

資料 NO.90

平成 2 8 年 度

業 務 報 告

鳥 取 県 林 業 試 験 場

～森が生きる～



▲育種・育苗技術、優良林木品種開発



▲育林技術の開発



▲木材生産の低コスト化技術開発

～木が生きる～



～人が生きる～

Gut Holz



異業種との交流・連携



オーストリア林業との交流



目 次

試験研究

森林管理研究室の業務概要	1
Ⅰ 初期成長の優れたコンテナ苗生産技術及び植栽実証試験	4
Ⅱ 長伐期施業に対応した列状伐採技術の確立	6
Ⅲ 低コスト再造林・保育技術の確立	8
Ⅳ ナラ枯れ被害先端地域における効率的防除技術の確立	10
Ⅴ ハイブリッド無花粉スギの創出	12
Ⅵ シカによる造林木への食害防止のための耐雪性ツリーシェルターの改良・開発	14
Ⅶ 地下流水音探査法を用いた効果的山地災害対策のための技術開発	16
Ⅷ 高齢広葉樹林（ナラ類、シイ・カシ類）の萌芽更新技術の確立	18
Ⅸ 特用樹木の効率的増殖技術の開発	20
Ⅹ 山地災害リスクを回避・軽減する現地判定技術の開発	22
木材利用研究室の業務概要	24
Ⅰ スギ一般大径材を活かした新たな心去り製品の開発	26
Ⅱ 製材 J A S に対応した県産材天然乾燥技術の確立	28
Ⅲ 直交層を挿入した新しい L V L の住宅用部材としての性能に関する研究	30
Ⅳ 燃料用木質バイオマスの水分管理技術に関する実証試験	32
Ⅴ 県産スギ板材の表面処理技術に関する研究	34
Ⅵ 現場施工が容易なユニット式耐力壁の開発	36

関連事業

Ⅰ 種子検査業務	38
Ⅱ 林木品種改良事業	39
Ⅲ 松くい虫被害対策事業に関する調査	40
Ⅳ 酸性雨モニタリング調査委託事業	41
Ⅴ 農林水産省委託プロジェクト研究「伐採木材の高度利用技術の開発」	42
Ⅵ 臨時的調査研究	
（1）県内産広葉樹の材質に関する基礎調査	43
（2）ドローンを利用した索道架設の実証試験	44

林業試験場の概要

I	沿革	46
II	機構	46
III	施設	48
IV	予算の状況（平成 28 年度）	49
V	試験研究成果の発表論文名一覧	50
VI	学会発表及びその他の発表課題名一覧	50
VII	森林講座（森のいろは塾）の開催	51
VIII	林業試験場研究発表会	51
IX	利用状況	51
X	講師派遣	52
XI	研修生の受入れ	53
XII	平成 29 年度に行う試験研究課題と関連事業	54

試 驗 研 究

森林管理研究室の業務概要

森林管理研究室は、育林、山地保全、育種・育苗、林業経営、森林保護などに関する研究課題、および、林木品種改良事業、樹苗養成事業の種子検査業務、森林病虫害防除関連事業、酸性雨モニタリング調査を担当した。平成 28 年度の研究課題は以下のとおりであった。

- I 初期成長の優れたコンテナ苗生産技術及び植栽実証試験
- II 長伐期施業に対応した列状伐採技術の確立
- III 低コスト再造林・保育技術の確立
- IV ナラ枯れ被害先端地域における効率的防除技術の確立
- V ハイブリッド無花粉スギの創出
- VI シカによる造林木への食害防止のための耐雪性ツリーシェルターの改良・開発
- VII 地下流水音探査法を用いた効果的山地災害対策のための技術開発
- VIII 高齢広葉樹林（ナラ類、シイ・カシ類）の萌芽更新技術の確立
- IX 特用樹木の効率的増殖技術の開発
- X 山地災害リスクを回避・軽減する現地判定技術の開発

課題 I：優良な造林用苗木生産及び低コスト再造林を推進するため、初期成長が優れたコンテナ苗の生産技術を確立するとともに、現地植栽における活着率・初期成長についての実証試験を行い検討する。平成 28 年度は、低コストに資するため、育苗期間短縮試験としてコンテナへの直挿し試験を実施した。その結果、同じクローン・培土であっても発根率のバラつきがみられた。また、発根はしていたものの、1 次根の発根数が少なく不良苗が多かった。コンテナ苗の実用化には、1 次根数を増やすなど発根促進方法の探索が必要である。

課題 II：間伐材搬出を目的とした間伐方法である「列状間伐」による残存木や林床植生への影響、伐採・搬出コストの調査を行い、長伐期施業に適した低コストで効果的な列状間伐の技術を確立するもの。列状間伐の選木・伐採・木寄せ・造材の工程を調査した。伐採は列状に 1 本通りとし、列方向は斜面傾斜方向としたところ、伐採時にはかかり木が発生しても処理は容易であり、伐採木を全て搬出することができた。また、列状間伐から 15 年経過した林分において残存列の内側、外側の立木 4 本ずつの樹幹解析をおこなったところ、大きな成長の違いは見られず、外側で懸念されていた偏心成長も見られなかった。

課題Ⅲ：再造林にかかる経費を低減する植栽方法・保育手法を検証し、コスト低減が可能な造林・保育技術を確立するため異なる下刈方法の行程調査と植栽木への影響を調査するもの。従来どおりの下刈方法である低刈と高刈の行程調査を行った結果、高刈は低刈と比較して作業効率が良い結果となった。刃の損耗状況や、燃料消費量から高刈は人、機械の両面で負担が軽減された。下刈り方法の違いによる植栽木の成長も3年間では大きな影響はみられなかった。引き続き調査を継続していく。

課題Ⅳ：県中・西部のナラ枯れ被害先端地において、カシノナガキクイムシ（以降カシナガ）を効率よく確実に駆除する技術を確立するため、被害枯死木からの被害拡大防止試験、穿入生存木からの被害拡大防止試験、県内の被害状況把握のため目視調査を行った。透明厚手ビニールシート（0.1mm厚）の根株・樹幹への被覆は、カシナガの脱出防止に一定の効果があると考えられた。

課題Ⅴ：無花粉と優良形質を併せ持つハイブリッド無花粉スギを創出するため、無花粉遺伝子を保有する県内スギの探索、及び無花粉遺伝子を保有する F1 同士の交配を行った。探索では F1 集団 3 家系の花粉飛散状況を調査した。その結果、3 家系の母樹である県内スギ 3 系統（精英樹 1 系統、スギカミキリ抵抗性 1 系統、天然スギ 1 系統）は無花粉遺伝子を保有していないことが判明した。F1 同士の交配では、6 通り（精英樹 4 通り、スギカミキリ抵抗性品種 1 通り、天然スギ 1 通り）の交配を行い、29 年秋に F2 種子を採種する予定である。

課題Ⅵ：シカの食害から造林木を確実に守るため、市販されているツリーシェルター（幼齢木用のタイプの異なる 5 種類ほか）について、県内の積雪深の異なる地域に設置して耐雪性能の実証試験を行った。結果は、最深積雪深が 180 cm を越えると、ツリーシェルターのタイプに関わらず高い被害率となった。被害の形態は、支柱の折損による倒伏や保護資材の提灯だたみ状の変形であり、被害を受けたものは部材の交換が必要であった。最深積雪深が 100 cm 未満では、一部を除き、被害率は低かった。最深 100 cm 以上 180 cm 未満では、タイプによって被害率に違いがみられた。

課題Ⅶ：林道・作業道開設予定地で地下流水音探査法の実証試験を行い、本探査法による危険箇所判定技術を確立するもの。地下流水音探査法の検証では、地下流水音のピーク位置と地下水の水みちが一致することを確認した。また、森林路網の損壊箇所の地形的特徴から、山地において崩壊の発生しやすい危険地形を調査した結果、切取り法面の高さが 4m 以上になると、斜面が不安定化して損壊が起りやすくなり、損壊は、地すべり地形、断層、地質境界、0 次谷で多く発生することが明らかになった。これらが森林路網を開設する際に注意を要する危険地形と考えられる。

課題Ⅷ：高齡ナラ林からの萌芽更新技術を確立するため、高齡ナラ類の伐採地で、萌芽更新の状況を調査したところ、60年以上の高齡ナラ林でも適期に伐採すれば、既存の報告より高い確率で萌芽枝が再生、萌芽更新する可能性がみられたが、夏季に伐採したナラ林では、萌芽枝の発生はほとんどみられなかった。また萌芽枝の成長量は調査地によって異なり、林齡、土壌条件等の違いによるものとみられ、加えて高齡ナラ林からの萌芽更新では萌芽再生後、4、5年で枯損が増加し、萌芽更新が失敗するという報告があることから、調査を継続、調査数を増やしていく予定である。

課題Ⅸ：近年、国産回帰の消費志向に伴い、輸入材料から国産材料へシフトする動きが活発化しているトチノキ・クワ・コウゾについて、作業性がよく、クローン増殖が可能な「挿し木」に着目して、栽培者自身が容易かつ効率的に増殖できる「挿し木技術」を開発することを目的としている。この特用樹木の国内需要は高く、新たな産地育成が見込まれることから、地域資源を活かした中山間地域の新たな収入源、耕作放棄地等の有効利用にも繋がることとして期待されている。優良品種の効率的な増殖技術開発の為、初年度は濃度を変えた発根促進剤に浸し養苗後、挿し木を抜き取り発根状況を調査した。

課題Ⅹ：気候変動に伴う集中豪雨の増加によって山地災害の潜在的な発生リスクが上昇している一方で近年の林業活性化政策によって森林伐採の増加が見込まれている。そのため、林業活性化と森林の防災機能の発揮を両立する森林管理技術が求められており、災害発生リスクが高いエリアを予測し、林地の危険度に合わせた効率的で安全な森林作業システムを選択できる技術を開発する必要がある。そこで、本課題では、新たな技術を取り入れて従来よりも高精度に林地の災害危険度を評価する手法を開発するとともに、この結果を活用して山地災害リスクを考慮した新たな森林計画支援技術を開発するもの。

平成28年度は、実際の森林利用が行われている現場で、路網の破損等の災害がどのような場所で起きているかについて、データを収集し整理した。

I 初期成長の優れたコンテナ苗生産技術及び植栽実証試験

1 目的

再造林を推進するためには造林コストの削減が不可欠であり、特に費用がかかる植栽と下刈り対策が重要である。これに対し、根巻の防止処理を施したコンテナを用いて育苗した苗（以下、コンテナ苗）は植栽可能時期が長く、活着に優れ成長が良いといわれており、この特性により植栽コストの低減、下刈り作業の省力化が期待されている。また育苗期間の短縮による低価格化も併せて期待されている。しかしながら、本県においては優良なコンテナ苗の生産技術はまだ確立されておらず、植栽後の効果についても検討が必要である。本研究では、初期成長が優れたコンテナ苗の生産技術を確立するとともに、現地植栽における活着率・初期成長についての実証試験を行い検討する。平成 28 年度は、造林コストの削減に資するため、育苗期間短縮試験としてコンテナへの直挿し試験を実施し、実用可能性を検討した。

2 材料と方法

2. 1 実施期間：平成 27 年度～平成 31 年度

2. 2 担当者：村井 敦史

2. 3 場所：鳥取県林業試験場内ほか

2. 4 材料と方法

2. 4. 1 コンテナへの直挿し試験

穂木は、平成 28 年 4 月中旬に試験場内のミニチュア採種園（八頭 5 号、八頭 9 号、八頭 10 号、東伯 3 号、日野 7 号）と場内苗畑に生育する成木（とっとり沖の山）から採取した。挿し穂は、荒穂から約 20 cm に切り取り、基部から半分程度枝を落とし、切り口は切り返しなしの斜め切りで剪定鋏を用いて調整した。インドール酪酸液剤（商品名：オキシベロン液剤）を 100ppm に希釈した溶液に挿し穂基部を 24 時間浸漬した。浸漬後、40 穴 150 cc のスリット入りマルチキャビティコンテナ容器（東京第一合成株式会社）に案内棒を用いて 7～8cm 程度コンテナに挿し付けた。培土はトップココピート（株式会社トップ）とパーライトを 4：1 で混和した「ココピート」、トップココピートオールド（株式会社トップ）とパーライトを 4：1 で混和した「ココピートオールド」の 2 種類を用いた。両者とも 8 月中旬にハイコントロール 085 を 1 キャビティあたり 3g ずつ追肥した。灌水はミスト散水を 3 時間おきに 5 分間（5:00～17:00）行った。発根の有無は平成 28 年 8 月 24 日に、コンテナから根系が出ているものを発根とみなし、それ以外を未発根として記録した。

2. 4. 2 コンテナ苗の活着・成長率の評価

コンテナ苗の現地での活着・成長率を検証するため、平成 27 年度のコンテナ規格試験、用土別さし木試験で使用したハウメイスギを平成 28 年 10 月中旬に大山町赤松へ植栽した。2. 4. 1 で使用した苗は、平成 28 年 12 月中旬に大山町中山へ植栽した。

3 結果

3. 1 コンテナへの直挿し試験

発根はスリットから容易に確認することができ、発根したものは 1 か月程度でその有無を確認できた。系統別の発根率の結果を図 1 に示す。培土の違いにより発根率が異なる系統もあったが、同じ系統・培土であっても発根率のバラつきがみられた。発根し分枝もしていたものの、1 次根の発根数が数本程度であり、抜き取ると土が崩れる（図 3）など、苗としては不良苗が多かった。また、挿し穂の基部からの発根がほとんどであったため、コンテナの上半分には根系がなく培土が無駄になっていた（図 4）。試験期間中に 3 度の展

葉があったが明瞭な伸長成長はみられなかった。以上より、コンテナ苗の実用化には1次根数を増やすこと、晩春の施肥による成長促進が必要である。

3. 2 コンテナ苗の活着・成長率の評価

コンテナ苗の現地での成長・活着率の調査は継続中である。

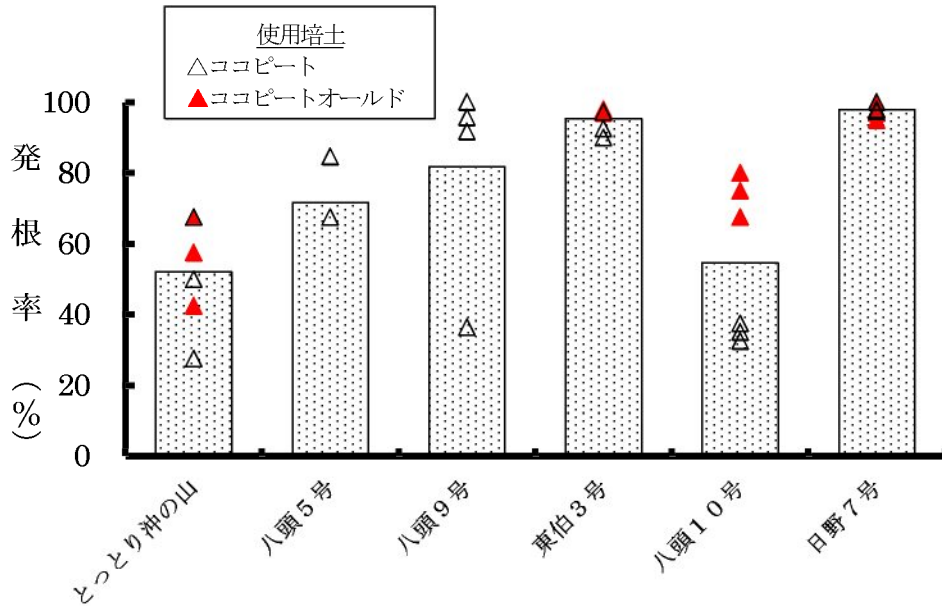


図1 系統別発根率 (棒グラフは全体の平均発根率、△は各コンテナ容器 (40 穴) の発根率)

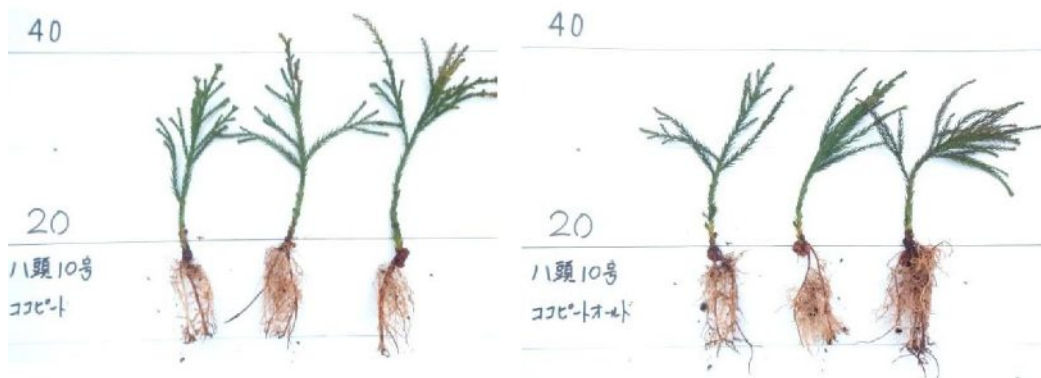


図 2 培土を洗い流した八頭 10 号の発根状態 (a)ココピート使用、(b) ココピートオールド使用。



図3 片根による培土の崩れ



図 4 根系発達の位置
コンテナ上部には根系が発達していない。

Ⅱ 長伐期施業に対応した列状伐採技術の確立

1 目的

人工造林地の多くは伐期に達しているが木材価格の低迷や皆伐後の造林コストの不採算性から長伐期施業への移行しつつあり、今後は皆伐ではなく間伐・択伐が増加すると考えられる。間伐方法の中で作業性、コスト面で有利とされる列状間伐があるが、この間伐方法が森林へ与える影響が明らかになっていない。列状間伐に対する懸念に対して、客観的手法により列状間伐による樹木成長への影響、及び伐採搬出コストの縮減効果を明らかにすることを目的とした。

2 方法

2.1 実施期間：平成26年度～平成28年度

2.2 担当者：山増 成久

2.3 場所：鳥取市八頭町ほか

2.4 材料と方法

2.4.1 試験地：表1、写真3のとおり

2.4.2 使用機械

ウッドライナー（高性能自走式般機）+ウインチ（自走式）（写真1）

スイングヤーダー イワフジTW-232B(グラップル機能のみ)（写真2）+作業班3人

表1 試験地概況（八頭町大江）

樹種	スギ
林齢(年)	50
面積(ha)	1.00
伐採列幅(m)	1.5~2.0 1列 横取20程度



写真1 ウッドライナー



ウインチ（自走式）



写真2 グラップル

1.4.3 行程調査

伐採から集材までの行程を調査した。



写真3 試験地全景



3 結果

2.1 伐木+造材・集材・造材仕上げ・選別



伐倒+造材



集材



造材仕上げ



選別・はい積

表2 行程調査

種 別	数 量	時間・日	人 役	備 考
伐倒・造材	135 本	2 日	1.0 人	
ウッドライナー架設	1 回	4 時間	3.0 人	
集材・造材・はい積	60.6 m ³	15.5 時間	3.0 人	同時作業
ウッドライナー撤去	1 回	2 時間	3.0 人	

行程調査の結果は表2のとおりであった。ウッドライナーを使用した行程では生産性は21.5m³/日、平均サイクルタイムは7.6minとなった。稼働時間中、般機が集材作業と関係ない状態となった時間は作業時間全体の4.2%程度であった。複数のリモコンによる操作、般機の自動運転が先山、土場ともに「待ち」の発生を少なくした結果と考えられる。このシステムは車両系システムに比べ搬出可能な距離が長いことが最大の長所である。しかしながら、架設・撤去作業が必須であることが効率面で短所となることから、架設・撤去の行程の効率化が必要である。

Ⅲ 低コスト再造林・保育技術の確立

1 目的

鳥取県では、昭和30年代末をピークに造林面積が減少しており、人工林の林齢構成は50年生前後に集中している。伐期に達している森林資源は充実しているが、木材価格の低迷や皆伐後の造林・保育コストの不採算性から皆伐・再造林が控えられている。このままでは偏った林齢構成は解消されず、将来の森林資源に支障が生じる恐れがある。このため、皆伐・再造林の阻害要因となっている造林・保育経費の縮減を図ることにより、人工林の適切な更新を促進することを目的とする。

2 方法

2.1 実施期間：平成26年度～平成30年度

1.2 担当者：山増 成久

2.3 場所：日野郡日南町湯河ほか

2.4 材料と方法

2.4.1 試験地

表1のとおり

2.4.2 使用機械

刈り払い機(共立SRE2310)

2.4.3 行程、成長量調査

異なる下刈方法の行程調査と植栽木への影響を調査した(図1)。

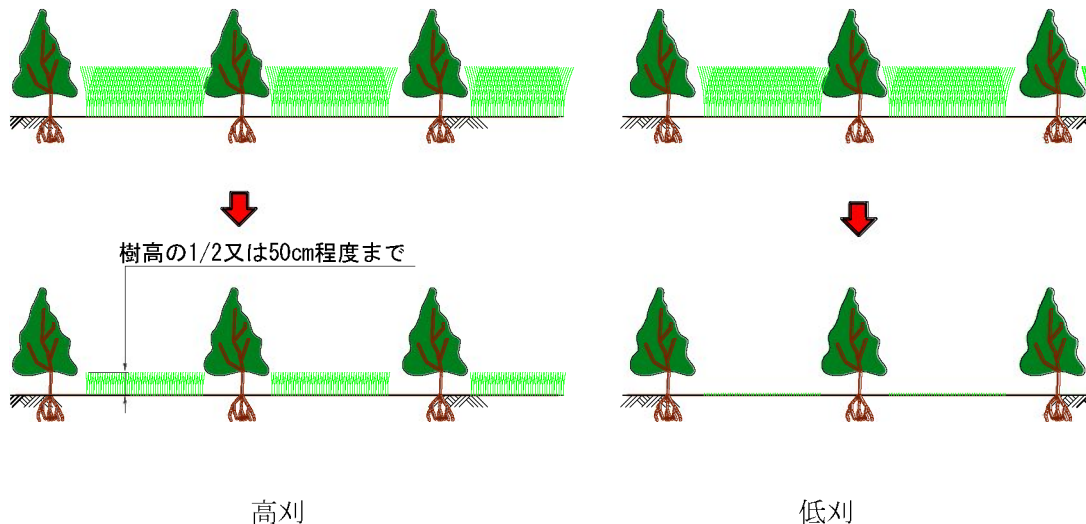


図1 下刈方法

3 結果

前回の調査から作業員、使用機械を固定し、従来どおりの下刈方法である低刈と高刈りの行程調査を行った。高刈は低刈と比較して作業効率が良い結果となった(図2)。刃の損耗や、燃料消費量から高刈は人、機械の両面で負担が軽減された。蒲生試験区では植栽木が目視できないほどススキが繁茂し、作業効率が大きく落ちた。

下刈方法の違いによる、植栽木の成長への影響については大きな違いはみられなかった (図3)。

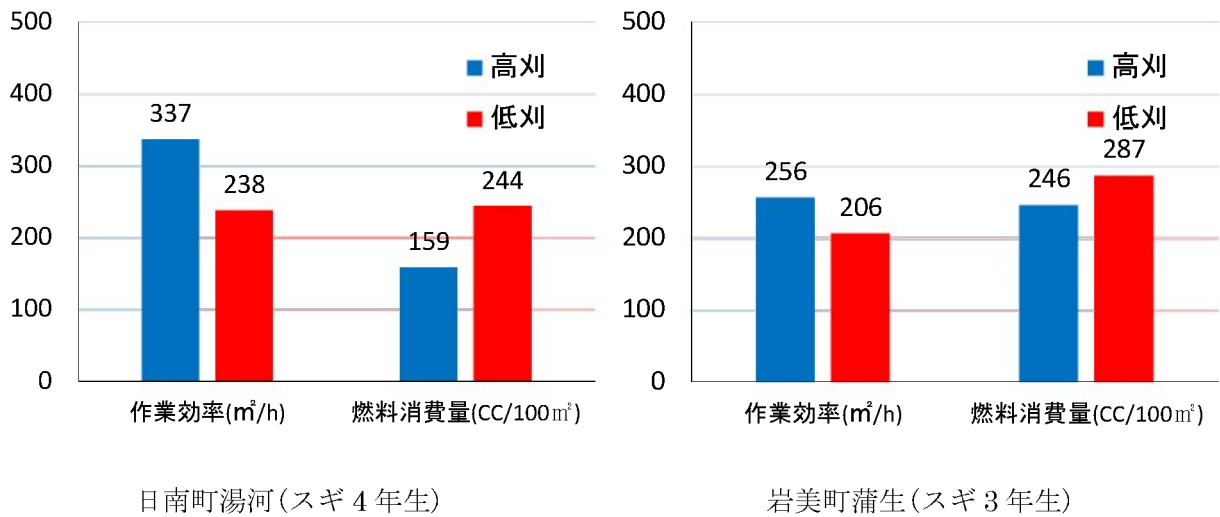


図 2 下刈の作業効率と燃料消費量

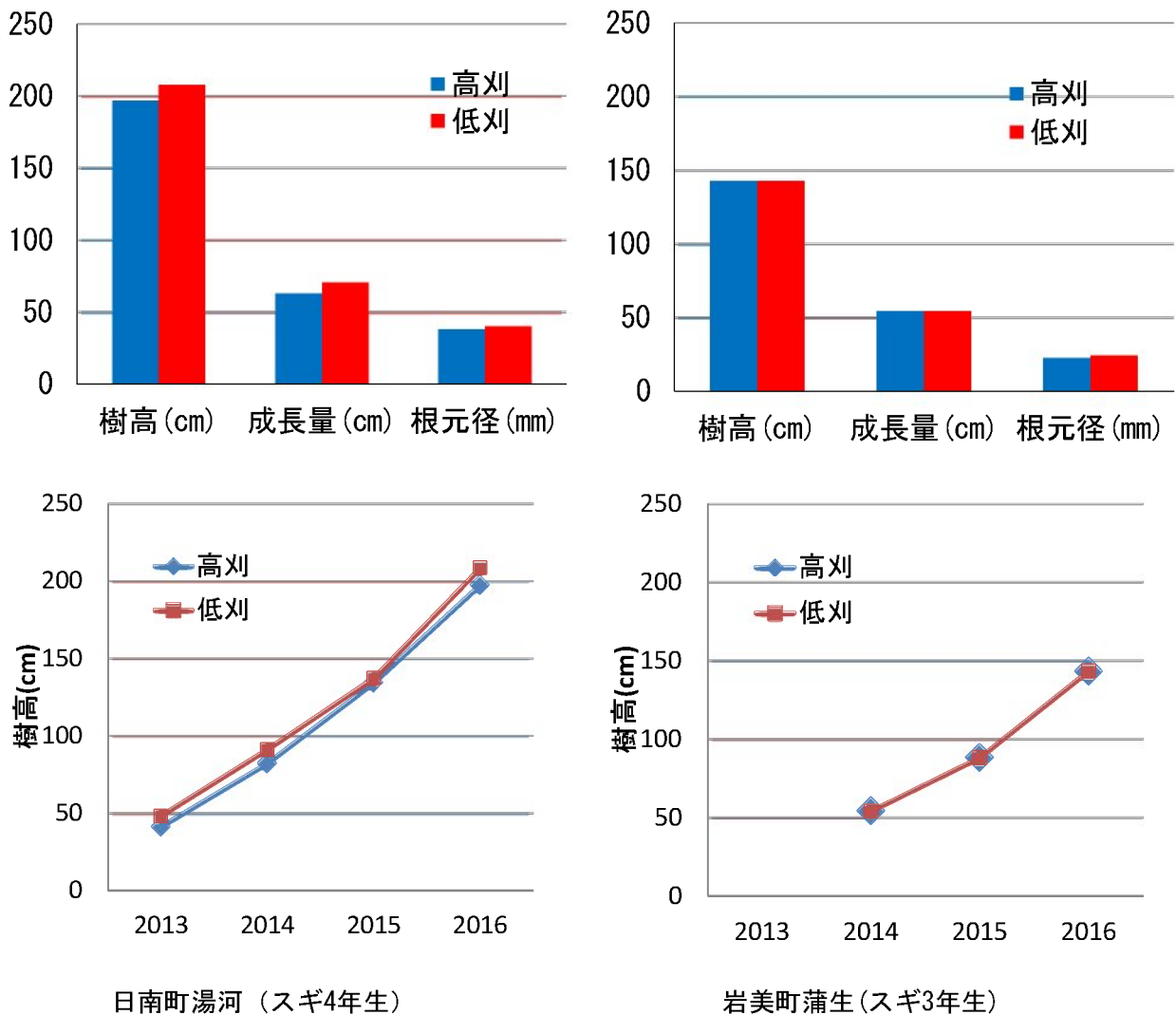


図 3 植栽木の成長

IV ナラ枯れ被害先端地域における効率的防除技術の確立

1 目的

近年ナラ枯れ被害が県東部から中部地域へ急速に拡大しており、国・県・市町は伐倒駆除、ビニール巻きなどの被害対策を実施している。しかし、くん蒸処理した被害木の根株や、枯死木の周辺に多数存在する穿入生存木（カシノナガキクイムシ（以降「カシナガ」）の被害を受けても生きている木）から翌年、数千頭のカシナガが発生する場合があります。平成 25 年には大山町の国立公園内等まで、被害が拡大した。そこで、これ以上のナラ枯れ被害の拡大を防ぐため、ナラ枯れ被害先端地において、カシナガを効率よく確実に駆除する技術を確立する。

2 方法

2. 1 実施期間：平成 26 年度～平成 28 年度

2. 2 担当者：西信介、池本省吾、谷口公教

2. 3 場所：鳥取県内被害地全域

2. 4 調査項目と調査地

2. 4. 1 被害枯死木からの被害拡大防止試験：米子市、東伯郡三朝町、琴浦町、西伯郡大山町

2. 4. 2 穿入生存木からの被害拡大防止試験：東伯郡琴浦町、西伯郡大山町

2. 4. 3 目視調査：県内全域

2. 5 材料と方法

2. 5. 1 被害枯死木からの被害拡大防止試験

コナラ被害木の根株を厚手ビニール（厚さ 0.1mm）又は布状の防草シートで被覆し、その上にドーム型トラップを設置して脱出してきたカシナガを定期的に回収し、脱出防止効果を調査した。

ミズナラ被害木について、立木状態でカーバム剤（NCS）くん蒸と厚手ビニール（厚さ 0.1mm）被覆を行い、地際～2m の範囲にスカート型トラップを設置し、脱出してきたカシナガを定期的に回収し、脱出防止効果を調査した。

2. 5. 2 穿入生存木からの被害拡大防止試験

コナラとミズナラの穿入生存木について、厚手ビニール（厚さ 0.1mm）被覆、殺虫剤（MEP）塗布、殺菌剤（ウッドキング DASH）注入及びそれらの組合せによる処理についてカシナガの脱出防止効果を調査した。

なお、脱出調査は、樹幹の地際～2m の範囲にスカート型トラップを設置し、脱出してきたカシナガを定期的に回収して行った。

また、厚手ビニール被覆及び殺虫剤塗布については地際～2m の範囲を処理し、殺虫剤及び殺菌剤の使用量についてはその使用方法に準じて行った。

2. 5. 3 目視調査

ナラ枯れ被害の発生状況を把握するため目視調査を行い、約 1 平方キロメートルの 3 次メッシュ単位で被害を記録した。被害は、程度により無被害から集団枯損までの 4 段階に区分した。

3 結果

3. 1 被害枯死木からの被害拡大防止試験

コナラ根株からの脱出数については、処理後2年目と3年目の調査で、株によりバラツキがあったが3年目でも脱出した(表1)。厚手ビニール被覆で2年目の脱出がなかったが、当該調査地は日当たりが良く、夏季にはビニールの表面温度が50℃を越えており、高温によりカシナガが枯死していると考えられた。立木からの脱出防止では、厚手ビニール被覆の効果が高かった(表2)。

3. 2 穿入生存木からの被害拡大防止試験

コナラ穿入生存木について、カシナガ穿入後の8月に殺菌剤注入の処理を行って脱出防止の効果を検討したが、大きな脱出抑制効果はみられなかった(表3)。

厚手ビニール被覆や殺虫剤散布等の処理については、処理後2年目と3年目の調査であるが、依然としてカシナガの脱出が確認されている(表3)。なお、調査木に対して、外部から飛来したカシナガがスカート型トラップに穿孔する様子が観察された。

3. 3 目視調査

平成28年度の被害は図のとおりであった。

表1 コナラ根株からのカシナガ脱出状況

処理年度	脱出防止処理	調査木数	平均脱出数 (最少～最多)
平成25年度	布防草シート被覆	4	432 (0 ～ 1440)
	無処理	4	11 (0 ～ 44)
平成26年度	高密防草シート被覆	4	63 (0 ～ 406)
	厚手ビニール被覆	4	0

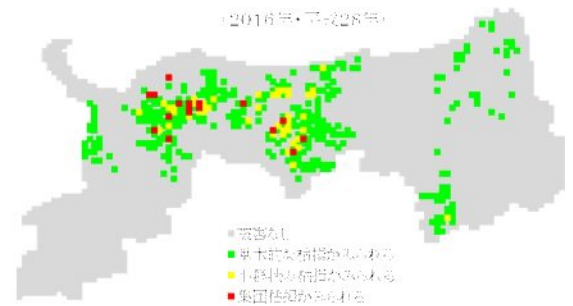


図 ナラ枯れ発生状況

表2 枯死木からのカシナガ脱出状況

処理年度	樹種	脱出防止処理	調査木数	平均脱出数 (最少～最多)
平成25年度	ミズナラ	ラップ被覆	7	127 (17 ～ 314)
平成26年度	コナラ	NCS燻蒸	5	620 (29 ～ 1556)
平成27年度	ミズナラ	NCS燻蒸	4	1629 (1 ～ 6316)
		NCS燻蒸+厚手ビニール被覆	5	33 (11 ～ 80)

表3 穿入生存木からのカシナガ脱出状況

処理年度	樹種	脱出防止処理	調査木数	平均脱出数 (最少～最多)
平成25年度	コナラ	ラップ被覆	2	935 (1 ～ 1869)
		厚手ビニール被覆	10	744 (34 ～ 2681)
		秋/殺虫剤	5	396 (61 ～ 741)
平成26年度	コナラ	秋/殺虫剤+ラップ被覆	5	1297 (58 ～ 3993)
		春/殺虫剤	5	501 (277 ～ 850)
		春/殺菌剤	9	460 (25 ～ 1815)
	ミズナラ	春/殺菌剤+厚手ビニール被覆	9	1013 (185 ～ 2681)
		無処理	6	1452 (35 ～ 3919)
		春/殺虫剤	3	36 (20 ～ 53)
平成27年度	コナラ	春/殺虫剤+厚手ビニール被覆	3	175 (8 ～ 501)
		春/殺菌剤	3	934 (64 ～ 1915)
		春/殺菌剤+厚手ビニール被覆	3	282 (67 ～ 686)
		無処理	4	419 (24 ～ 1541)
平成27年度	コナラ	夏/殺菌剤	6	2461 (980 ～ 6068)
		夏/殺菌剤×1.5倍施用	3	1404 (203 ～ 2765)

V ハイブリッド無花粉スギの創出

1 目的

スギ花粉症患者数は日本国民の約 3 割を超えると推計され、大きな社会問題となっている。鳥取県では「スギ花粉症対策プラン」(H20～30)を策定し、スギ人工林の皆伐及び択伐後に花粉症対策品種などを植栽し、花粉の少ない森林に転換することとしている。現在、花粉症対策品種「少花粉スギ」として鳥取県スギ精英樹八頭 5、8、11 号が登録・利用されているが、これらも年によっては花粉をつける場合があり、将来的には花粉を全く着けない「無花粉スギ」に切り替える必要がある。

一方、林業経営面では、「スギカミキリに強い」、「雪害に強い」、「成長が優れる」など優良形質を保有していることが求められている。そこで、本課題では無花粉と優良形質を併せ持つハイブリッド無花粉スギの創出を行う。

2 方法

2. 1 実施期間：平成24年度～平成33年度

2. 2 担当者：池本省吾

2. 3 場所：鳥取県林業試験場内

2. 4 材料：鳥取県精英樹 28 系統、耐雪性品種 1 系統、スギカミキリ抵抗性品種 2 系統、天然スギ 19 系統、無花粉遺伝子保有スギ 2 系統

2. 5 試験方法

2. 5. 1 無花粉遺伝子を保有する県内スギの探索

県内スギが無花粉遺伝子を保有するかどうか確かめるため、無花粉遺伝子保有スギと県内スギを人工交配して作出した F1(第一代目の交配種)苗木に対して、平成 28 年 7 月上旬～8 月上旬にジベレリン処理(100ppm)による着花誘導処理を行った。平成 29 年 2 月中旬に個体毎の花粉飛散の有無を調査した(表 1)。また、別課題：県産スギ材の材質及び強度に優れた品種の選抜(H23～27)で選抜された、材質強度に優れた品種(5 系統)の無花粉遺伝子の有無を確かめるため、無花粉遺伝子保有スギとの人工交配を行った。

表1 F1(県内スギ×無花粉遺伝子保有スギ)の着花調査

交配組み合わせ	苗木本数(本)	ジベレリン処理日	着花調査日	備考
八頭5号 × 珠洲2号	40	H28年7月5日・19日、8月2日	H29年2月15日	H25年度交配
とっとり沖の山 × 珠洲2号	40	〃	〃	〃
耐虫8号 × 珠洲2号	40	〃	〃	〃
計	120			

2. 5. 2 ハイブリッド無花粉スギの創出

無花粉スギの原母樹となる F2(第二代目の交配種)集団を作出するため、2. 5. 1 の探索時に作出した F1 苗木同士の人工交配を平成 29 年 3 月に行った(表 2)。また平成 28 年 11 月下旬に昨年度 F1 同士を人工交配して得られた F2 種子の採取を行った。

表2 F1同士の交配状況

交配組み合わせ	苗木本数(本)	ジベレリン処理日	人工交配日	備考
F1(Cr天東4 × 珠洲2号) × F1(富山不稔 × 耐虫8号)	11	H28年7月5日・19日、8月2日	H29年3月7日・17日	H26年度F1交配
F1(日野7号 × 珠洲2号) × F1(富山不稔 × 耐虫8号)	19	〃	〃	〃
F1(富山不稔 × 日野16号) × F1(富山不稔 × 耐虫8号)	6	〃	〃	〃
F1(富山不稔 × 東伯1号) × F1(富山不稔 × 耐虫8号)	7	〃	〃	〃
F1(富山不稔 × 八頭3号) × F1(富山不稔 × 耐虫8号)	11	〃	〃	〃
F1(富山不稔 × 耐虫8号) × F1(Cr天東4 × 珠洲2号)	15	〃	〃	〃
計	69			

3 結果

3. 1 無花粉遺伝子を保有する県内スギの探索

調査した3家系全てに花粉の飛散(内包)が見られたため、これら3家系の母樹である県内スギ3系統(精英樹1系統、耐雪性品種1系統、スギカミキリ抵抗性1系統)は無花粉遺伝子を保有していないことが判明した(図-1)。

3. 2 ハイブリッド無花粉スギの創出

昨年度実施したF1同士の人工交配(17通り167本)のうち、7通り104本からF2種子が採取できた(図-2)。今後、これら種子を平成29年度に播種・養苗する計画としている。今年度人工交配を行ったF1苗木69本(図-3)は、平成29年11月頃にF2種子が採取可能となる予定である。

また、無花粉スギの原母樹となるF1集団49家系(精英樹26家系、耐雪性品種1家系、スギカミキリ抵抗性品種3家系、天然スギ19家系)の苗木約2,000本についても引き続き養苗を行う(図-4)。

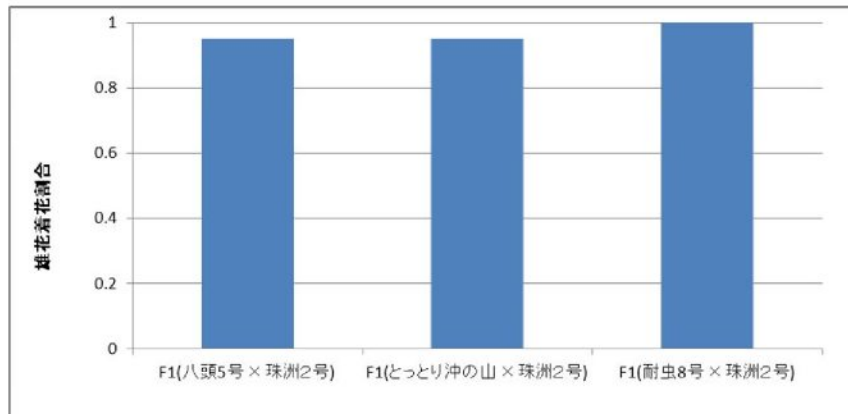


図-1 県内無花粉スギの雄花着花割合

※雄花着花割合が0.75以上のものは無花粉遺伝子を保有していない



図-2 F2種子の入った球果



図-3 F1同士の交配苗(6通り)



図-4 育苗中のF1苗木(49家系)

VI シカによる造林木への食害防止のための 耐雪性ツリーシェルターの改良・開発

1 目的

近年、県東部ではシカの生息数の増加に伴い造林木への食害被害が多発している。シカ食害に対しては、植栽木を保護資材で覆う方法（以下、ツリーシェルター法という。）があり、物理的に植栽木を保護するため、高い食害防止効果がある。ただし、ツリーシェルターは積雪によって破損や変形が生じる等の報告があり、雪深い地域での利用にあたっては慎重を期さなければならない。しかし、現状ではツリーシェルターの耐雪性能に関する情報は多くない。そこで、県内の積雪深の異なる地域にツリーシェルターを設置して耐雪性能の実証試験を行ったので報告する。

2 材料と方法

2.1 実施期間：平成26年度～平成28年度

2.2 担当者：矢部 浩

2.3 材料と方法

試験地は、表1に示す6箇所の植栽地で実施した。試験地番号1から5までは幼齢木用のツリーシェルターを、試験地番号6では壮齢木用のツリーシェルターを設置した。幼齢木用のツリーシェルター試験にはタイプの異なる5種類のツリーシェルターを使用した。供試ツリーシェルターの概要は表2、図1のとおりである。設置にあたっては、各ツリーシェルターの取り扱い説明書等に定める標準的な設置方法とした。なお、各ツリーシェルターの支柱の打ち込み深さは40cmとした。壮齢木用のツリーシェルター試験にはCタイプの保護資材を直接立木の樹幹に巻き付けた。また、冬期の積雪深を

表1 試験地の概要

試験地番号	所在地	標高(m)	斜面方位	斜面傾斜角(°)	最深積雪深(平年値(m))	植栽樹種	試験開始時の林齢	調査期間
1	三朝町坂本	320	北北西	19	123	広葉樹	5	H26.10～
2	岩美町蒲生	340	北西	13	180	スギ	2	H26.11～
3	鳥取市用瀬町中津美	330	北北西	43	110	スギ	2	H26.11～
4	若桜町つく米	950	西南西	31	244	広葉樹	2	H25.6～H27.5
5	日南町湯河	670	北北西	16	134	スギ	3	H26.11～
6	智頭町芦津	950	南南東	33	246	スギ	53	H27.11～

表2 供試ツリーシェルターの概要

区分	保護資材				支柱		設置時高さ(cm)
	資材	表面形状	設置時形状	自立性	本数	弾性	
A	ポリプロピレン	板状	円筒	有	2	小	140
B	ポリエチレン	網目状	角筒	有	2	小	190
C	ポリエチレン	網目状	円筒	有	1	大	170
D	ポリエチレン	布状	円筒	無	1	大	150
E	ポリ乳酸繊維	布状	円筒	無	1	大	150

把握するため、試験地内に高橋式積雪指示計（高橋1968）を設置した。融雪後、ツリーシェルターの倒伏及び損傷等の発生状況を調査した。

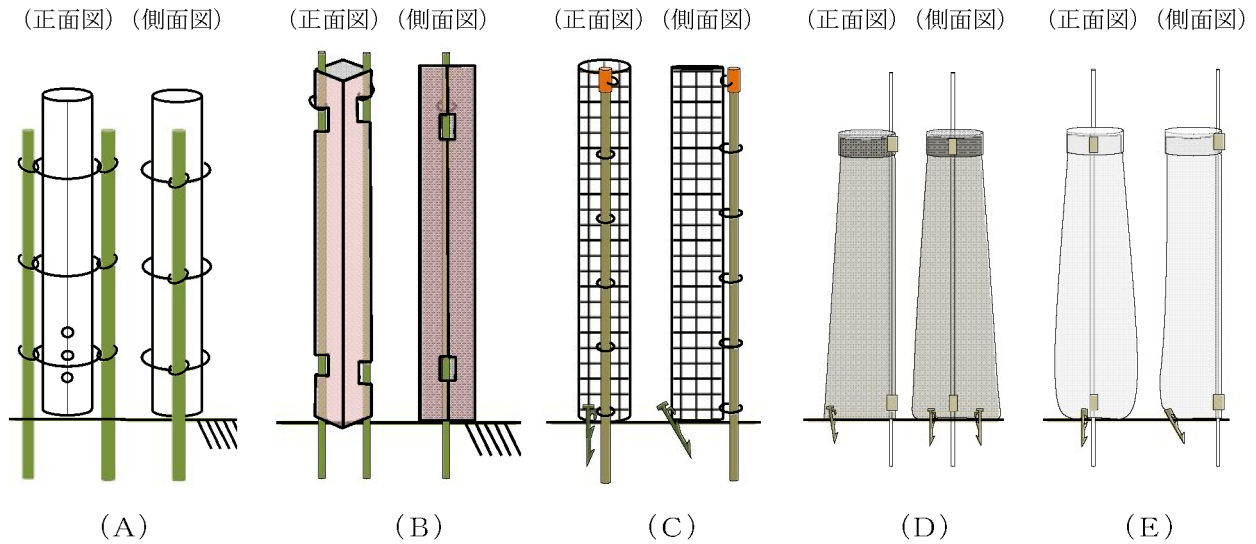


図1 供試ツリーシェルターの模式図

3 結果

幼齢木用のツリーシェルターの結果について、調査期間中の最深積雪深と被害の発生率の関係を図2に示す。最深積雪深が180cmを越え、支柱が2本のA・Bタイプでは被害が少なく、支柱が1本のC・D・Eタイプで被害が大きくなった。

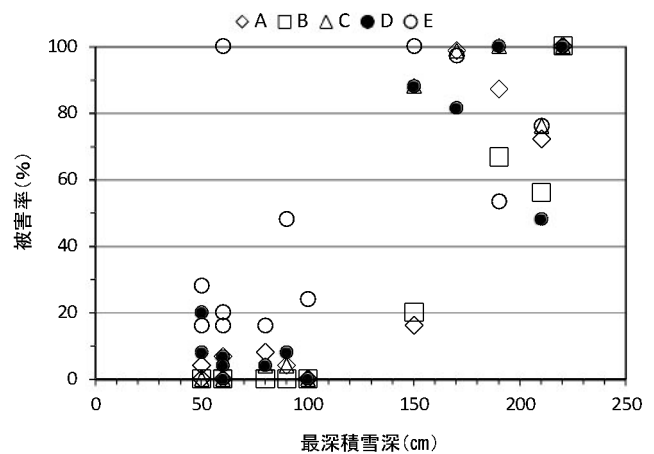


図2 最深積雪深と被害率の関係

壮齢木用のツリーシェルター試験地の最深積雪深は200cm以上となり、ツリーシェルター上部の結束バンドの破断やズレが生じた。被害発生率は、結束バンドの破断が60%、ズレが20%である。ズレが生じた保護資材は、提灯だたみ状に変形しており、交換が必要であった。

Ⅶ 地下流水音探査法を用いた効果的の山地災害対策のための技術開発

1 目的

林野庁は平成21年度に森林・林業再生プランを策定し、平成32年までに木材自給率50%を目指して従来よりもコストを低く抑えた森林路網を整備する方針を打ち出した。森林路網の開設は今後急速に増加する見通しであるが、一方で、近年は気候変動に伴う集中豪雨や台風災害が相次いでおり、山地災害の発生リスクが高まっている。森林路網の開設が増加する一方で、災害を引き起こす豪雨も増えていることを考えると、今後、森林路網に起因する斜面崩壊等の災害が増加する恐れがある。森林路網に係る災害を未然に防止するためには、山地の危険箇所を避けたルート選定が重要である。

斜面崩壊等の危険箇所の簡易判定技術として、斜面崩壊と密接な関係がある地下水の水みちを音により探査する方法（以下、地下流水音探査法という。）が開発されている。昨年度まで、地下流水音探査法の検証を行い、地下流水音のピーク位置と地下水の水みちが一致することを確認した。

今年度は、既設森林路網の損壊箇所の地形的特徴から、山地斜面において崩壊の発生しやすい危険地形を明らかにしたので報告する。

2 方法

2. 1 実施期間：平成24年度～平成28年度

2. 2 担当者：矢部 浩

2. 3 方法

2. 3. 1 調査対象

調査対象は、既設林道の切取り法面における崩壊箇所及び法枠等の構造物が施工された箇所（緑化等による復旧箇所を含む）とした。調査箇所数は、227 箇所である。

2. 3. 2 調査方法

現地調査と図上調査を行った。現地調査は、携帯GPS端末を用いて損壊箇所の位置情報を取得した後、損壊箇所の大きさ、周辺を含む地形・地質的特徴を調査した。また、損壊箇所の地盤が確認できる場所では、その風化度合いを記録した。なお、地盤の風化度合いについては、現地で簡易に判定するため、次のとおり4区分した。1：硬くてハンマーで打ち付けても割れない、2：硬いがハンマーで2つに割れる、3：ハンマーで粉々に砕ける、4：手で砕くことができる。さらに、15地点において地下流水音探査装置（拓和 GAS-3A）を用いた地下流水音探査を行い、水みちの有無を確認した。測定は、損壊箇所とその前後10m～20mの範囲で、林道に沿うように実施した。図上調査は、現地調査で取得した位置情報を基に、当県で整備している森林GISシステムを利用して現地調査で確認できなかった地すべり地形やリニアメントなどの地理情報を収集した。なお、地すべり地形やリニアメントについては、国土地理院の数値標高モデルから作成したCS立体図（戸田2014）から地形判読を行った。

3 結果

損壊箇所の 97%が、路面から 4m以上の高さで発生していた (図 1)。切取り法面の高さが 4m以上になると、斜面が不安定化して損壊が起りやすくなるものと考えられる。

損壊は、地すべり地形、断層、地質境界、0次谷で多く発生していた (図 2)。これらが森林路網を開設する際に注意を要する危険地形といえる。これらの危険地形は単独であることは少なく、調査地点の 91%で重複していた。特に地すべり地形及び断層は調査箇所の 70%以上で出現しており、特に注意を要する危険地形である。

損壊箇所における地盤の風化度合いをみると、調査地の全てでハンマー若しくは手で碎けるほどに風化が進んでいた。特に手で碎けるほど風化が進んでいた調査地は、全体の 78%となった。損壊は、風化が進み、破碎・粘土化した強度の低下した柔らかい場所で生じていることが分かった (図 3)。

地下流水音探査法による水みち調査結果の 1 例を図 4 に示す。損壊範囲の中に地下流水音の大きなピークが存在する。他の調査地でも同様に損壊範囲内に地下流水音のピークが存在しており、損壊箇所に水みちが存在していることが分かった。

以上の結果から、損壊の生じやすい危険地形は、地盤の強度が小さく、水が回りやすい条件の場所であると考えられた。

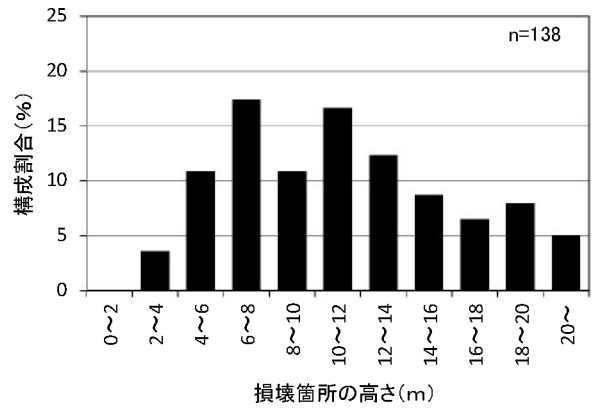


図 1 高さ別の損壊箇所割合

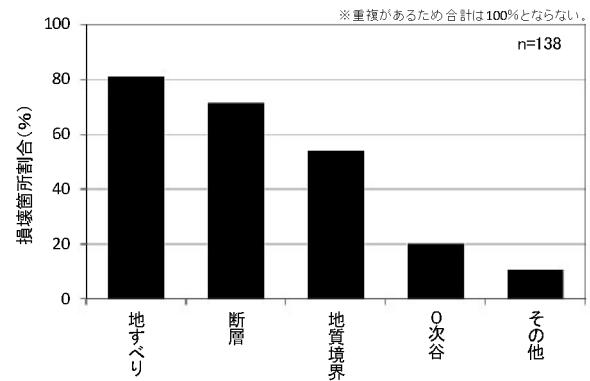


図 2 地形別の損壊箇所割合

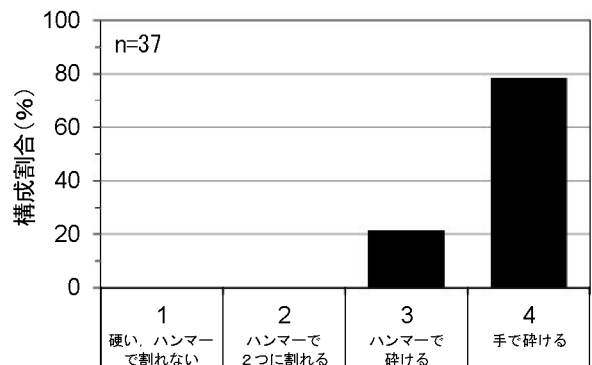


図 3 損壊箇所の風化度

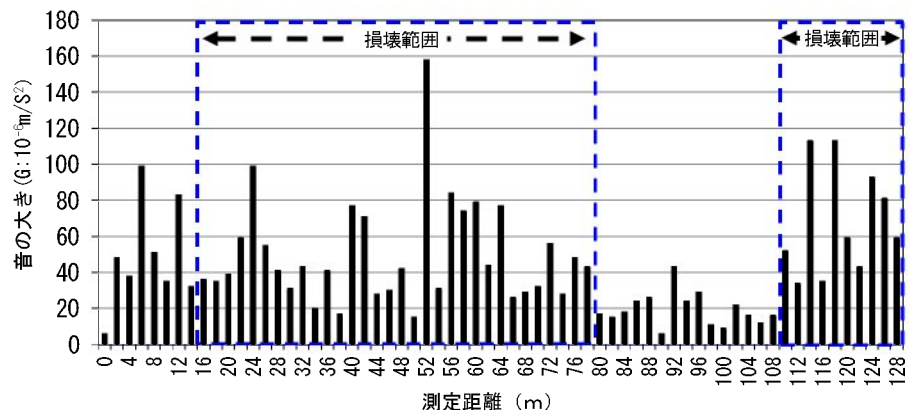


図 4 損壊箇所における地下流水音探査結果の一例

Ⅷ 高齢広葉樹林（ナラ類、シイ・カシ類）萌芽更新技術の確立

1 目的

里山林の放置による里山広葉樹林の高齢・大径化が進行しており、特にナラ類やシイ・カシ類（以下「ナラ類等」という）は、「ナラ枯れ被害」が増加する要因ともなっている。ナラ類等の広葉樹は、シイタケ原木、パルプ原料、床材、木炭等に利用されるほか、近年では木質バイオマス燃料としての需要も高い。

里山のナラ類等については、萌芽能力が高い 15～30 年生程度で伐採・萌芽更新させていたが、近年の高齢化した広葉樹林伐採跡地では、ヤブ化・ササ山化した山林がみられる状況であり、高齢・大径化に伴う萌芽能力の低下や、不適切な伐採時期が原因と指摘する声があり、高齢広葉樹林の更新方法の確立が急務となっている。

また、高齢広葉樹林からの萌芽更新では、萌芽後の成長（蓄積増加）過程が明らかでなく、適切な管理技術の確立により、低コスト・低労力の森林経営、資源循環利用を図る必要がある。

2 方法

2. 1 実施期間：平成 28 年度～平成 32 年度

2. 2 担当者：西信介

2. 3 場所：鳥取県内

2. 4 調査項目と調査地

2. 4. 1 広葉樹萌芽能力試験：米子市、東伯郡三朝町、西伯郡大山町

2. 4. 2 萌芽枝枯損防止試験：米子市、西伯郡大山町

2. 5 材料と方法

2. 5. 1 広葉樹萌芽実態調査

ナラ類、シイ・カシ類の高齢木の伐採地で、伐採時期、樹齢、伐根の直径、伐採高、萌芽枝の発生位置、本数、樹高等の状況を調査した。

2. 5. 2 萌芽枝枯損防止試験

米子市と西伯郡大山町の高齢コナラ林伐採地で、萌芽枝の枯損防止の施業試験のための試験地を設定した。

3 結果

3. 1 広葉樹萌芽実態調査

13 年、57 年、60 年、80 年生のコナラ林の伐採地で更新状況を調査した。

萌芽率は林齢が高くなるとともに下がったが、80 年生林分でも 50%近い萌芽率があった（図 1）。57 年生林分で萌芽率が低かったが、他の林分が 12 月から翌年 3 月頃の成長休止期に伐採されていたのに対し、8 月中旬頃に伐採が行われた林分で、成長期である夏に伐採が行われたことが、萌芽率が低下した原因と推察された。

60 年生林分と 80 年生林分での萌芽した根株での萌芽本数はそれぞれ平均 6 本と 10 本で、80 年生

告

林分の方が多かった(図2)。これについては、伐根径が大きくなると萌芽の本数が増加するという報告もあるが、今回の調査では伐根径と萌芽本数に関係はみられなかった(図3)。

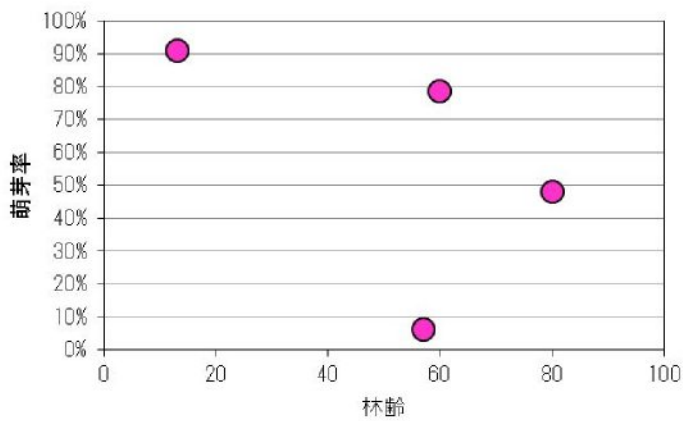


図1 林齢と萌芽率

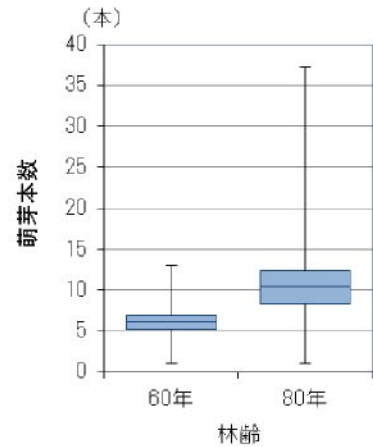


図2 林齢と萌芽本数

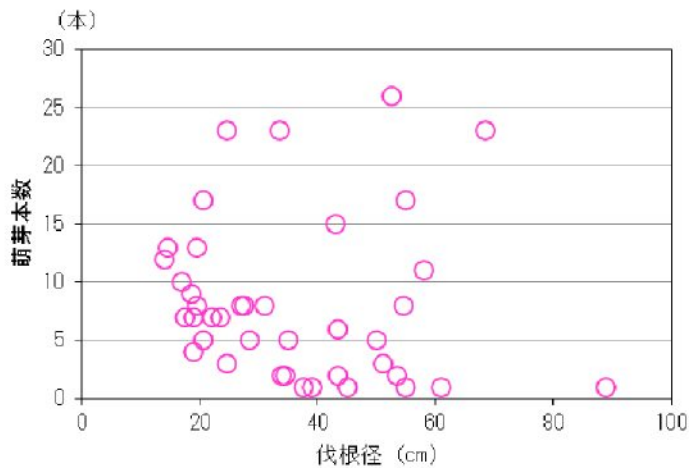


図3 伐根径と萌芽本数

3. 2 萌芽枝枯損防止試験

萌芽枝の枯損防止試験を行うため、表のとおり、米子市本宮地内のコナラ 80 年生林と、西伯郡大山町加茂地内のコナラ 60 年生林の伐採跡地に、固定試験地を設定した。

表 萌芽枝枯損防止試験固定試験地

調査地名	標高	樹種	伐採時 林齢	平均 伐根径	面積
米子市本宮	150m	コナラ	80年	48.9cm	0.29ha
大山町加茂	160m	コナラ	60年	30.1cm	0.50ha

Ⅸ 特用樹木の効率的増殖技術の開発

1 目的

トチノキ・クワ・コウゾは、菓子や健康食品、和紙原料として利用されており、その多くは国外から輸入されている。近年、国産回帰の消費志向に伴い、輸入材料から国産材料へシフトする動きが活発化しており、地域資源を活かした中山間地域の新たな収入源として期待されており、耕作放棄地等の有効利用にもつながる。トチノキ・クワ・コウゾとも国内需要は高く、新たな産地育成が見込まれることから、優良品種の効率的な増殖技術の開発が求められている。

本課題では、作業性がよく、クローン増殖が可能な「挿し木」に着目して、栽培者自身が容易かつ効率的に増殖できる「挿し木技術」を開発することを目的としている。

2 方法

2. 1 実施期間：平成28年度～平成30年度

2. 2 担当者：矢部 浩

2. 3 方法

2. 3. 1 発根促進剤の効果の検証

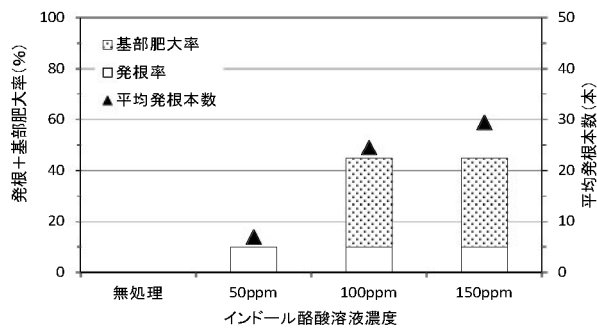
トチノキ、クワ、コウゾに表 1 に示す発根促進剤（インドール酪酸）濃度で基部の浸漬処理を行い、穂木の太さ別に発根の状況を調査した。浸漬時間は 24 時間とした。挿し木作業後は試験場内の自動灌水設備付きの寒冷紗を張った屋外ガラス室内で適宜ミスト散水を行いながら養苗した。養苗後は挿し木を抜き取り、発根状況を調査した。

表 1 試験内容

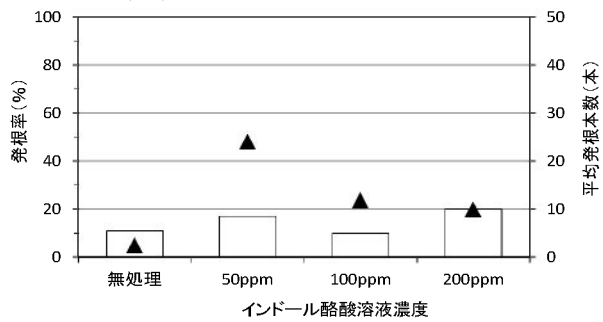
樹種	穂木長さ	用土	発根処理内容		供試本数	処理時期	調査時期
			発根促進剤の種類	濃度			
トチノキ	15cm	鹿沼土 (細粒)	インドール酪酸	50ppm	20	6月	翌年3月
				100ppm	20		
				150ppm	20		
			無処理	-	20		
コウゾ	15cm	真砂土	インドール酪酸	50ppm	42	3月	6月
				100ppm	42		
				150ppm	42		
			無処理	-	42		
クワ	15cm	真砂土	インドール酪酸	50ppm	130	7月	8月
				100ppm	180		
				200ppm	230		
			無処理	-	80		

3 結果

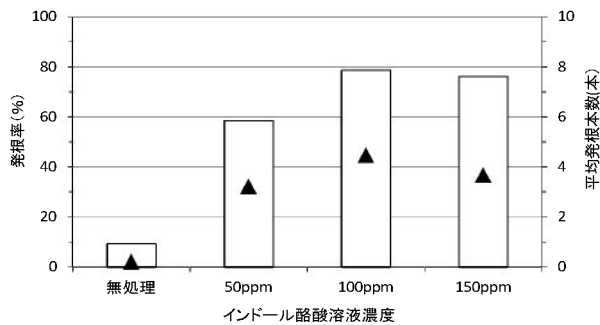
各樹種の発根促進剤濃度別の発根率と平均発根本数を図 1 に、直径階別の発根率と平均発根本数を図 2 に示す。トチノキの発根率が低く、発根促進剤濃度の違いによる差も認められなかった。ただし、発根促進剤を使用した区では、穂木の基部に発根の前兆である肥大がみられた。クワでは発根促進剤の濃度による発根率の違いは見られなかった。平均発根本数は 50ppm が他の濃度に比べて多かった。また、直径が大きくなるほど発根率と平均発根本数が増大し、直径 8mm 以上の穂木での成績が良かった。コウゾでは、発根促進剤の効果が顕著に現れ、無処理に比べ発根率と平均発根本数が大きくなった。穂木の直径によって発根率に大きな違いはなかったが、平均発根本数は、直径が大きくなるにつれ増加する傾向がみられた。



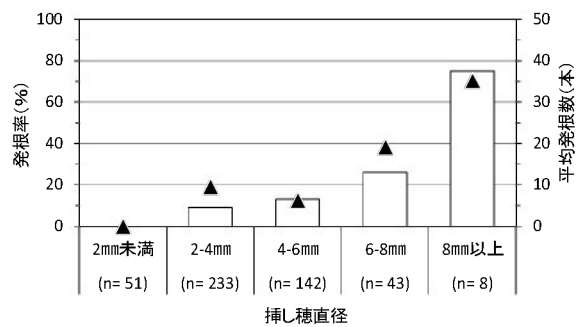
(i) トチノキ



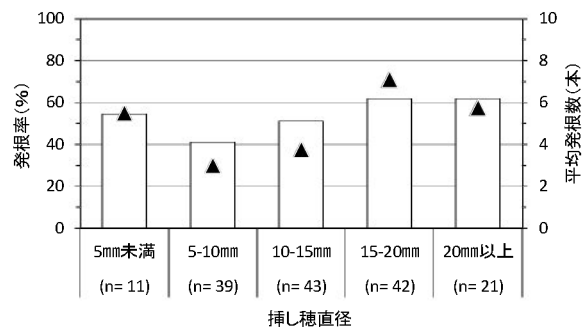
(ii) クワ



(iii) コウゾ



(i) クワ



(ii) コウゾ

図 2 挿し穂の直径別発根率と平均発根量

図 1 発根促進剤濃度別発根率と平均発根量

X 山地災害リスクを回避・軽減する現地判定技術の開発

1 目的

現在のわが国の山林の状況は、全国的な地震頻度の増加、気候変動に伴う集中豪雨の増加によって山地災害の潜在的な発生リスクが上昇している。一方で近年の林業活性化政策によって森林伐採量の増加が見込まれていることから、林業活性化と森林の防災機能の発揮を両立する森林管理技術が求められている。そのため、森林資源情報を考慮した長期的な森林計画により収益性を確保するとともに、災害発生リスクが高いエリアを予測し、林地の危険度に合わせた効率的で安全な森林作業システムを選択できる技術を開発する必要がある。そこで、本課題では、新たな技術を取り入れて従来よりも高精度に林地の災害危険度を評価する手法を開発するとともに、この結果を活用して山地災害リスクを考慮した新たな森林計画支援技術を開発する。

今年度は、実際の森林利用が行われている現場で、路網の破損等の災害がどのような場所で起きているかについて、データを収集し整理した。

2 方法

2. 1 実施期間：平成28年度～平成32年度

2. 2 担当者：矢部 浩

2. 3 方 法

2. 3. 1 調査対象

調査は、既設の林業専用道・林道を対象として、切り取り法面及び盛土法面並びに路面の損壊状況について行った。調査箇所は、36路線108箇所である。

2. 3. 2 調査方法

現地調査と図上調査を行った。現地調査は、携帯GPS端末を用いて損壊箇所の位置情報を取得した後、損壊箇所の大きさ、周辺を含む地形・地質的特徴を調査した。また、損壊箇所の地盤が確認できる場所では、その風化度合いを記録した。なお、地盤の風化度合いについては、現地で簡易に判定するため、次のとおり4区分した。1：硬くてハンマーで打ち付けても割れない、2：硬いがハンマーで2つに割れる、3：ハンマーで粉々に砕ける、4：手で砕くことができる。図上調査は、現地調査で取得した位置情報を基に、当県で整備している森林GISシステムを利用して現地調査で確認できなかった地すべり地形やリニアメントなどの地理情報を収集した。なお、地すべり地形やリニアメントについては、国土地理院の数値標高モデルから作成したCS立体図（戸田2014）から地形判読を行った。

3 結果

林業専用道の開設から損壊までの経過年数を調べたところ、損壊の約6割は開設後1年以内に、約9割は2年以内に発生していた（図1）。また、損壊までの期間は最短で3～6ヵ月、中には施工中に発生したものもみられた。これは、開設後の最初の強い雨で多くの損壊が生じていることを意味している。損壊の原因となった土砂の発生源を図2に示す。土砂の発生源は、自然斜面よりも切土法面・盛土で発生頻度が高く、切土と盛土では発生頻度に大きな違いはなかった。切土では、法面崩壊・落

石が、盛土では路肩の亀裂、崩壊が多くみられた。路面では、路面水の集中による表面侵食・沢や上部斜面からの土砂流入がみられた。傾斜別にみた損壊件数は、斜面傾斜が大きくなるにつれ増加し、40度以上で急増した。損壊箇所の約7割は勾配が30度以上の斜面で発生していた(図3)。切土損壊箇所から上下斜面の勾配をみると、上流側より下流側が急になる遷急点で損壊が多く発生していた(図4)。盛土の損壊ではその傾向は見られなかった。盛土損壊は、横断排水工への土砂堆積などによる機能不全や未設置により、路面水が盛土に流入して崩壊した事例が多数みられた。また、転圧不足や法尻の不適切な施工もみられ、盛土損壊は施工に起因するものがほとんどであった(図5)。

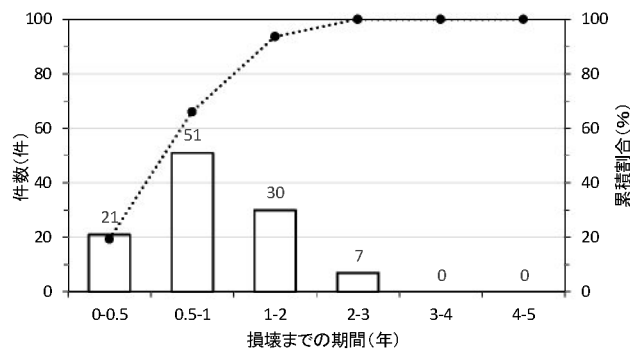


図1 路網開設から損壊発生までの期間

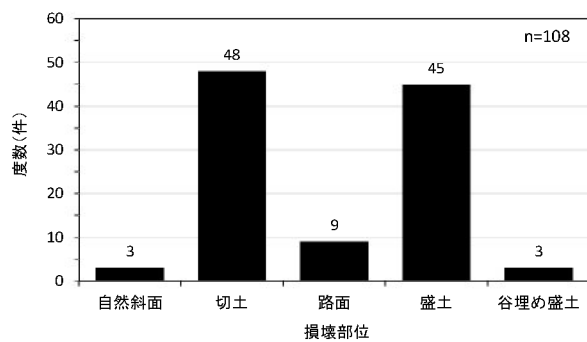


図2 林業専用道の損壊部位

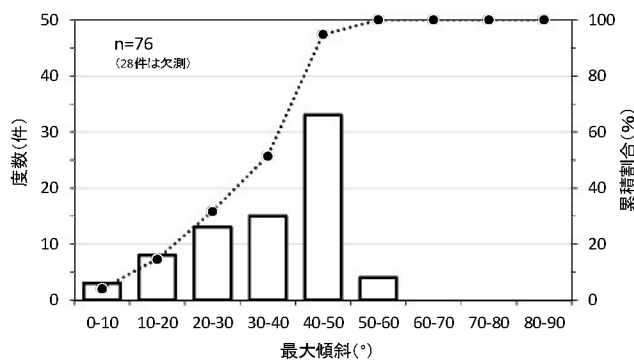


図3 損壊箇所斜面の最大傾斜

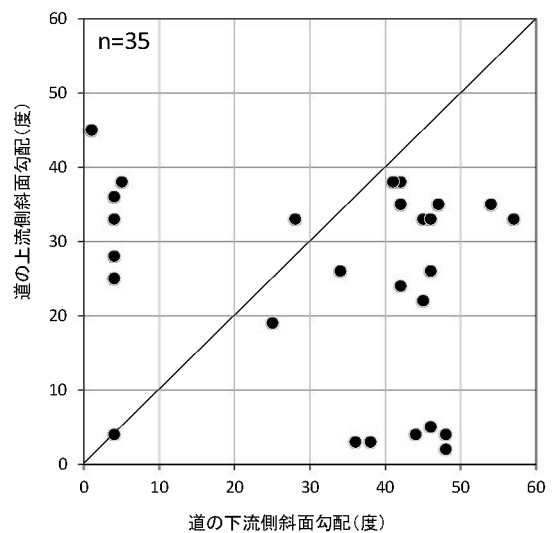


図4 切土損壊における上下斜面傾斜

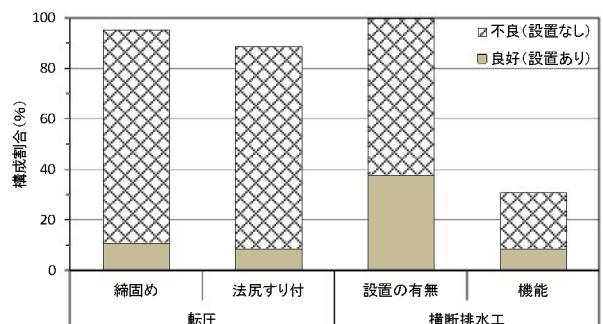


図5 盛土損壊箇所における施工状況