

水分について

はじめに

水と生命の関わりは非常に深く、人間にとっても人体の約60%を水が占め、水は生命の維持に重要な成分となっています。通常ヒトは1日に約2リットルの水を摂取し、そして排泄しながら、この収支バランスによって人体の正常な代謝活動を維持しています。このうち、通常は7割以上を飲料水、食事から摂り入れているといわれています。

食品中の水分は、硬さ、柔らかさ等の物性並びに様々な物質を溶解することによる呈味性等、その食品の物理的、化学的性質に大きく関係しています。また、微生物の生育環境に影響することで保存性にも関係しています。このようなことから、食品の水分を測定することは、その食品の特性を判断する重要な指標となります。今回は水分の試験法についてご紹介します。

食品の水分の分析方法

食品の水分は1%以下の低含量から99%超の高含量まで、その食品を構成する他の成分と、多種多様な形態で存在しています。水分を正しく分析するためには、それぞれの試料に合った方法を採用しなければなりません。食品の水分分析の主な手法として、①加熱乾燥法、②カールフィッシャー法、③蒸留法、④電気水分計法、⑤近赤外分光分析法、⑥ガスクロマトグラフ法、⑦核磁気共鳴吸収法などがあります。

「日本食品標準成分表」及び「栄養表示基準における栄養表示等の分析方法等について」（平成11年4月26日付け衛新第13号通知）では、①加熱乾燥法、②カールフィッシャー法、③蒸留法が記載されており、通常この3種類の方法を用います。以下これらの方法について説明します。

①加熱乾燥法

加熱乾燥法は試料を水の沸点以上に加熱し、水分を除去した後、加熱前後の重量差から水分を求める方法です。食品には熱に不安定な成分を含有する食品も多くあり、また加熱温度により成分間の反応や成分の分解、揮散が生じ測定に影響することもあるので、このような試料は減圧下で100℃以下の温度で加熱します。水分の測定条件は食品の種類別に設定され、常圧や減圧の加熱条件、さらに温度及び時間が細かく設定されています（表-1参照）。加熱乾燥にあたり、試料から水分を効率よく、完全に蒸発させるためには蒸発表面積を大きくし、水蒸気が組織から抜け出る道を作って乾燥することが必要です。よって試料の形態により、使用する器具も選択する必要があります。試料が粉末状であればアルミニウム製容器に直接採取し乾燥します。液体・粘質・ペースト状の試料は、加熱によって融解し表面に皮膜を作って乾燥を阻害することがあります。そこで、乾燥助剤として精製ケイ砂やケイソウ土などを試料に混和し、乾燥する方法を用います。また、プラスチックフィルムやアルミニウム箔を用いて試料を薄

く伸展して表面積を大きくして乾燥させることもあります。

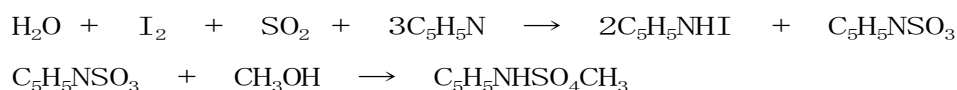
表-1 加熱乾燥法による水分の測定条件例

	乾燥条件	温度	時間
いも類	常圧	100℃	5時間
魚介類	常圧	105℃	5時間
獣、鳥肉類	常圧	135℃	2時間
野菜類	減圧	70℃	5時間

「栄養表示基準における栄養表示等の分析方法等について」

②カールフィッシャー法

カールフィッシャー法は、水がピリジン、低級アルコールなどの有機塩基の存在下で、ヨウ素及び二酸化硫黄と次の式に示すように、選択的かつ定量的に反応することを利用して測定する方法です。



測定法は2種類あり、容量滴定法と電量滴定法です。

容量滴定法は、あらかじめヨウ素を水分測定用試液に溶解させておき、滴定する水分測定用試液が試料中の水と反応するのに要する量より水分を測定する方法です。

電量滴定法は、ヨウ化物イオンを水分測定用試液に溶解させておき、電気分解によって発生するヨウ素が試料中の水と反応することから、電気分解に要する電気量を求めて水分量に換算(10.71 クーロン＝水1mg)する方法です。

カールフィッシャー法は、加熱乾燥法、蒸留法などに比べ、加熱操作がないため、加熱操作による分解や揮散して測定に影響を与える物質を含む試料の精確な水分定量法として利用することができます。ただし、アスコルビン酸(ビタミンC)やアルデヒドなどの還元性を示す成分は、ヨウ素を消費するので、これらを含む試料には適しません。

③蒸留法

蒸留法は、水と混合しない有機溶媒中に試料を投入して加熱し、溶媒との共沸混合蒸気として蒸留される試料中の水を冷却して分離し、その容量を量る方法です。

溶媒は水より軽いもの、重いもののいずれも用いることができ、水と溶媒の共沸混合物の沸点は、水の割合が少なくなるに従って溶媒の沸点に移行するので、熱に不安定な成分を多く含む食品では、できるだけ沸点の低い溶媒を選ぶ必要があります。

この方法は水以外の揮発性成分や油を多く含む食品、異種素材を複合した調理食品等に用いることが

できます。特に香辛料によく用いられています。測定に際し、クロロホルム、ベンゼン、トルエン等の有機溶媒を用いるため、溶媒の管理、測定環境には十分な注意が必要です。

表-2 水と溶剤の共沸混合物の例

クロロホルム(沸点 61°C) と水(2.8%)	共沸点 56.1°C
ベンゼン (沸点 80°C) と水(8.8%)	共沸点 69.3°C
トルエン (沸点 111°C) と水(19.6%)	共沸点 84.1°C

水分測定における特殊な成分の考慮

加熱乾燥法は試料を水の沸点以上に加熱し、揮発除去した水の重量を測定するものですが、試料中に水の沸点以下の物質、例えばアルコール又は酢酸を含む場合は、それらも同時に揮発し正確な水分値の測定が困難になります。このような場合は、以下の式に示したとおり、加熱により減少した重量（通常乾燥減量と呼ぶ）から、別に測定したアルコール、酢酸の含量を差し引き、水分の含量を求めます。

$$\text{水分(g/100g)} = \text{乾燥減量(g/100g)} - \text{アルコール, 酢酸(g/100g)}$$

おわりに

一見簡単そうに思われる水分の測定ですが、試料に見合った方法を選択しないと適切な試験はできません。また、試験前や途中で吸湿や乾燥などにも注意が必要です。意外と奥の深い試験項目です。

参考資料

- ・ 科学技術庁資源調査会：五訂日本食品標準成分表，大蔵省印刷局(2000)
- ・ 荘村多加志：三訂 早わかり栄養表示基準，中央法規出版(2006)
- ・ 日本食品分析センター：分析実務担当者が書いた五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説，中央法規出版(2001)
- ・ 日本食品分析センター：分析実務者が解説 栄養表示のための成分分析のポイント，中央法規出版(2007)
- ・ 日本食品科学工学会 新・食品分析法編集委員会編：新・食品分析法，光琳(1996)