

6. 台所に入り込んできた怪しげな化学薬品

湿気を防ぐ青いシリカゲル

長時間にわたり食べ物を貯蔵するためには、食べ物由来の性質による変性と化学変化などによる変性と微生物による食べ物の変性を抑える必要があります。米や麦や豆類など種子類の食べ物の発芽を抑えると共に、微生物の繁殖を抑えることに効果的です。乾燥した条件で保管することにより食べ物を長期保存することが出来ます。食べ物の内部に含まれている水分を取り除くためには、加熱したり太陽光に曝したり乾燥した風に当てたりします。しかし、梅雨の季節などには高い湿度を示し、それ以外の季節でも大気中には多くの水蒸気が含まれています。お煎餅が湿気でゆくように、これらの水蒸気は乾燥した食べ物に逆戻りしてゆきますから、食べ物の長期保存のためには好ましいことではありません。食べ物が湿気てしまうことを防ぐために、缶に入れたりラップをしたりして、水蒸気を含んだ空気に乾燥した食べ物を曝さない工夫をしてきました。残念ながら梅雨時などは、水蒸気を含んだ空気はいたるところにありますから、缶に入れておくだけでは湿気を食い止めるための万全の対策にはなりません。そのため乾燥剤が用いられるようになりました。

化学の実験室では目的に応じて種々の乾燥剤が用いられてきました。表 6 - 1 には実験室で用いられている種々の乾燥剤の形態変化、乾燥の機構、安全性、利用できる範囲、乾

表 6 - 1 種々の乾燥剤とその性状

乾燥剤	変化	機構	安全性	利用範囲	能力
活性炭	固 固	吸着	中性、安全	気、液	弱
シリカゲル	固 固	吸着	中性、安全	気、液、固	中
モレキュラシーブ 4A	固 固	吸着	中性、安全	液	強
無水硫酸ナトリウム	固 固	結晶水	中性、安全	液	中
無水硫酸マグネシウム	固 固	結晶水	中性、安全	液	中
食塩	固 液	溶解	中性、安全	気、液、固	弱
塩化カルシウム	固 液	溶解	中性、安全	気、液、固	中
水酸化ナトリウム	固 液	溶解	塩基性、皮膚に炎症	気、液、固	中
酸化カルシウム	固 固	反応	塩基性、皮膚に弱い炎症	気、液、固	強
水素化ナトリウム	固 固	反応	塩基性、皮膚に炎症、爆発性	液	強
水素化カルシウム	固 固	反応	塩基性、皮膚に炎症、爆発性	液	強
金属ナトリウム	固 固	反応	塩基性、皮膚に炎症、爆発性	液	強
金属マグネシウム	固 固	反応	塩基性、皮膚に炎症、爆発性	液	強
五酸化二燐	固 液	反応	酸性、皮膚に炎症	気、液、固	強
濃硫酸	液 液	溶解	酸性、皮膚に炎症	気、固	強

燥の能力などについてまとめておきます。これらの乾燥剤の中には極めて危険で、急激な発熱を伴い発火したり爆発する物質や、皮膚に触れると薬品による火傷を起こす物質もあり、日常生活に利用できない物も含まれています。モレキュラシーブ 4A は酸化アルミニウムと酸化ケイ素を主体とする人造の石のような物ですが、 $4 \times 10^{-10} \text{m}$ (4A) の直径を持つ穴が蜂の巣のようにあいた物質です。蛸が蛸壺に入るように水は $4 \times 10^{-10} \text{m}$ の穴に丁度入り込むことができますが、それ以外の物質はもっと大きな分子の形をしていますから、入り込むことができません。結果としてモレキュラシーブ 4A は水だけを取り込んで放しませんから、乾燥剤の役割を果たします。モレキュラシーブ 4A は原理的にも最も安全で、乾燥の効率が良く、再利用も可能ですが、未だ高価なため日常生活に利用できる乾燥剤にはなっていません。

シリカゲルと塩化カルシウムは中程度の乾燥能力ですが安全性と経済性に優れており、地球上のいたるところに存在する物質ですから、環境破壊の心配もほとんどありません。また、酸化カルシウム(生石灰)は石灰石を焼成するだけで製造することができ、皮膚に弱い炎症を起こすことがあります。乾燥能力が強い乾燥剤です。そのためシリカゲルと塩化カルシウムと酸化カルシウムが乾燥剤として広く日常生活に利用されています。塩化カルシウムは食塩から水酸化ナトリウムを製造するソーダ工業の副産物として生成してくる物質で、価格が極めて安く、大量に生産されています。この物質は固体ですが、極めて水に溶け易いために、空気中の水分を取り込んで水溶液になろうとします。この性質を潮解性と呼び、周囲の空気を乾燥します。固体や液体から少しずつ水分が蒸発して、周囲の乾燥した空気の湿度を上げます。空気中の水分は塩化カルシウムを潮解して、湿度の高かった空気は乾燥してゆきます。結局、固体や液体に含まれる水分が間接的に塩化カルシウムに取り込まれてゆきますから、液体でも固体でも容器の中に入れておけば空気を介して乾燥することができます。潮解性のために水溶液になった塩化カルシウムを固体に戻すことは極めて困難で、再利用は経済的に不利ですから、使い捨の乾燥剤と考えられます。塩化カルシウムは形態的には固体から次第に液状に変化してゆきますから、食べ物と直接接触させていますと長時間のうちに塩化カルシウム水溶液で汚れてしまう危険性があります。乾燥剤として塩化カルシウムを間接的に使用し、食べ物と直接接触しないように注意を要します。

酸化カルシウムは石灰石を焼成するだけで製造することができますから、極めて価格が安く大量に使用することができます。しかも酸化カルシウムは固体であり、水と反応して生成する水酸化カルシウムも固体ですから、水分を吸収しても食べ物を乾燥剤で汚す危険性はありません。その上、原料の石灰石も乾燥剤の酸化カルシウムも生成物の水酸化カルシウムも環境を汚染するような物質ではありません。しかし、酸化カルシウムも水酸化カルシウムも塩基性を示しますから、皮膚に付くと炎症を起こすことがあり安全に取り扱うためには注意を要します。

シリカゲルは水晶や石英と同じ組成の酸化ケイ素の微細な粉末で、表面積が極めて大き

いために、多量の水を吸着することができます。この吸着力により乾燥剤として働きます。物質が変化するわけではありませんから、高温で過熱して吸着している水分を蒸発させれば、また乾燥剤としての能力を回復します。台所ではフライパンで煎ることにより、何度でもシリカゲルは再生します。しかも形態が変化することはありませんから、直接食べ物と接触してもあまり不都合は起こりません。

シリカゲルは白色の固体で粉末あるいは粉末を固めた形状に作られていますが、塩化コバルトの希薄水溶液を吸着させた後に乾燥して青色に着色したシリカゲルがしばしば用いられています。塩化コバルトは6分子の結晶水を持って淡紅色の結晶になりますが、室温付近の温度でも容易に結晶水を放出して無水塩化コバルトに変化し、コバルトブルーと呼ばれる濃い青色に変色します。シリカゲルに吸着している塩化コバルトも乾燥した状態では無水塩化コバルトの状態ですから濃い青色を呈しています。しかし、水分を吸着してシリカゲルが湿気を帯びると、塩化コバルトも結晶水を結合して淡紅色になり、実質的には無色に見えます。塩化コバルトがシリカゲルの乾燥の状態を示すバロメーターの役目を果たしていますから、青色が消えたらばフライパンで青く変色するまで煎れば再度使用可能になります。ちなみに、塩化コバルトを絵の具として用いますと、紙が濡れている間は絵が何も見えませんからただの白い紙ですが、太陽に当てたりストーブにかざしたりすると忽然と青色の絵が現れてきます。塩化コバルトを入手することは多少難しいかもしれませんが、最も色鮮やかな焙り出しの絵が作れます。

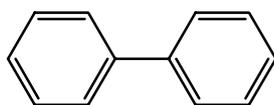
塩化カルシウムも酸化カルシウムもシリカゲルも比較的安全性が高く食べ物をはじめ多くの物質を乾燥することができますから、食べ物の保存に役立つ乾燥剤となります。塩化カルシウムも酸化カルシウムもシリカゲルもお煎餅や海苔などと共にしばしば入れられています。小さな文字で注意書きがしてあるように食べることのできない化学物質ですから、乳幼児が口にしないように注意を要します。

果物を苦くするポストハーベスト

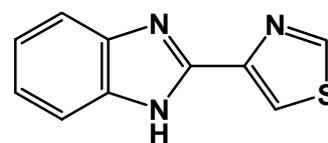
レモンはラグビーボール型をした柑橘系の果物で、特有の高い香りが果皮の部分に凝縮していますから、紅茶の香り付けに入れたり、レモンパイなどの洋菓子の材料にします。著者はカミさんの作るパウンドケーキが大好きですが、レモンの果皮をすりおろして入れることが香りの良いケーキを作るコツと講釈してくれます。レモンは日本の国内生産量が少なく、主に米国やチリ共和国や南アフリカ共和国から輸入されています。しかし、レモンは常温の暗所では数日間しか日持ちせず、乾燥を防ぐためビニール袋に入れて冷蔵庫内の5~6 くらいの環境でも1ヶ月ほどしか長期保存できません。そのため、新鮮な日本国産のレモンは国外産に比べて2倍から4倍の高値で取引されています。米国やチリ共和国や南アフリカ共和国などの遠国から新鮮な状態で輸入されるレモンには、乾燥を防ぐ蠟状の炭化水素を表面に膜状に塗るポストハーベストと呼ばれる処理が施されています。蠟状の膜により水分の蒸発は抑えることができますが、その内部における微生物の繁殖を抑

えることはできません。

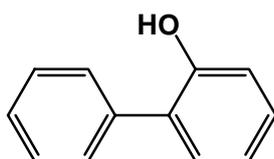
米国では通常、レモンの皮の部分を食べることは無く、多くの場合にレモンジュースとして食べますから、レモンの皮に少量の化学物質が付着することは許されると考えられています。そのためにジュースへの混入が少なくなるように水溶性の無い防カビ剤をレモンの表面に塗るポストハーベストが、米国産のレモンには施されて微生物の繁殖を



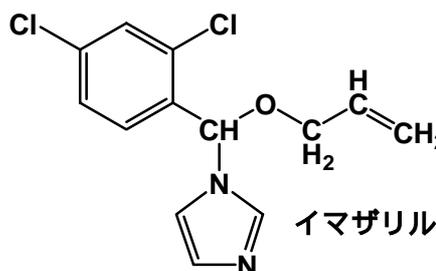
ジフェニル



チアベンダゾール



o-フェニルフェノール



イマザリル

図6-1 代表的防カビ剤の化学構造

抑え長期保存を可能にしています。同時に、乾燥を防ぐために蠟状の炭化水素が表面に施されますから、防カビ剤には炭化水素に溶け易く、水に溶け難い性質を持つ図6-1に示すような物質が用いられています。これらの物質は微生物の繁殖を抑える性質を持っていますが、同時に、人間に対しても種々の生理作用を示します。

人間に対する生理作用には短期間に死に至る急性毒性と長期間に発がん性や催奇性疾患を発症するような慢性毒性があり、急性毒性はLD₅₀により表し、慢性毒性はADIにより表します。ADI (Acceptable Daily Intake) は一生涯にわたり毎日摂取し続けても健康に影響を及ぼさないと判断される最大量を意味し、平均寿命が2年程度のねずみに毎日餌と共に薬物を混入して投与し、生理作用が観測できる最小薬物量を1kgの体重の動物に規格化した後に100倍の安全係数を掛け合わせて算出します。

日本では認められておりませんが、米国などでは、殺虫剤、殺菌剤、除草剤などの一般農薬を収穫後に使用することを認めていますから、オレンジ、レモン、グレープフルーツ、バナナなどの輸入果物はジフェニル (DP)、o-フェニルフェノール (OPP)、チアベンダゾール (TBZ)、イマザリルなどの防カビ剤を蠟状の炭化水素に溶かしてポストハーベスト処理を施しています。これらの防カビ剤は遺伝子損傷性、変異原性、染色体異常、発ガン性などの生理作用を持っていますから、急性毒性はあまり強くありませんが、慢性毒性は無視できないように思われます。表6-2には防カビ剤のLD₅₀とADIの値を厚生労働省で規定している食品添加物の許容最大残存量とともにまとめておきます。

著者と同業の化学者が研究した防カビ剤を用いてポストハーベスト処理をしているのですから、カミさんが皮を擦り込むとパウンドケーキが苦くなると云ってあまり作ってくれませんが我慢しなければならないでしょう。長期保存の方法としてポストハーベスト処理は有効と思われませんが、問題が残っているように思われます。

表 6 - 2 代表的防カビ剤、酸化防止剤の毒性と許容量

	LD ₅₀ (g/kg)	ADI (mg/kg/day)	許容残存量(g/kg)
ジフェニル	2.2	0.05	0.07
o-フェニルフェノール	1.1	0.4	0.010
チアベンダゾール	3.6	0.1	0.010
イマザリル	0.22	0.025	0.005
亜硝酸ナトリウム	0.85	0.06	0.070
ジブチルヒドロキシトルエン	1.39	0.3	0.20
ブチルヒドロキシアニソール	4.13	0.5	0.20

酸化を防ぐ物には毒性もある

長時間にわたり食べ物を貯蔵する上で、最も大きな影響を与える食べ物の変性には食べ物由来の性質による変性と外的な要因による変性があり、外的要因には化学変化などによる変性と微生物による変性があります。生活の環境の中で食べ物の変性を引き起こす化学物質としては、各種のミネラルや酢酸などの酸性物質がありますが、食べ物の変性に最も影響を与える化学物質は酸素と思われます。

酸素は地球のあらゆる所に普遍的に存在し高い反応性を持つ気体ですから、多くの物質を酸化する性質を持っています。図 5 - 1 に示すように酸素はハイドロキノンやカテコールを対応するキノンに酸化します。ビタミン C やフェノール類も同じような部分構造を持っていますから、酸素により酸化されます。食べ物と酸化され易い物質が共存するときには、酸素などの酸化剤が優先して酸化され易い物質を酸化し、食べ物の酸化が抑えられます。言い換えれば、ハイドロキノンやカテコールやフェノール類やビタミン C などの酸化され易い物質は酸化を防止する効果を示し、外的な要因による変性を有効的に抑えます。

穀類や木の実などから得られる植物油に含まれるビタミン E、コーヒー豆に含まれるクロロゲン酸、お茶に含まれるカテキン類などはハイドロキノンやフェノールの構造を持っていますから、食べ物の中に含まれていますが酸化防止の効果を示します。苺やレモンなど多くの果物の中に含まれるビタミン C は芳香族環を持っていませんが、カテコールと類似の部分構造を持っているために強力な酸化防止の効果を示します。食べ物の中ではこれらの酸化防止効果を示す成分は安定に存在しますが、取り出した物質は空気中で比較的不安定で次第に酸化されてしまいます。そのために近年になって食べ物の酸化による変性を抑えるために酸化防止効果を持つ食品添加物を加えるようになって来ました。

亜硝酸ナトリウム (NaNO₂) は酸化を抑えて新鮮な食肉の淡紅色を保つ効果があるために、食肉加工品や塩干加工品に鮮度を引き立たせる目的で加えられている酸化防止効果を

持つ食品添加物です。京都市衛生公害研究所は、55 検体の食肉加工品およびいくらやたらこなどの 11 検体の塩干加工品について検査を行った結果、法的な使用基準に適合していますが 93%および 45%の検体に亜硝酸ナトリウムが含まれていたと年報の中で報告しています。しかし、亜硝酸ナトリウムは表 6-2 に示すように LD₅₀ の値が 85mg/kg ですから代表的な毒薬のシアン化カリウム(青酸カリ)よりわずかに弱い急性毒性を示すと考えられます。さらに、図 6-2 に示すように、亜硝酸ナトリウムは極めて反応性の高い物質でアルコール類と反応すれば亜硝酸エステルになりますが、アミン類と反

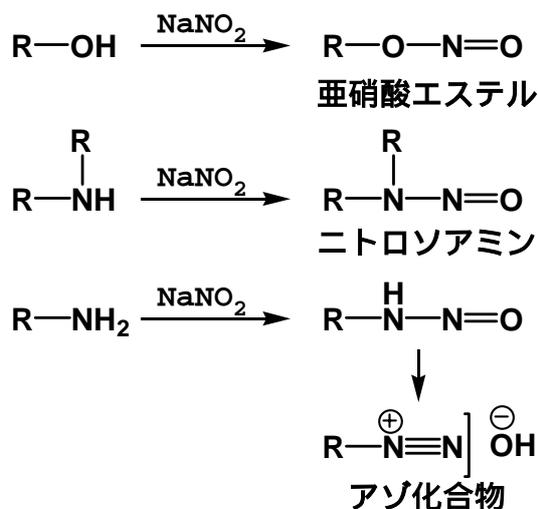


図6-2 亜硝酸ナトリウムの反応

応するとアゾ化合物あるいはニトロソアミン類を生成します。蛋白質のもとになっているアミノ酸もアミンの部分構造を持っていますから、アミノ酸も蛋白質も部分的にアゾ化合物あるいはニトロソアミン類に変化します。アゾ化合物とニトロソアミン類は亜硝酸ナトリウムよりさらに反応性の高い化合物で、強い発がん性を示します。亜硝酸ナトリウムは人間の身体を構成している蛋白質に作用して発がん性物質を生成してしまいます。このように発がん性物質を生成することから、亜硝酸ナトリウムの ADI は 0.06mg/kg/day と評価されています。著者も自家製ソーセージを作るときに肉の色を美味しそうに見せるために、亜硝酸ナトリウムを加えてみましたが、見かけよりも健康が大切と思い、以後添加しないようになりました。

魚や胡麻や大豆などに含まれる液状の油脂は不飽和結合を持つ不飽和脂肪酸を多く含んでいますが、これらの不飽和脂肪酸で構成される液状の油脂は酸素と非常に反応し易く、酸化されて過酸化

物やアルデヒド類などに変性してゆきます。この変性を油焼けと呼び、油脂の味や香りを劣化させますから、このような酸素による酸化を抑えることは油脂類を含む食べ物の保存にとって極めて重要なこ

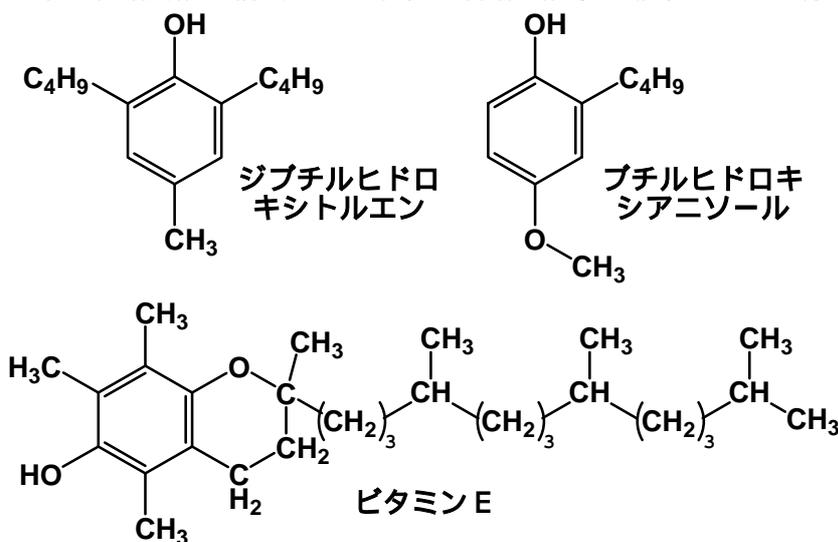


図6-3 代表的な酸化防止剤の構造

とです。そのため、油脂類、バター、塩干加工品などには酸化防止の効果を持つ食品添加物がしばしば加えられています。例えば、マーガリンや即席ラーメンには変性を防ぐために酸化防止剤としてビタミンEが添加されています。図6-3および表6-2にあげたジブチルヒドロキシトルエン(BHT)やブチルヒドロキシアニソール(BHA)はいずれも脂溶性のフェノール類で、食べ物に酸化防止剤として添加されることもありますが、比較的毒性が強いために使われない傾向になっています。しかし、犬や猫のためのペットフードには現在でもかなり添加されていると思われます。

食べ物の変性に最も影響を与える化学物質は酸素と思われるから、食べ物と酸素の化学反応を抑えることにより、外的な要因による変性を有効的に抑えることができます。ハイドロキノンやカテコールやフェノール類やビタミンCなどの酸化され易い物質と食べ物が共存するときには、酸素などの酸化剤が優先して酸化され易い物質を酸化し、食べ物の酸化が抑えられます。食べ物の中にはこのような酸化防止の効果を示す物質が存在していますが、人為的に加えられる多くの酸化防止剤は強い毒性を示します。そのため食品添加物として酸化防止剤を用いることはあまり好ましいことではありません。

食べ物の長期保存に有効な鉄粉

食べ物の変性に最も影響を与える化学物質は酸素と思われるから、食べ物と酸素の化学反応を抑えることにより、外的な要因による変性を有効的に抑えることができます。しかし、人為的に加えられる多くの酸化防止剤は強い毒性を示しますから、食品添加物として酸化防止剤を用いることはあまり好ましいことではありません。食べ物を酸素と触れないようにすれば、長期保存するために有毒の酸化防止剤を使う必要がなくなります。食べ物を缶やプラスチックの袋に封じ込めたのちに内部の空気から酸素を取り除けば、食べ物は酸素と触れることが無くなり酸素酸化による変性も、微生物の繁殖による変性も抑えられますから長期保存が可能になります。缶や袋の中に入れて酸素を取り除く脱酸素剤と呼ばれる物質は酸素と反応して酸化される性質を持っていないければなりません。

物質を構成する分子が十分な化学反応活性を持って衝突するときに物質の反応が進行します。酸化・還元反応においては、酸化還元電位の小さな還元状態の物質を電位が大きな酸化状態の物質に作用するときに、十分な反応活性が得られて反応が進行します。酸素の酸化還元電位は水の存在下では0.40Vですから、それよりも小さな酸化還元電位をもつ還元状態の物質が酸素と反応します。このような還元状態の物質は酸素と反応して酸素を消費してしまいますから脱酸素剤として働きます。表6-3には代表的な金属やビタミンCやハイドロキノンの酸化還元電位を抜粋しました。

気体状態の分子は自由に動き回ることができますから、気体同士の衝突が容易に起こり、反応がすみやかに進行します。液体の状態の分子は液体の中では自由に動き回れますが、ほとんど外部に飛び出せませんし、固体の状態の分子は分子として動き回ることができません。通常、酸素は気体の状態にありますから、水素やアセチレンなどのような気体の物

表 6 - 3 金属の酸化還元電位

還元状態	酸化状態	電位(V)	還元状態	酸化状態	電位(V)
K	K ⁺	-2.92	Sn	Sn ²⁺	-0.14
Ca	Ca ²⁺	-2.76	Pb	Pb ²⁺	-0.13
Na	Na ⁺	-2.71	H ₂	H ⁺	0.00
Mg	Mg ²⁺	-2.38	ビタミン C	酸化型ビタミン C	0.13
Al	Al ³⁺	-1.71	OH ⁻	O ₂ /H ₂ O	0.40
Mn	Mn ²⁺	-1.03	Cu	Cu ⁺	0.52
Zn	Zn ²⁺	-0.76	HQ	Q	0.70
Cr	Cr ²⁺	-0.56	Ag	Ag ⁺	0.80
Fe	Fe ²⁺	-0.41	Hg	Hg ²⁺	0.85
Co	Co ²⁺	-0.28	Au	Au ⁺	1.68
Ni	Ni ²⁺	-0.23			

質とはすみやかに反応しますが、液体や固体の物質とはその表面でしか衝突ができません。小さな酸化還元電位をもつ還元状態の物質であっても、物質の表面でしか酸素分子と衝突できませんから、酸化反応により酸素を取り除くことはできません。小さな酸化還元電位をもつ還元状態の物質を脱酸素剤として用いるためには、その表面積を大きくする必要があります。固体物質は細かく粉砕し、蜂の巣や海綿のように多孔質にすることにより相対的に表面積が大きくなります。

表 6 - 3 の黄色に色分けしたナトリウム金属などは酸素ばかりでなく水とも激しく反応してしまうため、取り扱いが難しく汎用性がありません。マグネシウムやアルミニウムは酸素との反応性が高く脱酸素剤として働きますが、表面が酸化されると保護膜となり反応が止まってしまうから、取り除ける酸素の量はあまり多くありません。微粉末にしたマグネシウムやアルミニウムは酸素と激しく反応して燃え上がりますから、危険が多く実用的な脱酸素剤となりません。紫色に色分けしたマンガンやクロムやニッケルなどの金属は微粉末にすれば酸素と反応しますが、反応後の生成物は公害物質ですから回収しなければならず、これらの金属も汎用性に欠けます。鉄の微粉末は酸素と反応して脱酸素材として働きますが、価格が安く、しかも反応後の生成物は地球上のどこにでも存在する酸化鉄ですから廃棄がきわめて容易で、高い経済性があります。

鉄などの金属を微粉末にして表面積を大きくする方法が種々考えられてきました。Raney の考案した方法では、ニッケル金属とアルミニウム金属を一緒に溶かして合金とします。アルミニウム金属は水酸化ナトリウムと反応して水に溶けますから、ニッケルとア

ルミニウムが一様に混ざっている合金を水酸化ナトリウムで処理しますと、水に溶けないニッケル金属だけが固体として残ります。結果としてアルミニウムのあった所が空洞になりますから、多孔質の微粉末を作ることができます。Raney の考案したこの方法はニッケルばかりでなく、鉄やコバルトにも応用することができ、実験室で反応触媒としてしばしば用いられていますが、大量生産には適していません。

酸化鉄の粉末とコークスを一緒にして高温で加熱しますと、銑鉄のように炭素を含む鉄の微粉末ができます。このときできた粉末は Raney の合金のように鉄と炭素が一様に混ざった状態になっています。これを水素で還元しますと炭素だけが炭化水素になって取り除かれますから、炭素のあったところが空洞になり、中に水素の吸着した鉄の多孔質の微粉末ができます。この方法で製造された鉄粉は還元鉄粉と呼ばれて工業的に供給されています。JFE スチールで供給されている商品は 0.05mm 以下の粒度の鉄粉を多く含んでいるようです。

高温の鉄は水と反応して水素と酸化鉄に変化しますが、そのとき反応が爆発的に進行します。高温に熔けた鉄に高压の水を吹き付けて冷却しますと、鉄は爆発しながら微粉末に粉砕され表面が酸化鉄で覆われます。この酸化鉄に覆われた鉄の粉末を水素で処理すると表面の酸化鉄が還元されますから、アトマイズ鉄粉(粉砕鉄粉)と呼ばれる 0.05mm 以下の粒度を持つ純粋の鉄粉を製造することができます。

鉄と酸素の反応は鉄が酸化され酸素が還元される酸化・還元反応ですから、式 6-1 に示すように鉄から放出された電子が水の存在下で酸素に吸収されて水酸イオンに変化する反応です。ただし、電子は負の電荷を持っていますから、 e^- で表しています。鉄を微粉末にして反応活性を向上しても、水の存在しないときには酸素と反応して脱酸素剤として働くことはありません。そのため、水分を多く含む食べ物と共に鉄粉の脱酸素剤を入れて缶や袋に封じ込めた場合には内部の酸素が円滑に取り除かれますが、乾燥した食べ物の場合には脱酸素剤の働きを示しません。このような脱酸素剤を水分依存型と呼んでいます。鉄粉には余り水分を吸着する傾向がありませんから、保水力を挙げるために少量の食塩や活性炭を加えてあらかじめ水分を含んだ自力反応型にして、乾燥した食べ物にも利用できるように改良されています。

この鉄粉と酸素の反応は発熱反応ですから、活性な鉄粉を空気中に出せばすみやかに空気中の酸素と反応して発熱します。発熱した熱が逃げないように保温すればさらに反応温度を上がり、反

応の速度がはやくなりますから、火も電線も無い所でも発熱体として利用することができます。近年、広く用いられている使い捨てカイロは脱酸素剤とまったく同じ反応の機構で水を含んだ活性な鉄粉で作られている暖を取る商品です。



式6-1 鉄粉の酸素による酸化反応

食べ物を缶やプラスチックの袋に封じ込めたのちに内部の空気から酸素を取り除けば、食べ物は酸素と触れることが無くなり酸素酸化による変性も、微生物の繁殖による変性も抑えられますから長期保存が可能になります。このように酸素を取り除く物質として近年開発された多孔質の鉄粉は安価で、使用後の廃棄物が環境を汚染することも無いために経済的に有利で広く脱酸素剤として用いられるようになってきました。

犬も吐き出すキャベツの外葉

著者の愛犬はキャベツを毎朝夕に好んで食べており、キャベツの匂いや触る音を感じるだけで飛んできて貪り食ってしまいます。そのような愛犬を連れて日本一のキャベツの産地として知られている群馬県嬲恋村を旅行しましたが、その折に道路脇でキャベツを売っていましたが、車を止めて早速新鮮な収穫したてのキャベツを購入しました。愛犬は例によって早速キャベツの外葉に武者振り付きましたが、よほど不味かったのか一口噛んで吐き出してしまいました。帰宅してよく水洗いしたら、同じキャベツの外葉を喜んで食べてくれました。普通の人はそのような硬くて不味そうな外葉は食べませんから問題になりませんが、キャベツの外葉には水に溶ける何か不味い物が付いていたのでしょう。

インターネットで調べてみましたら、群馬県嬲恋村でキャベツを生産している森農園のホームページ (<http://www.mori-farm.com/>) を読むことができました。そこにはキャベツの生産におけるコナガなどの害虫や軟腐病などの微生物との戦を経て、虫食いの無い立派なキャベツが出荷される様子が記されています。特に9月初旬に収穫されるキャベツにどのような農薬を散布して微生物や害虫と戦っているか記されています。そこに記されている殺菌剤と殺虫剤はほとんど生物を駆逐する目的の化学物質ですから、当然人間にとっても

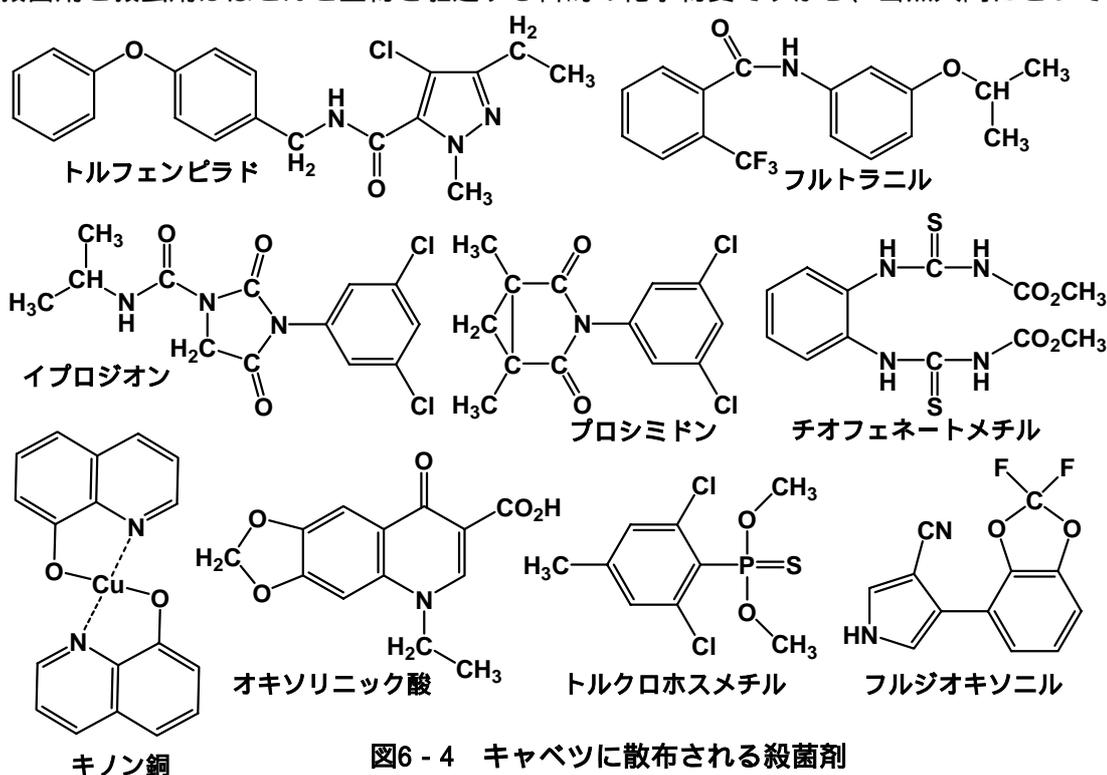


図6-4 キャベツに散布される殺菌剤

毒性が予想されます。そこで、微生物農薬を除くそれらの農薬の化学構造式を図 6-4 および図 6-5 にまとめておきます。ただし、エマメクチンは大きな分子ですので紙面の都合上 CH と CH₂ は折れ線で表しておきます。

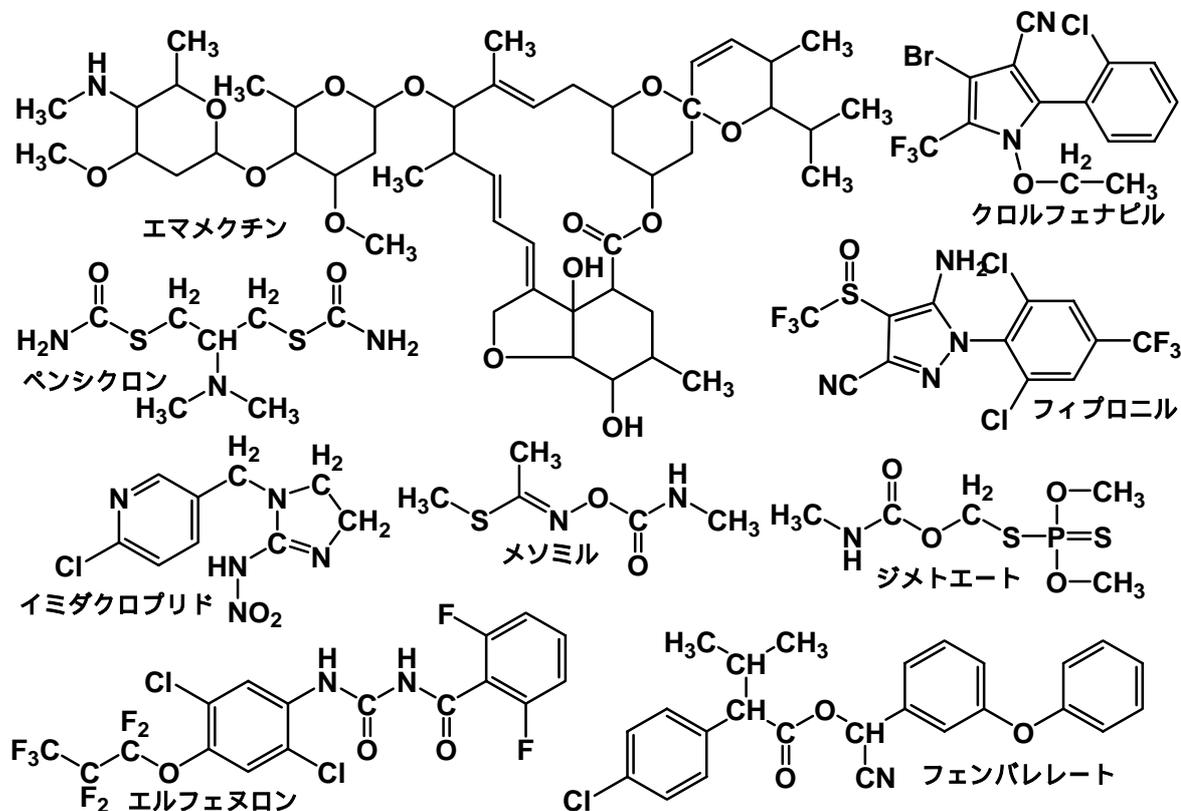


図6-5 キャベツに散布される殺虫剤

さらに、そこに記されている殺菌剤と殺虫剤の急性の毒性を示す LD₅₀ と慢性の毒性を表す ADI の値を表 6-4 にまとめました。毒薬として最もよく知られたシアン化カリウム (青酸カリ) の LD₅₀ と比較して、急性の毒性は格段に弱いことを意味していますが、ADI の値を比較しますとかなり強い慢性毒性を持っていることが分かります。つまり、少量の農薬を 2~3 回程度、口にしても人体には殆ど影響を与えませんが、習慣的にこれらの農薬が体内に入る場合にはかなり危険な性質を持っていることを意味しています。

硫酸銅と水酸化カルシウムを混合して調製するボルドー液は液の中では水酸化銅として存在していますから、太陽光にも酸素にも比較的安定です。また、水溶性を高めるためにキノン銅は銅の原子と 8-ヒドロキシキノリンと配位結合させて安定化させた化合物ですから、通常環境では安定な物質です。しかし、その他の表 6-4 に挙げた農薬は太陽光や酸素により比較的容易に分解されますから、長期間残留することは無いように思われます。また、散布の折に用いられる乳化剤の働きで、水によく溶けるようになっていますから、台所に届いたキャベツは食べる前に残存する農薬を洗い落とせば問題は無いように思います。

春先や秋の深まった季節のキャベツは虫や微生物との戦いも激しくないようで、あまり大量に農薬が散布されていないようですが、虫も微生物も美味しく感じるためか活動が激しくなりますから、最もキャベツの美味しい夏の季節には大量の農薬が散布されているそうです。夏の盛りの旬の季節に虫食いの無い美しいキャベツを食べると、愛犬の嫌いな農薬が体内に入る危険を伴います。農薬の危険を避けるためには虫が食べているような見掛けの悪いキャベツを選ぶ必要があります。現在の化学や農学の技術では二者択一を迫られていますが、将来は危険性の低い農業技術の発展により、見掛けが美しく味が良く安心して食べられるキャベツの生産される時が来るものと期待しています。

表 6 - 4 キャベツの散布される農薬の一例

薬剤	一般名	農薬名	LD ₅₀ (g/kg)	ADI (mg/kg/day)
殺菌剤	ボルドー液			
殺菌剤	フルジオクソニル	セイビア	5.000	0.0330
殺菌剤	イプロジオン	ロブラール	3.500	0.1250
殺菌剤	キノン銅		2.000	0.0170
殺菌剤	チオフェネートメチル	トップジン	6.640	0.0800
殺菌剤	オキシリニック酸	スターナ	5.000	0.0230
殺菌剤	プロシミドン	スミレックス	7.700	0.0350
殺菌剤	トルクロホスメチル	リゾレックス	5.000	0.0640
殺菌剤	フルトラニル	モンカット	10.000	0.0800
殺虫剤	イミダクロプリド	アドマイヤー	2.000	0.0840
殺虫剤	プロベナール	アドマイヤー	2.000	0.0200
殺虫剤	トルフェンピラド	ハチハチ	0.386	0.0056
殺虫剤	カルタップ	パダン	5.000	0.1000
殺虫剤	クロルフェナピル	コテツ	2.300	0.0260
殺虫剤	ジメトエート	ベジホン	0.300	0.0200
殺虫剤	フェンバレレート	ベジホン	0.450	0.0200
殺虫剤	メソミル	ランネート	0.017	0.0125
殺虫剤	チオジカルブ	ラービン		0.0300
殺虫剤	フィプロニル	プリンス	1.500	0.0002
殺虫剤	エマメクチン	アフーム	0.134	0.0025
殺虫剤	インフェヌロン	マッチ	2.000	0.0047
	青酸カリ		0.003	0.0500