

なっている。これらの報告は水に溶けやすいクエン酸結晶物での数値がそのまま報告されている(無水物換算値より10%程度多くなる)模様である。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。

純食品向け出荷量を、前回はクエン酸を無水物換算で18000tとしていたが、今回は、結晶物での報告と判断される輸入量と飲料用の輸入量の加算ができたことなどで、無水物に換算して25000tと査定する。

クエン酸ナトリウムは、酸味料、調味料として広く使用されており、「食品での使用事例」では炭酸飲料を含む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。この事例の調査時点では、累計すると600tを超えた報告があり、有機酸の塩類としては最大の使用量となっている。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、11500tであり、前回20%の増加があった6700tから、さらに60%弱の増量となり、前々回の2倍程度に増加している。これは捕捉企業数の増加にも連動した形になっている。

ところで、文献では、主体がクエン酸ナトリウムであるものと考えられる塩類の合計でかつては5000t(食品化学新聞 1999年1月14日号)と推定されていた時期もあるが、一旦減少し、調査時点では3500t(食品化学新聞 2005年1月13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7000t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、前回より多く、調査報告値に近い10000t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20tと順調に伸びていたが、今回は0となっている。一方、三カリウム塩は前回の80tから250t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、メーカーも特定されており、国内での純食品向けの使用量は報告のとおり、0(当該年度は製造なし)と250t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44t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40t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、同一メーカーで製造された製品が大手メーカー名で2社から発売されている。その他にメーカーが1社あるが、純食品向けは0と報告している。このメーカーは販売先の使用状況が把握できない模様で、他の製品も全て純食品向けを0と報告している。この点を考慮する必要がある。そこで、集計量に上乘せした45tを純食品向け使用量と査定する。その他

は、報告量を念頭に、クエン酸鉄5 t、クエン酸鉄アンモニウムは7 tと査定する。

なお、クエン酸第一鉄ナトリウムに関しては、100 tという多量の文献推定値(食品機能素材・食品添加物の市場展望 1996年)もあるが、今回の考察に際しては、参考情報という位置にとどめた。

(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45 tの食品添加物グレードの製造、そのうち純食品向け1 tと報告されている。カルシウム摂取のブームが一段落した事を考慮すると、国内の純食品向けの使用量は、報告どおり1 tは妥当である。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。

かつて調査された「食品での使用事例」では、本品は、主として豆腐用の凝固剤に使われ、全量の約59%を占めていた。次いで、遅効性の酸剤としてソーセージ等に29%程度が使われていた。

ところで、豆腐類は原料大豆換算で50万~60万 tが製造されており、GDLは凝固剤として5倍加水して調製された豆乳に対して0.3%程度使用される。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いる。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り、10%になっているものと見られ、豆腐用には1100 tが使用されると推定される。この量が食品向け全量の60%とみなすと、食品向けは1800 tとなる。

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2500 t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2000 tから2100 t(食品化学新聞 1998年1月15日号, 2002年1月17日号および2005年1月13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2000 t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340 t(グルコン酸100%としては170 t)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150 tと大幅に減少した傾向が続き、今回は96 t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800 t(食品化学新聞 1999年1月14日号)から減少を続け、500 t(同紙 2002年1月17日号)を経て当該年度では400 t(同紙 2005年1月13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350 tにまで減少したものと査定する。

今回初めて1年間の精算・販売量が集計されたグルコン酸のカリウム塩とナトリウム塩は、指定されてから3年経過した実態に近いものと考えられる。このことから、カリウム塩の0、ナトリウム塩の240 tは、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、メーカーは限られており、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0となっていた。今回は94 tと報告されている。この変動は、出荷状況を見ながら、生産設備の能力に応じて作り置きをしているためと考えられる。一方、グルコン酸銅は、前回は前々回の半量である100 kgになっていたが、今回は2 tに復活している。食品添加物グレードの出荷量が亜鉛塩で142 t、銅塩で15 t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、前回の10倍であるグルコン酸亜鉛20 t、グルコン酸銅2 tと査定する。

グルコン酸第一鉄は960 kgの食品添加物グレード出荷ではあるが、純食品向けは0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ー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。

コハク酸の「食品での使用事例」では、使用量の76%がアルコール飲料であり、そのうちの79%(全量の60%)が清酒に用いられているという、特徴的な使われ方であった。

ところで、食品向けの出荷量1700 tの報告は前回に比べ40%程度の増加である。一方、文献では500 t(食品化学新聞 2002年1月17日号)から400 t(同紙 2002年1月17日号)と減少で推定している。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。このような諸点を勘案して純食品向けに使用される量は、前回と同様の700 t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。「食品での使用事例」では、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、かまぼこを主とする水産加工品や漬物等で使われている。

いくつかの文献で、ナトリウム塩の合算として1500 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日号、食品機能素材・食品添加物の市場展望）と推定されている。

一方、今回の出荷量調査では、一ナトリウム塩は増加して67 t、二ナトリウム塩は前回と同様の1700 t（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。しかし、国内のメーカーからはもれなく報告されており、市場動向を把握しているものと考えられることから、この数値で妥当と考える。

（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。

酢酸は、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。

酢酸と酢酸ナトリウムの「食品での使用事例」では、主としてソース、合成酢等の調味料用の原料及び漬物での酸味・酸度の調整での使用となっており、酢酸に関しては使用されている「氷酢酸」と30%の水溶液である「酢酸」との比率は1：8（氷酢酸換算2：5）程度になっていた。「氷酢酸」は、消防法の第4類第2石油類としての規制を受けることもあり、その保管、使用の簡便さなどの点から30%溶液の「酢酸」が用いられることも多く、現在でも、この使用比率には大きな変動はないものと考えられる。

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1200 tになっている。これは、前回の12000 tの10%という大幅な減少になっている。これは、前回1万 tを超える多量の報告をした酢酸の最大手メーカーからの報告量が600 tに減少したことに起因している。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つと見られるが、今回は、この用途へのお荷分が落ちていることも考えられる。

文献における近年の推定値は公表されていないが、かつて、酢酸の市場規模を9425 tと推定している（フードケミカル 1995年1月号）。また、酢酸連絡会の需要推定では、食品向けに9000

tと見積もっている(化学経済 1998年7月臨時増刊号)。ただし、これらの推定量にはナトリウム塩等の誘導体用の原料も含まれているものと見られる。

報告の実態、過去の推定値などを総合的に判断して、氷酢酸の純食品向けの使用量は、前回と同量の5700t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。かつて調査された「食品での使用事例」では、結晶品と無水物の比率は、ほぼ1:2.2となっていたが、水を嫌う水産加工品や粉末形態の製剤は、主として無水物が使われる。漬物に酢酸ナトリウムを使用する場合には、直接使用の場合は溶解性の関係で結晶品が使われるが、製剤を使うと無水物が配合されている場合が多い。

ところで、今回調査した純食品向けの出荷量は6800t(無水物換算)で、前回の無水物換算合計量3700tから大幅に増加している。

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3500t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ち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3500tより増えているものと見て4500t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。

本品の「食品での使用事例」には、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230tであり、前回調査の280tより減少しているが、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。事実DL-体は、出荷を含めて報告されていない。

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。

酒石酸とその塩類の「食品での使用事例」では、その過半の70%をキャンデー類、チューインガム類をはじめとする菓子類で使用されていた。この傾向は、現在も続いているものと考えられる。

今回の調査による純食品向けの出荷量は、1700tになっており、前回1000tに減少していたが、前々回調査の1700tに回復している。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。

文献による食品向け需要量では、800t(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)および900t(食品機能素材・食品添加物の市場展望)と推定されている。

また、調査された2004年の酒石酸輸入量は1750t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、前回の1000tより大幅に増るがえ、報告量よりは少ないの1300tと査定する。

酒石酸水素カリウムのかつて調査された「食品での使用事例」では、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。これらの食品には、本品を製剤の成分として含む膨脹剤が使用されているものである。

このため、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「食品での使用事例」では、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。この点から、L-酒石酸ナトリウムの純食品向けの使用量は、報告された出荷量170tと査定する。

今回の3品目の査定量合計は、輸入量と同程度のほぼ1770tとなる。

(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。

また、明治42年には清酒醸造において、今でいう食品添加物としての使用法が開発され、急速に普及し、今日でも速醸法として広く採用されているという歴史をもっている。当時は、醗酵法により乳酸を生成し、化学的手法によって分取・精製して使用してきたが、現在わが国で一般的に使われている化学的合成法によるものと同様に、光学的には活性のないDL-乳酸であった。乳酸には、

光学異性体があり、従来の醗酵法によるものは、D-乳酸が主体ないしは光学的に不活性なラセミ体のDL-乳酸であった。輸入量が急増しているL-乳酸が主体の乳酸は、近年、醗酵による製造方法と精製方法が開発・確立されてきたものである。

乳酸とその塩類の「食品での使用事例」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。このうち、アルコール飲料には、90%濃度のものが主として使用され、その他の用途には、50%濃度のものが使われるのが一般的である。

文献によると、50%乳酸換算で12000t(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)、或いは1万t(濃度に言及せず、食品機能素材・食品添加物の市場展望)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。また、乳酸だけの推定としては、90%換算で2000tというものもある(ファインケミカル 1999年2月1日号)。

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7000t強と前回の3900tを大幅に上回っている。これは、国内メーカーの報告値が大幅に増加したことに起因している。この報告値には、乳酸カルシウムなどの塩類の製造に使用される乳酸量が入っているものと考えられる。

なお、乳酸及びその塩類などの誘導体の輸入量は、1995年が6800tで、2001年は7900t、調査年度の2004年では10800tに増加している。一方、乳酸の輸出量は2004年では2300t余りと減少傾向になっている。この差7500tが、国内での生産量に上乗せする形で、使用されているものと考えられる。この輸入品には、乳酸エチルなどのエステル類や、カルシウム塩およびナトリウム塩などの乳酸の塩類も含まれているが、多くは80%または88%の濃度の乳酸である。

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、乳酸としては前回までと同量の100%に換算して4000t(50%換算8000t)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、「食品での使用事例」があり、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突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2300tであり、カルシウム塩が2800tと、いずれも前回より400t程度増加している。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、2800t(無水物換算で1980t:食品化学新聞 2002年1月17日号)あるいは2500t(無水物換算で1770t:食品化学新聞 2005年1月13日号)という推定があり、乳酸塩に5500t(食品化学新聞 2002年1月17日号および2005年1月13日号)または4500t(食品機能素材・食品添加物の市場展望 1996年)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正確なものと考えられることから、乳酸カルシ

ウム（無水物）は2800 t、乳酸ナトリウム（60%）は2300 t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0.4 t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4200 tとかつてない量になっていた本品の食品向け出荷量は、今回は2400 tと大幅に減少しているが、国内のメーカーからはもれなく報告されている。

一方、文献によるとフマル酸の食品向け需要量は、1800 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日号）ないし2000 t（食品機能素材・食品添加物の市場展望 1996年）と推定されている。この推定量は、ナトリウム塩用の原料も含まれていると考えられる。

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多い2000 t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410 tと、前回の540 tよりやや減少している。

「食品での使用事例」では菓子、乳酸菌飲料等での使用事例が報告されている。これらは、酸味・酸度の調整に使用されているものと考えられる。

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、500 t（食品化学新聞 1999年1月14日号および2002年1月17日号）とされており、今回の報告410 tは妥当なものと考えられる。

(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）となっている特別の立場の有機酸である。

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。

リンゴ酸とその塩類の「食品での使用事例」では、炭酸飲料を含む清涼飲料（39%）および調味料（12%）が比較的多いものの、各種の食品に全般的に使用されるという点に特徴があった。かつての使用事例における使用量の総計では、有機酸としては、酢酸（氷酢酸）をしのぎ、クエン酸に次いで多く使われていた。

今回の調査では、食品向け出荷報告は有力企業の1社が0と報告しているものの、他の5社の合計で4000 tに達している。

一方、文献の推定によると食品向け使用量は、3200t(食品化学新聞 2002年1月17日号)あるいは3300t(同紙 2005年1月13号)と推定されており、塩類を含んで4000t(食品機能素材・食品添加物の市場展望)という推定もある。

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、文献値でもある3300tと査定する。

リンゴ酸ナトリウムの「食品での使用事例」では、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925tと、前回の1400tより大幅に減少した。これは、前回は報告輸出量を含めて出荷量と報告した企業があったためであり、今回はこの点が修正されている。一方、文献によると、2000t(食品化学新聞 1999年1月14号、2002年1月17日号及び2005年1月13日号)と推定されている。

ところで、今回も主要メーカーから全て報告されており、適切な回答とみられるため、純食品向けの使用量は報告どおり925tを妥当とする。

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

食品添加物	<参考> 前回の食品向け使用査定量 t	平成16年度調査			
		純食品向け 出荷報告値 t	純食品向け使用査定量		
			査定量 t	酸換算量 t	酸換算合計量 t
アジピン酸	340	240	240	240	240
クエン酸(無水物換算)	18000	36000	25000	25000	32666
クエン酸一カリウム	20	0	0	0	
クエン酸三カリウム	80	250	250	148	
クエン酸カルシウム	20	44	40	27	
クエン酸三ナトリウム	6700	11500	10000	7444	
クエン酸第一鉄ナトリウム	42	38	45	38	
クエン酸鉄	4.8	4.5	5	4.1	
クエン酸鉄アンモニウム	4.9	6.7	7	5.2	
グリセロリン酸カルシウム	6.4	1	1	0.81	0.8
グルコノデルタラクトン	1900	2500	2000	2202	
グルコン酸(100%)	135	170	170	170	2913

グルコン酸カリウム	0	0	0	0	
グルコン酸カルシウム	150	96	350	306	
グルコン酸ナトリウム	240	330	240	216	
グルコン酸第一鉄	0	0	0	0	
グルコン酸亜鉛	0	94	20	17	
グルコン酸銅	0.1	2	2	1.7	
コハク酸	1200	1700	700	700	1995
コハク酸一ナトリウム	23	67	67	56	
コハク酸二ナトリウム	1700	1700	1700	1239	
氷酢酸	12000	1200	5700	5700	8994
酢酸ナトリウム	3700	6800	4500	3294	
シュウ酸	280	230	700	700	700
L-酒石酸	1000	1700	1700	1700	2053
L-酒石酸水素カリウム	250	306	300	239	
L-酒石酸ナトリウム	160	175	175	114	
乳酸	3900	7030	4000	4000	7421
乳酸カルシウム	2400	2800	2800	2312	
乳酸ナトリウム (60%)	1900	2300	2300	1109	
乳酸鉄	0.3	0.4	0.4	0.3	
フマル酸	4200	2400	2000	2000	2345
フマル酸一ナトリウム	540	410	410	345	
DL-リンゴ酸	3300	4200	3300	3300	3997
DL-リンゴ酸ナトリウム	1400	925	925	697	

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量の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行してきたが、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12800万人(2001年12770万人)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(前回の人口12700万人では、2.16mg)摂取することに相当する。

$$100 \times 10^9 \div (12800 \times 10^4 \times 365) = 2.14 \text{ (mg/日} \cdot \text{1人)}$$

例えば、アジピン酸に例をとると、本品の食品用使用量は240t(340×10⁹mg)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、

$$240 \times 0.8 \div 10^2 \times 2.14 = 4.11 \text{ (mg/日・1人)}$$

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4.1mg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。

クエン酸総量の算出にあたっては、クエン酸と、塩類としてのクエン酸カルシウム、クエン酸第一鉄ナトリウム、クエン酸鉄、クエン酸鉄アンモニウムおよびクエン酸三ナトリウムがあり、それぞれ<表 17-4>に食品向け使用量の推定値を示したとおりである。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。

グルコン酸の塩類のうち、グルコン酸亜鉛とグルコン酸銅は、使用対象の食品が母乳代替食品に限られており、したがって摂取するヒトも乳幼児に限られる。このことから、ヒトが摂取するグルコン酸量の算出に際しては、対象から除外する。

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(CSL)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乳酸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、CSLに関してはその摂取量も勘案する必要がある。ところでCSL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CSL量が180tであることから、乳酸として63t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1.36mg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>		平成16年度調査	
	前回の摂取量	純食品向け 使用査定量	人の摂取量	
			人に摂取 される量	一人あたり 摂取量
mg/日・1人	t	t	mg/日・1人	
アジピン酸	5.9	240	192	4.1
クエン酸 (無水物換算)	311.0	25000	20000	428.0
クエン酸一カリウム		0	0	0
クエン酸三カリウム		250	200	4.3

クエン酸カルシウム		40	32	0.7
クエン酸三ナトリウム		10000	8000	171.2
クエン酸第一鉄ナトリウム		45	36	0.8
クエン酸鉄		5	4	0.09
クエン酸鉄アンモニウム		7	5.6	0.12
塩類クエン酸換算量	88.5	7666	6133	131.2
クエン酸換算総量	399.6	32666	26133	559.2
グリセロリン酸カルシウム	0.1	1	0.8	0.02
グリセロリン酸換算量	0.08	1	0.8	0.02
グルコノデルタラクトン	34.4	2000	1600	34.2
グルコン酸 (100%)		170	136	2.9
グルコン酸カリウム		0	0	0
グルコン酸カルシウム		350	280	6.0
グルコン酸ナトリウム		240	192	4.1
グルコン酸第一鉄		0	0	0
上記塩類グルコン酸換算量	7.8	522	418	8.9
グルコン酸亜鉛		17	1.6	
グルコン酸銅		1.7	0.2	
グルコン酸換算総量	48.2	2913	2330	49.9
コハク酸	12.1	700	560	12.0
コハク酸一ナトリウム		67	54	1.1
コハク酸二ナトリウム		1700	1360	29.1
塩類コハク酸換算量	21.7	1295	1006	21.5
コハク酸換算総量	33.8	1995	1566	33.5
氷酢酸	98.5	5700	4560	97.6
酢酸ナトリウム		4500	3600	96.3
塩類酢酸換算量	44.3	3294	2635	56.4
(氷)酢酸換算総量	142.8	8994	7195	154.0
シュウ酸	0	700	0	0
L-酒石酸	17.3	1700	1360	29.1
L-酒石酸水素カリウム		300	240	5.1
L-酒石酸ナトリウム		175	140	3.0
塩類酒石酸換算量	5.2	353	282	6.0
酒石酸換算総量	22.5	2053	1642	35.1
乳酸	69.1	4000	3200	68.5
乳酸カルシウム		2800	2240	47.9
乳酸ナトリウム		2300	1104	29.5
乳酸鉄		0.4	0.3	0
塩類乳酸換算量	50.1	3421	2737	58.6
乳酸換算総量	119.2	7421	5937	127.0
フマル酸	31.1	2000	1600	34.2
フマル酸一ナトリウム		410	328	7.1
塩類フマル酸換算量	7.8	345	276	5.9
フマル酸換算総量	38.9	2345	1876	40.1
DL-リンゴ酸	57.0	3300	2640	56.5
DL-リンゴ酸ナトリウム		925	740	15.8
塩類リンゴ酸換算量	14.0	697	558	11.9
リンゴ酸換算総量	71.0	3997	3198	68.4

今回算出されたクエン酸としての総摂取量は599.2 (mg/日・1人)であり、前回の総量399.6 (mg/日・1人)に比べて約50%増加している。この増加が多かったこともあり、全有機酸摂取量(1112.5 mg/日・1人)の54%弱を占めている。

次に、この食品添加物からの有機酸の摂取量と、厚生省の「日本人の食品添加物一日摂取量実態調査」の報告による有機酸摂取量を<表 17-6>で比較する。

<表 17-6> 食品添加物有機酸の一日摂取量の調査による比較

摂取量の単位は mg/日・1人

有機酸名	生産・使用量調査 有機酸合計摂取量				厚生省一日摂取量実態調査 生鮮・加工食品合計			D/G
	1992年 (A)	1998年 (B)	2001年 (C)	今回 (D)	1982-1986年 (E)	1995-1996年 (F)	1998-1999年 (G)	
アジピン酸	1.8	6.1	5.9	4.1	—	—	3.0	1.367
クエン酸	401.8	330.5	399.6	599.2	1879.2	1667.2	1715	0.349
グリセリン酸	0.07	0.01	0.08	0.02	—	—	—	—
グルコン酸	51.9	60.4	48.2	49.9	114.9	87.8	—	0.568
コハク酸	21.1	18.7	33.8	33.5	143.7	94.8	101	0.332
(氷)酢酸	127.3	126.1	142.8	154.0	290.4	459.0	431	0.357
シュウ酸	0	0	0	0	—	—	—	—
酒石酸	18.8	23.7	22.5	35.1	70.4	61.9	65.1	0.539
乳酸	79.6	101.8	120.6	128.2	3858.0	1079.7	1176	0.109
フマル酸	16.4	24.7	38.9	40.1	92.9	54.3	57.5	0.694
リンゴ酸	99.6	95.5	71.0	68.4	773.6	895.6	907	0.075
合計	818.3	781.4	883.4	1112.5	(7223.1)	(4400.3)	(4455.6)	(0.250)

一日摂取量調査による摂取量は、E, Fは日本食品化学学会誌5(2)(表7)1998年により、

Gが「あなたが食べている食品添加物」表8(2001年)による。

乳酸の合計量にはステアロイル乳酸カルシウムの乳酸(1.2 mg)を合算したものの。

資料Gでは、初めてアジピン酸の摂取量を調査しているが、グルコン酸の摂取量測定は行っていない。このため、D/G欄のグルコン酸はD/Fで求めたものであり、有機酸合計欄の比率はGの合計値にFのグルコン酸を合算した4543.4 mgを分母として求めたものである。

この章でとりあげた酸味料系の有機酸類の摂取量は、総量で約1100 mgであり、これまでの調査では最大になっている。この値は、食品添加物の摂取量としては、比較的多い量になっている。

これらの有機酸類を食品から摂取する有機酸量と比較すると、D/Gの値で示されるように、全平均で25%程度、一部の例外的な有機酸を除いては、個別有機酸の摂取量に対して10~35%程度であり、総合的に見た場合には、食品からの摂取する酸味料系有機酸類に占める食品添加物の

割合は小さいと言える。

次に、個々の有機酸に関して見ていくことにする。

アジピン酸は、マーケットバスケット方式による一日摂取量実態調査が一回だけであり、傾向がつかめないこともあるが、例外的に生産量からの推定摂取量がマーケットバスケット方式のデータを超える結果となっている。このアジピン酸は、食品素材中にはほとんど常在していない有機酸であり、そのほとんどが、日持向上剤として使われているもので、消費期限の短い食品や駅売りなどのめん類に使われている。このため、マーケットバスケット方式では調査の対象外食品で使われたことにより、少な目の数値が出たことが考えられる。

次いで特異なものは、約50mgの摂取と推定されたグルコン酸である。食品からの摂取量約88mgに対して57%弱を占める。これは、グルコン酸が、一日摂取量実態調査で生鮮食品群からの摂取量が少ない(約38mg)ことから判るように、天然常在量が少ないためである。グルコン酸は、解離することによって酸を生成するというグルコノデルタラクトンとしての使用が主体であり、この特殊な性質を活かした特有の用途があるためであろう。

逆に、食品からの摂取量に比べて食品添加物からの摂取量が少ない(C/F値が小さい)ものに、乳酸とリンゴ酸がある。これらは、生鮮食品群に含まれる量が大いこと、加工食品でもこれらの生鮮食品群を原材料として使用するものが多いことに起因し、食品からの摂取がそれぞれ約1200mg、900mgに達していることによる。ところで、この2種の酸は、食品添加物としてラセミ体(DL-体)が認められているが、食品からの摂取を考慮した場合、その影響は小さく、非天然系ということで、問題視する必要はないものと認められる。

約600mgと最大の摂取量となるクエン酸は、食品からの摂取に対して約35%で、標準的な比率範囲にある。

酢酸では、食品添加物からの割合が33%と、前回とほぼ同じ水準であった。

マーケットバスケット方式での摂取量調査で、生鮮食品群より加工食品群からの摂取が圧倒的に多い(全量の約76%)ものが、コハク酸である。基礎的な食品原材料での含量が少ないにも拘わらず、加工食品からの摂取量が多いということは、食品加工の際に、コハク酸あるいはコハク酸ナトリウム塩類が使われていることになるが、今回の食品添加物使用量調査では、33mgと有機酸類の中では小さい値となっている。これは、今回の推定値が小さすぎたためではなく、貝のエキスなど天然系の調味料(食品扱い)が多量に使用されていることによるものと考えられる。

なお、フマル酸は天然常在量が少ないため、摂取する有機酸に占める食品添加物の割合が、比較的多くなっている。

この章で扱った有機酸類のカルシウム塩からのカルシウムの摂取量について、有機酸と同様に同様に算出した結果を<表 17-7>に示し、有機酸類の鉄塩からの鉄の摂取量について、同様に算出した結果を<表 17-8>に示すとともに、他の章で扱っている無機系のカルシウム塩および鉄塩類から摂取するカルシウムおよび鉄の量を合わせて、ミネラル摂取における食品添加物の占める位置をも検討する。

<表 17-7>

有機酸カルシウム塩類とそのカルシウムとしての摂取量

食品添加物名	使用査定量 t	食品からの摂取量		人の摂取量
		t	Caとして t	Caとして mg/日・1人
クエン酸カルシウム	40	32	2.25	
グリセロリン酸Ca	1	0.8	0.16	
グルコン酸カルシウム	350	280	25.03	
乳酸カルシウム	2800	2240	411.45	
合計			438.89	9.39

<参考>

有機酸系4品目合計	438.9	9.39
無機系カルシウム(18章等参照) 合計	3852.8	82.45
カルシウム 総計	4291.7	91.84
前回(2001年調査) 有機酸系合計	392.7	8.48
カルシウム 総計	3149.6	68.11
1998年調査 有機酸系合計	274.0	5.95
カルシウム 総計	3031.7	65.98 _{*1}
1995年調査 有機酸系合計	229.5	5.00
カルシウム 総計	2860.4	62.82 _{*1}
1992年調査 有機酸系合計	143.9	3.17
カルシウム 総計	2548.7	56.13
1989年調査 有機酸系合計	162.99	3.62
カルシウム 総計	3718.7	82.88 _*

<注> *1:カルシウムの総量には、CSLからのカルシウムを含む

表に示したように、本章で扱った有機酸のカルシウム塩からのカルシウムの摂取量は、人の1日当たり9.4mgであり、ミネラル摂取ブームの影響を受けたことによる増加傾向が続いている。そのほとんどは水煮溶けやすい乳酸カルシウムに由来するものであり、次いで栄養強化の目的のみに使用されるグルコン酸カルシウムが続いている。本章以外にも乳化剤のステアロイル乳酸カルシウム(CSL)などの有機系のカルシウム塩があるが、これら有機系のカルシウム塩からのカルシウム摂取は極めて少量(CSL250tでカルシウム0.17mg/日に相当する)である。ところで、カルシウム摂取の全体像をみる場合は、第18章で検討する塩化カルシウム、炭酸カルシウム、硫酸カルシウムおよびリン酸カルシウム類、第20章でも検討する水酸化カルシウムなどの無機のカルシウム塩を考慮する必要がある。

これらで検討した結果、無機系カルシウム剤から合計で82.5mgが摂取されており、カルシウムの総摂取量約92mgの90%弱を占めており、前回までの調査と同様な傾向を示している。なお、今回は無機系のカルシウムの増加も大きくなっている。

ところで、国民栄養調査によるとカルシウムの国民平均摂取量は、550mg程度(平成16年度:538mg,平成14年:546mg,平成10年:568mg)となっており、マーケットバスケット方式による調査では690mg(1998-1999年)である。このことから、食品添加物のカルシウム塩は、

カルシウム摂取の10～15%程度を担っていることになる。

<表 17-8> 有機酸鉄塩類とその鉄としての摂取量

食品添加物名	使用査定量 t	食品からの摂取量		人の摂取量
		t	Feとして t	Feとして mg/日・1人
クエン酸第一鉄ナトリウム	45	36	3.78	
クエン酸鉄	5	4	0.70	
クエン酸鉄アンモニウム	7	5.6	1.01	
グルコン酸第一鉄	0	0	0	
乳酸鉄	0.4	0.3	0.05	
合計			5.54	0.119

<参考>

有機酸系5品目合計	5.54	0.119
無機系鉄(22章参照) 合計		0.340
鉄 総計		0.459
前回(2001年調査) 有機酸系合計	6.66	0.144
鉄 総計		0.473
1998年調査 有機酸系合計	5.09	0.110
鉄 総計	21.20	0.460
1995年調査 有機酸系合計	6.38	0.139
鉄 総計	18.64	0.406
1992年調査 有機酸系合計	8.80	0.194
鉄 総計	24.22	0.534
1989年調査 有機酸系合計	6.16	0.137
鉄 総計	13.4	0.268

表に示したように、有機酸類由来の鉄の摂取量は、0.12mgである。この鉄塩類の主体はクエン酸第一鉄ナトリウムであり、68%を占めている。その他のクエン酸の鉄塩類を含めると99%に達している。

また、無機系を含めた鉄としての総量は0.46mgとなっている。

前回まで、鉄塩の摂取が、無機系の鉄剤から有機酸系の鉄剤に移行している傾向が認められたが、この傾向も、鉄の摂取プールの沈静化と共に止まったようである。

この表に示されたように、指定添加物からの鉄の摂取は、ほぼ一定量になっている模様である。

なお、国民栄養調査における国民平均摂取量の8～11mg程度(平成16年度調査:7.9mg, 平成14年度調査:8.4mg, 平成10年度調査:11.4mg)となっており、マーケットバスケット方式による調査では13.2mg(1998-1999年)になっている。指定添加物からの摂取量は、これらに対して影響を及ぼさないほどの少量となっている。

ところで、有機酸系のミネラルとしては、カルシウムと鉄の他に、母乳代替品としての調整粉乳

に微量元素補填強化の目的で使用されている亜鉛塩と銅塩がある。

この亜鉛塩と銅塩には、有機のグルコン酸塩と無機の硫酸塩が食品添加物として指定されている。今回の報告では、これらのミネラルの供給は、グルコン酸塩類に偏っていた。ただし、これらは、使用対象者が母乳および母乳代替食品を必要とする乳幼児、特に乳児に限られており、人の摂取量推算の対象からは外すこととする。

なお、グルコン酸亜鉛とグルコン酸銅は、2004年12月24日の告示で使用基準が改正され、保健機能食品への使用が認められた。次回以降はこの点も念頭に入れた考察が必要となる。

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類は、既に第 17 章の有機酸類(酸味料、調味料等)などで取上げたので、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。ただし、水酸化カルシウムは、第 20 章の無機化合物(酸、アルカリ)で取上げるので、ここでの考察は省略する。これら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の目的(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量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又はリン酸カルシウム類などがあり、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、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 13 年 (2001)		平成 16 年 (2004)	
	純食品向出荷量 (t)	会社数	純食品向出荷量 (t)	会社数
塩化 Ca	2372	5	2527	3
水酸化 Ca	11288	20	11981	20
炭酸 Ca	6786	15	10923	15
ヒドロリン酸二水素 Ca	78	2	87	1
硫酸 Ca	3669	6	4467	7
リン酸三 Ca	403	7	436	5
リン酸一水素 Ca	88	8	110	7
リン酸二水素 Ca	293	3	464	4

第 1 回、第 2 回の調査ではリン酸塩系以外のカルシウム塩では、実態よりも 1 桁多いと見られる量が報告されていたが、第 3 回、第 4 回、第 5 回、第 6 回、第 7 回と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

(1) 塩化カルシウム

塩化カルシウムには、無水物から6水塩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水塩が認められており、中でも2水塩が一般的である。

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。そう菜や佃煮に約460t、ビールを主としたアルコール飲料に約170t、油揚げや凍り豆腐を主体とする豆腐製造業で約100t、乳製品に約22t、水産加工品に約5t、漬物に約2t、その他約1tなどと考えられる。把握率を約3割とすると、食品業界での使用量は2,500t程度と推定される。

<食品用、用途別使用量の推定>

そう菜や佃煮	460t	アルコール飲料	170t	豆腐・油揚げ	100t	乳製品	22t
水産加工品	5t	漬物	2t	その他	1t		

計 670t

平成16年度食品向けの出荷は2,527tと報告されている。前回調査の2,372tより少し多目の報告である。食品添加物グレードの全出荷量は77,755tである。食添グレードの塩化カルシウムが融氷・融雪剤として出荷され使用されるものがあるが、他にも無水物として食品用の乾燥剤に使用されるものもある。かつては、融氷・融雪剤として出荷された約6000tが食品向けとして出荷報告されたとした調査もあったが、近年はこのような目的での出荷は計上されていないと見ている。

これらの事情を考慮し、塩化カルシウムの食品向け使用量は2500tと査定する。

(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等変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、果物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、例外的にカルシウムとして2%（平成9年3月18日より10%に）までの使用が認められ、ガムの基礎剤としてのガムベースの強靱化に使われる。紛乳の固結を防止したり、流動性を向上させる効果もあるものと考えられる。チューインガムに対しては、先の法改正の影響もあり約700t、調製粉乳には170t使用される。また、水産練り製品（約130t）や、畜肉加工品（約40t）での弾力補強剤としてリン酸塩と共に使われることも多い。これらの他にはパン類や焼菓子類で130tを超える使用報告があり、これらは、イースト(酵母)の栄養源として使われたり、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。更に、豆腐用にも 25t の報告があるが、凝固剤ではなく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である。

<食品用、用途別使用量の推定>

チューインガム	700t	調製粉乳	170t	水産練り製品	130t
畜肉加工品	40t	パン類	130t	豆腐用	20t

計 1190t

食品の把握率を約 30%として食品への使用は約 4000t 程度と考察する。

一方、直接食品向けの使用の他に、水あめ等の製造において使用される酸(シュウ酸等)の中和などの加工食品製造用剤として約 2000t が使用されているものと考えられる。今回の製造・出荷に関する報告では食品向けに約 10923t となっている。チューインガムへの使用基準が改正された影響が多いように思われる。業界紙の 2004 年需要予測では、強化剤として 13000t と推定されている(食品化学新聞)が、この推定値も食品使用例の実態から考えや、多過ぎるように思われる。これらの諸状況を勘案して、食品(製造)向けの使用量は 7000t と考察する。

(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用途に転用された時に豆腐用の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、パンに対しての使用は、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。价格的には、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、使い過ぎによる苦み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、本品の使用量は、豆腐用の凝固剤として約 4500t、ビールには約 220t、パン製品で約 110t、水産加工品で約 10t などと考察した。その他に把握されていないものが約 1500t として、総量はだまかに約 6500t と予測する。

<食品用、用途別使用量の推定>

豆腐用	4500t	ビール	220t	パン	110t
水産加工	10t	その他	1500t		

計 6340t

今回の調査に対する報告は、食品向けに約 4467t となっているが大手 A 社の報告 2,000 t 強が漏れており 6500t と推定される。一方、業界紙の推定値は 7000t となっている(食品化学新聞)。

これらのことを勘案し、食品向けの使用量としては前回と同量の 6500t と考察する。