

第47号

# 研究報告

- ①次世代ヒノキの育種に関する研究（H27～R1）
- ②木製ガードレールの現況調査と適正な維持管理に関する研究（H29～R1）

令和3年（2021年）2月  
熊本県林業研究・研修センター

# 目 次

## ① 次世代ヒノキの育種に関する研究 (H27～R1)

要 旨 .....	1
はじめに .....	1
第1章 人工交配による次世代候補木の創出 .....	2
1 はじめに .....	2
2 材料と方法 .....	3
3 結果と考察 .....	5
第2章 F1及びF2の成長特性調査 .....	6
1 はじめに .....	6
2 材料と方法 .....	6
3 結果と考察 .....	7
第3章 ヒノキのニーズアンケート調査 .....	9
1 はじめに .....	9
2 調査方法 .....	9
3 結果と考察 .....	12

## ② 木製ガードレールの現況調査と適正な維持管理に関する研究 (H29～R1)

要 旨 .....	15
はじめに .....	15
第1章 木製ガードレールの現況調査 .....	17
1 はじめに .....	17
2 調査方法 .....	17
3 結果と考察 .....	19
第2章 経年劣化した木製ガードレールの強度特性 .....	21
1 はじめに .....	21
2 調査方法 .....	21
3 結果と考察 .....	22
第3章 まとめ .....	22

# 次世代ヒノキの育種に関する研究

平成27年度～令和元年度

松井 由佳里

横尾 謙一郎

寺本 聖一郎

園田 美和

## 要 旨

さし木による増殖が可能で、且つ、市場価値の高いヒノキの創出に向け、本県在来品種である「ナンゴウヒ」と「ヒノキ精英樹県諫早1号」との人工交配を2005年度に実施し、雑種第1代（以下、F1）10本を創出した。さらに、このF1の10本を交配母樹とし、F1同士の人工交配を2014年度及び2017年度に実施し、雑種第2代（以下、F2）を57本創出した。これらF1及びF2について、現時点におけるさし木発根性や初期成長などの成長特性について調査した。

その結果、F1及びF2のさし木発根性については、80%以上であることが確認できた。また、F2の47本の樹高成長量については、交配親家系間に有意差が見られたため、今後、検定にかけることによって優良個体の選抜の可能性があると考えられる。

また、F1及びF2の増殖後に実施する検定の参考とするため、ヒノキの苗木生産から材を利用する建築業に携わる幅広い分野の関係者を対象とし、ヒノキのニーズアンケート調査を実施した。

その結果、新たなヒノキには、材質や強度、少花粉等の特性を求めるといった意見が過半数以上となった。年輪幅に関する特性は、約65%の方が年輪幅が小さいことを求める傾向を示した。心材色に関する特性は、意見が分かれる結果となり、様々なニーズがあることが見受けられる。新たなヒノキに関するニーズは今後も変化していく可能性があると考えられることから、各系統毎に心材色のデータを取りまとめ、多様なニーズに応じた系統の配布が行えるよう検定を進めていく予定である。

## はじめに

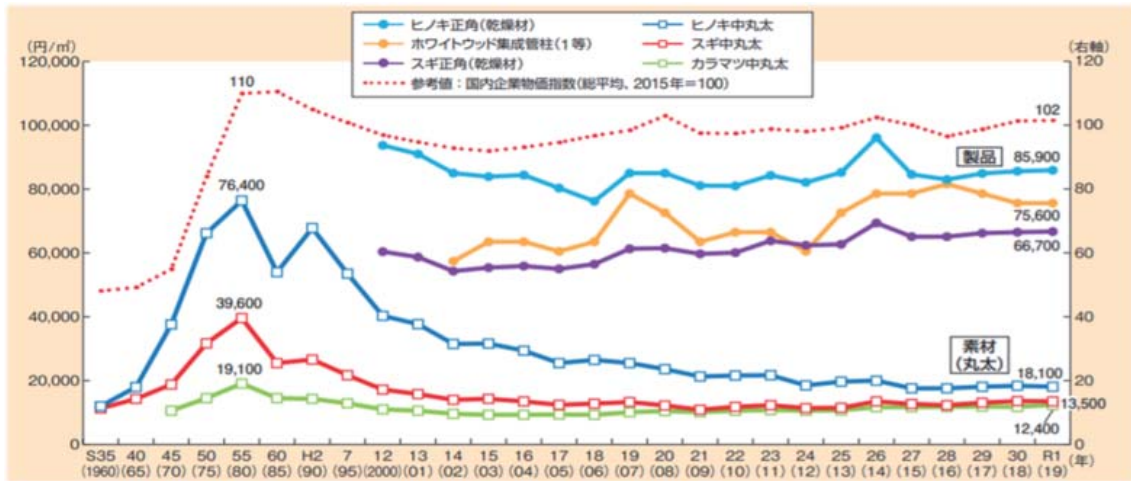
ヒノキは種子による実生苗の生産が一般的であり、本県においても、ヒノキ苗の総生産量に占める実生苗の割合は約95%を占めている。実生苗は、さし木苗とは違い、優良な特性を持った個体があったとしても、その特性を確実に次世代に引き継ぐことが難しく、樹高や根元径等の成長にばらつきが生じ、品質の均一性を保つことが難しい。

しかし、本県には、さし木で増殖が可能な「ナンゴウヒ」というヒノキの在来品種があり、通直完満性が高く、高齢級でも成長が持続することから、阿蘇地方では約300年以上前からさし木により植え継がれてきた。ナンゴウヒは、ヒノキの品種登録時の基準にも一部採用されており、さし木で増殖できる品種としては貴重な品種であるが、枝が太く暴れやすいことや初期成長が遅いなどの理由により、県全域への積極的な造林には至らなかった。

次に、ヒノキの素材の取引価格は、戦後の復興期と高度経済成長期の経済発展により価格が高騰し、1980年頃、過去最高の76,400円/m<sup>3</sup>で取り引きされていたが、平成のバブル景気の崩壊を機に木材需要は緩やかに減少し、価格も低下し、2014年には20,000円/m<sup>3</sup>を下回るまで落ち込む状況に陥った。ヒノ

キの素材の取引価格は約 40 年で約 4 分の 1 となったが、市場では心材色が紅いヒノキがそうでないものよりやや高値で取り引きされる傾向にあった。ナンゴウヒは通直完満で、狂いも少なく、強度もあることが知られており、市場での取り引きはやや高値であるものの、心材色が淡桃黄白色という特性を有していることから、地元の篤林家からはナンゴウヒの特性を引き継ぎつつ、心材色の紅いヒノキの創出を求める声があがっていた。

このような背景を踏まえ、本県では、スギの苗木生産において取り組みを進めている品質管理型林業を、ヒノキの苗木生産においても取り組むことで、ヒノキの品質の均一性を確保できるよう、さし木で増殖が可能で、且つ、市場価値の高いヒノキの創出に取り組むこととした。



出典：令和元年度林業白書，林野庁

図-1 木材価格の推移

## 第1章 人工交配による次世代候補木の創出

### 1 はじめに

2005 年度にナンゴウヒ 14 型（以下、N14）と精英樹である県諫早 1 号（以下、I1）の人工交配により得られた F1 同士を人工交配させ、F2 の苗を生産し、菊陽苗畑に植栽・保存した。（図-2、図-3、写真-1）

ナンゴウヒ14型 県諫早1号

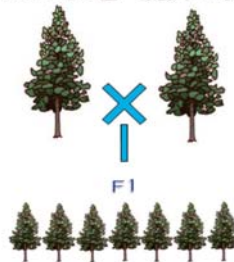
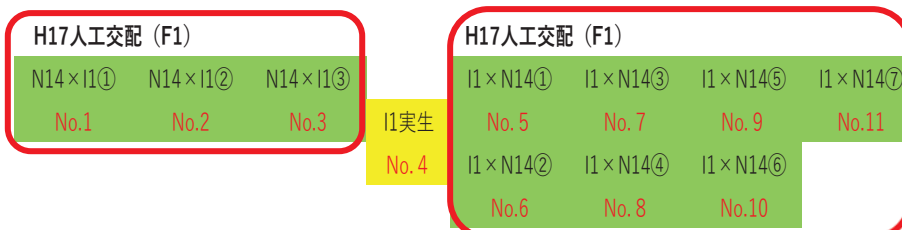


図-2 F1 交配家系図

写真-1 植栽された F1（菊陽苗畑）



※ No. ○○…個体番号

図-3 F1 植栽配置図

## 2 材料と方法

N14 と I1 は花粉が少ない系統であり、高度な技術を要することから、F1 の創出は、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター九州育種場の協力を受けて進めた。F1 同士の人工交配においても雄花や雌花が不足することが予測されたことから、はじめに、F1 の雌雄両花の着花量について調査し、調査結果を踏まえ、F1 同士の人工交配を行った。

### (1) 人工交配による F2 創出の手順

#### ア 採種木の剪定等 (管理)

人工交配に用いる F1 の 10 本について、枝に満遍なく日光が当たるよう、成長を見ながら剪定し、樹形を整える。

#### イ 着花促進

交配前年度の 6 月中旬頃、枝にカッター等の刃物で切り込みを入れ、ジベレリン協和ペーストを挿入し (写真-2)、挿入口をビニールテープで巻き、雄花 (写真-3) と雌花 (写真-4) の双方を誘導する。

#### ウ 除雄・交配袋がけ

交配母樹同士による自然受粉を避けるため、花粉飛散前 (2 月下旬)、雌花のついている枝にある雄花を全て取り除き (写真-5)、交配袋をかける (写真-6)。

#### エ 花粉採取

ヒノキの花粉飛散前 (3 月上旬)、雄花が着生した枝を切り、グラシン紙をかけ、温室内で水ざししてグラシン紙内で雄花の開花を促進させ、花粉を採取する (写真-7、写真-8)。

#### オ 花粉注入

交配袋の中の雌花が成熟し、珠孔液が分泌されたのを確認後、交配袋を日光にかざし、交配袋の中にある雌花の位置を確認し、花粉銃で花粉を注入する (4 月) (写真-9)。

#### カ 網掛け

交配袋をかけていない雄花の花粉が飛散し終わった頃 (6 月)、球果の成熟促進及び球果をカメムシ等に吸汁されることによる球果の発芽率低下を防止するため、交配袋を外しネットをかける (写真-10)。

#### キ 球果採種

林業種苗法で定められた 9 月 20 日以降、且つ、球果の成熟度合を見ながら球果 (写真-11) を採種する (10 月中旬)。

#### ク 球果の貯蔵

採取した球果は、乾燥、種子の叩き出し、種子の精選を経て、本センター低温倉庫 (4℃) で貯蔵する。

#### ケ 播種

貯蔵していた球果を 3 日間流水に浸漬後、培地に播種する (3 月) (写真-12)。



写真-2 ジベレリン処理



写真-3 ヒノキ雄花



写真-4 ヒノキ雌花



写真-5 ヒノキの枝 (除雄後)



写真-6 交配袋がけ



写真-7 グラシン紙内の飛散花粉採取



写真-8 採取したF1の花粉



写真-9 人工交配



写真-10 網掛け



写真-11 F2 球果



写真-12 F2 種子発芽状況

### 3 結果と考察

#### (1) F1 の雌雄両花の着花量調査

調査結果を表-1 に示す。雌花は、上部下部ともに殆ど着かず、確認できても数個という状況であった。雄花は、N o.7 のみ上部下部ともにつきが良い結果であったが、それ以外の系統は少なかった。

若齢級では花粉がつきにくいことや、交配親が花粉の少ない系統であることが雌雄両花の着花量が少なかった要因の一部と考えられる。

表 - 1 F1 雌雄両花の着花量調査

F1 ♀	F1 ♂	個体 番号	樹高 (m)	上部		下部		備 考	
				雄花	雌花	雄花	雌花		
N14	×	I1①	NO.1	2.79	わずか	わずか	少し	なし	
N14	×	I1②	NO.2	3.05	なし	なし	なし	なし	
N14	×	I1③	NO.3	3.17	わずか	なし	わずか	なし	
I1	×	N14①	NO.5	4.77	少し	なし	少し	なし	頂部にわずかに雌花ありそう(高すぎて脚立では確認できず)
I1	×	N14②	NO.6	2.77	少し	なし	なし	なし	
I1	×	N14③	NO.7	4.19	多い	なし	多い	なし	
I1	×	N14④	NO.8	3.53	少し	なし	なし	なし	
I1	×	N14⑤	NO.9	3.56	わずか	なし	なし	なし	
I1	×	N14⑥	NO.10	2.75	少し	少し	なし	なし	他の個体よりは雌花若干多め
I1	×	N14⑦	NO.11	3.95	わずか	なし	なし	なし	

## (2) F1 同士の人工交配による次世代候補木の創出

F1 同士の人工交配によって得られた F2 苗の交配親家系を表-2 及び表-3 に示す。これまでに創出した F1 の 10 本と今回創出した F2 の 57 本は、さし木により増殖し検定にかけ、特性を明らかにしていく予定である。

表 - 2 F2 (菊陽苗畑 12 号畑植栽分)

♀ (種子親)	♂ (花粉親)	本数
N14×I1③ No.3	I1×N14⑦ No.11	8
N14×I1③ No.3	I1×N14① No.5	23
I1×N14③ No.7	N14×I1① No.1	16
計		47

表 - 3 F2 (センターガラス温室育苗分)

♀ (種子親)	♂ (花粉親)	本数
I1×N14① No.5	N14×I1② No.2	1
I1×N14① No.5	N14×I1① No.1	1
I1×N14② No.6	I1×N14⑦ No.11	8
計		10

## 第 2 章 F1 及び F2 の成長特性調査

### 1 はじめに

F2 の創出にあたり、さし木で増殖が可能なヒノキを創出する必要があることから、F1 のさし木発根性について調査し、人工交配母樹の選定の参考とした。

さらに、創出した F2 についても、菊陽苗畑に植栽された 47 本を対象とし、現時点におけるさし木発根性及び初期成長 (2017 年次～2019 年次) について調査した。

### 2 材料と方法

#### (1) F1 のさし木発根特性調査

育苗箱に鹿沼土 100%を入れ、散水をして充分水分を含ませた培地を用意する。次に、F1 の 10 本及び N14 から 3 月に各 10 本ずつ採穂し、オキシベロン 40 倍希釈水に 24 時間浸漬した後に、予め用意した育苗箱の培地に割りばしで穴を空け、さし穂をさして根元を固定する。さし付けより 2 ヶ月経過後、発根状況について調査した。

#### (2) F2 のさし木発根特性調査

育苗箱に鹿沼土 100%を入れ、散水をして充分水分を含ませた培地を用意する。次に、F2 の 47 本から 3 月に各 10 本ずつ採穂し、予め用意した育苗箱の培地に割りばしで穴を空け、さし穂をさして根元を固定する。6 ヶ月間育苗後に発根状況及び根量について調査した。

#### (3) F2 の初期成長量調査

F2 の 47 本は、3 年次に検定林設定用苗の採穂木として菊陽苗畑に移植し、検定林設定前の参考デー



タとして、2017年度より毎年、樹高及び根元径を測定した。

### 3 結果と考察

#### (1) F1のさし木発根特性調査

F1及びN14のさし木発根数について、図-4及び図-5に示す。発根数が8本以上であったものが9系統、下回ったものが1系統あった。8本を下回ったNo.7については、追加試験を実施し、8本以上の発根を確認できたことから、発根促進剤を使用し育苗箱におけるさし木発根性は、現時点（試験時：12年次）で90%以上であることが確認できた。

このため、人工交配母樹としてF1の10本全てを採用することとした。

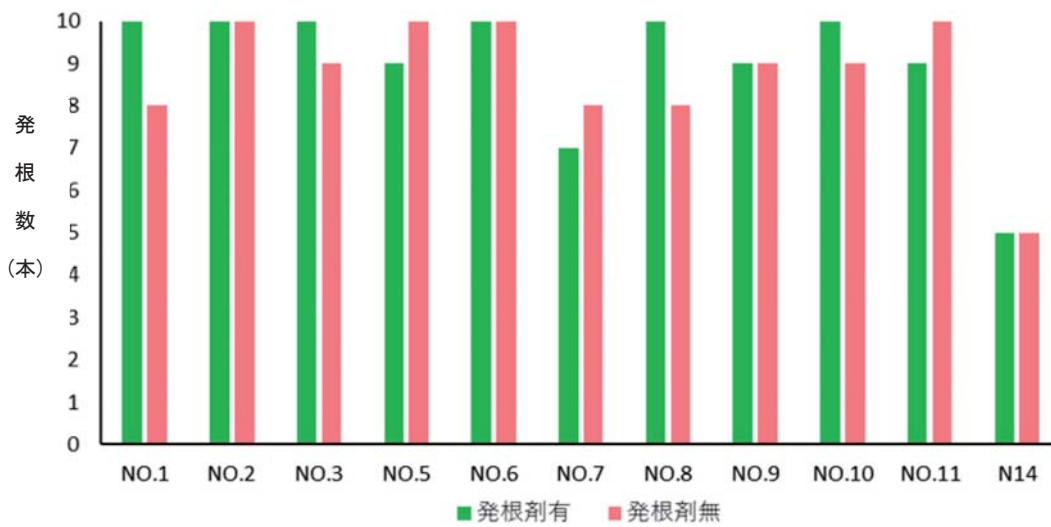


図-4 F1及N14さし木発根数

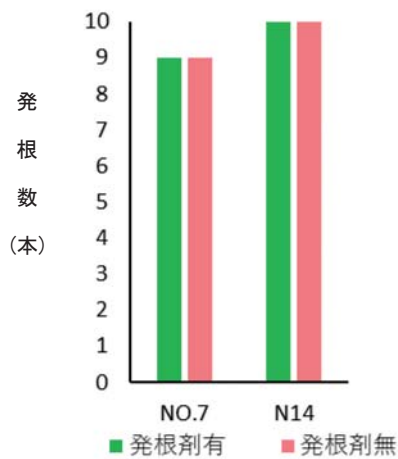


図-5 追加試験



写真-13 さし木発根性調査

(2) F2 のさし木発根特性調査

次に、菊陽苗畑に植栽されたF2の47本におけるさし木発根性調査結果を表-4に示す。

交配親家系が3系統あり、3系統別に6ヶ月間育苗後の生存率を調査したところ、3系統ともに80%以上であった。このため、育苗箱にさし付けた場合のさし木発根性は、現時点（試験時：4年次）において80%以上であることが確認された。

さし木発根性が80%を超えると、林業種苗用のさし木苗木としての利用の有効性が高まるため、今後は、他の特性も見ながら優良な個体を選抜していくこととする。

表-4 F2 さし木発根性調査

系統区分	実生系統		挿木本数	一次根数/本	発根量(g)/本		生存率(%)
					主軸のみ	根のみ	
1	♀N14×I1③ No.3	♂I1×N14⑦ No.11	80	36.09	0.36	1.29	87.50%
2	♀N14×I1③ No.3	♂I1×N14① No.5	230	29.98	0.36	1.06	96.09%
3	♀I1×N14③ No.7	♂N14×I1① No.1	160	28.39	0.34	0.92	91.88%
計			470				

(3) F2 の初期成長量調査

F2の47本における樹高と根元径の関係を図-6、樹高成長量について一元配置の分散分析を表-5、その結果を表-6に示す。交配親家系間に有意差が見られたため、Tukey-Kramerによる多重比較を行った結果、A-B間に5%水準で有意差がみられた。

このため、今後、検定にかけることによって優良個体の選抜の可能性があると考えられる。

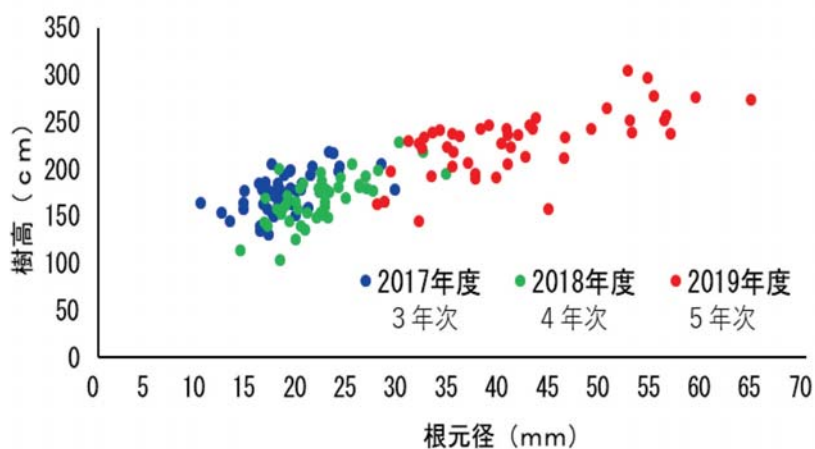


図-6 F2 (47本) の樹高と根元径の関係

表-5 分散分析の概要（樹高成長量：5年次-3年次）

グループ	データの個数	交配親家系		合計	平均	分散
A	8	♀N14×II③	♂II×N14⑦	447	55.8750	440.4107
B	23	♀N14×II③	♂II×N14①	1,036	45.0435	260.0435
C	16	♀II×N14③	♂N14×II①	1,041	65.0625	255.5292

表-6 分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	3,827.0608	2	1348.205	4.6668	0.0145	3.2093
グループ内	12,636.7690	44	288.895			
合計	16,463.8298	46				

$P < 0.05$ のため、家系間に有意差あり

### 第3章 ヒノキのニーズアンケート調査

#### 1 はじめに

本取り組みは、2005年度の人工交配が始まりであり、現在、約15年程経過していることから、当時のヒノキに対するニーズと現在のニーズは異なる可能性も考えられる。

このため、ヒノキの苗木生産者から木材を利用する建築業関係者など、幅広い分野の関係者の方を対象としたヒノキのニーズアンケート調査を実施し、今後の検定の参考とすることとした。

#### 2 調査方法

##### (1) アンケート調査対象者

- ・苗木生産者 ※熊本県樹苗協同組合加入者
- ・森林組合
- ・指導林家及び青年林業士
- ・素材生産業者
- ・木材チップ業者
- ・木材市場
- ・製材加工業者
- ・木材卸売業者
- ・一般社団法人KKN（熊本工務店ネットワーク）会員
- ・一般社団法人熊本県建築士事務所協会会員

##### (2) アンケート調査内容

アンケート調査の内容は、図-7-1、図-7-2に示す。



## アンケートにご協力ください！

本県の阿蘇地方には、「ナンゴウヒ」というヒノキの在来品種があります。ヒノキは、種をまき発芽させて苗木を生産する実生苗が一般的ですが、ナンゴウヒは、挿し木（クローン）による苗木生産ができる品種で、約三百年前より阿蘇地方で特性を受け継ぎながら生産されてきました。

熊本県林業研究・研修センターでは、ナンゴウヒと他のヒノキの人工交配により、さし木による苗木生産が可能で市場価値の高い新たなヒノキの品種の創出に取り組んでいるところです。

様々な分野でご活躍される皆様のヒノキに対するニーズを把握し、今後の取組みに活かしていきたいと考えていますので、アンケートにご協力いただきますようお願いいたします。

### 1 該当する業種に☑を付けてください。

- 苗木生産者                      林業従事者                      木材市場  
製材業従事者                      建築業従事者                      行政  
項目以外のその他の業種（                      ）

### 2 ナンゴウヒをご存じですか？

はい                      いいえ

**（幅広い分野の質問になりますが、可能な限りご回答いただきますようお願いいたします）**

### 3 次のナンゴウヒの特徴のうち、あなたが重視する特徴に☑を入れてください。

（複数回答可）

- 挿し木により苗木生産ができる  
初期成長は緩やかで晩年型、100年超えても成長し続ける  
根曲がり少なく、通直完満である  
枝が鋭角に出る  
太い枝の系統がある  
材の狂いが少なくツヤがある  
ヒノキの一般材に比べ材の強度が高い  
心材色は淡桃黄白色

### 4 本センターで研究している新たなヒノキに求める特徴を○で囲んでください。

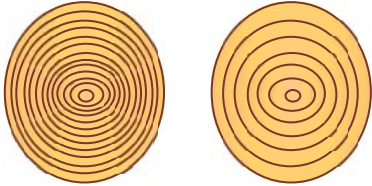




	求める	やや求める	どちらとも言えない	やや求めない	求めない
①年輪の幅が小さい  <b>【参考】</b> 年輪の幅が小さいことを求める場合（成長が緩やか） 年輪の幅が小さいことを求めない場合（成長が速い）  	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

図-7-1 ヒノキのニーズアンケート調査（表面）

	求める	やや求める	どちらとも言えない	やや求めない	求めない
②通直完満である 【参考】 通直完満を求める場合 (aとbの差が小さい)  丸太 通直完満を求めない場合 (aとbの差が大きい)  丸太	5	4	3	2	1
③枝は細い方がよい	5	4	3	2	1
④花粉が少ない方がよい	5	4	3	2	1
⑤材の狂いが少なくツヤがある 【参考】 反りが少ない(狂いが少ない)ことを求める場合  反りが少ない(狂いが少ない)ことを求めない場合 	5	4	3	2	1
⑥強度が高い	5	4	3	2	1
⑦心材色は薄い色がよい	5	4	3	2	1
⑧心材色は赤みが強い方がよい	5	4	3	2	1

【参考】 ナンゴウヒの丸太断面

写真：南郷檜ブランド推進協議会



5 ヒノキ（ナンゴウヒ含む）の苗木生産、林地への植栽から木材搬出までの木材生産（流通含む）において、困っている項目に○をつけ具体的な内容をご記入ください

①苗木生産 ②植栽 ③森林施業 ④木材搬出 ⑤流通や加工 ⑥その他

[ ]

6 その他、林業研究・研修センターへのご要望等ありましたら記入ください。

[ ]



図-7-2 ヒノキのニーズアンケート調査（裏面）

### 3 結果と考察

アンケート調査対象者 400 名のうち、190 名から回答があり、アンケート回収率 47%であった。アンケート調査結果を図-8～図-10-5 に示す。

新たなヒノキに求める特徴のうち、材質や強度、少花粉等の特性は求めるという傾向が過半数以上となり、ニーズに沿って創出した F1 及び F2 の検定を進めていくこととする。

年輪幅に関する特性は、約 65%の方が年輪幅が小さいことを求める傾向を示した。初期成長が良好、且つ、低密度植栽の場合、年輪幅が大きくなる傾向があるが初期保育の低コスト化を考慮すると初期成長が良いものが好まれるため、普及段階において、施業技術による年輪幅の調整等を検証していく必要があると思われる。

心材色に関する特性は、心材色が紅い、または心材色が薄いということを求める傾向が過半数を占めることはなく、意見が分かれる結果となり、ニーズが多様化していることが見受けられる。心材色は個々の主観に左右されるものであり、今後も変化していく可能性があると考えられることから、各系統毎に心材色のデータを取りまとめ、多様なニーズに応じた系統の配布が行えるよう検定を進めていく必要があると思料する。

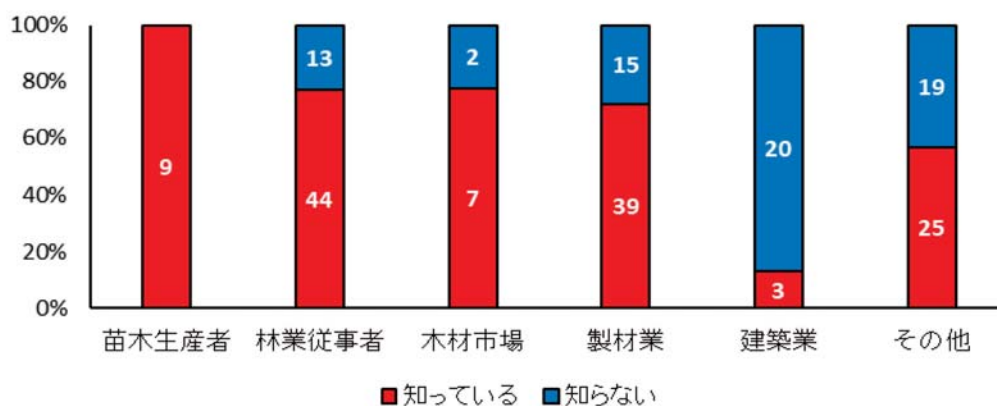


図-8 ナンゴウヒの認知度（職業別）

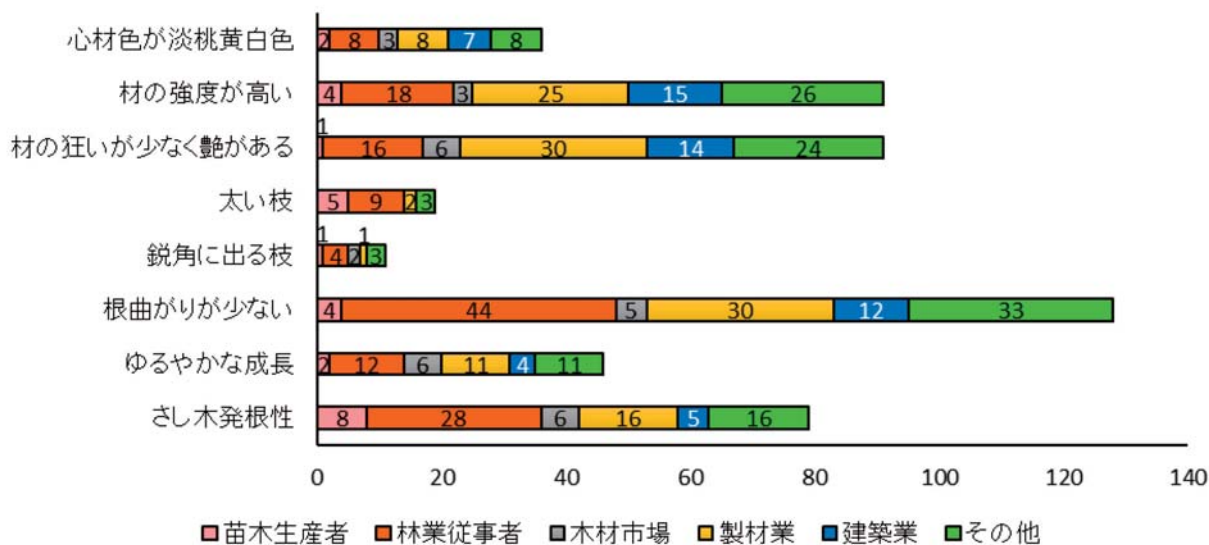


図-9 ナンゴウヒの特性のうち重視する特徴

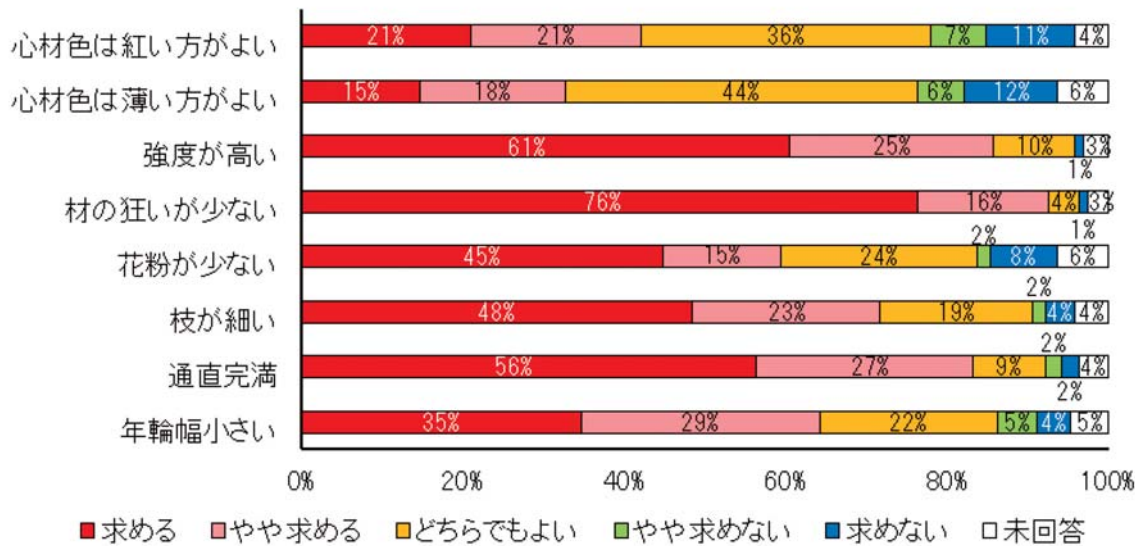


図-10-1 新たなヒノキに求める特徴 (190名)

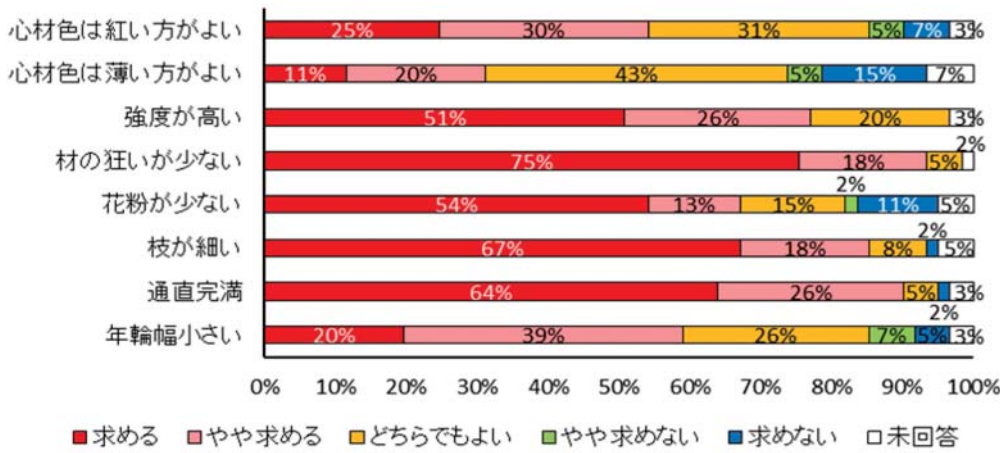


図-10-2 新たなヒノキに求める特徴 (苗木生産者+林業従事者 (61名))

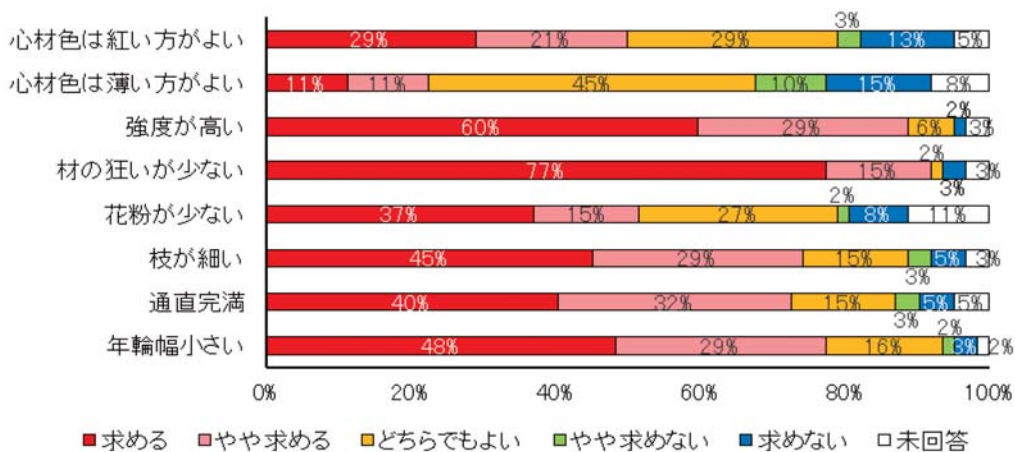


図-10-3 新たなヒノキに求める特徴 (木材市場+製材業 (62名))

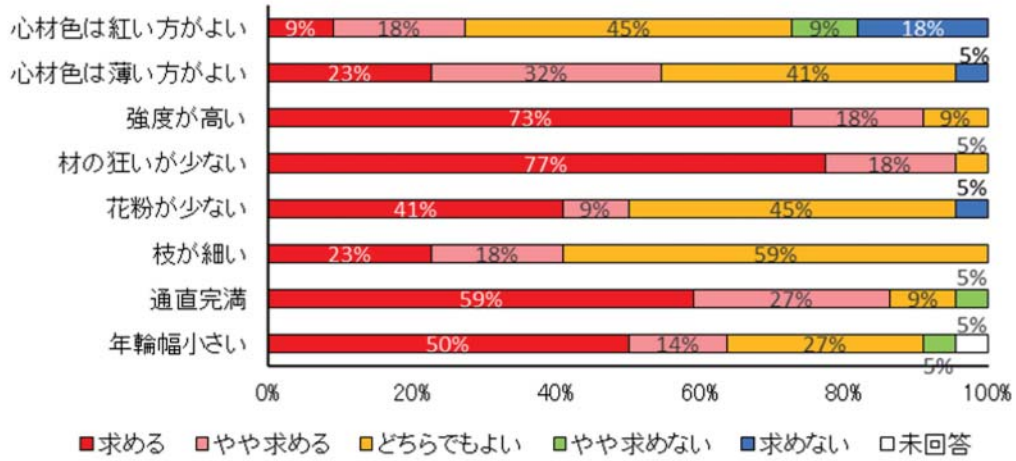


図-10-4 新たなヒノキに求める特徴（建築業（22名））

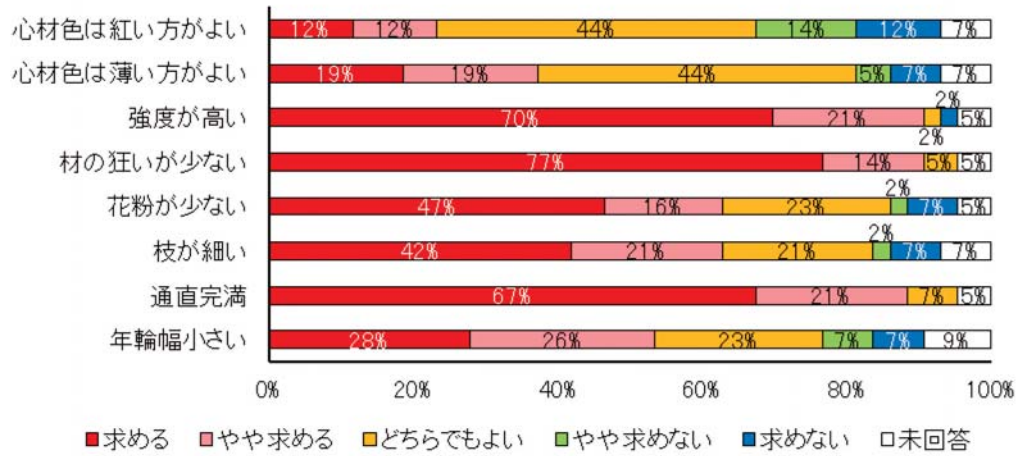


図-10-5 新たなヒノキに求める特徴（その他（43名））



# 木製ガードレールの現況調査と適正な維持管理に関する研究

平成 29 年度～令和元年度（単県）

徳丸 善浩

平田 晃久

野口 琢朗

## 要 旨

木材需要拡大の有効な手段の一つと考えられる木製土木構造物のうち、木製ガードレールを対象に現況調査等を実施し、その適正な維持管理方法に関する知見を得た。

設置から長期間経過した木製ガードレールについて、経年劣化（表－1 参照）の現状を現地調査により把握するとともに、特に安全対策の観点から、ガードレールとして求められる強度がどの程度低下しているかを明らかにするために、経年劣化して交換の対象となった木製ガードレールの強度試験を実施した。

その結果、木材に適切な保存処理（防腐・防蟻）が施されていたこともあり、設置後 10 年間は全く経年劣化が見られなかった。さらに、10 年以上経過した場合でも交換が必要と判断されるものの割合はごく低かった。そして、強度試験の結果から、今回用いた簡易な調査・評価方法の有効性と、交換が必要と判定した木製ガードレールの交換の妥当性が示唆された。

## はじめに

熊本県では、2001 年度に知事を本部長とする「熊本県公共施設・公共工事木材利用推進本部」が設置され、建築分野のみならず、土木分野においても、積極的に木材の利用に取り組んでいる。林道事業においても、鋼製のガードレールの代替として、木製ガードレールが設置されるようになり、木材の利用拡大が期待されている。木製ガードレールは自然景観によく馴染む（写真－1 参照）ことから、特に、県立自然公園など、景観に配慮が必要な場所については、より積極的に推進すべきであるとする。

その一方で、設置からすでに 10 年以上が経過している木製ガードレールもあることから、経年劣化により防護柵としての機能が発揮されないものの増加が懸念されている。

また、木製であるが故のさまざまな課題から、最近では思うように木製ガードレールの設置が進んでいない状況もある。一例として、維持管理の面について、鋼製ガードレールは経年劣化による交換はほとんど不要（衝突事故等による破損は除く）と考えられるのに対し、木製ガードレールの場合は、経年劣化による定期的な交換が必須であるうえに確立された点検方法等もないことから、道路管理者が実務的に負担と感じ、木製ガードレールが敬遠される要因になっているものと推察される。

本研究では、以上のような現状と課題に対して、木製ガードレールの耐用年数や交換時期を判断する知見を得ることを目的に現況調査と強度試験を実施した。

表-1 木材の経年劣化について

屋外に設置した木製構造物を劣化させる外力	
気象外力	雨水、太陽光、積雪、大気汚染物質など
生物外力	腐朽菌、蟻害（シロアリ）、カビなど
劣化促進要因	気温、降水量、日射量、湿度など

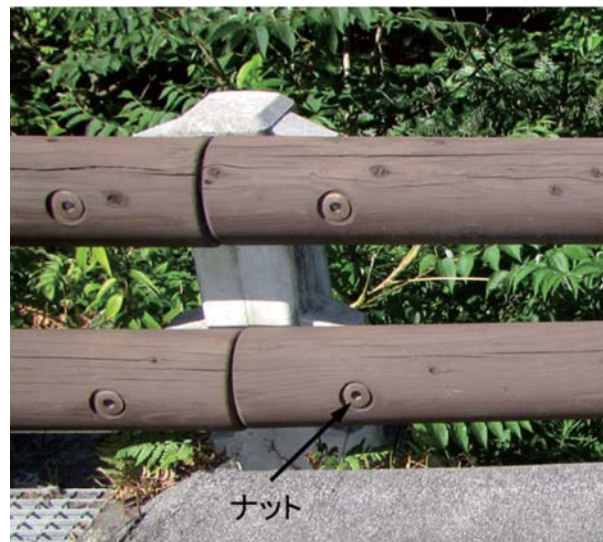
※ 腐朽菌や蟻害（シロアリ）は木材の強度低下の原因  
 → 今回、調査のポイントとした。



写真-1 県立自然公園内に設置された木製ガードレール



(裏側)



(車道側)

写真-2 木製ガードレールの構造



(2段タイプ)



(3段タイプ：橋梁用)

写真-3 木製ガードレールのタイプ

## 第1章 木製ガードレールの現況調査

### 1 はじめに

今回、現況調査の対象とした木製ガードレールは、鉄筋コンクリートの支柱と木製の横木を組み合わせた構造で（写真-2 参照）、防護柵の設置基準（平成16年3月31日 道路局長通達）をクリアしたものである。タイプとしては、上下2段のものと3段のもの2種類があり、3段のものは橋梁用として橋の欄干に設置されていた（写真-3 参照）。横木には、直径180mm（ただし、3段タイプの中・下段は120mm）、長さ1,990mm（中間部）または2,495mm（端部）の丸棒加工されたスギの心持ち材が使用されており、加圧注入による防腐・防蟻の木材保存処理が施されている。なお、横木には背割りが施されており、背割り部分が下向きになるように設置されていた。

### 2 調査方法

#### (1) 調査地

調査地は、林道「東部小岱山線（熊本県玉名市・南関町）」のうち玉名市側とした。標高37m~204mの緩やかな地形にあり、延長は5,801m、南北に長くおおむね東側が開けた陽当たりの良い路線といえる。

調査の対象は、2001年度から2011年度に設置された、設置後8年から18年が経過した木製ガードレールとした。

調査は、当該路線内に設置されたすべての木製ガードレール63箇所を実施し、横木の総数は2,519本であった。

#### (2) 調査・評価方法

調査方法については、①目視、②打診、③触診の3段階で行った。まず、横木の表面にある経年劣化の兆候（色、形状）を目視により、横木1本1本の上下左右の各面を入念に観察した。同時に、ハンマーで横木の表面をたたきながらその打撃音を確認した（打診）。腐朽等がみられる場合には打撃音が低く感じられた。これらにより、腐朽等の兆候が見られた場合に限り、横木表面にドライバー工具を押し

当てそのめり込み具合を確認した（触診）。ドライバー工具は、先端形状がマイナス型で幅 6.65mm、厚み 1.10mm のものを使用した。今回用いた調査方法は、大掛かりな道具を用いない簡易な方法である点  
 が大きな（調査の負担の面では有利な）特徴と言える。

調査結果の評価については、「木製防護柵・遮音壁の耐久設計と維持管理指針（案）」（2010）に記載のある国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所が提案する劣化被害判定基準（表-2 参照）を参考にした<sup>1)</sup>。これにより、被害がない場合を被害度 0 とし、被害程度が大きくなるにしたがって、被害度 1~5（写真-4~8 参照）までの 6 段階評価とした。これら 1~4 までの判定方法は、腐朽または蟻害の状態が、部分的か全面的か、あるいは軽度か激しいかの組み合わせとなっている。軽度か激しいかの判断は、前述の③触診において、ドライバー工具のめり込み具合が横木のごく表面にとどまっている場合を軽度、内部まで達するような場合を激しいとした。なお、被害度が 3 以上と評価された場合には、交換の対象となる<sup>1)</sup>。

表-2 劣化被害判定基準

被害度	状態
0	被害なし
1	部分的に軽度の腐朽または蟻害
2	全面的に軽度の腐朽または蟻害
3	2に加えて部分的に激しい腐朽または蟻害
4	全面的に激しい腐朽または蟻害
5	腐朽または蟻害によって形が崩れる

(交換の対象)



写真-4 被害状況写真（被害度 1）

触診によるドライバー工具のめり込みがごく表面にとどまっている。



写真－5 被害状況写真（被害度2）

全面的な表面割れの下に軽微な腐朽がみられた。



写真－6 被害状況写真（被害度3）

部分的に激しい腐朽がみられた。



写真－7 被害状況写真（被害度4）

全面的に激しい腐朽がみられ、ドライバー工具のめり込みが深部まで達した。



写真－8 被害状況写真（被害度5）

形が完全に崩壊していた。

### 3 結果と考察

被害度別本数割合を図－1に示す。横木の12%に、被害度1～5までの劣化被害が確認された。言い換えると、残り88%の横木に関しては、被害が全く確認されなかったことになる。また、交換の対象となる被害度3以上の横木は5.5%とわずかであった。被害度の内訳は、被害度1が5.6%、被害度2が1.3%、被害度3が2.1%、被害度4が1.1%、被害度5が2.3%だった。なお、現況調査において、同一箇所では他の横木の色や状態と比較して、明らかに新品と交換されたと推察された横木については、便宜上、被害度5にカウントした。

次に、経年劣化により交換の対象となる経過年数別被害度3以上の本数割合を図－2に示す。10年経過までは、被害度3以上の割合は0%であった。さらには、被害度1も被害度2もなく、すべて被害度0であった。同様に、13年経過においても、被害度3以上の割合は0%であったが、こちらは被害度1と判定した横木があり、若干の経年劣化が認められた。交換の対象となる本数割合が最も高かったのは、

16年経過の16%で、順次、18年経過の10.1%、17年経過の5.5%、15年経過の4.5%、12年経過の2.7%という結果であった。つまり、長期間にわたって、多くの横木で交換の必要がないと判断される被害度2以下の状態を保っていることが確認できた。この理由として、調査地の林道は陽当たりがよく、舗装がされていたために、横木が腐りやすい湿潤状態になりにくかったことなどに加え、横木に施された防腐・防蟻処理の効果が長期間持続していたことが大きな要因と考えられる。このことは、シロアリによるいわゆる蟻害が全く見られなかったことから推察できる。

なお、今回の調査結果ではいくつかの特徴がみられた。まず、腐朽は横木の上下左右の4面のうち上面に多く発生する傾向があった。これは、横木の上面が他の面に比べ比較的、雨で濡れやすいため、湿潤と乾燥が繰り返され横木表面の膨張、収縮により表面割れが生じ、その深さが防腐・防蟻剤が浸潤していない部分にまで達するためと考えられる。また、同じような理由により、腐朽の発生は、同一箇所でも、最上段の横木に発生する傾向があり、その発生割合は下段と中段のおよそ2倍の本数となった。写真-9に示すように、下段の横木は被害度0に対し、上段の横木は被害度4となっている極端な事例もみられる。

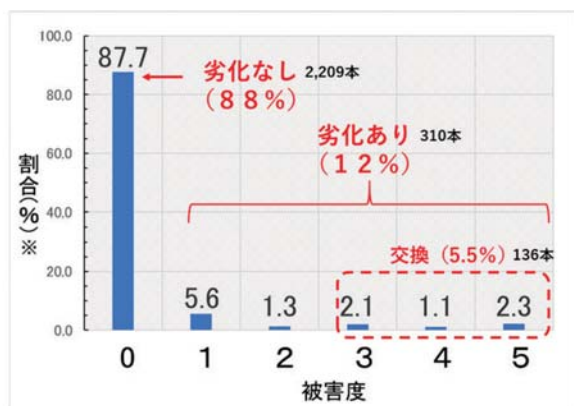


図-1 被害度別本数割合

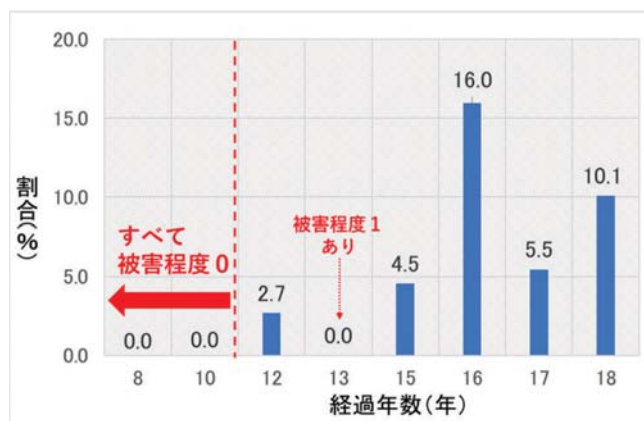


図-2 経過年数別被害度3以上の本数割合



写真-9 腐朽が最上段の横木のみが発生した状況

(参考) 経過年数別の横木調査本数

経過年数 (年)	本数 (本)
8	50
10	121
12	1,157
13	84
15	44
16	376
17	568
18	119

計 2,519

## 第2章 経年劣化した木製ガードレールの強度特性

### 1 はじめに

木製ガードレールの横木は、特に安全対策の観点から、他の木製構造物とは異なり、防護柵として必要とされる強度が維持されていることが重要である。木材の強度を低下させる要因としては腐朽菌による経年劣化がある。そこで、腐朽の進行具合により現地調査の結果から交換が必要と判断された経年劣化した横木（被害度3~5）に関して、強度試験を実施し残存強度を確認した。なお、被害度1及び2の横木の強度については、宮崎県により防護柵としての安全性能が確認されている<sup>1)</sup>。

### 2 試験方法

交換して不要となった横木8本（材長：1995mm）を現地にて採取し、熊本県林業研究・研修センター内に持ち込んだ。そして、当センターにある実大木質材料万能試験装置（株式会社巴技研社製：TH1000S10003）（写真-10 参照）を用いて静的曲げ試験を実施した。載荷方法は中央集中荷重による3点曲げ、スパン長は材長の3/4以上で1,600mm、荷重速度は15mm/minとした（表-3 参照）。なお、荷重の方向は、ガードレール設置時の車道側からとした（図-3 参照）。



写真-10 強度試験の実施状況（破壊まで荷重）

表-3 強度試験の概要

試験方法	静的曲げ試験
試験体数	8本（被害度3以上）
載荷方法	3点曲げ（中央集中荷重）
スパン長	1,600 m
荷重速度	15 mm/min

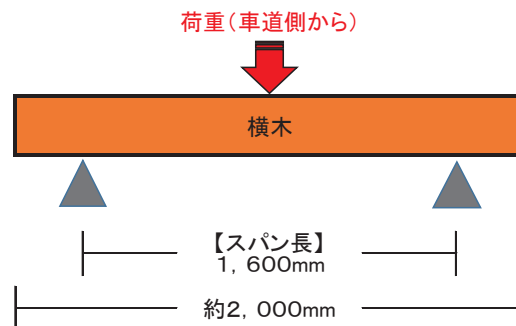


図-3 強度試験の概要

### 3 結果と考察

強度試験に供した横木の概要を表-4、図-4に示す。被害度は3~5、強度（曲げ強さ）は平均で7.5（N/mm<sup>2</sup>）であった。この値は、木製ガードレールの横木に必要な強度18.1（N/mm<sup>2</sup>）<sup>2)</sup>に対して、低い値であり4割程度まで低下していたことを示す。個々の横木について見ても、必要な強度を上回るものはなかった。つまり、被害度3以上と判定された横木に関しては、交換する必要があることが示唆された。このことから、今回実施した、目視、打診、触診による現地調査とその結果をもとにした判定方法が有効であると考えられる。

参考までに補足すると、番号1の横木については、交換の対象となる被害度では最も軽微な被害度3であったが、強度試験の結果による強度は、試験した8本中で最も低い値を示した。この理由として、部分的な激しい腐朽が材の長手方向中央付近にあったため、図-3に示す方法で曲げ試験を行ったことで小さい荷重で破壊したものである。このことは、被害度3であっても腐朽の発生個所によっては横木の機能を著しく低下させることを示すもので、点検において腐朽の発生場所を把握することの重要性を示すものであろう。

表-4 強度試験に供した横木の概要

番号	被害度	強度 (N/mm <sup>2</sup> )
1	3	1.2
2	3	14.7
3	4	8.0
4	5	3.4
5	5	10.5
6	5	3.1
7	5	15.4
8	5	3.3
平均		7.5

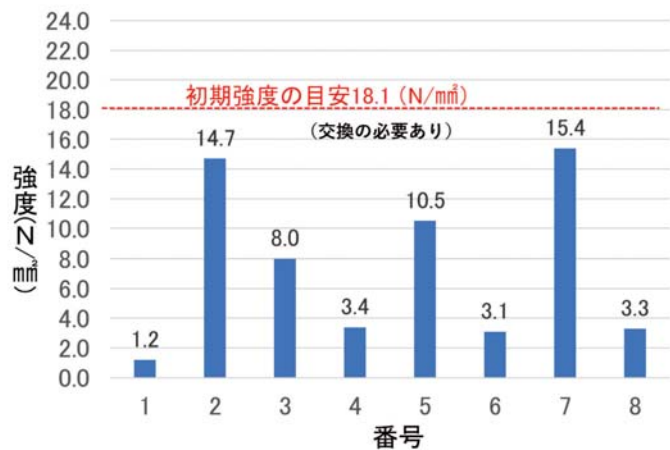


図-4 被害度別の横木の強度

### 第3章 まとめ

木製ガードレールの設置から10年以上が経過しているため、特に安全対策上の観点から、経年劣化の現状を把握することを目的とした現況調査を実施した。併せて、劣化した木製ガードレールの強度試験の結果、以下のとおり、木製ガードレールの耐用年数や交換時期などを判断する知見を得た。

#### (1) 木製ガードレールの耐用年数について

横木に適切な防腐・防蟻処理が施されていれば、耐用年数はおおむね10年程度と考えられる。

#### (2) 維持管理の方法（交換時期など）について

上記(1)のことから、定期的実施する必要がある定期点検において、点検の対象を設置から10年以上経過したものを一つの目安として設定することができる。点検の方法についても、ハンマーやドライバー工具といった簡易な道具を用いた（特別な道具を用いない）、目視、打診、触診による、点検者にと



って負担の少ない調査の実施が可能である。さらには、点検した結果を評価し被害度 3 と判定したごく少数の横木のみを交換することで、効率的な維持管理を行うことができる。

今後、以上を踏まえた木製ガードレールの維持管理の方法を道路管理者に周知し、木製ガードレールの設置に対する実務的な負担を軽減することで、特に景観に配慮が必要な県立自然公園などにおいて、積極的に木製ガードレールの設置を推進していく必要があると考える。

#### 引用文献

- 1) 農林水産省農林水産技術会事務局「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」（平成 16~20 年度）「木製道路施設の耐久設計・維持管理指針策定のための技術開発（課題番号 1678）」研究チーム：木製防護柵・遮音壁の耐久設計と維持管理指針（案）、22、29、48-49（2010）
- 2) 和光コンクリート株式会社：地域木材産業等連携支援事業（文化用品等市場開拓型）実施報告書、4-6（2013）

研究報告 第47号

編集・発行	熊本県林業研究・研修センター 熊本市中央区黒髪8丁目222-2 電話 096-339-2221 FAX 096-338-3508
発行年月	令和3年(2021年)2月

発行者：熊本県
---------

所属：林業研究・研修センター
----------------

発行年度：令和2年度(2020年度)
--------------------