

2009J9052B

厚生労働科学研究費補助金

食品の安心・安全確保推進研究事業

「栄養表示基準における栄養成分の分析方法」の  
測定精度向上のための研究

平成20年度～21年度 総合研究報告書

研究代表者 松本 輝樹

平成22（2010）年05月

## 目 次

### I. 総合研究報告

「栄養表示基準における栄養成分の分析方法」の測定精度向上のための研究  
松本 輝樹

----- 1

### II. 研究成果の刊行に関する一覧表

----- 11

## 総合研究報告書

### 「栄養表示基準における栄養成分の分析方法」の 測定精度向上のための研究

主任研究者 松本輝樹 国立健康・栄養研究所 食品保健機能プログラム

研究要旨 本研究は、現在「栄養表示基準における栄養成分等の分析方法（公定法）」として微生物定量法（MBA）が主たる測定法として採用されている栄養成分を中心に、その測定精度の向上を目的として検討を行った。

MBAは感度が高く、活性物質を総量として測定可能であり、夾雑物の影響を受け難いという利点から、公定法の中でも使用頻度が高い。その一方で、煩雑で専門的な分析操作、菌の生育状況等に起因する再現性の低さ、及び結果を得られるまでに長時間を要する等の問題点が指摘されている。これらの欠点を補うために、公定法においては、MBAの代替法としてHPLC法が併記されている栄養成分が多い。HPLCはMBAに比べて再現性も高く、短時間で検討できる点で優れているが、感度はMBAと比較できる水準にはなく、あくまでもその適用は、目的成分が高濃度に含まれる検体に限られている。

ところが、近年分析機器の感度の向上や固相抽出を応用した夾雑物の除去、及び目的成分の濃縮に関して飛躍的進歩が認められ、これまで測定が困難とされていたものも検出可能となってきている。公定法の側面から、汎用性に欠ける技術の応用は好ましくないが、これらの技術をHPLC法と組み合わせることによって検出範囲を拡張し、MBAと相互に補完する精度の高い汎用分析法として確立できる可能性が示唆された。

そこで、本研究ではMBA及びHPLC法のそれぞれの利点を活かした高精度の分析法の構築を行うべく、公定法の見直しについて検討を行った。MBAに関しては、活性物質の多様性からHPLCでの対応が困難であることが示唆される葉酸に関して、精度に影響を与える問題点を精査し、その改良法について検討した。また、MBAに特異的な問題である定量菌の状態を安定化させた分析法の構築として、分析操作の簡略・効率化について検討し、再現性の向上を図った。

MBAの代替法としてのHPLC法の構築に関しては、MBA適応成分のうち最も含有量の乏しいビタミンB<sub>12</sub>（VB<sub>12</sub>）に着目し、その適応可否に関して検討を行った。

また、HPLC法が採用されているにも関わらず、煩雑な前処理法の影響から、分析精度に問題のあることが指摘されているビタミンD（VD）に関する検討を行った。効率的な分析法を構築するべく、カラムスイッチシステムを応用した

分析法に関して検討を行い、誤差となり得る人為的操作を削減し、精度の向上を図ると共に、これまでその分析に2~3日要していた分析時間を、一両日で解析可能にすることが出来た。

また、栄養表示基準に関連する制度に関して精査したところ、いくつかの記載不備も公定法の測定結果に影響していることが示唆され、これらを改善することによって分析精度は向上すると考えられた。

#### 研究分担者

竹林純 国立健康・栄養研究所, 食品保健機能プログラム, 研究員

遠藤香 新潟県立大学, 人間生活学部, 健康栄養学科, 助手

#### 研究協力者

二井千日 国立健康・栄養研究所, 食品保健機能プログラム, 職員

陳健斌 国立健康・栄養研究所, 食品保健機能プログラム, 職員

#### A. 研究目的

栄養表示基準は、健康増進法第31条第1項の規定に基づく厚生労働省の告示で、生鮮食品を除く食品及び鶏卵への栄養表示を標準化することで、欠乏しがちな栄養の補給を促し、過剰摂取し易い成分の補給を抑え、バランスの取れた食生活を支援するための規格である。現在、食品への成分表示は「栄養表示基準における栄養成分等の分析方法(公定法)」<sup>1)</sup>による分析値に基づいてなされている。現行の公定法は、平成11年に通知されたものであり、部分的な改正は行われているが、多くの栄養成分は約10年前に通知された方法に従って分析されている。しかし、この10年の間に、新たな分析技術が確立・汎用化されており、特に機器分析法を用いた微量・高感度分析に大きな進歩が認められている。また、各成分分析に対する新たな知見についても報告例が散見されるようになってきていることから<sup>2)</sup>、見直しの必要があるのでは

はないかと考えられる。

現在公定法に採用されている栄養成分の分析法の原理には、微生物定量法(MBA)、HPLC法及び原子吸光光度法(AAS)に依るものが大半を占めている(Table 1)。このうちHPLC及びAASは測定対象物を直接検出することから、前処理法を最適化すれば、比較的再現性(精度)の高い結果が得られる。しかし、これらの検出方法では、活性成分が多岐にわたる際には各活性体の含有量によって検出の可否が左右されてしまうため、時として表示値よりも定量値が少なくなることがある。一方、MBAは他の分析法に比べて高感度であり、前処理における精製が不十分でも定量できる点や、複数の活性物質を分離することなく定量できる点で優れている。しかし、欠点として、菌の培養に伴う操作時間の長期化が問題とされている。また、定量に用いる菌の状態によって再現性が左右されることから、公定法における誤差の許容範囲としては、表示値の+80%~-20%が認められている。この範囲は他の分析法にて許容されているものよりもかなり広く(Table 2)、分析方法の室間妥当性確認にて一般に許容される誤差範囲22%<sup>3)</sup>よりも大きな値が設定されている。このことは、現行で表示値に対して最大100%の誤差を認めており、先に述べたバランスのとれた食生活の支援に貢献しているか疑問が残る。

食品は形態が様々であり、栄養成分の分析法として、最適なものをただ一つ提供するこ

とは困難である。特に、真度と精度を兼ね備えた分析法を構築するためには、試料形態に即した分析法をそれぞれ提供することが重要であると考えられる。公定法では、再現性の観点から、複数の分析法を制限なく提示することは結果の違いを招くことから適切でなく、結果として真値が得られないことも許容されている。しかし、栄養成分に関する情報は、消費者の立場からでは文部科学省から提供されている食品成分表<sup>4)</sup>か商品に記載されている栄養成分表示以外に得る手段がない。よって、公定法によって求められた分析値は二者択一のものであり、その不確かさは率先して改善すべき案件であると思われる。

そこで、本研究では栄養表示基準における栄養成分 36 種全ての分析法に関して研究期間内に検討することは困難であることから、精度に問題のある分析法として MBA に着目し検討を行うこととした。なかでも葉酸は、活性体の多様性から MBA 以外の分析法での検討が困難であると思われることから、精度の向上に寄与する効率化に関する検討を行った。

MBA を主たる分析法とする栄養成分には代替法として HPLC 法が記載されているが、詳細に関しては明記されていない。そこで、MBA の精度改善の一端として他の分析法への代替が可能かどうかを明らかにするために、MBA が定量法として提示されているもののうち、最も含有量の少ない VB<sub>12</sub> に関して、HPLC での定量化に対する分析妥当性に関して検討を行った。加えて、再現性の向上に寄与することが期待される固相抽出の応用に関する検討を行った。

さらに、ビタミン D (VD) は HPLC 法が記載されているが、含有量が少ないにも関わらず抽出段階での転溶や分画操作によって感

度が削がれており、再現性に影響を与えていることが指摘されている。そこで、前処理法の改善策を講じる事による間接的感度の向上に付随した、精度の向上に関して検討を行った。

また、精度の改善には分析法の問題と共に、現在の栄養表示に関わる制度の不備による影響も無視できないことから、これについても精査したので報告する。

## B. 研究方法

### 1. ビタミン B<sub>12</sub> 分析法に関する研究<sup>5-7)</sup>

公定法である MBA の精度向上を目的とした分析法の改善と、代替法としての HPLC による定量化の可否について、それぞれ検討を行った。

VB<sub>12</sub> の定量菌である *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* (ATCC 7830) は VB<sub>12</sub> 以外の因子によっても増殖することが知られており、その補正法としてアルカリ耐性因子 (ARF) を用いた方法が知られている。この補正法は公定法では行われていないが、日本標準食品成分表における成分分析法では採用されている。そこで、ARF による補正の妥当性について、試薬として入手可能な VB<sub>12</sub> の分子種の標品を用い検討した。また、MBA における分析操作が煩雑であることが分析精度低下の一因として考えられるため、VB<sub>12</sub> の MBA に関し操作の簡便化効率化に関する検討として MBA の簡略化に関して検討を行った。

VB<sub>12</sub> の食品添加物として添加可能な分子種は CN-cbl のみである。天然由来成分を含まないサプリメントなどの加工食品においては、測定対象を CN-cbl に限定することも可能であり、感度さえ担保されれば MBA 以外の分析法でも検出可能であると思われる。そこで、認証標準物質であるビタミンサプ



メントに含まれる VB<sub>12</sub> に関して、HPLC にて検出が可能か検討を行った。また、HPLC での感度不足を補うための分画・濃縮を、固相抽出法を応用することによる有効性に関して検討を行った。

## 2. 葉酸分析法に関する研究<sup>8,9)</sup>

葉酸は活性体が多岐に存在することから、MBA による分析が感度や特徴を考慮した際に最も有効であると思われる。そこで、葉酸の定量法については、抽出方法の妥当性を確認すると共に、効率化に関して検討を行った。

葉酸は不安定な物質であり、熱等により容易に分解する。公定法における葉酸の抽出操作にはオートクレーブ処理が含まれており、その影響について標品を用いて検討を行った。また、天然の食品に含まれる葉酸は、糖質やタンパク質の高次構造にトラップされていることから、不溶物を除去することなく、分解酵素の組み合わせの異なる 4 通りで処理し、“Highest Value” を葉酸含量として採用する方法が汎用されている。公定法では、遠心処理と conjugase のみによる酵素処理が行われており、十分な抽出操作が行われているか、疑問が残る。そこで、酵素分解と不溶物の除去に関する比較も併せて検証を行った。

さらに、MBA における分析操作の煩雑さは、低い分析精度の一因として考えられているため、葉酸の MBA に対して抗生物質耐性菌とマイクロプレートを用いた分析法の簡便化を行い、その妥当性について検証した。

## 3. カラムスイッチング HPLC 法を用いた食品中ビタミン D 分析法の開発<sup>10)</sup>

VD 分析法は、試料をけん化することによって測定妨害物質である油脂を極力除去し、さらに HPLC を用いた分画精製後、定量分析によって測定が可能となる。しかし、操作が

煩雑で、解析までに長時間を有することから、より精確かつ迅速な分析法の開発が求められている。

そこで、本研究では試料として市販の乳児用調製粉乳を用いた VD の自動分析化の検討を行った。常法に従って試料をけん化・溶媒抽出処理した後、ヘキサンに転溶したものを試験溶液とした。前処理カラムとしてジオール型カラムを、定量分析用にシリカゲルカラムを用いたカラムスイッチングシステムを構築することにより、VD の自動定量分析を行った。

## C. 研究結果及び考察

「栄養表示基準における栄養成分の分析方法」の測定精度向上には、測定法と制度の 2 つの問題に分けられると考えられることから、それぞれに対して検討を行った。

以下検討内容に関して記載する。

### 1. ビタミン B<sub>12</sub> 分析法に関する研究

ARF による分析値の補正は「VB<sub>12</sub> 因子はアルカリ処理により完全に活性を失うが、擬陽性物質は活性に変化が無い」ことを前提とした補正法である。しかし、VB<sub>12</sub> には複数の分子種が存在し、その全てがアルカリ処理によって活性が消失することは体系的に確認されていない。そこで、現在試薬として入手可能なコバラミンに対してアルカリ処理を行い、全てのコバラミンで活性が完全に消失することを確認し、ARF による補正の妥当性を示した。

また、MBA における精度の低下の要因として、定量菌の状態が安定しないことも示唆されていることから、凍結保存した菌体の応用に関して検討を行った。加えて、分析操作の簡便化について検討した結果、以下のことが明らかとなった。1) 接種菌液を実験毎に

前培養を行い調整するのではなく、予め前培養したものを凍結保存して用いても、一定期間内なら問題ない。2) 反応スケールを 60 % に変更しても測定結果に影響しない。3) 簡便法による検量線は 0.01 から 0.09 ng/ tube の濃度範囲で高い直線性を示す。

簡便法により実サンプルを測定した結果以下のことが明らかとなった。1) ARF 補正の有無により測定値が平均 30 % 程度減少する。2) アルカリ処理により試験溶液が褐変し測定結果に影響する食品サンプルが存在する。3) 添加回収実験の結果、公定法による抽出法で、食品マトリックスにより VB<sub>12</sub> の抽出が妨げられていないことが示唆された。1) 及び 2) に関して改善することにより、分析値は真値に近づくと思われるが、より多くの検体について検討し、傾向を把握する必要があると思われる。

一方、MBA に代わる HPLC での分析法の構築では、認証標準物質 (SRM 3280) を用いた VB<sub>12</sub> の定量化に関して検討を行った。その結果、特に煩雑な前処理法なくして直接 CN-cbl を定量することが可能であった。また、HPLC 法においては、検体に ppm 単位の濃度で CN-cbl が存在すれば定量は可能であり、MBA よりも高精度の定量が可能であることが明らかとなった。ただし、固相抽出を用いた検討では、検出感度は改善されたが、不純物の除去及び濃縮操作としては不十分であり、今後も検討する余地が残された。

現状では MBA の並行分析法としての HPLC 法は構築できていないが、検体によって分析法を変えることにより、より精度の高い分析結果を提供できる可能性が示唆された。また、現在 MBA が公定法として採用されている他の成分は、VB<sub>12</sub> に比べて含有量も高いことから、HPLC での定量化も充分可能であることが示唆された。

## 2. 葉酸分析法に関する研究

公定法に記載されている試料の前処理法では、*Lactobacillus rhamnosus* が葉酸の polyglutamate に対する感受性を持たないことから、conjugase による分解が必須である。しかし、公定法に記載のオートクレーブによる加熱抽出及び conjugase 処理の方法では、葉酸の遊離が不十分であることが明らかとなった。

標品を用いた検討結果から、オートクレーブ処理により 5.6 % の葉酸が分解することが明らかとなった。現在の公定法では試料の前処理過程において、加熱抽出、酵素反応停止の目的で 2 回のオートクレーブ処理を行うが、検量線作成のための標準溶液に関しては、対称処理を行わない。そのため、現行の公定法では葉酸量を過小評価している可能性が示された。

天然由来の葉酸化合物は、糖やタンパク質と結合していることがあり、その抽出には amylase 及び protease を用いた緩和な条件下での分解操作が用いられている。今回、これらの酵素を用いた抽出方法を公定法と比較したところ、公定法の処理が最も高い値とはならず、最適条件ではないことが明らかとなった。公定法の意義や精度の点から、抽出方法に柔軟性を持たせることは好ましくないが、検体によって最適な酵素分解方法が異なったことから、より精確な値を提供するためには複数の分析法を提示することも必要であると考えられた。

また、不溶物の存在は吸光度の測定において影響することから、遠心分離やろ過による除去操作が必要である。しかし、天然由来の葉酸化合物はタンパク質や糖と結合していることがあり、不用意なるろ過操作は葉酸定量値の低下を来す。今回、不溶物中に未抽出の

葉酸が含まれているか、加熱抽出後の検体に対して遠心分離の影響を調べたところ、定量値に差が見られ、沈殿物質に活性成分が残っていることが明らかとなった。

耐性菌とマイクロプレートを用いた方法は、SRM 3280 を検体とした公定法との比較から、ほぼ同じ結果が得られ、その応用は適しているものと考えられた。プレート法では公定法に比べ誤差となり易い操作を回避していることや、操作数が少なくなることから、測定誤差は削減されると思われるが、試験溶液が微量になったことでわずかな影響も無視できなくなっており、再現性に対して何らかの措置をとる必要があることが明らかとなった。

### 3. カラムスイッチング HPLC 法を用いた食品中ビタミン D 分析法の開発

今回の分析条件下では、VD を単一シグナルとして検出することは出来なかったが、ピーク前半からピークトップは良好な分離を示していた。よって、ピーク高さに基づいた VD の定量化では、栄養表示基準で定められている表示値の 80~150% の許容誤差範囲内の結果が得られた。また、公定法に比べてサンプルのロス を 50% 改善し、人為的操作を削減したことにより、感度や精度の向上も顕著であると思われる。今回はカラムの選択性や再現性などに関して吟味していないが、分析条件をさらに検討し、最適化が可能となれば、現在の公定法以上の分析精度を有する代替法になり得ると考えられる。

### 4. 栄養表示に関する不備

現在の栄養表示に関する規定では、以下のことが分析及び表示精度に影響を与えている恐れがある。

健康増進法施行規則第 16 条の定める栄養

成分 (たんぱく質、脂質、炭水化物、亜鉛、カリウム、カルシウム、クロム、セレン、鉄、銅、ナトリウム、マグネシウム、マンガン、ヨウ素及びリン、ナイアシン、パントテン酸、ビオチン、VA、VB<sub>1</sub>、VB<sub>2</sub>、VB<sub>6</sub>、VB<sub>12</sub>、VC、VD、VE、VK 及び葉酸) の量及び熱量のうち、一つでも表示しようとする場合は、Table 2 の成分と併せて必ず表示しなければならない。よって、成分表示の有無は、製品に記載する事項にもよるが、一般には生産者に委ねられており、必須事項ではない。また、現在の公定法では、単位に関する表示規則は指定されているが、数値の取扱いに関しては記載がない。よって表示値に関しても試験者の判断に委ねられており、時として測定精度と表示精度に隔たりを持つことも考えられるなど、一義的な制度でないことも精度管理の観点から好ましくないと思われる。よって、成分表示の義務化は、製造者に対しては負担となるが、制度を広く認識させる上では重要であり、有効数字に代表されるような数字の取扱いに関する規定も精度を向上させるためには有効な手段であると考えられる。特に、日本薬局方などでは規格値や実測値に対する数値の取扱いに規定があることから<sup>1)</sup>、栄養表示においても同様の規定を設けることによって、表示精度は大きく改善するものと思われる。また、数値の取扱いに付随して、分析機器の測定感度に関する記載不備も制度に影響することが考えられる。検出機器の感度次第で実測値は大きく変化することから、精度の担保のためには機器の検出感度に対しても何らかの記載が必要であると思われる。

現在ナイアシンの様に、一つの栄養成分に対して複数の分析法が設定されているものもあり<sup>1)</sup>、分析法の違いが結果にも影響することが容易に想像される。特に、分析法に適



した試料形態に関する記載のない物に関しては、どの分析法を用いても良い事から、栄養成分表示の作成時と異なる分析方法を採用した際には、結果に隔たりが出るものと考えられる。食品は形態が多種多様であり、一つの分析法で最善の結果を得ることは困難である。よって、試料の形態を考慮した分析法を提示することによって、精度の向上に寄与できると共に、より真値に近い結果を提供できるものと考えられることから、現在複数の分析法が提示されているものに関しても、何らかの制限を加える必要があるものと考えられる。

また、成分によっては分析誤差の許容範囲の設定のないものもあり (Table 3)、表示値の信頼性が担保されているとは言い難い。現状ではこれらの成分に対して迅速な対応が必要であると考えられる。

栄養強化の目的で使用されるビタミン類、ミネラル類、アミノ酸類については、表示が免除されている。仮に食品添加物として Folic acid が添加された旨が記載されていれば、分析法として MBA ではなく HPLC にて測定が可能であり、より精度の高い結果を提供することも可能である。特に、ビタミン類においては食品添加物として添加可能な成分が一つしかないものが多数存在していることから (Table 4)<sup>12)</sup>、許認可試験の迅速化の面でも、栄養表示制度の改善は、HPLC 法の利用と併せて大幅に分析制度の向上が見込めると考えられた。

#### D. 結論

今回、栄養表示基準における栄養成分の分析方法の測定精度向上のための研究として、超微量成分である VB<sub>12</sub>、活性体が多岐にわたる葉酸、操作法が煩雑な VD に着目して、それぞれの分析法における問題点を明らか

にすると共に、改善方法について検討を行った。

栄養表示基準は、消費者が自ら健康づくりに資する食品を選択する上での適切な情報を提供することを目的に策定されている。そのため、その表示値の基となる分析法は高い真度が求められるが、それと同時に食品表示に責任を負う製造業者が測定可能である必要性から、特殊な分析機器を必要としない汎用的な分析手法としての精度も求められる。そのため、真度と精度に問題のある MBA の改善が急務であろう。そして、一つの分析手法で多種多様な形態を有する全ての食品について精確な分析を行うことは困難である。そのため、MBA と相互に補完する測定法として、HPLC 法の適応範囲の拡張は大きな意味を持つと思われる。複数の分析法の提示は、表示値の担保に対して悪影響を及ぼすことも考えられるが、その適応を明確にすることで、回避可能であると思われる。

本検討から、栄養表示基準における栄養成分の分析方法には、分析法自体の不備に加え、精度を担保するための付則に関する規定が欠けている事から、これらに対する改良を行う事により、精度の高い分析及び栄養表示が提供可能になるものと考えられる。

また、栄養表示基準が適用となる栄養成分は多数存在することから、本検討に止まらず、継続的な修正や新規分析法の導入を行うことが栄養表示制度の運用上重要であると考えられる。

#### E. 健康危険情報

なし

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

## 2. 学会発表

なし

## G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

## H. 参考文献

- 1) 厚生省生活衛生局食品保健課新開発食品保健対策室長通知: 栄養表示基準 (平成 8 年 5 月厚生省告示第 146 号) における栄養成分等の分析方法について, 平成 11 年 4 月 26 日付衛新第 13 号.
- 2) Ye, L., Eitenmiller, R.R. and Landen W.O. (2008) Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences, Second Edition, CRC Press.
- 3) Thompson, M., *Analyst* **125**, 385-86 (2000).
- 4) 五訂増補日本食品標準成分表, 文部科学省 科学技術・学術審議会・資源調査分科会 報告書, 平成 17 年 1 月 24 日.
- 5) 松本輝樹, 「栄養表示基準における栄養成分の分析方法」の測定精度向上のための研究 平成 20 年度 総括・分担研究報告書, 5-9 (2009).
- 6) 竹林純, 「栄養表示基準における栄養成分の分析方法」の測定精度向上のための研究 平成 20 年度 総括・分担研究報告書, 10-16 (2009).
- 7) 松本輝樹, 「栄養表示基準における栄養成分の分析方法」の測定精度向上のための研究 平成 21 年度 総括・分担研究報告書, 15-20 (2010).
- 8) 遠藤香, 「栄養表示基準における栄養成分の分析方法」の測定精度向上のための研究 平成 20 年度 総括・分担研究報告書, 17-21 (2009).
- 9) 遠藤香, 「栄養表示基準における栄養成

分の分析方法」の測定精度向上のための研究 平成 21 年度 総括・分担研究報告書, 7-13 (2010).

10) 竹林純, 「栄養表示基準における栄養成分の分析方法」の測定精度向上のための研究 平成 21 年度 総括・分担研究報告書, 21-28 (2010).

11) 第十五改正日本薬局方解説書, 廣川書店, 東京, (2006).

12) 第 8 版食品添加物公定書解説書, 廣川書店, (2007).

**Table 1** 栄養表示基準における栄養成分の分析方法\*

測定法	項目数	栄養成分
微生物定量法	7種	パントテン酸, ビオチン, ナイアシン, イノシトール VB <sub>6</sub> , VB <sub>12</sub> , 葉酸
HPLC法	10種	VA, VD, VE, VK, VB <sub>1</sub> , VB <sub>2</sub> , VC, 食物繊維
原子吸光光度法	10種	Zn, K, Ca, Cr, Se, Fe, Cu, Na, Mg, Mn
その他	9種	たんぱく質, 脂質, 炭水化物, ヨウ素, 塩素, リンなど

\*: 平成22年5月現在

**Table 2** 表示義務成分

1. 熱量
2. たんぱく質の量
3. 脂質の量
4. 炭水化物の量
5. ナトリウムの量

**Table 3** 栄養成分の分析法における誤差の許容範囲

	例	誤差の許容範囲 (%)*
マクロニュートリエント	Protein, Dietary fiber, (Na)	±20 %
ミネラル	Zn, Ca, Fe, Cu	+50 %~ -20 %
脂溶性ビタミン	VA, VD, VE,	+50 %~ -20 %
水溶性ビタミン	VB <sub>1</sub> , VB <sub>2</sub> , Niacin など	+80 %~ -20 %
規定なし	VK, P, inositol など	

\*: 表示値に対する割合として

**Table 4** 食品添加物として使用が認められている水溶性ビタミン類

品目	分析法	成分
Niacin	MBA	ニコチン酸, ニコチン酸アミド
Pantothene	MBA	パントテン酸Na, Ca
Biotin	MBA	ビオチン
VB <sub>1</sub>	HPLC	チアミン塩酸塩, チアミン硝酸塩, チアミンセチル硫酸塩, チアミンチオシアン酸塩, チアミンラウリル硫酸塩, ビス ベンチアミン, ジベンゾイルチアミン, ジベンゾイルチア ミン塩酸塩, チアミンナフタレン-1,5-ジスルホン酸塩
VB <sub>2</sub>	HPLC	リボフラビン, リボフラビン 5'-リン酸エステルナトリウ ム, リボフラビン酪酸エステル
VB <sub>6</sub>	MBA	ピリドキシン塩酸塩
VB <sub>12</sub>	MBA	シアノコバラミン
VC	multiple	L-アスコルビン酸, L-アスコルビン酸 2-グルコシド, L-ア スコルビン酸Na, L-アスコルビン酸ステアリン酸エステル, L-アスコルビン酸パルミチン酸エステル, L-アスコルビン 酸Ca
Folate	MBA	葉酸

研究成果の刊行に関する一覧表

○書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし							

○雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
なし					

