Vegetarian Research
published by JSVR・www.jsvr.jp

Mini-Review

植物由来のビタミンB_{12}供給源 ～のり～ 論争の現状

仲本 桂子*

東京衛生アドベンチスト病院

Plant-Based Vitamin B_{12} Sources ~Nori~ Current State of Controversy

Keiko Nakamoto

Tokyo Adventist Hospital, Japan

Abstract. Vitamin B_{12} (B_{12}) is generally not found in plant foods. Thus, there is concern that it may be deficient in a vegan diet that does not include animal products. Under these circumstances, seaweed has attracted attention and research as a source of B_{12} from plant foods. While some studies indicate that seaweed is an effective source of B_{12}, others indicate that seaweed is not source of B_{12}. More advanced human intervention studies are needed to clarify the discrepancies in these studies.

Keywords: vitamin B_{12}, vitamin B_{12} source, nori, vegan

1. はじめに

ビタミン B_{12}（以後、B_{12}）は、一般的に植物性食品に含まれないため、ヴィーガン食では不足することが懸念されている[1]。米国栄養食料アカデミーの最新のベジタリアン食の見解書の B_{12} の項目には、『B_{12} は植物性食品の成分ではない。発酵食品（テンペなど）、海苔、スピルリナ、クロレラ藻類、および B_{12} 強化されてない栄養酵母(nutritional yeast)は、B_{12} の適切または実用的な供給源として信頼することはできない。ベジタリアンは、B_{12} 強化食品または B_{12} 含有サプリメントを定期的に摂取する必要があり、そうしないと、ベジタリアンの幼児、子供、成人の症例研究で示されたように、不足になる可能性がある。ほとんどのベジタリアンは、信頼できる B_{12} 供給源を摂るべきである。なぜなら、1 日 1 カップの牛乳と 1 個の卵は、推奨量 (RDA) の約 3 分の 2 しか摂取できないからである。』[1]と言っている。

1 日に必要な B_{12} の推奨量は、12 歳以上の男女で 2.4μg である[2]。B_{12} 含有量は、日本食品標準成分表 2020 年版によると、牛乳コップ 1 杯（200g）で 0.6μg、ゆで卵 1 個(50g)で 0.5μg、うずら卵 1 個（生 10g）で 0.5μg である[3]ことから、少なくとも牛乳をコップ 2 杯、うずら卵 3 個食べない（B_{12} 計 2.7μg）と 1 日の推

Vegetarian Research **Vol. 23, 13-16 (2022)**
Received 20 December 2022; Accepted 25 December 2022
*東京衛生アドベンチスト病院健康教育科
E-mail:nakamoto@tokyoeisei.com
©2022 The Japanese Society for Vegetarian Research

奨量より不足することになる（表１）。納豆、みそなどの発酵食品に B_{12} は含まれないが、海藻類の中でものりには１帖（3g）に 1.74μg 含まれる、とある（表２）[3]。食品中の B_{12} の測定方法は、乳酸菌による微生物学的定量法である[3]。この乳酸菌による微生物学的定量法は、食品中の B_{12} 測定法として一般的に広く利用されているが、真の B_{12} と疑似 B_{12} の区別ができないため、食品中の B_{12} 含有量について混乱を招いていると考えられる[4]。

B_{12} の状態を評価するための臨床検査には、血清または血漿 B_{12}、尿中あるいは血清メチルマロン酸(MMA)、ホモシステイン濃度、血清ホロトランスコバラミン（Holo-TC または Holo-TCII）が含まれる[1,5,6]。また、ビタミン B_{12} 欠乏症の初期段階で巨赤芽球性貧血が見られるため、平均赤血球容積（MCV）が測定される[7]。

B_{12} 供給源としてののりについて主な研究報告を取り上げ、その現状を報告する。

表１．動物性食品のビタミン B_{12} 含有量 [3]

	μg/1 食分あたり	μg/100g あたり
牛乳	0.6/200g	0.3
卵（生）	0.6/1 個(50g)	1.1
卵（ゆで）	0.5/1 個(50g)	1.0
うずら卵（生）	0.5/1 個(10g)	4.7
うずら卵（水煮缶）	0.3/1 個(10g)	3.3

牛乳コップ１杯 0.6＋卵１個 0.5　　計 1.1μg
牛乳コップ２杯 1.2＋うずら卵３個 1.5　計 2.7μg

表２．植物性食品のビタミン B_{12} 含有量 [3]

	μg/1 食分あたり	μg/100g あたり
納豆	微量	微量
みそ	微量	微量～0.1
昆布	0	0～0.1
青のり	0.80/大さじ1(2.5g)	32.0
干しのり	2.34/帖(3g)	78.0
焼きのり	1.74/帖(3g)	58.0
味付けのり	1.74/帖(3g)	58.0

２．のり摂取とビタミン B_{12} の栄養状態に関連した研究

B_{12} 欠乏症のマクロビオティックの 10～20 カ月の乳幼児 11 人を対象にした Dagnelie らの研究[8]によると、魚やサプリを 0.15～0.5μg/日摂ったグループでは、１～5 カ月後に MCV が正常値になったが、のり、スピルリナ、発酵食品を 0.1～2.7μg/日摂ったグループでは、１～5 カ月後に血清 B_{12} 値は改善したが、MCV は改善しなかった（図１）。

ローフードヴィーガン歴平均5.2年（範囲0.7－14年）、平均年齢46歳（範囲27－69歳）の女性20人、40歳男性1人の Rauma らによる研究[9]では、のり・クロレラから B_{12}を平均2.2μg/日(範囲0.2－12.6)摂っていたグループ16人の平均血清 B_{12}は221(75－408)pmol/L と、摂っていなかったグループ5人の平均血清 B_{12}の105(35－252)pmol/L より約2倍高かった（表3）。しかし、2年後には、のりなど海藻類の摂取量は0.5～5.0ｇ/日でありながらも、9人中（女性8人、男性1人）6人の血清 B_{12} 値は悪化か改善しないことが示された[9]。これらの研究から、のりやスピルリナなどに含まれる B_{12}は不活性型であることが考えられた[4,8]。

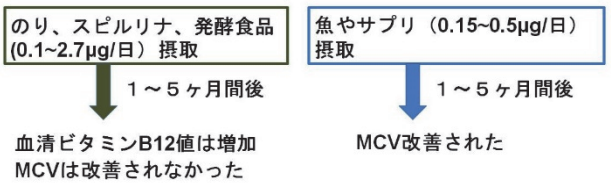


図１．B_{12} 欠乏症マクロビオティック 10～20 ヶ月の乳幼児 [4,8]

表３．ローフードヴィーガンののりの摂取と B_{12} 状態の研究[9]

	血清 B_{12}　pmol/L 平均値(範囲)
のり摂取(n=16)	221 (75－408)
のり非摂取(n=5)	105 (35－252)

女性　20 人　平均年齢 46 歳（27-69 歳）、男性　1 人 40 歳。ヴィーガン歴：平均 5.2 年（0.7－14 年）。
のり・クロレラからの B_{12} 平均摂取量　2.2μg/日(0.2-12.6)
＊ただし、2 年後には、のりなど海藻類の摂取量は 0.5～5.0ｇ/日で、9 人中（女性 8 人、男性 1 人）6 人の血清 B_{12} 値は悪化か改善しないことが示された。

表４．ヴィーガンとコントロール群の血液検査値

	ヴィーガン	コントロール	基準値 男性･女性
VB12 (pg/ml)	443±164	605±203	230－800
MCV (fl)	90.5±7.1	86.2±3.3	男性 83－99 女性 80－99
MCH (pg)	29.9±2.7	29.0±0.8	27－35
MCHC (%)	33.0±0.5	33.6±0.4	32－36

表５．厳格な玄米菜食実践する小中高生の検査値[11]

	玄米菜食	コントロール	基準値
VB12 (pg/ml)	430±181	556±198	233－914
MCV （fl)	91.8±5.1	90.4±3.6	80－99
MCH （pg)	30.4±1.7	31.1±1.8	27－35
尿中 MMA (μg/mg･Cr)	6.7±5.7	3.8±1.8	－

ところが、のりを 2～4g/日を摂っていた 6 人の玄米菜食・ヴィーガン歴 4～10 年の日本人 7～14 歳を年齢・性別をマッチさせたコントロール群 4 人と比較したところ、血清 B_{12} 値、MCV、MCH、MCHC に有意差はなかった(表４) [10]。

このように研究報告間に違いが見られるが、のりに含まれている B_{12} が生物学的に活性型かどうかは B_{12} の測定と同時に B_{12} の状態をみるのに感度・特異性が高いと言われる尿中のメチルマロン酸の測定が必須と考えられた［10］。

鈴木の研究[11]では､生後より厳格な玄米菜食をしている 7～18 歳の小中高生（男 4 人、女 2 人）を年齢、体重をほぼ一致させた非菜食者の友人 6 人をコントロール群として比較したところ、B_{12}、MCV、MCH に有意差はなかったが、尿中 MMA はのりを 2g/日以下しかとっていなかった兄弟で 11.5、16μg/mg･Cr と高値を示した（表 5）。のりを 4g/日以上摂っている子どもの MMA は 1.6～3.9μg/mg･Cr と基準値内であった。

８か月後

①10 人　ヴィーガン　＋のり
**　→ Holo-TC、ホモシステインは許容範囲内**
**　　MMA 上昇**
②20 人　ヴィーガン　＋サプリ → 正常値
③40 人　ベジタリアン　→ 正常値
④5 人　雑食　→ 正常値

･8 か月間 2 か月ごとに血液検査
･①グループの“のり”摂取量 少なくとも 12g/週
（＝VB12 2.4μg/日換算）
･測定方法:直接ーHolo-TC、血中 B12、微生物学的定量法
間接ーホモシステイン、MMA、MCV

図２．ベジタリアン･ヴィーガンののり摂取と B_{12} 状態の研究 [12]

ベジタリアン、ヴィーガン、雑食者を 4 グループに分け、ヴィーガンで B_{12} のサプリメントを摂らず、のりを少なくとも 12g/週（＝B_{12} 2.4μg/日換算）摂ったグループでは、8 か月後に、Holo-TC、ホモシステイン値は B_{12} 不足気味を示していたが許容範囲内､MMA は上昇したことから B_{12} 不足を示す、という結果だった。一方、B_{12} のサプリメントを摂っていたヴィーガングループ、卵や乳製品を摂っていたベジタリアングループはいずれの B_{12} 指標も正常値、という結果だった（図 2）[12]。

鈴木の研究[11]は、のりを 4g/日以上摂っている子どもでは B_{12} 欠乏症が見られなかったと言っているが、のりを 12g/週摂り、サプリメントを摂らなかった Schwartz の研究[12]では、B_{12} 不足を示した、と報告している。

３. 考　察

これらの研究結果より、のりには、真の B_{12} が含まれていると考えられる研究報告がある一方で、のりに含まれる B_{12} は人間にとって不活性な疑似 B_{12} であると考えられる結果が報告されている。

疑似 B_{12} は、B_{12} の腸管吸収に関与する内因子に適度な親和性を示し、かなりの量吸収される [4,13]。さらに、血中 B_{12} は疑似 B_{12} も測定していることがあるため、血中 B_{12} 測定だけでは欠乏症を見逃している可能性が高い[6]。また、B_{12} の初期の欠乏症である巨赤芽球

性貧血は、葉酸の供給源である濃い緑の葉野菜などをたくさん摂取するベジタリアンでは発症しにくく、神経障害が起こるまで B_{12} 欠乏症が顕在化しないことが多い[6]。軽度の B_{12} 欠乏症でも、免疫機能低下や認知機能低下が報告されている[6]。

これらの B_{12} 欠乏症に関する懸念があるにも関わらず、B_{12} サプリメントや強化食品を摂らないヴィーガン・ベジタリアンは少なくないと思われる。日常的食材としてヴィーガン・ベジタリアンが食する B_{12} 供給源としてののりについての懸念を解明するため、より高度な人介入試験の実施が求められる。

文 献

[1] Melina V, Craig W, Levin S: Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian diets. J Acad Nutr Diet 116, 1970-1980 (2016)

[2] 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討会：日本人の食事摂取基準(2020 年版). 令和元年 12 月 https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf（2022/12/20 アクセス）

[3] 文部科学省：日本食品標準成分表 2020 年版（八訂） https://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/mext_01110.html （2022/12/20 アクセス）

[4] Watanabe F, Takenaka S, Kittaka-Katsura H, Ebara S, Miyamoto E: Characterization and bioavailability of vitamin B_{12}-compounds from edible algae. J Nutr Sci Vitaminol 48, 325-331 (2002)

[5] MSD マニュアル　プロフェッショナル版　「ビタミン B_{12} 欠乏症」Merck & Co., Inc., NJ, USA (2023)

[6] Mangels R, Messina V, Messina M: Chapter 7 Vitamins, Vitamin B_{12} (Cobalamin). The Dietitian's Guide to Vegetarian Diets. Issues and Applications 3rd ed. Jones & Bartlett Learning, USA (2011)

[7] MSD マニュアル　プロフェッショナル版　「巨赤芽球性貧血」Merck & Co., Inc., NJ, USA (2023)

[8] Dagnelie PC, Staveren WAV, Berg HVD: Vitamin B-12 from algae appears not to be bioavailable. Am J Clin Nutr 1991,695-697 (1991)

[9] Rauma AL, Torronen R, Hanninen O, Mykkanen H: Vitamin B-12 status of long-term adherents of a strict uncooked vegan diet ("living food diet") is compromised. J Nutr 125, 2511-2515 (1995)

[10] Suzuki H: Serum vitamin B_{12} levels in young vegans who eat brown rice. J Nutr Sci Vitaminol 587-594 (1995)

[11] 鈴木英鷹：完全菜食において海苔はビタミン B_{12} の供給源として有効である．総合臨牀 53, 1607-1610 (2004)

[12] Schwartz J. Dschietzig T, Schwarz J, Dura A, Nelle E, Watanabe F, Wintgens KF, Reich M, Arambruster FP: The influence of a whole food vegan diet with Nori algae and wild mushrooms on selected blood parameters. Clin Lab 60, 2039-2050 (2014)

[13] Norris J: Vitamin B_{12} in Plant Foods. Vegan Health. https://veganhealth.org/vitamin-b12/vitamin-b12-plant-foods/ (2022/12/20 アクセス)

Vegetarian Research Vol. 23, 13-16 (2022)

植物由来のビタミン B_{12} 供給源
～のり～ 論争の現状

仲本 桂子

ビタミン B_{12}（以後、B_{12}）は、一般的に植物性食品に含まれないため、動物性食品を摂らないヴィーガン食では不足することが懸念される。そのような状況下で、のりが植物性食品由来のビタミン B_{12} 供給源として注目され研究が実施されている。のりは B_{12} 供給源として有効だ、という報告がある一方で、B_{12} 不足を示す研究報告がある。これら研究報告の矛盾点を解明するため、より高度な人介入試験の実施が求められる。

キーワード：ビタミン B_{12}・ビタミン B_{12} 供給源・のり・ヴィーガン