

第17章 有機酸類（酸味料、調味料等）

1. 緒言

この章では、有機酸類およびその塩類ともっぱら製造用剤として使われるシュウ酸を扱う。

有機酸では、多くの場合、食品に酸味を付与する目的、あるいは、食品の酸度を調整する目的で使用されており、このような場合は、一括名で「酸味料」と表示することが認められている。また、食品を適切なpHに調整する目的で使用する場合もあり、この場合は、「pH調整剤」という一括名での表示が認められている。これらの一括名での表示が認められているものには、クエン酸、乳酸、リンゴ酸等の有機酸類とそのナトリウム塩類、無機の二酸化炭素とリン酸がある。

一方、クエン酸、乳酸、リンゴ酸等の有機酸類のナトリウム塩類などは、調味の目的で使用される場合もあり、その場合、「調味料（有機酸）」という一括名の使用が認められている。ただし、クエン酸のカリウム塩は、いずれの目的で使用された場合にも、物質名で表示される。

また、これらの有機酸類は、多く場合、使用基準は設けられておらず、幅広く使用されている。ただし、カルシウム塩、鉄塩、亜鉛塩及び銅塩等の栄養成分の補填・強化の目的に使用される塩類には、使用基準が設定されている。

なお、指定添加物の有機酸類としては、ここで取上げるもの以外にも、安息香酸、ソルビン酸、プロピオン酸等の酸類とその塩類及びデヒドロ酢酸ナトリウムが食品の保存の目的で使用され、着香目的で使用されるプロピオン酸、酪酸等もあるが、これらは保存料又は香料などの項で検討する。

2. 調査結果

平成16年及び平成19年の有機酸類の出荷報告値を<表 17-1>に、有機酸類の塩類の食品添加物用生産・出荷調査の報告値を<表17-2>にまとめて示す。

<表 17-1> 有機酸類の純食品向け出荷報告値

食品添加物	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
アジピン酸	240	2	310	2
クエン酸（無水物換算）	36,000	19	16,300	18
グルコノデルタラクトン	2,500	6	1,630	5
グルコン酸(50%液)	340	1	450	1
グルコン酸(100%)換算合計量	2,920		2,020	
コハク酸	1,700	5	1,700	4
シュウ酸	230	3	307	2
L-(d)-酒石酸	1,700	8	1,460	9
DL-(dl)-酒石酸	なし	0	0.46	1
乳酸(100%)	7,030	10	4,720	11
氷酢酸(酢酸を含む)	1,200	5	684	4
フマル酸	2,400	5	1,070	3
DL-(dl)-リンゴ酸	4,200	6	7,510	6

<注> 氷酢酸には、酢酸からの換算量を含む

<表17-2> 有機酸塩類の純食品向け出荷報告値

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
クエン酸一カリウム	0	1	0.1	1
クエン酸三カリウム	250	6	335	4
クエン酸カルシウム	44	2	90	3
クエン酸三ナトリウム	11,500	14	8,600	14
クエン酸第一鉄ナトリウム	38	2	43	2
クエン酸鉄	4.5	1	3.7	1
クエン酸鉄アンモニウム	6.7	1	5.0	1
グリセロリン酸カルシウム	1.0	1	7.3	1
グルコン酸カリウム	なし	0	0.1	1
グルコン酸カルシウム	96	3	48	1
グルコン酸ナトリウム	330	3 ₁	300	1
グルコン酸第一鉄	0	1	0	1
グルコン酸亜鉛	94	1	17	2
グルコン酸銅	2	1	2.2	1
コハク酸一ナトリウム	67	2	35	1
コハク酸二ナトリウム	1,700	5	2,000	4
酢酸ナトリウム(無水物換算)	6,800	8	6,220	10
L-(d)-酒石酸水素カリウム	306	7	347	4
DL-酒石酸水素カリウム	なし	0	なし	0
L-(d)-酒石酸ナトリウム	175	3	348	3
DL-酒石酸ナトリウム	なし	0	なし	0
乳酸カルシウム(無水物換算)	2,800	9	2,920	8
乳酸ナトリウム(60%)	2,300	7	2,610	10
乳酸鉄	0.4	1	0.3	1
フマル酸一ナトリウム	410	4	783	4
DL-リンゴ酸ナトリウム	925	3	494	3

3. 品目別考察

各品目別の検討にあたっては、近年の食品添加物の出荷・流通量を推定した文献値を参考とする。この章において検討する品目の推定値を<表17-3>に示す。

<表17-3> 文献における食品関連需要推定量 (単位：トン)

食品添加物	文献A* 2001年推計	文献B* 2004年推計	文献C* 2007年推計	文献D* 2009年推計
アジピン酸	200	200	350	350
クエン酸	19,000	21,500	21,000	21,000
クエン酸塩類	3,000	3,500	4,000	3,800
グルコノデルタラクトン	2,100	2,000	1,600	1,600
グルコン酸 (50%液として)	300	300	300	300
グルコン酸カルシウム	500	400	300	300
グルコン酸塩		800	800	600
コハク酸	500	400	400	400
コハク酸塩類 (Na)	1,500	1,500	1,500	1,500
酒石酸	800	800	800	800
酒石酸塩類	400	400	500	500
乳酸 (50%液として)	12,000	12,000	11,500	11,500
乳酸塩類	5,000	5,000	4,500	4,400
乳酸カルシウム	2,800	2,500	2,100	2,200
フマル酸	1,800	1,800	1,800	1,800
フマル酸塩類 (Na)	500	500	500	500
リンゴ酸	3,300	3,300	3,300	2,800
リンゴ酸塩類 (Na)	2,000	2,000	1,800	2,200

<注> 文献* A: 食品化学新聞 2002年1月17日号 B: 食品化学新聞 2005年1月13日号
C: 食品化学新聞 2008年1月17日号 D: 食品化学新聞 2010年1月14日号

(1) アジピン酸

アジピン酸は、化学繊維ナイロンの原料として製造されており、この中の一部が食品添加物規格品として、食品用に販売されている。本品は、かつて品名の表示が必要であったため、日持ち向上剤として対面販売方式の食品での使用が主であったが、一括名「酸味料」での表示も可能となり、使用量が増加してきたが、本品の食品への使用事例については、本格的な調査は行われていない。

本品の食品向けの使用量は、文献によると調査時期の需要は350 t (食品化学新聞 2008年1月17日号) と見積もられている。

本品の純食品向けの出荷報告値では310 t に増加している。現在国内で本品を食品添加物として販売しているメーカーからの報告であることを考慮すると、この報告の信頼性は高く、純食品向け使用量は出荷報告のとおり310 t を妥当とする。

(2) クエン酸とその塩類

クエン酸は、柑橘類を中心に食品中に広く常在する成分でもあり、さわやかな酸味を有する食品添加物として、好まれて使用されている。また、ナトリウム塩を初めとする各種の塩類も使用されている。クエン酸には、無水物と結晶品があるが、無水物に換算した総含量での調査となっている。

今回の純食品向けの出荷報告値は、16,300 tと前回の半分以下の大幅な減少になっている。これは、前回輸入企業から1万 tを超える報告があったものが今回激減したことや、前回大手清涼飲料メーカーからの輸入原液に配合されているクエン酸量が報告されたが、今回は行われなかったことが大きな要因となっている。なお、クエン酸は電気ポットのスケール除去洗浄などにも、食品添加物品が使われている。

一方、文献によると、需要量は2.1万 t（食品化学新聞 2008年1月17日号）と推定されている。

純食品向け出荷量を、今回は無水物換算で25,000 tとしていたが、今回は、少なくとも輸入原液に配合されている量は報告漏れがあると判断して、22,000 tと査定する。

クエン酸三ナトリウムは、清涼飲料類及びチーズ等の乳製品を初めとして幅広く使われている。なお、クエン酸の塩類のチーズでの使用目的は、ナチュラルチーズを原料としてプロセスチーズ、チーズフードなどのプロセスチーズ類を製造する際に、乳化用の塩類（乳化塩）としての使用するものであり、このような場合には、物質名または一括名で「乳化剤」と表示することになる。

今回の調査では、8,600tであり、前回大きく増加した11,500tから前々回報告（6,700t）に近い報告量となった。今回の報告では、前回多量の輸入を行っていた会社の実績なしとなり、前回輸入原料に配合されている量として相当量の報告があった大手飲料メーカーからも実績なしの報告になっている分、大きく合計量に影響している。

ところで、文献では、主体がクエン酸三ナトリウムであるものと考えられる塩類の合計で、調査時点では4,000t（食品化学新聞 2008年1月17日号）と推定されている。一方、輸入されたクエン酸誘導体類は、カルシウム塩を除いて10,000tに達している。

このように、文献における推定は、メーカーからの報告よりかなり少なめであるが、純食品用向けの使用量は、前回より極端に減っているとも考えにくく、調査報告値に近い9,000tと査定する。

クエン酸のカリウム塩では、一カリウム塩は前回ゼロが、今回は0.1tとなっている。一方、三カリウム塩は前回の250tから335tへと増加している。カリウム塩の中で、需要が三カリウムに偏る傾向が出てきたものと考えられる。ナトリウム塩と比べたとき、メーカーも限定されており、国内での純食品向けの使用量は報告のとおり、0.1tと340tが妥当と考える。

クエン酸カルシウムは、主としてカルシウム強化の目的で使用されるものであるが、国内の主力メーカーから90tの報告がある。これは、前回に比べ倍増している。国内のカルシウム強化ブームが一段落しているものの、健康志向食品での底堅い需要があるものと考えられることを考慮すると、純食品向け使用量は前回より多くなり90tに達したものと査定する。

その他、クエン酸の鉄塩類は、鉄の強化を目的とするも特殊な用途であり、メーカーも限られていることから、食品添加物としての生産・出荷量は比較的信頼性が高いものと考えられる。

クエン酸第一鉄ナトリウムは、前回報告が38トンで、査定量を45tとしていた。今回は報告が43トンであり、査定量は前回同様45トンとしたい。その他は、報告量を念頭に、クエン酸鉄4t、クエン酸鉄アンモニウムは5tと査定する。

(3) グリセロリン酸カルシウム

グリセロリン酸カルシウムは、栄養強化の目的だけに使用されるカルシウム塩であり、従来、食品向けにはほとんど使用されていなかったが、近年のミネラル摂取ブームで、本品も見直され、使用されるようになってきている。

本品は、国内メーカーは1社だけであり、流通段階では扱い会社が数社ある。今回は国内メーカーから51tの食品添加物グレードの製造、そのうち純食品向け7.3tと報告されている。使用される最終食品の成否によって大きく販売量に変化することを考慮すれば、国内の純食品向けの使用量は大きく変動すると思われる、今回は報告どおり7tを査定量としたい。なお、純食品向け以外の食品添加物グレード品の主な用途は家庭用の浄水器での使用であると言われている。

(4) グルコノデルタラクトンとグルコン酸およびその塩類

グルコノデルタラクトン(GDL)は、グルコン酸の分子内環状エステル(ラクトン)であり、解離することによって酸(グルコン酸)を生成するという特徴があるために、独特な用途を持つ有機酸系食品添加物である。加工食品等に使用した場合の表示には、それぞれの使用目的に応じて、一般的な「酸味料」、「pH調整剤」及び酸成分としての「膨脹剤」という一括名の他に、特別な用途である「豆腐用凝固剤」が認められている。

しかし、豆腐には塩化マグネシウムなど他の塩系の凝固剤が主体として使われており、さらにいわゆる「にがり」ブームがあり、本品の豆腐用の凝固剤のシェアは減少傾向にあると思われる。

ところで、今回の出荷報告は、国内メーカー(海外工場製造)および輸入ディーラーから合わせて1,630tと報告されている。ディーラー系の輸入品の多くは、グルコン酸カルシウムなどの原料として使われているものと見られる。

一方、文献では食品向けに2,000tから1,600t(食品化学新聞 2005年1月13日号および2008年1月17日号)と推定している。これらを総合的にみて、グルコノデルタラクトン(GDL)の純食品向け使用量は、前回までと同様に2,000tと査定する。

また、グルコン酸は、GDLが加水によって解離した酸型の水溶液で、他の有機酸と比べると酸度の弱い酸である。グルコン酸は、食品添加物としての規格は50%の「グルコン酸液」として規定されている。本品は、1社のみが製造販売しているものであり、輸入品はなく、出荷量の450t(グルコン酸100%としては225t)は、正しいと考えうる。

グルコン酸の塩類では、使用目的が栄養強化の目的だけに限られているグルコン酸カルシウムは前回96tと大幅に減少した傾向が続き、今回は48tにまで減少している。一方、文献では、グルコン酸カルシウムを500t(食品化学新聞 2002年1月17日号)から減少を続け、400t(同紙 2005年1月13日号)を経て当該年度では300t(同紙 2008年1月17日号)と推定している。これらから、本品の需要は減少傾向にあるものと見られる。したがって、純食品向けのグルコン酸カルシウムの使用量は300tにまで減少したものと査定する。

グルコン酸のカリウム塩とナトリウム塩は、今回、カリウム塩0.1t、ナトリウム塩300tで、前回(カリウム塩のゼロ、ナトリウム塩の330t)と比較しても妥当なものと考えられる。

グルコン酸亜鉛とグルコン酸銅は、微量金属を強化する目的で使用される特殊なものであり、メ

一カ一は限られており、製造・販売量も多いものではない。グルコン酸亜鉛は前々回まで増加傾向が認められ、前回は94tとなっていた。今回は17tと報告されている。一方、グルコン酸銅は、前回2tで、今回も2.2tであった。食品添加物グレードの出荷量が亜鉛塩で111t、銅塩で16tあること、粉ミルク等での配合量では、銅塩が亜鉛塩の10%程度の配合量であることを考慮し、純食品向けでは、前回同様グルコン酸亜鉛20t、グルコン酸銅2tと査定する。

グルコン酸第一鉄は1.3tの食品添加物グレード出荷ではあるが、純食品向けはゼロと報告されている。これらの数値は、実態を表しているものと考えられる。なお、グルコン酸第一鉄は黒色オリブの色止めにつかわれていることから輸入食品では使われている場合がある。

(5) コハク酸とその塩類

コハク酸は、呈味作用を持つ食品添加物として、ナトリウム塩類は特に、「酸味料」以外に「調味料」としても使用されており、中でも清酒に‘コク’を与える成分として重用されている特殊な有機酸である。また、工業生産量の大半は、発泡性浴用剤の酸成分として食品用以外の用途で使われて脚光を浴びたが、近年は代替品の開発もあり、減少していると言われている。

コハク酸のナトリウム塩には、コハク酸一ナトリウムとコハク酸二ナトリウムがあり、主として食品に対する旨味の付与を目的として調味料として使われている。この使い方の場合は、一括名で「調味料（有機酸）」と表示することができる。また、コハク酸及び他の酸味料と併用して酸味・酸度の調整やpHの調整に使用されることもあり、この場合は使用目的に応じて「酸味料」または「pH調整剤」と一括表示することができる。

ところで、食品向けの出荷量1,700tの報告は前回と同じである。一方、文献では400t（食品化学新聞 2005年1月13日号、2008年1月17日号）と減少傾向で推定している。このように食品向けの出荷量の傾向と市場の傾向が大きくずれていることは、報告者が出荷先の使用目的を把握しきれていないためとも考えられる。これら勘案して純食品向けに使用される量は、前回と同様の700tと査定する。

コハク酸の塩類としては、コハク酸一ナトリウムとコハク酸二ナトリウムがあり、コハク酸二ナトリウムには無水物と結晶品が流通している。一ナトリウム塩が、風味調味料主体に使用され、二ナトリウム塩が、蒲鉾を主とする水産加工品や漬け物等で使われている。

文献では、ナトリウム塩の合算として1,500t（食品化学新聞 2008年1月）と推定されている。

一方、今回の出荷量調査では、一ナトリウム塩は減少して35t、二ナトリウム塩は増加して2,000t（無水物換算）と報告されている。これらの報告値は、文献の推定よりやや多いものとなっている。前回は国内のメーカーからの漏れなく報告されていたが、今回は報告漏れも懸念されている。需要に大きな変化はないものと考え、査定量は前回並みの一ナトリウム塩が60t、二ナトリウム塩が1,700tとしたい。

(6) 酢酸（氷酢酸）とその塩類

酢酸は、最も良く知られた「酸味料」であり、酢酸醗酵による食酢（醸造酢）中に主成分として存在している。食品添加物の指定に当たっての名称は、「氷酢酸」である。食品添加物における「酢酸」はこの氷酢酸の30%水溶液を意味しているが、ここでは、慣用的な呼称である酢酸を用いる。

酢酸の塩類としては、酢酸ナトリウムが食品添加物として指定されており、これには、結晶品と無水物が流通している。今回の調査は、無水物換算で行われている。

この酢酸類は、「酸味料」、「pH調整剤」以外に、短期間の保存性の向上を目途とする製剤「日持向上剤」の構成成分として酢酸の単独あるいは酢酸ナトリウムとの併用、さらにはエタノール等との併用で使用されることも多い。

ところで、純食品向けの出荷量では、出荷時の氷酢酸と酢酸の比率は不明であるが、氷酢酸に換算して684tになっている。これは、前回の1,200tから大幅に減少している。酢酸は、大手化学メーカーで化学工業製品として大規模に製造されており、食品添加物用には、大口ユーザーを除けば、この(氷)酢酸が、2次メーカーで小分けされて販売ルートに乗るのが一般的である。このため、大手企業では、本来の使用目的が把握できないことが、報告者により、大きく変動する原因になっているものと考えられる。これらの酢酸類の用途としては、酢酸を使用する合成酢を主体とする業務用の食酢が最大のものと考えられるが、この用途への出荷分が落ちていることも考えられる。

過去2回の出荷量報告の推移を重く見て、氷酢酸の純食品向けの使用量は、過去の数値より大きく減少していると判断し、今回1,200tと査定する。

酢酸ナトリウムは、結晶品が、主にパンの日持ち向上あるいはpH調整の目的で使用されており、無水物は、漬物及び即席めん等の添付調味料を初めとして、幅広い食品で、酸味・酸度の調整、pH調整又は日持ち向上の目的で使用されている。

ところで、今回調査した純食品向けの出荷量は6,220t(無水物換算)で、前回報告からやや減少している。荷動きの実態を把握しにくいいためか、文献にも食品向け使用の推定値がないが、2回の調査で連続して6,000tを超えていることから、コンビニエンスストアの弁当類などでの日持向上を目的としての使用増加を考慮するとき、純食品向けの使用量を前回査定した4,500tより増えているものと見て6,000tと査定する。

(7) シュウ酸

シュウ酸は、ホウレン草等の食用植物にも存在する有機酸として知られているが、食品添加物としては、食品加工の際に助剤として使用されており、その使用は、使用基準で「最終食品の完成前に除去しなければならない。」とされている。

本品は、この使用基準と共に、炭酸ガスと水に分解され易い性質から、最終食品には、残存せず、人の摂取はないものと考えられる。

本品は、植物油製造における使用報告があるが、精製等の工程で分解除去されるために、最終製品としての植物油には残存しない。また、水あめ(粉あめ)の製造、異性化糖の製造に際して一部で使用されることがあるが、これらも精製の工程で、分解除去されるために、最終食品では残存しない。このような精油工業やデンプン糖化工業での使用が食品添加物であることを出荷側で認識していないことも考えられる。

本品の出荷報告値は307tであり、前回調査の230tより増加しているが、上記したような報告者の把握ができていない部分が想定されるため、純食品向けの使用量は、過去の報告等を勘案して700tと推定する。いずれにしても最終食品の完成時点には、分解除去されるため、人の摂取量は0となるものである。

(8) 酒石酸とその塩類

酒石酸は、ブドウ酒に酒石を生ずる酸成分として知られており、さまざまな食品中に常在する有

機酸である。

食品添加物として使用される酒石酸のうち、L-(d-)酒石酸は、酒石を原料とする天然系原料から化学的手法によって分離・精製したものであり、DL-(dl-)酒石酸は、化学合成によって製造された光学異性体(ラセミ体)である。

天然系原料から得られるL-(d-)酒石酸の供給量が充分にあり、このために合成系のDL-(dl-)酒石酸は殆ど流通していないと言われている。なお、本品は、原料のアゴール(生酒石)の慢性的な不足による価格高騰もあり、他の有機酸への移行・代替があり、出荷量・使用量に減少傾向があるとも言われている。

酒石酸の塩類には、主として膨脹剤の酸成分として使用される酒石酸水素カリウムと、調味または酸味の調整に使用される酒石酸ナトリウムがある。これらを使用した加工食品では、それぞれ使用目的に応じて定められた一括名や物質名で表示される。

今回の調査による純食品向けの出荷量は、1,460tになっており、前回の1,700tから減少している。この報告は、主要メーカーから揃って報告があり、実態を示しているものと考えられる。

文献による需要量では、800t(食品化学新聞 2005年、2008年、2009年)と推定されている。

また、通関実績での2007年の酒石酸輸入量は1,740tになっている。これらの中には、粗製品を輸入して国内で精製して食品添加物規格の製品にするもの、塩類を製造するための原料となるものが含まれている。

これらを総合的に検討して、純食品向けに使用されたものは、1,500tと査定する。また、DL-(dl-)酒石酸は今回報告のあった460kgを査定量とする。

酒石酸水素カリウムは、菓子類、あんパン、蒸しパン等の膨脹剤(酸成分)としての使用が報告されている。食品向け出荷量として、報告量に近い300tを、純食品向けの使用量として査定する。

酒石酸ナトリウムの使用食品は、乳製品が主体であるが、その使用量は多いものではない。ただし、報告が少なかった清涼飲料や菓子等でも使用されているものと考えられる。今回の報告では前回の2倍近い量になっている。ある程度の需要増があったものと推定して、L-酒石酸ナトリウムの純食品向けの使用量は、250tと査定する。

(9) 乳酸とその塩類

乳酸は、さまざまな食品中に常在し、古くから摂取されてきた有機酸の一つである。本品の食品中の形体は、動物系食品ではL-乳酸が主体であるが、穀物を中心として植物系にはDL-乳酸(D-乳酸が多い場合もある)が存在している(日本公衆衛生雑誌 1986年3月号)ことが調べられており、光学的な異性体を区別する必要性が乏しいことも確認されている。

乳酸とその塩類では、清酒を中心とするアルコール飲料及び漬物類が主要対象食品となっていた。

文献によると、50%乳酸換算で12,000t(食品化学新聞2005年1月13日号)、或いは11,500t(食品化学新聞2008年1月17日号)という推定がなされている。これらの推定値は、乳酸の塩類用の原料を含むもので、多めに推定されているものと考えられる。

ところで、国内メーカーからの純食品向けの出荷量は、100%換算で4,720tと前回から大幅に減少しているが、前々回レベルに戻った形になっている。

ただし、ここ数年間は食品向けの乳酸に関して大きな用途は開発されておらず、工業向けとナトリウム塩などの誘導体の用途開発が盛んであることを考慮し、乳酸としては前々回、前回までと同量の100%に換算して4,000t(50%換算8,000t)と査定する。

乳酸の塩類のうちナトリウム塩とカルシウム塩は、ナトリウム塩では食品の保湿性向上を目的として使用したもの、カルシウム塩では果実缶詰などにおける果肉の実くずれを予防する目的での使用とカルシウム強化を目的としたものが主体であった。最近では、pH調整による日持ちの向上への補助効果を目的としたナトリウム塩の使い方も普及しており、ミネラル摂取ブームによるカルシウム塩の用途も広がっている。

今回の調査における純食品向けの出荷量は、ナトリウム塩が2,610tであり、カルシウム塩が2,920tと、いずれも前回より増加している。これらの食品向けの出荷量は、輸入乳酸量と誘導体向け乳酸の報告量からみても、ほぼ妥当と考えられる。

ところで、文献では、通常5水塩が流通している乳酸カルシウムでは、2,100t(食品化学新聞 2008年1月17日号)という推定があり、乳酸塩に4,500t(食品化学新聞 2008年1月17日号)という推定がある。この乳酸塩の中には乳酸カルシウムと50%液で流通している乳酸ナトリウムを含む荷姿での推計とみられる。

これらの点を考慮するとき、食品向けの出荷報告はほぼ正確なものと思われることから、乳酸カルシウム(無水物)は2,900t、乳酸ナトリウム(60%)は2,600tが、純食品向けの使用量として妥当と考える。乳酸鉄も報告どおり0.3tを妥当と判断する。

(10) フマル酸とその塩類

フマル酸は、酸度の高い有機酸であり、安価な「酸味料」として使用されている。本品を油脂等で被覆して、酸としての効果の発現を遅延させた製剤(コートフマル酸)の開発により、食品の酸度調整、pH調整及び日持ちの向上目的でも使用されている。

本品のかつての「食品での使用事例」調査でも、被覆されたフマル酸による食肉及び魚肉練製品への遅効性の酸剤としての使用が報告されており、特徴のある「酸味料」である。

前回2,400tという量になっていた本品の食品向け出荷量は、今回は1,070tと大幅に減少しているが、国内のメーカーから報告漏れの可能性もある。

一方、文献によるとフマル酸の食品向け需要量は、1,800t(食品化学新聞 2008年1月17日号)と推定されている。

これらを合わせて、フマル酸の純食品向けの使用量を前回よりやや少ない1,800tと査定する。

一方、フマル酸ナトリウムは今回の食品向け出荷は783tと、前回の410tより大幅に増加している。

文献におけるフマル酸の食品向け使用(ナトリウム塩向けを含む)の推定値は、500t(食品化学新聞 2008年1月17日号)とされており、今回の報告はやや多めと考えられる。したがって査定量は500tとしたい。

(11) DL-リンゴ酸とその塩類

リンゴ酸は、食品では各種の果実類を中心に比較的多くの量が含まれている有機酸である。食品添加物として使われるDL-リンゴ酸は、化学的合成法によって製造された、さわやかな酸味を有する酸であり、国際的にも日本が主要な生産国(製造は海外工場)となっている有機酸である。

食品中には主としてL-リンゴ酸として存在するが、食品添加物として指定されているものは、光学的に不活性なDL-リンゴ酸である。酵素法などで作られるL-リンゴ酸は、既存添加物に該当しないため食品添加物としては使用できない。

リンゴ酸の塩類としては、DL-リンゴ酸ナトリウムが指定されており、酸味・酸度の調整、日持ちの向上をも兼ねたpH調整の目的等で、食品に使用されている。

今回の調査では、前回の4,000tから大きく増加して7,510tとなっている。前回は有力企業の1社が0と報告しているものの、今回の報告量は異常に大きな値となっている。

一方、文献の推定によると食品向け使用量は、3,300t(食品化学新聞 2008年1月17日号)あるいは2,800t(同紙 2010年1月14号)と推定されており、需要が増加している傾向は示されていない。

これらを総合的に検討した結果、純食品向けの使用量としては、4,000tと査定する。

リンゴ酸ナトリウムは、水産加工品、漬け物、みそ等を中心に使用事例の報告がある。これらは、主としてpH調整を目的として使用されたものと考えられる。

今回の調査では、リンゴ酸ナトリウムの食品向けの出荷量は494tと、前回の925tより大幅に減少し、報告漏れの可能性がある。一方、文献によると、1,800t(食品化学新聞 2008年1月17日号)と推定されている。

今回の査定量は報告漏れの可能性を考慮して前回並みの900tとする。

4. 食品向け使用量と人の摂取量

前節で品目別に食品向けの出荷・使用量を考察してきたが、それぞれの出荷報告値、食品向け使用量の査定結果および塩類を酸に換算したときの量をまとめて<表 17-4>に示す。

表に示したものは、有機酸または有機酸の塩類(ナトリウム塩、カルシウム塩など)として使用されているものであり、人が摂取する有機酸の量を算定するには、有機酸塩類から摂取する有機酸の量も合わせて検討する必要がある。

<表 17-4> 有機酸類の食品添加物としての使用量(単位: トン)

食品添加物	<参考> 前回の食品向け使用査定量	平成19年度(2007)			
		純食品向け 出荷報告値	純食品向け使用査定量		
			査定量	酸換算量	酸換算合計量
アジピン酸	240	310	310	310	310
クエン酸(無水物換算)	25,000	16,300	22,000	22,000	29,007
クエン酸一カリウム	0	0.1	0.1	0.1	
クエン酸三カリウム	250	335	340	201	
クエン酸カルシウム	40	90	90	61	
クエン酸三ナトリウム	10,000	8,600	9,000	6,700	
クエン酸第一鉄ナトリウム	45	38	45	38	
クエン酸鉄	5	4.5	4	3.3	
クエン酸鉄アンモニウム	7	6.7	5	3.7	

グリセロリン酸カルシウム	1	7.3	7	5.7	5.7
グルコノデルタラクトン	2,000	1,630	2,000	2,202	2,929
グルコン酸 (100%)	170	225	225	225	
グルコン酸カリウム	0	0.1	0.1	0.1	
グルコン酸カルシウム	350	48	300	238	
グルコン酸ナトリウム	240	300	300	245	
グルコン酸第一鉄	0	0	0	0	
グルコン酸亜鉛	20	17	20	17	
グルコン酸銅	2	2.2	2	1.7	
コハク酸	700	1,700	700	700	
コハク酸一ナトリウム	67	35	60	50	
コハク酸二ナトリウム	1,700	2,000	1,700	1,239	
氷酢酸	5,700	684	1,200	5,500	9,892
酢酸ナトリウム	4,500	6,220	6,000	4,392	
シュウ酸	700	307	700	700	700
L-酒石酸	1,700	1,460	1,500	1,500	1,902
DL-(dl)-酒石酸		0.46	0.46	0.46	
L-酒石酸水素カリウム	300	347	300	239	
L-酒石酸ナトリウム	175	348	250	163	
乳酸	4,000	4,720	4,000	4,000	
乳酸カルシウム	2,800	2,920	2,900	2,394	
乳酸ナトリウム (60%)	2,300	2,610	2,600	1,254	
乳酸鉄	0.4	0.3	0.3	0.2	
フマル酸	2,000	1,070	1,800	1,800	2,220
フマル酸一ナトリウム	410	783	500	420	
DL-リンゴ酸	3,300	7,510	4,000	4,000	4,645
DL-リンゴ酸ナトリウム	925	494	900	645	

ところで、食品添加物は、食品に使用されたものが全て摂取されるとは考えられず、食品製造時のロスや人に喫食されずに廃棄されるものを含めると、最大でも食品用使用の85%であろうと見られる。特に、漬物の漬け液の構成成分として使用される酢酸類や乳酸、豆腐用の凝固剤であるグルコノデルタラクトン（GDL）等に関しては、食品（漬物、豆腐等）に移行して人が摂取する量はさらに少なくなるものと考えられる。かつて、人に摂取される量の食品用使用量に対する係数を様々な試算してきたが、今回は前回と同様に、食品製造から消費までにおける基本的な廃棄率を20%と見なし、摂取係数を0.8として計算する。

これらをもとに、それぞれの食品添加物の有機酸（類）の人での摂取量を算出する。

人口が約12,800万人であり、次のように、食品中の食品添加物は年間100tが摂取されるとき、1日当たり1人、2.14mg摂取することに相当する。

$$100 \times 10^9 \div (12,800 \times 10^4 \times 365) = 2.14 \text{ (mg/日} \cdot \text{1人)}$$

例えば、アジピン酸に例をとると、本品の食品用使用量は310 t (310×10⁹mg)と推定されており、摂取係数に0.8を使用して算出すると

$$310 \times 0.8 \div 10^2 \times 2.14 = 5.31 \text{ (mg/日・1人)} \text{ となる。}$$

なお、アジピン酸には、塩類等の誘導體で食品添加物として指定されているものがないため、この量5.3mgが食品添加物としてのアジピン酸の摂取量となる。

クエン酸以下、各品目に関しても同様に算出する。また、それぞれの酸としての摂取量も同様に算出する。その際、次の点に留意した。

クエン酸関連の食品添加物としては、この他に、クエン酸イソプロピルが油脂及びバター用の酸化防止剤として指定されているが、国内ではほとんど使われておらず、食品向け使用量に影響を及ぼす量ではないため無視する。

酢酸には、香料として使われる各種のエステルがあり、中でも溶剤としても使用される酢酸エチルは使用量が比較的多いが、それでも量的には小さいものであり、酢酸の全摂取量に対する比率は小さいことから、摂取量の計算としては除外する。

乳酸の摂取量の対象には、この章で検討している乳酸カルシウム、乳酸ナトリウムおよび乳酸鉄の他に、乳酸の誘導體としては第12章の乳化剤の項で検討されたステアロイル乳酸カルシウム(GSL)があり、グリセリン脂肪酸エステルの範疇にあるグリセリン脂肪酸エステルもある。このうち、後者は、市場での流通が極めて少量であり、無視しうるが、GSLに関してはその摂取量も勘案する必要がある。ところでGSL中には、乳酸が33~35%程度含まれていることが一般的なため、ヒトに摂取されるGSL量が170tであることから、乳酸として60tが摂取されることになり、結果的には、この章で検討した乳酸摂取量に1.28mgを加算することになる。

なお、乳酸の誘導體としては、香料のエステル類に該当する乳酸エチルもあるが、微量であり、摂取量の計算としては除外する。

以下の品目も同様に算出し、<表 17-5>にまとめる。

<表 17-5> 人の食品添加物からの1日当り有機酸摂取量

食品添加物	<参考> 前回の摂取量 (mg/日・1人)	平成19年度		
		純食品向け 使用査定量(t)	人の摂取量	
			人に摂取 される量(t)	一人あたり 摂取量(mg/日・1人)
アジピン酸	4.1	310	248	5.3
クエン酸(無水物換算)	428.0	22,000	17,600	376.6
クエン酸一カリウム		0.1	0.1	0.002
クエン酸三カリウム		340	272	5.8
クエン酸カルシウム		90	72	1.5
クエン酸三ナトリウム		9,000	7,200	154.1
クエン酸第一鉄ナトリウム		45	36	0.8
クエン酸鉄		4	3.2	0.07
クエン酸鉄アンモニウム		5	4	0.09
塩類クエン酸換算量	131.2	7,007	5,606	120.0
クエン酸換算総量	559.2	29,007	23,206	496.6
グリセロリン酸カルシウム	0.02	7	5.6	0.12
グリセロリン酸換算量	0.02	5.7	4.6	0.10

グルコノデルタラクトン	34.2	2,000	1,600	34.2
グルコン酸 (100%)		225	180	3.9
グルコン酸カリウム		0.1	0.1	0.002
グルコン酸カルシウム		300	240	5.1
グルコン酸ナトリウム		300	240	5.1
グルコン酸第一鉄		0	0	0
上記塩類グルコン酸換算量	8.9	825	660	14.1
グルコン酸亜鉛		20	16	0.34
グルコン酸銅		2	1.6	0.034
グルコン酸換算総量	49.9	2,910	2,328	49.8
コハク酸	12.0	700	560	12.0
コハク酸一ナトリウム		60	48	1.0
コハク酸二ナトリウム		1,700	1,360	29.1
塩類コハク酸換算量	21.5	1,289	1,031	22.1
コハク酸換算総量	33.5	1,989	1,591	34.0
氷酢酸	97.6	1,200	960	20.5
酢酸ナトリウム		6,000	4,800	102.7
塩類酢酸換算量	56.4	4,392	3,514	75.2
(氷)酢酸換算総量	154.0	5,592	4,474	95.7
シュウ酸	0	700	0	0
L-酒石酸	29.1	1,500	1,200	25.7
L-酒石酸水素カリウム		300	240	5.1
L-酒石酸ナトリウム		250	200	4.3
塩類酒石酸換算量	6.0	402	322	6.9
酒石酸換算総量	35.1	1,902	1,522	32.6
乳酸	68.5	4,000	3,200	68.5
乳酸カルシウム		2,900	2,320	49.6
乳酸ナトリウム		2,600	1,248	26.7
乳酸鉄		0.3	0.2	0.005
塩類乳酸換算量	58.6	3,648	2,918	62.4
乳酸換算総量	127.0	7,648	6,118	130.9
フマル酸	34.2	1,800	1,440	30.8
フマル酸一ナトリウム		500	400	8.6
塩類フマル酸換算量	5.9	420	336	7.2
フマル酸換算総量	40.1	2,220	1,776	38.0
DL-リンゴ酸	56.5	4,000	3,200	68.5
DL-リンゴ酸ナトリウム		900	720	15.4
塩類リンゴ酸換算量	11.9	645	516	11.0
リンゴ酸換算総量	68.4	4,645	3,716	79.5

今回算出されたクエン酸としての総摂取量は496.6(mg/日・1人)であり、前回の総量599.2(mg/日・1人)に比べて減少しているが、全有機酸摂取量(1,039.6mg/日・1人)の48%を占めている。

第 18 章 無機化合物（カルシウム剤）

1. 緒言

無機系、有機系を問わず、カルシウムの塩を形成している食品添加物が多い。ほとんどのカルシウム塩は、カルシウム強化の目的で使用されるが、一部には他の目的で使用されるものもある。

カルシウム強化以外の使用目的としては、その主たる目的が豆腐製造用の凝固剤であったり、果実缶詰製造時の型（形）崩れ防止であったりと、さまざまである。

カルシウム塩類のうち有機酸のカルシウム塩は、既に第 17 章の有機酸（酸味料、調味料等）などで取り上げたので、ここでは無機化合物としてのカルシウム塩類を総括する。

これらの無機のカルシウム剤の多くは、食品の製造又は加工の上で必要不可欠な場合と栄養目的（カルシウムの補填・強化）の場合に限って使われるものである。

なお、日本人の栄養調査においては、カルシウムの摂取不足が指摘され、これに伴う形でリンとカルシウムの摂取バランスも問題視されている。これはあくまでも食品栄養摂取調査からの結果であり、大まかな分類では食品添加物のカルシウム剤が使用される加工食品が一括して扱われることもあり、カルシウムの摂取量が小さい数字で示されていることも考えられる。

ところで、無機系のカルシウム剤としては、既存添加物の食品添加物である、生石灰（酸化カルシウム）、未焼成カルシウム（主成分は炭酸カルシウム又はリン酸カルシウム類）及び焼成カルシウム（主成分は酸化カルシウム）などがあり、カルシウム剤及びカルシウムの摂取の面からはこれらに対する考察も必要と考えられる。

しかし、今回は前回同様、カルシウムの摂取量やリン／カルシウム摂取バランスについての考察は省略し、指定添加物としての食品添加物の調査での結果に関してのみの考察を行なうこととした。

2. 調査結果

本剤品目の調査結果を表 18-1 に示す。

表 18-1 無機化合物のカルシウム剤の出荷報告値

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
塩化 Ca	2,527	3	1,738	5
水酸化 Ca	11,981	20	13,210	17
炭酸 Ca	10,923	15	7,270	15
ピロリン酸二水素 Ca	87	1	97	1

硫酸 Ca	4,467	7	2,983	7
リン酸三 Ca	436	5	368	7
リン酸一水素 Ca	110	7	151	6
リン酸二水素 Ca	464	4	565	5

第3回より回を追うに従い安定した報告が得られている。

このことは、調査を継続して行なうことにより、報告する企業が調査の目的を認識し、食品向けに限った報告をするようになったためと考えられる。

3. 品目別考察

3-1. 塩化カルシウム

塩化カルシウムには、無水物から6水物まで様々な結晶水を持つものがあるが、食品添加物としては、無水物～2水物が認められており、中でも2水物が一般的である。

塩化カルシウムは、果実缶詰やその他加工食品で果物などの組織強化の目的で使用される。本品は水によく溶けるため、例えば豆の煮物などや水産物の佃煮にも多用され、農産物缶詰に使われるのもこの性質による。

また、弾力補強剤としてリン酸塩と共に水産加工品にも多く使用される。

他には、ビール製造時の醸造用を使用する水に、軟水を硬化する目的に他のカルシウム塩と共に用いられることもある。

平成19年度食品向けの出荷は1,738tと報告されている。

前回調査の2,527tよりかなり低目の報告である。食品添加物グレードの全出荷量は49,887tである。前回の査定値は2,500tであり、回を追うに従い安定した報告が得られていることから、食品向け使用量は1,700tと査定する。

3-2. 炭酸カルシウム

炭酸カルシウムは、貝殻や卵殻を形成する主要成分であり、また石灰石や大理石の主成分としても知られている。

わが国では、炭酸カルシウムは指定添加物としてのリストに挙げられているが、採石された天然の石灰石の中から食品添加物の規格に合格するものを選別して出荷されており、いわゆる天然添加物と何かわりがないというのが現状である。

炭酸カルシウムは、カルシウム強化以外には、果実その他加工食品の組織強化又は固化の目的などで使用されている。

また、チューインガムに対しては、ガムの基礎剤としてのガムベースの強靱化に使われる。

その他、調整粉乳には固結の防止や流動性の向上の為、水産練り製品や畜肉加工品には、弾力補強剤としてリン酸塩と共に使用されることも多い。

また、パン類や焼き菓子類にはイースト（酵母）の栄養源として使用されたり、菓子類でのベーキングパウダー（膨張剤）の成分としても使用されている。

さらに豆乳製造時の消泡の目的で油脂類と配合して使用されているものもある。

今回の報告値は7,270tである。

業界紙の2007年需要予測では、強化剤として13,000tと推定されている（食品化学新聞）が、この推定値は前回同様、食品使用例の実態から考え、やや多すぎるように思われる。

前回は、報告値約11,000tのうち、加工食品製造用剤として約2,000tを推定し、査定値を7,000tとした。今回の食添出荷量は14,124tであり、純食品向け出荷量の報告値7,270tは、加工用食品製造用剤を含まないものとする。よって前回同様、7,000tと査定する。

3-3. 硫酸カルシウム

本品は、戦時中、塩化マグネシウムがマグネシウム源として工業用途に転用された時に豆腐用凝固剤としての用途が開発されたもので、塩化マグネシウムの「にがり」に対して「すまし粉」と称されており、工業的には石膏として知られている。

本品は、水に溶けにくい性質があるので、練り込み等の固形食品に多用される。

ビール製造での使用は、軟水の硬水化が主目的であり、ビール酵母のミネラル源としても使われている。

また、パンに対する使用は、菓子への使用の場合と共通で、イースト（酵母）を健全に育成するためにイーストフードとして添加され、食感としての歯触りにも寄与しているものであろう。パン製品に使われるカルシウム剤には、本品の他、有機酸のカルシウム塩類（クエン酸カルシウム、グルコン酸カルシウム、乳酸カルシウム）、乳化剤としてのステアロイル乳酸カルシウム、保存料としてのプロピオン酸カルシウムなどもあるが、量的には硫酸カルシウムが格段に多い。価格的には、有機酸のカルシウム塩は高価であり、安価な無機化合物系のカルシウム塩の使用が多くなるものとみられ、使い過ぎによる苦味の出ない範囲で硫酸カルシウム及び炭酸カルシウムが中心に使用されている。

さて、本品は豆腐用の凝固剤、ビール、パン製品、水産加工品等に使用されている。

前回の査定値は6,500t、業界紙（食品化学新聞）の2007年度推定値は7,000tとなっていることから、今回の査定値は7,000tと考察する。

3-4. 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（膨脹剤）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9回目に当る今回調査では、食品向け出荷報告は、ピロリン酸二水素カルシウムが97t、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565t、リン酸一水素カルシウムが151t、リン酸三カルシウムが368tとなっている。(第一、第二、第三の合計量1,084t)リン酸一水素カルシウムはやや増加、リン酸二水素カルシウムは大きく増加、リン酸三カルシウムは減少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1,096t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673t(平成20年度)、平成19年度比65%と報告され、それから算出すると平成19年度の出荷実績は1,035tとなる。

これらの諸状況を勘案し、ピロリン酸二水素カルシウム100t、を含め、リン酸二水素カルシウム560t、リン酸一水素カルシウム150t、リン酸三カルシウム370t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	純食品向け査定量 (t)	人摂取量 (t) x80%	人一日摂取量 mg/日・人 (A)	ADI mg /Kg・日 (B)	ADI 比 A/B x50 %
塩化 Ca	1,700	1,360	29.11	NL	—
水酸化 Ca	120	96	2.05	NL	—
炭酸 Ca	7,000	5,120	109.58	NL	—
ピロリン酸二水素 Ca	100	80	1.71	70 ^{※1}	0.014
硫酸 Ca	7,000	3,800	81.33	NL	—
リン酸三 Ca	370	296	6.33	70 ^{※1}	0.018
リン酸一水素 Ca	150	120	2.57	70 ^{※1}	0.012
リン酸二水素 Ca	560	448	9.59	70 ^{※1}	0.067

※1 リンとしてのADI

4-1. 炭酸カルシウム

炭酸カルシウムは、7,000tの使用と査定され、その内チューインガムに使われる推定量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。

$$6,400 \times 10^3 \times 0.8 \div (12,800 \times 10^4 \times 365) = 109.58 \text{ (mg/日・人)}$$

となり、人摂取量は全量で5,120t、一人当たり一日約110mgとなる。

4-3. 硫酸カルシウム

硫酸カルシウムは、7,000 t の使用推定量のうち、4,500 t 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。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、

$$(4,500 \times 10^9 \times 0.4 + 2,500 \times 10^9 \times 0.8) \div (12,800 \times 10^4 \times 365) = 81.33 \text{ (mg/日・人)}$$

となり、人摂取量は全量で3,800 t、一人当たり一日約81mgとなる。

4-4. 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なうと下表のような結果となる。

食品添加物	純食品向け 査定量(t)	人摂取量 (t)	人一日摂取量 mg/日・人
ピロリン酸二水素 Ca	100	80	1.71
リン酸三 Ca	370	296	6.33
リン酸一水素 Ca	150	120	2.57
リン酸二水素 Ca	560	448	9.59

以上、平成16年の食品使用量を比較すると、塩化カルシウムが減少、炭酸カルシウム、硫酸カルシウム、リン酸塩カルシウムはほぼ同量である。

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、使用基準の無い天然添加物のカルシウム剤が大きくの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比表を表18-3に示し、無機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、純食品向け出荷量と純食品向け実使用量の年度対比表

	平成16年(2004)				平成19年(2007)			
	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	2,527	2,500	2,500	3	1,738	1,700	1,700	5
水酸化 Ca	11,981	120	120	20	13,210	120	120	17

炭酸 Ca	10,923	7,000	7,000	15	7,270	7,000	7,000	15
ピロリン酸二水素 Ca	87	90	90	1	97	100	100	1
硫酸 Ca	4,467	6,500	6,500	7	2,983	7,000	7,000	7
リン酸三 Ca	436	440	440	5	368	370	370	7
リン酸一水素 Ca	110	110	110	7	151	150	150	6
リン酸二水素 Ca	464	460	460	4	565	560	560	5

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	純食品向け査定量 (t)	添加量		カルシウムとして	
		人摂取量 (t) x80%	人一日摂取量 mg/日・人	人摂取量 (t)	人一日摂取量 mg/日・人
塩化 Ca	1,700	1,360	29.11	491	10.59
水酸化 Ca	120	96	2.05	52	1.11
炭酸 Ca	7,000	5,120	109.58	2,050	43.88
ピロリン酸二水素 Ca	100	80	1.71	15	0.32
硫酸 Ca	7,000	3,800	81.33	885	18.94
リン酸三 Ca	370	296	6.33	115	2.45
リン酸一水素 Ca	150	120	2.57	35	0.76
リン酸二水素 Ca	560	448	9.59	71	1.52
合計				3,714	79.57

第 19 章 無機化合物（リン酸化合物）

1. 緒言

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。

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。

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、前回（平成 16 年）調査同様、対象品目は 16 品目である。

2. 調査結果

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