

流木等の生分解促進に向けた白色腐朽菌の培養と接種用種駒の作成について

国研) 土木研究所寒地土木研究所 ○村上泰啓、布川雅典
北海道大学農学研究院 宮本敏澄、白鳥允樹
帯広工業高校 岡本博

1、はじめに

地震や土砂災害により発生した木質系廃棄物のうち、土砂が混入した根茎部などは多くの場合、土砂を噛んでいるため利活用が困難なほか、焼却炉に悪影響を及ぼすため、最終処分場に運搬処理されるケースが多い。近年の災害頻発に伴い、こうした廃棄物は最終処分場の容量を圧迫するため、懸案となっている自治体もある。白色腐朽菌は木材のリグニン、セルロース、ヘミセルロースのすべてを分解する能力を持っているとされ、しかも身近に生息している場合が多い。ここでは河川周辺に生息する木材腐朽菌を採取し、分離培養ののち、流木根茎部など利活用が困難な木質ゴミの生分解の促進に向けた白色腐朽菌接種用の種駒の製作を試みたほか、帯広工業高校との協同で、流木に見立てた丸太への木材腐朽菌接種試験を行ったので、概要を報告する。

2、検討手法と結果

白色腐朽菌は地球上で唯一、樹木の構成要素であるリグニン、セルロース、ヘミセルロースを分解できる生物であり、しかも、いくつかの種は食用として流通し、砂防区間、河川区間でも条件によっては容易に見出すことができる。筆者らは、北海道内の一級河川流域(図-1)の河畔林を踏査し、白色腐朽菌の子実体を採取し、クーラーボックスで持ち帰った。次に、表-1に示す機材を用い、図-2の手順で無菌的に菌糸を分離し、シャーレ上の培地に移植した。シャーレは、23度に設定したインキュベータ内に保管し、菌糸が十分成長するまで培養した。図-4は3種の白色腐朽菌の培養状況の例である。子実体から分離した菌糸は、コンタミ(雑菌による汚染)が無ければ、概ね3週間程度でシャーレ全体に成長することが把握された。現在、子実体から分離培養された菌糸(表-2)は継代培養しながら現場への接種用に保管している。切り株接種用の種駒の製造は次の通り。長万部の竹林木材より購入したブナ製の原駒、米ぬか、おが粉、水を混合し、ポリビンもしくは栽培袋に投入後、オートクレーブで滅菌、放冷する。その後、培養菌糸を接種し、30日から40日程度インキュベータで培養することで、接種用の種駒が完成する。なお、完成した種駒は冷蔵庫で保管することで、数か月は保存できると思われる。現在までに、エノキタケ、ヌメリシギタケモドキ、ウスヒラタケの3種の種駒を作成し、令和3年度、名寄河川事務所の河畔林伐採切り株への適用を調整中であるほか、十勝川で採取されたエノキタケ菌株についても、種駒を作成中である。

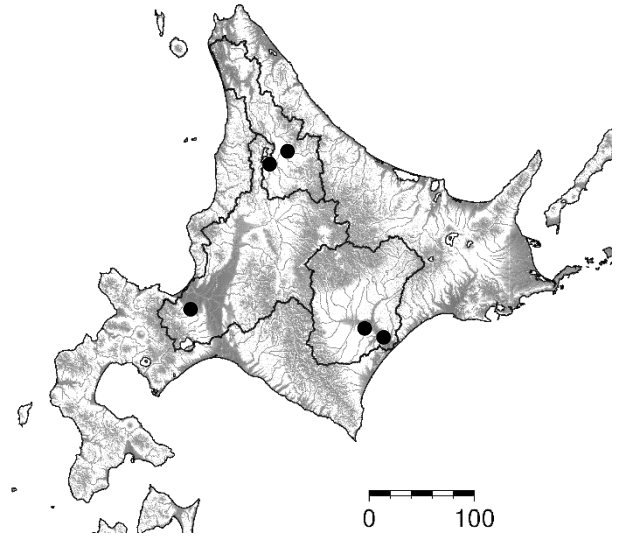


図-1 位置図(黒丸が腐朽菌採取位置)

表-1 子実体からの菌糸分離・培養資機材例

資機材名	役割
クリーンブース	無菌環境
培地入りシャーレ	菌糸の培養用
メス	子実体等からの菌糸分離用
パラフィルム	培地入りシャーレの密封用
滅菌用エタノール	使用する資機材、手の殺菌
クーラーボックス	培地や子実体の冷蔵用
オートクレーブ	培地の滅菌用

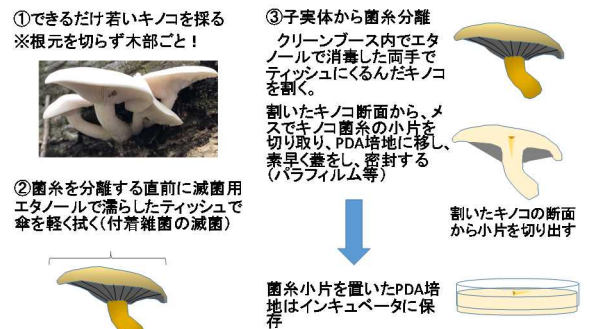


図-2 白色腐朽菌子実体からの菌糸分離手順概要

3、白色腐朽菌について

白色腐朽菌が含まれる菌界は、図-3の生命系統樹上では真核生物ドメインに含まれる動物界、植物界と同列に位置付けられている。2018年にKewGardenが公開したState of the World Fungi¹⁾によれば、2017年だけでも2189種の新種が発見されているほか、植物の9割が菌根菌と何らかの共生関係を持っているとされる。白色腐朽菌は生活史のサイクルで、子実体(いわゆるキノコ)を発生させ、胞子を放出する。ただし、単一の胞子から成長した菌糸は生殖能力がないため、同種の異なる交配因子を持つ菌糸と融合し、2核菌糸として成長して初めて子実体を形成できるとされる。このため、採取した子実体から分離した菌糸が2核菌糸であれば、少なくとも担子菌であることが把握できる。2核菌糸では、菌糸の

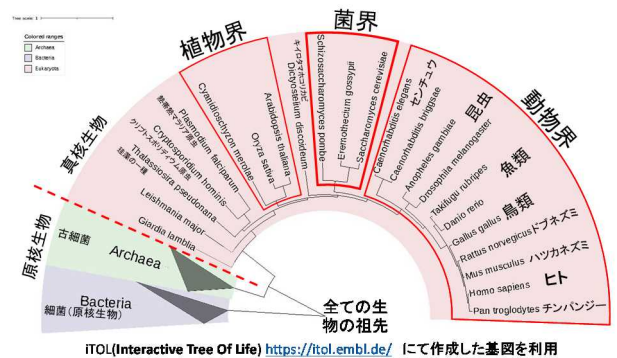


図-3 系統樹上の菌界の位置

成長に伴い、クランプ結合と呼ばれる構造が菌糸中にみられることが分かっている。ここでは、分離培養したヒラタケ、ブナシメジ、ツリガネタケの3種の培養菌糸の顕微鏡観察（1000倍）結果を図-4に示す。いずれの菌糸もクランプ結合がみられ、2核菌糸であることが分かる。なお、エノキタケ菌糸をおが粉培地で培養し、子実体を発生（写真-1）させることで、種同定が可能であることも確認できた。

表-2 分離培養した白色腐朽菌

種名	採取場所、時期
エノキタケ	名寄市、10月
ヌメリスギタケモドキ	名寄市、10月
ウスヒラタケ	士別市、8月
ムキタケ	札幌市、10月
ブナシメジ	札幌市、10月
ヒラタケ	札幌市、7月
ツリガネタケ	札幌市、12月



写真-1 培養した在来種のエノキタケの子実体

4. 帯広工業高校との協働

帯広工業高校では、平成28年8月の台風に起因する洪水災害で、十勝川流域で大量に発生した流木に着目し、独自に木材腐朽菌による流木の分解試験を開始した。流木を河川敷上にどのように配置すれば腐朽が進むかについて、帯広河川事務所の協力を得て、河川敷地内において流木の設置試験を行っている。寒地土木研究所では、新聞報道により帯広工業高校の取り組みを知り、平成30年度末より協働を開始した。当初、十勝川在来の白色腐朽菌株を保有していなかったこともあり、市販の白色腐朽菌種駒を利用し、流木に見立てた柳丸太に接種を行った。接種の際は、寒地土木研究所が保有していた資機材を利用したほか、同行した北海道大学農学部との協力を得ながら、生徒に接種間隔などの指導を行った。腐朽菌接種後の丸太については、帯広建設管理部（北海道庁）の協力で、機関庫の沢の河川敷に設置（写真-2）し、帯広工業高校環境土木科の生徒らが腐朽の程度をピロディンなど物理的な計測器で継続的に調査中である。なお、当日の様子は地元の十勝毎日新聞社、北海道新聞社、NHKが取材し、新聞報道やNHK北海道のローカルニュースで放映された。現在、十勝川在来のエノキタケ菌株の培養も行っており、今後、帯広工業高校で実施する流木腐朽試験への活用も検討している。

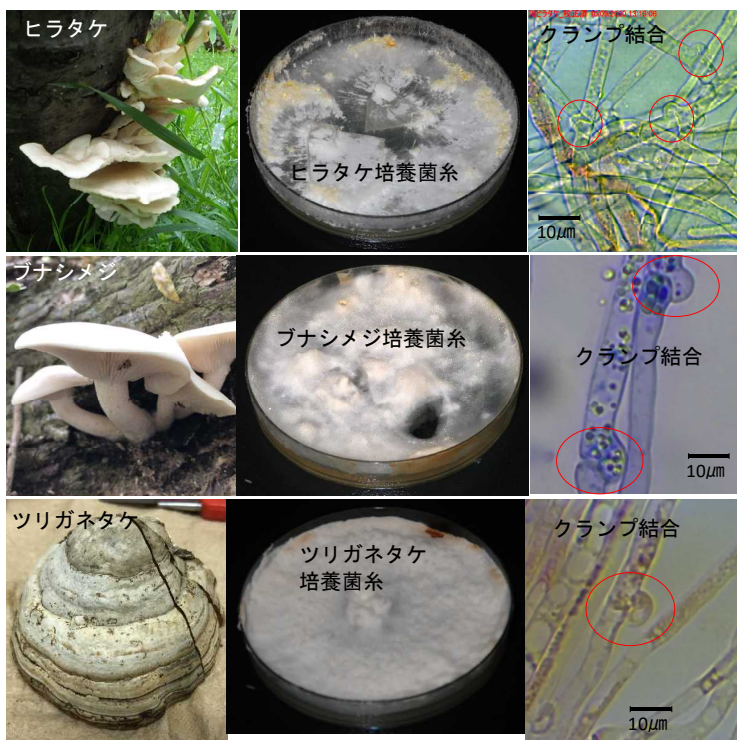


図-4 3種の白色腐朽菌の菌糸培養状況、顕微鏡写真

5. おわりに

豪雨の頻発により、国内外で木質系の災害ゴミが大量に発生している。特に土砂混じりの木質系ゴミはチップ化自体が困難であり、水分量が多い場合は焼却処理しにくい。最終処分場で処分される場合が少なくない。ここでは、白色腐朽菌を木質系災害ゴミ、特に流木に適用することを目的とし、在来の白色腐朽菌を採取して菌糸を分離培養し、接種用の種駒を生産可能であることを示した。運搬・排出が困難な流木や、例えば河畔林伐採後に枯死した切り株などにこうした白色腐朽菌を接種することで、生分解が進むことが期待される。また、白色腐朽菌が繁殖した枯死木には、菌食性の昆虫が繁殖しやすくなるため、生態系保全上も有益となることが考えられる。ただし、白色腐朽菌によっては、林業や果樹などの病害の原因となる種もあるため、白色腐朽菌であればどの種類でも良いわけではない。このため、白色腐朽菌を活用する場合は専門家の助言を得ることが重要である。種駒方式は接種の確実性が高いと考えられるが、ドリルで接種用の穿孔をしなければならないため、手間がかかる。このため、もっと簡易な接種方法も検討していく必要があると考えられる。今後は、実際に作成した種駒を河川敷の流木に接種し、帯広工業高校の生徒の協力も得ながら、流木の腐朽過程を物理的な計測項目で継続的に調査するほか、採取した以外の白色腐朽菌株も収集し、どういった菌株が流木をより腐朽させやすいかなどについても調査していきたい。

参考文献

- 1) Willis, K. J. State of the World's Fungi 2018. Report Royal Botanic Gardens, Kew, 2018.



写真-2 帯広工業高校との協働風景 (R1. 11. 18)