

## アカマツ・ヒノキ・スギの根のポリフェノールと森林土壌との関係

戸田浩人<sup>1</sup>・東川侑生<sup>2</sup>・崔東寿<sup>1</sup>

1 東京農工大学大学院農学研究院

2 静岡県西部農林事務所天竜農林局 (元・東京農工大学農学部)

**要旨:** アカマツ, ヒノキ, スギ造林地の一連の斜面において, 根のポリフェノール (PP) 特性を調べた。その結果, 全 PP 濃度は樹種間差がなかったが, 水溶性 PP 濃度はアカマツ: ヒノキ: スギ=1.7: 1.3: 1.0 となり, 鉱質土壌の炭素・窒素, 年間窒素無機化量と負の関係がみられた。また, 水溶性 PP 濃度と糸状菌/細菌バイオマス比との間には正の関係がみられた。PP-タンパク質複合体は, 外生菌根菌によって分解されるため, アカマツ林では根の高い PP 濃度で難分解性有機物が多く, その養分吸収を菌根菌が補填していると考えられる。

**キーワード:** 外生菌根菌, 斜面位置, 窒素無機化, 有機物分解

Relationships between the forest soil and the roots polyphenol of *Pinus densiflora*, *Chamaecyparis obtusa* and *Cryptomeria japonica*Hiroto TODA<sup>1</sup>, Yuki HIGASHIKAWA<sup>2</sup>, Dong-Su CHOI<sup>1</sup>

1 Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

2 Shizuoka Prefectural Seibu Agriculture and Forestry Office Tenryu Branch Office

## I はじめに

ポリフェノール (以降、PP) とは、ベンゼン環にフェノール基が2つ以上あるタンニンなどの化学物質の総称である。樹木の葉や根の PP は、植食性動物に対する化学的防除物質として機能する (1)。また PP は、林床におけるアレロパシー作用や土壌中でタンパク質と結合し難分解性物質を生成する (2) ことが知られており、森林立地へ影響を及ぼすと考えられる。しかし、立地別の樹木の PP 特性などと、森林土壌との関係に関する情報は少ない。本研究は、日本の主要造林樹種のアカマツ (*Pinus densiflora*)・ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*)・スギ (*Cryptomeria japonica*) の根の PP 特性を調査し、その立地の森林土壌との関係を考察した。

## II 材料と方法

**1. 調査地** 東京農工大学草木演習林 (群馬県みどり市) の北向き斜面 (標高 670~810m) において調査を行った。この一連の斜面では窒素無機化特性 (4)、土壌微生物特性 (5) の調査区があり、それに準じ斜面位置ごとにアカマツ区・ヒノキ区・スギ区を設定した。

**2. 調査項目** 2020年10月19日、各調査区において平均的な成長をしている樹木を3本ずつ標本木とし、標本木ごとに3か所ずつ根を採取した (表-1)。また、根

量の測定と土壌分析用に、標本木周辺から1か所ずつ400 mL 採土円筒で表層土壌を採取した。

採取した根は、太さ2 mm未満の細根、2 mm以上・2 cm未満の太根に分け、風乾後に粉碎し、アセトンで抽出される全 PP とイオン交換水で抽出される水溶性 PP をフォーリンチオカルト法で分析した。標準試葉には植物性 PP の主成分のひとつであるタンニン酸を用いた。土壌は風乾調整後、CN コーダー (MT-700, Yanako) で炭素・窒素濃度を測定した。

## III 結果と考察

**1. 根の PP 特性** 調査区 (樹種) ごとの根の量と PP 濃度を表-1に示す。いずれの樹種も細根と太根で、全 PP 濃度および水溶性 PP 濃度に差がみられなかった。全 PP 濃度は、細根・太根および全根 (細根+太根) のいずれも平均値ではアカマツでヒノキやスギよりも高めであるが有意差はなかった。水溶性 PP 濃度は、細根・太根および全根のいずれも平均値で、アカマツ>ヒノキ>スギの順に高く 1.7: 1.3: 1.0 となり、細根と全根ではアカマツとスギの間に有意差がみられた。

根量はいずれの根サイズも、アカマツ>ヒノキ>スギであり、これを反映し全 PP 量・水溶性 PP 量ともこの順に多かった。全 PP に占める水溶性 PP の率 (水/全 PP 率)

もまた、いずれの根サイズも、アカマツ>ヒノキ>スギとなり、細根は各樹種間で、太根および全根はアカマツ・ヒノキとスギの間で有意差がみられた。

**2. 根 PP 濃度と土壌の関係** 標本木ごとの水溶性 PP 濃度と、土壌の全炭素・窒素との間に負の、C/N 比との間には正の相関性が 5%水準で認められた (図-1, 炭素は図省略  $r=-0.683$ )。なお、全 PP 濃度と土壌の全炭素・窒素および C/N 比との間に相関性はみられなかった。調査区 (樹種) ごとの水溶性 PP 濃度と、本調査地で過去に求めた年間窒素無機化量 (4) との関係、および糸状菌/細菌バイオマス比 (F/B 比) (5) との関係を図-1 に示す。アカマツの水溶性 PP 濃度と F/B 比がヒノキ・スギより高く、年間窒素無機化量は少ないことがわかる。

Northup ら (2) は、土壌の窒素無機化速度と PP 含量との間に負の相関を見出している。これは、土壌において PP は、PP-タンパク質複合体を形成し、難分解性となり窒素無機化速度が小さくなるためである。PP-タンパク質複合体は、外生菌根菌、エリコイド菌根菌に分解され、一部は有機態窒素として吸収されている (3)。したがって、特にアカマツ林では根の高い PP 濃度で土壌中の難分解性有機物が多く、土壌からの養分吸収を菌根菌が補填していると考えられる。

#### IV おわりに

窒素無機化や菌根菌と樹木の PP との関係は、さらに調査区や試料数を増やして明確にする必要がある。また、同じ樹種で立地による、葉や根の PP 濃度の違いを把握し、樹種転換による土壌への影響を把握する必要がある。

#### 引用文献

- (1) Coley PD (1983) Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. Ecological Monographs 53: 209-233
- (2) Northup RR, Dahlgren RA, Yu ZS (1995) Intra-specific variation of conifer phenolic concentration on a marine terrace soil acidity gradient - a new interpretation, Plant and Soil 171: 255-262
- (3) Tiehang W (2011) Can ectomycorrhizal fungi circumvent the nitrogen mineralization for plant nutrition in temperate forest ecosystems? Soil Bio. Biochem 43: 1109-1117
- (4) 戸田浩人 (2000) 森林土壌における窒素無機化特性に関する研究. 森林環境資源科学 38 : 1-95
- (5) 戸田浩人・筒井希美子・喜多智・浦川梨恵子・生原喜久雄 (2009) 斜面位置の違いによる森林土壌の糸状菌と細菌のバイオマス. 日緑化工誌 35 : 15-20

表-1. アカマツ、ヒノキ、スギの根の量とポリフェノール濃度

樹種・林齢 標本木の胸高直径と樹高	根のサイズ n: 標本数	根量 Mg/ha	全PP濃度 mg/g	全PP量 kg/ha	水PP濃度 mg/g	水PP量 kg/ha	水/全PP %
アカマツ・95年生	細根 n=9	2.73	ns 60.6 (13.2)	165	a 16.6 (4.1)	45.4	a 27.5 (4.1)
胸高直径 55-77 cm	太根 n=9	2.74	ns 66.7 (25.2)	183	ns 17.4 (6.9)	47.7	a 26.1 (3.6)
樹高 16-23 m	全根 n=18	5.47	ns 63.6 (20.4)	348	a 17.0 (5.7)	93.1	a 26.8 (3.9)
ヒノキ・61年生	細根 n=9	2.27	ns 59.7 (5.3)	135	ab 13.2 (2.8)	29.9	b 21.9 (3.0)
胸高直径 27-34 cm	太根 n=9	1.41	ns 44.9 (6.7)	63	ns 12.6 (3.0)	17.8	a 27.8 (3.8)
樹高 18-20 m	全根 n=18	3.68	ns 54.0 (9.5)	199	a 13.0 (2.9)	47.7	a 24.8 (4.5)
スギ・61年生	細根 n=9	0.95	ns 57.8 (9.5)	55	b 9.7 (2.4)	9.2	c 16.8 (3.5)
胸高直径 34-47 cm	太根 n=9	0.78	ns 47.7 (4.9)	37	ns 10.8 (1.3)	8.5	b 22.7 (1.6)
樹高 25-26 m	全根 n=18	1.74	ns 53.3 (9.1)	93	b 10.2 (2.0)	17.7	b 19.5 (4.0)

水PP: 水溶性PP, 水/全PP: 全PP中の水PPの率, 細根: 径 2 mm未満, 太根: 径 2 mm以上・2 cm未満, 全根: 細根+太根. 異なるアルファベットは同じ根のサイズで、樹種間に有意差 (Steel-Dwass法  $p<0.05$ ) あり. nsは有意差なし. ( )は標準偏差.

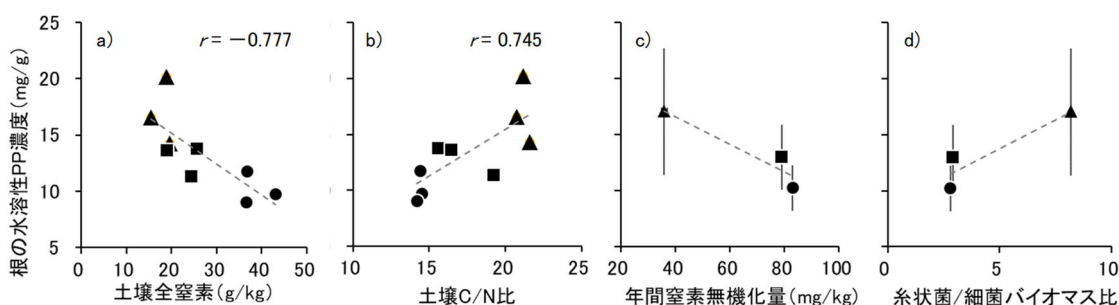


図-1. 根の水溶性 PP 濃度と土壌化学性・糸状菌/細菌バイオマス比との関係

▲アカマツ, ■ヒノキ, ●スギ a), b)は標本木ごと, c), d)は調査区ごとのデータ エラーバーは標準偏差