

綜 説

Some Topics on Plant Growth Retardants with Special Reference to CCC and B₉₉₅. Eiichi

TAKAHASHI (Fac. of Agric., Kyoto Univ., Kyoto)

植物生長抑制剤について —CCC, B₉₉₅ を中心にして— 高橋英一 (京都大学農学部植物栄養学研究室)

植物生長抑制剤についてはすでに Cathey¹⁾ (1964), 山田登²⁾ (1966), 太田敏郎³⁾ (1967) らの綜説があるので詳細はそれらにゆずり, ここでは土壤肥科学分野の一研究者の目を通して見た生長抑制剤についての覚え書ということにとどめた。

著者が実際にとりあつたのは数多い生長抑制剤の中で CCC と B₉₉₅ だけであり, また抑制剤の土壤・植物中での変化と抑制効果との関係というとりあげ方であったが, それらの実験結果の紹介が中心になることも御諒願したい。

I. 生長抑制剤のあらまし

1949年 Wirwille, Mitchell ら⁴⁾ は一連のニコチウム化合物が若いマメ (Black Valentine snap-bean) の莖の伸長を抑制することをみいだしたが, さらにその翌1950年合成した6種の有機アンモニウム化合物とくに Amo 1618 と呼ばれる物質が同じマメに対し著しい節間伸長抑制作用を示すことを報告⁵⁾した。これが生長抑制剤第1号である。

以来今日に至るまで生長抑制作用をもつ多数の化合物が合成されてきたが, 主なものを示すと第1表のとおりである⁶⁾。それらの構造は環状構造をもつもの, もたないもの, 第4級アンモニウム基をもつもの, もたないものときまぎまぎであり共通性をみとめにくい。また代表的な生長調整物質である Indole acetic acid, Gibberelline がいずれも植物体より単離されたものであるのに対し, これらの生長抑制剤はすべて合成品である。現在植物体に存在し生長抑制作用をもつ物質¹⁰⁾としては Abscisin 酸および p-coumaric acid が知られているが, これらとも構造を異にしている (第1表参照)。

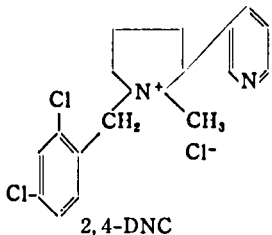
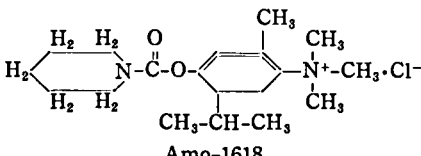
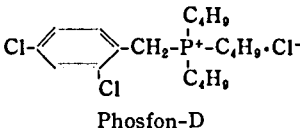
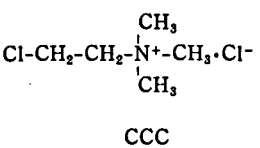
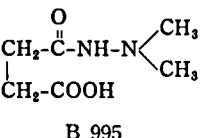
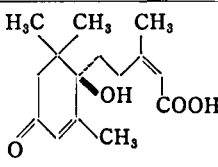
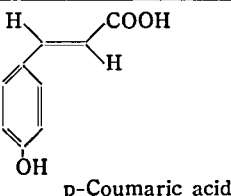
生長抑制剤は莖の組織の細胞分裂や伸長生長をおさえ草丈を短くするが, 生長そのものは阻害せず, またオーキシン類のように形成作用をおこさないのが特徴とされている。このような抑制剤の作用は直接的というよりも, 体内の Auxin, Gibberelline に対する作用を通じて発現されるものと思われる。これについては抑制剤が antiauxin, anti-gibberelline として拮抗的に作用するかあるいは体内における Auxin, Gibberelline の生成を阻害する anti-metabolite として作用するかの2つの考え方がある。そのいずれであるか

は現段階では断定できない。しかしながら抑制剤の化学構造がさまざまであり, Indole acetic acid や Gibberelline との類似点もないこと, Amo 1618 や CCC が Gibberelline の生体内での合成を抑制する作用のあること¹¹⁾, B₉₉₅ は Tryptamine から Indolealdehyde への酸化を触媒する Diamine oxidase の作用を抑制し, Indol acetic acid の生成を阻害すること¹²⁾, また外部から与えられた Gibberelline に対し Amo 1618, Phosphon D, CCC, B₉₉₅ が拮抗作用を示さなかったという報告があることなどから, 抑制剤はそれぞれ何らかのかたちで体内における生長物質の生成過程を阻害し, それらの体内レベルを変化させることによって抑制作用を発現するのではないかと推察される。

抑制剤は構造が様々であるが, その作用にもちがいがある。すなわち抑制剤としての有効性が植物の種類によってことなる。たとえば Amo 1618 の草丈短縮効果はイソゲンマメでは顕著であるが, トマト, キャベツ, カリフラワー, ナスなどには明らかな効果を示さない。これを効果について plant spectrum があるという。この plant spectrum は Phosphon, CCC, B₉₉₅ と新しく開発された化合物ほど広くはなるが, しかし依然として植物の種類によって効果に大小がある。これはどういうことであろうか。たとえばこれらの化合物の植物組織中への透過性のちがいが主な原因になっているのであろうか。あるいは植物体内での生長物質のレベルやはたらき方が植物の種類によって異なるところがあるのであろうか。抑制剤の効果は双子葉植物に大で単子葉植物には小さいという傾向がみられるが, Auxin による植物組織よりのカルス誘導においても両植物間に差異がみとめられ, これらの間に何らかの関連があるようで興味深い。この plant spectrum の現象は抑制剤の作用機作や植物の生長生理の解明に一つの問題を提供するものであろう。

抑制剤として開発された化合物には本来の生長抑制作用以外にもいろいろの作用のあることがわかってきた。すなわち花数の増加, 着果熟成の促進, 雌雄異花の植物では雌花の着生率の増加など生殖生長の促進をみとめた報告が多い。また切花の水もちをよくしたり, 果菜葉菜類の収穫後の貯蔵性を向上させるなどの報告, さらに栽培中の高温, 低温, 乾燥¹³⁾, 高塩類

第1表 主な植物生長抑制物質

構	造	発 表	参 考 事 項
合 成 物 質	 <p>2,4-DNC</p>	1949 Mitchell Wirwille Weil ⁶⁾	サイインゲンに奇形をおこさせずに茎の伸長を著しく減退させる作用のあることを発見
	 <p>Amo-1618</p>	1950 Wirwille Mitchell ⁹⁾	マメ類キクなどに有効。 Plant spectrum はせまい。葉面散布 土壌処理ともに有効。土壌中の残効期 間は極めて長いといわれる。
	HOCH ₂ CH ₂ NHNH ₂ BOH	1955 Gowing Leeper ⁸⁾	パイナップルの茎の伸長を減少せしめ 花成を誘起。環状構造も不飽和のC-C 結合ももっていない。
	 <p>Phosfon-D</p>	1958 Preston Link ⁷⁾	キク、マメ類、ダイコン、キュウリなど に有効。Plant spectrum はやや広い 葉面散布により葉害がでる。土壌処理 は有効で残効期間も割合長い。
	 <p>CCC</p>	1960 Tolbert ⁸⁾	マメ類、ナクネ、ダイコン、トマト、 キュウリ、トウモロコシ、アサガオ、小 麦、タバコ、その他多数に有効。Plant spectrum は広い。葉面散布土壌処理 ともに有効。葉面散布で一時的に葉身 周辺部にクロロシスをおこす。土壌中 の残効期間は短い。
	 <p>B 995</p>	1962 Riddell ⁹⁾ ら	マメ類、ダイコン、トマト、キュウリ、 アサガオ、イネその他多数に有効。 Plant spectrum は広い。葉面散布が 有効。土壌中での分解は早くときに葉 害のでることあり。
天 然 物 質	 <p>Abscisin II</p>	1963 Rothwell ら	ルーピンの未熟な莢、未熟種子に含ま れ、落花落果を促進し、コムギ子葉鞘 切片の生長を抑制する効果をもつ。エ ンドウの芽ばえ、そのほか数種のマメ 科植物の未熟種子中にも見出されてい る。
	 <p>p-Coumaric acid</p>		磯貝らはモヤシからオーキシンを単離 した際に同時に、生長抑制物質として P-クマール酸を結晶化した(未発表)

濃度¹⁴⁾に対する抵抗性増大をみとめた報告もある。抑制剤は植物体内の Indole acetic acid や Gibberelline の含量やはたらきに影響を与えるものであるから、単に伸長抑制だけではなく生殖生長の場面でも種々の影響をおよぼすこともあり得るわけで、抑制剤として以外にも利用の可能性がある。また抑制剤による葉面積の縮少や細胞組織の形態変化は蒸散、吸水の減少を誘起し、植物に対する種々の耐性の増大の一因となっていると思われるが、今後さらに呼吸や体内代謝に対する抑制剤の影響や作用機構を研究してゆく必要がある。

抑制剤の多くは葉面施用される。しかし土壌施用が有効であったり (Amo 1618)、葉面散布では葉害がでたり (Phosphon)、また逆に土壌施用では効果が乏しかったり葉害がでたりするものもある (B₉₉₅)。抑制剤の植物による吸収や土壌あるいは植物体中での形態変化と抑制効果の関係をしらべた報告は、抑制剤の合成や単なる施用試験の報告にくらべて少ない。これについては第Ⅲ節で述べるが今後さらに一層の研究がまたれる。

II. 植物の生育に対する CCC, B₉₉₅ の諸作用

これについての試験成績はわが国においてもすでに多数あるが (文献 2) 3) を参照されたい、ここでは農業技術研究所の吉野実氏¹⁵⁻¹⁷⁾ (1965~7) の行なった一連の試験の結果を紹介する。

試験は土耕 (ポット) で、CCC, B₉₉₅ はいずれも 3000ppm (展着剤ネオエステリン添加) の水溶液が葉面散布された。供試植物は水稻、トウモロコシ、廿日大根、キュウリ、トマト、ニンジン、アサガオ、イタリアンライグラス、オーチャードグラス、ルーサン、ラジノクローバーなど多数に上った。

まず草丈抑制作用の plant spectrum であるが下記* のように B₉₉₅ に sensitive なものと、CCC に sensitive なものが比較的明瞭に区別された

草丈の大小	植物
control > CCC > B ₉₉₅	水稻
control > CCC > B ₉₉₅	ニンジン
control > CCC > B ₉₉₅	アサガオ
control > B ₉₉₅ > CCC	キュウリ、トマト、ルーサン、ラジノクローバー、オーチャードグラス、イタリアンライグラス

水稻に対して CCC の効果が乏しいのは従来の試験成績と同様であったが、おなじイネ科のトウモロコシでは CCC の効果がみとめられた。

処理効果があらわれた場合について節間の組織細胞の形態変化を検鏡したところ、処理によって細胞のタ

* 吉野氏の試験結果から著者が分類したものである。

テの長さが著しく短縮し、その結果節間がみじかくなっていることが観察された (第2表参照)

CCC の葉面散布のすぐあとで多くの植物の葉に marginal chlorosis がおこったが、短期間に消失し、格別の害をのこさなかった。CCC は速やかに体内を移動して葉周辺に一時的に集積し、その後消失するようである。またこのような症状は B₉₉₅ の葉面散布では観察されないので、CCC 独特の作用と思われる。

第2表 キウリの節間細胞長におよぼす B₉₉₅, CCC 処理の影響 (吉野実1967)

			無 処 理 区	B995処理区	CCC処理区
縦 断 面	表皮細胞	長径	7.85μ (100)	5.31μ (68)	5.54μ (71)
		短径	2.88 (100)	3.23 (115)	2.77 (96)
	柔細胞	長径	32.54 (100)	15.00 (46)	13.27 (41)
		短径	11.19 (100)	11.08 (99)	10.73 (96)

注 1. 測定年月日 昭和41年6月15日

処理後28日目

2. 土耕(ポット)のキュウリ(長日落合)の地上部に B₉₉₅, CCC いずれも 3000ppm の水溶液(展着剤ネオエステリン)をまんべんなく噴霧

3. 測定には第2節間を用いた

4. 測定値は各々3細胞の平均値

CCC, B₉₉₅ は地上部の生長を抑制する場合でも根部の生長はあまり抑制しないか、場合によっては根部の生長を促進することがみとめられた。この効果は廿日大根、ニンジンのような根菜類でとくに明らかであった (第3表参照)。

第3表 廿日大根の生体重・葉柄長に対する B₉₉₅ 処理の影響 (吉野 実 1967)

		無 処 理 区	B995 処 理 区
生 体 重 (g)	地上部	15.05	8.37
	根 部	2.24	6.70
	計	17.29	15.07
葉柄長 (平均) (cm)		6.5	3.8

注 1. 調査年月日 昭和41年6月15日

B₉₉₅ 処理後28日目

2. 土耕(ポット)の廿日大根(赤丸)の地上部に B₉₉₅ 3000ppm の水溶液(展着剤ネオエステリン)をまんべんなく噴霧 (5月19日)

3. 葉柄長は4葉の平均値である。

4. 生体の水分含量には処理間で有意差はみとめられなかった。

キュウリ、トマトのような果菜類に対しては CCC, B₉₉₅ は花成や果実の成熟を促進する効果のみとめられた。すなわちキュウリに CCC, B₉₉₅ 処理をすると下位節から花が着生し、また雌花の着花率が多くなった。わい化がはげしいときは花の絶対数は減少するが、適当な処理によって雌花の数は増加した。またキュウリ、トマトとも処理によって果実の肥大が促進され、その結果早どりが可能であった。

アサガオに対しては B₉₉₅, CCC とも開花期を早めるとともに、つるのはびず茎の基部に花蕾を着生し、地上数 cm のところで花が開いた。これらの作用は CCC より B₉₉₅ の方が若干強かった。抑制剤による観賞用植物のわい化については、キク、ポインセチア、アザレア、ユリなどについて効果の大きいことがみとめられており一部実用化されているが (Phosphon¹⁸)、B₉₉₅, CCC 処理によって支柱なしでアサガオを観賞することも可能と思われる。

水稻に対する B₉₉₅ の抑制効果はポット試験の場合より圃場試験の方が大きかった。これには群落状態における光環境が影響しているものと思われる。処理によって草丈の抑制とともに分けつの増加がみとめられたが穂ばらみ期の処理は出穂時の穂首の伸長をおさえ出穂をおくらせ収量低下をきたすので、穂ばらみ期以後の処理は好ましくないと思われた。

以上のように B₉₉₅, CCC は生長抑制作用のほかに種々の作用を呈するが、その中には積極的に利用を検討すべきものも含まれており今後の問題として興味深い。

III. B₉₉₅ の土壌および植物体中における挙動と生長抑制効果との関係

昭和41・42年の両年度文部省科学研究費を得て、主として B₉₉₅ を供試して、その生長抑制力の持続性、植物体中における移動ならびに代謝、土壌中における代謝について一連の研究^{19,20}を行なったので以下にその結果の一部を紹介してこの稿を終りたい。

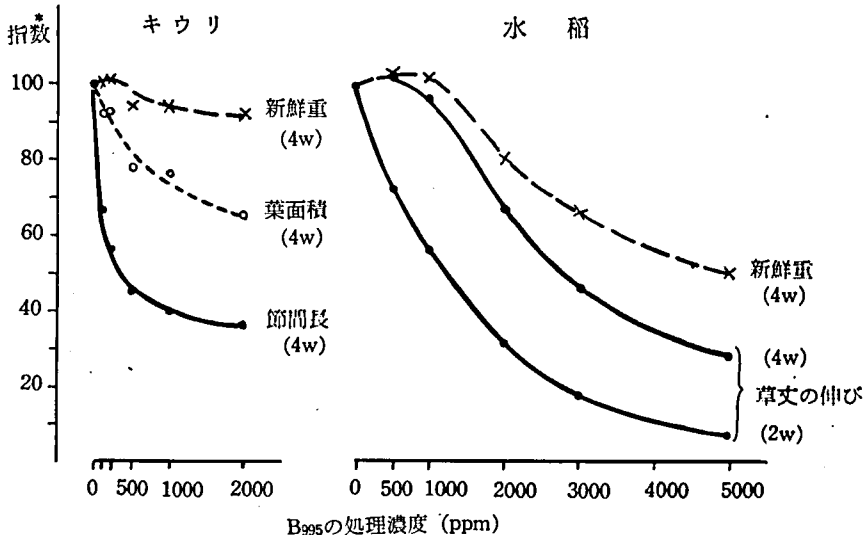
1. B₉₉₅ の生長抑制力の持続性

生長抑制物質を栽培技術に応用する場合には、抑制効果の大きさ、有効な植物種の数のほかに効果の持続性が問題になる。

生長抑制物質の中にはインゲンに対する Amo 1618 の作用のように、処理した植物体より採種した種子から発芽した第2代目の植物にも抑制効果がみとめられた例もあるが、B₉₉₅ の効果の持続性はそれほど大でない。たとえば水稻では間をおいて数回葉面施用しないと、生育後期まで抑制効果が持続しにくい場合がしばしばある。

もっともラジノクロバの B₉₉₅ の葉面散布 (3000 ppm) 試験で葉面散布後ある期間を経て地上部を刈取り、そのあと再生した茎葉に抑制効果がみとめられた場合もあり、持続性についても植物間にかんがりの差異のあることは予想される。

第1図はキュウリおよび水稻に対する B₉₉₅ の草丈抑制効果を比較したものである。処理後4週間における効果をくらべると明らかにキュウリの方が大であった。キュウリでは 1000ppm 以下で節間長のほか葉面積の縮小もみとめられたが、新鮮重はほとんど影響をうけて

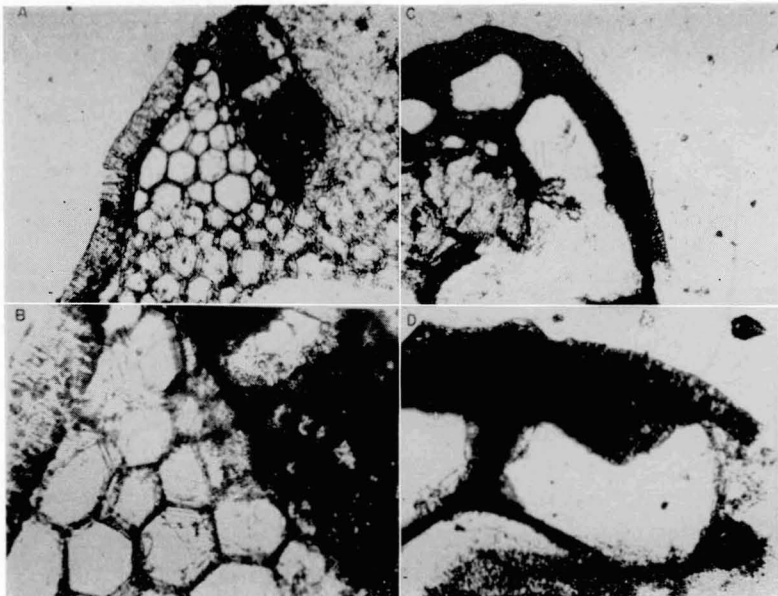
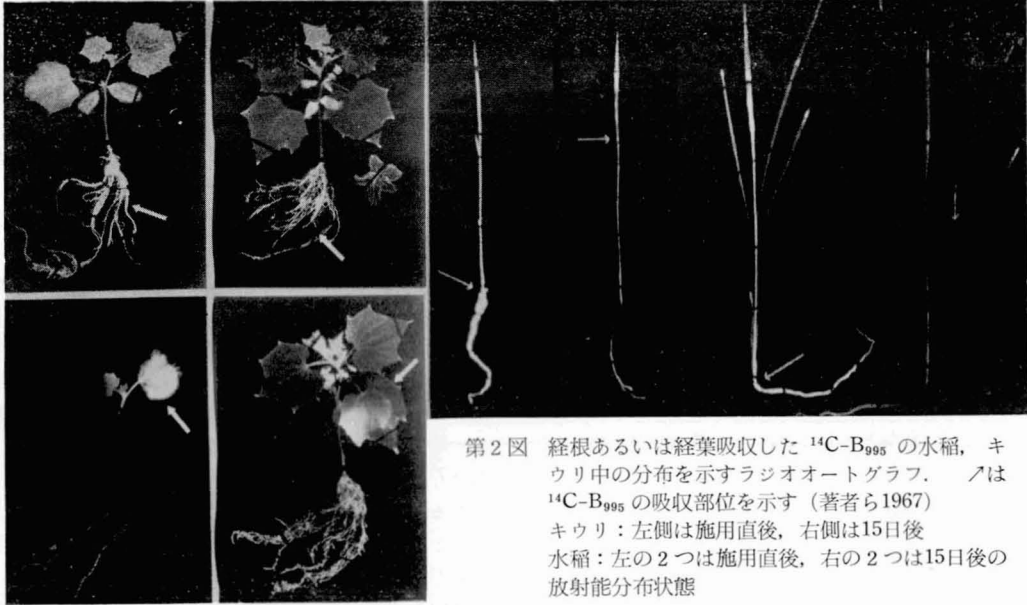


第1図 草丈の伸び・葉面積・新鮮重に対する B₉₉₅ の影響 (著者ら1968)
 () は処理後の経過週数 * B₉₉₅ 無処理 (B₉₉₅ 0ppm) の値を100とした指数

おらず、草丈はおさえるが生育そのものはおさえないという抑制剤の特徴があらわれているが、水稻では草丈抑制効果の明らかなのは 1000ppm 以上であり新鮮重も草丈と同様に減少した。また水稻に対する草丈抑制効果は処理後2週間の方が大であり、キュウリにくらべて効果の持続性の劣る点についても両者の差異が

みられる。

本実験のように経根吸収させた場合には、 B_{995} は極めてよく吸収され、処理直後における体内の B_{995} 濃度はキュウリと水稻で大きな差異はなかった。したがってこのような効果の差異の原因としては、効果発現に要する B_{995} の体内濃度あるいは体内での B_{995} 濃度の維

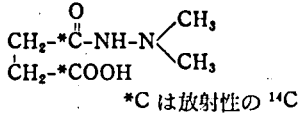


第3図 $^{14}C-B_{995}$ を経根吸収させた直後の水稻（右側上200倍，下800倍）およびキュウリ（左側上80倍，下800倍）の茎基部横断面のマイクロラジオオートグラフ黒い部分が ^{14}C の存在を示している。（著者ら 1968）

持力が両植物間で異なるためではないかと考えられる。

2. 植物体中での B₉₉₅ の移動

吸収された B₉₉₅ の植物体中での移動をしらべるには放射性炭素で標識した B₉₉₅ を用いるのが便利で、これまで果樹について2,3の報告(リンゴ Martinら 1964, サクランボ Ryogo 1966) がなされているが、著者らもカルボニルおよびカルボキシル基の炭素を標



識した B₉₉₅ を用い、水稻およびキュウリについて吸収された ¹⁴C-B₉₉₅ の移行の模様をしらべた。

第2図はそのラジオオートグラフで、白い部分が ¹⁴C-B₉₉₅ の存在を示している。施用直後の写真から、B₉₉₅ の体内移動は早い、経根吸収の方が葉面吸収よりも速やかであることがわかる。移動分布は主として経根吸収の場合は導管を葉面吸収の場合は節管を通じて行なわれるものと思われる。15日後これらの ¹⁴C-B₉₉₅ はその後新生した部分へ移動し、その中のもっとも新しい部分に集積している。また葉では葉脈の末端部に集まる傾向がみとめられる。

第3図は ¹⁴C-B₉₉₅ を6時間経根吸収させた植物の茎基部の組織のマイクロラジオオートグラフ(横断面)で、黒い部分が ¹⁴C-B₉₉₅ の存在を示している。

キュウリでは表皮細胞層、導管部、柔組織細胞の細胞壁周辺に非常に多く、細胞質部分はこれにくらべると

著しく少なかった。水稻も同様の傾向で葉鞘組織および導管組織に非常に多かった。

B₉₉₅ は吸収直後にはそのほとんどが組織の outer space 部分に存在し、その後徐々に inner space (細胞質内) にとりこまれてゆくものと思われる。

これらのラジオオートグラフから吸収された B₉₉₅ の体内移動が非常に速やかであることが理解される。

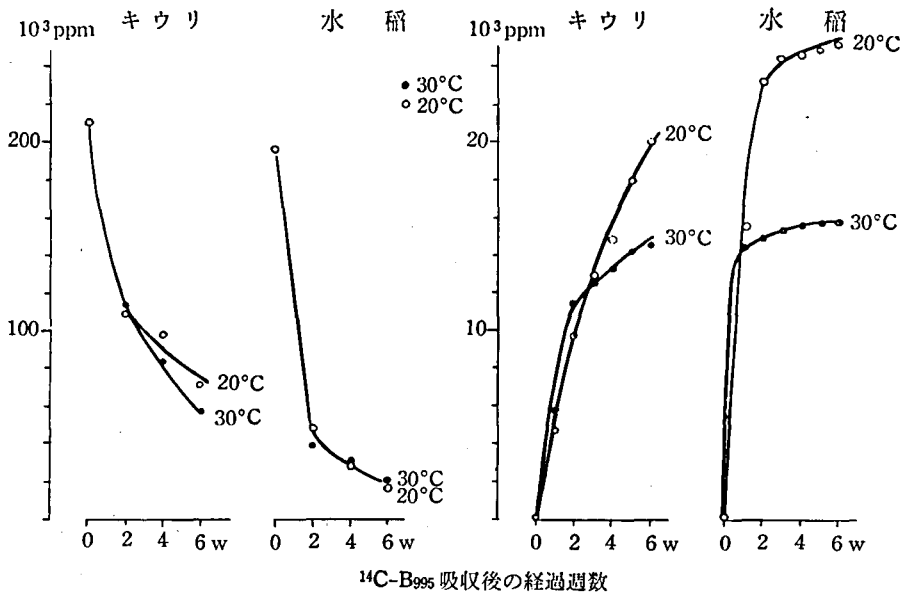
3. 植物体中での B₉₉₅ の代謝

植物に吸収された B₉₉₅ の体内での消長は、B₉₉₅ の抑制効果の大きさや持続性、またそれらの植物の種類による差異などと直接関係する問題である。

第4表および第4図は経根吸収させた ¹⁴C-B₉₉₅ の total activity の消長を示している。activity は2週間後キュウリでは $\frac{1}{2}$ 、水稻では $\frac{1}{3}$ に、また6週間後キュウリでは $\frac{1}{3}$ 、水稻では $\frac{1}{6}$ に低下しており、体内からの

第4表 植物体中に吸収された ¹⁴C-B₉₉₅ のゆくえ I
植物体中の ¹⁴C total activity の経時的变化 (著者ら 1968)

¹⁴ C-B ₉₉₅ 処理後	キウリ		水 稻	
	20°C	30°C	20°C	30°C
直 後	×10 ³ cpm 210.2(100)	×10 ³ cpm 210.2(100)	×10 ³ cpm 196.5(100)	×10 ³ cpm 196.5(100)
2 週間	108.3 (52)	112.4 (53)	48.0 (24)	38.5 (20)
4 週間	97.8 (47)	81.9 (39)	27.5 (14)	28.0 (14)
6 週間	70.7 (34)	57.3 (27)	16.7 (9)	19.6 (10)



植物体中の ¹⁴C activity (total) 培養液中の ¹⁴C activity (total)
第4図 植物体に吸収された ¹⁴C-B₉₉₅ のゆくえ (著者ら1968)

activity の消失は速やかであるが、とくに水稻において著しかった。

また培養液中にはかなりの activity が検出されたが、これは植物根からの体内 ^{14}C - B_{995} の放出を反映しており、キウリより水稻の方が高くまた体内の ^{14}C - B_{995} のレベルが低下すると放出も減少した。(第5表および第4図参照) もっとも根根放出された activity が全部そのまま培養液に残存していたかどうかは疑問で、測定までに培養液からある程度の逸散があったと思われる。6週間後培養液から回収された ^{14}C -activity が 20°C にくらべ 30°C で低いのは、地上部経由の ^{14}C の逸散が多かったためか、経根的に放出された ^{14}C の培養液中からの逸散が多かったためかは明らかでない。

つぎに植物体中の ^{14}C - B_{995} の形態変化を知るために、80%エチルアルコールで抽出し、可溶部および不溶部の放射能を計測した。さらに可溶部を2次元ペー

パークロマトグラムで分離し、 B_{995} - ^{14}C , succinate- ^{14}C , other soluble- ^{14}C 各部分の放射能を計測した。第6表はその結果である。キウリでは体内の ^{14}C の大部分(90~85%)は B_{995} のままであるが、一部 succinate 態としても存在し、また不溶部の activity が経時的に増加する傾向がみられ、それは 20°C より 30°C の方が大であった。また水稻ではキウリよりこの傾向が大きく、とくに 30°C において著しかった。

これらの結果は植物体内で B_{995} が代謝され CO_2 として逸散することを示唆している。しかしその量は、体内の ^{14}C の種々の体成分への散らばり方の少なかったことからみて、多くはないように思われる。

このように植物体内に吸収された B_{995} は比較的速やかに体外へ消失するが、その程度はキウリに比べて水稻は大であり、これは B_{995} の抑制効果やその持続性がキウリに比べて水稻では劣る一因と考えられる。

B_{995} の消失の経路としては経根的排泄と CO_2 としての代謝的消失の2つが考えられるが、前者の方がはるかに大きいと思われる。ラジオオートグラフにみられたように経根吸収直後 B_{995} の大部分は outer space にあるが、 B_{995} の供給が漸たれるとまずこれが経根的に排泄され、その後は細胞内にとりこまれた B_{995} の代謝的消失がつづくと思われる。水稻はキウリに比べて両経路の消失とも大きいようである。

4. 土壌中での B_{995} の代謝

生長抑制物質の中には Amo1618 や Phosphon などのように土壌処理によって有効なものもあるが、 B_{995} の土壌処理は葉面散布より効果がうすいか場合によっては toxic なこともあるといわれている。これは B_{995} は土壌中で不安定で分解され易いことを示唆している。

この点を明らかにするために著者らはまず新鮮土、滅菌土および砂に 1000, 5000ppm(風乾土当り)の B_{995} を施用し、施用直後および2週間後に水稻、キウリを播種し、発芽状態とその後の生育経過を観察した。

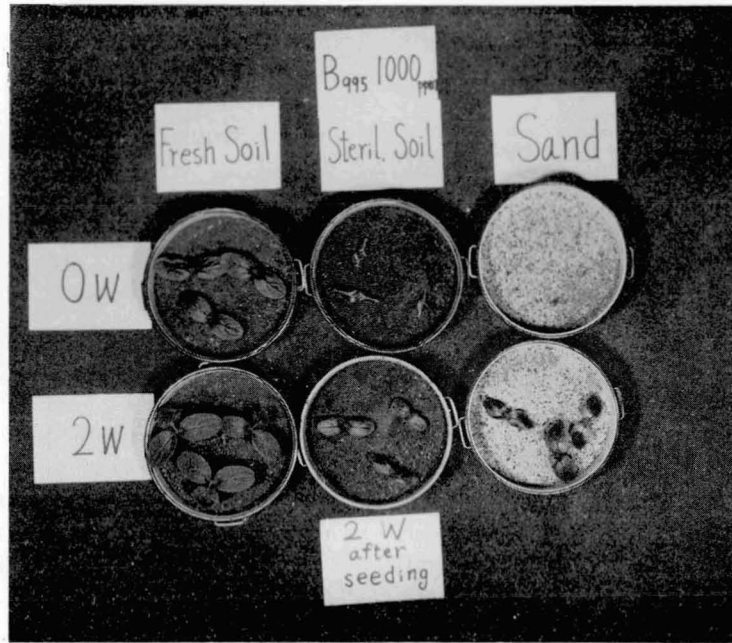
第5表 植物体に吸収された ^{14}C - B_{995} のゆくえ II
培養液中の ^{14}C activity (著者ら 1968)

^{14}C - B_{995} 処理後	キウリ		水 稻	
	20°C	30°C	20°C	30°C
	$\times 10^3\text{cpm}$	$\times 10^3\text{cpm}$	$\times 10^3\text{cpm}$	$\times 10^3\text{cpm}$
0~1週	4.7	5.7	15.5	14.3
1~2	5.0	5.6	7.6	0.5
2~3	3.2	1.2	1.3	0.4
3~4	1.9	0.7	0.2	0.3
4~5	3.2	1.0	0.2	0.1
5~6	2.0	0.2	0.3	0.1
0~6 (吸収量* に対する割合)	20.0 (9.5%)	14.4 (6.9%)	25.1 (12.8%)	15.7 (8.0%)

* 処理直後の植物体中の ^{14}C activity
 キウリ $210.2 \times 10^3\text{cpm}$ (1ポット1個当り)
 水 稻 $196.5 \times 10^3\text{cpm}$ (1ポット3個当り)

第6表 植物体に吸収された ^{14}C - B_{995} のゆくえ III
植物体中の ^{14}C 化合物の形態別存在比 (著者ら 1968)

温 度	^{14}C - B_{995} 処理後	キウリ				水 稻			
		B_{995}	Succinate	Soluble other	Residue	B_{995}	Succinate	Soluble other	Residue
20°C	2週間	89.5%	7.0%	1.4%	2.1%	84.4%	8.4%	2.4%	4.8%
	4週間	93.6	2.2	1.6	2.6	84.1	5.1	2.4	8.4
	6週間	87.4	6.0	2.2	4.4	86.5	2.4	1.5	9.6
30°C	2週間	85.3	10.0	0.8	3.9	84.5	7.5	3.0	5.0
	6週間	88.0	5.5	1.6	4.9	77.8	4.6	5.1	12.5
	6週間	85.0	2.4	2.4	10.2	65.2	5.3	5.0	24.5



0W は B₉₉₅ 施用後直ちに播種 2W は B₉₉₅ 施用2週間後に播種
いずれも播種後2週間における状況

第5図 土壌中における B₉₉₅ の抑制作用の失活 (著者ら1968)

第7表 培地中での ¹⁴C-B₉₉₅ の安定性 (著者ら1968)

試験区	EtOH Soluble				EtOH Insoluble fraction		total	
	B ₉₉₅ fraction		Other fraction		20°C	30°C	20°C	30°C
	20°C	30°C	20°C	30°C				
新鮮土	12.6%	2.2%	0.9%	0.4%	9.9%	5.7%	23.4%	8.3%
滅菌土	55.1	28.1	2.5	0.8	14.2	12.1	71.8	41.0
砂	54.8	17.2	3.7	1.9	7.6	3.5	66.1	22.6
水溶液	80.5	74.5	—	—	—	—	80.5	74.5

各区とも B₉₉₅ 1000 ppm ¹⁴C-B₉₉₅ 1 μ C (277 \times 10³cpm) を培地 5g に添加. 添加 ¹⁴C に対する残存 ¹⁴C の割合で示す

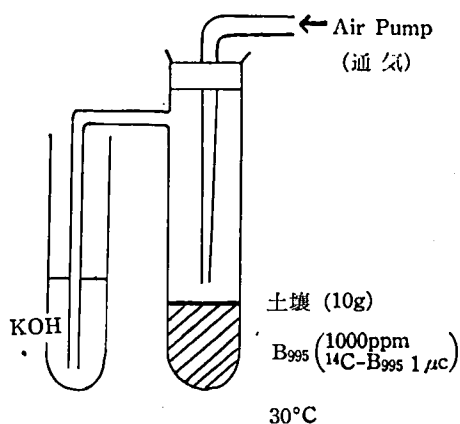
その結果は新鮮土では B₉₉₅ は急速に抑制作用を失った. たとえば播種2週間前に施用した 1000ppm の B₉₉₅ の抑制効果はほとんどみとめられなかった. これにくらべて滅菌土や砂では効果の持続性は大であったが, これらの培地中でも B₉₉₅ の効果は放置しておくことと減退することがみとめられた (第5図参照).

つぎにこれら培地中における B₉₉₅ の挙動をしらべるために, 新鮮土, 滅菌土, 砂, 水各 5g に B₉₉₅ 1000ppm, ¹⁴C-B₉₉₅ 1 μ C を添加, 飽和水分状態で 20°C および 30°C の温度下で4週間放置後, 80% エチルアルコールで土壌を抽出, 抽出液をペーパークロマトグラムで分離し, ¹⁴C activity を測定した. その

第8表 ¹⁴C-B₉₉₅ 施用土壌からの ¹⁴CO₂ の発生 (30°C) (著者ら1968)

期間(週)	捕集された ¹⁴ CO ₂	4週間後土壌残存 ¹⁴ C	
	Counts \times 10 ³ cpm	¹⁴ C-B ₉₉₅	Insoluble fraction
0~1	18.0 (6.5%*)		
0~2	63.1 (22.8%)		
0~3	83.9 (30.3%)		
0~4	85.8 (31.0%)	\times 10 ³ cpm 3.2 (1.2%*)	\times 10 ³ cpm 16.2 (6.0%*)

新鮮土 10g に B₉₉₅ 1000ppm ¹⁴C-B₉₉₅ 1 μ C (277 \times 10³cpm) 添加. 飽水状態. *添加 ¹⁴C に対する捕集 ¹⁴CO₂ あるいは残存 ¹⁴C の割合を示す.

第6図 土壤中の $^{14}\text{C-B}_{995}$ より発生した $^{14}\text{CO}_2$ の捕集

結果は第7表のとおりで新鮮土では4週間後に B_{995} は当初のわずか $\frac{1}{6}$ 〜 $\frac{1}{5}$ にすぎなかったが、滅菌土では $\frac{1}{2}$ 〜 $\frac{1}{4}$ 、水溶液では $\frac{4}{5}$ 〜 $\frac{3}{4}$ となお相当の部分が残存していた。また温度上昇(20°→30°C)の影響の大きさからみて、新鮮土では B_{995} は微生物により急速に分解され CO_2 として逸散したと思われる。なおこれをたしかめるため第6図のような装置で $^{14}\text{C-B}_{995}$ を施用した土壤から発生する $^{14}\text{CO}_2$ を捕集測定したところ、第8表のようにかなりの量の $^{14}\text{CO}_2$ の発生をみとめた。なお消失 ^{14}C 総量に対し捕集した $^{14}\text{CO}_2$ が低いのは、捕集方法の不備のため $^{14}\text{CO}_2$ の回収が悪かったのが主な原因と推察される。

以上の結果から B_{995} の土壤処理効果が劣るのは、 B_{995} は土壤微生物によって容易に分解をうけ CO_2 として速やかに逸散するためであると考えられる。

5. ま と め

生長抑制剤は一般にその効果に関して plant spectrum がある。 B_{995} は比較的有効範囲の広い抑制剤であるが、それでも双子葉植物にはよく効くが単子葉植物には効きにくいという傾向がある。

ここで紹介した実験は水稻(単子葉植物イネ科)とキュウリ(双子葉植物ウリ科)を比較供試して行なったものであるが、その結果はやはり B_{995} の抑制効果(持続性も含めて)は水稻よりキュウリにおいて顕著であった。

この植物の種類によって抑制効果が異なるということは、生長抑制物質の利用面からも是非解明しておかねばならぬ問題であろう。

このようなちがいの原因として一応つぎのような諸点が考えられる。

(1) 抑制物質が植物体内の作用部位へ到達することの難易。葉面散布の場合には葉の表面の状態のちがいが

が相当これに関係すると思われる。

(2) 抑制効果発現のための作用部位における抑制物質の必要濃度の差異。

(3) 作用部位における抑制物質の濃度保持性のちがい。その際の抑制物質の消失経路としてはつぎの2つが考えられる。

- a. 代謝による抑制物質の消失
- b. 排泄による抑制物質の消失

これらの中(1)については経根吸収させた B_{995} はキュウリ、水稻とも同程度によくとりこまれたので、一応除外できる。(2)については抑制作用をうける側の生長調節系が水稻とキュウリでちがうことも予想される(たとえばキュウリでは B_{995} よりCCCに対して sensitive であるが、水稻ではその逆でCCCに対しては sensitive でないということなどから)が、その内容については現段階では推測はむづかしい。(3)に関しては B_{995} の体内含量と抑制効果の間に相関がみられたので原因の一つとして考えられる。この場合体内からの B_{995} の消失速度のちがいが、組織構造的な面にあるのか体内代謝的な面にあるのかの問題がある。水稻とキュウリの比較では一応どちらの可能性も残されており、その量的な意義については今後の検討が望まれる。

生長抑制物質を実際に施用する場合の今一つの問題は土壤の影響である。

B_{995} は通常葉面散布される。しかし土壤にもある程度かかり、また葉面散布された B_{995} も経根的にかなりの量が土壤中に排泄されるので、植物が土壤中の B_{995} を吸収(あるいは再吸収)している可能性は常にあるわけで、ここに土壤中での B_{995} の動態が問題になる。土壤中での B_{995} の代謝は植物体中にくらべて著しい。しかもその模様は土壤の化学的、物理的性質、根圏微生物の活性、地温などによって大きく影響をうけるから、圃場での B_{995} 施用試験の結果を検討する場合、根圏土壤の影響も考慮に入れておく必要がある。そのため今後 Soil Biochemistry の立場から大いに研究の行なわれることが期待される。

参 考 文 献

- 1) Cathey, H. M. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 15, 271 (1964).
- 2) 山田 登: 作物のケミカルコントロール 農業技術協会刊行 (1966).
- 3) 太田敏郎: 植物の化学調節 2, 102 (1967).
- 4) Mitchell, J. W., Wirwille, J. W., and Weil, L.: *Science* 110, 252 (1949).
- 5) Wirwille, J. W. and Mitchell, J. W.: *Botanical Gaz.* 111, 491 (1950).
- 6) Gowing, D. P. and Leeper, R. W.: *Science*

- 122, 1267 (1955).
- 7) Preston, W.H. Jr. and Link, C.B.: *Plant Physiol.* 33, Suppl. xlix (1958).
- 8) Tolbert, N.E.: *Jour. Biol. Chem.* 235, 475 (1960).
- 9) Riddell, J.A., Hageman, H.A., J'anthony, C.M. and Hubbard, W.L.: *Science* 136, 391 (1962).
- 10) 菰田泰夫・岡本敏彦: 植物の化学調節 3, 19 (1968).
- 11) Baldev, B., Lang, A. and Agatep, A.O.: *Science* 147, 155 (1965).
- 12) Reed, D.J., Moore, T.C. Anderson, J.D.: *Science* 148, 1097 (1965).
- 13) Halevy, A.H. and Tolbert, N.E.: *Nature*, 197, 310 (1963).
- 14) Ota, T.: *Plant & Cell Physiology* 5, 255 (1964).
- 15) 昭和40年度農技研化学部試験研究成績の概要.
- 16) 昭和41年度農技研化学部試験研究成績の概要.
- 17) 昭和42年度農技研化学部試験研究成績の概要.
- 18) 伊藤春夫: 農及園 38, 1423 (1963).
- 19) 高橋英一・山田康之・小西茂毅・松田隆雄: 日土肥講要 13, 70 (1967).
- 20) 高橋英一・山田康之・小西茂毅・山本 修: 日土肥講要 14, 80 (1968).

抄 録

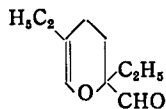
ゴキブリの防御物質

2-Methylene butanal and related compounds in the deffensive scent of *Platyzozeria* cockroaches (Blattidae: Polyzozeriinae). D.F. Waterhouse and B.E. Wallbank *J. Insect Physiol.* 13, 1657. (1967).

ゴキブリの分泌する防御物質として、今までに、*trans*-hex-2-enal, quinone 類 (ethyl-*p*-benzoquinone, methyl-*p*-benzoquinone, *p*-benzoquinone), *n*-gluconic acid とその lactone 等が知られている。

著者は、20種以上のオーストラリアのゴキブリの防御物質を調べた結果、*Platyzozeria castanea*, *P. jungii*, *P. ruficeps*, *P. morosa* が、上記タイプ以外の、人間に対して催涙作用のある防御物質を分泌することを見出し、その単離、構造決定を行なった。

腹部第六節と第七節の間にある貯蔵囊から、毛細管で活性物質を取り出した後、遠心分離で細胞成分を取り除いた。3つの主成分と5つの副成分をGLCで分取し、TLC, GC-MS, IR, UV, NMRを用いて構造を決定した。四種の間で含有量に、やや違いはあるが、主成分として 2-methylene butanal, 2-methylene butanol, 2-methylene butanal の二量体を単離し、2-methylene propanal 2-methyl, butanal, 2-methylene pentanal 2-methyl, butanol, 2-methylene butyric acid を副成分として得ている。



Dimer of 2-methylene-butanal
P. castanea, *P. ruficeps* は、これらを分泌する

時、尻を上げ警戒のポーズをとり、黄橙色に変化するのに対し、*P. jungii*, *P. morosa* は、このどちらも行なわない。これは、後者および、その predator が夜行性であるか、あるいは predator が脊椎動物でないためと考えている。

また、単離された8つの化合物が、構造上非常に類似していることは、同じ生合成経路で生成した可能性を示唆するが、直接的証明はなされていない。

(北村実彬)

イラクサキンウワバ性誘引物質の特異性
Specificity of the Cabbage Looper Sex Attractant. R. S. Berger & T. D. Canerday. *J. Econ. Entomol.* 61, 452. (1968).

イラクサキンウワバ *Trichoplusia ni* (Hübner) の天然性誘引物質である *cis*-7-dodecenyl acetate と7種類の合成類似化合物について室内誘引試験をした。その結果を表に示す。実験例は少ないが、二重結合の水素とカルボニルグループの酸素原子が分子の同じ側で一直線上に配位できることが活性発現に必要と考えられる。2グループ間の距離およびエステル酸部分の改変も活性を低下させる。種特異性について検討した結果、イラクサキンウワバ以外にキンウワバ亜科の3種 *Pseudoplusia includens* (Walker), *Rachiplusia ou* (Guenée), *Autographa biloba* (Stephens) はそれぞれ *cis*-7-dodecenyl acetate に反応し、各種自身の誘引物質は他種間相互に有効であった。また DEGS カラムをもちいたガスクロマトグラフィーの結果、各種の性誘引物質の保持時間は *cis*-7-dodecenyl acetate と一致し、加水分解後 dodecenol を得た。