

# 理化学研究所

## ニュース

Nov.—1970

No. 26

### 生物と液晶

液晶が理研ニュースに登場するのはこれが二度目である(No.14,「液晶とその応用」小林駿介研究員)。表示装置や非破壊検査(実は温度分布の測定)に液晶を応用しようという産業界の熱意はこのところ大変なものである。人間の知恵はこの液晶を果してどこまで使いこなすようになるであろうか?

神様は生物をお創りになるとき、すでに液晶の特性をよくご存じだったようである。今回はそのお知恵を少し学びたいと思う。上述の応用には主としてネマチックあるいはコレステリック液晶が役に立つのであるが、神様のお好みに合ったのはスメクチック液晶のように見える。

#### —生体膜—

細胞がそれと認められるのは細胞膜があるからで、生命維持に必要なものを取り入れ、不要ものを棄てるにはこの膜を通さなければならない。その細胞内にはミトコンドリアとか葉緑体とか動物のエネルギー変換工場ともいふべきものがある。また光の信号を電気的信号に増幅変換し、いわば信号所の役目を果す桿状体とか錐状体とかが眼の網膜の細胞の中にある。これら大切な細胞器官は生体膜と総称されるが、それは層状に集合した分子(スメクチック液晶)からできているからである。これは電子顕微鏡でたしかめることができる。

#### —燐脂質—

すべての生体膜に共通する重要な構成要素に燐脂質といわれる一群の物質がある。そして多くの燐脂質は水と一緒にス멕チック液晶をつくる。図・1および写真1に燐脂質の代表としてレシチンの構造式を示す。写真の左方には二本の炭化水素の鎖がある。天然物からとったレシチンにはいま少し長いもの、不飽和なものなどが混って

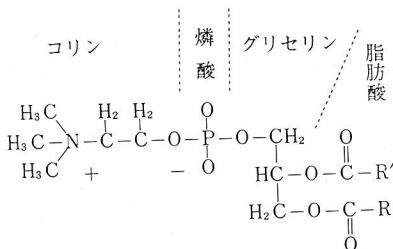


図1 レシチンの構造式  
(R, R'はC原子を16~18個含む炭化水素鎖である)

いる。この部分は疎水基ともいわれるが、これらができるべく水と接しないで、これらだけで集まる性質(疎水結合)があるからである。右方のイオン化した部分は親水基といわれる。このような両生的(amphophilic)な性質をもったものには他に石けんがある。これらの分子は水と一緒になったとき、層状構造(図・2のL)をとるだけでなく水の含量, pH, 温度などによっては円柱状に集ま

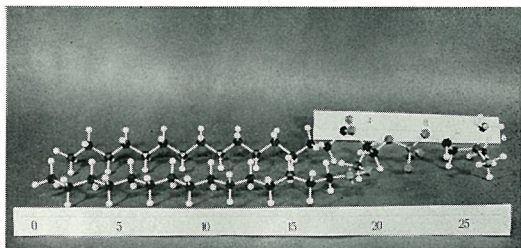


写真1 レシチン分子（スケールはオングストローム単位、黒い多角形が炭素原子、白丸が水素原子。酸素、チッ素、燐の原子は同じような灰色の多角形）

ることがある。図2の $H_I$ 、 $H_{II}$ 、がそれである。 $H_I$ では水が外側に、 $H_{II}$ では水が内部にある。ただレシチンは $H_I$ の状態になることはない。写真2のミエリン像ではLの分子配列がとじて円柱状になっている。

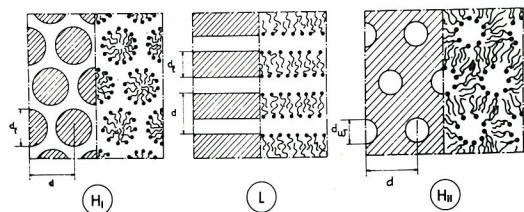


図2 液晶中の磷脂質と石けん分子の配列（斜線液晶中の部分が炭化水素鎖、空白部分が水を示す。小さな黒丸が親水基）

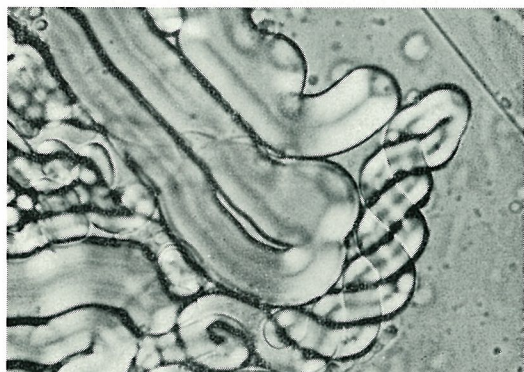


写真2 固形のレシチンと水との境界にできる有名なミエリン像（偏光顕微鏡、交叉ニコル）

### —われわれの研究—

生物物理学者は、これまで水中に磷脂質の二分子層の膜(black film)をつくり、これが生体膜の機能をどの程度まで再現できるかを調べてきた。

われわれは行き方を変えて bulk な液晶をあつかうことにした。つまり二分子層の膜が水をはさ

んで多数重なったもの（図2のL）である。そうすると一枚の二分子層だけを対象としていたのでは使えないX線とか NMR（核磁気共鳴）その他の有力な実験手段が利用できるようになるのである。さし当り卵黄レシチンを磷脂質の代表者と考えた。1kgの卵を買えば10gr以上のレシチンが得られる。まず試みたのは層状構造中のレシチン分子の計測（電子密度関数の決定）である。このためにはX線回折法が好適である。

計測の結果どんなことが分るか写真1の炭化水素鎖はそこに示されているように伸びているのではなく乱雑にかつ縮んでいて鎖状分子の統計力学で計算される通りの長さになっているのである。つまり層状構造はこの部分も液体的なのである。この性質はNMR 他にもいろいろの実験手段でも確かめることができた。生体膜がコレステロールを取り込んだり、イオンとか分子を透過させたりするのにこの性質が必須なのである。右の方の親水基も図1のように伸び切っているのではなく、まるまった形をとっている。したがってレシチンでは正と負の電荷は近接していて、分子内で中和が行われていると考えられる。（この研究は武田科学振興財団からの助成金によって行われたものである）。

### —これから何をしたらよいか？—

レシチン分子の計測は予想以上に多くのことを教えてくれることが分った。レシチン以外の磷脂質についても同様な計測を行って、それぞれの個性を調べてみることは十分価値のある仕事のように思われる。

生体膜の構成要素として蛋白質がもう一つ大切なものである。今までの実験的な「膜モデル」は大部分が蛋白ぬきであった。いつまでも蛋白ぬきではいけない。構造は磷脂質、機能は蛋白質といった分業が行われているはずはないのである。

生体中の液晶は膜構造とは限らないであろう。結晶では機能に乏しく、液体では組織をつくり得ない。生物にとって液晶がどうしても必要なのである。

（高分子物理研究室主任研究員 岩柳茂夫）



## 食品照射開発の紹介

原子力平和利用の一分野として海外諸国ならびにわが国で研究、開発がすすめられている食品照射は新しい食品加工法として各国で次第に実用化の段階を迎えつつあります。この新技術は殺菌、殺虫、発芽防止など放射線の生物効果を利用して食品の保存期間をのばすことを主な目的としていますが、病原性の細菌や寄生虫の放射線感受性が比較的強いので食品のなかのこれら有害な生物を殺滅して食品衛生面の改善をはかったり、また放射線の化学的ないし物理化学的效果を利用して食品の品質や製造工程を改良することも考えられております。

### —研究の歴史—

19世紀末の有名なレントゲン線発見の翌1896年すでに放射線には殺菌作用があり、しかもその実際の応用が可能であろうという論文がドイツで発表されました。しかし当時の放射線発生装置の関係で放射線の殺菌作用の確認にさえもかなりの年月を要し、実際化の開発はおくれてしまいました。第2次大戦を契機とする電子加速器の発達、原子炉による大量のラジオアイソトープの製造に刺戟され、ドイツで芽生えた放射線殺菌の着想は大西洋をこえて米国で本格的に照射効果の研究、開発がすすめられることになり、1953年からは代表的な食品約40種をえらび照射食品の安全性に関する大規模な動物試験も開始されましたが、今日の公害防止の時代からみてこのような開発と同時に安全性の検討を行う方式はまことに適切な新技術開発のかたちであったといえましょう。

一方欧州でも再び関心がたかまり、英国ソ連をはじめ多くの国々に組織的な研究、開発が開始されました。これらの研究の結果、工業的な完全殺菌線量は4～5メガラドを要することや、ベーコンのような特別の食品を除いてこのような大線量では品質がかなり悪変するため、1メガラド以下のいわゆるラジオパストリゼーションとよばれる低線量処理により腐敗しやすい肉類、魚介類、果実野菜類の保存をはかることが好ましく、ことに冷蔵あるいは加熱のような在来法と組合せて照射処理をすると有効な応用例がいろいろ可能なことがわかってきました。また照射により食品に放射能が誘発されるのではないかという疑問については、研究の結果2.2 MeV以下のエネルギーのガンマー線（コバルト60やセシウム137などのラジオアイソトープから発生）や10 MeV以下の電子線を使用する限り誘導放射能の心配は全くないことがわかりました。

### —現在の状況—

したがって現在各国の関係者の多くは低線量照射法の確立とその実用化に大きな努力を払っております。ソ連は世界で最もはやくまた最も多くの照射食品を許可しておりますが、ジャガイモ、タマネギの発芽防止、穀類害虫の殺滅、肉類の低線量照射による殺菌など9品目を法的に許可しています。ジャガイモの発芽防止効果は放射線殺菌の研究のなかで米国ブルックヘブン研究所生物部でたまたま発見したのですが、10キロラドという小線量で、その効果が確実であるため、実用化が最もはやい品目だろうと期待されています。ソ連ほかのカナダ、米国、イスラエルなど多くの国で使用が許可されるようになり、一部の国では実際的に市場流通試験が行われております。

食品照射の研究開発を通じて最も重要な課題の一つは照射した食品の安全性を如何にして完全に証明し、消費者に安心感を与えるかということです。それには多額の経費と長い期間をかけて動物試験を行わねばなりません。単に危険性を摘発する場合と異なり、どの程度の証明で安全性が確立されたといえるか、安全規準を明確にさだめ難い事情があります。長い間われわれが食べてきている食品の成分にさえ試験方法によっては異常な作用が認められるので、照射食品の場合にも安全性の証明は栄養学的な検討も加えて、とくに重要視されております。そして最近では各国単独の試験だけでなく国際協力により効果的に安全性試験を実施し国際的な安全規準をつくるべきだという機運が強くなってきました。このため欧州原子力機関、国際原子力機関、オーストリー原子力公社の間の協定にもとずき1965年からサイベルスドルフ国際計画が果実ジュースの照射をモデルケースとしてとり上げて開始されました。わが国もこれに参加、当所から2名の研究者が派遣され微生物部門の研究を担当しました（本ニュースNo.5で紹介）。さらにひきつづき照射食品の安全性試験を主目的とするO.E.C.D.の新国際計画が西独カールスルーエの原子力研究所を母体として目下準備中です。

### —わが国の研究開発の状況—

以上のことから想像されますように食品照射の研究、開発にはいろいろの研究分野の専門家の協力が必要で、わが国の開発についてはビキニ事件前後から個々の研究機関で行われてきた研究の成果をもとに組織化が提

唱されました。そして昭和42年度から8カ年計画として原子力委員会の長期計画による特定総合研究がはじまり、各方面の研究者がこれに参加しております。わが国の食生活に主要な地位を占める食品のなかからジャガイモ、タマネギ(発芽防止)、米、小麦(殺虫)、ソーセージ、カマボコ(低線量照射による殺菌)、ミカン(電子線照射による表面殺菌)が選定され、順次照射効果の研究と安全性についての動物試験が実施されています。これら7品目のほかに肉類、魚介類2品目の試験が近く追加される予定です。このような原子力委員会の実際の試験とともに、食品照射の化学的ならびに生物学的基礎の諸問題についても文部省科学研究費による総合研究(代表者当所住木論介招聘研究員)が行われてきました。

#### —理化学研究所の究研—

当所では放射線生物作用研究の一応用分野としてこのようなが国の食品照射研究の推進に当初から参加、とくに原子力委員会計画の立案と実施には他の研究機関と協力して重要な役割を受持っております。研究面では原子力委員会計画のなかの放射線殺菌の問題を担当し、その基礎的原理の究明ならびにより有効な放射線殺菌法の確

立をめざして研究をすすめております。放射線殺菌に際し問題となる放射線抵抗性菌の性質、物理的・化学的方法による放射線増感法の考案により少ない線量で殺菌の目的を達成するよう努力が払われています。これまでの研究により照射牛肉から分離された最強の放射線抵抗性細菌といえども放射線による細胞死滅の原因となるDNA主鎖の切断に要する放射線エネルギーは通常感受性の細菌と同程度であって、むしろ照射後のDNA鎖再結合の修復能が非常に強いことが高抵抗性の原因であることがわかってきました。したがってこのようなDNA修復を阻止することが放射線増感の一つの方法と考えられるわけで、現在その条件が研究されております。

原子力委員会の開発計画のなかで必要な試験をほぼ完了した照射ジャガイモはわが国での最初の法的許可をうけてやがてわれわれの食卓にのぼる日が近いものと期待されています。なお、放射線の生物不活性化作用の応用は食品だけでなく医療用具、醗酵原料、家畜飼料の殺菌、木材害虫の殺滅など広い範囲にわたって研究、開発がすすめられております。

(放射線生物学研究室主任研究員 松山晃)



#### 紙 一 重

「自由奔放とルーズ」、「巧妙とズルサ」、「陰約とケチ」、「根性と強情」、スポーツにおける「ファイトと粗暴」、これらはいずれも対称的でありながら紙一重の差で違っているものではなからうか。同じような言動の2人が、1人は「ざっくばらんな人」といわれ、1人は「ガサツな人」といわれる類である。評価は大きく分かれるが實際上この2人の言動、どれ程の差が見出されるだろうか。

ところで、最近民間企業の研究者に対するアンケート調査の結果がある雑誌に載っていたが、その中に、研究所の所長、または室長か研究者のどんな行動を困ったこととしているかを問うているところがある。これによると所長が最も困ったこととしていることは「アイデアに創造性がない」ということであるが、一方室長の方は「協調性に欠けている」と「自信過剰で独断的」が困ることのトップになっている。一般の世相からこの結果も

何となく分かるような気がする。しかし「協調性に欠ける」の中には、どこにも寄り所を求めない不羈独立の気概がのぞいているようでもあり、「自信過剰で独断的」の蔭に本当の創造が潜んでいるようにも懸念される。従ってこの調査の結果の中にも、ほんの少しの注意が加われば評価を逆転させるものが多分にあるような気がする。

たとえ、すぐれたことであっても「協調性に欠ける」とか「独断的」とかいわれることは不幸なことであるし、その責任は見る側でもあるかも知れないが、見られる側にも責任がないわけではあるまい。

(調査役 梅原稔)

#### 当研究所の所在地名変更のお知らせ

当研究所の所在地名は市制施行に伴い、昭和45年10月31日から下記のとおり変更になりましたのでお知らせいたします。

#### 記

埼玉県和光市広沢2番1号

(郵便番号は従前どおり351)

(変更前 埼玉県北足立郡大和町広沢2番1号)