

風倒木跡地における広葉樹の初期成長に関する研究

西山 嘉寛

Research on primary growth of broad-leaved trees
for plantations and regeneration in wind site on
the northern part of Okayama prefecture

Yoshihiro NISHIYAMA

要 旨

西山 嘉寛：風倒木跡地における広葉樹の初期成長に関する研究 岡山県農林水産総合センター森林研究所研報27：1-15 (2011) 2004年10月に発生した台風第23号により、風倒木被害を受けた岡山県北部（新見・真庭・美作・勝英）の森林（以下風倒木跡地）に植栽された広葉樹6種について、2008～2010年度の3カ年、追跡調査を行った。その結果、風倒木跡地に植栽された広葉樹6種のうち、特にヤマザクラはシカによる被害が顕著であった。地理的には、兵庫県に隣接する勝英地域において被害が最も大きく、美作地域でもほぼ津山市中央部まで被害が及んでいることが判明した。樹種別の枯損率は、一部、クヌギで13.4%を記録した以外は、いずれも5%未満と低水準であった。健全率は、コナラ、クリ、ヤマモミジでは、いずれも70%以上であった。植栽後2～6年間の樹高成長は、ヤマザクラの年平均樹高成長率（以下RGR）が20%台と最も高く、以下、コナラ、クリ、ケヤキ、クヌギ、ヤマモミジの順となっていた。6樹種について、数量化I類分析により、同一箇所に植栽した場合の樹高成長予測モデルを明らかにするとともに、ヤマザクラ、ケヤキ、コナラの3樹種については、異なる樹高成長予測モデルを提案した。これらにより、植栽前段階で、植栽樹種の選択、植栽適地の判定、植栽初期の下刈年数等をそれぞれ予測することが可能となった。一方、風倒木跡地に侵入・定着する個体密度についても予測モデルを明らかにした。ただし、種組成から判断して、台風発生前段階で既に侵入・定着していた個体の割合が高いことが予想された。

キーワード：台風、風倒木跡地、造林、広葉樹、天然更新

I はじめに

戦後、植林された人工林を中心とし、国内には約1,000万haの人工林蓄積がある一方で、山林地域では、林業の担い手の減少や高齢化、長引く木材価格の低迷等により、林業を取り巻く環境は非常に厳しくなっている。それに伴い、間伐などの手入れが行き届かない林分や経済性の低い林分も増加する傾向にある（「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム 2010）。

さらに針葉樹人工林を伐採収穫後、再造林が行われないうち（以下 再造林放棄地）が急増し、西日本を中心として問題化しており（吉田ら 2009, 桑野ら 2010）、平成10年度末時点で、全国の民有林の伐採跡地が10万9

千haである中で、3年以上経過した伐採跡地は2万2千haにのぼる（林野庁 2003）。

以上の点より、森林の持つ木材生産機能や水土保持機能の低下が危惧されることから、適正な間伐等による肥大成長の促進、水土保持機能の向上、生物多様性の拡大を図るべく（独立行政法人森林総合研究所四国支所編 2010）、健全な森林への誘導が急務となっている。

一方では、森林に対し、国民のニーズは多様化してきており、従来の木材生産や林産物の供給のみならず、国土の保全、水源かん養、生物多様性、レクリエーション等、様々な多面的機能の高度発揮を期待している。このため、従来のスギ・ヒノキ人工林以上に、広葉樹に対す

表-1 風倒木跡地における復旧実績

年度	区 分					計
	森林災害 復旧事業	造林事業		風倒木危険 箇所解消促 進事業ほか	治山事業	
		指定被害地 造林	間伐事業			
2004	82	25	-	134	5	246
2005	914	281	249	-	48	1,492
2006	768	242	250	-	45	1,305
2007	599	249	169	54	77	1,148
2008	-	277	83	12	33	405
合計	2,363	1,074	751	200	208	4,596

注1. 表中の数値の単位はhaを示す

2. 復旧実績は針葉樹及び広葉樹による造林面積を示す

表-2 広葉樹造林の樹種別実績

樹 種	年 度					計 (2004~2008)	
	2003	2004	2005	2006	2007		2008
ケヤキ	8	10	96	80	121	141	448
ヤマザクラ	7	6	41	50	90	81	268
クスギ	4	10	53	52	79	69	263
コナラ	6	9	62	75	108	89	343
クリ	1		7	29	28	28	92
ヤマモミジ	1			19	7	0	26
合計	25	35	259	305	433	408	1,440

注1. 表中の数値の単位はhaを示す

2. コナラの数値にミズナラも含む

る国民の期待は一層高まっており、対象となる人工林を広葉樹林、または混交林へと誘導・育成することが求められている。このような動きの中、岡山県においては、2004年10月に発生した台風第23号により、県北部地域（新見、真庭、津山、勝英）において、主にスギ、ヒノキ人工林を中心に甚大な風倒木被害が発生した（以下風倒木跡地）。その被害面積は、5,483ha、被害金額は6,481,969千円にのぼった。その後、国の激甚災害法の適用を受け、5カ年間に亘り、跡地の復旧（表-1）を進めてきた（岡山県農林水産部林政課・治山課・組合指導課 2010）。その中で、従来のスギ、ヒノキのほか、一般に災害に強いといわれている広葉樹が積極的に人工植栽され、その植栽面積は1,400ha以上となっている（表-2）。

広葉樹の人工植栽については、風倒木被害エリアが岡山県北部に集中していることもあるが、これだけ限定されたエリア内で、1,440ha以上の広葉樹が植栽された事例は全国的にも少ない（兵庫県 2010）。

一方で、風倒木跡地ということもあり、スギ・ヒノキ人工林の表土及び根が分布していたB層部分が根返りにより攪乱されていることや、風倒木の搬出に伴い、フォワーダ等の林業機械により、土壌が転圧されていること等、植栽箇所の環境悪化も懸念される。

さらに風倒木跡地において、調査された他県事例の報告も少なく（諫本ら 1992、兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター 2007、兵庫県 2010）、その解析も進んでいないのが実態である。

そこで、当研究所では、3年間、できるだけ多くの調査箇所を設定するとともに、植栽後の樹高成長、消長、病害虫・獣害被害等について調査を行った。合わせて、

木材生産機能を含む多面的機能を持つ針広混交林を造成するためには、林冠優占種が定着できるか否かが重要なポイントであるとする報告から（齋藤ら 2004）、植栽エリアに侵入・定着している種を同定するとともに、木本類による天然更新の可否についても検討を行った。

なお、本研究は単県課題「風倒木跡地に植栽された広葉樹施業技術の確立」（2008～2010）の中で取り組んだものであり、その成果の一部は、2009年10月に徳島市で開催された第60回日本森林学会関西支部日本森林技術協会関西・四国支部連合会合同大会及び2010年10月に島根県で開催された第61回日本森林学会関西支部日本森林技術協会関西・四国支部連合会合同大会においてそれぞれ

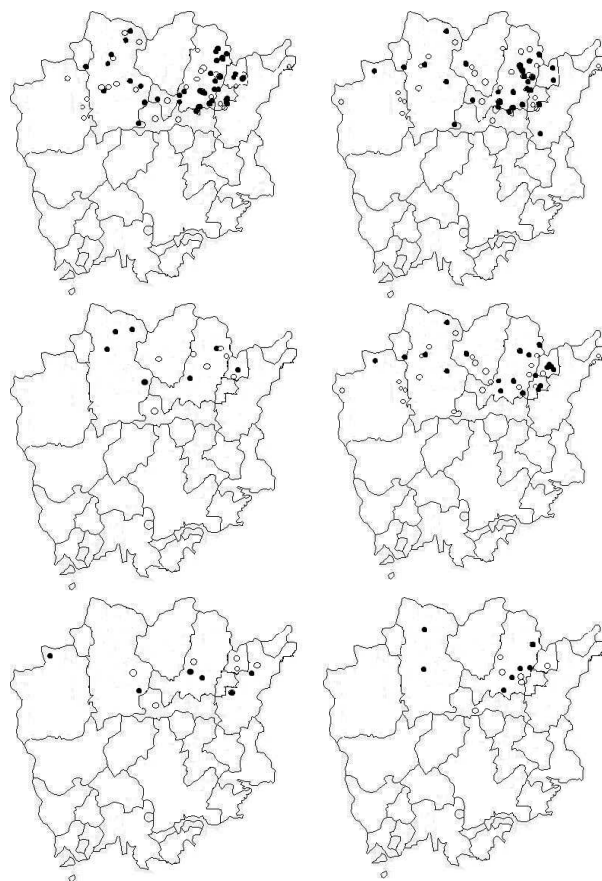


図-1 樹種別調査位置

- 注 1. 図上段左：ヤマザクラ 図上段右：ケヤキ
 図中段左：クリ 図中段右：コナラ
 図下段左：クスギ 図下段右：ヤマモミジ
2. 図中の白丸印 (○) : 2008年調査地設定
 図中の黒丸印 (●) : 2009年調査地設定

口頭発表した内容を含む（西山 2009, 2010）。

II 調査方法

1 風倒木跡地に植栽された広葉樹の追跡調査

(1) 樹種別生育状況

風倒木被害が顕著であった岡山県北部地域（新見，真庭，津山，勝英）の116地点において，造林実績が多いと想定される広葉樹上位6樹種（表-2）について，2008～2009年，100～600m²の調査プロットを合わせて221設定した（図-1）。この中に植栽されている広葉樹については，全個体に番号を付け，成長休止期の10月以降に樹高，病虫獣害被害について調査した。

同調査プロットについては，調査プロットの設定年度及び翌年の2カ年，継続して調査を行った。樹高は，測かん（2m及び5m）を用いて1cm単位で測定した。

病虫獣害被害の調査に際し，病害については，テングス病，がんしゅ病，ウドンコ病，虫害については，コウモリガ，キクイムシ，カミキリ類の被害，獣害については，ニホンジカ（以下 シカ）の被害，ノウサギの被害の有無についてそれぞれ調査した。

健全率の算出に当たっては，全個体数から，誤伐（下刈りによる），枯損（被圧によるもの，活着しなかったもの），ぼう芽，折れ・先枯れ，獣害，病虫害被害を受けた各個体数を差し引きして算出した。

なお，調査2年目に個体番号が消失した場合については，調査個体から除くこととした。

(2) 年平均樹高成長率（RGR）

山地植栽時の樹高については，造林明細書等により植栽年度を確認するとともに，調査時から，当年成長分を推定し，山地植栽後の経過年数を逆にたどっていく方法により，特定した。これにより，以下の関係式から，RGRを算出した。

$$RGR (\%) = \text{Ln} (H_n/H_0) / n * 100$$

ただし，

RGR：山地植栽後n年間の年平均樹高成長率

H_n：n年後の樹高

H₀：植栽時の樹高

植栽地点の立地環境要因及び植栽樹種を用いて，山地植栽後の広葉樹のRGRを予測することとした。立地環境要因としては，土壤型，標高，斜面形（谷部，中腹，尾根部），傾斜方向，傾斜角，植生である。

調査プロット内の土壤型の分類は，岡山県適地適木調査報告書（岡山県林業試験場編 1969a, 1969b, 1969c, 1970, 1971a, 1971b, 1972）（図-2）を用いて，各調査プロットの位置を図面上に記載し，その地点の土壤型



図-2 岡山県適地適木調査報告書（吉田北部地域）

について，Ba・Bb，Bd(d)・Bc，Bdのいずれかに分類した。

斜面形については，谷部の場合，斜面最下部で，傾斜が小さく凹地形となっている箇所，中腹の場合，斜面中部で，一定の斜面傾斜が続く箇所，尾根部の場合，斜面上部に位置し傾斜が小さい箇所にそれぞれ区分した。

調査プロットの標高は，調査プロット中心部の位置を森林基本図から10m単位で読み取った。

調査プロットにおける斜面傾斜は，現地調査にて，調査プロットの中心部を基準とし，10%単位で分類した。

調査プロットの方角は，現地で，方位計を用い，4方位にそれぞれ区分した。

以上の方法により，各調査プロットごとに各立地環境要因を明らかにするとともに，これらの要因に加え，主要樹種を用いて，数量化I類分析により，6樹種のRGRをその予測対象とした。数量化I類は，カテゴリーデータを用いた重回帰分析に相当する。予測値に影響を与える要因は，アイテム（重回帰分析の独立変数に相当する）と呼ばれ，各アイテム内はいくつかのカテゴリーに分けられる。カテゴリーごとに予測のためのスコアが割り振られ，次式(1)のように，その合計値から予測値yが得られる。

$$y = \sum_{i=1}^k b_i + C \quad (1)$$

ここで，kはアイテム数，b_iはi番目のアイテムに該当するカテゴリースコア，Cは定数項を示す。各アイテム内のスコアの最大値と最小値の差（レンジ）が大きいアイテムが予測値に大きな影響を及ぼす（応用統計ハンドブック編集委員会編 1978）。

一般に樹木の定着に影響を及ぼすと想定される要因のうち，既存資料等の情報が比較的入手しやすいという観点及び岡山県内におけるヒノキの成長予測で用いた要因を参考にして（岡山県林業試験場編 1980），9つのアイテムを選定した。その際，データとして用いたRGRについては，調査した2年間のうち，直近のデータを用い

た。ただし、各調査プロットで、植栽後の経過年数は、いずれの樹種も2～6年の範囲に含まれていた。

次に、調査地データは、数量化I類分析のため、一定数以上のデータを要求されることから、データ数が30箇所以上確保されたヤマザクラ、ケヤキ及びコナラの3樹種については、立地環境要因から、それぞれ異なるカテゴリ数により、樹種ごとのRGRを予測することとした。調査データの選択に当たっては、調査箇所にて一定個体数(10本以上)の健全木が確認された調査データのみを解析に用いることとした。

多変量解析モデルでは、予測精度を決定する上で変数選択が重要であるため、本研究では、赤池情報量規準(以下 AIC)を用いて変数選択を行った(齋藤ら2006)。まず、数量化I類ですべてのアイテムを用いたモデル(モデルNo.1)を求め、以降、前のモデルでレンジの最も小さいアイテムを順次一つずつ除いていき、アイテムが一つになるまで(モデルNo.7)繰り返し、AICが最小になるモデルを採択した。

2 風倒木跡地における高木性樹種の侵入状況調査

上記1で設定した調査プロットの中で、下刈り作業が行われていない調査プロット59カ所について、立地環境要因(土壌型、斜面形、傾斜方向、草高、災害前の林層、母樹までの距離、林齢区分、傾斜角、標高)と木本類で樹高が1.2m以上の個体については、すべて種名とともにその個体数をカウントした。

解析に当たっては、定着樹木を生活型でまず高木種と亜高木種に分けた。高木種については、さらに先駆性など、一般的に明るいとくに生育適地とする「陽性高木種」と、天然林の林冠に優占するブナ科高木種等を「林冠優占種」にそれぞれ区分した。

なお、高木種、亜高木種及び陽性高木種の区分は、林業科学技術振興所(1985)、齋藤ら(2006)の分類及び岡山県作成資料(岡山県農林部林政課 1986)をそれぞれ参考とした(附表)。

立地環境要因の中で、土壌型を3区分(B_A・B_B、B_D(d)

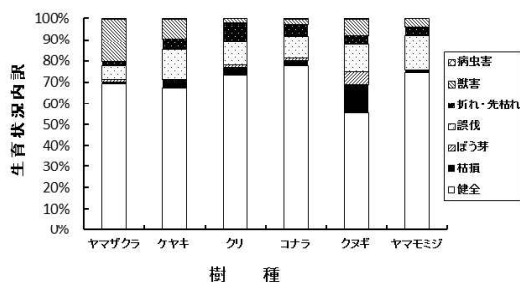


図-3 樹種別生育状況内訳(2009-2010)

注: 調査箇所数はヤマザクラ790箇所、ケヤキ65箇所、クナ22箇所、コナラ67箇所、クヌギ22箇所、ヤマモミジ28箇所である

・Bc, B_B)、斜面形(尾根部、中腹、谷部)、傾斜方向は、現地で方位計を用いて4方位(N, E, S, W)にそれぞれ区分した。

標高は、森林基本図から10m単位で読み取った。

斜面の傾斜角は、現地調査にてプロットの中心を基準とし、5%単位で分類した。

調査プロット内の草高は、9月以降の成長休止期に現地において、プロット中央部の草高を参考にし、それぞれ3区分(0～50cm未満、50cm～100cm未満、100cm～)とした。

災害前の林層については、スギ人工林またはヒノキ人工林の2区分とした。なお、災害前の林層が天然林、または針広混交林である植栽地は、今回の調査対象から除いた。

災害前林層における林齢については、調査プロット内外に残存するスギまたはヒノキ伐採木の切株より、年輪数をカウントし、決定した。

調査プロットから母樹までの距離は、調査プロットの中心部から母樹となる広葉樹林までの距離を50mを基準とし、それぞれ3区分した(50m未満、50～100m未満、100m以上)。

III 結果と考察

1 風倒木跡地における植栽された広葉樹の追跡調査

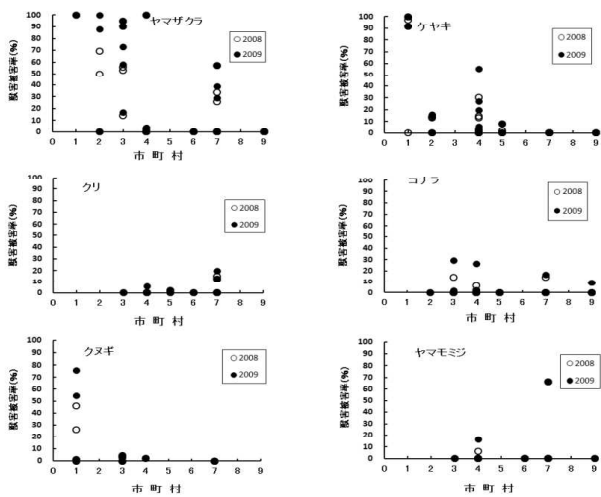
(1) 樹種別生育状況

2009年及び2010年調査分を集計した6樹種の健全率を解析した。風倒木跡地へ植栽後2～6年の段階で、クヌギの健全率は55.2%と一番低く、次いでケヤキの67.1%、ヤマザクラの69.0%、ヤマモミジの72.7%、クナ73.1%、コナラの77.7%の順となっていた(図-3)。

樹種別の枯損率は、クヌギが13.4%と最も高かったが、他の5樹種では、いずれも5%未満と低い水準で止まっていた。このことについて、ヤマザクラを除く広葉樹5樹種の苗木の根長を15、25cmにそれぞれ切断処理し、その後の樹高成長パターンを調査した結果、クヌギでは根長が25cmの方が樹高成長が良く、かつ苗長が大きくなるにしたがってこの傾向が強まることとともに、最も断根の影響を受けていると推察している(西山 1992)。

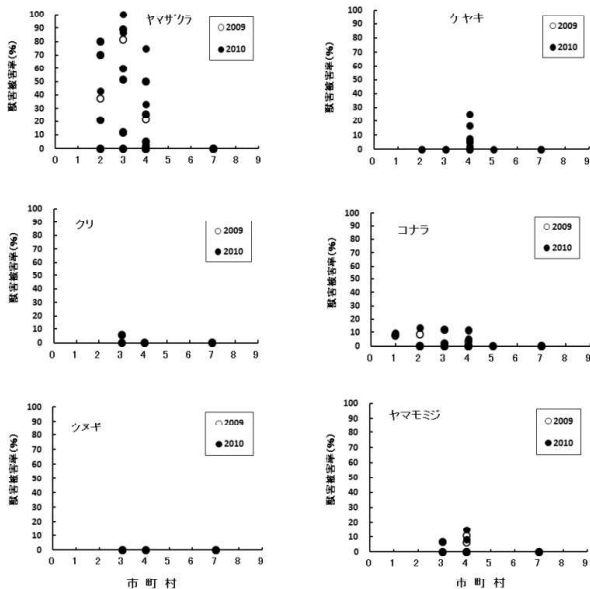
今回、風倒木跡地へ植栽された広葉樹6種の調査結果からも、クヌギで枯損率が高かったことについては、苗木の断根による影響が関係していると推察される。

台風第23号により、兵庫県内でも倒木被害等、甚大な被害が発生したが、その後、一部では広葉樹が植栽された。その結果では、整備後3年経過した時点で、ケヤキの生存率が67%に低下していたが、これは立地(尾根筋)がケヤキに不適であることが原因であると推察され



図一四 岡山県北部地域の市町村別獣害被害率(2008-2009)

注 市町村番号は次のとおりである。
 1:美作市 2:勝央町 3:奈義町 4:津山市 5:鏡野町
 6:美咲町 7:真庭市 8:新庄村 9:新見市



図一五 岡山県北部地域の市町村別獣害被害率(2009-2010)

注 市町村番号は次のとおりである。
 1:美作市 2:勝央町 3:奈義町 4:津山市 5:鏡野町
 6:美咲町 7:真庭市 8:新庄村 9:新見市

ている(兵庫県 2010)。この点について、今回、ケヤキの調査プロットでは、特に尾根部に植栽した事例がほとんど皆無であったことや、谷部及び中腹に植栽された場合、平均の枯損率は5%未満であったこと、最も枯損率が高い事例でも、整備後3年の時点で26.5%に止まっていたことから、立地と生存率の関係は現時点では不明である。

樹種別の誤伐率は、ヤマザクラが唯一6.5%と一桁台であったが、他の5樹種はいずれも10%以上を記録し、とりわけヤマモミジでは16.1%と最も高かった。ヤマザ

クラの場合、他の5樹種に比べ、山地植栽後のRGRが相対的に大きいこと、下刈による誤伐が少なかったのに対し、ヤマモミジでは、逆に山地植栽後のRGRが他の樹種に比べ小さいことが関係していると予想される。

樹種別の病虫害率は、6樹種ともに1%未満であった。このことについて、馬把ら(2010)は、熊本県内の4~20年生の広葉樹造林地において穿孔性害虫による被害実態を調査し、ケヤキではクワカミキリ、コウモリガ、クリ及びコナラでは、シロスジカミキリ、コウモリガ、サクラ類では、コスカシバ、コウモリガ、ヤマモミジではコウモリガの被害を確認したことを報告している。また橋詰ら(1987)は、11年生のケヤキ造林地を調べたところ、コウモリガが地際部を環状に食害し、枯死したものがあると報告している。ただし、今回の結果は、植栽後2~6年の範囲で、保育初期段階であることや、下刈処理区が全調査区の70%以上を占め、幼齢幼虫が寄生するヨモギやカヤ等の雑草(猪崎 1978)を刈り払うため、当被害がほとんど確認されなかったと考えられる。

獣害被害は、一部、ノウサギによる被害も認められたが、シカによる被害が大部分を占めていた。

樹種別では、ヤマザクラの獣害被害率は平均して20.0%と極めて高かった。調査箇所が樹種によりバラツキがあるため、同一試験区における樹種間での比較はできないが、シカの嗜好性として、ヤマザクラは特に食害されやすい樹種であることが予想される。この点について、上山(1985b)はシカの食餌植物とし好性との関係を調査し、ヤマザクラについて、クリやコナラと同様に、最も好性の高い樹種に分類しているのに対し、クヌギについては、上記樹種に比べ、嗜好性は低い樹種に分類している。今回の結果では、ヤマザクラについては、このことを裏付ける結果となったが、一方でヤマザクラ以外の樹種については、シカの嗜好性について、上山の指摘を裏付けるような顕著な傾向は認められなかった。

獣害被害についてさらに詳しく分析するため、2008年度調査設定箇所の場合と2009年度調査設定箇所について、それぞれ調査当年度と翌年度に調査した結果に基づき、獣害被害率を市町村別に区分した(図一四、図一五)。その結果、シカの生息範囲としては、美作市、勝央町、奈義町、津山市、及び真庭市内に及んでいると推定された。兵庫県北部では、シカによる食害被害が早くから報告されていたが(上山 1985a, 1985b)、今回、特に兵庫県境域の岡山県北東部エリア一帯、特に美作市でシカによる獣害被害が顕著であったことについては、元々、この地域に生息していた個体が増加したためか、もしくは兵庫県境域から岡山県側にシカが移動してきた結果によるものかは不明である。さらに美作市に隣接する勝央町や奈義町内でもシカによる獣害被害は確認されていたが、津山市内においても、シカによる食害被害が60%以

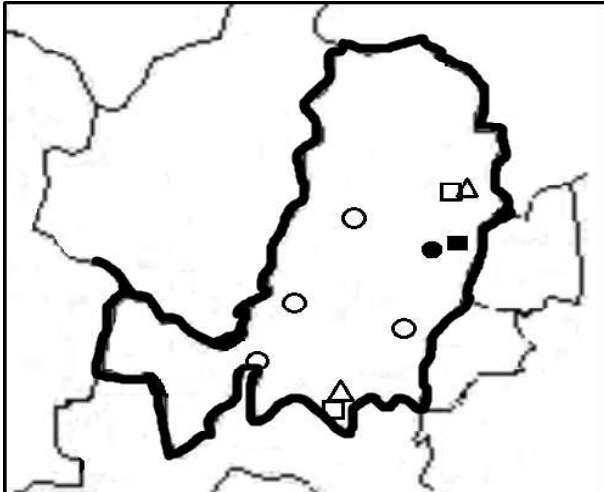


図-6 津山市内におけるヤマザクラのシカ被害
実態 (2009-2010)

注: 被害程度を次の5段階に区分

- : 1~20%未満 □ : 20%以上40%未満
 △ : 40%以上60%未満 ● : 60%以上80%未満
 ■ : 80%以上

上のエリアと20%未満のエリア, つまり食害被害の高いエリアと軽微なエリアは, 津山市の東半分と西半分ではほぼ分かれていた(図-6)。つまり, 津山市東部までは, シカの個体密度は既に高い水準にあることを示唆するものである。

一方, 鏡野町を挟んで, 真庭市の蒜山地域においても, 局所的ではあるが, 最大で, 植栽木の60%の被害が確認され, シカの個体数も増加中であることが推察された。

逆に, 蒜山地域以外の真庭市内や津山市に隣接する鏡野町におけるシカの被害は, 一部, 鏡野町内において10%程度確認された以外は, 全く被害が認められなかった。このことから, 真庭市の蒜山地域におけるシカの分布は, 美作市から津山市にかけての生息グループとは連続しておらず, 全く別の生息グループであろうと予想される。

造成された幼齢造林地においては, 造林木が生育するまでのおよそ20年前後にわたって草や低木が繁茂し, シカに大量の食物を供給することが知られている(奥村2011)。さらに再造林放棄地においてもシカによる食害により, 森林の回復が遅れている林地も確認されたことも報告されている(桑野ら2010)。今回, 台風第23号による風倒木被災地は, 復旧された被害地面積だけでも約4,600ha規模に達することから, 今後, 造林木も含め, シカの餌場となることが容易に想像される。

シカによる食害被害を軽減させるためには, 造林木の被害回避に向けた対策, たとえばポロネット等の農業資材を利用した防除対策(社団法人全国林業改良協会

2010)が必要となる。

(2) 年平均樹高成長率 (RGR)

樹種別のRGRは, 平均値で見ると, ヤマザクラが17.4%と最も高く, 以下, クリの16.0%, コナラ14.3%と続き, ケヤキが10.8%で最も低い傾向にあった(表-3)。ただし, この数値は, 樹種により植栽箇所が異なるため, その立地環境要因によって大きく変動することが予想される。そこで, 樹高成長を左右すると考えられる立地環境要因をそれぞれ調査プロットごとにカテゴリー区分し, 6樹種のRGRをそれぞれ予測することとした。

表-3 樹種別のRGR

樹種	標本数 (n)	平均値±標準偏差 (%)	最大値 (%)	最小値 (%)
ヤマザクラ	73	17.4±4.2	25.5	10.2
ケヤキ	65	10.8±5.5	30.6	2.3
クリ	22	16.0±2.5	23.9	4.3
コナラ	67	14.3±5.0	26.2	3.1
クヌギ	21	12.7±4.8	22.1	3.0
ヤマモミジ	21	11.1±4.0	19.9	3.2

立地環境要因及び樹種要因によるRGR予測式では, 6変数の場合, AIC値が最も低く, かつ決定係数は0.639であり, 1%水準で有意であった(表-4, -5)。

$$RGR(\%) = X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + C \dots (1)$$

- ただし, X1: 土壌型 X2: 標高
 X3: 斜面形 X4: 傾斜方向
 X5: 傾斜角 X6: 植生
 X7: 樹種 C: 定数

表-4 6樹種における各モデルのAIC値

モデルNo.	AIC値
1	1,425.20
2	1,423.98 † f
3	1,427.96 b
4	1,439.02 c
5	1,461.80 d
6	1,504.94 e
7	1,602.68 g

注1.モデルNo.1が7アイテムすべてを使用した場合で, 右端のアルファベットは一つ前のモデルから抜いたアイテムを, †は各群でAICが最小のものをそれぞれ表す

2. アイテムの略記号 a: 土壌型
 b: 標高 c: 斜面形 d: 傾斜方向
 e: 傾斜角 f: 植生 g: 樹種

表-5 AICによるモデル評価で変数を選択した場合の風倒木跡地に植栽された6樹種のRGR予測のためのカテゴリースコア

アイテム	カテゴリー	n	カテゴリースコア(%)	
			スコア	レンジ
土壌型	B _A ・B _B	130	-2.1	7.6
	B _(D) ・B _C	109	1.0	
	B _D	31	0.5	
標高(m)	0~250	111	0.7	1.2
	251~500	99	-0.5	
	501~	60	-0.3	
斜面形	尾根	78	-1.9	5.0
	中腹	148	0.1	
	谷部	44	3.1	
傾斜方向	N	90	0.9	1.6
	E	93	-0.3	
	S	42	-0.7	
	W	45	-0.6	
傾斜角(°)	0~15	93	1.4	2.9
	16~30	149	-0.6	
	30~45	20	1.5	
樹種	ヤマザクラ	74	2.9	6.3
	クヤキ	65	-3.4	
	クリ	22	1.0	
	コナラ	67	0.9	
	クヌギ	21	-0.6	
	ヤマモミジ	21	-3.0	
定数項			14.1	
R ²			0.639	

注. nはそのカテゴリーに属する調査地数を示す

各立地環境要因間の単相関は、土壌型と斜面形との間には、5%水準で相関が認められたが、それ以外の立地環境要因間では、いずれも相関は認められなかった(表-6)。

各アイテムとRGRとの偏相関は、樹種が0.598と最も高く、以下、土壌型の0.534、斜面形の0.402、傾斜角の0.296、傾斜方向の0.198と続き、標高が0.156と最も低かった(表-7)。

各アイテムのレンジは、土壌型が7.6と最も高く、以下、樹種の6.3、斜面形の5.0、傾斜角の2.9、傾斜方向の1.6と続き、標高が1.2と最も小さかった(表-7)。

数量化I類分析においては、予測式の良否は、アイテ

表-6 説明アイテム間の単相関

アイテム	変数-1	変数-2	変数-3	変数-4	変数-5	変数-6
変数-1		-0.324	0.439	-0.009	-0.070	-0.019
変数-2			-0.056	0.108	0.194	-0.034
変数-3	*			0.006	-0.053	0.045
変数-4					-0.023	0.027
変数-5						0.041
変数-6						

注1. 変数-1: 土壌型 変数-2: 標高 変数-3: 斜面形 変数-4: 傾斜方向
変数-5: 傾斜角 変数-6: 樹種

2. *は5%水準で有意であることを示す

ムの偏相関及びレンジの大小が同一パターンとなることが理想であるとされている(応用統計ハンドブック編集委員会編 1978)。今回の結果では、アイテムの偏相関とレンジの大小とは、必ずしも同一パターンとなっておらず、今後、この点についてはさらに検証を進めていく必要がある。

表-7 説明アイテムとRGRとの偏相関

アイテム	カテゴリースコアのレンジ(%)	偏相関
変数-1	7.6	0.534
変数-2	1.2	0.156
変数-3	5.0	0.402
変数-4	1.6	0.198
変数-5	2.9	0.296
変数-6	6.3	0.598

注. 変数-1: 土壌型 変数-2: 標高 変数-3: 斜面形
変数-4: 傾斜方向 変数-5: 傾斜角 変数-6: 樹種

植栽後の樹高成長については、樹齢40年生時の樹高、つまり地位指数について、スギの場合、標高、谷までの距離、傾斜、局所地形(凹凸)の4要因による組み合わせで最もよく説明できたとする報告がある(小田ら 2011)。同様に、ヒノキの地位指数については、立地区分、標高、地質、斜面形、傾斜方向、傾斜角度、土壌型及びA層厚の8要因を用いて予測することができるとする報告がある(岡山県林業試験場編 1980)。今後、モデルに用いる立地環境要因についてもさらに検討を加えていく予定である。

表-8 樹高成長予測に用いたカテゴリー

項目	種類		
	尾根部	中腹	谷部
土壌型	B _A ・B _B	B _(D) ・B _C	B _D
標高	501~	251~500	0~250
斜面形	尾根	中腹	谷部
傾斜方向	N	N	N
傾斜角	16~30	16~30	0~15

次に、植栽後、最大6年間の樹高成長を6樹種について予測することとした(表-8)。これは前述のRGR予測式で得られた各アイテムのカテゴリー数量を用いて、順次、経過年数ごとに、以下の関係式より逆算したものである。

$$H(n) = H_0 \cdot \exp(RGR \cdot n/100) \cdot \dots \quad (2)$$

ただし、H₀: 山地植栽時の苗高

H(n): 山地植栽後n年経過時の樹高

6年間の樹高成長では、6樹種とも、斜面形(尾根部、中腹、谷部)の違いにより、苗木を植栽した後の樹高成長に大きな差が生じることが明らかになった(図-7)。

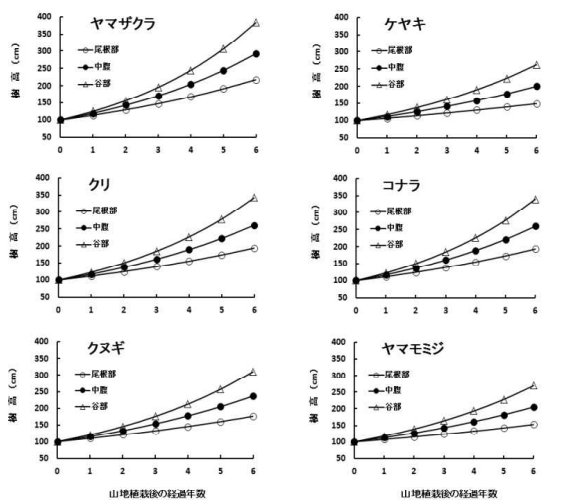


図-7 山地植栽後の樹高成長予測1

注. 山地植栽時の樹高は100cmとする

このうち、ヤマザクラは、6樹種の中では、谷部、中腹及び尾根部でも、樹高成長は最も良好であることが推測された。

調査対象とした6樹種のうち、ヤマモミジを除く5樹種については、将来、用材生産も想定した木材の価値が高い、いわゆる有用広葉樹（林業技術科学技術振興所1985）であると考えられる。ケヤキでは、樹高・肥大成長が大きい方が材の価値が高い（大阪営林局森林施業研究会1992）とされており、谷部やB₉型土壤への植栽が必要不可欠となる。この点からも、植栽予定地の樹高成長を事前に予測することは非常に重要となる。

今回得られたカテゴリー数量及びRGR予測式を用いることにより、植栽後、初期段階の樹高成長を、随時、予測でき、一方では、これに対応して下刈り年数を予測することが可能であることから、植栽前段階での植栽計画を策定する際の参考資料になると考えられる。

一般に植栽した広葉樹が一定の樹高サイズに達すれば、下刈り作業は不要となる。この高さをいくらに設定するかであるが、ササ類、ススキ、セイタカアワダチソウ、ヨウシユヤマゴボウの草高を考えた場合、植栽した個体の樹高が2m程度に到達すれば、これら

雑草による被圧の影響は極めて少ないと考えられる。樹高が2mに到達するまで下刈りを行うと考えた場合、前記(2)式により下刈り年数を試算すると、尾根部に植栽した場合、ヤマザクラでは約5年、クリ、コナラでは約6年であるのに対し、ケヤキでは約15年、中腹部でも約6年という結果となった。今回の下刈り年数の試算については、植栽時の苗長を100cmとして求めたが、樹高2.5~3.0mのヤマザクラの大苗植栽により、保育作業を極力省く方法も試験されている（竹内ら2011）。実際に植栽する苗の大きさについては、樹種の成長特性や植栽地における下草の繁茂状況等を把握した上で、植栽苗の大きさを樹種ごとに決定していく必要がある。

表-9 3樹種における各モデルのAIC値

モデルNo.	ヤマザクラ	ケヤキ	コナラ
1	355.32	341.83	335.06
2	354.95 † f	339.83 † f	333.14 f
3	356.26 e	340 b	331.91 † d
4	360.84 d	342.8 d	332.19 b
5	365.71 b	352.28 e	350.63 e
6	374.16 c	366.06 c	361.49 a

注1.モデルNo.1がすべてのアイテムを使用した場合で、右端のアルファベットは一つ前のモデルから抜いたアイテムを、†は各群でAICが最小のものをそれぞれ表す

2. アイテムの略記号 a: 土壤型 b: 標高 c: 斜面形 d: 傾斜方向 e: 傾斜角 f: 植生

藤堂（2011）は、コナラ植栽木と天然更新木について調査し、植栽木においても、20年以上経過すれば、天然更新木と同様の最大引き倒し抵抗力を持つことが確認され、植栽由来の林分であっても、天然更新林分と同様の風倒害や土石流に対する抵抗力を持つことを示唆している。このことは、植栽木を成林させることが極めて重要であることを意味しており、今回、得られた知見が活用できると考えられる。

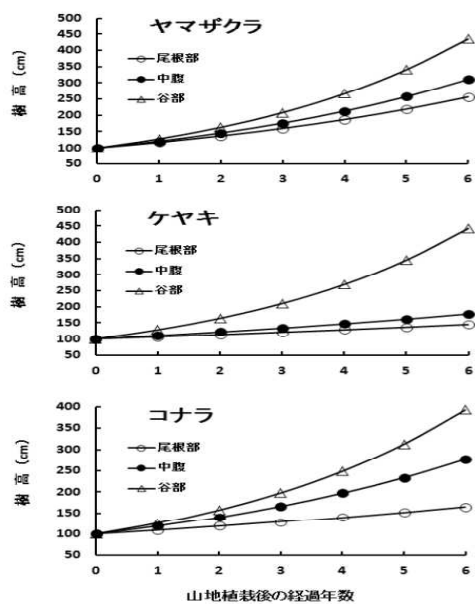
次に、樹種を要因数に含めず、同一植栽地での樹種間

表-10 AICによるモデル評価で変数を選択した場合の、風倒木跡地に植栽された3樹種のRGR予測のためのカテゴリースコア

アイテム	カテゴリー	ヤマザクラ		ケヤキ		コナラ				
		n	スコア	レンジ	n	スコア	レンジ			
土壤型 (X1)	B _A ・B _B	35	-2.3	6.3	30	-1.5	9.6	40	-1.6	4.1
	B _(a) ・B _c	30	1.3		27	-0.7		21	2.4	
	B _d	9	4.1		8	8.1		6	1.9	
標高 (X2)	0~250m	31	0.6	1.9	27	-0.1	1.6	33	0.5	3.1
	251~500m	29	-1.0		25	0.6		21	-0.5	
	501m~	14	0.9		13	-1.0		12	-2.6	
斜面形 (X3)	尾根	23	-1.2	3.5	19	-1.4	4.8	23	-3.5	8.8
	中腹	35	0.3		35	-0.4		36	1.1	
	谷部	16	2.3		11	3.5		8	5.3	
傾斜方向 (X4)	N	22	1.2	2.5	24	-0.1	3.3			
	E	27	0.1		19	-0.9				
	S	11	-1.4		9	2.3				
	W	14	-0.9		13	0.0				
傾斜角 (X5)	0~15°	28	0.6	2.0	19	1.9	6.4	23	1.7	5.0
	16~30°	38	-0.2		44	-0.6		37	-0.4	
	30°~	8	-1.4		2	-4.5		7	-3.5	
定数(C)		17.3		10.8		14.3				
R ²		0.623		0.702		0.680				

注1. nはそのカテゴリーに属する調査地点数を示す

2. 調査地点数はヤマザクラ74箇所、ケヤキ65箇所、コナラ67箇所である



図一八 山地植栽後の樹高成長予測2
注. 山地植栽時の樹高は100cmとする

の比較ではなく、樹種ごとに、最も適する立地環境要因を用いて、RGRをそれぞれ予測することとした。この結果、ヤマザクラでは、全6要因のうち、5要因を用いてRGRを予測した場合、決定係数が0.623で1%水準で有意であった(表-9, -10)。

各アイテムごとの偏相関は、土壌型が0.609と最も高く、以下、斜面形の0.404、傾斜方向の0.329、標高の0.308と続き、傾斜角は0.230で最も低かった。

一方、各アイテムごとのレンジは、土壌型が6.36、斜面形が3.48、傾斜方向が2.54、傾斜角が2.03と続き、標高が1.90で最も低かった(表-10)。この結果については、ほぼ偏相関の順位とほぼ連動していたが、一部、標高、傾斜角におけるレンジ値は、偏相関の数値と逆になっていた。

各アイテムごとの偏相関及びレンジの数値(順位)が連動していることが、予測モデルの良否判定を左右する一基準とも考えられることから、今後、さらに本予測モデルの精度向上に向け、改良等の検討を行っていく必要がある。

ケヤキも、ヤマザクラと同様に、アイテム数としては、周辺植生を除く5アイテムにより、RGR値を予測した場合、決定係数が0.623で1%水準で有意であった。

ケヤキの造林適地として、岩本ら(1985)は、斜面下部の谷筋が成長がよく、上部に移行するにしたがって悪い傾向がみられ、これは一般にケヤキが肥沃地で、透水性のよい立地で生育がよいと報告している。土壌型に関しては、従来のスギの適地に当たり、土壌型でいえばB₀型土壌の一部とB_e型土壌が該当し、スギの適地といわれ

る土地のおよそ20~30%程度の面積であろうと予想している(大阪営林局森林施業研究会 1992)。今回の結果でも、斜面形が尾根部のカテゴリースコアはマイナスであったのに対し、谷部ではプラスの値を示し、このことを裏付けていた。

また斜面方位について、尾花らは、宮城県下のケヤキ林の分布は南及び西方向に多く分布する傾向が認められると報告している(尾花ら 1982)。今回の結果でも、斜面方向が南向きではプラス値、西向きでは±0値であったのに対し、北向き及び東向きではともにマイナス値を示し、尾花らの指摘を裏付けていた。

コナラの場合、ヤマザクラ及びケヤキの最適アイテム数5より、傾斜方向を除く4アイテムにより、RGR値を予測した場合、決定係数が0.680で1%水準で有意であった。特に、スコアレンジは斜面形が最も大きく、次いで傾斜角、土壌型、標高の順となっており、土壌型のスコアレンジが最も大きかったヤマザクラ、ケヤキとは異なる結果となっていた。

3樹種について植栽後の樹高成長を予測した結果、植栽場所をそれぞれ谷部、中腹、尾根部とした場合、同一の立地環境要因を用いた樹高成長予測モデルと同様、ヤマザクラに比べ、ケヤキでは、谷部と中腹及び尾根部との間で、樹高成長の差は拡大する傾向がみられた(図-8)。このことは、ケヤキでは中腹及び尾根部に植栽すると、樹高成長は極めて不良となることを示唆している。

2 風倒木跡地における高木性樹種の侵入状況調査

下刈り処理区および無処理区にそれぞれ侵入している樹高1.2m以上の個体数は、それぞれ平均値で592.5本/ha、73.2本/haであり、両者の間には有意な差が認められた(t検定 p<0.01)。さらに、有用樹の個体数は、下刈り処理区と無処理区でそれぞれ122.1本/ha、38.0本/haとなっており、両者の間には有意な差が認められた(t検定 p<0.01)。このことは、下刈り処理により、一部の有用樹も他の木本類と同様、地上部を切断されていると推察される。下刈り時点で、有用な樹種は選択して残存することにより、将来的には、天然更新がよりスムーズに進行することが想定される。今後、下刈り作業においては、高木性の有用樹を中心に残していくことを施業の中に盛り込む必要があると考えられる。さらに、地域ごとに有用な樹種も異なってくると考えられることから、将来的に残していく樹種を予め特定しておくとともに、これを現場で判別できるような体制作りも必要である。

下刈り無処理区における樹種別出現頻度は、クリが調査プロットの半数近い47.5%で最も高く、次いでエゴノキの35.6%、ヤマザクラの30.5%、リョウブ・アカメガシワ・クロモジの各23.7%、コナラの20.3%と続いている。

表-11 調査地プロット別の出現頻度(樹高1.2m以上)

No	樹種	下刈無処理区			下刈処理区			
		出現 プロット数	出現頻度 (%)	出現順位	出現 プロット数	出現頻度 (%)	出現順位	
1	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i>	7	11.9	9	2	0.9	
2	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i>	1	1.7	1	0.4		
3	アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	14	23.7	4	3	1.3	
4	アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>			1	0.4		
5	アズキナシ	<i>Sorbus alnifolia</i>			2	0.9		
6	アラカシ	<i>Quercus glauca</i>	7	11.9	9	7	3.0	
7	イソノキ	<i>Rhamnus crenata</i>	8	13.6	8	15	6.4	5
8	イヌエンジュ	<i>Maackia amurensis</i>	1	1.7	3	1.3		
9	イヌシデ	<i>Carpinus tschonoskii</i>			1	0.4		
10	イロハモミジ	<i>Acer palmatum</i>	2	3.4	1	0.4		
11	ウラジロノキ	<i>Sorbus japonica</i>			1	0.4		
12	ウリカエデ	<i>Acer crataegifolium</i>			4	1.7		
13	ウワミズザクラ	<i>Prunus grayana</i>	5	8.5	14	4	1.7	
14	エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	21	35.6	2	17	7.3	4
15	エノキ	<i>Celtis sinensis</i>			2	0.9		
16	カナクギノキ	<i>Lindera erythrocarpa</i>	1	1.7				
17	ガマズミ	<i>Viburnum dilatatum</i>	1	1.7				
18	カマツカ	<i>Pourthiaea villosa</i>	4	6.8	21	2	0.9	
19	カラスザンショウ	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	6	10.2	11			
20	ガンビ	<i>Diplomorpha sikokiana</i>	1	1.7				
21	キハダ	<i>Phellodendron amurense</i>	2	3.4		2	0.9	
22	キブシ	<i>Stachyurus praecox</i>	6	10.2	11	8	3.4	
23	キリ	<i>Paulownia tomentosa</i>	2	3.4		7	3.0	
24	クサギ	<i>Clerodendrum trichotomum</i>	4	6.8	21	2	0.9	
25	クヌギ	<i>Quercus acutissima</i>	1	1.7		1	0.4	
26	クリ	<i>Gastanea crenata</i>	28	47.5	1	49	20.9	1
27	クロガネモチ	<i>Ilex rotunda</i>	1	1.7		3	1.3	
28	クロモジ	<i>Lindera umbellata</i>	14	23.7	4	3	1.3	
29	ケグワ	<i>Morus cathayana</i>	3	5.1	25	3	1.3	
30	ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i>	5	8.5	14	4	1.7	
31	コガクウツギ	<i>Hydrangea luteo-venosa</i>				1	0.4	
32	コシアブラ	<i>Eleutherococcus sciadophylloïd</i>	4	6.8	21	4	1.7	
33	コナラ	<i>Qercus serrata</i>	12	20.3	7	24	10.3	3
34	コバノガマズミ	<i>Viburnum erosum</i>	5	8.5	14	4	1.7	
35	コムラサキ	<i>Callicarpa dichotoma</i>	2	3.4				
36	コンズイ	<i>Euscaphis japonica</i>				1	0.4	
37	ライフリボウ	<i>Amelanchier asiatica</i>				1	0.4	
38	サカキ	<i>Cleyera japonica</i>				4	1.7	
39	シナノキ	<i>Tilia japonica</i>				1	0.4	
40	シラカシ	<i>Qercus myrsinaefolia</i>	3	5.1	25	3	1.3	
41	シロダモ	<i>Neolitsea sericea</i>	1	1.7				
42	スギ	<i>Cryptomeria japonica</i>	1	1.7		3	1.3	
43	スノキ	<i>Vaccinium amallii</i>				1	0.4	
44	ソヨゴ	<i>Ilex pedunculosa</i>	3	5.1	25	2	0.9	
45	タニウツギ	<i>Weigela hortensis</i>	5	8.5	14			
46	タムシバ	<i>Magnolia salicifolia</i>	2	3.4		2	0.9	
47	タラノキ	<i>Aralia elata</i>	5	8.5	14			
48	タンナサワフタギ	<i>Symplocos coreana</i>	1	1.7				
49	ツノハシバミ	<i>Corylus sieboldiana</i>	1	1.7		3	1.3	
50	ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i>				1	0.4	
51	ナナミノキ	<i>Ilex chinensis</i>	1	1.7				
52	ナラガシワ	<i>Qercus aliena</i>	2	3.4		1	0.4	
53	ヌルデ	<i>Rhus javanica</i>	5	8.5	14	1	0.4	
54	ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i>	1	1.7				
55	ネズミモチ	<i>Ligustrum japonicum</i>	1	1.7				
56	ネムノキ	<i>Albizia julibrissin</i>	2	3.4		1	0.4	
57	ハゼノキ	<i>Rhus succedanea</i>	1	1.7				
58	ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	3	5.1	25			
59	ヒノキ	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	5	8.5	14	6	2.6	
60	ホオノキ	<i>Magnolia hypoleuca</i>	3	5.1	25	12	5.1	6
61	ミズキ	<i>Cornus controversa</i>	4	6.8	21	4	1.7	
62	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	2	3.4		8	3.4	
63	ミツマタ	<i>Edgeworthia chrysantha</i>	1	1.7				
64	ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	6	10.2	11	2	0.9	
65	ヤブツバキ	<i>Camellia japonica</i>				1	0.4	
66	ヤブムラサキ	<i>Callicarpa mollis</i>	1	1.7				
67	ヤマウルシ	<i>Rhus trichocarpa</i>	3	5.1	25	1	0.4	
68	ヤマガキ	<i>Diospyros kaki var. sylvestris</i>	1	1.7		3	1.3	
69	ヤマダウ	<i>Morus bombycis</i>				2	0.9	
70	ヤマコウバシ	<i>Lindera glauca</i>	2	3.4		3	1.3	
71	ヤマザクラ	<i>Prunus jamasakura</i>	18	30.5	3	43	18.4	2
72	ヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i>	3	5.1	25	1	0.4	
73	リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>	14	23.7	4	1	0.4	

注1. 出現順位は出現頻度が5%以上の樹種のみ表示した

注2. 調査プロット数は、下刈無処理区59箇所、下刈処理区234箇所である

た(表-11)。

一方、下刈り処理区においては、クリが20.9%で最も高く、次いでヤマザクラの18.4%、コナラの10.3%と続いていたが、下刈り無処理区に比べ、3樹種の出現頻度は明らかに低下していた(表-11)。このことは、下刈り作業を数年間実施した場合、下刈りにより地上部を刈り払われた個体も、当初は萌芽再生しても、その後、さらなる刈り払いや雑草等による被圧により消失していくことを裏付けていると考えられる。風倒木跡地において苗木植栽を行う場合、当然、植栽された樹種に配慮しつつ、天然更新により侵入・定着した有用樹についても将来に亘り、林分構成樹種となるよう、できるだけ初期段階で下刈りによる誤伐を防ぐ対策が必要である。

表-12 天然更新における各モデルのAIC値

モデルNo.	全種	高木	陽性高木
1	905.70	823.14	822.04
2	904.43 b	821.14 h	820.19 h
3	903.06 e	820.48 c	819.18 g
4	902.74 † c	819.65 † e	818.42 c
5	903.65 d	820.47 b	817.86 e
6	904.14 f	820.88 g	817.49 † f
7	906.49 g	823.04 f	819.32 b
8	908.97 a	825.61 d	821.38 d
9	912.19 h	829.44 a	824.40 a

注1. モデルNo.1が9アイテムすべてを使用した場合で、右端のアルファベットは一つ前のモデルから抜いたアイテムを、†は各群でAICが最小のものをそれぞれ表す

2. アイテムの略記号は次のとおりである

a: 土壌型 b: 標高 c: 斜面形 d: 傾斜方向 e: 傾斜角
f: 草高 g: 災害前の樹種 h: 災害前の林齢
i: 広葉樹林からの距離

一方、島根県内では、陽性のタラノキ、アカメガシワ、カラスザンショウは、造林未済調査地において出現する種として報告されている

(山中 2010)。また山口県内の人工林伐採跡地では、アカメガシワは全ての伐採跡地で出現し、次いでネムノキが80%と続いていることを報告している(山田ら 2008)。今回、下刈り無処理区の樹種別出現頻度の結果では、タラノキは8.5%、アカメガシワは23.7%、カラスザンショウは10.2%、ネムノキ3.4%となっていた。前述のクリ、エゴノキ、ヤマザクラの出現頻度は、いずれもこれらの樹種よりはるかに高い出現頻度を示していたが、これが台風

被害発生後に侵入・定着したか、もしくは台風被害前に既にスギ・ヒノキ人工林内に定着していたかは不明であるが、台風被害発生後も、これらの樹種による天然更新が少しずつ進行していたことを示すものである。

天然更新の可否判定を行う場合、単位面積当たりの成立本数を、最低、どの程度に想定すればよいかということが問題になる。調査地内において、目安となる稚樹の高さが0.5~2mの場合を第Iステージ、同2~5mの場合を第IIステージにそれぞれ分類した場合、更新初期段階の第Iステージでは、ha当たり7,300本を更新完了の目安とする報告がなされている(独立行政法人森林総合研究所編 2010)。さらに、更新ステージが第IIステージでは、ha当たり1,870本となっている(独立行政法人森林総合研究所編 2010)。

一方、民有林における都道府県の更新基準を調査した事例では、その多くの場合、稚樹密度は2,000~5,000本、稚樹高は30cm以上に設定しているケースが多く、その上で、更新基準として、もっと大きい稚樹サイズにすべき指摘をおこなっている(田内 2011)。この点について、今回、調査プロット内の稚樹サイズが樹高1.2m以上の個体を対象としたが、このサイズであれば、更新ステージが第Iステージから第IIステージに向かう途中段階であり、かつ従来の稚樹サイズよりも大きいため、更新判定の精度は高まると考えられる。

調査時点で、台風第23号による風倒木被害から5年を経過していたが、今回の調査結果を更新ステージ第IIステージの1,870本/haと比較しても、下刈り無処理区ではほぼ1/3と極めて低い数値に止まっていることが明らか

表-13 AICによるモデル評価で変数を選択した場合の、スギ・ヒノキ人工林風倒木跡地に定着した樹木の各種群の個体密度予測のためのカテゴリースコア

アイテム	カテゴリー	n	全種(本/ha)		高木種(本/ha)		陽性高木種(本/ha)	
			スコア	レンジ	スコア	レンジ	スコア	レンジ
土壌型	B _A ・B _B	28	-15.9	935.0	25.2	482.2	13.1	402.2
	B _D (d)・B _C	29	74.7		7.2		14.1	
	B _D	2	-860.3		-457.0		-388.0	
標高(m)	0~250	29			-22.8	134.1	6.9	172.0
	251~500	16			84.6		73.6	
	501~750	14			-49.5		-98.4	
傾斜角(°)	0~15	18						
	16~30	26						
	31~45	15						
斜面形	尾根部	18						
	中腹	34						
	谷部	7						
斜面方位	N	24	-117.5	326.1	-92.5	226.9	-41.0	212.6
	E	16	-10.1		0.3		-29.8	
	S	14	208.6		134.4		42.2	
	W	5	12.2		66.6		173.6	
草高(cm)	0~50	20	-134.5	270.0	-80.7	166.6		
	51~100	10	-123.7		-82.5			
	101~150	29	135.5		84.1			
林種(被災前)	スギ	9	-420.4	496.1	-130.4	153.9		
	ヒノキ	50	75.7		23.5			
林齢(年)	21~40	33	-115.8	262.9				
	41~60	26	147.0					
広葉樹林からの距離(m)	0~50	23	434.0	988.4	209.5	430.1	190.0	382.9
	51~10	22	-101.0		-78.7		-76.5	
	101~150	14	-554.4		-220.5		-191.9	
定数項			566.3		258.6		225.0	
R ²			0.473 *		0.476 *		0.402 *	

注1. nはそのカテゴリーに属する調査地点数

2. *は5%水準で有意であることを示す

になった。

一般に、更新完了を判定する際の基準本数は、台風による風倒木跡地を調査対象とはしておらず、皆伐跡地が中心である。今回の風倒木跡地においては、地表部は、風倒木による根返りや、風倒木跡地整理に伴い、風倒木の伐採、林外への搬出が行われ、運搬車両による地表部の転圧や攪乱も発生している。このことから、皆伐跡地に比べ、更新はさらに難しい状況下にあると想定される。今回の結果から、既値に比べても明らかに低い数値に止まっていたこともこれを裏付けていると考えられる。

下刈無処理区で、樹高1.2m以上の個体数について、立地環境要因（9要因）を用いて数量化I類分析により、予測することを試みた。その結果、土壌型、傾斜方向、草高、災害前の樹種、広葉樹林からの距離、災害前の林齢の6要因の場合、予測式のAIC値が最も低く、5%水準で有意であることが示唆された（表-12、-13）。特に、アイテムとしては、広葉樹林からの距離との偏相関が0.631と最も高く、以下、災害前の林層が0.347、土壌型が0.317と続いていた。アイテムのレンジは、母樹までの距離が964.1と圧倒的に大きく、次いで土壌型の854.2、災害前の林層の517.9と続いていた。

以上の点から、アイテムごとのレンジ及び偏相関の数値は、その大小が同一傾向には必ずしもなっておらず、今後、データの更新等により、さらに当該予測式の検証を進めていく必要がある。

アイテム間のカテゴリー数量としては、高木性広葉樹稚樹数について、地形要因、気象要因、過去の施業履歴など各種要因との関係を常緑樹と落葉樹に分けて解析したところ、広葉樹林からの距離は近い方、上層木はスギ林よりヒノキ林の方、林齢は若齢より高齢の方がそれぞれ稚樹数が大きいという結果となっている（三重県科学技術振興センター編 2008、独立行政法人森林総合研究所編 2010）。

今回の結果では、広葉樹林からの距離、上層木の樹種、林齢については、いずれも、同一傾向がみられた。台風被害発生後、実際に風倒木跡地で確認された個体は、常緑樹より圧倒的に落葉樹が多く、皆伐後に主に先駆的に侵入する陽樹（カラスザンショウ、アカメガシワ）の割合が低いこと、台風被害発生後数年しか経過していないことから台風被害発生前段階から林床に定着していたと推察される。さらに高齢級林分における下層植生の種組成について調査した結果でも、クロモジの出現頻度は、スギ高齢林で31%、ヒノキ高齢林で43%、エゴノキの出現頻度は、ヒノキ高齢林に偏り、21%と高かったが（西山 2002）、今回、風倒木跡地においても、クロモジ、エゴノキの出現頻度はそれぞれ23.4、35.6%と相対的に高く、台風被害前から、スギ・ヒノキ人工林に侵入・定着していた種であると予想される。

一方、標高及び斜面の傾斜については、既報告（三重県科学技術振興センター編 2008、独立行政法人森林総合研究所編 2010）の中で、常緑樹では標高が低い方、落葉樹は標高が高い方、斜面の傾斜は緩いより急の方がそれぞれ稚樹数が多いとしている。今回、標高及び斜面の傾斜については、要因数減少法により要因を絞り込む段階で、偏相関係数が低く、元の要因から削除された。本調査結果では、標高及び斜面の傾斜は稚樹の発生には大きく作用していないという結論に達した。

さらに、人工林と皆伐地で広葉樹の定着に影響する要因は大きく異なることが指摘されている（齋藤ら 2006）。この中で、斜面方位と標高は、人工林の陽性高木種の密度予測モデルにおいては有効なアイテムとしては残らなかったのに対し、皆伐地では皆伐後の経過年数について大きいレンジを示したと報告されている。今回の結果でも、斜面方位と標高は、陽性高木種の密度予測モデルにおいては有効なアイテムとして残っていた。

風倒木跡地に定着している樹木については、風倒木被害発生後に侵入した個体より、むしろ風倒木被害前のスギ・ヒノキ人工林であった当時、既に林床に定着していた個体が大部分であると推察されることから、人工林に定着していたケースが今回の結果に当てはまると考えられる。人工林の陽性高木種の密度予測モデルにおいては、レンジの大小で並べると、有効なアイテムとしては、林齢、斜面の傾斜角、天然林からの距離、樹種、植栽密度の順となっているという報告があるが（齋藤ら 2006）、今回の結果では、レンジの大小で並べると、天然林までの距離、土壌型、樹種、斜面の傾斜方向、草高、林齢の順となっている。両者を比較すると、有効なアイテムの中に共通してみられるアイテムとしては、天然林からの距離、樹種、林齢のみであり、かつ有効なアイテムの順は一致していなかった。

これまでにも、スギ人工林においては、定着する高木性樹種の優占度は低く（小谷・高田 1999）、その定着には隣接した母樹が欠かせない（谷口ら 1999）とする事例が報告されている。今回の結果でも、最も有効なアイテムとして、天然林からの距離が選択され、これを裏付ける結果となった。これに関連し、スギ伐採跡地の更新については、種子供給源を確保すること、スギ林では伐採以前の段階で広葉樹を更新させ、スギ林内に広葉樹密度を高めておく必要があることを指摘している（和田 2008）。

今後、新たに侵入する種とともに、現在、樹高が1.2mよりも小さい個体が伸長していくことも考えられることから、さらに一定期間ごとの更新状況を継続して調査していく必要があると考えられる。

IV おわりに

本研究は、2004年10月に岡山県北部で発生した台風第23号による風倒木被害に対し、激甚災害の指定を受け、早期に災害復旧を進めるとともに、改めて災害に強い森づくりを目指し、風倒木跡地に広葉樹が積極的に植栽されたことに起因する。当研究機関では、植栽された広葉樹について、3カ年間、追跡調査を行い、まず造林木の活着状況、生育状況を明らかにするとともに、そこから、植栽適地の判定や植栽木の樹高成長予測等、新たな知見を得たところである。ただし、調査期間からすれば、植栽後、まず第Ⅰ生育ステージにおける結果に止まっており、施業技術に係る考察までには至っていない。このことについては、今回、設定した調査プロット（固定プロット）を活用し、今後、中長期計画の中で、時系列変化を追跡して調査することにより、費用対効果も含め、造林樹種による森林造成や天然更新の可否判定等、施業技術について、より詳細な分析が可能になると考えられる。

最後に、今回の研究成果が今後の岡山県の林務行政、とりわけ災害に強い森づくりを推進していく上で、少しでも活用されれば光栄である。

参考文献

- 独立行政法人森林総合研究所編（2010）広葉樹樹林化ハンドブック2010：35pp.
- 独立行政法人森林総合研究所四国支所編（2010）間伐手遅れの過密林分のための強度間伐施業のポイント：20pp.
- 橋詰隼人（1986）ケヤキの天然更新に関する研究（Ⅱ）日原営林署中内谷国有林における稚樹の発生と消長について。日林関西支講37：161-164.
- 橋詰隼人・古川郁夫・作野友康・大森裕司（1987）ケヤキの利用材積と材質について。広葉樹研究4. 鳥大農学部広葉樹開発実験室：23-37.
- 兵庫県（2010）災害に強い森づくり事業検証報告書2010：87pp.
- 兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター編（2007）平成16年台風23号等による森林被害（風倒木）復旧事業の検証：88pp.
- 岩本硬司・徳田元彦（1985）ケヤキ造林地の施業について。日林関西支講36：161-164.
- 諫本信義・高宮立身（1992）1991年9月、台風19号により発生した森林被害の要因解析。森林立地34：98-105.
- 猪崎政敏（1978）クリ栽培の理論と実際。738pp, 博友社, 東京.
- 小谷二郎・高田兼太（1999）スギ人工林の林床での広葉樹の侵入および優占様式。石川県林試研報30：1-10.
- 「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム（2010）「広葉樹林化ハンドブック2010ー人工林を広葉樹林へと誘導するためにー」：36pp.
- 桑野泰光・佐々木重行・廣田篤彦・猪上信義（2010）福岡県における再造林放棄地の実態把握。福岡県森林研報11：11-15.
- 三重県科学技術振興センター編（2008）「三重県における針広混交林化施業のポイント」。三重県科学技術振興センター：12pp.
- 西山嘉寛（1992）根の切断処理が樹高成長に及ぼす影響。日林関西支論1：165-167.
- 西山嘉寛（2002）長伐期施業に対応する森林管理技術の研究ー高齢林内における下層植生の現存量の推定及び林分収穫予想表の作成ー。岡林試研報18：33-66.
- 西山嘉寛（2009）台風被害跡地における広葉樹の植栽について（Ⅰ）ー樹高成長量に基づく生育良否の判定ー。第60回日本森林学会関西支部日本森林技術協会関西・四国支部連合会合同大会研究発表要旨集：44.
- 西山嘉寛（2010）台風被害跡地における広葉樹の植栽について（Ⅱ）ー2樹種における植栽適地の判定ー。第61回日本森林学会関西支部日本森林技術協会関西・四国支部連合会合同大会研究発表要旨集：68.
- 尾花健喜智・勝又俊彦（1982）特用広葉樹林の適地判定のための基礎調査。宮城県林試業報15：20-21.
- 小田三保・世見淳一（2011）立地環境に適した森林経営に関する研究, 宮崎県林技セ業報42：4-5.
- 岡山県農林水産部（2010）岡山県の森林・林業：103pp
- 岡山県農林部林政課（1986）岡山県樹木目録：82pp.
- 岡山県農林水産部林政課・治山課・組合指導課（2010）岡山県森林・林業統計：110pp.
- 岡山県林業試験場編（1969a）岡山県適地適木調査報告書（苫田北部地区）15：79pp.
- 岡山県林業試験場編（1969b）岡山県適地適木調査報告書（英田・勝田北部地区）15：79pp.
- 岡山県林業試験場編（1969c）岡山県適地適木調査報告書（真庭北部地区）15：39pp.
- 岡山県林業試験場編（1970）岡山県適地適木調査報告書（阿哲東部新見地区）16：48pp.
- 岡山県林業試験場編（1971a）岡山県適地適木調査報告書（阿哲西部地区）16：38pp.
- 岡山県林業試験場編（1971b）岡山県適地適木調査報告書（真庭中北部地区 真庭中南部地区 真庭南部・上房北部地区）17：90pp.
- 岡山県林業試験場編（1972）岡山県適地適木調査報告書（苫田西部 津山地区 久米地区 英田 勝田南部地区）18：171pp.
- 岡山県林業試験場編（1980）岡山県の林野土壌。141pp.
- 奥村栄朗（2011）ニホンジカの増加と生物多様性の危機。森林総研四国支所報15：6-7.
- 大阪営林局森林施業研究会（1992）ケヤキ林の育成法。104pp, 大阪営林局森林施業研究会, 大阪府.

- 応用統計ハンドブック編集委員会編（1978）応用統計ハンドブック. 827pp, 養賢堂, 東京.
- 林野庁編（2003）図説森林・林業白書. 284pp, 全国林業改良普及協会, 東京.
- 林野庁編（2010）平成22年版「森林・林業白書」. 145pp, 全国林業改良普及協会, 東京.
- 林業技術科学技術振興所（1985）有用広葉樹の知識－育て方と使いかた－. 514pp, 林業技術科学技術振興所, 東京.
- 齋藤哲・小南陽亮・永松大・佐藤保・大谷達也（2004）暖温帯のスギ人工林内における広葉樹の混交状態. 九州森林応用研究57：83-86.
- 齋藤哲・猪上信義・野田亮・山田康裕・佐保公隆・高宮立身・横尾謙一郎・小南陽亮・永松大・佐藤保・梶本卓也（2006）九州における針葉樹人工林および皆伐後再造林未済地に定着した樹木の本数密度の予測. 日林誌88(6)：482-488.
- 竹内忠義・金澤好一（2011）伐採跡地における広葉樹植栽. 群馬県林試研報16：51-58.
- 谷口真吾・長谷川清人・高橋徹・高山勉（1999）雪害を受けた被害林の修復技術の開発（Ⅰ）－雪害林の林孔に出現した植生種の多様性と植栽木の成長. 兵庫森林技研報47：28-36.
- 田内裕之（2011）広葉樹林化技術開発への取り組み. 日林北支論59：1-2.
- 藤堂千景（2011）コナラ植栽木と天然更新木の土石流等に対する抵抗力. 公立林試成果集No. 8：25-26.
- 上山泰代（1985a）シカの被害防除に関する試験（Ⅱ）－ヒノキ造林地における被害防除－. 日林関西支講36：267-270.
- 上山泰代（1985b）シカの被害防除に関する試験（Ⅳ）－シカの食餌植物とそのし好性－. 日林関西支講36：275-278.
- 馬把正美・津々見英樹（2010）広葉樹造林地に発生する害虫被害実態調査（H18～20）. 熊本林研報36：13-24.
- 和田覚（2008）スギ伐採跡地の森林更新技術に関する研究. 秋田県森技研報18：1-14.
- 山田隆信・佐渡靖紀（2008）公益的機能維持のためのスギ・ヒノキ人工林伐採跡地対策指針の確立－人工林伐採跡地の更新阻害要因の解明及び更新予測－. 山口林指セ平成18年度研究年報：5-11.
- 山中啓介（2010）島根県における人工林伐採跡地の更新に関する研究. 第43回林業技術シンポジウム全国林業試験研究機関協議会：22-27.
- 吉田茂二郎・伊藤哲（2009）再造林放棄地の森林再生と公益的機能評価. 森林技術No. 806：18-19.

付表 調査で出現した樹種とその生活型および性質

種名	高木種	陽性高木種	林冠優占種	亜高木種	種名	高木種	陽性高木種	林冠優占種	亜高木種
アオキ	<i>Aucuba japonica</i>				ダイセンヤナギ	<i>Salix sieboldiana</i>			
アオダモ	<i>Fraxinus lanuginosa</i>	○			タノヲツギ	<i>Podapanax innovans</i>			○
アオツツフソシ	<i>Coccoloba eriobrus</i>				タマシバ	<i>Smilax nipponica</i>			
アオハダ	<i>Ilex macrospora</i>		○		タノサワフタギ	<i>Waigela hortensis</i>			
アルハシ	<i>Quercus acuta</i>				タマシバ	<i>Magnolia salicifolia</i>		○	
アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i>	○	○		タノキ	<i>Aralia alata</i>			
アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>	○	○		ダンコウバイ	<i>Lindera obtusifolia</i>			○
アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	○	○		ダンノサワフタギ	<i>Symplocos coreana</i>			○
アキグミ	<i>Elaeagnus umbellata</i>				タンノキ	<i>Camellia sinensis</i>			
アズキナシ	<i>Aria alnifolia</i>	○			ツタ	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>			
アセビ	<i>Pteris japonicus</i>				ツタウルン	<i>Rhus ambigua</i>			
アベマキ	<i>Quercus variabilis</i>	○	○	○	ツツバフジ	<i>Sinomenium acutum</i>			
アラカシ	<i>Quercus glauca</i>			○	ツノハシバミ	<i>Corylus sieboldiana</i>			
アヲフキ	<i>Meliosma myriantha</i>	○			ツリバナ	<i>Euonymus oxyphyllus</i>			
イソノキ	<i>Rhamnus crenata</i>				ツルシキミ	<i>Skimmia repens</i>			
イタビズラ	<i>Ficus nippnica</i>				ツルニ子ニ子ソウ	<i>Vitica major</i>			
イタヤカマデ	<i>Acer pictum</i>	○			ツバカマデ	<i>Trachelospermum asiaticum</i>			
イヌエンジュ	<i>Maackia amurensis</i>	○			ナガバモミシイチゴ	<i>Rubus palmatus</i>			
イヌヤ	<i>Cephalotaxu harringtonia</i>				ナウハゼ	<i>Vaccinium othlamu</i>			
イヌザンショウ	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>				ナミキノキ	<i>Ilex chinensis</i>			○
イヌツグ	<i>Ilex crenata</i>	○			ナラガシワ	<i>Quercus alina</i>	○	○	
イロハモミジ	<i>Acer palmatum</i>	○			ナラシログミ	<i>Elaeagnus pungens</i>			
イワガラミ	<i>Schizophragma hydrangeoides</i>				ナンテン	<i>Nandina domestica</i>			
ウグイスカグラ	<i>Lonicera gracilipes</i>				ニガイチゴ	<i>Rubus microphyllus</i>			
ウツギ	<i>Deutzia crenata</i>				ニガキ	<i>Picrasma quassioides</i>			○
ウラジロノキ	<i>Aria japonica</i>	○	○		ニシキギ	<i>Euonymus alatus</i>			
ウリカエデ	<i>Acer crataegifolium</i>			○	ニワウルシ	<i>Ailanthus altissima</i>			
ウリハダカエデ	<i>Acer rutinerve</i>			○	ニワトコ	<i>Sambucus racemosa</i>			
ウツミズザクラ	<i>Padus grayana</i>	○	○		スルデ	<i>Rhus javanica</i>			○
エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>			○	ネズキ	<i>Lyonia ovalifolia</i>			○
エノキ	<i>Celtis sinensis</i>	○			ネズモチ	<i>Ligustrum japonicum</i>			○
エビガライチゴ	<i>Rubus phoenicolasius</i>				ネムノキ	<i>Albizia julibrissin</i>	○	○	
エビズル	<i>Vitis ficifolia</i>				ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i>			
オオカメノキ	<i>Viburnum furcatum Blume</i>				ノドツグ	<i>Appelopsis glandulosa</i>			
オオバヤシヤブシ	<i>Alnus sieboldiana</i>	○	○		ハイヌガヤ	<i>Cephalotaxu harringtonia</i>			○
オトコヨウゾメ	<i>Viburnum phlebotrichum</i>	○	○		ハゼノキ	<i>Rhus succedanea</i>	○	○	
オニグルミ	<i>Juglans mandshurica</i>	○	○		ハシバミ	<i>Corylus heterophylla</i>			○
カキノキ	<i>Diospyros kaki</i>				ハナイカダ	<i>Helwingia japonica</i>			
カクレミノ	<i>Dendropanax trifidus</i>			○	ハリエンジュ	<i>Robinia pseudoacacia</i>			
カシノキ	<i>Broussonetia papyrifera</i>				ヒライキ	<i>Osmanthus heterophyllus</i>			
カシワ	<i>Quercus dentata</i>	○	○	○	ヒツカキ	<i>Eurya japonica</i>			○
カワツ	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	○			ヒメキ	<i>Chamaecyparis obtusa</i>			
カナクキノキ	<i>Lindera erythrocarpa</i>	○			ヒメコウゾ	<i>Broussonetia kazinoki</i>			
カマズミ	<i>Viburnum dilatatum</i>				ヒメノコ	<i>Dioscorea tenuipes</i>			
カマツカ	<i>Pourthiaea villosa</i>				フツ	<i>Wisteria floribunda</i>			
カヤ	<i>Torreya nucifera</i>				フツクソウ	<i>Pachysandra terminalis</i>			
カラスザンショウ	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	○	○		フユイチゴ	<i>Rubus buergeri</i>			
カンゼ	<i>Diplomazapha sikokiana</i>				ホトトギス	<i>Magnolia hypoleuca</i>		○	
キウイ	<i>Actinidia chinensis</i>				マタタビ	<i>Actinidia polygama</i>			
キハダ	<i>Pithecolobium unguiculatum</i>	○	○		マルバオオダマシ	<i>Castanus sieboldiana</i>		○	
キツタ	<i>Hedera rhombica</i>				ミズキ	<i>Swida controversa</i>	○	○	
キツバ	<i>Stachyurus praecox</i>				ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>			○
キツバ	<i>Paulownia tomentosa</i>	○	○		ミズメ	<i>Betula grossa</i>		○	
キンギンボク	<i>Lonicera morrowii</i>				ミンデカエデ	<i>Acer sieboldianum</i>			
クサイチゴ	<i>Rubus hirsutus</i>				ミツバアケビ	<i>Akebia trifoliata</i>			
クサギ	<i>Clorodendron trichotomum</i>			○	ミツマタ	<i>Edgeworthia chrysantha</i>			
クヌギ	<i>Quercus acutissima</i>	○	○	○	ミヤマガマズミ	<i>Viburnum wrightii</i>			
クマイチゴ	<i>Rubus hirsutus</i>				ミヤマハハコ	<i>Melicope tenuis</i>			
クマンチ	<i>Carpinus japonica</i>	○	○		ミヤマコノハシ	<i>Rubus subcrataegifolius</i>			
クマノミズキ	<i>Swida macrophylla</i>	○	○		ミヤマフユイチゴ	<i>Rubus hakonensis</i>			
クワ	<i>Castanea crenata</i>	○	○	○	クノノキ	<i>Aphananthe aspera</i>		○	
クワモジ	<i>Lindera umbellata</i>				ムベ	<i>Stauntonia hexaphylla</i>			
クダマ	<i>Morus cathayana</i>	○	○		ムラサキシキブ	<i>Calliandra japonica</i>			
クヤマハンノキ	<i>Alnus hirsuta</i>	○	○		モッコウ	<i>Ternstroemia gymnanthera</i>			○
クヤマキ	<i>Zelkova serrata</i>	○			ヤブコウジ	<i>Ardisia japonica</i>			
クヤマウコギ	<i>Eleutherococcus divaricatus</i>				ヤブツバキ	<i>Camellia japonica</i>			○
クサジサイ	<i>Hydrangea hirta</i>				ヤブデマリ	<i>Viburnum plicatum</i>			
クソフ	<i>Broussonetia kazinoki</i>				ヤブニッケイ	<i>Cinnamomum tenuifolium</i>			○
クサボウキ	<i>Pertya scandens</i>				ヤマラサキ	<i>Callicarpa mollis</i>			
クガクツギ	<i>Hydrangea luteo-venosa</i>				ヤマアジサイ	<i>Hydrangea serrata</i>			
クシアブラ	<i>Eleutherococcus sciadophyllo</i>	○	○		ヤマウコギ	<i>Eleutherococcus spinosus</i>			
クツバネウツギ	<i>Abelia serrata</i>	○	○	○	ヤマウルシ	<i>Rhus trichocarpa</i>			○
クナラ	<i>Quercus serrata</i>	○	○	○	ヤマガキ	<i>Diospyros kaki</i>			
クハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i>	○			ヤマグワ	<i>Lindera glauca</i>		○	
クハノガマズミ	<i>Viburnum erosum</i>				ヤマコウバシ	<i>Lindera glauca</i>			
クハノツバツツジ	<i>Rhododendron reticulatum</i>				ヤマザクラ	<i>Cerasus jamasakura</i>		○	
クハノノキ	<i>Rhytidophyllum flexuosus</i>				ヤマツツジ	<i>Rhododendron kaempferi</i>			
クハシ	<i>Magnolia kobus</i>	○			ヤマノイモ	<i>Dioscorea japonica</i>			
コマギ	<i>Viburnum sieboldi</i>				ヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i>			
コメカエデ	<i>Acer micranthum</i>	○			ヤマハギ	<i>Rhus sylvestris</i>			
コムツキ	<i>Calliandra japonica</i>				ヤマハギ	<i>Kerria japonica</i>			
ゴヨウアケビ	<i>Akebia pentaphylla</i>				ヤマフジ	<i>Wisteria barachybotrys</i>			
ゴンズイ	<i>Euscaphis japonica</i>			○	ヤマボウシ	<i>Benthamedia japonica</i>			○
サカキ	<i>Cleyera japonica</i>			○	ヤマモミジ	<i>Acer amoenum</i>		○	
サルトリイバラ	<i>Smilax china</i>				エズリハ	<i>Daphniphyllum macropodum</i>			○
サルナシ	<i>Actinidia arguta</i>				リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>			○
サワフタギ	<i>Symplocos sawawuugi</i>				リンボク	<i>Prunus spinulosa</i>			○
サンショウ	<i>Zanthoxylum piperitum</i>								
シキミ	<i>Illicium anisatum</i>			○					
シナノキ	<i>Tilia japonica</i>	○		○					
シラカシ	<i>Quercus myrsinifolia</i>	○							
シラキ	<i>Neoshakia japonica</i>								
シロダモ	<i>Neolitsea sericea</i>			○					
スイカズラ	<i>Lonicera japonica</i>								
スギ	<i>Cryptomeria japonica</i>	○	○	○					
スノキ	<i>Vaccinium samlii</i>								
センリョウ	<i>Sarcandra glabra</i>								
ソヨゴ	<i>Ilex pedunculosa</i>			○					
合計種数		185							