

栄養調査のための食品成分簡易測定法の研究(第2報)

—断熱々量計の精度についての検討—

金子 俊

A Simplified Method of Food Analysis for Nutrition Research (2)

The Accuracy of Adiabatic Calorimetry

Shun Kaneko

はじめに

食品の栄養価を知る方法には食品成分表を用いて判読する方法と実際に食品を化学分析することによって判定する方法の2つがあるが、栄養調査を実施した場合、食品によっては栄養価の判定が難しいことに遭遇することが度々ある。例えば調査地域特有な食品であったり、自家製の加工品、或は食材料や分量が不明確な調理済食品などの場合である。このような時に分量を推測して計算したり、食品を無理に成分表の食品名に適合させたりすることは調査の精度を低下させることになる。また食品を化学分析することによって成分を知るとしても多くの労力や時間が必要であり、簡易に栄養成分を知る方法として適当な方法とは思われない。そこで食品中の栄養成分の内、熱量の概量だけでも簡易に知る方法はないものかと考えた。その試の一つとして前報では、断熱々量計を用いて市販の魚介・獣鳥肉類の加工品について熱量を測定した所、熱量はいずれも成分表値よりも熱量計値が上まわっており、また一人の労力で1サンプル約2時間半位で測定できることを報告した。今回は試料食品を食品成分表の分類の各食品群のうち、代表的と思われる食品として、実際に各栄養素を化学分析し、また断熱々量計を用いて熱量も測定した。そして食品成分表の値も加えてこの三者の値を比較した。この比較によって断熱々量計の精度を検討したので報告する。

実験方法

1. 試料食品

試料とした食品は三訂食品成分表²⁾の各食品群のうち代表的と思われる次の食品である。

1) 穀類については精白米(ササニシキ)

- 2) 小麦粉については一等薄力粉
- 3) いも類についてはじゃがいも(だんしゃく)
- 4) 砂糖類については上白糖
- 5) 油脂類については天ぷら油
- 6) 種実類についてはごま(白ごま)
- 7) 豆類については大豆
- 8) 魚介類についてはあじ
- 9) 卵類については鶏卵
- 10) 乳類については市乳
- 11) 有色野菜類についてはにんじん(三寸)
- 12) その他の野菜類についてはきゃべつ
- 13) かんきつ類についてはみかん
- 14) その他の果実類についてはりんご(紅玉)

以上のような食品1サンプル(小麦粉のみ2サンプル)づつを試料とした。

2. 化学分析方法

化学分析の方法については各試料食品の可食部だけを採取し、それを混合した後、次のような分析方法によって各栄養素を定量した³⁾。

- 1) 水分については常圧加熱乾燥法
- 2) 粗灰分については灼熱灰化法
- 3) 粗蛋白質についてはケルダール法
- 4) 粗脂肪についてはソックスレー抽出法
- 5) 粗繊維についてはA・O・AC公定法

上記の分析の他に熱量については、三訂食品成分表で行なっているように、上記の定量によって得られた粗蛋白質、粗脂肪、それに差引きによって求められる炭水化物(繊維を含む)の値に各食品の成分表で使用しているカロリー換算係数を乗じて熱量を算出した。

3. 断熱々量計の分析

食品を直接物理的に燃焼させて熱量を測定する熱量計

は真空式断熱々量計 (OSK 150) を使用した。その操作方法は前報と同様である。

実験結果並に考察

各食品の化学分析値とその結果から算出された熱量、断熱々量計による熱量、成分表の値の3者の比較は表1から表15の如くであった。また表16に食品の廃棄について示した。これらの表の内B/Aとは化学分析値・熱量計値と成分表値との割合について示したものであり、D/Cとは化学分析によって算出された熱量と熱量計による熱量値との割合について示したものである。

表1 精白米 (ササニシキ) の分析値 (100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	13.7±0.1 (3)	15.5	113.1%
蛋白質 g	8.8±0.4 (3)	6.2	70.5
脂肪 g	0.5±0 (3)	0.8	160.0
糖質 g	76.4	76.6	100.3
繊維 g	0.2 (1)	0.3	150.0
灰分 g	0.4 (1)	0.6	150.0
エネルギー Cal(C)	356	351	98.6
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	440 ±7.8 (3)	351	79.8
D / C × 100 = 440 / 356 × 100 = 124.0 %			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表2 小麦粉Iの分析値 (100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	13.0±0.1 (3)	14.0	107.7%
蛋白質 g	9.2±0.4 (2)	8.3	90.2
脂肪 g	0.9±0 (3)	0.9	100.0
糖質 g	76.4	76.2	99.7
繊維 g	0.2 (1)	0.2	100.0
灰分 g	0.3 (1)	0.4	133.3
エネルギー Cal(C)	360	356	98.9
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	385±1.5 (3)	356	92.5
D / C × 100 = 385 / 360 × 100 = 106.9 %			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表3 小麦粉IIの分析値 (100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	12.5±0.1 (2)	14.0	112.0%
蛋白質 g	9.3±0.2 (2)	8.3	89.2
脂肪 g	1.0±0.1 (3)	0.9	90.0
糖質 g	76.5	76.2	99.6
繊維 g	0.2 (1)	0.2	100.0
灰分 g	0.5 (1)	0.4	80.0
エネルギー Cal(C)	362	356	98.3
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	388±1.4 (2)	356	91.8
D / C × 100 = 388 / 362 × 100 = 107.2 %			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表4 じゃがいもの分析値 (100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	76.8±0.6 (2)	79.5	103.5%
蛋白質 g	2.3±0.1 (3)	1.9	82.6
脂肪 g	0.2±0 (3)	0.1	50.0
糖質 g	19.6	17.3	88.3
繊維 g	0.5 (1)	0.4	80.0
灰分 g	0.6 (1)	0.8	133.3
エネルギー Cal(C)	89	77	86.5
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	92±1.5 (3)	77	83.7
D / C × 100 = 92 / 89 × 100 = 103.4 %			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表5 上白糖の分析値 (100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	0.6±0.1 (3)	0.9	150.0%
蛋白質 g	0 ±0 (3)	0	0
脂肪 g	0 ±0 (3)	0	0
糖質 g	99.4	99.1	99.7
繊維 g	0 (1)	0	0
灰分 g	0 (1)	0	0
エネルギー Cal(C)	385	384	99.7
カロリーメーター(C) エネルギー Cal	392±22.2 (3)	384	98.0
D / C × 100 = 392 / 385 × 100 = 101.8 %			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表6 天ぶら油の分析値

(100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	0 (1)	0	0 %
蛋白質 g	0 (1)	0	0
脂肪 g	100.0±0 (3)	100	100.0
糖質 g	0	0	0
繊維 g	0 (1)	0	0
灰分 g	0 (1)	0	0
エネルギー Cal(C)	884	884	100.0
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	948±11.0 (3)	884	93.2
D / C × 100 = 948 / 884 × 100 = 107.2 %			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表7 ごまの分析値

(100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	4.5±0 (3)	7.0	155.6%
蛋白質 g	19.9±0 (2)	19.7	99.0
脂肪 g	52.5±0.3 (3)	50.7	97.0
糖質 g	7.2	14.2	197.2
繊維 g	8.3 (1)	2.9	34.9
灰分 g	7.6 (1)	5.3	69.7
エネルギー Cal(C)	572	564	98.6
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	584	564	96.6
D / C × 100 = 584 / 572 × 100 = 102.1 %			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表8 大豆の分析値

(100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	12.2±0.1 (2)	12.0	98.4%
蛋白質 g	33.6±4.5 (3)	34.3	102.1
脂肪 g	15.8±0.1 (3)	17.5	110.8
糖質 g	26.9	26.7	99.3
繊維 g	6.5 (1)	4.5	69.2
灰分 g	5.0 (1)	5.0	100.0
エネルギー Cal(C)	385	392	101.8
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	498±1.2 (3)	392	78.7
D / C × 100 = 498 / 385 × 100 = 129.4 %			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表9 あじの分析値

(100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	76.1±0.7 (3)	75.0	98.6%
蛋白質 g	19.4±0.3 (3)	20.0	103.1
脂肪 g	4.5±0.4 (3)	3.5	77.8
糖質 g	0	0.3	0
繊維 g	0.1 (1)	0	0
灰分 g	1.2 (1)	1.2	100.0
エネルギー Cal(C)	124	118	95.2
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	135±19.2 (3)	118	87.4
D / C × 100 = 135 / 124 × 100 = 108.9 %			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表10 鶏卵(全卵)の分析値

(100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	75.1±0.4 (3)	75.0	99.9%
蛋白質 g	12.0±0.2 (3)	12.7	105.8
脂肪 g	9.3±0.4 (3)	11.2	120.4
糖質 g	2.7	0	0
繊維 g	0	0	0
灰分 g	0.9 (1)	1.1	122.2
エネルギー Cal(C)	146	156	106.8
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	172±4.5 (3)	156	90.7
D / C × 100 = 172 / 146 × 100 = 117.8 %			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表11 市乳の分析値

(100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	89.1±0.1 (3)	88.6	99.4%
蛋白質 g	3.1±1.4 (2)	2.9	93.5
脂肪 g	3.2±0.1 (3)	3.3	103.1
糖質 g	3.9	4.5	115.4
繊維 g	0.1 (1)	0	0
灰分 g	0.6 (1)	0.7	116.7
エネルギー Cal(C)	57	59	103.5
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	69±7.1 (2)	59	85.5
D / C × 100 = 69 / 57 × 100 = 121.1 %			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表12 にんじんの分析値

(100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	91.6±0.2 (3)	85.8	93.7%
蛋白質 g	0.9±0.1 (2)	1.3	144.4
脂肪 g	0.3±0.1 (3)	0.2	66.7
糖質 g	5.9	10.9	184.7
繊維 g	0.9 (1)	1.1	122.2
灰分 g	0.4 (1)	0.7	175.0
エネルギー Cal(C)	28	51	182.1
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	29±3.2 (3)	51	175.9
D / C × 100 = 29 / 28 × 100 = 103.6%			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表13 きゃべつの分析値

(100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	93.1±0.1 (3)	92.3	99.1
蛋白質 g	1.2±0.1 (3)	1.6	133.3
脂肪 g	0.2±0.1 (3)	0.2	100.0
糖質 g	33.8	4.4	115.8
繊維 g	1.1 (1)	0.8	72.7
灰分 g	0.6 (1)	0.7	116.7
エネルギー Cal(C)	22	24	109.1
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	24±2.1 (3)	24	100.0
D / C × 100 = 24 / 22 × 100 = 109.1%			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表14 みかんの分析値

(100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	89.6±0.1 (3)	88.9	99.2%
蛋白質 g	0.6±0.1 (2)	0.8	133.3
脂肪 g	0.4±0.1 (2)	0.3	75.0
糖質 g	9.0	9.3	103.3
繊維 g	0.1 (1)	0.3	300.0
灰分 g	0.3 (1)	0.4	133.3
エネルギー Cal(C)	38	48	105.3
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	41±2.5 (3)	40	97.6
D / C × 100 = 41 / 38 × 100 = 105.1%			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表15 りんごの分析値

(100g当り)

成分	化学分析値(A) M±σ (N)	成分表値(B)	B/A×100
水分 g	86.5±0.2 (3)	87.9	101.6%
蛋白質 g	0.1±0 (2)	0.4	400.0
脂肪 g	0.1±0.1 (3)	0.5	500.0
糖質 g	12.6	10.4	82.5
繊維 g	0.5 (1)	0.6	120.0
灰分 g	0.2 (1)	0.2	100.0
エネルギー Cal(C)	48	45	93.8
カロリーメーター(D) エネルギー Cal	47±0.6 (3)	45	95.7
D / C × 100 = 47 / 48 × 100 = 97.9%			

M: 平均値 σ: 標準偏差値 N: 例数

表16 廃棄率

(単位%)

食品名	分析値(A)	成分表値(B)	B/A×100
じゃがいも	13	10	76.9
あじ	38	35	92.1
鶏卵	11	11	100.0
にんじん	6	5	83.3
きゃべつ	18	15	83.3
みかん	28	30	107.1
りんご	22	18	81.9

他の食品は廃棄率0

この結果についてまとめてみると次のようであった。
化学分析値を100とした場合、熱量計値が±10%の範囲にあった食品は小麦粉ⅠⅡ、じゃがいも、上白糖、天ぷら油、ごま、にんじん、きゃべつ、みかん、りんご、あじの各食品であった。また±10%の範囲を越える食品は精白米、大豆、鶏卵、市乳であった。

熱量計値を100とした場合、成分表値が±10%の範囲内にあった食品は小麦粉ⅠⅡ、上白糖、天ぷら油、ごま、鶏卵、きゃべつ、みかん、りんごであった。また±10%の範囲を越える食品は精白米、じゃがいも、大豆、あじ、市乳、にんじんであった。

化学分析値を100とした場合、成分表値が±10%の範囲内にあった食品は精白米、小麦粉ⅠⅡ、上白糖、天ぷら油、ごま、大豆、あじ、鶏卵、市乳、きゃべつ、みかん、りんごであった。また±10%の範囲を越える食品はにんじん、じゃがいもであった。

以上のような三者の値の差異が出たことは試料とした各食品が1サンプルずつであって、食品成分表のように

多数の種類の商品からの標準値ではないからであろうし、またカロリー換算計数（4・9・4の比率，炭水化物について）等の問題点からむしろ当然の値であろう。

もう少し試料数を増し、実験をくり返し、熱量計値・化学分析値・成分表値の間にそれぞれ一定の差異が得られるならば栄養調査の際に熱量計を導入することは、調査の精度を高めることの一つになるのではないかと考える。なお混合調理済食品については現在実験中であり、また蛋白質の簡易測定法についても検討中である。

（この論文の概要は第31回日本栄養食糧学会で発表した。）

参 考 文 献

- 1) 著者：食品成分簡易測定法の研究（第1報），文教大学紀要第10集（1977）
- 2) 科学技術庁資源調査会編：日本食品成分表，医歯薬出版（1970）
- 3) 永原太郎ら：食品分析法，柴田書店（1968）
- 4) 吉川春寿ら：栄養学，朝倉書店 158（1973）
- 5) 高木和男ら：集団給食における給食内容の栄養価検定の簡易化について，労働科学，45，6（1969）