“秤量法”, “買上げ計算法”, “思い出し法” によるタンパク 質, およびナトリウム摂取量と実測値との比較

菅 原 和 夫*, 熊 江 隆*, 町 田 和 彦*
島 岡 章*, 大 下 喜 子*, 鈴 木 継 美**

* 大分医科大学公衆衛生医学教室

** 東京大学医学部保健学科人類生態学教室

Comparison of Actually Measured Dietary Consumption of Protein and Sodium with Calculated Values by “Weighing Methods,” “Purchasing Method” and “Recall Method” Concerning Food Consumption

Kazuo SUGAWARA,* Takashi KUMAE,* Kazuhiko MACHIDA,*
Akira SHIMAOKA,* Yoshiko OHSHITA,* Tsuguyoshi SUZUKI**

* Department of Public Health, Medical College of Oita, Hazama

** Department of Human Ecology, School of Health Sciences, Faculty of Medicine,
University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo

Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi (*J. Jap. Soc. Nutr. Food Sci.*) 36, 15~20 (1983) In estimating amount of nutrients intake, various procedures are utilized to know amount of foodstuffs to be consumed or consumed. In this report, three dietary consumption survey methods, i.e. (1) weighing all foodstuffs prior to cooking (weighing method), (2) purchasing the same meal as consumed and separating it into foodstuffs (purchasing method), and (3) asking the housewives who cooked the meal to recall the composition and weight of foodstuffs used (recall method), were tested for 30 meals from 10 housewives living in a village in Oita Prefecture in terms of estimating amount of protein and sodium consumption. The meals concerned were also subjected for nitrogen analysis by using an instrument for elements (C, H and N) analysis (Yanagimoto MT-2) and sodium analysis by atomic absorption spectrometry (Hitachi Zeeman 180-80). From the nitrogen value, crude protein values were calculated by multiplying nitrogen protein conversion factor, 6.25. The new version of Japanese Standard Food Composition Table (Supplements to the 3rd edition) was used for calculation of protein and sodium consumption.

Actually measured values of protein were well correlated with calculation values; correlation coefficient is 0.933 for the weighing method data, 0.897 for the purchasing method data and 0.715 for the recall method data. However, sodium values actually measured correlated with only purchasing method data with a statistical significance ($r=0.478$).

(Received May 13, 1982)

ある集団,あるいは個人,の栄養素摂取量を知るために,各種の方法が用いられる。一定の期間内に摂取された食物につき,食品成分表に記載されている栄養素含有量と摂取重量とから計算で求める方法,あるいは摂取された食事と同じものを採集し,化学分析にかける方法など,調査対象,目的,調査者の能力などによって,実に多様な方法が用いられる。

いずれの方法も,それぞれ独自の誤差を持っているが,

* 〒879-56 大分県大分郡狭間町医大ヶ丘 1-1506

** 〒113 東京都文京区本郷 7-3-1

食品成分表を利用する場合にはその記載値と実際に用いられた食品の含量との食い違いが大きな問題となる。成分表においてある栄養素の含有量は単一の数値によって示され,その変動の範囲は示されていない。仮に成分表作成にあたって日本を代表するに十分な数のサンプルが各地から集められたのだとしても,ある地域の個々の調査時に利用された食品の値がこの代表値(成分表上の)と一致するという保証はない。

食物摂取の調査自体に内包されている問題については繰り返し議論がなされているが¹⁾,食品成分表を利用す

ることによって、どんな誤差が生ずるかを栄養素ごとに検討した報告はごく限られている²⁾。三訂補日本食品標準成分表³⁾が完成した現段階で、その利用の有効性と限界を検討することは急務といえる。本報告においては、(1)消費者が各食品を調理直前に秤量し、食品成分表の値から栄養素量を計算する方法（以下：秤量法とよぶ）、(2)摂食された各調理品と同じものを同量買上げ、これについて栄養素を実測する方法（以下：実測法）、(3)同じく買上げた各調理品を食品ごとにできる限り分別しその重量を測定し、成分表の値から計算する方法（以下：買上げ計算法）、および(4)補助的に調査対象主婦に対し栄養士が面接し前日の食事内容を聞きとり、その結果から摂取量を推定し、成分表の値から栄養素量を計算する方法（以下：思い出し法）、の四つの方法によるタンパク質・ナトリウム摂取量の食い違いを検討した。

調査方法

大分県内の1山村の農家10世帯の主婦（35～45歳）を対象に1日分延30食の食事について、秤量法、実測法、買上げ計算法、思い出し法の各方法による栄養素摂取調査を行なった。なおこれらの対象世帯は、過去3回国民栄養調査方式による調査に参加している。

秤量法は、国民栄養調査方式に準じて実施し、各食事ごとに集計した。

買上げ計算法による測定は秤量法の対象となった食事について、各料理ごとに摂食したと同重量を計量しあらかじめ渡しておいたポリ容器に収めてもらい、研究室に持ち帰り、各料理を食品ごとに分別し計量した。その後、実測法の測定のためにこの食事をまとめてホモジナイズし、分析に供した。

思い出し法の対象とした食事もあるが前3法の調査を行なった次の日の朝、対象主婦に対して栄養士が面接し、前日の食事内容につきフードモデルを用いて聞き取った。したがって今回の聞き取り調査は一般に実施されるものと異なり、前日に主婦が自分で計量等のことを行なっており使用した材料、調味料の種類と量、摂取した量等の記憶が鮮明であり聞き取り精度はかなりよいと考えられる。

なお用いた成分表は、三訂補日本標準食品成分表³⁾である。

分析方法

1. 窒素量の定量

買上げた食事1食分を秤量後、蒸留水を適量（150～300 ml）加えて市販のミキサーで十分にホモジナイズした後に、一部を取り出し秤量し、凍結乾燥（約2～3日）させて試料とした。

Fig.1. Comparison of two methods for nitrogen measurement.

$$y=0.957x-0.058, r=0.999.$$

測定は、柳本製高速C・H・N・コーダーMT-2型を使用した。試料2～3 mgを燃焼管中におき、carrier gasとしてHe（150 ml/min）を助燃ガスとして高純度酸素（8 ml/min）を用い、850～900°Cで完全燃焼させ、試料をH₂O、CO₂、N₂にし、その濃度を測定した。

なお従来ケルダール法を用いて窒素量を測定しているため、今回使用したC・H・N・コーダー法とのcross checkを行ないFig.1に示す結果を得た。相関係数および、回歸直線より、両測定値に差異は認められなかった。

タンパク質換算係数は6.25を用いて、これを窒素量に乗じて粗タンパク質量とした。

2. ナトリウム量の測定

試料は、窒素量の測定に用いたと同じものを使用し、乾燥重量1 gを秤量し、約20%の硝酸中で3日以上静置後脱イオン蒸留水で洗浄したバイレックスガラスの三角フラスコに移し、有害金属測定用硝酸と電子工業用の過酸化水素水で湿式灰化を行なった。灰化後、0.1 N有害金属測定用硝酸（10 ml）を加え溶液とし、日立偏光ゼーマン原子吸光度計180-80型を用い、原子吸光度で測定した。ブランクおよび共存原子による妨害は測定値の数百分の一であり、無視しえた。

結果

実測法による結果（実測値）と他の3法による計算値（秤量法値、買上げ計算法値、思い出し法値）をTable 1およびTable 2に示した（秤量法において5食分は食事メモ用紙の紛失、秤量した重量の記入落し等のため、計算不能となり、25食分のみ示した）。

1. タンパク質について

実測値から得られた平均値と、3種の計算値のそれぞれの平均値の差についてTable 3に示した。計算値の平

Table 1. Comparative data on amount of protein consumption in individual meals by four dietary consumption survey methods.

Meal	Actual	Weighing	Purchasing	Recall
1	19.0	21.0	17.8	17.4
2	24.6	23.3	23.5	22.4
3	22.6	22.7	20.7	11.0
4	17.1	12.3	13.7	13.3
5	17.7	13.9	15.9	22.9
6	17.6	13.0	11.4	13.0
7	27.2	29.1	26.9	14.7
8	29.3	27.3	28.1	31.2
9	8.6	11.0	8.8	9.6
10	9.1	11.4	8.9	8.4
11	29.9	29.4	25.0	20.8
12	17.5	21.6	17.1	14.9
13	35.9	38.2	29.8	45.3
14	33.2	28.2	27.3	25.4
15	22.9	28.7	22.2	22.6
16	16.4	15.2	14.0	15.1
17	25.9	26.8	30.3	29.1
18	37.5	39.2	24.3	18.0
19	18.6	18.6	19.5	20.4
20	15.9	15.8	14.5	21.0
21	30.0	25.0	27.9	45.2
22	19.3	17.6	17.7	17.3
23	13.3	13.0	11.1	15.2
24	24.5	24.2	20.5	21.3
25	17.2	14.8	18.6	14.2
26	20.4		18.9	23.1
27	53.9		33.1	43.5
28	42.0		36.4	23.8
29	35.0		33.9	35.7
30	23.5		23.4	28.7
<hr/>				
N=25				
Mean	22.03	21.65	19.82	20.39
S. D.	7.69	8.00	6.57	9.36
<hr/>				
N=30				
Mean	24.19		21.37	22.15
S. D.	9.94		7.49	9.94

Numerals in the table show grams of protein consumed.

Actual: The same meal as consumed was purchased, homogenized, and measured for nitrogen content. The values are as crude protein.

Weighing: The foodstuffs used for the meal were weighed prior to cooking, and calculation of protein values was conducted with using the food composition table.

Purchasing: The same meal as consumed was purchased and separated into composing foodstuffs. Calculation of protein values was similarly done to the case of "Weighing" as for foodstuffs.

Recall: Housewives studied were asked to recall the composition and estimated weight of foodstuffs in the meal. Protein values were calculated by using the food composition table.

Table 2. Comparative data on amount of sodium consumption in individual meals by four dietary consumption survey methods.

Meal	Actual	Weighing	Purchasing	Recall
1	1.477	1.237	1.208	1.810
2	1.285	4.094	1.182	0.980
3	1.060	0.446	0.834	0.369
4	1.461	1.530	1.117	1.100
5	2.416	2.136	1.805	2.700
6	0.569	0.722	0.781	1.060
7	2.349	3.777	2.944	2.160
8	2.507	0.263	3.699	0.200
9	0.613	0.515	0.445	0.750
10	1.230	1.490	1.377	2.200
11	0.997	0.928	1.691	1.770
12	1.262	1.159	1.024	1.380
13	3.050	3.327	1.806	3.500
14	2.317	2.306	2.353	2.670
15	1.506	1.137	1.426	1.468
16	1.781	1.114	0.471	1.499
17	1.634	1.960	2.177	1.876
18	3.153	1.096	0.419	0.720
19	1.971	3.011	3.044	2.659
20	1.463	1.819	1.931	3.570
21	1.440	2.508	2.337	2.939
22	1.759	1.054	1.294	1.453
23	0.670	1.197	1.030	1.297
24	0.923	1.207	0.847	1.092
25	1.242	1.329	1.425	1.638
26	0.613		0.953	1.610
27	2.284		2.785	2.620
28	2.109		1.604	0.995
29	1.690		1.809	3.443
30	1.512		1.483	1.315
<hr/>				
N=25				
Mean	1.6054	1.6545	1.5467	1.7144
S. D.	0.7028	1.0130	0.8446	0.9038
<hr/>				
N=30				
Mean	1.6123		1.5767	1.7614
S. D.	0.6826		0.8106	0.9103

Numerals in the table show grams of sodium consumed.

Details of each method are described in the footnote of Table 1.

Table 3. Comparison of averages with different methods.

Comparison	$\bar{d}$	Sd	No.	t	Significance
Protein (g)					
"Actually measured"- "Calculated with weighing method"	0.38	2.88	25	0.66	ns
"Actually measured"- "Calculated with purchasing method"	2.81	4.62	30	3.33	$p < 0.01$
"Actually measured"- "Calculated with recall method"	2.04	7.51	30	1.49	ns
Sodium (g)					
"Actually measured"- "Calculated with weighing method"	-0.048	0.995	25	-0.24	ns
"Actually measured"- "Calculated with purchasing method"	0.036	0.771	30	0.25	ns
"Actually measured"- "Calculated with recall method"	-0.149	0.966	30	-0.85	ns

$\bar{d}$: Average of difference between actually measured value and calculated value with each method;

$$\bar{d} = \sum (x_{A1} - x_{B1}) / n,$$

Sd: Standard deviation of the difference;

$$Sd = \sqrt{\{\sum d_i^2 - (\sum d_i)^2 / (n-1)\}},$$

No.: Number of pairs,

$$t: t\text{-statistics by paired } t\text{-test}; t = \frac{\bar{d}}{Sd / \sqrt{n}},$$

ns: Not significant.

均値はいずれも実測値の平均値より若干低値を示していたが、有意差を認めたのは買上げ計算法値と実測値の場合 ($p < 0.01$) のみであった。

実測値と各種計算値との相関・回帰は Fig. 2 (A)~(C) に示したごとくで、実測値に対する相関係数は、秤量法値: 0.933 ($p < 0.001$), 買上げ計算法値: 0.897 ($p < 0.001$), 思い出し法値: 0.715 ($p < 0.001$) となった。

2. ナトリウム量について

各種の方法により得られた計算値の平均値と実測値の平均値との差異は Table 3 に示した。秤量法値と思い出し法値では実測値より若干高値を、買上げ計算法値では逆に低値を示したが、いずれの場合においても統計学的な有意差は認められない。

次に各種計算値と実測値との相関・回帰を Fig. 3~5 に示した。秤量法値と実測値および思い出し法値と実測値との間には統計学的に有意な相関が認められなかった。買上げ計算法値と実測値との間の相関係数は 0.478 ($p < 0.01$) であった。

考 察

本来実測値と計算値との関係は、その回帰直線において $y=x$ にきわめて近いものとなるべきである。今回われわれの研究結果においては、タンパク質についてのみ前述のごとく比較的 1 に近い回帰係数を示した。ナトリウムについては買上げ計算法値のみが有意の相関を示したものの、その回帰直線は $y = 0.403x + 9.77$ と $y = x$ から大きく離れている。

タンパク質については、栄養素摂取調査において原材料の種類および重量が正確に把握できるなら実測値と近い値が計算によってもえられると判断される。

しかし、ナトリウムについては、どの方法を用いても実測値と大きく食い違うことが示された。この原因については本研究の範囲からは何も述べられないが、福本ら²⁾も指摘しているように、調理過程における塩分の損失、既加工食品の塩分の量が成分表所載のものと異なるなどの理由を考慮すべきである。

菊地ら⁴⁾、鈴木ら⁵⁾、の買上げ計算法による値と実測値との比較においても今回のわれわれの結果とはほぼ同程度の相関であり、福本ら²⁾の秤量法による値は実測値との間で 0.28 というさらに低い相関係数がえられている。

従来行なわれている栄養素摂取調査においては、その調査方式が異なれば、その結果も異なるとの指摘がある。渡辺ら⁶⁾により面接聞き取り法と買上げ計算法に相関関係がなかったと報告されている。さらに鈴木ら⁷⁾は、同一資料に基づいて複数の栄養士がそれぞれ推計したとき、栄養士間に差を認めたと報告している。

このように、調査の方式による差異、あるいは栄養士間の個人差等、栄養素摂取調査の精度に関する検討は種々行なわれているが、今回のわれわれの結果ではタンパク質に関しては原材料の種類および重量が正確に測定できると、比較的よい結果がえられており、必ずしもすべての栄養素について否定的な見解を持つわけにはいかない。今後さらに他の栄養素についても検討を加え報告する予定である。

(A)

(B)

(C)

Fig.3. Correlation analysis for values of sodium consumption obtained with two survey methods.

Sodium measurement for the meal vs. weighing foodstuffs prior to cooking and calculation by using the food composition table.

$r=0.378$.

Fig.2. Correlation and regression analysis for values of protein consumption obtained with two survey methods.

(A) Nitrogen measurement for the meal vs. weighing foodstuffs prior to cooking and calculation by using the food composition table.

$y=0.897x+2.607$, $r=0.933$.

L_3 : Regression line, L_2 and L_4 : Confidence limit ($p=0.95$) of regression, L_1 and L_5 : Confidence intervals at estimation from the regression line. ($p=0.95$).

The same notation is used in Figures 2(B), 2(C) and 4. Only in the case correlation is significant, regression analysis is conducted.

(B) Nitrogen measurement for the meal vs. purchasing the same meal, separating it into foodstuffs, weighing them and calculating by using the food composition table.

$y=1.190x-1.250$, $r=0.897$.

(C) Nitrogen measurement for the meal vs. asking housewives to recall the composition and weight of foodstuffs used for the meal and calculation by using the food composition table.

$y=0.715x+8.352$, $r=0.715$.

要 約

同一食事について、秤量法、買上げ計算法、思い出しの3種の調査を同時に行ない。その結果につき三訂補食品成分表を用いタンパク質、ナトリウム摂取量を計算した。さらに買上げ計算法に用いたサンプルをホモジナイズし、窒素量を測定し粗タンパク質量を求めさらにナトリウムを測定した。

計算値と実測値を比較すると、

1) 秤量法値と実測値との関係では、タンパク質については $r=0.933$ と高い相関を示し実測値と計算値の平均値間に統計学的有意差を認めなかった。ナトリウムに

Fig. 4. Correlation and regression analysis for values of sodium consumption obtained with two survey methods.

Sodium measurement for the meal vs. purchasing the same meal, separating it into foodstuffs, weighing them and calculating by using the food composition table.

$r=0.478$.

については計算値と実測値間に有意の相関を認めなかったが、両平均値間に有意差はなかった。

2) 買上げ計算法値と実測値との関係では、タンパク質については計算値と実測値間には $r=0.897$ の相関を認めた。なお、両平均値に有意差があり、計算値が実測値より少なかった。ナトリウムについては $r=0.478$ の相関を認め、両平均値間には有意差はなかった。

3) 思い出し法と実測値の関係は、タンパク質については、相関係数は 0.715 とやや小さかったが両平均値間には有意差を認めなかった。ナトリウムについては実測値と計算値の間には有意な相関を認めず、両平均値の間には有意差は認められなかった。

C・H・N・コーダー法とケルダール分析値の cross check にあたり、ケルダール分析に多大なご協力をいただいた長崎大学水産学部生物化学教室石原 忠教授に

Fig. 5. Correlation analysis for values of sodium consumption obtained with two survey methods.

Sodium measurement for the meal vs. asking housewives to recall the composition and weight of foodstuffs used for the meal and calculation by using the food composition table.

$r=0.291$.

深謝いたします。

文 献

- 1) 鈴木継美, 山口蒼生子, 鈴木久乃: 栄養と食糧, **31**, 143 (1978)
- 2) 福本順子, 中島けい子: 栄養と食糧, **35**, 125 (1982)
- 3) 科学技術庁資源調査会(編): 三訂補日本食品標準成分表 (1980), 大蔵省印刷局 (東京)
- 4) 菊地亮也, 富樫美和子, 高階光栄, 今野喜代子: 秋田衛生科学研究所報, **20**, 139 (1975)
- 5) 鈴木保男, 菅谷 彪, 林 雅人, 佐々木記三郎, 黒川誠悦, 天川キミ子: 秋田農村医学会誌, **21**, 21 (1975)
- 6) 渡辺孝男, 千葉啓子, 宮坂道子, 小泉昭夫, 池田正之: 日衛誌, **36**, 234 (1981)
- 7) 鈴木久乃, 樋口揚子, 鈴木継美: 栄養と食糧, **29**, 229 (1976)

(昭和57年5月13日受理)