

後継樹種子採取・育成・修復植栽の結果について

1. 背景・目的

春日山原始林では、ナラ枯れ被害等の複合的な理由により原始林内の樹木が枯死することで、文化的かつ学術的に貴重な地域個体群が損なわれていることがこれまでに示唆されている。種子散布量の減少やニホンジカ（以下、シカ）による過剰な採食圧、外来種の侵入などにより照葉樹林の維持が困難であると、これらの課題に対して、春日山原始林保全計画（平成 27 年度策定）では、「後継樹の育成による文化財としての価値の修復」を保全方策の一つとした。この保全方策は、春日山原始林内で採取した種子から後継樹の苗木を育成し、修復を必要とする箇所に適切な方法で植栽すること（以下、「修復植栽」）によって、春日山原始林の文化財としての価値を修復することを目標としている。また、この保全方策を実現するため、平成 29 年度に後継樹育成実施計画が策定され、平成 30 年度以降の 5 ヶ年における後継樹育成の目標、実施の内容と手順、スケジュール、実施体制について定めている。春日山原始林では、平成 27 年より種子の採取や播種、苗木の育成を行っており、令和元年度には春日山原始林内への修復植栽を初めて実施した。

後継樹育成実施計画では、令和 4 年度まで後継樹の種子採取や苗木の育成、修復植栽を実施し、後継樹の育成や植栽にかかる手法や方策について検討するものとしている。令和 2 年度は、後継樹育成実施計画に基づき、後継樹の苗木の育成や過年度修復植栽の生育状況の観察、新規の修復植栽を実施するものとした。

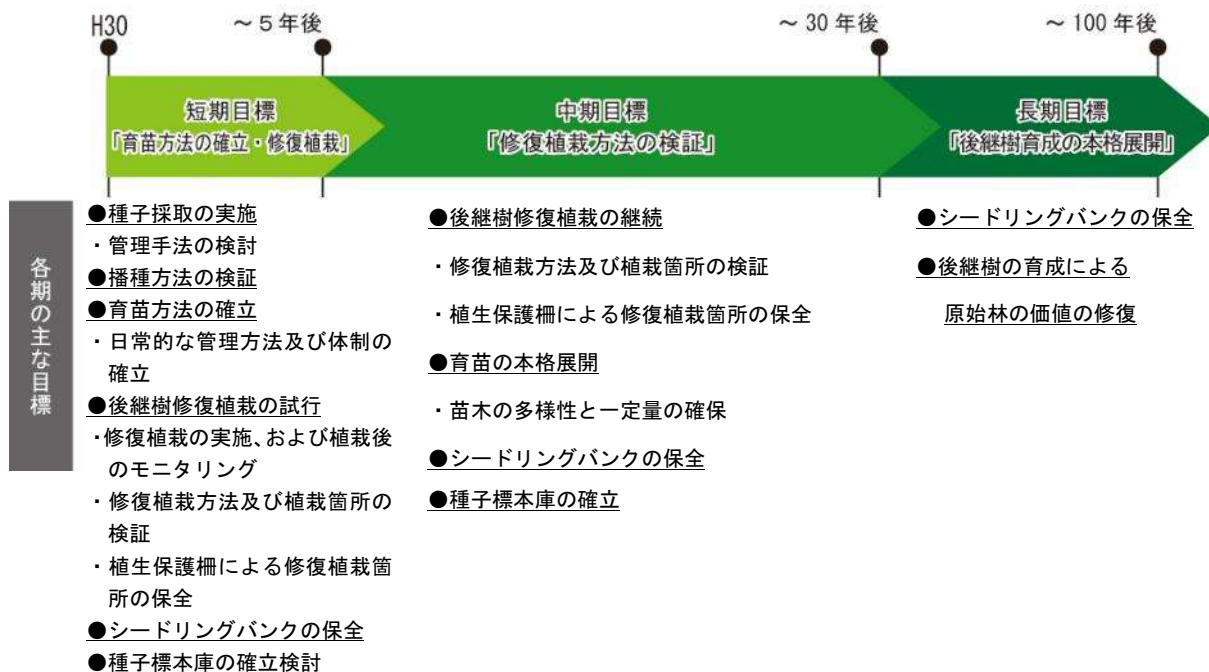


図 1 保全方策における目標とスケジュール
(春日山原始林保全計画)

2. 後継樹苗木の育成

(1) 実証実験の実施方法

春日山原始林内のシイ・カシ類6種について、平成27年から令和2年までの6年間、拾い集めによる種子の採取を行った。種子の採取対象は原始林内の大径木（胸高直径80cm以上）および成木とした。採取後の種子は、湿らせた紙袋と新聞紙で種子を包み、プラスチックバックに入れて冷蔵庫で保管した。

採取した種子は播種の前に水に湿潤させ、健全な種子を選別して播種した。培地は主に市販の培養土（黒土）とし、播種後は施肥や追肥は行わず灌水のみ実施した。種子を播種した容器は山林事務所（花山・芳山人工林内）や圃場（奈良市雑司町）などで管理を行った。播種の容器は、当初はプラグトレイ（穴径43×43×43mm）を用いていたが、令和元年度からセルボックス（穴径62×62×57mm）を使用しており、苗木の成長に応じて鉢やポリポット等へ植え替えを行うものとした。

(2) 種子の採取と播種

平成27年から令和2年までの後継樹種子の播種状況について表1に示す。平成27年より後継樹種子の試験的な採取を開始しており、種子採取・播種は継続的に実施している。播種数に対する発芽率は平成29年度に採取した種子の67.4%で最も高くなった。令和2年度は800個を11月に播種した。播種後の容器は現在奈良公園事務所敷地内で管理している。

表1 各年度における種子の播種数と発芽数・発芽率

種子採取年度		播種数	発芽数	発芽率
後継樹種子の試験的な採取	平成27年	559	168	30.1%
	平成28年	907→18 (小動物による種子の食害が発生)	5 (残存種子の発芽数)	27.8% (残存種子の発芽率)
	平成29年	1,440	971	67.4%
後継樹育成実施計画に基づく後継樹種子の採取	平成30年	1,224	5	0.4%
	令和元年	1,216	255	21.0%
	令和2年	800	-	-



図2 令和2年度の播種作業の様子（左）と播種後の容器（右）

(3) 苗木の育成状況

苗木の育成状況について表2に示す。現在、奈良公園事務所敷地内において46本の苗木(実生、葉のしおれ等の見られる個体を含む本数)を管理している。現在管理している苗木は令和元年度種子採取のものであり、現在はセルトレイからポリポットへ植え替えて育成中である。苗木の樹種はアカガシ、アラカシ、イチイガシ、ウラジロガシの4種で、令和3年1月現在で測定した樹高の平均は6.8cmである(表3)。

令和2年8月時点までの育成数は376本であったが、日照による葉の日焼けや土壌の乾燥により10月までに大半が枯死した。

平成27年度種子採取の苗木と、平成29年度種子採取の苗木の一部については、令和元年度に春日山原始林内に植栽した。また、令和元年度種子採取の苗木の一部は、令和2年度の修復植栽に使用した。

表2 苗木の育成本数

種子採取・播種年度	H28	H29	H30	R1	R2.8	R2.10	育成中 (R3.1)
H27	63	47	15	9 →全てR1試験 植栽に使用	-	-	-
H28	-	5	2	1	1	0	0
H29	-	-	957	545 →21本をR1修 復植栽に使用	119	0	0
H30	-	-	-	2	1	0	0
R1	-	-	-	-	255	55 →9本をR2修復 植栽に使用	46 (内、5本で葉の しおれ・枯れ有)
合計	63	52	974	557	376	54	46

表3 令和元年度種子採取苗木の本数と樹高

樹種	本数	樹高 (cm) 平均±標準偏差
アカガシ	9 (1)	6.3±0.9
アラカシ	13 (3)	6.0±1.6
イチイガシ	10 (1)	8.7±1.9
ウラジロガシ	14	6.4±1.3
合計	46 (5)	6.8±1.7

() 内の数字…葉なし、葉のしおれ



図3 令和元年度種子採取の苗木(一部)

3. 修復植栽・試験植栽の実施

(1) 修復植栽・試験植栽の方法

後継樹育成実施計画では、後継樹育成方策を検討するため、シカ等の野生生物の影響を受けない植生保護柵内で修復植栽を実施し、後継樹の植栽方法を確立するものとしている。春日山原始林に対する影響を最小限に抑えるため、原始林の核心部から離れた林縁部の植生保護柵を候補地として修復植栽を実施し、これに加えて奈良奥山ドライブウェイ周辺等のナラ枯れ跡地等でも試験的な植栽（以下、「試験植栽」）を行うものとしている。

令和元年度は「花山 2-い-1」植生保護柵で修復植栽、「花山ほ」林班のナラ枯れ跡地で試験植栽を初めて実施し、令和2年度は「花山 1-と-2」植生保護柵で修復植栽を実施した（図4）。

修復植栽・試験植栽の実施の手順について後の表4に示す。植栽の実施前には現地調査を実施し、植栽を予定する地点のギャップや既存の植生、相対照度等について把握し、その結果を受けて植栽する苗木の樹種、本数、植栽箇所を決定した。修復植栽・試験植栽は3本を1組とする単植えを基本として実施した。修復植栽・試験植栽の実施後はモニタリング調査を実施し、苗木の生育状況や周囲の植生等について記録を行った。試験植栽ではシカによる苗木の摂食を防ぐため、個別に苗木の保護柵を設けた（図5）。

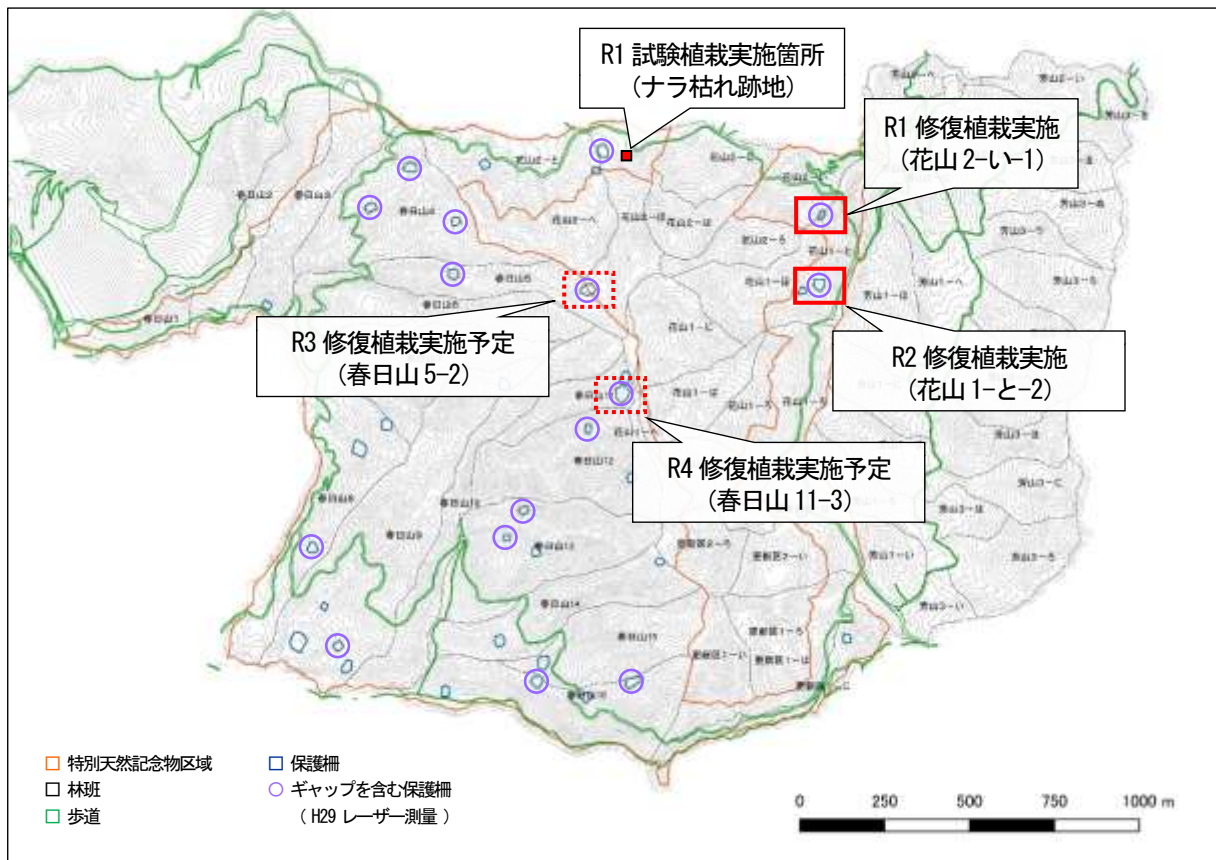


図4 修復植栽・試験植栽の実施箇所

出典：平成29年度航空レーザー測量成果に基づく地形図に情報を付加したもの

表4 修復植栽・試験植栽の実施の手順

手順	項目	内容
①実施前調査	ギャップの把握	・候補地におけるギャップ範囲・面積
	既存の植生の把握	・既存の高木種実生の生育箇所、個体数 ・先駆性樹種の生育箇所、個体数 ・下層植生の生育範囲、種構成
	相対照度の測定	・検討範囲の相対照度（植栽箇所と直近の林外の照度）
②修復植栽・試験植栽の実施	実施時期	・9～10月を目安とする
	植栽樹種	・カン類5種（アカガシ、アラカシ、イチイガシ、ウラジロガシ、ツクバネガシ）、及びコジイの内、当該箇所においてかつて母樹の役割を果たしていたと考えられる樹種を選出する
	植栽箇所	・相対照度が20～50%程度の箇所 ・既存の後継樹や林床植物等に大きな影響を与えない箇所
	方法	・植穴の確保（ナギやナンキンハゼなど一部植生については除去。客土は行わない） ・苗木3本を1組とする巣植えを基本とする（巣植え箇所間の間隔は約2.5m、5×5mの範囲に4組程度） ・試験植栽では植栽後に苗木の保護柵を設置する
③実施後の管理・観察	管理	・種子の採取箇所、苗木の植栽箇所、植栽時期等の記録 ・自然状態の保持（刈り取り等を行わない、土壌の改良は必要に応じて検討） ・周囲の植生の発生状況の観察（先駆種等） ・ナンキンハゼの除去 ・保護柵および苗木保護柵の確実な管理
	モニタリング	・苗木の樹高 ・樹勢（葉の萎れ等） ・食害の発生有無



図5 令和元年度植栽実施の様子（左）と試験植栽における苗木保護柵（右）

(2) 令和元年度修復植栽・試験植栽の生育状況

①「花山 2-い-1」植生保護柵における修復植栽

「花山 2-い-1」植生保護柵の修復植栽に用いた後継樹の生育状況について表 2 に示す。令和 2 年 12 月現在、植栽した 21 本の内、20 本が生育中であり、ツクバネガシ 1 本の枯死が確認された。修復植栽の周囲では、既存のコジイやウラジログシの実生、シダ類、つる性の木本（テイカカズラなど）等が生育しているが、先駆性樹種、埋土種子の発芽は確認されなかった。

表 2 修復植栽 苗木の生育状況

植栽位置	番号	樹種	樹高 (cm)		備考
			植栽時	R2. 12	
①	570	ウラジログシ	16.0	21.5	
	571	ウラジログシ	18.0	21.0	
	572	ウラジログシ	25.0	27.0	
②	573	ウラジログシ	17.0	15.0	主軸枯れ、萌芽の成長
	574	ウラジログシ	16.5	20.0	
	575	ウラジログシ	18.0	20.0	傾いて伸びる
③	576	ウラジログシ	27.0	30.0	
	577	ウラジログシ	22.0	23.0	
	578	ウラジログシ	15.0	15.5	
④	579	ウラジログシ	22.0	24.0	樹種再同定、埋もれ
	580	アカガシ	11.0	14.5	埋もれ
	581	アカガシ	14.0	14.5	埋もれ
⑤	582	アカガシ	20.0	22.0	
	583	アカガシ	19.5	23.0	
	584	アカガシ	12.0	12.0	埋もれ
⑥	585	アカガシ	14.5	16.0	虫食い
	586	アカガシ	20.0	21.0	虫食い
	587	ツクバネガシ	10.0	-	樹種再同定、枯死
⑦	588	ツクバネガシ	26.0	30.0	
	589	ツクバネガシ	23.0	24.0	
	590	ツクバネガシ	28.0	28.5	

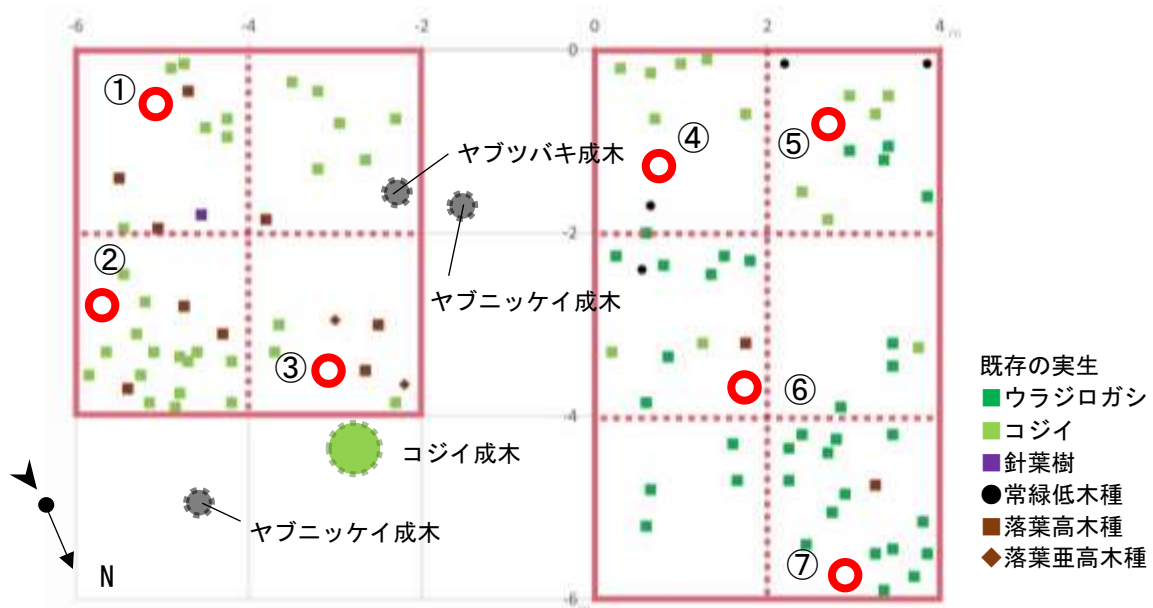


図 6 修復植栽 植栽実施箇所

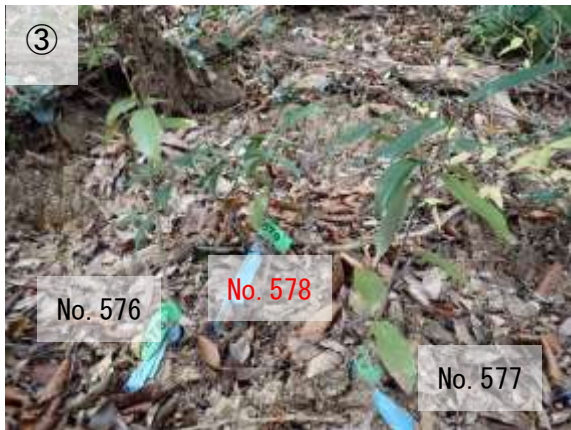


図7 令和元年度修復植栽 植栽した後継樹

②奈良奥山ドライブウェイ沿いナラ枯れ跡地における試験植栽

春日奥山ドライブウェイ沿いのナラ枯れ跡地（「花山ほ」林班）で実施した試験植栽について、植栽した4種（アラカシ、ウラジロガシ、コジイ、ツクバネガシ）計9本の生育状況を表4に示す。令和2年12月現在、植栽した9本すべてが生育中である。試験植栽の苗木の保護枠内の林床では常緑低木種のクロバイやシキミ、針葉樹のモミなどが生育するほか、先駆性樹種に位置付けられるウリハダカエデとカラスザンショウが出現している。なお、埋土種子の発芽は確認されなかった。

表4 試験植栽 苗木の生育状況

植栽箇所	個体番号	樹種	樹高 (cm、地上高)		備考
			植栽時	R2.12	
①	538	ツクバネガシ	80.0	85.0	
	549	ツクバネガシ	47.0	47.0	
	566	ツクバネガシ	57.0	55.0	斜め
②	151	アラカシ	15.0	15.0	主軸枯
	448	ウラジロガシ	20.0	43.0	
	479	ウラジロガシ	22.5	14.0	主軸枯、側枝で成長
③	232	アラカシ	66.0	67.0	
④	442	ウラジロガシ	24.0	43.0	樹種修正 (R2.8)
	674	コジイ	87.0	130.0	

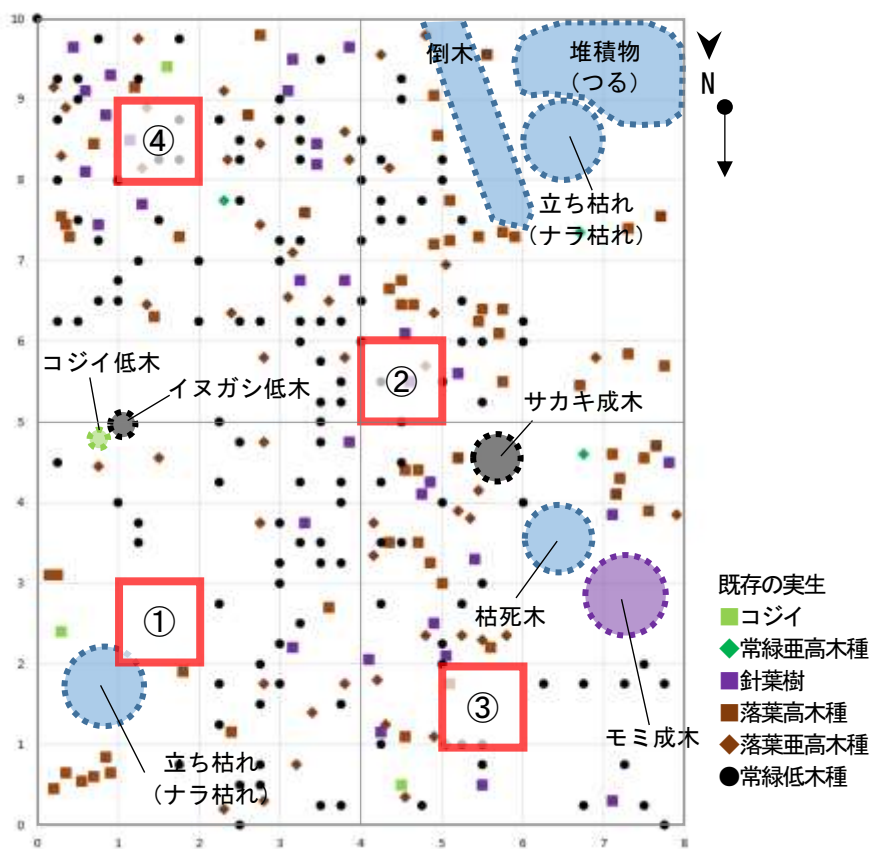


図8 試験植栽における植栽実施箇所 (①~④)

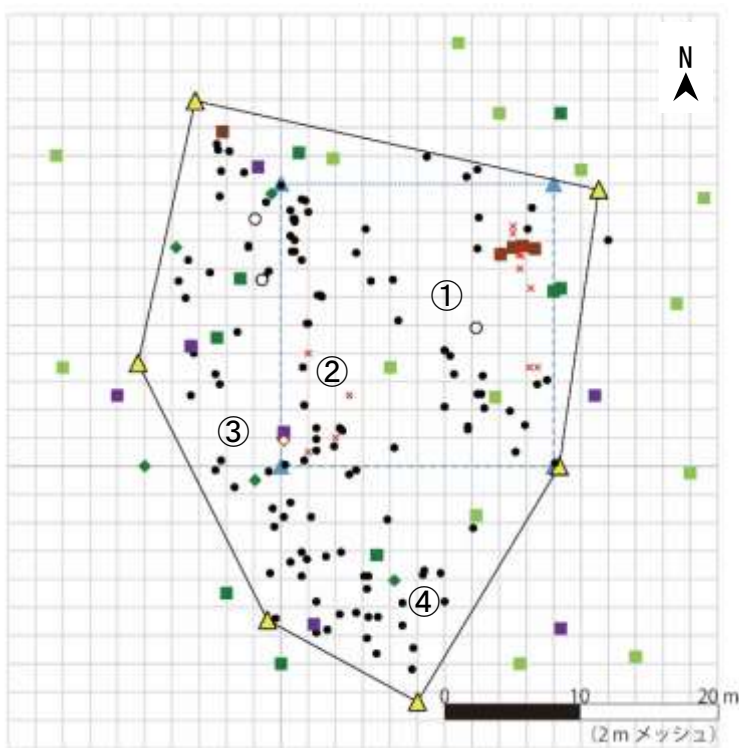


図9 令和元年度試験植栽 植栽した後継樹

(3) 令和2年度修復植栽の実施

①「花山1-と-2」植生保護柵の概要

「花山1-と-2」植生保護柵（平成27年度設置）は、コジイの倒木により形成されたギャップを含む面積約449㎡の植生保護柵である。平成29年度に実施したレーザー測量成果においては計46.9㎡のギャップが抽出されている。斜面上部に位置し、柵内の北東側部分はギャップの影響により明るい環境となっている。柵内で優占する樹種はスギ、サカキ、コジイである。57科99種の植物が出現しており、奈良県レッドデータブック希少種のイナモリソウ、絶滅危惧種のウドカズラとキヨスミウツボ、絶滅寸前種フモトシケンダの生育が確認されている。ギャップ下ではジャケツイバラが優占し、シダ類や草本が密集して生育している。林床ではモミの稚樹が多くみられ、コジイやウラジロガシの実生も確認できる。



■カン類 ■コジイ ◆常緑亜高木種 ●常緑低木種 ▲針葉樹 ■落葉高木種
○落葉低木種 ×追跡中の後継樹 ▲モニタリング調査用プロット (20.0 m 四方) ▲保護柵



図10 「花山1-と-2」植生保護柵模式図と柵内の様子

②事前調査の実施

「花山 1-と-2」植生保護柵における主要な成木の樹冠と林床の状況について図 8 に示す。林床植生の出現状況等を踏まえ、柵内に 3 地点の調査区画（計 56 m²）を設定し、区画内の既存の実生と下層植生、照度、傾斜の記録を行った（表 4）。



図 11 柵内の状況と調査区画（□ ①、②、③）

表 5 各調査区画の状況

項目	① (24 m ²)	② (16 m ²)	③ (16 m ²)
既存の高木種実生	コジイ	コジイ	コジイ、ウラジロガシ
林床植生	コジイ、イヌガシ、ヤブニッケイ、イワガラミ、テイカカズラ、チヂミザサ、イワヒメワラビ	コジイ、モミ、ヤブニッケイ、ヒサカキ、カラスザンショウ、アカシデ、ジャケツイバラ、チヂミザサ、ヒメバライチゴ、イワヒメワラビ、シシガシラ	コジイ、ウラジロガシ、リンボク、ヤブニッケイ、テイカカズラ、チヂミザサ、ミツバアケビ、アオツツラフジ、オオバチドメ
相対照度	21.9% (6 地点の平均) Max31.5% Min17.5%	25.3% (4 地点の平均) Max30.8% Min20.0%	20.1% (4 地点の平均) Max31.8% Min18.9%
傾斜	16.1° (6 地点の平均)	18.5° (4 地点の平均)	22.9° (4 地点の平均)

③植栽樹種・植栽箇所の決定

後継樹育成実施計画では、修復植栽に用いるシイ・カシ類について、植栽を実施する地点でかつて母樹の役割を果たしていた樹種や、その地点で優占・生育する成木と同一の樹種により行うものとしている。これらの苗木を植栽するには、既存の植生への影響がなく、光量を十分に確保できる地点（相対照度 20～50%程度）に植穴を設定するものとし、植栽同士の間隔は 2.5m 程度確保するものとしている。

「花山 1-と-2」植生保護柵は、コジイ大木の倒木により形成されたギャップを含む植生保護柵であり、柵内ではコジイ、アカガシ、アラカシ、ウラジロガシの 4 種が生育していることから、これらの 4 種が植栽樹種の候補として想定される。

修復植栽実施の検討当初は、平成 28 年度・平成 29 年度種子採取のアカガシとウラジロガシの 2 種の苗木を使用する想定であったが、育成中の苗木が夏季に枯死した。

このため、令和元年度種子採取の実生の内、生育状態が十分であると判断されたアカガシ、アラカシ、ウラジロガシの 3 種 9 本（3 本 3 組、樹高 6.5～11cm）を修復植栽に使用するものとした（図 12）。

植栽する苗木の組数から、修復植栽の植穴を 3 箇所設定するものとした。事前調査を行った 3 地点の調査区画内において、既存の実生等がなく照度が十分な箇所を修復植栽実施箇所として設定した（図 13）。



図 12 令和元年度種子採取の苗木（R2.10 撮影）



図 13 修復植栽実施箇所 (■)

④修復植栽の実施

令和 2 年 11 月 18 日に「花山 1-と-2」植生保護柵で修復植栽を実施した。当日は後継樹ワーキンググループの委員が現場に同行し、植栽箇所について現地の確認を行った上で作業を行った。



図 14 令和 2 年度修復植栽の様子

4. 今後の後継樹育成・修復植栽にかかる実証実験について

(1) 後継樹苗木の育成・修復植栽の継続とモニタリングの実施

後継樹育成実施計画では、令和4年まで後継樹の種子採取や苗木の育成、修復植栽を継続して実施し、後継樹の育成や植栽の手法や保全方策について検討するものとしている（表6）。

後継樹の種子の発芽率や生存状況、生育状況は年度によって異なり、気象条件や林内の状況（種子の豊凶など）、育成手法についての検証が必要である。また、実際に修復植栽した苗木が林内で定着するかどうかについてのデータも蓄積する必要があると考えられる。以上のことから、今後も後継樹育成実施計画に基づき後継樹苗木の育成・修復植栽を継続して実施する。

令和2年度までの修復植栽・試験植栽により合計39本の後継樹苗木が春日山原始林内に植栽されている。植栽した苗木について、生育状況や周囲の植生、照度などの環境条件についてモニタリング調査を実施し、修復植栽の効果等について検証を行うものとする。

表6 後継樹育成実施計画のスケジュール

項目	H30	H31/R1	R2	R3	R4
苗木の育成	苗木の育成管理の実施				
	苗圃の整備				
修復植栽・試験植栽		修復植栽の実施			
		花山2-い-1で実施	花山1-と-2で実施	予定地：春日山5-2	予定地：春日山11-3
		試験植栽の実施	※修復植栽は、専門家の助言を受け植栽方法等を検討した上で実施する ※試験植栽は、教育機関等と連携して実施することを今後検討する		
		「花山ほ」林班で実施			
植栽後のモニタリング		植栽実施箇所における苗木の育成状況のモニタリング調査			

(2) 後継樹育成・修復植栽にかかる保全方策の検討

春日山原始林保全計画では、照葉樹林を維持するため、シカ等の影響により後継樹実生の少ないギャップやナラ枯れ跡地など必要最低限の箇所へ適切な方法で苗木を植栽するものとしている。保全計画の目標である「後継樹の育成による原始林の価値の修復」を達成するため、確実な育苗手法を確立する必要がある。

また、第13回春日山原始林保全計画検討委員会（令和2年2月21日開催）において、後継樹の育成や修復植栽・試験植栽の実施にあたり教育機関等との連携を図るべきとの意見があったことから、教育機関との連携の可能性について、引き続き検討する。