



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on the effects of elevated CO ₂ , O ₃ and high nitrogen loading on the rhizosphere dynamics of deciduous trees [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	王, 晓娜
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第11828号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58637
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Wang_Xiaona_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（農学） 氏名 王 曉娜

審査担当者

主査教授 小池 孝良

副査教授 波多野 隆介

副査准教授 玉井 裕

副査准教授 渡部 敏裕

副査准教授 中路 達郎 (北方生物圏フィールド科学センター)

副査教授 Helmisaari, Hälja-Sisko (The University of Helsinki)

学位論文題名

Study on the effects of elevated CO₂, O₃ and high nitrogen loading on the rhizosphere dynamics of deciduous trees

(落葉樹の根圏動態に対する高CO₂とO₃及び高窒素負荷の影響に関する研究)

本論文は、図22、表13、引用文献296編からなる全141ページの英語論文である。参考論文1編が添えられている。

根と根の周辺を含む広義の根圏の動態を操作実験に依って調べ、無機生産環境の変化に対する有用樹種の成長応答に関するデータを得た。増加し続ける大気二酸化炭素(CO₂)濃度に加え、地表付近オゾン(O₃)濃度と窒素沈着に対する根圏の解析例は極めて限られ、そのデータの集積が急がれる。シラカンバとカラマツ類はユーラシア大陸北東部と日本の冷温帯に生育するし、造林的にも重要な樹種である。特に、カラマツ類とグイマツ雑種F₁については共生する外生菌根菌(ECM)の種組成を調べ、栄養生理学的研究を実施した。

開放系大気CO₂増加施設(直径6.5m、高さ5.9m、各3反復)は、褐色森林土と北海道大学苫小牧研究林の軽石を主体とした未成熟火山灰土壌を客土して設置された。2010年に50cm間隔で植え付け、CO₂富化環境(500 μmol/mol)でのシラカンバの細根長(直径<2 mm)の動態をライゾトロンによって2011年から3生育期に追跡した。細根(長)の生産は大気CO₂(約395 μmol/mol)と比べ、CO₂富化下の褐色森林土では2年目一杯成長が大気CO₂条件と同じく増加したが、樹冠閉鎖後の3年目以降ではCO₂富化効果はなかった。火山灰土壌では3年ともCO₂富化による根長生産は小さかった。一方、褐色森林土では大気CO₂において根長生産の増加が4年目まで継続した。これは栄養

塩の不均衡と土壌の高い気相率が上記の傾向をもたらすと考えた。根の枯死によって根圏は大きく変化し、共生菌類も影響を受ける。そこで、シラカンバと比較して感染するECM種数の少ないカラマツ属を対象に精査した。

オゾンは強力な酸化物質で気孔を通じて植物の成長を抑制する。日本国内の O_3 前駆物質量は減少傾向にあるが、越境大気汚染による森林衰退が懸念される。また、高 CO_2 では気孔が閉鎖気味になり O_3 吸収抑制が期待される。これらを検証するため、 F_1 に対して O_3 活性炭除去(対照: $O_3 < 6$ nmol/mol:大気 CO_2 、約390 μ mol/mol、 O_3 富化:60 nmol/mol—環境基準値、 CO_2 富化:600 μ mol/mol—IPCCによる2050年頃)、これらの組合せ処理をオープントップチェンバー(OTC:1.2 x 1.2 x 1.5 m:各処理4反復)16基で実施した。2012年5月、3年生 F_1 を地植えし2生育期間処理をした。地上部成長は CO_2 、対照、 O_3+CO_2 、 O_3 処理の順であり、ECMの感染率とShannon関数による多様性は低下した。成長とECMには関連があり、感染したECMではジェネラリストのラシャタケ属とキツネタケ属が卓越し、カラマツ属のスペシャリストであるイグチ属2種は O_3 富化でも約30 %以上の感染率を維持した。針葉のリンは CO_2 富化で増加傾向があり、光合成の共同因子のマンガンの含有率低下もなかった。 CO_2 富化でもECMの感染によって蒸散速度が低下しないことが解った。

増加し続ける窒素沈着(N)に対して未成熟火山灰土壌が卓越する地域では、リン(P)等の栄養塩類の欠乏が成長の制限になると予想される。造林樹種 F_1 とその両親(グイマツとニホンカラマツ)に及ぼすN富化の影響を調べた。15リットル鉢に未成熟火山灰土壌を模して鹿沼土と赤玉土を満たし2年生の3種苗木を植え、総合肥料(ハイポネックス)1000倍液を与え、これにP欠乏を避けるため50 kgP/hr.yrを与え、N富化(100 kgN/hr.yr)の影響を調べた。処理はP0N0、P50N100、P50N0、P50N100の4処理を2生育期間実施した。この結果、7種のECMへの感染が確認された。感染率とECM組成は F_1 とニホンカラマツは似ていたがグイマツは異なっていた。P富化は3種カラマツ属のECMへの感染を高めた。ECM感染率はグイマツで19.8%減少したが、ニホンカラマツでは39.4%、 F_1 に対しては63.7%増加した。Shannon多様性はN、P富化の影響を受けなかった。NP処理でも3樹種にはシロヌメリイグチが感染し、次いでベニタケ属、ラシャタケ属が見られた。N富化によって両親の針葉のP含有量は低下したが、 F_1 では影響がなかった。特徴的なのはグイマツではアセタケ属、ニホンカラマツと F_1 ではイボタケ属が優占した点である。

以上から、根の成長は大気 CO_2 濃度と土壌の理化学性に影響を受けた。また、カラマツ属にはイグチ属ECMへの感染が生育に不可欠といえる。本研究の知見は変動環境での F_1 などカラマツ属の植林に重要な基礎的知見を与える。よって、審査員一同は、王曉娜が博士(農学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。