

水耕液中の溶存酸素とクロマツ根内の ACC 生成

九州大学農学部 山本 福寿
熊本県林業研究指導所 中島 精之

1. はじめに

植物根系の生長、機能、あるいはさまざまな代謝に影響を与える土壌中の酸素は、極めて大きな生長制限因子であるといえる。滞水ストレスは土壌の酸素欠乏を引き起こすとともに光合成の低下、上偏生長、不定根形成、異常肥大など、植物にさまざまな生理的、形態的变化をもたらすことが知られている¹⁾。これらの反応の多くは、酸欠によって生じた内生ホルモンのバランス変化によって引き起こされるものと解釈できるが、なかでもエチレンの役割が重要である。たとえば滞水によるマツ属樹木の皮目の発達やアテ材型仮道管の形成、あるいはスキの不定根形成は、根系におけるエチレンの前駆物質 ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid) の生成および地上部からのエチレン発生と密接に関連することが確かめられている^{2,3,4)}。

この報告では根系周囲の酸素欠乏状態におけるエチレン生成機構を明らかにすることを目的としてクロマツの水耕栽培を試み、培養液の溶存酸素量と ACC 生成との関連性を論じた。

なお本研究遂行にあたり、農林水産省林業試験場九州支場の藤田桂司育林部長に水耕栽培についての御指導を仰いだ。

2. 材料と方法

実験材料は3年生クロマツ苗木を用いた。1987年6月18日に熊本県大津町で苗木を掘り取ったのち、ただちに人吉市の九州大学宮崎地方演習林人吉試験地内の実験温室に搬入した。このうち8本についての針葉、幹、根の絶乾重量を80°C、48時間乾燥によって求め残りを実験に供した。

水耕栽培は1987年6月20日に開始した。まず苗木の根に付着した土を水道水で洗浄したのち、直径23cm深さ10cmのポリプロピレン製ざるの中に直径約5mmの水洗したれきを入れ、その中に2本づつ植えた。続いて水耕栽培用の培養液(約12リットル)を満たした2000分の1アールのワグナーポットに、苗木を植栽

したざるを設置した。培養液の量は、れきの表面がひたる程度に調節した。培養液は、塘⁵⁾の培養液をpH 5.8に調節して用い、水耕期間中ほぼ7日ごとに更新した。培養液の組成は表-1に示すとおりである。なお培養中に蒸発散によって失われた水は適宜注水することによって補った。

水耕栽培は空調施設のある温室でおこなったが培養期間中の温度、湿度条件はそれぞれ19~27°C、50~95%の範囲である。

さらに観賞魚飼育用のエアストーンをポットの底部に設置し;コンプレッサーで連続的に空気を水中に送ることで培養液中の溶存酸素量の維持をはかった。36日経過した7月26日、健全に生育した56本(28ポット)を選び、そのうち8本(4ポット)について針葉、幹、根の絶乾重量を求め培養開始時の値と比較した。

続いて残りの48本(24ポット)のうち24本(12ポット)のコンプレッサーを止め、空気補給を遮断した。他の24本(12ポット)はそのまま通気を続けて通気区とした。通気遮断から1日、3日、5日および7日後、遮断区、通気区それぞれ3ポットの培養液をざるの直下約15cmの深さから採集し、溶存酸素量をウインクラー・アシ化ナトリウム変法⁶⁾によって分析測定した。

さらに通気遮断から1日、3日および5日後の苗木を掘り取り、遮断区、通気区おのおの3ポット6本ずつについてACCの抽出、分析を試みた。ACCの分析法は、既報^{2,3,4)}に従った。

3. 結果と考察

表-2に苗木の乾重生長を示す。36日間の水耕栽培によるクロマツ苗木は、生長期に掘り取って水耕に移したにもかかわらず、針葉、幹、根とも比較的良好な生長状況を呈した。

図-1に通気遮断区および通気区の培養液内の溶存酸素量変化を示す。通気は培養液の酸素をほぼ6.5mg O/1前後に保っていたが、通気遮断によって急速に減少し、7日後には2.0mg O/1以下にまで到達する

ことが認められた。

図-2に根内におけるACC量の変化を示す。ACCは通気遮断区および通気区双方の供試木根内から検出された。しかしながら通気遮断5日後における根のACC量は通気区のACC量に比べてかなり増加していることが認められた。

マツ属を滞水環境下で生育させたとき、根では急速にエチレンの前駆物質であるACCが生成され、それにつれて幹やシュートから高濃度のエチレンが発生することが報告されている^{2,3)}。このような滞水に対する反応の直接的な要因は、根の酸素欠乏であることが報告されている⁷⁾。本実験の結果においても、通気遮断によって生じた溶存酸素量の低下がクロマツの根におけるACC生成の引き金となっているものと考えられる。

一方、通気を継続した区においても、かなり高い濃度のACCが検出された。塘⁵⁾は水耕栽培においてアカマツおよびスギの根の溶存酸素吸収量(呼吸消費量)測定を試み、アカマツはスギに比べて酸素消費が大きく、水耕栽培には高い濃度の溶存酸素が必要であることを明らかにしている。本実験の通気区におけるACCの検出は6.5 mg/lの溶存酸素でもなお、クロマツにとって酸素が不十分な状態であったことを示すもの

表-1 水耕培養液の組成(塘⁵⁾の培養液を改変)

	(mg/l)
(NH ₄) ₂ SO ₄	94.3
NaNO ₃	91.1
Ca(NO ₃) ₂	29.3
KH ₂ PO ₄	47.2
KCl	26.1
CaCl ₂	19.8
MgSO ₄ · 7H ₂ O	61.5
3%FeCl ₃	0.14 ml/l

pH は5.8に調整

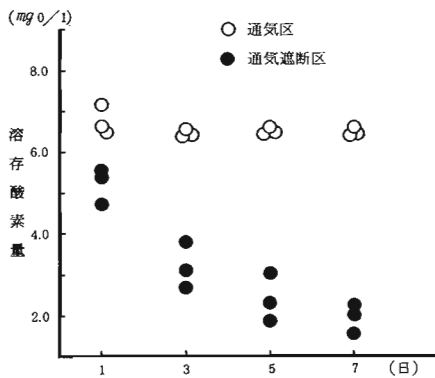


図-1 通気遮断と水耕液中の溶存酸素量

であろう。このことはクロマツの根もまたアカマツと同様に酸素要求度が高いことを示唆している。逆に考えれば、クロマツは極めて軽度の酸素欠乏によってもエチレンの生成経路が活性化される可能性が高いといえよう。樹木の根の酸素ストレスの閾値とエチレンの前駆物質ACCの生成については今後詳細に検討を進める予定である。

引用文献

- (1) Kozlowski, T. T. : Forestry Abstracts, 43, 3, 145 ~ 161, 1982
- (2) Yamamoto, F. et al. : Can. Jour. For. Res. 17, 69 ~ 79, 1987
- (3) Yamamoto, F., and T. T. Kozlowski : Jour. Exp. Bot. 38, 187, 293 ~ 310, 1987
- (4) Yamamoto, F., and T. T. Kozlowski : Scand. J. For. Res. 2, 45 ~ 58, 1987
- (5) 塘 隆男 : 林試研報 137, 5 ~ 26, 1962
- (6) 日本工業標準調査会 : JIS 工場排水試験方法 91 ~ 92, 1986
- (7) Bradford, K. J. and D. R. Dilley : Plant Physiol. 61, 506 ~ 509, 1978

表-2 36日間の水耕栽培による乾物重量の変化

	針葉		幹		根	
	(g)	%増加	(g)	%増加	(g)	%増加
水耕前	2.22±0.22	-	0.84±0.08	-	0.50±0.03	-
水耕後	3.61±0.29	62.6**	1.53±0.21	82.1**	0.63±0.03	26.0**

** 1%水準で有意

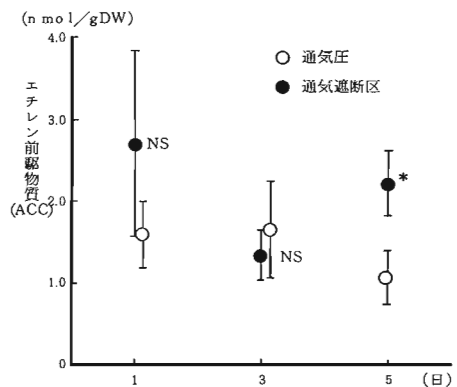


図-2 通気遮断とクロマツ根内のACC集積

* : 5%水準で有意
NS : 有意差なし