

厚生労働科学研究費補助金(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業)
分担研究報告書

日本人における栄養素の習慣的摂取量の分布の推定

研究協力者 大野富美^{1,2}

研究分担者 松本麻衣²

研究協力者 杉本南³

研究代表者 朝倉敬子⁴

¹ 岐阜大学医学系研究科疫学・予防医学分野

² 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所 栄養疫学・食育研究部

³ 東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野

⁴ 東邦大学医学部社会医学講座予防医療学分野

【研究要旨】

食事摂取基準は、「食事による栄養摂取量の基準」を示すものである。その策定にあたっては、食事からの習慣的な栄養素摂取量の分布を把握する必要がある。しかし、1日や複数日(少ない日数)の食事調査から得られた習慣的摂取量の分布は日間変動の影響を受け、真の習慣的摂取量よりも広い分布となる。そのため、栄養素摂取量の個人内・個人間の分散を分離する方法を用いて、習慣的摂取量を推定する手法が開発されている。

本研究では、日本人における習慣的な栄養素摂取量の分布を把握することを最終的な目的とした。そのために今年度は、国民健康・栄養調査から得られた1日の栄養素摂取量を、外部データから得られた個人内・個人間の分散を用いて補正し、習慣的な摂取量を得るための方法論について検討した。栄養素では、習慣的摂取量の分布の推定において、手法による違いは小さいと考えられた。また、外部の個人内・個人間の分散を用いる場合はその分散の比率にバイアスがあると習慣的摂取量の分布にもバイアスがかかるため、様々な仮定のもとで結果を確認する必要があると考えられた。さらに、習慣的摂取量を推定するための手法の前提は必ずしも実際の食事調査で満たしているわけではなく、また系統的誤差の影響は取り除けないため、推定された摂取量の分布は注意深く解釈する必要がある。これらの知見をもとに、今後、習慣的な栄養素摂取量の分布を推定する。

A. 背景と目的

食事摂取基準は、「食事による栄養摂取量の基準」を示すものである¹。そのため、食事摂取基準策定にあたっては、その研究での栄養素の摂取量が、通常摂取量の範囲内である研究を主に参考にすることとなる。これは、特にビタミンやミネラルのサプリメントによる介入

研究を用いて検討する際に重要になる。摂取量が通常食事からの摂取量の範囲内かを判断するためには、日本人の食事からの習慣的な栄養素摂取量の範囲を知る必要がある。

食事摂取量には日間変動があり、食事調査の日数が少なくなるほど、習慣的摂取量の分布は広く見積もられてしまう。そのため、ここ数

十年、食事摂取量の日間変動の影響を数学的に取り除き、習慣的摂取量を推定する手法が開発されてきた²。それらの手法は通常は対象者の全員または一部に複数日の食事調査を実施し、得られた個人間・個人内分散を用いて習慣的摂取量を算出する方法である²。その応用として、1日の食事調査に対して、外部から得られた個人間・個人内分散の比をあてはめて習慣的摂取量を推定する方法も開発されている³。

国民健康・栄養調査は、食事摂取量において国の代表値を得ることを目的の1つとした調査である⁴。現在の国民健康・栄養調査は1日の実施であり、集団の平均値は日間変動の影響を受けないものの、分布は日間変動の影響を受け、習慣的摂取量よりも広い分布が観察されていると考えられる⁵。本研究では、国民健康・栄養調査を用いて習慣的な摂取量を推定するための方法について検討したため報告する。

B. 方法

B-1. 食品摂取頻度・摂取量調査における8日間の食事記録からの栄養価計算

食品摂取頻度・摂取量調査は、2016年～2020年にかけて、1～79歳の食品、栄養素摂取量を調べることを目的に行われた（東京大学倫理委員会 No. 11397）。本研究では各対象者において、2016～2020年のうちの1年間に行った8日間の食事記録を用いた（データの二次利用を行う研究として東邦大学医学部倫理委員会承認済み：T2024-1195）。調査の詳細については既存の論文で報告されている^{6,7}。食事記録をもとに、日本食品成分表八訂（増補2023年版）を用いて栄養価計算を行い、解析の際に考慮を要する分布をもつ栄養素がないかを確認した。

B-2. 国民健康・栄養調査を用いて習慣的な摂取量を推定するための手法の探索

国民健康・栄養調査を用いて習慣的な摂取量を推定するための手法として、どのような手法を用いることが適切か、また手法を用いる際の留意点についてまとめた。

C. 結果

C-1. 食品摂取頻度・摂取量調査における8日間の食事記録からの栄養価計算

食品摂取頻度・摂取量調査での8日間食事記録の栄養価計算の結果、多くの栄養素が右に裾を引いた分布であることが確認された。ビタミンKについては特に1日ごとの摂取量で分布が二峰性となり、解析時には注意が必要だと考えられた。食品と異なり、栄養素では摂取量が0となることは少なく、摂取確率を考慮したモデルを使う必要性は低いと考えられた。

C-2. 国民健康・栄養調査を用いて習慣的な摂取量を推定するための手法の探索

習慣的な摂取量を推定する手法として様々な方法が開発されており、多くの手法に共通する点として、複数日の食事調査データから個人間分散と個人内分散を推定し、それらを用いて分布を補正する点があげられる^{2,5}。古典的な手法としては分散分析を用いる

National Research Council (NRC) 法⁸、それを応用した Best-Power 法⁹がある。また、Iowa State University (ISU) は季節、曜日や食事調査の回数による影響など、日間変動以外の影響を調整することができる²。主に食品などエピソード的に摂取する（毎日摂取するわけではない）ものを対象に、その摂取確率を考慮できるモデルとして、National Cancer Institute (NCI) 法^{10,11}、Multiple Source Method (MSM)^{12,13}、Statistical Program to Assess Dietary Exposure (SPADE)¹⁴ が存在する。

SAS のプログラムが利用可能なプログラムとしては NCI 法があげられる⁷。NCI 法を用いて1日の食事調査に対して外部の調査の個人内・個人間分散の値を適用し習慣的摂取量を

推定した報告もあり、同じく SAS プログラムが公開されている³。後者の SAS プログラムは、最初が開発された複雑な SAS プログラムよりもシンプルであり、ユーザーフレンドリーであるとされている¹⁵。

仮想データを用いて NCI 法、MSM、ISU 法、SPADE の 4 つの手法を比較した Souverein らの論文では、たんぱく質(g/日)、たんぱく質密度(g/MJ/日)、カリウム(mg/日)についての報告がなされ、5%タイル～95%タイルのいずれも 4 つの手法で似た値が示されたことが報告されている¹⁶。たとえば、4 つの手法で推定された習慣的な摂取量の 95%タイルは、たんぱく質で 139.8～141.4 g/日、たんぱく質密度で 11.20～11.43 g/MJ/日、カリウムで 5871～5911 mg/日であった¹⁶。また、アメリカの 8～16 歳から得られた 2 日間の食事調査データに MSM、NCI 法を適用した Pereira らの論文でも、手法による差は小さかったことが報告されている¹⁷。たとえば、MSM と NCI 法で推定された習慣的な栄養素摂取量(/日)の 95%タイルはそれぞれ、n-3 系脂肪酸で 132.2, 133.8 mg、カリウムで 2829, 2859 mg、カルシウムで 1384, 1415 mg、鉄で 20.7, 20.3 mg、VD で 10.3, 10.4 μg、VA 活性当量で 1008, 992 μg、VC で 143.0, 143.5 mg、VB₁₂ で 7.8 μg, 7.7 μg であった³。摂取頻度が少ない食品では手法による差が報告されているものの¹⁶、栄養素の習慣的摂取量の分布を推定する場合は手法の違いによる現実の活用への影響は小さいと考えられる。

C-2-2. 手法を活用する際の留意点

これらの手法の前提として、それぞれの食事調査日が独立していることがあげられ、食事調査日はランダムに選ばれ、非連続であることが望ましい¹²。食品摂取頻度・摂取量調査は非連続の食事調査であるが、連続した日に食事調査を行った者もわずかに存在する⁶。対象者の約半分は平日のみに調査を行い、残りの半分は平日と休日に 4 日ずつ調査を行ってい

るため、解析の際には曜日については注意を要すると考えられる。また、手法の前提として個人内変動の大きさが個人間で一定であることもあげられる(ただし ISU 法などその仮定をおかない手法も存在する²)¹⁸、この前提をデータ上で確認する方法は明らかでなかった。

外部データから算出した個人内・個人間変動を用いて 1 日の食事調査から習慣的摂取量を推定するにはバイアスのない個人内・個人間分散比を得ることが重要だが、ある集団から得られた値が他集団に適応可能であるかは明らかでないと指摘されている¹⁹。既存の報告の感度分析ではバイアスのかかった分散比率によって不適切な摂取者の割合が変わることから³、注意深い評価が必要であると考えられる。

仮想データを用いた解析では、人数が小さいほど、また個人内分散が個人間分散に比べて大きいほどバイアスが大きくなることが報告されている^{16 20}。個人内・個人間分散を算出する際に必要な具体的な人数については研究が不十分である。先行研究では人数が 150 人、300 人だと NCI 法では ISU 法、MSM、SPADE よりも正確性がやや低い可能性があり、人数が 500 人、1000 人ではどの手法でもバイアスの程度は小さいことが報告されている¹²。また、同じ 4 つの手法を比較した別の論文では、150 人では NCI 法は他の手法よりも正確性が低いこと、300 人や 500 人ではその差が小さくなることが報告されている²⁰。これらの論文で報告されている人数は 1 つの目安となるかもしれない。

また、個人内および個人間の分散は、性別・年齢により異なる可能性がある。そのため、少ない人数に 3 日以上食事調査を行うよりも、より多くの人数に 2 日の食事調査を行う方が分析できる集団のサブグループの数が最大になるため好ましいと考えられており、アメリカの国民健康・栄養調査ではできるだけ多くの人数に 2 回目の食事調査が試みられている¹⁸。

D. 考察

本研究では、今年度は習慣的な摂取量を推定する既存の手法についてまとめ、国民健康・栄養調査を用いて習慣的な摂取量を推定する方法について検討した。様々な手法が開発されているが、どのような手法を用いるかだけでなく、どのようなデータに用いるかという点が重要であると考えられる。

また、食品摂取頻度・摂取量調査の食事記録のデータから栄養価計算を行った。次年度、食品摂取頻度・摂取量調査および国民健康・栄養調査を用いて、習慣的な摂取量の分布について解析を行う。その際には、今回明らかになった留意点を考慮し、注意深く対象者の選定や感度分析を行い、限界点を丁寧に記述する必要がある。なお、上述のような手法は日間変動の影響を取り除くことを目的としており、系統的な申告誤差に対応するものではない。

E. 結論

本研究では、今年度は習慣的な摂取量を推定する既存の手法についてまとめ、国民健康・栄養調査を用いて習慣的な摂取量を推定する方法について検討した。栄養素では習慣的な摂取量の分布の推定において、手法による違いの影響は小さいと考えられた。また、外部の個人内・個人間の分散を用いる場合は、その分散の比率にバイアスがあると習慣的な摂取量の分布にもバイアスがかかるため、様々な仮定において結果を確かめることが必要だと考えられた。さらに、多くの手法に共通した前提（たとえば、食事調査日がランダムに設定されている、個人内変動は個人間で一定であるなど）は必ずしも実際の食事調査で満たしているわけではなく、また系統的誤差の影響は取り除けないため、推定された摂取量の分布は注意深く解釈する必要がある。今年度明らかになった留意点を考慮しながら、次年度は習慣的な摂取量の分布の推定を行う予定である。

F. 健康危険情報
なし

G. 研究発表
1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的所有権の出願・登録状況
1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

I. 参考文献

1. 厚生労働省. 「日本人の食事摂取基準 (2025年版)」策定検討会報告書 2024.
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_44138.html. accessed 2025/03/31.
2. Dodd KW, Guenther PM, Freedman LS, et al. Statistical methods for estimating usual intake of nutrients and foods: a review of the theory. *J Am Diet Assoc* 2006;106(10):1640-50. doi: 10.1016/j.jada.2006.07.011
3. Luo H, Dodd KW, Arnold CD, et al. A New Statistical Method for Estimating Usual Intakes of Nearly-Daily Consumed Foods and Nutrients Through Use of Only One 24-hour Dietary Recall. *J Nutr* 2019;149(9):1667-73. doi: 10.1093/jn/nxz070
4. 厚生労働省、国民健康・栄養調査.
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenko>

- u/kenkou_eiyou_chousa.html.
accessed 2025/03/31.
5. 横山徹爾. 習慣的な食事摂取量の分布を推定するための理論と実際—集団への食事摂取基準の適用の観点から—. *栄養学雑誌* 2013;71(Supplement1号):S7-S14. doi: 10.5264/eiyogakuzashi.71.S7
 6. Shinozaki N, Murakami K, Masayasu S, et al. Usual Nutrient Intake Distribution and Prevalence of Nutrient Intake Inadequacy among Japanese Children and Adults: A Nationwide Study Based on 8-Day Dietary Records. *Nutrients* 2023;15(24) doi: 10.3390/nu15245113 [published Online First: 20231214]
 7. Murakami K, Livingstone MBE, Masayasu S, et al. Eating patterns in a nationwide sample of Japanese aged 1–79 years from MINNADE study: eating frequency, clock time for eating, time spent on eating and variability of eating patterns. *Public Health Nutr* 2022;25(6):1515–27. doi: 10.1017/S1368980021000975 [published Online First: 20210305]
 8. . Nutrient Adequacy: Assessment Using Food Consumption Surveys. Washington (DC)1986.
 9. Nusser SM, Carriquiry AL, Dodd KW, et al. A semiparametric transformation approach to estimating usual daily intake distributions. *Journal of the American Statistical Association* 1996;91(436):1440–49. doi: Doi 10.2307/2291570
 10. Health NIo. Usual Dietary Intakes: The NCI Method [updated 2024/08/19] <https://epi.grants.cancer.gov/diet/usualintakes/method.html> accessed 2025/03/31.
 11. Tooze JA, Midthune D, Dodd KW, et al. A new statistical method for estimating the usual intake of episodically consumed foods with application to their distribution. *J Am Diet Assoc* 2006;106(10):1575–87. doi: 10.1016/j.jada.2006.07.003
 12. Haubrock J, Nothlings U, Volatier JL, et al. Estimating usual food intake distributions by using the multiple source method in the EPIC–Potsdam Calibration Study. *J Nutr* 2011;141(5):914–20. doi: 10.3945/jn.109.120394 [published Online First: 20110323]
 13. Harttig U, Haubrock J, Knuppel S, et al. The MSM program: web-based statistics package for estimating usual dietary intake using the Multiple Source Method. *Eur J Clin Nutr* 2011;65 Suppl 1:S87–91. doi: 10.1038/ejcn.2011.92
 14. Dekkers AL, Verkaik–Kloosterman J, van Rossum CT, et al. SPADE, a new statistical program to estimate habitual dietary intake from multiple food sources and dietary supplements. *J Nutr* 2014;144(12):2083–91. doi: 10.3945/jn.114.191288 [published Online First: 20141015]
 15. Bailey RL, Jun S. Public Health Decisions Are Made at the Tails of the Distribution: A Novel Tool to Estimate Usual Intake Distributions from Short–Term Dietary Assessment Methods. *J Nutr* 2021;151(5):1059–60. doi: 10.1093/jn/nxab085
 16. Souverein OW, Dekkers AL, Geelen A, et al. Comparing four methods to

- estimate usual intake distributions.
Eur J Clin Nutr 2011;65 Suppl
1:S92-101. doi: 10.1038/ejcn.2011.93
17. Pereira JL, de Castro MA, Crispim SP, et al. Comparing Methods from the National Cancer Institute vs Multiple Source Method for Estimating Usual Intake of Nutrients in the Hispanic Community Health Study/Study of Latino Youth. *J Acad Nutr Diet* 2021;121(1):59-73 e16. doi: 10.1016/j.jand.2020.03.010 [published Online First: 20200807]
18. Kirkpatrick SI, Guenther PM, Subar AF, et al. Using Short-Term Dietary Intake Data to Address Research Questions Related to Usual Dietary Intake among Populations and Subpopulations: Assumptions, Statistical Techniques, and Considerations. *J Acad Nutr Diet* 2022;122(7):1246-62. doi: 10.1016/j.jand.2022.03.010 [published Online First: 20220311]
19. Knuppel S, Norman K, Boeing H. Is a Single 24-hour Dietary Recall per Person Sufficient to Estimate the Population Distribution of Usual Dietary Intake? *J Nutr* 2019;149(9):1491-92. doi: 10.1093/jn/nxz118
20. Laureano GH, Torman VB, Crispim SP, et al. Comparison of the ISU, NCI, MSM, and SPADE Methods for Estimating Usual Intake: A Simulation Study of Nutrients Consumed Daily. *Nutrients* 2016;8(3):166. doi: 10.3390/nu8030166 [published Online First: 20160315]