

実証実験の実施・効果確認調査について

1. これまでの森林衰退の経緯と森林生態系の保全再生

① 大台ヶ原の自然環境の特性

大台ヶ原は、吉野熊野国立公園の核心部に位置し、植生は、亜高山性針葉樹林であるトウヒ群落や冷温帶性広葉樹林であるウラジロモミーブナ群落が成立している。トウヒは代表的な亜高山性の常緑針葉樹で、本州の亜高山帯に分布し、紀伊半島はその南限に位置するため学術的に貴重である。また、西日本の太平洋側においてブナの優占する森林がまとまってみられる地域もほかには見られない。これらの森林には、多種多様な生物が生息しており、大きくまとまった森林生態系として近畿地方では貴重な存在である。

② 大台ヶ原の森林衰退の要因と経緯

大台ヶ原の森林は、大正時代には東大台の森林が皆伐に近い形で伐採され、昭和初期には気象観測所の設置や神武天皇像の建立など人による影響を受けてきたが、昭和30年代までは、自然林が比較的まとまった面積で残っており、大台ヶ原の森林生態系の価値は高かった。

しかし、昭和30年代以降、大台ヶ原ドライブウェイの開通に伴う公園利用者数の増加による踏み荒らしなどの人為的要因、大型台風による風倒木の発生などの自然要因、大台ヶ原周辺地域での人工造林の進行などにより、増加したニホンジカによる植生への影響など、様々な要因によって大台ヶ原の森林が衰退を始めている（図1）。特に、東大台を中心に分布するトウヒ群落では、正木峠を中心とした稜線部分において、昭和30年代の伊勢湾台風等の大型台風による大量の風倒木とその搬出を契機に、林冠開放による林床の乾燥化やそれに伴うコケ類の衰退、ミヤコザサの分布域の拡大、ニホンジカの個体数の増加等の現象が生じた。この結果、苦むした環境で倒木更新を行ってきたトウヒ等の森林更新に必要な環境が悪化している状況である。一方、西大台を中心に分布するウラジロモミーブナ群落では、ニホンジカ個体数の増加により、下層植生が衰退し、森林の次世代を担う後継樹が欠如している状況になっている。また大台ヶ原全域にわたって下層植生が衰退し変化したため、植物だけでなく下層植生を利用している動物や土壤動物にも影響が及び、生物多様性の減少が懸念されている。

このように、比較的把握しやすい要因に加えて、まだ十分に解明されていない要因を含む複合的な要因により、森林の更新過程が損なわれているため、森林の衰退が加速している。

③ 大台ヶ原の自然再生に向けた取り組み

環境省では、昭和61年度からの調査・検討結果を踏まえ、より総合的な視点に立って森林生態系の保全再生を図るため、平成14年度に大台ヶ原自然再生検討会を設置し、学識経験者や関係機関、関係団体等と議論を重ねるとともに、地域住民の意見等を踏まえ、平成17年1月に、大台ヶ原の今後の保全再生の方向性を総合的にとりまとめた「大台ヶ原自然再生推進計画」を策定した。

同計画では、大台ヶ原の自然再生を効果的に実施するため、①森林生態系保全再生計画、②ニホンジカ保護管理計画、③新しい利用のあり方推進計画の3つの分野についてそれぞれ計画を策定し、一體的・総合的な取り組みを進めている。

森林生態系保全再生計画では、大台ヶ原の森林を特徴づけてきた樹種の後継樹が、自然の力により健全に生育できる森林の再生を目指し、実証的な実験や動植物に関するモニタリング調査等を実施し、科学的、順応的な取り組みを進めている。

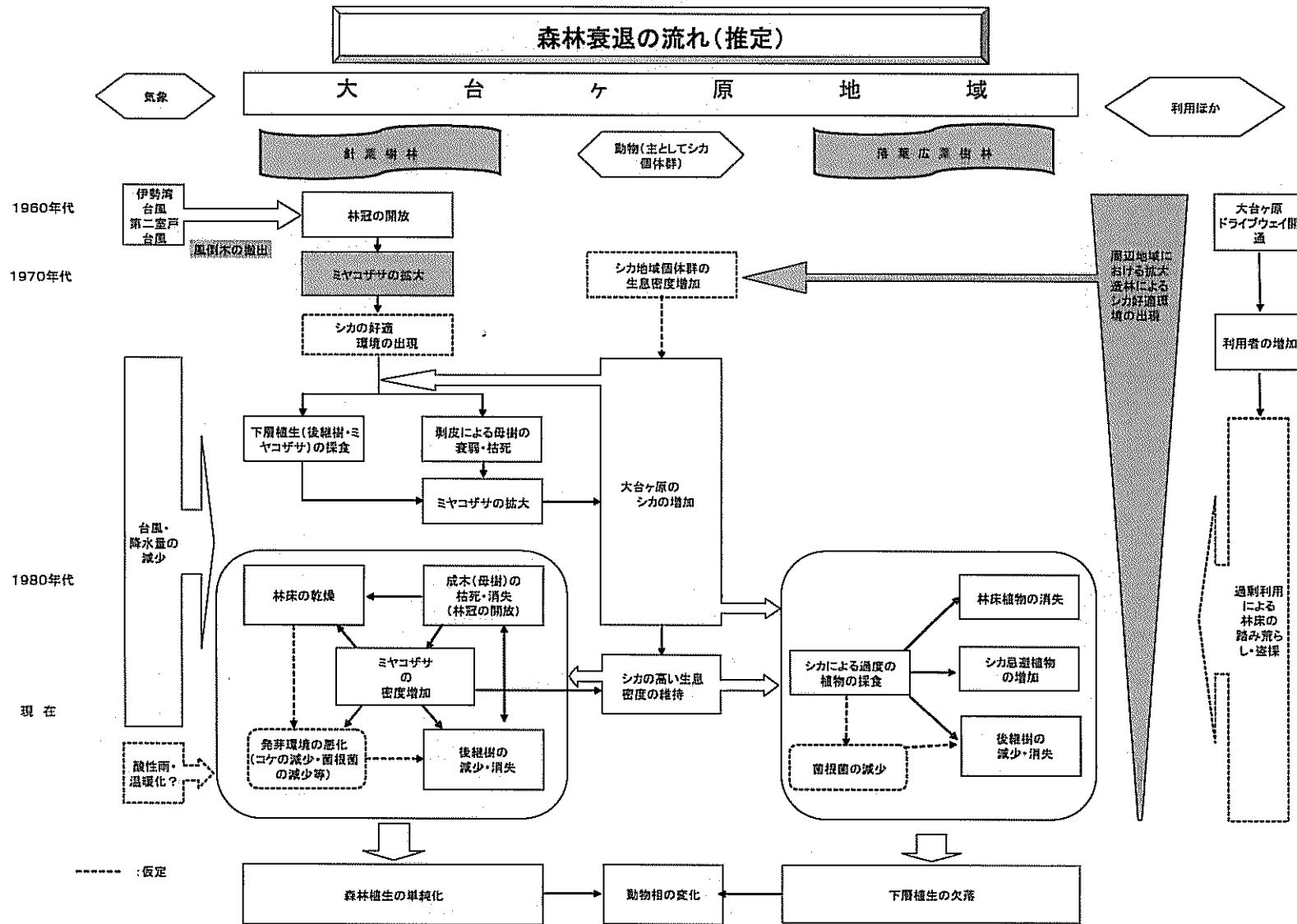


図1 森林衰退の流れ（推定）

2. 森林生態系保全再生計画の位置づけ

◆大台ヶ原における自然再生の目標

大台ヶ原の現存する森林生態系の保全を図るとともに、天然更新により後継樹が健全に生育していた昭和30年代前半までの状況をひとつの目安として森林生態系の再生を目指す。

【森林生態系保全再生計画の目的】

特定の樹種に限らず、これまで大台ヶ原の森林を特徴づけてきた樹種が天然更新により後継樹が健全に生育する森林の再生を長期的な目標とし、実生が後継樹に育つ、あるいは後継樹として上伸成長を行えるよう、常に多くの実生が生育する環境を整えることを中期的な目的に、当面は実証実験により、実生の生育環境を明らかにする。

◆森林生態系保全再生手法の検討の進め方について

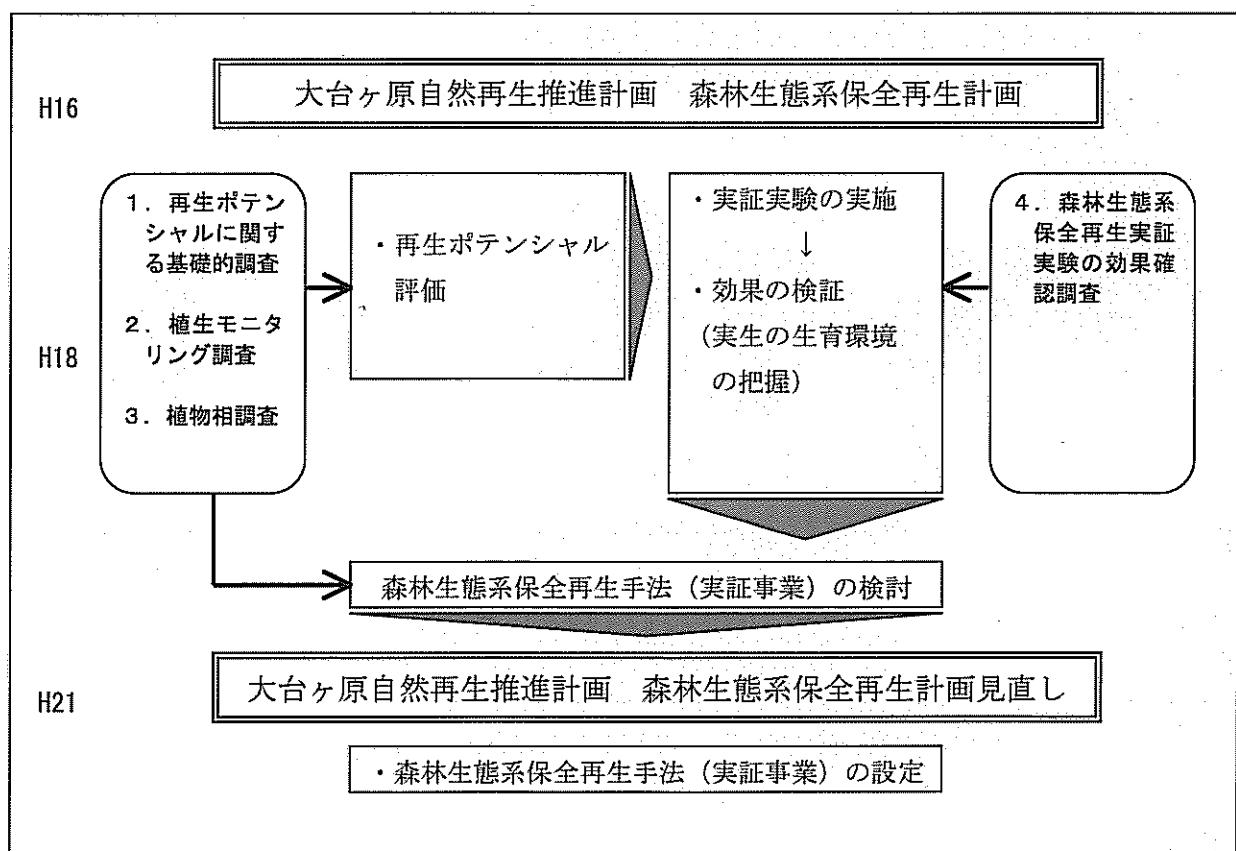


図2 森林生態系保全再生手法検討イメージ

3. 再生ポテンシャル評価

◆森林の更新に関する問題点の把握

現存する植生において、どのような更新の阻害が起きているのかを明らかにするため、平成14年度調査により把握した現況植生を基に、上層の相観と下層植生（ササの種類と被度、コケ密度）に着目して、表1に示す7つの植生タイプに区分した。

表1 植生タイプ区分

区分	タイプ	呼称	群落	ササ 密度	コケ 密度
針葉樹林	I	ミヤコザサ	ミヤコザサ	密	一
	II	トウヒーミヤコザサ	トウヒ	密	疎
	III	トウヒーコケ疎	トウヒ	疎	疎
	IV	トウヒーコケ密	トウヒ	疎	密
広葉樹林	V	ブナーミヤコザサ	ブナーウラジロモミ	密	一
	VI	ブナースズタケ密	ブナーウラジロモミ	密	一
	VII	ブナースズタケ疎	ブナーウラジロモミ	疎	一

森林再生は、更新の過程で損なわれている部分を修復できれば可能となるであろうとの考え方に基づき、図3に示す更新過程を考慮し、それぞれの過程についての調査項目を設定し、図4に示す調査地点において調査を行った。

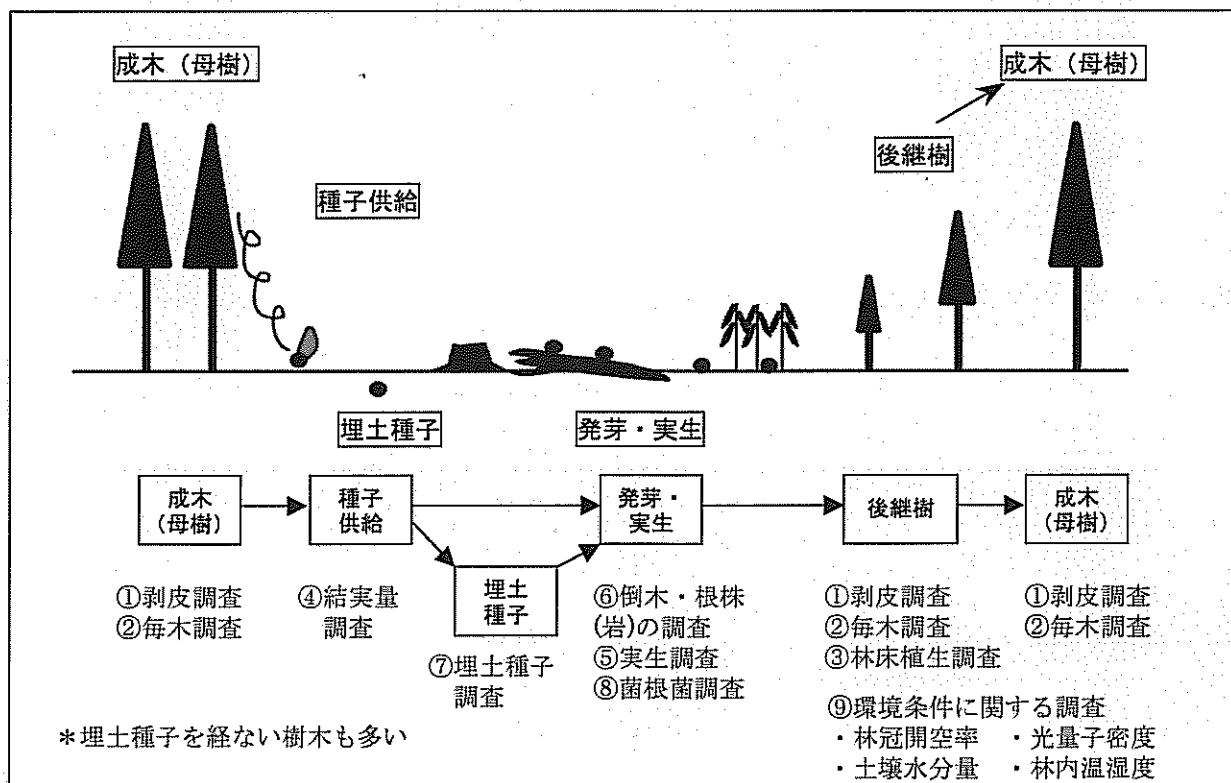
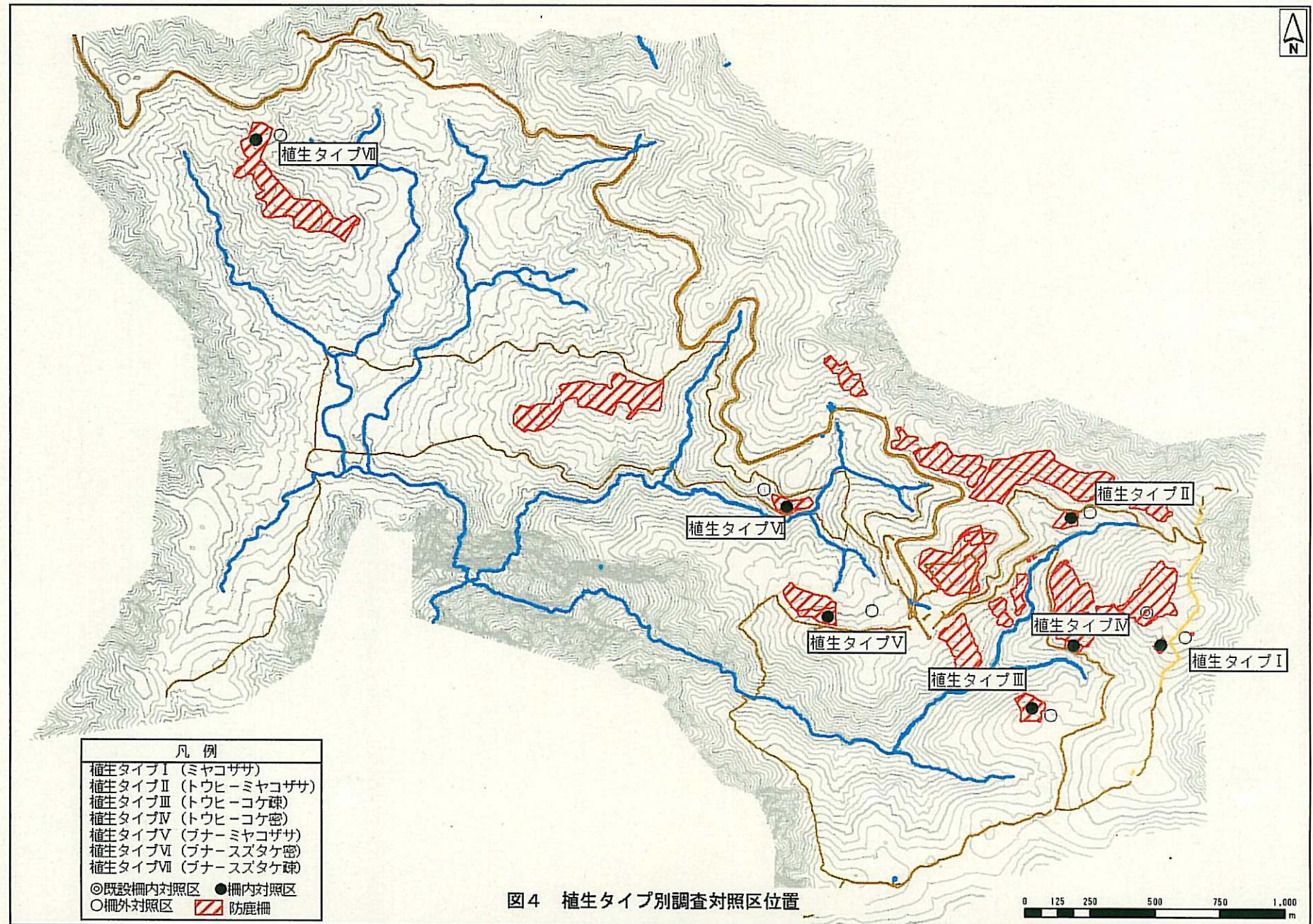


図3 森林更新の過程と調査項目



◆再生ポテンシャルの検証

推進計画における再生ポтенシャルは、1年程度の調査結果から評価したものであり、そのため、継続的なモニタリング調査を実施して、その評価内容が適切であるかについて検証する必要がある。

平成18年度は、これまでの3年程度の調査結果を用いて、各植生タイプの損なわれている過程について整理し、再生ポтенシャルの検証を行った（参考資料1、2参照）。

その結果、各植生タイプの再生ポтенシャルは、推進計画における評価内容と同様であった（表2）。

●植生タイプI（ミヤコザサ）

→損なわれている過程：「成木（母樹）」「発芽・実生」「後継樹」

- ・ 林冠が開放しており、林冠構成樹種を含め種子散布が少ない。
- ・ 後継樹、実生ともほとんど生育していない。
- ・ 植生はミヤコザサが優占しており、林冠構成種を含め樹木はほとんど生育していない。
- ・ 倒木・根株数は多いが実生が生育している倒木・根株は非常に少ない。
- ・ 林冠構成樹種の埋土種子がない。
- ・ 菌根菌の子実体の発生はほとんどない。
- ・ 気温の寒暖の差が大きく、乾燥している。
- ・ 土壌水分量が低くなっている。
- ・ 林冠がないため、非常に明るいが、ミヤコザサの下は非常に暗くなっている。

●植生タイプII（トウヒーミヤコザサ）→損なわれている過程：「後継樹」

- ・ 林冠構成樹種からの種子散布がある。
- ・ 後継樹はほとんど生育していないが、実生は生育している。
- ・ 下層植生はミヤコザサが優占しており、ミヤコザサの稈高は低い。
- ・ 倒木・根株数は多く、実生が生育している倒木・根株数も多い。
- ・ ミヤコザサの下は非常に暗くなっている。

●植生タイプIII（トウヒーコケ疎）→損なわれている過程：「後継樹」

- ・ 林冠構成樹種の種子散布がある。
- ・ 上層木の樹高は低く、生育本数が多い。
- ・ 後継樹はほとんど生育していないが、実生は生育している。
- ・ 下層植生はイトスゲが優占し、ミヤコザサは一部で生育するが稈高は低い。
- ・ 倒木・根株数は多く、実生が生育している倒木・根株数も多い。
- ・ 菌根菌の子実体の発生量が多い。

●植生タイプIV（トウヒーコケ密）→損なわれている過程：「後継樹」

- ・ 林冠構成樹種からの種子散布がある。

- ・後継樹はほとんど生育していないが、実生は生育している。
- ・下層植生はイトスゲが優占し、ミヤコザサは一部で生育するが稈高は低い。
- ・倒木・根株数は多く、実生が生育している倒木・根株数も多い。

●植生タイプV（ブナーミヤコザサ）→損なわれている過程：「後継樹」

- ・林冠構成樹種の種子散布がある。
- ・後継樹はほとんど生育していない。実生は生育しているが少ない。
- ・下層植生はミヤコザサが優占しており、ミヤコザサの稈高は低い。
- ・ミヤコザサの下は非常に暗くなっている。

●植生タイプVI（ブナースズタケ密）→損なわれている過程：「後継樹」

- ・林冠構成樹種の種子散布がある。
- ・後継樹はほとんど生育していない。実生は生育しているが少ない。
- ・下層植生はスズタケが優占しており、スズタケの稈高が高い。

●植生タイプVII（ブナースズタケ疎）→損なわれている過程：「後継樹」

- ・林冠構成樹種の種子散布がある。
- ・後継樹はほとんど生育していないが、実生は生育している。
- ・下層植生はミヤマシキミが優占しており、スズタケはほとんど生育していない。

表2 大台ヶ原自然再生推進計画による再生ポテンシャル評価結果

評価項目	植生タイプ						
	I ミヤコザサ	II トウヒー ミヤコザサ	III トウヒー コケ疎	IV※1 トウヒー コケ密	V ブナー ミヤコザサ	VI ブナー スズタケ密	VII ブナー スズタケ疎
	①鹿による剥皮	有	有	有	有	有	有
②母樹	無	有	有	有	有	有	有
③後継樹	無	無	無	無	無	無	無
④種子供給	無	有	有	有	有	有	有
⑤実生	無	有	有	有	無	無	有
⑥定着可能な倒木・根株※2	無	有	有	有	—	—	—
⑦埋土種子※3	無	有	有	—	有	有	有
⑧菌根菌※4	無	有	有	有	有	有	有
⑨環境条件※5							
土壤水分	少	中	多	—	中	中	多
光条件 (高さ 1.5m)	強	中	中	中	中	中	中
光条件 (地際)	弱	弱	中	中	弱	弱	中
ササ密度	密	密	疎	疎	密	中	疎
再生ポテンシャル評価	低	中	高	高	中	高	高

※1 植生タイプIVについては、地表が基岩で覆われており、土壤がほとんど無いため、埋土種子、土壤水分は計測していない。

※2 ⑥定着可能な倒木・根株については、森林再生の目標となる主な森林構成種が主に倒木・根株上で発芽、更新する植生タイプI～IV（トウヒ等針葉樹が主体の森林）について評価した。植生タイプV～VIIについては、主な森林構成種であるブナ、ミズナラ等の実生が主に倒木・根株上ではなく、地表から発芽するため、評価対象から除外した。

※3 ⑦樹林を構成する低木から高木種のうち、埋土種子を形成し更新する種が確認されたものを「有」とした。

※4 ⑧菌根菌の評価は、菌根を形成する菌類（ヌメリアカチチタケ、アカモミタケ等）の子実体が確認されたものを「有」とした。子実体発生の有無についての調査結果であるため、菌根形成ポテンシャルに関してはさらに詳細な調査が必要である。

※5 ⑨環境条件については、得られた調査結果を相対的に分類したものであり、この評価がすぐに再生ポテンシャルに結びつくものではない。環境条件によるポテンシャル評価については、今後のモニタリング結果等をふまえ検討する。土壤水分は深さ30cmの体積含水率、光条件は、高さ1.5mおよび地際位置における光量子密度から示した。ただし、地際の光量子密度は、同時に計測した高さ1.5mの値との相対値から判断した。

4. 実証実験の実施

◆実証実験の実施目的

再生ポテンシャルを把握する調査により、森林更新過程の損なわれている部分が明らかになった。今後、天然更新により後継樹が健全に生育する森林生態系の保全再生のためには、森林更新過程の損なわれている部分を補い、阻害されている部分を取り除いていくことが必要である。

そこで、現段階では再生ポтенシャル別の対応方針を、以下のように位置づけた上で、植生タイプの現況に応じた実験区を設定し、実生の発芽、定着に適した生育環境を明らかにするための実証実験を行っている（表3）。

表3 再生ポтенシャル別の対応方針および実証実験の具体的な手法

再生ポтенシャル	対応方針	実証実験の具体的な手法
低 植生タイプI	より積極的な再生	防鹿柵設置 遮蔽ネット設置 表層土除去 ササ刈り 播種
中 植生タイプII、V	保全十再生	防鹿柵設置 ササ刈り 地掻き 播種（IIのみ）
高 植生タイプIII、IV、VI、VII	保全優先	防鹿柵設置

実証実験とその実施目的、考えられる阻害要因および実施場所を表4に、表層土除去、地掻き、ササ刈りにおける地表面の取扱いについて図5に示した。

表4 実証実験の実施目的および阻害要因

実証実験	実施目的	阻害要因	実施場所						
			I	II	III	IV	V	VI	VII
防鹿柵設置	シカによる実生および成木（母樹）の採食を防ぐ。	・シカによる実生の採食、成木（母樹）の剥皮。	○	○	○	○	○	○	○
①遮蔽ネット設置	東西方向に設置し、北側を被陰することにより、直射日光による乾燥化を防ぎ、実生の生存率を高くる。	・直射日光による乾燥化。	○						
②表層土除去	ミヤコザサの地上部と根茎を取り除いて、裸地を作り出し、堆積した落葉落枝、腐植、細粒土を除去する。これにより、菌害や被陰による影響を取り除き、実生が発芽、成長しやすい環境を作り出す。	・ササの根茎や堆積した落葉落枝、細粒土の堆積による針葉樹実生の発芽阻害。 ・堆積した腐植内の菌類による針葉樹等への発芽・生育阻害。 ・ミヤコザサの繁茂による実生の生育阻害。	○						
③地掻き	刈り取りにより、ミヤコザサの地上部を取り除き、ミヤコザサによる被陰の影響を取り除き、実生が発芽、成長しやすい環境を作り出す。 地掻きを行うことにより、実生の根茎が鉱質土壌に達しやすくし、実生が定着しやすい環境を作り出すとともにミヤコザサの根茎を切断し、ミヤコザサの回復を遅くする。また、他の林床植物との根茎間の競争を低減する。	・ササの根茎や、堆積した落葉落枝による実生の発芽阻害。 ・防鹿柵設置後のミヤコザサの繁茂による実生の生育阻害。	○				○		
④ササ刈り	ミヤコザサの地上部を取り除き、ミヤコザサによる被陰を無くし、実生の発芽および成長が促進される環境を作り出す。	・防鹿柵設置後のミヤコザサの繁茂による実生の生育阻害。	○	○			○		
⑤播種	種子供給に年次変動があるため、保存されている種子を播種し、擬似的な散布状態を作り出す。	・散布種子量が少ない。	○	○					

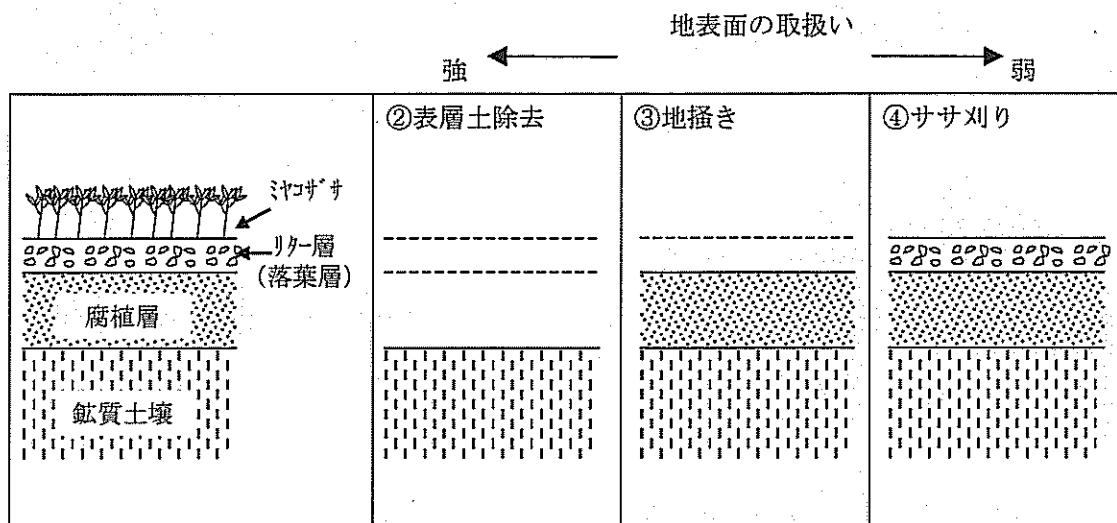


図5 表層土除去、地掻き、ササ刈りにおける地表面の取扱いについて

また、実証実験に伴い植生タイプI、II、Vにおいて、2m×2mの実験区を設定し、実験区におけるモニタリング結果から実証実験の効果を検証するものとした。各植生タイプにおける実験区数は表5に示すとおりである。

なお、防鹿柵の設置のみである植生タイプIII、IV、VI、VIIについては、柵内対照区における9つの小方形区におけるモニタリング結果から実証実験の効果を検証するものとする。

表5 各植生タイプにおける実験区数

植生 タイプ	実験区 名	①遮蔽 ネット設置	②表層土 除去 (H16春) (H17春)	③地掻き (H16春、 H17春)	④ササ 刈り (2回/年)	⑤播種 (H16秋、 H17春)	実験 区数
I (ミヤコザサ)	I-a	○	○	—	—	○	3
	I-b	○	○	—	—	×	3
	I-c	○	—	—	○	○	3
	I-d	○	—	—	○	×	3
	I-e	○	—	—	—	○	3
計							15
II (トウヒー ミヤコザサ)	II-a	—	—	○	—	○	3
	II-b	—	—	○	—	×	3
	II-c	—	—	—	○	○	3
	II-d	—	—	—	○	×	3
	II-e	—	—	—	—	○	3
計							15
V (ブナ ミヤコザサ)	V-a	—	—	○	—	×	3
	V-b	—	—	—	○	×	3
計							6
合計							36

※各実証実験区の大きさ：2m×2m

5. 実証実験の効果の整理

◆植生タイプ別の実証実験の効果の整理

平成 16 年度より実証実験を実施し、5 年間を目安に継続的な効果確認調査を実施している。

平成 16~18 年度の調査結果を用いて、中間段階として、実験手法の実施目的に対する効果について、植生タイプごとに整理した。(参考資料 2 参照)

●植生タイプ I

① 防鹿柵の効果

- ・防鹿柵内の実生には、シカの食痕は見られなかった。また、成木についても新たな剥皮は見られなかった。

② 遮蔽ネットの効果 (参考資料 2 図 1)

- ・遮蔽ネットの北側では、ネットから 50cm までの範囲では、相対照度を抑制する効果があるといえる。

③ 表層土除去の効果 (参考資料 2 図 2, 3)

- ・ミヤコザサの被度・稈高は抑制されている。
- ・表層土除去は、トウヒ、ウラジロモミ、ヒノキなどの針葉樹や、微細な種子を持つゴヨウツツジなどの発芽に効果が認められた。

④ ササ刈りの効果 (参考資料 2 図 2, 3)

- ・ミヤコザサの被度・稈高は抑制されている。
- ・ゴヨウツツジの発芽が認められたが、表層土除去区に比較すると発芽数は少ない。

⑤ 播種の効果 (参考資料 2 図 4)

- ・平成 16~18 年度に 1250 粒/m² のトウヒの種子を播種したところ、表層土除去区の播種区では、平成 17 年度に 2.1 個/m²、平成 18 年度に 26 個/m² の発芽が見られた。ササ刈り区、無処理区では、発芽は見られなかった。

●植生タイプ II

① 防鹿柵の効果

- ・防鹿柵内の実生には、シカの食痕は見られなかった。また、成木についても新たな剥皮は見られなかった。

② 地掻きの効果 (参考資料 2 図 5, 6)

- ・ミヤコザサの被度・稈高は抑制されている。
- ・トウヒ、ウラジロモミ、ヒノキなどの針葉樹や、微細な種子を持つリョウブなどの発芽に効果が認められた。

③ ササ刈りの効果 (参考資料 2 図 5, 6)

- ・ミヤコザサの被度・稈高は抑制されている。
- ・トウヒ、ウラジロモミ、ヒノキ、カエデ属、コバノトネリコなどの発芽に効果が認められた。

④ 播種の効果（参考資料2 図7）

- ・平成16～18年度に1250粒/m²のトウヒの種子を播種したところ、地掻き区の播種区では、平成18年度に0.42個/m²の発芽が見られた。ササ刈り区では、平成17年度に0.83個/m²、平成18年度に2.25個/m²の発芽が見られた。無処理区では、発芽は見られなかった。

●植生タイプIII

① 防鹿柵の効果

- ・防鹿柵内の実生には、シカの食痕は見られなかった。また、成木についても新たな剥皮は見られなかった。

●植生タイプIV

① 防鹿柵の効果

- ・防鹿柵内の実生には、シカの食痕は見られなかった。また、成木についても新たな剥皮は見られなかった。

●植生タイプV

① 防鹿柵の効果

- ・防鹿柵内の実生には、シカの食痕は見られなかった。また、成木についても新たな剥皮は見られなかった。

② 地掻きの効果（参考資料2 図8, 9）

- ・ミヤコザサの被度については抑制されている。
- ・ウラジロモミ、ヒノキなどの針葉樹や、ミズメ、リョウブなどの微細な種子を持つ種の発芽に効果が認められた。

③ ササ刈りの効果（参考資料2 図8, 9）

- ・ミヤコザサの被度・稈高は抑制されている。
- ・ウラジロモミ、ブナ、カエデ属、リョウブの発芽に効果が認められた。

●植生タイプVI

① 防鹿柵の効果

- ・防鹿柵内の実生には、シカの食痕は見られなかった。また、成木についても新たな剥皮は見られなかった。

●植生タイプVII

① 防鹿柵の効果

- ・防鹿柵内の実生には、シカの食痕は見られなかった。また、成木についても新たな剥皮は見られなかった。

◆防鹿柵内のミヤコザサの生育状況の着目すべき点

実証実験では、再生ポテンシャルが「低」、「中」と評価された植生タイプについては、「より積極的な再生」、「保全+再生」を対応方針とし、表層土除去、地搔き、ササ刈りなどの手法を組み合わせ、防鹿柵内においてミヤコザサ等の影響を除去した環境を創り出し、樹木の種子が発芽し成長できる環境を明らかにすることとしている。

森林生態系保全再生計画の見直しを行う平成 21 年度には、それまでの調査結果をとりまとめ、実証実験の効果を検証するとともに、課題等を整理したうえ、次の段階の再生手法について検討することを予定している。

平成 21 年度における効果検証の際には、基礎資料のひとつとして、特にミヤコザサの生育状況等について整理しておく必要があるため、3 年が経過した時点での着目すべきモニタリング調査結果を以下に整理した。

- ・平成 16 年度の防鹿柵の設置後、すべての植生タイプにおいて、防鹿柵内のミヤコザサの被度、稈高が上昇している。
- ・森林の下層にミヤコザサが生育している植生タイプ II、V の柵内では、平成 18 年度には、ミヤコザサの被度が 90% 以上となり、ミヤコザサ草地である植生タイプ I と同程度の被度となった。(参考資料 2 図 10)
- ・植生タイプ I、II、V では、防鹿柵の設置前に 20cm 程度であったミヤコザサの最大稈高は、平成 18 年度には植生タイプ I、II で 2 倍以上、植生タイプ V で約 1.4 倍に上昇している。(参考資料 2 図 11)