

# 食品の生活科学研究(第1報)

赤外線水分測定器による簡易水分定量法及びその信頼度について

山本喜男・富田裕一郎・佐藤 守・大崎規矩夫

## The Living Scientific Studies of Foods

### 1. On the Simplified Rapid Quantitative Measurement of Moisture by Infrared Moisture Balance and the Reliability

Yoshio YAMAMOTO, Yūichiro TOMITA, Mamoru SATO and Kikuo ŌSAKI

(Laboratory of Living Science)

## 緒 言

従来、食品の水分定量には、一般に 105°C 乾燥法が用いられているが、恒量に至らしめる迄に長時間を要し、且つ又繁雑をきわめ、従つて多数の試料を扱う際に不便な点が多い。

最近赤外線ランプを利用して、簡易迅速に水分測定を行う方法が普及しているが、<sup>1)~3)</sup>筆者等はこれを食品に利用し、105°C 乾燥法と比較して、赤外線法の信頼度、利用しうる食品の種類、かつ合理的測定法について検討した。

## 材 料 及 び 方 法

### 1. 試料の調製

- a. 穀類, 豆類, 菓子類: 乳鉢又は粉砕器にて細碎する。
- b. 野菜類, 根菜類: 小片に細断する。

### 2. 測 定 法

- a. 105°C 乾燥法 秤量瓶に試料 2 ~ 4 gm とり, 105°C にて常法により乾燥秤量する。
- b. 赤外線乾燥法 木屋製 F-1 型赤外線水分測定器を使用した。その構造は Fig. 1 の通りである。

水分指針(N)を目盛板(M)の 0 %に置き、平衡指針(0)をダイヤル(F)で、平衡目盛板(G)の 0 に合せ、5 gm の錘を皿(K)にのせ、試料 5 gm を皿(I)にとり赤外線ランプ (185 W, A) を点灯し、加熱乾燥する。ランプの高さは、支柱(C)に刻まれてある高さ目盛(D)により適当な高さで行う。平衡指針が動かなくなつた後、釣合うまで水分指針を指針移動つまみ(H)により動かし、その目盛を読む。風乾した野菜の如く軽量で、容積大なるものは 2.5 gm を用いて測定し、5 gm に換算する\*。

## 結 果 及 び 考 察

### A. 測定に影響する因子

---

\*本 F-1 型測定器は含水率目盛が試料 5 gm に対する水分%として刻まれている。

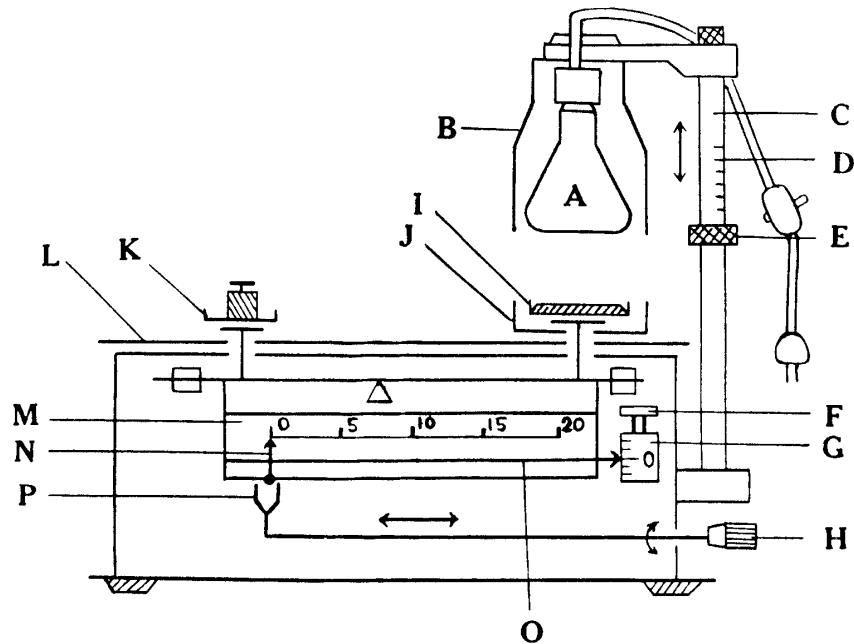


Fig. 1. An Illustration of the Structure of the Infrared Moisture Balance.

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| A : lamp                               | I : sample dish               |
| B : lamp cover                         | J : convection prevent collar |
| C : support                            | K : weight dish               |
| D : height gradation                   | L : reflecting board          |
| E : rock nut                           | M : graduated board           |
| F : balance graduation adjustment dial | N : moisture pointer          |
| G : balance graduated board            | O : balance pointer           |
| H : pointer shift knob                 | P : bifurcation               |

1. 試料の大きさ 試料の大きさは  $2\text{ mm}$  以下に細砕する。余り大きいと粒子中の水分の蒸発が遅く、蒸発未了のうちに表面が焦げ、正確な測定値は期待出来ない。
2. 試料の厚さ 山盛になると、水分の蒸発が不均一となり測定に長時間を要し、上層部が焦げる恐れがある。可能な限り平坦にかつ薄い層にひろげた方が、均一に短時間に終了する。
3. ランプの高さと温度 Table 1 の通りである。

Table 1. Changes of temperatures by the distances from surface of sample to lamp.

| Distance (cm)    | 2.5 | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8  |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| Temperature (°C) | 215 | 200 | 150 | 127 | 115 | 100 | 95 |

4. 温度変化と蒸発水分量 赤外線乾燥法の能率的かつ正確な測定法を知るため、ランプの高さ、温度変化、蒸発水分量の変化及び時間について検討した。

a. 新鮮物（水分 80 % 以上）茄子を試料として用いた場合の値を図示すれば、Fig. 2 の通りである。

Fig. 2 中 A ~ F はランプの高さによる温度の変化、a ~ f は蒸発水分量の変化を示した。

ランプの高さを  $2.5\text{ cm}$ 、 $3\text{ cm}$  にそれぞれ維持して照射した場合の温度変化は Fig. 2 の曲線 A 及び BB' の通りである。この場合の水分蒸発量の変化は a、b の通りで、水分蒸発は急激で約 10 分で

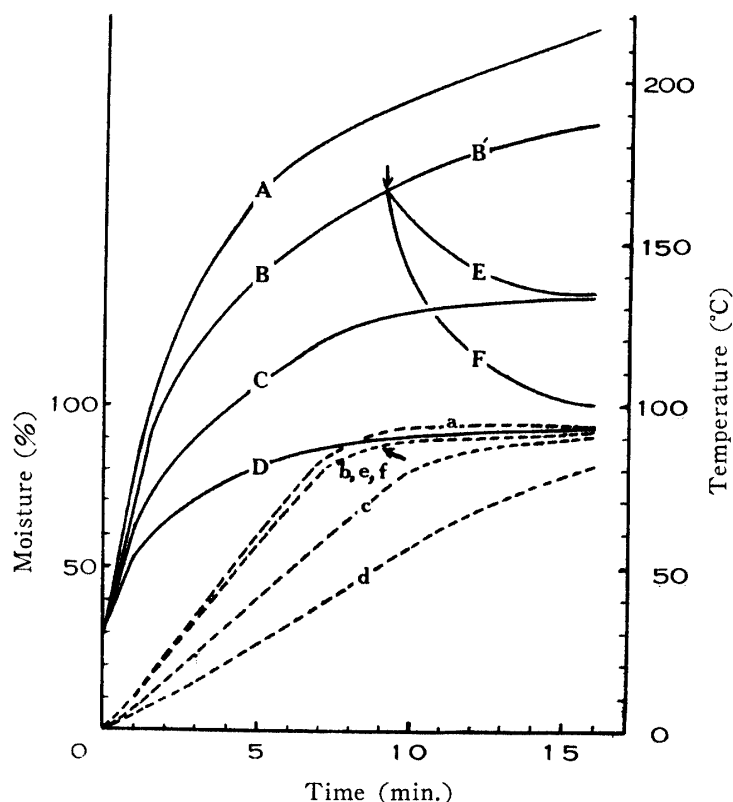


Fig. 2. The Relation among the Quantities of Evaporated Moisture, the Radiation Time and the Temperature.

(Sample: Eggplant)

A~F: Changes of temp. on the basis of distance from surface of sample to lamp.

A: 2.5cm, BB': 3cm, C: 4cm, D: 7cm, BE: 3→4cm, BF: 3→7cm  
a~f were indicated by the changes of quantities of evaporated moisture in the cases of A~F.

a: A, b: BB', c: C, d: D, e: BE, f: BF:

↓: indicate that the lamp was elevated. (BE, BF, e, f)

殆ど恒量値に近くなるが、両者共表面が炭化してくる。2.5cm の場合が3cm の場合よりひどく、a, bの差はこれに原因すると考えられる。3cm の場合では残水量4~5%以下になると炭化が認められた。

4cm に維持した場合(C, c)は15分後に恒量に達し表面の炭化は殆ど認められなかつた。水分蒸発はa, bに比し緩慢である。

7cm に維持した場合(D, d)は最高温度が100°Cで水分量が恒量値に達するに長時間を要し20分でも未だ達しない。

これから考察して、高温で照射し炭化をきたす以前に温度を下げれば、即ちランプの高さを高くすれば、時間的にも短時間で、又焦げる心配もなく測定しうると考えられるので、あらかじめ高さを3cmに保ち9分照射(残水量4~5%)し、後高さを4cmにあげ(B, E, e)或は、7cmにあげ(B, F, f)引続き照射したが何れも10分で殆ど恒量に達し、殊に7cmにランプをあげると全然炭化する恐れなく測定しうることが判明した。

蒸発水分量曲線b, e, f三者は殆ど接近し、時間的な変化も殆ど認められない。

以上の結果から 3 cm で照射した後、残水量 4～5% に達した時、7 cm にランプをあげ恒量に至らしめる方法を採用した。

**b. 新鮮物** (水分 50～80%) 前項 a と同様の検討を試みた結果、3 cm で 7～8 分、後引き続き 7 cm の位置にランプをあげて照射乾燥を行う。

甘藷を例にとり、この方式で測定した際の蒸発水分量の変化を図示すると Fig. 3 A の如くである。

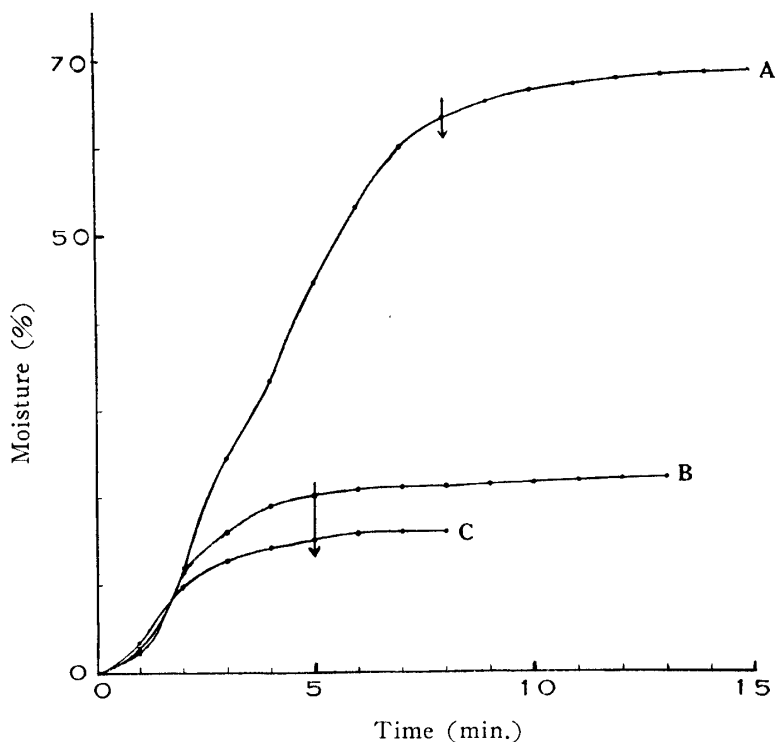


Fig. 3. The Changes of the Quantities of Evaporated Moisture by the Radiation Time.

A: Sweet potato tuber, B: Onion, C: Wheat

↓: indicate that the lamp was elevated from 3 cm to 7 cm.

**c. 風乾物** (水分 10～25%) a 項と同様の検討を行つた結果、3 cm で 4～5 分、後 7 cm で引き続き照射乾燥する。例を玉葱風乾物、小麦にとり蒸発水分量の変化を図示すると Fig. 3 B 及び C の如くである。

その他の場合は、これ等 a, b, c 各項の結果から、大凡ランプの高さ、照射時間等推定しうるわけである。

**d. 菓子類** 糖含量大なるものでは、カラメル化をきたし正確な測定値をうることは困難である。従つて赤外線及び 105°C 乾燥法以外の方法によらねばならない。

多数の試料を連続測定する際注意を要する点は、測定後電源をきり、約 10 分間程放置し、冷却させねばならないことである。引き続き行えば、同一試料を用いた場合、後の回程測定値は小なる結果を生ずる。

**B. 測定例及び赤外線乾燥法の信頼度** 赤外線及び 105°C 乾燥法により食品の水分測定を行い両者を比較検討した。その結果を Table. 2 に示した。

105°C 乾燥法による測定値に対する赤外線法の測定値の差を±%として示したが、全般的に平均± 0.33%の差が認められた。この事実は簡易迅速定量の目的に充分かなうものと考えられる。

Table 2. Comparison of Results secured by Infrared Method and Usual method.

| Sample                | Usual Method           | IR Method         | (A)-(B) | Sample | Usual Method | IR Method              | (A)-(B) |       |       |       |
|-----------------------|------------------------|-------------------|---------|--------|--------------|------------------------|---------|-------|-------|-------|
|                       | %<br>(A)               | %<br>(B)          | ±<br>%  |        | %<br>(A)     | %<br>(B)               | ±<br>%  |       |       |       |
| Vegetables<br>(Fresh) | Cucumber               | 96.02             | 95.67   | -0.35  | Dried        | Bamboo shoot           | 15.21   | 16.00 | +0.79 |       |
|                       | Japanese radish        | 93.67             | 93.40   | -0.27  |              | Japanese radish greens | 14.49   | 14.37 | -0.12 |       |
|                       | Cabbage                | 92.80             | 92.75   | -0.05  |              | White potato           | 13.53   | 13.00 | -0.53 |       |
|                       | Eggplant               | 92.54             | 92.03   | -0.51  | Cereals      | Wheat                  | 14.83   | 15.20 | +0.37 |       |
|                       | Chinese cabbage        | 91.95             | 91.92   | -0.03  |              | Rice                   | 14.24   | 14.40 | +0.16 |       |
|                       | Japanese radish greens | 91.50             | 91.23   | -0.27  |              | Pressed barley         | 14.11   | 14.50 | +0.39 |       |
|                       | Moyashi                | 91.07             | 90.60   | -0.47  | Pulses       | Soy bean               | 14.05   | 14.25 | +0.20 |       |
|                       | Bamboo shoot           | 90.85             | 90.10   | -0.75  |              | Green peas             | 61.11   | 61.50 | +0.39 |       |
|                       | Pumpkin                | 89.84             | 89.40   | -0.44  |              | Kidney beans           | 91.93   | 92.00 | +0.07 |       |
|                       | Carrot                 | 88.84             | 88.25   | -0.59  | Potatoes     | White potato           | 78.18   | 77.75 | -0.43 |       |
|                       | Apple                  | 84.39             | 84.20   | -0.19  |              | Sweet potato           | 67.38   | 67.25 | -0.13 |       |
|                       | Dried                  | Onion             | 23.93   | 23.80  | -0.13        | Seasonings and Others  | Miso    | 55.49 | 54.20 | -0.29 |
|                       |                        | Green welsh onion | 21.90   | 22.00  | +0.10        |                        | Ramen   | 14.05 | 14.50 | +0.45 |
|                       |                        | Cabbage           | 21.06   | 21.60  | +0.54        |                        | Bread   | 13.31 | 13.00 | -0.31 |
| Carrot                |                        | 16.87             | 17.00   | +0.13  | Coffee       |                        | 11.50   | 12.00 | +0.50 |       |

The cakes were excepted.

Table 2 の数値を分散分析した結果、水分の測定法間の誤差の分散は 9.412 であるに対し、測定法間の分散は 0.095 と極めて小さく、本法は極めて信頼度が高いことが判明した。

## 要 約

植物性食品中、主に穀類、いも類、豆類、野菜類、菓子類、嗜好品類、その他 34 種について、赤外線水分測定器による簡易迅速定量法につき検討し、105 °C 乾燥法と比較試験した。

その結果は次の通りである。

1. 砂糖含量大なる菓子類の水分測定には不適當である。
2. 他の種類のものでは、全般的に ± 0.33 % の差が 105 °C 乾燥法との間に認められた。
3. 試料の撰択及び測定法に注意すれば、充分実用にかなうものと考えられる。

## 文 献

- 1) 後藤富士雄：澱粉工業誌，4，1 (1956)。
- 2) 後藤富士雄：三和電気科学研究所報，(1957)。
- 3) 前沢辰雄・大久保増太郎・早川幸男：醸酵工誌，35，9 (1957)。

---

*R é s u m é*

A method for the simplified rapid quantitative measurement of moisture was described. Namely Infrared Moisture Balance method (IR method) was compared with usual method (drying at 105° C).

The tested samples were 34 kinds of the vegetable foods (cereals, potatoes, pulses, vegetables, seasonings and others).

The results obtained were as follows:—

1. The cakes which contained large amounts of sugar were identified as inadequacy in IR method.

2. The average differences between the values secured by IR method and usual method were  $\pm 0.33\%$ .

3. If the selection of samples and the measurement will be done carefully, IR method can be put to practical use.