

短 報 (Short communication)

カラマツコンテナ苗における床替苗根腐病

升屋 勇人^{1)*}、安藤 裕萌¹⁾、八木橋 勉²⁾、齋藤 智之³⁾、野口 麻穂子³⁾

要旨

2014年に岩手県下で発生したカラマツコンテナ苗の枯死原因を調査した。分離試験の結果、*Fusarium* 属菌による根腐れが主因と考えられた。特に当年度に床替えした苗で大発生していることから、床替苗根腐病と診断された。苗木の植え替え時における根の損傷、仕立て時の様々な因子が急速な病徴の進展に大きく関与していると予想された。

キーワード：コンテナ苗、枯死、*Fusarium*、根腐れ

I. はじめに

近年の林業成長産業化に向けた様々な取り組みが進む中、特に林業の採算性を大きく向上させるために造林経費の削減が模索されている(宇都木 2015)。その林業の造林経費低減の鍵となる技術の一つとして、林業用マルチキャビティコンテナは特に重要なツールとなっている(山田ら 2015)。コンテナで育成された苗(コンテナ苗)は、従来苗よりも根の成長がよく、また植栽前の掘り取りにおける細根のダメージがないため、高い活着率を示し、通年植栽や一貫作業システムに導入することで、造林経費を大きく削減できる有望な技術と考えられている(梶本・宇都木 2016)。コンテナ苗の研究はスギ、ヒノキが中心であるが、北海道や東北においてはカラマツも重要な造林樹種であるため、カラマツコンテナ苗の育成も行われている(原山ら 2016, 成松ら 2016)。一方、こうした技術開発の全体的な流れの中で、育成時、植栽後における苗木の病害についての視点からの論文はほとんど見当たらない。著者らはこれまでに様々なコンテナ苗の病害について診断を行ってきたが、本論文ではその一つとして、これまで特に注目されてこなかった被害について報告する。

2014年夏に岩手県下で育成中のカラマツコンテナ苗で大量枯死が発生した(Fig. 1)。当年生苗を床替した後に、急速な萎凋、枯死が発生し、育成中のコンテナ苗の4割以上が生育不良、もしくは枯死に至っていた。ここでは、立ち枯れた苗からの病原体の検出と病害の診断結果について報告するとともに、発生要因について考察する。



Fig. 1. カラマツコンテナ苗における集団的枯死

II. 方法

本研究で用いたカラマツコンテナ苗は前年5月に苗床に播種したカラマツ種子から発芽した実生を、2014年5月に150mLリブ付きマルチキャビティコンテナ(JFA150)へ移植したものであった。移植後2か月以内に急激な萎凋、枯死の症状が現れた。採集は2014年8月1日に行い、症状の表れている苗のうち、完全な枯死には至っていない苗10本について、実験室に持ち帰り調査した(Fig. 2)。

立ち枯れ苗の外観、枯死苗の葉、茎、根部に特徴的な病徴、標徴の有無、菌体の発生を肉眼および実体顕微鏡で観察した。また、苗の根部を水道水で洗浄し培地を除去した後、70%エタノールで1分間、次亜塩素酸ナトリウム水溶液(有効塩素濃度1%)で1分間洗浄した。最後に滅菌水で2回、2分間洗浄した。洗

原稿受付：令和元年6月11日 原稿受理：令和元年9月11日

1) 森林総合研究所 きのこ・森林微生物研究領域

2) 森林総合研究所 森林植生研究領域

3) 森林総合研究所 東北支所

* 森林総合研究所 きのこ・森林微生物研究領域 〒305-8687 つくば市松の里1



Fig. 2. 被害苗.

地上部に一部枯死が認められる他は健全に見えるが、主根は全て折れ曲がり、壊死が進行していた。

浄した根部を主根の壊死部、側根、細根それぞれに分け、苗1個体あたり主根の5か所から大きさ5mm四方の木片を、側根、細根からそれぞれ10か所から長さ1cmの根を採取した。それぞれの根片は0.1%麦芽エキス寒天培地で培養し、生育してきた単菌糸を2%麦芽エキス寒天培地に移植し、純粋培養菌株を確立した。分離部位による検出種の顕著な差は見られなかったため、最終的な出現頻度は分離に用いた全ての根片数における菌が検出された根片数の割合で算出した。

確立した菌株は形態およびリボゾームDNAのラージサブユニットにおけるD1/D2領域の塩基配列の相同性検索により同定した(Schoch et al. 2012)。形態観察は微分干渉顕微鏡(Leica DM2500)を用いて行った。菌糸体の様相と培地上に形成された胞子の形態について観察した。また、遺伝子解析は次の方法で行った。LSUrDNA-D1/D2領域を増幅するために用いられるプライマーNL1およびNL4(O'Donnell 1993)を用い、サーマルサイクラー(バイオラッドT100)で培養菌糸からの直接PCRにより、D1/D2領域を増幅した。PCR条件はTakemoto et al. (2014)に従った。PCR産物はBigDye Terminator kit v.3.1とABI3100(ThermoFisher Ltd.)を用いてシーケンス解析を行った。得られた塩基配列はDDBJに登録するとともに(LC494004~LC494013)、NCBIのGenbankで相同性検索を行い、リストアップされた種のうち98%以上の相同性を有する種類を候補とし、形態情報と合わせて検証し、種同定を行った。

Ⅲ. 結果と考察

立ち枯れした苗木では著しい地上部の萎凋と同時に、地下部の根において特徴的な根腐れ症状が観察された。根そのものは原型を保っていたが、細根はなく、根先端は黒色に変色しており、指で引っ張ると外皮は簡単にすっぽ抜けた。こうした症状は供試した全ての苗で認められた。主根はほとんど全てで損傷があるか、折れ曲がった状態でコンテナに移植されていた。

供試した苗木の腐敗根から検出された菌類は合計で11種が確認された。その中で特に*Fusarium oxysporum*

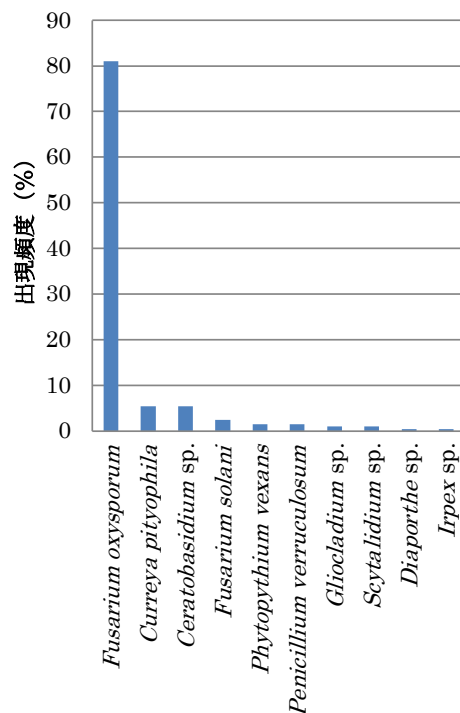


Fig. 3. 被害苗の根部から分離された菌類とその出現頻度

出現頻度 = (菌が検出された根片数 / 供試した根片数) × 100

が優占的に分離された。その他病原菌と考えられる種類としては、*Ceratobasidium* sp.、*Fusarium solani*、*Phytophthium vexans*があったが、*F. oxysporum*と比べて非常に低頻度であった(Fig. 3)。*Fusarium oxysporum*は全ての供試苗から分離され、供試した根部の約80%以上から検出された(Fig. 3)。一般に根腐れを引き起こす病原菌については接種試験により病原菌であることを証明する必要があるが、苗木の腐敗根の状態、および腐敗根より検出された菌の種類、および検出頻度から、今回のカラマツ苗集団枯死は床替苗根腐病によるものと考えられた。

*Fusarium oxysporum*は現在様々な種が含まれる複合種と考えられており、その分類の再編が進んでいる(Lombard et al. 2019)。一部はすでに*F. oxysporum*と異なる種として報告されているが(Lombard et al. 2019)、使用されている菌株数は限定的であり、また交配可能性についての検討も十分ではない。*F. oxysporum*は日本国内で樹木苗に被害を引き起こすことが報告されているが(伊藤 1959)、その分類学的詳細については全く検討が行われていない。本研究で見出された種類の*F. oxysporum*複合種内における位置づけについては、日本における他の苗木枯死被害を引き起こす*F. oxysporum*とともに再整理を行う必要があるが、現段階では*F. oxysporum*として報告する。

伊藤(1959)によれば、本病害は次の5つの条件下で発生しやすいという。1) まき付当年に罹病した立枯病

苗を床替した場合、2) 床替えの際に根を長時間露出して乾燥させた場合、3) 輸送中等で根が傷ついた場合、4) 床替え後に乾燥が続く、発根が遅れた場合、5) 床替え後に大雨等により苗床が水浸しになった場合、である。今回の発病はどの事例に当てはまるかは移植時のデータがないため不明であるが、根の損傷がほとんどの苗で認められたことから、移植時の根の取り扱いに問題があった可能性が高い。

上記の点を踏まえた苗木の育成が必要であることは言うまでもないが、さらには窒素過剰でリン酸質が欠乏すると *Fusarium* 属菌による被害が大きくなるという (伊藤 1959)。今回の被害地における施肥条件については生産者からは明かされていないが、この場合、生育促進よりも病害抑制に観点がおかれた施肥条件の最適化も今後の課題となるだろう。また、本病に対して、実際にどれくらい有効かどうかの検証は必要ではあるが、苗木育成においてすでに普通に使用されているチウラム水和剤、タチガレン等が *Fusarium* による苗の立枯病に効果があるという報告がある (小口 1972)。これらは林木の苗木の立枯病の防除用に農薬登録がされており (農林水産消費安全センター農薬登録情報提供システム (http://www.acis.famic.go.jp/index_kensaku.htm) 2019 年 5 月 1 日現在)、本病害の防除対策の選択肢としてあげることができる。あらかじめ培地に混和した状態での移植や、移植と同時に施用することで、防除効果を上げることができる。

今回検出された病原体は基本的に土壤中に広く分布する種類ではあるが、培養土への混入は苗木の育成に影響を及ぼす可能性がある。また、育苗用の水を河川から直接引く等でも育成環境への混入はあり得る。よって栽培環境への病原体の混入を抑制するような育成手法も考えてゆく必要があるだろう。

本論文では最後に、これまでにカラマツ苗の育成段階で生育を阻害したり枯死させたりする樹木病害について、検索キーを作成した。病害診断の助けになれば幸いである。

引用文献

- 原山 尚徳・来田 和人・今 博計・石塚 航・飛田 博順・宇都木 玄 (2016) 異なる時期に植栽したカラマツコンテナ苗の生存率, 成長および整理生態特性. 日林誌, 98, 158-166.
- 伊藤 一雄 (1959) 図説苗畑病害診断法 (前編). 林野共済会, 東京. 132pp.
- 梶本 卓也・宇都木 玄 (2016) プロジェクト「コンテナ苗を活用した低コスト造林技術の実証研究」の紹介. 森林遺伝育種, 5, 101-105.
- 成松 眞樹・八木 貴信・野口 麻穂子 (2016) カラマツコンテナ苗の植栽時期が植栽後の活着と成長に及ぼす影響. 日林誌, 98, 167-175.
- 小口 健夫 (1972) 稚苗立枯病とその防除. 光珠内季報, 13, 13-16.
- Lombard, L., Sandoval-Denis, M., Lamprecht, S. C. and Crous, P. W. (2019) Epitypification of *Fusarium oxysporum* – clearing the taxonomic chaos. *Persoonia*, 43, 1-47.
- O'Donnell, K. (1993) *Fusarium* and its near relatives. In DR Reynolds, JW Taylor (eds), *The fungal holomorph: Mitotic and pleomorphic speciation in fungal systematics*, CAB International, Wallingford, p. 225-233.
- Schoch, C. L., Seifert, K. A., Huhndorf, S., Robert, V., Spouge, J. L., Levesque, C. A. and Chen, W. (2012) Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for *Fungi*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 6241-6246.
- 宇都木 玄 (2015) これからの森林施業の道筋を考える. 山林, 1570, 20-29.
- Takemoto, S., Masuya, H. and Tabata, M. (2014) Endophytic fungal communities in the bark of canker-diseased *Toxicodendron vernicifluum*. *Fungal Biology*, 7, 1-8.
- 山田 健・三樹 陽一郎・ノースジャパン素材流通協同組合 (2015) コンテナ苗 その特徴と造林方法. 林業改良普及双書, 178. 全国林業改良普及協会, 148pp.
- これまでに知られているカラマツ苗の病害 (伊藤 (1959) を元に一部改変)
1. 苗基部に奇形あり……………こぶ苗病 (葉害)
奇形なし……………2
 2. 葉の変色あり (壊死なし) ……3
葉の壊死……………4
 3. 葉が黄色っぽく変色…黄化病 (生理障害: Mg 欠乏)
葉が紫色っぽく変色…紫色化病 (生理障害: リン酸欠乏)
 4. 葉の部分的な壊死……………5
葉の部分的な壊死～苗木の全身的枯死…6
 5. 当年、前年生長枝の枯死…先枯病 (*Botryosphaeria laricina*)
急速な落葉・枯死…落葉病 (*Mycodiella laricis-leptolepidis*)
太い枝も枯死……………7
 6. 樹皮下に微細な黒色粒…微粒菌核病
(*Macrophomina phaseolina*)
微細な黒色粒なし……………7
 7. くもの巣状の菌糸のみ…くもの巣病 (*Ceratobasidium* spp.)
菌糸とともに胞子あり…灰色かび病 (*Botrytis cinerea*)
地際に菌糸体が発達……………8
地際に菌糸体発達しない…9
 8. 扇状、半円形の菌体…ちゃいばたけ病
(*Thelephora terrestris*)
フェルト状の菌体……………紫紋羽病 (*Helicobasidium mompa*)
 9. 実生に発生・根腐れ…稚苗立枯病
(*Pythium* spp., *Ceratobasidium* sp., *Fusarium* spp. etc.)
床替えした苗で発生・*Fusarium* 優占…床替苗根腐病
(*Fusarium oxysporum*)

The *Fusarium* root rot on *Larix kaempferi* containerized seedlings

Hayato MASUYA ^{1)*}, Yuho ANDO ¹⁾, Tsutomu YAGIHASHI ²⁾,
Tomoyuki SAITO ³⁾ and Mahoko NOGUCHI ³⁾

Abstract

We investigated the cause on the rapid mass mortality of *Larix kaempferi* containerized seedlings at Iwate Prefecture, northern Japan in 2014. In particular, seedlings transplanted in current year were dead massively. The result of isolation test showed the main causal agent was *Fusarium oxysporum*. Thus, we diagnosed the disease as *Fusarium* root rot caused by transplanting. The rapid mass mortality may be related to the root damage by transplanting and various factors such as water and soil conditions in production of seedlings.

Key words: containerized seedling, mortality, *Fusarium*, root rot

Received 11 June 2019, Accepted 11 September 2019

1) Department of Mushroom Science and Forest Microbiology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Department of Forest Vegetation, FFPRI

3) Tohoku Research Center, FFPRI

* Department of Mushroom Science and Forest Microbiology, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 JAPAN;
e-mail: massw@ffpri.affrc.go.jp