

表 19-1 出荷報告一覧表

| | 食品添加物名 | 平成 16 年 (2004) | | 平成 19 年 (2007) | |
|----|----------------|------------------|-----|---------------------|-----|
| | | 純食品向け 出荷量 (t) | 会社数 | 純食品向 け出荷量 (t) | 会社数 |
| 1 | ピロリン酸四カリウム | 701 | 5 | 4 | 2 |
| 2 | ピロリン酸二水素二ナトリウム | 1,371 | 4 | 927 | 6 |
| 3 | ピロリン酸四ナトリウム | 2,069 | 8 | 2,463 | 9 |
| 4 | ポリリン酸カリウム | 51 | 2 | 88 | 2 |
| 5 | ポリリン酸ナトリウム | 3,462 | 8 | 3,375 | 8 |
| 6 | メタリン酸カリウム | 36 | 3 | 34 | 2 |
| 7 | メタリン酸ナトリウム | 1,220 | 5 | 1,584 | 6 |
| 8 | リン酸三カリウム | 322 | 3 | 154 | 2 |
| 9 | リン酸水素二アンモニウム | 437 | 4 | 236 | 4 |
| 10 | リン酸二水素アンモニウム | 158 | 4 | 119 | 3 |
| 11 | リン酸水素二カリウム | 868 | 5 | 563 | 3 |
| 12 | リン酸二水素カリウム | 572 | 5 | 562 | 4 |
| 13 | リン酸水素二ナトリウム | 1,581 | 13 | 1,351 | 12 |
| 14 | リン酸二水素ナトリウム | 649 | 9 | 688 | 10 |
| 15 | リン酸三ナトリウム | 978 | 8 | 748 | 9 |
| 16 | リン酸三マグネシウム | 166 | 2 | 12 | 1 |

3. 品目別考察

3-1. ピロリン酸四カリウム

純食品向け出荷報告値は 4t である。

かんすいの原料、食肉類の結着剤、膨張剤、乳化剤の用途に使用される添加物である。単独使用よりも他の縮合リン酸塩と併用されることが多く、他に食品用缶の洗浄剤の用途もある。

平成 16 年 (2004 年) に JAS 規格が改正され、ハム・ソーセージ向けの結着剤の使用が制限されたことを機会に報告値が減少したものと推測される。査定値を 4t とする。

3-2. ピロリン酸二水素二ナトリウム

純食品向け出荷報告値は 927t である。

本品は、水産加工品及び食肉製品には pH を低下させるために使用される。

マグロ、カツオ油漬にはストラバイトの防止のために、馬鈴薯加工品には黒変防止のために使用されている。また、ベーキングパウダーの成分として、重炭酸ナトリウム等と併用し持続的に炭酸ガスを発生させるために使用される。

前回、報告値の重複を考慮し 700t としたが、今回は重複はなく報告値を査定値 927t とした。前回同様、菓子類への利用が増加した。

3-3. ピロリン酸四ナトリウム

純食品向け出荷報告値は 2,463t である。

平成 13 年（2001 年）より結晶物は無水物に換算して報告されている。重合リン酸塩共通の性質の他、水溶液がアルカリ性のため解膠(カイコウ)性、乳化性がある。

使用事例によれば、食肉製品、水産練り製品、冷凍調理食品、乳製品に主たる用途がある。

業界報道紙によると年間の市場が概ね 1,000t で推移しており、前回の推定値を 1,000t としたことにより、今回の査定値を 1,000t とする。

3-4. ポリリン酸カリウム

純食品向け出荷報告値は 88t である。

縮合リン酸塩の共通の性質を有する。主として食肉製品、冷凍調理食品に使用されるが、使用量はポリリン酸ナトリウムに比べかなり少ない。食肉製品に使用される場合は、ナトリウム塩よりも乳化力は強いといわれている。

報告値に重複はなく、査定値を 88t とする。

3-5. ポリリン酸ナトリウム

純食品向け出荷報告値は 3,375t である。

加工食品全般にわたり広く使用されており、特に食肉製品、水産加工品、乳製品、中華麺への使用量は多い。他の縮合リン酸塩と製剤のかたちで使用される。

業界紙報道値 1700t がより実態に近いと思われ、1,700t と査定した。

3-6. メタリン酸カリウム

純食品向け出荷報告値は 34t である。

メタリン酸カリウムは水に殆ど溶けず、ナトリウムイオンが存在するとイオン交換し高分子としての性質としての性質を発現し粘性がでる。

主にソーセージ、蒲鉾などの練り製品に使用される。

前回の純食品向け出荷報告値は 36t であったので、変動していない。

前回、平成 16 年に JAS 規格が改正され、ハム・ソーセージ向け結着剤の使用数が制限されたことや、蒲鉾の生産量の減少を考慮し、査定値を 10t としたため、今回も査定値を 10t とした。

3-7. メタリン酸ナトリウム

純食品向け出荷報告値は 1,584t である。

本品は、他の縮合リン酸塩に比べ最も広範囲に使用されており、単独よりも配合製剤のかたちで用いられることが多い。特に乳製品、中華麺、食肉製品、水産加工品の順に使用されている。

業界紙報道値は 1,200t であること、前回の査定値が 900t であることを考慮し、査定値を 1,200t とした。

3-8. リン酸三カリウム、リン酸水素二カリウム、リン酸二水素カリウム

各純食品向け出荷報告値は、154t、563t、562tである。

リン酸三カリウムは炭酸飲料、菓子製品、ハム・ソーセージの結着剤、チーズの乳化剤、かんすい原料として、リン酸水素二カリウムは炭酸飲料、菓子製品、かんすい原料、乳化剤、タルクの脱鉄剤として、リン酸二水素カリウムはアルコール飲料、ハム・ソーセージの結着剤、膨張剤としてのスポンジ菓子製品、チーズの乳化剤、かんすい原料として使用されている。また醗酵助剤としても使用される。

純食品向け出荷報告値は、リン酸三カリウムについては前回調査の322tから減少、リン酸水素二カリウムは868tから減少、リン酸二水素カリウムは572tから微減である。

リン酸三カリウム154t、リン酸水素二カリウムは563t、リン酸二水素カリウム562tと査定する。

3-9. リン酸水素二アンモニウム、リン酸二水素アンモニウム

純食品向け出荷報告値は、リン酸水素二アンモニウムについては前回の437tから236tに減少、リン酸二水素アンモニウムについては前回の158tから119tに減少した。食品使用量は各々30t、20tと推定する。

3-10. リン酸水素二ナトリウム

純食品向け出荷報告値は、1,351tである。

結晶物は、主として分散、乳化安定剤としてコーヒー飲料や乳飲料等の飲料関係に、無水物は、主としてかんすい原料、チーズ等に使用されている。醗酵助剤として使用される量も多い。

前回の純食品向け出荷報告値は1,581tで減少したが、使用実態を考慮すると、前回と変わらず食品への使用量を600tと査定する。

3-11. リン酸二水素ナトリウム

純食品向け出荷報告値は、688tである。

結晶物は、醗酵培地用、pH調整用、洗浄用に使用され直接食品への添加例は少ない。

無水物は、即席中華麺への使用が多く、菓子製品、チーズの乳化剤として乳製品にも使用される。さらに醗酵培地用、pH調整用にも使用されている。

前回の純食品向け出荷報告値649tから微増である。加工食品への使用実態および前回の査定値300tを考慮し、300tと査定する。

3-12. リン酸三ナトリウム

純食品向け出荷報告値は、748tである。

結晶物は、ビスケット、チョコレート等の菓子製品に主として使用されている。

無水物は、蒲鉾、竹輪その他の魚肉練り製品、中華麺、チーズ等に使用されている。砂糖の精製、 α -デンプンの製造にも使用され、その他用途としては、食品用瓶、缶の洗浄等がある。

前回の純食品向け出荷報告値978tから減少している。使用実態を考慮し、使用量を300tと査定する。

3-13. リン酸三マグネシウム

純食品向け出荷報告値は、12t である。

平成 16 年に新規食品添加物として指定され、前回より調査対象品目となった。

栄養機能食品用の原料として主に使用されている。また、粉末の固結防止としての効果を有する。1 社のみでの報告値であり使用量は 12 t を査定値とする。

4. まとめ

4-1. リン酸化合物の食品使用量の対比 (表 19-2)

表 19-2 食品使用量の比較

(単位：t)

| | 食品添加物名 | 平成 16 年 (2004) | 平成 19 年 (2007) | |
|----|----------------|-------------------|-------------------|-------------|
| | | 食品使用量 (査定値) | 食品向け出荷報告値 | 食品使用量 (査定値) |
| 1 | ピロリン酸四カリウム | 150 | 4 | 4 |
| 2 | ピロリン酸二水素二ナトリウム | 700 | 927 | 927 |
| 3 | ピロリン酸四ナトリウム | 1,000 | 2,463 | 1,000 |
| 4 | ポリリン酸カリウム | 20 | 88 | 88 |
| 5 | ポリリン酸ナトリウム | 1,800 | 3,375 | 1,700 |
| 6 | メタリン酸カリウム | 10 | 34 | 10 |
| 7 | メタリン酸ナトリウム | 900 | 1,584 | 1,200 |
| 8 | リン酸三カリウム | 300 | 154 | 154 |
| 9 | リン酸水素二アンモニウム | 30 | 236 | 30 |
| 10 | リン酸二水素アンモニウム | 20 | 119 | 20 |
| 11 | リン酸水素二カリウム | 700 | 563 | 563 |
| 12 | リン酸二水素カリウム | 850 | 562 | 562 |
| 13 | リン酸水素二ナトリウム | 600 | 1,351 | 600 |
| 14 | リン酸二水素ナトリウム | 300 | 688 | 300 |
| 15 | リン酸三ナトリウム | 350 | 748 | 300 |
| 16 | リン酸三マグネシウム | 160 | 12 | 12 |
| | | 7,890 | 7,470 | |

平成 16 年と平成 19 年の使用量を比較すると、7,890t から 7,470t へと減少している。
リン酸三マグネシウムを含む正リン酸塩の減少が原因である。

4-2. 食品からの1日摂取量（平成19年度）

食品への平成19年度査定量の80%を摂取量として1日摂取量を算定し、リン摂取量として換算してJECFA ADI mg/50kg/day の許容摂取量との考察を行った。

表 19-3 1人一日摂取量

| | 食品添加物名 | 純食品向け査定量 (t) | 人摂取量 (t)x80% | 人一日摂取量 mg/日・人 | リン含有率 (%) | リン摂取量 mg/日・人 | 対 ADI (3500mg) 比率 (%) |
|----|---------------|--------------|--------------|---------------|-----------|--------------|-----------------------|
| 1 | ピロリン酸四カリウム | 4 | 3 | 0.06 | 12.8 | 0.01 | 0.0003 |
| 2 | ピロリン酸二水素ナトリウム | 927 | 742 | 15.88 | 27.9 | 4.43 | 0.1266 |
| 3 | ピロリン酸四ナトリウム | 1,000 | 800 | 17.12 | 23.3 | 3.99 | 0.114 |
| 4 | ポリリン酸カリウム | 88 | 70 | 1.5 | 26.0 | 0.39 | 0.0111 |
| 5 | ポリリン酸ナトリウム | 1,700 | 1360 | 29.1 | 26.0 | 7.57 | 0.2163 |
| 6 | メタリン酸カリウム | 10 | 8 | 0.17 | 30.0 | 0.05 | 0.0014 |
| 7 | メタリン酸ナトリウム | 1,200 | 960 | 20.54 | 30.0 | 6.16 | 0.176 |
| 8 | リン酸三カリウム | 154 | 123 | 2.63 | 11.2 | 0.29 | 0.0083 |
| 9 | リン酸水素ニアンモニウム | 30 | 24 | 0.51 | 26.9 | 0.14 | 0.004 |
| 10 | リン酸二水素アンモニウム | 20 | 16 | 0.34 | 23.5 | 0.08 | 0.0023 |
| 11 | リン酸水素ニカリウム | 563 | 450 | 9.63 | 17.8 | 1.71 | 0.0489 |
| 12 | リン酸二水素カリウム | 562 | 450 | 9.63 | 22.8 | 2.2 | 0.0629 |
| 13 | リン酸水素ナトリウム | 600 | 480 | 10.27 | 21.8 | 2.24 | 0.064 |
| 14 | リン酸二水素ナトリウム | 300 | 240 | 5.14 | 25.8 | 1.33 | 0.038 |
| 15 | リン酸三ナトリウム | 300 | 240 | 5.14 | 18.9 | 0.97 | 0.0277 |
| 16 | リン酸三マグネシウム | 12 | 10 | 0.21 | 23.6 | 0.05 | 0.0014 |
| | 合計 | 7,470 | 5,976 | 127.87 | | 31.61 | 0.90 |

人の1日の摂取量(ADI)は70mg/日・人・kgであり、体重50kgの成人で3,500mgに相当する。リン酸化合物16種類の1日摂取量31.61mgはADIの0.90%に相当する。

尚、第18章無機化合物（カルシウム剤）中のリン酸カルシウム剤、4種、第20章の無機化合物（酸アルカリ）中のリン酸、第22章ピロリン酸第2鉄の各々の査定量からリン摂取量を求め表19-4に表した。

表 19-4 他章より引用した1人1日摂取量

| | 食品添加物名 | 純食品向け査定量 (t) | 人摂取量 (t)x80% | 人一日摂取量 mg/日・人 | リン含有率 (%) | リン摂取量 mg/日・人 | 対 ADI (3500mg) 比率 (%) |
|---|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------|--------------|-----------------------|
| 1 | リン酸二水素カルシウム | 560 | 448 | 9.59 | 24.6 | 2.36 | 0.0674 |
| 2 | リン酸一水素カルシウム | 150 | 120 | 2.57 | 16.8 | 0.43 | 0.0123 |

| | | | | | | | |
|----|---------------|-------|-------|-------|------|------|--------|
| 3 | リン酸三カルシウム | 370 | 296 | 6.33 | 10.0 | 0.63 | 0.018 |
| 4 | ピロリン酸二水素カルシウム | 100 | 80 | 1.71 | 28.7 | 0.49 | 0.014 |
| 5 | ピロリン酸第二鉄 | 75 | 60 | 1.28 | 8.3 | 0.11 | 0.0031 |
| 6 | リン酸（無水換算） | 650 | 520 | 11.13 | 31.6 | 3.52 | 0.1006 |
| 合計 | | 1,905 | 1,524 | 32.61 | | 7.54 | 0.22 |

表 19-3 より求めた値 32.04mg と表 19-4 より求めた 7.54mg を加えると 39.58mg となり
 前回調査時の 39.07mg と比較すると 101.31% になりわずかに増加している。

また、体重 50kg の成人の ADI を基にその比較を求めると 1.13% に相当する。

第20章 無機化合物（酸・アルカリ）

1. 緒言

本章では、無機化合物のうち、酸およびアルカリとして使用されるものを取り上げると共に、食品の製造・加工に使用される酸とアルカリのバランスに関しても考察を加える。

酸としては、塩酸、硫酸、リン酸について検討し、アルカリとしてはアンモニア、水酸化カリウム、水酸化カルシウム、水酸化ナトリウム、炭酸カリウム、炭酸水素ナトリウム、及び炭酸ナトリウムについて検討する。

これらのうち、膨脹剤を主要用途とする炭酸水素ナトリウムは、5%水溶液の液性がpH8前後（7.5～8.4）と中性に近く、アルカリとしては極めて弱いものであるが、他の炭酸塩（炭酸カリウム及び炭酸ナトリウム）と共にアルカリとして本章で検討する。

なお、水に溶けて炭酸となり、酸性を示す二酸化炭素と、アルカリ剤の中のアンモニウム化合物は、第22章の「その他添加物」の項で取り上げる。

また、無機酸の金属塩でリン酸塩類は第19章で、その他は第22章で取り上げる。

本章で取り上げる酸は、酸味料としても使われるリン酸を除けば、食品製造の過程で製造用剤として使われるものである。一方、アルカリは、コンニャクの凝固に使われる水酸化カルシウム、膨脹剤などの目的で使用されるアンモニア及び膨脹剤の主成分である炭酸塩類を含めて多様な加工食品を製造する際に製造用剤としてさまざまに使用されるものである。

なお、水酸化カルシウムの代替として、既存添加物の生石灰（酸化カルシウム）、焼成カルシウムなどが使われることもあるが、指定添加物とは扱いを異にするため、前回同様、調査対象外となっており、ここでの検討・考察から除外する。

また、食品添加物として製造・出荷されたアルカリ剤の一部は、食品添加物である有機酸類のアルカリ塩類を製造するための原料としても使われている。このような事例には、L-グルタミン酸ナトリウムの製造に使用される水酸化ナトリウムなどがある。しかし、これらは、食品添加物のラベルで出荷されていても食品向けの使用量調査の対象外となる。

ところで、本章で取り上げる酸及びアルカリのうち、塩酸、硫酸、水酸化カリウム及び水酸化ナトリウムの4品目は、使用基準で、「最終食品の完成前に中和又は除去すること。」が定められており、多くの場合は中和処理が行われている。このような使用状況から、これらの物質が人に酸またはアルカリそのままの形で摂取されることはない。

2. 調査結果

本章で取り上げる酸及びアルカリの食品向け出荷報告量と報告会社数の平成16年及び平成19年調査での推移を、表20-1に示す。

表 20-1 酸・アルカリの純食品向け出荷量

| 食品添加物名 | 平成 16 年 (2004) | | 平成 19 年 (2007) | |
|-------------|------------------|-----|---------------------|-----|
| | 純食品向け 出荷量 (t) | 会社数 | 純食品向 け出荷量 (t) | 会社数 |
| <酸> | | | | |
| 塩酸 | 145,500 | 21 | 96,722 | 19 |
| 硫酸 | 3,400 | 3 | 2,219 | 4 |
| リン酸 (85%) | 34,000 | 6 | 15,652 | 9 |
| <アルカリ> | | | | |
| アンモニア | 26,800 | 5 | 0 | 3 |
| 水酸化カリウム | 15,900 | 6 | 10,556 | 7 |
| 水酸化カルシウム | 12,000 | 20 | 13,210 | 17 |
| 水酸化ナトリウム | 834,200 | 22 | 161,962 | 23 |
| 炭酸カリウム (無水) | 51,000 | 2 | 10,057 | 2 |
| 炭酸水素ナトリウム | 27,700 | 3 | 19,987 | 6 |
| 炭酸ナトリウム | 26,600 | 7 | 5,140 | 6 |

前回同様、今回の報告においても品目で大きな差があるが、これは多量に製造販売される無機系化学品の中で、食品添加物としての販売量を把握することの困難さが現れていると考えられる。

前回と今回の回答会社数に大きな変動はなく、概ね製造会社の把握が出来ているものと考えられる。

これらの中で、前回報告と大きく変動したものには、アンモニア、水酸化ナトリウムおよび炭酸塩類がある。いずれも回答された出荷量が減少している。

3. 品目別考察

3-1. 塩酸

塩酸は、食品の製造・加工に使用する無機酸の代表であり、デンプンの糖化による水飴（デキストリン）やブドウ糖の製造、タンパク質の分解によるペプチドやアミノ酸の製造などに使用されている。

今回は、19社のメーカーからの報告で、純食品使用向けの出荷報告は、96,722 tである。前々回の2.5倍の増加となった前回の145,500 tの66%となり、減少している。

このことから、出荷量中の純食品向けの把握が困難で、アンケートに対する報告も不正確になっているものと考えられる。

査定量は前々回が85,000 t、前回は100,000 tである。

今回の査定量は95,000 tとする。

なお、本品は、食品添加物の使用基準により、最終食品の完成前に中和あるいは除去することが義務づけられており、食品中には「塩酸」の形では存在しない。
何らかの形で残る場合は、中和生成物として塩化ナトリウム、塩化カリウムなどで食品中に混在する形になる。

3-2. 硫酸

硫酸は無機系の強酸であり、禁水性など取り扱いにさまざまな注意を要することから、大手の素材食品加工業で使用されるものが殆どと見られる。

本品の主要な用途は、過去の調査によると、植物油の精製、デンプンの糖化などに使われ、直接の使用ではないが、砂糖の製造に際して使用されるイオン交換樹脂の再生にも使われている。

純食品向けの出荷報告値は 2,219 t と減少している。

業界の統計値や、文献における推定値はないが、食添出荷量としての報告値が前回 359,000 t、今回 373,000 t と大幅に変動しているとは認められない。

純食品向けの出荷量は、前回と同様に、報告値に上乗せした 4,500 t と査定する。

本品も、最終食品では、完成前に中和あるいは除去されることにより、「硫酸」の形では存在しない。

3-3. リン酸

リン酸は、コーラ系炭酸飲料の味を特徴づける「酸味料」としての使用も大きなウエイトを占めているのが特徴となっている。

過去の調査によると、ビールでは製造用剤としての使用や、製造用剤として食用油脂製品の精製（酸洗浄など）での使用も報告されている。このように、他の無機酸が全て製造用剤として使用されることに対して、リン酸はいわゆる食品添加物としての使われ方があるという特徴がある。

本品の、純食品向け出荷報告（85%換算）が前々回と比較し、前回 34,000 t へ増加したが、今回 15,662 t と減少した。

ただし、食品添加物としての出荷量は、5.4 万 t で、前回 4 万 t より増加している。このことは、次のような統計値や文献推定値からも裏付けられる。

文献によると、食品業界での使用量は 2,000 t 強での推移し、2007 年は 2,034 t と推定されている。（食品化学新聞 2008 年 1 月 17 日号）

一方、業界の統計では、85%換算で 1,910 t となっている（日本無機薬品協会編 無機薬品の実績と見通し：平成 19 年度実績）。

なお、コーラ系飲料の製造量は、113 万 kl（2007 年度統計）であり、コーラ系飲料にはリン酸が 0.05%程度含まれていることから、コーラ系飲料でのリン酸の需要量は 565 t 程度となる。前回の製造量 112.3 万 kl（2004 年度統計）から見積もったコーラ系飲料への需要量は 1,000 t としたので、今回も同様に 1,000 t と推定する。

これらを総合的に検討し、純食品向けの出荷量を、85%もので 2,000 t、100%換算で 1,700 t と査定する。

3-4. アンモニア

アンモニアの食添出荷量は第7回35万t、第8回5.4万t、今回は2万tと報告値が減少してきている。食品向け出荷量は第7回0t、第8回2.7万t、今回は0tと報告値の変動が激しい。本品は過去に凍豆腐の膨軟化にアンモニア膨軟加工法が採用され、多量に使用されていたが、近年は炭酸水素ナトリウムなど、他のアルカリ剤が使用され、アンモニアの使用が少なくなっている。

近年は、発酵食品の窒素源として使用することが主体である。

本品の実態を把握することは困難であり、文献による推定も行なわれていないので、前回と同様の2,000tが純食品向け使用されているものと査定する。

3-5. 水酸化カリウム

水酸化カリウムは、水酸化ナトリウムの代替用にと、1991年に指定されたアルカリ剤であり、多くは製造用剤として使用されている。

純食品向けの出荷量が10,556tと、前回の報告値15,900tより減少している。

従来より本品は、報告値に食品添加物のカリウム塩の製造用など、別用途の出荷量も含まれていると考えられていることから、前回同様の1,100tと査定する。

本品は、水酸化ナトリウムと同様に使用基準で、最終食品の完成前に、中和又は除去することが定められており、最終食品に「水酸化カリウム」の形で残存することはない。

3-6. 水酸化カルシウム

水酸化カルシウムは、消石灰とも呼ばれる強アルカリ性のカルシウム剤である。

食品向けには、前回と比べ微増の13,000tの報告がなされている。

この出荷量は、前回純食品向けとして推定した数値(12,000t)と大きな変動はなく、今回の報告値は妥当と考える。

ただし従来より、次の理由で、人が摂取する水酸化カルシウムの量を大幅に削減する必要があると考えている。

本品の主要な使用目的に、コンニャクの凝固剤がある。コンニャクの製造に対して出荷量の約半量の6,500tが使用されているものと推定されており、製品のコンニャク中に使用量の1%(65t)が移行、残存すると見なしている。

この他の使用目的としては、中和剤、脱酸剤などの製造用剤として使われている。

製糖工業では、サトウキビから搾汁する際に不純物を凝集除去する工程でも使われている。

3-7. 水酸化ナトリウム

水酸化ナトリウムは、苛性ソーダの名称で良く知られているアルカリ剤である。

本品には、無水物と結晶物があり、使い勝手の良い水溶液製剤(水酸化ナトリウム液)でも流通している。かつては、無水物と結晶物が個別に食品添加物として指定されていたが、現在は1品目に統合されている。

調査では、結晶品及び水溶液は全て無水物に換算して報告することが求められている。

食添出荷量は第7回224万t、第8回184万t、今回は222万tと、報告値は概ね200万t

前後で推移している。食品向け出荷量は第7回7.6万t、第8回83万t、今回は16万tと報告値の変動が激しい。

第7回は無水物と結晶物を統合した直後の報告値であり、食品向け出荷量は換算に留意した報告と考えられ、第8回の食品向け出荷量は結晶物、水溶液等の荷姿での出荷量をそのまま報告したものと考えられた。

報告値には、食品添加物の製造用としてや、製造工程で使うイオン交換樹脂の再生など、食品の製造には直接関係しない用途向けの量も含まれているものと考えられる。

これらを考慮して、第7回、第8回は食品向けの使用量を75,000tと推定したが、今回も前回同様75,000t（食品の製造・加工時の直接使用量）と推定する。

本品は、食品の製造・加工の工程で使用された無機酸の中和に用いられる他、食用油の精製やミカン等の果皮の溶解除去などにも用いられている。

ただし、本品は、最終食品の完成前に中和又は除去することが定められており、最終食品中に「水酸化ナトリウム」の形で残存することはない。

3-8. 炭酸カリウム

炭酸カリウムは、純食品向け出荷量は、前回の5,100tから10,057tに減少している。

過去の調査で、本品の「食品での使用事例」では、「かんすい」として中華麺類に使われるものが圧倒的であり、一部が膨脹剤の成分として菓子などに使われ、水産練り製品や乳関連食品にも使用されている。

文献では、2,000t（食品化学新聞 2008年1月17日号）と推定されている。

ところで、「かんすい」の自己認証のための日本食品添加物協会の自主認定制度への届出では、「かんすい」は約6,400t（2007年実績）であるが、この自主認定制度以外の流通もあり、中華麺類（乾麺、生麺、茹で麺、皮麺）は、使用小麦粉換算では32万t程度で推移している（2007年度実績）。このため、前回同様、使用されるかんすいの量にも大きな変動はないものと考えられることから、「かんすい」の合計量は約7,500t程度であるとみられる。この「かんすい」には水溶液で流通するものも含まれており、配合される炭酸カリウムの量は、「かんすい」の約1/4の2,000t弱程度と考えられる。

前回同様、その他の目的での使用と合わせて2,500tが純食品向けに使用されているものと推定される。

ただし、人が摂食する炭酸カリウムの量としては、「かんすい」として中華麺類に使用されたものから、茹で液などに溶出する量を考慮する必要がある。

3-9. 炭酸水素ナトリウム

炭酸水素ナトリウムは、重曹という名称で膨脹剤のふくらし粉（ベーキングパウダー）の主成分として親しまれている。

過去の調査で、本品の「食品での使用事例」では、プロセスチーズ製造の際に乳化を促進する目的で多量に使われており、コーヒー飲料での使用、ビスケットを初めとする菓子類の膨脹剤としての使用も報告されている。

これらのうち、膨脹剤として使われたものは、炭酸ガスを放出して他の物質に変化して食品中では無機成分になる。

本品の純食品向け出荷報告値は、19,987 t と前回 27,700 t と比較し減少した。本品は、食品添加物「重曹」を食品以外の分野で使用する方法を一般家庭向けに宣伝されており、その出荷量も報告値に含まれていると今回も考えられる。

一方、文献では 12,000 t（食品化学新聞 2008 年 1 月 17 日号）と推定しており、この数値は実態に近いものと考えられる。

よって、純食品向け出荷量は、前回までと同様に 12,000 t と査定する。

しかし、人での摂取を考える場合は、炭酸ガスを放出して他の物質に変化する膨脹剤での使用を初めとする、食品製造・加工工程での分解も考慮する必要がある。

3-10. 炭酸ナトリウム

炭酸ナトリウムには、結晶物と無水物があり、かつては個別に食品添加物として指定されていたが、現在は炭酸ナトリウムとして一本化されている。

食添出荷量は第 7 回 8.6 万 t、第 8 回 3.7 万 t、今回は 2.2 万 t と、減少傾向にある。

食品向け出荷量は第 7 回 4,446 t、第 8 回 26,562 t、今回は 5,140 t と報告値の変動が激しい。

第 7 回は無水物と結晶物を統合した直後の報告値であり、食品向け出荷量は換算に留意した報告と考えられ、第 8 回の食品向け出荷量は無水物換算を求められていたものの、結晶物の荷姿で出荷量をそのまま報告したのと考えられた。

過去の調査で、本品の「食品での使用事例」では、「かんすい」の成分としての中華麺類での使用が主体であり、その他、コーヒー飲料や乳飲料などでの使用、プロセスチーズなどでの乳化塩としての使用（加工助剤）があり、膨脹剤としての使用は比較的少ない。

なお、「かんすい」に配合される炭酸ナトリウムは、「かんすい」の総量 8,000 t（炭酸カリウムの項参照）の 1/4 強の 2,000 t 程度と考えられる。

ところで、文献によると 11,000 t（食品化学新聞 2008 年 1 月 17 日号）と推定しており、第 7 回、第 8 回は 10,000 t を査定値としており、今回の査定値も同様に 10,000 t とする。

なお、人での摂取量の検討に際しては、「かんすい」での溶出量などを考慮する必要がある。

調査結果とともに、個々の品目に関する考察の根拠となるものとして文献等で推定された食品向け出荷量と、品目別に査定した純食品向け使用量を表 20-2 を示す。

表 20-2 無機化合物の酸・アルカリの食品添加物としての使用量

| 食品添加物名 | 前回調査の 査定量 (t) | 純食品向 け出荷量 (t) | 文献等で の推定値 (t) ^{*1} | 純食品向け 使用査定量 (t) |
|-----------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| <酸> | | | | |
| 塩酸 | 100,000 | 96,722 | | 95,000 |
| 硫酸 | 4,500 | 2,219 | | 4,500 |
| リン酸（100%） | 1,870 | 15,652 | 2,034 <1,624> ^{*2} | 1,700 |

| <アルカリ> | | | | |
|------------|--------|---------|--------|--------|
| アンモニア | 2,000 | 0 | | 2,000 |
| 水酸化カリウム | 1,100 | 10,556 | | 1,100 |
| 水酸化カルシウム | 11,000 | 13,210 | | 13,000 |
| 水酸化ナトリウム | 75,000 | 161,962 | | 75,000 |
| 炭酸カリウム（無水） | 2,500 | 10,057 | 2,000 | 2,500 |
| 炭酸水素ナトリウム | 12,000 | 19,987 | 12,000 | 12,000 |
| 炭酸ナトリウム | 10,000 | 5,140 | 11,000 | 10,000 |

※1 文献値は主として、食品化学新聞 2008 年 1 月 17 日号の数値を使用

※2 リン酸の文献等欄のくゝ内の数値は、日本無機薬品協会編「無機薬品の実績と見直し」（平成 19 年度実績）の統計

4. まとめ

前節で、純食品向け出荷量を表 20-2 の如く査定したが、その考察の段階で述べてきたように人での摂取量を推定する際には、水への溶出、分解による消亡なども考慮する必要がある。

次に、個々の食品添加物ごとに見ていくことにする。

まず、使用基準などで中和又は除去することが定められているため、そのままの形では食品中には残存しない食品添加物には、次のものがある。

酸 : 塩酸、硫酸

アルカリ : 水酸化カリウム、水酸化ナトリウム

この 4 品目を除いた、人が直接摂取する可能性のある酸及びアルカリについて検討する。

4-1. リン酸

リン酸は、コーラ系炭酸飲料に酸味料として使われるものと、製造用剤として使われるものを分けて見ていく必要がある。

コーラ系は、113 万 kl（2007 年度統計）が製造されており、この中に約 0.05% 弱のリン酸が含まれていることから 565 t 程度が使用されており、この他に使い方によっては残存することも考えられるため、総量で 650 t が食品から直接的に摂取される使用量と考える。

4-2. アンモニア

アンモニアが食品添加物として使われる食品の代表としては凍豆腐があったが、現在はアンモニアを使用する製法が極めて少なくなっている。

その他の食品に使われる場合では、製造工程で揮散するか、あるいは中和させるため、アンモニアの形で人が摂取することは、殆どないものと考えられる。

なお、アンモニウムせんべい（アンモニアせんべい）と称するせんべい類もあるが、多くは

炭酸アンモニウムなどのアンモニウム塩類を膨脹剤として使用しており、気体のアンモニアを使用することはないと考える。

4-3. 水酸化カルシウム

前節の個別考察にあるように、コンニャクに使用される水酸化カルシウム 6,500 t のうち、製品に残存する量は 1% の 65 t とみなされる。

その他の食品で使われるものの多くは、強アルカリとして中和などの目的で加工助剤として使用されるものであり、前回同様、最終食品に残存する量を 60 t 程度と推定し、両者の合計である 125 t が、食品からの摂取量となる。

4-4. 炭酸カリウム

前節で検討したように、中華麺の製造に「かんすい」として使用されたものは、茹で湯中に溶出する部分があり、この溶出した「かんすい」は摂取されない。

茹で湯への溶出量は使用量の 40% と推定されている。

食品からの摂取は、かんすいに使用される 2,000 t の 60% に相当する 1,200 t と、その他の食品向け 500 t の合計量である 1,700 t と前回同様に査定する。

4-5. 炭酸水素ナトリウム

本品は、膨脹剤としての使用が多く、この場合は分解するため食品中には残存しない。

この炭酸水素ナトリウムは、炭酸ガス（二酸化炭素）を放出して分解するが、その一部は、炭酸ナトリウムの形で食品中に残るものと見られている。

前回同様、この膨脹剤（製剤）に使用される量（全量の 40%）を除いた 7,200 t を、摂食される食品での使用量と見なす。

4-6. 炭酸ナトリウム

本品は、「かんすい」として 2,000 t 使用され、一部（40%）が茹で湯中に溶出することにより 60% の 1,200 t が中華麺中に残存する。

また、膨脹剤、乳化塩、中和剤として使われるものは、食品中では炭酸ナトリウムの形では残存しない為、その他の食品に使われて残存する炭酸ナトリウムの量は前回同様、200 t 程度と推定した。

これらから、人が摂食する形での食品における炭酸ナトリウムの量は 1,400 t と査定する。

ここまで考察してきた人が摂食する食品添加物の量を基に、人が食品添加物を食品から摂取する一日当りの量を算出する。

人口約 12,800 万人であり、食品中の食品添加物 100 t が、一日当たり一人 2.14mg 摂取することに相当する。

この摂取量を基に算出した摂取量を、表 20-3 に示す。

表 20-3 人の食品添加物からの一日当たりの酸及びアルカリの摂取量

| 食品添加物名 | 純食品向け 使用査定量 (t) | 食品中へ の残存使 用量 (t) | 食品から の摂取量 (t) | 人の摂取量 mg/日・人 |
|------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|-----------------|
| <酸> | | | | |
| 塩酸 | 95,000 | | 0 | 0 |
| 硫酸 | 4,500 | | 0 | 0 |
| リン酸（100%） | 1,700 | 650 | 520 | 11.13 |
| <アルカリ> | | | | |
| アンモニア | 2,000 | | 0 | 0 |
| 水酸化カリウム | 1,100 | | 0 | 0 |
| 水酸化カルシウム | 13,000 | 125 | 100 | 2.14 |
| 水酸化ナトリウム | 75,000 | | 0 | 0 |
| 炭酸カリウム（無水） | 2,500 | 1,700 | 1,360 | 29.10 |
| 炭酸水素ナトリウム | 12,000 | 7,200 | 5,760 | 123.26 |
| 炭酸ナトリウム | 10,000 | 1,400 | 1,120 | 23.97 |

無機系の酸及びアルカリが実際に摂取されると推定される量は、上記のとおりである。

ところで、炭酸塩類のように、食品の製造中に分解などにより揮散あるいは消亡するもの、および、食品の完成前に除去したもの以外、食品製造に際してその完成前に中和を行った酸やアルカリの場合は、硫酸ナトリウムや塩化カリウムなどのように、何らかの化学物質に形を変えて食品中に残存することになる。

従来どおり今回も、このような形を変えての残存については考慮しなかった。

今後、このような物質での残存を検討する必要性が生じた場合には、当該食品の製造工程をつぶさに点検し、水洗除去、ろ過除去その他の方法で生成物が除去されるものか否かを確認する必要がある。

この作業を行わずに生成物が食品中に残存すると仮定することは、食品中の各種成分の実態から大きく乖離する危険性がある。

5. 酸とアルカリのバランス

食品の製造・加工の工程では、使用された酸あるいはアルカリを中和して除去することも、しばしば行なわれており、今回もこの使用で取り上げられた酸とアルカリについてどの程度のバランスになっているかを簡単に検討する。

コーラ系炭酸飲料などに使われるリン酸は、食品中に酸性物質として残るものの、その食品の味を特長づける必須の酸味料として使用されるものであり、コンニャクの凝固用に使用される水酸化カルシウムは完成した食品をアルカリ性にしているが、これもコンニャクでの特有の

使用方法である。

これらに使われる酸やアルカリは、以下で検討する製造用剤として使われる酸－アルカリのバランスには関与しない。

さらに、「かんすい」の構成成分として配合される炭酸塩類は、中華麺に使われて食品中でアルカリ剤として効果を発揮し、完成した食品もある程度のアルカリ性を示すが、これは食品の特性であり、酸とアルカリのバランスを検討する対象から外れるものと考えられる。

また、単独での使用、或いは酸性成分と反応することにより炭酸ガスを発生させることを機能とする膨脹剤として使用される炭酸塩類は、その使用方法から考えて、一定の範囲内で酸－アルカリのバランスがとれているものと考えられる。

したがって、コーラ系炭酸飲料などに使用されるリン酸 650 t、コンニャク用の 6,500 t を含めた水酸化カルシウム 7,000 t、かんすい用の炭酸カリウム 2,000 t、かんすい用の 2,000 t を含めると炭酸ナトリウムでは 3,000 t が、酸－アルカリバランスには関与しないものと見なされる。このため、今回もここでの検討からは除外し、もっぱら製造用剤として加工助剂的に使用される酸とアルカリについて検討する。

ところで、塩酸は、通常、塩化水素（HCl=36.46）を 35～37%程度含む水溶液であり、酸－アルカリのバランスを検討する際には、この濃度を考慮する必要があり、1 万 t の塩酸は約 3,700 t の塩化水素を含み、酸として 10.1 万キロ（k）当量に相当する。

また、リン酸は通常 85%の濃度で流通しているが、純食品向けの使用量の推定では、100%濃度として推定しており、推定値をそのまま使用しうる。

アルカリでは、水酸化カリウムが、成分規格で含量が 85%以上であることと定められているように、通常ではアルカリ含量として 90%程度であるため、検討の際にはこの点を考慮する必要がある。

その使用量と、酸あるいはアルカリとしての当量を、表 20-4 に示す。

表 20-4 無機系の酸－アルカリバランス

| 食品添加物名 | 純食品向け 使用査定量 (t) | 酸又はアルカリ としての使用 量 (t) | 酸又はアルカリ としての当量 (万 k 当量) |
|------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <酸> | | | (合計) 108.4 |
| 塩酸 | 95,000 | 95,000 | 96.0 |
| 硫酸 | 4,500 | 4,500 | 9.2 |
| リン酸 (100%) | 1,700 | 1,050 | 3.2 |

| | | | |
|----------|--------|--------|-----------------------|
| <アルカリ> | | | (合計) 220.5 (200.1) |
| 水酸化カリウム | 1,100 | 1,100 | 1.8 |
| 水酸化カルシウム | 13,000 | 4,000 | 10.8 |
| 水酸化ナトリウム | 75,000 | 75,000 | 187.5 |
| 炭酸カリウム | 2,500 | 500 | 7.2 |
| 炭酸ナトリウム | 10,000 | 7,000 | 13.2 |

注：アルカリ合計量のうち（ ）内の数値は炭酸塩類を除いた数値

表に示したように、前回と同様に、指定添加物における酸の当量とアルカリの当量は、大きく（約2倍）アルカリ側に偏っており、製造用剤として使用されると酸とアルカリだけでは、アルカリ側にバランスがずれていることが判明した。

このバランスのずれは、水酸化ナトリウムの使用量が大きく影響しているものである。

食品の製造工程でイオン交換などによって除去されるアルカリ類があるが、この除去量は前回と同様に考慮していない。

このため、計算値が実態からずれていて、酸－アルカリのバランスは、ある程度とれているものと考えられるが、今後もイオン交換樹脂の使われ方に関する検討が求められる。

なお、食品中の酸とアルカリのバランスでは、有機酸や酸味料としてのリン酸の影響などを考慮する必要もあるが、通常の商品では弱酸性に偏っていることを考慮すると、特に取り上げて問題視する必要はないものとする。

第21章 無機化合物（ミョウバン）

1. 緒言

通常、ミョウバンと呼ばれる添加物の中には、硫酸アルミニウムアンモニウム及び硫酸アルミニウムカリウムの2種類があり、「みそ」への使用は禁止されている。

硫酸アルミニウムアンモニウムには結晶物と乾燥物があり、アンモニウムミョウバン、焼アンモニウムミョウバンともいわれる。硫酸アルミニウムカリウムには結晶物と乾燥物があり、ミョウバン、焼ミョウバンとも呼ばれている。

これらの主たる用途は、膨脹剤の酸性成分として用いられ、ケーキ、クッキー、ビスケット等の焼菓子に広く用いられている。また、漬物、特に美しい紺色を出すのに必須の添加物として利用されている。

その他魚介類加工品の品質改良剤や色調改良剤として使用されたり、野菜類の加工時の軟化を防止する目的で使われることもある。

2. 調査結果

ミョウバン類の調査結果を表21-1に示す。なお、前回の調査と同様、硫酸アルミニウムアンモニウム及び硫酸アルミニウムアンモニウム（乾燥）並びに硫酸アルミニウムカリウム及び硫酸アルミニウムカリウム（乾燥）の区別は行わなかった。

表 21-1 出荷報告値一覧表

| 食品添加物名 | 平成 16 年（2004 年） | | 平成 19 年（2007 年） | |
|----------------|------------------|-----|------------------|-----|
| | 純食品向け出荷量 (kg) | 会社数 | 純食品向け出荷量 (kg) | 会社数 |
| 硫酸アルミニウムアンモニウム | 280,000 | 2 | 135,000 | 1 |
| 硫酸アルミニウムカリウム | 2,155,380 | 3 | 1,880,000 | 3 |

3. 品目別考察

(1) 硫酸アルミニウムアンモニウム

平成 13 年度全国ミョウバン工業会が調査した推定によると、硫酸アルミニウムアンモニウム（の業種別使用比率及び使用量は以下のとおりとしている。この数値は現時点も大きく変化していないものと考えられる。

表 21-2 ミョウバン類の用途別使用割合及び使用量の推定

| 用途名 | 硫酸アルミニウムアンモニウム (%) | 硫酸アルミニウムカリウム (%) |
|----------------|--------------------|------------------|
| 膨脹剤 | 29 | 56 |
| 漬物 | 41 | 17 |
| 水産加工品 | 28 | 23 |
| その他 | 2 | 4 |
| 食品への 使用量(t) | 約 360 | 約 3,100 |

前回は、硫酸アルミニウムアンモニウムの食品への使用量は 280 t と査定した。一方、平成 19 年度の出荷報告では食品添加物としての出荷量 150 t 中、純食品向けが 135 t であった。また、

平成 19 年度日本無機薬品協会の調査結果では 136 t であった。これらの報告結果から、硫酸アルミニウムアンモニウムの食品への使用量は 135 t と査定した。なお、前回の査定と同様、硫酸アルミニウムアンモニウムの結晶物から乾燥物への換算は行わなかった。

(2) 硫酸アルミニウムカリウム

前回は、硫酸アルミニウムカリウムの食品への使用量は 2,155 t と査定した。一方、平成 19 年度の出荷報告では食品添加物としての出荷量 1,960 t 中、純食品向けが 1,880 t であった。また、平成 16 年度日本無機薬品協会の調査結果では 502 t であり、業界紙による推定需要量は約 5,000 t であった。これらの報告結果から、硫酸アルミニウムカリウムの食品への使用量は 1,880 t と査定した。なお、前回の査定と同様、硫酸アルミニウムカリウムの結晶物から乾燥物への換算は行わなかった。

4. まとめ

食品向け査定量、人摂取量、ADI 比について表 21-3 に示す。

なお、1 日摂取量を計算する際、漬物に使用されていると推定される硫酸アルミニウムアンモニウム約 56 t 及び硫酸アルミニウムカリウム約 320 t のうち、その半量が「なす」の塩漬け時に使用されると考え、これらは水洗により除去されるため加工助剤とされているので、摂取量の計算からは除外して算出した。

表 21-3 食品向け査定量、人摂取量、ADI 比

| 食品添加物名 | 純食品向け査定量 (t) | 人摂取量 (t) | 1 人 1 日摂取量 mg/人/日 | 同アルミニウム換算値 (A) | ADI mg/人/日 (B) | ADI 比 A/B% | 分析学的報告値 mg/人/日 |
|----------------|--------------|----------|-------------------|----------------|----------------|------------|---------------------|
| 硫酸アルミニウムアンモニウム | 135 | 107 | 1.8 | 0.20 | 7.1* | 2.8 | 5.23 (1998-1999) |
| 硫酸アルミニウムカリウム | 1,880 | 1,720 | 29.5 | 3.08 | 7.1* | 43 | |
| 計 | | | | 3.28 | 7.1* | 46 | |

* アルミニウムとしての PTWI (1 週間の量) からの換算値

第 2 2 章 無機化合物（二酸化ケイ素）

1. 緒言

二酸化ケイ素としては、ろ過助剤として使用されるもの（最終食品の完成前に除去しなければならない。）と、微粒二酸化ケイ素として一般食品の固結防止の目的で、食品に対し 2.0% まで使用が認められているものがある。

人が摂取する添加物という観点からとらえると、ろ過助剤である二酸化ケイ素は摂取することはないため、無視してよく、微粒二酸化ケイ素のみに注目すれば良いと考えられる。

2. 調査結果

食品衛生法施行規則別表第 1 で指定されているのは、二酸化ケイ素のみであり、微粒二酸化ケイ素はその中に含まれる。前回（平成 16 年）までの調査では、二酸化ケイ素と微粒二酸化ケイ素をそれぞれ別個の報告を求めてきたが、今回の調査では、二酸化ケイ素と微粒二酸化ケイ素の別個の報告は求めなかった。

出荷報告値を表 2 2 - 1 に示す。

表 2 2 - 1 出荷報告値一覧表

| 食品添加物名 | 平成 1 6 年（2004 年） | | 平成 1 9 年（2007 年） | |
|----------|------------------|-----|------------------|-----|
| | 純食品向け出荷量 (kg) | 会社数 | 純食品向け出荷量 (kg) | 会社数 |
| 二酸化ケイ素 | 1,383,620 | 7 | 1,603.501* | 13 |
| 微粒二酸化ケイ素 | 136,690 | 2 | — | — |
| 合計 | 1,520,310 | 9 | 1,603.501 | 13 |

※ 微粒二酸化ケイ素を含む

3. 品目別考察

（1）二酸化ケイ素

平成 16 年の純食品向け出荷量は、二酸化ケイ素で 1,384 t、微粒二酸化ケイ素との合計量で

1,520 t の報告であったが、平成 19 年は、合計量で 1,604 t と微増の出荷量となっている。今回は、純食品向け合計報告量に前回の純食品向け出荷量の比率を乗じて二酸化ケイ素の純食品向け出荷量を、1,460 t と推定した。ろ過助剤として使用される量としては過大すぎると思われるが、二酸化ケイ素は最終食品の完成前に除去しなければならないため摂取されることはないため、特段の補正は行わず査定量とした。

（2）微粒二酸化ケイ素

微粒二酸化ケイ素についても、二酸化ケイ素と同様、純食品向け合計報告量に前回の純食品向け出荷量の比率を乗じて 144 t と推定した。しかしながら、この中の大半は、医薬・化粧品等の食品外用途に使用され、食品の固結防止剤や香料の担体等に使用されるのはかな