

食事調査法の違いによるビオチン摂取量についての研究

榎原 周平¹⁾, 渡邊 敏明²⁾

(¹⁾兵庫県立大学環境人間学部栄養生化学教室*, (²⁾兵庫県立大学環境人間学部食環境解析学教室*)

Study on Dietary Intake of Biotin by Dietary Survey in Japan

Shuhei EBARA¹⁾ and Toshiaki WATANABE²⁾

¹⁾Department of Nutritional Biochemistry,

²⁾Department of Dietary Environment Analysis, School of Human Science and Environment,
Himeji Institute of Technology, University of Hyogo

Summary

There are only a few data which have been reported concerning the dietary intake of biotin in the Japanese population. The biotin intake in the adults was 29.8–33.3 g/day in a geometric mean by Duplicate Meals and 54.3 μg/day in an arithmetical mean after re-analysis. We also developed the new dietary survey “Food Groups Calculation Study”. Biotin intakes estimated by Food Groups Calculation Study (18 food groups) was 109.8 μg/day for men and 92.3 μg/day for women. However, the biotin intakes using Food Groups Calculation Study (98 food group) was 54.5 μg/day for adults. Total Diet Study gives the result of 50.7 μg/day. From these findings, it is suggested that the estimated daily intake of biotin for adults is 50 μg/day by these dietary surveys in Japan.

ビオチンは、水溶性ビタミンの一つで、種々の食品に広く含まれる栄養素である。とくにレバー、卵黄に多く含まれている¹⁾。平成12年(2000年)の「第6次改定 日本人の栄養所要量－食事摂取基準－」で、ビオチンの所要量が初めて策定された²⁾。また、平成15年に食品添加物として認可され、「栄養機能食品」としてサプリメントに利用できるようになった³⁾。しかし、ビオチンは、「五訂増補日本食品標準成分表」にはいまだに収載されておらず、食品中の含量や存在状態、調理加工による変化、生体利用率などほとんど明らかにされていない⁴⁾。このためビオチンの栄養状態の把握は十分でなく、食事指導についても行われていない。「日本人の食事摂取基準(2005年版)」において、ビオチンの目安量は成人で45 μg/日と策定されている⁵⁾。とくに男女差は設定されていない。また来年度から使用される「日本人の食事摂取基準(2010年版)」においては、50 μg/日と改定されている⁶⁾。

食事調査法は、食事記録法、24時間思い出し法、陰膳法、生体指標法、食物摂取頻度調査法などに大別できる^{7,8)}(Table 1)。これらの調査法は、それぞれの特徴に応じて利用される。一般的に良く利用されている食事記録調査法(秤量法および目安法)や24時間思い出し法は、短期間の調査である。栄養素の摂取量を算出するために、日本食品

標準成分表が必要である。一方、最近よく利用されている食物摂取頻度調査法は、他の調査法と比べ、長期間の習慣的な栄養素の摂取状況を知ることができる。また、食事記録法は、日本食品標準成分表に収載されている栄養素の含量を利用して摂取量を算出する。このため、日本食品標準成分表に収載されていないビタミンやミネラルなどの栄養素については、陰膳法で食事を実測し、摂取量を算出する必要がある。

ビオチンの摂取量に関しては、著者らがこれまでに陰膳法、食品群別計算法、トータルダイエット調査法を用いて検討を行ってきた。そこで、本稿においては、これまでに著者らが行ってきた食事調査を含め、諸外国での調査についても概説する。とくにこれまでに得られた摂取量について、諸外国の調査結果との相違について検討する。

1. 食品中のビオチン含量

ビオチンは、五訂増補日本食品標準成分表には収載されておらず、食品中の含量をはじめとして、食品中での存在状態、調理や加工による変化、体内における生体利用率などについては、ほとんど明らかにされていない。著者らは、日常的に摂取している代表的な食品330品目について、食品中のビオチン含量を分析し、諸外国の食品中ビオチン含

*所在地：姫路市新在家本町1-1-12 (〒670-0092)

Table 1 食事調査法の特徴

食事調査法	概 要	長 所	短 所	習 慣 的 な 摂取量の評価
食 事 記 録 調 査 法	摂取した食物を調査対象者が自分で調査票に記入する。重量を測定する場合（秤量法）と、目安量を記入する場合（目安量法）がある。食品成分表を用いて栄養素摂取量を計算する。	対象者の記憶に依存しない。他の調査法の精度を評価する際のゴールドスタンダードとして使われることが多い。	対象者の負担大。調査期間中の食事が通常と異なる可能性がある。コーディングに手間がかかる。食品成分表の精度に依存する。	不可能
24 時 間 思 い 出 し 法	前日の食事、または調査時点からさかのぼって24時間分の食物摂取を調査員が対象者に問診する。フードモデルや写真を使って、目安量をたずねる。食品成分表を用いて、栄養素摂取量を計算する。	対象者の負担は比較的小さい。比較的高い参加率を得られる。	熟練した調査員が必要。対象者の記憶に依存する。コーディングに手間がかかる。食品成分表の精度に依存する。	不可能
陰 膳 法	摂取した食物の実物と同じものを同量集める。食物試料を化学分析して、栄養素摂取量を計算する。	対象者の記憶に依存しない。食品成分表の精度に依存しない。	対象者の負担が大きい。調査期間中の食事が通常と異なる可能性がある。実際に摂取した食品のサンプルを全部集められない可能性がある。試料の分析に手間と費用がかかる。	不可能
生 体 指 標	血液・尿・毛髪・皮下脂肪などの生体試料を採取して化学分析する。	対象者の記憶に依存しない。食品成分表の精度に依存しない。	試料の分析に、手間と費用がかかる。試料採取時の条件（空腹か否かなど）の影響を受ける場合がある。摂取量以外の要因（代謝・吸収、喫煙・飲酒など）の影響を受ける場合がある。	栄養素により異なる。
食 物 摂 取 頻 度 調 査 法	数十から百数十項目の食品の摂取頻度を調査票を用いてたずねる。その回答をもとに、食品成分表を用いて栄養素摂取量を計算する。	簡便に調査を行える。	対象者の記憶に依存する。食品成分表の精度に依存する。調査票の精度を評価するための妥当性研究を行う必要がある。	可能
食 品 群 別 計 算 法	食品中の栄養素含量を、食品群ごとに分類して、食品群別含量を算出し、国民健康・栄養調査の食品群別摂取量を乗じて計算する。	簡便に調査を行える。食品成分表に記載されていない栄養素にも対応できる。	国民健康・栄養調査結果に依存する。食品の分析数によって影響を受ける。	不可能
トータルダイ エツト調査法	食品に含まれる残留農薬、環境ホルモン、食品添加物、微量栄養素などの微量の化学物質について、食品群ごとに選択した食品を分析して、国民健康・栄養調査の食品群別摂取量をもとに推定する。	簡便に調査を行える。食品成分表に記載されていない栄養素にも対応できる。	国民健康・栄養調査結果に依存する。食品群ごとの食品の選択によって影響を受ける。	不可能

文献^{7,8)}から改編。

量と比較した^{9,10)}。この結果、食品群ごとにビオチン含量をみると、豆類、種実類、卵類、調味料および香辛料類で平均10 µg/100 g以上と高値を示した。一方、野菜類、果実類、乳類、油脂類では、ビオチン含量は低値であった。調味料では、ビオチンは多量に含まれており、諸外国と大きな相違がみられた。この違いは、諸外国では酵母類に由来しているのに対して、わが国では醤油や味噌などの大豆を原料に作られていることによると考えられる。しかしながら、全体として、デンマークやドイツの食品成分表では、食品のビオチン含量について、わが国と大きな相違は認められず、これらの国の食品のビオチン含量値も利用可能である¹¹⁾。なお、著者らがこれまでに測定した食品中のビオチン含量は、Webに掲載して、自由に利用できるようにしている¹²⁾。

2. 陰膳法

食品成分表に未記載の栄養素の摂取量を分析するには、陰膳法が利用されている。著者ら¹³⁾は、東北地方に住む45歳以上の実年者（中高齢者）を対象に陰膳法を用いて調査を行った。ビオチン摂取量の分布をみると、対数正規分布をしていた。季節ごとのビオチンの摂取量の平均値をみると、29.8~33.3 µg/日であり、季節変動が観察された。この値は幾何平均値であり、算術平均で再解析を行った結果では、54.3 µg/日であった。季節変動は、血清ビオチン濃度と同様に、11月や2月が低く、8月が高値を示した。季節変動を示した原因は明らかではないが、食事内容や生理機能の変化などが関係しているのかもしれない。ビオチンは、レバーや卵黄のほか、穀類や豆類（大豆など）にも多量に含まれている。これらの食品の摂取量が季節によって

異なっているのかもしれない。なお、ビオチンを200 µg/日以上摂取している実年者がいたが、摂取している食品やサプリメントとの関連は明らかではなかった。ビオチンを多量に含有している大豆、卵、はちみつなどと関連があるのかもしれない。

3. 食品群別計算法

食品群別計算法は、非常に簡易的に栄養素の摂取量を算出できる点で優れている。著者ら¹⁴⁾はこれまでに、食品101品目に含まれるビオチン含量を分析した。この分析結果を18食品群に分類し、平成13年国民栄養調査結果を利用した「食品群別計算法(18食品群)」でビオチン摂取量を算出した¹⁵⁾。その結果、わが国の成人1日当たりのビオチン摂取量は、男性109.8 µg、女性92.3 µgであった(Table 2)。この値は、これまでの値と比べ高値を示した。これは食品のビオチン分析数が十分でないとともに、食品の分類(18食品群)に大きな問題点があることが示唆された。

その後、著者ら¹⁶⁾は食品330品目についてビオチン含量を分析した。この分析結果を国民健康・栄養調査に準じた98食品群を利用した食品群別計算法を開発して、ビオチン摂取量を算出した。この「食品群別計算法(98食品群)」では、18食品群を種類や形状の近い食品ごとに、さらに詳細に分類されている。食品330品目のビオチン分析値と、平成17年国民健康栄養調査結果¹⁷⁾を用い、「食品群別計算法(98食品群)」でビオチン摂取量の算出を行ったところ、国民1日当たりのビオチン摂取量は54.5 µgと推定された。したがって、ビオチン摂取量をより正確に推定するには、分析食品数を増加させることが必要であると考えられた。

4. トータルダイエツト調査法

トータルダイエツト調査(TDS; Total Diet Study)は一般に「マーケット・バスケット調査」とも呼ばれる食事調査の1つである¹⁸⁻²¹⁾。この調査は食品に含まれる残留農薬、環境ホルモン、食品添加物などの微量の化学物質について、食品群から選択した食品を分析して、日常の食事からの摂取量を推定するために利用されている。FAO/WHOは信頼性の高い、実施しやすい方法として推奨している。TDS法は栄養素の摂取量の調査にも適していると考えられている。これまで、ミネラルの調査に用いられているが、多くの報告はなされていない。近年TDSを利用したビタミン摂取量の調査も散見されるようになったが、食品数や食品の選択などについての基礎的な検討が必要である^{22,23)}。

TDSでは一般的に、1日の摂取量を国民栄養調査や家計調査などに基づいて、日常的に飲食する食品の種類と量を決め、平均的なモデル献立を作成する。その献立に従って、あらかじめ作成された食材リストの中から食品を選び、5日分の食品を小売店で購入する。食品は通常の食形態に準じて、焼く、蒸す、茹でるなどの調理を実施する。調理後、13食品群(もしくは18食品群)にまとめて均一化して調査対象になっている化学物質を分析する。

平成11年、TDS法を用いて東京都で都民のビオチン摂取量の検討が行われた。これは、13食品群のビオチン含量と東京都民の栄養調査結果を利用してビオチン摂取量を算出したものである。この報告では、都民の1日当たりのビオチン摂取量は45.1 µgと推定されている²⁴⁾。平成17年、著者ら¹⁴⁾が調理後の摂取重量を用いて再計算した結果では、都民のビオチン摂取量は60.7 µg/日と推定された。また、

Table 2 ビオチン摂取量の比較

文 献	摂取量 (µg/日)	備 考
Hopner <i>et al.</i> , '78 ²⁶⁾	62.0 カナダ 60.0	食事計算値 食事分析値
Bull and Buss, '82 ³¹⁾	35.5 イギリス	食事記録調査
Murphy and Calloway, '86 ²⁸⁾	39.9 ± 26.8 アメリカ	女性(18~24歳) NHANES II
Lewis and Buss, '88 ²⁷⁾	37.5 (35~70) イギリス	食品から算出
Iyengar <i>et al.</i> , '00 ³⁰⁾	35.5 ± 7.5 アメリカ	TDS
渡邊ら, '04 ¹³⁾	29.8~33.3 東北地方 54.3	実年者: 陰膳法, 幾何平均値 算術平均値 ^{a)}
斎藤および牛尾, '04 ²⁴⁾	45.1 東京都	TDS (13食品群)
谷口ら, '05 ⁹⁾	109.8 男性 92.3 女性	食品群別計算法 (18食品群: 100食品) (平成13年)
渡邊および谷口, '06 ¹⁴⁾	60.7 107.8 男性 91.6 女性	東京都 TDS (13食品群) 再解析 食品群別計算法 (18食品群: 101食品) ^{b)} (平成14年)
Murakami <i>et al.</i> , '08 ²⁵⁾	70.1 大阪市	TDS法 (13食品群)
渡邊および谷口, '09 ¹⁶⁾	50.7 全年齢 50.1 全年齢 52.5 成人(20歳以上) (57.6 成人男性) (48.1 成人女性) 54.5	TDS (18食品群) (平成17年) TDS (18食品群) (平成18年) TDS (18食品群) (平成18年) 食品群別計算法 (98食品群: 330食品) (平成17年)

^{a)}再解析。

^{b)}改良法: 穀類および野菜類において「その他」を区別。

文献¹⁶⁾から引用, 改編。

最近 Murakami の報告²⁴⁾によると、TDS (13 食品群) 法による大阪市民の一日摂取量を模擬してサンプリングされた食品中のビオチン含有量 (の推定値) は 70.1 $\mu\text{g}/\text{日}$ であり、測定値の標準不確かさは 5.6 $\mu\text{g}/\text{日}$ であった。なお、食品ごとの寄与率は、肉・卵類群からの寄与率が最も高く、約 50% であった。

著者ら¹⁶⁾はさらに、18 食品群での分類で TDS 法を用いて、ビオチン摂取量の推定を行った。その結果、ビオチン摂取量は 50.7 $\mu\text{g}/\text{日}$ (全年齢) であった。また、20 歳以上の成人で 51.7 $\mu\text{g}/\text{日}$ 、男性 55.1 $\mu\text{g}/\text{日}$ 、女性 46.8 $\mu\text{g}/\text{日}$ であり、男女間で差が見られた。

陰膳法は、個人の栄養素の総摂取量を知るのに適した方法である。しかし、個人や限られた集団の情報を得ることはできても、国民全体のような大きな集団の情報を得ることは、不可能である。一方、食品群別計算法や TDS 法では、陰膳法のように個々に分析していないために、栄養素の摂取量について、個人ごとのばらつきを知ることはできないが国民栄養調査などの調査結果を用いて栄養素の摂取量を推定する場合に適している。

5. 諸外国における食事調査

ビオチンの摂取量に関する、外国の報告について以下に概説する。Hopperら²⁶⁾は、カナダの一般的な食事の調査をした結果、ビオチン摂取量は、計算値 62.0 $\mu\text{g}/\text{日}$ 、測定値 60.0 $\mu\text{g}/\text{日}$ であることを報告している。イギリスでの 7,277 人の主婦を対象にした食材購入記録からの算出 (外食、スナックは除く) では、ビオチンの摂取量は食事 33 $\mu\text{g}/\text{日}$ および嗜好品 2.5 $\mu\text{g}/\text{日}$ であった。同じ方法で、Lewis および Buss²⁷⁾ は、英国の 6,925 世帯を対象にした調査で、1 日当たりのビオチンの平均摂取量は 37.5 μg と報告している。

Murphy および Calloway²⁸⁾ は、アメリカの 18~24 歳の女性 996 人を対象にした 24 時間思い出し食事調査 (NHANESII) から、1 日当たりのビオチン摂取量として、39.9 \pm 26.9 $\mu\text{g}/\text{日}$ を算出している。Bliss ら²⁹⁾ は 25~85 歳の 39 人を対象に、連続 8 日間の食事・飲み物からビオチン摂取量を算出したところ、32 \pm 12 $\mu\text{g}/\text{日}$ であった。また Iyengar ら³⁰⁾ は、アメリカの全食事組成 (US total diet composites) および一日摂取量 (食事量 3,075 g 湿重量) から、35.5 \pm 7.5 $\mu\text{g}/\text{日}$ を得ている。

なお、Lewis および Buss²⁷⁾ は、ビオチン摂取量のうち 50% 以上を卵類および乳類から摂取していると報告している。また Murakami²⁵⁾ の報告では、上述のとおり、肉・卵類群からの寄与率が約 50% であった。しかし、著者らの結果では、卵類と乳類からのビオチン摂取量は食品群別計算法では 20.2%、TDS 法では 24.9% に過ぎない。これらのビオチン摂取量の差異は、食文化や食生活の違いが影響していることが考えられる。

6. 日本人の食事摂取基準 (2010 年版)

わが国の食事摂取基準は、5 年ごとに見直され、必要な改定が行われている。ビオチンの所要量は、「第六次改定日本人の栄養所要量—食事摂取基準— (2010 年版)」において、葉酸やビタミン B₁₂ などとともに初めて策定された²⁾。食事からの摂取可能量として、成人での所要量は 30 $\mu\text{g}/\text{日}$ 、授乳婦での付加量は 5 $\mu\text{g}/\text{日}$ とされ、これらは米国と同様であった。当時、わが国においては、ビオチンの所要量策定の根拠となるデータの蓄積が十分ではなかった。

日本人の食事摂取基準 (2010 年版) においては、近年ビオチンの摂取量についての科学的エビデンスが蓄積し、ビオチンの策定は下記のとおり策定された⁶⁾。

推定平均必要量を設定するに足る実験データはない。1 日当たりのビオチン摂取量は、トータルダイエット調査では、アメリカ人で 35.5 μg 、日本人で 45.1 μg 、60.7 μg 、70.1 μg や 52.5 μg などの報告がある。そこで、目安量を算定することとし、これらのデータから成人の値を 50 μg とした。この値は、日本人の食事摂取基準 (2005 年版)⁵⁾ におけるビオチンの目安量と比較して、5 μg 高くなった。小児については、成人の目安量をもとに、外挿した。また高齢者に関するデータはほとんどないため、成人と同じ値にした。

参考文献

- 1) 渡邊敏明 (1996) ビオチン. ビタミンの事典/日本ビタミン学会編, 朝倉書店, 東京: pp. 299-323.
- 2) 厚生労働省 (2000) 第六次改定日本人の栄養所要量—食事摂取基準— (2000 年版).
- 3) 厚生労働省 (2003) 食品衛生法施行規則の一部を改正する省令及び食品, 添加物等の規格基準の一部を改正する件について.
- 4) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会 (2005) 五訂増補日本食品標準成分表, 国立印刷局, 東京.
- 5) 厚生労働省 (2005) 日本人の食事摂取基準 (2005 年版).
- 6) 厚生労働省 (2009) 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, 東京.
- 7) 坪野吉孝, 久道 茂 (2001) 栄養疫学. 南江堂, 東京.
- 8) 日本栄養改善学会監修 (2005) 食事調査マニュアル, 南山堂, 東京.
- 9) 谷口歩美, 大串美沙, 武智隆祐, 渡邊敏明 (2005) わが国の食品に含まれるビオチン量の分析. 日本栄養・食糧学会誌 58: 185-198.
- 10) 谷口歩美, 武智隆祐, 福嶋 厚, 渡邊敏明 (2008) わが国の食品中ビオチン含量の分析. 日本栄養・食糧学会誌 61: 27-37.
- 11) Hardinge MG, Crooks H (1961) Lesser known vitamins in foods. J Am Diet Assoc 38: 240-245.

- 12) <http://www.shse.u-hyogo.ac.jp/watanabe/>
- 13) 渡邊敏明, 大串美沙, 福井 徹 (2004) わが国の実年者におけるビオチンの体内動態についての検討. 生物試料分析 27: 403-408.
- 14) 渡邊敏明, 谷口歩美 (2006) トータルダイエツト調査によるビオチン摂取量の推定についての検討. 日本臨床栄養学会雑誌 27: 304-312.
- 15) 健康・栄養情報研究会 (2003) 国民栄養の現状 (平成13年厚生労働省国民栄養調査結果). 第一出版, 東京.
- 16) 渡邊敏明, 谷口歩美 (2009) 日本における食事からのビオチン摂取量の推定. ビタミン 83: 461-468.
- 17) 健康・栄養情報研究会 (2008) 国民健康・栄養の現状—平成17年厚生労働省国民健康・栄養調査報告—. 第一出版, 東京.
- 18) 細貝祐太郎, 松本昌雄監修 (2001) 食品安全セミナー2 食品添加物. 中央法規出版, 東京: pp. 83-97.
- 19) 食品添加物研究会編 (2001) あなたが食べている食品添加物—食品添加物1日摂取量の実態と傾向—. 日本食品添加物協会, 東京: pp. 67-82.
- 20) Van Dokkum W, De Vos RH, Cloughley FA, Hulshof KFAM, Dukel F, Wijsman JA (1982) Food additives and food components in total diets in The Netherlands. Br J Nutr 48: 223-231.
- 21) De Vos RH, Van Dokkum W, Olthof PDA, Quirijns JK, Muys T, Van der Poll JM (1984) Pesticides and other chemical residues in Dutch total diet samples (June 1976-July 1978). Food Chem Toxicol 22: 11-21.
- 22) Booth SL, Pennington JAT, Sadowski JA (1996) Dihydrovitamin K₁: Primary food sources and estimated dietary intakes in the American diet. Lipids 31: 715-720.
- 23) Booth SL, Pennington JAT, Sadowski JA (1996) Food sources and dietary intakes of vitamin K₁ (phylloquinone) in the American diet: Data from the FDA total diet study. J Am Diet Assoc 96: 149-154.
- 24) 齋東由紀, 牛尾房雄 (2004) トータルダイエツト調査による東京都民のビオチン, ビタミン B₆, ナイアシンの一日摂取量の推定. 栄養学雑誌 62: 165-169.
- 25) Murakami T, Yamano T, Nakama A, Mori Y (2008) Estimation of the dietary intake of biotin and its measurement uncertainty using total diet samples in Osaka, Japan. J AOAC Int 91: 1402-1408.
- 26) Hoppner K, Lampi B, Smith DC (1978) An appraisal of the daily intakes of vitamin B₁₂, pantothenic acid and biotin from a composite Canadian diet. Can Inst Food Sci Technol J 11: 71-74.
- 27) Lewis J, Buss DH (1988) Trace nutrients. 5. Minerals and vitamins in the British household food supply. Br J Nutr 60: 413-424.
- 28) Murphy SP, Calloway DH (1986) Nutrient intakes of women in NHANES II, emphasizing trace minerals, fiber, and phytate. Am Diet Assoc 86: 1366-1372.
- 29) Bliss DZ, McLaughlin J, Jung HJ, Lowry A, Savik K, Jensen L (2000) Comparison of the nutritional composition of diets of persons with fecal incontinence and that of age- and gender-matched controls. J Wound Ostomy Continence Nurs 27: 90-97.
- 30) Iyengar GV, Wolf WR, Tanner JT, Morris ER (2000) Content of minor and trace elements, and organic nutrients in representative mixed total diet components from the USA. Sci Total Environ 256: 215-226.
- 31) Bull NL, Buss DH (1982) Biotin, pantothenic acid and vitamin E in the British household food supply. Hum Nutr Appl Nutr 36: 190-196.