6	11.9
		10万~2万	17.8	16.7	15.0	11.3	8.4
		2万以下	11.1	9.4	8.8	5.6	5.5
ゲルの硬さ(R.U.)			11.5	13.0	14.7	20.1	48.5

*保存は冷蔵庫内保存

さをみた。なお、果肉の硬さ測定は、キウイフルーツの中央部を15mm厚さの輪切りにし、切り口を上面にして、果皮より5mm内側の部分をレオロメーターを用いて測定した。プランジャーは5φを用い、他の条件はゲルの硬さ測定と同様とした。その結果を表1に示す。

表1より、購入直後に比べて、保存日数経過にしたがい果肉はやわらかくなり、混合ゾルの分子量分布は、分子量40万位のものが増加し、ゲルは硬くなり、ゼラチンゾルの分解の抑制がみられる。したがって、キウイフルーツの保存日数の経ったものは、プロテアーゼの活性力が低下するものと考えられる。

以上のことから、実験には新鮮なキウイフルーツを選び、同一実験グループにおいては、同一のキウイフルーツを使用した。

3. ゼラチンゲルにおよぼすキウイ果汁温度の影響

ゼラチンゾルに5~60°Cの各温度のキウイ果汁を加えて1分放置した混合ゾルの分子量分布の変化とゲルの硬さを図2に示した。

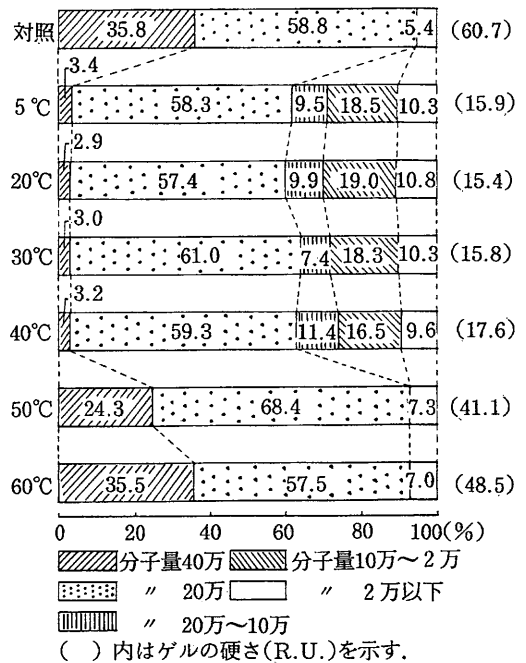


図2 ゼラチンの分子量分布および硬さにおよぼすキウイ果汁温度の影響

図2より、対照（無添加ゾル）に比べて、5~40°Cのキウイ果汁を加えた場合は、分子量が40万のものほとんど分解され、分子量20万のものは対照と同じように約60%を占めている。これは分子量40万のものが低分子化

したものや、分子量20万のものが更に10万およびそれ以下に分解したため、割合としては変化がみられないと思われる。

一方、キウイ果汁を50℃以上に加熱したものは、ゼラチンの分解が抑制され、ほとんど変化がみられず、対照と同程度の分子量分布を示している。

このことから、プロテアーゼは、5℃の果汁でも40℃のゼラチンゾルに加えるので、活性力があり、それは40℃まで保持されるが、50℃以上になると失活することがわかった。

ゲルの硬さは、分子の分解程度と同傾向を示し、対照に比べ、5～40℃のキウイ果汁を加えた場合は、高分子の分解により、ゲル形成能が低下して軟らかく、50℃以上の果汁添加ゲルは酵素失活により、ゲル形成能が顕著に表われている。しかし、対照より軟らかいのは、果汁中の微粒子によりゲル形成が阻害されるためと思われる。

4. ゼラチンゲルにおよぼすキウイ果汁濃度の影響

ゼラチンゾルにキウイ果汁を1～10%加えて1分放置した混合ゾルの分子量分布の変化とゲルの硬さを図3に示した。

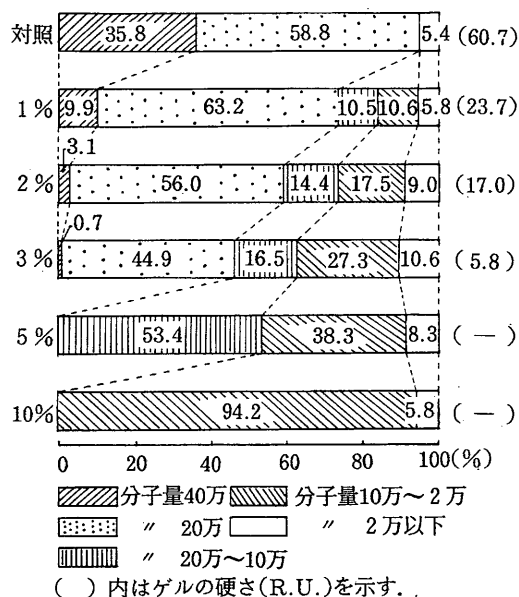


図3 ゼラチンの分子量分布および硬さにおよぼすキウイ果汁濃度の影響

図3より、キウイ果汁を1%加えた場合でも、低分子化が顕著におこり、3%加えた場合では、分子量40万のものがほとんど分解され、5%以上になると更に分解さ

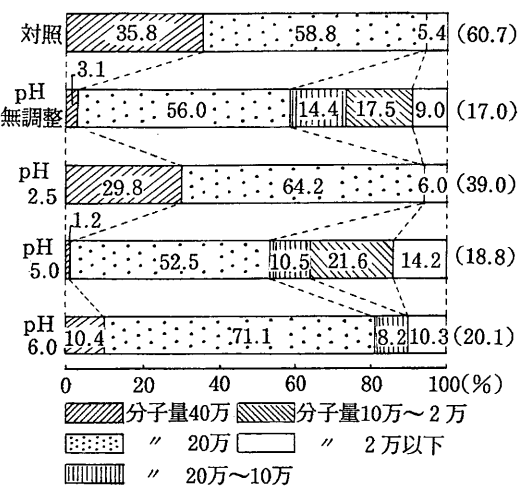
れ、分子量20万程度のもも分解されて消失する。

ゲルの硬さをみると、キウイ果汁1%を加えたものでも硬さは半減し、5%以上加えたものでは、ゲル形成能は全くなくなり液状である。

このようにキウイ果汁中のプロテアーゼのゼラチンにおよぼす影響は大きいことがわかる。

5. ゼラチンゲルにおよぼすキウイ果汁のpHの影響

ゼラチンゾルにpH2.5～6.0に調整したキウイ果汁を加えて1分放置した混合ゾルの分子量分布の変化とゲルの硬さを図4に示した。



()内はゲルの硬さ(R.U.)を示す。

図4 ゼラチンの分子量分布および硬さにおよぼすキウイ果汁のpHの影響

図4より、pH無調整の場合は、非常に低分子化がおこる。pH5.0に調整した場合は、無調整に近く、分子量40万のものはほとんど分解され、分子量20万程度のもも顕著に低分子化している。pH6.0に調整した場合は、pH5.0の場合より、やや分解が抑制される。

和辻ら³⁾は、キウイフルーツのプロテアーゼの最適pHは6.0と述べているが、今回の実験では、pH6.0より5.0の方が顕著に低分子化している。もっとも、果汁混合ゼラチンゾルのpHは、いずれもゼラチンゾル自体のpHに近づく。一方、キウイ果汁のpHを2.5に調整した場合は、高分子のものがわずかに分解するが、対照に近づく。これは、果汁をpH2.5に調整した段階でプロテアーゼが失活するためと考えられる。

ゲルの硬さをみると、pH無調整のものと同程度にやわらかく、pH2.5に調整した場合は硬くゲ

ル化している。

このように、プロテアーゼはpHによってその活性力が異なることがわかり、実際の調理では、レモン汁等を用いて、そのpHを下げてから用いるとゲル形成がよいと思われる。

6. ゼラチンゲルにおよぼすキウイ果汁添加後の放置時間の影響

ゼラチンゾルにキウイ果汁を加えて、0~20分放置した場合の時間の経過に伴う混合ゾルの分子量分布とゲルの硬さを図5に示す。

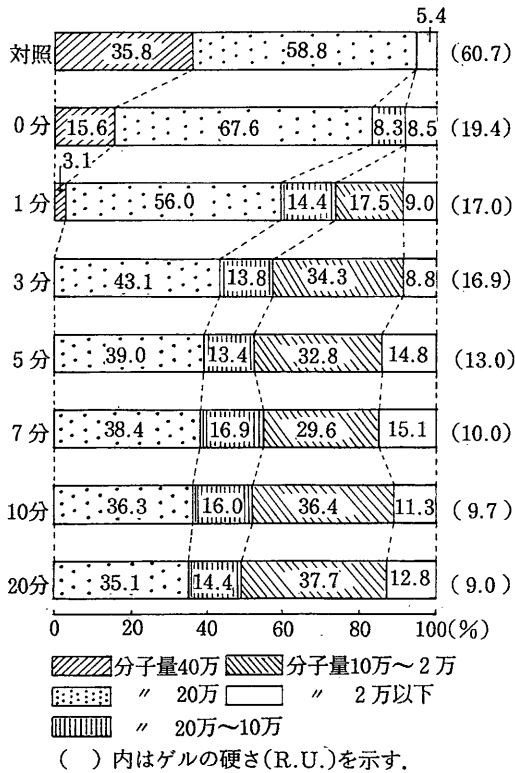


図5 ゼラチンの分子量分布および硬さにおよぼすキウイ果汁添加後の放置時間の影響

図5より、ゼラチンゾルにキウイ果汁を加えて放置時間が0分(実際は、操作上15秒要した)でさえ、対照に比べ、分子量40万のものは約50%減少し、1分放置では更に減少し、分子量20万程度のもも顕著に低分子化している。3分以上放置した場合は、分子量40万のものはすべて消失し、放置時間経過に伴い漸次低分子化していることがわかる。

ゲルの硬さは、放置時間0分でも、ゲル形成能は顕著に減少する。これは、混合ゾルからゲルに移行する過程で、プロテアーゼの作用を受けると思われるので、対照に比べやわらかいゲルになると考えられる。1分以後は放置時間の経過に伴い硬さはやわらかくなるが、その差は緩慢であり、20分放置してもゲル形成能は残っている。

以上のことから、放置時間は、果汁濃度ほど影響はないが、ゼラチンゾルと混合後は短時間のうちに冷却した方がよいと思われる。

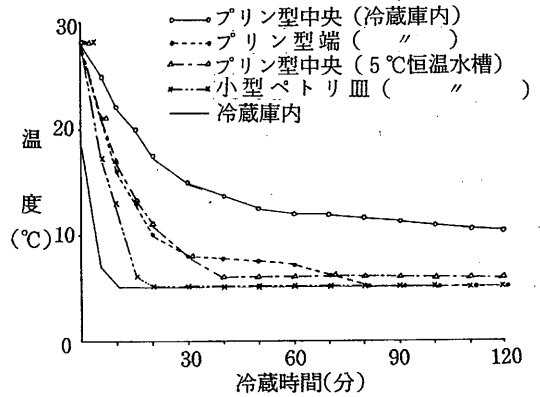


図6 ゼラチンゲルの冷却速度

7. ゼラチンゲルの冷却速度

ゼラチンゾルにキウイ果汁を加えてからの放置時間がゲル化に影響をおよぼすことから、混合ゾルをプリン型(直径55mm, 高さ45mm)に50ml入れて、冷蔵庫に保った場合と、5°C恒温水槽中に保った場合の内部温度変化を測定(飯尾電機KK, 3 pencorder使用)し、図6に示した。なお、上記の実験データと対比させるため、ペトリ皿を5°C恒温水槽中に保った場合の温度変化も図中に示した。

図6より、冷蔵庫内で冷却した場合は、プリン型の中央部は緩慢な冷却速度であり、混合ゾルを放置した場合と同様に、酵素の作用を受けやすいと思われる。しかし、プリン型の端の部分は急速に冷却されている。

一方、5°C恒温水槽中では、プリン型の中央部でも急速に冷却されるため、酵素の影響を受けにくいと思われる。

したがって、ゼラチンゾルにキウイ果汁を加えた後は、急速に冷却することも、キウイ果汁混合ゼラチンゲルの調理要領の一つといえる。

要 約

ゼラチンゾルにキウイ果汁を加えた場合の、ゼラチンゾルの分子量分布およびゲルの硬さについて検討した。結果を要約すると次のようになる。

1. キウイフルーツは、保存日数経過に伴い、プロテアーゼの活性力は低下し、ゼラチンゾルの分解は抑制される。
2. ゼラチンゾルにキウイ果汁を5～40℃にして加えた場合は、顕著に低分子化がおこるが、50℃以上にするとほとんどその変化がみられない。
3. ゼラチンゾルにキウイ果汁を1%加えても低分子化がおこる。5%以上では、ゲル形成能は全く消失する。

4. キウイ果汁のプロテアーゼ活性の最適pHは5.0位でpH2.5にするとほとんど失活する。

5. ゼラチンゾルにキウイ果汁を混合して40℃に保持すると、3分以内にすみやかに低分子化がのこる。しかし、急速に冷却するとプロテアーゼの作用が抑制され、ゲル形成能がのこる。

引用文献

- 1) 河村フジ子, 中島茂代, 森 清美: 家政誌, 27, 329, (1976)
- 2) 河村フジ子, 中島茂代, 森 清美: 家政誌, 28, 295, (1977)
- 3) 和辻敏子, 宮本悌次郎: 調理科学, 18, 128, (1985)