



理化学研究所

ニュース

Nov. 1981

No. 71

植物の生長・分化の制御

はじめに

地球上の人類の数は著しい増加を示し、1975年6月の世界総人口は約40億で、1年間に、770万人が増加しつつある。このままの比率で人口が増加し続けると、35年後の人口は、現在の2倍になると予想される。一方これだけの人口の増加をまかなう食糧を生産する耕作可能な未開地の増加は、1985年になっても1970年の10%と推定されている。したがって、われわれはいやおうなしに現存する耕地において、単位面積当りの農作物の収量をあげることによって、予想される世界的な食糧危機に対処する方策を考え出さねばならないであろう。

地球上の緑色植物の他の生物に見られない生理的特徴は、太陽エネルギーを利用し、炭酸ガスと水から炭水化物を作り出すいわゆる光合成能を有していることである。緑色植物以外の他の大部分の生物は、この能力を有していないため、それらの生存は緑色植物の光合成能に依存していることになる。したがって、植物の有する光合成能を増

強させる手段を見出すことは、全世界的食糧不足を救う最も直接的な方法と考えられる。

このためには、光合成能そのものにかかわる基礎的研究をおしすすめることの必要性は論をまたないであろう。一方植物に最も効率よく光合成能を発揮せしめるように植物を生育させることも極めて重要である。植物の生長・分化は、光、温度、水などの外的要因の影響や、内在する植物ホルモンをはじめとする様々な植物生理活性物質によって巧妙に制御されていることが知られている。植物の生長・分化を好ましい形でもたらすためには植物の有している自己生理制御機構を解明し、そこからえられた知見に基づいて、植物の生長・分化制御法を見出すことが必要である。

一方植物は、それらをとりまく生態系の中で、他の生物からの複雑な相互作用を受けつつ生育している。農業においては、栽培作物をめぐる他の生物からの相互作用を好ましい形でととのえてやるのが重要な技術となっている。すなわち、害虫、植物病原菌、雑草などの有害生物の防除が農

業上最も重要な手法として位置づけられていることは、衆知の事実である。この目的のために、数多くの農薬が開発され、食糧生産に寄与してきた。さらに、栽培作物をとりまく生態系における生物間の相互作用を詳細に追求することによって、作物の生育を支える環境条件をととのえる新しい方法が見い出されることも期待されている。

理化学研究所農薬合成第3研究室では、農業生産において栽培作物の生産性を増強させる技術を見出すために必要な基礎的知見をうることを目途として、植物の生長制御にかかわる諸物質に関する研究を幅広く展開してきた。今回は、これら研究の中から、合成植物生長制御物質である植物生長抑制剤（矮化剤ともよばれる、growth retardant）と、植物培養細胞の生長制御と植物ホルモンとの関係について紹介する。

合成植物生長抑制剤

日本の稲作においては、収穫期のイネの倒伏は大きな被害をもたらすことが多く、イネの草丈なるべく小さく育てることが、農業上重要な技術とされている。また倒伏を防ぐ意味からも矮性イ

ネの育種も行われている。稲作だけでなく、栽培作物を小さく育てることは、農作業の省力化や、日照の有効利用などの観点からも極めて重要である。

1950年になって、ミッチェル（Mitchell）らのグループによって、他の器官の大きさは変化させず草丈だけを小さくする薬剤のいくつかが見い出された。その後の開発研究によって、図1に示すような色々な種類の植物生長抑制物質が開発された。これらの薬剤の多くは、植物の生長制御において促進的に働く植物ホルモン、ジベレリン（gibberellin）の生合成を抑制する作用を有し、この物質で処理された植物はジベレリン含有量が減り、草丈が小さくなると考えられている。

農薬合成第3研究室では、わたくしの前任者であった田村三郎現理化学研究所招聘研究員（東大名誉教授）の時期から植物生長抑制物質の合成研究が活発に行われており、13（図2）で示されるような四級アンモニウム型物質が強力な矮化作用を示すことを報告していた。その後、図2（1～12）に示すような多数の同系列化合物が合成され、その作用性が検討された。ところが、これら

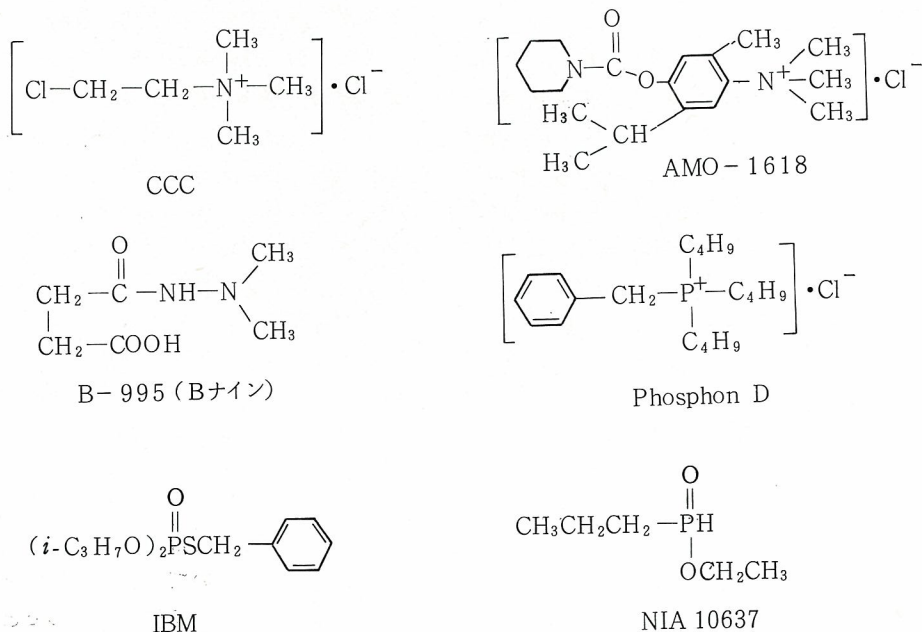


図1. 植物生長抑制剤の構造

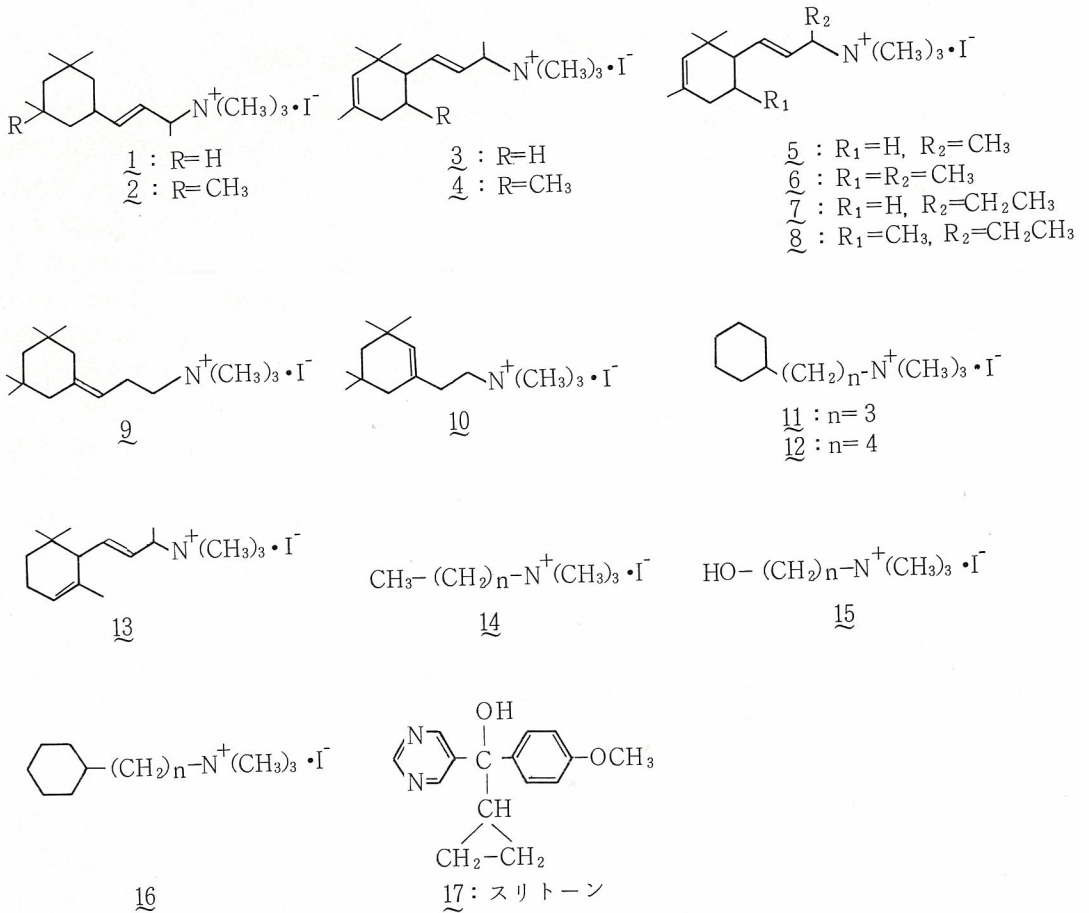
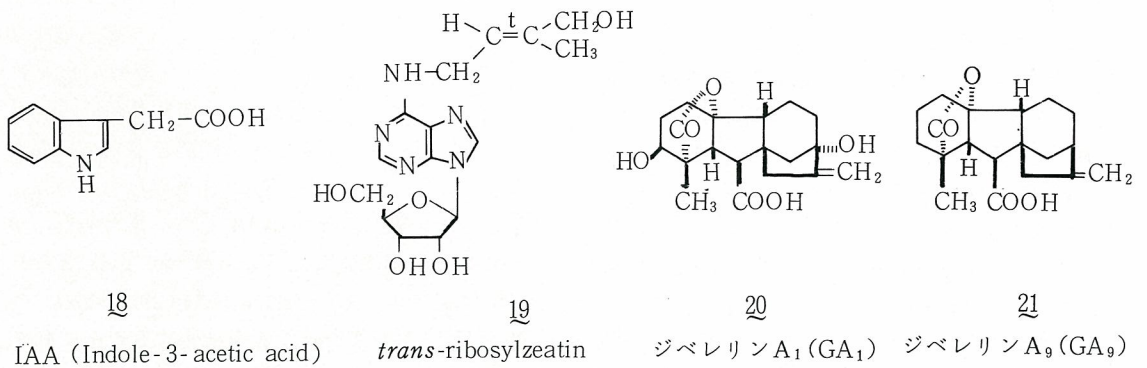


図2. 新合成四級アンモニウム型植物生長抑制剤



の化合物中、とくにキュウリ、イネに対して強力な矮化作用を示す¹、²の化合物のうち、²はジベレリン生合成抑制効果が極めて強力であるのに反し、¹にはこの作用がほとんど認められないという極めて興味深い事実が見い出された。この際、ジベレリン生合成に対するこれら薬剤の効果は、薬剤を含んだ液体培地を用いてジベレリンを生産する能力を有するイネ馬鹿苗病菌(*Gibberella fujikuroi*)を培養し、最終的にジベレリンが生産されているかどうかを調べる方法で追究された。

この一連の研究成果は、いわゆる植物生長抑制物質の作用機構が、必ずしもジベレリン生合成阻害効果だけによるものでないことを示すものであろう。すなわち、植物の矮化現象の発現の原因をジベレリン生合成阻害以外に求めうる可能性を示すものとして注目される。現在¹、²よりもさらに単純な構造を有する四級アンモニウム型生長抑制剤¹⁴、¹⁵、¹⁶などを系統的に合成し、構造と活性、とくに矮化作用とジベレリン生合成阻害活性との関係を追求する研究を行っている。

近年、生長抑制剤として、 α -シクロプロピル- α -(4-メトキシフェニル)-5-ピリミジンメタノール(¹⁷:スリトーンあるいはアンシミドール)をはじめ、いくつかの新生長抑制剤の開発が伝えられている。これら薬剤の作用性を、今のべた観点から追求することは、生長抑制剤の開発研究に新しい局面を開く可能性をひめているものとして注目されよう。

日本型イネとインディカ型の交配でえられた韓国産短桿性イネ、統一(Tong-il)は多収穫品種として、注目されている。この栽培においては、本品種自体が短桿性であるため、多肥栽培を行っても草丈の伸長が著しくなく、結果として穂の伸長肥大によって、多収穫がえられるといわれている。有効な生長抑制剤の開発は、その適用により、イネの矮化を誘起させ、さらに多肥栽培によって多収穫をえるという新しい応用面の展開にも結びつく可能性をひめている。このように生長抑制剤の応用は、イネの倒伏防止だけでなく、より積極的な応用へと発展しうるもので、極めて興味深いものがある。

植物培養細胞の生長制御

ある植物の組織を無菌的に切り出し、これを寒天培地上で培養すると無方向に増殖する細胞群がえられる。この現象を脱分化とよび、ここでえられた細胞群をカルスとよんでいる。カルスは、オーキシンやサイトカイニンを含む培地を用いると継代培養が可能で、永年培養をくり返していると、カルスから、母植物の根、茎などの器官が再分化することも知られている。カルス培養においては、オーキシン類が組織の脱分化をひきおこし、サイトカイニンは脱分化した細胞群の細胞分裂を促進すると考えられている。

一方、植物病原菌、*Agrobacterium tumefaciens*によって誘起される植物腫瘍組織(crown gallとよばれる)から誘導されたカルスあるいは培養細胞は、その増殖にサイトカイニン、オーキシンを要求せず、また再分化を全くおこさないものも多い。近年、この現象は、*A. tumefaciens*に含まれているTiプラスミドが、植物細胞に入ることによって誘起されることが明らかにされた。

理化学研究所および東京大学農芸化学科のわたくしどもの研究室では、タバコcrown gall由来の培養細胞をはじめ生理的性質の異なる細胞を用いて、植物ホルモン要求性の相異、再分化能の消失などを植物ホルモンのレベルから追求する研究を行ってきた。その結果、crown gall由来の培養細胞は、オーキシンとしてIAA(¹⁸)、サイトカイニンとして*trans*-ribosylzeatin(¹⁹)を相当量生産する能力を有していること、またUV照射などでえられたタバコの培養細胞の1変異株は、crown gall培養細胞と類似の生理特性を有していながら、上記植物ホルモンの生産性が著しく低いことなどの興味ある事実を見い出した。また最近、遺伝的性質が明確になっているcrown gall由来の培養細胞中に、GA₁(²⁰)、GA₉(²¹)などのジベレリンが含まれていることを証明することにも成功した。

従来、植物培養細胞においてはジベレリンはあまり大きな役割を果していないと考えられていたが、今回えられた新知見は、植物細胞培養におけるジベレリンの役割を再検討する必要性を示唆す

るものであろう。ジベレリンの存在がcrown gall 培養細胞特有な現象なのか、また再分化能消失に何らかの関係を有するのかなど、大変興味ある問題を提起している。

脱分化、再分化の制御機構の解明ならびに、その知見を用いた培養細胞における分化制御法の確立は、農業的にも大きな意義を有すると考えられる。一般に脱分化により培養細胞を誘導すると、変異幅が拡大されることがよく知られている。これから母植物を再分化させることにより、幅広い変異株をうることが期待され、この技術は育種上大きな貢献を果すであろう。

また近年プロトプラスト融合や組み換え DNA 技術による新植物種の作出研究が注目をあびてい

るが、このようなアプローチには、細胞からの母植物の再分化技術の確立が必須である。

わたくしどもは、植物組織の脱分化、再分化機構の解明という基礎研究が、やがては新植物種の作出という応用研究にも結びつくという大きな期待の中で、研究を展開している次第である。

以上述べた合成植物生長抑制剤の研究は、玉川大学農芸化学科、また培養細胞関係の研究は、東京大学農芸化学科、専売公社中央研究所との密接な共同研究の形で行われているものである。

農薬合成第3研究室

主任研究員 高橋 信孝

◆ シンポジウムのお知らせ ◆

「ジョセフソン接合の高感度ピコ秒エレクトロニクスへの応用」

主 催：理化学研究所

科学技術庁

と き：昭和57年2月19日（金）午前9時30分から午後6時

2月20日（土）午前9時から午後5時30分

と ころ：理化学研究所レーザー棟会議室

聴講無料

（問い合わせ：0484-62-1111 内線 2305 開発調査室）



“ヒューマナイズ された科学の上に”

G. サートン

「科学というものは、今日、科学そのものを超えた閃きの根源を探索しなければならない。科学を研究することは、三つの理由しかない。すなわち、第一に技術的応用、第二にチェス競技、第三に神へと至る道である——シモーヌ・ヴェーユ」

これは、ズッカーマン著“科学エリート”（金子務監訳）の扉下にある一文である。現代の科学が精神的にも、経済的にも存在し続けている原因の一つは、明らかに技術的応用というモチーフである。そして、今日の反科学キャンペーンの多くは、この技術至上主義の結果が引金となっている。技術のかけにあるフィクサーとして、科学が非難されているのである。カピッツァが期待したような科学と技術との“生き生きとして健全な”結合は、裏切られつつある。この誤解と責任とは、科学自身にだけではなく、科学を“体制”ないし“制度”にした社会の側にもあるのではなからうか。

こんなとき、漆の剥げた仏像や鳥の糞に塗れた使徒像のように思い出されるのが、“科学のもつ深い人間性”の伝唱者、科学史家サートンの言葉である。その著“科学史と新ヒューマニズム”（森島恒雄訳）のなかで、「“新ヒューマニズム”は科学を中心にして建設される……科学はその核心ではある、併しただ核心たるにとどまるのである。新ヒューマニズムは科学を除外せず、反対に極力

それを利用する。それは科学知識が専門的技術に墮する危険性を最小限度に少なくする。科学の有する人間的意義を昂揚し、科学を生命の中へ総合し直す。それは科学者をも哲学者をも芸術家をも聖者をも唯一の交わりの中に結びつけるのである」と。ヴェーユのいった“第三”の理由につながると、私は思っている。

サートンは、また「ヒューマニズムはそれが何物であるにせよ、故意にする無智とは両立せざるもの……、いかに定義されるにせよ、少なくともそれは偏狭を許さないものである」ともいっている。これらの台詞を、19世紀的ロマンチズム、それへのノスタルジーという人がいるかもしれない。しかし、現代は、こうした願いをこそ大切にす人格と知恵とを備えた指導者を、欲しているのではあるまいか。

私が“ガス遠心分離法による濃縮ウランの製造実験”の第1報（昭和39年）に続いて第2報を書き上げた頃、アメリカ大使館から一通の手紙を受けとった。当時、アメリカは、核拡散防止に懸命の努力の真中にあった。この国際情勢を理解し、“貴台の自由意志”において第2報以下の論文提出を見合せて欲しい、旨の内容であった。公開の原則とのジレンマ、重盛の心境にあることしばし。大山先生にも告げず、あえて私は、この原稿を破棄した。私が35才、歴史を肌で感じた5度目の事件である。

なお、シモーヌ・ヴェーユは、本論ととくに関係がないので、その紹介を省いたが、今世紀もっとも純粋な女性——キリストにも比すべき——と、私は思っている。彼女の言葉なればこそ「第三に神へと至る道」が、安っぽい新興宗教的教示には聞えないのである。

粉粒体工学研究室
主任研究員 山口賢治

理化学研究所ニュース No. 71, Nov. 1981

発行日・昭和57年1月25日

編集発行・理化学研究所

編集責任者・中根良平

埼玉県和光市広沢2番1号

〒351(0484)－62－1111(代表)