

理化学研究所

ニュース

June—1973

No. 36

植物の新休眠物質バタタシン

深い休眠状態にあるナガイモ（ヤマイモの一種、*Dioscorea batatas* Decne.）のむかごより、新しい系統の休眠誘起物質3種を単離し、バタタシンⅠ、ⅡおよびⅢと命名した。……………

動物はその種に固有な一定の大きさに達すると、も早成長しないが、高等植物では、何百年あるいは何千年の歳月を経た大木も新芽をふき、若枝を伸ばす。これは、植物体の年令に関係なく、分裂組織とよばれる若い細胞の集まりが茎の先端や葉腋にあって——これを生長点という——新しい細胞を生産し、それが長さおよび体積をまして新しい体の部分を付け加えて行くことができるためである。

生長点は適当な環境条件のもとでは無限に生長を続けうる体制にあるが、時によると環境条件が満足されていても生長を停止する。このように内部要因によって生長が休止している状態を広く休眠と呼んでいる。動物にも休眠ないし冬眠という現象があるが、このような意味で植物の休眠とは根本的に異っている。

植物の休眠は、種子をはじめ、冬芽、球根類など種々の器官で認められているが、面白い例としては栄養生長の途中にある茎の一部や体全体が休眠に入

る植物がある。例えば *Paeonia suffruticosa* Haw.¹⁾ というボタン的一种では種子が発芽すると根や下胚軸は伸びて来るが、上胚軸は数か月の低温処理を受けないと生長を始めない。オランダイチゴ²⁾ は秋になると葉柄や葉身が矮小になり茎も伸びなくなる。そして温室に入れておいても生長しない。生長を再開するには、やはり低温を一定期間経験しなければならない。

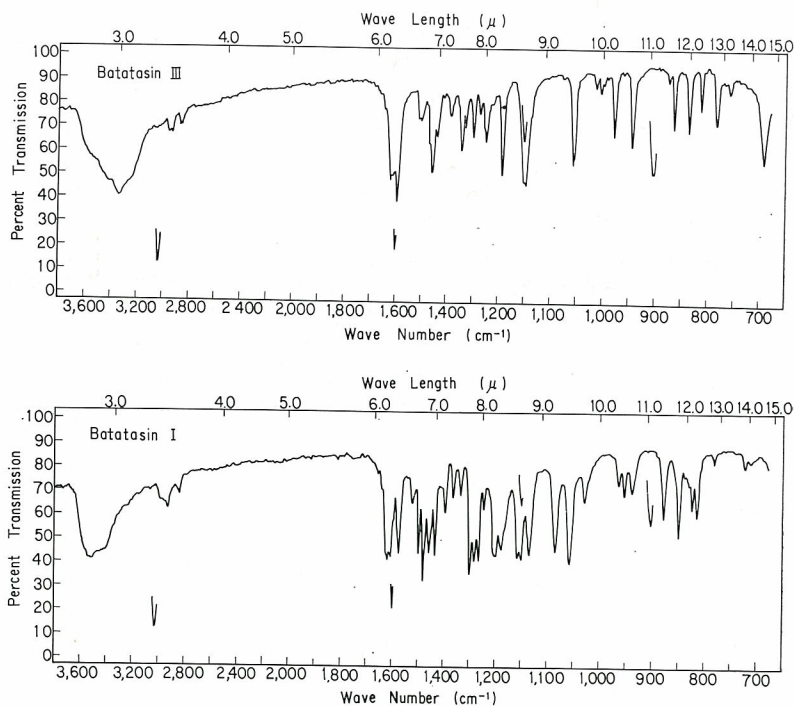


図1. Batatasin I およびⅢの赤外スペクトル。(KBr)



図2. ナガイモむかごに対する batatasin の休眠誘起作用。左より低温処理を受けない休眠したむかご、5か月の低温処理によって完全に覚醒したむかご、覚醒むかごに batatasin I をシャーレ当たり300単位処理したものの、覚醒むかごに30mg/l のジベレリンA₃を加えたもの。

ナガイモのむかごは腋芽が貯蔵物質を多量に蓄積して肥大したものである。1~2 cm の球形の頂端にもとの芽が小さく残っていて、休眠が破られるとこの芽が生長を始める。関東地方では8月中旬よりむかごがではじめ、9月には完熟する。3か月以上の低温処理を受けると休眠は打破される。

このように休眠とは生長点の活動が停止することであるが、どんな仕組みでそれはひきおこされるのであろうか。生長に必要な物質代謝の低下とか、生長促進物質の不足とか、生長抑制物質の蓄積などが考えられるが、われわれは第3の可能性に着目し、マカラスムギの幼葉鞘切片の生長を抑制する物質をむかごの抽出物から見出した。同時にチシヤ種子の発芽試験によってこれを確かめ、かつ低温処理によって休眠の破られたむかごに加えて確かに有効であることも調べた。

数年に亘る予備試験の結果をふまえて本抽出を行なった。水戸市郊外から集めた350kgのむかごを抽出処理して、酢酸エチル可溶性中性分画より3種の活性物質を得、ナガイモの学名に因んで batatasin I, II, III と命名した。I および III はそれぞれ淡黄色 (m.p. 148.5—149.5 °C)、無色 (m.p. 93.5—94.5 °C) の針状結晶として単離され、II は未だ結晶化に成功していないが、薄層あるいはガスクロマトグラフィーではほぼ純粋になっている。赤外 (図1) およびその他のスペクトルの知見から、I は phenanthrol の一種であり、III は非縮合の phenol 化合物の一種であることが推定され、いずれも新しい系統の植物生長調節物質である。

Batatasin I, II, III は、低温処理によって完全に休眠の覚めたナガイモむかごの発芽を抑え再び休眠に入らせる (図2)。発芽し始めた場合でも図3のように停止し休眠に入ることが認められた。このようにして batatasin によって再休眠したむかごはさらに1ヶ月位低温処理をすれば休眠は破られ発芽してくる。

Batatasin は、むかごが形成され肥大してゆく過程でその表層部に次第に蓄積され、休眠がもっとも深くなる成熟時には、その量が最大となる。むかごを常温に保存する場合 batatasin の減少はきわめて遅いが、低温に貯蔵すると2ヶ月目頃より著しく速くなる。また低温処理の期間が短く、休眠覚醒が不十分なむかごに光を照射

すると batatasin の量は増し、それに伴って発芽率が低下する。ナガイモむかごは他の一般的な休眠器官と異なり、ジベレリンで処理すると休眠が深められるが、(図3参照)、この場合も batatasin が増加する。このように休眠の深さと batatasin の存在量との間に密接な平行関係が認められることは、生長抑制物質として単離されたこの物質がむかごの中で本当に休眠を制御していることを強く示唆している。

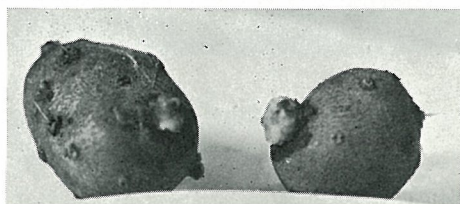


図3. 休眠から覚醒したむかごに batatasin を処理すると大抵は発芽しないが、中には発芽を始めてから再び休眠するむかごもある。(むかごは直径約1.5cm)。

これまで休眠物質としてはアブサイシン酸 (abscisic acid)³⁾ が知られており、ナガイモむかごからも単離されたが、ナガイモむかごに休眠を誘起することはできない⁴⁾、含量と休眠の深さとの間の平行関係も認められない。したがって少なくともナガイモではアブサイシン酸は休眠の制限要因ではあり得ない。最近、他の植物でも休眠物質としてのアブサイシン酸の役割に疑をもたせるデータが出始めているが^{5), 6)}、batatasin がどの程度の普遍性をもつ休眠物質であるかを示すことは今後の課題である。休眠現象には、温度や湿度をはじめ、光の量や質、日長条件、気相のガス組成などが密接に関与しており、これらの係り合いの中で batatasin がどのような位置を占めるか興味深い。

休眠誘起物質は、ジャガイモやタマネギの貯蔵や花卉球根類の保存、クワなどの晩霜の害を防ぐことなど batatasin が農薬として利用される可能性が高い。またこれをひな型として合成される mimics の中から、さらに有効な化合物を見出すことも期待され、農薬特別研究の一つのテーマとして取挙げられている。

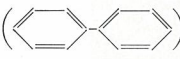
(生物試験室副主任研究員 橋本 徹)

- 1) L. V. Barton, C. Chandler, Contrib. Boyce Thompson Inst., **19**, 201 (1957).
- 2) 土岐知久・成川昇, 千葉県農試報告13号, 23(1973).
- 3) F. T. Addicott, J. L. Lyon, Ann. Rev. Plant Physiol., **20**, 139 (1969).
- 4) T. Hashimoto, S. Tamura, Bot. Mag. Tokyo, **82**, 69 (1969).
- 5) J. R. Lenton, V. M. Perry, P. F. Saunders, Planta, **106**, 13 (1972).
- 6) D. P. Webb, P. F. Wareing, Planta **104**, 110 (1972).

PCBの処理法

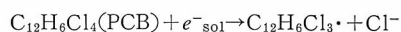
(1) ま え が き

PCBによる環境汚染は毎日のように新聞紙上で論じられている。PCBは日々の食事を通して確実に人体に蓄積され、母乳を通して親から子へと受けつがれているのである。最近になってようやく使用上の規制が始められたが、未使用のPCBや、回収されたPCBの処分がつぎの大問題である。非常に安定な物質であるという従来までの長所は、今となってはやっかいな短所に変ってしまった。まず最初にだれでも思いつく原始的な処理法は燃すことであろう。しかし燃焼中に一部のPCBが大気中に放出される恐れがある。また同時にPCBよりもっと有害な物質が副生するという説もある。燃焼法にかわる処理法はごく最近いくつか発表されたが、放射線化学研究室（荒井、松井、今村）でも放射線や光を利用した処理法を研究しかなりの好結果を得ている。ここではその内容を簡単に説明したい。

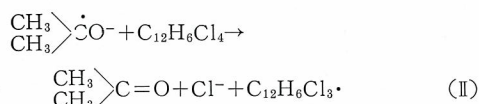
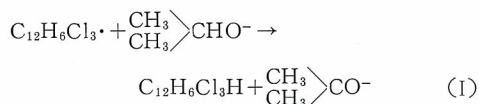
PCB (Polychlorobiphenyl) は混合物で、ビフェニル ()、 $C_{12}H_{10}$) と呼ばれる化合物中の水素のいくつかは、塩素で置換された物質からなっている。例えばPCBの一種であるカネクロール400では、四ケの塩素が導入されたテトラクロロビフェニルが主体となっている。しかし三ケあるいは五ケの塩素が導入されたクロロビフェニルも含まれている。さらにたとえ導入された塩素の数が同じでも、その分子内での位置により多数の異性体が存在し、これらのものも同時にカネクロールに含まれている。したがってガスクロマトグラフによるその分析結果では、数十以上の物質が分離される。

(2) 放射線化学的および光化学的処理法

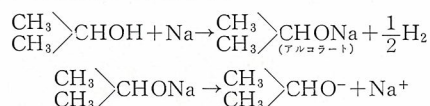
数年前に放射線化学の分野で、塩化物を含むアルカリ性アルコール溶液に放射線を照射すると、連鎖的に脱塩素反応の進むことが報告されていた。そこでアルコールにはイソプロピルアルコール ($(CH_3)_2CHOH$) を採用し、これに金属ナトリウムを溶解したのちPCBを加え、排気した条件でコバルト60の γ 線を照射すると、事実非常に効率よく脱塩素反応の進むことが見出された。これはイソプロピルアルコールの放射線分解で生成する活性種、例えば溶媒和電子 (e^-_{sol}) より、つぎのような連鎖反応が開始されたためと解釈される。



続いて

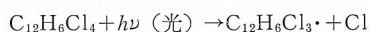


ここで生成した $C_{12}H_6Cl_3 \cdot$ は再び (I) にもどって $(CH_3)_2CHO^-$ と反応する。また $(CH_3)_2CHO^-$ はつぎに示すように金属ナトリウムがイソプロピルアルコールに溶解する際に生成するアルコラートが解離したもので、溶液中には高濃度で存在する。



反応の進行とともにPCB中の塩素は逐次塩素イオンとなって遊離し、そのあとに水素原子が入る。しかし溶液中には Na^+ が存在するので、遊離した塩素イオンはただちに $NaCl$ となって析出する。一方、同時にアセトンも生成し、また最終的には塩素のすべてとれたビフェニルも生成することになる。定量実験の結果では初期段階の連鎖の数は100近くに達する筈である。

さてこの連鎖反応を一見すると、PCBを光分解した場合にもつぎに示すラジカル ($C_{12}H_6Cl_3 \cdot$) より連鎖反応が開始されると考えられる。



事実同じ反応溶液に紫外線を照射すると、写真に示すように透明であった溶液がみるみる白濁し、上述の連鎖反応が進行し、食塩の析出していることが確認される。

PCBの脱塩素化の効率を調べる方法は二通りある。第一はガスクロマトグラフを使って、もとのPCBがどの程度なくなったかを調べる方法である。この方法に従って前述の放射線化学的あるいは光化学的処理法の結果を調べると、反応の初期ではPCB中の含有塩素数の多い成分がまず消失し、かわって含有塩素数が1あるいは2の成分が増加する。しかし反応をさらに進めると、塩素を含む化合物は完全に消失し、かわりにビフェニルが現れる。第二の方法はもとのPCBのなかに含まれていた塩素がどの程度食塩となって析出したかを定量する方法で、前の方法よりきびしい面がある。この方法で両者の

処理法の結果を調べると、いずれも最初の数時間は非常に効率よく脱塩素化が進行する。しかしその後その速度は著しく鈍化する。しかしとはいっても24時間反応させると、いずれの処理法でも脱塩素化率は97%にまで達する。

(3) 実用化の問題点

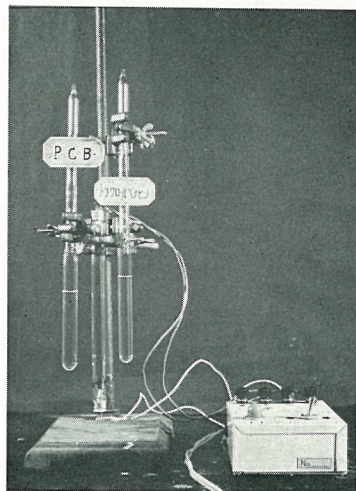
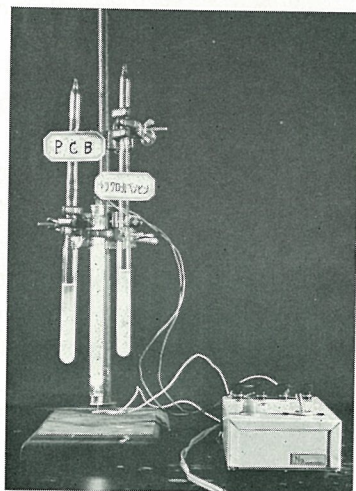
いうまでもなく放射線化学的処理法では放射線源が、また光化学的処理法では光源が必要である。したがって後者に関する装置の方がはるかに安価であり、危険性も少い。しかしこの反面光を吸収する不純物が含まれている PCB では具合が悪いことになる。いずれの処理法でも脱塩素化の効率が時間とともに鈍化するので、処理を途中でうち切り、未反応の PCB を分離して再び処理する方が有利であろう。光化学的処理法を具体的に検討すると、カネクロールを 1 kg 処理する場合に消費されるイソプロピルアルコールの量は 0.81kg、また金属ナト

リウム量は 0.31kg であり、これにかかる費用はあまり問題にならない。光源は大型ではあるが、ごくありふれた低圧水銀灯を並列に使えば十分と思われる。処理の結果生成するアセトンの量は 0.78kg 折出する食塩の量は 0.79kg また最終的に生成するビフェニルの量は 0.54 kg である。反応系からアセトンは蒸留で分離でき、また食塩は水で抽出することで分離できる。しかしビフェニルを未反応の PCB から完全に分離することはかなりむづかしそうで、この点は多少問題が残る。

いずれにせよこれらの処理法はビンの中にある PCB に適用できる方法である。自然界に拡散した PCB はどうにもならない。覆水盆に返えらずとはよくいったものである。

本研究には日本大学理工学部の森口二郎君が協力された。

(放射線化学研究室 荒井重義)



右

左

左は光化学的処理前の溶液。右は光化学的処理後の溶液。中央のランプの点灯後、溶液中に食塩が析出し、このように白濁する。またトリクロロベンゼンはBCBに類似した物質で、全く同様な処理法が適用できる。

編集事務局より

都合によりしばらく休刊していました理化学研究所ニュースをふたたび発行するはこびになりました。いろいろと至らざる点多々あると思いますが、皆

様方のご指導によってより良いものにしていきたいと思っておりますので、今後ともよろしくお願いたします。