

教

材

研

究^{*}

黄 身 酢

石 井 克 枝^{**}

黄身酢はあえ衣の一種であり、主に魚介類のあえ衣として口あたりの滑らかさと卵黄の美しさ、材料にまつわりつく、ほどよい粘度が要求される。

黄身酢を調理学習の教材として取り上げる際、このような点が満たされるようにするにはどうしたらよいかが指導上のポイントになる。

黄身酢の材料の配合割合や作り方はいろいろあるが、ここでは、そのうち、でんぷん糊に卵黄を加える方法によって進めたいと思うが、この方法は、時として粘度が急激に低下し、水のようにになってしまうことがある。この黄身酢をつくる際の粘度低下がいかなる理由で起きているかについて検討してみたいと思う。

1. でんぷん糊の粘度低下と卵黄の関係

黄身酢は表1に示したような材料及び配合割合で作られる。すなわち、だし汁で作ったでんぷん糊と卵黄の他に酢、砂糖、塩という調味料が加えられて作られている。

表 1. 黄身酢の配合割合

だ	し	汁	60 g
	酢		40 g
砂		糖	8 g
	塩		1 g
片	栗	粉	4 g
卵		黄	1 個

まず、最初にでんぷん糊に卵黄を加えた時に粘度は低下するかどうか、またその条件は何かを明らかにするために、次のような実験を行った。

図1は、4%のでんぷん糊を作り、それが80℃、70℃、40℃になった時に卵黄を加えて7回攪拌し、20分間放置する。そして、その後それぞれの卵黄・でんぷん糊を90℃の恒温槽に15分間入れたときのでんぷん糊の

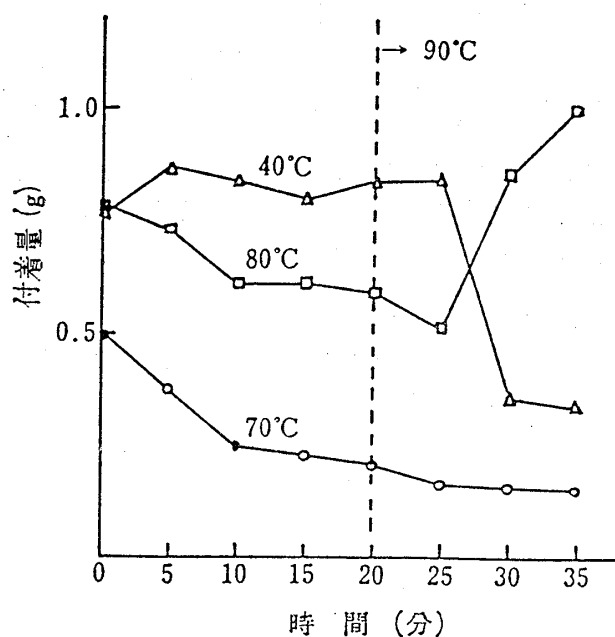


図 1. 卵黄添加によるでんぷん糊の粘度変化

△: 40℃ のでんぷん糊に卵黄添加
 ○: 70℃ のでんぷん糊に卵黄添加
 □: 80℃ のでんぷん糊に卵黄添加
 4%でんぷん糊 100g に 15g の卵黄添加

粘度変化を見たものである。最初の20分間で最も粘度低下を起したのは、70℃ になった時に卵黄を加えたでんぷん糊である。80℃ で加えた場合は若干の粘度低下であり、40℃ ではほとんど粘度低下を起こさない。さらに、20分後に 90℃ の恒温槽に入れると、70℃ で卵黄を添加したものは、粘度低下したままであり、80℃ で卵黄を添加したものは、粘度は次第に上がってくる。そして、40℃ で卵黄を添加したものは、90℃ に入れて5分後に急激に粘度低下を起こしている。この実験では、でんぷん糊を各温度に保持し、そこに室温に保った卵黄を添加しているので、卵黄を加えた時のでんぷん糊の温度は 10~15℃ 程度低下している。この実験から次のようなことがわかる。

* 「教材研究」について……これは、一般学会誌や研究会誌に見られる調理科学関係の論文の中から、学校における調理実習に出現する頻度の高いものを選んで、実技指導にすぐ役立つようにわかりやすく解説することを試みたものである。

** 福島大学教育学部

① 70℃ のでんぷん糊に卵黄を加えると急激に粘度低下を起し、途中で温度をあげても粘度は回復しない。

② 40℃ のでんぷん糊に卵黄を添加すると、粘度は保持されるが、途中で 90℃ まで温度をあげると、急激に粘度低下を起す。

③ 80℃ のでんぷん糊に卵黄を加えると粘度は保持され、さらに 90℃ に保つことによって粘度は高くなる。

以上のことをふまえると、卵黄添加時の温度がでんぷんの粘度低下に重要な要素として浮かび上がってくる。そして、70℃ で粘度低下が起きていること、40℃ から 90℃ に温度が上昇する間に粘度が低下していることから、卵黄を添加するときのでんぷん糊の危険な温度は「70℃」ということになる。

2. 卵黄によるでんぷん糊の粘度低下と調味料

表1の黄身酢の配合割合に示された調味料が加えられると、卵黄によるでんぷん糊は調味料の種類によって粘度低下する場合としない場合がある。以下実験によって調べてみる。

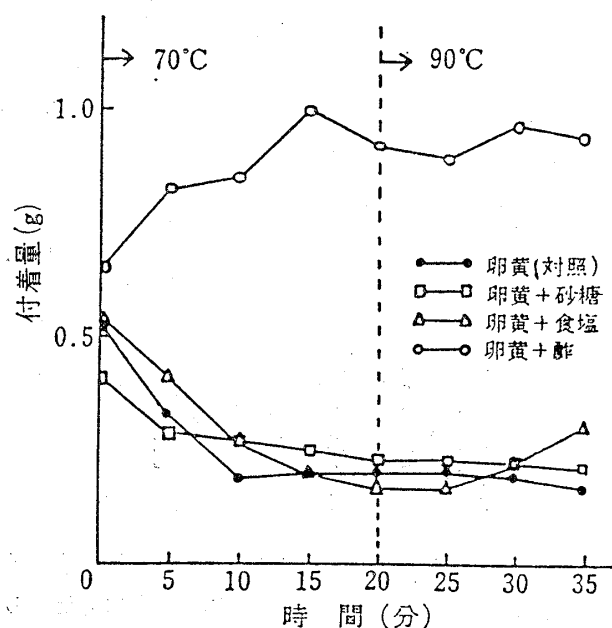


図2. 卵黄添加による調味料添加でんぷん糊の粘度変化
4%調味料添加でんぷん糊に 15g の卵黄添加、調味料の配合割合は表2に示した。

表2. 調味料添加卵黄でんぷん糊の配合割合

試料	材 料					
	でんぷん (g)	水 (ml)	卵黄 (g)	砂糖 (g)	食塩 (g)	酢 (ml)
対 照	4	96	15	—	—	—
砂糖添加液	4	91	15	8	—	—
食塩添加液	4	96	15	—	1	—
酢添加液	4	57.6	15	—	—	38.4

図2には、表2に示した砂糖、塩、酢のそれぞれの調味料が入ったでんぷん糊を調整し、そこに卵黄を添加した場合の粘度変化を見たものである。でんぷん糊の温度は最初の20分は 70℃ に保ち、その後 90℃ に保った。この実験の結果、次の2点のことがいえる。

① 砂糖と塩が添加されたでんぷん糊は、卵黄を添加すると著しい粘度低下を起す。その粘度低下の様子は、でんぷん糊に卵黄を加えた場合とほぼ同じである。

② 酢が添加されたでんぷん糊は卵黄の添加によってまったく粘度低下を起さず、むしろ粘度は増加している。

この結果は、砂糖や塩は卵黄添加によるでんぷん糊の粘度低下には影響がなく、酢は粘度低下を阻害する作用を持っているといえる。

3. でんぷん糊の粘度低下と卵黄の成分

さて、それではこのような条件下で起こるでんぷん糊の粘度低下に卵黄のどんな成分が関与しているのだろうか。まず卵黄の成分を表3に示した。

表3. 卵黄の成分

成 分	含有量(%)
脂 質	32
タンパク質	16
炭水化物	2
水 分	50

これらの卵黄の成分のうち、でんぷん糊の粘度低下に関与すると考えられるのは脂質とタンパク質である。タンパク質は卵黄の調理性において熱凝固性を与えるものである。また微量成分である酵素もタンパク質で構成されており、でんぷん糊の粘度低下に関与するのは、 α -アミラーゼである。さらに、脂質の中のグリセリド中もっとも多く含まれているのはオレイン酸とリン脂質のレシチンである。

そこで、図3はこれらの成分のでんぷん糊の粘度に及ぼす影響を見たものである。でんぷん糊の温度は 70℃ である。

この実験の結果、卵黄の成分のうちでんぷん糊の粘度低下に関与するのは α -アミラーゼであり、脂質の成分は影響を及ぼさないことがわかる。

4. 酵素の関与

そこで、でんぷん糊の粘度低下に影響を及ぼしているのは卵黄の成分のうちどのようなでんぷん分解酵素であるのかについてさらに検討してみたいと思う。卵黄に α -アミラーゼが存在していることは報告されているが、調理操作中にその調理条件下でその酵素が作用するのか

黄身酢

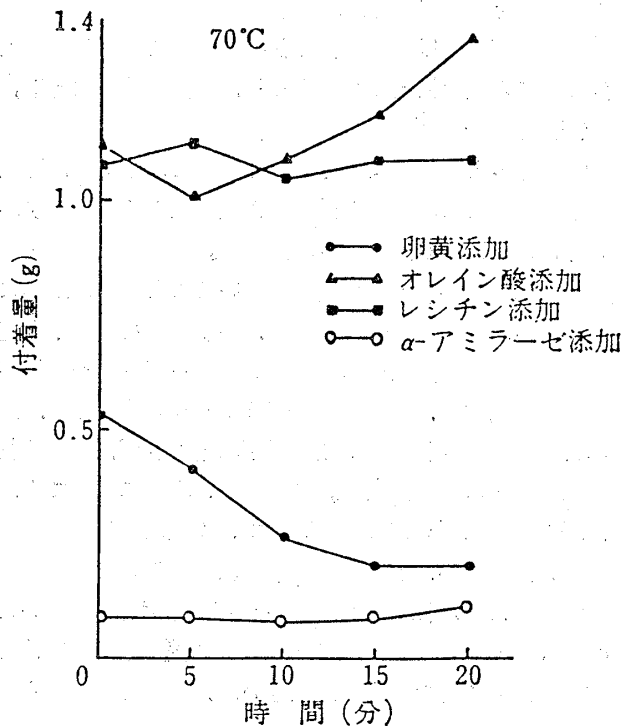


図 3. 卵黄成分のでんぷん糊の粘度に及ぼす影響 (4% でんぷん糊)

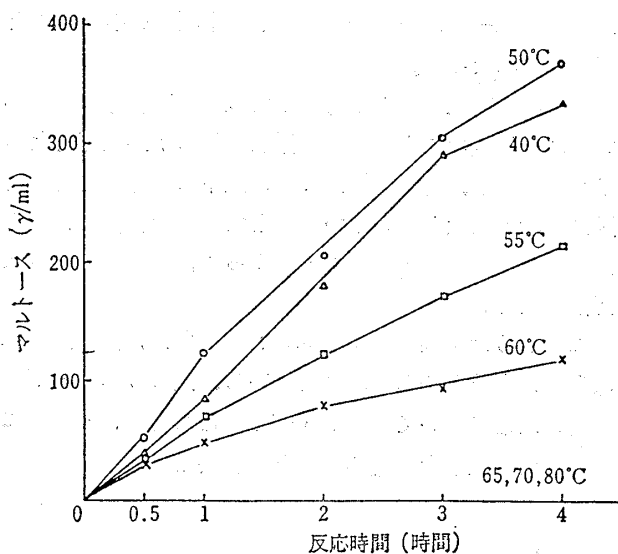


図 4. 卵黄液によるでんぷん分解曲線 (温度の影響)

基質: 0.5% でんぷん溶液, pH 6.9.
卵黄液: 2.5ml (18g/100ml)

について次のような実験をした。でんぷん糊がでんぷん分解酵素によって分解されると、低分子化し粘度が低下する。そして、低分子化していく様子は還元糖の生成量を測定することにより確認される。

(1) 温度の影響

まず、温度の影響を検討してみる。図 4 は、40, 50, 55, 60, 65, 70, 80°C の各温度において卵黄液をでん

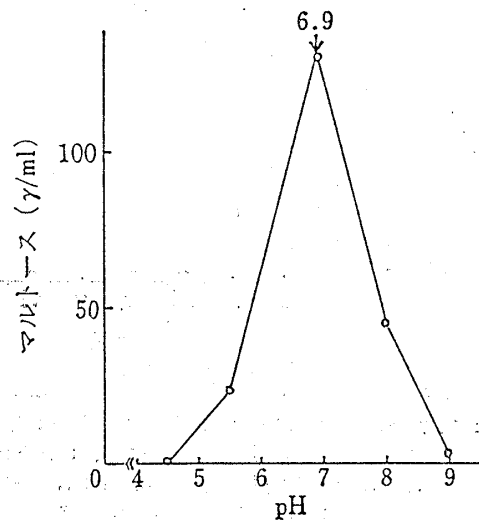


図 5. 卵黄液によるでんぷん分解曲線 (pH の影響)

基質: 1% 可溶性でんぷん溶液 (pH 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.9, 8.0, 9.0), 卵黄液: 0.2ml (18g/100ml), 反応条件: 50°C, 1時間

ぷんに作用させ、還元糖の生成量を調べたものである。

その結果、50°C において反応させた場合にもっとも還元糖が多く生成している。40°C では若干少なく、55, 60°C と続き、65°C 以上ではまったく還元糖が生成していないことがわかる。

以上のことから、50°C においてでんぷんの分解酵素はもっとも活発に作用していることになる。そして、65°C 以上では、酵素は失活して作用していないことがわかる。これは、先にみた卵黄添加によるでんぷん糊の粘度低下の実験においては、70°C でもっとも粘度低下していることと一致していない。しかし、70°C のでんぷん糊に室温で保持した卵黄を加えることにより、一時的に 10~15°C の温度が低下し、卵黄・でんぷん糊は 55~60°C になっている。

(2) pH の影響

一般に酵素は至適温度や至適 pH があり特異的に作用する。卵黄に含まれるでんぷん分解酵素はどの pH で、もっともよく作用し、還元糖を生成しているのかを図 5 に示した。

この結果をみると、pH 6.9 においてもっとも多く還元糖を生成し、pH 4.5 以下、pH 9.0 では還元糖は生成されない。これは、調味料、酢が卵黄によるでんぷん糊の粘度低下を阻止することを支持するものである。すなわち、酢が添加されると pH は 4.5 以下になり、でんぷん分解酵素が作用しなかったものと考えられる。

(3) 還元糖の生成の確認

でんぷん糊の粘度低下が卵黄中の α-アミラーゼによ

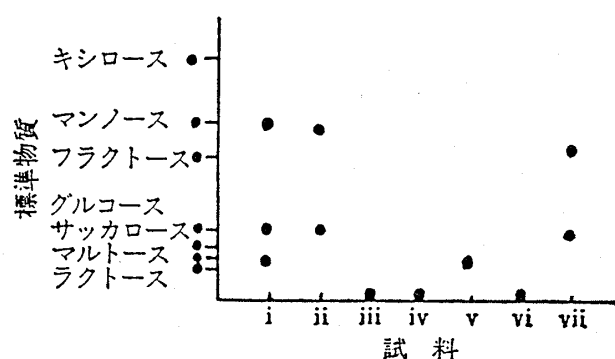


図 6. 薄層クロマトグラフィーによる糖の定性

試料: i, 70°C のでんぷん糊に卵黄添加したもの; ii, 70°C の酢添加ででんぷん糊に卵黄添加したもの; iii, レシチン添加ででんぷん糊, iv, オレイン酸添加ででんぷん糊; v, α -アミラーゼ添加ででんぷん糊; vi, でんぷん糊; vii, 卵黄液

展開液: 酢酸エチル: 65%イソプロパノール65:35

発色剤: アニスアルデヒド硫酸

るものであれば、でんぷん分解生成物として、グルコース、マルトース、還元性デキストリンができるはずである。そこで、でんぷん糊に卵黄を添加し、粘度低下した液中に還元糖、特にマルトースが存在するかどうかを、薄層クロマトグラフィーにより調べた。

図 6 にその結果を示したように、マルトースの存在が確認されたのは、70°C のでんぷん液に卵黄を添加した場合と、 α -アミラーゼを添加した場合であった。

この結果から、70°C のでんぷん糊に卵黄を加えると粘度低下を起こすこと、50°C, pH 6.9 のでんぷん液に卵黄を作用させると還元糖を多く生成すること、また薄層クロマトグラフィーによって卵黄が加えられたでんぷん糊よりマルトースが検出されたことから、黄身酢を作る際の粘度低下の主な原因は α -アミラーゼによるものと考えられる。

5. 黄身酢の作り方

以上のことをふまえると、実際に黄身酢を作る方法は次の3種類となり、また、それらの長所・短所について考えると次のとおりである。

《黄身酢を作る方法》

- ① 全材料を混ぜ合わせて加熱する。
- ② 卵黄以外の材料を混ぜ合わせて加熱し、消火後直

ちに卵黄を加えてかくはんする。

③ 卵黄と酢以外の材料を混ぜ合わせて加熱し、消火後直ちに卵黄を加えてかくはんし、最後に酢を加える。

《その長所・短所》

①はもっとも安全な黄身酢の作り方ではあるが、卵黄の半熟程度とでんぷんの糊化の程度を捉えるのがむずかしく、口あたりの滑らかさが得難い。

②ははじめから酢が加えられていることから、酢によるでんぷんの加水分解が起こり、わずかに粘度低下を起こす。しかし、卵黄を加えると酢によってタンパク質が変性し粘稠化し、さらに、 α -アミラーゼの活性は、酢によって阻害されるので粘度低下は起こさず、むしろ粘度は増加するようになる。それゆえ、卵黄によるでんぷん糊の粘度低下を起こさないで、安全な黄身酢の作り方といえようが、酢の風味がそこなわれる。

③はでんぷん糊の温度が高いうちに卵黄を加えないと α -アミラーゼの活性化する至適温度に達し粘度低下を起こすためにその危険性が大きい、黄身酢のなめらかさや風味の点ではもっともよいと思われる。

以上においてみてきたように、でんぷん糊は卵黄を加えることによって粘度低下を起こすのであるが、その際に卵黄の α -アミラーゼが大きな役割を持っていることが明らかになった。

黄身酢を調理学習の教材として取り上げる際、卵黄がいかなる温度のでんぷん糊に添加されるかが決定的なポイントであり、その温度が 70°C 以下になることを極力避けなければならないということであった。但し、でんぷん糊に酢が加えられることによって、上記の危険性は皆無となる。

このような実験結果からみられる原則は、黄身酢のみならず、卵黄とでんぷん糊を用いる、他のカスタードクリームなどにおいても配慮すべきことであり、その点に留意して調理学習を進めることが肝要である。

文 献

- 1) 晴山克枝, 松浦和子, 古川英子, 吉松藤子: 家政誌, 30, 165 (1979)