



KANAGAWA

神奈川県
自然環境保全センター

かながわの スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害 の実態と木材利用



神奈川県自然環境保全センター
平成25年3月

かながわのスギ・ヒノキ穿孔性害虫被害の実態と木材利用

目 次

はじめに	1
1 被害の実態とスギノアカネトラカミキリの生態	2
全国の被害状況	2
神奈川の被害地域	2
スギノアカネトラカミキリの生態	4
2 施業と対策	6
林業上の問題点	6
被害の回避	6
被害材利用の重要性	7
3 トビクサレのメカニズム	8
変色と腐朽の原因	8
4 被害材の耐久性と強度性能	9
被害材は腐りやすいか?	9
野外暴露した被害材	11
被害材は折れやすいのか?	11
見た目の被害と実際の強度	13
5 被害材の利用	15
木材をめぐる動向	15
土木資材への活用	15
LVL利用	18
建築材利用の取り組み	20
用語解説	22
参考文献	24
謝 辞	

はじめに

この冊子は、神奈川県におけるスギ・ヒノキの穿孔性害虫スギノアカネトラカミキリによる材質劣化被害の現状を解説するとともに、被害材の利用促進を図ることを目的としています。

かつてわが国の森林は、戦中や戦後の乱伐により荒廃が進んでいました。これを受けて1950～1960年代には、国土緑化の推進のためスギやヒノキによる拡大造林が、燃料革命により需要の少なくなった薪炭林の造林地への変換も含め進められました。現在、これらの多くが収穫の時期を迎えています。

ところが現在、日本の林業は低迷が続いています。その原因は、安価な外材の輸入と林業従事者の高齢化・担い手不足によるところが大きいとされています。担い手不足の背景には、高度経済成長期に木材需要が急激に増加したものの、その多くが輸入でまかなわれたため山地集落の労働力に余剰が生まれ、これらの労働力が第2次、第3次産業に吸収されたことが挙げられます。これらの状況の解決に向け、農林水産省では「森林・林業再生プラン」を策定し、木材の安定供給体制の確立を目指しています。神奈川

県では「かながわ森林再生50年構想」を掲げ、搬出可能な木材資源の有効利用を図りつつ、人工林の再生や自然力を活かした混交林や巨木林への誘導を目指しています。

森林林業の再生を目指すうえで、穿孔性害虫による材質劣化被害を受けた木材の産出が増える一方、それを有効に利用する方法が確立されていないことが大きな障害となっています。これまでの様々な試験から、被害材でもその程度が軽ければ健全材と遜色ない強度・耐久性を有することが分かっています。また、神奈川県では被害材利用に関する様々な取り組みを進めています。しかし、被害材の性能や、被害材でも様々な用途に活用できることが、十分には知られていないのが現状です。

そこで、この冊子では、被害材の利用促進を図ることを目的として、神奈川県がこれまでに取り組んできたスギノアカネトラカミキリの生態解明と被害材の性能調査についてとりまとめ、その利用法を提示しました。これらの情報が、被害対策と被害材利用の活性化に繋がることを期待します。

1 被害の実態とスギノアカネトラカミキリの生態

全国の被害状況

スギ・ヒノキの穿孔性害虫スギノアカネトラカミキリ (*Anaglyptus subfasciatus* Pic) は北海道南部から本州、四国、九州北部にかけて生息しています。九州南部には近縁種のサツマスギノアカネトラカミキリ (*Anaglyptus yakushimanus* Hayashi) が生息しています。加害樹種はスギとヒノキのほか、サワラ、クロベ、アスナロ、ヒノキアスナロなどが知られています。元々は天然のスギなどを食樹として生活していたのが、人工林のスギやヒノキが増えたことで、これらも食樹として利用するようになったと考えられています。

スギノアカネトラカミキリは成虫が枯れ枝に産卵し、孵化した幼虫が枯れ枝を經由して幹に侵入し、辺材部を食い進みます。被害を受けても木が枯れることはありません。しかし、幹の材部に虫食いが生じるとともにその周辺が変色し、時間が経つと腐朽が進行します(写真1-1)。このような材質劣化被害は全国的な問題となっており、関東中部地方に限っても、14都県のうち10県で被害の発生が確認されています。長野県などのように古くから問題となっている地域もあれば、山梨県のように、最近軽微な被害が発覚した県もあります。



写真1-1 幼虫食害痕の周辺で発生した変色と腐朽(スギ)

神奈川の被害地域

神奈川県で被害が問題となるのはスギとヒノキです。神奈川県の県土面積24万haのうち、森林面積は9万5千ha、民有林(立木地)は8万haです。民有林のうち、スギ林が23%にあたる1万9千ha、ヒノキ林が15%にあたる1万2千haを占めます。木材の蓄積量は平成20年の時点でのスギが706万 m^3 、ヒノキが332万 m^3 で、50年生前後にピークがあります(図1-1)。このように、伐期を迎えた人工林が多いのが現状です。これらの林は県の西半分に多くあります(図1-2)。

そのなかで被害が多くみられるのは県の西部です(図1-3)。昭和54年～平成18年の地域ごとの被害林分の推移をみると、林業上問題となる激害や中害が発生する林分の割合は、県の西部で高いですが、県の北部へ行くほど小さくなるかゼロになります。

県の広域での被害発生については、時間の経過に伴う被害の顕著な激化や被害地域の拡大はみられませんでした(図1-3)。被害の激化や拡大が遅いことには、成虫が林内に留まる性質があることや、被害発生に強い局地性があることが関係していると指摘されています。スギノアカネトラカミキリの被害にはマツ枯れやナラ類の集団枯損のように、広域で急速に拡大する性質はないといえそうです。

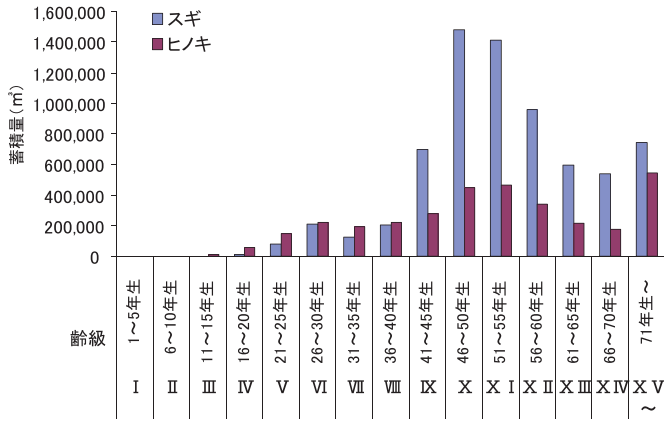


図1-1 神奈川県のスギとヒノキの齢級別蓄積量



図1-2 宇宙からみた神奈川の森林(緑の部分)

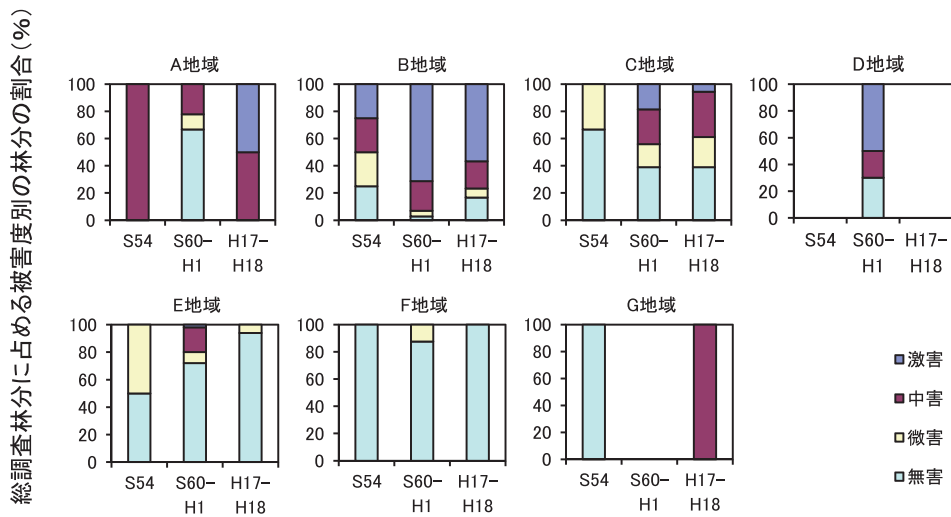
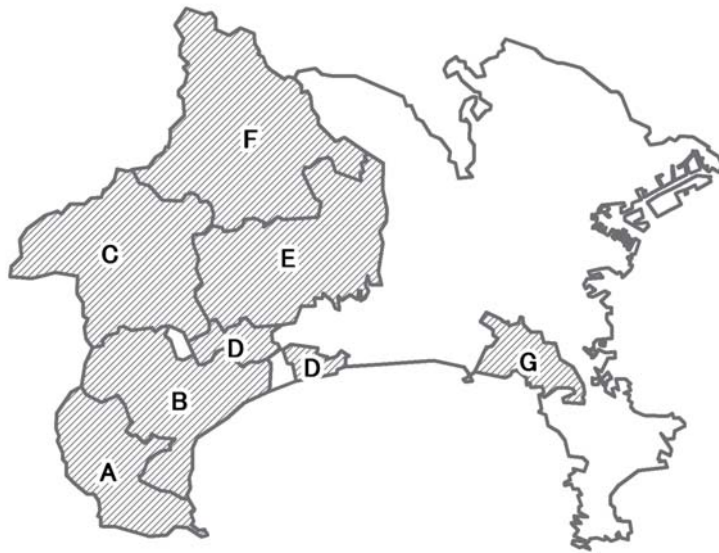


図1-3 神奈川県の地域別の被害推移(谷脇ら、2007)

スギノアカネトラカミキリの生態

神奈川県産の成虫の体長は0.7～1.2cmです。翅のつけ根に赤みを帯びているのが名前の由来とされ、翅の中央は白色、翅端は灰白色、その他は黒褐色をしています(写真1-2)。雄では触覚が体長より長く、雌では体長より短い点で見分けられます。幼虫は乳白色で、2.0～2.5cm程度の細長いテッポウムシ型の体形をしています。

これまでの調査で、スギノアカネトラカミキリの生活環が判明しています(図1-4)。成虫の材からの脱出時期は4～5月です。県西部の材を



写真1-2 スギノアカネトラカミキリ雄成虫(左)と雌成虫(右)

厚木市七沢の野外網室に入れたところ、2007～2012年に確認された成虫脱出の初日は4月9～20日、最終日は5月5～7日でした。脱出後の生存期間は一ヶ月程度とされます。2007年に雄雌6個体ずつを、ハチミツ溶液を餌として室温で飼育した例では、生存期間は雄が平均37.5日(18～64日)、雌が平均64.7日(44～90日)でした。雌成虫は雄成虫と交尾を行い、枯れ枝の付け根に産卵を行います。また、成虫は栄養を摂取するため、ガマズミやノリウツギなどの花を訪れます。

卵期間は約一週間です。孵化した幼虫は最初枯れ枝を食い進み、節を經由して辺材部に到達すると、上下方向にそれぞれ10～15cm程度食い進みます。食い進んだ孔道には白い木屑状の虫糞が詰められます。

材を食べて2年以上かけて成熟した幼虫は元の枯れ枝に戻るか近くの枯れ枝に到達します。そこで秋のうちに蛹室を形成して蛹となり、羽化して成虫となると、そのまま冬を越し、翌春の4～5月に脱出します。卵から成虫が脱出するまでの期間は2年の個体が多いですが、3年以上を要するものも少なくないようです。

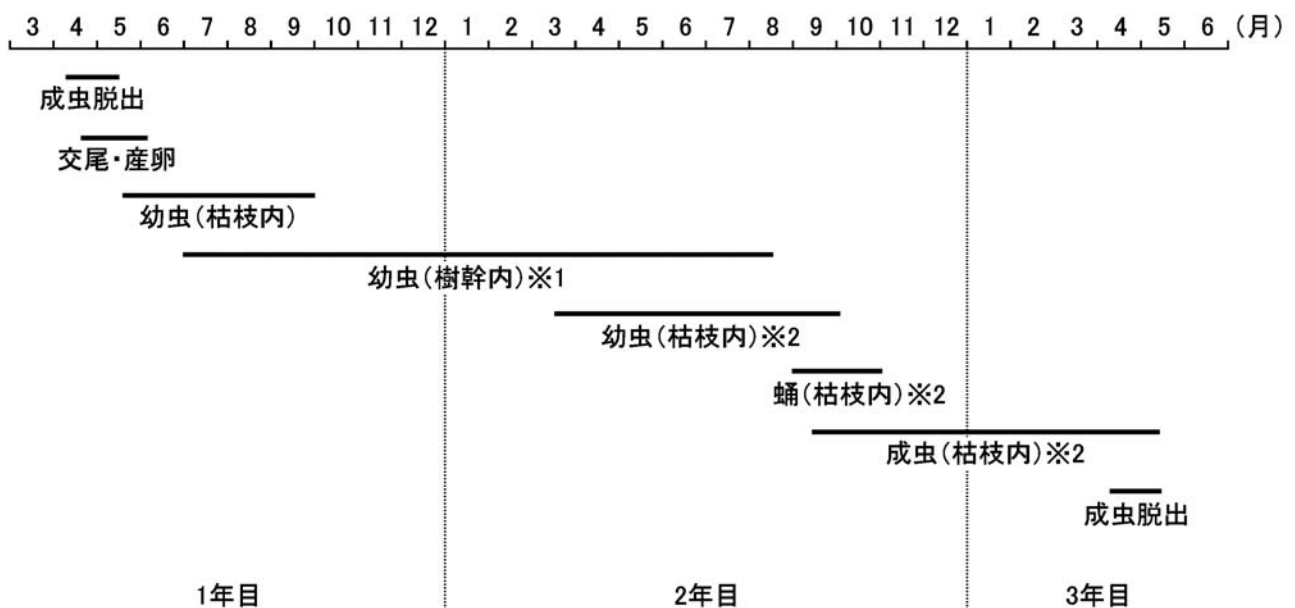


図1-4 スギノアカネトラカミキリの生活環(2年1世代の場合)

※1 個体によってはさらに1年以上を樹幹内で過ごす

※2 枯枝に到達できないときは樹幹内でも蛹、成虫になる

コラムトビクサレとは？

スギノアカネトラカミキリの被害は「トビクサレ」と呼ばれます。幼虫は枯れ枝から節を經由して材内に侵入し、節周辺を食害します。この結果、被害が節のある場所に飛び飛びに現れる(写真1-3)のが名前の由来です。「トビクサレ」は「アリクイ」と呼ばれることもあります。幼虫の孔道にアリ類が巣をつくるのがしばしば観察されるためです(写真1-4)。アリ類が巣をつくと孔道を広げていくため、被害がさらに拡大することになります。



写真1-3 節のある場所に飛び飛びに現れる被害



写真1-4 幼虫の孔道を利用するアリ類

2 施業と対策

林業上の問題点

スギノアカネトラカミキリの被害を受けているかどうかは、立木の状態では一見ただけでは分かりません。また、原木の状態では木口面に虫喰いの痕や変色が出ることがありますが、その程度や色合いによって被害が分かりにくい場合もあります（写真2-1）。

こうして被害に気付かず、良質材として原木を落札したとしても、製材の段階で被害が判明します（写真2-2）。この場合、良質材としての歩留まりが悪くなるので、原木の落札者から市場の運営者にクレームが入ることになります。こうした事情により、被害の多い地域の材は市場取引を敬遠される傾向にあります。

原木の段階で被害が判明すれば、材の評価が下がるので価格の下落を招きます。また、被害が多いことが分かっている林分では、採算がとれないと判断され、間伐や枝打ちなどの森林整備が行われないうち、間伐を行っても材の搬出が行われなくなります。

さらには、風評被害も生じます。林分の被害様式をみると、被害地域のなかでも林分ごとの被害程度が異なり、林分の中でも被害のある木とない木が混在します。そのような実態とは関係なく、被害材が出たことがある地域として一括りに扱われてしまいます。

これらのことが収穫意欲の低下を招き、森林資源が有効に活用されなくなっていくことが懸念されます。



写真2-1 一見ただけでは分かりにくいヒノキの幼虫食害痕目立たないが食害と変色が赤丸内で発生している。

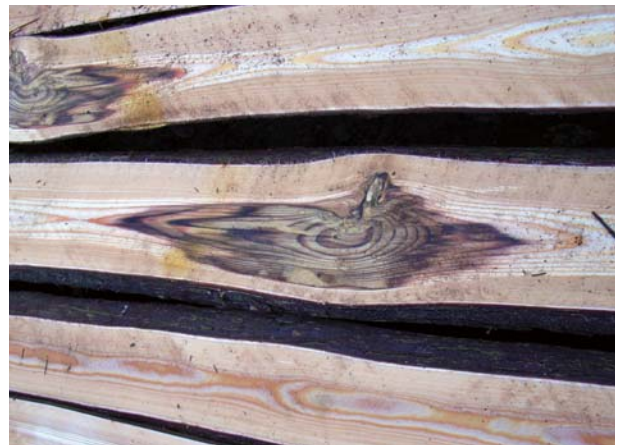


写真2-2 スギの製材面に現れた食害痕と変色

被害の回避

被害を回避するのに最も有効な方法として枝打ちが挙げられます。産卵対象となる枯れ枝が多い林分（写真2-3）では被害が増える傾向にあるので、これを除去することで産卵を減らす考え方です。枯れ枝は当然打つ必要がありますが、施業としては生枝打ちのほうが、枝打ち痕が滑らかで巻き込みが早く、枝打ち高さをより高く設定でき、次の枝打ちまでの期間を長くできる点で重要な意味を持ちます。



写真2-3 手入れ不足により枯れ枝が多く残るヒノキ林

枝打ちの方法は森林総合研究所(2006)で詳しく述べられています。枝打ち高さは、目的とする採材高さに応じて設定します(図2-1)。例えば、4m元玉と4m二番玉を採材するのであれば、根元切り捨て長さとして上部から発達してくる変色長さ分1mを加味した9mを枝打ち高さに設定します。そして、林齢が若い段階で目標枝打ち高さまで生枝を打ち上げる必要があります。そのためには、枝打ちを行う際にできるだけ高くまで枝打ちを行います。具体的には、陰樹冠(木の成長には関係していない緑枝から成る樹冠)の枝打ちを行います。

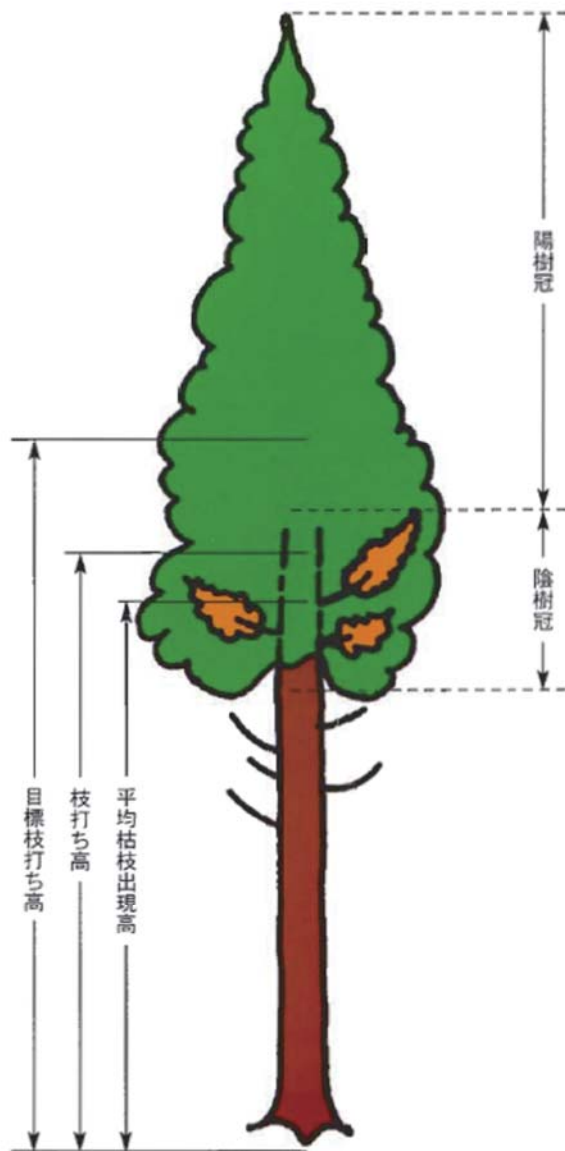


図2-1 スギノアカネトラカミキリ被害回避のための生枝打ち(森林総合研究所、2006)

被害材利用の重要性

現在、スギノアカネトラカミキリ被害が多い地域では、伐期を迎え、搬出可能な材の蓄積があるにも関わらず、被害を受けているために収穫意欲が停滞しているのが現状です。収穫意欲の停滞は、森林を保全するために定期的に整備しようとする意欲の停滞にも繋がり、水源のかん養機能など森林が有する様々な働き の低下を引き起こすことになります。

これらを解決するポイントの一つが被害材の有効利用です。後述するように、被害程度が軽ければ、材の強度は健全材と遜色ないことが多くの事例で示されています。そして、一口に被害材といっても、強度的には問題とならない微害程度のもので多く含まれているようです。これらのことは、スギノアカネトラカミキリの被害が多い地域でも、潜在的にはその多くの材を有効に使える可能性があることを意味しています。

被害材の利用が進めば、県が水源林整備の一環で実施する間伐材の搬出支援事業も後押しされます。間伐後に針広混交林や広葉樹林に誘導する場合、スギノアカネトラカミキリが広葉樹を加害することはないので、林分内で新たな被害木が発生しなくなり成虫の発生源も減少することになります。県ではまた、花粉発生源対策の一環で毎年1ha程度のスギの皆伐を実施しており、被害材利用も含めた事業の促進が期待されます。

3 トビクサレのメカニズム

変色と腐朽の原因

スギノアカネトラカミキリの幼虫は、枯れ枝を侵入経路として、生立木の材部を加害します。この刺激に対して、樹木側では防御機能が働き、この結果として変色が生じます。具体的には、生きている木が材に傷害を受けると、この刺激により局部的に「傷害心材」と呼ばれる擬似心材を形成します。傷害心材には抗菌作用を有するテルペン類やフェノール類、ポリフェノール類などが蓄積され、スギでは黒く、ヒノキでは赤黒く変色します。変色部の形状として、放射方向や年輪に沿った方向よりも樹幹に沿った縦方向に長くなる特徴があります。

変色の大きさは時間の経過に伴い拡大します。原因は幼虫が食い進んだ孔道に侵入した菌類です。変色に関与する菌類として、スギでは植物病原菌の*Fusarium solani*や木材腐朽菌の*Gloiocephala* sp.、ヒノキではヒノキ漏脂病の病原菌と同じグループに属する*Cryptosporiopsis* sp.などが知られています。県内のスギ被害材の変色部からは古い材に普遍的に発生する*Acrogenospora sphaerocephala*という菌が(写真3-1)が分離されています。

幼虫の食害部の周辺や変色部は時間が経つにつれ腐朽が進行します。腐朽の原因は木材腐朽菌です。腐朽の程度は幼虫の食害を受けてからの経過時間や温度や水分条件、樹種、侵入した菌の種類などにより異なります。腐朽部では木材が分解されてボロボロになるので、その部分の強度が低下することになります。腐朽部をアリなどが利用すると、さらに被害が拡大します。



写真3-1 スギ間伐材木口面に現れた食害痕(白い矢印)と食害及び侵入した菌類による変色被害
幼虫の食害痕周辺に変色が広がっている、また変色部右上部分には*Acrogenospora sphaerocephala*の菌糸蔓延が観察された

コラム—様々な変色の原因

変色はスギノアカネトラカミキリ以外にも様々な原因で生じることが知られています。その発生原因は大きく分けて3種類に区分されます。

① 遺伝的な要素

通常は赤いスギの心材部が黒くなる“黒心”。伐採時に木口面が酸化することで黒くなります。変色は心材全体に及ぶが辺材には及ばずその境が明瞭です。

② 暗色枝枯病菌

スギやヒノキに枝枯れや胴枯れを引き起こす病気。病原菌は枝から材内に侵入し、材に不規則な黒変を引き起こします。変色は菌の出す酵素によって生じます。変色は最初辺材で発生し、樹幹の発達に伴い心材に含まれるようになります。

③ 材部への傷害

枝打ちや穿孔性害虫による傷害が刺激となり生じる変色。スギノアカネトラカミキリがこれに該当します。木口面の変色はボタンの花弁状となり、辺材と心材の境界線が不規則でむらがあります。

4 被害材の耐久性と強度性能

被害材は腐りやすいか？

トビクサレのメカニズムで述べたように、スギノアカネトラカミキリの被害材では様々な菌類により変色や腐朽が発生します。ただし、このような変色や腐朽が生じる部分は樹幹のなかでも一部に過ぎません。したがって、被害材だからといって必ずしも強度や耐久性が低いとは限りません。これらの性能が被害の有無と関係がないのであれば、見た目が問題とならない用途や部材において、健全材と同じように利用することができます。

そこで、まずは土木資材としての利用を目指し、耐久性を測定するためにJIS規格で定められた防腐性能試験を室内で行いました。この試験では、土壌を入れた容器内に木材を設置します(写真4-1)。この容器はファンガスセラー(菌槽)と呼ばれ、安定した条件で土壌に含まれる木材腐朽菌の活動を活性化して腐朽を促進することにより、短期間で腐りやすさを判定することができます。

この試験をスギとヒノキの被害材と健全材から作成した丸棒加工材において、ACQ(防腐剤、用語解説参照)による防腐処理の有無に分けて1年間かけて実施しました(写真4-2)。判定方法には、重量減少率、目視腐朽度、簡易強度試験機であるピロデイン打ち込み深さ(コラム参照)を用いました。



写真4-1 ファンガスセラー試験中の杭丸太(埋込後1年経過した状態)

材料の周りに腐朽菌の菌糸が蔓延し、腐朽が激しいものは木口面にひび割れが見られる

写真4-2 試験前後のスギ被害材と健全材
上から被害材の試験前と試験後、健全材の試験前と試験後。
被害材では変色部を黒いマジック、腐朽部を赤いマジックで囲っている。

この結果、スギ、ヒノキともに被害材の耐久性は健全材に劣らないことが、すべての判定方法で示されました。図4-1では重量減少率を示しました。防腐処理を行えば、被害材、健全材とも

に高い耐久性を発揮することも分かりました。

以上の室内試験から、被害材は健全材と遜色ない耐久性を有していることが確認されました。

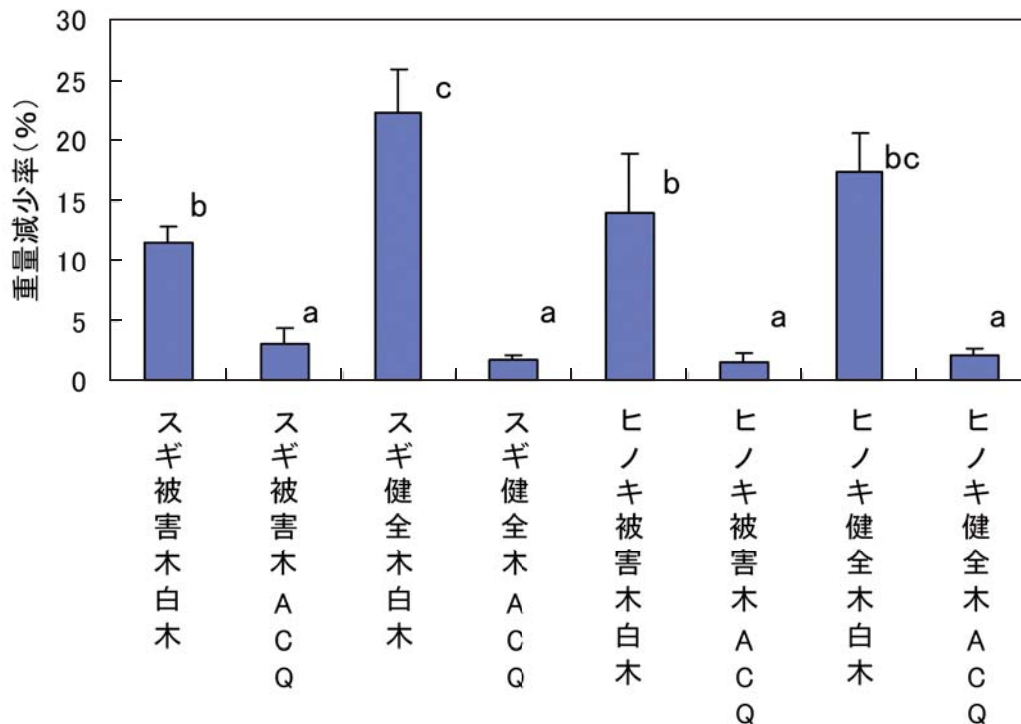


図4-1 ファンガスセラー試験後の杭丸太重量減少率
値が小さいほど耐久性が高い。異なるアルファベット間には統計的有意差があることを示す。n=5

コラムーピロディンとは？

ピロディンは金属製のピンを、ばねの力で木材に打ち込むことでその材料の硬さ(腐朽の具合)を測る測定器のことです(図4-2)。ばねは一定の力で打ち込まれるので、打ち込み深さが深いほど、その部分の強度が落ちていることを意味します。持ち運びが容易なため、野外の様々な木製構造物の強度や耐久性を調べるのに使われています。

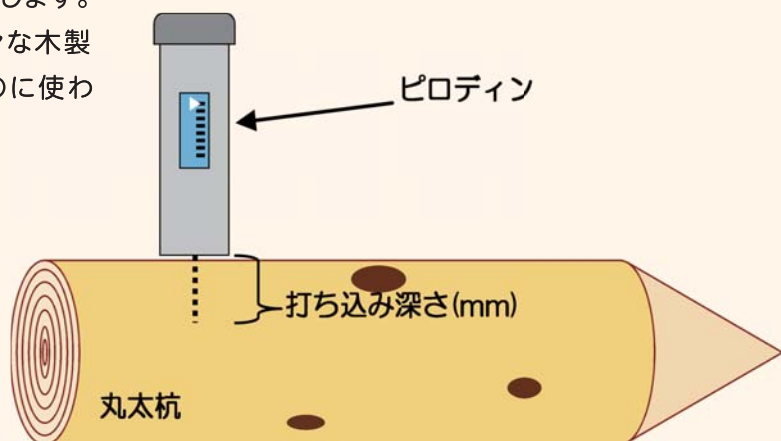


図4-2 ピロディンの打ち込み深さの測定法

野外暴露した被害材

被害材の腐りやすさは、室内試験では健全材と遜色ないことが分かりました。ただし、実際に土木資材を設置する環境は、気温や水分条件の変動が大きく、微生物や腐朽部を利用するアリなど様々な生き物が生息する森林です。このような環境であっても被害材の耐久性が健全材に劣らなければ、利用するのに問題ないとみなすことができます。

そこで、防腐性能試験と同様にスギとヒノキ、被害材と健全材、ACQの有無を組み合わせた8通りの丸太杭を用意しました。丸太の大きさは長さ1.5m、直径9cmとしました。これを林床に打ち込み(写真4-3)、1年と3年暴露した後回収し、腐朽が進みやすい地際部を対象にピロディン打ち込み深さにより耐久性を判定しました。

その結果、被害の有無で腐りやすさに変化はありませんでした(表4-1、4-2)。

それよりも、防腐処理の効果が顕著に現れていました。特にスギの場合はその影響が大きく、防腐処理無しの場合に時間経過に伴う地際部の強度低下が大きくなっていますが、防腐処理を行うことで強度低下が抑えられました。

また、樹種間でも差がありました。スギに比べ、ヒノキでは全体的に値が小さく、また3年経過しても腐朽があまり進んでいないことがわかりました。

以上の野外暴露試験において防腐処理や樹種による耐久性の差が現れましたが、被害の有無による耐久性の差は現れませんでした。

被害材は折れやすいのか？

以上の室内試験と野外暴露試験により、耐久性が被害の有無で変化しないことが分かりました。ただし、これらの結果は資材の部分的な耐久性を評価していることになります。構造物として利用するには、あわせて資材全体での強度を



写真4-3 野外暴露試験の状況

表4-1 スギ地際部のピロディン打ち込み深さ(mm)

	防腐処理	埋設年数		△d
		1年目	3年目	
被害	無し	15.4	17.8	2.4
	有り	16.3	16.5	0.2
健全	無し	16.4	19.6	3.2
	有り	15.5	16.9	1.4

△dは3年目-1年目の値を示す。赤字のように、防腐処理をしない被害材であっても、健全材と比べて極端に腐朽が進行する訳ではない。

表4-2 ヒノキ地際部のピロディン打ち込み深さ(mm)

	防腐処理	埋設年数		△d
		1年目	3年目	
被害	無し	12.4	12.0	-0.4
	有り	11.2	12.0	0.8
健全	無し	11.5	12.2	0.7
	有り	11.7	11.4	-0.3

△dは3年目-1年目の値を示す。防腐処理をしない被害材でも、耐久性は健全材と変わらない。

評価する必要があります。スギノアカネトラカミキリ被害材には幼虫の食害した孔道があるため、断面積の減少から強度が低下したり、そこから菌が入って腐朽しやすくなったりする可能性が考えられました。

そこで、被害材の強度を評価するため、曲げ試験を行いました(写真4-4)。この試験では木材の曲がりにくさが分かります。木材の強度はおおよそ樹種により異なりますし、シロアリや腐れの被害があれば低下します。このような木材の材料としての価値を、曲げ試験によって評価することができます。

曲げ試験を行うと、曲げヤング率と曲げ強度が分かります。曲げヤング率とは、荷重に対するたわみの大きさを表します。値が大きいほどたわみにくいことを意味します。曲げ強度とは、材

料が折れるときの荷重を示しています。値が大きいほど折れるのに強い力を必要とし、折れにくいことを意味します。

その結果、被害材において顕著な強度の低下は認められませんでした(図4-3)。全体的な傾向をみれば、年数の経過に伴い少しずつ強度が低下していきます。ですが、低下の仕方に、被害の有無で顕著な差はなく、防腐処理の有無や樹種の差のほうが強く影響しました。

以上のように、被害材は健全材と比べて、耐久性、強度ともに遜色ないことが明らかとなりました。



写真4-4 曲げ試験に使用した試験機(左) と曲げ破壊時の様子(右)

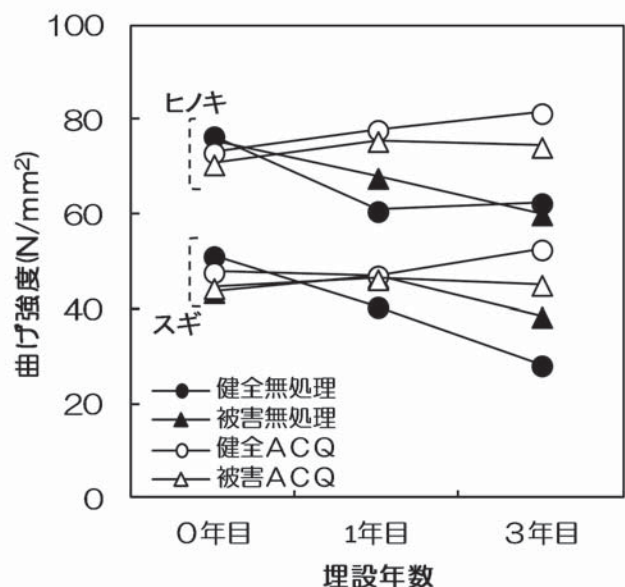
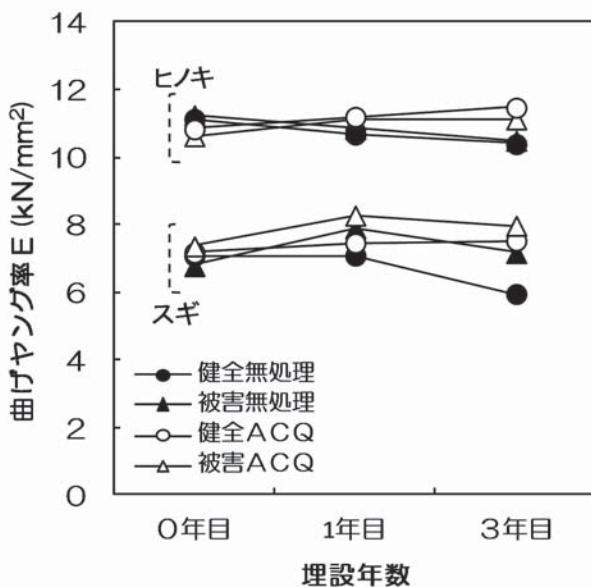


図4-3 埋設年数と曲げヤング率(左)および曲げ強度(右)
樹種の違いで強度に差が生じる一方、被害の有無では材の強度変化に違いが無いことが分かる。
ACQにより防腐処理すると強度が維持される。

見た目の被害と実際の強度

被害材を製材すると、幼虫の食害痕や変色・腐朽部位が表れます。実際に利用できるかどうかは、見た目が重要な判断材料となります。それでは見た目上どれぐらいの被害であれば、利用に適していると言えるでしょうか。一例として、今回の一連の試験に用いた被害丸太杭（長さ1.5m、直径9cm）の見た目の被害状況を示します。

まず、丸太杭の木口面の被害状況です（図4-4）。木口面は、皮付き丸太の状態を観察でき、伐採時や土場で被害状況を判断するのに有効な部位です。木口面の変色はスギ・ヒノキとも8割以上の高い頻度で現れました。一方、木口面に現れた幼虫の食害痕はスギで4割、ヒノキで2割程度に留まりました。腐朽はスギで低い頻度で観察されたただけでした。被害材であっても、木口面は健全なものが一部で観察されました。

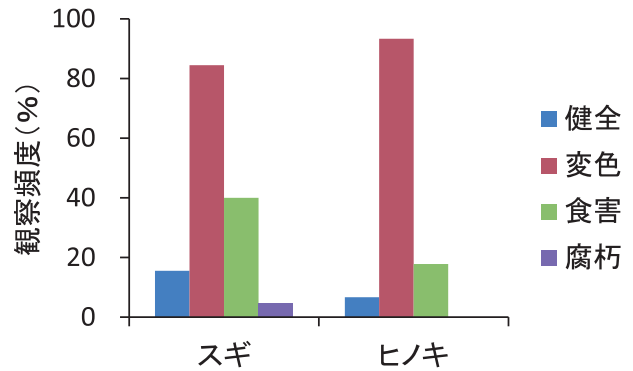


図4-4 被害丸太杭の木口面に現れた被害の状況

次に、丸太杭の表面の被害状況です（図4-5）。製材後に初めて被害の全体像が分かるので、ここで利用可能かどうか判断されます。用いた材料では、スギのほうがヒノキよりも変色が広がる傾向がありましたが、両樹種とも被害節数が多いほど変色面積の割合が大きくなりました。この傾向は腐朽面積でもそれほど顕著ではないものの観察されました。

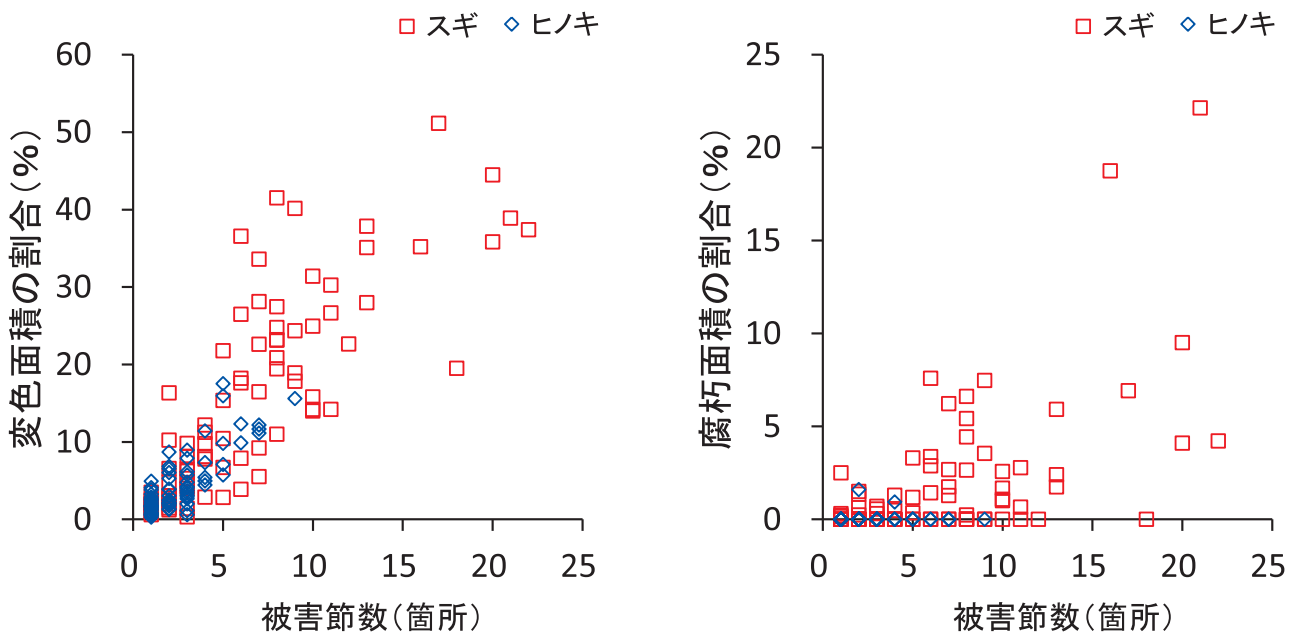


図4-5 丸太杭表面の被害節数と変色面積(左)および腐朽面積(右)の割合との関係

腐朽面積が2割を超えた丸太杭では強度の低下が生じた(図4-6)。変色面積の割合が大きくても強度が低下する傾向はありませんでした。したがって、強度の低下には腐朽面積の割合が強く関与するといえそうです。また、今回観察された以上に被害箇所が多くなると、幼虫の孔道数が増えるため断面積が減少し、これに伴い強度が低下する可能性があります。

以上は一例なので、被害材を利用するための厳密な基準を設定するまでには至っていません。それでも、得られた結果からは、長さ1.5m、直径9cmの丸太杭では、安全をみて概ね

被害箇所15箇所、変色面積40%、腐朽面積10%をすべて下回れば、土木資材として問題なく使用することができそうです。

ただし、本冊子では触れていませんが、強度には材の密度も関係し、密度が高いほど、すなわち重いものほど強度が高くなる傾向があります。このため、上述の数値を満たしたとしても、極端に軽い材は除外する必要があります。

また、上述の数値より被害が大きい材料でも使用できるものがあります。今後被害材の利用を促進するには、その基準の設定が課題となります。

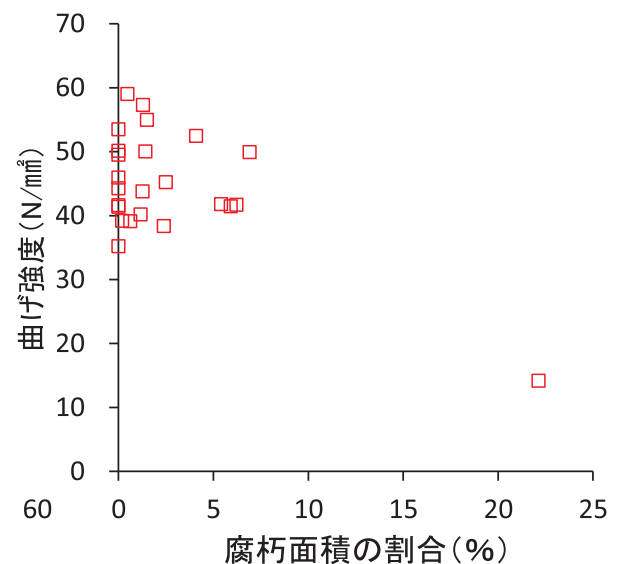
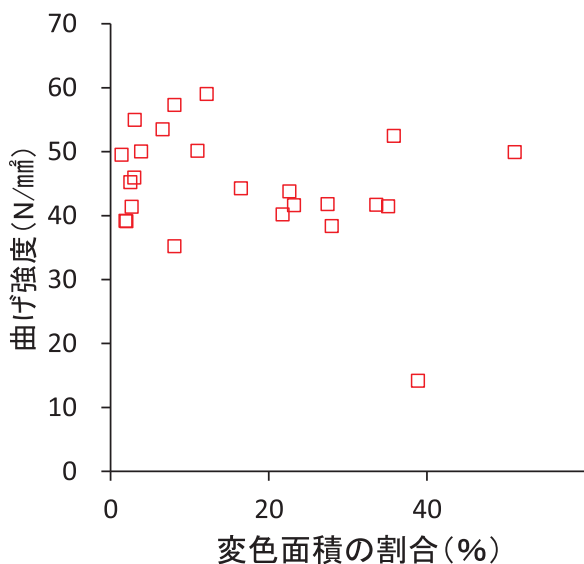


図4-6 丸太杭表面の変色面積(左)および腐朽面積(右)の割合と曲げ強度との関係(野外暴露前のスギ)
変色面積の割合と曲げ強度に相関関係はない。一方、腐朽面積の割合が大きい1本だけ、曲げ強度が極端に低下している。この丸太の強度は野外暴露前にもかかわらず、3年暴露したものより低い値であった。

5 被害材の利用

木材をめぐる動向

スギノアカネトラカミキリの被害材を含め、曲り材やシミ材などの低質材の利用は、木材利用のための各種施策と深く関係があります。そこで、まずは神奈川県での近年の木材をめぐる動向の概要を紹介します。

平成7年には「かながわ木づかい運動」が開始されました。この運動は、平成6年3月に策定された「かながわ森林プラン」で推奨された都市づくりや日常生活などで積極的に木材資源を活用することを目的としました。

同じ時期に、「かながわ森林・林材業活性化協議会」が設立されました。この協議会は、県産木材の需要と供給、加工流通体制の整備を推進するとともに、森林の公益的機能の向上を図ることを目的としました。平成13年10月には「かながわ県産木材産地認証制度」、平成23年6月には「かながわブランド県産木材品質認証制度」を立ち上げました。

平成17年度には「県産木材活用総合対策事業」がスタートしました。この事業では、森林整備に伴い発生する間伐材を、将来には3万㎡有効活用しながら、持続的な森林管理を進めることを目標にかけました。これにより、間伐材の搬出や木材製品の安定供給、公共施設の整備など、県産木材の生産から加工、消費に至る一体的な取組みを推進しました。この事業において、スギノアカネトラカミキリ被害材を含めた低質材の利用促進の取組みが本格的にスタートすることになります。

平成19年度からは、「水源環境保全・再生施策」の4番事業として「間伐材搬出促進事業」が位置づけられました。また、手入れ不足の人工林を整備する「水源の森林づくり事業」も拡充されたので、曲がり材や虫害材などのB材（品質の区分、用語解説参照）が多く産出されています。

以上のように、近年では低質材の搬出と利用が促進されており、その有効利用のための方策を示すことが求められています。そこで、これまでとりまとめた内容を踏まえ、低質材を利用できる土木工法や実際に利用されている建築材を紹介していきます。

土木資材への活用

被害程度の軽い材は、耐久性や強度に問題がないため、土木資材として様々な用途に利用できると考えられます。

低質材を含め、間伐材の利用促進は30年以上前から続いているテーマです。神奈川県では、昭和60年に間伐小径木対策として森林土木事業で間伐材の積極的活用を始めました。このとき柵工や筋工などの定規図を定めるなどの利用促進が図られてきた経緯があります。

このように、間伐小径木は森林土木事業において積極活用が進められました。また、登山道整備における木製構造物（写真5-1）のように耐久性が要求される場合はACQなどの薬剤注入による防腐処理が施されました。一方、治山や水源林整備の山腹工事では、崩壊跡地が樹林化するまでの間だけ土砂の流出を抑えてくれればいいので、自然に朽ち果てることを前提として防腐加工を施さずに用いられました（写真5-2）。また、景観への配慮から谷止工の型枠として間伐材が利用されるようになりました（写真5-3）。平成7年から始まった木づかい運動では、県土整備局でも利用を働きかけたことにより、従来の森林土木事業に加え、河川工事の木工沈床（写真5-4）などとして用いられるようになりました。最近では、ガードレールの修景部材など（写真5-5）として用いる取組みも進められています。



写真5-1 登山道整備で設置された木製の歩道(左上)、ベンチ(右上)、道標(左下)および階段と土留め工(右下)



写真5-2 水源林整備で施工された丸太柵工(左)および筋工(右)



写真5-3 間伐材を型枠に利用した谷止工



写真5-4 河川工事で施工された木工沈床



写真5-5 木材で修景したガードレール(左)と景観になじむ木製の視線誘導柵(右)

LVL利用

一般に、曲がり材や虫害材などのB材は、合板や集成材などの加工材として利用されます。神奈川県内では被害材を含むB材をLVL（Laminated Veneer Lumber、単板積層材）（写真5-6）として利用する取り組みが進められています。

合板を構成する単板は、ロータリーレース（単板切削機）で丸太を回転させながらかつら剥きすることで作成します（写真5-7）。単板の繊維方向を互い違いに重ねたものが合板、繊維方向をあわせたものがLVLです。

合板の原料は、かつては、ラワン材に代表される南洋材でしたが、熱帯林の保護の機運が高まりロシア材（北洋材）にシフトしました。ところが、平成17年当時、ロシア産カラマツ（北洋材）の関税が引き上げられる動きがあり、合板メーカーは、国産スギ材での代替を模索していました。

このような動向を背景に、神奈川県森林組合連合会は平成17年度から民間のLVL製造



写真5-6 LVLの製品サンプル
（17枚の単板、幅5cm×厚さ5cm×長さ10cm）

会社とB材を中心とした原木供給に関する協定を締結し、これらを原料としたLVLの製品化に取り組みました。変色部などが表面に現れ、見た目への配慮が必要な場合がありますが、表面の部材には見栄えのいいものを用いることでこれをカバーしました。これらLVL製品の強度試験の結果は国土交通省の基準を満たし、強度面で問題がないことが分かりました（表5-1）。供給量は、平成23年度には1,163m³、平成18年度からの累計では8,841m³となっています。

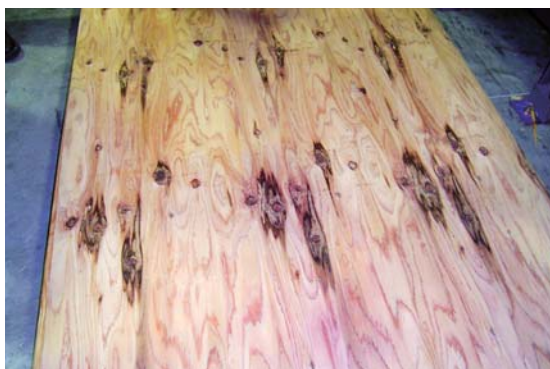


写真5-7 LVLの製造過程
ロータリーレース（中央上部に原木）（左上）、かつら剥きされたスギ材（右上）、
虫害の状況（左下）、瞬間に製造された単板（右下）

表5-1 県産木材LVLが満たす強度性能
 (国土交通省告示(平成13年国土交通省告示第1024号)により定められた基準強度の抜粋)

樹種	曲げヤング 係数区分	等級	表示	基準強度(N/mm ²)		
				圧縮	引張り	曲げ
スギ	60E	特級	60E-225F	15.6	12.0	19.8
ヒノキ	80E	特級	80E-300F	21.0	15.6	25.8

B材を用いて生産された県産LVLは、県の施設や学校、幼稚園や保育園などで積極的に利用

されています。以下にいくつかの事例を紹介いたします。

●秦野市表丹沢野外活動センター

昭和63年度の神奈川県植樹祭の会場にもなった「くずは青少年野外センター」が老朽化したのを受けて、同じ敷地に平成17~18年度で表丹沢野外活動センターが新築されました(写真5-8)。このとき秦野市産を中心とする県産材を利用したLVLが大量に利用されました。



写真5-8 秦野市表丹沢野外活動センターの外観(左)と内装(右)

●川崎市生田緑地東口ビジターセンター

平成24年4月にオープンした川崎市生田緑地東口ビジターセンターでは、梁や筋かいにLVLが使われています(写真5-9)。



写真5-9 川崎市生田緑地東口ビジターセンターの内装(左)、梁(中)、筋かい(右)

建築材利用の取り組み

近年、被害材を柱材や梁材などの構造材として利用する取り組みが急速に増えています。これまでに長野県や鳥取県、和歌山県など様々な県で被害材から切り出した無垢材の強度試験が



実施され、健全材と変わらない強度を有しているという結果が蓄積されています。

神奈川県で被害の多い県西地域においても、被害材を無垢の構造材として活用していくための取り組みとして、柱材(写真5-10)や板材の品質調査や強度試験(写真5-11)を始めています。



写真5-10 被害材の製材状況(左)と柱材表面の被害の発現状況(右、赤丸内)
被害は柱材の2面以上で出る場合があるが、1面しか出ないか全くない場合もある。



写真5-11 グレーディングマシンによる柱材の強度(左)と含水率(右)測定

●小田原市木造公共トイレ

小田原市では、森林整備加速化・林業再生基金事業の木造公共施設等整備の一環で、地元産の虫害材を含んだ間伐材による木造公共トイレを設置しています(写真5-12)。



写真5-12 小田原市木造公共トイレの外観(左)と虫害材の利用状況(右)

コラム—三重県の「エコブランド・あかね材」

三重県では、平成22年8月に「あかね材認証機構」を設立し、虫害を受けながらも強度・耐久性に問題のない木材を「エコブランド・あかね材」と命名し、虫食いの被害の大きさに応じて等級づけをして、利用促進に取り組んでいます。

この取組みは、平成23年7月に改定された国の森林・林業基本計画の木材利用拡大策の例示として『「あかね材」をはじめとする虫害材の利用拡大に向けた取組』が掲げられています。また、平成24年版森林・林業白書でも、第V章林産物需給と木材産業の中のコラムとして、「スギノアカネトラカミキリなどの食害木のブランド化」と題して、三重県の「エコブランド・あかね材」の取組みが紹介されています。

用語解説(五十音順)

【ACQ】

加圧注入用の防腐、防蟻薬剤の名称。銅・アルキルアンモニウム化合物系木材防腐剤。神奈川県森林組合連合会が、間伐小径木の利用促進のために全国で2番目に導入した。

【B材】

曲がり材等で、集成材や合板等加工材として使用されている。A材は、直材で住宅の柱や梁等に使用される。またC材は、大きな曲がり、シミやキズがあるなどの低質材であり、チップや土木用資材として使用される。

【かながわ木づかい運動】

広く県民に木の良さを知り、神奈川の「木」を積極的に使うことにより、うるおいのある生活や自然環境の保全に役立てながら、神奈川の「森林」を守り育てることにより、活力のある森林として後世に引き継いでいくことを目指している。

【かながわ県産木材産地認証制度】

公共事業や住宅建設において、かながわ県産木材等の利用の促進を一層普及するとともに県民ニーズにあった県産木材を安定的に供給するため、かながわ森林・林材業活性化協議会が「かながわ県産木材の産地認証」及び「かながわ県産木材生産者」の認証を行う制度。

【かながわ森林再生50年構想】

水源の森林づくり事業やかながわ水源環境保全・再生施策大綱・実行5か年計画、丹沢大山自然再生基本構想など、これまで森林に関する施策、計画、提言等で示されたものを取りまとめ、県内の森林全体について再生の方向とめざす姿を示している。

【かながわ森林プラン】

神奈川県林務課が平成6年3月に県の林政の基本計画として策定。標高で区分した3つのゾーンと機能で区分した2つのエリアにゾーニングされ、

この中で示した水源かん養エリア内の森林整備を実現したのが、平成9年度から始まった水源の森林づくり事業。

【かながわ森林・林材業活性化協議会】

森林所有者の協同組織である森林組合系統と、製材業者・木材小売業者で組織する木材業協同組合連合会や県建具協同組合などの18団体で構成し、県産木材需要の拡大と安定供給、加工流通体制の整備を推進し、森林・林材業の活性化と、森林の公益的機能の向上を図ることを目的としている。

【かながわブランド県産木材品質認証制度】

平成23年から、かながわ森林・林材業活性化協議会が、日本農林規格相当の品質・性能基準を制定し、この基準を満たす県産木材製品を認証する「かながわブランド県産木材品質認証制度」を創設したもの。

【花粉発生源対策】

花粉症の症状の緩和や患者の増加を抑えるため、広範囲に飛散する花粉を発生させるスギ林を減少させるため、県営林のすぎの皆伐（ひとまの森林をすべて伐採）を実施している。

【間伐材搬出促進事業】

平成19年度から、水源環境保全・再生推進施策の4番事業として位置づけられ、森林資源の有効利用が可能な林道周辺の森林について、間伐などの整備を推進するとともに間伐材の搬出を促進し、森林整備の活性化を図っている。

【県産木材活用総合対策事業】

平成16年3月「神奈川力構想・プロジェクト51」の29番プロジェクト「資源の有効活用による農林水産業の振興」として、森林資源の有効活用の促進が位置づけられ、平成17年度にスタートした事業。森林整備に伴い発生する間伐材を、将来には3万立方メートル有効活用しながら、

持続的な森林管理を進める。

【木口面】

木材の幹の軸に直角に切った横断面のこと。

【植物病原菌】

植物に寄生して葉や枝、幹、根に病気を引き起こし、衰弱あるいは枯れさせるカビや細菌のこと。

【心材】

木材の中心に近く色の濃い部分が心材で、赤身とも呼ばれる。細胞が死んだ状態で、材としての耐久性が高い。

【森林・林業再生プラン】

農林水産省が平成21年12月25日に公表したもので、林業・林産業の再生を、環境をベースとした成長戦略の中に位置付け、木材の安定供給力の強化を軸にした対策により雇用も含めた地域再生を図り、2020年までに木材自給率50%をめざしている。

【水源環境保全・再生施策】

平成19年度を初年度として20年間、水源かん養をはじめとする公益的機能を高度に発揮する森林づくりに向けて、本県の主要な水源であるダム水源を保全するため、水源の森林エリアにおける広域的水源林の整備に県が主体的に取り組むとともに、地下水など市町村固有の水道水源を保全するため、新たに地域水源林の整備を促進する施策。

【水源の森林づくり事業】

かながわ森林プランで「水源かん養エリア」として位置づけられた城山ダム、宮ヶ瀬ダム及び三保ダムの上流を中心とした約61,600haを対象として、その中の私有林に対して公的管理・支援を行うことにより公益的機能の高い森林づくりを目指す事業。

【生活環】

生物が発生、成熟、生殖を繰り返して世代交代するサイクル。

【せん断性能】

無垢材では重要度が少なく試験されませんが、LVLの場合は、接着の程度を示す指標として使われている。

【燃料革命】

太平洋戦争後の復興に伴う我が国の経済成長に伴い、国民の生活様式が変化した。神奈川県の新炭生産のピークは薪が昭和31年、木炭が昭和32年で、これを機に急激に減少していった。民生用の燃料は、灯油を経てプロパンガスへと移行していく。

【辺材】

木材の樹皮に近い色のうすい部分が辺材で、白太とも呼ばれる。心材に比べ、微生物や虫の被害を受けやすい。

【曲げ性能】

JAS規格では木材の強度を木材の節や割れなどを目で判定する目視等級区分とヤング係数を機械で測定する機械等級区分とがある。

【木工沈床】

河川工事で、小魚等の水中動植物の生態系に配慮しつつ、護岸前面の河床洗堀防止を図るため、木材を井桁状に組み上げその中に石礫を詰めた状態で溪床に埋め込む工作物。

【木材腐朽菌】

木材を腐朽（腐食による劣化）させる菌のうち、特に、木材に含まれる難分解性のリグニン、セルロース、ヘミセルロースを分解する能力を持つもの。

【林分】

森林を経営するときに森林を取り扱う最小の単位。

参考文献

- 檜垣宮都ほか(2004) 木材保存剤の性能試験方法及び性能基準JIS K1571,42pp,日本規格協会, 東京.
- 神奈川県(1990) 平成元年度スギノアカネトラカミキリ被害分布調査報告書. 231pp.
- 小林富士雄(1986) スギ・ヒノキのせん孔性害虫. 185pp. 全国林業改良普及協会, 港.
- 小島耕一郎・三原康義・吉野安里・橋爪丈夫・吉田孝久・武井富喜雄・奥村俊介(1988) スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害の防除技術に関する総合研究—スギノアカネトラカミキリによるスギ立木被害の実態とその対策—. 長野県林業総合センター研究報告4:8-48.
- 楨原寛(1987) スギノアカネトラカミキリの被害と防除(わかりやすい林業解説シリーズNo.84). 65pp. 林業科学技術振興所, 千代田.
- 森田浩也・柴田寛・倉本一紀・川上敬介・西村臣博(2012) スギノアカネトラカミキリ被害材の強度性能ヒノキ正角材の変色程度と強度性能の関係. 鳥取県農林総合研究所林業試験場研究報告44:57-61.
- 中島岳彦・谷脇徹(2010) 穿孔性害虫に被害を受けた県産丸太杭の強度性能. 神奈川県産業技術センター研究報告16:39-42.
- 中島岳彦・谷脇徹(2012) 穿孔性害虫に被害を受けた県産丸太杭の経年変化(第2報). 神奈川県産業技術センター研究報告18:23-25.
- 農林水産技術会議事務局(1990) スギ・ヒノキ穿孔性害虫による加害・材質劣化機構の解明,147pp, 農林水産省,東京.
- 森林総合研究所(1995) スギ黒心 その発生と対策,6pp,森林総合研究所,つくば.
- 森林総合研究所(2006) スギノアカネトラカミキリによるトビクサレ被害—発生の原因と回避法—(森林被害対策シリーズNo.3). 8pp. 森林総合研究所, つくば.
- 谷脇徹・笹川裕史・藤澤示弘・山根正伸(2007) 神奈川県全域におけるスギノアカネトラカミキリ被害地域の分布実態. 神奈川県自然環境保全センター報告4:41-45.
- 林野庁(2011) 森林・林業基本計画
- 林野庁 平成23年版 森林・林業白書
- 林野庁 平成24年版 森林・林業白書
- 和歌山県農林水産総合技術センター林業試験場(2011) スギノアカネトラカミキリ被害材(アカネ材)のめり込み強度.
- 山梨県森林総合研究所(2012) スギノアカネトラカミキリの被害に注意しましょう. やまなし林業普及通信27:1-2.
- 横内広宣・山根正伸(1991) スギノアカネトラカミキリによる材部被害の発達機構に関する研究. 神奈川県林業試験場研究報告18:1-13.

本冊子の作成にあたり、次の方々にお世話になりました(敬称略)。

■作成指導■

後藤忠男(独立行政法人森林総合研究所)

■試験協力■

長尾博文(独立行政法人森林総合研究所)

加藤英雄(独立行政法人森林総合研究所)

神奈川県自然環境保全センター森林再生部

神奈川県森林組合連合会

■編集協力■

神奈川県水・緑部森林再生課

神奈川県県西地域県政総合センター森林部森林保全課

■写真提供■

神奈川県自然環境保全センター森林再生部水源の森林推進課

神奈川県自然環境保全センター自然保護公園部自然公園課

神奈川県県央地域県政総合センター農政部森林保全課

神奈川県立生命の星・地球博物館

■作成・編集■

神奈川県産業技術センター工芸技術所

神奈川県自然環境保全センター研究企画部

かながわのスギ・ヒノキ穿孔性害虫被害の実態と木材利用

2013年3月29日 初版第一刷発行

発行 神奈川県自然保全センター

印刷 株式会社コンパス



神奈川県

神奈川県自然環境保全センター

厚木市七沢657 〒243-0121 電話 (046)248-0323