

根の伸長促進物質

農業環境技術研究所 竹中 真

1.はじめに

根の生長の一つに、伸長生長がある。どのような機構で伸長が行われるかは、現在不明であるが、多くの研究者は、根の伸長を内生の植物ホルモンとの関係で説明しようとしている。しかし、今までの研究から植物ホルモンは、根の伸長を著しく促進しないようである。一方、実際に根の伸長を著しく促進する物質が、植物病原菌や植物体より分離・同定されている。また、構造は不明だが、土壤中の有機物や堆肥の中にも根の伸長を促進する物質が存在するという報告がある。抗オーキシンの中にも根を伸長させるものがある。本稿では、これらについて順次見て行くことにするが、抗オーキシンについては割愛させていただいた。

2.植物ホルモン

植物ホルモンにはオーキシン、サイトカイニン、ジベレリン、エチレン、アブシジン酸があり、第6のホルモン候補としてプラシノステロイドがある。これら植物ホルモンに対する根の感受度は、地上部に比べ千倍から数万倍敏感である(Thimann, 1937)。植物ホルモンと根の生長に関しては、谷本(1988)による詳しい総説があるので、ここでは、概略について述べる。

1) エチレン：イネや水性、半水性植物の根を伸長させる。それ以外の植物では0.1 ppm～1ppmという低濃度で若干の根伸長を示すものもあるが、それ以上の濃度では阻害的に働く(Smith & Robertson, 1971)。エチレンが根の伸長を妨げるのは、根端の細胞分裂を抑制するからと考えられている。一般にエチレンは、伸長より根を分枝させたり太くさせる働きがある。土壤中の生成量は、畠では季節により異なるが、土壤空气中に数10ppbから数ppm存在するとされている(Dowdell et al., 1972; 大谷ら, 1989, 1991)。中山ら(1980)は、有機物混合土壤から生理活性を示すのに十分な量のエチレンが生成することを示した。土壤中のエチレン生成に関する研究されている(Smith & Russell, 1969; Lynch & Harper, 1980)。

2) サイトカイニン：根の伸長に対しては内生オーキシンレベルを高め、その結果エチレンを増加させるので阻害的に働くと考えられている。サイトカイニンについては、稻わら堆肥中に約10mg/t存在するという報告がある(麻生ら, 1988)。この量は少量ではあるが、局所的に存在する場合、根への影響が考えられる。

3) ジベレリン：根の伸長に対しては、促進的、阻害的もしくは作用しないという報告がある。これは多くの植物で根の内生ジベレリン濃度がジベレリンの促進領域(1nM以下)以上の濃度にあるためと考えられている(Tanimoto, 1987, 1988)。

4) オーキシン：発根作用があることが知られている。根の伸長に対しては一般には阻害的に働く。これは内生オーキシンのレベルが根の伸長の至適濃度以上であるためと、内生エチレンを誘導するためと考えられている。しかし、オーキシン自身が阻害するという説もある。

5) アブシジン酸：一般に植物の生長作用に阻害的に作用するが、根の伸長に対しても多くは阻害的である。

6) ブラシノステロイド：他の植物ホルモンに比べ根の伸長効果が顕著である（竹松ら，1983）。

植物ホルモンが地上部に比べ根では極低濃度で作用していることと、微生物によっても生産されていることは重要である。ブラシノステロイドを除く植物ホルモンは、微生物による生産が報告されており、このことは土壤中での微生物による植物ホルモン生産の可能性を示唆している。

3. 根伸長促進物質

根伸長促進物質としては、多くのものが知られている。そのうちのいくつかを、図1に示した。発見の年代順にそれらを見ていくことにする。Tamuraら(1965)は、コムギ斑点病菌 *Helminthosporium sativum* がイネの shoot を著しく伸長させることを発見し、その培養液から helminthosporol を単離した。Sakurai ら(1965)は、レタスを用い helminthosporol およびその関連物質が、shoot の伸長促進のほか幼根の伸長促進活性があることを報告している。Tamura & Chang(1965)は、*Exobasidium symploci-japonicae* の培養液中から根の伸長物質として L-β-phenyllactic acid を見い出した。この物質は、レタスとイネの根を 100ppm で 170% の最大活性を示した。面白いことに、D 体は活性を示さなかった。

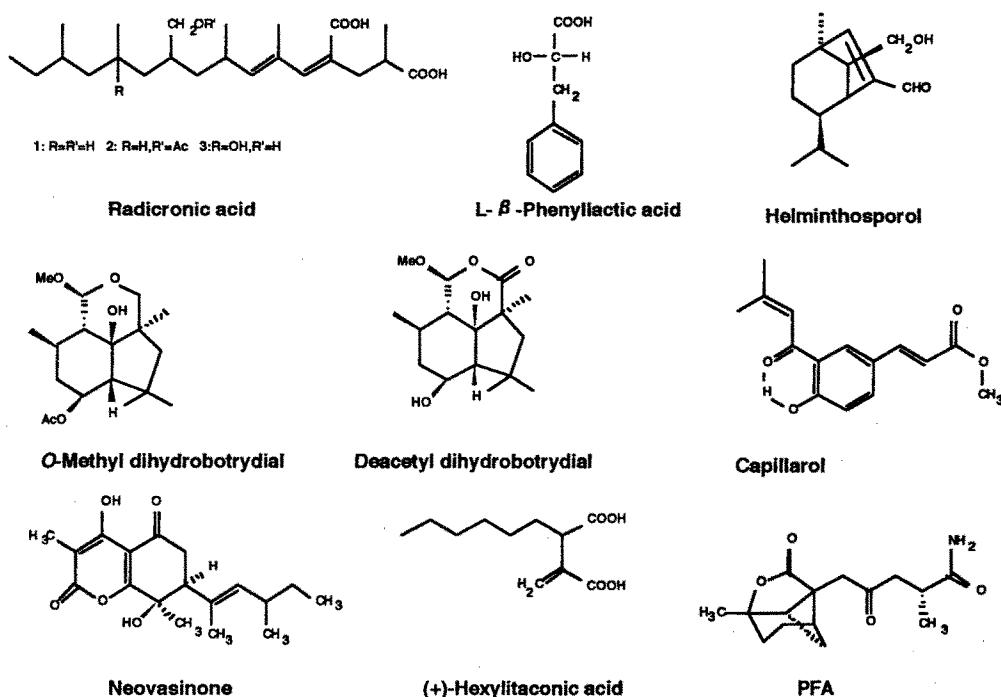


図1 根伸長促進物質

Mikami ら (1970) は、*Alternaria* の 1 種から、根伸長促進物質を単離したが、それに関連して、多くの hydroxy acid を合成し、根伸長促進活性をレタス等を用いて調べた結果、いくつかの酸で活性が認められた。Sassa ら (1973b, 1975) は、*Penicillium* 属の 1 菌株の培養液から白菜の幼根を対照に比べ約 200% 伸長させる radiclonic acid 及びその関連物質を

見い出した。また、Sassaら (1973a)は、未同定の菌株より根伸長促進活性を有するフェノール性物質を単離した。Uedaら(1986)は、カワラヨモギ(*Artemisia capillaris* Thunb)の葉からイネの根を著しく伸長させる物質としてcapillarolを単離した。Hamasakiら(1983)は、*Aspergillus nidulans* の培養液よりダイコンとレタスの根を30~100ppmで伸長促進させる物質を単離したが、抗菌物質として知られるasperlinと芳香族化合物であった。Isogaiら(1984)は、糸状菌の代謝産物から植物生長調節物質を探索する過程で、*Aspergillus niger* K-88の培養液からレタスの幼根を著しく伸長する物質を見い出し,(+)-hexylitaconic acidと同定した。Kimuraら(1986, 1988)は、*Botrytis squamosa* の培養液からレタスの幼根を150%伸長させる dihydrobotorydial関連物質を見い出した。Nakajimaら (1987a,b) は、アオイ科、ウリ科、マメ科などの植物の立枯れ病菌である *Neocosmospora vasinfecta* E. F. Smith の培養液よりレタスの幼根を著しく伸長させる物質を単離・同定し neovasinone と命名した。この物質は、3ppm以上で活性を示し、100ppmで170%の伸長促進活性があった。木村ら (1988) は、枯損松より分離した未同定の糸状菌よりPFAと仮称する根伸長促進物質を単離した。

今後も、根の伸長に関わる新規物質が次々に発見されることが期待される。これらの物質の作用機作は、ほとんど解明されていないが、例えば、抗オーキシンとの関係など、植物ホルモン及びその阻害剤との関係が考えられる。しかし、これらの物質が既存の植物ホルモンとは別の機構で根の伸長に関与している可能性もある。

4. 土壌有機物および堆肥中の根伸長促進物質

有機物による根の発達については、古くは1960年頃、コノノワら (Kononova et al., 1960, 1976; Tichy, 1958; Pagel, 1960) 何人かの研究者により土壌の腐植物質中に根発達を促進する生理活性物質が存在することが指摘され、最近では、鍬塚ら何人かの研究者(鍬塚ら, 1989)により土壌有機物や堆肥中に存在することが指摘された。また、有機質資材としてはニトロフミン酸中(麻生, 山口, 1971)にも活性を有するものが存在するという報告がある。

5. おわりに

根を伸長させる物質で植物ホルモンは、伸長の機構を解明する上で重要であろう。しかし、他にも多くの根伸長促進物質が存在することは興味深い。このような物質が多数発見されれば、活性と構造との関係が解明されてくるのではなかろうか。さらに、これらの物質が土壌中の有機物や有機資材の中に存在すると、実際に作物を栽培する場合にも何らかの影響が考えられ、この点についての解明が必要である。

引用文献

- 麻生末雄, 山口武則, 1971, 土肥誌, 42, 291~294
麻生末雄, 武長宏, 杉山民二, 1988, 土肥誌, 59, 471~477
Hamasaki, T., Nakajima, H., Yokota, T. and Kimura, Y., 1983, Agric. Biol. Chem., 47, 891-892
Isogai, A., Washizu, M., Kondou, K., Murakoshi, S. and Suzuki A., 1984, 48, 2607-2609
Kimura, Y., Fujioka, H., Nakajima, H., Hamasaki, T. and Isogai, A., 1988, Agric., Biol., Chem., 52, 1845-
Kimura, Y., Fujioka, Hiroaki, N., Hiromitu, Hamasaki, T., Irie, M., Fukuyama, K. and Isogai, A., 1986, Agric., Biol.,
Chem., 50, 2123-2125
木村靖生, 中島廣光, 浜崎敏, 菅原二三男, Clardy, J., 1988, A, 日農化誌, 62, 561
Kononova M. M., and D'Yakonova, K. V., 1960, Pocovedenie, 3, 1-11.

- コノノワ, M.M., 1976, 土壤有機物 (菅野一郎訳), 農文協, 142~154, 409~444
- 鍬塚昭三, 菅田和己, 1989, 日土肥大会講演要旨集, 35, 18
- Lynch, J. M. and Harper, S. H. T., 1980, Soil Biol. Biochem. 12, 363-367
- Mikami, Y., Takahara, H., Iimura, H., Suzuki, A. and Tamura, S. 1970, Agric. Biol. Chem., 34, 977-979
- Nakajima, H., Nishimura, K., Hamasaki, T., Kimura, Y., Yokota, T. and Udagawa, S. 1987a, Agric. Biol. Chem., 51, 1221-1224
- Nakajima, H., Nishimura, K., Hamasaki, T., Kimura, Y., Yokota, T. and Udagawa, S. 1987b, Agric. Biol. Chem., 51, 2831-2833
- 中島廣光, 浜崎敏, 西村薰, 木村靖夫, 宇田川俊一, 小笠原勝, 米山弘一, 佐藤定男, 1988, 日農化誌, 62, 562
- 中山正義, 太田保夫, 1980, 日作紀, 49, 359~365
- 大谷卓, 阿江教治, 藤原伸介, 原田靖生, 1991, 日土肥学会講演要旨集, 37, 93
- 大谷卓, 藤原伸介, 原田靖生, 1989, 日土肥学会講演要旨集, 35, 19
- 大橋恭一, 岡本将宏, 1985, 土肥誌, 56, 373~337
- Pagel, H., 1960, Albr. Thaer-Arch. 4, 405-68, 493, 506 (Seen in Soils and Ferts, 24, Abs., 69)
- Sakurai, A. and Tamura, S., 1965, Agric. Biol. Chem., 29, 407-411
- Sassa, T., Ikeda, M. and Miura, Y., 1973a, Agric. Biol. Chem., 37, 2937-2938
- Sassa, T., Tomizuka, K., Ikeda, M. and Miura, Y., 1973b, Agric. Biol. Chem., 37, 1221
- Sassa, T., Nakano, K. and Miura, Y., 1975, Agric. Biol. Chem., 39, 1899-1900
- Smith, K. A. and Robertson, P. D., 1971, Nature, 234, 148-149
- Smith, K. A., and Russell, Scott R., 1969, Nature, 222, 769-771
- 竹松哲夫, 竹内安智, 古口正己, 1983, 植物の化学調節, 18, 38~54
- Tamura, S. and Chang, C., 1965, Agric. Biol. Chem., 29, 1061-1062
- Tamura, S., Sakurai, A., Kainuma, K. and Takai, M., 1965, Agric. Biol. Chem., 29, 216-221
- Tanimoto, E., 1987, Plant Cell Physiol., 28, 963-973
- Tanimoto, E., 1988, Plant Cell Physiol., 29, 269-280
- 谷本英一, 1988, 植物の化学調節, 23, (1), 16~31
- Thimann, K.V., 1937, Ann. J. Bot., 24, 407-413
- Tichy, V., 1958, Fol. Biol., 4, 281-285. (See in Soils and Ferts, 22, Abs., 57)
- Ueda, J., Yokota, T., Takahashi, N., Yoshida, M. and Kato, J., 1986, Agric. Biol. Chem., 50, 3083-3086

Root elongation promoting substances

Makoto TAKENAKA