

新しい植物生長調節物質 ブラシノライド類の生理作用と 農業および生物生産への利用

宇都宮大学農学部 竹松哲夫・竹内安智・古口正巳

はじめに

アメリカ農務省(U.S.D.A.)のミッチェルとマンダバラが1970年にセイヨウアブラナ(*Brassica napus*)の花粉中にインゲンの第2節間の伸長を促す物質があることを見出した。その後、その粗製品であるブラシンの10万分の1(10 μ g)という少量をインゲンに与えただけで著しく生長が促進され、茎葉・草丈だけでなく、サヤの収量も40%近く増加したと報告した。その後、グローブとスペンサーの協力を得て、1979年にミツバチの集めたセイヨウアブラナの花粉40kgから活性物質4mgを結晶としてとり出してX線結晶解析等によりその構造を明らかにし、ブラシノライド(Brassinolide)と命名した。またマンダバラはセイヨウアブラナ以外の花粉や植物体にもブラシノライドに似た作用を示す物質の存在を明らかにした。

アメリカ農務省では、ブラシノライドの約10分の1の活性を発現する24-エピブラシノラ

イド(epibrassinolide, 2つの異性体をふくむ)を実用化合物として開発した。トンプソンらはイーストから大量に得られるエルゴステロール(ergosterol)より、24-エピブラシノライドを安価に合成することに成功した。この24-エピブラシノライドは0.01ppmの散布ではレタスで30%, ハツカダイコンで15%, ソラマメで7%, パレイショで25%の収量増加を示した。マンダバラはこの化合物の1ppm溶液を使ったとき、エーカー(40a)当り5~10 \$位と

ブラシノライドの研究は、その後アメリカ・ヨーロッパや日本において展開されてきた。アメリカでは、農務省のほか数社の研究所で行なわれてきたが、近年は目立った進歩がない。日本では、ブラシノライドの報告がNatureに発表されると、直ちに研究が始められた。東京大学の森、東京工業大学の池川らによる合成研究、東京大学の高橋・横田らのブラシノライド類の

探索、名古屋大学の丸茂・和田らの探索・検定などの研究が行なわれた。筆者らも、Nature誌にブラシノライドの論文をみてから3か月後には東京大学の森教授から22S, 23Sホモブラシノライド

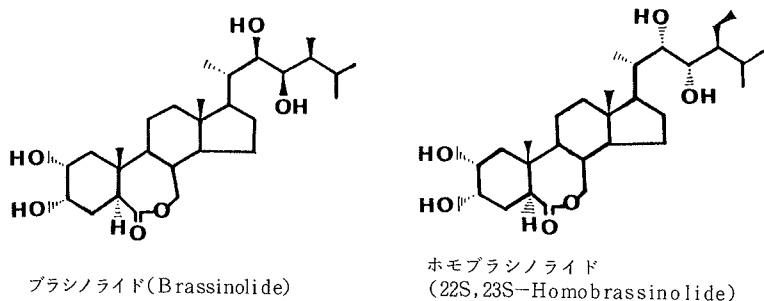


図1. ブラシノライドとホモブラシノライドの化学構造

(Homobrassinolide) の提供を受け研究を始めた。また東京工業大学の池川教授からもブラシノライドやその関連化合物の供給を受けて、これまで生理作用に関して基礎から応用にまたがる多方面の研究を行なってきた。現在、日本では東京大学の高橋教授を代表に文部省科学研究費の助成により、東京大学・東京農工大学・名古屋大学・大阪府立大学および宇都宮大学において精力的に研究が行なわれている。また、全農や日産化学、あるいは他の公的・民間研究機関でも研究が進められている。

ブラシノライド類の単離と同定は、日本の化学者により、その後大部分が進められた。横田らはブラシノライドとしては第2番目のしかもブラシノライドとは異なり、B環がラクトン型でないケト型のカスタステロン(castaster-

one) をクリタマバチ虫えいから単離、構造決定し、さらにフジマメ未熟種子からは24-メチレン体のドリコライド(dolicholide)をとった。そのほか安部や池田らも、ブラシノライドやカスタステロンが、他の植物の種子や新鮮葉などに存在することを明らかにした。その後、いろいろな植物からブラシノライド類が単離、同定され、現在では14種類に達した。表1に横田が最近、分類したものを引用した。このように、多くの植物に広く存在しているとみられるようになり、第6番目の植物ホルモンとなり得る可能性もひらけてきた。

ブラシノライド類は、植物の細胞分裂と伸長を促すが、生理作用面ではこれまで明らかにされているオーキシン、ジベレリン、サイトカイニン、エチレンやアブサイシン酸の各ホルモン

表1. ブラシノステロイドの分布と含量

種 名	アブラナ	ハクサイ	ク リ		チャ	イスノキ		* フジマメ	インゲン	マルバアサガオ	ガマ	イネ	クロマツ	アラスカトウヒ
部 位	花粉	豆果	虫えい	枝・葉・花	葉	虫えい	葉	種子	種子	種子	花粉	茎葉	花粉	新梢
C₂₈ ステロイド														
Brassinolide (1)	7	2	4		2	ND	3	5	—					
Dolicholide (2)								7	—					
Castasterone (3)		2	6	5	4	5	4	5	—	5		3	5	5
Dolichosterone (4)								6	*—			2		
6-Deoxocastasterone (5)			6	6				5	**					
6-Deoxodolichosterone (6)			ND					5	**					
Typhasterol (7)					3						6		6	5
Teasterone (8)					3									
C₂₉ ステロイド														
Homodolicholide (9)								5						
Homodolichosterone (10)								5						
Ethylbrassinone (11)		1	ND		1									
C₂₇ ステロイド														
Norbrassinolide (12)		2	ND		ND	ND	4							
Brassinone (13)		1	6		2	5	3			4				
文 献	1	21,23,25	17, 18, 22, 25		21,24,25,27	7, 21		12~15	20, 28	29	26	30	16	31

含量は1~7の7段階で示した：1 (<1 ng/kg), 2 (1~10 ng/kg), 3 (10~10² ng/kg), 4 (10²~10³ ng/kg), 5 (10³~10⁴ ng/kg), 6 (10⁴~10⁵ ng/kg), 7 (10⁵~10⁶ ng/kg), ND, 検出できず。*含量については未発表データ。**同定されているが定量されていない。空欄は存在の有無について明らかにされていないことを示す。

とは異なる別のカテゴリーに属するものであり、植物に対して形態形成反応は少なく、作物の増収効果をも保持している。化学構造的には、動物の性ホルモンや昆虫の脱皮ホルモンと同じステロイド骨格を有している。

ブラシノライドの全合成は、シダール・トンプソンのほか、森ら・池川らもそれぞれ独自に成功している。さらにブラシノライド様の高活性物質として U.S.D.A. および森らによるホモブラシノライド、トンプソンらによるエピブラシノライド、池川らによるノルブラシノライド (Norbrassinolide) や

丸茂らによる関連化合物の研究がある。しかし、最近はこれらの活性を上まわる化合物は見出されていない。

新しい生理活性物質の探索においては、バイオアッセイ用植物として何を採用するかがきわめて重要な鍵になっている。特に生理活性物質を抽出・精製する過程ではきわめて微量で反応する感受性の高い植物、あるいは特定の器官・組織を用いることが必要である。

ブラシノライドの精製過程では、U.S.D.A. ではインゲンの第2節間伸長試験法が採用された。日本では、前田の確立したオーキシン活

性物質の検定法であるイネのラミナジョイントテストがブラシノライド類に著しく反応が高いため、それらの探索や高活性物質の検索の手段として採用されている。

筆者らは、これまでダイコンを使うラファナステスト (Raphanus Test) の応用によって、生長調節物質・除草性物質の検索を行ってきた。今回もこのテストを拡大応用してブラシノライド類の生理作用を解明した。そのほか筆者らは、いろんな作物に施用し、それらの農園芸面への利用についても検討した。

表 2. Brassinolide 類の主な生物検定法とその反応

試 験 方 法	検 定 に つかう部分	検定植 物育成 条 件	反 応 ^(*)		
			I A A	G A ₃	brassinolide
アズキ上胚軸切片伸長試験	上胚軸切片	暗	+	—	+
					(10 μM)
黄化トウモロコシ中茎切片伸長試験	中 茎 切 片	暗	+	+	+
					(10 μM)
黄化エンドウ上胚軸切片伸長試験	上胚軸切片	暗	+	+	+
					(10 μM)
ヤエナリ下胚軸不定根形成試験	根を切除した カッティング	明	+	×	×
エンドウ頂芽截頭による側芽伸長試験	頂芽を切除した 植物体	暗	+	…	—
クレス幼植物根部伸長試験	無 傷 植 物	暗	×	…	+
			阻 害		(10 μM)
黄化インゲンの頂芽鉤状部展開阻害試験	根を切除した カッティング	暗	+	—	+
					(10 μM)
キクイモ塊茎組織切片重量増加試験	塊 茎 切 片	…	+	…	+
					(10 μM)
黄化エンドウ上胚軸部肥大試験	頂芽をふくむ 上胚軸部	暗	—	+	+
イネ葉身屈曲試験	第2葉身と葉 鞘をふくむ切片	暗	+	—	(*) +
					(0.005 μg)
黄化インゲン下胚軸切片伸長試験	下胚軸切片	暗	—(+) 活性小	+	+
					(10 μM)
ヤエナリ上胚軸部伸長試験	根と下胚軸を 切除したカッ ティング	明	—	+	+
					(1 μM)
キウリ下胚軸伸長試験	根と下胚軸下 部を切除した カッティング	暗	+	+	+
					(1 μM)

表2 (つづき)

試 験 方 法	検 定 に つかう物分	検定植 物育成 条件	反 応(**)		
			IAA	GA ₃	brassinolide
黄化矮性エンドウ上胚軸切片伸長試験	上胚軸切片	暗	×	+	+(10 μ M)
明条件におけるアオゲイトウのベータシアニン形成試験	インタクト	明	...	×(阻害)	×(10 μ M)(阻害)
ギンギン葉ディスク老化防止試験	葉うちぬき	明	...	+	-(促進)
インゲン第2節間伸長試験	インタクト	明	-	+	+
黄化ヒマワリ下胚軸伸長試験	下胚軸切片	暗	+	+	+
矮性エンドウ上胚軸切片肥大試験	頂芽をふくむ上胚軸部	暗	kinetin+	...	-
黄化アオゲイトウのベータシアニン形成促進試験	インタクト	暗	kinetin+	...	-
オナモミ葉ディスク老化防止試験	葉うちぬき	明	kinetin+	...	-(促進)
黄化キウリの子葉拡大試験	子 葉	暗	kinetin+	+	+(100 μ M)

(* *) 27)

Yoopら の資料に追加, 改変。-: 反応無し, +: 反応有り, ×: 阻害, (): 最大活性発現濃度。(*)最低有効濃度。

ここでは筆者らの研究を中心に, ほかの研究
者の報告も引用して, ブラシノライド類の生理
作用と農業生産への応用について解説する。

1. 生 理 作 用

表2にこれまでブラシノライドが各種の植物
を用いたオーキシン, ジベレリンおよびサイト
カイニンの検定法でテストされた結果をまとめ
た。

ブラシノライドは, オーキシン活性物質の検
定法である黄化インゲンの頂芽鉤状部展開阻害
試験, 黄化エンドウ上胚軸部伸長試験, トウモ
ロコシ中茎切片伸長試験, アズキ上胚軸切片伸
長試験およびキクイモ切片伸長試験では反応は
+であったが, 同じオーキシン活性物質の検定
法であるヤエナリ下胚軸不定根形成試験, エン

ドウ頂芽截頭側芽伸長
試験およびクレス根部
伸長試験では反応が一
であった。これらの試
験のなかでは, アズキ
上胚軸切片伸長試験で
ブラシノライドはIA
Aより10倍高い活性を
示している。また, ア
ズキ上胚軸切片伸長試
験, 黄化インゲン頂芽
鉤状部展開阻害試験お
よび黄化エンドウ上胚
軸部伸長試験において,
ブラシノライドとIA
Aは著しい相乗効果を
発現した。インゲン第
1節間切片試験でブラ
シノライド単独で作用

がないが, IAAの作用を著しく増強する。この
ようなブラシノライドとIAAの共力効果は多
数報告されている。

オーキシンのテストのなかで, クレス幼根試
験でIAAは低濃度から阻害を示したが, ブラシ
ノライドは高濃度でも阻害はなく, 0.01~0.1
 μ Mではむしろ伸長促進効果をあらわした。筆
者らもダイコンを用いて22S, 23S-ホモブラシ
ノライドで, 同じ生理作用を確認している。ヤ
エナリ下胚軸の不定根形成試験では, ブラシノ
ライドはIAAとは逆にジベレリン(GA₃)より強
い阻害を示したが, 下胚軸に対してはむしろ伸
長促進作用を示した。筆者らも, ダイコンをは
じめいくつかの植物で同じ生理作用を確認した。
これらについては後で述べる。

オーキシンテストのなかで, インゲン頂芽鉤

状部の展開阻害作用とクレスの根部伸長阻害作用は、オーキシンの直接的作用ではなく、エチレン発生を介しての間接的な生理作用とされているが、ブラシノライドは前者の試験では＋、後者の試験では－であった。ヤエナリ上胚軸の試験でも、ブラシノライドは0.01 μ Mで初生葉にエチレン発生に起因するとみられる上偏生長を誘起するが、ダイコン幼植物でも下胚軸や葉柄に方向性のない捻転が生じる。なお、この特徴ある反応は、他の生理活性物質にはみられない特異な現象である。

これまで述べたように、ブラシノライドはオーキシン(IAA)と共力作用を発現するなどオーキシンとの関係が大きい、オーキシンのテストで－であったり、むしろ反対の作用を示すものもみられ、統一した考察ができない。

次にジベレリン類の各種の生物検定法におけるブラシノライドの反応についてみよう。ブラシノライドは、ヤエナリ上胚軸部伸長試験、インゲン第2節間伸長試験、黄化ヒマワリ下胚軸部伸長試験、キウリ下胚軸伸長試験、黄化インゲン下胚軸伸長試験(光による阻害の回復)、エンドウ上胚軸切片伸長試験および明条件下アオゲイトウのベータシアニン形成阻害試験において反応が＋であったが、ギシギシ葉ディスク老化防止試験においては－であった。これらの試験のなかで、ブラシノライドの反応がヤエナリ上胚軸の伸長試験ではピコグラムから、インゲン第2節間の伸長試験ではナノグラムからみられた。特に前者のヤエナリの試験では、ブラシノライドは茎の切断面から短時間で吸収され、12時間の誘導期間の後急速に伸長促進効果を示し、24時間後には0.029 mm/hrと最大の伸長率を示した。

ブラシノライドとジベレリンの相互作用に関

しては、黄化エンドウの上胚軸部伸長試験、エンドウ茎切片伸長試験やヤエナリ上胚軸伸長試験などにおいて相加的であった。

ブラシノライドは、サイトカイニンの生物検定法であるキウリ子葉拡大試験ではわずかに＋の反応を示したが、エンドウ上胚軸切片肥大試験、オナモミ等ディスク老化防止試験や黄化アオゲイトウのベータシアニン形成促進試験では－であった。オナモミ葉の老化防止試験ではブラシノライドはむしろ老化を促進し、キウリ子葉の拡大テストでは葉色を淡緑化させた。

2. ダイコンにおける諸反応

(1)種子浸漬処理による促進作用

ブラシノライドまたは22S、23S-ホモブラシノライド(以下HBと略す)溶液に24時間時無ダイコンを浸漬して、発芽床に播いた。15日間育成後調査したところ、図2のように地上部・地下部とも伸長が促進された。

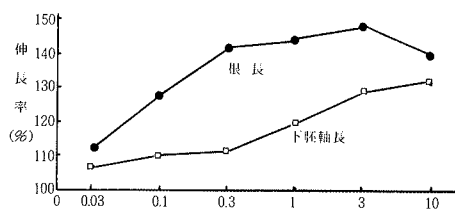


図2. Homobrassinolideのダイコン生育促進作用(種子浸漬処理)

(2)溶液中に播種したときの促進

HBの希釈液を深型シャーレに注加し、時無ダイコンを播き4日後に根の長さを測定した。図3に示したようにHBの0.001 ppmから伸長促進効果があり、0.3～1 ppmで、最大で無処理区の2倍近い伸長が認められた。また、100 ppmの高濃度でも阻害はほとんどみられなかった。ブラシノライドはHBの $1/30 \sim 1/100$ の濃

度で同じ位の効果があつた。

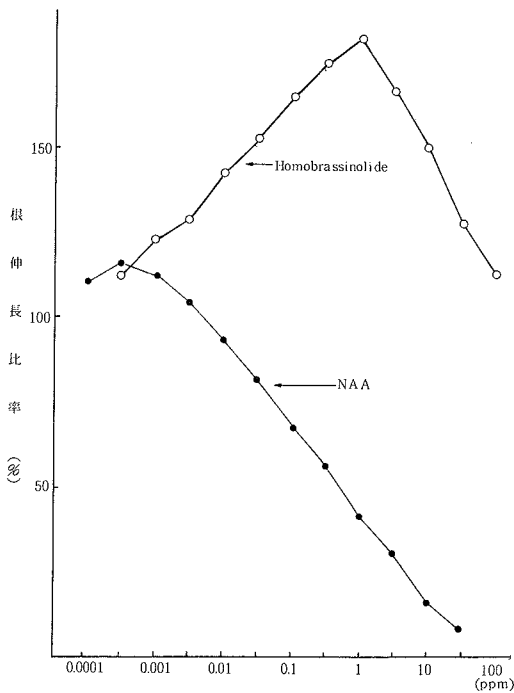


図3. Homobrassinolideのダイコン幼根伸長促進作用

(3) 幼植物の根部処理による伸長促進効果

砂耕により理想ダイコンを育て、発芽後2～14日後に根部をHB溶液中に24時間浸漬したときの下胚軸と子葉葉柄の伸長促進効果を調べた。図4に示したように2～5日生の若いものが最も反応が大きかった。その伸長促進効果は下胚軸では上部が、葉柄では基部が、すなわち生長

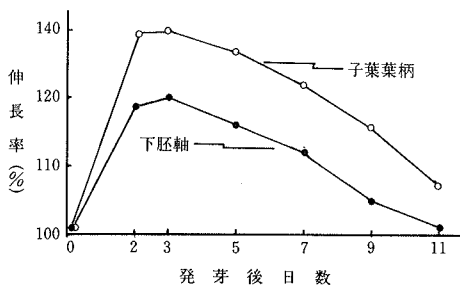


図4. 理想ダイコンの令とHomobrassinolide感受性(Homobrassinolide濃度1ppm)

点に近い部分ほど大きかった。3日生のダイコンを24時間HBで処理したものを土に移植し、1か月後の生育を調べた。その結果、1～10ppmで無処理区の2倍位の大きさに生育が促進された。また、ドリコライド(dolicholide)とホモブラシノライドのケトン体によって下胚軸に対しては強い伸長促進効果がみられたが、葉柄ではほとんど伸長がみられず、作用部位の特異性がみられた。

(4) 幼植物への茎葉処理による反応

子葉展開直後にHBを茎葉処理したところ、子葉葉柄は高い濃度でオーキシン活性物質と同じように上偏生長による下垂・捻転がみられた。また、植物体全体は種子処理や根部浸漬処理よりも反応は低かったものの生育が促進され、大型化した。

(5) 根原体形成試験における反応

砂耕により理想ダイコンを育て、子葉展開直後に下胚軸と根部をHB溶液に24時間浸漬し、その後72時間砂耕した。下胚軸の中心柱の根原体形成数を調べたところ、図5のようにNAA

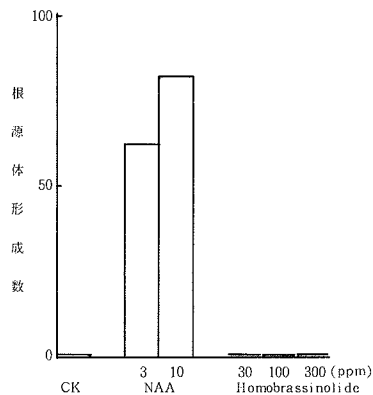


図5. Homobrassinolideのダイコン下胚軸の根原体形成におよぼす影響

では10ppmで80個形成されたが、HBでは1～100ppmでも全く形成されなかった。また、ブラシノライドでも同じく形成がなかった。

(6)ダイコン幼植物の葉柄・下胚軸伸長に対する ブラシノライド類と他の生理活性物質の相互作用

表 3. ダイコン(時無)検定試験における各種生長調節物質の反応

化 合 物 名	葉柄に対する作用	下はい軸に対する作用
Homobrassinolide(HB)	0.3ppm以上で強い伸長促進・子葉下垂	0.3ppm以上で強い伸長促進・捻転
Brassinolide(BR)	0.003ppm以上で強い伸長促進・子葉下垂	0.01ppm以上で強い伸長促進・捻転
N A A	2重S字型の弱い伸長促進・上偏生長	2重S字型の弱い伸長促進
6-Benzyl adenine(BA)	0.03ppm以上で強い伸長促進・下偏生長	0.3ppm以上で弱い伸長抑制
G A ₃	1ppm以上で中程度の伸長促進・下偏生長	1ppm以上で伸長促進
Ethephone(ET)	0.3ppm以上で強い伸長抑制	0.3ppm以上で伸長抑制
A B A ^{*1}	0.3ppm以上で強い伸長抑制	0.3ppm以上で伸長抑制
抗Cytokinin(AC) ^{*2}	影 響 な し	影 響 な し
Naptalam(NPA)	1ppm以上で強い伸長抑制	0.1ppm以上で強い伸長抑制
T I B A	10~30ppm以上で弱い伸長抑制	10~30ppm以上で弱い伸長抑制
Daminozide ^{*3}	10~30ppm以上で弱い伸長抑制	10~30ppm以上で弱い伸長抑制
Cycocel(CCC)	100ppm以上で弱い伸長抑制	30ppm以上で弱い伸長抑制
Maleic hydrazide(MH)	影 響 な し	影 響 な し

注：*1：合成ABA *2：4-Cyclopropylmethylamino-2-methyl-pyrrolo [2,3-d] pyrimidine *3：B-nine

表 4. ダイコン検定試験における brassinolide 類と他の生理活性物質の相互作用

他 の 生 理 活 性 物 質	単 独 の 作 用 [*]		BRまたはhomoBR との相互作用
	下胚軸 の伸長	葉柄の 伸 長	
N A A	±~+	+	相乗作用、但し高濃度 N A Aとは競争的
I A A	±~-	+	相乗
G A ₃	+	+	相加~相乗(葉柄)
B A	±~-	-	競争(葉柄)
Ethephone	-	-	拮抗(回復)
A B A	-	-	競争~拮抗(回復)
T I B A	-	-	拮抗
N P A	-	-	拮抗

* +：促進，-：阻害

用

砂耕により育てた理想ダイコンの根部をブラシノライド、またはHBと他の生理活性物質の単剤、または組合せた溶液中に24時間浸漬した。その結果、表3のようにそれぞれに特異的な反応があらわれた。また、他の生理活性物質と組合せた場合、表4のような相互作用がみられた。ブラシノライド類は、低濃度のオーキシン活性物質とは相乗作用を発現し、オーキシン阻害剤とは拮抗作用を示した。またブラシノライド類は、ジベレリンとは相加~相乗作用を示したが、ジベレリン阻害剤と

は特定の相互作用がみられなかった。さらにアブシジン酸(ABA)やエセホン(ethephone)とは競争作用、ベンジルアデニン(BA)とはやや競争作用を示した。

3. 各種植物に対する生育促進作用

ブラシノライドおよびその類似化合物は、アブラナ科・ナス科・ウリ科やマメ科植物に対して顕著な生育促進作用を示す。しかし、イネ科植物にはきわめて低い濃度で促進効果を示した。

図6にイネの種子浸漬処理による促進効果を示した。図7はタバコの種子浸漬処理後、1か月後の生育状態を示したものである。パーレー

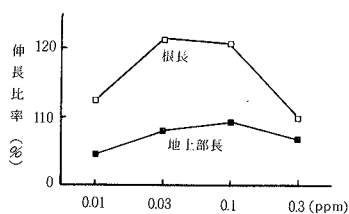


図 6. Homobrassinolide の種子浸漬処理がイネの生育におよぼす影響 (15日後)

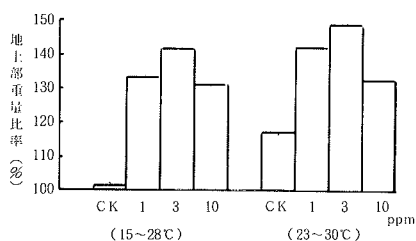


図 9. Homobrassinolide のトマト生育促進作用におよぼす気温の影響 (水耕 12 日間)

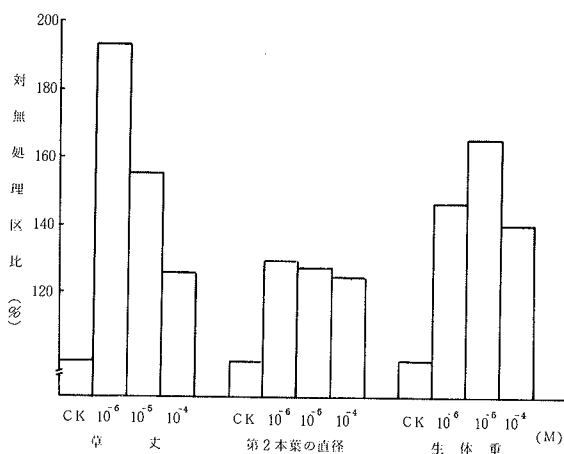


図 7. Homobrassinolide (HB) のタバコ種子浸漬処理による生育促進効果

種子を24時間HB溶液に浸漬し、その後バーミキュライト中で育てた。草丈・生体重とも無処理区の170～200%位に達している。トマトの幼苗をHBの0.3, 3 ppm溶液中で水耕した。12日後に調査したところ、奇形化や根の形態異常はなく、葉色も良好で大型化した。草丈・葉面積や茎葉重量は、無処理区の150～170%に達した。また、温度をかえて試験したところ、図9のように低温区ほどHB処理区の促進効果が

顕著であった。

4. 各種植物に対する増収効果

各種ソ菜類は、HBやブラシノライド処理により生育が促進されたが、果実やイネ科作物の収量への影響についてみよう。

ブラシノライド類は、トマト・ナス・キウリなどにたいして単為結果効果はないが、受粉着果した果実に対して

落果を防ぎ、しかも肥大促進効果がある。図10にトマト(福寿2号)の開花中の花房に処理した場合の効果を示した。HBの10～30 ppmで着果数も果重も増大した。ブラシノライドは、これらの $1/30$ 位の低い濃度でも促進作用をあらわした。また、低温の方が促進作用が大きくみられた。

コムギに対する増収効果を駁、玖村らが報告している。ブラシノライドの 10^{-2} ～ 10^{-4} ppm溶液

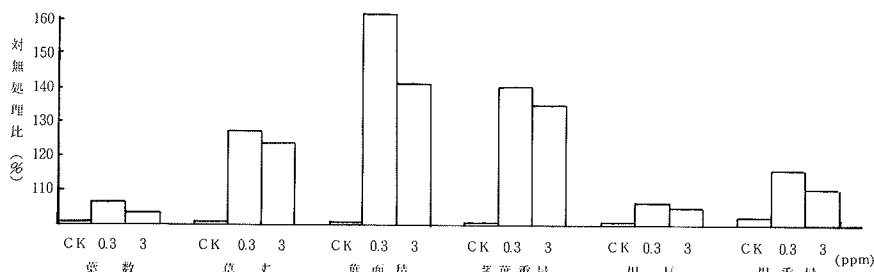


図 8. Homobrassinolide の水耕処理によるトマト生育促進効果 (水耕期間 12 日)

を開花前後に処理すると10～15%増収した。

筆者らは、HBの10～300 ppm溶液をイネの開花時～

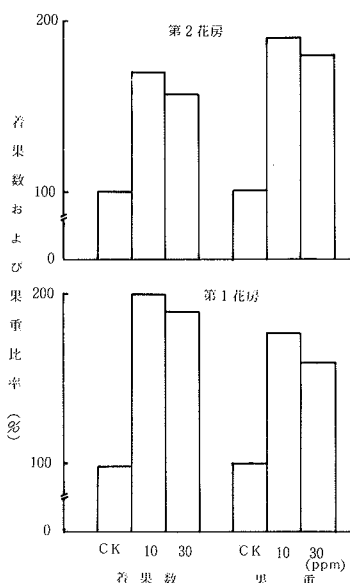


図10. Homobrassinolideのトマトの着果、果実肥大促進効果

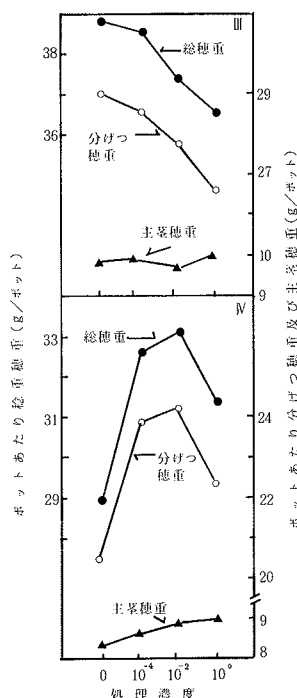


図11. コムギ根重に対するBrassinolideの影響(駱・玖村ら, 1984)

III 1983年11月4日ポットに播種し、戸外に置き、1984年3月3日(小穂分化中期)から4月20日までの間7回処理(出穂始め4月27日)

IV 5月2日(開花開始)から5月30日までの間5回処理

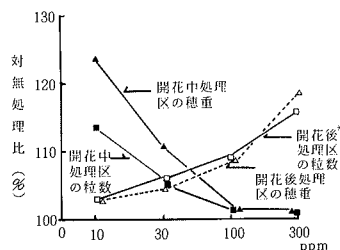


図12. Homobrassinolideによるイネの増収作用

開花後に処理すると、15%位増収することを認めた。イネ科作物に対する増収効果は、弱勢顕果に対するホルモン類、同化養分の供給促進による結果とみられる。これらの増収試験は、禿や全農などにより積極的に行なわれている。

5. 除草剤の薬害軽減効果

シメトリン、ブタクロール、プレチラクロールによる水稻薬害およびCATによるコムギ薬害に対してあらかじめブラシノライド類を処理しておく、著しく軽減作用がみられる。これらの研究は、全農において詳細に検討されている。

6. 各種病菌に対する耐性

耐病性についても全農において詳しく調べられ、ブラシノライド単用や他の殺菌剤併用で作用が確認されている。筆者らのイボタノキ発根試験においても無処理で50%位が腐敗枯死したが、HB処理区ではほとんどが健全であった。

7. 組織培養における利用

これまでオーキシンとサイトカイニンの組合せによって植物カルス増殖・継代がなされてきたが、オーキシンとブラシノライド類の組合せもきわめて有用であることを見出した。筆者

表 5. カルスの誘導できた植物と HB, BA を Auxin と併用または単独で処理した時の影響

科 名 ・ 植 物 名	誘導部位	HB・BA オーキシン 併用 *1		HB・BA単用					* 4
		BA	HB	* 2		* 3			
				BA	HB	BA	HB		
アカザ科									
コアカザ	茎・葉	S 卅	S +	S 卅	I +	—	—	一部	
シロザ	茎・葉	S 卅	S 卅	S 卅	I 土	—	—	一部	
ビート	葉・葉柄	S 卅	S +	—	I 土	—	—	一部	
アカネ科									
アカネ	茎	S 卅	I +	S 卅	—	—	—	—	
ヤエムグラ	茎・葉	S 卅	S +	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
アブラナ科									
イヌガラシ	茎・葉	S 卅	S 卅	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
ダイコン(時無)	下はい軸	N.T.	N.T.	—	—	—	—	一部	
ダイコン(理想)	下はい軸	S +	S 土	—	—	—	—	一部	
タネツケバナ	茎	S 土	S 土	I +	—	促進	一部	一部	
ナズナ	つばみ・葉	S +	S 卅	I +	—	—	—	全部	
イネ科 *5									
アワ	種子(根)	I 土	S +	I 土	I 卅	—	—	全部	
イネ(IR8)	種子(根)	I 土	I 卅	I 土	I 卅	—	—	全部	
イネ(アルポリオ)	種子(根)	I 土	I 卅	—	—	一部	一部	全部	
イネ(コシヒカリ)	種子(根)	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
イネ(日本晴)	種子(根)	I 土	I 卅	I 土	I 卅	—	—	全部	
イネ(密陽23)	種子(根)	I 土	I 卅	I 土	I 卅	—	—	全部	
エンバク (Victory No.1)	種子(根)	I 土	I 土	—	—	—	—	全部	
オオムギ(関取13)	未熟はい	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
コムギ(中国20)	種子(根)	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
コムギ(農林61)	未熟はい	I 土	I +	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
コムギ(RED MAN)	種子(根)	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
ジョンソングラス	未熟はい	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
シバ	種子(根)	I 卅	S 卅	I 土	I 卅	—	—	全部	
スズメノカタビラ	催芽種子 根	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
タイヌビエ	種子(根)	I 土	I 卅	I 土	I 卅	—	—	全部	
トウモロコシ(デント)	種子(根)	I +	I 卅	—	—	—	—	—	
ビールムギ(ニュー ゴールデン)	種子(根)	I 卅	I 卅	—	—	—	—	—	
ベントグラス(ペン クロス)	種子(根)	I 卅	I 卅	I +	I +	—	—	全部	
ライムギ	未熟はい	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
イラクサ科									
カラムシ	茎	I 卅	S +	—	—	—	—	—	
ウリ科									
アレチウリ	茎	I 卅	S +	S 卅	S 土	—	—	一部	
カンピョウ(下野白)	茎	S 卅	S +	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
キウリ(常盤地遣)	茎	—	S 卅	I 土	S +	一部	一部	全部	
スイカ(新大和2号)	茎	S 卅	S +	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
オオバコ科									
オオバコ	花 茎	S +	—	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
オモダカ科									
アギナン	催芽塊茎	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
カヤツリグサ科									
イヌホタルイ	催芽種子	I 卅	—	—	—	—	—	全部	
ハマスゲ	未熟塊茎	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
ミズガヤツリ	未熟塊茎	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	

らは、ブラシノライド、HB やこれらの誘導体と合成オーキシンの 2, 4-D や NAA と併用した。HB では 0.001~10 ppm の範囲で 2, 4-D 1 ppm, あるいは NAA 1 ppm との組合せが増殖に最適であった。

表 5 にその結果をまとめた。増殖促進は、「オーキシン+サイトカイニン」と「オーキシン+ブラシノライド」のいずれでもよいもの、前者がよいもの、および後者がよいものに分けられる。サイトカイニンとしてベンジルアデニン(BA)を使ったとき、ヒラナス・アカネ・タバコ(MC, バレー)・ニンジン・ハルジオンなど多数のカルス増殖が促進され、HB を使用したとき、ヒラナス・トマト・タバコ・ヒメスイバ・ナズナ・コヒルガオ・キウリグサ・アブノメ・オオジシバリ・シバ・オオイヌタデ・ハコベ・ノミノフスマ・シロザ・コモチマンネングサ・キウリやハハコグ

表5 (つづき)

科 名 ・ 植 物 名	誘導部位	HB・BA オーキシン 併用 ×1		HB・BA単用					※ 4
		BA	HB	※ 2		※ 3			
				BA	HB	BA	HB		
キ ク 科									
オオオナモミ	催芽種子	—	I ±	S 卅	I +	—	—	全部	
オオアワダチソウ	茎・葉	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
オオジンバリ	茎・葉	—	S 卅	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
オニタビラコ	茎・葉	—	—	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
ククイモ	塊 茎	S 卅	S +	S 卅	I ±	—	—	全部	
コセンダングサ	茎	I 卅	S +	S ±	I ±	—	—	全部	
タカサブロウ	茎・葉	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
ノゲシ	茎・葉	I 卅	—	S +	S +	—	—	全部	
ノボロギク	茎・葉	S 卅	S 卅	S 卅	S 卅	促進	一部	全部	
ハナガサギク	茎・花茎	—	S ±	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
ハハコグサ	茎・葉	S +	S 卅	S 卅	—	促進	—	全部	
ハルジオン	茎	S 卅	S +	S 卅	S ±	促進	全部	全部	
ヒメカシヨモギ	花 茎	S 卅	—	S 卅	I ±	—	—	全部	
ク ワ 科									
カナムグラ	茎・葉	S 卅	S +	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
ゴマノハグサ科									
アブノメ	茎・葉	S 卅	S 卅	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
アゼナ	茎・葉	S 卅	—	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
オオイヌノフグリ	茎・葉	S +	—	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
タチイヌノフグリ	茎・葉	I ±	S +	I ±	—	—	—	全部	
ムラサキサギゴケ	茎・葉	—	S ±	S 卅	—	—	—	全部	
サトイモ科									
コンニャク	塊 茎	I ±	—	I ±	—	—	—	—	
シ ソ 科									
カキドオシ	茎	S 卅	—	—	I +	—	—	一部	
シソ	茎・葉	I 卅	I +	S 卅	—	—	—	—	
ホトケノザ	茎	S +	S +	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
スベリヒユ科									
スベリヒユ	茎	S ±	S ±	S 卅	—	—	—	—	
セ リ 科									
ニンジン(3寸)	塊 根	S 卅	S ±	I ±	I ±	※6	全部	全部	
ニンジン(5寸)	塊 根	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
タ デ 科									
オオオイヌタデ	茎・葉	I ±	S 卅	S 卅	—	—	—	一部	
ギンギン	葉・葉柄	—	—	S 卅	—	—	—	全部	
ソ バ	茎・葉	S 卅	—	S 卅	—	—	—	全部	
ヒメスイバ	茎・葉	—	S 卅	—	—	—	—	—	
ママコノシリヌグイ	茎・葉	S 卅	—	S ±	—	—	—	一部	
ミチヤナギ	茎・葉	—	S +	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
トウダイグサ科									
エノキグサ	茎	I 卅	I ±	S ±	I +	—	—	全部	
コニシキソウ	茎	S 卅	S +	S 卅	—	促進	—	全部	
ドクダミ科									
ドクダミ	茎・葉	S +	S 卅	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
ナ ス 科									
アメリカチャウセン	茎	I 卅	I +	I +	I ±	促進	—	—	
アサガオ									
ク コ	徒長枝	I 卅	I +	I +	I +	一部	—	全部	
ジャガイモ(ワセシロ)	塊 茎	I +	I +	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
タバコ(MC)	花 茎	S 卅	S 卅	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	
タバコ(バーレー)	種子(根)	S 卅	S 卅	S 卅	—	促進	—	—	

サなどの増殖が促進された。トマトやヒメスイバなどが特にブラシノライド類に反応が高く、アカネはBAに、タバコはHBとBAの両方に反応がみられた。筆者らの試験では、カルス増殖に対して「オーキシン+ブラシノライド類」の方が「オーキシン+サイトカイニン」よりも多くの植物に有効であった。一方、オーキシン無添加、すなわちブラシノライド類、またはBAの単独ではBAがいくつかのカルスにおいて茎葉再分化促進作用がみられたが、ブラシノライド類ではほとんどその作用が認められなかった。

園芸植物のカルス増殖などについても検討したところ、ヒメサユリなど各種ユリの茎・葉や花器の培養時にMS培地にNAA 1ppmとHB 3~10ppmを加えると子球および子球葉の形成が促進された。

そのほかに、今までの方法では困難であった園芸植物の増殖促進、

表5(つづき)

科名・植物名	誘導部位	HB・BA オーキシン 併用 *1		HB・BA単用				
		BA	HB	*2		*3		*4
				BA	HB	BA	HB	
ナス科(つづき)								
タバコ(Xanthi) *7	不明	I ±	—	I ±	—	—	—	—
テルミノイヌホオズキ	茎	I 卅	I ±	S 卅	S ±	促進	全部	全部
トマト(Giant cherry)	幼 茎	S ±	S 卅	S 卅	—	—	—	—
トマト(Juice)	種子(根)	S +	S 卅	S 卅	—	—	—	—
ナス(長ナス)	幼 茎	S +	S +	S 卅	S 卅	一部	—	—
ピーマン	種子(根)	I 卅	I +	S +	S 卅	—	—	—
ヒラナス	種子(根)	S 卅	S 卅	S 卅	—	促進	—	—
ヨウシュチョウセンアサガオ	茎	I 卅	I +	S 卅	—	—	—	—
ナデシコ科								
オランダミミナグサ	茎・葉	I 卅	S +	—	—	—	—	全部
コハコベ	茎・葉	I 卅	S 卅	—	—	—	—	一部
ノミノフスマ	茎・葉	I 卅	S 卅	I ±	—	—	—	全部
バラ科								
リンゴ(東北4号)	未 熟 果	I ±	—	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.
ヒルガオ科								
コヒルガオ	茎・葉	S 卅	S 卅	I 卅	—	—	—	全部
マルバアサガオ	茎	I +	I +	S 卅	I +	—	—	全部
ヒユ科								
イノコズチ	茎	—	I +	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.
ホソアオゲイトウ	茎	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.
ブナ科								
シラカシ	茎・葉	S +	—	—	—	—	—	—
ベンケイソウ科								
コモチマンネングサ	茎・葉	S 卅	S 卅	S 卅	S 卅	全部	全部	—
マメ科								
カラスノエンドウ	茎・葉	S 卅	—	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.
ダイズ(タチズズナリ)	子 葉	I 卅	I +	S 卅	—	—	—	—
ヤハズソウ	茎・葉	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.
マタビ科								
サルナシ	未 熟 果	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.
ミソハギ科								
キカシグサ	茎・葉	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.
ムラサキ科								
キウリグサ	花茎・葉	S 卅	S 卅	I +	I +	促進	—	一部
ヤマゴボウ科								
ヨウシュヤマゴボウ	茎	I ±	S +	I +	I 卅	—	—	全部
ユリ科								
キダチアロエ	葉	I ?	S ?	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.
ネギ	種子(葉)	—	S +	—	—	—	—	全部
ヒメサユリ(他ユリ6種) *8	地上各部	I ?	S ±	I ?	S ±	—	—	—

MS培地(Sucrose 3%, Agar 1%, pH 6.0, オートクレーブ 120℃で15分間滅菌)は共通

培養は10m²/の培地を入れた30m²/容管瓶(3)5本を用い(1—)3回反復 N.T.: 未試験

*1 オーキシンと併用したときのカルス増殖に及ぼす影響 ※

プロトプラストからの細胞分裂促進, 物質生産の向上などの応用面がきわめて多いものと考えられる。

※
2,4-D 1ppm(イネ科 *5は2,4-D 3ppm) + HB・BA 10~0.001ppm
25℃暗室内光下培養
S: カルス増殖の促進
±: 20% +: 50%
卅: 100% 卅: 100%以上
I: カルス増殖の抑制
±: 20% +: 50%
卅: 90% 卅: 90%以上
—: なし ? : 促進・抑制の程度のはっきりしないもの

*2-4 HB・BA を単用したときのカルス増殖・再分化に及ぼす影響

*2 HB・BA 10~0.001ppm 25~30℃ 12時間毎に5000lx蛍光灯・暗室内光下培養

S・Iは*1と同じ(再分化茎葉根の重量も含む)

*3 茎葉再分化の促進
促進: 高濃度で促進
全部: HB・BAに関係なく再分化 一部: 一部のものが再分化

*4 不定根再分化(いずれもHB・BA高い濃度で抑制)

全部: ほとんどのものが再分化
一部: 一部のものが再分化

*6 BA 0.3ppm以上で抑制(カルスの増殖)

*7 日本専売公社中央研究所で誘導・継代

*8 NAAを用い主に子球を培養

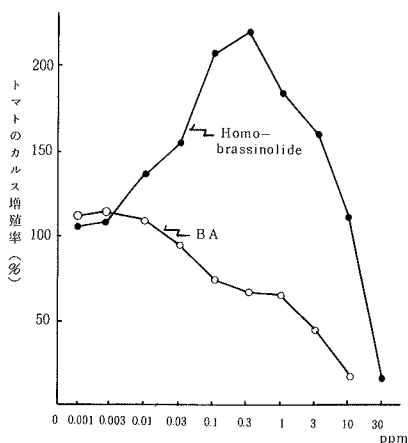


図13. HomobrassinolideとBAのトマトのカルス増殖効果

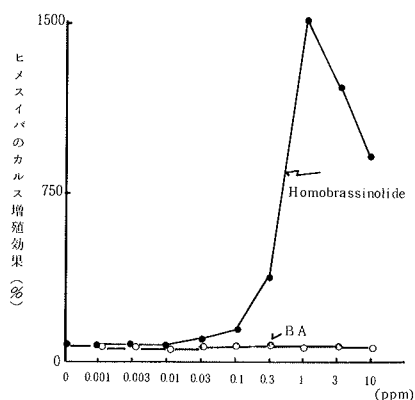


図14. HomobrassinolideとBAのヒメスイバのカルス増殖効果

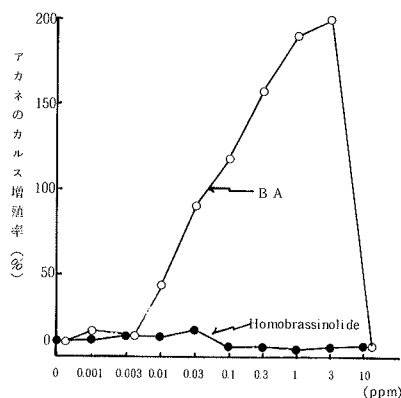


図15. BAとHomobrassinolideのアカネのカルス増殖効果

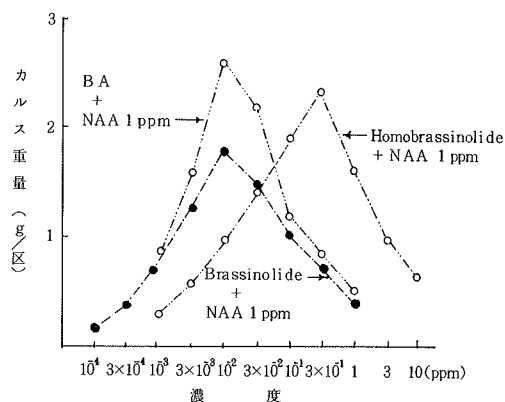


図16. Brassinolide類のタバコ(バーレー)カルス増殖作用

参 考 文 献 (主 な も の)

- 1) J. W. Mitchell, N. Mandava, J. W. Jorley and J. R. Plimmer: *Nature*, **225**, 1065 (1970).
- 2) J. W. Mitchell and L. E. Gregory: *Nature New Biology*, **239**, 253 (1972).
- 3) M. D. Grove, G. F. Spencer, W. K. Rohwedder, N. Mandava, J. F. Worley, J. D. Warthen, G. L. Steffens, J. L. Flippen-Anderson and J. C. Cook, Jr.: *Nature*, **281**, 216 (1979).
- 4) N. B. Mandava et al.: The International Conference on Plant Growth Substances, Madison, Wisconsin. Abstract, No. 553 (1979).
- 5) 丸茂晋吾・和田弘次郎: 新しい植物生長物質 Brassinolide, 植物の化学調節, Vol. **16** (1), pp. 1~10 (1981).
- 6) 竹松哲夫・竹内安智・古口正巳: Brassinolide 類の生物検定法と生理作用, 植物の化学

調節, Vol.18, No.1, pp.38~54 (1983).

- 7) 横田孝雄: 高等植物に含まれるブラシノステロイド, 植物の化学調節, Vol.19(2), pp.83~90 (1985).
- 8) 竹内安智・古口正巳・近内誠登・竹松哲夫: 昭和59年度植物化学調節研究会研究発表記録集, pp.32~35 (1984).
- 9) 駱炳山・玖村敦彦ら: 日作紀, 53(2), pp.164~169 (1984).
- 10) J. H. Yoo, G. C. Colclasure and N. B. Mandava: Physiol. Plant., 46, 247 (1979).
- 11) 禿泰雄・平井康市ら: 昭和57年度植物化学調節研究会研究発表記録集, pp.54~55 (1982).
- 12) 平井康市・藤井清一ら: 昭和59年度植物化学調節研究会研究発表記録集, pp.36~37 (1984).
- 13) 浜田虔二・上園孝雄ら: 昭和59年度植物化学調節研究会研究発表記録集, pp.38~39 (1984).

昭和59年度水稻作関係 除草剤試験成績概要

財団法人 日本植物調節剤研究協会 技術部

昭和59年度水稻作関係除草剤試験成績中央検討会は, 昭和59年12月12~13日の2日間, 植調会館において開催された。なお, 適1試験は中央検討会に先がけ, 昭和59年10月17日同所にて開催された。その結果の概要を報告する。

1) 第1次適用性試験(適1)成績の検討

昭和59年度の適1試験は, 北海道地域(植調岩見沢試験地), 東北地域(植調古川試験地), 北陸地域(植調新潟試験地), 関東地域(植調研究所), 近畿地域(植調滋賀試験地), 中国地域(植調広島試験地), 九州地域(植調佐賀試験地)の全7地域で20薬剤(のべ109点)について実施した。その判定結果は, 第1表のとおりである。

2) 第2次適用性試験(適2)成績の検討

昭和59年度の適2試験は, 次のような内訳で実施した。すなわち, 稚苗移植栽培の移植前の土壌混和处理(4剤のべ55点), 移植前後土壌処理(4剤34点), 移植後土壌処理(30剤373点), 移植後茎葉兼土壌処理(5剤50点), 適用時期拡大(14剤113点), 特殊雑草防除(のべ21剤63点), 湛水直播栽培用(9剤50点), 乾田直播栽培用(1剤2点), 畦畔雑草用(8剤37点), 耕起前(1剤3点), 休耕田(1剤3点), 体系是正用(9剤212点(含現地試験))の総のべ点数は995点であった。これら試験の判定結果は第2表, 実用化可能と判定された除草剤の使用基準は第3表のとおりである。