

## 臭素酸カリウム

### 1 臭素酸カリウムとは

臭素酸カリウムは我が国では小麦粉処理剤として使用が認められている食品添加物です。小麦粉を原料として製造されるパンに使用される場合があります。

#### (1) 物性

別の呼称：ブロム酸カリ、ブロメート（臭素酸塩）、Potassium Bromate

分子式：KBrO<sub>3</sub>

分子量：167.02

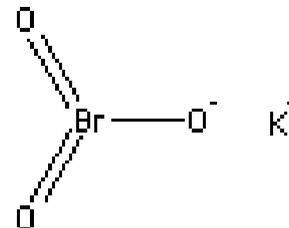
性状：無色、三方晶系結晶

溶解度：水 0℃に対して3.11g /100 g、  
100℃に対して49.75 g/100 g

融点：370 °C

比重：3.27

CAS番号：7758-01-2



#### (2) 製パンにおける臭素酸カリウムの使用

パンは、一般的に小麦粉又はこれに穀粉類を加えたものを主原料とし、パン酵母、塩などを混捏（こんねつ）した生地を発酵させた後に焼成した食品です。この発酵中の生地の物性を改良し、製パン性を向上させるために酸化剤が使われています。酸化剤は、タンパク質（主にグルテン）のチオール基（SH基）を酸化することでジスルフィド結合（S-S結合）の形成を促進する等の作用があります。この作用により、グルテンの性質を向上させ生地の伸展性を増加させてパン容積の増大をもたらす、パンの食感を改良します。このような酸化剤には、反応速度の違いにより速効型と遅効型があり、速効型にはアスコルビン酸など、遅効型には臭素酸カリウムがあります<sup>1)</sup>。

### 2 リスクに関する国際的評価

#### (1) FAO/WHO合同食品添加物専門家会議（JECFA）の評価

JECFAでは、1964年の第7回会合で臭素酸カリウムについて評価が行われ、その後、飲水投与された場合にラットにおける発がん性が示されたため、1983年、第27回JECFAで検討が行われました。入手された証拠から、小麦粉処理剤として使用された場合には臭素酸は製品の焼成中に臭化物に還元されることが示され、臭化物の毒性学の問題の検討は先送りされた一方、臭素酸は食品に残留すべきでなく、臭素酸カリウムは

最終的に臭素酸が残留しなければ使用可能とされました。このような理由により、臭素酸カリウムの小麦粉処理剤としての暫定許容量を最大で小麦粉1 kgに対して75 mgとしました<sup>2)</sup>。

1989年、第33回JECFAでは、臭素酸は最終食品に残留すべきではないことを再確認した上で、75 mg/kgの使用ではパン中に臭素酸の残留が確認されたため、小麦粉処理剤としての許容量は60 mg/kg以下にすべきであるとされました。また、臭素酸カリウムの許容量以下の使用では、臭化物は毒性学的には問題とならないとの見解が示されました<sup>3)</sup>。

1992年、第39回JECFAでは、新たな毒性学的データが評価され、経口投与による長期毒性・発がん性試験では、ラットにおいては腎細胞腫瘍、腹膜中皮腫、甲状腺ろ胞細胞腫瘍が発現し、ハムスターにおいては腎細胞腫瘍の発現率のわずかな増加が認められたとされています。これらの知見及び *in vivo* 並びに *in vitro* での変異原性試験結果に基づき、臭素酸カリウムは「遺伝毒性発がん性物質」であるとの結論となりました。また、小麦粉への60 mg/kg以下の使用であっても微量の残留が見られることが明らかになったため、臭素酸カリウムの小麦粉処理剤としての使用は適当ではないとされ、小麦粉処理剤としての使用の許容量は削除されました<sup>4)</sup>。

さらに、1995年、第44回JECFAでは、新たな毒性データはないものの、当時新たに開発された分析法により、臭素酸カリウムで処理された小麦粉で製造したパン中に残留臭素酸が検出されたとの報告がなされ、再度、小麦粉処理剤としての臭素酸カリウムの使用は適当でないと結論されました<sup>5)</sup>。

## (2) 国際癌研究機関 (IARC) の評価

IARCにおける発がん性に関する評価では、臭素酸カリウムは発がん性分類の中の「グループ2B」（ヒトに対して発がん性があるかもしれない）<sup>注</sup>に分類されています<sup>6)</sup>。

## 3 我が国における規制の状況等

### (1) 国内規制に関するこれまでの経緯

我が国では、1953年、食品衛生法に基づき、臭素酸カリウムが食品添加物（小麦粉処理剤及び魚肉ねり製品）として指定されました。

1982年、我が国において実施されたラットの発がん性試験で腎への発がん性が認め

<sup>注</sup> IARCによる発がん性分類

分類	評価
グループ1	ヒトに対して発がん性がある。
グループ2A	ヒトに対しておそらく発がん性がある。
グループ2B	ヒトに対して発がん性があるかもしれない。
グループ3	ヒトに対して発がん性があるとは分類できない。
グループ4	ヒトに対しておそらく発がん性はない。

られたことから<sup>7)</sup>、厚生省は同年、食品衛生調査会での審議を経て使用基準を改正し、パン以外への使用を禁止し、使用量を臭素酸として小麦粉 1 kg につき 0.030g 以下とし、かつ最終製品には残存してはならないとしました。1997 年には、科学技術の進歩に対応してパン中の臭素酸カリウム分析法(定量限界 10  $\mu$ g/kg)を新たに通知されました(2000 年に一部改正)。

さらに、2001 年、薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会毒性・添加物合同部会において、「残留の有無は分析法の検出限界によるところ、さらなる安全性確保の観点から、検出感度を可能な限り高めるべく、より高感度な分析法の開発を検討する。そして、そのより高感度な分析法を用いて、市販パン等における調査を実施し、残留の有無を確認する。」こととされました。

2002 年の同部会では、厚生科学研究で行われた高度分析法の開発及びパン中の臭素酸残留実態調査から、検出限界 1 ppb、定量限界 2 ppb にまで感度が向上したこと、市販パン等 135 検体で臭素酸の残留は確認できず、輸入冷凍パン生地等で臭素酸が一部微量に検出されたが、パン焼成時には完全に分解されると考えられ安全性上問題となるような結果は得られなかったと報告されました<sup>8)</sup>。以上を踏まえ、高感度に改良した新たな分析法によって監視等を行うことにより安全性を確保する上で支障はないと結論されました。

この結論に従い、厚生労働省は 2003 年 3 月に、食品中の臭素酸カリウムの分析法を改正し、都道府県に通知しました<sup>9)</sup>。改正された分析法の検出限界は 0.5  $\mu$ g/kg に引き下げられました(表 2 の③)。

表 1 残留臭素酸分析法(公定法)の推移

	公表年	分析法	分析精度
①	1982	イオンクロマトグラフィー法	定量限界 500 $\mu$ g/kg (1,000,000,000 分の 500)
②	1997	ポストカラム HPLC 法	定量限界 10 $\mu$ g/kg (1,000,000,000 分の 10)
③	2003	改良ポストカラム HPLC 法	検出限界 0.5 $\mu$ g/kg (1,000,000,000 分の 0.5)

## (2) 現行規制

食品衛生法第 10 条に基づき、食品添加物として指定され、同法第 11 条第 1 項に基づき使用基準が次のように設定されています<sup>10)</sup>。

- ・対象食品：パン（小麦粉を原料として使用するものに限る。）
- ・使用量：臭素酸として、小麦粉 1 kg につき 0.030g 以下
- ・使用制限：最終食品の完成前に分解又は除去すること。

・分析法：改良ポストカラム HPLC 法

### (3) 使用状況

国内では、一部のパン製品に臭素酸カリウムを使用したものがあります。上記の現行規制により臭素酸カリウムは最終食品には含まれていないため、食品添加物として表示する義務はありませんが、臭素酸カリウムを使用している旨を自主的に表示する取り組みが行われています。

## 4 諸外国における規制の状況等

米国においては、臭素酸カリウムは、1958年の食品添加物改正法制定以前から、パン生地調整剤及び小麦粉改良剤として使用が認められている既認可物質です。現在は、米国食品医薬品庁（FDA）が小麦粉の全粒粉に75 ppm未満、漂白粉に50 ppm未満の使用を認めています<sup>11)</sup>。FDAは、パン中の臭素酸残留量の安全レベルを20 ppb以下と評価しており、高感度分析法を開発し、この値を超えないよう残留臭素酸のモニタリングが行われています。

英国では、1990年、臭素酸カリウムが最終食品に残留しないという確証が得られないとして、パン製造時における使用が全面的に禁止されています<sup>12)</sup>。

EUでは1994年に「特定危険物質の販売・使用制限に関する理事会指令」の別表の発がん性物質のリストに臭素酸カリウムが掲載されました<sup>13)</sup>。そしてEU加盟国のほとんどは1997年までに使用を禁止しています。

南米ではメルコスール（南米南部共同市場）が1993年に統一添加物リストから臭素酸カリウムを削除し<sup>14)</sup>、加盟国は2003年までに国内での使用を禁止しています。

中国では「食品添加物使用衛生基準」で小麦粉焙焼物中の臭素酸カリウムの残留基準値は30 ppmと規定されていましたが、2005年7月1日から小麦粉処理剤として小麦粉に使用することを禁止しています<sup>15)</sup>。

## 5 参考文献等

- 1) 松本 博：製パンの科学 パンはどうしてふくれるか？，社団法人 日本パン技術研究所
- 2) World Health Organization, Evaluation of certain food additives and contaminants (Twenty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 696, 1983  
[http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_696.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_696.pdf)
- 3) World Health Organization, Evaluation of certain food additives and contaminants (Thirty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 776, 1989

- [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_776.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_776.pdf)
- 4) World Health Organization, Evaluation of certain food additives and naturally occurring toxicants (Thirty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 828, 1992  
[http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_828.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_828.pdf)
  - 5) World Health Organization, Evaluation of certain food additives and contaminants (Forty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 859, 1995  
[http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_859.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_859.pdf)
  - 6) IARC, Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 73, Some Chemicals that Cause Tumours of the Kidney or Urinary Bladder in Rodents and Some Other Substances, 1999  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol73/volume73.pdf>
  - 7) 厚生省がん研究助成金報告書, 1981
  - 8) 厚生労働省, 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会毒性・添加物合同部会 (平成 14 年 7 月 30 日) 配布資料 4
  - 9) 厚生労働省, 食品中の臭素酸カリウム分析法について (平成 15 年 3 月 4 日付け食基発第 0304001 号)  
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syokuten/index.html>
  - 10) 食品添加物使用基準  
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syokuten/index.html>
  - 11) FDA, Food Additives Status List  
<http://www.cfsan.fda.gov/~dms/opa-appa.html>
  - 12) FOOD ADDITIVES AND CONTAMINANTS, VOL11 NO. 6 633-639, 1994
  - 13) European Parliament and Council Directive 94/60/EC of 20 December 1994 amending for the 14th time Directive 76/769/EEC on the approximation of the laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations
  - 14) メルコスールの共同市場グループ(GMC)が採択した食品添加物リストから除外する決議 GMC/RES/73/93  
<http://www.panalimentos.org/panalimentos/infopanalimentos3.asp?id=1021&idfecha=%201/3/2003&i=53>
  - 15) 中国衛生部の 5 月 30 日付け公告 (衛生部公告 2005 年第 9 号)  
<http://www.moh.gov.cn/newshtml/9897.htm>

注) 上記参考文献の URL は、平成 19 年(2007 年)8 月 9 日時点で確認したものです。情報を掲載している各機関の都合により、URL が変更される場合がありますのでご注意ください。