フィールドシンポジウム：大台ヶ原の森は蘇るのか－長期モニタリングから森とシカの生態系保全を考える

『苔むす森』は戻るのか？～大台ヶ原の自然再生の現状と課題～

龍谷大学先端理工学部　　　横　田　岳　人

Will "Moss Forest" be restored? - Current status and issues of nature restoration in Odaigahara -. Taketo Yokota* (*Ecology of Environmental Engineering Course, Faculty of Advanced Science and Technology, Ryukoku University*)

キーワード：シカ，トウヒ林伐採問題，ミヤコザサ林床，ニホンジカ対策，自然再生推進計画，実施体制

はじめに

大台ヶ原は紀伊半島南部奈良県と三重県の県境付近に位置し，台地上の山塊でその自然の美しさと地形の壮大さ，生物多様性の豊かさなどが評価され，吉野熊野国立公園に指定されている。大台ヶ原は亜高山性針葉樹トウヒのまとまった分布地としてはほぼ南限にあたり，また太平洋型のブナ林としても最大級の面積を広げるなど貴重な存在であるが，様々な変化にさらされて，天然更新が持続的に行われるのが困難な森林の状況になってきており，自然再生事業が展開されている。本稿では，大台ヶ原がさらされた近年の変化に触れ，『苔むす森をふたたび』（環境省自然環境局，2005a）と 100 年先を見据えた大台ヶ原の自然再生の現状と課題について扱っていきたい。西大台のブナ林は中静氏が取り扱っておられると思うので，主に東大台のトウヒ林について扱っていく。

大台ヶ原の植生の変化

大台ヶ原の植生の変化については，花粉分析調査を元に高原（2009）が「大台ヶ原の自然誌」の中にまとめている。ここ 1300 年程度の植生の変化では，西大台はブナ林が東大台はトウヒ林が安定して続き，300 年ほど前からスギ花粉が増加していること，東大台ではここ 200 年程度でイネ科花粉が増加している様子が花粉分析から明らかになっている。吉野地域の人工林の拡大が花粉分析結果に表れているが，概ね安定した植生の推移であったと考えられる。

近年の大台ヶ原の植生の変化は，横田（2009）がまとめたように 1917 年の四日市製紙による伐採と，1960 年前後から生じた台風害，人為の影響，そしてニホンジカによる食害に代表される生物間相互作用の変化という，大きく 2 つの時期に分けられる。

四日市製紙による伐採

本草学の時代から大台ヶ原周辺では狩猟や薬草採集などの活動は行われており，明治初期には開拓を試みる動きも見られたが，大規模な利用は行われていない。御勢（1998）の記述によると，四日市製紙による伐採以前の大台ヶ原は，特に東大台の稜線付近では苔むしたトウヒ林が広がり，歩

関西自然保護機構業績　第 650 号
*corresponding author(✉): yokota@rins.ryukoku.ac.jp

くのを拒むほどびっしりとしたトウヒの実生が生育していたようである。まさに，『苔むす森』であったのだが，大台ヶ原の森林も資源として注目を浴びるようになり，特に，大正年間の 1915 年から 17 年にかけて，四日市製紙によるパルプ用材確保のため，トウヒ林を中心に大台ヶ原の森林は伐採されるに至った。伐採された範囲は現在の東大台のほぼ全域であり，稜線部を除いて皆伐に近い伐採が行われている。

四日市製紙による大正時代の伐採については，2002 年 12 月に奈良女子大で開催された紀伊半島シンポジウムでお話しした原稿の中に詳細なメモがあったので，それを再録する。根拠資料が不明確なものもあるが，川端・篠田(2001)と川端(2002)を中心に調べた内容である。

『戦前の大台ヶ原の自然荒廃に関係するものは，四日市製紙によるトウヒ林伐採である。1887 年に設立された四日市製紙は，製紙会社としては後発のグループに属し，良質の木材パルプを求めて伐出コストの安い苫小牧に大工場を作った王子製紙とは異なり，伐出コストの比較的高い山奥の針葉樹林を探索しなければならなかった。当時洋紙は高級品であり，木材パルプの需要が増していた事から，より山奥に林道が次々に建設され，東熊野街道や土倉古道が 1894 年に着工されている。これらの林道により大台ヶ原を占めていた森林のパルプ材としての価値が上昇し，1902 年～1910 年にかけて，上北山村小橡と西原の大台ヶ原地域が四日市製紙に売却されている。四日市製紙は着々と伐採の準備を進め，1915 年頃までに，伐木搬出路の準備を行って来た。そんなおり，奈良新聞にトウヒ林伐採計画が取り上げられた。7 月 10 日の報道が最初の報道となった。1915 年は大台と大峰が注目された年で，大阪毎日新聞と大阪朝日新聞とが，大峰縦走を計画しその様子を新聞に連載した。大和アルプスブームの到来である。その中で，搬出路整備が進み伐採が近づく大台ヶ原が取り上げられている。1916 年になって白井博士らが保護の重要性を講演会などで訴え，大台ヶ原を保安林指定する方向で調査が進められた。しかしながら，四日市製紙によるトウヒ林の伐採はこの年始められた。翌 17 年に大台ヶ原山域は保安林に指定されるが，指定されたのは日出ヶ岳から正木ヶ原にかけての稜線沿いと大蛇嵓付近に限られ，ほとんどのトウヒ林は保安林指定地域から除外された。7 ～ 8 月に原始林保存の調査が行われるが，シオカラ谷の惨状を嘆いた文章が残っている。川端さんからお伺いした話では，伐採されたトウヒの写真は直径 80cm クラスのものとのこと。今の大台ヶ原では，何処を探してもそんなトウヒは見つからない。1918 年に四日市製紙が伐採した木材を効率良く搬出するため，小橡～大台ヶ原間の道路建設を発表しているが，経営不振のため未完に終わっている。シオカラ谷にはこの時の貯木場があり，搬出できなかったトウヒの残骸を見る事が出来る。土地所有権を持つ四日市製紙は，その後富士製紙，王子製紙に吸収され，戦後分割で生じた本州製紙に所有権が移った。この本州製紙が 1965 年に伐採問題を再燃させている。この伐採問題が契機になり，民有地買い上げ運動が生まれ，現在は環境省管轄の国有地となっている。大台ヶ原は 1936 年に吉野熊野国立公園が制定された時に特別地区に指定され，1988 年に特別保護地域に昇格された。』

伐採後の大台ヶ原の自然

大正時代の伐採後は放置され，トウヒやウラジロモミの実生が徐々に生育していたと考えられる。その後のトウヒの更新状況から考えて，林床は伐採以前と同様のコケ林床で，今日のようなミヤコザサ林床ではなかったと思われる。ただ伐採

痕は明確で，伐採後 30 年経過した 1947 年に撮影された空中写真では黒々としたトウヒが稜線沿いに，それ以外は白っぽく見える林分が撮影されている。白っぽく見えている部分が樹高 5m 前後と判読される伐採後のトウヒ林である（環境省自然環境局，2005b）。現在は日出ヶ岳に向かう周遊道沿いにこの時のトウヒ林が見られるが，立派なトウヒ林の様相を呈しており，道行く人にはトウヒの原生林と思わせるような相観となっている。天然更新に成功したトウヒ林といえるだろうし，当たり前だが自然の力で森林再生していくポテンシャルがあったことが示されている。

その後，1959 年の伊勢湾台風を契機にミヤコザサが林床に広がりトウヒの立ち枯れが目立つようになり，ミヤコザサ草地が目立つ現在の東大台の相観が生み出されている（横田・中村，2002）。鬱蒼としていたトウヒ林は多くの枯死木が生じて林床に直射光が差し込むようになり，ミヤコザサが入り込み，ミヤコザサ草地が広がる相観となった。そこには，コケ林床のトウヒ林ではなく，ミヤコザサ草原のトウヒ林が広がる姿がある。トウヒの実生はほとんど見られず，低木層の樹木を欠くトウヒ林の姿である。

大台ヶ原ではトウヒ林保全事業が継続されてきたが，大台ヶ原での森林の問題は東大台のトウヒ林に限られた話ではないため，西大台のブナ林を含めた自然再生が進められるようになった。現在も進められている大台ヶ原自然再生推進計画では，「昭和 30 年代前半の森林生態系」の再生を目指し事業が進められている。

大台ヶ原の森林荒廃の要因

大台ヶ原の森林荒廃の要因として，今やニホンジカの影響を疑うことは出来ないが，ニホンジカ以外にも多くの要因が絡んでいる。私たちがたどることが出来る影響の中では，大正時代の四日市製紙の伐採という人為的な影響を欠くわけにはいかないが，この時の伐採跡は天然更新しており，森林の維持再生という点では大きな影響はなかったのかも知れない。ただし，森林の種組成や群落構造へ与えた影響については記録が残っていないため不明である。次に大きな影響を与えたと考えられるのは，1959 年の伊勢湾台風である。奈良県と三重県の県境をなす稜線付近にトウヒの立ち枯れが目立つようになり，特に南東側斜面の風倒木が多かった。この風倒木の処理（伐採と搬出）がトウヒ実生の生育床を失わせたとの指摘もあるが，トウヒ実生の天然更新を妨げたのは，ミヤコザサの繁茂と思われる。矢頭（1958）や御勢（1998）の記述にもあるように大台ヶ原のトウヒ林はコケ林床であったが，近年の植生調査ではミヤコザサ林床のトウヒ林になっている。実は伊勢湾台風前の 1955 年にミヤコザサは開花・結実して一斉枯死しており，一度林床からは失われている。この時におそらく種子がネズミ類を通じて林内各地に配布されたと考えられる。その後，伊勢湾台風による風倒木で林内が明るくなったことや種子散布されたミヤコザサが林床一面を覆うように成長することにより，トウヒが水分ストレスにもさらされ（多原，2019），トウヒ林衰退に拍車をかけた可能性がある。水分ストレスについては後述する。1976 年の台風 17 号でもミヤコザサ草地が広がるが，1960 年代後半から 70 年代前半にかけて尾鷲火力発電所の煤煙により周辺の樹木，特に尾鷲ヒノキの枯死が問題になっている（Sato, 1979abc）。大台ヶ原の正木峠から南東方向に目をやると尾鷲の街並みが見える範囲にあり，この発電所の煤煙の問題が大台ヶ原にも及んだ可能性があるが，確かな証拠はない。ただし，稜線部に広がるトウヒ林の衰退は南東斜面側が著しい。その後，1981 年にドライブウェイが無料化されて大

台ヶ原を訪れる人の数が増加しているが，80年代からはニホンジカの個体群密度が20～30頭/km^2と高密度で推移し，トウヒを中心とした樹木の樹皮剥ぎ被害が増大している。1990年頃から防鹿柵の設置が始まり，トウヒ林が衰退してミヤコザサ草地に置き換わる状態が一定程度止まってきたため，近年のトウヒ林の衰退にはニホンジカが影響しているのは間違いない。

西大台も人為による伐採の痕跡は，大正時代の伐採の際に付けられた木馬道跡や木馬道跡周辺には伐跡群落によく見られるヒメシャラやミズメを交えたミズナラ林の形で確認することが出来るし，1961年に開通したドライブウェイ沿いで発生したヒノキの盗伐と思われる伐採根も残っている。そのような影響が見られても，一般の利用客には気づかれない程度の痕跡で，原生林と信じておられる方もいる。伐採後の森林で種組成がどのように変化したかは定かではないが，少なくとも森林が更新しており，成立した森林に応じた生態系が成立している。問題となるのは1980年代以後と思われる。1990年代前半頃までに撮影された西大台は，広くスズタケが茂る林床を示しているが，2000年頃の大台ヶ原はスズタケが失われてミヤマシキミの林床が広がったり，スズタケの枯死稈が立ち並んでいたり，矮化したスズタケが残存していたりと，林床を覆っていたスズタケが大きく減少している。

大台ヶ原の自然再生

主に東大台のトウヒ林衰退を防ぐため，1986年からトウヒ林保全対策検討会が設置され，トウヒ林の保全やニホンジカの保護管理が検討され始めた。科学的な調査を元に防鹿柵の設置や歩道の整備，等を中心に様々な方策を講じてきた結果，東大台のトウヒ林の枯死に伴うミヤコザサ草地の拡大に一定の歯止めがかかるなどの成果は見られたが，森林が自然に更新する状況には至らず，東大台のトウヒ林だけではなく西大台のブナ林にも森林の荒廃の状態が拡大した。この間の対策では，森林衰退の主な原因をニホンジカ個体数の増大に伴う下層植生の被食や樹皮剥ぎとすることになかなか同意が得られず，大台ヶ原ドライブウェイ開通に伴う人利用の影響や酸性降下物影響の可能性を疑う声があり，ニホンジカ対策が遅れた感があるのは否めない。2001年には大台ヶ原ニホンジカ保護管理計画が策定され，大台ヶ原とその周辺域のニホンジカ個体群管理が始まる。ニホンジカ保護管理計画は，以後，5年ごとに計画が更新されて現在に至っている。2002年から大台ヶ原自然再生検討会が設置され，森林生態系と利用対策の2つの領域で自然再生についての検討が始まった。同年（2002年）には自然再生推進法も成立し翌年（2003年）から施行され，全国的に自然再生の営みが繰り広げられることになる。大台ヶ原の自然再生事業が開始された。2005年に大台ヶ原自然再生推進計画が策定され，自然再生事業が推進されると共に，大台ヶ原自然再生推進計画評価委員会が，森林生態系，ニホンジカ保護管理，利用対策の3つの部会から構成され，事業推進と評価が行われるようになった。大台ヶ原の自然再生事業は，自然再生推進法が施行される前に始まっており，周辺地域住民や関連団体などが参画する自然再生協議会を構成することはなく，環境省主体で専門家のアドバイスを受ける形で事業が推進されているのが，他地域とは異なる特徴かも知れない。

大台ヶ原の自然再生では，昭和30年代の森林更新が健全に維持されていたと考えられる時代の『苔むす森』を一つの自然再生の到達目標として掲げ，自然再生の事業にいそしんできた。横田ほか（2009）が2000年に調査を行った植生調査か

らは，大台ヶ原の植生の相観上の違いは，ミヤコザサ草地が拡大したのが大きな変化であり，トウヒ林はトウヒ林,ブナ林はブナ林のままであって，森林植生には大きな変化はない。群集群落調査を行っても，トウヒ林（イトスゲートウヒ群集）とブナ林（ウラジロモミーブナ群集）の種組成には群落全体では大きな変化はない。変化しているのは低木層，草本層に出現する種組成である。その結果から,大台ヶ原の植生で失われているのは「天然更新する健全な森林生態系」であり，森林生態系を回復し，生物多様性の保全を図るのが自然再生の目標となっていることが理解出来る。

大台ヶ原自然再生推進計画では，目指すべき大台ヶ原の姿（長期目標）として『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，豊かな動植物からなる質の高い森林生態系の再生を目指すとともに利用との両立を図る。』を掲げ，目指す自然の姿を『天然更新が行われる健全な森林生態系の回復と生物多様性の保全を目指す』としている。ここでは天然更新が行われる森林を「健全な森林生態系」と考えているが，そもそも「健全な森林生態系」とは何だろうか？大台ヶ原のトウヒ林は現在ミヤコザサ林床になっているが，ミヤコザサ林床のトウヒ林で天然更新が出来るようになれば，それは健全な森林生態系といって良いのだろうか？また，現状ではニホンジカの生息密度が高いために実生や低木が被食され天然更新が妨げられていると考えているが，ニホンジカの生息密度が低下したら，天然更新がうまく行くようになり，「健全な森林生態系」になるのだろうか？目指すべき姿としての表現としては問題ないと思うが，ニホンジカ個体群の保護管理が進み，生息密度が一定程度の抑えられたとしてもそれだけでは「健全な森林生態系」にはならないと思われるため，より具体的な再生目標を掲げていく必要が出てくるであろう。

本稿で具体的な提案を行うことはないが，ミヤコザサ林床のトウヒ林の問題を中心に紹介し，大台ヶ原の自然再生事業の現状と課題を簡単にまとめたいと思う。

ミヤコザサ林床のトウヒ林

紀伊山地のトウヒ林は，イトスゲートウヒ群集（菅沼･内山, 1984）とされるが, 宮脇（1984）は『日本植生誌・近畿』の中で大峯山系広がるコケ林床のトウヒ林を「カニコウモリ下位群落」，大台ヶ原に多いミヤコザサ林床のトウヒ林を「ミヤコザサ下位群落」と位置づけている。このミヤコザサ下位群落は，群集として安定的に成立している生態系と理解して良いのだろうか？事実，大台ヶ原のミヤコザサ林床でのトウヒ林は後継樹が生育しておらず，このままの状態が推移していけば，林冠を構成するトウヒが枯死し，トウヒ林ではなくなる時が早晩やってきそうな気配である。ミヤコザサ林床のトウヒ林は，ニホンジカの影響が無くなれば，そのまま天然更新できるのだろうか？伊勢湾台風などの大型台風による風倒がなくてもトウヒの枯死は続いているし，ニホンジカの生息密度が減少し，樹皮剥ぎを防止する対策を講じていても，トウヒの枯死は続いている。大型台風やニホンジカ以外に衰退要因があるのではないかと疑わせる。トウヒが枯死しミヤコザサ草地へ推移する過程を観察する中で，トウヒが立ち枯れる場合の枯れ方は梢端部から枯死することが多く水分ストレスを強く疑わせるものであること，降雨の少なかった 2016 年にミヤコザサ草地に転々と残存していたシロヤシオが大量に枯死したこと，晴天時にはミヤコザサの葉が乾燥により巻くことが多く水不足の状態を示していたこと，に気づいた。

大台ヶ原は，水分保持型のコケ林床から水消費型のミヤコザサ林床に置き換わり，トウヒは強い水ストレスに晒されるようになっているのではないかと思われた。その事を検討するため，水ポテンシャルとP-V曲線の測定から，トウヒがおかれている水分環境を明らかにすることを試みた。この研究は2018年度の龍谷大学理工学部学生多原竜馬氏の卒業研究として実施している。以下，多原氏の卒業論文（多原，2019）から内容を抜粋して紹介する。実験デザインは，ミヤコザサ林床のトウヒ林において一部区画のミヤコザサをあらかじめすべて刈り取り，ミヤコザサを除去した処理区とミヤコザサとトウヒが混在する処理区とから採取したトウヒとミヤコザサの枝葉を用いて，トウヒの水分状態を推定するものである。調査の結果，①ミヤコザサによる林床の被覆はトウヒに慢性的な水ストレスを与える，②ミヤコザサとトウヒの間に水分を巡る競争が働きトウヒへの水ストレスが生じている，③トウヒはミヤコザサが及ぼす水ストレスに対して膨圧を維持するための調節（浸透調節）を行い乾燥に耐えている，ことが明らかとなった。乾燥に適応した状態のためすぐに枯死に至るわけではないが，慢性的な水ストレスや浸透調節は，種子生産量の減少やキャビテーションの増加など森林更新に対し負の影響を与えることが予想された。すなわち，ミヤコザサによる林床の被覆は大台ヶ原におけるトウヒ林の衰退要因の一つであることが示唆され，東大台の自然再生を推進するには，ミヤコザサの処置が大きな課題となることが明らかとなった。

ミヤコザサが林床を覆っている限り，トウヒ林が成立し続けることは困難であり，自然再生にはニホンジカ対策に加えてミヤコザサ対策が不可欠である。

大台ヶ原自然再生の展望と課題

2009年春の日本生態学会で開かれた自由集会「W09：大台ヶ原の自然再生と生態学」（企画責任者：横田岳人・日比伸子・岸本年郎）の中で，筆者は「自然再生の課題と展望」の話題提供をさせていただいた。自然再生事業指針による評価を行った上で，問題点として指摘したのは次の事柄である。

1）生態系の機能：自然再生事業の対象地域が環境省所管地に限られ，広域的な評価が実施しにくい。また，エネルギー収支，物質収支等，生態系全体の量的評価が出来ていない。
2）将来予測：イメージではなく客観的に将来予測を示す必要がある。
3）手を加える必然性：トウヒ林やミヤコザサ草地を遷移の流れで位置づけられていない。
4）将来予測の不確実性：客観的に将来予測が示せないため，不確実性の範囲も示せない。
5）連携：地域の多様な主体の環境改善の取り組みとの連携は十分。事業対象地域が限定されているため，行政間の連携も十分ではない。

これら5つのポイントが，10年後の2019年の時点でどのように進展したかを検討してみる。1）の対象地域は，ニホンジカの捕獲に関しては広域連携が行われるようになり，多少とも広域での個体数管理に寄与するデータが得られ始めているが，生態系そのものの広域評価に結びつく取り組みはなされていない。2）についてもデータに基づいた客観的な予測はなされていない。3）も従来から行っている樹幹保護や防鹿柵による囲い込みに加えてトウヒ実生の保護が行われた程度に止まり，積極的に自然再生のために手を加える状態にはない。5）の連携に関しては，行政間の連携は一定程度進展していると感じられるが，企業やNPO等民間との連携は十分ではない。10年程度

では自然の変化はなかなか見えてこないが，自然再生として実施している内容も大きな変化は見えない。問題点は問題点としてそのまま残っている。

自由集会のまとめとして当時掲げた課題は，

①長期計画を実現するのは 100 年先？想像の範囲を超える→長期，中期，短期計画の関連性に分かりにくさ。現在の短期計画が実現すれば，自然再生の道程の何％進むのか？

②事業対象範囲は環境省所管地のみで良いのか？→隣接する国有林，県有林，村有林，民有地をどうする。事業実施できなくても，広域調査が不可欠では？

③地元との協力体制→地元に「自然再生」の必要性が理解されているか？地元が主体的に実施しているか？

の 3 点だったが，当時の指摘の多くは今もそのまま残っている。現在の大台ヶ原自然再生推進計画では，5 年程度の短期目標を実現するように準備され，事業が実施される。しかし，5 年の短期目標であっても実現しきれずに次の 5 年に持ち越してしまうこともあり，5 年でしっかりと事業評価が出来ているのかは疑問が残る。着実に進んでいるのは確かだが，5 年の短期計画として行われた事業の評価として十分であろうか？自然再生の全体を見渡すのが困難だという事情はあるが，その上に中期計画，長期計画と積み上がっているので，短期計画とこれら中長期の計画との関係性が問われるようになるだろう。事業対象地域については，ニホンジカの捕獲に関して近隣機関との連携捕獲が実施され，自然再生についての意見交換がなされるものの，広域調査には至っていない。地元との協力体制も，一定の進展は見られるものの，地元行政以外の積極的な協力がどの程度得られているのかは疑問が残る。すなわち，10 年前の指摘の多くは現時点でもそのまま残っていると思われる。

それ以外にも，実施体制の硬直化や自然再生に必要な経費捻出の問題が残っている。大台ヶ原の自然再生事業は，自然再生協議会を立ち上げることなく，環境省主導で進められている。環境省からの潤沢とまでは言えないが継続的な予算配分で大台ヶ原は調査され，自然再生事業が行われてきたのは確かだろう。外部資金頼みで景気の浮き沈みに一喜一憂せずに安定して事業が行えたのは大きなメリットである。しかし，自然再生事業を推進する体制や予算が持続的であるとは言い難く，限られた組織や専門家が中心となる自然再生は先細りになる可能性がある。大台ヶ原に関わる多くの人の参画を得て，大台ヶ原の自然やその再生を考える時期が来ていると感じる。そのためには，自然再生協議会の立ち上げを含めた新しい体制構築が必要なのではないだろうか。

おわりに

原生的な雰囲気を漂わせていても，大台ヶ原は原生林ではない。原生林には手を入れずに自然のままに任せれば良いと言われた時期もあったが，大台ヶ原の再生には手を加えていくことが必要である。しかし，ニホンジカの個体数を調整し，ミヤコザサを刈り取り，トウヒ実生を一本一本守り育てていくのは，本当の意味での自然再生ではない。解けかけている生態系のつながりを結び直し，持続的に安定した生態系を持続させる必要がある。そのような手伝いとして人為はどこまで可能なのか。それが自然再生では問われている。それは一部の組織や専門家が相談して考える問題ではなく，広く多くの方々の参画を得て最適解を模索すべき問題と思われる。

引用文献

環境省自然環境局．2005a．大台ヶ原自然再生事業 苔むす森をふたたびー 100 年先をみすえてー．9pp．環境省自然環境局近畿地区自然保護事務所，大阪．

――．2005b．大台ヶ原自然再生推進計画．121pp．環境省自然環境局近畿地区自然保護事務所，大阪．

川端一弘．2002．四日市製紙による大台ヶ原トウヒ林伐採についてー補足．日本科学史学会生物学史分科会生物学史研究，70：93 － 101．

――・篠田真理子．2001．大正期の森林伐採と自然保護思想の嚆矢ー四日市製紙による大台ヶ原トウヒ林伐採についてー．日本科学史学会生物学史分科会生物学史研究，68：15 － 30．

御勢久右衛門（編）．1998．和州吉野郡群山記ーその踏査路と生物相ー．282pp．東海大学出版会，東京．

宮脇　昭．1984．日本植生誌近畿．596pp．至文堂，東京．

Sato, T. 1979a. Standing crop and increment of bole in plantations of *Chamaecyparis obtusa* near an electric power plant in Owase, Mie. Japanese Journal of Ecology, 29：103-109.

――. 1979b. Leaf-litter production in plantations of *Chamaecyparis obtusa* near an electric power plant in Owase, Mie. Japanese Journal of Ecology, 29：205-208.

――. 1979c. Production of reproductive organs in plantations of *Chamaecypress obtusa* near an electric power plant in Owase, Mie. Japanese Journal of Ecology, 29：315-321.

菅沼孝之・内山知子．1984．大台ヶ原山の植生．「大台ヶ原原生林における植生変化の実態と保護管理手法に関する調査報告書」（奈良自然環境研究会編），pp．1 － 9．奈良自然環境研究会，奈良．

高原　光．2009．大台ヶ原の植生の歴史．「大台ヶ原の自然誌－森の中のシカをめぐる生物間相互作用－」（柴田叡弌・日野輝明編），pp．15 － 24．東海大学出版部．平塚．

多原竜馬．2019．ミヤコザサによる林床の被覆がトウヒの水分生理に与える影響．「龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科 2018 年度卒業研究」，pp．42pp．龍谷大学，滋賀．

矢頭献一．1958．紀伊半島森林植物学研究資料 II．天然林植生．三重大学農学部学術報告，16：139 － 149．

横田岳人．2009．大台ヶ原の植生とその現状．「大台ヶ原の自然誌－森の中のシカをめぐる生物間相互作用－」（柴田叡弌・日野輝明編），pp．2 － 14．東海大学出版部，平塚．

――・中村沙映．2002．大台ヶ原山山上域のササ草地拡大の時間推移．奈良植物研究，24/25：15 － 18．

――・――・柴田叡弌・佐藤宏明．2009．ニホンジカが高密度に生息する 奈良県大台ヶ原における 1983 － 2001 の植生変化．保全生態学研究，14：263 － 278．