

フッ素化合物の安全性に関して

比較的低分子のフッ素化合物

フッ素は電気陰性度の最も高い元素で、他の元素から電子を吸い取る（つまり他の元素を酸化する）傾向が最も高いことでよく知られています。従って、原子状態のフッ素が発生するようなフッ素ガスや低分子の無機フッ素化合物は強烈な酸化剤として作用します。

加えて酸素による酸化と異なりフッ素は「フッ化物」を形成する点です。一部のアルカリ土類金属や有機物と激烈に反応した後に非常に安定なフッ化物を形成します。反応が激烈な分、その反応で生成した化合物は逆に大変安定となり人体に無害なものになります。たとえばフッ化水素と炭酸カルシウムとの反応では

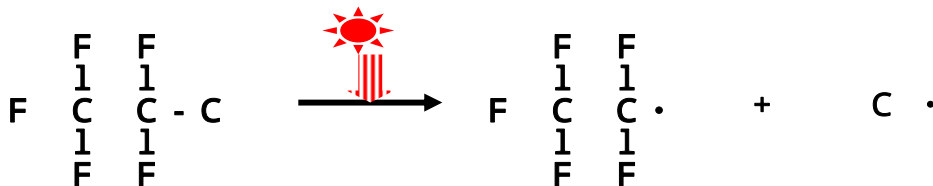


上の反応にかかわるフッ素化合物のうち右のフッ化水素は微量でも誤飲すれば即死しますが右のフッ化カルシウムは相当量飲み込んで何の症状もありません。

つまりフッ素化合物には**反応を起こす前の不安定なモノ**と**反応を起こした後の安定なモノ**の2種類が存在します。

炭素と結びついた有機系のフッ素化合物はたいてい**反応を起こした後の安定なモノ**です。フロンガスを例にとって見ましょう。

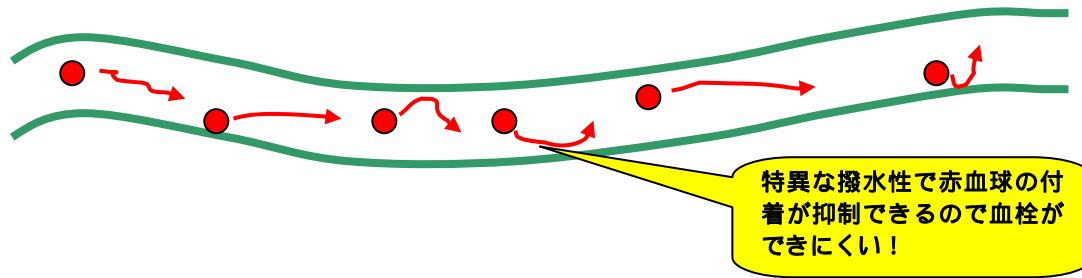
代表的なフロンガスCFC-115を例にとりますと



左のフッ化有機物が成層圏まで達して強い紫外線を受け、塩素Cがラジカルとしてはずれ、それがオゾン破壊することによるものです。逆に、一般的な気体の有機物で成層圏まで達するものはありません。それまでに太陽光の紫外線で分解されてしまうからです。なまじフッ素のはいった化合物であるため分解されずに成層圏に達し、そこで唯一の弱点である塩素C \cdot が外れ、この塩素ラジカルが強烈な勢いでオゾン分解を促します。従って現在エアコンや冷蔵庫の冷媒に広く使われている「代替フロン」は塩素を含まないものとなっています。あくまで、フッ素ガスが成層圏に達しても紫外線に対して非常に安定であるという事実を前提にしています。エアゾールに使用されなくなったのは人体やオゾンに有害であるというわけではなく炭酸ガスの1000倍以上の温室効果ガスであるという点が危険視されているからです。

ところで、安定なフッ素化合物とはいえ分子量1000程度までの低分子化合物、あるいはオリゴマーは細胞内に吸収され染色体組織やDNAに侵入する可能性がゼロではなく、今後新たに問題点が発見される恐れも正直なところ捨て切れません。ところが分子量が大きくなるとそのような恐れは急速になくなっていきます。非常に安定な高分子ですから人体中で何らの反応もせず何れは排泄、発汗等で体外に出してしまうことが想定されることが食器や調理器具にこれだけ広く採用されている理由です。

用途1 たとえば人工臓器（柔軟性を利用して人造血管）



生体物質とは一切反応せず、しかも耐久性が人間の寿命を遥かに超えるため人造血管だけでなく抜糸不要の縫合糸や人造硬膜にも採用されています。人造硬膜はヒト由来ではないためヤコブ病の恐れがありません。

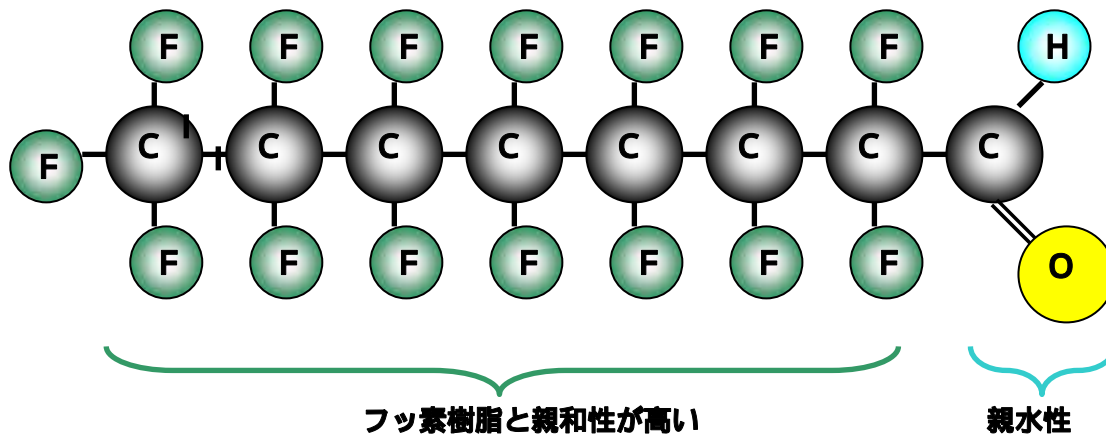
用途2 液体状態で人造血液（酸素をよく溶解させる性質を利用）



フッ化度の高いフッ素樹脂は酸素ガスを大量に吸蔵する性質がヘモグロビンと似ていて血液への応用が昔から考えられてきました。この人造血液は日本でも研究が進められ、旧ミドリ十字の役員全員が輸血を受けて販売直前まで行ったのです。が、献血による血液の供給が潤沢になるにつれ姿を消しました。実用化されていれば輸血による肝炎感染被害の悲劇は起こらなかったでしょう。

…ということでフッ素樹脂は人体に有害なものではなくむしろその無害さを積極的に人類のために応用すべき材料なのです。にも拘らず最近、急に有害の**可能性**が取り沙汰されてきたのはフッ素樹脂そのものではなくPFOAという反応助剤です。

PFOAとはパーフルオロオクタン酸の略で下記の構造をしています。



分子量わずか398の低分子化合物ですから生体組織内に入ってくる可能性があります。これが恐ろしい副作用を起こすのではないかという説が最近唱えられてきました。テフロン等のフッ化度の高いポリマーは合成で分子量が大きくなるとどんな溶剤にも溶けなくなるため、大きな分子量のポリマーを得ようとすると乳化重合方式が最も好ましいのですが、このPFOAはこの用途に使える典型的な界面活性剤です。重合が終わると、フッ素樹脂ポリマーたとえばPTFEとこのPFOAの混合物が出てきますが、PTFEは300以上に加熱してフィルムや成型品にするため沸点の低いPFOAは揮発してなくなってしまうため実際の末端製品には含まれません。とはいえ、主に採用されている製品が人間の体内に入る可能性の高い食器や調理器具であることからフッ素樹脂メーカー各社は現在一斉にPFOAやその類似のフッ素系界面活性剤を使う重合プロセスを変更しています。

ところで、ここまでは普通のフッ素樹脂重合プロセスでのお話です。当社が親水性と光触媒に対する耐久性を現出するために採用しているフッ素樹脂「ナフィオン」はどれだけ**重合が進もうが水やアルコールに溶けるのです！**従って溶液重合が可能になり、フッ素系界面活性剤を使う必要がありません。現在、採用している

そう、ナフィオンには今問題のPFOAは初めから含まれていません！！