

ラピッド・ビスコ・アナライザーおよびアミログラフ によるもち米の糊化特性について

宮 森 清 勝

Gelatinization Properties of Glutinous Rice Measured by
a Rapid - Visco - Analyser (RVA) and an Amylograph

Kiyokatsu MIYAMORI

The experiments were conducted to examine correlation between gelatinization properties of glutinous rice measured by a Rapid - Visco - Analyzer (RVA) and an amylograph. Gelatinization properties from a small amount of rice could be rapidly measured by RVA. The values of gelatinization properties, except final viscosity and consistency, showed small coefficient of variation. Gelatinization temperature, temperature which peak viscosity was shown, values of peak viscosity and breakdown measured by RVA were closely related to the ones measured by amylograph.

もち米を主原料とする切り餅，米菓および和菓子などでは，澱粉の性質が製造工程や製品の品質に影響を及ぼすことが多い¹⁾。アミログラフから得られる糊化温度は餅の硬化性と関係が深く，糊化温度が高いほど餅は早く硬化することが知られている²⁾。また，著者ら³⁾はアミログラム特性の最高粘度などから，米菓の比容積が予測できることを報告した。

アミログラフは澱粉の性質を把握するのに有用であるが，1回の測定に多くの試料と時間を必要とする。近年ではアミログラフに代わって，少ない試料で短時間に粘度が測定できるラピッド・ビスコ・アナライザー（以下，RVAと略す）を用いて米の糊化特性を測定し，その有用性が報告されている^{4)~6)}。しかしながら，従来から広く使用され，多くの情報が蓄積されているアミログラム

特性との相関は十分にみられていない。そこで，RVAとアミログラフとの相関性について検討した。

実験方法

1. 実験試料

実験に用いたもち米は表1に示したように，生産年度，産地および品種が異なる13種類で，玄米および白米の状態で購入した。

2. 試料調製

もち玄米は試験直前にニューワンパス精米機BS08A（佐竹製作所製）で約90%に精米した。白米の粉碎には，超遠心粉碎機ZM1（三田村理研工業）を使用し，すべてが50メッシュの篩いを通してまで繰り返した。

表1 実験試料

| No. | 生産年度 | 産地 | 品種 | 等級 | 精白度(%) |
|-----|------|-----|---------|----|--------|
| 1 | 1995 | 岩手 | こがねもち | 1等 | 90.2 |
| 2 | 1995 | 宮城 | みやこがねもち | 1等 | 89.8 |
| 3 | 1995 | 山形 | ヒメノモチ | 1等 | 90.2 |
| 4 | 1995 | 福島 | こがねもち | 1等 | 89.9 |
| 5 | 1995 | 福島 | ヒメノモチ | 1等 | 90.2 |
| 6 | 1995 | 佐賀 | ヒヨクモチ | 1等 | 90.4 |
| 7 | 1996 | 北海道 | はくちょうもち | — | 白米 |
| 8 | 1996 | 宮城 | みやこがねもち | — | 白米 |
| 9 | 1996 | 福島 | こがねもち | 1等 | 90.3 |
| 10 | 1996 | 佐賀 | ヒヨクモチ | — | 白米 |
| 11 | 1996 | 日本 | — | — | 白米 |
| 12 | 1997 | USA | — | — | 白米 |
| 13 | 1997 | 福島 | こがねもち | 1等 | 90.8 |

3. RVAの測定

RVA 3 DPlus (ニューポートサイエンティフィック社製) を用いた糊化特性の測定は、0.01M硫酸銅水溶液25mlを入れたアルミニウム容器に白米粉3.0g (乾物換算) を加えて、直ちに3つの条件で測定した。

図1で示したように、条件Aは、50℃で1分間保持してから93℃まで4分間(10.75℃/min)で昇温、93℃で7分間保持してから50℃まで4分間で降温、50℃で5分間保持した⁶⁾。条件Bは、30℃で1分間保持してから93℃まで7分間(9℃/min)で昇温、93℃で7分間保持してから30℃まで7分間で降温した。条件Cは、30℃で1分間保持してから93℃まで9分間(7℃/min)で昇温、93℃で7分間保持してから30℃まで9分間で降温した。なお測定中の回転速度はいずれの場合も160rpmとした。

4. アミログラフの測定

ブラベンダービスコグラフ (パーカーコーポレーション) による糊化特性の測定は、トルク700cm g, 回転速度75rpm, 0.01M硫酸銅存在下の8%米粉溶液500gをピン式容器に入れ、30℃から93℃まで42分間(1.5℃/min)で昇温し、93℃で10分間保持してから30℃まで42分間で降温する条件で行った⁷⁾。

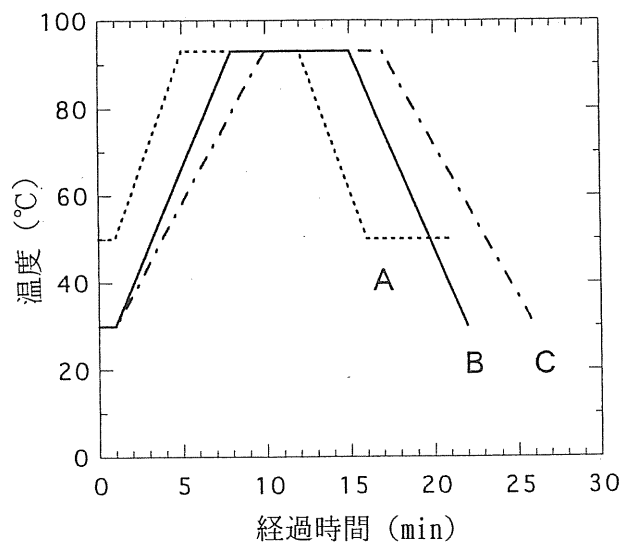


図1 RVAの測定条件

5. 統計処理

単回帰分析には、HALBAU-4 (現代数学社製) を使用した。

実験結果および考察

1. RVAの測定条件の検討

1つの試料について、3つの条件で5回測定したRVAによる糊化特性を表2に示した。結果は昇温速度が早いほど、糊化温度、ピーク温度(最高粘度時温度)、最高粘度および最低粘度が高く、測定条件によって糊化特性が変化した。また、設定終了温度が同一の条件BとCでは、最終粘度に差はみられなかった。

変動係数の比較では、いずれの測定条件も糊化温度およびピーク温度は1%以下であり、昇温速度が遅いほど精度が高い傾向を示した。粘度に関する糊化特性では、測定条件による明らかな傾向はみられなかったが、全体的に条件Cの変動係数が小さかった。

2. 各種もち米の糊化特性

条件Aに比べて糊化温度およびピーク温度の測定精度が高く、条件Cに比べて測定が短時間で終了する条件Bで、各種もち米を3回測定し、その変動係数を表3に示した。糊化温度およびピーク温度については、いずれの試料でも精度よく測定

宮森：ラピッド・ビスコ・アナライザーおよびアミログラフによるもち米の糊化特性について

表2 測定条件を変えたRVAによる糊化特性

| 条件 | 糊化温度 (°C) | ピーク温度 (°C) | 最高粘度 (cP) | 最低粘度 (cP) | 最終粘度 (cP) | ブレイクダウン (cP) | コンシステンシー (cP) |
|----|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|------------------|
| A | 64.1(0.7) | 76.0(0.6) | 3940(1.9) | 1196(4.4) | 1798(3.0) | 2744(2.0) | 602(2.3) |
| B | 63.1(0.2) | 74.0(0.3) | 3813(0.3) | 1156(1.3) | 1979(1.8) | 2657(0.6) | 822(3.5) |
| C | 62.6(0.1) | 71.9(0.4) | 3677(1.2) | 1130(1.5) | 1985(1.4) | 2546(1.1) | 855(1.9) |

() 内は変動係数% cP: centi poise

表3 各種もち米におけるRVAの変動係数

| | 糊化温度 | ピーク温度 | 最高粘度 | 最低粘度 | 最終粘度 | ブレイクダウン | コンシステンシー |
|-----|------|-------|------|------|------|---------|----------|
| 最小値 | 0.04 | 0.04 | 0.41 | 0.28 | 0.98 | 0.60 | 2.35 |
| 最高値 | 0.48 | 0.71 | 2.39 | 1.96 | 3.60 | 2.88 | 7.48 |
| 平均値 | 0.25 | 0.37 | 1.55 | 1.34 | 2.56 | 1.86 | 4.96 |

できた。一方の粘度に関する特性では試料によるばらつきがみられ、特に最終粘度とコンシステンシーではその傾向が大きく、測定の進行にともなって精度が低下したと思われる。豊島ら⁴⁾はうるち米のRVA測定において、各種粘度の変動係数が1~4%であったことを報告している。今回のもち米では、コンシステンシーを除いて同様の結果であった。

RVAおよびアミログラフによる糊化特性を表4と表5、両者の単回帰分析の結果を表6に示した。最終粘度およびコンシステンシーでは、RVAの変動係数が大きかったためか、2つの機器間に相関は認められなかった。それに対して糊化温度、ピーク温度、最高粘度およびブレイクダウンでは高い相関が有意に認められた。高橋ら⁵⁾は、水浸漬・乾燥後に粉碎したもち白米の糊化特性をRVAとアミログラフで測定している。報告では機器間の相関まで検討していないが、測定値から糊化温度、ピーク温度、最低粘度および最終粘度で相関がみられた。

以上のことから、もち米の糊化特性にRVAを用いた場合、最終粘度とコンシステンシーで精度

が良くなかったが、それ以外の糊化特性では少ない試料で短時間に精度よく測定できた。また、RVAとアミログラフによる糊化特性間の相関からは、最低粘度、最終粘度およびコンシステンシーを除き、アミログラフに代わってRVAを使用した場合も従来のアミログラフによる糊化特性が有効に活用できることが確認された。

要 約

生産年度、産地および品種が異なる13種類のもち米を用いて、ラピッド・ビスコ・アナライザー(RVA)およびアミログラフによる糊化特性の関係について検討した。

その結果、最終粘度とコンシステンシー以外の糊化特性は、RVAによって少ない試料で短時間に精度よく測定できた。また、RVAとアミログラフによる糊化特性間には、糊化温度、ピーク温度、最高粘度およびブレイクダウンで高い相関が有意に認められた。

表4 RVAによる糊化特性

| No. | 糊化温度 (°C) | ピーク温度 (°C) | 最高粘度 (cP) | 最低粘度 (cP) | 最終粘度 (cP) | ブレイクダウン (cP) | コンシステンシー (cP) |
|-----|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|------------------|
| 1 | 67.0 | 76.0 | 3521 | 1062 | 1764 | 2459 | 702 |
| 2 | 66.9 | 76.2 | 3573 | 1062 | 1769 | 2510 | 706 |
| 3 | 67.3 | 76.9 | 3451 | 1074 | 1750 | 2376 | 675 |
| 4 | 65.4 | 75.9 | 3613 | 1095 | 1838 | 2518 | 743 |
| 5 | 66.4 | 76.6 | 3882 | 1135 | 1857 | 2747 | 722 |
| 6 | 64.1 | 74.0 | 3393 | 987 | 1621 | 2405 | 633 |
| 7 | 62.9 | 73.8 | 3265 | 1019 | 1715 | 2246 | 696 |
| 8 | 66.0 | 75.2 | 3725 | 1038 | 1752 | 2687 | 714 |
| 9 | 66.4 | 75.5 | 3724 | 1024 | 1751 | 2699 | 727 |
| 10 | 65.8 | 77.6 | 3462 | 1156 | 1929 | 2306 | 773 |
| 11 | 63.2 | 74.2 | 3768 | 1118 | 1915 | 2650 | 796 |
| 12 | 68.8 | 79.2 | 3757 | 1112 | 1830 | 2645 | 718 |
| 13 | 67.9 | 78.0 | 3333 | 1103 | 1836 | 2229 | 732 |

cP : centi poise

表5 アミログラフによる糊化特性

| No. | 糊化温度 (°C) | ピーク温度 (°C) | 最高粘度 (BU) | 最低粘度 (BU) | 最終粘度 (BU) | ブレイクダウン (BU) | コンシステンシー (BU) |
|-----|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|------------------|
| 1 | 64.7 | 75.4 | 765.0 | 357.2 | 585.7 | 407.7 | 228.4 |
| 2 | 65.0 | 75.8 | 768.5 | 355.4 | 579.4 | 413.0 | 223.9 |
| 3 | 64.7 | 75.8 | 761.5 | 352.4 | 577.5 | 409.0 | 225.1 |
| 4 | 63.3 | 74.6 | 788.0 | 365.9 | 590.5 | 422.1 | 224.6 |
| 5 | 64.2 | 75.4 | 834.4 | 381.2 | 602.1 | 453.2 | 220.9 |
| 6 | 62.1 | 72.9 | 738.0 | 313.4 | 509.4 | 424.5 | 196.0 |
| 7 | 61.3 | 72.3 | 749.4 | 351.0 | 600.0 | 398.4 | 250.6 |
| 8 | 64.0 | 74.6 | 808.7 | 366.7 | 623.0 | 442.0 | 256.3 |
| 9 | 64.9 | 75.5 | 817.3 | 375.2 | 581.6 | 442.0 | 206.3 |
| 10 | 63.7 | 75.7 | 774.0 | 379.6 | 638.4 | 394.3 | 258.8 |
| 11 | 60.8 | 72.0 | 822.0 | 375.0 | 567.5 | 447.0 | 192.5 |
| 12 | 67.2 | 77.4 | 855.0 | 426.4 | 695.0 | 428.5 | 268.5 |
| 13 | 65.9 | 77.1 | 761.5 | 373.6 | 602.7 | 387.8 | 229.1 |

BU : Brabender Unit

宮森：ラピッド・ビスコ・アナライザーおよびアミログラフによるもち米の糊化特性について

表6 RVAとアミログラフとの単回帰分析結果

文 献

| | 回帰係数 (a) | 回帰定数 (b) | 相関係数 |
|----------|-------------|-------------|----------|
| 糊化温度 | 1.00 | -2.19 | 0.983 ** |
| ピーク温度 | 0.96 | 1.96 | 0.924 ** |
| 最高粘度 | 0.17 | 171.4 | 0.906 ** |
| 最低粘度 | 0.34 | 2.8 | 0.668 * |
| 最終粘度 | 0.26 | 133.4 | 0.511 |
| ブレークダウン | 0.11 | 141.5 | 0.941 ** |
| コンシステンシー | 0.05 | 196.8 | 0.078 |

$$\hat{Y} = aX + b \quad \hat{Y} : \text{アミログラフ} \quad X : \text{RVA}$$

* : 危険率5%で有意 ** : 危険率1%で有意

- 1) 堀末 登：米の科学，竹生新治郎監修，石谷孝佑・大坪研一編（朝倉書店，東京），p. 90（1995）.
- 2) 柳瀬 肇・遠藤 勲・竹生新治郎：食総研報 No.39, 1（1982）.
- 3) 宮森清勝・若林素子：東京都立食品技術センター研究報告第8号，9（1999）.
- 4) 豊島英親・岡留博司・大坪研一・須藤 充・堀末 登・稲津 脩・成塚彰久・相崎万裕美・大川俊彦・井ノ内直良・不破英次：食科工，44, 579（1997）.
- 5) 高橋節子・西川優子・内藤文子：共立女子大学家政学部紀要第40号，65（1994）.
- 6) 寺本 薫：滋賀県農業試験場研究報告第36号，1（1995）.
- 7) 有坂将美：中小食品企業品質管理用品質検査技術マニュアル，日本食品工業学会，p. 7（1991）.