

# 林業分科会

## OWLによる地上レーザ波を活用した 森林資源調査の精度・効率・効果

担 当	林業研究室 生産利用グループ ○村上 勝
研究課題名 研究年度	情報通信技術（ICT）を活用した林業経営の効率化 平成31～33年度（予備調査平成30年度）

### 背 景

戦後造成されたスギ・ヒノキ人工林が資源として成熟し、今後は、主伐（皆伐）を積極的に進めていくことが必要となる中、素材生産コストの削減による林業の収益性の向上が急務となっている。

一方、近年の情報通信技術（ICT）の技術革新に伴い、林業分野においても、高精度な森林情報の効率的な把握や、生産現場における無駄のない工程管理など、新たな生産管理手法に関する研究が進められており、本県においても今年度から地上レーザ機（OWL）（以下、「OWL」）を活用した新たな資源調査に取り組んでいる。

### 目 的

ヒノキ人工林の皆伐予定地において、OWL を活用した新たな森林資源調査と、比較対象として従来型の毎木調査を併せて実施し、①データ精度、②作業効率、③経費削減効果を検証し、その有効性を確認する（表1、図1）。

### 成 果

#### 1 立木データ※の精度

本数及び胸高直径は高い精度であるが、樹高、材積では1割以上の過小評価である（表2）。

※立木データ：①本数②樹高③胸高直径④材積

#### 2 作業効率（ha 当たり換算）

毎木調査と比較して約2.7倍の高い作業効率であり、OWL作業の有効性が認められる（表3）。

#### 3 経費削減効果（ha 当たり換算）

OWL作業導入による人件費削減率は63%であり、削減効果が認められる（表4）。

表 1 調査地概要

区分	計測事業地	
市町名	山口市	
事業地名	坂谷	
面積	(ha)	0.63
プロット面積	(ha)	0.12
樹種	ヒノキ	
林齢	(年生)	48
haあたり本数	(本)	1,208
プロット内本数	(本)	145
傾斜	(度)	35



図 1 プロット設置とOWL計測状況

表 2 精度比較

区分	立木本数	指数	平均樹高	指数	平均胸高直径	指数	平均立木材積	指数	立木材積	指数
	(本)		(m)		(cm)		(m <sup>3</sup> )		(m <sup>3</sup> )	
毎木調査(人力)	145	100	22.5	100	25.7	100	0.512	100	74.3	100
地上レーザ(OWL)	143	99	18.7	83	24.5	95	0.457	89	66.2	89

表 3 作業効率 (ha 当たり換算)

区分	作業時間	作業効率
	(時)	(%)
毎木調査(人力)	20.1	100
地上レーザ(OWL)	7.4	272

表 4 経費削減効果 (ha 当たり換算)

区分	人件費	削減費	削減率
	(円)	(円)	(%)
毎木調査(人力)	90,000	0	0
地上レーザ(OWL)	33,600	56,400	63

注) 人件費は、haあたり作業延人数に労務単価12千円を乗じて算出

## コンテナ苗の低コスト生産技術の開発

担 当	林業研究室 生産利用グループ ○井上 祐一・上田 和司*・大池 航史
研究課題名 研究年度	コンテナ苗生産の低コスト化に向けた研究 平成 28 年～平成 32 年

### 背 景

戦後造成されたスギ・ヒノキ人工林は成熟し、「伐採する・使う・植える・育てる」といった循環利用することが可能な段階を迎えており、今後は木材増産と伐採後の植栽（再造林）に必要な苗木需要が見込まれる。

一方、再造林を確実に行うには、森林所有者への利益還元の実現に向けた施業のトータルコストの低減が不可欠であり、伐採から植林までの一貫作業システムを構築する中で、植栽時期の範囲が広く、植栽工程の効率化が見込まれるコンテナ苗を組み合わせた取り組みが注目されている。

### 目 的

従来の普及苗木と比較してコスト高となるコンテナ苗の安価な代替育苗資材による生産技術を開発し、一貫作業システムの定着化に向けた育苗生産コストの低減を図る。

### 成 果

コンテナ苗の一般的な培地基材（ココピート）と安価な代替基材（オガコ）の配合試験結果から、オガコ 50%の配合比が有効である。

#### 1 生産技術

##### (1) 育苗場所（表 1、2）

露地と寒冷紗では、明らかに露地が良い。

※寒冷紗は遮光率（75%）が高すぎたことが悪い原因と考察する。

##### (2) 苗高及び地際径生長量（表 1～4）

露地育苗 200ml（基肥量 15g/L）、300ml（基肥量 10g/L）がおおむね良好な成績である。

※表 2 参照 スギ：「ス⑨ロ 200」区、「ス⑩ロ 300」区

ヒノキ：「ヒ⑨ロ 200」区、「ヒ⑩ロ 300」区

##### (3) 根鉢成形性規格及び山行き出荷苗合格率（表 1、2、図 2）

露地育苗 200ml（基肥量 15g/L）、300ml（基肥量 10g/L）が良好な成績である（合格率 89%以上）。

※表 2 参照 スギ：「ス⑨ロ 200」区、「ス⑩ロ 300」区

ヒノキ：「ヒ⑨ロ 200」区、「ヒ⑩ロ 300」区

#### 2 低コスト化

オガコ配合比 50%で 45%のコスト低減となる。

※概算価格はココピート 10 円/L、オガコ 1 円/L。容量 200mL の場合、ココピート 2 円、オガコ 50%は 1.1 円で 0.9 円安くなる（45%減）。

\*現森林整備課



図1 普通苗(左)、コンテナ苗(右)

図2 根鉢成形性規格合格苗

表1 平成30年度コンテナ苗育苗試験 培地表

培地名	容器容量(ml)	基材名	基材混合容積比(%)	基材1Lあたり基肥量(g)	育苗場所	
①口200	200	ココピート	100	7.5	露地(遮光率22%のネットを上部に設置)	
⑧口200	200	ココピート、オガコ	50:50	7.5		
⑮口200	200	オガコ	100	7.5		
②口200	200	ココピート	100	15		
⑨口200	200	ココピート、オガコ	50:50	15		
⑯口200	200	オガコ	100	15		
⑩口150	150	ココピート、オガコ	50:50	20		
⑪口300	300	ココピート、オガコ	50:50	10		
②カ200	200	ココピート	100	15		寒冷紗(遮光率75%)ハウス

注：容器はMスターコンテナ、オガコはスギ・ヒノキ混合、基肥は市販のハイコントロール(N:P:K=10:18:15、360日肥効)

表2 コンテナ苗育苗試験 試験結果表

樹種	試験区名	供試数	生存数(率)	苗高平均値(cm)	苗高生長量平均値(cm)	苗高30cm上数(率)	地際径平均値(mm)	地際径生長量(mm)	地際径3.5mm上数(率)	根鉢規格合格数(率)	生存苗山行き出荷苗合格数(率)
スギ	ス①口200	28	28 (100)	29±5	19±4	16 (57)	4.3±0.7	2.5±0.7	26 (93)	28 (100)	14 (50)
	ス⑧口200	28	26 (93)	37±9	27±9	20 (80)	4.5±0.7	2.3±0.8	23 (92)	26 (93)	20 (77)
	ス⑮口200	28	26 (93)	26±4	17±5	6 (23)	3.7±0.8	2.0±0.9	15 (58)	17 (65)	4 (15)
	ス②口200	28	21 (75)	40±11	31±11	16 (76)	4.5±1.3	2.5±1.2	17 (81)	20 (95)	16 (76)
	ス⑨口200	28	15 (54)	41±8	29±7	14 (93)	5.2±0.7	3.3±0.7	15 (100)	15 (100)	14 (93)
	ス⑯口200	28	17 (61)	30±5	18±6	9 (53)	4.7±0.8	2.8±0.8	16 (94)	16 (94)	9 (53)
	ス⑩口150	28	16 (57)	32±8	22±8	10 (63)	5.6±1.1	3.8±1.1	16 (100)	13 (81)	10 (63)
	ス⑪口300	20	18 (90)	43±9	31±9	17 (94)	6.2±0.7	4.4±0.7	18 (100)	17 (94)	16 (89)
ヒノキ	ヒ①口200	28	24 (86)	38±4	25±5	24 (100)	3.9±0.9	2.2±0.8	19 (79)	21 (88)	19 (79)
	ヒ⑧口200	28	25 (89)	39±7	28±8	23 (92)	3.6±0.8	2.0±0.8	16 (64)	22 (88)	16 (64)
	ヒ⑮口200	28	25 (89)	34±7	23±7	21 (84)	3.1±1.0	1.7±0.9	11 (44)	18 (72)	8 (32)
	ヒ②口200	28	26 (93)	41±5	30±6	26 (93)	4.1±0.9	2.4±0.9	20 (77)	20 (77)	18 (69)
	ヒ⑨口200	28	19 (68)	38±5	26±5	19 (100)	4.9±0.7	3.4±0.7	19 (100)	18 (95)	18 (95)
	ヒ⑯口200	28	26 (93)	42±8	29±8	25 (96)	4.6±1.1	3.0±1.0	23 (88)	22 (85)	21 (81)
	ヒ⑩口150	28	21 (75)	38±7	26±7	18 (86)	4.4±1.2	2.9±1.1	17 (81)	19 (90)	17 (81)
	ヒ⑪口300	20	20 (100)	48±7	36±7	18 (90)	4.9±0.9	3.3±0.9	19 (95)	18 (90)	18 (90)
ヒ②カ200	28	24 (86)	22±3	10±3	1 (0)	2.2±0.4	0.7±0.4	0 (0)	1 (0)	0 (0)	

苗高(地際径)生長量…8月後の苗高(地際径)－1年生移植時の苗高(地際径)、各調査項目は生存苗で実施。

山行き出荷苗規格…苗高30cm上、地際径3.5mm上、根鉢(根が十分に張り、根巻きがなく、振っても崩れない)

表3 苗高生長量の検定結果表 (t分布検定、両側)

	ス①口200	ス⑧口200	ス⑮口200	ス②口200	ス⑨口200	ス⑯口200	ス⑩口150	ス⑪口300	ス②カ200	ヒ①口200	ヒ⑧口200	ヒ⑮口200	ヒ②口200	ヒ⑨口200	ヒ⑯口200	ヒ⑩口150	ヒ⑪口300	ヒ②カ200	
ス①口200	—	**	無	**	**	無	無	**	無	ヒ①口200	—	無	無	*	無	無	無	**	**
ス⑧口200	—	—	**	無	無	**	無	**	**	ヒ⑧口200	—	—	*	無	無	無	無	無	**
ス⑮口200	—	—	—	**	**	無	*	**	無	ヒ⑮口200	—	—	—	**	無	**	無	**	**
ス②口200	—	—	—	—	無	**	無	**	**	ヒ②口200	—	—	—	—	**	無	無	**	**
ス⑨口200	—	—	—	—	—	**	*	無	**	ヒ⑨口200	—	—	—	—	—	無	無	**	**
ス⑯口200	—	—	—	—	—	—	無	**	無	ヒ⑯口200	—	—	—	—	—	—	無	**	**
ス⑩口150	—	—	—	—	—	—	—	**	無	ヒ⑩口150	—	—	—	—	—	—	—	**	**
ス⑪口300	—	—	—	—	—	—	—	—	**	ヒ⑪口300	—	—	—	—	—	—	—	—	**

表4 苗地際径生長量の検定結果表 (t分布検定、両側)

	ス①口200	ス⑧口200	ス⑮口200	ス②口200	ス⑨口200	ス⑯口200	ス⑩口150	ス⑪口300	ス②カ200	ヒ①口200	ヒ⑧口200	ヒ⑮口200	ヒ②口200	ヒ⑨口200	ヒ⑯口200	ヒ⑩口150	ヒ⑪口300	ヒ②カ200	
ス①口200	—	無	*	無	**	無	**	**	**	ヒ①口200	—	無	*	無	**	**	*	**	**
ス⑧口200	—	—	無	無	**	*	**	**	*	ヒ⑧口200	—	—	無	無	**	**	*	**	**
ス⑮口200	—	—	—	無	**	**	**	**	無	ヒ⑮口200	—	—	—	**	**	**	**	**	**
ス②口200	—	—	—	—	*	無	**	**	*	ヒ②口200	—	—	—	—	**	*	無	**	**
ス⑨口200	—	—	—	—	—	無	無	**	**	ヒ⑨口200	—	—	—	—	—	無	無	無	**
ス⑯口200	—	—	—	—	—	—	**	**	**	ヒ⑯口200	—	—	—	—	—	—	無	無	**
ス⑩口150	—	—	—	—	—	—	—	無	**	ヒ⑩口150	—	—	—	—	—	—	—	無	**
ス⑪口300	—	—	—	—	—	—	—	—	**	ヒ⑪口300	—	—	—	—	—	—	—	—	**

注：表3、4ともに、\*\*…1%水準で有意差あり、\*…5%水準で有意差あり、無…有意差なし。

# 粘着被覆資材によるナラ枯れ防除法の抑制効果と 実用化に向けた経費削減の検討

担 当	林業研究室 生産利用グループ ○小野谷 邦江・千葉 のぞみ・杉本 博之*
研究課題名 研究年度	ナラ枯れ被害防除実証試験 平成 28 年～32 年（国庫：森林害虫駆除事業）

## 背 景

カシノナガキクイムシ（以下、「カシナガ」）によるナラ枯れ被害が全国各地で問題となっており、天然記念物など貴重な森林への影響や景観の悪化などが指摘されている。

本県の被害は、現在、限定的であるが、今後の被害拡大が懸念され、その防除として、景観や生活環境に配慮し、農薬を使用せず立木のままカシナガの発生を抑制する方法が求められる。

## 目 的

被覆シート及び粘着資材を使用した防除法（以下、「逸出抑制法」）により被害木から逸出するカシナガを効率的に捕獲し（図 1）、ナラ枯れの被害拡大を抑制する。

## 成 果

- 1 粘着資材の設置位置の違いによる逸出抑制効果
  - ①地際部（以下、「地際区」）、②地際部と地上高 1 m（以下、「両区」）、③対照区（無防除）の 3 区を設定し逸出抑制率を調査した。
    - （1）粘着資材を用いると 97%以上の高い逸出抑制率が得られる。
    - （2）地際区は両区とほぼ同じ抑制率を示し、共に対照区との間に有意性が認められる（表 1、図 4）。
- 2 シート破損時の防除効果
 

被覆シートに人工孔（（6.5cm×7.5cm）×2 箇所/本）を開け（図 2）、

  - ①地際区、②両区、③被覆区（粘着資材不使用）の 3 区を設定し、逸出頭数を調査した。
    - （1）粘着資材を使用すると被覆区より逸出を約 3 割（33%）に抑えられる。
    - （2）地際区は両区とは、ほぼ同じ抑制率を示す（表 2）。
- 3 経費削減効果
 

上記 1 及び 2 から、粘着資材は地際区のみで十分な防除効果が得られる。地際区のみ施工により、両区よりも粘着資材を約 4 割減らすことができ、施工経費の約 3 割の削減となる。
- 4 面的防除効果
 

試験区域の被害は、無防除区域と比較して低い割合で推移し（図 5）、本法による面的な被害抑制効果が認められる。

平成 30 年は新たな被害木が 13 本で、平成 29 年の 70 本に比べて大幅に減少している。

\* 現岩国農林水産事務所森林部

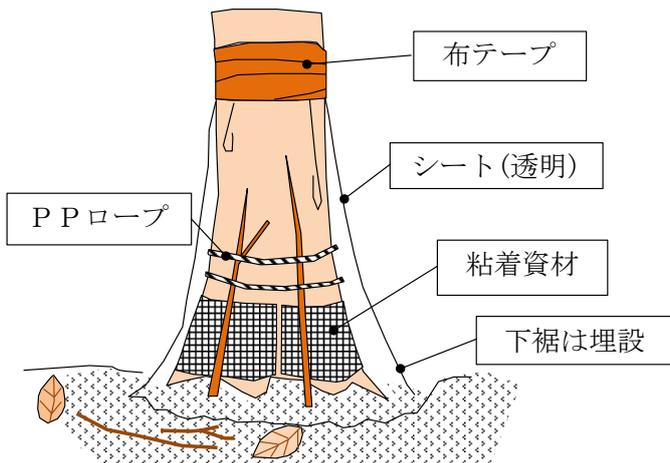


図1 逸出抑制法イメージ図



図2 人工孔設置

表1 試験区別の捕獲頭数と逸出抑制率

試験区	設置数	平均捕獲頭数		平均逸出抑制率 B/(A+B)*100 (%)
		捕虫器(A)	粘着(B)	
地際区	4	45	2,334	97.9
両区	4	44	4,425	98.8
対照区	4	1,727	—	—

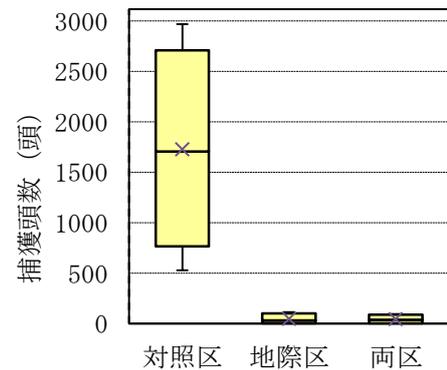
※防除期間：5/24～10/16



図3 粘着資材の捕獲状況

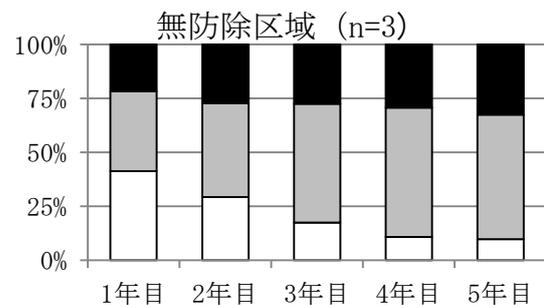
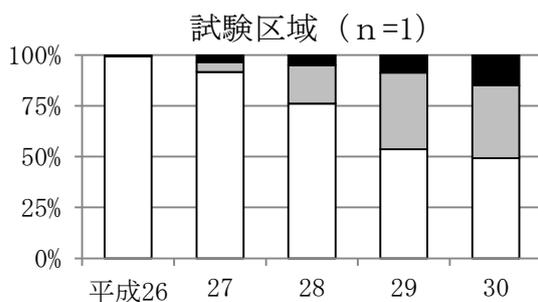
表2 試験区別の人工孔からの逸出頭数

設置数	平均逸出頭数			被覆区を100とした 場合の逸出頭数割合	
	上	下	計		
地際区	6	22	414	436	33.2%
両区	6	15	426	441	33.6%
被覆区	6	356	957	1,313	100.0%



(U検定P値) 対照区-地際区：0.029  
対照区-両区：0.029  
地際区-両区：0.886

図4 試験区別の捕虫器による捕獲頭数の比較



□：無被害木    ▒：穿入生存木    ■：枯死木    ※穿入生存木：穿孔を受けても生存している被害木

図5 試験区域内及び無防除区域のコナラのナラ枯れ被害推移

## 逸出抑制法の防除効果を高める気象条件について

担 当	林業研究室 森林環境グループ ○千葉 のぞみ・杉本 博之*
研究課題名	薬剤使用の制約に対応する松くい虫対策技術の刷新（追試）
研究年度	平成30年

### 背 景

マツ材線虫病は、マツノマダラカミキリ（以下、「カミキリ」）が媒介するマツノザイセンチュウによってマツが枯死する伝染病である。主な駆除法は、被害木を伐倒し、薬剤くん蒸処理により材内のカミキリを駆除する方法であるが、近年環境への配慮から薬剤を使用しない防除法が求められている。

本県では、薬剤の代わりに粘着資材と透明被覆シート（以下、「シート」）を用いて、被害材から羽化脱出するカミキリをシート内に留め、粘着資材により捕殺する方法（以下、「逸出抑制法」）を開発した（図1）。

本法の防除効果を高める方法として、日向に設置すると集積上部の材内死亡率が高くなることが判明した（杉本、2017）。

### 目 的

日当たりの良い露地に本法を設置し、シート内温度と気象条件の関係から防除効果を高める気象条件を明らかにする。

### 成 果

#### 1 シート内温度とカミキリ材内死亡率

シート内温度計測器の温度が60℃以上になると、設置期間に関わらず高い材内死亡率を示す（表1）。

#### 2 気象条件

カミキリは、室内実験において55℃以上30分の加熱で死亡することから（高橋ら（2016）森林防疫）、温度計測器と気象観測所データを分析した結果、本法によりその要件を満たす気象条件は、最高気温25℃以上かつ晴天の日である（データ省略）。

\* 現岩国農林水産事務所森林部



図1 カミキリ逸出抑制法の設置方法(平成27年4月特許取得済)



図2 試験区設置状況

- 1 試験区は1日後、3日後、7日後に2本ずつ材を回収。
- 2 対照区は7日後に2本材を回収。
- 3 網室に保管し、カミキリを発生させた後、割材調査を実施
- 4 期間を変えて3回実施

表1 調査木の平均材内死亡率と設置期間中の最高温度

		1日後	3日後	7日後	対照区
1回目	平均材内死亡率 (%)	80.8	100.0	97.2	26.7
	最高温度 (°C)	44.4	61.1	61.1	25.1
2回目	平均材内死亡率 (%)	28.8	96.7	100.0	58.8
	最高温度 (°C)	23.1	66.7	66.7	27.4
3回目	平均材内死亡率 (%)	93.8	100.0	100.0	43.8
	最高温度 (°C)	61.9	62.9	62.9	27.3

※設置期間：1回目4月10日～4月17日、2回目4月17日～4月24日、3回目5月14日～5月21日

## シカ生息地におけるシカ低嗜好樹種の検証

担 当	林業研究室 生産利用グループ ○渡邊 雅治
研究課題名 研究年度	シカ生息地における植栽技術の確立 平成26年～30年

### 背 景

本県では、西部地域を中心に生息するニホンジカ（以下、「シカ」とする）による造林地での苗木の食害が問題になっている。植栽した苗木をシカの食害から守るためには、①造林地全体を防護柵で囲むか、②苗木1本ずつに単独防護資材を施工する必要がある。しかし、木材価格が低迷する中、シカ対策には多大な費用と労力を要すことから、林家の林業経営意欲の減退を招いている。

### 目 的

シカの嗜好性が低いとされるアスナロ、サワラ、カヤ、アラカシ及び対照のヒノキを植栽し、シカによる食害状況を調査することで、経済的に価値のあるシカ低嗜好樹種を解明する（図1、図2）。

### 成 果

- 1 長門・豊田両試験区間でシカの摂食圧に差が認められ、特に豊田試験区における被害が顕著である（データ省略）。
- 2 調査月ごとの被害の推移では、対照のヒノキの食害が顕著なのに比べ、その他の樹種、特にアスナロ、サワラの食害が低位である（図3）。
- 3 植栽樹種の生育状況の推移では、サワラが樹高・地際径ともに旺盛な成長を示している。一方、アラカシ及び対照のヒノキではシカに主軸を摂食されたこと等による生育停滞等が見られる（図4、図5）。
- 4 2、3を踏まえた総合評価により造林木として有用な樹種を解明する予定であり、現時点ではサワラ、アスナロが有望である。

※被害が顕著な豊田試験区のデータを用いて考察



図1 長門試験地の現況 (H30.5)



図2 豊田試験地の現況 (H30.9)

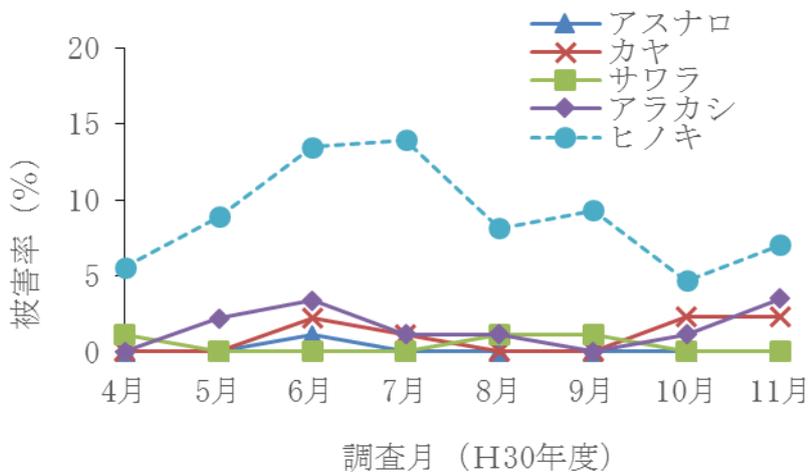


図3 月別食害率の推移

注：ここでの被害率は各個体への食害の有無のみで算出しており、被害程度を表すものではない

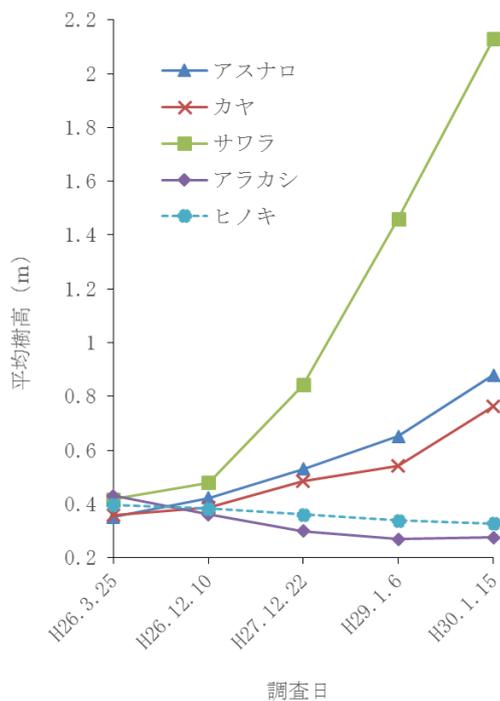


図4 平均樹高の推移

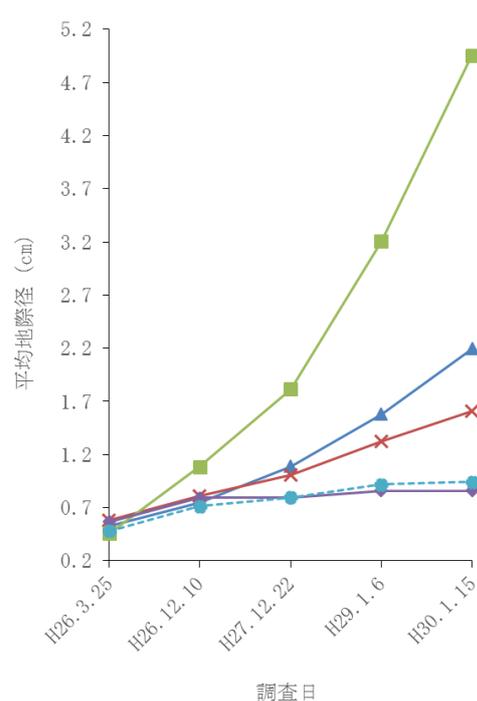


図5 平均地際径の推移

<b>マスダクロホシタマムシによるヒノキ集団枯損の要因と対策</b>	
担 当	林業研究室 生産利用グループ ○渡邊 雅治・杉本 博之*
研究課題名 研究年度	マスダクロホシタマムシによるヒノキ集団枯損の要因解明と対応策の確立 平成28年～30年

## 背 景

県土面積の約1/4を占めるスギ・ヒノキ人工林の6割以上が木材として本格利用可能な時期を迎え、県産木材の供給力の向上に向けた取組を進める中、県内のヒノキ壮齢林において、マスダクロホシタマムシ（以下、「タマムシ」）による集団枯損事例が確認された（図1、図2）。

タマムシは、主にスギやヒノキの衰弱木を加害する二次性害虫で、その誘発要因には、台風等の自然要因に加え、間伐・枝打ち・林内路網開設等の人的要因があり、特にヒノキで枯損が発生しやすいと考えられている。

このため、被害林分周辺では、施業実施により被害を誘発・助長せぬよう留意が必要である。

## 目 的

タマムシによる集団枯損の特徴と誘発要因を検証・周知し、被害の未然防止に資する。

## 成 果

### 1 被害状況

被害発生箇所は限定的で、当初懸念されたような被害の拡大は認められない（表1）。

（1）被害地9件のうち集団枯損発生箇所は7件で、うち5件は被害が終息している。

（2）単木被害地2件はいずれも林縁木の枯損である。

### 2 被害類型

樹種・斜面方位・土壌型・施業履歴に共通・類似点が認められる（表1）。

### 3 被害要因

① 集団枯損発生箇所7件のうち6件で搬出間伐実施のための作業道が開設され、②初期枯損が作業道沿いで発生する事例も確認されるなど、作業道開設がタマムシ被害の主要因であると推察される（表1、図3）。

\*現岩国農林水産事務所



図1 タマムシ被害地



図2 タマムシ食害状況等

表1 タマムシ被害地一覧

被害地番号	樹種	被害本数	枯損発生時の林齢	斜面方位	傾斜(度)	土壌型	施業履歴(実施年度)	備考
1	ヒノキ	108	22~78	南南東~南南西	36	BB	搬出間伐30% (H23)	搬出間伐実施時の作業道付近で初期被害の発生が見られる
2	ヒノキ	50	50	南南東	14	BB	搬出間伐30% (H22)	搬出間伐時に林分内に作業道を開設
3	ヒノキ	36	34~42	東北東~南東	26	BB	搬出間伐30% (H23)	搬出間伐実施時の作業道付近で初期被害の発生が見られる
4	ヒノキ	18	28	東南東~南南西	18	BB	—	H20年度前後における隣接林分の皆伐が関連していると推察される
5	ヒノキ	15	43	東南東	25	BD	搬出間伐30% (H23)	搬出間伐時に林分内に作業道を開設
6	ヒノキ	11	41	北東	30	BB	搬出間伐 (H22)	搬出間伐時に林分内に作業道を開設
7	ヒノキ	10	51	西北西	22	BB	搬出間伐30% (H22)	激害地5に近接(約170m)
8	ヒノキ	2	15	北西	17	BB	枝打ち4m (H24) 間伐30% (H23)	林縁木の少数被害であり、施業履歴との関連の有無は不明
9	ヒノキ	1	23	南	15	BB	—	林縁木の単木被害

※1 網掛け箇所は現行被害地でその他は過年被害地

※2 枯損発生時の林齢は推定を含む

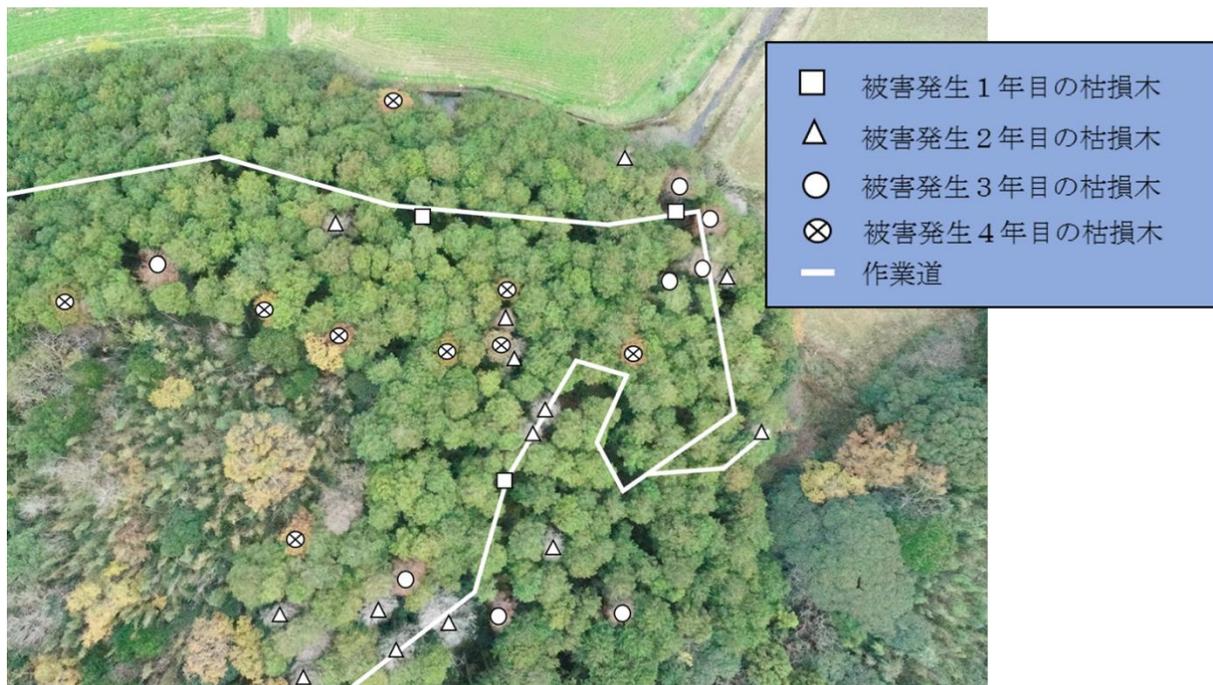


図3 被害地1における被害分布