

## 植生保護柵モニタリング調査

### 1. 植生保護柵モニタリング調査の概要

#### (1) 背景・目的

春日山原始林保全計画（平成 27 年度策定）では、①原生的な照葉樹林を保全する箇所を着実に広げていくこと、②植生の回復状況を経年評価し効果的な保全方策を確立すること、③喫緊の課題に対する方策の検証を行うこと、の 3 点を目的とした実証実験として、ニホンジカ（以下、シカ）の採食圧を緩和し原生的な森林を保全するための植生保護柵を設置している（図 1）。

春日山原始林保全計画で定める「春日山原始林の 10 の保全方策」の内、「(1) 照葉樹林を良好な状態で維持する保全方策を実施する」および「(2) 照葉樹林の多様性を維持する保全方策を維持する」では、植生保護柵の設置による林内の保全面積の拡充を中期目標としており、実証実験による成果を踏まえながら適切な植生保護柵のあり方について検討し、今後も保全方策を実施するものとしている。

平成 28 年度までに設置した 36 箇所の植生保護柵における 5 年間のモニタリング調査結果を分析し、植生保護柵による効果について検証する。

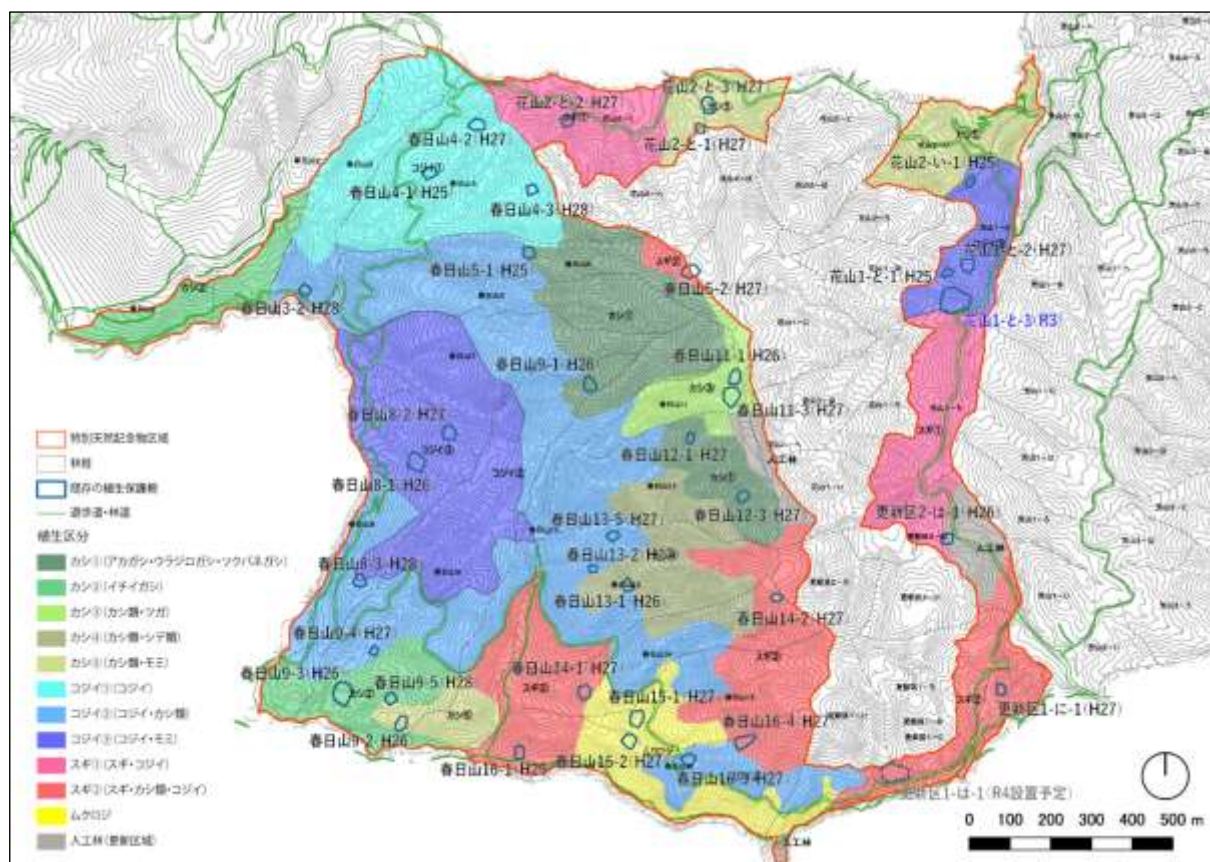


図 1 植生保護柵設置位置と植生区分

## (2) 調査項目・スケジュール

植生保護柵モニタリング調査では、①毎木調査、②植生調査、③林床植生調査、④後継樹生育状況調査の4項目の調査を実施している（表1）。調査範囲は、植生保護柵内の全域と柵の周囲およそ10 mの範囲とした（図2）。

表1 モニタリング調査の項目と内容

調査項目	目的	調査内容	
①毎木調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>階層構造の変化や森林更新の状況を把握する。</li> <li>ナギの数量調整、ナンキンハゼの駆除、ナラ枯れ対策後の効果について検証する。</li> </ul>	柵内	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹種名、胸高直径、階層、分布位置、枯損状況を記録する（樹高 2 m 以上）。</li> <li>ナギの分布範囲の拡大状況、ナンキンハゼの侵入状況、ナラ枯れ被害状況を記録する。</li> </ul>
		柵外	<ul style="list-style-type: none"> <li>林冠構成種（各実施箇所の植生区分）に一致する個体について、樹種名、胸高直径、属する階層（高木層、亜高木層、低木層）、分布位置、枯損状況を記録する。</li> <li>ナギの分布範囲の拡大状況、ナンキンハゼの侵入状況、ナラ枯れ被害状況を記録する。</li> </ul>
②植生調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>植物群落の被度や種組成の変化を把握する。</li> <li>植生保護柵内外における生存状況等を比較する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>胸高幹周囲 10 cm 未満の個体を対象に、林冠から林床における各層の被度と優占種を記録する。</li> </ul>	
③林床植生調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>林床植物の出現種や種の変化を把握する。</li> <li>植生保護柵内外における林床植生の多様性の変化を比較する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>林床植物の優占種、被度・群度を記録する。</li> </ul>	
④後継樹生育状況調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>林冠構成種の実生および稚樹の生残状況を把握する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>植生保護柵内外における樹木の実生および稚樹について、出現種数、被度を記録する。</li> <li>林冠を構成する樹種を含む後継樹の実生および稚樹について、対象範囲と追跡対象を定め、樹種、樹高、位置、生残状況を記録する。</li> </ul>	

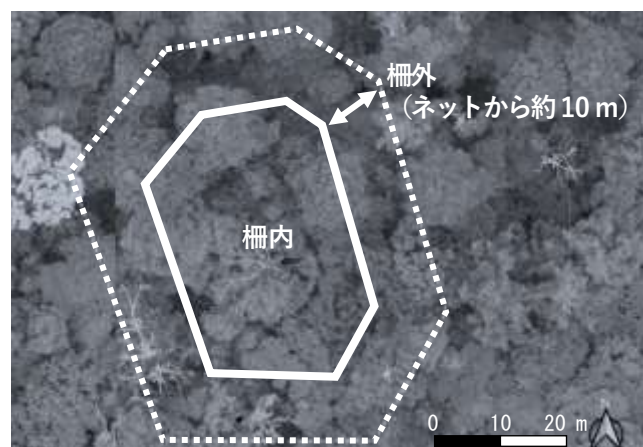


図2 調査範囲の考え方（例：花山 2-と-3）

調査のスケジュールについて表2に示す。①～④のモニタリング項目について、各植生保護柵における該当年度に調査を実施した。平成25年、平成26年、平成27年に設置した32箇所の植生保護柵は昨年度までに5年間の調査を完了しており、現在は林床植生調査と後継樹生育状況調査を継続している。

表2 モニタリング調査実施スケジュール

項目		設置 初年	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目
調査 項目	①毎木調査	●				●			
	②植生調査	●				●			
	③林床植生調査	●	●	●	●	●	●	●	●
	④後継樹生育状況調査	●		●		●		●	
実施 箇所	平成25年度(2013)植生保護柵設置済み箇所【5箇所】 ・春日山4-1 ・春日山5-1 ・春日山16-1 ・花山1-と-1 ・花山2-い-1	H25	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3
	平成26年度(2014)植生保護柵設置済み箇所【7箇所】 ・春日山8-1 ・春日山9-1 ・春日山9-2 ・春日山9-3 ・春日山11-1 ・春日山13-1 ・更新区2-は-1	H27 H28	H28	H29	H30	R1	R2	R3	
	平成27年度(2015)植生保護柵設置済み箇所【20箇所】 ・春日山4-2 ・春日山5-2 ・春日山8-2 ・春日山9-4 ・春日山11-3 ・春日山12-1 ・春日山12-3 ・春日山13-2 ・春日山13-5 ・春日山14-1 ・春日山14-2 ・春日山15-1 ・春日山16-2※・春日山16-3 ・春日山16-4 ・更新区1-に-1 ・花山1-と-2 ・花山2-と-1 ・花山2-と-2 ・花山2-と-3	H28	H29	H30	R1	R2	R3		
	平成28年度(2016)植生保護柵設置済み箇所【4箇所】 ・春日山3-2 ・春日山4-3 ・春日山8-3 ・春日山9-5	H29	H30	R1	R2	R3			

※「春日山16-2」植生保護柵は令和3年度に廃止

### (3) 調査地の概況

36箇所の植生保護柵は、大径木（胸高直径80 cm以上）が含まれる箇所、もしくは設置前にギャップを確認した箇所を基本として設置した。概況について表3に示す。

表3 植生保護柵の概況

植生保護柵	面積 (㎡)	植生区分	立地	柵内の 大径木	柵設置時 ギャップ	ギャップ面積 (㎡)		その他	
						H24※1	H29※2		
H25	春日山 4-1	664.2	コジイ①	斜面下部		○	150	2.9	
	春日山 5-1	730.0	カシ①	尾根部		○	150	33.5	
	春日山 16-1	404.9	スギ②	斜面下部		○	300		メッシュパネル型植生保護柵
	花山 1-と-1	401.2	コジイ③	斜面中部	コジイ				
	花山 2-い-1	404.9	コジイ③	斜面中部		○	200	14.6	
H26	春日山 8-1	1,050	コジイ③	斜面下部		○	800		
	春日山 9-1	893.4	カシ①	斜面上部	アカガシ				
	春日山 9-2	785.5	カシ⑤	斜面上部	ツクバネガシ				ナギの数量調整を実施（設置前）
	春日山 9-3	2,001	カシ②	谷部	イチイガシ				ナギの数量調整を実施（設置前）
	春日山 11-1	812	カシ③	斜面上部	ウラジログシ アカガシ				
	春日山 13-1	613.8	カシ④	尾根部	ウラジログシ	○	-	23.5	H24 調査以降ギャップ形成
更新区 2-は-1	670.6	スギ①	斜面下部	ツクバネガシ					
H27	春日山 4-2	892.3	コジイ①	斜面中部	コジイ			8.4	
	春日山 5-2	1,063	スギ②	尾根部		○	400	60.6	
	春日山 8-2	934.3	コジイ③	尾根部	ツクバネガシ			8.7	
	春日山 9-4	1,216	コジイ②	谷部					ナギの動向を観察するために設置
	春日山 11-3	1,580	カシ③	斜面上部		○	-	71.9	H24 調査以降ギャップ形成
	春日山 12-1	641.3	カシ①	斜面中部	アカガシ				
	春日山 12-3	471.8	カシ①	尾根部		○	600	12.5	
	春日山 13-2	334.7	コジイ②	谷部	ツクバネガシ			5.3	
	春日山 13-5	523.0	コジイ②	斜面上部		○	200	3.4	
	春日山 14-1	867.0	スギ②	斜面中部	アラカシ ウラジログシ				
	春日山 14-2	623.7	スギ②	尾根部	アカガシ				
	春日山 15-1	1,054	ムクロジ	斜面上部	ウラジログシ				
	春日山 16-2	887.6	ムクロジ	斜面下部		○	200	51.0	土砂の流出により倒壊
	春日山 16-3	711.9	コジイ②	尾根部	ウラジログシ				
	春日山 16-4	1,101	スギ②	谷部		○	800	17.1	
	更新区 1-に-1	533.1	スギ②	尾根部	アカガシ				
花山 1-と-2	907.9	コジイ③	斜面中部		○	600	44.3		
花山 2-と-1	449.0	カシ⑤	尾根部	ウラジログシ					
花山 2-と-2	581.9	スギ①	谷部	コジイ					
花山 2-と-3	976.5	カシ⑤	斜面下部		○	-	8.2	H24 調査以降ギャップ形成	
H28	春日山 3-2	525.0	コジイ②	斜面下部	ツクバネガシ				
	春日山 4-3	534.7	コジイ①	斜面下部	コジイ	○	-	6.6	H24 調査以降ギャップ形成
	春日山 8-3	728.2	コジイ②	尾根部		○	200	6.8	
	春日山 9-5	579.6	カシ②	斜面下部		○	300	11.2	
全体	28,156 (2.8 ha)			20 箇所	17 箇所		366.9		

※1 平成 24 年度現地調査結果（100 ㎡以上のギャップを抽出）。抽出されたギャップを含む範囲に植生保護柵を設置した。

※2 平成 29 年度航空レーザー測量成果により抽出された植生保護柵内のギャップ面積。2 ㎡以下は検出されない。

## 2. 調査結果

### (1) 毎木調査

#### ①成木の出現状況

植生保護柵内における成木（樹高2 m以上）の毎木調査結果について、表4、図3に示す。なお、ここでの「加入」は植生保護柵の設置（調査初年）から5年目までに樹高が2 mに達したことを指す。植生保護柵内における5年目の本数は6,345本であり、調査初年から674本が枯死、792本が加入したことで118本増加した。調査初年に記録された成木の生存率は約89.2%であった。

面積当たりの成木の本数（幹密度、本/ha）は、調査初年で2,224本/ha、5年目で2,266本であった。また、面積当たりの胸高断面積合計（m<sup>2</sup>/ha）は、調査初年で50.5 m<sup>2</sup>/ha、5年目で50.8 m<sup>2</sup>/haであった。

表4 毎木調査における樹種ごとの本数と胸高断面積合計

樹種	生育本数					胸高断面積合計 (m <sup>2</sup> )		
	調査初年	生存	加入	5年目	生存率※	調査初年	5年目	変化量
常緑樹	5,393 1,926本/ha	4,823	651	5,474 1,955本/ha	89.4%	87.8 31.4 m <sup>2</sup> /ha	88.3 31.5 m <sup>2</sup> /ha	0.5
高木	632	566	46	612	89.6%	62.4	62.2	-0.2
亜高木	138	130	8	138	94.2%	3.4	3.4	
低木	4,623	4,127	597	4,724	89.3%	22.0	22.7	0.7
針葉樹	623 223本/ha	564	20	584 209本/ha	90.5%	41.3 14.7 m <sup>2</sup> /ha	42.9 15.3 m <sup>2</sup> /ha	1.6
高木	290	261	7	268	90.0%	39.3	40.8	1.5
亜高木	333	303	13	316	91.0%	2.0	2.1	0.1
落葉樹	211 75本/ha	166	121	287 103本/ha	78.7%	12.4 4.4 m <sup>2</sup> /ha	10.9 3.9 m <sup>2</sup> /ha	-1.5
高木	117	104	47	151	88.9%	10.8	9.8	-1.0
亜高木	61	38	34	72	62.3%	1.5	1.0	-0.5
低木	33	24	40	64	72.7%	0.070	0.067	
総計	6,227 2,224本/ha	5,553	792	6,345 2,266本/ha	89.2%	141.5 50.5 m <sup>2</sup> /ha	142.1 50.8 m <sup>2</sup> /ha	0.6

※ (生存した本数) ÷ (調査初年の本数) × 100

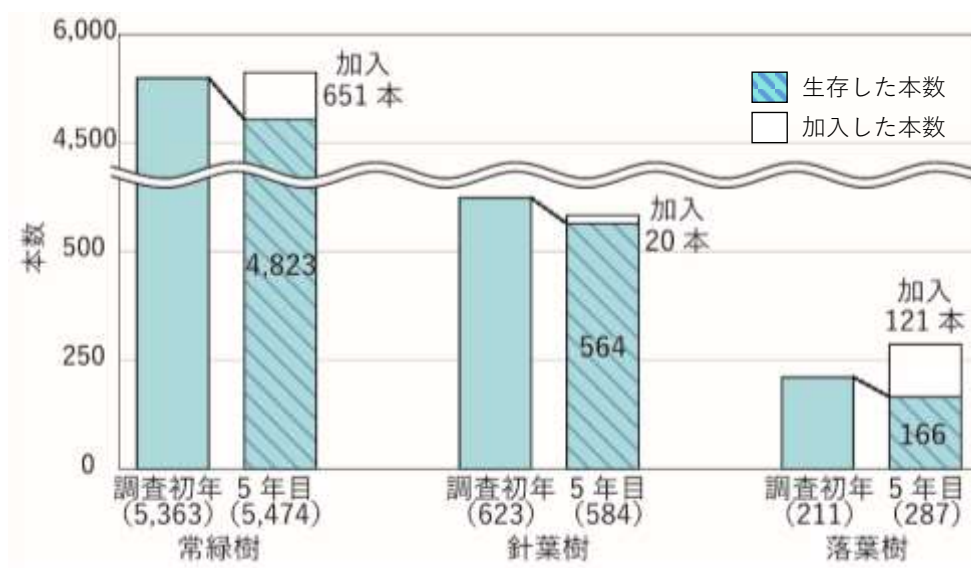


図3 柵内成木の本数の推移



## ②種構成

植生保護柵内における成木の樹種別の本数と種数について図4に示す。出現樹種は64種から72種に増加しており、4種（常緑樹1種、落葉樹3種）が消失し、新たに落葉樹12種（タマミズキ、ヒメコウゾなど）が加入した。出現種数は落葉樹の38種で最も多くなったが、常緑樹が本数全体の86.3%を占めている。

樹種ごとの幹密度、胸高断面面積合計について、それぞれ値が大きい15種について表5に示す。幹密度が最も高いのはイヌガシで69本/haであった。胸高断面面積合計はスギの9.1 m<sup>2</sup>/haで最も大きくなった。



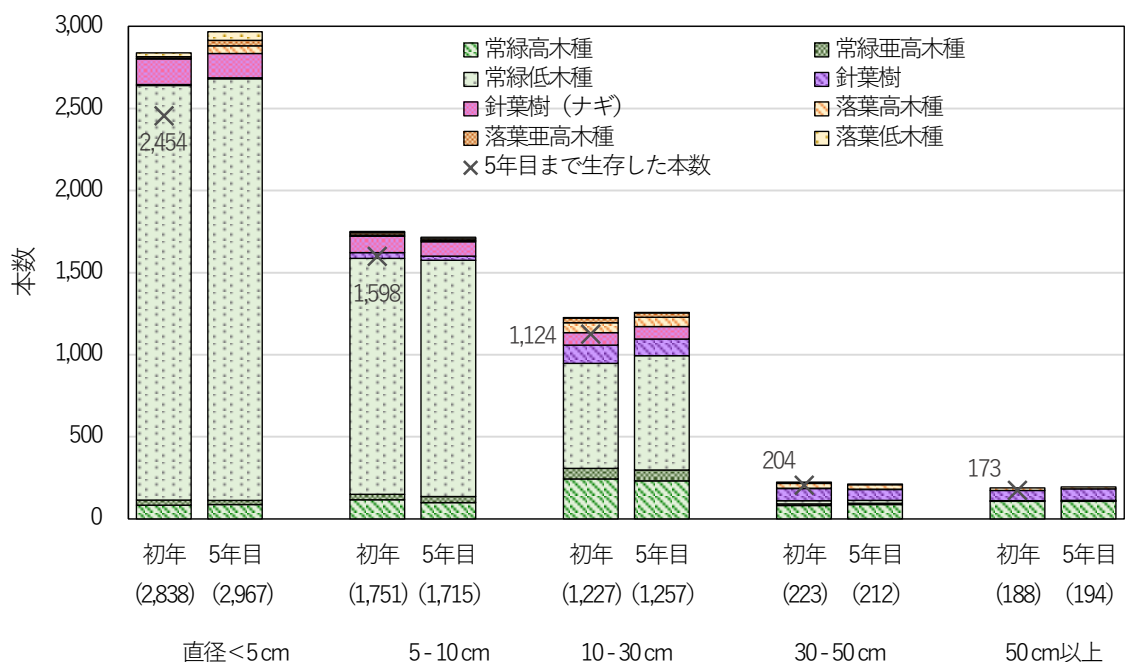
図4 樹種別の本数と種数

## ③直径階分布

樹種別の直径階分布について図5に示す。調査初年、5年目ともに胸高直径5 cm未満の本数が最も多くなった。消失した本数と、生長により次の直径階へ移った本数が多いため、直径5 cm以上10 cm未満、直径30 cm以上50 cm未満の直径階では5年目の本数が減少している。直径5 cm未満、10 cm以上30 cm未満、50 cm以上の直径階では本数が増加した。

表5 幹密度、胸高断面面積合計の大きい15種（毎木調査）

樹種	幹密度 (本/ha)	樹種	胸高断面面積 合計 (m <sup>2</sup> /ha)
イヌガシ	691	スギ	9.1
サカキ	385	コジイ	8.0
ヒサカキ	154	ウラジロガシ	4.5
ナギ	113	モミ	4.5
シキミ	113	アカガシ	3.7
クロバイ	111	ツクバネガシ	3.3
シロバイ	110	サカキ	2.6
ウラジロガシ	69	イヌガシ	2.4
コジイ	67	イチイガシ	1.7
スギ	50	クロバイ	1.1
アセビ	45	イヌシデ	0.9
ヤブツバキ	37	アカシデ	0.8
モミ	25	アラカシ	0.8
イチイガシ	23	ナギ	0.7
ツクバネガシ	22	ツガ	0.7



## (2) 植生調査・林床植生調査

### ①出現種数

植生保護柵内・柵外における出現種数について表6に示す。5年間の調査で、低木層（1m以上2m未満）では44科96種、林床植生（1m未満）では90科363種が出現した。出現した科と種数については21ページに記載する。

表6 植生調査・林床植生調査における出現種数

調査範囲	低木層（1m以上2m未満） 調査期間内の出現種数：44科96種		林床植生（1m未満） 調査期間内の出現種数：90科363種	
	調査初年	5年目	調査初年	5年目
植生保護柵 柵内	(全体) 19科31種 (平均) 3.7種 Min: 0種 Max: 8種	(全体) 39科66種 (平均) 5.8種 Min: 1種 Max: 20種	(全体) 61科178種 (平均) 20.5種 Min: 2種 Max: 54種	(全体) 82科287種 (平均) 49.1種 Min: 11種 Max: 104種
柵外	(全体) 12科19種 (平均) 2.6種 Min: 0種 Max: 7種	(全体) 10科15種 (平均) 2.2種 Min: 0種 Max: 6種	(全体) 34科56種 (平均) 6.1種 Min: 1種 Max: 36種	(全体) 53科106種 (平均) 12.0種 Min: 4種 Max: 19種

### ②低木層の出現状況

低木層では、調査初年の36箇所全体の出現種数が植生保護柵内で31種、柵外で19種であり、5年目はそれぞれ66種、15種となった。低木層の出現種数の推移について図7に示す。柵内では最も多い箇所で20種が出現しており、全体的に出現種数が増加したが、柵外では出現種数が減少した。

各樹種が出現種数に占める割合は、柵内では5年目に落葉樹の占める割合が58%となり常緑樹、針葉樹よりも高くなったが、柵外では調査初年からほとんど変化はなかった（図8）。

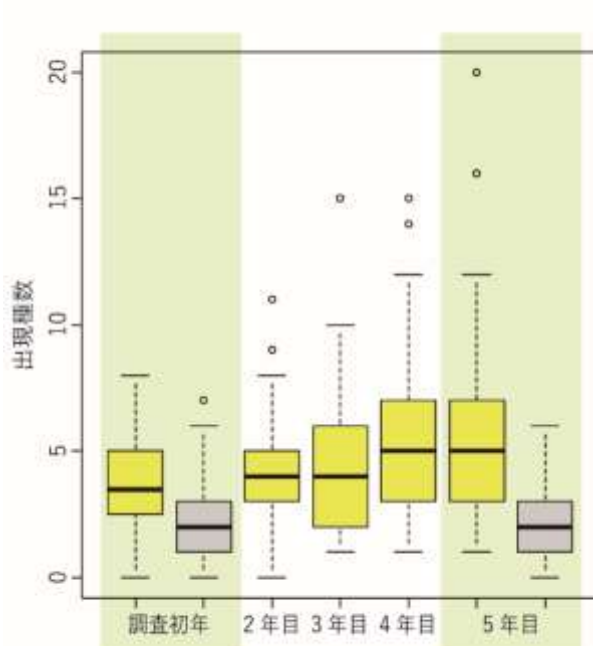


図7 低木層の出現種数の推移  
(■：柵内、■：柵外)

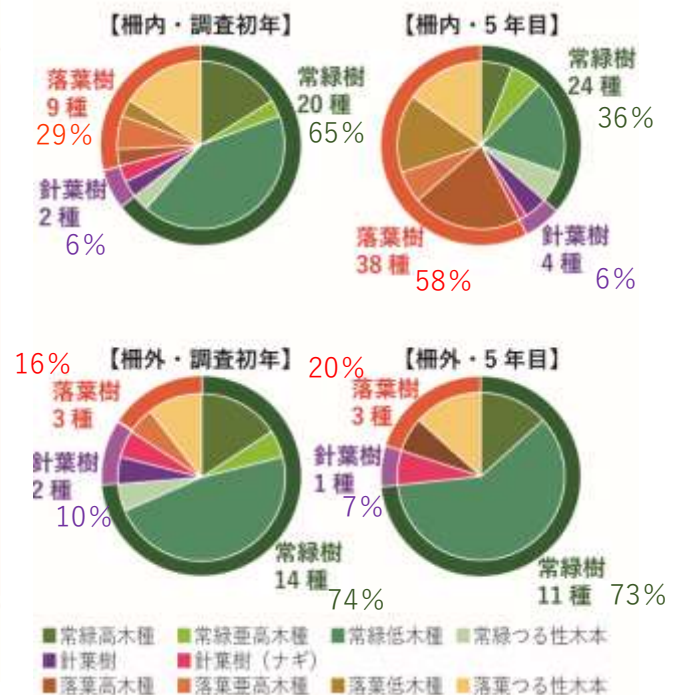


図8 低木層の樹種別の出現種数

### ③林床植生の出現状況

林床植生では、調査初年の36箇所全体の出現種数は植生保護柵内で178種、柵外で56種であり、5年目はそれぞれ287種、106種となった(表6)。5年間の出現種数の推移について図9に示す。植生保護柵によって種数のばらつきはあるが、植生保護柵の設置以降、林床における出現種数は年々増加しており、最も出現種数が多い植生保護柵で104種が出現した。柵外では最も多い箇所で19種が出現しているが、柵内の出現種数よりも少なかった。

林床植生における種類別の出現種数について図10に示す。柵内ではいずれの種も出現種数が増加しているが、種の構成は調査初年、5年目で大きく変化はなかった。柵外では落葉樹の出現種数が増加したことで、落葉樹が出現種数に占める割合が調査初年よりも高くなった。

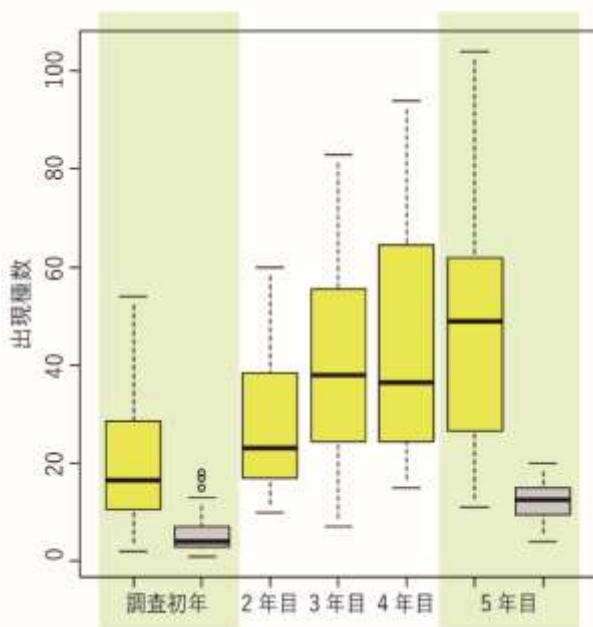


図9 林床植生の出現種数の推移 (■：柵内、■：柵外)

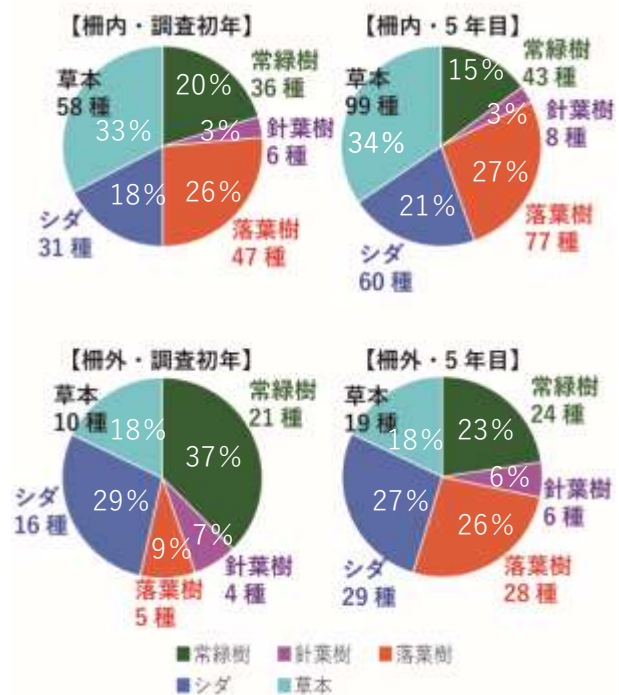


図10 林床植生の種類別の出現種数



図11 植生保護柵内外の様子 (左：春日山5-2、右：花山1-と-2)



#### ④レッドデータブック選定種の出現状況

奈良県版レッドデータブック（奈良県くらし創造部景観・環境局、2017）に選定されている種の出現状況について表7に示す。保護柵設置から5年間で、絶滅寸前種2種、絶滅危惧種9種、希少種9種、合計20種が出現した。レッドデータブックに選定されている種が出現する植生保護柵数は、15箇所から28箇所に増加した。ウドカズラなど5種（表7内赤字）は柵外でも出現したが、ジングウスゲとキジョランは5年目の時点で消失している。

表7 奈良県版レッドデータブック選定種の出現

分類	種名	出現した保護柵数					
		調査初年	2年目	3年目	4年目	5年目	
絶滅寸前種	ジングウスゲ	0	0	0	0	1	
	フモトシケシダ	0	1	5	5	5	
絶滅危惧種	ウドカズラ	1	2	11	17	17	
	オカウコギ※1	-	-	-	-	-	
	キヨスマウツボ	0	0	0	0	1	
	クリンソウ	2	1	1	1	2	
	シャクジョウソウ	1	0	0	0	0	
	シュンラン	0	0	1	1	1	
	センダイスゲ	0	0	0	0	1	
	フウラン	0	0	0	0	1	
	リュウキュウマメガキ	0	0	3	2	4	
	希少種	イチヤクソウ※1	-	-	-	-	-
		イナモリソウ	0	1	1	0	1
オオバノトンボソウ		0	0	0	0	1	
キジョラン		0	1	3	3	3	
コクラン		1	1	1	2	3	
センリョウ※2		0	0	0	0	1	
ヒメヘビイチゴ※1		-	-	-	-	-	
ヤマイバラ		11	12	14	13	15	
ヤマホロシ	0	0	2	4	1		
出現保護柵数		15	17	25	26	28	

□…令和3年度調査で出現した種 赤字…柵外での出現を記録した種

※1 モニタリング調査の予備調査で出現 ※2 栽培の逸出の可能性（県内分布域外）



図12 これまでに出現したレッドデータブック選定種（一部）

（①ウドカズラ ②クリンソウ ③センダイスゲ ④コクラン ⑤ヤマイバラ ⑥キジョラン）

### ⑤外来種の出現状況

奈良県生物目録（奈良県くらし創造部景観・環境局、2017）で国外外来種と国内外来種に分類される種、常緑針葉樹のナギ※の植生保護柵における出現状況について表 8 に示す。5 年間の調査で、国外外来種 17 種、国内外来種 1 種（アオモジ）が出現した。ナギは平成 27 年度に実施した外来種拡大状況調査において分布を確認した林班内の植生保護柵で出現している。ナギとナンキンハゼについては柵外でも出現した。

表 8 外来種およびナギの出現状況

分類	種名	出現した保護柵数				
		調査初年	2 年目	3 年目	4 年目	5 年目
国外外来種	ウラジロチチコグサ	0	0	1	0	0
	オオアレチノギク	0	2	2	1	0
	オニマタタビ	0	0	0	1	1
	コセンダングサ	0	0	0	1	0
	コハコベ	0	0	0	0	1
	セイタカアワダチソウ	3	3	4	4	4
	タチチチコグサ	0	0	0	1	0
	ダンドボロギク	2	2	2	0	2
	テリミノイヌホオズキ	1	0	0	0	0
	トウネズミモチ	0	0	1	1	1
	ナンキンハゼ	3	4	4	2	3
	ヒメジョオン	1	1	1	2	0
	ヒメムカシヨモギ	1	1	2	0	2
	ブタナ	0	0	0	0	1
	ベニバナボロギク	2	1	2	3	2
	メリケンカルカヤ	0	0	2	1	1
ヨウシュヤマゴボウ	0	1	0	2	2	
国内外来種	アオモジ	1	1	2	2	1
※	ナギ	4	5	5	5	6
出現保護柵数		19	19	19	18	20

□…令和 3 年度調査で出現した種 赤字…柵外での出現記録あり

※県内に自生地はなく、人為的に移入されたと推測される（参考資料 7 を参照）



図 13 これまでに出現した外来種（一部）  
 (①ナンキンハゼ ②アオモジ ③ナギ)

## ⑥環境条件の違いによる植生の出現状況

植生保護柵内の大径木とギャップの状況別の低木層、林床植生の出現種数について表9に示す。植生保護柵は大径木を含む地点、もしくは平成24年にギャップを確認した地点に設置している。ギャップについては平成29年に航空レーザー測量で柵内のギャップ面積を計測しているほか、調査の際にギャップの有無を観察している。なお、林冠の閉鎖、あるいは新規ギャップの形成により、平成24年と現在のギャップの状況は異なっている。

低木層、林床植生ともに大径木を含む植生保護柵では大径木を含まない植生保護柵よりも出現種数は少なくなった。設置前・5年目現在にギャップが含まれる植生保護柵では、低木層、林床植生ともにギャップを含まない植生保護柵よりも出現種数は多くなった。

植生の出現種数に関わる環境条件について表10に示す。植生区分、地形、設置面積、柵内の大径木の有無、ギャップ（調査前、現在）の有無のそれぞれの条件が、出現種数に与える影響について分析した。植生区分や地形については、林床植生ではどの条件でも概ね正の傾向を示したが、低木層では一部の条件で負の傾向を示した。低木層では保護柵の設置面積で正、大径木ありで負の傾向を示したが、林床植生では設置面積と大径木の有無は出現種数に関わる条件として選択されなかった。ギャップの有無については、低木層では設置前にギャップがあることが条件として正の傾向を示したが、林床植生では条件として選択されなかった。現在ギャップが含まれることは低木層・林床植生ともに正の傾向を示した。

表9 大径木とギャップの状況別の出現種数（5年目）

植生保護柵	5年目の出現種数（平均）	傾向※		
		低木層	林床植生	
大径木 胸高直径 80 cm 以上	あり（20箇所） なし（16箇所）	4.3 7.6	45.3 53.9	大径木がない方が出現種数が多い
ギャップ（設置前） H24 現地観察	あり（17箇所） なし（16箇所）	7.5 4.2	52.4 24.5	
ギャップ（5年目現在） H29 測量、モニタリングによる観察	あり（19箇所） なし（17箇所）	7.4 3.9	57.8 39.4	ギャップを含む柵の方が出現種数が多い

※低木層ではいずれも有意（U-test、 $p < 0.05$ ）

表10 出現種数に関わる環境条件（□：正、■：負）

環境条件	低木層	林床植生
植生区分 (カシ①を基準)		
カシ②		***
カシ③	■	***
カシ④		***
カシ⑤	**	***
コジイ①		***
コジイ②	*	***
コジイ③	■	***
スギ①		***
スギ②	**	***
ムクロジ林	■	***
地形 (斜面下部を基準)		
斜面上部		**
斜面中部		***
谷		***
尾根		*
保護柵の設置面積	**	
大径木の有無	■	
ギャップの有無		
設置前		**
現在	**	*

\*\*\* $p < 0.001$  \*\* $p < 0.01$  \* $p < 0.05$  . $p < 0.1$  '  $p < 1$

(詳細は後の23ページに記載)

### (3) 後継樹生育状況調査

#### ①後継樹の生育状況

後継樹生育状況調査では、柵内に生育する任意の樹木実生を標識し、調査初年、3年目、5年目の生育状況（生残、樹高）の記録を行っている。追跡対象は、主に当年～3年生程度の高木種の実生・稚樹とした。ただし、当該地点の主要な構成種であると判断された場合に、亜高木種や低木種、発生から数年が経過している個体なども追跡対象として標識している。3年目、5年目の調査時にも追跡対象を追加しているが、本資料では調査初年に標識した個体の5年目の状況について示している。

各植生保護柵の調査初年に追跡対象として標識した498本について表11、図14に示す。5年目まで生存したのは296本（59.4%）であった。樹種別では、常緑樹と針葉樹では生存率が60%以上であったのに対して、落葉樹では約43%であった。調査初年に追跡対象としたのは樹高20 cm未満の後継樹が多いが、死亡による消失、もしくは生長により次の区分へ移ったため3年目、5年目の調査で本数は減少している。20 cm以上50 cm未満、50 cm以上の本数は5年目までに増加した。

表 11 追跡中の後継樹実生の状況

樹種	本数			生存率 <sup>※1</sup>		5年目の平均樹高	平均の生長量 <sup>※2</sup>
	調査初年	3年目	5年目	3年目	5年目		
常緑	336本	235本	209本	69.9%	62.2%	27.7 cm	3.2 cm/年
高木	320本	221本	196本	69.1%	61.3%	26.3 cm	3.0 cm/年
亜高木	13本	11本	10本	84.6%	76.9%	41.8 cm	5.0 cm/年
低木	3本	3本	3本	100.0%	100.0%	73.3 cm	5.3 cm/年
針葉樹	97本	66本	61本	68.0%	62.9%	33.2 cm	3.3 cm/年
高木	94本	63本	58本	67.0%	61.7%	32.4 cm	3.3 cm/年
低木	3本	3本	3本	100.0%	100.0%	47.0 cm	3.4 cm/年
落葉	56本	27本	24本	48.2%	42.9%	107.6 cm	16.0 cm/年
高木	31本	15本	13本	48.4%	41.9%	124.6 cm	20.8 cm/年
亜高木	18本	10本	9本	55.6%	50.0%	114.1 cm	13.6 cm/年
低木	7本	2本	2本	28.6%	28.6%	61.8 cm	9.4 cm/年
未同定 <sup>※3</sup>	9本	4本	2本	44.4%	22.2%	14.0 cm	1.9 cm/年
総計	498本	332本	296本	66.7%	59.4%	35.9 cm	4.3 cm/年

※1 (各調査年における本数) ÷ (初年の本数) × 100

※2 (5年目の樹高 - 調査初年の樹高) ÷ 5 (調査年数)

※3 いずれかの落葉高木種と推定される実生

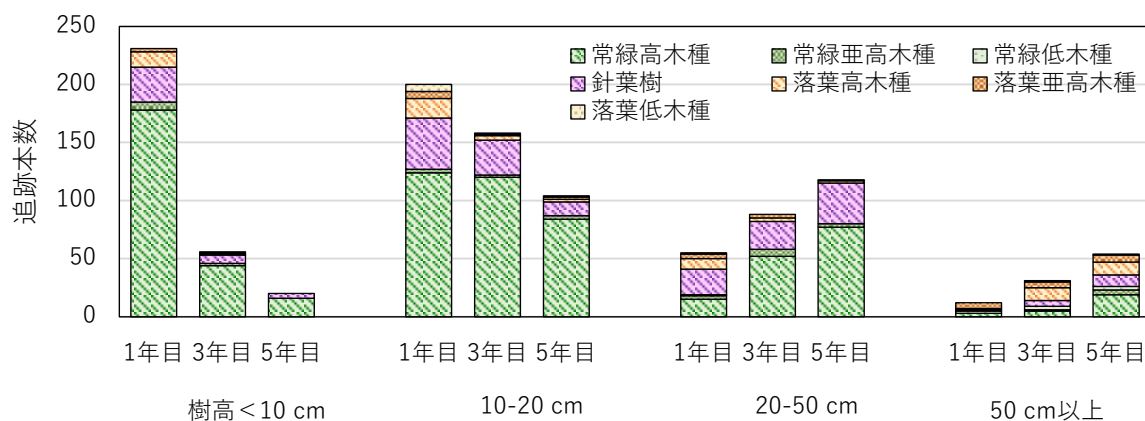


図 14 追跡中の後継樹の本数と樹高の推移



## ②後継樹の樹高と生長量

樹種ごとの樹高について図15に示す。5年目時点の各個体の樹高は概ね1 m以下であった。追跡開始から5年目までに樹高が2 mを超える個体が7個体あり、この内の6個体は落葉樹である（例：図16 タマミズキ）。

1年あたりの樹高の生長量について図17に示す。平均の生長量は、常緑樹で3.2 cm/年、針葉樹で3.3 cm/年、落葉樹で16.0 cm/年で、落葉樹で大きくなった。生長量の最大値は、常緑樹で64.0 cm/年、針葉樹で16.8 cm/年、落葉樹で54.6 cm/年であった。

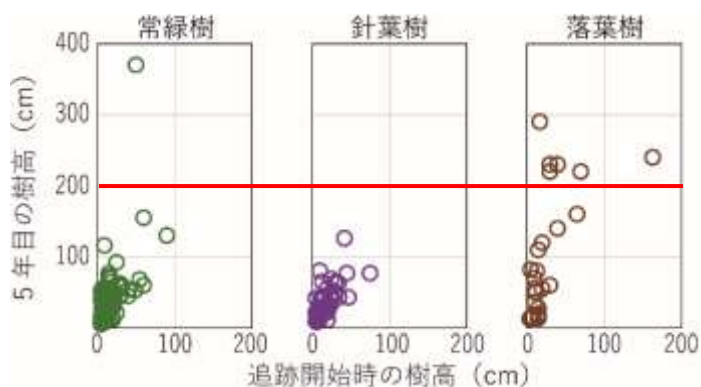


図 15 追跡中の後継樹の樹高 (赤線：樹高 2 m)



図 16 生長したタマミズキ  
(春日山 5-2 内、樹高 17 cm→290 cm)

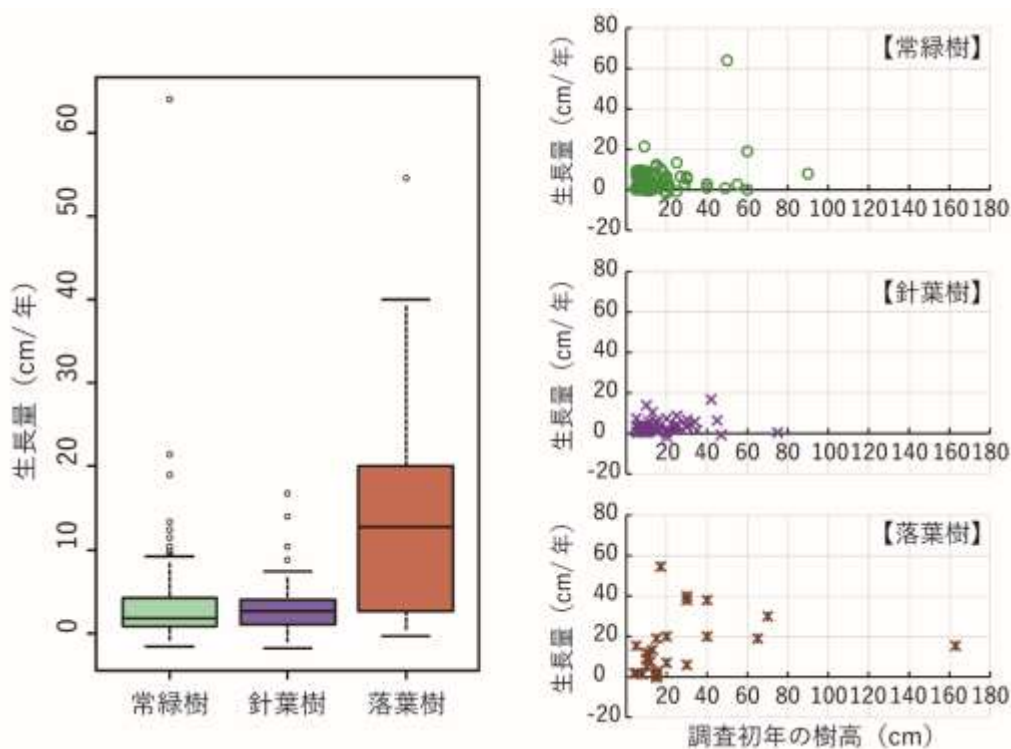


図 17 樹種ごとの生長量

### 3. 植生保護柵設置による保全の効果と課題

#### (1) 森林の更新

国内の照葉樹林における毎木調査の事例（宮崎県・綾照葉樹林（宮崎森林管理署竹野国有林）、長崎県対馬・龍良山）<sup>※1</sup>と、植生保護柵モニタリングの結果について表 11 に示す。胸高直径が 5 cm 以上の成木について、春日山原始林の植生保護柵内の立木密度は 1,206 本/ha で、綾照葉樹林(1,150 本/ha)と龍良山 (1,143 本/ha) よりもやや高くなった。面積あたりの胸高断面積合計は 50.8 m<sup>2</sup>/ha で、綾照葉樹林 (49.9 m<sup>2</sup>/ha) と同程度であった。死亡率と加入率<sup>※2</sup>はそれぞれ 1.8%/年と 1.7%/年であり、綾照葉樹林 (3.8%/年、2.3%/年) よりも低い値となった。



図 18 落葉樹が増加した植生保護柵  
(例：花山 1-と-1)

植生保護柵内の毎木調査の結果から、植生保護柵の設置から 5 年間で、胸高直径 5 cm 未満の成木が増加していることが分かった。増加したのは主にイヌガシやサカキなどの常緑低木種、落葉樹であるが、シイ・カシ類等の高木種など、主要な林冠構成種の新規加入も見られる。胸高直径が 5 cm 以上の成木では死亡率が加入率を上回っているが、全体では加入率が死亡率を上回った。以上より、シカによる影響を植生保護柵により取り除いたことで、直径のごく小さい若い個体の加入が進み、柵内は現在森林更新の初期の段階にあると考えられた。

表 11 他の照葉樹林における毎木調査結果との比較

項目	樹高 2 m 以上	胸高直径 5 cm 以上の成木		
	春日山原始林 植生保護柵 モニタリング調査	春日山原始林 植生保護柵 モニタリング調査	綾照葉樹林	龍良山
調査面積	2.8 ha	2.8 ha	4.0 ha	4.0 ha
立木密度	2,266 本/ha	1,206 本/ha	1,150 本/ha	1,143 本/ha
胸高断面積合計	50.8 m <sup>2</sup> /ha	49.9 m <sup>2</sup> /ha	49.4 m <sup>2</sup> /ha	63.5 m <sup>2</sup> /ha
死亡率	2.3%/年	1.8%/年	3.8%/年	1.0%/年
加入率	2.7%/年	1.7%/年	2.3%/年	1.0%/年

※1【参考文献】

- ・永松 大, 小南 陽亮, 佐藤 保, 齊藤 哲(2002) 綾照葉樹林の個体群構造と更新. 九州森林研究, 55 (2) : 50-53.
- ・西村 尚之, 真鍋 徹(2006) 森林動態パラメータから森の動きを捉える. 森林の生態学 長期大規模研究からみえるもの, 181-201. 文一総合出版, 東京

※2…西村・真鍋 (2006) が示す計算式から算出した森林動態に関する変数

$$(\text{死亡率}) = \ln(n_0/n_s) \cdot 1/t \times 100$$

$$(\text{加入率}) = \ln(n_e/n_s) \cdot 1/t \times 100$$

ln : 自然対数、n<sub>0</sub> : 初めの生存本数、n<sub>s</sub> : t 年間で生き残った本数、n<sub>e</sub> : 期間の終わりの生存本数

## (2) 植生の回復と種多様性の保全

植生調査、林床植生調査の結果から、植生保護柵の設置から5年間で低木層、林床植生ともに出現種数が増加していることが分かった。柵外よりも柵内の出現種数が多いことから、植生保護柵を設置し、シカの踏圧や採食圧を緩和することで、多様な種が出現・定着する環境を維持し、植生の回復を図ることができると考えられた。植生保護柵内では、シカの影響による衰退が懸念される種や、県内で分布域・自生地が限られる種など、奈良県のレッドデータブックに選定されている種が出現している。植生保護柵を設置することでこれらの希少な種が生育する環境の保全ができると考えられる。

植生保護柵内で多様な植生が出現することが実証される一方で、台風等の影響で植生保護柵が破損した場合に、シカの侵入による攪乱が発生し、破損した年度の調査では出現種数が大幅に減少している。植生保護柵による保全を継続するためには、植生保護柵の機能を維持し、破損時に迅速な対応を行うための体制が必要である。



図 19 植生保護柵内の様子 (左：春日山 5-2、右：春日山 9-3)

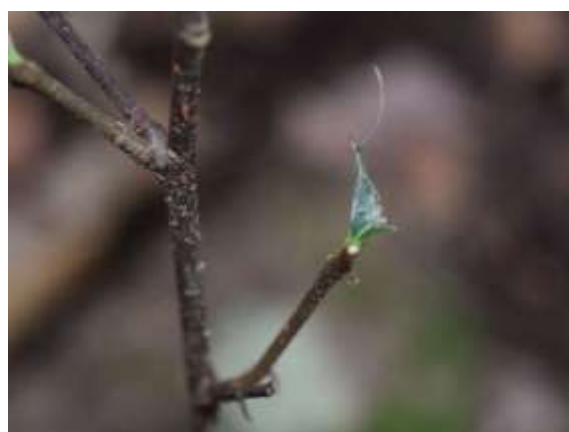


図 20 植生保護柵の破損とシカの食痕 (例：春日山 9-1、平成 30 年度)



### (3) 後継樹実生の定着・生長

春日山原始林内のギャップ林冠下の防鹿柵の内  
外における樹木実生の1年後の生存率について  
の研究 (Shimoda et al., 1994) ※1では、柵内の常緑広  
葉樹の生存率は80%程度であり、柵外ではシカの  
不嗜好種の生存率が70~100%であるのに対し  
てシカが摂食する樹種では20%以下である。

植生保護柵モニタリング調査における後継樹  
生育状況調査は、柵内に生育する任意の個体  
を追跡したものであるため直接の比較はでき  
ないが、実生・稚樹の5年後の生存率が59.4%  
と高い値を示した。実生・稚樹の樹高の生長  
もみられることから、植生保護柵内は後継樹  
が定着し生長することが可能な環境であると考  
えられる。

### (4) シカの密度と植生保護柵による保全

奈良公園平坦部におけるシカの生息密度は  
1,089頭/km<sup>2</sup> (岡崎・辻野, 2017) ※2であり、シカによる著  
しい植生変化が報告される北海道洞爺湖中島  
(30~50頭/km<sup>2</sup>) ※3や長崎県野崎島 (60頭/km<sup>2</sup>) ※4など、  
他地域のものよりも非常に高い値を示してい  
る。「春日山原始林内シカ生息状況調査」(令  
和2年度)では、春日山原始林内のシカの推  
定生息密度は48.2頭/km<sup>2</sup> (95%信用区間:  
25.9~89.3頭/km<sup>2</sup>, RESTモデルによる推  
定)と報告され、春日山原始林でもシカの生  
息密度が高いことが示された。春日山原始林  
の面積は約298ha (特別天然記念物指定面  
積)であり、原始林内ではおよそ144頭のシ  
カが生息していることになるため、シカが  
春日山原始林に与える影響は大きいと考えら  
れる。

春日山原始林では、林冠構成種の実生や稚  
樹が少なく、シカの摂食が森林の更新を阻害  
している可能性が既往研究※5により示唆さ  
れている。植生保護柵モニタリング調査にお  
いても、保護柵の外では林冠構成種の稚樹  
や低木、林床植生はほとんど見られず、シ  
カの影響による森林の更新不良や階層構造  
の単純化、下層植生の衰退がうかがえる。柵  
内では林冠構成種の実生・稚樹の生長や下  
層植生の回復がみられることなどから、植生  
保護柵による原始林の保全の有効性が示さ  
れた。今後は、新規植生保護柵の設置によ  
る保全面積の拡大や、植生モニタリング調  
査を継続して実施した上で、多様な植生の  
保全と種多様性を維持するための保全方策  
に取り組む必要がある。



図21 追跡中の実生 (春日山5-2、アカガシ)



図22 原始林内のシカ (遊歩道付近)

#### 【参考文献】

- ※1 Shimoda K, Kimura K, Kanzaki M & Yoda K (1994) The regeneration of pioneer tree species under browsing pressure of Sika deer in an evergreen oak forest. *Ecological Research*, 9:85-92.
- ※2 岡崎 重史, 辻野 亮 (2017) 奈良公園におけるニホンジカの空間分布の季節変動. *奈良教育大学自然環境教育センター紀要*, (18) : 45-54.
- ※3 梶 光一 (1986) 洞爺湖中島のエゾシカの個体群動態と管理. *哺乳類科学*, (53) : 25-28.
- ※4 Endo A, Doi T (1996) Home range of female sika deer *Cervus Nippon* on Nozaki Island, the Goto Archipelago, Japan. *Mammal study* 21 : 27-35
- ※5 前迫 ゆり (2006) 春日山原始林とニホンジカ. *世界遺産をシカが喰う シカと森の生態学*, 147-165. 文一総合出版, 東京



### (5) 植生保護柵の環境条件

新規植生保護柵の設置候補箇所の検討では、航空レーザー測量で把握されたギャップや植生区分、地形条件等を基に候補地を抽出している（詳細は参考資料6を参照）。低木層や林床植生の出現状況の分析により、多様な植生を保全するにはギャップを含む箇所に植生保護柵を設置することが有効であることが示された。航空レーザー測量は平成29年時点のギャップについて計測しているが（図23）、測量実施以降、台風等による新規ギャップの形成や、大木の枝枯れ等による林内の光環境の変化が起きている。新規植生保護柵の検討にあたっては、航空レーザー測量成果も活用しながら、光条件、土壌の水分条件や立地、微地形など、植生の多様性の回復や森林の更新のための条件が整った箇所を現地の調査によって把握する必要がある。

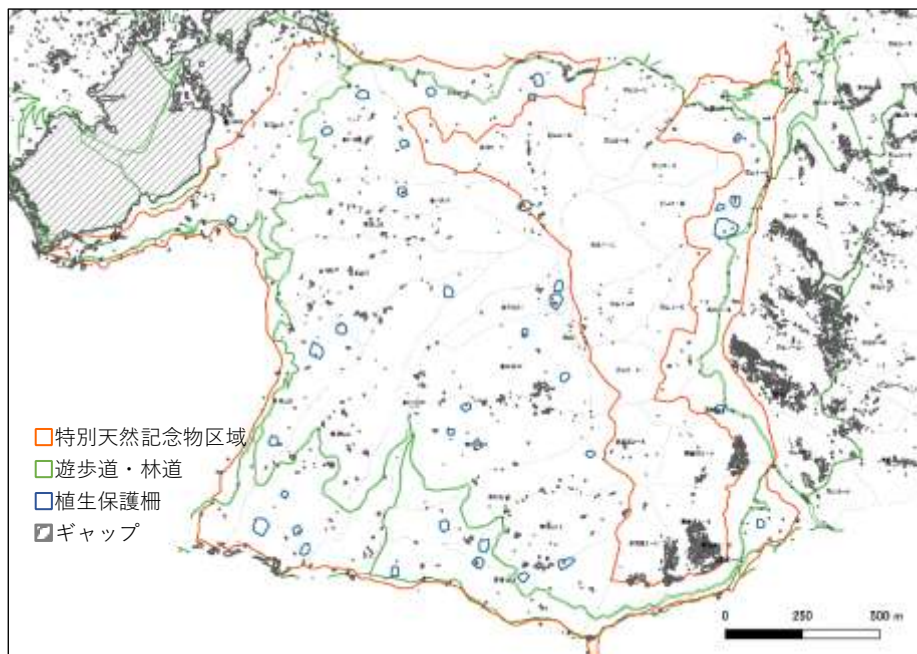


図23 航空レーザー測量成果によるギャップ抽出箇所 (>2 m<sup>2</sup>)



図24 植生保護柵の様子（例：春日山9-2）

設置当初はギャップを含まない植生保護柵であったが、大径木（ツクバネガシ 2 個体）の枝枯れの進行等で林床が明るくなり、落葉樹が増加している。林床植生全体の出現種数は11科12種から47科87種に増加した。柵の周辺部では植生はほとんどみられず、シカの影響を受けていると考えられる。

#### 4. 次年度以降のモニタリング調査

##### (1) 植生保護柵モニタリング調査の再検討

春日山原始林保全計画では、植生保護柵の設置による保全面積の拡大を中期目標としており、今後も植生保護柵を新たに設置し、保全方策を充実させる方針としている。36箇所の植生保護柵の5年間のモニタリング調査の結果から、シカによる採食圧等の影響を取り除いた場合の森林の更新、植生の回復、後継樹の生育について検証された。植生保護柵による実証実験を継続し、現在の森林・植生を把握し今後も維持するため、植生保護柵モニタリング調査の項目とスケジュールについて再検討を行った。

##### (2) 調査項目とスケジュール (案)

令和4年度以降の植生保護柵モニタリング調査の調査項目を表12、スケジュールを表13(16ページ)に示す。調査項目は①毎木調査、②植生調査、③後継樹生育状況調査の3項目とし、②の植生調査は従来の植生調査と林床植生を併せて一つの項目とする。

①毎木調査は従来の調査から継続した年度に実施する。なお、平成27年度に設置した植生保護柵の一部(原始林内西部と花山地区に位置する7箇所)については平成28年度設置の植生保護柵4箇所と併せて調査を実施する。②植生調査については毎年、③後継樹生育状況調査は隔年で実施する。

今年度設置した「花山1-と-3」植生保護柵を含め、今後新たに設置する植生保護柵については、設置の翌年に①、②、③の3項目の調査を実施することを基本とする

表12 モニタリング調査項目と実施内容

調査項目	目的	調査内容
①毎木調査 樹高2m以上 (5年ごと)	<ul style="list-style-type: none"> <li>階層構造の変化や森林更新の状況を把握する。</li> <li>ナギの数量調整、ナンキンハゼの駆除、ナラ枯れ対策後の効果について検証する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹種名、胸高直径、階層、生育位置、枯損状況を記録する。</li> <li>ナギの分布範囲の拡大状況、ナンキンハゼの侵入状況、ナラ枯れ被害状況を記録する。</li> <li>柵外については当該地点の林冠構成種等の出現状況について記録する。</li> </ul>
②植生調査 林床～樹高2m未満 (毎年)	<ul style="list-style-type: none"> <li>植物群落の被度や種組成の変化を把握する。</li> <li>植生保護柵内外における生存状況、多様性の変化等について比較する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>出現種、被度・群度を記録する。</li> <li>植生保護柵内外における樹木の実生および稚樹について、出現種数、被度を記録する。</li> </ul>
③後継樹生育状況調査 (隔年)	<ul style="list-style-type: none"> <li>林冠構成種の実生および稚樹の生残状況を把握する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>林冠構成種を含む後継樹の実生および稚樹について追跡対象を定め、樹種、樹高、生残状況について記録する。</li> </ul>

表 13 各植生保護柵におけるモニタリング調査実施スケジュール（案）

実施箇所	R4 実施内容	実施年度				
①毎木調査	<input type="checkbox"/> ：偶数年に③ <input type="checkbox"/> ：奇数年に③	●				●
②植生調査		●	●	●	●	●
③後継樹生育状況調査		●		●		●
H25（2013）設置【5箇所】 春日山 4-1、春日山 5-1、 春日山 16-1、花山 1-と-1、 花山 2-い-1  R3（2021）設置【1箇所】 花山 1-と-3	①毎木調査 ②植生調査 ③後継樹生育状況調査	R4	R5	R6	R7	R8
H26（2014）設置【7箇所】 春日山 8-1、春日山 9-1、 春日山 9-2、春日山 9-3、 春日山 11-1、春日山 13-1、 更新区 2-は-1  R4（2022）設置【1箇所】 更新区 1-は-1	②植生調査	R5	R6	R7	R8	R9
H27（2015）設置【12箇所】 春日山 5-2、春日山 11-3、 春日山 12-1、春日山 12-3、 春日山 13-2、春日山 13-5、 春日山 14-1、春日山 14-2、 春日山 15-1、春日山 16-3、 春日山 16-4、更新区 1-に-1	②植生調査 ③後継樹生育状況調査  ※R5…②	R6	R7	R8	R9	R10
H27（2015）設置【7箇所】 春日山 4-2、春日山 8-2、 春日山 9-4、花山 1-と-2、 花山 2-と-1、花山 2-と-2、 花山 2-と-3  H28（2016）設置【4箇所】 春日山 3-2、春日山 4-3、 春日山 8-3、春日山 9-5	②植生調査  ※R5…② R6…②・③	R7	R8	R9	R10	R11

○参考

・令和3年度 モニタリング調査結果

令和3年度に実施したモニタリング調査の結果を示す。平成25年に設置した5箇所は8年目、26年に設置した7箇所は7年目、平成27年に設置した20箇所は6年目、平成28年に設置した4箇所は5年目の調査である。

植生保護柵		毎木 本数	植生・林床植生調査出現種数			後継樹 追跡本数
			低木	林床	実生	
H25	春日山 4-1	-	5科6種	11科13種	1科1種	-
	春日山 5-1	-	8科9種	31科47種	2科3種	-
	春日山 16-1	-	13科15種	30科60種	2科3種	-
	花山 1-と-1	-	7科10種	41科79種	2科3種	-
	花山 2-い-1	-	4科5種	38科65種	3科4種	-
H26	春日山 8-1	-	4科4種	23科29種	1科3種	4本
	春日山 9-1	-	4科4種	28科43種	1科3種	6本
	春日山 9-2	-	9科11種	38科79種	1科3種	7本
	春日山 9-3	-	4科4種	50科100種	4科4種	9本
	春日山 11-1	-	7科9種	34科60種	3科6種	14本
	春日山 13-1	-	9科11種	31科48種	3科3種	10本
	更新区 2-は-1	-	1科1種	11科16種	1科2種	8本
H27	春日山 4-2	-	5科8種	25科39種	1科1種	-
	春日山 5-2	-	17科24種	40科77種	1科3種	-
	春日山 8-2	-	3科3種	25科35種	2科3種	-
	春日山 9-4	-	1科1種	19科24種	1科2種	-
	春日山 11-3	-	14科19種	32科65種	1科3種	-
	春日山 12-1	-	5科5種	20科24種	3科6種	-
	春日山 12-3	-	2科2種	14科20種	3科5種	-
	春日山 13-2	-	1科1種	21科29種	2科3種	-
	春日山 13-5	-	3科3種	18科29種	1科3種	-
	春日山 14-1	-	5科5種	31科50種	2科4種	-
	春日山 14-2	-	3科4種	28科38種	1科1種	-
	春日山 15-1	-	3科3種	31科51種	1科1種	-
	春日山 16-2	-	2科2種	25科33種	0種	-
	春日山 16-3	-	4科4種	27科35種	1科2種	-
	春日山 16-4	-	9科9種	40科81種	1科1種	-
	更新区 1-に-1	-	3科4種	15科29種	1科2種	-
	花山 1-と-2	-	13科16種	45科95種	4科5種	-
	花山 2-と-1	-	6科6種	43科73種	2科3種	-
	花山 2-と-2	-	2科3種	27科39種	2科2種	-
花山 2-と-3	-	8科8種	39科74種	1科1種	-	
H28	春日山 3-2	103本	5科7種	31科43種	2科3種	18本
	春日山 4-3	101本	6科6種	10科11種	2科2種	17本
	春日山 8-3	257本	4科4種	28科48種	1科2種	19本
	春日山 9-5	141本	7科8種	35科63種	1科2種	18本
全体の調査本数・ 調査種数		602本	36科66種	79科266種	8科16種	130本



・モニタリング調査で出現した植物

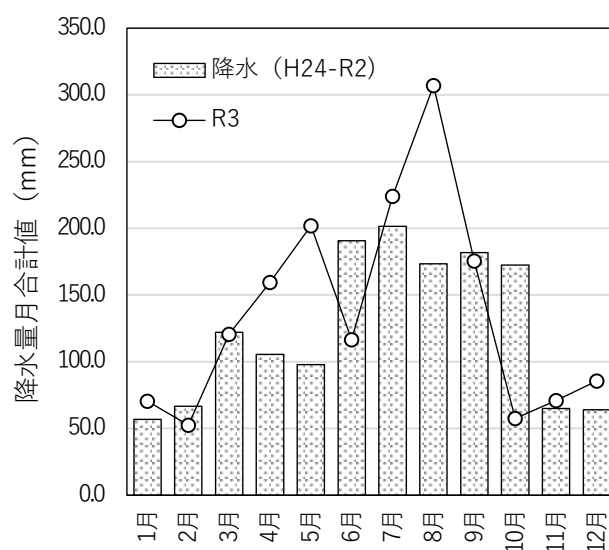
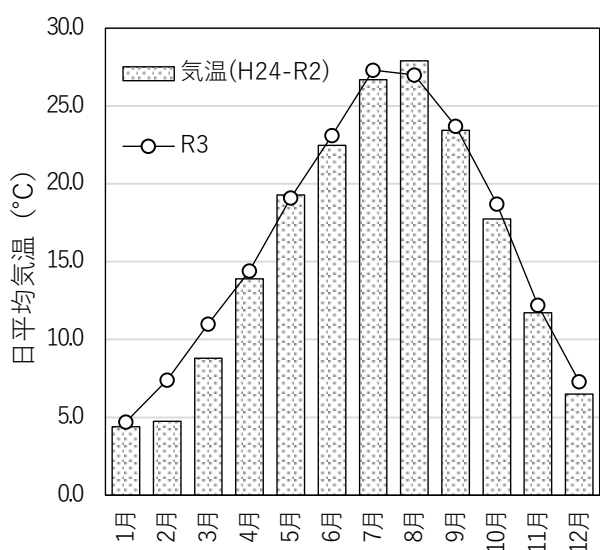
これまでのモニタリング調査で記録した植物の科ごとの出現種数を示す。これまでの調査で90科363種が出現した。

分類	科	出現種数	分類	科	出現種数
シダ	ヒカゲノカズラ科	2	種子	イラクサ科	10
	ハナヤスリ科	1		ブナ科	8
	ゼンマイ科	1		ヤマモモ科	1
	コケシノブ科	3		カバノキ科	3
	ウラジロ科	2		ウリ科	1
	キジノオシダ科	2		ニシキギ科	2
	ホングウシダ科	1		トウダイグサ科	2
	コバノイシカグマ科	5		スマレ科	8
	イノモトソウ科	6		ミツバウツギ科	1
	チャセンシダ科	1		ウルシ科	5
	ヒメシダ科	9		ムクロジ科	4
	シシガシラ科	1		ミカン科	4
	メシダ科	11		ニガキ科	1
	オシダ科	26		センダン科	1
	ウラボシ科	4		アブラナ科	1
裸子	マツ科	3	タデ科	5	
	マキ科	2	ナデシコ科	3	
	ヒノキ科	2	ヒユ科	1	
	イチイ科	2	ヤマゴボウ科	2	
種子	マツブサ科	2	ミズキ科	2	
	センリョウ科	1	アジサイ科	1	
	ドクダミ科	1	モッコク科	2	
	モクレン科	3	カキノキ科	3	
	クスノキ科	12	サクラソウ科	5	
	サトイモ科	2	ツバキ科	1	
	ヤマノイモ科	3	ハイノキ科	2	
	サルトリイバラ科	1	エゴノキ科	1	
	ラン科	4	マタタビ科	3	
	キジカクシ科	1	リョウブ科	1	
	ツユクサ科	1	ツツジ科	5	
	イグサ科	2	アカネ科	10	
	カヤツリグサ科	15	リンドウ科	1	
	イネ科	11	キョウチクトウ科	2	
	アケビ科	2	ムラサキ科	1	
	ツツラフジ科	1	ナス科	4	
	メギ科	1	モクセイ科	5	
	キンボウゲ科	3	シソ科	11	
	ユキノシタ科	1	ハエドクソウ科	4	
	ブドウ科	4	キリ科	1	
	マメ科	8	ハマウツボ科	1	
	バラ科	20	モチノキ科	6	
	グミ科	2	キク科	23	
	クロウメモドキ科	2	レンプクソウ科	3	
	アサ科	2	スイカズラ科	1	
	クワ科	4	ウコギ科	8	

## ・気象データ

植生保護柵設置開始前年の平成24年1月から、令和3年12月までの奈良地方気象台の気象データを以下に示す。地方気象台は平成29年3月に奈良市半田開町（春日山原始林から北西に約3.5 km）から西紀寺町（原始林から西に約3 km）に移転している。

日平均気温(°C)	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間日平均
	H24	3.6	3.3	7.4	13.4	17.7	21.4	26.3	27.5	24.1	16.7	10.2	4.8	14.7
	H25	3.4	3.8	9.1	12.6	18.3	23.1	27.1	27.8	23.2	18.9	10.5	5.9	15.3
	H26	3.8	4.0	8.2	13.2	18.4	22.6	26.4	26.4	21.9	17.5	11.8	5.0	14.9
	H27	4.4	5.1	8.4	14.6	20.1	21.5	25.8	27.0	21.6	16.5	13.2	8.0	15.5
	H28	4.9	5.5	8.9	15.1	19.8	22.0	26.6	27.8	24.1	18.4	11.2	7.2	16.0
	H29	4.2	4.4	7.6	14.4	20.2	21.8	28.1	28.0	22.9	17.3	10.8	5.3	15.4
	H30	3.5	4.0	10.3	15.8	19.3	22.8	28.8	28.7	23.1	18.0	12.6	7.8	16.2
	H31/R1	4.7	6.3	9.2	13.5	19.8	22.8	25.7	28.3	25.6	19.3	12.2	7.7	16.3
	R2	7.0	6.3	10.0	12.5	19.9	24.2	25.3	29.7	24.5	17.0	12.9	6.7	16.3
R3	4.7	7.4	11.0	14.4	19.1	23.1	27.3	27.0	23.7	18.7	12.2	7.3	16.3	
降水量月合計値(mm)	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間合計
	H24	40.0	109.0	180.5	87.5	37.5	257.5	156.5	170.0	289.0	93.0	90.0	87.0	1,598
	H25	46.5	99.0	114.5	108.5	41.0	261.0	70.5	197.0	248.5	204.5	73.5	41.0	1,506
	H26	59.5	50.5	150.0	59.0	76.5	77.5	134.0	357.5	86.0	123.0	69.5	77.5	1,321
	H27	94.0	43.5	179.5	111.0	99.0	192.5	265.5	175.0	131.0	49.0	116.0	56.0	1,512
	H28	71.5	88.5	82.0	142.5	119.5	242.0	99.0	143.5	256.5	54.0	83.5	111.0	1,494
	H29	42.5	59.0	59.0	85.0	80.0	112.0	57.0	126.0	145.0	443.0	52.0	30.5	1,291
	H30	60.0	24.0	130.5	162.5	216.5	212.5	326.0	36.0	322.0	34.0	36.0	86.5	1,647
	H31/R1	27.0	51.0	83.0	76.0	88.0	144.0	301.0	298.0	35.5	279.0	30.0	70.0	1,483
	R2	70.5	74.5	120.0	118.5	123.0	218.0	403.5	57.0	122.5	272.5	33.0	15.5	1,629
R3	70.5	52.5	120.5	159.5	202.0	116.5	224.0	307.0	175.5	57.5	71.0	85.5	1,642	



## ・出現種数に関わる環境条件

環境条件ごとの5年目の出現種数（箇所数の平均）は以下の通りである。地形区分では低木層で斜面下部、林床植生で斜面中部の植生保護柵で出現種数が多い。植生区分では低木層でカシ⑤とスギ②、林床植生でカシ②の植生保護柵で出現種数は多くなった。

環境条件	保護柵数	5年目の出現種数（平均）		
		低木層	林床植生	
地形 ・保護柵が位置する立地	斜面上部	6箇所	5.0	50.0
	斜面中部	6箇所	6.0	60.2
	斜面下部	9箇所	7.0	44.4
	谷	5箇所	4.4	59.6
	尾根	10箇所	5.6	40.9
植生区分 ・保護柵が位置する植生区分 ・林分を構成する樹種により原始林内を12区分に分類（カシ①～⑤、コジイ①～③、スギ①・②、ムクロジ林、人工林） ・人工林は未設置  ※参考資料6参照	カシ①	4箇所	3.3	23.0
	カシ②	2箇所	7.5	83.5
	カシ③	2箇所	7.0	52.0
	カシ④	1箇所	5.0	44.0
	カシ⑤	3箇所	8.7	76.3
	コジイ①	3箇所	5.0	26.7
	コジイ②	6箇所	4.3	35.0
	コジイ③	5箇所	5.6	54.6
	スギ①	2箇所	3.5	37.5
	スギ②	6箇所	8.7	63.8
	ムクロジ林	2箇所	3.0	55.5
大径木の有無 ・柵内における胸高直径80cm以上の大径木の在・不在	あり	20箇所	4.3	45.3
	なし	16箇所	7.6	53.9
ギャップの有無 ・設置前（H24調査）と現在（H29航空レーザー測量、調査時の観察）におけるギャップの有無	設置前 あり	17箇所	7.5	52.4
	設置前 なし	19箇所	4.2	24.5
	現在 あり	19箇所	7.4	57.8
	現在 なし	17箇所	3.9	39.4

これらの環境条件と、植生保護柵の設置面積を説明変数、低木層と林床植生の5年目の出現種数を応答変数として、一般化線形モデル※で分析を行ったところ、以下の結果が得られた。

低木層では出現種数に関わる環境条件として、保護柵の設置面積、地形区分、植生区分、大径木の有無、現在のギャップの有無が選択された。

林床植生では地形区分と植生区分、設置前と現在のギャップの有無が選択された。

説明変数	低木層	林床植生	
AICfull	188.12	406.54	
AICmin	186.23	403.13	
切片	0.22	2.51	***
設置面積	$1.14 \times 10^{-3}$	**	
地形 (斜面下部を基準)	斜面上部	-0.44	0.29 **
	斜面中部	0.48	0.84 ***
	谷	-1.04	0.49 ***
	尾根	-0.29	0.20 *
	植生区分 (カシ①を基準)	カシ②	0.56
	カシ③	-0.01	0.81 ***
	カシ④	0.50	0.63 ***
	カシ⑤	0.84	1.36 ***
	コジイ①	0.37	0.24
	コジイ②	0.98	0.63 ***
	コジイ③	-0.10	0.54 ***
	スギ①	0.88	0.84 ***
	スギ②	0.86	1.06 ***
	ムクロジ林	-0.47	1.13 ***
大径木の有無	-0.33		
ギャップの有無	設置前		0.22 **
	現在	0.80	0.22 *

\*\*\* $p < 0.001$  \*\* $p < 0.01$  \* $p < 0.05$  . $p < 0.1$  '  $p < 1$

※数値だけでなく定性的な要素を扱うことができる確率論的数理モデル。様々な要因から尤もあてはまりのよい係数を推定してモデルを選択する手法。今回の解析では赤池情報量基準（AIC）を用いてモデル選択を行った。説明変数とは、何かの要因となる変数のことで、今回の解析では「植生の出現に関わる条件として考えられる事項（ギャップの有無や地形など）」のデータを説明変数として用いている。目的変数とは、ある要因（説明変数）によって発生する事象のことであり、今回は「5年目の出現種数」を目的変数にしている。