

森林生態系多様性基礎調査プロットデータを用いた
富山県民有林の森林資源解析

中島 春樹

Forest resource analysis of private forests in Toyama Prefecture,
Japan, using National Forest Inventory plot data

Haruki NAKAJIMA

富山県農林水産総合技術センター
森林研究所研究報告

No.12 令和2年3月31日 発行

Reprinted from

BULLETIN

OF

THE TOYAMA FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

No.12 2020.3

【論文】

森林生態系多様性基礎調査プロットデータを用いた 富山県民有林の森林資源解析

中島 春樹

Forest resource analysis of private forests in Toyama Prefecture, Japan, using National Forest Inventory plot data

Haruki NAKAJIMA

森林生態系多様性基礎調査の113プロットのデータを用いて、ナラ枯れ多発前（ナラ枯れ前；1999～2003年調査）と後（ナラ枯れ後；2012～2015年調査）の富山県民有林の森林資源解析を行った。ナラ枯れ後の民有林総材積の推定値は45,519千 m^3 （95%信頼区間±6,974千 m^3 ）で、人工林が54%、天然林が46%を占めた。ナラ枯れ前から後の年材積成長量は人工林449千 m^3/yr 、天然林120千 m^3/yr と推定された。材積と成長量の推定値は、森林簿の集計値に対し115～128%の値であり、森林簿の収穫表は材積成長を過小評価していることが示唆された。人工林ではスギが材積の90%近くを占めた。天然林では、ナラ枯れ前はミズナラ、ブナ、コナラの順に材積占有率が高かったが、ナラ枯れ後はブナ、コナラ、ミズナラの順となり、ミズナラの材積は56%減少した。林分材積の平均値は、人工林で478 m^3/ha 、天然林で191 m^3/ha 、林分材積成長量の平均値は、スギ人工林で8.02 $m^3/ha/yr$ 、コナラ天然林で2.81 $m^3/ha/yr$ だった。森林資源の基礎情報として、樹種別の資源量、標高分布、出現頻度を示した。

キーワード：森林簿・樹種別資源量・ナラ枯れ・森林生態系多様性基礎調査・森林資源モニタリング調査

1. はじめに

国や都道府県といった広域レベルにおいて森林の利用や管理の方針を検討する際には、森林の資源量とその変動について、人工林・天然林別や樹種別に把握しておく必要がある。これらの値として、森林統計（林野庁 2019；富山県農林水産部 2019）や森林計画（富山県 2018）に森林簿データを積み上げた値が掲載されている。しかし、森林簿には精度に対する懸念や情報の不足があることが指摘されている（白石 1999）。森林簿では収穫表に基づいて林分材積や成長量を画一的に算出しているが、高齢級の成長量が過小に設定された収穫表を適用したり、地位区分を不適切に適用したりすることが精度低下の要因となっている（白石 1999）。富山県の森林に関して述べ

ば、民有林の立木地面積の約7割は天然林であり（中島・小林 2014；富山県農林水産部 2019）、全国的にみても天然林の多い都道府県であるにも関わらず、森林簿では広葉樹天然林についてはブナ、クヌギ、その他の区分しかされておらず、樹種に関する情報が著しく不足している。また、富山県ではナラ枯れが2004年から2011年にかけて多発したが（図-1；富山県農林水産部 2019）、このような森林被害による資源量の減少は森林簿に反映されない。従って、森林簿に基づく資源量の集計値は、検証や補完を行っていく必要がある。そして、これには森林生態系多様性基礎調査のプロットデータを用いることができる。

森林生態系多様性基礎調査（以下、基礎調査）は、林野庁が1999年に開始した全国規模の森林モ

ニタリングであり、2009年までは森林資源モニタリング調査と呼称されていた（白石 1999；吉田 2008；Hirata et al. 2010；中島 2017；北原 2019）。基礎調査では、全国に4km間隔の格子線を想定し、その交点のうち森林に約15,000点のプロットを1999～2003年に設定している（第1期基礎調査）。そして、固定プロットとして毎木調査を5年間隔で繰り返し実施することとされており、現在は第5期基礎調査が2019～2023年にかけて実施されている。プロットは全森林から系統的に抽出されているため、広域レベルにおける森林資源量の推定や森林動態の解析に利用できる調査設計となっている。また、個々のプロットから得られる林分材積とその成長量のデータは、森林簿の基礎となっている収穫表の検証に利用できる。

Nakajima (2019) は、基礎調査のプロットデータのうち、富山県でナラ枯れが多発した2004～2011年より前（以下、ナラ枯れ前）と後（以下、ナラ枯れ後）のデータを用いて（図-1）、富山県民有林における樹種別資源量の変化やナラ枯れ発生要因を解析した。ナラ枯れ前のデータとしては、富山県民有林内で1999～2003年に第1期基礎調査が実施された101プロット（Nakajima 2016；中島 2017）のデータを用いた（図-2）。ナラ枯れ後のデータとしては、この101プロットについて2012～2014年に独自に再調査したデータを用いた。ナラ枯れ後のデータとして第2期以降の基礎調査データを用いなかったのは、半数近くのプロットが固定プロットとして継続調査されなかったためである（Nakajima 2016；中島 2017）。解析の結果、ナラ枯れ前における天然林の最優占種はミズナラだったが、ナラ枯れ後までにミズナラの材積は67%減少して最優占種はブナに変化したこと、ナラ枯れはナラ類の材積の多い森林や低標高の森林で多く発生したこと、ナラ枯れの激害林では多様な樹種からなる森林に変化していくことなどを明らかにした。この解析では、第1期基礎調査が実施された101プロットのデータを用いたが、富山県民有林内には、基礎調査の4km間隔の格子点であるにも関わらず、到達困難などを理由として第1期調査でプロットが設定されなかった格子点が10点以上ある。従って、より高い精度で森林資源解析を行うためには、これらの点の調査データも必要である。また、Nakajima (2019) では、林分材積成長量や樹種別の標高分布などデータから得られる基礎的な森林情報に

ついてのとりまとめが十分にはされていない。

本研究では、富山県民有林内の4km間隔の格子点のうち、第1期基礎調査が実施されなかった12点について、2013～2015年にプロット調査を行った（図-2）。第1期基礎調査が実施された101プロットについて、2012～2014年に再調査したデータ（Nakajima 2019）とあわせ、113プロットのデータを解析した。そして、富山県民有林におけるナラ枯れ前後の資源量を推定するとともに、森林簿の積み上げに基づく値と比較した。また、ナラ枯れ前からナラ枯れ後にかけての樹種組成の変化を明らかにした。さらに、林分材積成長量、林分の優占種、樹種別の出現頻度と標高分布などの基礎的な森林情報をとりまとめた。

2. 調査および解析方法

2.1 資源量推定の対象森林

資源量推定の対象森林は、民有林のうち標高1600m未満の森林とした。民有林のうち標高1600m以上の森林は3%（約6000ha）あるが、うち90%は県南東部の旧大山町内に偏在し（富山県農林水産部 2015）、その多くは中部山岳国立公園内に位置する。また、標高1600m以上は森林帯区分が亜高山帯となる（中島・小林 2014）。このことから、1600m以上の森林については、利用目的や種組成がより低標高の森林と異質だと考えられるため対象から外した。なお、標高1600m以上の民有林内には基礎調査の格子点が4点あるが（図-3；格子点ID160178, 160195, 160211, 160212）、いずれも旧大山町内の薬師岳周辺に位置し、第1～3期基礎調査では到達が容易でないため非調査点となっている（第4期以降の調査状況は未公表のため不明）。

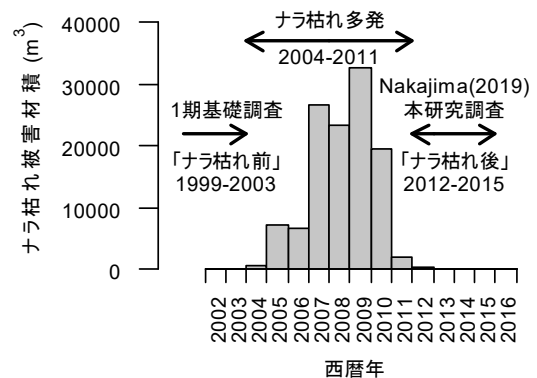


図-1 富山県民有林のナラ枯れ被害の推移と調査期間

ナラ枯れ被害材積は林道等からの目視調査に基づく推計値（富山県農林水産部 2019）

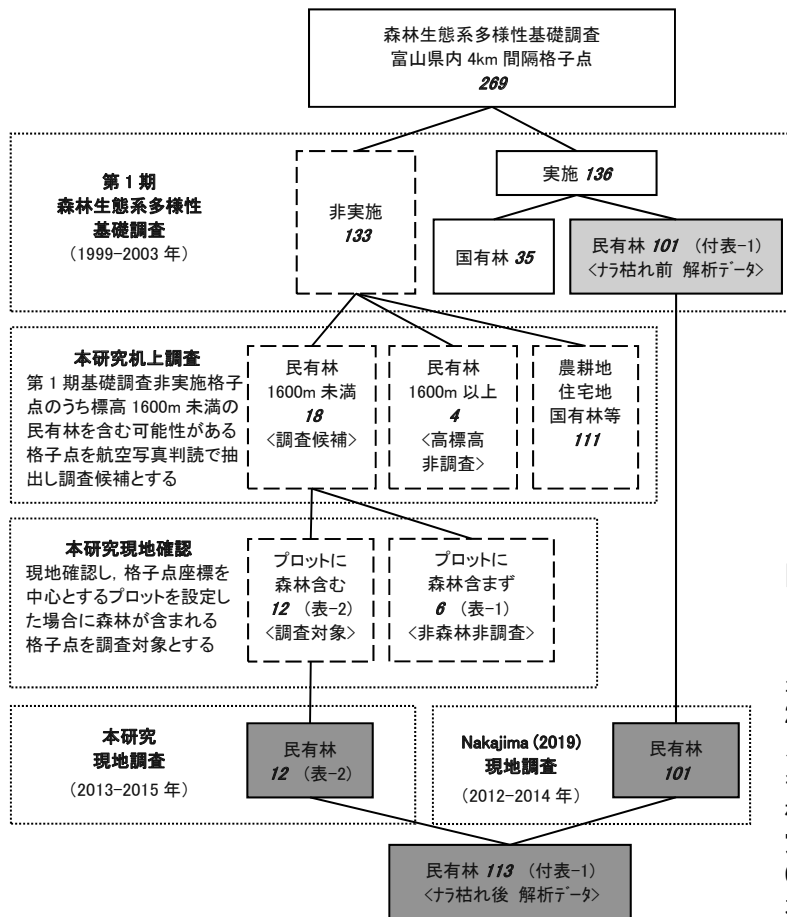


図-2 調査対象格子点の選定フローと解析データ
斜体数字は格子点数。調査実施の場合はプロット数になる

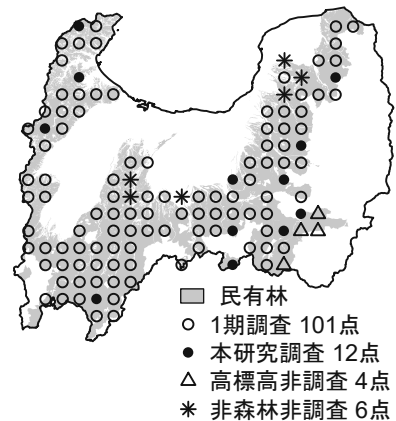


図-3 森林生態系多様性基礎調査における富山県民有林関係の格子点位置

1期調査101点は、民有林内で第1期森林生態系多様性基礎調査が実施され、2012～2014年に再調査(Nakajima 2019)した格子点。本研究調査12点は、本研究で2013～2015年に調査した格子点。高標高非調査4点は、標高1600m以上に位置し、基礎調査でも本研究でも調査していない格子点。非森林非調査6点は、格子点に近接する民有林があるが、本研究で現地確認したところ、プロットを設定しても森林が含まれないため調査しなかった格子点

2.2 調査対象格子点の選定

国土に設定された基礎調査の4km間隔の格子点のうち、県土にかかるのは269点であり、うち133点では第1期基礎調査が実施されなかった(図-2)。うち4点は、上述のとおり標高1600m以上の民有林内に位置する格子点だったので、この4点をのぞく129点のうち、標高1600m未満の民有林にかかる格子点を抽出して調査対象とすることとした。以下では、標高1600m未満の民有林のことを単に民有林と呼ぶ。

第3期基礎調査のマニュアルでは、格子点座標(第2期までの調査履歴がある場合はプロットの中心杭位置)が森林である場合に調査を実施することとされている(林野庁計画課 2009;p26)。つまり、格子点座標のピンポイントが林道や河川などの森林以外である場合には、格子点座標を中心とするプロット内に森林が含まれるとしても調査対象としないことになっている。しかし、同マニュアルには、格子点座標が森林以外であった

としても、プロット内に森林が含まれれば調査を実施すると読み取れる記述もある(林野庁計画課 2009;p55)。また、第1期基礎調査のマニュアルでは、プロットの一部にでも森林が含まれる場合は調査対象とすることとされている(林野庁計画課 1999;p11)。実態として、第3期調査ではプロットの中心杭位置が森林でなくても調査されている格子点がある(ID160050:農耕地, ID160172:クズ繁茂無立木地)。このことから、本研究においても、プロットの一部にでも森林が含まれれば、調査対象格子点とすることとした。

航空写真を判読した結果、格子点を中心とするプロットを設定した場合に、民有林の森林が含まれる可能性がある格子点は18点だった(図-2)。現地確認の結果、うち6点はプロット内に森林が含まれなかったため調査せず(表-1;図-2.3)、森林が含まれた12点を調査対象格子点とした(表-2;図-2.3)。12点のうち1点は、第1期基礎調査は実施されなかったが(理由不明)、第2期以降に基礎調査が実施された格子点だった(ID160054)。その

表-1 現地確認したところ非森林だったため調査を実施しなかった格子点

格子点			現地確認日	状況
ID	東経	北緯	位置	
93	137.07	36.58	山田村 北山	2016/9/15 県道から法面を8m上がったところがセンター。プロット内に立木なし。
94	137.07	36.62	婦中町 牛滑	2016/9/15 中円にDBH20cm程度のカラスザンショウがあるが、ほかはクズ地、ササ地、農地であり、森林でない。
122	137.21	36.58	大沢野町 八木山	2016/5/19 プロット内にクリ、ケヤキなどがあるが、いずれも人家周辺の庭木。プロット東側は竹林だが現状ではプロット外。
188	137.48	36.80	魚津市 東城	2016/8/20 墓地在センター。東方の一番近いスギまで水平距離25mで、その間はクズ地でありプロット内に立木なし。
190	137.48	36.87	黒部市 宮野	2016/9/13 宮野運動公園駐車場。プロット内に立木なし。
204	137.52	36.83	黒部市 田籾	2016/9/13 田と道路の間のスキークズ法面にセンター。タラノキ、ヤナギ類数本あるが、集団で生育せず森林でない。

ID: 全国格子点IDから160000を引いた値。例えば全国ID160005は5と表示

東経・北緯: 林野庁が公開している第3期までの要約データに示されている値を利用

位置: 市町村名は平成大合併前の旧市町村

表-2 調査を実施した格子点 (標高 1600m 未満の富山県民有林内において第 1 期森林生態系多様性基礎調査でプロットが設定されなかった格子点)

ID	計 画 区	格子点		位置	第1~3期 基礎調査状況	基礎調査 非調査理由 (推定)	プロット情報							
		東経	北緯				格子点からプロット			駐車地からプロット				
							東西 方向	南北 方向	距離	東西 方向	南北 方向	距離	標高	往路 差
		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
20	庄	136.85	36.72	小矢部市 森屋	非調査	道路で分断	-1.9	1.7	2.6	35	-39	52	0	1
51	庄	136.94	36.83	氷見市 粟原	非調査	竹林(近年拡大?)	-2.4	-1.5	2.8	-26	-59	64	-3	1
54	庄	136.94	36.94	氷見市 国見	第2~3期調査*	—	-4.7	-6.4	7.9	18	13	22	1	1
57	庄	136.99	36.36	利賀村 奥大動場	非調査	道路で分断	1.1	2.9	3.0	-35	41	54	-9	1
144	神	137.34	36.44	大山町 高幡山	非調査	到達困難	-4.2	0.1	4.2	1529	-825	1737	228	78
146	神	137.34	36.51	大山町 高頭山	非調査	到達困難	-2.7	-4.0	4.9	1957	-2788	3406	630	190
149	神	137.34	36.62	立山町 上末	非調査	ゴルフ場内	3.5	-1.4	3.7	118	-226	255	0	4
180	神	137.48	36.51	大山町 東坂森谷	非調査	到達困難	3.6	4.3	5.6	2434	-19	2434	468	133
183	神	137.48	36.62	上市町 千石川黒村谷	非調査	到達困難	0.0	-0.2	0.2	828	2549	2680	315	176
196	神	137.52	36.54	大山町 湯川真川二俣	非調査	到達困難	3.5	3.3	4.8	-157	-138	209	52	15
200	神	137.52	36.69	魚津市 片貝川南又土倉谷	非調査	到達困難	-0.1	0.6	0.6	67	-3386	3386	397	66
235	神	137.61	36.83	宇奈月町 弥太蔵谷	非調査	到達困難	-1.8	2.5	3.0	2284	1598	2788	446	188

本表は、第1期調査が実施された101プロットについての情報をまとめた中島(2017)の電子付録付表-11に準じて作成した。

* ID160054では、2006年に第2期基礎調査で新規に円形プロットが設定され、2011年に第3期基礎調査で継続調査が実施された。第2期、第3期とも委託調査。

項目の説明

項目	説明
ID	全国格子点IDから160000を引いた値。例えば全国ID160005は5と表示
計画区	庄: 庄川森林計画区, 神: 神通川森林計画区
東経・北緯	林野庁が公開している第3期までの要約データでは、格子点の詳細な位置情報は秘匿扱いで、緯度経度は概略値(10進数で小数点以下2桁)で表示されている。このため、格子点の東経と北緯は林野庁公開データのとおりとし、プロット、駐車地の位置情報については、それぞれ格子点、プロットとの相対座標で示した。
位置	市町村名は平成大合併前の旧市町村
格子点からプロット	東西・南北方向: 平面直角座標系における格子点に対するプロット中心の相対座標。プロット中心座標はNakajima(2016)の方法で計測 距離: 東西・南北方向の相対座標から算出した格子点からプロット中心までの水平距離
駐車地からプロット	東西・南北方向: 平面直角座標系における駐車地に対するプロット中心の相対座標 距離: 東西・南北方向の相対座標から算出した駐車地からプロット中心までの水平距離 標高差: 駐車地からプロット中心までの標高差

他の 11 点では基礎調査の実施履歴がなく、その理由は、7 点では到達困難、他の 4 点では到達は容易であるものの、道路で森林が分断されていること (2 点)、ゴルフ場内であること (1 点)、竹林であり近年拡大した可能性があること (1 点) だと考えられた。

2.3 現地調査

調査対象とした 12 格子点(表-2)で 2013~2015 年に現地調査を実施した。基礎調査では立木調査のほか伐根調査や下層植生調査も実施されているが(林野庁計画課 2009)、本研究では立木調査のみ実施することとし、手法は第 3 期基礎調査マニュアル(林野庁計画課 2009)に従った。立木調査の対象は、つる性を除く木本と、タケ類のうちマダケ、モウソウチク、ハチクであり(林野庁

計画課 2009)、本研究ではこれらを総称して樹種と呼ぶ。第 2 期以降に基礎調査が実施された 1 点 (ID160054) では、第 2 期に設定され、第 3 期に継続調査されたプロットで調査した。その他の基礎調査の履歴のない 11 点では新規にプロットを設定した。プロットは円形とし、中心の決定にはハンディ GPS 受信機(GARMIN 社製 GPSmap62s)を利用した。2 点ではプロットの中心は森林以外だった (ID160020: 県道, ID160057: クズ繁茂無立木地)。円形プロットは、同心円の大小 (1000m²、中 (400m²)、小 (100m²) の三つのサブプロットで構成し、それぞれ胸高直径 18cm、5cm、1cm 以上の立木について、樹種の記録と胸高直径の計測を行った。一部の立木については樹高も計測した。プロットは森林と森林以外の部分に区分し、森林は林種に基づき人工林と天然林に林区分した。

人工林、天然林それぞれについて、林齢や樹種構成が大きく異なる複数の林分がある場合には、林分をさらに区分した。これらの区分の境界を見取り図に記入してそれぞれの面積を算出した。

2.4 解析データ

ナラ枯れ前のデータとしては、1999～2003年に民有林内で実施された第1期基礎調査による101プロット(標高20～1550m; Nakajima 2016; 中島 2017)のデータを用いた(図-2; 付表-1)。ナラ枯れ後のデータとしては、本研究で2013～2015年に調査した12プロット(標高20～1480m)のデータと、第1期基礎調査が実施された101プロットについて2012～2014年に再調査したデータ(Nakajima 2019)をあわせた、113プロットのデータを用いた(図-2; 付表-1)。これらのデータの解析による林分材積や民有林資源量の算出過程は図4にまとめた。

2.5 樹種名、生活形、出現頻度、標高分布

樹種名は佐竹ら(1989ab)を参考にして決定した。各樹種の生活形は、宮脇ら(1983)の大型地上植物(8m以上)、小型地上植物(2～8m)、微小地上植物(0.25～2m)の分類を参考として決定し、それぞれ大高木、小高木、低木と呼ぶこととした。樹種ごとに出現頻度(113プロットのうち出現したプロット数)と、標高分布(出現した標高帯)を集計した。

2.6 幹材積の算出とプロットの最優占種

胸高直径と樹高の関係式を格子点ごと、人工林と天然林の区分ごとに調整した(付表-2)。この関係式から全ての幹の樹高を推定し、胸高直径と樹高の2変数材積式(林野庁計画課 1970; 富山・岐阜・愛知地方)を用いて幹材積を算出した。ただし、タケ類については樹高を推定せず、胸高直径1変数による材積表(Inoue et al. 2013)を用いて算出した。樹種別に材積を集計し、最も材積の多い樹種をプロットの最優占種とした。

2.7 林分材積と林分材積成長量の算出

それぞれの林分について、見取り図から算出した林分面積に基づいて単位森林面積あたりの林分材積、胸高断面積合計、本数密度を算出した。プロットの最優占種と同様に、最も材積の多い樹種を林分の最優占種とした。ナラ枯れ前とナラ枯れ後の双方のデータがある101プロットのうち、

面積に変動のなかった林分について、ナラ枯れ前からナラ枯れ後までの年あたり林分材積成長量を算出した。これらの林分レベルの値の集計にあたっては、すべての林分を対象にすると、サンプル数は多くなるが小面積の林分も含まれるために外れ値が生じやすく、その一方で一定の面積以上の林分を対象とすると、サンプル数が少なくなるというトレードオフの関係がある(北原ら 2010)。集計値の用途によって、適切な方法は異なると考えられることから、本研究では対象林分を、全て、面積750m²以上(北原ら 2010)、面積1000m²(プロット全体が1林分)とする3種類の集計値を示すこととした。

2.8 民有林資源量の推定

基礎調査では、まず国土にかかる格子点のうち森林の格子点の割合を算出し、この割合に国土面積を乗じて全国の森林面積を推定し、さらにこの面積に基礎調査から得た平均材積を乗じることによって、全国の森林資源量を推定できるとしている(林野庁計画課 2009)。この手法では、森林面積の推定精度も資源量の推定値に影響を及ぼすが、都道府県レベルで資源量を推定する場合には、格子点数が少ないために面積推定誤差が大きくなるという問題がある。また、この手法では、プロットが設定されている場合には、格子点座標ではなくプロット中心の土地利用状況によって格子点が森林か否かを判断することになっている(林野庁計画課 2009)。しかし、プロットの中心と格子点座標は100m以上ずれていることもあるので(Nakajima 2016)、両者の土地利用状況は異なることもあり、面積推定誤差が生じる一要因となっている。さらに、平均材積の算出基礎となるプロットごとの材積は、単位森林面積あたりの値を用いることになるため、プロット内に森林以外の部分がある場合には、森林部分の面積が小さくなり、これに応じて誤差の大きい外れ値が生じやすいという問題もある(北原ら 2010)。一方、基礎調査では、非森林も含む16km²の土地から1000m²の土地を抽出していると考えれば、調査対象の土地面積をプロット数×16km²によって算出し、この面積に非森林部分も含んで算出した単位土地面積あたり平均材積を乗じることによっても、資源量を推定できると考えられる。この手法はNakajima (2019)で用いられており、本研究でもこれを踏襲することとした。プロットごとの材積の算出方

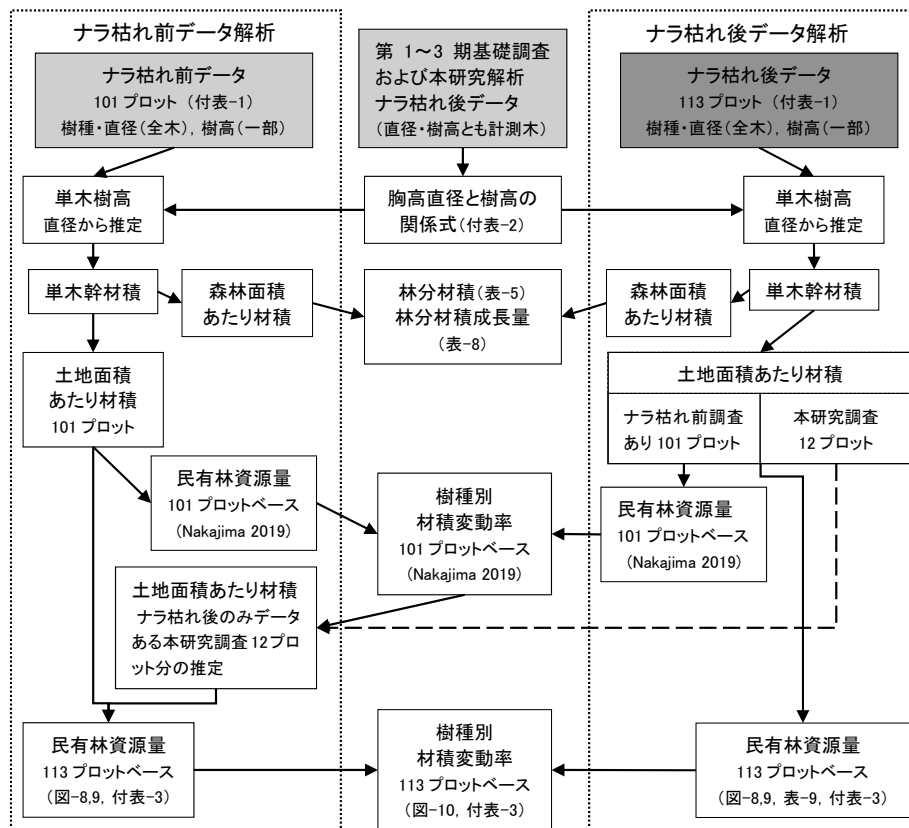


図-4 林分材積、私有林資源量等の算出過程

法を例示すると、大円 1000m^2 のうち非森林部分が 900m^2 、森林部分が 100m^2 で、森林部分は 1 林分で材積 10m^3 があるとすれば、林分材積の算出に用いる単位森林面積あたり材積は $1000\text{m}^3/\text{ha}$ となるのに対し、私有林資源量の算出に用いる単位土地面積あたり材積は $100\text{m}^3/\text{ha}$ となる。

ナラ枯れ後に調査した 113 プロットについて、プロットごとに材積（全種、人工林・天然林別、樹種別）を非森林部分も含む単位土地面積あたりの値として算出した。この値から、113 プロットの平均材積 (m^3/ha) を得た。ここで、人工林・天然林別および樹種別の材積の場合は、出現せず材積ゼロのプロットも含んで平均材積を算出した。この平均材積に、プロット設定範囲の土地面積 ($113 \text{プロット} \times 4\text{km} \times 4\text{km} = 1808\text{km}^2$) を乗じて、ナラ枯れ後の私有林資源量の推定値とした。本数についても材積と同様の方法で算出した。

ナラ枯れ前の資源量を推定してナラ枯れ後までの変動を明らかにするため、ナラ枯れ後のデータしかない 12 プロット（表-2）について、ナラ枯れ前の単位土地面積あたりの材積（全種、人工林・天然林別、樹種別）を、樹種別に決定したナラ枯れ前から後までの材積変動率を用いて推定した。材積変動率は、ナラ枯れ前後とも調査した 101 プ

ロットのデータから推定したナラ枯れ前後の私有林資源量（樹種別材積；Nakajima 2019 の Appendix A1）から決定した。ナラ枯れ前の 101 プロットでの調査で延べ出現本数が 50 本以上の 47 樹種については、樹種別に算出した材積変動率を採用し、その他の樹種については、生活形区分（大高木、小高木、低木）ごとにプールして算出した材積変動率を採用した。モウソウチクについては、大高木の材積変動率を採用した。これらの材積変動率を用いて 12 プロットのナラ枯れ前の材積を推定した。そして、データのある 101 プロットとあわせて、113 プロットベースのナラ枯れ前の私有林資源量をナラ枯れ後と同様に推定した。

2.9 森林簿の集計値との比較

私有林の森林面積、材積、年材積成長量についての推定値を、森林簿データを積み上げた値と比較した。森林面積と材積についてはナラ枯れ後の値について比較した。森林面積の推定方法は、前節の材積の推定方法に準じることとし、プロットのうち森林部分の面積の平均値にプロット設定範囲の土地面積 (1808km^2) を乗じて推定した。年材積成長量の推定値は、ナラ枯れ前後の材積推定値から算出した。ここで、ナラ枯れ前からナラ枯れ

後までの調査間隔年数は12年とした。これは、ナラ枯れ前後とも調査した101プロットの調査間隔年数は一定ではなく、11年が27プロット、12年が29プロット、13年が45プロットだったが、中央値は12年だったためである。森林簿のデータは、ナラ枯れ後の調査期間である2012～2015年の中間にあたる2014年3月末現在のものを用い(富山県農林水産部 2015), 標高1600m未満の森林について集計した。

3. 結果と考察

3.1 プロットの森林面積

ナラ枯れ後に調査した113プロットのうち、プロット全体(1000m²)が森林だったのは76プロットで、他の37プロットでは道路、河川、農耕地、草生地などの森林以外の部分を含んだ(付表-1)。このためプロットの森林面積は907±200m²(平均±標準偏差)であり、のべ調査森林面積は102,503m²だった。

本調査では16km²あたり1個の1000m²プロットを設定しているのので、面積抽出率は0.00625%となる。森林簿に基づく集計値では、標高1600m未満の民有林面積は173,664haであり(富山県農林水産部 2015), うち草生地などをのぞく立木地

は160,429haである。この面積に抽出率0.00625%を乗じると調査面積の期待値として10.03haが得られる。これに対し、解析した113プロットのうち森林部分の面積合計は上記のとおり10.25haだったので、ほぼ調査設計どおりのサンプルが得られたと判断された。

ナラ枯れ前からナラ枯れ後にかけて森林面積の変動があったのは、101プロットのうち9プロットだった(付表-1)。うち7プロットはクズやスキが繁茂する無立木地と森林との面積割合の変化に伴う減少(2プロット)と増加(5プロット)で、変動面積は362m²以内だった。残りの2プロットは作業道の開設による減少だった(ID160075, 399m²; ID160112, 102m²)。作業道が開設された2プロットのほかに、面的な伐採は1プロットの一部で治山事業に伴うものがあった(ID160087, 153m², 伐採跡地となり森林面積に変動なし)。木材生産を目的とする主伐や択伐が行われたプロットはなかった。

3.2 プロットの林種と最優占種

ナラ枯れ後に調査した113プロットのうち、人工林は27プロット、天然林は67プロット、人工林と天然林とも含む森林が19プロットだった(図

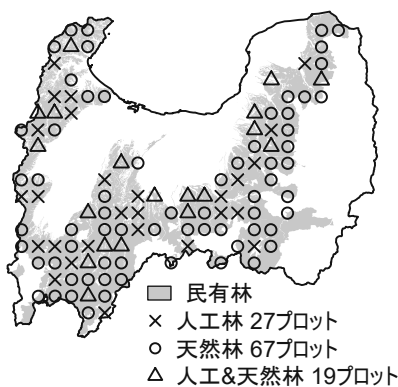


図-5 解析対象プロットの位置と林種
人工&天然林は人工林と天然林とも含むプロット

表-3 ナラ枯れ後に調査した113プロットの最優占種

最優占種	プロット数	
	ナラ枯れ後	
スギ	41	
ブナ	15	
コナラ	12	
ヤマモミジ	6	
トチノキ	4	
ホオノキ	4	
ミズナラ	4	
イタヤカエデ	3	
サワグルミ	3	
ネズコ	3	
オニグルミ	2	
アカガシ	1	
イタヤカエデ	1	
ウラジロガシ	1	
ウリハダカエデ	1	
オオシラビソ	1	
カラスザンショウ	1	
カラマツ	1	
キブシ	1	
クマシデ	1	
クリ	1	
ケヤキ	1	
コメツガ	1	
サワラ	1	
ドロノキ	1	
ハリエンジュ	1	
ミズキ	1	
モウソウチク	1	
計	113	

表-4 ナラ枯れ前後とも調査した101プロットの最優占種

最優占種	プロット数		増減
	ナラ枯れ前	ナラ枯れ後	
スギ	35	38	+3
ミズナラ	17	4	-13
コナラ	11	11	
ブナ	8	12	+4
トチノキ	4	4	
ヤマモミジ	4	5	+1
サワグルミ	3	3	
ネズコ	3	3	
シナノキ	2		-2
ホオノキ	2	4	+2
アカガシ	1	1	
イタヤカエデ	1	3	+2
オオシラビソ	1	1	
オニグルミ	1	2	+1
カラマツ	1	1	
クサギ	1		-1
ケヤキ	1	1	
コメツガ	1	1	
サワラ	1	1	
タニウツギ	1		-1
ミズキ	1	1	
モウソウチク	1		-1
ウラジロガシ		1	+1
カラスザンショウ		1	+1
キブシ		1	+1
クマシデ		1	+1
クリ		1	+1
計	101	101	

ナラ枯れ後は表-3の113プロットのうち数

-5 ; 付表-1)。プロットの最優占種は、41 プロットでスギ、15 プロットでブナ、12 プロットでコナラだった (表-3 ; 付表-1)。ナラ枯れ前と対比できる 101 プロットについてみると、ミズナラが最優占種となるプロット数が、ナラ枯れ前からナラ枯れ後にかけて 17 プロットから 4 プロットへと激減する一方で、最優占種となるプロット数が増加したのはブナ、スギ、ホオノキ、イタヤカエデなどだった (表4 ; 付表-1)。これらの最優占種の変化は、ナラ枯れでミズナラが大量に枯死したこと (Nakajima 2019) を反映していた。コナラは最優占種となるプロット数に変化がなく、ミズナラと比べてナラ枯れ被害の影響が小さかったこと (Nakajima 2019) を表していた。

3.3 林分の林種, 最優占種, 材積, 成長量

ナラ枯れ後の調査林分数は、人工林が 50 林分、天然林が 90 林分だった (表-5)。このうち面積 750m² 以上の林分は、人工林が 23 林分、天然林が 63 林分で、プロット全体 (1000m²) を占めた林分は、人工林が 16 林分、天然林が 42 林分だった。プロット全体が 1 林分であるプロットの割合は約 5 割 (58/113) で、九州の約 6 割 (北原ら 2014) よりやや低かった。

林分の最優占種は、人工林では 50 林分中 48 林分でスギだった (表-6)。天然林ではコナラとブナがそれぞれ 16 林分で、ホオノキの 7 林分、ヤマモミジの 6 林分が続き (表-7)、他にも多様な樹種が最優占種となった。

林分材積などの変動係数は、全林分を対象とすると、750m² 以上や 1000m² の林分を対象とした場合より大きくなる傾向があった (表-5)。たとえば、林分材積の変動係数は、全林分、750m² 以上、1000m² の林分を対象としたとき、人工林についてはそれぞれ 0.69, 0.59, 0.55 であり、天然林についてはそれぞれ 0.61, 0.50, 0.50 だった。これは、全林分には、面積 200m² 未満の小面積林分が 12% (集計対象 139 林分中 17 林分) 含まれており、外れ値が生じやすかったことが関係していると考えられた。750m² 以上と 1000m² の林分を対象としたときの変動係数は、天然林材積についてはともに 0.50 になるなど大きな違いはなかった。このため、解析対象林分の面積を揃えたい時は 1000 m² の林分を対象とした集計を用い、そうでない場合は、サンプルとなる林分数が多いい 750m² 以上の林分を対象とした集計を用いるのが妥当だと考えられた。

750m² 以上の林分について平均値を示すと、林分材積は人工林で 478m³/ha、天然林で 191m³/ha で

表-5 ナラ枯れ後の林分材積, 胸高断面積合計, 本数密度

集計区分	林種	林分 数	集計 林分数	林分材積	胸高断面積	本数密度	本数密度	
				(m ³ /ha)	合計 (m ² /ha)	(DBH≥1cm) (/ha)	(DBH≥18cm) (/ha)	
全林分	人工林	スギ林	48	48	475 ± 336	57.9 ± 29.5		549 ± 265
		その他林	2	2	592 ± 108	55.1 ± 8.7		374 ± 93
		計	50	50	479 ± 331	57.8 ± 28.9		542 ± 262
	天然林	ブナ林	16	16	207 ± 91	35.6 ± 8.7		291 ± 110
		ミズナラ林	4	4	124 ± 67	29.9 ± 14.3		170 ± 98
		コナラ林	16	16	199 ± 91	36.4 ± 13.5		370 ± 165
		その他林	54	53	153 ± 111	28.2 ± 17.7		230 ± 148
計	90	89	170 ± 104	31.1 ± 15.8		263 ± 153		
750m ² 以上林分	人工林	スギ林	22	22	476 ± 288	56.5 ± 24.3	3963 ± 3606	532 ± 253
		その他林	1	1	515	49.0	3515	440
		計	23	23	478 ± 282	56.2 ± 23.8	3944 ± 3524	528 ± 248
	天然林	ブナ林	14	14	225 ± 81	37.0 ± 8.1	7347 ± 4620	311 ± 101
		ミズナラ林	4	4	124 ± 67	29.9 ± 14.3	12072 ± 4874	170 ± 98
		コナラ林	13	13	214 ± 82	37.3 ± 13.0	8410 ± 4995	386 ± 141
		その他林	32	32	176 ± 105	32.8 ± 16.9	7236 ± 4986	233 ± 121
計	63	63	191 ± 96	34.5 ± 14.3	7810 ± 4934	278 ± 135		
1000m ² 林分	人工林	スギ林	15	15	507 ± 286	59.7 ± 21.7	4115 ± 3783	553 ± 191
		その他林	1	1	515	49.0	3515	440
		計	16	16	507 ± 276	59.0 ± 21.1	4078 ± 3658	546 ± 187
	天然林	ブナ林	13	13	226 ± 84	37.9 ± 7.6	7780 ± 4503	315 ± 104
		ミズナラ林	3	3	142 ± 69	33.4 ± 15.4	11530 ± 5820	197 ± 100
		コナラ林	7	7	237 ± 70	40.1 ± 12.1	7331 ± 3734	446 ± 121
		その他林	19	19	190 ± 126	34.7 ± 20.5	7493 ± 5927	224 ± 92
計	42	42	206 ± 103	36.5 ± 15.5	7843 ± 5114	287 ± 128		

・ナラ枯れ後の最優占種に基づいて、スギ林、ブナ林、ミズナラ林、コナラ林、その他林に区分

・林分材積, 胸高断面積合計, 本数密度は平均±標準偏差

・集計区分「全林分」では、全ての調査林分を対象に集計した。林分によっては小円や中円部分を含まず、胸高直径18cm未満のデータがない場合があるため、本数密度 (DBH≥1cm) は表示しない。ID160078の林分3は大円部分のみにかかるが若齢林 (その他天然林) のため調査対象立木なし。このため集計から除く。

あり、人工林は天然林の約 2.5 倍だった (表-5)。胸高断面積合計は人工林で 56.2m²/ha、天然林で 34.5m²/ha であり、人工林は天然林の約 1.6 倍だった。胸高直径 1cm 以上の本数密度は、人工林が 3944 本/ha、天然林が 7810 本/ha で人工林は天然林の約 0.5 倍だったが、胸高直径 18cm 以上では、人工林で 528 本/ha、天然林で 278 本/ha となり、人工林は天然林の約 1.9 倍だった。

ナラ枯れ前の最優占種に基づき林種区分して、年あたり林分材積成長量を算出した (表-8)。面積 750m² 以上の林分について平均値を示すと、スギ人工林で 8.02m³/ha/yr、ブナ天然林で 2.48m³/ha/yr、

ミズナラ天然林で -1.13m³/ha/yr、コナラ天然林で 2.81m³/ha/yr だった。スギ人工林について、70 年生以上の高齡林分を含む多数の固定試験地のデータを解析した結果では、高齡林を含め 10m³/ha/yr 以上の成長量が記録されているが (大住ら 2000 ; 竹内 2005 ; 西園ら 2008)、本研究では平均で約 8m³/ha/yr に過ぎなかった。これは、本研究のスギ人工林には、不成績造林地や風雪害を受けた造林地が含まれていることが関係していると思われる。天然林についてみると、ブナやナラ類が優占する 80 年生までの二次林の林分成長 (Nakajima and Ishida 2014) を解析した結果では、ナラ枯れの影響がない場合には、約 4m³/ha/yr が平均的な成長量だとされているが (中島 2018)、本研究ではブナ、ミズナラ、コナラ天然林ともこれより小さい値だった。このことには、ナラ枯れが関係していると考えられた。とくにミズナラ天然林については成長量がマイナスで、ミズナラがナラ枯れで大量に枯死 (Nakajima 2019) したことを反映していた。また、ブナ天然林と区分した林分にもナラ類が混交することがあり、コナラもナラ枯れ被害を受けたので、ブナ天然林とコナラ天然林についても、ナラ枯れの影響による成長量の低下があったと考えられた。本研究では、林相によってプロットを設定しているわけではないので、ブナ、ミズナラ、コナラ天然林と区分した林分にも、ナラ枯れが発生する前から、ギャップを含む林分や他種の混交率が高い林分があり、このことも成長量の低さに関係したと考えられた。

本研究で得た偏りのないサンプルによって、人工林は天然林と比べて林分材積が多く、成長量も大きいことが改めて示された。また、ここで示した値は、さまざまな林齢と成因の森林を含むものであり、富山県民有林における人工林と天然林の平均的な林分状況を示したものと言える。

表-6 ナラ枯れ後の人工林の林分最優占種

最優占種	林分数
スギ	48
カラマツ	1
サワラ	1
計	50

表-7 ナラ枯れ後の天然林の林分最優占種

最優占種	林分数
コナラ	16
ブナ	16
ホオノキ	7
ヤマモミジ	6
トチノキ	4
ミズナラ	4
イタヤカエデ	3
ウリハダカエデ	3
サワグルミ	3
ネズコ	3
オニグルミ	2
クマシデ	2
ミズキ	2
スギ	1
アカシデ	1
アカマツ	1
イヌシデ	1
ウダイカンバ	1
ウラジロガシ	1
オオシラビソ	1
カラスザンショウ	1
キブシ	1
クリ	1
ケヤキ	1
コメツガ	1
タニウツギ	1
ドロノキ	1
ニフトコ	1
ハリエンジュ	1
ミズメ	1
モウソウチク	1
計	89

表-8 ナラ枯れ前からナラ枯れ後までの年あたり林分材積成長量

林種	全林分		750m ² 以上林分		1000m ² 林分	
	林分数	林分材積成長量 (m ³ /ha/yr)	林分数	林分材積成長量 (m ³ /ha/yr)	林分数	林分材積成長量 (m ³ /ha/yr)
人工林	スギ林	39 11.53 ± 9.48	21 8.02 ± 7.23	14 8.46 ± 4.46		
	その他林	4 5.53 ± 1.23	1 6.46	1 6.46		
	計	43 10.97 ± 9.20	22 7.94 ± 7.06	15 8.33 ± 4.33		
天然林	ブナ林	8 2.40 ± 1.90	7 2.48 ± 2.04	7 2.48 ± 2.04		
	ミズナラ林	18 -0.87 ± 3.57	17 -1.13 ± 3.50	12 -1.89 ± 3.91		
	コナラ林	11 3.07 ± 4.15	9 2.81 ± 4.28	6 1.33 ± 4.52		
	その他林	32 1.42 ± 3.75	21 1.11 ± 3.84	13 0.48 ± 4.55		
	計	69 1.20 ± 3.79	54 0.87 ± 3.85	38 0.24 ± 4.16		

- ・ナラ枯れ前(1999~2003年調査)からナラ枯れ後(2012~2015年調査)までの成長量を集計した
- ・面積に変動のなかった林分を対象とした
- ・ナラ枯れ前の材積ベースの最優占種に基づいて、スギ林、ブナ林、ミズナラ林、コナラ林、その他林に区分
- ・林分材積成長量は平均±標準偏差

3.4 樹種別の標高分布と出現頻度

ナラ枯れ後の 113 プロットの調査では 160 種が記録された (付表-3)。うち広葉樹が 143 種、針葉樹が 15 種、タケ類が 2 種 (モウソウチク、ハチク) だった。広葉樹のうち大高木は 64 種、小高木は 42 種、低木は 37 種だった。針葉樹のうち大高木は 12 種、小高木は 1 種、低木は 2 種だった。

低標高のみに出現する樹種、高標高のみに出現する樹種、広い標高帯に出現する樹種があった (図-6 ; 付表-3)。標高 600m 未満の低標高のみに出現した樹種は、大高木ではモミ、イヌシデ、アカマツ、オニグルミ、ケヤキ、ウラジロガシなどで、その他の樹種ではネムノキ、エゴノキ、ムラサキシキブ、ヒサカキなどだった。標高 600m 以上の高標高のみに出現した樹種は、大高木ではコメツガ、ネズコ、キタゴヨウ、カラマツ、ウダイ

カンバなどで、その他の樹種ではアカミノイヌツゲ、ミネカエデ、コミネカエデなどだった。出現標高帯の幅が 1200m 以上と広がった樹種は、大高木ではコシアブラ、ミズナラ、ミズキ、ウリハダカエデ、シナノキ、コハウチワカエデ、ウワミズザクラ、ホオノキ、スギで、その他の樹種ではヤマウルシ、ナナカマド、オオカメノキ、ハウチワカエデ、タムシバ、リョウブ、タニウツギ、マルバマンサク、オオバクロモジ、ネジキだった。これらの情報は、標高に応じた適切な植栽樹種の選定や、利用を検討する樹種の垂直分布の把握に活用できるだろう。

出現頻度が 12 以上 (出現率 10%以上) の樹種は 48 種で、うち大高木が 22 種、小高木が 16 種、低木が 10 種だった (図-7)。出現頻度 (以下のカッコ内の数字) が高かったのは、ウワミズザクラ (55)、オオバクロモジ (54)、リョウブ (52)、マルバマ

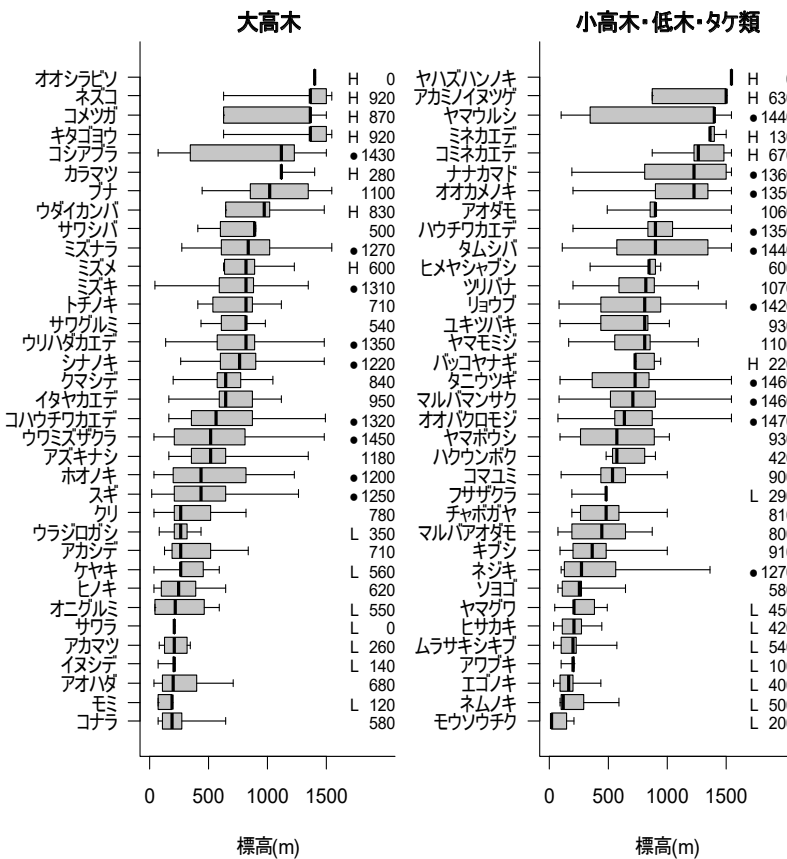


図-6 主要樹種の標高分布

大高木とその他の樹種 (小高木・低木・タケ類) それぞれについて、ナラ枯れ後の民有林資源量 (付表-3) 上位 35 種について示す。ナラ枯れ後の立木調査で記録された単木ごとにプロットの標高を与えうえて、全プロットのデータをプールして、上下限標高 (ひげ左右端)、四分位 (箱)、中央値 (縦太線) を算出し、中央値順に描画した。図の右端の数字は上限標高と下限標高の差で出現標高帯の幅を表す。その左の記号は、H は 600m 以上の高標高のみ出現した樹種、L は 600m 未満の低標高のみ出現した樹種、●は出現標高帯の幅が 1200m 以上の樹種を表す

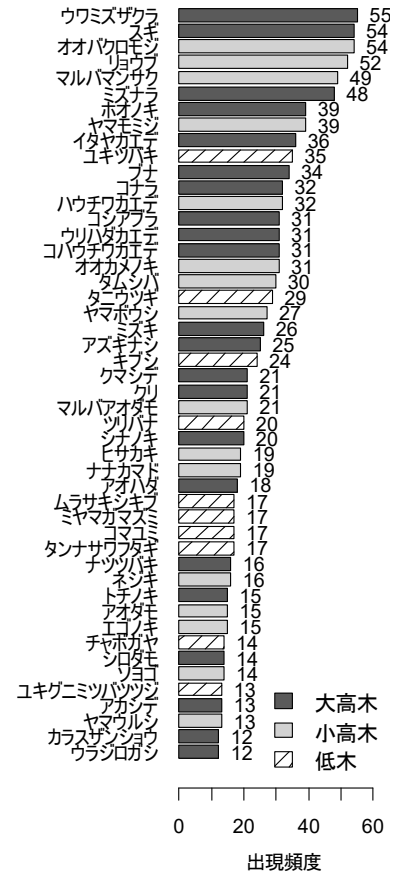


図-7 主要樹種の出現頻度

ナラ枯れ後に調査した 113 プロットのうち出現したプロット数。12 プロット以上で出現した (出現率 10%以上) 48 種を示す

ンサク(49)といった最優占種とはならないが(表-6, 7), 広い標高帯に出現した樹種(図-6)だった。林分の優占種となることが多く(表-6, 7), 広い標高帯に出現するスギ(54), ミズナラ(48), ホオノキ(39)の出現頻度も高かった。出現頻度の情報は, 特定の樹種の利用を想定する場合に, 小高木や低木を特用林産物として利用する場合も含め, 分布の普遍性, つまりは収穫のしやすさを判断する指標となるだろう。

3.5 民有林の資源量と樹種組成

民有林総材積の推定値は, ナラ枯れ前が38,687千 m^3 , ナラ枯れ後が45,519千 m^3 で(図-8), 95%信頼区間はそれぞれ±6,047千 m^3 , ±6,974千 m^3 であり, 点推定値の約±15%だった。この率(以下, 誤差率)を±5%以内に収めるためには, 都道

府県のプロット数では不十分であることが基礎調査のマニュアルで指摘されているが(林野庁計画課 2009), 本推定でも±5%を超えており, 十分な精度があるとは言えなかった。しかし, 基礎調査のプロットデータからは, 総材積だけでなく樹種組成やその変動に関する情報も得られるので, 以下ではこれらについて示す。なお, 基礎調査のマニュアルでは, 誤差率を±5%以内に収めるためのプロット数は, プロット材積の変動係数を130~150%と仮定し約3000としているが(林野庁計画課 2009), 本調査での森林面積あたり材積の変動係数83%に基づけば(付表-1, 平均275.6 m^3/ha , 標準偏差229.7 m^3/ha)約1000だと推定された。

人工林と天然林の材積割合は, ナラ枯れ前は人工林が49%, 天然林が51%だったが, ナラ枯れ後はそれぞれ54%, 46%となり(図-8), 人工林は天

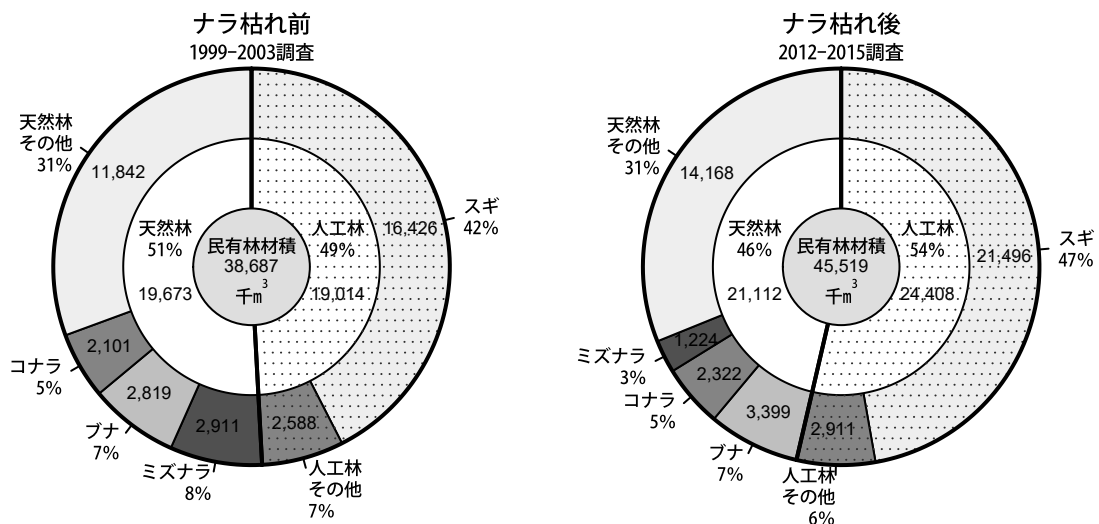


図-8 人工林・天然林別, 主要樹種別のナラ枯れ前後の民有林資源量

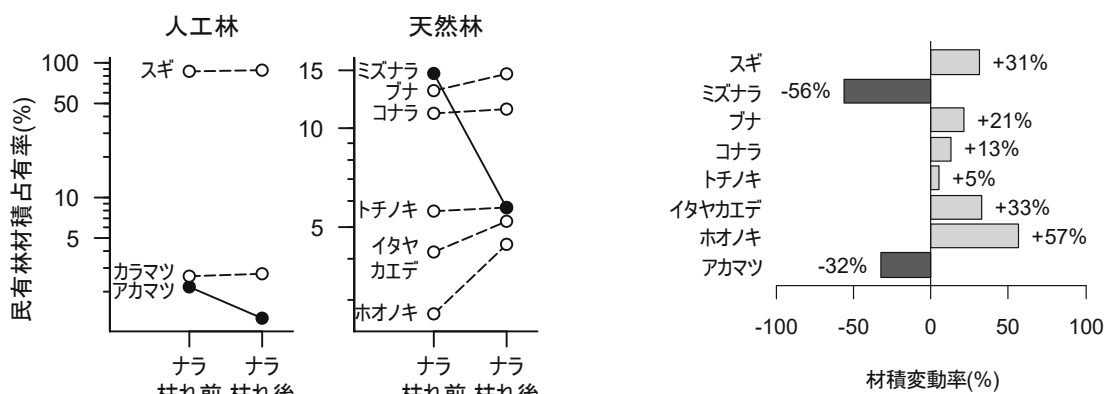


図-9 ナラ枯れ前からナラ枯れ後にかけての材積占有率の変化

ナラ枯れ前, ナラ枯れ後いずれかでの占有率が人工林については2%以上, 天然林については4%以上の樹種について示す。占有率が増加した樹種は白丸と点線, 減少した樹種は黒丸と実線で表示

図-10 ナラ枯れ前からナラ枯れ後にかけての樹種別材積変動率

民有林全体(人工林と天然林の計)でのナラ枯れ前の材積上位8種(モウソウチクを除く)について示す

然林より成長量が大きいこと(表-8)を反映して、人工林の材積割合が増加した。

人工林と天然林それぞれの樹種別の材積占有率をみると(図-9; 付表-3), 人工林ではスギがナラ枯れ前後それぞれ86.4%, 88.1%と90%近くを占め, 2番目に占有率の高かったカラマツは3%以下だった。天然林では, ナラ枯れ前は占有率の高い方からミズナラ(14.8%), ブナ(14.3%), コナラ(10.7%)で, この3種のみ10%を超え, いわば三大樹種となっていたが, ナラ枯れ後はブナ(16.1%), コナラ(11.0%), ミズナラ(5.8%)の順となり, ナラ枯れの影響でミズナラの占有率が大きく低下した。ナラ枯れ後にこれら3種に続いて占有率の高かった樹種は, トチノキ(5.1%), イタヤカエデ(4.8%), ホオノキ(4.2%)だった。ナラ枯れ前からナラ枯れ後にかけての主要樹種の材積変動率は(図-10; 付表-3), プラスとなったのはスギ(+31%), ブナ(+21%), コナラ(+13%), トチノキ(+5%), イタヤカエデ(+33%), ホオノキ(+57%)だった。コナラはナラ枯れ期間中に材積が増加していたので, 民有林全体として見れば, ナラ枯れによる材積減少は生残木の材積成長を下回る程度に過ぎなかったことが明らかとなった。天然林における木材利用は, 量的に見れば, アクセスの良い低標高に分布し, ナラ枯れ後も資源量の多いコナラを中心に考えていくことになるだろう。ホオノキの増加率が特に高かったことには, ナラ枯れ跡地などで旺盛な成長をしていることが関係していると考えられた。一方, 変動率がマイナスとなったのはミズナラ(-56%)とアカマツ(-32%)で, それぞれナラ枯れとマツ枯れの影響だと考えられ, 病虫害は地域の森林資源とその樹種組成に大きな影響を与えていることが明らかとなった。

3.6 森林簿の集計値との比較

民有林の人工林と天然林別の面積, 材積, 材積成長量について, 本研究による推定値と森林簿の積み上げによる集計値を比較した(表-9)。人工林, 天然林面積の推定値は森林簿とおおむね一致しており, 森林簿に対しそれぞれ97%, 103%の値だった。その一方で, 材積の推定値は森林簿に対し人工林で115%, 天然林で124%の値だった。年材積成長量は人工林449千m³/yr, 天然林120千m³/yrと推定され, 森林簿に対し人工林で128%, 天然林で121%の値だった。推定値には誤差が伴うため断定はできないが, 森林簿の収穫表が林分の材積成長を過小評価している可能性が高いことをこの結果は示唆している。収穫表のうち, 民有林資源の大部分を占めるスギ人工林についてみると, 年材積成長量は30年生前後で減少に転じ, 70年生を超えるとゼロとしている。しかし, 近年, スギ人工林では70年生を超えても林分材積が増加し続けることが, 固定試験地での継続調査によって明らかにされている(大住ら2000; 竹内2005; 西園ら2008)。従って, 少なくともスギ人工林の収穫表のうち高齢級については, 成長を過小評価している可能性が高いと考えられる。森林簿ではスギ人工林のうち70年生を超える高齢林分の面積割合は10%を超えて増加し続けていることから(富山県農林水産部2015; 2019), 収穫表を改訂しない限り, 森林簿と実態との乖離は大きくなっていくだろう。

森林簿では, 人工林, 天然林ともタテヤマスギ, ボカ(カワイダニ)スギ, ヒノキ, カラマツ, マツ, その他針葉樹, ブナ, クヌギ, その他広葉樹の9種に樹種区分されている。このうち, 人工林, 天然林でそれぞれ最も資源量が多いスギとブナ(図-8)について, 本研究による推定値と森林簿の集計値を比較した(表-9)。人工林のスギは, 材積

表-9 民有林面積, 材積, 年材積成長量についての森林簿の集計値と本研究による推定値との比較

区分	森林簿(A) (2014.3現在)				本研究推定値(B) (ナラ枯れ後2012-2015調査)				比率 (B/A)			
	面積	材積	成長量		面積	材積	成長量		面積	材積	成長量	
			全県あたり	haあたり			全県あたり	haあたり			全県あたり	haあたり
ha	千m ³	千m ³ /yr	m ³ /ha/yr	ha	千m ³	千m ³ /yr	m ³ /ha/yr					
人工林	50,943	21,217	350.6	6.9	49,247	24,408	449.4	9.1	97%	115%	128%	133%
天然林	109,486	16,973	99.5	0.9	112,609	21,112	119.9	1.1	103%	124%	121%	117%
計	160,429	38,191	450.0	2.8	161,856	45,519	569.3	3.5	101%	119%	127%	125%
樹種別												
人工林スギ		20,742	345.6			21,496	422.5			104%	122%	
天然林ブナ		1,023	5.8			3,399	48.3			332%	840%	

・森林簿は標高1600m未満の民有林の集計
 ・森林簿の面積、材積には竹林を含まない
 ・森林簿の人工林スギは、タテヤマスギとボカ(カワイダニ)スギの合計
 ・本研究推定値の成長量はナラ枯れ前(1999-2003調査)からの成長量

21,496 千 m³, 年材積成長量 423 千 m³ と推定され、森林簿に対しそれぞれ 104%, 122%の値であり、成長量で誤差が大きかった。天然林のブナは、材積 3,399 千 m³, 年材積成長量 48 千 m³ と推定され、森林簿に対しそれぞれ 332%, 840%の値であり、人工林のスギと比べ誤差がかなり大きかった。本研究では単木レベルで樹種を識別して材積を算出したのに対し、森林簿では優占樹種によって林種区分し、対応する収穫表で林分材積を算出している。つまり、森林簿では林分レベルで樹種を識別している。天然林では人工林と比べて多種が混交することが多いので、林分レベルで樹種区分して集計した値と、単木レベルで樹種区分して集計した値との誤差が大きくなりやすい。このことが、人工林のスギよりも天然林のブナで誤差が大きかった一因だと考えられる。また、中標高帯に多いブナとミズナラが混交する二次林では、二次遷移とナラ枯れによりブナの優占度が高まっているが (Nakajima and Ishida 2014), 森林簿ではこのような優占種の交代によるブナ林の増加 (表 4) は考慮されていないことも誤差が拡大する要因となっているだろう。

4. おわりに

基礎調査は、全森林から抽出したプロットでの標本調査であり、県レベルの数百のプロット数では、対象地域の総材積を高い精度では推定できないとされ (林野庁計画課 2009), 本研究でも誤差率は約 15%だった。しかし、地域レベルの総材積は、これまで森林簿に基づく値しか示されておらず、この値も必ずしも精度が高いとは言えないことから (白石 1999), 実測のプロットデータに基づく推定値を示すことに価値はあるだろう。また、本研究で示したように、基礎調査のプロットデータからは、材積に限らず、樹種組成、標高分布、出現頻度といった森林資源に関する基礎的な情報を得ることができる。これに加えて、基礎調査には標本調査としての側面のほかに、固定プロットとして再調査を繰り返す時系列調査としての側面があり (林野庁計画課 2009), Nakajima (2019) や本研究で示したように、病虫害や遷移による樹種組成の変化や成長量の解析もできる。従って、基礎調査のプロットデータは、都道府県レベルの森林資源解析にも十分利用可能であり、有用である。

近年、航空レーザ測量により、広域レベルにお

いて森林資源を面的に把握する技術が急速に発達している。富山県でも航空レーザ測量を実施中であり、近い将来にそのデータから民有林の総材積を算出できるようになるだろう。しかし、航空レーザ測量では、広葉樹林についての樹種判別が困難であり、詳細な樹種組成は明らかにはならない。また、航空レーザ測量による材積や本数密度の算出結果を検証するためにも、地上プロットのデータは必要である。従って、航空レーザ測量で資源量を把握することが一般的となっても、基礎調査のような系統的に抽出されたプロットでの地上調査データが不要になるわけではない。

1999 年の基礎調査の開始時は、調査結果は都道府県民有林の森林計画等にも活用することを目的としていた (林野庁計画課 1999)。それから 20 年以上が経過しデータは蓄積され続けているにもかかわらず、都道府県レベルで基礎調査データを利用した森林資源解析が行われた事例は、本研究のほかほとんどない (千木良・村上 2013)。データの利活用を推進するため、中島 (2017) で指摘したとおり、固定プロットとしての調査の継続性を高め、データの有用性を向上させ、詳細データを広く公開することが望まれる。

引用文献

- 千木良雄治・村上拓彦 (2013) 森林資源モニタリング調査データを用いた新潟県の森林モニタリング. 新潟大農研報 62: 187-193
- Hirata Y, Imaizumi Y, Masuyama T, Matsumoto Y, Miyazono H, Goto T (2010) National Forest Inventory Reports: Japan. In: National Forest Inventories: Pathways for common reporting. Tomppo E, Gschwantner T, Lawrence M, McRoberts RE (eds) Springer, 333-340
- Inoue A, Sakamoto S, Suga H, Kitazato H, Sakuta K (2013) Construction of one-way volume table for the three major useful bamboos in Japan. J For Res 18: 323-334
- 北原文章・溝上展也・吉田茂二郎 (2010) 森林資源モニタリング調査データの有効利用と品質保証—調査面積によるデータの信頼性への影響—. 九州森林研究 63: 162-164
- 北原文章 (2019) 森林計画学会春季シンポジウム 2018「国家森林資源調査 (NFI) のこれまでとこれから」開催報告. 森林計画誌 52: 89-95
- 宮脇昭・奥田重俊・望月陸夫 (編) (1983) 改訂版

- 日本植生便覧. 至文堂
- Nakajima H, Ishida M (2014) Decline of *Quercus crispula* in abandoned coppice forests caused by secondary succession and Japanese oak wilt disease: Stand dynamics over twenty years. For Ecol Manage 334: 18–27
- 中島春樹・小林裕之 (2014) 富山県における植生図から区分した森林タイプ別および民有林と国有林別の森林分布. 富山森研研報 6: 1–12
- Nakajima H (2016) Plot location errors of National Forest Inventory: related factors and adverse effects on continuity of plot data. J For Res 21: 300–305
- 中島春樹 (2017) 森林資源モニタリング調査は固定プロットでの継続調査となっているか—富山県民有林における検討—. 日林誌 99: 156–164
- 中島春樹 (2018) 富山県の低標高ブナ・イヌブナ人工林における 43 年生までの林分成長—県外ブナ人工林および県内広葉樹二次林との比較—. 富山森研研報 10: 11–23
- Nakajima H (2019) Region-wide mass mortality of Japanese oak due to ambrosia beetle infestation: Mortality factors and change in oak abundance. For Ecol Manage 449: 117468
- 西園朋広・田中邦宏・粟屋善雄・大石康彦・林雅秀・横田康裕・天野智将・久保山裕史・八巻一成・古井戸宏通 (2008) 秋田地方のスギ人工林における林分材積成長量の経年推移. 日林誌 90: 232–240
- 大住克博・森麻須夫・桜井尚武・斎藤勝郎・佐藤昭敏・関剛 (2000) 秋田地方で記録された高齢なスギ人工林の成長経過. 日林誌 82: 179–187
- 林野庁計画課 (1970) 立木幹材積表—東日本編—. 林野庁計画課 (1999) 森林資源モニタリング調査実施マニュアル (平成 11 年 4 月).
- 林野庁計画課 (2009) 森林資源モニタリング調査実施マニュアル (平成 21 年 4 月).
- 林野庁 (2019) 2019 年版森林・林業統計要覧. 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫(編) (1989a) 日本の野生植物 木本 I. 平凡社
- 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫(編) (1989b) 日本の野生植物 木本 II. 平凡社
- 白石則彦 (1999) わが国のモニタリングシステムの現状と問題点. 森林科学 27: 35–37
- 竹内郁雄 (2005) スギ高齢人工林における胸高直径成長と林分材積成長. 日林誌 87: 394–401
- 富山県 (2018) 庄川地域森林計画書 (平成 30 年 12 月樹立).
- 富山県農林水産部 (2015) 平成 25 年度富山県森林・林業統計書.
- 富山県農林水産部 (2019) 平成 29 年度富山県森林・林業統計書.
- 吉田茂二郎 (2008) 現行の全国森林資源モニタリング調査と戦後のわが国の森林資源調査について. 日林誌 90: 283–290

Summary

Forest resource analysis of private forests in Toyama Prefecture, Japan, before (1999–2003) and after (2012–2015) an epidemic of Japanese oak wilt disease was conducted using data from 113 plots in the National Forest Inventory. After the epidemic, total volume (growing stock) of the study region was estimated as $45,519 \pm 6,974$ thousand m^3 ($\pm 95\%$ confidence interval) and composed of 54% plantation forests and 46% natural forests. Volume change rates between before and after the epidemic were estimated as 449 and 120 thousand m^3/yr for plantation and natural forests, respectively. These estimated values were 115–128% of the values computed from forest registers (“Shinrin-bo”), suggesting that empirical yield tables of forest registers underestimate stand volume increments. *Cryptomeria japonica* occupied about 90% of the total volume of plantation forests. In natural forests, first, second, and third most dominant species were *Quercus crispula*, *Fagus crenata*, and *Q. serrata*, respectively, before the epidemic, while *F. crenata*, *Q. serrata*, and *Q. crispula*, respectively, after the epidemic; the total volume of *Q. crispula* decreased by 56% during the epidemic. Mean stand volumes were 478 m^3/ha for plantation forests and 191 m^3/ha for natural forests. Mean stand volume increments were 8.02 $m^3/ha/yr$ for *C. japonica* plantation forests and 2.81 $m^3/ha/yr$ for *Q. serrata* natural forests. The estimated volume, vertical distribution, and frequency of appearance for each tree species appeared in this study were revealed as basic information of regional forest resources.

Keywords: Forest registers, Volume of each tree species, Japanese oak wilt disease, National Forest Inventory

付表-1 (1/3)

付表-1 調査プロット一覧

*ID: 全国格子点IDから160000を引いた値。例えば全国ID160005は5と表示

*位置: 市町村名は平成大合併前の旧市町村

*形状: 中島(2017)によるプロット形状区分 円: 円形, 方同: 方形同心, 方偏1: 方形偏心タイプ1, 方偏2: 方形偏心タイプ2

*斜面方位: 北を0度, 東を90度とする0~360度の斜面下向き方位

*森林面積: プロット(1000m²)のうち森林部分の面積

*林分数: プロット内で区分した人工林と天然林の林分数

*センタ土地利用: プロットセンターの土地利用状況 空白: 森林, 道: 道路, 農: 農地, 無: 草地などの無立木地

*プロット最優占種: プロットで材積が最も多い樹種

*材積とBA(胸高断面積合計)は森林面積あたりの値を算出(本文参照)。森林面積が1000m²の場合は両者の値は同一になる

*森林面積変動: ナラ枯れ前からの森林面積の変動量

ID	位置	調査年	標高	形状	方位	傾斜度	森林面積	林分数	センタ土地	ナラ枯れ後調査(2012~2015年)			ナラ枯れ前調査(1999~2003年)									
										材積	BA	材積変動	材積	BA	材積変動	材積	BA	材積変動				
5	福光町 刀利ダム	2014	404	円	295	35	1000	1	1	オニグルミ	79	13.7	79	13.7	79	13.7	1	シナノキ	78	14.7	78	14.7
6	福光町 医王山	2013	574	円	120	30	1000	1	1	ヤマモミジ	105	30.8	105	30.8	105	30.8	1	ミズナラ	194	45.1	194	45.1
7	福光町 土山	2014	211	方同	40	30	1000	2	2	サワラ	151	17.2	151	17.2	151	17.2	2	サワラ	151	19.2	151	19.2
8	福光町 人母	2013	132	円	140	24	1000	1	1	コナラ	217	29.8	217	29.8	217	29.8	1	コナラ	257	35.7	257	35.7
9	小矢部市 嘉例谷	2013	140	方同	275	38	1000	1	1	スギ	182	24.5	182	24.5	182	24.5	1	モウソウチク	311	45.5	311	45.5
10	上平村 夕カソウ山	2012	1042	円	50	32	1000	1	1	ブナ	150	31.0	150	31.0	150	31.0	1	ブナ	121	27.7	121	27.7
11	福光町 日中ダム奥	2013	710	円	315	35	1000	1	1	クマシデ	237	43.9	237	43.9	237	43.9	1	ミズナラ	206	39.7	206	39.7
12	福光町 日中ダム下	2014	304	円	100	30	1000	1	1	スギ	1115	96.9	1115	96.9	1115	96.9	1	スギ	1019	91.6	1019	91.6
13	福光町 日中ダム	2014	225	円	240	39	1000	1	1	スギ	798	81.1	798	81.1	798	81.1	1	スギ	718	73.3	718	73.3
16	福光町 川西	2013	125	円	325	23	1000	1	1	コナラ	174	24.8	174	24.8	174	24.8	1	コナラ	174	25.7	174	25.7
17	小矢部市 小森谷	2014	117	円	335	41	1000	1	1	スギ	137	18.9	137	18.9	137	18.9	1	スギ	102	17.9	102	17.9
19	小矢部市 桜町	2015	98	円	235	40	351	1	1	道	261	43.9	261	43.9	261	43.9	1	スギ	102	17.9	102	17.9
20	小矢部市 森屋	2014	347	円	40	35	900	2	2	スギ	156	30.0	156	30.0	156	30.0	2	スギ	97	19.3	97	19.3
21	福岡町 沢川	2013	900	円	285	33	1000	1	1	スギ	165	37.3	165	37.3	165	37.3	1	スギ	151	35.4	151	35.4
22	上平村 椿	2014	408	円	40	15	1000	1	1	スギ	677	72.2	677	72.2	677	72.2	1	スギ	609	68.8	609	68.8
23	上平村 細島	2012	817	円	110	10	920	1	1	スギ	54	18.7	54	18.7	54	18.7	1	ヤマモミジ	48	17.4	48	17.4
24	平村 粟谷川	2013	437	方偏1	220	28	1000	2	2	スギ	567	58.5	567	58.5	567	58.5	2	スギ	388	43.9	388	43.9
25	城端町 大鏡屋	2014	109	円	335	37	1000	1	1	コナラ	183	40.0	183	40.0	183	40.0	1	コナラ	138	31.4	138	31.4
32	福岡町 西明寺	2012	250	方同	110	30	1000	2	2	スギ	245	48.3	245	48.3	245	48.3	2	スギ	135	30.8	135	30.8
33	高岡市 勝木原	2012	203	方偏1	110	30	1000	1	1	スギ	108	25.0	108	25.0	108	25.0	1	スギ	1	0.4	1	0.4
34	氷見市 赤毛	2012	202	方偏1	0	40	1000	1	1	スギ	264	47.8	264	47.8	264	47.8	1	スギ	125	29.1	125	29.1
36	氷見市 論田	2012	179	方偏1	55	35	1000	1	1	スギ	181	27.9	181	27.9	181	27.9	1	スギ	210	34.1	210	34.1
37	氷見市 寺尾	2012	999	円	245	30	1000	1	1	スギ	282	45.8	282	45.8	282	45.8	1	スギ	221	37.4	221	37.4
38	平村 人形山	2013	590	円	220	38	958	1	1	スギ	147	31.3	147	31.3	147	31.3	1	スギ	149	33.1	149	33.1
39	平村 田向	2014	487	方同	240	40	482	1	1	スギ	71	11.1	71	11.1	71	11.1	1	スギ	351	44.3	351	44.3
40	平村 栗栖	2013	894	円	180	37	1000	1	1	スギ	222	50.9	222	50.9	222	50.9	1	スギ	210	48.7	210	48.7
41	平村 高清水山	2013	360	円	315	35	695	1	1	スギ	33	16.5	33	16.5	33	16.5	1	スギ	15	8.1	15	8.1
42	城端町 東西原	2012	30	方同	105	30	691	1	1	スギ	1326	128.7	1326	128.7	1326	128.7	1	スギ	1070	106.1	1070	106.1
49	高岡市 境	2013	18	円	10	26	90	1	1	スギ	926	99.5	926	99.5	926	99.5	1	スギ	531	62.6	531	62.6
50	氷見市 仙生寺	2015	16	円	105	15	910	1	1	スギ	283	43.5	283	43.5	283	43.5	1	スギ	289	34.5	289	34.5
51	氷見市 粟原	2012	197	方同	130	28	1000	1	1	スギ	417	43.6	417	43.6	417	43.6	1	スギ	108	34.4	108	34.4
53	氷見市 余川	2014	291	円	170	7	512	1	1	スギ	130	20.1	130	20.1	130	20.1	1	スギ	108	34.4	108	34.4
54	氷見市 国見	2012	1350	円	45	32	1000	1	1	スギ	147	44.3	147	44.3	147	44.3	1	スギ	424	50.5	424	50.5
56	利賀村 牛首線	2015	727	円	270	15	424	1	1	スギ	250	35.2	250	35.2	250	35.2	1	スギ	113	16.4	113	16.4
57	利賀村 奥大動場	2012	936	円	170	25	1000	1	1	スギ	416	48.4	416	48.4	416	48.4	1	スギ	424	50.5	424	50.5

ID	位置	格子点	ナラ枯れ後調査(2012～2015年)										ナラ枯れ前調査(1999～2003年)											
			調査年	標高	形状	方位	傾斜度	森林面積	林分	センタ	土地利用	最優占種	材積	BA	BA	材積	BA	材積	BA	材積	BA	材積	BA	
59	平村高草嶺		2012	814	円	310	18	1000	1	1	クリ	165	31.3	165	31.3	2000	1000	1	1	ミズナラ	130	29.3	130	29.3
60	平村相山		2012	274	円	315	32	599	1	1	スギ	533	60.7	320	36.6	2000	599	1	1	スギ	372	45.3	224	27.4
62	井波町八乙女山		2012	648	方偏1	290	30	1000	1	1	スギ	497	70.9	497	70.9	2000	1000	1	1	スギ	269	44.0	269	44.0
69	米見市上田子		2014	87	円	55	18	202	1	1	カサザンショウ	19	3.6	4	0.7	-288	無立木地変動			2クサギ	3	1.5	1	0.6
72	米見市北八代		2013	71	円	230	15	1000	1	1	コナラ	358	51.1	358	51.1	2001	1000	1	1	コナラ	277	42.4	277	42.4
73	米見市大窪		2013	187	円	120	22	928	1	1	コナラ	304	51.4	291	49.4	2002	928	1	1	コナラ	223	40.2	211	38.4
74	利賀村水無		2013	1203	円	285	22	1000	1	1	スギ	401	62.5	401	62.5	2000	1000	1	1	スギ	208	35.0	208	35.0
75	利賀村百瀬川東俣		2014	1490	円	280	15	601	1	1	ブナ	50	20.1	39	15.6	-399	作業道開設			ブナ	41	16.7	41	16.7
76	利賀村上白瀬奥		2014	978	円	340	36	1000	1	1	トチノキ	563	105.0	563	105.0	2001	1000	1	1	トチノキ	41	16.7	501	97.5
77	利賀村上百瀬		2014	869	円	60	22	1000	1	1	イタヤカエデ	327	43.2	327	43.2	2002	1000	1	1	イタヤカエデ	270	38.2	270	38.2
78	利賀村北豆谷		2013	593	方同	350	33	1000	1	2	スギ	654	70.5	654	70.5	2002	1000	1	1	スギ	607	75.7	607	75.7
79	利賀村高沼		2014	815	円	80	30	1000	1	1	ブナ	276	37.5	276	37.5	2003	1000	1	1	ブナ	220	31.8	220	31.8
80	庄川町牛岳		2012	833	方偏1	15	40	1000	1	1	トチノキ	163	34.7	163	34.7	1999	1000	1	1	ミズナラ	139	30.1	139	30.1
81	砺波市伏木谷		2012	275	方偏1	200	48	969	1	1	ケヤキ	217	49.1	208	46.8	1999	969	1	1	ケヤキ	179	43.8	171	41.6
82	砺波市東列所		2012	118	方偏1	270	41	1000	1	1	スギ	131	19.4	131	19.4	1999	1000	1	1	スギ	32	7.0	32	7.0
87	高岡市二上山		2012	108	方偏1	145	38	1000	1	2	コナラ	162	32.8	162	32.8	1999	1000	1	1	コナラ	123	27.6	123	27.6
88	八尾町鹿谷		2014	634	円	100	38	1000	2	1	サウガルミ	218	34.6	200	32.0	2001	1000	1	1	コナラ	144	27.8	134	26.3
89	八尾町清水		2013	565	円	145	30	1000	1	1	サウガルミ	227	34.4	227	34.4	2001	1000	1	1	2サウガルミ	166	31.5	166	31.5
90	八尾町大玉生		2013	481	円	275	36	1000	1	1	コナラ	159	31.9	159	31.9	2002	1000	1	1	1スズナラ	150	34.2	150	34.2
91	八尾町大田		2014	486	円	355	32	1000	1	1	ホオノキ	115	18.2	115	18.2	2002	1000	1	1	ホオノキ	111	19.4	111	19.4
95	婦中町宮ヶ谷		2013	85	方同	290	30	1000	1	1	スギ	312	47.3	312	47.3	2002	1000	1	1	スギ	183	33.9	183	33.9
101	八尾町赤石		2013	362	円	35	30	814	1	1	スギ	842	87.8	687	71.8	2002	814	1	1	スギ	647	73.4	529	60.3
102	八尾町青根		2014	215	円	25	22	934	1	1	スギ	439	49.4	411	46.3	2003	934	1	1	スギ	415	47.3	388	44.2
103	八尾町福島		2013	197	円	60	26	913	1	1	スギ	160	25.0	148	23.4	2002	913	1	1	スギ	280	40.3	258	37.7
105	婦中町長沢		2014	40	方同	20	10	946	1	1	オニグルミ	114	15.8	108	15.0	2003	946	1	1	オニグルミ	92	13.4	87	12.8
110	八尾町小井波		2014	518	円	290	25	1000	1	1	ヤマモミシ	139	31.3	139	31.3	2003	1000	1	1	1ヤマモミシ	120	26.6	120	26.6
112	八尾町深谷		2014	165	円	230	20	898	1	1	コナラ	229	35.1	205	31.3	2003	1000	1	1	コナラ	182	29.4	182	29.4
118	細入村加賀沢		2013	477	円	75	35	1000	1	1	トチノキ	340	50.1	340	50.1	2001	1000	1	1	トチノキ	357	51.9	357	51.9
121	大浜野町苅津山		2013	516	円	310	15	1000	1	1	スギ	185	31.4	185	31.4	2001	1000	1	1	コナラ	230	36.8	230	36.8
127	大浜野町東猪谷		2014	431	円	160	5	1000	1	1	スギ	682	68.1	682	68.1	2001	1000	1	1	スギ	663	67.8	663	67.8
128	大浜野町神通峡		2013	191	円	230	40	776	1	1	ウラジロガシ	164	38.6	128	30.1	2001	776	1	1	コナラ	112	25.7	88	20.2
129	大浜野町小佐波御前山		2012	648	円	330	12	1000	1	1	スギ	117	31.9	117	31.9	1999	1000	1	1	コナラ	56	20.1	56	20.1
130	大浜野町東福沢		2013	200	円	70	38	565	1	1	スギ	19	6.3	14	5.3	2000	523	1	1	スギ	50	14.0	34	11.3
137	大浜野町奥の山		2012	853	円	355	30	931	1	1	ブナ	209	25.0	195	23.4	2000	931	1	1	スギ	213	27.2	199	25.5
138	大浜野町柳ヶ原		2012	609	円	10	15	920	1	1	サウガルミ	165	20.1	151	18.4	2000	920	1	1	スギ	139	18.3	127	16.7
139	大浜野町高嶮山		2014	1228	円	335	25	1000	1	1	アカガシ	146	39.8	146	39.8	2000	920	1	1	1スズナラ	108	30.2	108	30.2
144	大浜野町高嶮山		2014	1019	円	220	40	1000	1	1	ブナ	296	41.7	296	41.7	(非調査)				コナラ	139	18.3	139	18.3
146	大浜野町高嶮山		2013	1019	円	220	40	1000	1	1	スギ	513	76.7	513	76.7	(非調査)				アカガシ	108	30.2	108	30.2
147	大浜野町水須		2014	703	円	35	25	1000	1	1	スギ	454	46.9	454	46.9	2001	1000	1	1	スギ	300	49.4	300	49.4
148	立山町横江		2013	386	円	15	30	1000	1	1	コナラ	240	40.7	198	34.3	2000	1000	1	1	スギ	380	39.5	380	39.5
149	立山町上末		2015	271	円	235	25	784	1	1	コナラ	126	34.2	126	34.2	(非調査)				スギ	93	24.2	93	24.2
154	大浜野町有峰祐延		2013	1499	円	330	37	1000	1	1	スズコ	179	41.9	179	41.9	2002	1000	1	1	1スズコ	92	26.1	92	26.1
156	大浜野町小口川		2013	839	円	175	25	1000	1	1	スギ	133	32.5	130	31.7	2001	1000	1	1	スギ	45	13.9	45	13.9
158	立山町谷		2012	469	円	45	30	970	1	1	スギ	305	57.4	305	57.4	2000	970	1	1	コナラ	256	50.8	256	50.8
159	上市町総谷		2012	317	円	145	38	1000	1	1	コナラ	338	55.4	338	55.4	1999	1000	1	1	コナラ	312	51.3	312	51.3
164	大浜野町有峰東谷		2013	1368	円	110	45	1000	1	1	スズコ	515	49.0	515	49.0	2002	1000	1	1	スズコ	431	45.6	431	45.6
165	大浜野町有峰西岸		2013	1119	円	110	18	1000	1	1	カラマツ	381	60.1	281	45.4	2000	1000	1	1	カラマツ	382	59.0	382	59.0
166	大浜野町鉢伏山		2012	1545	円	70	40	724	1	1	スズコ	281	60.1	281	60.1	2000	724	1	1	1スズコ	382	59.0	382	59.0

付表-1 (3/3)

ID	位置	格子点	ナラ枯れ後調査(2012~2015年)										ナラ枯れ前調査(1999~2003年)										
			調査年	標高	形状	方位	傾斜度	森林面積	林分	セクタ	プロット	最優占種	材積	BA	材積	BA	材積	BA	材積	BA	材積	BA	
167	大山町 和田川		2013	852	円	310	30	1000	1	ブナ	231	37.0	231	37.0	2000	1000	1	シナノキ	152	23.3	152	23.3	
168	大山町 葉鼻野		2013	532	円	350	44	539	1	トチノキ	106	22.8	59	12.9	2000	539	1	トチノキ	53	10.7	29	6.1	
170	上市町 骨原		2012	639	円	250	10	1000	1	スギ	747	84.1	747	84.1	1999	1000	1	スギ	626	77.1	626	77.1	
171	上市町 稲村		2012	431	円	290	38	1000	1	コナラ	239	46.4	239	46.4	1999	1000	1	ミズナラ	211	46.0	211	46.0	
172	瀧川市 榎輪		2014	299	円	295	25	103	1	無	59	10.5	6	1.0	2003	121	1	スギ	32	7.1	3	0.7	
173	魚津市 鹿熊		2014	166	円	300	10	1000	1	スギ	552	52.9	552	52.9	2001	1000	1	スギ	428	43.8	428	43.8	
179	大山町 有峰		2012	1401	円	20	5	898	1	オオシラビソ	190	32.6	175	30.6	1999	898	1	オオシラビソ	133	22.6	123	21.2	
180	大山町 東坂		2014	1480	円	220	32	1000	1	ブナ	280	37.3	280	37.3	(非調査)								
183	上市町 千石川		2013	887	円	280	16	1000	2	ウリハダカエデ	129	23.7	129	23.7	(非調査)								
184	上市町 伊折		2012	796	方偏2	100	35	1000	1	ミズナラ	106	27.4	106	27.4	1999	1000	1	ミズナラ	121	28.0	121	28.0	
185	上市町 蓬沢		2012	873	円	85	21	970	1	スギ	200	48.1	196	47.4	1999	970	1	スギ	154	40.3	152	39.7	
186	魚津市 松倉		2014	585	方同	310	15	1000	1	スギ	743	63.6	743	63.6	2002	1000	1	スギ	621	54.3	621	54.3	
187	魚津市 平沢		2013	598	円	5	27	1000	1	イタヤカエデ	151	30.7	151	30.7	2002	1000	1	ミズナラ	152	32.7	152	32.7	
189	魚津市 布施爪		2014	82	方同	15	31	1000	1	スギ	570	64.7	570	64.7	2001	1000	1	スギ	460	55.5	460	55.5	
196	大山町 湯川		2014	949	円	30	40	180	1	ドロノキ	162	26.3	30	4.9	(非調査)								
197	立山町 伊折		2012	1268	円	190	38	1000	1	ブナ	254	47.7	254	47.7	1999	1000	1	ブナ	242	46.1	242	46.1	
199	上市町 伊折		2012	838	円	225	37	1000	1	ブナ	146	23.5	146	23.5	1999	1000	1	ミズナラ	229	36.3	229	36.3	
200	魚津市 片貝川		2014	902	円	40	39	1000	1	ヤマモミジ	66	20.1	66	20.1	(非調査)								
201	魚津市 片貝川		2014	553	円	50	32	1000	1	ヤマモミジ	67	17.3	67	17.3	2002	1000	1	ヤマモミジ	53	15.1	53	15.1	
202	魚津市 片貝川		2014	800	円	355	35	790	1	ミズナラ	70	19.6	60	17.3	2003	790	1	ミズナラ	61	16.7	52	14.6	
203	黒部市 布施川		2014	479	円	240	40	859	1	ヤマモミジ	79	22.4	66	18.8	2001	712	1	ヤマモミジ	44	13.6	31	9.5	
219	宇奈月町 宇奈月		2012	861	方偏1	260	40	850	1	イタヤカエデ	118	29.2	108	27.2	2000	850	1	ミズナラ	98	23.1	88	21.1	
221	宇奈月町 明日		2012	315	方偏1	315	42	1000	1	スギ	474	61.2	474	61.2	2000	1000	1	スギ	478	64.4	478	64.4	
234	宇奈月町 森石		2013	628	円	110	38	1000	1	コメツガ	220	33.8	220	33.8	2000	1000	1	コメツガ	251	38.5	251	38.5	
235	宇奈月町 弥太		2013	648	円	250	32	1000	1	スギ	295	52.3	295	52.3	(非調査)								
236	朝日町 負釣山		2012	939	方偏1	60	32	1000	1	ブナ	138	29.0	138	29.0	1999	1000	1	ブナ	110	25.8	110	25.8	
237	朝日町 姥谷		2012	431	方偏1	280	45	1000	1	ミズナラ	98	21.8	98	21.8	1999	1000	1	ミズナラ	187	41.6	187	41.6	
238	朝日町 苅川		2012	352	方偏1	300	35	1000	1	ホオノキ	119	24.9	119	24.9	1999	1000	1	ミズナラ	161	35.8	161	35.8	
253	朝日町 大平		2012	568	円	325	15	1000	1	ホオノキ	94	19.0	94	19.0	1999	1000	1	ミズナラ	175	30.4	175	30.4	

付表-2 胸高直径と樹高の関係式のパラメータ

・格子点IDごとに、第1~3期基礎調査のデータと、本研究で解析したナラ枯れ後の113プロットのデータをプールのし、人工林、天然林別に胸高直径(cm)と樹高(m)の関係式を調整した。
 ・関係式は拡張相対成長式を調整した次式を用い、非線形回帰でパラメータa,b,cを求めた。

$$H = 1/(a + D^b)$$
 H: 樹高(m), D: 胸高直径(cm), a,b,c: パラメータ
 ・格子点IDは、全国格子点IDから160000を引いた値。例えば全国ID160005は5と表示。
 ・サンプル数の不足などのため、非線形回帰ができなかった場合には、全データをプールして4つの樹種グループ別に調整した共通式を用いた。
 ・ID160051では出現種がモウソウチクのみだったため、樹高の推定式は調整しなかった。
 ・備考(1): ID160036の天然林は第3期調査で方形から円形に変わったプロットで出現した。
 ・備考(2): ID160075の人工林は第3期調査以降調査以降消滅した。
 ・備考(3): ID160253の人工林は第2期調査で第1期と異なる位置に再設定されたプロットで出現した。
 ・本表のパラメータは、Nakajima(2019)の101プロットの解析に用いたものと同じである。

樹種グループ	パラメータ		
	a	b	c
アカマツ・クロマツ	0.054863	1.75013	4.0281
スギ	0.021945	1.28576	2.8811
その他針葉樹	0.034003	1.44102	3.8787
広葉樹	0.026219	0.80779	0.6759

(共通式)

(格子点ID別、人工林・天然林別)	パラメータ			備考
	a	b	c	
5 天然	0.059822	1.36655	1.2840	
6 天然	0.047190	0.85542	0.6702	
7 人工	-0.010367	0.72000	0.8977	
8 天然	0.038967	1.40842	1.5823	
9 天然	-0.038939	0.49873	0.5968	
10 天然	0.023205	0.84901	0.7940	
12 天然	0.046255	0.88751	0.5685	
13 人工	0.025941	1.73991	7.3930	
16 人工	0.034897	1.42982	1.6716	
17 天然	0.036928	1.01166	0.6454	
19 天然	-0.008177	0.57330	0.6261	
19 人工	(共通式利用)			
20 人工	-0.061051	0.55103	0.7575	
21 天然	-0.115181	0.40782	0.7404	
21 人工	-0.024285	0.59253	0.7452	
22 天然	-0.033700	0.36519	0.3913	
23 人工	(共通式利用)			
24 天然	-0.203955	0.24600	0.6727	
25 人工	0.022367	1.24757	2.1919	
32 天然	0.062350	1.10437	0.8187	
33 人工	-0.070651	0.38747	0.5069	
33 天然	(共通式利用)			
34 人工	-0.823104	0.12430	1.3220	
36 人工	0.015991	0.66502	0.5136	
36 天然	0.091716	2.68566	11.9676	(1)
37 天然	0.045623	1.14620	0.8544	
38 天然	0.031469	0.87559	0.7858	
39 天然	0.048424	0.88558	0.5971	
40 人工	0.007250	0.76381	0.8480	
41 天然	0.043157	0.77143	0.5183	
42 天然	0.002178	0.56137	0.7979	

(格子点ID別、人工林・天然林別)

格子点 ID	人	天	パラメータ			備考
			a	b	c	
49	人工		0.023967	1.21852	1.7334	
50	人工		(共通式利用)			
51	人工		(モウソウチクのみ)			
53	天然		0.006140	0.62446	0.4541	
53	人工		(共通式利用)			
54	天然		0.056180	1.42756	1.3973	
56	天然		-0.028239	0.47024	0.5615	
57	天然		-0.255640	0.39899	0.8081	
57	人工		0.015183	0.50219	0.2491	
58	天然		0.031373	1.14140	1.0945	
59	天然		0.019222	0.75139	0.5882	
59	人工		(共通式利用)			
60	人工		0.006908	0.93356	1.2429	
62	人工		0.033482	1.23880	2.0881	
62	天然		(共通式利用)			
69	天然		-2.651382	0.05555	3.2205	
72	天然		0.041963	1.07395	0.7670	
73	天然		0.020580	0.74104	0.6092	
74	人工		0.029031	0.93954	0.9894	
75	天然		0.091328	0.67551	0.4994	
75	人工		(共通式利用)			(2)
76	天然		0.014840	0.67832	0.5436	
77	天然		0.028069	0.90855	0.7284	
78	人工		0.030052	1.62094	5.2744	
78	天然		0.052954	1.08695	0.9038	
79	天然		0.033457	0.94023	0.7465	
80	天然		0.050883	1.03247	0.8811	
81	天然		0.038083	0.85447	0.7247	
82	人工		0.010533	1.05388	2.0246	
87	天然		0.042650	0.97685	0.6875	
88	天然		0.008757	0.69158	0.6151	
89	天然		-0.085485	0.37353	0.5517	
90	天然		0.030114	0.65372	0.4472	
90	人工		0.036311	1.32074	2.2262	
91	天然		-0.011465	0.53806	0.4876	
92	人工		-0.024938	0.51460	0.5554	
95	天然		0.013059	0.73380	0.6170	
95	人工		0.033067	0.96901	0.7530	
101	人工		0.014238	0.97710	1.2370	
102	人工		0.033762	1.20960	1.2773	
103	人工		0.032213	1.10023	1.2438	
105	天然		0.034219	1.14198	1.3833	
110	天然		0.034040	0.76390	0.8474	
112	天然		0.031235	0.99228	0.8299	
112	人工		(共通式利用)			
118	天然		0.041525	1.03926	0.8349	
121	天然		0.046640	1.25442	1.2653	
127	人工		0.031955	1.18780	0.9198	
128	天然		0.057125	0.89229	0.8045	
129	人工		-0.070967	0.56957	1.0174	
129	天然		0.052465	0.63040	0.5211	
130	天然		-0.218429	0.17760	0.6887	
130	人工		(共通式利用)			

(格子点ID別、人工林・天然林別)

格子点 ID	人	天	パラメータ			備考
			a	b	c	
137	天然		-0.024928	0.60151	0.6598	
138	天然		0.042934	1.65354	3.2107	
139	人工		-0.059087	0.34407	0.4769	
139	天然		0.083551	0.91995	0.5088	
144	天然		0.028111	0.67266	0.4086	
146	天然		0.040043	1.10083	0.8737	
147	人工		0.033198	1.14189	1.7791	
148	人工		0.023905	1.03967	1.0413	
149	天然		0.037639	0.85907	0.4837	
154	天然		0.058674	1.37813	2.2007	
156	人工		-0.028605	0.47143	0.5737	
158	人工		-0.005973	0.45202	0.4853	
159	天然		0.039466	0.80095	0.5154	
164	天然		0.050970	1.25189	1.3853	
165	人工		-0.010097	0.55103	0.5828	
166	天然		0.056444	1.54080	2.0759	
167	天然		0.009820	0.89928	0.6321	
168	天然		-0.019593	0.48928	0.5378	
170	人工		0.003521	0.75375	0.7262	
171	天然		0.037084	0.92347	0.7856	
172	人工		(共通式利用)			
172	天然		(共通式利用)			
173	人工		0.023330	1.35630	2.6062	
173	天然		(共通式利用)			
179	天然		0.034838	1.08550	1.5347	
180	天然		0.035402	1.03161	0.7524	
183	天然		-0.062166	0.42666	0.5079	
184	天然		0.056395	0.95180	0.7006	
185	人工		0.013327	0.53910	0.4945	
185	天然		0.032522	0.73782	0.6165	
186	人工		0.012137	0.82473	0.5819	
187	天然		0.045985	0.93123	0.6827	
189	天然		0.010851	0.63996	0.4515	
189	人工		0.033917	1.38671	1.7811	
189	天然		(共通式利用)			
196	天然		0.048194	0.89457	0.7768	
197	天然		0.046334	1.22878	1.2714	
199	天然		0.080219	1.08142	0.6926	
200	天然		-0.040431	0.46887	0.5437	
201	天然		0.089193	1.34607	0.9887	
202	天然		0.059928	0.96453	0.8123	
203	天然		0.047731	0.80865	0.5962	
219	天然		0.001520	0.58512	0.4681	
221	人工		0.042247	1.05409	0.8946	
234	天然		0.041824	0.88552	0.5674	
235	天然		0.063457	1.43215	1.4980	
236	天然		0.022119	0.67887	0.5328	
237	天然		0.055544	0.92624	0.5470	
238	天然		0.029568	0.72033	0.5283	
253	天然		-0.013728	0.55685	0.5110	(3)
253	天然		0.035133	0.90812	0.8078	

付表-3 (1/4)

付表-3 民有林の樹種別資源量

・ナラ枯れ後は2012～2015年調査、ナラ枯れ前は1999～2003年調査に基づく値
 ・ナラ枯れ後の材種(人工林と天然林の計)が多い順に表示
 ・生活形 針:針葉樹, 広:広葉樹, 竹:タケ類, 大高:大高木, 小高:小高木, 低:低木
 ・出現頻度 113プロットのうち出現したプロット数
 ・本数は、胸高直径階別に1cm以上5cm未満, 5cm以上18cm未満, 18cm以上の3段階に区分
 ・0値は端数処理で0となった値, 空白は出現がないゼロ値

樹種	生活形	ナラ枯れ後 (2012～2015年調査)										ナラ枯れ前 (1999～2003年調査)			
		材積(千m ³)		出現頻度		出現 出現標高(m)		本数(千本)		材積変動率 (a-b)/b	材積成長量 (m ³ /yr)	人工林		天然林	
		人工林	天然林	計(a)	頻度	下限	上限	1-5cm	5-18cm			18cm+	人工林	天然林	計(b)
計		24,408 (100%)	21,112 (100%)	45,519 (100%)	113	16 - 1545	881,760	206,240	57,696	+18%	569,336	19,014 (100%)	19,673 (100%)	38,687 (100%)	
1 スギ	針 大高	21,496 (88.1%)	486 (2.3%)	21,982 (48.3%)	54	18 - 1268	7,520	13,680	24,464	+31%	433,153	16,426 (86.4%)	358 (1.8%)	16,785 (43.4%)	
2 ブナ	広 大高	77 (0.3%)	3,399 (16.1%)	3,476 (7.6%)	34	446 - 1545	13,120	10,800	4,976	+21%	50,597	50 (0.3%)	2,819 (14.3%)	2,869 (7.4%)	
3 コナラ	広 大高	128 (0.5%)	2,322 (11.0%)	2,450 (5.4%)	32	71 - 648	1,120	4,320	5,520	+13%	23,062	72 (0.4%)	2,101 (10.7%)	2,173 (5.6%)	
4 ミズナラ	広 大高	184 (0.8%)	1,224 (5.8%)	1,408 (3.1%)	48	271 - 1545	1,920	3,880	2,432	-56%	-149,174	287 (1.5%)	2,911 (14.8%)	3,198 (8.3%)	
5 ホオノキ	304 (1.2%)	892 (4.2%)	1,196 (2.6%)	39	30 - 1228	2,240	3,240	1,712	+57%	36,082	247 (1.3%)	516 (2.6%)	763 (2.0%)		
6 トチノキ	8 (0.0%)	1,070 (5.1%)	1,078 (2.4%)	15	408 - 1119	1,600	720	752	+5%	4,216	54 (0.3%)	974 (5.0%)	1,027 (2.7%)		
7 イタヤカエデ	20 (0.1%)	1,020 (4.8%)	1,041 (2.3%)	36	165 - 1119	1,920	1,960	1,680	+33%	21,458	15 (0.1%)	768 (3.9%)	783 (2.0%)		
8 カラマツ	648 (2.7%)	15 (0.1%)	663 (1.5%)	2	1119 - 1401	384			+33%	13,770	484 (2.5%)	14 (0.1%)	497 (1.3%)		
9 ヤマモミジ	3 (0.0%)	651 (3.1%)	654 (1.4%)	39	165 - 1268	24,960	20,720	528	+41%	15,835	2 (0.0%)	462 (2.3%)	464 (1.2%)		
10 モウソウチク	9 (0.0%)	644 (3.0%)	652 (1.4%)	5	16 - 211	2,400	13,560		-8%	-4,817	5 (0.0%)	705 (3.6%)	710 (1.8%)		
11 サワグルミ	53 (0.2%)	573 (2.7%)	626 (1.4%)	7	435 - 978	320	520	576	+50%	17,333	31 (0.2%)	387 (2.0%)	418 (1.1%)		
12 ネズコ		575 (2.7%)	575 (1.3%)	5	628 - 1545	2,720	1,080	432	+4%	1,677		554 (2.8%)	554 (1.4%)		
13 アカマツ	303 (1.2%)	172 (0.8%)	474 (1.0%)	10	82 - 347	640	400	512	-32%	-18,887	402 (2.1%)	299 (1.5%)	701 (1.8%)		
14 ミズキ	34 (0.1%)	430 (2.0%)	464 (1.0%)	26	40 - 1350	4,480	2,960	848	+8%	2,736	16 (0.1%)	415 (2.1%)	431 (1.1%)		
15 シナノキ	0 (0.0%)	430 (2.0%)	430 (0.9%)	20	261 - 1480	640	680	848	+17%	5,152	0 (0.0%)	368 (1.9%)	369 (1.0%)		
16 クマシテ	2 (0.0%)	378 (1.8%)	380 (0.8%)	21	200 - 1042	5,280	5,600	624	+25%	6,271	1 (0.0%)	304 (1.5%)	305 (0.8%)		
17 ウダイカンバ		338 (1.6%)	338 (0.7%)	11	648 - 1480	400	672		+43%	8,479		236 (1.2%)	236 (0.6%)		
18 ウラジロガシ	6 (0.0%)	322 (1.5%)	329 (0.7%)	12	82 - 431	6,240	3,440	832	+95%	13,316	1 (0.0%)	168 (0.9%)	169 (0.4%)		
19 ウワミズザクラ	34 (0.1%)	240 (1.1%)	275 (0.6%)	55	30 - 1480	14,560	4,320	640	+23%	4,213	16 (0.1%)	209 (1.1%)	224 (0.6%)		
20 マルバマンサク	29 (0.1%)	244 (1.2%)	273 (0.6%)	49	82 - 1545	88,800	16,520		-13%	-3,472	287 (1.5%)	287 (1.5%)	314 (0.8%)		
21 コメツガ		263 (1.2%)	263 (0.6%)	4	628 - 1499	320	200	304	-2%	-557	269 (1.4%)	269 (1.4%)	269 (0.7%)		
22 ウリハダカエデ	3 (0.0%)	257 (1.2%)	260 (0.6%)	31	132 - 1480	1,920	2,520	592	+2%	379	3 (0.0%)	253 (1.3%)	256 (0.7%)		
23 モミ		250 (1.2%)	250 (0.5%)	2	71 - 187	2,080	800	160	+42%	6,120		176 (0.9%)	176 (0.5%)		
24 オニグルミ	55 (0.2%)	186 (0.9%)	242 (0.5%)	8	40 - 590	480	80	368	+10%	1,776	52 (0.3%)	168 (0.9%)	220 (0.6%)		
25 ケヤキ	64 (0.3%)	169 (0.8%)	234 (0.5%)	9	30 - 590	600	592		+35%	5,082	40 (0.2%)	133 (0.7%)	173 (0.4%)		
26 キタゴヨウ		211 (1.0%)	211 (0.5%)	5	628 - 1545	480	240	224	+23%	3,268		172 (0.9%)	172 (0.4%)		
27 コハウチワカエデ	14 (0.1%)	191 (0.9%)	205 (0.5%)	31	165 - 1490	6,720	3,920	336	+48%	5,524	12 (0.1%)	127 (0.6%)	139 (0.4%)		
28 ヒノキ	202 (0.8%)	175 (0.8%)	203 (0.4%)	4	30 - 648	160	200	288	+30%	3,918	156 (0.8%)	0 (0.0%)	156 (0.4%)		
29 リョウブ	22 (0.1%)	175 (0.8%)	197 (0.4%)	52	82 - 1499	91,680	10,120	16	+49%	516	10 (0.1%)	180 (0.9%)	191 (0.5%)		
30 サウシバ	1 (0.0%)	193 (0.9%)	193 (0.4%)	9	404 - 900	3,200	4,640	368	+3%	5,306		130 (0.7%)	130 (0.3%)		
31 クリ	56 (0.2%)	137 (0.6%)	193 (0.4%)	21	30 - 814	1,760	920	368	-27%	-5,861	55 (0.3%)	208 (1.1%)	264 (0.7%)		
32 ソヨゴ	8 (0.0%)	180 (0.9%)	188 (0.4%)	14	71 - 648	8,640	5,080	128	+17%	2,305	3 (0.0%)	157 (0.8%)	161 (0.4%)		
33 アカシテ	3 (0.0%)	184 (0.9%)	187 (0.4%)	13	125 - 839	320	1,000	448	+24%	3,004	1 (0.0%)	150 (0.8%)	151 (0.4%)		
34 オオシラビソ		181 (0.9%)	181 (0.4%)	1	1401 - 1401	320	1,040	192	+39%	4,195		131 (0.7%)	131 (0.3%)		
35 サワラ	173 (0.7%)	173 (0.8%)	173 (0.4%)	1	211 - 211	80		80	+7%	964	162 (0.8%)	145 (0.7%)	162 (0.4%)		
36 コシアブラ	22 (0.1%)	137 (0.6%)	159 (0.3%)	31	71 - 1499	7,680	2,240	288	+4%	513	7 (0.0%)	145 (0.7%)	153 (0.4%)		

樹種	生活形	ナラ枯れ後 (2012~2015年調査)						材積成長量		ナラ枯れ前 (1999~2003年調査)		
		材積(千m ³)		出現 出現標高(m)		本数(千本)		材積変動率 (a-b)/b	材積成長量 (m ³ /yr)	人工林	天然林	
		人工林	天然林	計(a)	頻度	下限	上限					1-5cm
37 ミズメ	広 大高	6 (0.0%)	154 (0.3%)	8	628 - 1228	280	352	+56%	4591	0 (0.0%)	98 (0.5%)	98 (0.3%)
38 ハウチワカエデ	広 小高	36 (0.1%)	138 (0.3%)	32	171 - 1545	7,200	64	+49%	3,773	2 (0.0%)	90 (0.5%)	93 (0.2%)
39 イヌシデ	広 大高	2 (0.0%)	128 (0.6%)	18	30 - 710	6,080	80	+45%	3,334	13 (0.1%)	69 (0.4%)	82 (0.2%)
40 アオハダ	広 大高	14 (0.1%)	112 (0.5%)	25	165 - 1350	2,240	256	+36%	2,759	0 (0.0%)	89 (0.5%)	89 (0.2%)
41 アズキナシ	広 大高	24 (0.1%)	125 (0.6%)	8	291 - 1545	1,120	176	+2%	233	9 (0.0%)	84 (0.4%)	93 (0.2%)
42 ヤマハンノキ	広 大高	83 (0.4%)	107 (0.2%)	12	40 - 431	320	208	+34%	2,255	17 (0.1%)	122 (0.6%)	122 (0.3%)
43 カラスザンショウ	広 大高	96 (0.5%)	102 (0.2%)	5	261 - 590	160	224	+88%	4,003	63 (0.3%)	54 (0.3%)	80 (0.2%)
44 エゾエノキ	広 小高	63 (0.3%)	100 (0.2%)	15	30 - 435	8,000	48	+30%	1,975	54 (0.3%)	77 (0.4%)	54 (0.1%)
45 エコノキ	広 大高	86 (0.4%)	98 (0.2%)	6	98 - 590	600	240	+8%	646	1 (0.0%)	65 (0.3%)	78 (0.2%)
46 クマノミズキ	広 大高	87 (0.4%)	90 (0.2%)	3	109 - 317	480	240	+57%	2,965	27 (0.1%)	56 (0.3%)	92 (0.2%)
47 アカガシ	広 大高	90 (0.2%)	90 (0.2%)	29	85 - 1545	44,160	4,280	-9%	-787	6 (0.0%)	95 (0.5%)	62 (0.2%)
48 タニウツギ	広 低	90 (0.2%)	90 (0.2%)	2	291 - 404	320	272	+26%	1,532	5 (0.0%)	95 (0.5%)	100 (0.3%)
49 ハリエンジュ	広 大高	77 (0.4%)	82 (0.2%)	5	477 - 1350	1,920	80	+45%	2,123	71 (0.4%)	52 (0.3%)	71 (0.2%)
50 ハリギリ	広 大高	79 (0.4%)	81 (0.2%)	16	215 - 1228	10,720	176	+69%	2,763	4 (0.0%)	46 (0.2%)	56 (0.1%)
51 ナツツバキ	広 小高	67 (0.3%)	72 (0.2%)	16	101 - 1368	2,400	32	+14%	724	2 (0.0%)	46 (0.2%)	48 (0.1%)
52 ネジキ	広 大高	63 (0.3%)	69 (0.2%)	5	101 - 894	12,160	16	+129%	3,255	4 (0.0%)	59 (0.3%)	63 (0.2%)
53 ヤマザクラ	広 小高	53 (0.2%)	63 (0.1%)	30	109 - 1545	6,400	64	-10%	-554	6 (0.0%)	24 (0.1%)	30 (0.1%)
54 タムシバ	広 小高	61 (0.1%)	61 (0.1%)	15	486 - 1545	1,720	192	+10%	478	12 (0.1%)	57 (0.3%)	69 (0.2%)
55 アオダモ	広 大高	60 (0.3%)	58 (0.1%)	1	362 - 362	200	64	+12%	531	0 (0.0%)	55 (0.3%)	55 (0.1%)
56 キハダ	広 大高	47 (0.2%)	56 (0.1%)	19	30 - 446	38,240	1,960	+41%	1,407	41 (0.2%)	53 (0.3%)	53 (0.1%)
57 イチヨウ	広 小高	52 (0.2%)	56 (0.1%)	27	85 - 1019	11,040	16	+93%	2,246	5 (0.0%)	24 (0.1%)	41 (0.1%)
58 ヒサカキ	広 小高	49 (0.2%)	53 (0.1%)	3	727 - 949	480	80	+48%	1,518	29 (0.1%)	37 (0.2%)	29 (0.1%)
59 ヤマボウシ	広 小高	50 (0.2%)	51 (0.1%)	24	85 - 999	40,160	2,040	-37%	-2,566	3 (0.0%)	63 (0.3%)	38 (0.1%)
60 ハッコヤナギ	広 低	50 (0.2%)	51 (0.1%)	7	82 - 593	160	200	-13%	-615	21 (0.1%)	63 (0.3%)	84 (0.2%)
61 キブシ	広 大高	4 (0.0%)	41 (0.1%)	2	165 - 166	800	32	-1%	-37	6 (0.0%)	53 (0.3%)	59 (0.2%)
62 カスミザクラ	広 大高	47 (0.2%)	48 (0.1%)	8	347 - 949	800	3280	+27%	884	7 (0.0%)	44 (0.2%)	51 (0.1%)
63 ニワウルシ	広 低	23 (0.1%)	48 (0.1%)	14	30 - 516	7,040	96	-3%	-112	35 (0.2%)	4 (0.0%)	39 (0.1%)
64 ヒメヤシヤブシ	広 大高	45 (0.2%)	45 (0.1%)	8	873 - 1545	5,280	1,800	+69%	1,626	49 (0.3%)	13 (0.1%)	49 (0.1%)
65 シロダモ	広 小高	41 (0.2%)	40 (0.1%)	2	85 - 165	80	80	+12%	357	15 (0.1%)	43 (0.2%)	43 (0.1%)
66 コネカエデ	広 大高	40 (0.2%)	40 (0.1%)	31	197 - 1545	29,440	1,480	+6%	124	0 (0.0%)	40 (0.2%)	40 (0.1%)
67 アベマキ	広 小高	39 (0.2%)	39 (0.1%)	4	71 - 197	4,000	80	+17%	487	3 (0.0%)	36 (0.2%)	36 (0.1%)
68 オオカメノキ	広 小高	36 (0.2%)	38 (0.1%)	19	187 - 1545	3,360	1,760	-21%	-889	0 (0.0%)	31 (0.2%)	34 (0.1%)
69 マルハアオダモ	広 大高	32 (0.2%)	32 (0.1%)	1	291 - 291	5,600	440	+17%	470	3 (0.0%)	50 (0.3%)	50 (0.1%)
70 クヌギ	広 大高	31 (0.1%)	31 (0.1%)	20	197 - 1268	76,000	40	+28%	587	2 (0.0%)	31 (0.2%)	33 (0.1%)
71 ナナカマド	広 低	25 (0.1%)	29 (0.1%)	54	71 - 1545	54,080	440	-26%	-928	0 (0.0%)	25 (0.1%)	25 (0.1%)
72 キリ	広 小高	26 (0.1%)	28 (0.1%)	10	71 - 431	960	560	+94%	1,262	0 (0.0%)	16 (0.1%)	42 (0.2%)
73 ツリバナ	広 大高	26 (0.1%)	26 (0.1%)	4	262 - 1019	80	48	+17%	487	0 (0.0%)	21 (0.1%)	16 (0.0%)
74 ヌキツバキ	広 小高	26 (0.1%)	26 (0.1%)	2	191 - 477	320	680	+94%	352	4 (0.0%)	17 (0.1%)	17 (0.0%)
75 オオハクロモジ	広 大高	26 (0.1%)	26 (0.1%)	1	1545 - 1545	4,480	1,560	+60%	874	31 (0.2%)	31 (0.2%)	36 (0.1%)
76 ウラジロノキ	広 小高	19 (0.1%)	24 (0.1%)	4	873 - 1499	4,480	1,560	-27%	-794	0 (0.0%)	18 (0.1%)	18 (0.0%)
77 オオヤマザクラ	広 大高	20 (0.1%)	23 (0.1%)	7	85 - 590	160	80	+42%	643	4 (0.0%)	18 (0.1%)	18 (0.0%)
78 フサザクラ	広 小高	19 (0.1%)	24 (0.1%)	4	873 - 1499	4,480	1,560	+30%	460	6 (0.0%)	6 (0.0%)	6 (0.0%)
79 ヤハズハンノキ	広 低	20 (0.1%)	23 (0.1%)	7	85 - 590	160	80	+30%	460	1 (0.0%)	12 (0.1%)	18 (0.0%)
80 アカミノウツギ	広 小高	20 (0.1%)	23 (0.1%)	7	85 - 590	160	80	-29%	-793	1 (0.0%)	32 (0.2%)	32 (0.1%)
81 ネムノキ	広 小高	20 (0.1%)	23 (0.1%)	7	85 - 590	160	80	-29%	-793	1 (0.0%)	32 (0.2%)	32 (0.1%)

付表-3 (3/4)

樹種	生活形	ナラ枯れ後 (2012~2015年調査)						材積 (千m ³)		出現 出現標高 (m)		本数 (千本)		材積 材積 成長量		ナラ枯れ前 (1999~2003年調査)				
		計 (a)		頻度		出現		下限 - 上限		1-5cm 5-18cm 18cm-		(a-b)/b		(a-b)/12		人工林		天然林		
		人工林	天然林	22 (0.0%)	1	1401 - 1401	1	949 - 949	16	32	+50%	606	15 (0.1%)	15 (0.1%)	17 (0.1%)	17 (0.1%)	34 (0.2%)	34 (0.1%)	3 (0.0%)	3 (0.0%)
82 トウヒ	針 大高																			
83 ドロノキ	広 大高																			
84 ヒノキアスナロ	針 大高	21 (0.1%)																		
85 スダジイ	広 大高																			
86 ミネカエデ	広 大高																			
87 アカメガシワ	広 大高	5 (0.0%)																		
88 チャボガヤ	針 低																			
89 タカノツメ	広 大高																			
90 シラカンバ	広 大高																			
91 ヤマウルシ	広 大高																			
92 ハンノキ	広 大高																			
93 ハクウンボク	広 小高																			
94 キタコブシ	広 大高																			
95 ケンポナシ	広 大高																			
96 アワブキ	広 大高																			
97 ニガキ	広 大高																			
98 コムユミ	広 低																			
99 ヤマヅク	広 小高																			
100 ヒトツバカエデ	広 小高																			
101 ムラサキシキブ	広 低																			
102 ヤブツバキ	広 小高																			
103 ウリカエデ	広 小高																			
104 タンナサワフタギ	広 低																			
105 ヤマカワラハンノキ	広 低																			
106 オクチヨウジサクラ	広 小高																			
107 オヒヨウ	広 大高																			
108 ツノハシバミ	広 低																			
109 ハイヌツゲ	広 低																			
110 イイギリ	広 低																			
111 ヤマグルマ	広 大高																			
112 ホツツジ	広 低																			
113 ゴンズイ	広 小高																			
114 ダンコウバイ	広 小高																			
115 クサギ	広 小高																			
116 ウリノキ	広 低																			
117 イヌエンジュ	広 大高																			
118 ノリウツギ	広 低																			
119 ネコシテ	広 大高																			
120 エゾユズリハ	広 低																			
121 ネズミサシ	針 小高																			
122 ハイヌツギ	針 低																			
123 カキノキ	針 小高																			
124 ヌキグニミツハツツジ	広 低																			
125 サワフタギ	広 低																			
126 タケカンバ	広 大高																			

樹種	生活形	ナラ枯れ後 (2012~2015年調査)				ナラ枯れ前 (1999~2003年調査)			
		材積(千m ³)		出現		材積(千m ³)		出現	
		人工林	天然林	計(a)	頻度	下限	上限	人工林	天然林
127 ハチク	竹	2 (0.0%)	2 (0.0%)	2 (0.0%)	1	30 - 30	2,080	3 (0.0%)	0 (0.0%)
128 タカネザクラ	広小高		2 (0.0%)	2 (0.0%)	1	1401 - 1401	120	3 (0.0%)	0 (0.0%)
129 テツカエデ	広小高		2 (0.0%)	2 (0.0%)	2	553 - 902	640		6 (0.0%)
130 ヌルデ	広小高	1 (0.0%)	2 (0.0%)	2 (0.0%)	6	85 - 469	800	3 (0.0%)	3 (0.0%)
131 ミヤマハハソ	広小高	1 (0.0%)	2 (0.0%)	2 (0.0%)	8	386 - 999	4640	0 (0.0%)	2 (0.0%)
132 ケナシヤブデマリ	広低	2 (0.0%)	2 (0.0%)	2 (0.0%)	7	117 - 609	6080	2 (0.0%)	3 (0.0%)
133 ハウサンシヤクナゲ	広低		2 (0.0%)	2 (0.0%)	2	1368 - 1499	2,240		2 (0.0%)
134 ミヤマガマズミ	広低	0 (0.0%)	2 (0.0%)	2 (0.0%)	17	71 - 900	5,440	0 (0.0%)	3 (0.0%)
135 オオイヤマイゲツ	広大高		2 (0.0%)	2 (0.0%)	1	634 - 634	160		1 (0.0%)
136 キンキマメザクラ	広小高	1 (0.0%)	2 (0.0%)	2 (0.0%)	6	101 - 347	3,200	1 (0.0%)	0 (0.0%)
137 ヤマトツツジ	広低		2 (0.0%)	2 (0.0%)	6	317 - 1268	4,480	0 (0.0%)	1 (0.0%)
138 ザイフリボク	広小高		2 (0.0%)	2 (0.0%)	2	101 - 271	480		1 (0.0%)
139 ヌユミ	広小高		1 (0.0%)	1 (0.0%)	2	40 - 261	320		0 (0.0%)
140 サンショウ	広低	1 (0.0%)	1 (0.0%)	1 (0.0%)	5	30 - 479	800	1 (0.0%)	1 (0.0%)
141 タラノキ	広小高		1 (0.0%)	1 (0.0%)	1	117 - 117	80	5 (0.0%)	1 (0.0%)
142 ヤマナラシ	広大高	1 (0.0%)	1 (0.0%)	1 (0.0%)	1	209 - 209	160		1 (0.0%)
143 ムラサキヤシオツツジ	広低		1 (0.0%)	1 (0.0%)	4	1228 - 1545	2,720		0 (0.0%)
144 ニワトコ	広低		0 (0.0%)	0 (0.0%)	2	87 - 299	800		0 (0.0%)
145 コノノガマズミ	広低		0 (0.0%)	0 (0.0%)	2	101 - 132	2,080		0 (0.0%)
146 エノキ	広大高		0 (0.0%)	0 (0.0%)	1	40 - 40	160		0 (0.0%)
147 ヒメアオキ	広低	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4	40 - 518	2,880	0 (0.0%)	0 (0.0%)
148 ハナヒリノキ	広低		0 (0.0%)	0 (0.0%)	4	132 - 1499	2,080		1 (0.0%)
149 ナラガシク	広大高	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1	30 - 30	40	0 (0.0%)	0 (0.0%)
150 ヒメコウゾ	広低		0 (0.0%)	0 (0.0%)	3	117 - 360	320		0 (0.0%)
151 ミツデカエデ	広小高		0 (0.0%)	0 (0.0%)	1	404 - 404	40		0 (0.0%)
152 ヌズリハ	広低		0 (0.0%)	0 (0.0%)	1	82 - 82	640		0 (0.0%)
153 ツクバネ	広低		0 (0.0%)	0 (0.0%)	1	347 - 347	1,120		0 (0.0%)
154 ウツギ	広低		0 (0.0%)	0 (0.0%)	3	87 - 291	1,120		0 (0.0%)
155 カマツバ	広低		0 (0.0%)	0 (0.0%)	2	71 - 431	480		0 (0.0%)
156 ウラジロヨウラク	広低		0 (0.0%)	0 (0.0%)	1	1368 - 1368	960		0 (0.0%)
157 イソノキ	広低	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1	197 - 197	160		0 (0.0%)
158 ハナイカダ	広低		0 (0.0%)	0 (0.0%)	2	40 - 117	320		0 (0.0%)
159 オオハスノキ	広低		0 (0.0%)	0 (0.0%)	2	1499 - 1545	320		0 (0.0%)
160 コヨウラクツツジ	広低		0 (0.0%)	0 (0.0%)	1	1545 - 1545	160		0 (0.0%)
161 生存不明	広		0 (0.0%)	0 (0.0%)	1				
162 バイカウツギ	広低							1 (0.0%)	4 (0.0%)
163 オオツリバナ	広低								3 (0.0%)
164 ガマズミ	広低								2 (0.0%)
165 ヒナウチワカエデ	広大高								0 (0.0%)