

日本人成人女性ビーガンのビタミン B₁₂ 摂取量の評価湯川 法子¹⁾, 細見 亮太²⁾, 福永 健治¹⁾, 吉田 宗弘¹⁾

(1) 関西大学 化学生命工学部 食品工学研究室*, (2) 鳥取短期大学 生活学科 食物栄養専攻**)

Intake of Vitamin B₁₂ in Japanese Woman VegansNoriko YUKAWA¹⁾, Ryota HOSOMI²⁾, Kenji FUKUNAGA¹⁾ and Munehiro YOSHIDA¹⁾¹⁾ Laboratory of Food and Nutritional Science, Faculty of Chemistry Materials and Bioengineering, Kansai University,²⁾ Department of Food and Nutrition, Division of Human Living Sciences, Tottori College

Summary

Vegetarian diets provide relatively large amounts of vegetable, cereals, nuts and fruits. Thus those diets have relatively low intakes of protein, saturated fatty acid, retinol and vitamin B₁₂. The plant foods do not contain vitamin B₁₂; in particular, vegans may have low intakes of vitamin B₁₂. To estimate the daily intake of vitamin B₁₂ in Japanese woman vegans, 33 duplicate portion samples of daily diets were collected from 11 Japanese adult female vegans and their vitamin B₁₂ were determined by microbiological assay using *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* ATCC7830. Content of vitamin B₁₂ in Japanese woman vegan diets were as follows: range, 0–2.1 μg/day; median; 0.14 μg/day. Compared with estimated average requirement and recommended dietary allowance in female aged 30 to 49 years in the Dietary References Intakes for Japanese 2010, vitamin B₁₂ in vegan diets is quite low. This study suggested that Japanese woman vegans should have the la-ver and permitted to have the vitamin B₁₂ supplement or vitamin B₁₂-fortified vegetable for preventing a vitamin B₁₂ deficiency.

菜食主義者（ベジタリアン）とは、一般的に「動物性食品を避け、穀物、豆類、種実類、野菜、果物などの植物性食品を中心に摂る人々」と定義されている。ベジタリアンは制限している動物性食品により分類されており、動物性食品に厳格なビーガン、植物性食品に加えて乳・卵製品を摂取するラクトオボベジタリアン、植物性食品に加えて魚介類を摂取するベスコベジタリアンなどがある。動物性食品を全く摂取しないビーガンの食事は、食物繊維、マグネシウム、ビタミンCなどの一部微量栄養素の摂取が比較的高くなるが、エネルギー、飽和脂肪酸、コレステロール、高度不飽和脂肪酸、カルシウム、亜鉛、ビタミンDとB₁₂などいくつかの栄養素の摂取不足が指摘されている¹⁾。前回の研究では、ビーガンの脂肪酸摂取量について評価を行い、n-6系脂肪酸摂取量は十分であるが、飽和脂肪酸とn-3系脂肪酸摂取量が食事摂取基準の目標量を満たしていないことを報告した²⁾。

ビタミンB₁₂は真紅の水溶性化合物であり、分子量が約1355（シアノコバラミン）と他のビタミンと比較すると大きく、コリン環の中心にコバルト原子が配位した構造をしている。ビタミンB₁₂は細菌などの微生物で生合成され、植物にはビタミンB₁₂生合成能がないことが知られている³⁾。

細菌などで生合成されたビタミンB₁₂は食物連鎖により動物の組織に蓄積されるため、動物性食品がビタミンB₁₂の主要な供給源である。ビーガンは動物性食品を摂取することを禁忌としているために、ビタミンB₁₂摂取不足が懸念されている。本研究では、前回と同じ収集試料についてビタミンB₁₂含量を求め、日本に在住するビーガンのビタミンB₁₂摂取量の評価を試みた。

実験方法

1. 試料の収集

関東地方に在住する菜食者用食材販売店の協力を得て、調査趣旨を明示した上で、調査対象者を募集した。結果として11名（30～49歳）の健康な女性ビーガンから協力の申し出があり、対象者から3日分の全献立、合計33献立を提供してもらった。収集した献立は、1日分ごとにすべてを凍結乾燥後、ミル（GM200, Retsch社製）で均一・細粉化し、測定用試料とした。

2. ビタミンB₁₂の分析

ビタミンB₁₂は *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* ATCC

*所在地：大阪府吹田市山手町3-3-35（〒564-8680）

**所在地：鳥取県倉吉市福庭市854（〒682-8555）

7830 を用いた微生物学的定量法で測定した⁴⁾。50 ml 容量の滅菌済み遠心管に試料 1.0 g を入れ、酢酸ナトリウム緩衝液 (pH 4.5) 20 ml を加えて混和し、100℃、30 分間加温した。直ちに 30℃以下に冷却し、1%シアン化ナトリウム溶液を 5 滴加え、暗所で 2 時間放置した。その後蒸留水で 40 ml に定容し、滅菌フィルター (Ministart 社 0.20 μm) で濾過した。試料液中のシアノコバラミン量を VitaFast[®] ビタミン B₁₂ (シアノコバラミン) キット (R-Biopham AG 社製) を用いて測定し、アルカリ耐性因子による補正を行い、各ビーガン食に含まれるビタミン B₁₂ 量 (シアノコバラミン相当) を算出した。

結果と考察

Table 1 に本研究対象者の食事のビタミン B₁₂ (シアノコバラミン相当) 量を示した。ビタミン B₁₂ 摂取量の範囲 0~2.1 μg/d、中央値は 0.14 μg/d であり、14 食の献立では検出限界以下であった。ビタミン B₁₂ を含む献立には、植物性食品の中でもビタミン B₁₂ が含まれている海苔が使われていた。被験者 D の 1 日目の献立には 2.1 μg/d と他の献立よりも多量のビタミン B₁₂ が含まれており、献立に

は海苔が用いられていたが、どの程度含まれていたかは不明である。これらの結果は平成 22 年国民健康・栄養調査結果における 30~49 歳女性のビタミン B₁₂ 摂取量 (4.8 μg/d)⁵⁾ よりも極めて低く、また日本人の食事摂取基準 2010 年版において設定されている 30~49 歳女性のビタミン B₁₂ の推定平均必要量 2.0 μg/d⁶⁾ もほとんど満たせていなかった。また英国の女性ビーガンのビタミン B₁₂ 摂取量は 0.49 μg/d と報告¹⁾ されており、本研究対象者はそれよりも低い摂取量であった。

ビタミン B₁₂ は細胞分裂や血球形成に必須であり、摂取不足は赤血球容量が増大し巨赤芽球や異常な形態の赤血球が生じることで悪性貧血に陥る。体内においてビタミン B₁₂ は、主に肝臓と筋肉に貯蔵され、ノンベジタリアンでは 1 日に必要なビタミン B₁₂ 量の数千倍もの量が貯蔵されている⁷⁾。またビタミン B₁₂ は腸肝循環しているために、ビタミン B₁₂ 欠乏症の兆候が現れるまでに 5~10 年の期間を有する⁸⁾。ベジタリアンとしての生活が長いほど、血中のビタミン B₁₂ 濃度が低下することが報告されており⁹⁾、そのためビタミン B₁₂ 欠乏症発症の危険性が高まる。しかしこれまでの報告では、血液検査によりビタミン B₁₂ 欠乏症と診断されていても臨床症状が認められない報告¹⁰⁾ や、血中ビタミン B₁₂ 濃度が低値であっても、巨赤芽球性貧血は認められない報告¹¹⁾ がある。またベジタリアンは葉酸の摂取量が高いために、ビタミン B₁₂ の欠乏症が現れにくい¹⁰⁾。欧米ではベジタリアンに対する認知は高いが、日本では未だベジタリアンに対しての認知は低く、周囲の取り巻く環境によっては、動物性食品を摂取せざるを得ない機会もあるようだ¹²⁾。本研究調査段階では貧血などの自覚症状のない健康なビーガンを選出しているために、ビタミン B₁₂ 摂取不足による臨床症状を伴うビタミン B₁₂ 欠乏症は発症していないのだろう。

本研究のビタミン B₁₂ 測定には、日本標準食品成分表作成に採用されている微生物学的定量法を用いた⁴⁾。また同様の AOAC 公式法が米国の食品分析にも採用されている¹³⁾。しかし、この測定方法は、ヒトが利用できるビタミン B₁₂ と不活性型であるシュードビタミン B₁₂ との総量が求められる¹⁴⁾。そのため本研究結果においてビタミン B₁₂ が含まれていた献立においてもシュードビタミン B₁₂ が含まれている可能性がある。渡辺らはヒトの栄養補助食品として市販されているスピルリナ錠剤¹⁵⁾ や陸生藍藻食品であるイシクラゲ¹⁶⁾ にはビタミン B₁₂ が含まれるが、主要な化合物はシュードビタミン B₁₂ であると報告している。一方、緑藻スジアオノリや紅藻スサビノリに含まれるビタミン B₁₂ は、生理活性を有するビタミン B₁₂ であると報告されている¹⁴⁾。ラットやヒトを対象にした実験において、アマノリ¹⁷⁾、アオノリ¹⁸⁾、クロレラ¹⁹⁾ の摂取は血清ビタミン B₁₂ 濃度の改善に働き、良いビタミン B₁₂ 供給源であることが示されている。現段階で天然物から摂取できるビタミン B₁₂ で有効な植物性食品は海苔であろう。食事摂取基準 2010 年版において設定されている 30~49 歳女性のビタミ

Table 1 Intakes of vitamin B₁₂ (μg/day) in Japanese woman vegan diets

Subject	Day	Intake of vitamin B ₁₂
A	1	0.06
	2	0.13
	3	Non detectable
B	1	0.30
	2	0.30
	3	Non detectable
C	1	0.17
	2	Non detectable
	3	Non detectable
D	1	2.10
	2	0.16
	3	0.52
E	1	Non detectable
	2	Non detectable
	3	Non detectable
F	1	Non detectable
	2	0.07
	3	Non detectable
G	1	0.09
	2	Non detectable
	3	0.09
H	1	0.22
	2	0.10
	3	0.06
I	1	0.09
	2	0.23
	3	0.14
J	1	0.83
	2	Non detectable
	3	Non detectable
K	1	0.13
	2	Non detectable
	3	Non detectable

ン B₁₂ 推定平均必要量である 2.0 μg/day を満たすためには、海苔を 1 日約 3.5 g (焼き海苔換算 57.6 μg/100g) 摂取することで必要量を満たすことが計算上可能である。また鈴木は、低血清ビタミン B₁₂ 量を示す玄米を主食とするビーガン食を摂取している学童 6 人に 1 日 2 g の海苔を摂取させることで、1 年後にビタミン B₁₂ 欠乏状態から回復したことを報告している¹⁸⁾。本研究では海苔が含まれていた献立においても、そのビタミン B₁₂ 量は必要量を満たしていないことが明らかになった。そのため、厳格な菜食生活を続けていくことでのビタミン B₁₂ 欠乏症に陥る危険性を伝え、その改善方法としての海苔の摂取が有効であることを指導することが急務である。

50 歳以上の多くの中高年は胃酸の分泌量が減少し、食品中に含まれるタンパク質と結合したビタミン B₁₂ の吸収率が低下することが報告されている²⁰⁾。特に高齢者では、加齢によって体内ビタミン B₁₂ 量の減少と吸収不良によるビタミン B₁₂ の栄養状態の低下により神経障害との関連が報告されている²¹⁾。このようなヒトの多くは、胃酸分泌量は低下しているが、吸収に必要な内因子の排泄量は十分であるため、遊離型ビタミン B₁₂ の摂取が有効である²²⁾。本研究で対象としたビーガンは、体内のビタミン B₁₂ 貯蓄量が低いことが予想され、菜食主義を続けていくことでビタミン B₁₂ 欠乏による神経障害等が発症する危険性が高い。将来的には遊離型ビタミン B₁₂ の強化食品やサプリメントなどの摂取に寛容になることが必要だろう。

以上、ビーガンの献立は玄米、小麦製品、大豆製品などの植物性食品が中心であり、動物性食品を摂取しないためにビタミン B₁₂ 摂取量が極めて少なく、意識的にビタミン B₁₂ が含まれる海苔を摂取している対象者でも、必要量を満たせていないことが明らかになった。現段階ではビタミン B₁₂ 不足による症状は現れていないだろうが、今後発症する危険性は高く、これを改善するには海苔、ビタミン B₁₂ 強化食品、サプリメント等でビタミン B₁₂ を意識的に摂取することが必要である。

参考文献

- 1) Davey GK, Spencer EA, Appleby PN, Allen NE, Knox KH, Key TJ (2003) EPIC-Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutr* 6: 259-269.
- 2) 細見亮太, 湯川法子, 大儀倫子, 吉田宗弘, 福永健治 (2011) 日本人成人女性ビーガンの脂肪酸摂取量. *微量栄養素研究* 28: 45-48.
- 3) 渡辺文雄 (1999) ビタミン B₁₂ の細胞内代謝に関する比較生化学的研究. *農化* 73: 807-815.
- 4) 財団法人日本食品分析センター編集 (2002) 分析実務者が書いた五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説, 中央法規, 東京: pp.178-183.
- 5) 厚生労働省 (2012) 平成 22 年国民健康・栄養調査報告, <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/h22-houkoku.html>: pp.309-329, 2012 年 8 月 20 日アクセス.
- 6) 厚生労働省 (2009) 日本人の食事摂取基準 [2010 年版], 第一出版, 東京: pp.159-161.
- 7) Craig W, Pinyan L (2001) Nutrients of concern in vegetarian diets. in *Vegetarian Nutrition*, ed. by J Sabate, CRC Press, Boca Raton: pp.299-332.
- 8) Allen RH (2000) Megaloblastic anemias. in *Cecil Textbook of Medicine*, ed. by Goldman L, Bennett JC, WB Saunders, Philadelphia: pp.859-867.
- 9) Tungtrongchitr R, Pongpaew P, Prayurahong B, Changbumrung S, Vudhivai N, Migasena P, Schelp FP (1993) Vitamin B₁₂, folic acid and haematological status of 132 Thai vegetarians. *Int J Vitam Nutr Res* 63: 201-207.
- 10) Phillips F (2005) Vegetarian nutrition. *Nutr Bull* 30: 132-167.
- 11) Herrmann W, Schorr H, Obeid R, Geisel J (2003) Vitamin B-12 status, particularly holotranscobalamin II and methylmalonic acid concentrations, and hyperhomocysteinemia in vegetarians. *Am J Clin Nutr* 78:131-136.
- 12) 角田尚子 (2011) ベジタリアンを取り巻く日本の状況—食育思想と近親者からの干渉—. *佛教大学大学院紀要 社会学研究科篇* 39: 19-36.
- 13) Angyal G (1996) Cobalamin (Vitamin B₁₂) AOAC. *Methods for the microbiological analysis of selected nutrients*, AOAC International, USA: pp.63-65.
- 14) 渡辺文雄 (2007) 食用藻類のビタミン B₁₂—食品学から分子生物学まで—. *ビタミン* 81: 49-55.
- 15) Watanabe F, Katsura H, Takenaka S, Fujita T, Abe K, Tamura Y, Nakatsuka T, Nakano Y (1999) Pseudovitamin B₁₂ is the predominant cobamide of an algal health food, spirulina tablets. *J Agric Food Chem* 47:4736-4741.
- 16) Watanabe F, Tanioka Y, Miyamoto E, Fujita T, Takenaka H, Nakano Y (2007) Purification and characterization of corrinoid-compounds from the dried powder of an edible cyanobacterium, *Nostoc commune* (Ishikurage). *J Nutr Sci Vitaminol* 53: 183-186.
- 17) Takenaka S, Sugiyama S, Ebara S, Miyamoto E, Abe K, Tamura Y, Watanabe F, Tsuyama S, Nakano Y (2001) Feeding dried purple laver (nori) to vitamin B₁₂-deficient rats significantly improves vitamin B₁₂ status. *Br J Nutr* 85:699-703.
- 18) 鈴木英鷲 (1996) 長期にわたる厳格な玄米菜食者における血中ビタミン B₁₂ レベル. *総合臨床* 45: 595-598.
- 19) Rauma AL, Törrönen R, Hänninen O, Mykkänen H

- (1995) Vitamin B-12 status of long-term adherents of a strict uncooked vegan diet ("living food diet") is compromised. *J Nutr* 125:2511-2515.
- 20) Scarlett JD, Read H, O'Dea K (1992) Protein-bound cobalamin absorption declines in the elderly. *Am J Hematol* 39:79-83.
- 21) Clarke R, Birks J, Nexo E, Ueland PM, Schneede J, Scott J, Molloy A, Evans JG (2007) Low vitamin B-12 status and risk of cognitive decline in older adults. *Am J Clin Nutr* 86:1384-1391.
- 22) McEvoy AW, Fenwick JD, Boddy K, James OF (1982) Vitamin B₁₂ absorption from the gut does not decline with age in normal elderly humans. *Age Ageing* 11:180-183.