

製造用剤等

硝酸カリウム及び硝酸ナトリウム

Potassium Nitrate and Sodium Nitrate

硝酸カリウム	硝酸ナトリウム
$\text{KNO}_3 : 101.10$	$\text{NaNO}_3 : 84.99$

1. 分析法の概要¹⁾

食品中の硝酸カリウム及び硝酸ナトリウムは液体クロマトグラフィーにより硝酸根として定量する^{文献1)}。必要があれば分子量比を乗じて硝酸カリウム及び硝酸ナトリウムの量として求める。食品中、とくに植物体中には天然の硝酸塩が広く分布している。したがって、定量値は食品由来の硝酸塩と添加された硝酸塩との合計値である（2023年改正）。

2. 分析法（液体クロマトグラフィー）

(1) 検体の採取と試料の調製

一般試験採取法を準用する。

(2) 試験溶液の調製²⁾

① チーズ、乳等

チーズ等試料はミキサー等で均質化した後に乳鉢ですりつぶしたもの約5gを精密に量り、乳等試料は5mLを正確に量り、ビーカーにとる。0.5mol/L水酸化ナトリウム溶液10mL及び水(80~90℃)50mLを加えて、シリコーンスパーテル等で固形物を押しつぶしながら混和又は溶解させる。さらに、酢酸亜鉛溶液(9→100)10mLを加えて混和した後、80~90℃の水浴上で20分間加熱する³⁾。次に、冷水中で30分間以上冷却した後⁴⁾、50mLの水で洗浄したろ紙を用いて吸引ろ過し、超音波処理によりろ液の細かい気泡を除き、室温に戻した後、水を加えて正確に100mLとしたものを抽出液とする⁵⁾。抽出液を12000×g、5℃で10分間遠心し、上清を試験溶液とする⁶⁾。

液体クロマトグラフィーでの測定時に妨害ピークが認められる際は、遠心後の上清を蓋付き試験管に正確に5mLとり、リン酸50μLを加えて混和したものを固相抽出カラム⁷⁾に全量負荷する。次に、水2mLで2回試験管を洗いこみ、固相抽出カラムに負荷する。さらに水5mLを固相抽出カラムに通して洗浄後、0.04mol/L水酸化ナトリウム溶液で溶出し、5mLに定容したものを試験溶液とする。

② 清酒等

試料5mLを正確に量り、水で100mLに定容したものを抽出液とし、これを12000×g、5℃で10分間遠心し、上清を試験溶液とする⁶⁾。

なお、液体クロマトグラフィーでの測定時に妨害ピークが認められる際は、遠心後の上清を蓋付き試験管に正確に5 mL とり、リン酸 50 μ L を加えて混和したものを固相抽出カラム⁷⁾に全量負荷する。次に、水2 mL で2回試験管を洗いこみ、固相抽出カラムに負荷する。さらに水5 mL を固相抽出カラムに通して洗浄後、0.04mol/L水酸化ナトリウム溶液で溶出し、5 mL に定容したものを試験溶液とする。

(3) 空試験溶液の調製⁸⁾

試料の代わりに水5 mL を用い、(2) 試験溶液の調製と同様に操作し、空試験溶液とする。

(4) 検量線用標準溶液の調製

硝酸カリウム 1.631 g を量り、水を加えて溶かして正確に 1000mL としたものを標準原液とし(濃度 硝酸根として 1000 μ g/mL)⁹⁾、褐色瓶に保存する。用時、標準原液 1 mL を正確に量り、50mL のメスフラスコに入れ、水を加えて正確に 50mL とし、標準溶液とする(濃度 硝酸根として 20 μ g/mL)。この液 0.5、5、10 及び 20mL をそれぞれ正確に量り、水を加えてそれぞれ正確に 20mL とし、検量線用標準溶液とする(濃度 硝酸根として 0.5~20 μ g/mL)¹⁰⁾。

(5) 測定法

① 測定条件¹¹⁾

紫外吸光光度検出器付液体クロマトグラフを用い、次の条件によって測定する。

カラム充填剤¹²⁾：強塩基性陰イオン交換樹脂

カラム管：内径4~4.6mm、長さ250mm

カラム温度：40°C

移動相：0.05mol/L塩化ナトリウム溶液

流速：0.6mL/分

測定波長：210nm

注入量：20 μ L

② 検量線

検量線用標準溶液 20 μ L を液体クロマトグラフに注入し、得られたピーク面積から検量線を作成する。

③ 定量^{13~15)}

試験溶液及び空試験溶液をそれぞれ液体クロマトグラフに注入し、両者のピーク面積の差を求め、その値と検量線から試験溶液中の硝酸根濃度 (μ g/mL) を求め、次式によって試料中の硝酸根含量 (g/kg 又は g/L) を計算する。

$$\text{硝酸根含量 (g/kg 又は g/L)} = C \times \frac{100}{S} \times \frac{1}{1000} = \frac{C}{S \times 10}$$

硝酸カリウム含量 (g/kg 又は g/L) = 硝酸根含量 (g/kg 又は g/L) × 1.631

硝酸ナトリウム含量 (g/kg 又は g/L) = 硝酸根含量 (g/kg 又は g/L) × 1.371

C : 試験溶液中の硝酸根濃度 (µg/mL)

S : 試料の採取量 (g 又は mL)

④ 定量限界 0.01 g/kg 又は g/L

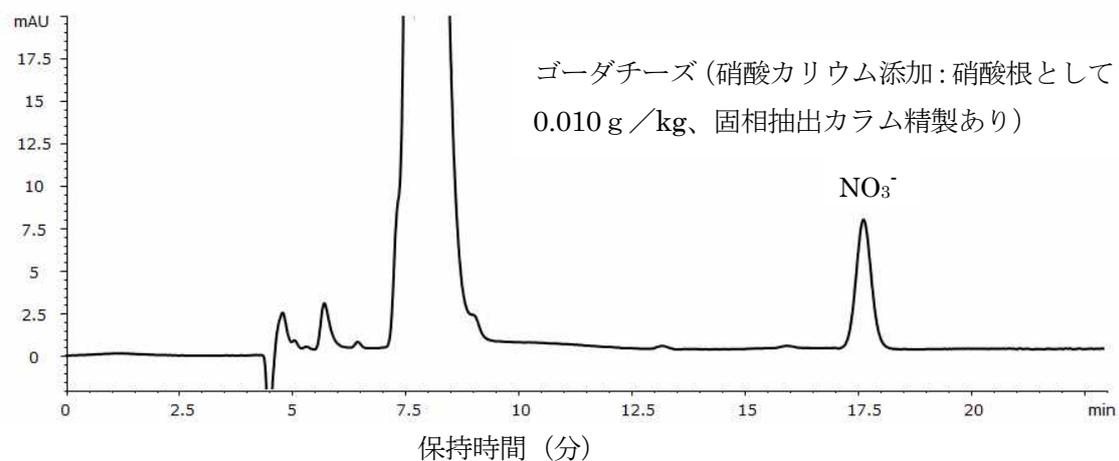
試薬・試液等

1. 塩化ナトリウム : [特級]
2. 0.05mol/L 塩化ナトリウム溶液 : 塩化ナトリウム 1.46 g を量り、水を加えて溶かし、500mL とする。
3. 固相抽出カラム : カーボンモレキュラーシーブタイプのもの (約 400mg) を用いる⁷⁾。
4. 酢酸亜鉛二水和物 : [特級]
5. 酢酸亜鉛溶液 (9→100) : 酢酸亜鉛二水和物 9.0 g を量り、水を加えて溶かし、100mL とする。
6. 硝酸カリウム : [特級]
7. シリコーン樹脂 : [食品添加物用]¹⁶⁾
8. 水酸化ナトリウム : [特級]
9. 0.5mol/L 水酸化ナトリウム溶液 : 水酸化ナトリウム 2.0 g を量り、水を加えて溶かし、100mL とする。ポリエチレン瓶に保存する。
10. 0.04mol/L 水酸化ナトリウム溶液 : 水酸化ナトリウム 1.6 g を量り、水を加えて溶かし、1000mL とする。
11. リン酸 : [特級]

[注]

- 1) 硝酸カリウム及び硝酸ナトリウムは、発酵の際の窒素源を供給する発酵調整剤として使用され、使用基準において、チーズにあっては原料に供する乳 1 L につき 0.20 g 以下、清酒にあっては酒母 1 L につき 0.10 g 以下でなければならないと規定されている。また、食肉加工品の発色剤としても使用され、食肉製品及び鯨肉ベーコンにあってはその 1 kg につき亜硝酸根として 0.070 g 以上残存しないように使用しなければならないと規定されてい

- る。これらの亜硝酸根としての残存基準の適否判定を目的とする分析の場合は、亜硝酸ナトリウムの分析法により行う。
- 2) 使用する器具類は、硝酸イオンの汚染を取り除くため、用時よく水洗したものを用いる。特に、ろ紙、バイアルには硝酸イオンの汚染が認められる製品があるため、使用の際には留意する必要がある。
 - 3) 水酸化ナトリウムと酢酸亜鉛により生成する水酸化亜鉛のコロイド性沈殿物の形成により除タンパクを行う。
 - 4) ろ液への脂肪分の流入を抑えるため、脂肪分を固化させ十分に冷却する。
 - 5) 短形メスフラスコなど精度が確認されたガラス製容器を用いる。吸引ろ過の際に気泡が生じるため、水で10倍希釈したシリコーン樹脂25 μ Lを標線付近に塗布する。
 - 6) 遠心後の上清に浮遊物が認められる場合、上清をメンブランフィルター(0.45 μ m)でろ過するとよい。この場合、試験溶液は最初のろ液数mLを捨てた後に採取したろ液とする。なお、メンブランフィルターから微量の硝酸イオンが検出されることがあるため、使用の際には留意し、空試験でも同様に操作する。
 - 7) 固相抽出カラムは、あらかじめアセトン5mLを通し、次いで水5mLを2回通してコンデューションしたのものを用いる。
 - 8) 試薬や固相抽出カラム等に含まれる微量の硝酸イオンが定量に影響するため、空試験を実施して定量値を補正する。なお、空試験溶液中の硝酸根濃度が定量限界未満の場合は、試験溶液と空試験溶液のピーク面積の差と検量線から定量計算を行なう。
 - 9) 標準原液として、計量法トレーサビリティ制度(JCSS)に適合した市販の硝酸イオン標準液を用いることができる。
 - 10) 検量線用標準溶液の濃度及び数は、必要があれば、直線性が確保できる範囲で、適宜、変更してもよい。
 - 11) 測定条件は例示である。
 - 12) 陰イオン測定用のイオンクロマトグラフ用カラムを用いることができる。
 - 13) 試験溶液中の硝酸根濃度が高く、検量線の濃度範囲を逸脱する場合は、試験溶液を水で適宜希釈して定量をやり直し、計算式に希釈倍率を乗じて含量を求める。
 - 14) 本法による液体クロマトグラムの一例を注図1に示す。この条件において検量線は0.1~20 μ g/mLの範囲で相関係数0.999以上が得られた。



<測定条件>

カラム：陰イオン交換カラム（内径 4mm、長さ 250mm）
 ガードカラム：陰イオン交換カラム（内径 4mm、長さ 50mm）
 カラム温度：40°C
 移動相：0.05mol/L 塩化ナトリウム溶液
 流速：0.6mL/分
 検出器：紫外可視吸光光度検出器（210nm）
 注入量：20μL

注図1 チーズにおける添加試験を実施した際の液体クロマトグラム

15) 本法の添加回収試験結果を注表1に示す。

注表1 硝酸根の各種食品での添加回収率 (n = 5)

食品	添加量* (g/kg 又は g/L)	回収率 (%)	相対標準偏差 (%)
モッツアレラチーズ	0.010	91.3	0.9
	0.20	93.9	1.5
エメンタールチーズ	0.010	93.0	1.8
	0.20	96.9	1.2
ゴータチーズ	0.010	94.6	3.5
	0.20	97.0	2.6
牛乳	0.010	97.0	3.4
	0.20	99.3	1.8
清酒A、B	0.010	99.2、97.9	4.5、1.7
	0.10	99.1、99.6	0.8、0.9
にごり酒	0.010	96.1	2.3
	0.10	99.4	0.4

ただし、モッツアレラチーズ、牛乳及び清酒は、固相抽出カラムによる精製操作を行わずに試験を実施した。

*:硝酸根として当該濃度となるように硝酸カリウム標準溶液を添加した。

16) 食品工業用消泡剤が使用できる。

[文献]

1) 佐々木隆宏ら：食衛誌、**61**、 229 (2020)

未指定添加物

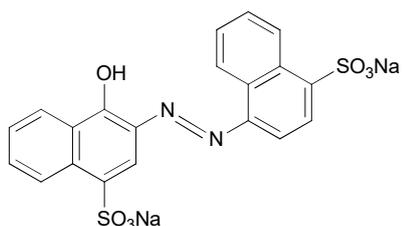
未指定酸性タール色素

Undesignated Acidic Tar Colors

アズルビン

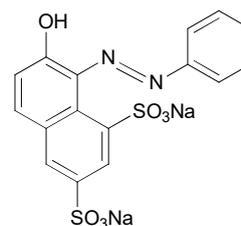
Azorubine

別名：カルモイシン (Carmoisine)


 $C_{20}H_{12}N_2Na_2O_7S_2 : 502.43$
(C. I. 14720)

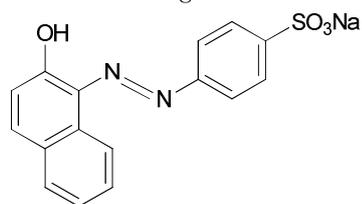
オレンジ G

Orange G

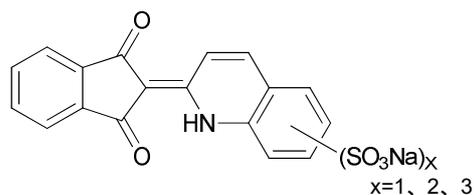

 $C_{16}H_{10}N_2Na_2O_7S_2 : 452.37$
(C. I. 16230)

オレンジ II

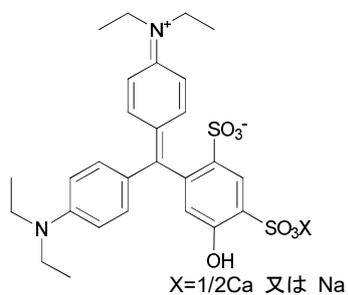
Orange II


 $C_{16}H_{11}N_2NaO_4S : 350.32$
(C. I. 15510)
キノリンイエロー¹⁾

Quinoline Yellow


 $C_{18}H_9NNa_2O_8S_2 : 477.38$
(ジスルホン化体を主成分色素として)
(C. I. 47005)
パテントブルー V²⁾

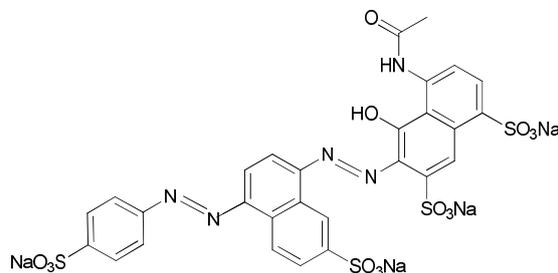
Patent Blue V

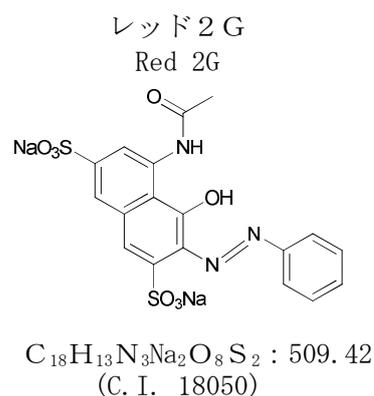
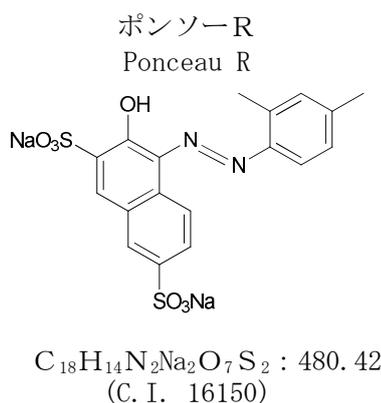

 Ca 塩： $C_{27}H_{31}N_2O_7S_2 \cdot 1/2Ca : 579.71$
 Na 塩： $C_{27}H_{31}N_2O_7S_2Na : 582.66$
(C. I. 42051)

ブリリアントブラック BN

Brilliant Black BN

別名：ブラック PN (Black PN)


 $C_{28}H_{17}N_5Na_4O_{14}S_4 : 867.68$
(C. I. 28440)



※上記は、未指定酸性タール色素の例示

1. 分析法の概要

食品中の未指定酸性タール色素（アズルビン、オレンジG、オレンジ II、キノリンイエロー、パテントブルーV、ブリリアントブラック BN及びレッド 2 G等）を薄層クロマトグラフィー³⁾により定性する。（2023 年改正）

2. 分析法（薄層クロマトグラフィー）

（1）検体の採取と試料の調製

（2）試験溶液の調製

上記の（1）及び（2）については、食用タール色素分析法（1）及び（2）を準用する⁴⁾。

（3）標準溶液の調製⁵⁾

アズルビン、オレンジG、オレンジ II、キノリンイエロー、パテントブルーV、ブリリアントブラック BN、ポンソーR及びレッド 2 Gそれぞれ 20.0mg を量り、それぞれ水を加えて溶かし、20mL とし各色素標準原液とする。各色素標準原液 10mL を正確に量り、水を加えて 100mL とし、標準溶液とする（濃度 100µg/mL）。

（4）測定法

食用タール色素分析法の（4）測定法を準用する。

試薬・試液等

1. アズルビン：市販品を用いる。
2. オレンジG：市販品を用いる。

3. オレンジ II：市販品を用いる。
4. キノリンイエロー：市販品を用いる。
5. パテントブルー V：市販品を用いる。
6. ブリリアントブラック BN：市販品を用いる。
7. ポンソー R：市販品を用いる。
8. レッド 2 G：市販品を用いる。
9. 食用タール色素分析法の試薬・試液等を準用する。

[注]

- 1) キノリンイエローはスルホン酸基が 1～3 個結合したものの混合物であり、そのスルホン酸基の位置も異なることがあるため、薄層クロマトグラフィーや液体クロマトグラフィーでは複数のスポットやピークが確認される。食品添加物として使用されるものにはスルホン酸基が 2～3 個結合したものの割合が多いが、試薬として購入できるキノリンイエローにはスルホン酸基が 1～2 個結合したものの含量が多い場合があるため、注意が必要である。
- 2) 海外で許可されているパテントブルー V は C. I. 42051 の色素であり、カルシウム塩のものと、ナトリウム塩のものがある。これらは薄層クロマトグラフィー及び液体クロマトグラフィーで同じ Rf 値及び同じ溶出時間を示す。一方、パテントブルー (C. I. 42045、別名パテントブルー V F、アズールブルー、ブルー V R S) は、パテントブルー V (C. I. 42051) の水酸基が一つ外れた構造をしており、薄層クロマトグラフィーの Rf 値や液体クロマトグラフィーの溶出時間がパテントブルー V (C. I. 42051) と異なる^{文献 1、2)}ので注意する。
- 3) 未指定酸性タール色素を特定する必要がある場合には、参考に示す分析法を用いることができる。
- 4) ブリリアントブラック BN が含まれている場合は、水浴上で加熱濃縮すると分解する可能性があるため、40℃以下で減圧濃縮して抽出液とするとよい。
- 5) 例示以外の未指定酸性タール色素の定性を行う場合は、定性対象化合物の試薬を標準溶液の調製に用いる。

[文献]

- 1) 荻原勉ら：東京衛研年報、**53**、153 (2002)
- 2) 新矢将尚ら：食衛誌、**61**、58 (2020)

参考

未指定酸性タール色素確認分析法

1. 分析法の概要

食品中の未指定酸性タール色素は、液体クロマトグラフィー又は液体クロマトグラフィー質量分析により確認を行う。(2023年設定)

2. 分析法(液体クロマトグラフィー又は液体クロマトグラフィー質量分析)

分析法A(液体クロマトグラフィー)

(1) 検体の採取と試料の調製

(2) 試験溶液の調製

上記の(1)及び(2)については、未指定酸性タール色素分析法(1)及び(2)を準用する。

(3) 標準溶液の調製

未指定酸性タール色素分析法(3)標準溶液の調製の各色素標準溶液10mLを量り、水を加えて100mLとしたものを標準溶液とする(濃度10 μ g/mL)。

(4) 測定法

① 測定条件¹⁾

フォトダイオードアレイ検出器付又は紫外可視吸光度検出器付液体クロマトグラフを用い、次の条件によって測定する。

カラム充填剤²⁾: オクタデシルシリル化シリカゲル(粒径5 μ m)

カラム管: 内径4.6mm、長さ150~250mm

カラム温度: 40 $^{\circ}$ C付近の一定温度

移動相³⁾: A液 0.01mol/L酢酸アンモニウム溶液

B液 アセトニトリル

グラジエントの条件⁴⁾

分	A (%)	B (%)
0	95	5
30	50	50
30.1	95	5
40	95	5

流速：1 mL/分

測定波長：450nm（オレンジG、オレンジ II、キノリンイエロー）

520nm（ポンソーR、アズルビン、レッド2G）

580nm（ブリリアントブラックBN）

620nm（パテントブルーV）

注入量：10 μ L⁵⁾

② 定性⁶⁾

試験溶液及び標準溶液を液体クロマトグラフに注入し、試験溶液のクロマトグラム上に検出された各ピークの保持時間が標準溶液の各ピークと一致することを確認する。また、フォトダイオードアレイ検出器を用いる場合は、試験溶液と標準溶液の各ピークの吸収スペクトルを比較して定性を行う。

分析法B（液体クロマトグラフィー質量分析）

（1）検体の採取と試料の調製

（2）試験溶液の調製

上記の（1）及び（2）については、未指定酸性タール色素分析法（1）及び（2）を準用する。

（3）標準溶液の調製

未指定酸性タール色素分析法（3）標準溶液の調製の各色素標準溶液 10mL を量り、水を加えて 100mL としたものを標準溶液とする（濃度 10 μ g/mL）⁷⁾。

（4）測定法

① 測定条件⁸⁾

液体クロマトグラフ質量分析計（LC-MS）を用い、次の条件によって測定する。

カラム充填剤：オクタデシルシリル化シリカゲル（粒径 3～5 μ m）

カラム管：内径 2.1mm、長さ 150mm

カラム温度：40 $^{\circ}$ C付近の一定温度

移動相：A液 0.01mol/L 酢酸アンモニウム溶液、B液 アセトニトリル

グラジエントの条件⁴⁾

分	A (%)	B (%)
0	95	5
30	50	50
30.1	95	5
40	95	5

流速：0.2mL/分

イオン化モード：ESI (+) 又は ESI (-)

検出法：スキャン (m/z 200~1000)

選択イオンモニタリング (SIM)

モニターイオン⁹⁾

化合物	イオン化モード	モニターイオン* ¹ (m/z)
アズルビン	ESI (-)	457
オレンジG	ESI (+)	409
オレンジII	ESI (-)	327
キノリンイエロー (x=1)	ESI (+)	354
キノリンイエロー (x=2)	ESI (+)	434
キノリンイエロー (x=3)	ESI (+)	514
パテントブルーV	ESI (+)	561
ブリリアントブラックBN	ESI (-)	777
ポンソーR	ESI (+)	437
レッド2G	ESI (+)	467

*¹：スキャン測定時の主なイオンも同じ。

注入量：5 μ L

② 定性¹⁰⁾

試験溶液及び標準溶液をLC-MSに注入し、試験溶液のクロマトグラム上で、各標準溶液で検出されたピークと同じ保持時間にピークが検出されること、これらピークのスキャン検出で得られるマススペクトルの主なイオンの m/z が各標準溶液の主ピークのそれと一致することを確認する。

試薬・試液等

1. 未指定酸性タール色素分析法の試薬・試液等を準用する。
2. 酢酸アンモニウム：[特級]
3. アセトニトリル：高速液体クロマトグラフィー用
4. 0.01mol/L酢酸アンモニウム溶液：酢酸アンモニウム 0.77gに水を加えて1Lとする。

[注]

- 1) 測定条件は例示である。グラジエントの条件は各色素と食品由来の夾雑物が分離するように、使用する分析カラムにより適宜変更する。
- 2) 市販のカラムとして内径4.6mm、長さ150mm、粒径5 μ mのカラムや、内径4.6mm、

長さ 250mm、粒径 5 μ m のカラム^{文献1)}が使用できる。

3) 移動相にイオンペア試薬を含む方法もある^{文献2、文献3)}。

4) ブリリアントブラック BN のピークが割れ、形状が悪くなることがある。試験溶液が 50vol% エタノール溶液であった場合、水で希釈し 25vol% エタノール溶液とするか、以下のグラジエント条件が使用できる。

グラジエントの条件

分	A (%)	B (%)
0	99	1
1	99	1
3	90	10
30	50	50
30.1	99	1
40	99	1

5) 試料採取量や試験溶液濃度を変更した場合は、カラムへ負荷する試料相当量が (2) ~ (4) の操作の場合と同じになるように注入量を調整する。また、固形物が浮遊している場合はメンブランフィルター (0.45 μ m) でろ過する。

6) 液体クロマトグラフィーを用いた方法ではフォトダイオードアレイ検出器による吸収スペクトルによる同定方法^{文献1)}がある。

7) 液体クロマトグラフ質量分析計は装置によって感度が異なるため、試験溶液と標準溶液の濃度が高い場合は適宜水で希釈して用いる。

8) 測定条件は例示である。市販のカラムとして内径 2.1mm、長さ 150mm、粒径 5 μ m のカラムや、内径 2.1mm、長さ 150mm、粒径 3 μ m のカラム^{文献4)}が使用できる。

なお、グラジエントの条件は各色素と食品由来の夾雑物が分離するように、使用する分析カラムにより適宜変更する。また、イオン化の条件等は使用する質量分析計により異なる場合があるため、あらかじめ標準溶液を用いて最適な条件を確認するとよい。その他の測定条件は各測定機器に従い、標準溶液のピーク強度が最大となるようにあらかじめ最適化を行う。装置により、設定条件は異なる。

参考として、注図 1 に、本法によるクロマトグラム例を示す。また、フラグメントイオン確認のための MS 条件の例を以下に示す。

<MS 条件>

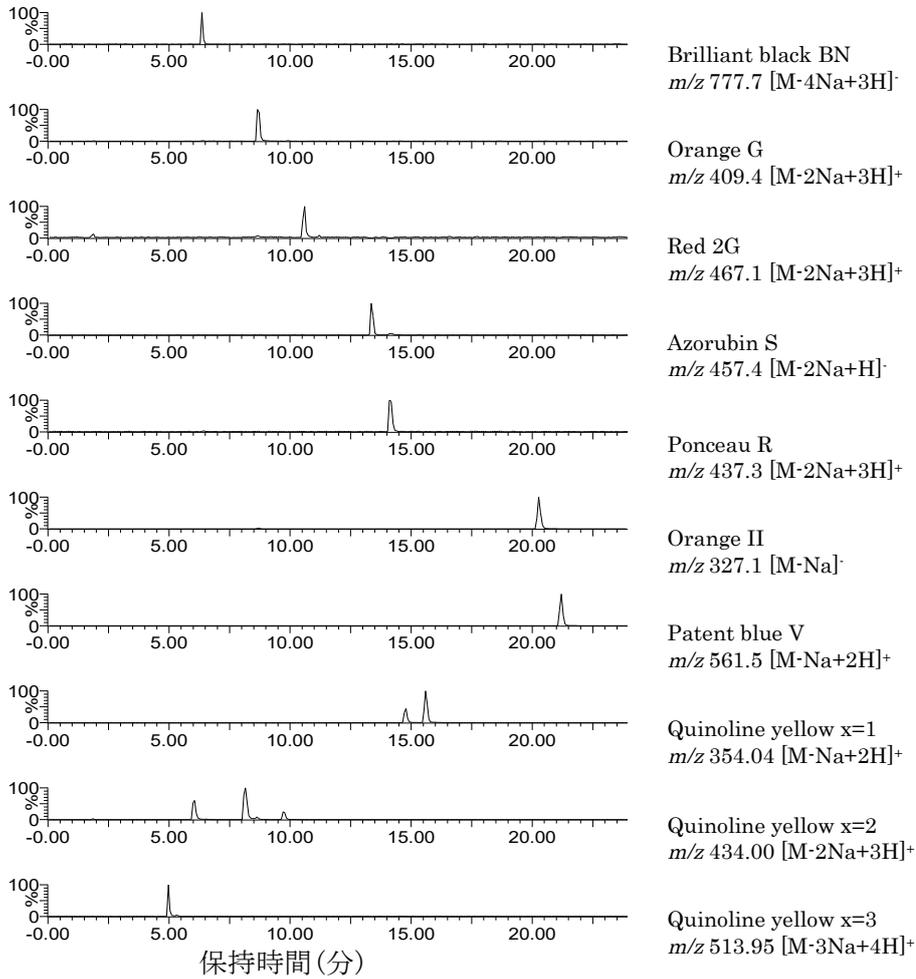
キャピラリー電圧: 3.00kV、 コーン電圧: 50.0V

エクストラクター: 3.00V、 ソース温度: 120°C

脱溶媒温度: 350°C、 コーンガス流量: 47 L/時

脱溶媒ガス流量: 593 L/時、 RF レンズ: 0.4V

モニターイオン



カラム：オクタデシルシリル化シリカゲルカラム（内径 2.1mm、長さ 150mm、粒径 5 μm）

カラム温度：40°C、流速：0.2mL/分、

移動相：A液 0.01mol/L 酢酸アンモニウム溶液、B液 アセトニトリル

グラジエントの条件

分	A (%)	B (%)
0	95	5
30	50	50
30.1	95	5
40	95	5

イオン化モード：ESI (+) 又は ESI (-)、検出法：SIM、注入量：5 μL

注図 1 未指定酸性タール色素の SIM クロマトグラム

9) LC-MSによる同様の分析例の報告もあり^{文献 1、文献 4~文献 6)}、レッド 2 G は m/z 464 [M-2Na+H]⁻、パテントブルー V は m/z 559 [M-Na]⁻、キノリンイエロー

($x = 1$) は m/z 352 $[M-Na]^-$ 、キノリンイエロー ($x = 2$) は m/z 432 $[M-2Na+H]^-$ がイオンとして検出されている。

- 10) LC-MS を用いて確認を行う場合、食品中の夾雑物の影響により確認を見誤るおそれがあるため、別途、対象試料の試験溶液に標準溶液を添加し、ピークの検出感度やマススペクトルの変化について確認するとよい。

[文献]

- 1) 石川ふさ子ら：食衛誌、**46**、228 (2005)
- 2) 石川ふさ子ら：食衛誌、**41**、194 (2000)
- 3) 宮武ノリエら：東京健安研セ年報、**56**、145 (2005)
- 4) 関戸晴子ら：神奈川衛研報、**38**、35 (2008)
- 5) 荻原勉ら：東京衛研年報、**53**、153 (2002)
- 6) 山口瑞香ら：食衛誌、**56**、8 (2015)

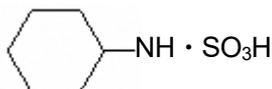
未指定添加物

サイクラミン酸及びその塩類

Cyclamic Acid and Its Salts

サイクラミン酸

Cyclamic Acid

C₆H₁₃NO₃S : 179.24

1. 分析法の概要

食品中のサイクラミン酸及びその塩類は、透析法又は水抽出法で抽出した後、強酸性溶液中で次亜塩素酸ナトリウムと反応させ、N, N-ジクロロシクロヘキシルアミンに変換し、液体クロマトグラフィーにより定量する。(2003年改正、2023年改正)

2. 分析法 (液体クロマトグラフィー)

(1) 検体の採取と試料の調製

一般試料採取法を準用する。

(2) 試験溶液の調製

① 抽出

a 透析法

試料約 20g¹⁾を精密に量る²⁾。次に約 20mL³⁾の透析内液と混和して流動状とし、少量の透析内液を用いて透析膜チューブ内に移した後、空気を追い出してからチューブの上端を密封し、200mL容の目盛り付き容器⁴⁾に入れる。次いでこの目盛り付き容器に透析外液を加えて全量⁵⁾を正確に 200mL とする。時々、密栓又はフィルム等で覆って目盛り付き容器を転倒混和しながら室温で 24~48 時間透析⁶⁾し、透析終了後の透析外液を抽出液とする。

b 水抽出法⁷⁾

試料約 10g を精密に量り、水 40mL を加えて沸騰水浴中で 15 分間加熱する。冷却後、水を加えて正確に 100mL とした後、遠心し、上清を分取する。上清 10mL を正確に量り、逆相固相抽出カラムの下に強陰イオン交換固相抽出カラムを接続したものに負荷する⁸⁾。流下後、水 10mL を通して洗浄後、逆相固相抽出カラムを除去する。強陰イオン交換固相抽出カラムに塩酸 (1→100) 10mL を通し⁹⁾、流出した液を溶出液とする。

② 反応操作

①の a で得られた抽出液 10mL 又は①の b で得られた溶出液全容量を正確にとり、これに硫酸試液 2mL 及びヘキサン 5 mL を加えた後、次亜塩素酸ナトリウム試液 1 mL を加えて 1 分間激しく振とうする。水層を除去した後、ヘキサン層に 5 w/v %炭酸水素ナトリウム溶液 25mL を加えて 1 分間振とうする。ヘキサン層を分取し、試験溶液とする¹⁰⁾。

(3) 検量線用標準溶液の調製¹¹⁾

サイクラミン酸ナトリウム 112.0mg を量り、水を加えて正確に 100mL とする。その 10mL を正確にとり、水を加えて正確に 100mL としたものを標準溶液とする (濃度 100 μ g/mL)。標準溶液 0.5、1、2、10、20 及び 50mL を正確にとり、水を加えてそれぞれ正確に 100mL とし (濃度 0.5~50 μ g/mL)、それぞれ 10mL を (2) 試験溶液の調製②反応操作の項に従って操作し、検量線用標準溶液とする。

(4) 測定法

① 測定条件¹²⁾

紫外可視吸光度検出器付液体クロマトグラフを用い、次の条件によって測定する。

カラム充填剤：オクタデシルシリル化シリカゲル (粒径 5 μ m)

カラム管：内径 4.6mm、長さ 150~250mm

カラム温度：40 $^{\circ}$ C

移動相：アセトニトリル/水混液 (7 : 3)

流速：1.0mL/分

測定波長：314nm

注入量：20 μ L

② 検量線¹³⁾

検量線用標準溶液を液体クロマトグラフに注入し、ピーク面積から検量線を作成する。

③ 定量^{14~17)}

試験溶液を液体クロマトグラフに注入し、得られたピーク面積と検量線によって試験溶液中のサイクラミン酸濃度 (μ g/mL) を求め、次式によって試料中のサイクラミン酸含量 (g/kg) を計算する。

$$\text{サイクラミン酸含量 (g/kg)} = \frac{C \times 200}{W \times 1000} \quad (\text{透析法})$$

$$\text{サイクラミン酸含量 (g/kg)} = \frac{C \times 100}{W \times 1000} \quad (\text{水抽出法})$$

C : 試験溶液中のサイクラミン酸濃度 (μ g/mL)

W：試料の採取量（g）

④ 定量限界 0.005 g/kg

試薬・試液等

1. サイクラミン酸ナトリウム：[特級]（シクロヘキシルアミドスルホン酸ナトリウム）
2. 塩酸：[特級]
3. 塩化ナトリウム：[特級]
4. 透析内液：塩化ナトリウム 100g を 0.01mol/L 塩酸に溶解して 1000mL とする。
5. 透析外液：0.01mol/L 塩酸
6. 透析膜チューブ：透析用セルロース製チューブ（平面幅 44mm、直径 28mm、膜厚 0.0203mm）を適当な長さに切ったものを水で洗浄して片端を結んで閉じる。
7. 逆相固相抽出カラム（900mg）：オクタデシルシリル化シリカゲル固相抽出カラム（900mg）。あらかじめメタノール 10mL、水 10mL を順次通してコンディショニングしたものを用いる。
8. 強陰イオン交換型固相抽出カラム：トリメチルアミノプロピルシリル化シリカゲル固相抽出カラム（500mg）、アクリルアミド共重合体結合グリセリルプロピルシリル化シリカゲル固相抽出カラム（360mg）等。カラムの交換容量が 0.1mEq 相当のもの。あらかじめメタノール 10mL、水 10mL を順次通してコンディショニングしたものを用いる。
9. 硫酸：[特級]
10. 硫酸試液：硫酸 50mL を水 50mL に、冷却、かくはんしながら少しずつ加える¹⁸⁾。
11. ヘキサン：[高速液体クロマトグラフィー用] 又は [特級]
12. 次亜塩素酸ナトリウム溶液：[化学用、有効塩素 5.0%以上]
13. 次亜塩素酸ナトリウム試液：次亜塩素酸ナトリウム溶液を水で 2 倍に希釈する。
14. 炭酸水素ナトリウム：[特級]
15. 5%炭酸水素ナトリウム溶液：炭酸水素ナトリウム 5g を水に溶かして 100mL とする。
16. アセトニトリル：[高速液体クロマトグラフィー用]

[注]

- 1) 試料のかさが大きいもの、水分を含むと膨張する場合は、試料採取量を 5～10 g に減らす。
- 2) 試料を秤量後に、試料が炭酸又はエタノールを多く含む場合は少量の水を加え加温してその大部分を除去する。また、脂肪分を多く含む試料の場合はヘキサン約 20mL ずつで 2～3 回洗浄した後、ヘキサン臭がなくなるまで放置又は加温する。乳化した食品（ピーナッツバター、マヨネーズ等）は脱脂操作を省略できる。
- 3) 試料と混和して流動状にならない場合は、透析内液を適宜追加する。
- 4) 正確に 200mL を量ることができる目盛精度を有する容器。透析チューブの実効長が

15cm の場合は直径（内径） 4 cm 以下がよい。

- 5) 試料、透析内液、透析外液の合計量。
- 6) 透析膜チューブの実効長約 15cm の場合、サイクラミン酸は水分含量の高い食品では 24 時間で十分透析されるが、穀類の調製品や魚介乾製品等の水分含量の低い食品及びはっ酵乳等の乳製品では透析率が低下する傾向があるため、48 時間透析を行う。また、透析膜チューブとして実効長 55cm のものを用いて、密栓できる目盛り付き容器に入れ、チューブを吊るさずに、30 分毎に容器を転倒する方法では、4 時間の透析で、上記の方法と同等以上の回収率が得られる（注表 1）。

注表 1 サイクラミン酸の各種食品での添加回収率*1

試料	透析法 1 *2				透析法 2 *3			
	0.005 g/kg 添加		0.020 g/kg 添加		0.005 g/kg 添加		0.020 g/kg 添加	
	回収率 (%)	RSD*4 (%)	回収率 (%)	RSD*4 (%)	回収率 (%)	RSD*4 (%)	回収率 (%)	RSD*4 (%)
たくあん漬け	101.0	3.8	97.7	1.6	101.6	3.2	97.8	0.7
オレンジジュース	103.1	2.5	98.3	1.7	100.6	4.0	104.1	3.2
クッキー	104.9	2.8	101.5	3.0	112.7	2.1	106.3	3.8
ヨーグルト	98.0	3.6	97.4	1.7	95.9	5.3	100.3	5.4
米酢	94.9	4.1	92.8	1.2	94.4	4.5	95.3	1.8

*1 5 試行の平均値、*2 透析時間 4 時間、チューブ実効長 約 55 cm、

*3 透析時間 48 時間、チューブ実効長 約 15cm、*4 相対標準偏差

- 7) 澄明な抽出液が得られる試料については、水抽出法を用いることができる。スクリーニング試験として、反応操作に抽出液を用い、液体クロマトグラフィーを実施し、検出しない場合はこれを分析結果とすることもできる。サイクラミン酸の保持時間にピークが認められた場合は、カラムによる精製操作を実施する。なお、食酢等の pH の低い食品は、水抽出法で、固相抽出で回収率が低下する事例が報告されている^{文献1、文献2}。固相抽出カラム負荷前の液の pH を 5～7 に調整することで回収率が向上する可能性がある^{文献3}。
- 8) タール色素等、比較的極性の高い化合物が多く含まれている場合、強陰イオン交換固相抽出カラムの交換能力を超えてしまうことがある。このようなときは、抽出液を適時希釈してからカラムに負荷させるようにする。なお、定量計算の際は希釈倍率を乗じて含量を求める。
- 9) カラム内に空気が入らないように注意する。
- 10) エマルジョン生成により試験溶液を採取できない場合は、エマルジョン部分を遠心管に採取し、必要な場合は適量の硫酸ナトリウムを添加し、遠心後、上清液を採取する。また、エマルジョンを含む全液を、シリンジを用いて加圧してフィルターでろ過することにより、エマルジョンを取り除くことができる。ヘキサン溶液なので、減圧ろ過するとへ

キサンの揮発して、濃度が変化するおそれがあるため、減圧ろ過は望ましくない。

- 11) 検量線用標準溶液の濃度及び数は、必要があれば、直線性が確保できる範囲で、適宜、変更してもよい。
- 12) 測定条件は例示である。分析の際は、サイクラミン酸のピークが妨害ピークの影響を受けないことを確認する。妨害ピークが認められる場合は、カラムを変更したり、参考法に示すサイクラミン酸確認分析法や既報^{文献1、文献4、文献5}の分析法等を参照したりすることで、できるだけ影響を除いて測定できる分析法を適用する。ただし、希釈して測定する方法では、導入量を増やさない場合、定量限界濃度が高くなる点に留意が必要である。
- 13) 必要に応じて、検量線用標準溶液の調製に用いた溶媒を分析し、溶媒由来の夾雑物のないことを確認する。
- 14) 精度管理では0.020 g/kgでの添加回収率を求めることとする。
- 15) 本法では、操作の煩雑さ軽減のため、試料体積を含めて定容し、その定容量を含量計算で乗じている。そのため、固体試料等では試料体積を含めない液量を乗じた値より数%~10%程度高い定量値となる場合があり、添加回収率が100%を越えて高い場合には、この点が要因の一つとして考えられる。
- 16) 本法による添加回収試験の結果を注表2に示す。

注表2 サイクラミン酸の各種食品での添加回収率*1

試料	透析法*2		水抽出法	
	0.010 g/kg 添加		0.010 g/kg 添加	
	回収率 (%)	RSD*3 (%)	回収率 (%)	RSD*3 (%)
たけのこ水煮	85.3	1.8	97.7	2.4
チョコチップクッキー	95.1	1.3	95.0	1.6
ジャム	98.3	1.8	103.8	2.3
ヨーグルト	91.2	6.0	—*4	—
紹興酒	92.6	1.2	—	—

*1 5 試行の平均値、*2 透析時間 30 時間、チューブ実効長 約 15 cm、

*3 相対標準偏差、*4—：実施していない

- 17) 茶からの抽出物を粉末化した製品等では、(2)②の反応が上手くいかず、本法による検出が困難であることが報告されている^{文献4}。こうした試料では、既報^{文献2、文献4~文献7}の分析法等を参照し、添加試験でできるだけ回収可能な分析法を適用する。ただし、希釈して測定する方法では、導入量を増やさない場合、定量限界濃度が高くなる点に留意が必要である。
- 18) 水に硫酸を入れると激しく反応して発熱して突沸する場合もあるので、氷水等で冷却し、かくはんしながら少しずつ硫酸を加えることにより、発熱を抑え、突沸しないようにする。

[文献]

- 1) 石井里枝：微生物定性試験法における検出下限値の推定及び食品添加物試験法の妥当性評価法に関する研究（研究分担報告書）、令和2年度厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進事業）食品衛生検査施設等の検査の信頼性確保に関する研究（研究代表 渡辺卓穂）研究分担報告書、115（2021）
- 2) 山口之彦ら：大阪市立環科研報告、**72**、13（2010）
- 3) 石井里枝：微生物定性試験法における検出下限値の推定及び食品添加物試験法の妥当性評価法に関する研究（研究分担報告書）、令和3年度厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進事業）食品衛生検査施設等の検査の信頼性確保に関する研究（研究代表 渡辺卓穂）、110（2022）
- 4) 朝倉敬行ら：日食化誌、**24**、82（2017）
- 5) 大門拓実ら：食衛誌、**60**、68（2019）
- 6) 松本ひろ子ら：東京都健康安全研究センター年報、**59**、129（2008）
- 7) 山口瑞香ら：大阪府公衆衛生研究所年報、**49**、7（2011）

参考

サイクラミン酸確認分析法

1. 分析法の概要

食品中のサイクラミン酸は、液体クロマトグラフィー質量分析又は液体クロマトグラフィータンデム型質量分析により確認を行う。(2023年設定)

2. 分析法(液体クロマトグラフィー質量分析又は液体クロマトグラフィータンデム質量分析)

(1) 検体の採取と試料の調製

一般試料採取法を準用する。

(2) 試験溶液の調製¹⁾

サイクラミン酸及びその塩類分析法(2)試験溶液の調製 ①抽出を準用して調製し、a 透析法で得られる抽出液又はb 水抽出法で得られる溶出液を試験溶液とする。

(3) 標準溶液の調製¹⁾

サイクラミン酸ナトリウム 112.0mg を量り、水を加えて正確に 100mL とする(濃度 1000 μ g/mL)。この液を水で適宜希釈し、定性に適した濃度の標準溶液を調製する。

(4) 測定法

① 測定条件^{2,3)}

液体クロマトグラフ質量分析計(LC-MS)又は液体クロマトグラフタンデム質量分析計(LC-MS/MS)を用い、次の条件によって測定する。

カラム充填剤: オクタデシルシリル化シリカゲル(粒径 5 μ m)

カラム管: 内径 2.1mm、長さ 150mm

カラム温度: 40 $^{\circ}$ C

移動相: メタノール/0.1 vol%ギ酸混液(3:2)

流速: 0.2mL/分

イオン化モード: ESI(-)

検出法: スキャン(m/z 50~200)、

選択イオンモニタリング(SIM)(モニターイオン: m/z 178)

選択反応モニタリング(SRM)

(モニターイオン:プリカーサーイオン m/z 178、プロダクトイオン m/z 80)

注入量: 10 μ L

② 定性⁴⁾

試験溶液及び標準溶液をLC-MS又はLC-MS/MSに注入し、試験溶液のクロマトグラム上で、標準溶液で検出されたピークと同じ保持時間にピークが検出されることを確認する。また、LC-MSを用いる場合は、このピークのスキャン検出で得られるマススペクトルの主なイオンの m/z が標準溶液の主ピークのそれと一致することを確認する。

試薬・試液等

1. サイクラミン酸及びその塩類分析法の試薬・試液等を準用する
2. メタノール：[高速液体クロマトグラフィー用]
3. ギ酸：[98%、特級]
4. 0.1 vol%ギ酸：ギ酸 1 mL に水を加えて 1000mL とする。

[注]

- 1) 質量分析計の感度に応じて適宜希釈又は注入量を減らすこと。
- 2) 測定条件は例示である。他のカラム、条件を用いる場合は、サイクラミン酸のピークが妨害ピークの影響を受けないことを確認する。
- 3) その他の測定条件は各測定機器に従い、標準溶液の強度が最大になるように、あらかじめ最適化を行う。
- 4) 食品中の夾雑物によるマトリックス効果により 確認を見誤るおそれがあるため、別途、対象試料の試験溶液に検量線用標準溶液を添加し、ピークが検出されることを確認する。

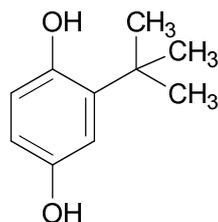
未指定添加物

tert-ブチルヒドロキノン

Tertiary Butylhydroquinone

別名：ターシャリーブチルヒドロキノン

略名：TBHQ



$C_{10}H_{14}O_2$: 166.22

1. 分析法の概要

食品中の *tert*-ブチルヒドロキノン を分析する方法である。0.01w/v%アスコルビン酸パルミチン酸エステル含有ヘキサン飽和アセトニトリルで抽出し、 -30°C 〜 -5°C に冷却し、油脂分と分離した後、液体クロマトグラフィーにより定量する。(2005年改正、2023年改正)

2. 分析法 (液体クロマトグラフィー) ¹⁾、文献1、文献2)

(1) 検体の採取と試料の調製

(2) 試験溶液の調製

上記の (1) 及び (2) については、ジブチルヒドロキシトルエン、ブチルヒドロキシアニソール及び没食子酸プロピル分析法の分析法Bの (1) 及び (2) ²⁾を準用する。

(3) 検量線用標準溶液の調製 ³⁾

tert-ブチルヒドロキノン 0.100 g を量り、0.1w/v%アスコルビン酸含有メタノール ⁴⁾に溶かして正確に 100mL とし、標準原液とする (濃度 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$)。標準原液 10mL を正確にとり、0.1w/v%アスコルビン酸含有メタノールを加えて正確に 100mL としたものを標準溶液とする (濃度 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$)。標準溶液 0.1、0.5、1、2 及び 5mL を正確にとり、0.1w/v%アスコルビン酸含有メタノールを加えてそれぞれ正確に 10mL とし、検量線用標準溶液とする (濃度 1〜50 $\mu\text{g}/\text{mL}$)。

(4) 測定法

① 測定条件 ⁵⁾

ジブチルヒドロキシトルエン、ブチルヒドロキシアニソール及び没食子酸プロピル分析法の分析法B(4)測定法の①測定条件を準用する。ただし、蛍光検出器を用い、励起波長 280nm、蛍光波長 325nm により検出して測定する⁶⁾。

② 検量線

検量線用標準溶液を液体クロマトグラフに注入し、得られたピーク高さ又はピーク面積から検量線を作成する⁷⁾。

③ 定量^{8、9)}

試験溶液を液体クロマトグラフに注入し、得られたピーク高さ又はピーク面積と検量線によって試験溶液中の *tert*-ブチルヒドロキノンの濃度を求め、次式によって試料中の含量 (g/kg) を計算する。

$$tert\text{-ブチルヒドロキノン含量 (g/kg)} = \frac{C \times 5}{W \times 1000}$$

C : 試験溶液中の *tert*-ブチルヒドロキノンの濃度 (µg/mL)

W : 試料の採取量 (g)

④ 定量限界 0.001 g/kg

試薬・試液等

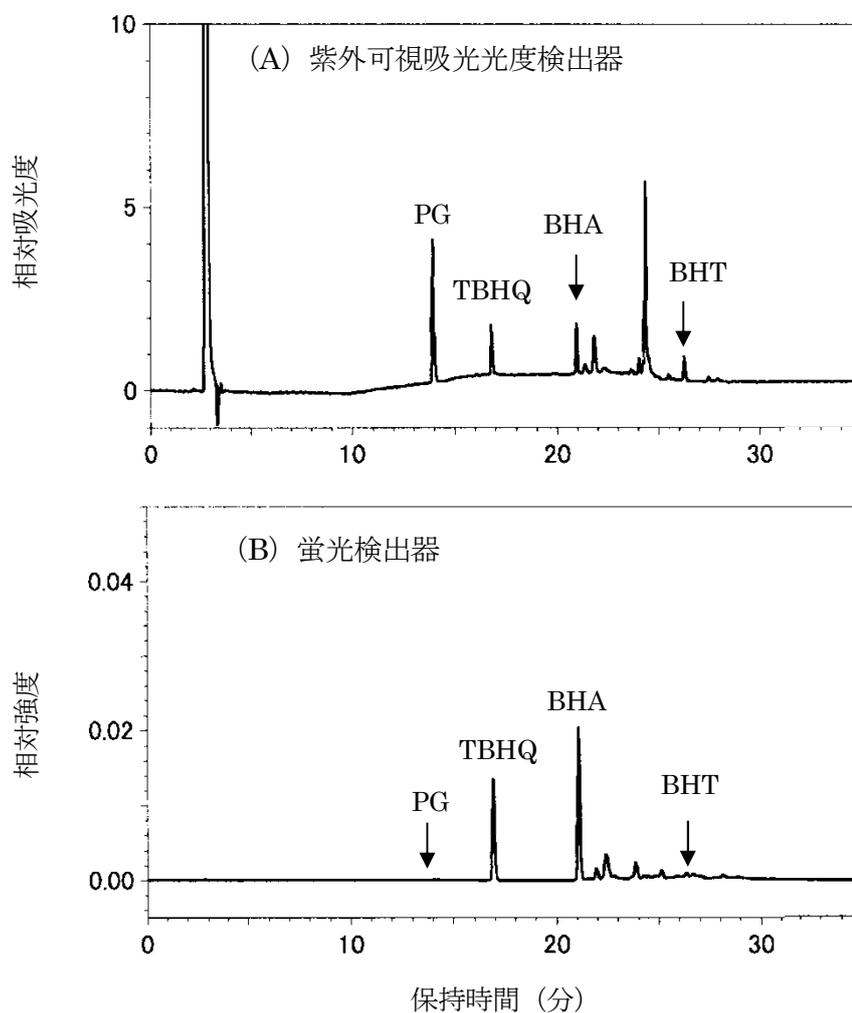
1. *tert*-ブチルヒドロキノン : 市販品を用いる。
2. ジブチルヒドロキシトルエン、ブチルヒドロキシアニソール及び没食子酸プロピル分析法の試薬・試液等を準用する。

[注]

- 1) 本法はブチルヒドロキシアニソールの同時分析が可能である。また、蛍光検出器と紫外可視吸光光度検出器とを直列に接続することにより、*tert*-ブチルヒドロキノンのほかにジブチルヒドロキシトルエン、ブチルヒドロキシアニソール及び没食子酸プロピルの同時分析が可能である。また、*tert*-ブチルヒドロキノンを特定する必要がある場合には、参考を示す分析法を用いることができる。
- 2) 試験溶液中の *tert*-ブチルヒドロキノン等の酸化による減少を防止するため、アスコルビン酸を試験溶液の溶媒に添加している。ただし、0.1w/v%アスコルビン酸含有メタノールの代わりにメタノールを用いても十分な回収率や精度が得られる場合もある^{10)、文献³⁾}。
- 3) 検量線用標準溶液の濃度及び数は、必要があれば、直線性が確保できる範囲で、適宜、調整してもよい。
- 4) 冷蔵保管の場合、ジブチルヒドロキシトルエン、ブチルヒドロキシアニソールをアスコルビン酸含有液では数か月保管時に減少が見られ、むしろアスコルビン酸無添加の方がより長期間安定であったが、冷凍保管の場合は、アスコルビン酸含有、非含有によらず長期

間安定であったとの報告もある^{文献3)}。

- 5) 測定条件は例示である。分析の際は、*tert*-ブチルヒドロキノンのピークが妨害ピークの影響を受けないことを確認する。
- 6) 選択性は少し低下するが、紫外可視吸光光度検出器付液体クロマトグラフでも測定可能である。測定波長は、280nmを用いる。
- 7) 必要に応じて、検量線用標準溶液の調製に用いた溶媒を分析し、溶媒由来の夾雑物のないことを確認する。
- 8) 標準溶液のクロマトグラムの一例を注図1に示す。



PG : 没食子酸プロピル、TBHQ : *tert*-ブチルヒドロキノン、
BHA : ブチルヒドロキシアニソール、BHT : ジブチルヒドロキシトルエン

注図1 標準溶液 (各 1.0µg/mL) の液体クロマトグラム

<測定条件>

カラム充填剤 : オクタデシルシリル化シリカゲル (粒径 5 µm)

カラム管 : 内径 2.1mm、長さ 150mm

カラム温度：40℃

移動相：A液 アセトニトリル／メタノール混液（1：1）

B液 5 vol%酢酸溶液

グラジエントの条件

時間(分)	A (%)	B (%)
0	20	80
5	20	80
20	90	10
35	90	10

流速：0.2mL/分

検出器：(A) 紫外可視吸光光度検出器（測定波長 280nm）

(B) 蛍光検出器（励起波長：280nm、蛍光波長：325nm）

注入量：5µL

9) 本法の添加回収試験結果を注表1に示す。

注表1 *tert*-ブチルヒドロキノンの各種食品での添加回収率（n=5）

食品	添加量 ¹¹⁾ (g/kg)	回収率 (%)	相対標準偏差 (%)
バター	0.02	92	4.7
オリーブ油	0.02	95	5.6
ポテトチップス	0.02	100	6.8
煮干し	0.02	95	5.6

10) 0.1w/v%アスコルビン酸含有メタノールの代わりにメタノールを用いた分析法Bで、0.02 g/kg¹¹⁾の濃度での *tert*-ブチルヒドロキノンの添加回収試験（2名、n=3×3日）をしたところ、蛍光検出器での検出による真度は、なたね油で102%、クラッカーで89%、煮干しで79%、紫外可視吸光光度検出器での検出による真度は、なたね油で102%、クラッカーで88%であった。なお、この時の測定条件を以下に示す。

<測定条件>

カラム充填剤：オクタデシルシリル化シリカゲル（粒径5µm）、流速：1.0mL/分

カラム管：内径4.6mm、長さ250mm、カラム温度：40℃、注入量：5µL

移動相：A液 アセトニトリル／メタノール混液（1：1）

B液 5 vol%酢酸溶液

グラジエントの条件

時間(分)	A (%)	B (%)
0	40	60
20	95	5
35	95	5

検出器：(A) 紫外可視吸光光度検出器（測定波長 280nm）

(B) 蛍光検出器（励起波長：280nm、蛍光波長：325nm）

11) *tert*-ブチルヒドロキノンは、酸化還元性の分解しやすい化合物で、低濃度では容易に分解するため、低濃度の添加では良好な回収率が得られない。また、酸化した食品に添加すると良好な回収率が得られない。精度管理では、0.02 g/kg の標準添加濃度で添加回収試験を実施する。

[文献]

- 1) 日本薬学会編：衛生試験法・注解 2020、367（2020）、金原出版
- 2) 山田真記子ら：食衛誌、**34**、535（1993）
- 3) 見上葉子ら：食衛誌、**63**、12（2022）

参考

tert-ブチルヒドロキノン確認分析法

1. 試験法の概要

食品中の *tert*-ブチルヒドロキノン は、ガスクロマトグラフィー質量分析又はガスクロマトグラフィーにより確認を行う¹⁾。(2005年設定、2023年改正)

2. 分析法 (ガスクロマトグラフィー質量分析又はガスクロマトグラフィー)

(1) 検体の採取と試料の調製

一般試料採取法を準用する。

(2) 試験溶液の調製

tert-ブチルヒドロキノン分析法の(2)試験溶液の調製で調製した試験溶液2mLを正確にとり、減圧下40℃で溶媒を留去する。残留物にアセトンを正確に2mL加えてよく振り混ぜて溶解したものを試験溶液とする²⁾。

(3) 標準溶液の調製

tert-ブチルヒドロキノン分析法の(3)検量線用標準溶液の調製で調製した検量線用標準溶液各2mLを正確にとり、減圧下40℃で溶媒を留去する。各残留物にアセトンを正確にそれぞれ2mLずつ加えてよく振り混ぜて溶解し、定性に適した濃度の標準溶液を調製する²⁾。

(4) 測定法

① 測定条件³⁾

ガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS)又は水素炎イオン化検出器付ガスクロマトグラフ(GC-FID)を用い、次の条件によって測定する。

カラム：内径0.25mm、長さ30mのフューズドシリカ管の内面に14%シアノプロピルフェニル86%メチルポリシロキサンを0.25µmの厚さで被覆したもの。

カラム温度：60℃(2分)、60→250℃(10℃/分、昇温)、250℃(3分)

注入口温度：270℃(GC-MS)、250℃(GC-FID)

イオン源温度：280℃(GC-MS)

キャリアーガス：ヘリウム又は窒素

流量：*tert*-ブチルヒドロキノンの保持時間が約18分になるように調整する。

注入方式：スプリットレス

検出器温度：250℃(GC-FID)

イオン化モード(電圧)：EI(70eV)

検出法：GC-MS：スキャン(m/z 50~300)、

選択イオンモニタリング(SIM) (モニターイオン： m/z 166、123、151)

GC-FID：水素炎イオン化検出

注入量：1 μ L

② 定性^{4~6)}

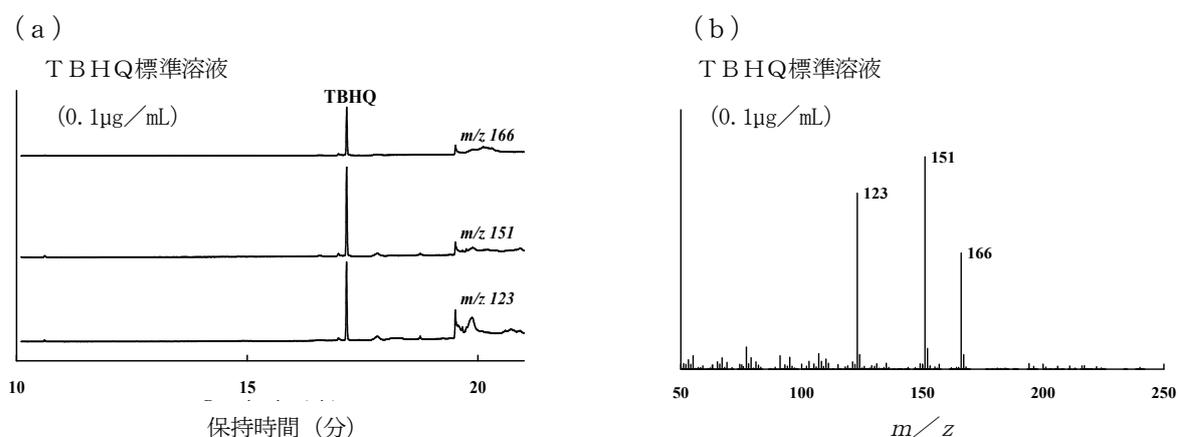
試験溶液をGC-MS又はGC-FIDに注入し、クロマトグラム上で、標準溶液で検出されたピークと同じ保持時間にピークが検出されることを確認する。また、GC-MSの場合は、このピークのスキャン検出で得られるマススペクトル上の主要ピークの強度比が標準溶液と一致することを確認する。

試薬・試液等

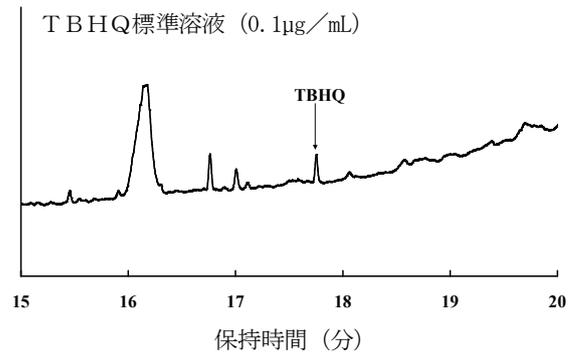
1. アセトン：[残留農薬試験用]
2. *tert*-ブチルヒドロキノン分析法の試薬・試液等を準用する。

[注]

- 1) 本法は、*tert*-ブチルヒドロキノンの確認を目的とした分析法である。
- 2) 必要があれば、メンブランフィルター (0.45 μ m、親水性ポリテトラフルオロエチレン) でろ過する。
- 3) 測定条件は例示である。その他の測定条件は各測定機器に従い、標準溶液の強度が最大となるように予め最適化を行う。
- 4) GC-MSを用いて定性確認を行う場合、食品中の夾雑成分によるマトリクス効果により確認を見誤る恐れがあるため、別途、対象試料の試験溶液に標準溶液を添加し、ピークが検出されることを確認する。
- 5) GC-FIDでは、食品中の夾雑成分の影響により確認が不明瞭となる場合がある。その場合はGC-MSにより確認を行う。
- 6) GC-MSによる分析例を注図1に、GC-FIDによる分析例を注図2に、示す。



注図1 *tert*-ブチルヒドロキノン (TBHQ) のGC-MSによるクロマトグラム (a) 及びマススペクトル (b)



注図2 *tert*-ブチルヒドロキノン (TBHQ) のGC-FIDによるクロマトグラム