資料

切り捨て間伐材のシロアリによる生物劣化促進

須原 弘登^{*1}, 中谷 誠^{*1}, 森 拓郎^{*2}, 伊藤 貴文^{*3}

1. 背景

日本の林業においてスギの利用に伴い多量に産出される林地残材の処理は大きな課題の一つである。平成22年度に農林水産省が作成した「バイオマス活用推進基本計画」¹⁾によると全国で発生する末梢や伐根、間伐材などの林地残材は乾燥重量で年間800万tに及びこのほとんどが未利用となっている。

林地残材の利用は日本全国どこでも同じような状況にあると考えられる。筆頭筆者の所属する宮崎県は県土の76%が森林で、豊富なバイオマス資源を有している。この豊富な森林資源を背景に、スギの素材生産量は平成3年から23年連続日本一を誇り、林業が主要な産業の一つとなっている林業県である。そのため宮崎県は林道などの路網の整備や大型工場の建設、林業機械の導入が進んでおり、林産資源を活用するには適した土地柄と言える。しかしながら、スギ素材を生産する際に発生する林地残材はやはり全く利用されておらず、その量は炭素換算量で年間20万t（湿潤重量では77万t）に及ぶと推計されている²⁾。その内訳は切り捨て丸太がおおよそ半分の10.5万tを占め、枝条が7.8万t、末木が1.6万tとなっている。これらの未利用木質資源の有効利用に関しては様々な検討、特に近年ではエネルギー資源としての利用が検討されているが、伐採・搬出のためのコストが高く、利用が進んでいない³⁻¹¹⁾。いくつかの研究においては搬出・利用のためのコスト削減につい

て検討しており、収集の容易な範囲の林地残材に関しては経済的に成立する旨を報告している^{4, 5, 9, 12, 13)}。しかしながら、日本では急峻な山の斜面や主要幹線道から大きく離れた場所に植林地がある場合も多く、これらの林地残材を運び出し利用するには林道付近の林地残材と比較すると格段に大きな労力とコストを要し、このコストに見合う利用方法は見出されていないのが現状である。

そこで、本研究ではこれらの林地残材、特に切り捨て材などの材部について、スギ材の食害を誘発し、腐朽・劣化による堆肥化を促すことで、森林の資源循環を促進し、人工林の健全化及び環境保全を図ることを目的とし、スギ丸太に簡便な処理をおこなう事でシロアリ誘引または食害の増大効果のある物質の探索をおこなった。シロアリの食害を促進するためには、2つの促進誘導方法が考えられる。一つ目はシロアリの誘引効果で、性フェロモンや集合フェロモンのようにシロア리를餌におびき寄せることで食害を誘起する方法である。もう一つは餌にシロアリの好む物質を添加することで、摂食を促進する方法が考えられる。前者は揮発性で、後者は不揮発性である可能性が高い。今回の検討もこのいずれかの効果を狙い、シロアリに対して食害の促進が期待される化合物による処理を検討した。

本研究によりスギ材の速やかな分解が可能になれば、利用が困難な地域にある林地残材が短期間で土壌に還元され、次の植林を速やかにおこなえ

* 1 宮崎県木材利用技術センター

* 2 京都大学生存圏研究所

* 3 奈良県森林技術センター

Corresponding author : Hiroto Suhara (suhara-hiroto@pref.miyazaki.lg.jp)

るようになり、林業サイクルの促進が図れると考える。

2. 材料及び方法

2.1 供試木

林地残材モデルとして、宮崎県産のスギ (*Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D. Don) の小径木 (長さ 4 m, 末口径 100~180 mm) を都城原木市場株式会社より購入し、試験に供した。スギ小径木はチェーンソーで長さ 50 cm にカットした後、人工乾燥をおこなった。乾燥は 2013 年試験開始分については 60℃、湿度 50% に設定した恒温恒湿室 (MTH-140HP, パナソニック株式会社製) で 2 週間、2014 年試験開始分は木材乾燥機 (MIYAZAKI 式全自動木材乾燥装置, オリムピア工業株式会社製) で 60℃ で 5 日間乾燥した。

2.2 試験地

京都大学生存圏研究所生活・森林圏シミュレーションフィールド (以下 LSF という) : 鹿児島県日置市吹上町今田 (吹上浜), 北緯 31 度 30 分 51 ~ 2 秒 東経 130 度 19 分 46 ~ 7 秒の範囲。

2.3 食害促進処理

過去の検討¹⁴⁻¹⁹⁾ を参考に、シロアリに対して食害の促進が期待される化合物を用いた処理を検討した (表 1)。以下に詳細を示す。

赤木¹⁴⁾ により、木灰からヒドロキシアパタイト (以下 HAp という) を合成する目的で合成したリン酸カルシウム化合物 (以下 CaP という) を含浸した処理木材はシロアリによる食害が増大する可能性が示されている。赤木の報告では、処理に用いた CaP そのものか、合成時に用いる中和剤の酢酸 (和光純薬工業株式会社製) に食害増大の効果があるのかが不明であったため、本研究では両者について検討した。CaP は合成したものと、市販の HAp (キシダ化学株式会社製) を用いた。

丸ら¹⁵⁾ によりスポーツドリンクにシロアリの食害を増大させる効果が報告されていることから、市販の粉末スポーツドリンクを市販品と同じ 4.8 g/100 ml で用いた。クエン酸 (和光純薬工業株式会社製) はスポーツドリンクの構成成分であり有機酸でもあることから、スポーツドリンク及び酢酸の対照として用いた。

表 1 スギ材の食害促進試験の処理条件一覧

処理	処理量 (/本)	処理方法	期待される効果	設定した理由
2013年設置分				
2013年合成リン酸カルシウム (CaP)	4 g	水懸濁塗布	摂食促進	文献14
5 % (v/v) 酢酸	100 ml	スプレー塗布	集合誘引	文献14
2013年合成CaP + 5 % (v/v) 酢酸	上記処理に準じる	懸濁塗布	摂食促進 + 集合誘引	文献14
クエン酸	5 g	スプレー塗布	摂食促進	酢酸の比較対象及びスポーツドリンクの成分
スポーツドリンク	4.8 g	スプレー塗布	摂食促進	文献15
ラーチエクストラクト	3.9 g	水溶液塗布	摂食促進	文献16
クスノキ精油	20 ml	スプレー塗布	集合誘引	文献17
キチリメンタケ	20 駒	駒打ち	集合誘引	文献16, 19
無処理				
2014年設置分				
2014年合成 CaP	4 g	水懸濁塗布	摂食促進	文献14
ハイドロキシアパタイト	4 g	水懸濁塗布	摂食促進	文献14
タケ粉末	4 g	散布	?	文献18
タケ粉末 + 2014年合成 CaP	4 g + 4 g	散布	摂食促進 + ?	文献14, 18
キチリメンタケ	20 駒	駒打ち	集合誘引	文献16, 19
キカイガラタケ	20 駒	駒打ち	集合誘引	キチリメンタケの同属別種
無処理				

Ohmura¹⁶⁾の報告でカラマツ (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière; Japanese Larch) 抽出物中のアラビノガラクトンに摂食促進効果がある事が示されていることから、市販品のラーチエクストラクトを購入し試験に供した。本研究で用いた製品は1.3g/粒あたりセイヨウカラマツ抽出物 1 g を含み、抽出物中のアラビノガラクトン含有量は85%である。

カンファーは屋我の報告¹⁷⁾でシロアリを誘引する可能性が述べられている。本試験ではカンファーを約30%含むクスノキ精油(水蒸気蒸留; フジヤマスライサー社提供品)を用いた。

増田ら¹⁸⁾はタケ粉末をシロアリが好んで摂食すると報告している。このことから宮崎市で採取したモウソウチク (*Phyllostachys heterocycla* Matsum. f. *pubescens* (J.Houz.) D.C.McClint.) を粉碎し、80mesh 以下にした粉末を試験に用いた。

Esenther¹⁹⁾らにより、キチリメンタケ (*Gloeophyllum trabeum* (Pers.) Murrill; NBRC6430) による腐朽がシロアリを誘引することが報告され、その実体がイエシロアリやヤマトシロアリの道しるべフェロモンである (*Z,Z,E*)-3,6,8-dodecatrien-1-ol (以下 DTE-OH という) であることが Ohmura¹⁶⁾により報告された。この DTE-OH による誘引効果を期待し、キチリメンタケを用いた。また、キチリメンタケと同属別種のキカイガラタケ (*Gloeophyllum sepiarium* (Wulfen) P. Karst.; WURCC0089) について、ケモタキシノミー的な観点から DTE-OH と類似した化合物を生産・分泌する可能性が考えられたので、対照として用いた。

2.4 ヒドロキシアパタイトの合成

赤木の報告¹⁴⁾では木灰を原料として合成した HAp を用いていたが、本検討では高い HAp 収率が期待できる鶏糞燃焼飛灰を原料とした。鶏糞燃焼飛灰は宮崎県内の畜産系廃棄物処理業者より譲り受けたものを用いた。HAp 合成は土手の報告²⁰⁾に従っておこなった。鶏糞飛灰500g に蒸留水500ml を加えスラリー状にし、これに 5 mol/L の塩酸(和光純薬工業株式会社製)を攪拌しながら、pH1.5になるまで少量(20~30ml) ずつ加えた。一晚静置後、上清を回収し、10mol/L の水酸化ナトリウム(和光純薬工業株式会社製)溶液を攪拌

しながら溶液の pH が10になり白色沈殿を生じるまで少量ずつ添加した。白色沈殿は酢酸を加えて中和したのち回収した。この白色沈殿を HAp を含む CaP とみなし試験に供した。この合成は2013年と2014年にそれぞれおこなったのでそれぞれの合成物を以降“2013_CaP”, “2014_CaP” とする。

2.5 元素組成分析

250 μ m の篩を通過した合成 CaP を120℃の真空乾燥装置で乾燥し分析に供した。CaP は蛍光 X 線分析装置 ZSX100e (株式会社リガク, 東京, 日本) にて Rh 50KW, 分析範囲 F~U, 試験体径30mm, 真空下で分析した。

2.6 X 線結晶構造解析

250 μ m の篩を通過した CaP をそのまま、または電気マッフル炉 (FB1314M, Barnstead Thermolyne co. IA, USA) にて600℃で5時間焼成したものを分析に供した。結晶構造解析は高出力 X 線回折装置 RINT-TTR (株式会社リガク) を用いて40KV, 50mA, $2\theta = 2^\circ \sim 60^\circ$, サンプルング幅0.01°, スキャン速度2°/分でおこなった。分析後は蛍光 X 線分析の結果を基に、統合粉末 X 線解析ソフトウェア PDXL (株式会社リガク) によるライブラリサーチをおこない、結晶構造を推定した。

2.7 試験体の設置

乾燥したスギ丸太5本1組を1試験体とし、これに対し表1に示す害促進処理をそれぞれおこなった。2013年開始分は9種の処理を行った試験体(5本1組×9処理区=45本)を、2014年開始分は7種の処理を行った試験体(5本1組×7処理区=35本)を4セット用意し、2013年試験開始分は試験区1~4に2014年試験開始分は試験区5~8に設置した。試験体を設置する際は、地面をタケ箒で掃いて、砂地の表面が見えるようにしたのち、5本の試験体を平行に密着するように平積みで設置した。木材腐朽菌の駒打ちをしたもの以外は、5本1組の試験体を1m×1mのブルーシートで被い、シートの端をアンカーで固定し、落葉や雨水がかからないようにした。木材腐朽菌による処理をしたものは、設置した試験体の上に落ち葉やコケなどを厚さ2~3cm 程度被せて保湿できるようにした。試験体の設置は2013年6月

8日（試験区1, 2）, 同17日（試験区3, 4）と、その次の年の2014年6月19日（試験区5～8）におこなった。

2.8 蟻害の評価

設置した試験体の経過観察は2013年7月, 9月, 11月, 2014年1月, 6月（2013年設置試験体）と2014年7月, 9月, 10月, 11月, 2015年1月（2013年設置試験体及び2014年設置試験体）におこなった。蟻害の評価は目視でおこない、各丸太に「食痕」「虫体」「蟻道形成」が見られた場合をそれぞれ1点とし点数化した。「虫体数が多い場合（およそ100頭以上）」, 「食痕が材内部にまで及ぶ場合」, 「蟻道が接地面と反対の試験体上部に登上している場合」はそれぞれさらに1点を加算した。1試験体は5本1組なので、1試験体の1回の調査での最大得点は30点になる。設置した丸太を毎回全て確認し、各月の調査結果を累積加算したものを、「蟻害累積点数」として蟻害の評価をおこなった。なお、2013年設置分は2013年度末に評価のため試験体5本のうち2本を回収した。そのため、2014年の調査では1試験体が3本1組となっており、1回の調査での最大得点は18点となっている。

3. 結果及び考察

3.1 試験期間中の気候

本研究期間中の気候は年ごとに大きく異なり、特にシロアリの活動が盛んな夏季の気候は2013年と2014年で対照的であった。2013年は全国的な暑夏の影響を受け、西日本で平均気温平年差が+1.2℃と観測史上最高となり、鹿児島県は猛暑日日数が観測来最大であった。このため、薩摩半島の夏の日照時間は平年比100～110%、降水量は平年比60～40%となる猛暑・少雨の夏であった（気象庁発表資料：<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/stat/tenko130608.pdf>）。その後、秋は平年並みの天候で、冬に北日本から南下する寒波の影響で寒冬となった。薩摩半島の通年での天候は平年比で平均気温が0～0.5℃、降水量は60～80%、日照時間は110～120%となり、夏は暑く少雨で、冬は寒い年であった（気象庁発表資料：<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/stat/tenko2013.pdf>）。

対して、2014年は6月から8月まで雨天で気温の低い日が多い年で、薩摩半島は平年と比べて平均気温が-0.5～-1℃、降水量が120～140%、日照時間は70～80%となり11年ぶりの冷夏となった（気象庁発表資料：<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/stat/tenko140608.pdf>）。秋以降は10月に上陸した台風の影響で降水量が多くなったが、そのほかは平年並みであった。通年では平年比で平均気温が-0～0.5℃、降水量は120～140%、日照時間は90～100%となり、記録的冷夏の年であった（気象庁発表資料：<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/stat/tenko2014.pdf>）。この気候がシロアリの活動に及ぼした影響は定かではないが、2013年の結果と2014年の結果を単純に比べることは出来ないと思われる。

3.2 劣化促進試験

図1に2013年設置分の蟻害累積点数を、図2に2014年設置分の蟻害累積点数を示す。

図1-A, 2-Aに示す通り、蟻害の程度は設置した試験区ごとに大きく異なり、ほとんど蟻害の見られない試験区もあった。2014年試験開始分は、試験区ごとの蟻害累積点数の差が非常に大きく、蟻害のおよそ6割が試験区8に集中した（図2-A）。

図1(A) 2013年試験開始分の試験区ごとの蟻害累積点数

■は2013年度分（1試験体5本1組；9処理区分）、□は2014年度分（1試験体3本1組；9処理区分）の蟻害を示す。

図 1(B) 2013年試験開始分の処理区ごとの蟻害累積点数

各処理区の左側の棒グラフは2013年の蟻害を、右側の棒グラフは2014年の蟻害を示す。各試験体とも2013年は5本1組、2014年は3本1組の結果。■は試験区1、▨は試験区2、■は試験区3、□は試験区4の蟻害を示している。2013_CaPは2013年に合成したリン酸カルシウム。

図 2(A) 2014年試験開始分試験開始分の試験区ごとの蟻害累積点数

各試験区に置ける累積蟻害点数を示す。

今回の検討では、2013年試験開始分の2013_CaP、2013_CaP+酢酸、酢酸、キチリメンタケ処理区の試験1年目の蟻害累積点数が無処理区よりも大きくなった（図1-B）。これらは4試験区中3試験区で無処理区よりも蟻害累積点数が大きかった。

2013年試験開始分の試験体は2年目には無処理の試験体の蟻害が進行し、処理区との差を見ることが難しくなった。2年分の結果を併せると、CaP処理（2013_CaP及び2013_CaP+酢酸）をおこなった試験体の蟻害累積点数が大きくなっており、CaPによるシロアリ食害増大効果が期待された。

2014年試験開始分は2014_CaP処理区以外で蟻害累積点数の増大が見られた（図2-B）。中でもタケ粉末処理区は、今回の検討で唯一、設定したすべての区で無処理区よりも蟻害累積点数が高くなった。

今回の検討では、タケ粉末処理区を除いて、蟻害の程度は場所により大きく異なっており、遠く

図2(B) 2014年試験開始分の処理区ごとの蟻害累積点数

■は試験区5, ▨は試験区6, ■は試験区7, □は試験区8の蟻害を示している。2014_CaP：2014年に合成したリン酸カルシウム。

離れた場所からシロアリを誘引するような劇的な効果 (aggregation pheromone または tail-following effect) は無いと考えられた。揮発性のない CaP または HAp の蟻害累積点数の増加は食害促進 (Feeding-acceleration) 効果であると推察された。タケ粉末による蟻害の増大が、上記の効果のいずれによるものかは現段階では不明であり、今後の検討課題としたい。

今回の検討では、クスノキ精油、ラーチエクストラクト、スポーツドリンク、クエン酸では蟻害の促進効果が見られなかったが、丸ら¹⁵⁾ はスポーツドリンクではドリンク種ごとに最適濃度が異なるとしており、本研究で用いた濃度が適当でなかった可能性もある。今回効果のみられなかった他の処理も、過去の報告^{16, 17)} と全く同じ条件ではないため、現段階では効果が無いと結論付けることは出来ず、今後の検討を要する。

3.3 各試験区の詳細

蟻害の増大の見られた処理をそれぞれ見てみると、タケ粉末を用いた二つの処理区の蟻害累積点数が共に高くなっており、タケ粉末処理が食害促

進に効果的である可能性が示された (図2-B)。タケ粉末は今回検討した処理の中では最も安価であり、実用性が非常に高い有効な手法と言える。そのため、今後再現性の検証を進めながらタケ粉末と食害促進の期待できる他の処理を組み合わせることで、より効果的な方法を見出したいと考えている。

キチリメンタケとキカイガラタケは、両種とも試験に供した1年目は無処理区よりも蟻害累積点数が高くなった (図1-B, 2-B)。2013年設置分のキチリメンタケ処理区では11月ごろから子実体の発生も見られており、試験体の本菌による腐朽が進んでいると考えられた。しかし一方で、試験区によっては無処理区よりも蟻害累積点数が低い試験区もあり、Ohmura¹⁶⁾ により報告された DTE-OH が今回どの程度分泌されたかは不明であるが、菌糸成長に伴い一定量放出されると仮定するなら、今回設置した試験体間の距離を考慮すると、数十メートル以上離れた場所からシロアリを呼び寄せるような大きな効果は無いと考えられる。この両種の木材腐朽性担子菌による処理では、

シロアリがいなくても菌の腐朽により材の劣化が進行する。このため、駒打ちの手間はあるものの、シロアリの食害を副次的に狙う「腐朽菌-シロアリ複合的生物劣化促進法」として有効と考えられる。

酢酸処理をおこなった2つの処理区（「酢酸」及び「2013_CaP+酢酸処理区」）では1年目に蟻害の増大効果が見られており、2年目では酢酸が揮発したためかその効果は見られなくなった（図1-B）。一方で、2013_CaP処理をおこなった2つの処理区（「2013_CaP」及び「2013_CaP+酢酸処理区」）では1年目に大きな蟻害増大効果が見られており（図1-B）、2年間の合計でもこの両処理区の累積蟻害点数が増大している。今回の検討では、CaP、酢酸のいずれにもシロアリの食害を増大させる効果があるように見え、両者を併用することで、より効果的な食害促進が期待できると考えられた。CaPの比較対照としてもちいた市販 HAp も2014年の試験では累積蟻害点数の増大が見られた（図2-B）。他の処理と異なり、2013_CaP、HAp 処理した試験体では食害が材の内部まで及ぶものや、試験体全体が蟻道で覆われているものが多く存在しており、処理効果が高いことが期待された。一方で2014_CaPでは累積蟻害点数の増加は見られず（図2-B）、2013_CaP 及び HAp 処理区と異なる結果となった。この結果から、2013_CaP、2014_CaP 及び HAp の化学的特性に違いがある可能性が考えられたため、X

線による分析をおこなった。

3.4 CaP, HAp の結晶構造解析

合成した CaP 及び市販 HAp の蛍光 X 線分析の結果を表2に示す。合成したCaPはカルシウム、リン以外の元素を含んでいることが示された。特に塩素は10%以上、マグネシウムは6-8%含まれていた。カルシウム/リン酸の含有比は、市販 HAp が3.59であるのに対し、2013_CaP が2.51とリン酸比が高くなっており、2014_CaP は3.17で市販品と同程度であった。X 線結晶構造解析の結果（図3）、市販 HAp には18本のピークが検出され、ライブラリ検索で FOM (Figure Of Merit: 一致度を表す数値。値が低いほどよい。) 値 0.546で HAp と推定された。一方、2013_CaP は11本のピークが、2014_CaP では9本のピークが検出されたが、ライブラリ検索で適当な化合物を推定できなかった。合成 CaP の脱水、再結晶化のため CaP を焼成し再分析をおこなったところ、2013_CaP は12本のピークが、2014_CaP は15本のピークが検出されるようになり、市販 HAp との共通のピークが増え、波形も近くなった（図3）。ライブラリ検索の結果、2013_CaP はクロロアパタイト: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \text{F}_{0.09} \text{Cl}_{0.88}$ (FOM=0.753; HAp との FOM は0.945), 2014_CaP はリン酸カルシウム化合物類: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \text{F}_{0.39} \text{Cl}_{0.33}$ (FOM=0.579; HAp との FOM は0.617) と推定され、試験に用いた CaP が HAp と比べ結晶化度が低く、さらに、その一部が他の元素で置き換わったもの

表2 試験に供したリン酸カルシウム化合物の元素組成分析

成分名	市販 HAp* ¹ Mass%	2013年合成 CaP* ² Mass%	2014年合成 CaP Mass%
Ca	77.52	46.33	53.25
P	21.60	18.43	16.78
Mg	0.52	8.75	6.38
Cl	—* ³	15.63	11.82
K	—	3.91	4.11
Na	—	2.23	3.06
Mn	—	1.15	1.30
Zn	—	0.98	1.28
Ca/P ratio	3.59	2.51	3.17

*1 HAp: ヒドロキシアパタイト

*2 CaP: リン酸カルシウム

*3 —: 検出下限以下

図3 試験に用いたハイドロキシアパタイト (HAp) 及び合成リン酸カルシウムのX線結晶構造解析

各解析結果は波形が重ならないようベースラインを補正した。波形データの下に自動解析で検出されたピークを示す。▲は市販 HAp と共通のピーク (誤差0.3° 以内), △は市販 HAp には検出されなかったピーク。

であることが示唆された。今回の検討では、結晶化度の低い2013_CaPと結晶化した市販 HAp による処理で蟻害累積点数の増加が見られていることから、蟻害の増大効果は HAp の結晶化度に依存しておらず、その構成成分であるカルシウム、またはリンに効果がある可能性が考えられた。一方で2013_CaPと2014_CaPでは大きな違いが見られず、2014_CaPで蟻害の促進が見られなかった理由は物性解析では明確にならなかった。今後は CaP 及び HAp の摂食促進効果の再現性を検証するとともに、その組成に着目したカルシウム塩やリン化合物を用いた検討をおこない、シロアリの食害を増大させる要因を明らかにしたい。

4. おわりに

本研究では、間伐材等のシロアリによる生物劣化促進を図るための検討を、実地での効果を検証するため、実験室レベルでの予備検討をせずに野

外試験を行ったが、野外では設置する場所や、気候などの影響を受け、2年間の検討では再現性のある結果を得ることが困難であった。それでも、今回の検討でタケ粉末、CaP、HAp、2種の褐色腐朽菌による処理など、幾つかの処理でシロアリの食害を促進する可能性が示された。このため、今回用いた処理で効果の望めそうなものについては、引き続き野外での検証を進めるとともに、併せて実験室レベルでの摂食試験などをおこない、その効果を検証する事が必要と考えられる。これにより、シロアリ食害の増大に効果的な処理方法見出すことはもちろんだが、シロアリの食行動に関する基礎的な知見や、シロアリの食害を制御するための方法についての知見も得ることができると期待する。

謝辞

本研究は平成26年度及び平成27年度京都大学生

存圏研究所居住圏劣化生物飼育棟 (DOL)/生活・森林圏シミュレーションフィールド (LSF) 共同利用研究によりおこなわれました。

文献

- 1) 農林水産省：バイオマス活用推進基本計画 (2010).
http://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/pdf/keikaku.pdf
- 2) 宮崎県：宮崎県バイオマス活用推進計画 (2013).
<http://www.pref.miyazaki.lg.jp/noseikikaku/shigoto/nogyo/page00004.html>
- 3) 宮崎県：宮崎県木質バイオマス活用ビジョン (2004).
- 4) 久保山裕史：林地残材の低コスト収集の可能性について，日本エネルギー学会大会講演要旨集 **13**，224-225 (2004).
- 5) 久保山裕史：木質バイオマス利用の現状と課題，山林，**1486**，25-33 (2008).
- 6) 一般社団法人日本廃棄物学会 リサイクルシステム・技術研究部会 システムチーム：木質バイオマス資源のエネルギー利用システムに関する調査，第19回廃棄物学会研究発表会リサイクルシステム技術研究部会小集会報告書 (2008).
http://jsmcwm.or.jp/recycle-group/files/2012/03/system_1.pdf
- 7) 関東バイオマス資源活用促進協議会：森林バイオマス調査，(2009).
<http://biomass.exri.co.jp/post-308/result/362>
- 8) 渡辺大詞：木質バイオマス利用に向けての一考察，林野庁森林技術総合研修所課題研究 (2011).
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kensyuu/pdf/watanabe.pdf>
- 9) 奥脇昭嗣，森智和：伐採跡地における林地残材の収集費の試算，富士山研究 **6**，17-24 (2012).
- 10) 梶山恵司：木質バイオマス利用の現状と課題 -FIT を中心とした日独比較分析-，富士通総研経済研究所研究レポート**409**，1-25 (2013).
- 11) 熊崎実，沢辺攻 編著：木質資源とことん活用読本 薪，チップ，ペレットで燃料，冷暖房，発電，一般社団法人農山漁村文化協会版 (2013).
- 12) 北海道：平成21年度林地残材の効率的な集荷システムづくりモデル事業報告書，(2009).
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/rrm/chizai/e-rinchizanzai.htm>
- 13) 栃木県：森林バイオマス (林地残材) 利用可能量詳細調査及び実証試験調査業務 (平成21年度「緑の分権改革」推進事業) 成果報告書，(2011).
<http://www.pref.tochigi.lg.jp/d02/eco/kankyau/ondanka/documents/sinnrinnbaiomassusyuseigo.pdf>
- 14) 赤木剛：木質燃焼灰を原料に製造した水酸アパタイト複合材の多機能性評価 —水酸アパタイト複合材の耐シロアリ性能評価—，平成24年度宮崎県木材利用技術センター業務報告書，49-50 (2012).
- 15) 丸尚孝，角田邦夫，吉村剛：誘引・滞留液剤によるシロアリ管理法としてのベイト工法効果発現促進，第61回木材学会要旨集 (2011).
- 16) Ohmura W. : Studies on Wood Components Affecting the Behavior of Termites. 京都大学博士学位論文 (2000).
- 17) 屋我嗣良：シロアリと木材，琉大農家便り **154**，2-4 (1968).
- 18) 増田勝則，伊藤貴文，酒井温子，染川さおり，吉村剛：第247回生存圏シンポジウム「DOL/LSF に関する全国共同利用研究成果発表会」，京都大学生存圏研究所，7-8，(2014).
- 19) Esenther, G. R., Allen, T. C., Casida, J. and Shenefelt, R. D. : Termite attractant from fungus-infected wood. *Science* **134**, 50 (1961).
- 20) 土手裕：鶏糞焼却灰からのリン酸化合物回収技術について，リン酸研究部会ニュース，**6**，6-8 (2009).

(2015.3.31受付)

要約

切り捨て間伐材などの速やかな分解のため、スギ材へのシロアリ食害を促進する物質の探索をおこなった。これまでの報告をもとに、2年にわたって13種の処理を施した試験体を吹上浜試験地内に設置し、試験をおこなった。検討の結果、食害の程度は設置個所に大きな影響を受けたが、以下に挙げるいくつかの処理では食害の促進が期待できた。初年度の検討では、合成リン酸カルシウム (CaP)、またはこれに酢酸を加えた区で顕著な食害の増大が見られた。また、キチリメンタケを植菌した区でも食害の増大が見られた。2年目の検討ではタケ粉末及びこれに合成 CaP を加えた区、そしてヒドロキシアパタイト (HAp) 処理区、キチリメンタケ、キカイガラタケを植菌した区で食害の増大が見られた。合成 CaP 及び HAp の成分分析の結果、食害増大効果がその結晶構造ではなく、含有元素に起因する可能性が示唆された。

Abstract

For short-term decomposition of residual thinnings, compounds for accelerating biodeterioration by termites were searched. According to the prior researches, 13 types of treatments were examined during 2 years at Living-Sphere Simulation Field (LSF) of Kyoto University. In this study, deterioration by termites was greatly affected by loci of set logs. Amid these circumstances, some treatments seem to accelerate deterioration of logs by termite. Synthesized-calcium phosphate (CaP), CaP with acetic acid, hydroxyapatite (HAp), bamboo powder, and *Gloeophyllum* species -treatment accelerated feeding-damage of termites than that of non-treated control. Among them, acceleration of termite feedings by CaP and HAp were especially not known. Hence, to elucidate the feeding acceleration mechanisms of CaP and HAp, chemical structure analyses were carried out. Chemical structure analyses suggested that the CaP contains some elements as impurity and has lower crystallinity, compared to HAp. According to these results, it was inferred that feeding acceleration of termite by CaP and HAp are attributed to the elements included in both compounds. Because this study is still a preliminary stage, further examination of acceleration of deterioration by termite is needed.

Keywords : biodeterioration, residual thinnings, termite