

## 写真併用の食事調査が摂取量推定値に及ぼす影響

三 田 有紀子\*・續 順 子\*

### Comparison of Estimated Nutrient Intakes by Food Recording Method and a Modified Method Supplemented with Photography

Yukiko MITA and Junko TSUDZUKI

食事調査は食事摂取状況から摂取食品の種類や量、栄養素摂取量を把握することを目的に行われており、栄養指導に活かすアセスメントとして必須である。その方法として陰膳法、食事記録法、24時間思い出し法、食物摂取頻度調査法などがあり、これらは対象者の負担が少なく、正確であることが望ましい<sup>1)</sup>。しかし、食事調査の多くは対象者の自己申告に基づくものであるため、個人間あるいは個人内変動が大きく、対象者の過小・過大申告、日間変動等による誤差は食事調査において特に留意しなければならない<sup>2)</sup>。

食事記録法は食事の材料やその量を記録するもので、広く活用されている方法である。その方法として秤量記録法と目安量記録法があり、前者では食事の量を実際に秤量して記録を行うため、正確性の高い調査方法であると考えられているが、対象者の負担が大きいたことが問題とされている。一方、目安量記録法では食事の量をだまかな表記で記録する方法のため、記録が比較的簡便であり、対象者の負担が少ない。しかし、その妥当性については十分に評価されておらず、対象者の申告誤差や推定する者の経験や能力によって実際の摂取量との誤差が生じやすいことが問題となっている。

近年、これらの誤差を少なくする方法として食事の写真を使用する方法が注目されている。写真撮影による食事調査方法は事前に写真を撮影し、その写真から重量の推定を行う方法で対象者の負担も少なく簡便である。鈴木ら<sup>3)</sup>の先行研究では観察者間の一致性や秤量法との比較により、精度の高い食事調査方法であることが報告されている。しかしながら、写真だけでは献立や容器によっては推定が困難な場合もあることが示されており、例えばシチューや茶碗蒸しなど外側からは内容がわからないものは推定が困難であることが報告されている<sup>4)</sup>。

以上のような背景から、本研究では対象者の負担軽減にも配慮した正確性の高い食事調査方法を探索することを目的として、これらの食事調査方法の長所、短所を考慮し、比較的簡便で食事内容の実態把握が可能な目安量記録法（以下、目安法と示す。）を用いた食事調査方法の正確性を明らかにするために、予め秤量値の明らかな食事を用意しそれを用

---

\* 生活科学部 管理栄養学科

いて検討を行った。また、目安法の精度をより高める方法として食事の写真を用いる方法（以下、写真法と示す。）を利用し、その有効性を検討することとした。さらに、本方法の妥当性を確認するために、食事摂取量と強い相関性が認められている<sup>5-7)</sup> 尿中ナトリウム (Na) およびカリウム (K) 量に着目し、食事調査から得られたナトリウムおよびカリウム摂取量と尿中排泄量の関連性について検討した。

## 方 法

### 1. 目安法および写真法による食事調査の正確性と有効性

#### 1) 対象

対象者は、本研究に同意の得られた管理栄養士養成課程に在籍する学生16名とした。なお、本研究に際しては椋山女学園大学生生活科学部倫理委員会の承認を得たうえで、対象者に試験の趣旨を十分説明し、本人の文書による同意を得て実施した。

#### 2) 調査方法と実施内容

試験食は、予め主食、主菜、副菜の揃った献立を18種類（朝食、昼食、夕食各6種類、表1）作成し、すべての食材を秤量して調理を行った。対象者は、すべての試験食について目安法を用いてその料理名や材料、量を自記式で記録した。量は個数など数量単位での記入と手ばかり量を記録することとし、手ばかり量では「①人差し指と親指の輪の中に入る量」、「②握りこぶしに相当する量」、「③片手の手のひらにのる量」、「④両手の手のひらにのる量」の中から相当する量を選択する方式で行った。

その後、対象者を無作為に2群に分けて写真撮影の方向を食事に対して真上から（以下、正面）と斜め45度から（以下、45°）とし、食事の重量を推定する際の目安となるスケールとともに撮影した。対象者は、各々が撮影した写真を用いて前述の各自食事記録を修正し、重量を推定した。

#### 3) 重量の推定、エネルギーおよび栄養素量の算出

調査者は、対象者が記入した食事記録を回収し、計288食について1食ごと料理および使用材料を確認した。記録された食品の数量と手ばかり量から食品重量の推定を行った後、エクセル栄養君 Ver. 6を使用して目安法と写真法それぞれのエネルギーおよび栄養素量（たんぱく質、脂質、炭水化物、ナトリウム、カリウム、カルシウム、鉄、レチノール当量、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ビタミンC、食物繊維、食塩相当量）を算出した。

#### 4) 統計解析

解析にはSPSS Ver. 19を使用し、正面と45°の差の検定に*t*検定およびMann-Whitneyの*U*検定、目安法と写真法の差の検定に*t*検定およびWilcoxonの符号付順位和検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

## 2. 尿中ナトリウムおよびカリウム排泄量を用いた食事調査の妥当性

### 1) 対象

対象者は、本研究に同意の得られた管理栄養士養成課程に在籍する学生18名とした。なお、本研究に際しては椙山女学園大学生生活科学部倫理委員会の承認を得たうえで、対象者に試験の趣旨を十分説明し、本人の文書による同意を得て実施した。

### 2) 調査方法と実施内容

食事調査は調査開始日から3日間、起床後から就寝前までに対象者自身が摂取した全ての食品および飲料を朝食、昼食、夕食、間食・夜食に分けて1.と同様に自記式で記録した。記録用紙には、食事記録日、食事時間、食事をした場所、料理名、その料理の主な材料・卓上調味料、量、残食の有無について記入し、量は1.と同様の方法で記入を行った。また、弁当や惣菜、菓子、飲料など市販の商品を購入した場合には、商品名やメーカー名、購入先がわかるものについてはそれらの記入も行った。

写真撮影は、対象者が朝食、昼食、夕食時の食事前に食事に対して正面および45°の2枚撮影した。食べ残しがあった場合のみ、食後も同様の方法で撮影した。なお、事前に配布した食事の重量を推定する際の目安となるスケールとともに食事と共に写真に納まるよう撮影した。

### 3) 重量の推定、エネルギーおよび栄養素量の算出

調査者は、対象者が記入した食事記録を回収し、撮影方向の異なる正面、45°の2枚の写真を対応させ、食品重量の推定を行った後、エクセル栄養君 Ver. 6を使用してエネルギーおよび栄養素量を算出した。また、エクセル栄養君 Ver. 6に記載されておらず、商品名、メーカー名、購入先が食事記録に記入された食品については、商品の栄養成分表示に記載された数値を利用した。

### 4) 採尿および尿中Na・K排泄量、クレアチニン排泄量、pHの測定

対象者は調査開始日の翌日から4日間、起床後から就寝前までの尿を早朝、午前（早朝後～12時）、午後（12時～17時）、夜（17時～就寝）の4つの時間帯に分けて全量採取した。採取した尿は、各時間の尿量を記録し、指定時間に排尿が無かった場合はなしとした。その後、尿は冷暗所で用時まで保存した。

尿中Na・K量の測定には、コンパクトイオンメーター CARDY C-122, C-132 (HORIBA) を使用した。また、尿量補正のために尿中クレアチニン排泄量の測定を市販キット（ラボアッセイクレアチニンキット, 和光純薬工業株式会社）を用いて測定した。pHの測定は、pH試験紙BTB（東洋濾紙株式会社）を用いた。

### 5) 統計解析

解析にはSPSS Ver. 19を使用し、Spearmanの順位相関係数、Wilcoxonの符号付順位和検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

## 結 果

## 1) 目安法および写真法を用いた食事記録

目安法により推定したすべての食事における食事記録について平均誤差率を算出したところ、重量は13.4%であり、1食毎では0~53.8%、中央値は10.5%であった(表1)。エネルギーおよび各栄養素の平均誤差率では、たんぱく質のみが10%以内、エネルギー、炭水化物、ビタミンB<sub>2</sub>が15%以内、脂質、ナトリウム、レチノール当量、ビタミンC、食塩では30%を上回った(表1)。また、変動係数は11.4~27.9%となり、20%を超えたのはエネルギー、たんぱく質、炭水化物、カルシウム、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>であった(図1)。

写真法により推定した食事調査では、平均誤差率が9.9%であり、1食毎に見ると0~42.3%、中央値は7.6%であった(表1)。エネルギーと各栄養素では、エネルギー、たんぱく質が10%以内、炭水化物、カリウム、鉄、ビタミンB<sub>2</sub>、食物繊維が15%以内であったが、ナトリウム、レチノール当量、食塩では30%を上回った(表1)。また、変動係数は8.8~21.4%となり、炭水化物のみ20%を超えた(図1)。

表1 目安法および写真法における推定値の平均誤差率

	平均誤差率 (%)		食事記録に写真を併用したことによる 誤差量の変化 (食)			d <sup>a</sup>
	目安法	写真法	目安法>写真法	目安法<写真法	目安法=写真法	
重量	13.4	9.9	184	81	23	**
エネルギー	13.2	9.7	156	110	22	**
たんぱく質	9.8	8.0	159	100	29	**
脂質	32.2	26.7	148	85	55	**
炭水化物	13.9	11.1	149	117	22	**
ナトリウム	40.1	35.9	152	86	50	**
カリウム	15.7	12.1	175	91	22	**
カルシウム	23.7	22.5	149	109	30	*
鉄	17.5	13.7	133	85	70	**
レチノール当量	37.3	30.7	132	78	78	**
ビタミンB <sub>1</sub>	17.3	15.2	129	96	63	**
ビタミンB <sub>2</sub>	12.4	11.3	129	94	65	*
ビタミンC	33.6	24.7	165	55	68	**
食物繊維	20.2	14.9	169	68	51	**
食塩相当量	39.8	35.5	102	47	139	**

n = 288, \*目安法と写真法間における Wilcoxon の符号付順位和検定 \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ .

目安法と写真法の差を検討するため、両者の平均誤差、平均誤差率、変動係数を比較した。その結果、写真法において、平均誤差は目安法と比べてカルシウムとビタミンB<sub>2</sub>を除くすべての栄養素で有意に減少し( $p < 0.05$ )、平均誤差率ではすべての栄養素で有意に減少した( $p < 0.05$ )。また、変動係数も平均誤差、平均誤差率と同様に写真を併用することですべての栄養素で有意に低下した( $p < 0.05$ )。

また、写真の撮影の方向による影響を表2に示した。正面群では、平均誤差率が9.1%、

写真併用の食事調査が摂取量推定値に及ぼす影響

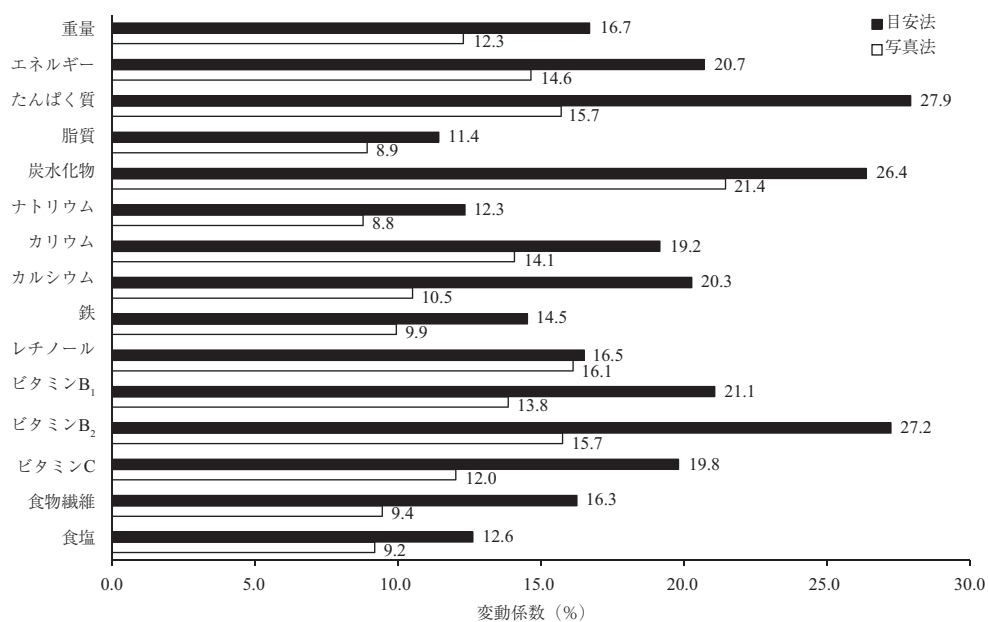


図1 目安法および写真法による変動係数

表2 写真法における正面群および45°群の平均誤差率 (%)

	正面	45°	
重量	9.1	10.8	
エネルギー	10.9	8.5	**
たんぱく質	8.0	8.0	
脂質	26.4	27.0	
炭水化物	13.2	9.0	**
ナトリウム	33.8	38.0	
カリウム	10.7	13.6	**
カルシウム	22.4	22.6	
鉄	12.3	15.1	*
レチノール当量	27.2	34.2	
ビタミンB <sub>1</sub>	14.2	16.2	
ビタミンB <sub>2</sub>	11.1	11.6	
ビタミンC	24.2	25.3	
食物繊維	13.5	16.2	*
食塩	33.3	37.7	

n = 144, 正面群と45°群間におけるMann-WhitneyのU検定 \*\* $p < 0.05$ , \* $p < 0.01$ .

中央値7.2%, 1食毎0~37.8%であった。その内、平均誤差率が10%を下回ったのは144食中99食であった。また、45°群の平均誤差率は10.8%となり、1食毎に見ると0.5~42.3%, 中央値8.5%であった。その内、平均誤差率が10%を下回ったのは144食中87食であった。エネルギーおよび各栄養素における平均誤差率を各群で検討したところ、正面

群ではたんぱく質が10%以内となり、エネルギー、炭水化物、カリウム、鉄、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、食物繊維が15%以内、ナトリウムと食塩は30%を上回った。一方、45°群では、エネルギーとたんぱく質が10%以内、炭水化物、カリウム、鉄、ビタミンB<sub>2</sub>、食物繊維が15%以内となり、ナトリウム、レチノール当量、食塩では30%を上回った。

この写真の撮影の方向の違いを2群間で比較したところ、平均誤差率は正面群の重量、エネルギー、炭水化物、カリウムおよび食物繊維が45°群に比べて有意に小さくなった ( $p < 0.05$ )。

## 2) 尿中Na・K排泄量を用いた食事調査の妥当性の検討

食事記録から推定されたNaおよびK摂取量は、Naが $3148 \pm 1037\text{mg}$  (食塩相当量 $8.0 \pm 2.6\text{g}$ )、中央値 $3137\text{mg}$  (食塩相当量 $8.0\text{g}$ )で、Kが $2284 \pm 686\text{mg}$ 、中央値 $2270\text{mg}$ であった。また、Na、Kの尿中排泄量は、Naが $2718 \pm 1084\text{mg}$  (食塩相当量 $6.9 \pm 2.8\text{g}$ )、中央値 $2560\text{mg}$  (食塩相当量 $6.5\text{g}$ )、Kが $1307 \pm 417\text{mg}$ 、中央値 $1216\text{mg}$ であった。NaおよびKの食事摂取量と尿中排泄量の相関係数を算出したところ、Naが $r^2 = 0.732$ 、Kが $r^2 = 0.834$ となり、どちらも食事摂取量と尿中排泄量との間に強い正の相関を示した (図2)。また、NaおよびKの食事摂取から排泄までに要する日数とスポット尿に適するタイミングについても検討した結果、Na、Kともに食事の翌日以降2~4日目の尿で有意な正の相関が認められ (図3)、スポット尿ではすべての時間帯で正の相関がみられ、その傾向は早朝尿以降の午前中の尿でより高かった (Na :  $r^2 = 0.933$ , K :  $r^2 = 0.813$ )。

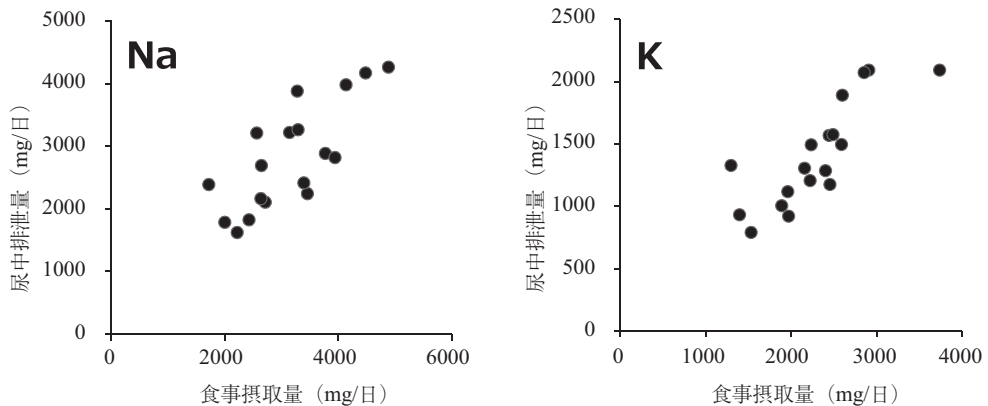


図2 食事摂取量と尿中排泄量の相関関係

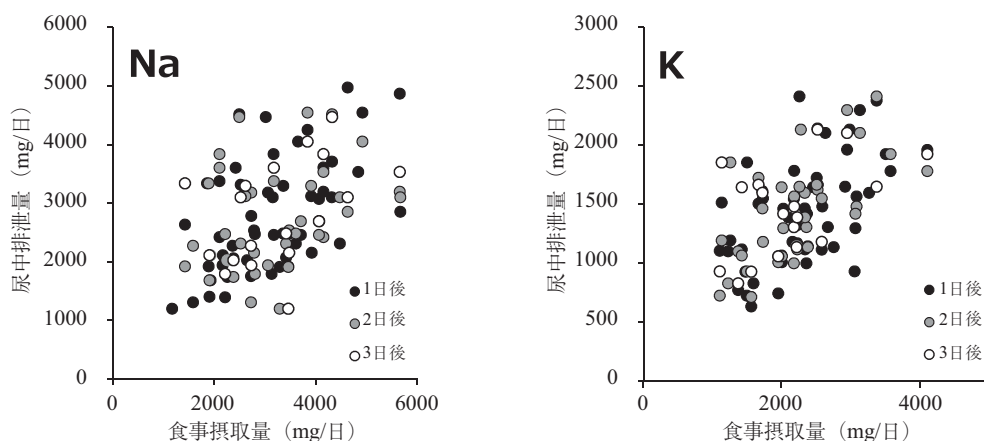


図3 食事摂取量と尿中排泄量の散布図

## 考 察

本研究では、対象者の負担軽減に加え、正確性を兼ね備えた食事調査法を探索することを目的として、目安法を用いた食事記録の正確性と写真併用によるその効果およびそれを利用した食事調査の妥当性を検討した。その結果、手ばかり法を用いた目安法では比較的正確性が高く、本方法と写真を併用することで平均誤差、平均誤差率、変動係数が有意に低下し、実際の食事調査においても高い相関性を得られることが示唆された。また、写真の撮影方向についても検討した結果、撮影方向によってそれぞれの利点があることが明らかとなり、写真を使用する場合は複数枚ある方が望ましいと考えられる。

食事記録法の一つである目安法は、比較的对象者の負担が少ない方法である。しかし、目安量を重量化する際に誤差を生じる可能性が高く、対象者の感覚によって正確性が揺らぐため標準化が求められている。本研究では、目安法での平均誤差率が中央値で10.5%となった(表1)。この結果より、本研究で目安法として用いた手ばかり法は、量に関する標準化が明確であることから、比較的簡便かつ正確に食事量を把握することができる方法であると考えられる。

これまで鈴木<sup>3)</sup>や川村ら<sup>4)</sup>の報告では、食事摂取量を簡便に把握する方法として写真法の妥当性が報告されている。本研究においても、目安法における平均誤差率を写真の併用によって約3%減少させた(表1)ことから、食事写真の併用は目安法による食事調査の正確性をより高めることが示唆された。その一因としては、写真を使用することで目安法のみで生じた記録漏れや食材料の誤り等の申告誤差が修正可能となり、結果として誤差の減少につながったと推察される。

写真を用いる方法では、油脂類や調味量等の量的判断が困難である。本研究における写真法では、重量やたんぱく質の誤差は10%前後と小さいものの、脂質やナトリウムでは誤差が30%を上回る結果であった(表1)。鈴木ら<sup>3)</sup>も写真撮影法による誤差は食塩量や油脂類で生じやすいとしており、本研究の見解と一致する。その原因として、橋本ら<sup>8)</sup>は推定者の調理経験や知識、各家庭での味付けの相違によって差がみられると報告している。



本研究においても、推定者個人の油脂類および調味料の種類や量の認識の違いが誤差として表れていると考えられ、今後検討する必要がある。

重量の推定の際に使用する写真の撮影方向を正面と45°の2方向で検討した結果、正面が45°よりも有意に誤差が小さいことが示唆された(表2)。松崎ら<sup>9)</sup>は、写真撮影法の問題点として斜め45°という撮影条件では遠近差が生じると報告しており、本研究においても同様であった。これらの結果から、写真をどちらか1枚を用いるのであれば正面の写真が適していると推察される。

写真を併用する食事記録法では、写真の撮影方向によって低減可能な栄養素が異なる可能性がある。本研究において写真の撮影方向を正面と45°の2種類を設定したところ、いずれの方向でも目安法に比べ平均誤差率が減少した。しかし、栄養素毎では、エネルギー源とされるたんぱく質、炭水化物では一様に平均誤差率の低下が明らかに認められた一方、レチノール当量やビタミンB<sub>1</sub>等のビタミン類では撮影方向によって低減効果が異なることが示された。したがって、撮影方向によりそれぞれ利点があることが推察されることから、撮影方向は正面と45°の2枚あるのが望ましいと考えられ、今後は最も適した撮影方向について検討する必要がある。

これまでの目安法での食事記録に併せて写真を併用する食事調査方法の検討結果をもとに、それらの妥当性について食事摂取量とほぼ等しい量が排泄量される尿中NaおよびK量に着目して、食事調査と採尿を実施した。食事調査によって得られたNaおよびKの食事摂取量と採尿による尿中排泄量の測定結果を比較したところ、両者ともに正の相関を示した。このことから目安法と写真を併用した食事調査により推定された食事摂取量は、実際の摂取量に極めて近い値であることが示唆され、本方法の妥当性が確認された。

また、本方法で推定した食事摂取量が尿中に反映される期間を検討したところ、Na、Kともに食事摂取の翌日から3日後の尿中排泄量と正の相関を示した。先行研究では、Naが排泄されるまでに2~3日かかる場合があるとの報告<sup>10)</sup>もあり、NaおよびKの摂取量が反映される尿中排泄量の特長は困難であると推察され、1~3日かけて徐々に排泄される可能性がある。

24時間尿の採取は対象者の負担も大きく、食事調査と並行して実施することは難しい。しかし、先行研究において尿中Na排泄量と尿中K濃度が日内変動を有していることが報告されている<sup>6)</sup>ことから、スポット尿として24時間尿の濃度とほぼ同じ結果が得られる時間帯について検討を行った。その結果、Na、Kともに全ての時間帯で有意に正の相関が認められ、特に早朝尿以降の午前中早朝尿~12時までの尿で顕著であった。このことから、早朝尿以降の午前中の尿で食事摂取量の確認をすることが対象者の負担軽減に適すると推測される。

## 結 語

本研究では対象者の負担軽減にも配慮した正確性の高い食事調査方法を探索することを目的として、目安法の正確性と方法として写真を併用することにより精度が高まるかどうかを検討し、その妥当性を尿中NaおよびK排泄量を用いて確認した。その結果、目安法の正確性は、重量における誤差率が10%程度であり比較的正確性が高いことが示唆され



た。これに写真を加えた場合、カルシウムおよびビタミンB<sub>2</sub>を除くすべての栄養素で秤量値との誤差が有意に減少し、誤差量における変動係数もすべての項目において有意に減少した。これらのことから、目安法において生じる対象者の過小申告・過大申告や記録用紙の記入漏れ等による誤差は写真を用いて補うことが出来、精度が向上することが明らかとなった。また、写真の撮影方向についても検討したところ、エネルギー、炭水化物では正面よりも45°の方が、カリウム、鉄、レチノール当量、食物繊維では45°よりも正面の方が誤差が小さくなった。これらの結果から、写真をどちらか1枚を用いる際には正面の写真が好ましいと考えられるが、栄養素によって適する写真の撮影方向が異なると推察されるため、方向の違う写真を2枚用いる方がより誤差量の低減につながる可能性が示唆された。

以上を踏まえて本方法の妥当性を検討したところ、NaおよびKの食事摂取量と尿中排泄量の間強い正の相関が認められたことから、本方法の妥当性は示唆された。また、食事内容は摂取した翌日から3日後の間に排泄され、早朝尿以降の午前中の尿が1日の排泄量を最も反映することが明らかとなった。

以上の結果より、目安法は比較的簡便かつ正確であり、それに写真を加えることで目安法のみで生じやすい対象者の過少・過大申告、記入漏れや不備等による誤差を小さくし、撮影方向は食事に対して正面と斜め45度からの2種類の写真を使用することで、より正確で精度高く食事摂取量の把握が可能となることが示唆された。

## 謝辞

本研究にご協力いただいた椋山女学園大学生生活科学部管理栄養学科栄養教育論・応用栄養学研究室の学生の皆さん、この研究で活躍した岡野友香さん、岡本麻未子さんに心より感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) 食事調査マニュアル改訂第2版 特定非営利活動法人日本栄養改善学会 南江堂 (2008)
- 2) 日本人の食事摂取基準 [2010年版] 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書 第一出版 (2009)
- 3) 鈴木亜矢子, 宮内愛, 服部イク, 江上いすず, 若井建志, 玉腰暁子, 安藤昌彦, 中山登志子, 大野良之, 川村孝: 写真法による食事調査の観察者間の一致性および妥当性の検討 日本公衆栄養誌 49号 (2002)
- 4) 川村孝, 八橋三恵子, 清水靖夫, 鈴木幸男, 浅井正雄, 渡邊須美子, 青木利恵, 玉腰暁子, 若井建志, 前田清, 水野嘉子, 横井正史: 写真法による食事調査の妥当性に関する予備的検討 日本公衆栄養誌 42巻 第11号 992-998 (1995)
- 5) 君羅満, 工藤陽子, 高知リベカ, 羽場亮太, 渡邊晶: 主要ミネラルの1日摂取量と24時間尿中排泄量との関連 東京農業大学応用生物科学部栄養科学科 日本衛生学雑誌 59 23-30 (2004)
- 6) 米山京子, 池田順子, 永田久紀: 尿中Na/クレアチニン, Na/Kの日内変動および24時間尿中Na, Na/Kとの関連 日本公衆衛生誌 第1号 (1990)
- 7) 河辺聡子, 角田四佳代, 松枝秀二, 藤井俊子: ミネラルの尿中排泄量と食物摂取頻度調査成

- 續との関係 川崎医療福祉学会誌 vol.16 (2006)
- 8) 橋本賢, 森井沙衣子, 照井真紀子, 村上洋子, 奥村万寿美: ITを用いた食事摂取量調査に関する教育方法の検討 名古屋文理大学紀要 第6号 93-98 (2006)
  - 9) 松崎聡子, 安藤芙美, 小池久美, 五味渕治美, 柴田暁子, 岡野友里, 武居ひろ子, 川端輝江: デジタル画像を用いた写真撮影法による食事調査方法の妥当性 女子栄養大学紀要 Vol. 37 (2006)
  - 10) 佐々木直亮: 食塩と健康 第1版, 第一出版, 東京, 46-50, (1992)