

第5葉へのNAA塗布処理がトウモロコシの発根性状におよぼす影響

小林喜男・長友武志（名古屋大学農学部）

著者らはさきに、トウモロコシ地上部の発育旺盛な時期に伸長発達して、地上部の生育に寄与するであろう発根節部に注目し、オーキシンの不定根の形成に促進的に作用することから、幼令期にIAAおよびNAA溶液を葉面散布して、発根性状におよぼす影響を調査した。その結果、4葉期の処理では第3節部以下で、7葉期処理では第5・4節部で、10葉期処理では第6・5節部で根数が増加したこと、NAAの処理はIAAの処理に比して特異的な形態的变化を現わし、茎から突出する際には横に幅広く盤状となって癒着していて、伸長が若干進んでから2～3本に分れる奇形の根や、明らかに太い根が現われたことを報告した。¹⁾ 1方、葉身、葉鞘、節、節間から構成される1つのまとまりとしてphytomerと考えると、¹⁾ トウモロコシにおいてこれ等各部の伸長生長は相伴って行なわれるが、夫等が夫々個有の大きさにまで伸長を完了する時期は、葉身が幅、長さともに最も早く、葉鞘がこれに次ぎ、節間の伸長終了が最も遅いこと、⁴⁾ また、正確に言えば節間の基部附近から発根する根はその節間の伸長がほぼ終了した頃から発根をはじめ伸長して来ることが、³⁾ 明らかにされている。

今回は、自然界で或る特定の葉で生産されるオーキシンがどのような影響をphytomerに与えているか、また、その葉のageにより与える影響に差異があるかどうかの、手がかりを得るため、比較的若い9葉期のうちに既に、葉身、葉鞘の伸長生長が終了してしまう。比較的上位の葉として第5葉を選び、⁴⁾ 前述の様なNAA葉面散布の顕著な影響力を利用して、第5葉のみへの塗布試験を企画し、葉面散布処理と対比して、節間の伸長量や、各節部の根数、根の太さ等につき検討したので、その結果を報告する。

実 験 1

ガラス室内に配置した2万分の1ワグネルポットに、昭和49年3月19日、長野1号を播種し、4本立てとして栽培した。5葉期になった4月12日から16日まで、7葉期になった4月19日から23日まで、9葉期になった4月25日から29日まで、毎日1回、NAA 100 ppm溶液を葉面散布した。14葉期になった5月21日に収穫調査し、各区とも生育の揃った20株について結果をとりまとめた（試験1）。これと併行して、同様に3月22日に長野1号を播種し、第5葉が出はじめた4月12日から、第6葉が出はじめる16日まで、第7葉が出はじめた4月19日から第8葉が出はじめる23日まで、第9葉が出はじめた4月25日から第10葉が出はじめる29日まで、夫々5葉期、7葉期、9葉期に第5葉へ、毎日1回スポンジを用いて、NAA 100 ppm溶液を塗布する処理を行なった。14葉期の5月28日に収穫調査し、各区とも生育の揃った20株について結果をとりまとめた（試験2）。

（日作東海支部研究梗概71（1974））

各節部に分化したもので末だ突出伸長しないが外部から確認される根と、突出しだしたものおよび、吸収根にまで発達したものとを合せ、各節部毎の根数として第1表に示した。葉面散布処理について見れば、5葉期処理では第4・3節部、7葉期処理では第5・4の節部、9葉期処理では第7・6・5の各節部の根数が増加していたが、第5葉のみへの塗布処理では、第5節間の基部に近い第4節部からの発根数が増加しているだけで、その他の節部には全く影響が認められなかった。

第1表 NAA 散布処理および塗布処理による各節部の根数の差異

試験の内容と処理時期	節 部 の 位 置					
	8	7	6	5	4	3
第1試験 葉面散布処理						
標 準	4.2	15.7	15.9	11.8	8.1	12.1
5 葉 期	5.4	14.5	15.8	12.5	9.6	14.0
7 葉 期	5.2	14.8	16.0	15.3	10.7	12.1
9 葉 期	4.4	17.5	19.3	14.1	8.3	12.4
第2試験 第5葉塗布処理						
標 準	5.2	15.2	15.9	13.1	9.8	12.2
5 葉 期	5.7	14.7	15.6	13.2	11.8	12.3
7 葉 期	6.0	15.4	16.4	13.9	9.7	12.7
9 葉 期	4.9	15.7	16.2	13.4	8.8	12.4

第2表 NAA 散布処理および塗布処理による根径および癒着根の比率の比較

試験の内容と処理時期	根 径 (mm)			癒着根の比率 (%)	
	節 部 の 位 置			節 部 の 位 置	
	6	5	4	5	4
第1試験 葉面散布処理					
標 準	3.91	4.12	4.36	0	0
5 葉 期	4.13	4.39	4.88	10.8	31.1
7 葉 期	3.84	5.53	5.69	16.4	4.6
9 葉 期	3.82	5.68	5.60	0	0
第2試験 第5葉塗布処理					
標 準	4.00	4.28	4.41	0	0
5 葉 期	3.84	4.43	4.70	0	20.7
7 葉 期	3.93	3.85	4.61	0	0
9 葉 期	4.07	4.14	4.71	0	0

伸長した根について根本の部分の太さを地表面に平行な方向のみについてノギスで測定した。また、節部によっては茎から突出するときに癒着した様相を示し、若干伸長してから2～3本に分れる根が観察されたので、根本に対する先端の増加の割合を求め、夫等の結果をとりまとめて第2表に示した。葉面散布処理では第5および第4節部から伸長した根は太くなっており、収穫調査時に発根を始めた

ばかりの第6節部の根や、5葉期処理における第5節部の根では差異が認められなかったが、5葉、7葉、9葉と処理される葉数が増加するほど一層太くなる傾向が認められた。しかし、第5葉への塗布処理では根の太さにおよぼす影響は認められなかった。突出の際に癒着しており伸長してから分離する根については、葉面散布処理では、5葉期処理で第4節部に主として現われ、第5節部にも若干認められたし、7葉期処理で第5節部に主として現われ、第4節部にも若干認められたが、第5葉への塗布処理では5葉期処理で第4節部に認められただけであった。

第3表 NAA 散布処理および塗布処理による下位節間の伸長量の比較 (mm)

試験の内容と処理時期	節 間 の 位 置				
	7 - 6	6 - 5	5 - 4	4 - 3	3 -
第1試験 葉面散布処理					
標 準	129.6	89.0	16.1	4.1	10.5
5 葉 期	122.3	93.2	20.0	5.7	11.2
7 葉 期	139.5	99.7	24.7	5.5	11.0
9 葉 期	132.3	103.5	27.3	4.6	10.7
第2試験 第5葉塗布処理					
標 準	127.0	101.1	23.5	4.8	10.0
5 葉 期	126.6	98.9	27.4	7.1	10.6
7 葉 期	131.8	106.4	27.6	6.1	10.3
9 葉 期	137.3	103.6	28.0	4.7	10.2

下位節間の伸長状況を取りまとめて第3表に示した。葉面散布の各区では処理時期に伸長生長していた節間はすべて節間長の増大が明瞭で、5葉期処理では第5節間より下の各節間、7葉期処理では第6・5・4の各節間、9葉期処理では第6・5の節間で認められた。7葉期には第3節間以下、9葉期では第4節間以下の伸長生長は既に終了しているものと考えられ、また、第7節間は収穫調査時に未だ伸長中で差異を比較することは出来ない状態であった。第5葉への塗布処理では処理の各時期を通じ、第5節間に少量の増大が認められ、5葉期と7葉期の処理では第4節間にも若干増大の傾向が認められた。

実 験 2

実験1の結果の再現性を確かめるためと、実験1の調査の際に第3節部から伸長する根について、塗布処理で太くなる傾向が感じられたり、葉面散布処理で癒着して突出する根が見られたり、数や太さに少々変化のあることが観察されたので、その点を明らかにする為に再試験を企画した。ガラス室内に配置した2万分の1ワグネルポットに、昭和49年6月12日、長野1号を播種し、4本立てとして栽培した。5葉期になった6月25日から28日まで、7葉期になった6月28日から7月2日まで、9葉期になった7月8日から11日まで、実験1と同様の葉面散布処理をした。13葉期になった7月23日に収穫調査し、各区とも生育の揃ったもの20株について結果を取りまとめた(試験3)。これと併行し

て、同様に 6 月 27 日に播種し栽培した長野 1 号について、第 5 葉が出はじめた 7 月 8 日から第 6 葉が出はじめた 11 日まで、第 7 葉が出はじめた 7 月 10 日から第 8 葉が出はじめた 13 日まで、第 9 葉が出はじめた 7 月 15 日から第 10 葉が出はじめた 18 日まで、夫々 5 葉期、7 葉期、9 葉期に、実験 1 と同様に第 5 葉のみへ塗布処理を行なった。13 葉期になった 7 月 31 日に収穫調査し、各区とも生育の揃った 20 株につき、実験 1 にならって結果をとりまとめた(試験 4)。夫等の結果を第 4・5・6 表に示した。

第 4 表 NAA 散布処理および塗布処理による各節部の根数の差異

試験の内容と処理時期	節 部 の 位 置					
	7	6	5	4	3	2
第 3 試験 葉面散布処理						
標 準	14.2	13.4	10.8	8.8	6.3	11.8
5 葉 期	16.0	15.0	11.8	12.2	9.6	11.2
7 葉 期	15.3	14.9	17.9	17.5	7.3	12.3
9 葉 期	18.0	17.8	13.9	9.8	6.5	11.4
第 4 試験 第 5 葉塗布処理						
標 準	13.1	12.7	10.2	7.4	5.7	12.3
5 葉 期	13.4	11.7	10.0	10.6	5.9	12.9
7 葉 期	13.9	11.9	10.1	7.8	5.5	12.5
9 葉 期	13.1	11.8	10.0	8.1	5.4	12.9

第 5 表 NAA 散布処理および塗布処理による根径および癒着根の比率の比較

試験の内容と処理時期	根 径 (mm)			癒着根の比率 (%)	
	節 部 の 位 置			節 部 の 位 置	
	5	4	3	5	4
第 3 試験 葉面散布処理					
標 準	4.30	3.78	3.99	0	0
5 葉 期	4.71	4.21	4.61	17.4	65.5
7 葉 期	4.57	4.66	5.02	86.7	26.9
9 葉 期	4.81	4.84	4.93	0	0
第 4 試験 第 5 葉塗布処理					
標 準	4.28	4.16	3.34	0	0
5 葉 期	4.54	3.96	3.33	0	44.3
7 葉 期	4.38	3.62	3.36	0	0
9 葉 期	4.00	3.71	3.28	0	0

各節部の根数や根の太さ、突出後若干伸長してから分離する根の発現、節間の伸長等によぼす各処理の影響は実験 1 の結果と全く同様であった。本実験で特に調査した第 3 節部からの発根数については各処理間で差異は認められず、伸長後分離する根も現われなかったが、各葉期の葉面散布処理により、第 3 節部から発根伸長する根の太さは増大する傾向が認められた。また、第 2 節部以下の節間

第6表 NAA散布処理および塗布処理による下位節間の伸長量の比較 (mm)

試験の内容と処理時期	節 間 の 位 置					
	7 - 6	6 - 5	5 - 4	4 - 3	3 - 2	2 -
第3試験 葉面散布処理						
標 準	99.3	64.7	23.8	5.1	3.6	6.0
5 葉 期	97.4	63.4	29.0	9.6	4.4	7.8
7 葉 期	99.9	72.8	31.4	12.0	5.1	6.3
9 葉 期	109.3	104.9	46.0	5.4	3.4	6.4
第4試験 第5葉塗布処理						
標 準	77.3	59.6	23.1	5.7	4.1	5.3
5 葉 期	81.7	61.0	28.7	6.1	4.1	5.5
7 葉 期	79.4	64.1	28.9	6.4	3.8	5.5
9 葉 期	75.4	55.2	31.2	5.9	3.9	5.6

長についても5葉期の葉面散布処理により増大の傾向が認められた。

考 察

オーキシンは最も古くから知られている植物ホルモンであり、基本的な働きは細胞の伸長生長を調節することにあると考えられて来た。その後多くの植物ホルモンが発見され、植物の生長現象の調節はオーキシンだけでなく、他のホルモンとの複雑な相互作用のあることが分って来たが、その過程でオーキシンに関する知見も進み、オーキシンは生長促進だけでなく、生長阻害作用や器官形成作用をもつことも明らかになって来た。特に葉では多量のオーキシンが生産されるが、このオーキシンは葉自身の生長調節物質として働くのではなく、他の器官に対して影響をおよぼす原因となっていることが明らかとなり、⁸⁾ 茎の伸長生長は主としてオーキシンの働きによりひきおこされる例として広く知られるようになった。また、発根の過程は根原基形成を導く過程と実際に根原基を形成する過程およびこれが生長する過程に分けられるが、オーキシンはこれ等両過程に関与し、特に根原基の形成および伸長の過程に必要とされることが報じられている。^{6) 7)}

本実験において NAA を葉面散布した場合には各葉のオーキシン・レベルが高まり、それらが求底的に移行して、茎の伸長、即ち、節間長の伸長を促進し、或る節間では根の分化を促進して本数を増大させ、或る節間では根の伸長過程に影響して、主として木化層の発達を促し、その結果として根の太さの増大をもたらせたものと考えられる。第5葉への塗布処理により葉身に入った NAA は第5節から茎に入り、第5節と第4節の中間に位する第5節間の伸長を促進し、更に求底的に下降して第4節と第3節の間の第4節間の伸長生長にも少々の影響を与えた。この場合、9葉期処理で現われなかったのは既に第4節間の伸長生長が終了してしまっていた為と考えられる。⁴⁾ 第5節間の基部、即ち、第4節部では根の分化にも影響をおよぼし、突出する際に癒着していて、若干伸長してから分離する、NAA 処理により現われる、根の特徴的な形態的变化を示した。⁵⁾ 第5節部の根はその節より少々上

に位置する第 6 節間の基部で分化し伸長するものであり、オーキシンは蒸散流に乗ったり拡散により、求頂的な移動もあるが、主としてエネルギーと共役して求底的な移動を示す特徴があるので、²⁾ 第 5 葉へ塗布した NAA の移動がなかったか、或はあったとしても著しく微量であったため、影響が現われなかったものと考えられる。一方、この問題に関し、5 葉期の葉面散布処理では 5 葉以上の葉身が現われていないのに、第 5 節部で癒着根の発生をみている原因については、幼植物の頂部に散布された NAA 溶液が第 5 葉の葉身が流れ、第 5 葉の葉鞘中にある第 6 葉から取込まれて影響をおよぼしたものと考えられる。

第 5 葉への塗布処理の結果、どの時期の処理でも第 5 或は第 4 も含めて節間長の伸長量が増加しているのに、根数の増加は 5 葉期処理にのみ限られていることについては、節間の伸長は生長が続いている間にいつオーキシンの供与が増大しても、それに伴って伸長量が増大するのに対して、根原基の分化過程には第 5 葉が比較的若い期間に自然界で生産されるオーキシンが主として調節をしているものと考えられる。従って、葉面散布処理における根の分化の変化についても、第 4 節部の突出時未分離根の増加は第 5 葉へ散布された NAA の影響が大であり、第 5 節部に現われる突出時未分離根の増加は更に上位の第 6 葉或は第 7 葉に散布された NAA の影響が大きいものではあるまいか。更に、第 5 葉への塗布処理の影響が比較的少ない限られた節部や節間に影響をおよぼしているのに対し、葉面散布処理では 2～3 の節間や節部にわたって比較的広い範囲で影響が現われるのは、根の太さの増大からうかがわれるように、植物体全体に散布された比較的多量の NAA が植物体に吸収された結果であるとの考え方が成立すると同時に、夫々、各節間や各節部に強く影響をおよぼす節位の葉に NAA が供給された結果であると考えられる。

摘 要

トウモロコシの 5 葉期、7 葉期、9 葉期に夫々、第 5 葉のみへ NAA 100 ppm 溶液を塗布する処理を行ない、同時期に行なった葉面散布処理と比較し、次の結果を得た。

1. 塗布処理では第 5 節間と第 4 節間（伸長生長が既に終了したと考えられる 9 葉期処理を除く）の伸長量が増大した。また、第 5 節間の基部、即ち、第 4 節部で分化伸長する根数だけが増大し、そこには癒着して突出し、若干伸長してから分離する、NAA 処理の特徴的な形態的变化も現われた。このように、phytomer の考え方の通り、第 5 葉はそれの附着する節や節間と特に強い関係をもっていた。
2. 塗布処理において、根の分化への影響は 5 葉期処理の場合だけ現われたが、節間長への影響は 5・7・9 の各葉期処理で現われたので、オーキシンの供給源としての葉の作用に age による差があるのではないかと考えられた。
3. 葉面散布処理では伸長量の増加する節間の多いこと、根数の増加する節数の多いこと、発根した根が太くなる傾向が認められることから、吸収された NAA の量が多かったであろうことが考えられるとともに、各節間や節部に影響の多い時期に、夫々の葉に NAA が与えられたものと考えられた。

引用文献

1. Evans, M.W. and F.O. Grover , 1940 four. Agr. Res. 61 : 481
2. Hertel, R. and A.C. Leopold, 1963 Planta 59 : 535
3. 小林喜男・水谷慎作、 1970 b 日作紀 39 : 77
4. ・ 1971 b 日作東海支部研梗 60 : 53
5. 小林喜男・長友武志、 1974 日作東海支部研梗 69 : 7
6. Mitsuhashi, M., H. Shibaoka and M. Shimokoriyama. 1969 a.
Plant and cell Physiol. 10 : 715
7. , , , 1969 b.
Plant and cell Physiol. 10 : 867
8. Wetmore, R.H. and W.P. Jacobs, 1953.
Am. Jour. Bot. 40 : 272