

研究情報

Research Information

No.134 Nov 2019

コンテナ苗生産における病原菌による種子腐敗

生物多様性研究グループ長 市原 優

近年、低コスト再造林に向けて、造林木のコンテナ苗が普及しつつあります。これまでの苗畑とコンテナでは環境が異なるため（写真1）、コンテナ苗生産の試験研究が多数行われており、様々な栽培方法が試験されています。このような過程で、コンテナ苗の枯死などの病害について問い合わせが増えていきます。

造林木の苗木は苗畑で生産されてきたため、苗畑における苗木の病害に関する知見は多く蓄積されています。スギ苗だけでも15種類の菌類病害が登録されており（岸1998）、その他に線虫病（伊藤1974）などもあります（表1）。よく見られる病害である苗立枯病は *Fusarium* 属菌等が病原菌であり、幼苗の軸や根が壊死して枯死に至る土壌伝染性病害です（写真2）。これらの病原菌は苗畑の土壌中において植物片などを栄養に菌糸で生息しており、発芽した稚苗の地下部分に菌糸が感染して壊死を引き起こします。また、枝枯性病害の暗色枝枯病（写真3）では、菌は土壌中に菌糸を伸ばすことはなく、暗色枝枯病で枯れたスギやヒノキの枝葉に菌糸で生息しています。この菌

糸が枝葉で黒い菌体となって胞子をつくり、雨滴や風で苗木の枝葉に伝染して壊死を引き起こします。

コンテナ苗はプラスチック容器に培土を入れて種子や苗を植栽し、さらに施設栽培することもあり、苗畑とは全く異なった環境になっています。そのため、コンテナ苗に発生する病害が苗畑病害と同じ種類の菌の病害なのかは、発生次第調査する必要があります。今回は、コンテナに播種したスギ種子の病害調査（市原ら2019）を紹介します。

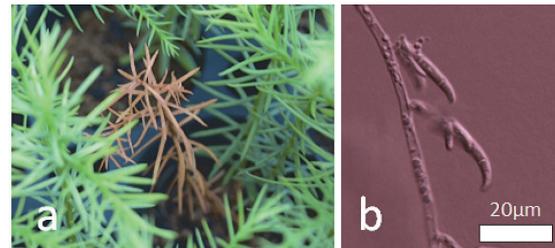
表1 苗畑で発生するスギ苗の病害

病害のタイプ	病名	病原菌名、病原線虫名
土壌伝染性病害	苗立枯病	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>Fusarium lateritium</i> <i>Cylindrocladium scoparium</i> <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Cylindrocarpon</i> sp.
	くもの集病	<i>Rhizoctonia solani</i>
	暗色雪腐病	<i>Racodium theryanum</i>
	ちゅいぼたけ病	<i>Thelephora terrestris</i>
	床苗根腐病	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>Fusarium</i> spp.
	白粒腐敗病	<i>Cylindrocarpon destructans</i>
	ロゼリニア暗色かび病	<i>Rosellinia herpotrichoides</i>
枝枯性病害	ベスタロチア病	<i>Pestalotiopsis foedans</i> <i>Pestalotiopsis glandicola</i> <i>Pestalotiopsis neglecta</i>
	赤枯病	<i>Cercospora sequoiae</i>
	暗色枝枯病	<i>Guignardia cryptomeriae</i>
	キトスポラ胴枯病	<i>Valsa abietis</i>
	灰色かび病	<i>Botrytis cinerea</i>
菌核菌による病害	菌核病	<i>Sclerotinia kitajimiana</i>
	大粒菌核病	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
	微粒菌核病	<i>Macrophomina phaseolina</i>
	線虫による被害	線虫病

病原菌類には和名がないものが多く学名で示す。



写真1 苗畑（左）とコンテナ（右）での栽培

写真2 スギ苗立枯病
a、発病した実生、b、実生の根から分離した *Fusarium* 属菌

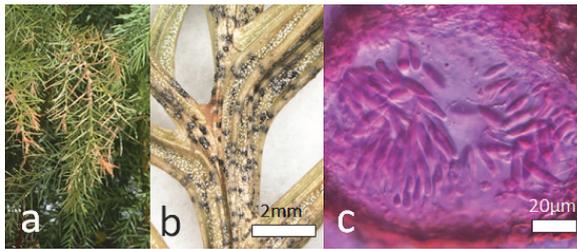


写真3 スギ暗色枝枯病
a、針葉の枯死、b、菌体、c、菌体の内部にできた胞子

コンテナ栽培を効率化するために、コンテナの1穴（キャビティ）に種子1粒だけを播種する方法を試験している徳島県立農林水産総合技術支援センターから、スギ種子を播種しても発芽しないものがあるとの相談を受けました。同センターではガラス温室で、ヤシガラを入れたマルチキャビティコンテナにスギ種子を1粒ずつ播種し、パーライト又は水稲用粒状培土で覆土していました。この試験では近赤外光による非破壊選別（松田ら 2016）した無消毒種子を用いていたため、高い確率で種子が発芽するはずでした。しかし、夏播種と春播種の2回の試験において、2か月後の発芽率はそれぞれ60.9%、および87.9%でした。そこで、未発芽種子をコンテナから掘り出し、種皮を剥いで種子内部を観察したところ、健全のまま発芽していない種子や腐敗種子、ガの幼虫による虫害種子が認められました（写真4）。夏播種95粒と春播種34粒の観察結果は、夏播種では健全30.5%、腐敗34.7%、虫害8.4%、空21.1%、および不稔粒5.3%であり、春播種の未発芽種子は、健全2.9%、腐敗41.2%、虫害35.3%、空17.6%、および不稔粒2.9%となり（図）、腐敗による発芽阻害が高い割合を占めていました。空と判断した種子は虫害で発芽実生が消失したものと考えられました。



写真4 未発芽種子の内部の状態
a、健全、b、腐敗、c、虫害に認められた幼虫（矢印）

腐敗種子から菌類を分離培養した結果、夏播種と春播種の両方で、土壌病原菌の *Fusarium oxysporum* が高頻度で分離されました。この菌を培養した菌糸上にスギ種子を置いて接種したところ、種子は発芽せずに95.0%が腐敗したことから、*Fusarium oxysporum* が今回の種子腐敗の主な原因と考えられました。スギ苗立枯病は実生の立枯れだけでなく地中で種子の腐敗症状を起こすため（伊藤 1974）、この地中腐敗の症状と考えられます。病原菌の伝染源は、種子に付着していた可能性や、洗浄しきれなかった再使用コンテナについていた可能性が考えられますが、正確な伝染経路については不明であり今後の課題です。病原菌は肉眼では観察できないことから、慎重に調査する必要があります。

スギだけでなく様々な樹種のコンテナ苗に発生する病害について知見を集積することで、樹種毎に発生しやすい病害や、病害を少なくするのに適した栽培法、農薬の効果的な施用方法などが明らかになっていくと考えられますので、今後も調査を継続する必要があります。

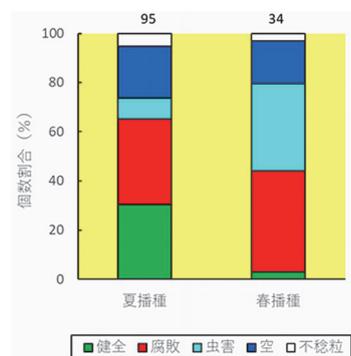


図 播種2か月後における未発芽種子の状態別の割合
市原ら（2019）を改変。バーの上の数字は観察した種子数

参考文献：

- 岸國平（1998）日本植物病害大事典．全国農林教育協会．
伊藤一雄（1974）樹病学体系Ⅲ．農林出版
市原優、藤井栄、安藤裕萌、升屋勇人（2019）コンテナに播種したスギ種子の発芽阻害に関する種子腐敗．日本森林学会誌 101:134-137
松田修、原真司、飛田博順、宇都木玄（2016）高発芽率を実現する樹木種子の選別技術．森林遺伝育種 5:21-25

UAV を活用した里山林の植生タイプ及び樹冠高把握手法の開発

森林生態研究グループ 中尾 勝洋

地域内の森林資源の推定は、これまで現地調査、衛星や飛行機等による画像情報が活用されてきました。しかし、前者は広範囲への拡張の難しさ、後者は高いコスト等から、現場レベルの実行可能性に課題がありました。そこで、本研究では、一般にも広く普及してきた UAV (Unmanned Aerial Vehicle、いわゆる”ドローン”) を活用し、里山林の植生タイプ及び樹冠高を広範囲かつ低コストで把握する手法を検討しました。

今回対象としたのは、滋賀県大津市にある龍谷大学瀬田キャンパスに隣接する約 38ha の森林で、コナラなどの落葉広葉樹、スギ、ヒノキ、アカマツ等が混在する里山林です。UAV (DJI 社製 Phantom4) を用いて、2017 年 4 月から 2018 年 1 月にかけて計 18 回の撮影を行いました。撮影日ごとに画像処理により写真合成を行い、オルソ画像等を作成しました (図 1)。複数時期のオルソ画像を用いて機械学習により、4 つの植生タイプ (落葉広葉樹、常緑広葉樹、針葉樹、その他) の分類を行いました。応答変数

は現地調査から作成した 4 植生タイプの教師データ、説明変数は各時期のピクセル毎の色情報、樹冠高等です。その結果、落葉樹の開葉期 (4 月下旬) と紅葉期 (12 月上旬) の画像データの組み合わせで、植生タイプの分類精度が高いことがわかりました。さらに、今回の画像データと DEM (数値標高モデル) を用いて、樹冠高を推定しました。UAV による推定値は、実測値と比較すると平均 3.8m の誤差がありました (図 2)。誤差の原因としては、地上補正点の数が十分でなかった事、用いた DEM の空間解像度の粗さ等が考えられます。一方、空撮画像から樹木個体ごとの樹冠識別が難しく、バイオマス推定に必要な本数密度を推定できませんでした。

UAV を活用することで、里山林の植生タイプとやや誤差があるものの樹冠高を把握できました。ポイントは、植物の季節性をうまく活用する事にありました。これは、衛星や航空機とは異なり、任意のタイミングで柔軟に空撮を行うことができる UAV の特性が発揮された結果と言えます。今後は、今回の手法の汎用性について、他地域に適用し検証する必要があります。

謝辞：

本研究は龍谷大学宮浦富保教授はじめ同研究室メンバーならびに同大学里山学術研究センター林珠乃氏との共同で行いました。

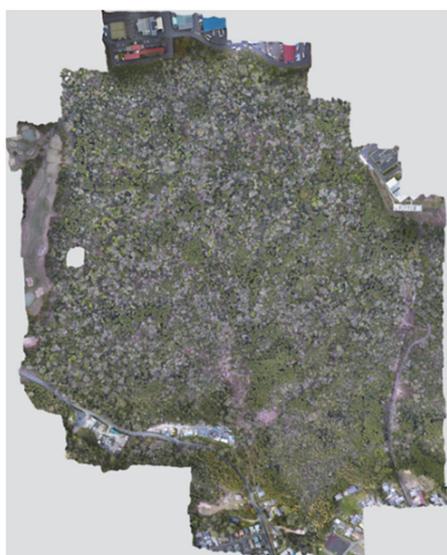


図 1 UAV から撮影した写真を合成し、1 枚の画像 (オルソ画像) にした事例 (4/20 撮影)。灰緑色が落葉樹が展葉している様子を捉えています。

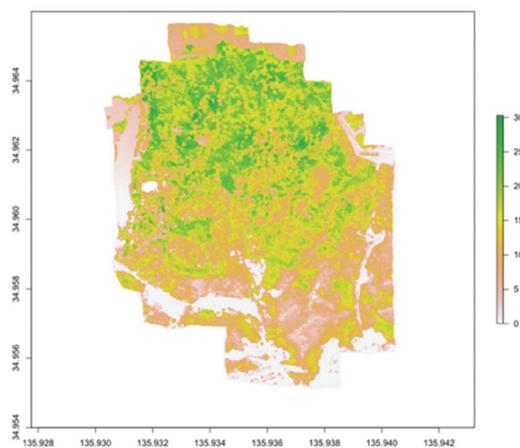


図 2 UAV から推定された樹冠高。実測との誤差は平均 3.8m。

気候変動と森林

森林環境研究グループ 高梨 聡

気候変動に関する政府間パネル

(Intergovernmental Panel on Climate Change, 略称: IPCC) は、第5次評価報告書の中で気候システムの温暖化は疑う余地がなく、20世紀半ば以降の温暖化の主な要因は、人間の様々な活動の影響の可能性が極めて高いと報告しています。この報告は、世界中でCO₂濃度やCO₂輸送量(吸収・放出量)の観測によって得られる科学的根拠に基づいています。森林総合研究所においても、森林のCO₂吸収量を定量的に測定するために、森林において微気象観測タワーを用いたモニタリングを実施しています(写真)。観測には、CO₂が近赤外線を吸収する性質(温室効果)を利用しており、30分間の吸収量の連続観測が行えるようになっています。

植物は光合成によってCO₂を吸収すると同時に、呼吸によってCO₂を放出もしています。森林生態系においては、植物によって取り込まれた炭素がすぐにCO₂になるのではなく、森林内部を流れ、放出されており、炭素循環を形作っています。炭素循環は植物が光合成によって、二酸化炭素を取り込み、糖などの光合成産物を合成するところから始まります。光合成産物は植物自身の成長に使われる他、植物が生きていくためのエネルギーとして呼吸によって代謝され、再び二酸化炭素となり、大気中に放出されます。光合成産物によって生産された植物の種や果実は動物の栄養源となり、また落葉や落枝等は土壌微生物たちのエネルギー源となり、これらの従属栄養生物によって消費され、CO₂となり再び大気中に戻ります。また、高等植物は気孔を介してCO₂を吸収していますが、気孔からは同時に蒸散作用によって水分が失われていきます。植物は蒸散作用による乾燥を防ぐために、気孔開度を調節し、光合成を行っています。蒸散作用には気化熱によって温度の上昇を防ぐ効果もあります。したがって、森林は炭素循環の他、熱・水循環においても大きな役割を担っています。

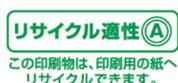
植物が光合成を行い、その生息域を増加させたことにより、CO₂濃度が減少し、酸素が増加し(オゾン層が生成され)、現在の気候を形作る大気組成となり、その環境の下、人類は繁栄して来ています。ところが、19世紀以降の化石燃料の使用により、急速にCO₂濃度が上昇し、現在の地球は人類史上例を見ない高CO₂濃度条件下にあります。気候は太陽と地球との距離等によっても周期的に変動しますが、現在の温暖化傾向はCO₂やメタンをはじめとする人為起源の温室効果ガスによりもたらされていると考えられています。気候変動により、植生が変化し、台風の増加や高緯度への移動による風害、生物の分布域の移動により虫害が拡大することなどが予測されていますが、森林生態系は様々な生物が相互作用しあって成立している複雑な生態系であり、その影響について予測することは非常に困難でありまだまだ不確実性が高いと言えます。森林は炭素を蓄えるバッファとして機能しているため、森林の荒廃は炭素吸収源を減少させるに留まらず、土壌からのCO₂放出を増加させ気候変動を加速させる可能性があります。気候変動に伴う森林生態系の変化を観測し、森林のCO₂吸収量の変動要因を明らかにすることが、地球環境変動の現状把握・予測にとって重要であると考えられ、世界中での観測が推進されています。



写真 微気象観測タワー
(山城水文試験地：京都府木津川市)

巻頭帯写真について：関西支所樹木園メタセコイア並木

本誌を含む関西支所刊行物は
こちらからご覧になれます。



研究情報 第134号

令和元年11月29日発行

国立研究開発法人 森林研究・整備機構

森林総合研究所関西支所

京都市伏見区桃山町永井久太郎 68 番地

〒612-0855 Tel. 075 (611) 1201 (代表)

Fax. 075 (611) 1207

ホームページ <http://www.ffpri.afrc.go.jp/fsm/>