

ナンタイプ I (添加試料)、カラギーナンタイプ II (添加試料) 及びキサンタンガム (添加試料) 中の残留溶媒について一晩室温放置したもの、直ちに分析したもの、酵素溶液を加え直ちに分析したもので比較を行った。なお、いずれの場合もバイアル加熱条件 60℃、40 分間加熱で分析を行った。それぞれの結果について、クロマトグラムを Fig. 2~4 及び Table 1 に示す。

いずれの前処理法においても、増粘安定剤からも添加した溶媒のピークが検出され、いずれの溶媒も良好な分離を示した。

それぞれの前処理法で HS-GC を行った際の検出された溶媒量を比較すると、一晩室温放置し HS-GC で得られた溶媒量が高く、直ちに分析した場合は一晩室温放置したものより低いか、ばらつきが大きくなった。また、酵素溶液を加えた場合、カラギーナンタイプ I でのメタノールでは一晩室温放置したものと同程度の検出量が得られた。カラギーナンタイプ II でのメタノールでは一晩室温放置したときよりも多い溶媒量が得られた。一方、2-プロパノールではいずれの試料でも一晩室温放置したときよりも少ない溶媒量しか得られなかった。また、これらの結果と蒸留-GC で得られた結果を比較すると、いずれの結果においても蒸留-GC の溶媒量に至らなかった。

2) 酵素を用いた HS-GC と増粘安定剤の構造について

今回カラギーナンタイプ I、カラギーナンタイプ II 及びキサンタンガムは他の増粘安定剤と比較して粘性が高かったことか

ら、粘性を低くする目的で酵素溶液を用いた。カラギーナンタイプ I はカラギーナンタイプ II と比較して、酵素溶液を加えなくても完全には固まらず、サンプル調製時も水に分散しやすかった。一方、カラギーナンタイプ II は加熱後冷やされるとゲル状に固まってしまうが、酵素溶液を加えたものは冷えても完全に固まることは無かった。このことから、ある程度の加水分解が起きていることが分かったが、それでも粘性は高い状態であった。また、キサンタンガムは酵素溶液を加えたものの方がばらつきは少なかったが、一晩放置したものよりは検出量が少なかった。

また、酵素を用いる場合でも、酵素が加水分解を起こすには増粘安定剤が水に溶けた状態であることが必要である。カラギーナンタイプ I 及びカラギーナンタイプ II、キサンタンガムについては増粘安定剤を秤量後、水を加えてすぐは分散または溶解しづらく、溶けずに固まった状態で内部まで水が到達しづらくなり、酵素の効果も発揮されなかった可能性がある。また、今回は市販品のカラギナーゼが入手できなかったため、類似した構造をもつアガロース加水分解酵素であるアガラーゼを用いたが、カラギーナンタイプ I 及びカラギーナンタイプ II はアガロースと似た構造をしているが、硫酸基がついている点で異なるため (Fig.5)、効率よく加水分解が起これなかったことが考えられる。一方、キサンタンガムは主鎖に β 1, 4-グルコース以外に大きな側鎖をもっており (Fig. 5)、主鎖に対す

る側鎖の割合も大きい。また、側鎖が主鎖のグルコース残基を覆い保護しているため、酵素が主鎖部分まで到達することが困難であったと考えられる。カラギーナンタイプ I 及びカラギーナンタイプ II やキサントガムについては酵素量を増やす等、条件の検討がさらに必要と考えられる。しかし、酵素と反応させるためにも増粘安定剤が水に十分に膨潤することが必要であり、また、カラギーナンタイプ I 及びカラギーナンタイプ II を最も効率よく加水分解するカラギーナーゼは市販されておらず、カラギーナンタイプ I、カラギーナンタイプ II 及びキサントガムについては酵素を用いた HS-GC が蒸留-GC の代わりとして適用することは難しいと思われた。

C-2 香料化合物の自主規格の作成に関わる調査研究

平成 20 年度までに規格作成を保留した 706 化合物は、①確認試験に用いる参照スペクトルデータが存在しない、②指針の要求する規格値が得られていない、③含量その他の規格がばらつくため一つの規格に集約できないなどの理由から規格設定ができなかったものである。これらの品目について本年度は、さらに詳細な解析を行うと共に新たな情報の収集、規格作成指針の見直しなどを行い 99 化合物に自主規格を設定し、58 化合物を準規格、275 化合物を暫定規格、残りの 274 化合物を保留とした。

C-3 天然香料基原物質の調査方法に関わ

る調査研究

使用実態調査回答をまとめた結果、リストにある既存の基原物質 612 品目のうち使用されていた基原物質の総数は 481 品目であり、リストにない品目は 6 品目であることがわかった。集計結果に基づき、品目毎の使用会社数、会社毎の使用基原物質数、いわゆるスモーク香料として使用されている基原物質の状況等につき解析を行った。

1) 基原物質毎の使用会社数

オレンジ・レモン・バニラ等がよく使われていた。

2) 会社毎の使用基原物質数

100 品目以上の基原物質を使用している会社が回答会社 108 社（33 社は不使用中 24 社あった。

3) いわゆるスモーク香料として使用されている基原物質の状況

通常使用される木材以外に、予想していなかったバニラ、アズキ、オレンジ、レモン等が基原物質として使用されていることがわかった。

4) リストにない基原物質

リストに収載されていないアセロラ、カブルーバ、カンディア、クズウコン、プルメリア、ムラサキバレンギクの 6 品目が使用されていることがわかった。

C-4 生産量統計を基にした食品添加物の摂取量の推定

指定添加物については、第 9 回調査の第 2 年度にあたり、平成 19 年度を調査対象に再・追加調査を実施した。発送した調査票

は初年度分と本年度の再・追加調査分を合わせて全国 548 箇所の会社・事業所となった。回収数は 408 (回収率 74.5%) で、回収率は過去の調査の平均回収率よりやや低い回収率となった。既存添加物については、本年度は第 4 回調査の初年度にあたり、平成 20 年度を調査対象として、全国 487 箇所の事業所に調査票を送付した。調査票の回収率は 73.1%、製造または輸入していると回答した企業は 226 社 (回収数に対する比率は 63.5%) であった。回収数は前回調査を若干上回っているものの、「製造・輸入あり」と回答した件数は過去 3 回調査の追加調査を含めた数に及ばないので、追加調査を行って精度を高める必要がある。全般に、企業再編あるいは OEM 生産などが進行しており、また、輸入食品が増大しているので、適切な調査先を把握する努力が必要である。

回収された調査票もとにデータをコンピュータ入力し集計を行い下記の集計票を作成した。

集計 1 用途別 名称と全出荷量、純食品向け出荷量、輸出量調べ

集計 2 食添番号順 製造会社数、全出荷量、純食品向け出荷量、輸出量調べ

集計 3 食品添加物名別 食添以外の用途調べ

D. 結論

増粘安定剤中の残留溶媒分析法については、カラギーナンタイプ I、カラギーナンタイプ II 及びキサンタンガムを試料とし

た場合、酵素を用いても HS-GC では蒸留-GC と同様な結果を得ることができなかった。これは、これらの増粘安定剤が以前検討したカロブビーンガム、ジェランガム及びグアーガムと比べ酵素による加水分解を受けにくく、粘度が低くならないことが原因であると考えられた。

香料化合物の自主規格作成では、本年度は昨年度までに規格作成を保留してきた 706 化合物について検討した。個々の品目に関して収集データを精査検討した結果、最終的に本年度は 99 化合物について自主規格を設定し、準規格として 58 化合物、暫定規格として 275 化合物の規格を設定し、274 化合物を保留品とした。昨年度までに 1394 化合物の自主規格を設定し、本年度の研究により新たに 99 化合物に自主規格を設定した。我が国では公定規格がある 98 品目 (平成 22 年 3 月 1 日現在) を含めると、実に 1591 化合物に規格が設定されたことになり、世界の中でも群を抜く流通品の実態を反映した規格集となっている。流通実態を反映した我が国の自主規格は、食品香料化合物の透明性を高め消費者に安心感を与えるうえで極めて意義があり、同時に規格値を国際的に整合化させるための資料として国際的にも多大な貢献をするものとする。

天然香料基原物質の使用実態調査では、日本香料工業会所属会員企業に対して行った天然香料基原物質の使用実態調査結果を整理し詳細に解析した。その結果、我が国で使用されている天然香料基原物質は 487

品目に及び、非常にバラエティに富んだ天然香料により食品香料が製造されている実態が明らかになった。

生産量統計調査を基にした食品添加物摂取量推定では、指定添加物については再・追加調査を実施して、ほぼ調査活動を完了し、既存添加物については基礎的な情報を得た。

E. 研究発表

論文発表

- 1 高野 靖. 生産量統計を基にした食品添加物摂取量推定に関わる研究. JAFAN,

29(1), 28-60 (2009)

- 2 Tatebe, C., Kawasaki, H., Kubota, H., Sato, K., Tanamoto, K., Kawamura, Y. Analysis of residual solvent in thickeners by headspace gas chromatography using a standard addition method. Japanese Journal of Food Chemistry and Safety 16(2), 78-83 (2009)

F. 知的財産権の出願・登録状況

なし

Table 1 Comparison of the quantitative values obtained by HS-GC and distillation-GC methods.

A: HS-GC after leaving at room temperature over night

B: HS-GC immediately after sealing

C: HS-GC immediately after adding enzyme solution and sealing

D: distillation-GC

		Content (%)	
		Methanol	2-Propanol
Carrageenan Type I	A	0.19 ± 0.02	0.40 ± 0.03
	B	0.18 ± 0.03	0.32 ± 0.08
	C	0.19 ± 0.03	0.36 ± 0.03
	D	0.29 ± 0.02	0.47 ± 0.03
Carrageenan Type II	A	0.41 ± 0.02	0.38 ± 0.01
	B	0.43 ± 0.12	0.34 ± 0.03
	C	0.44 ± 0.02	0.32 ± 0.02
	D	0.69 ± 0.01	0.44 ± 0.03
Xanthan gum	A	0.89 ± 0.06	1.27 ± 0.10
	B	0.85 ± 0.11	1.09 ± 0.10
	C	0.78 ± 0.02	1.10 ± 0.12
	D	1.18 ± 0.03	1.80 ± 0.10

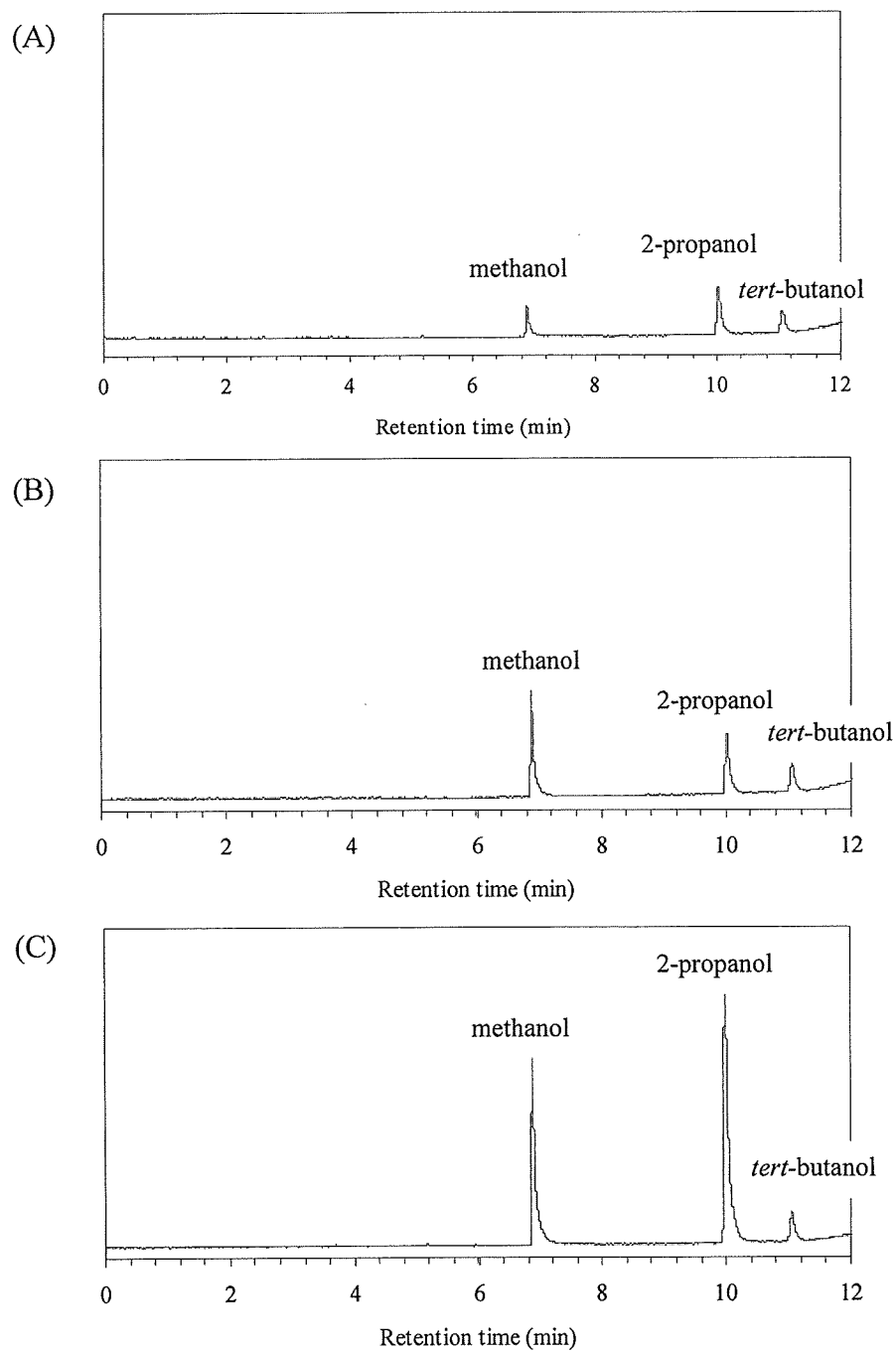


Fig.1 GC/FID chromatography of distillate from carrageenan type I (A), carrageenan type II (B), and xanthan gum (C)

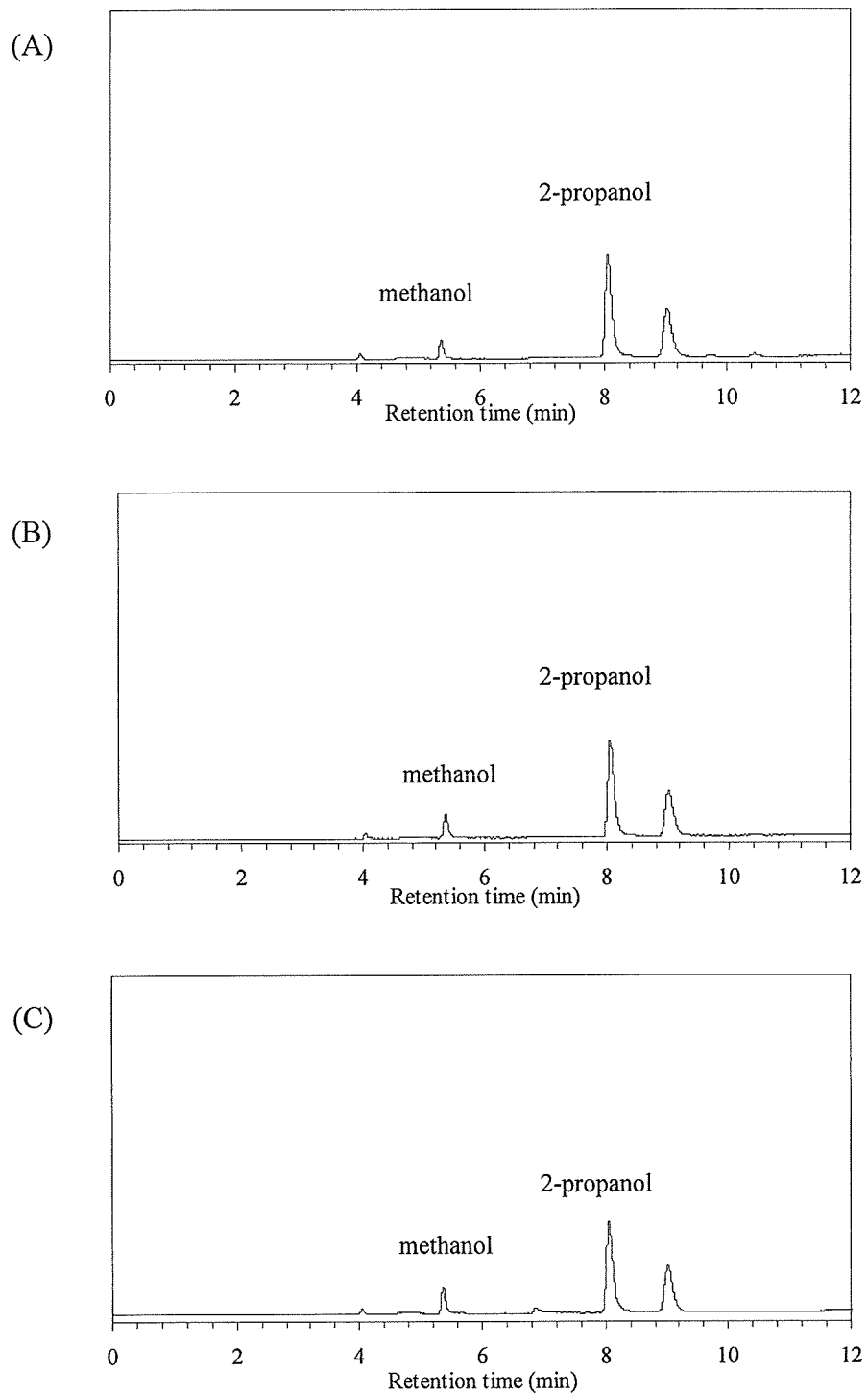


Fig.2 HS-GC/FID chromatography of carrageenan type I

(A) after leaving at room temperature over night

(B) immediately after sealing

(C) immediately after adding enzyme solution and sealing.

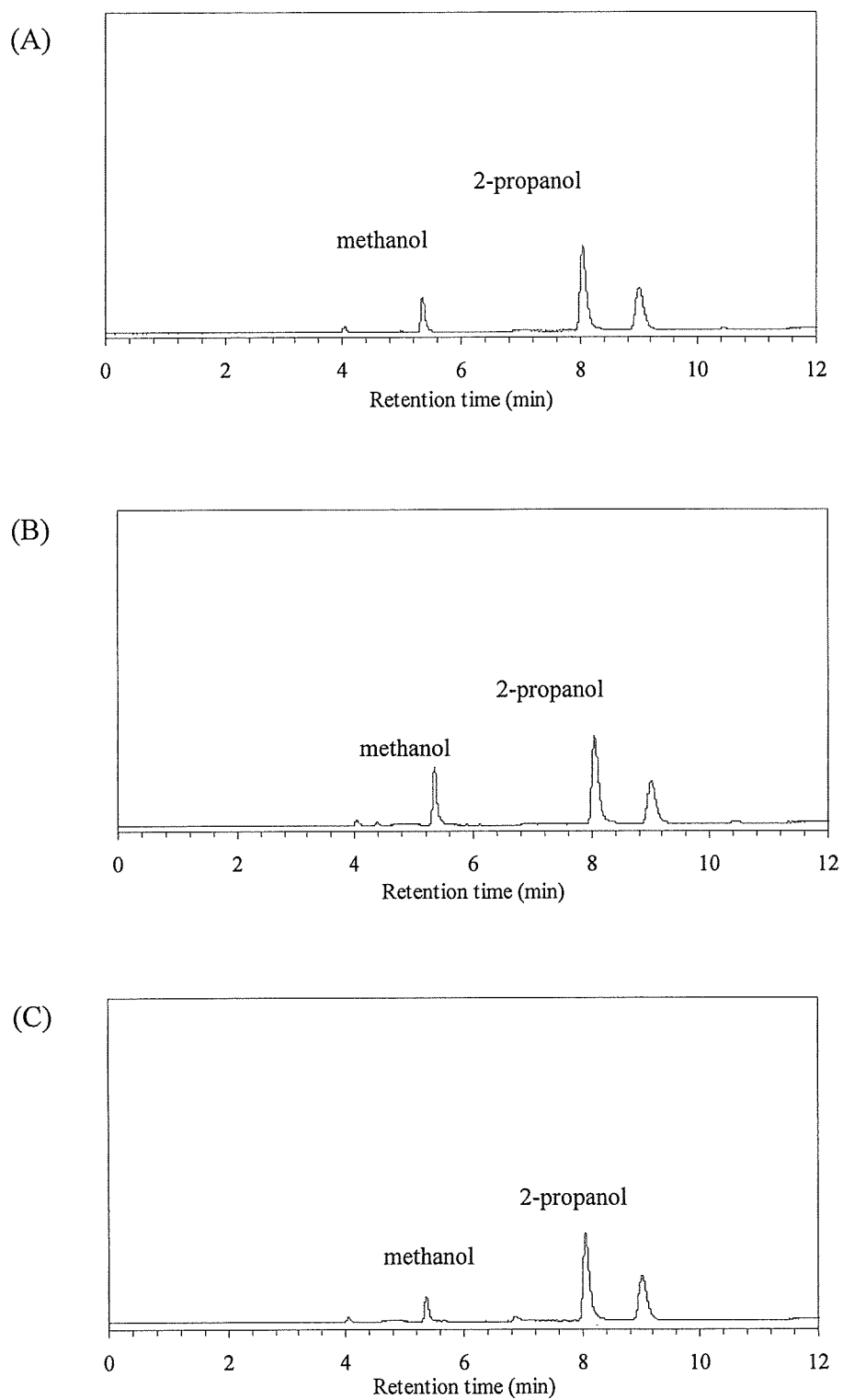


Fig.3 HS- GC/FID chromatography of carrageenan type II

(A) after leaving at room temperature over night

(B) immediately after sealing

(C) immediately after adding enzyme solution and sealing

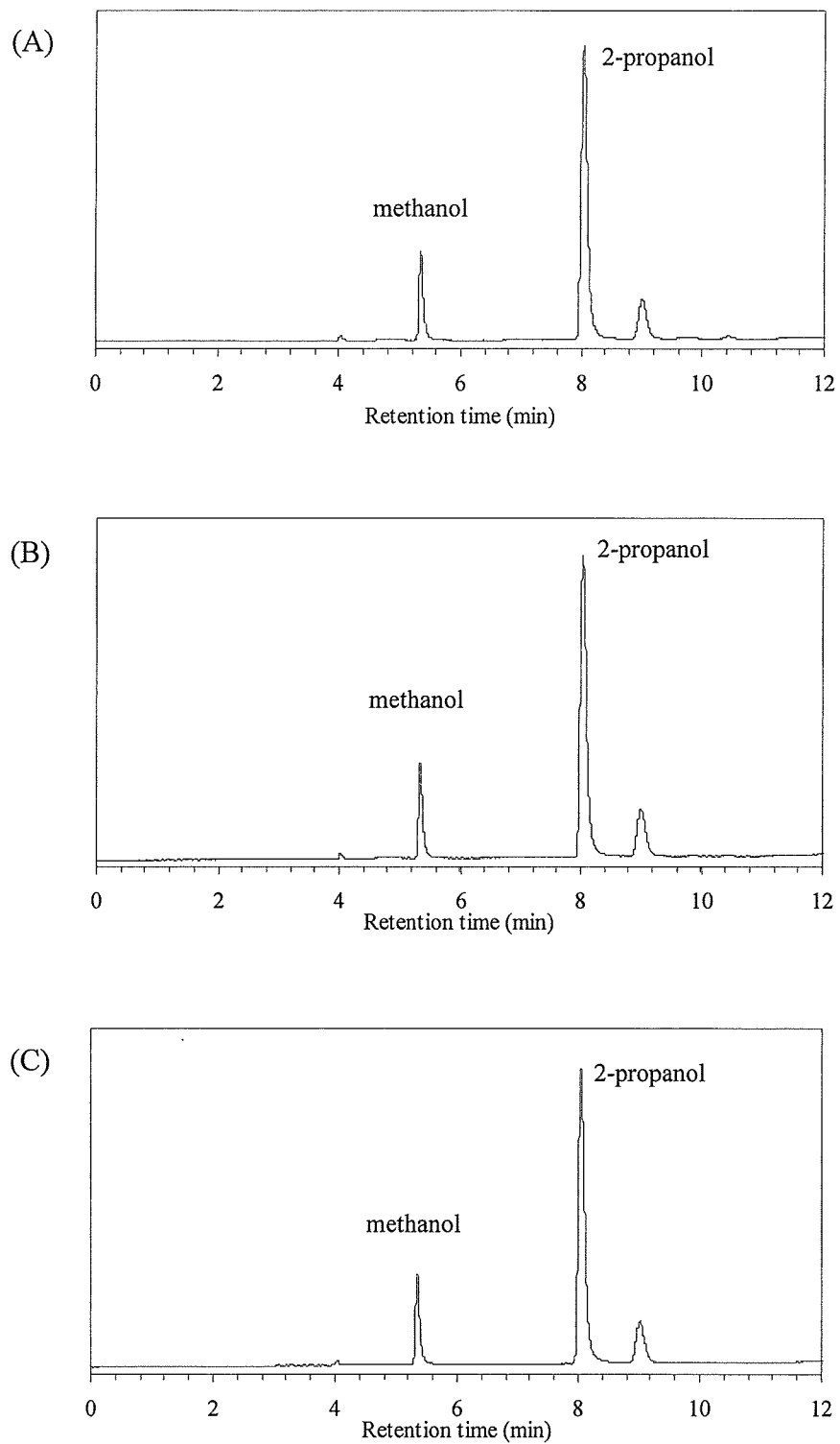


Fig.4 HS-GC/FID chromatography of xanthan gum

(A) after leaving at room temperature over night

(B) immediately after sealing

(C) immediately after adding enzyme solution and sealing

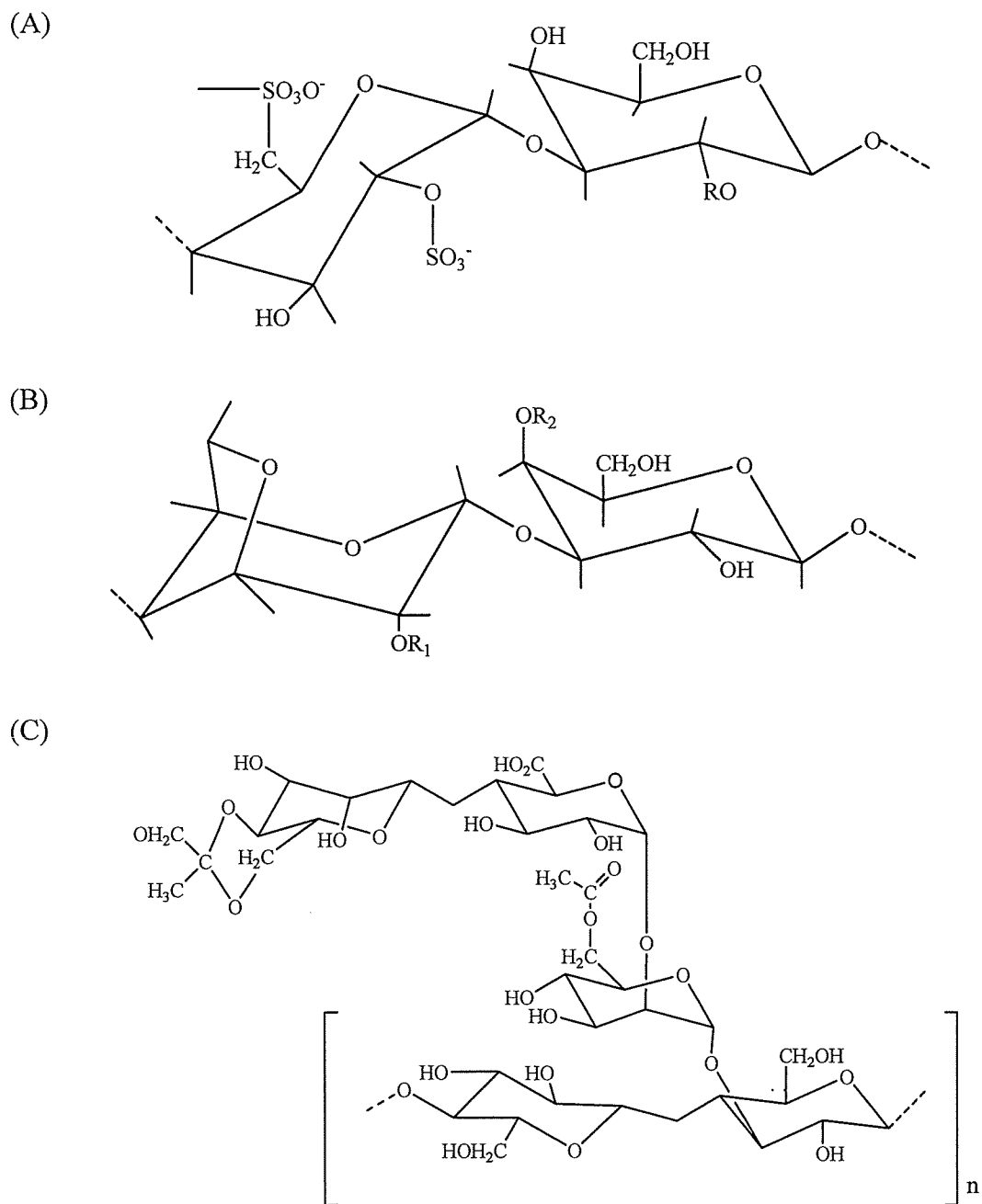


Fig.5 Structure of Carrageenan and Xanthan gum

(A) λ -carrageenan ($R=H$ or SO_3^-),

(B) ι -carrageenan ($R_1=R_2=SO_3^-$), κ -carrageenan ($R_1=H$; $R_2=SO_3^-$)

(C) xanthan gum

食品添加物の規格向上のための赤外スペクトルに関する調査研究

研究分担者 北村陽二 国立大学法人金沢大学学際科学実験センター准教授

研究要旨 簡便で確実な確認試験法である赤外スペクトル（IR）法は、諸外国でも食品添加物等の確認試験に汎用されている。そこで、食の安全に資するために、食品添加物等に指定される可能性のあるメチル 5-メチルテトラヒドロ葉酸カルシウムについて、IR 測定法の確立と標準 IR の作成を試みた。その結果、確認試験に有効な IR 測定法を確立し、規格向上に有益な標準的 IR を得ることができた。さらに、ピロリジンの IR に与える水の影響を詳細に検討した。その結果、水分含量によって IR が大きく変化することを明らかにするとともに、水分の影響を受けない IR 測定法を確立し、標準 IR を得た。これらは、基準 IR として活用できると考えられる。

A. 研究目的

赤外スペクトル（以下 IR と略する）法は、その簡便性と確実性から、有機・無機化合物を問わず、物質の確認試験として、世界的にも各種化合物の確認に広く活用されている。さらに、近年、IR 測定用機器の普及が進み、波数再現性のよいフーリエ変換型（FT）分光器なども安価に市販され、4000-600あるいは4000-400 cm^{-1} の領域の IR を簡単に得られるようになってきている。一方、IR 法は、ほとんど試薬を必要としないため、有機溶媒などを多用する化学的な確認試験法に比べ、有機溶媒などの廃棄量も少なく、自然環境に影響を与えない優れた確認試験法であると考えられる。このような状況を考えれば、IR 法が各種品目の確認試験に多

用され、食の安全に寄与していることは言うまでもない。そこで、本研究では、食品添加物等の国内規格の向上などを目的にして、まず国内外の標準 IR を調査・検討し、次いで、国内規格を得るための測定法の改良・改善を行うことにした。とくに、我が国においては、IR の測定法としては、多くの固体試料測定法が知られているにもかかわらず、臭化カリウム錠剤法（KBr 法）が適用されることが多い。一方、15th Ed. Food Chemical Codex（以下 FCC と略する）や Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives（以下 JECFA と略する）においては、多くの場合、流動パラフィンを用いるペースト法（ヌジョール法、Nujol 法）が用いられている。これは、以前より指摘され

ているように、KBr 法では、試料と KBr との相互作用、KBr に含まれる水分や加圧などの影響によって、有機化合物でも、しばしば異常スペクトルが観測されることによるためである。なお、通常固体状態の IR は、その固体について結晶形などを含め固有の情報として扱われているため、ここでは、「本来の試料のスペクトルとは異なるスペクトル」を「異常スペクトル」という表現で使用している。

上記のことを踏まえて、本研究では、5-メチルテトラヒドロ葉酸カルシウムおよびピロリジンが食品添加物（香料を含む）として指定された場合を想定し、IR 測定法の確立と標準 IR の作成を検討することにした。

B. 研究方法

5-メチルテトラヒドロ葉酸カルシウムは国立医薬品食品衛生研究所から提供を受けた Merck 社製の製品を用いた。また、ピロリジンは Wako 社製の市販品を用いた。これらの試料について、試料の性質に応じて、ペースト法、フィルム法（液膜法、薄膜法を含む）、臭化カリウム錠剤法（KBr 法）によって IR を検討した。

本研究で測定に用いた装置は、JASCO FT/IR-4100（日本分光社製）である。測定は、分解能 4 cm^{-1} （32 回繰り返し）、測定領域 $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$ で行なった。ペースト法とフィルム法の測定には、原則として、大きさ $30\sim 35\text{ mm}\times 30\sim 35\text{ mm}$ 、厚さ 5 mm の

KBr 板を窓板として使用した。なお、対照にはこの KBr 板 1 枚を使用した。また、流動パラフィンは、メルク社製の赤外用 Nujol[®]を使用した。KBr 錠剤法については、原則として現行第 8 版食品添加物公定書の記載に従って、KBr 錠剤（直径 10 mm ）を作成し、測定時の対照には KBr のみの錠剤を使用した。なお、錠剤法では、日本分光社製の赤外用 KBr ブロックを用いた。

（倫理面への配慮）

本研究は、倫理面にかかわる事項はない。

C. 研究結果

1. 5-メチルテトラヒドロ葉酸カルシウムに関する検討

JECFA では 5-メチルテトラヒドロ葉酸カルシウムは KBr 法によって測定されている。そこで、本研究では、この妥当性を検討するため、KBr 法とペースト法の両方で測定し、それらを JECFA の IR と比較検討することにした。

図 1 に示すように、JECFA の IR においては、①の実線で囲んだ領域（ 1300 cm^{-1} 付近）のピークが 2 つに分かれているが、試料を乾燥せずに、KBr 法（図 2）およびペースト法（図 3）で測定した場合、①の実線で囲まれる領域のピークが 2 つに分かれず一つのピークとなり、JECFA の IR とは異なっていた。

高温多湿な日本で IR を測定した場合、吸湿により、乾燥した海外で測定した IR とは異なる IR を与えることが多い。そこで、試

料を五酸化二リン存在下、120°C減圧で一晩乾燥させ、KBr法(図4)およびペースト法(図5)で測定したところ、いずれのIRにおいても、①の実線で囲まれる領域のピークは2つに分かれていた。これらの結果から、測定前に試料の乾燥が必要であると判断した。

次いで、乾燥した試料に関して測定法の比較・検討を行った。KBr法(図4)およびペースト法(図5)で測定して得られたIRと図1のJECFAのIRとを比較検討したところ、②の一点波線で囲んだ領域の2つのピーク(3290, 3400 cm⁻¹付近)の相対強度がJECFAのIR(図1)と一致するのは、ペースト法で測定したIR(図5)であった。

さらに、JECFAのIRには③の波線で囲んだ3,600 cm⁻¹付近のピークが認められ、それは図5のペースト法によるIRではショルダーとして観測されるが、図4のKBr法によるIRでは観測されなかった。なお、図1のJECFAのIRでは③が明確なピークとして観測されるのは、このIRは1600 cm⁻¹付近にある試料の最大ピーク強度(%T)が0.0%に達するほど、試料の濃度が非常に濃い状態で測定しているためと考えられる。

以上のことから、5-メチルテトラヒドロ葉酸カルシウムについては、試料を乾燥させ、ペースト法で測定することが必須と判断した。この条件の下で測定した図5のIRは、規格基準の参考となり得る標準IRとして有効である。

2. ピロリジンに関する検討

ピロリジンは非常に吸湿性の高い化合物である。日本のような高温多湿の環境下で、このような化合物のIRスペクトルを測定した場合、水による妨害を受けることが頻繁に起こる。そこで本研究では、標準となる得るIRスペクトルを選定するため、水の妨害を受けない測定法を確立することにした。

2-1 ピロリジンのIRに及ぼす水分の影響に関する検討

ピロリジンはいずれも常温で液体であるため、通常どおりの液膜法による測定を行った。その結果、図6に示すように、得られたIRは、水によると思われるピークが1550, 1650 cm⁻¹付近に観測され、JECFA, NIST および The Sigma Library of FT-IR Spectraなどの国外で測定されたIRとは異なっていた。また、日本国内で測定されたSDBSのIR(図7)とも一致しなかった。そこで、1550, 1650 cm⁻¹付近に観測されたピークが水に由来することを確かめるために、1 mLのピロリジンに対し、2~80 μLの水を添加してIRの測定を行った。その結果、図8~12に示されるように、水の添加によって、1550, 1650 cm⁻¹付近のピークが大きく変化した。この結果は、1550, 1650 cm⁻¹付近のピークが水に由来することを示している。さらに、水の添加量によるピーク高さの変化を定量的に検討するため、縦軸を吸光度(Abs)に変換した図を作成した(図13)。次いで、1080 cm⁻¹付近のピークを、ピロリジン由来の基準ピークとして、ペー

スライン法でピーク高さを求め、基準ピークに対する 1550, 1650 cm^{-1} 付近のピーク高さの比をそれぞれプロットした (14, 15). 図 14 に示すように、1650 cm^{-1} 付近のピーク高さ比は、ほぼ、水の添加量に依存して増加した。一方、1550 cm^{-1} 付近のピーク高さ比は、図 15 に示すように、水 20 μL 添加までは添加量に依存して増加したが、それ以上の添加量になると、減少していった。

これは、水の量が増加すると、ピークの出現位置が 1550 cm^{-1} 付近から 1650 cm^{-1} 付近にシフトすることを示している。この点を確かめるために、極端な例として、水 100, 200 μL を添加して IR を測定すると、図 16, 17 に示されるように、1550 cm^{-1} 付近のピークはほぼ消失し、1650 cm^{-1} 付近のピークが非常に大きくなった。なお、図 16 の IR は、SDBS のスペクトル (図 6) とほぼ一致していたことから、SDBS の IR は、かなり吸湿した試料を測定した IR と推察される。

さらに、水分が多い場合、窓板から KBr が溶出し、IR に影響与える可能性が考えられる。そこで、1 mL のピロリジンに対し、200 μL の水を添加した試料を窓板に挟んで数分放置し、さらに、KBr の溶出を促すために、窓板を開閉したのちに測定すると、図 18 に示すように、1550 cm^{-1} 付近のピークが再度出現した。この結果は、窓板から溶出した KBr が水分子と相互作用し、水の水分子振動に影響を与えたことを示唆しており、非常に興味深い。

2-2 水分の妨害を受けないピロリジンの

IR 測定法の確立

前述の通り、ピロリジンは吸湿性が高く、水分の影響を強く受ける。そこで、水分の妨害を受けないピロリジンの IR 測定法を確立するため、水分混入の経路を調べることとした。まず、試料をモレキュラーシーブ 3A で乾燥させ、通常の測定を行ったが、水によるピークは完全には消失しなかった。このことは、ピロリジンは、速やかに吸湿することを示唆している。そこで、吸湿を避けるため、試料調製を非常に短時間で行ったところ、図 19 に示すように、水のピークのない IR を得ることができた。なお、この IR は、外国の乾燥した環境で測定された The Sigma Library of FT-IR Spectra の IR (図 20) と一致する。従って、これらの事実から、図 19 の IR は吸湿していないピロリジンの IR と結論でき、標準 IR とすべきであると考えられる。また、この結果は、試料調製時にも水分が混入することを示唆しており、試料調製を短時間で行う必要があることを示している。

特に、今後、IR を用いる確認試験が汎用される可能性があることから、測定に時間がかかると、異なる IR が得られることには注意をしておく必要があると考えられる。すなわち、標準 IR を設定するにあたっては、既存の IR が存在する場合でも、自ら検討し、測定条件や注意事項を明らかにし、再現性の良い測定法を確立すべきであるといえる。

D. 考察

IR 法は、その簡便性、確実性から、確認試験として世界的に用いられている。本研究では、食の安全に資する食品添加物の国内規格の向上などを目的にして、国内外の標準 IR を調査・検討した。その結果、測定法を改良・改善すれば、国内規格となり得る IR を得られることを明らかにした。

まず、報告者は、5-メチルテトラヒドロ葉酸カルシウムについて検討し、その測定において、国際基準と一致する IR を得るためには、測定前に試料を乾燥させる必要があることを明らかにした。この結果は、日本のような高温多湿の国においては、試料の保存過程、あるいは KBr 法を用いた場合には、測定試料の調製中においても、吸湿により IR が変化する可能性があることに十分注意を払う必要があることを示している。従って、5-メチルテトラヒドロ葉酸カルシウムの測定においては「試料を五酸化二リン存在下、120℃減圧で一晩乾燥させペースト法で測定する」といった、測定における注意事項を表記することも考慮すべきである。

次に、報告者は、ピロリジンの IR に与える水の影響を詳細に検討した。一般に、IR の測定においては、水分の影響などによって、有機化合物でも、しばしば本来の IR と異なる IR を与えることがある。報告者は、吸湿性の高い化合物としてピロリジンを取り上げて検討を加えた結果、水分含量に依存してピロリジンの IR が変化することを明らかにした。また、水分含量が多い場合

には、窓板から溶出した KBr が水分子と相互作用することで、IR がさらに変化することを見出した。さらに、報告者は、水分の妨害を受けない IR 測定法の確立にも成功した。すなわち、ピロリジンをモレキュラーシーブ 3A で乾燥させ、試料調整を非常に短時間で行うことで、水分の妨害を受けず、再現性の良い IR を得られることを明らかにした。従って、ピロリジンの測定においては、「試料の保存および測定試料調製中に吸湿する可能性があるため、試料を乾燥させ、試料調製を短時間で行うことが必要」といった、測定における注意事項を表記することも検討すべきである。

とくに、今後、IR を用いる確認試験が汎用される可能性があることから、日本の気候・風土を考慮に入れた独自の規格を設定すべきである。すなわち、標準 IR を設定するにあたっては、国際的あるいは他国の基準の IR が存在する場合でも、自ら検討し、測定条件や注意事項を明らかにし、再現性の良い測定法を確立すべきであるといえる。

E. 結論

標準となり得る IR を得るために、5-メチルテトラヒドロ葉酸カルシウムやピロリジンの測定法や測定条件を検討した。本研究で得られた IR は、標準的な参照 IR として利用できると考えられる。また、国内規格を設定するにあたっては、国内外の標準 IR を参照することも必要であるが、独自に検討を加えて、再現性のある IR 測定法を確立

するとともに、測定の方法や注意点を併記することで、より確実に優れた参照 IR を規格として設定し、食の安全性に寄与すべきであると結論した。

F. 研究発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

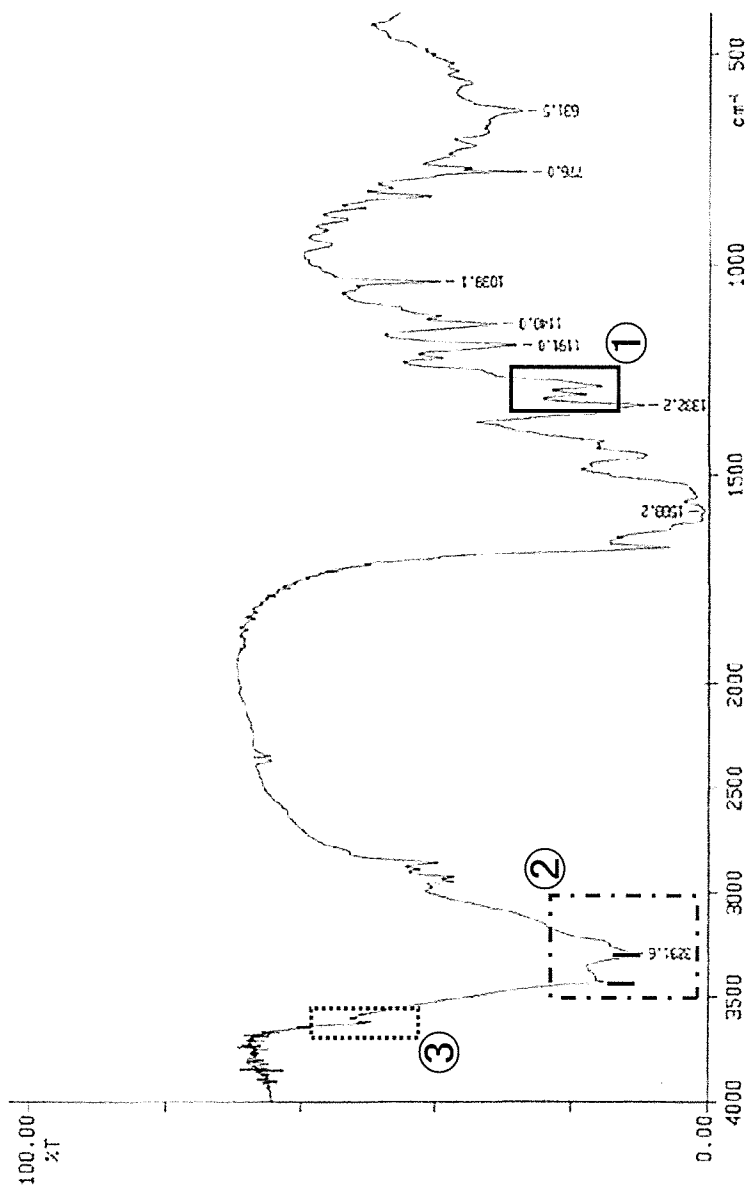


図 5-メチルテトラヒドロチオカルシウム (KBr法)

Compendium of food additive specifications Addendum 13 Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) 65th Meeting. Geneva, Switzerland, 7 - 16 June 2005
<http://www.fao.org/docrep/008/a0044e/a0044e00.HTM> PDF 1より引用

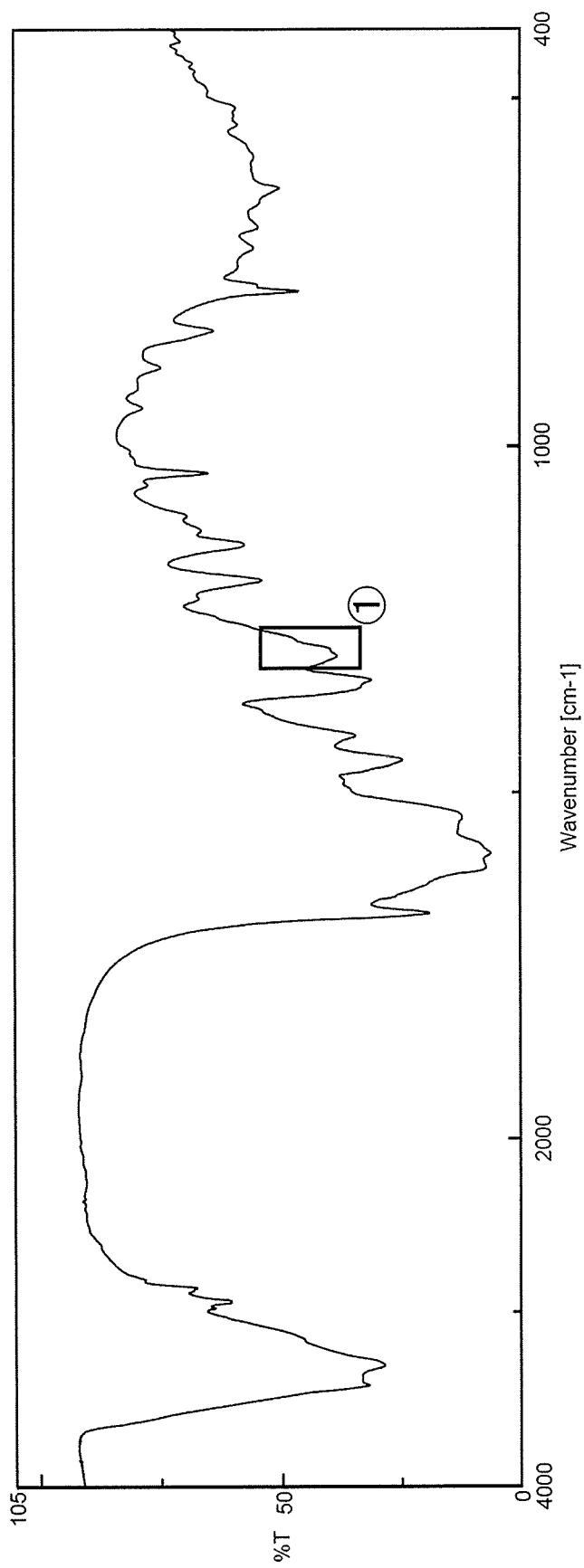


図 5-メチルテトラヒドロ葉酸カルシウム (KBr法)
試料乾燥なし

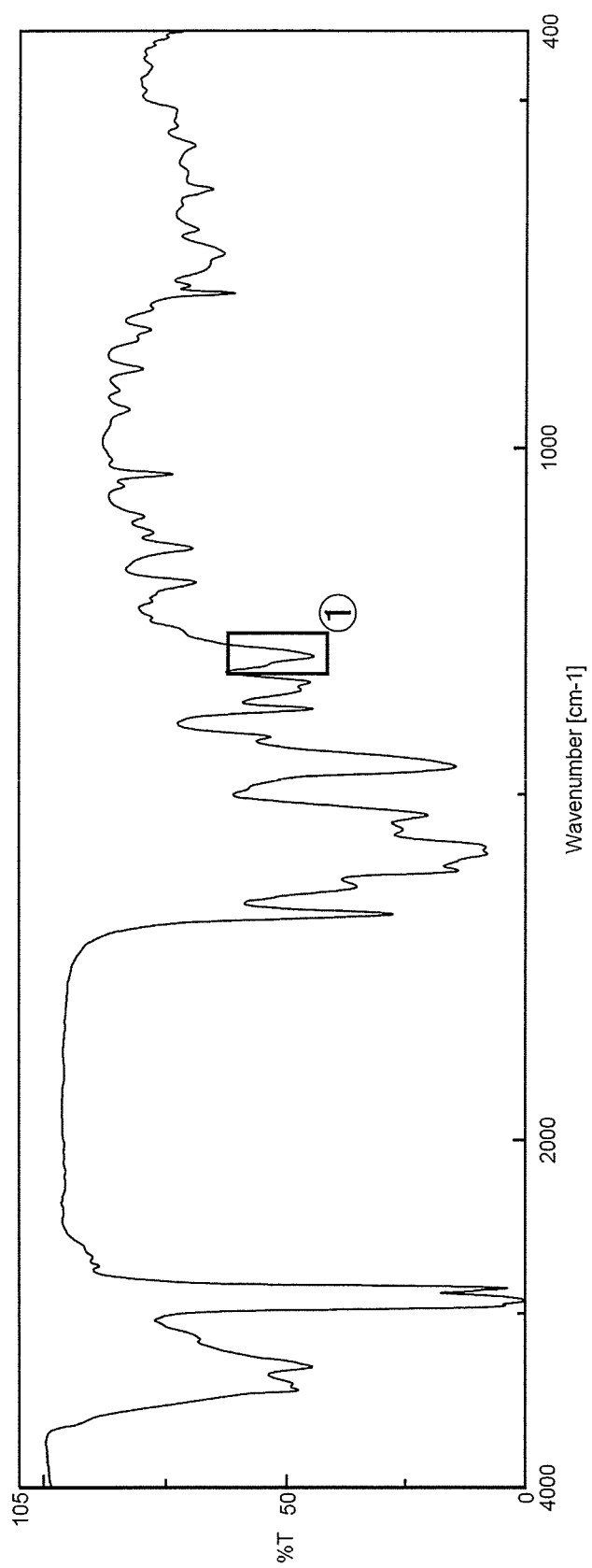


図 5-メチルテトラヒドロ葉酸カルシウム (ペースト法)
試料乾燥なし

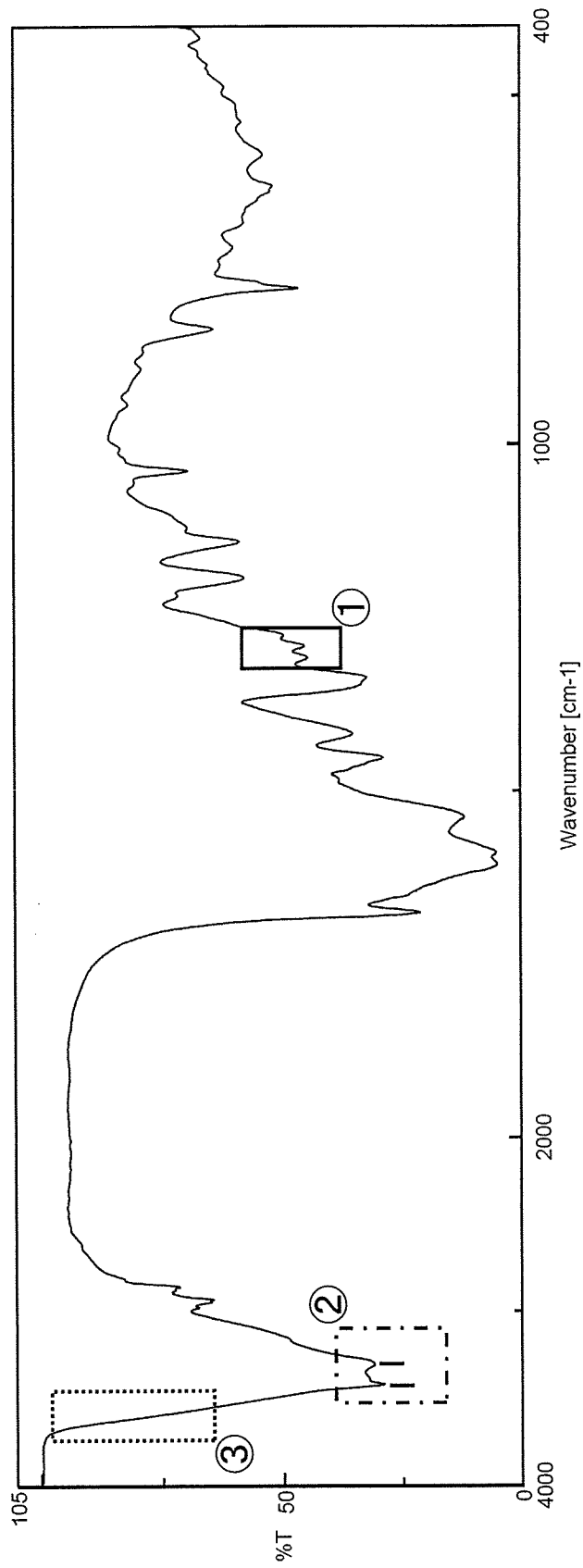


図 . 5-メチルテトラヒドロビタミンD₃カルシウム (KBr法)
試料乾燥