

(4) リン酸のカルシウム塩類

リン酸類のカルシウム塩には、ピロリン酸二水素カルシウム(酸性ピロリン酸カルシウム)と3種類のリン酸カルシウム類(リン酸二水素カルシウム:第一リン酸カルシウム、リン酸一水素カルシウム:第二リン酸カルシウム、リン酸三カルシウム:第三リン酸カルシウム)がある。

これらの食品に対する使用事例では、ピロリン酸カルシウムの使用報告は少なく、事例も焼菓子類に片寄っている。これは、リン酸二水素カルシウムのビスケットでの使用と同様に、ベーキングパウダー(膨張剤)の酸性成分として使用されているものと見られる。リン酸のカルシウム類は菓子類での使用が主体で、パン類での使用と合わせて小麦粉製品での使用が大半を占めている。これらの中で、リン酸三カルシウムが、かまぼこなどの加工食品で使用されていることが特徴的である。

これらの食品に、リン酸のカルシウム塩類が単独で使用されることは少なく、何種類かの食品添加物を組合わせた製剤として使用されるものが殆どであり、食品の製造量から食品におけるそれぞれの実使用量を推定することは難しい。ただ、リン酸二水素カルシウムは、比較的水に溶け易いため使用量が多いこと、リン酸三カルシウムは食品や食品添加物の製剤の固結を防止する目的で使用されることもあることなどを念頭に考察する必要がある。

第8回目に当たる今回調査では、食品向け出荷報告は、ピロリン酸二水素カルシウムが87t。リン酸のカルシウム塩類では、リン酸二水素カルシウムが464t、リン酸一水素カルシウムが110t、リン酸三カルシウムが436tとなっている。リン酸二水素カルシウムは大きく増加、リン酸一水素カルシウムとリン酸三カルシウムはやゝ増加の状況となっている。一方、業界紙(食品化学新聞)は、強化の目的で3種(第一、第二、第三)のリン酸のカルシウム塩合計で1074tと推定している。また、日本無機薬品協会の統計では、リン酸二水素カルシウムとリン酸一水素カルシウムの合計で、食品向けの出荷実績が913t(平成16年度)と報告されている。

これらの諸状況を勘案し、ピロリン酸二水素カルシウム90t、リン酸二水素カルシウム460t、リン酸一水素カルシウム110t、リン酸三カルシウム440tと考察する。

4. まとめ

表 18-2 1人一日摂取量

食品添加物名	純食品向け使用査定量(t)	人摂取量(t)	1人一日摂取量 mg/人/日 (A)	ADI mg/Kg/日 (B)	ADI比 A/B×50 %	分析学的 報告値 mg/人/日
塩化 Ca	2500	2000	42.81	NL	-	
水酸化 Ca	120	96	2.07	NL	-	
炭酸 Ca	7000	3152	68.00	NL	-	
ピロリン酸二水素 Ca	90	64	1.38	70 ^{*1}	0.04	10.1 ^{*2}
硫酸 Ca	6500	3400	73.35	NL	-	
リン酸三 Ca	440	320	6.90	70 ^{*1}	0.20	676 ^{*3}
リン酸一水素 Ca	110	72	1.55	70 ^{*1}	0.04	676 ^{*3}
リン酸二水素 Ca	460	240	5.18	70 ^{*1}	0.15	676 ^{*3}

*¹ リンとしての ADI

*² ピロリン酸としての ADI

*³ オルトリン酸としての ADI

夫々の計算根拠を次に示す。

(1) 塩化カルシウム

塩化カルシウムは、2500tの使用と推定した。ビールでの170tの使用と豆腐類(油揚げ、凍豆腐)での使用もあるが、一般食品と同様に考えることとし、全使用量の80%を人の摂取量として計算すると、

$$2500 \times 10^9 \times 0.8 \div (12800 \times 10^4 \times 365) = 42.808 \text{ (mg/人/日)}$$

となり、人摂取量は全量で2000t、1人当り一日 約43mgとなる。

(2) 炭酸カルシウム

炭酸カルシウムは、7000tの使用と査定され、その内チューインガムに使われる600tは摂取されず、その他の食品では80%が人に摂取されるものとして計算すると、

$$6400 \times 10^9 \times 0.8 \div (12800 \times 10^4 \times 365) = 109.58 \text{ (mg/人/日)}$$

となり、人摂取量は全量で5120t、1人当り一日 約110mgとなる。

(3) 硫酸カルシウム

硫酸カルシウムは、6500tの使用推定量のうち、4500tが豆腐に使われる。豆腐用では、豆乳の凝固に際して使われた凝固剤の40~50%が流出するとされており、この点を考慮する必要がある。なお、ビールに220t使用されるが、主として水質の調整に使われ、酵母の栄養源としての使用量は小さいものと考えられるため、一般の食品と同様の摂取率とする。

したがって、豆腐用は40%が摂取され、その他の食品では80%が摂取されるものとして計算すると、 $(4500 \times 10^9 \times 0.4 + 2000 \times 10^9 \times 0.8) \div (12800 \times 10^4 \times 365) = 72.77 \text{ (mg/人/日)}$

となり、人摂取量は全量で3400t、1人当り一日 約73mgとなる。

(4) リン酸のカルシウム塩類

4種のリン酸のカルシウム塩類は、特に廃棄率を考慮すべき使用方法はないため、原則に従って食品向け使用量の80%が摂取されるものとして計算を行うと下表のような結果となる。

食品添加物名	純食品向け使用査定量 (t)	人摂取量 (t)	1人一日摂取量 mg/人/日
ピロリン酸二水素 Ca	90	72	1.38
リン酸三 Ca	440	352	7.53
リン酸一水素 Ca	110	88	1.88
リン酸二水素 Ca	460	368	7.88

以上、平成10年及び平成13年の食品使用量を比較すると、炭酸カルシウムがやや増え、リン酸塩カルシウムはやゝ減少している。

国民栄養調査の結果からは慢性的なカルシウムの不足が言われているが、使用基準のない天然添加物のカルシウム剤が大きく伸びているものと考えられる。

終わりに

無機カルシウム剤について、出荷報告値、純食品向け出荷量と純食品向け実使用量の年度対比表を表18-3に示し、無機のカルシウム剤からのカルシウム摂取量について、この章及び他章で扱った無機化合物のカルシウム剤の摂取量とそれらから算出したカルシウムとしての摂取量を表18-4に示す。

表 18-3 出荷報告値、純食品向け出荷量と純食品向け実使用量の年度対比表

食品添加物名	平成 13 年 (2001)				平成 16 年 (2004)			
	報告値	純食品 向け出荷 査定量 (t)	純食品 向け実 使用量 (t)	会社数	報告値	純食品 向け出荷 査定量 (t)	純食品 向け実 使用量 (t)	会社数
塩化 Ca	2372	2380	2380	5	2527	2500	2500	3
水酸化 Ca	11288	120	120	20	11981	120	120	20
炭酸 Ca	6786	4500	4500	15	10923	7000	7000	15
ヒ°ロリン酸二水素 Ca	78	80	80	2	87	90	90	1
硫酸 Ca	3669	6500	6500	6	4467	6500	6500	7
リン酸三 Ca	403	400	400	7	436	440	440	5
リン酸一水素 Ca	88	90	90	8	110	110	110	7
リン酸二水素 Ca	293	300	300	3	464	460	460	4

表 18-4 無機カルシウム剤摂取量とカルシウムとしての摂取量

食品添加物名	純食品向 け実使用 量 (t)	添加物		カルシウムとして	
		人摂取量 (t)	1 人一日 摂取量 mg/人/日	人摂取量 (t)	1 人一日 摂取量 mg/人/日
塩化 Ca	2500	2000	42.81	722.0	15.45
水酸化 Ca	120	96	2.05	51.9	1.11
炭酸 Ca	7000	5120	109.58	2053.1	43.94
ヒ°ロリン酸二水素 Ca	90	72	1.54	13.4	0.29
硫酸 Ca	6500	3400	72.77	791.5	16.94
リン酸三 Ca	440	352	6.85	136.5	2.92
リン酸一水素 Ca	110	88	1.88	25.9	0.55
リン酸二水素 Ca	460	368	7.88	58.5	1.25
合 計				3852.8	82.46

第19章 無機化合物（リン酸化合物）

1. 諸言

リン酸化合物は、リン酸または縮合リン酸（ピロリン酸、ポリリン酸、メタリン酸）とナトリウム、カリウム、マグネシウム、アンモニウムとの塩類であり、畜肉加工品、水産加工品、乳製品、飲料などの食品に幅広く利用されている。

リン酸化合物の効果は魚肉、畜肉製品の結着、保水の増大、酸化防止、変色防止、乳化など多岐にわたる。基本的機能としては、固有pHにおける緩衝力、キレート作用、

多価アニオンとしての作用、および各リン酸化合物を形成する固有の陽イオンの作用が挙げられる。これらの機能を生かし、使用目的に応じて、場合によっては製剤化の形で食品へ配合される。

最も多く生産されているものは、ピロリン酸四ナトリウム、ポリリン酸ナトリウム、メタリン酸ナトリウムに代表される縮合リン酸塩である。食品に利用される場合、これらも複数の縮合リン酸塩との製剤として利用されることが多く、蛋白や高分子を可溶化して、保水性、水和性を増し、水の浸透をよくすることで食品を柔軟にし、表面をなめらかにし、結着力を強めたり、伸展性をよくしたりする作用、いわゆる品質改良を期待して利用されるのが一般的である。（しかし、平成16年（2004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。）

また、油の酸化、色素の退色や変色、ビタミンCの酸化などの防止効果も有する。

リンは生物に不可欠な無機栄養物であり、体内には主にカルシウムと結合して骨や歯として存在するが、細胞構成成分として筋肉内にも存在する。そのため、リンとカルシウムのバランスからリン酸化合物の摂取量が注目されることが多い。

生産は、リン鉱石肥料メーカー及びリン酸メーカーが各種リン酸化合物を一貫生産するか、又はリン酸をリン酸塩メーカーに供給しそこで各種化合物が製造され、これを食品添加物メーカーが購入し配合製剤として販売しているのが通例である。

前回の平成13年度調査より、ピロリン酸四ナトリウム、リン酸水素二ナトリウム、リン酸二水素ナトリウム、リン酸三ナトリウムの結晶物については無水物に換算して報告されることになり、対象品目が19品目から15品目になったが、平成16年に新規食品添加物としてリン酸三マグネシウムが指定され、今回の対象品目は16品目となった。

2. 調査結果

品質改良剤としてのリン酸塩16品目（平成13年は15品目）について、純食品向け出荷報告値を表19-1に示す。

表 19-1 出荷報告一覧表

	食品添加物名	平成 13 年 (2001)		平成 16 年 (2004)	
		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	18	3	701	5
2	ピロリン酸二水素二ナトリウム	276	2	1,371	4
3	ピロリン酸四ナトリウム	530	6	2,069	8
4	ポリリン酸カリウム	45	1	51	2
5	ポリリン酸ナトリウム	3,526	6	3,462	8
6	メタリン酸カリウム	55	3	36	3
7	メタリン酸ナトリウム	1,870	6	1,220	5
8	リン酸三カリウム	116	3	322	3
9	リン酸水素二アンモニウム	236	3	437	4
10	リン酸二水素アンモニウム	132	3	158	4
11	リン酸水素二カリウム	900	6	868	5
12	リン酸二水素カリウム	504	6	572	5
13	リン酸水素二ナトリウム	1,065	10	1,581	13
14	リン酸二水素ナトリウム	401	10	649	9
15	リン酸三ナトリウム	785	10	978	8
16	リン酸三マグネシウム	—	—	166	2

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 701t 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。

報告値に企業間の重複がみられ、食品への使用実態に変化がみられないため、前回同様 150t と査定する。

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 1,371t 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。

前回の報告値 276t から 6 倍以上の増加である。今回の報告値のうち 650t 程度は数値が重複していると思われる、査定値を 700t とする。前回の査定値は 600t であるが、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 2,069t である。

前回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 800~1,000t で推移していること。前回の推定値を 900t としたこと。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により、他剤を使用せず、本品の使用量が増加したこと。

以上により査定値を 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 51t 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。

前回の出荷報告値は 45t、査定値は 20t であった。使用実態に変化が無い為、今回の使用量も 20t と査定する。

3-5. ポリリン酸ナトリウム

純食品向け出荷報告値は 3,462t 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。

前回の純食品向け出荷報告値は 3,526t であったが、業界紙報道値 1800t がより実態に近いと思われ、1,800t と査定した。今回も同様 1,800t とする。

3-6. メタリン酸カリウム

純食品向け出荷報告値は 36t 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 55t の純食品向け出荷報告値であったので減少した。

前回の査定値が 20t であったが、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、蒲鉾の生産量の減少を考慮し、査定値を 10t と査定する。

3-7. メタリン酸ナトリウム

純食品向け出荷報告値は 1,220t 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。

前回の純食品向け報告値は 1870t で、大幅に減少した。平成 16 年の JAS 規格改正が影響していると思われる。前回の査定値が 1000t であったことを考慮し、900t と査定する。

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、322t、868t、572t 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 116t から増加、リン酸水素二カリウムは 900t から微減、リン酸二水素カリウムは 504t から増加している。

リン酸三カリウム 300t、リン酸水素二カリウムは 700t、リン酸二水素カリウム 850t と査定する。業界報道紙ではリン酸カリウムとして 2,000t 程度であり、査定値の合計量がほぼ一致する。

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 236t から 437t に増加、リン酸二水素アンモニウムについては前回の 132t から 158t に増加した。

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、1,581t 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 1,065t で大幅に増加したが、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、649t 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 401t から増加している。加工食品への使用実態および前回の査定値 200t 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、978t 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。

前回の純食品用向け出荷報告値 785t から増加している。使用実態を考慮し、使用量を 350t 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、166tである。

平成16年に新規食品添加物として指定され、今回より対象品目となった。

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社のみの報告値であり使用量は160tと査定値する。

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(1)

(単位：t)

	食品添加物名	平成13年 (2001)	平成16年 (2004)	
		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	701	150
2	ピロリン酸二水素二ナトリウム	600	1,371	700
3	ピロリン酸四ナトリウム	900	2,069	1,000
4	ポリリン酸カリウム	20	51	20
5	ポリリン酸ナトリウム	1,800	3,462	1,800
6	メタリン酸カリウム	20	36	10
7	メタリン酸ナトリウム	1,000	1,220	900
8	リン酸三カリウム	160	322	300
9	リン酸水素二アンモニウム	15	437	30
10	リン酸二水素アンモニウム	15	158	20
11	リン酸水素二カリウム	750	868	700
12	リン酸二水素カリウム	840	572	850
13	リン酸水素二ナトリウム	600	1,581	600
14	リン酸二水素ナトリウム	200	649	300
15	リン酸三ナトリウム	300	978	350
16	リン酸三マグネシウム	—	166	160
		7,370		7,890

平成13年と平成16年の使用量を比較すると、7,370tから7,890tへと増加している。ピロリン酸塩の増加、正リン酸塩の増加とリン酸三マグネシウムの新期追加が原因である。

4-2. 食品からの1日摂取量（平成16年度）

食品への平成16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	150	120	2.57	12.8	0.33	0.0094
2	ピロリン酸二水素二ナトリウム	700	560	11.99	27.9	3.35	0.0957
3	ピロリン酸四ナトリウム	1,000	800	17.12	23.3	3.99	0.1140

4	ポリリン酸カリウム	20	16	0.34	26.0	0.09	0.0026
5	ポリリン酸ナトリウム	1,800	1440	30.82	26.0	8.01	0.2289
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	900	720	15.41	30.0	4.62	0.1320
8	リン酸酸三カリウム	300	240	5.14	11.2	0.58	0.0166
9	リン酸水素二アンモニウム	30	24	0.51	26.9	0.14	0.0040
10	リン酸二水素アンモニウム	20	16	0.34	23.5	0.08	0.0023
11	リン酸水素二カリウム	700	560	11.99	17.8	2.13	0.0609
12	リン酸二水素カリウム	850	680	14.55	22.8	3.32	0.0949
13	リン酸水素二ナトリウム	600	480	10.27	21.8	2.24	0.0640
14	リン酸二水素ナトリウム	300	240	5.14	25.8	1.33	0.0380
15	リン酸三ナトリウム	350	280	5.99	18.9	1.13	0.0323
16	リン酸三マグネシウム	160	128	2.74	23.6	0.65	0.0186
合計		7,890	6,312	135.09		32.04	0.92

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32.04mgは0.92%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	460	368	7.88	24.6	1.94	0.0554
2	リン酸一水素カルシウム	110	88	1.88	16.8	0.32	0.0091
3	リン酸三カルシウム	440	352	7.53	10.0	0.75	0.0214
4	ピロリン酸二水素カルシウム	90	72	1.54	28.7	0.44	0.0126
5	ピロリン酸第二鉄	40	32	0.68	8.3	0.06	0.0017
6	リン酸(無水換算)	650	520	11.13	31.6	3.52	0.1006
合計		1,790	1,432	30.64		7.03	0.20

表19-3より求めた値32.04mgと表19-4より求めた7.03mgを加えると39.07mgとなり
前回調査時の36.68mgと比較すると106.5%となりやや増加している。

また、体重50kgの成人のADIを基にその比較を求めると1.11%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する考察を加える。

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pH 8前後(7.9~8.4)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、二酸化炭素は水に溶けて炭酸となり、酸性を示すが、無機酸とはせず、第22章の「その他添加物」の項で取り上げる。さらに、アルカリ剤のうち、アンモニウム化合物も第22章で取り上げる。

ここで検討する以外の無機酸の金属塩に関しては、リン酸塩類を第19章で、その他は主に第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、指定添加物と扱いを異にしているため、今回の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。

また、前回までは、別々に指定されていた無水物と結晶品が、一本化されたため、水酸化ナトリウム及び炭酸ナトリウムは無水物換算での報告になっている。

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13年及び平成16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	平成13年		平成16年	
	純食品向け 出荷量	会社数	純食品向け 出荷量	会社数
<酸>				
塩酸	59000 t	21 ₋₁	145500 t	21
硫酸	2100 t	3	3400 t	3
リン酸(85%)	13000 t	6	34000 t	6
<アルカリ>				
アンモニア	0 t	6	26800 t	5
水酸化カリウム	1100 t	4	15900 t	6
水酸化カルシウム	11000 t	20 ₋₁	12000 t	20
水酸化ナトリウム	76000 t	22 ₋₁		
同(結晶)	(上に統合)			
合計(無水物換算)	76000 t		834200 t	22
炭酸カリウム(無水)	3500 t	2	5100 t	2
炭酸水素ナトリウム	17000 t	3	27700 t	3
炭酸ナトリウム(結晶)	(下に統合)			
同(無水)	4400 t	8 ₋₁		
合計(無水物換算)	4400 t		26600 t	7

注) 会社数欄に-1、-2などあるものは、報告はあったが食品添加物出荷量及び純食品向け出荷量のいずれも0と報告した会社の数

この報告では、前回と今回で多くの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、食品添加物として販売されるものは量的にはわずかであり、販売量を把握することの困難さが現れているものと考えられる。

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、塩酸、アンモニア、水酸化カリウム、水酸化ナトリウムおよび炭酸ナトリウムがある。

それ以外の品目もいずれも回答された出荷量が増加している。

3. 品目別考察

(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、20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145500tと、前々回より37%の増加となっていた前回の59000tを大幅(2.5倍弱)に上回っているが、食品添加物としての出荷量報告も62万tと前回の86万tの72%に減少している。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。

一方、業界の統計によると食品向けは、2005年度では、35%換算で114000tと増加が認められる(ソーダと塩素 2006年5・6号)。なお、この業界統計には、食品に直接使用するものと食品業界向けに出荷された量を含むものと考えられる。

これらを勘案し、純食品向けの出荷量は、前回は上回る100000tに達したものと査定する。

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。

(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、かつて調査された「食品での使用事例」などを参考にすると、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3400tと増加している。

ところで、大手硫酸メーカーの報告には、食品添加物として出荷しているが、食品向けは0と報告してきた企業では、食品添加物としての出荷量は35万tと報告している。この一部は食品の製造に使用されているものと推定される。

業界の統計値や、文献における推定値はないが、使用対象食品の製造が大幅に減少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4500t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) 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ェイトを占めているのが特徴となっている。かつての「食品での使用事例」では、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)が前回13000tへと大幅に増加していたが、今回は34000tと、さらに増加している。ただし、食品添加物としての出荷量は、4万t強で、前回4.4万tと大きな変動はない。この3年間に主要用途である飲料を含めた食品向け使用量が大幅に変動したことは考えられず、食品添加物になる各種のリン酸塩類の原料用のリン酸も含めた量が報告されたことも考えられ、報告者の認識に実態とずれがあったものと認められる。

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、2004年度は2419tとされているが、その他の年は2000t強での推移(食品化学新聞 1999年1月14日号, 2002年1月17日号, 2005年1月13日号および2008年1月17日号)が推定されている。

一方、業界の統計では、85%換算で2651t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16年度実績)。

なお、コーラ系飲料の製造量は、112.3万kl(2004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561.5t程度、多く見積もった場合でも1000t程度と考えられる。

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2200t、100%換算で1870tと査定する。

(4) アンモニア

アンモニアの食品向け出荷報告値が減少してきたが、前回は報告量が0になっていたが、今回は2.7万t弱と大幅に増加している。

本品は、かつては凍豆腐(しみ豆腐・高野豆腐)の膨軟化に、アンモニア膨軟加工法が採用されていて多量に使用された実績があるが、近年は公害対策も含め、炭酸水素ナトリウムなどのアルカリ剤による膨軟化法が開発され、アンモニアによる膨軟化は極端に少なくなっている。

このため、現在は、一部が膨脹剤として使用される以外は、発酵食品の窒素源などに使われるものが主体をなしているものと見られる。

このため、実態を把握することは困難であり、文献による推定も行われていないが、食品添加物としての出荷量報告(5.4万t)も参考にして、前回と同様の2000tが純食品向けに使用されているものと査定する。

(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、前回の報告値の1.4倍の15600tに増加している。実態として本品を多量に使用する食品が開発されたという情報はないことから、食品添加物のカリウム塩の製造用など、別用途の出荷量も誤積算されたものと考えられる。

このことから、前回と同様の1100tが妥当と査定する。

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。

(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、前回に比べて微増の12000tの報告がなされているが、この出荷量は、前回純食品向けとして推定した数値(11000t)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、次のような理由により、人が摂食する時の水酸化カルシウムの量は大幅に削減する必要がある。

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6000tが使用されているものと推定されており、製品のコンニャクでは使用量の1%(60t)が移行・残存するものと見なされている。

この他の使用目的としては、水あめの製造、糖蜜の調製、砂糖の精製などで、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。

(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。前回は、1品目に統合された直後であり、報告者もこの点に留意していたものと考えられ、その報告値は76000tと、前々回の無水物換算44000tに比べて約70%の増加にすぎなかったが、今回は83万tと、10倍を超える報告となっている。これは、無水物換算を求められていたものの、結晶物、水溶液等の荷姿での出荷量をそのまま報告してきたことも考えられる。さらに、水酸化カリウムの場合と同様に、ナトリウム塩である食品添加物の製造用の出荷量も誤積算していることも考えられる。

なお、食品添加物としての出荷量合計は、180万t強で、前回の220万t強より減少している。この数値には工業向けを含めた食品添加物規格に合格する無機化学薬品としての水酸化ナトリウムが含まれているものと認められる。

一方、業界の統計によると食品業界向けに14.5万t(ソーダと塩素 2006年5・6号)となっている。この業界統計には、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、前回の75000tから微増した80000tが純食品向けの使用量(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。

(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3500tから5100tに増加している。

かつて調査された本品の「食品での使用事例」では、「かんすい」として中華めん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、2000t(食品化学新聞 1999年1月14日号, 2002年1月17日号および2005年1月13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6600t(2004年実績)であるが、この自主認定制度以外の流通もあり、中華めん類(乾めん、生めん、ゆで麺、皮類)は、使用小麦粉換算では35万t程度で推移している。このため、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8000t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2000t程度と考えられる。その

他の目的での使用と合わせて2500 t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」として中華めん類に使用されたものから、ゆで液などに溶出する量を考慮する必要がある。

(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。

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、27700 tと前回大幅に増加した17000 tをさらに上回っている。本品は、食品添加物「重曹」使用する家庭内での食品以外の分野での使い方が喧伝されており、その出荷量も報告量に含まれているものと考えられる。

一方、文献では12000 t(食品化学新聞 1999年1月14日号, 2002年1月17日号および2005年1月13日)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。

今回の報告には、上記のように、食品以外の目的での出荷が含まれているものと考えられることから、純食品向けの出荷量は、前回までと同様に12000 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。

(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1本化されている。前は、1品目に統合された直後であり、報告者もこの点に留意していたものと考えられ、その報告値は4400 tになっていたが、今回は26600 tと約6倍に増加している。この増加には、無水物換算を求められていたものの、結晶物の荷姿での出荷量をそのまま報告してきたことも考えられる。さらに、ナトリウム塩である食品添加物の製造用の出荷量も誤積算していることも考えられる。なお、食品添加物グレードでの出荷は3.7万 t弱であり、に達しており、メーカーでは使用の実態を把握し切れていないものと認められる。

かつての本品の「食品での使用事例」では、「かんすい」の成分としての中華めん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8000 t(炭酸カリウムの項参照)の1/4強の2000 t程度と考えられる。

ところで、文献によると11000 t(食品化学新聞 1999年1月14日号, 2002年1月17日号および2005年1月13日)と推定している。また、業界の統計では、ソーダ灰(炭酸ナトリウム(無水物))の食品向けの出荷量を、4600 t強としている(2005年度:ソーダと塩素 2006年5・6号)。

これらを考慮して、食品向けに10000 tが使用されているものと推定する。

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業界発表や文献で推定された食品向け出荷量をまとめて<表 20-2>に示す。

また、ここまでの各品目毎に考察したように、出荷量の報告および文献による推定値を基に、個々の品目別に査定した純食品向け使用量も合わせて示す。

<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	前回調査の 査定量	純食品向け 出荷量	文献等での 推定値*1	純食品向け 使用査定量
塩酸	85000 t	145500 t	<100000t>*2	100000 t
硫酸	4500 t	3400 t		4500 t
リン酸(100%)	1700 t	34000 t	2419 t <2651t>	1870 t
アンモニア	2000 t	26800 t		2000 t
水酸化カリウム	1100 t	15900 t		1100 t
水酸化カルシウム	11000 t	12000 t		11000 t
水酸化ナトリウム*3	75000 t	834200 t	<145000t>	75000 t
炭酸カリウム	2500 t	5100 t	2000 t	2500 t
炭酸水素ナトリウム	12000 t	27700 t	12000 t	12000 t
炭酸ナトリウム*3	10000 t	26600 t	11000 t <4600t>	10000 t

<注> *1 文献値は主として、食品化学新聞2005年1月13日号の数値を使用

*2 文献値等欄の< >内の数値は、業界統計による食品産業向け出荷量

リン酸は無機薬品工業会(2004年度)、その他は日本ソーダ工業会(2005年度)の統計

*3 水酸化ナトリウム、炭酸ナトリウムの推定量は、前回、今回とも無水物換算

4. 食品向け使用量と人の摂取量

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、人が直接摂食する可能性のある酸及びアルカリについて検討する。

(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、112.3万k l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561.5t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650tが食品から直接的に摂取される使用量と考える。

(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、あるいは中和されるため、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られる。

(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6000tのうち、製品に残存する量は1%の60tと見なされる。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、最終食品に残存する量も60t程度と推定される。両者の合計である120tが、食品からの摂取量となる。

(4) 炭酸カリウム

前節で検討したように、中華めんの製造に「かんすい」として使用されたものは、ゆ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。ゆ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2000tの60%に相当する1200tと、その他の食品向け500tの合計量である1700tと査定する。

(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。

この膨脹剤(製剤)に使用される量(全量の40%)を除いた7200tを、摂食される食品での使用量と見なす。

(6) 炭酸ナトリウム

本品は、「かんすい」として3000t使用され、一部(40%)がゆで湯中に溶出することにより60%の1800tが中華めんに残存する。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。このため、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200t程度と認められる。

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2000tと査定する。

ここまで考察してきたヒトが摂食する食品添加物の量を基に、ヒトが食品添加物を食品から摂取する1日当たりの量を算出する。

人口約12800万人(2004年12768万人)であり、食品中の食品添加物100tが、1日当たり1人2.14mg(前回時の人口12700万人では、2.16mg)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1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	食品中への 残存使用量	食品からの 摂取量	人の摂取量
	t	t	t	mg/日・1人
塩酸	100000		0	0
硫酸	4500		0	0
リン酸	1870	650	520	11.23
アンモニア	2000		0	0
水酸化カリウム	1100		0	0
水酸化カルシウム	11000	120	96	2.05
水酸化ナトリウム	75000		0	0
炭酸カリウム	2500	1700	1360	29.10
炭酸水素ナトリウム	12000	7200	5760	123.26
炭酸ナトリウム	10000	2000	1600	34.24

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では、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。今回は、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。

したがって、このような検討が困難な場合は、形を変えての残存を考慮することは、かえって混乱をきたすことが想起され、これまでと同様にそのままの形で摂取される量だけを検討することが好ましいと考えられる。

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われている。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、その食品の味を特徴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、中華めん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、こんにゃく用の6000 tを含めた水酸化カルシウム7000 t、かんすい用の炭酸カリウム2000 t、かんすい用の2000 tを含めると炭酸ナトリウムでは3000 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、ここでの検討からは除外し、専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る。1万tの塩酸は約3700 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	純食品向け 使用査定量	酸又はアルカリ としての使用量	酸又はアルカリ としての当量
	t	t	万k当量
〈酸〉			(合計) 113.9
塩酸	100000	100000	101.0
硫酸	4500	4500	9.2
リン酸	1870	1220	3.7
〈アルカリ〉			(合計) 220.5 (200.1)
水酸化カリウム	1100	1100	1.8
水酸化カルシウム	11000	4000	10.8
水酸化ナトリウム	75000	75000	187.5
炭酸カリウム	2500	500	7.2
炭酸ナトリウム	10000	7000	13.2

〈注〉 アルカリの合計当量のうち () 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いる。

この結果では、製造用剤として使用される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り、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。

今後、イオン交換樹脂の使い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。