

学術情報

モニタリングサイト 1000 森林・草原調査コアサイト・準コアサイトの 毎木調査データの概要

石原 正恵¹・石田 健²・井田 秀行³・伊東 明⁴・榎木 勉⁵・大久保 達弘⁶
金子 隆之⁷・金子 信博⁸・倉本 恵生⁹・酒井 武¹⁰・齊藤 哲¹¹・崎尾 均¹²
寄元 道徳¹³・芝野 博文¹⁴・杉田 久志¹⁵・鈴木 三男¹⁶・高木 正博¹⁷・高嶋 敦史¹⁸
武生 雅明¹⁹・田代 直明²⁰・田中 信行¹¹・徳地 直子¹³・並川 寛司²¹・新山 馨¹⁵
西村 尚之²²・野口 麻穂子²³・野宮 治人²⁴・日浦 勉²⁵・藤原 章雄²⁶・星野 大介¹⁵
本間 航介¹²・蒔田 明史²⁷・正木 隆¹⁰・吉岡 崇仁¹³・吉田 俊也²⁸

¹ 自然環境研究センター、² 東京大学大学院農学生命科学研究科、³ 信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設

⁴ 大阪市立大学大学院理学研究科、⁵ 九州大学宮崎演習林、⁶ 宇都宮大学農学部、⁷ 京都大学大学院農学研究科

⁸ 横浜国立大学環境情報研究院、⁹ 森林総合研究所北海道支所、¹⁰ 森林総合研究所森林植生研究領域

¹¹ 森林総合研究所植物生態研究領域、¹² 新潟大学農学部附属フィールド科学教育研究センター

¹³ 京都大学フィールド科学教育研究センター、¹⁴ 東京大学愛知演習林、¹⁵ 森林総合研究所東北支所

¹⁶ 東北大学植物園、¹⁷ 宮崎大学農学部、¹⁸ 琉球大学農学部、¹⁹ 東京農業大学地球環境科学部

²⁰ 九州大学北海道演習林、²¹ 北海道教育大学教育学部、²² 名古屋産業大学環境情報ビジネス学部

²³ 森林総合研究所四国支所、²⁴ 森林総合研究所九州支所、²⁵ 北海道大学苫小牧研究林、²⁶ 東京大学秩父演習林

²⁷ 秋田県立大学生物資源科学部、²⁸ 北海道大学雨龍研究林

要旨：モニタリングサイト 1000 は環境省生物多様性センターの事業であり、そのうち森林・草原調査では、樹木、地表徘徊性甲虫、鳥類を指標生物群として定め、2004 年よりモニタリング調査を行っている。本稿では、コアサイト・準コアサイトで取られた樹木に関するデータ（毎木調査データ）が研究・教育・保全政策などに広く活用されるよう、その概要を紹介し、データの活用方法について提案する。

キーワード：森林動態、長期観測、データ公開、直径、ネットワーク

はじめに

生物多様性の損失は、国内外において重要な課題となっている。2010 年には名古屋で生物多様性条約第 10 回目締約国会議（CBD COP10）が開催され、「2010 年までに生物多様性の損失速度を顕著に減少させる」という 2010 年目標の達成状況の検証及び新たな目標の策定が行われる。生物多様性の損失を評価するために必要な科学的データは、多岐にわたり、時間的、空間的あるいは特定のテーマ・生物群に偏在している（Scholes et al. 2008）。したがって、長期モニタリングシステムの構築と、科学的データを収集し、総合的に解析する必要がある。そうした認識から、モニタリングシステムとして、長期生態学

e-mail: moni1000f_networkcenter@fsc.hokudai.ac.jp

研究（LTER: Long Term Ecological Research）以外にも、アメリカ合衆国では NEON（National Ecological Observatory Network）やイギリスでは ECBN（Environmental Change Biodiversity Network）が動き始めている。また既存データの収集と解析に関しては、生物多様性観測ネットワーク（GEO BON: Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network）が組織された。

我が国では 2002 年に「新・生物多様性国家戦略」が発表され、着手・推進すべき 7 つの提案の 1 つとして、より質の高い自然環境データを継続的に収集・蓄積することが挙げられた。自然環境に関するデータとしては、1973 年より自然環境基礎調査（環境省）が実施され、植生図や大型・中型動物や鳥類の分布図が作成され、全国の自然の喪失や人工化の進行を捉え、重要な植物群落や原生流域など保全すべき自然を特定してきた。しかしな

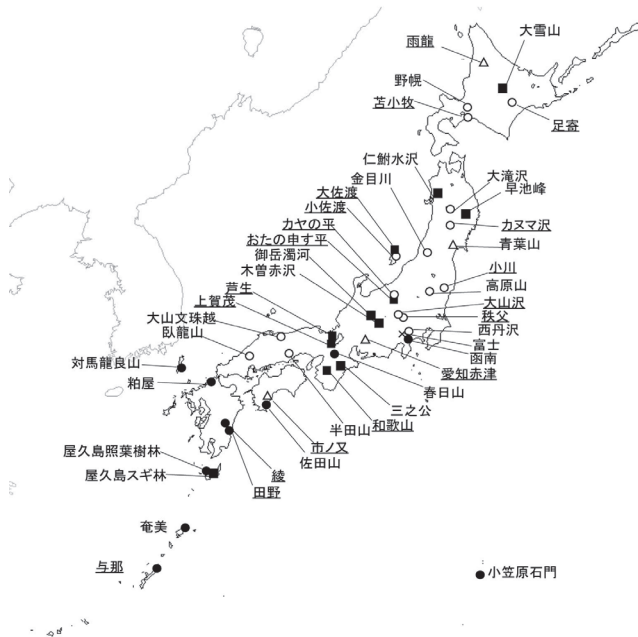


図1. 本稿で紹介するモニタリングサイト1000 森林・草原調査のコアサイト・準コアサイト配置図(2008年度末)。サイト名称に下線が付いているのがコアサイト。各サイトの主たる調査区の森林タイプを示す。■常緑針葉樹林、△広葉混交林、○落葉広葉樹林、●常緑広葉樹林、×針葉樹人工林。

がら、生態系の質や機能の変化、様々な生物種の個体数や密度の量的動態、移入種等の新たな問題へは、従来の政策では十分に対応できていなかった(「新・生物多様性国家戦略」(環境省 2002) p.79)。こうした課題に対応するため、「重要生態系監視地域モニタリング推進事業(以下「モニタリングサイト1000」という)」が環境省自然環境局生物多様性センターにより2003年より始まった。全国の多様な生態系に1000カ所程度のモニタリングサイトを設置し、基礎的な環境情報を長期にわたって蓄積し、日本の自然環境の質的・量的な劣化を早期に捉えるというものである。2007年に発表された「第三次生物多様性国家戦略」(環境省 2007)においても、基本戦略の中で自然環境データの充実のため、モニタリングサイト1000を実施することが挙げられている。

モニタリングサイト1000 森林・草原調査では、樹木、地表徘徊性甲虫、鳥類を指標生物群として定め、2004年より調査を開始した。2008年には第二期が始まり、調査体制がほぼ確立し(石原ほか 2007)、データも蓄積されてきた。著者らはネットワークセンターあるいはコアサイト・準コアサイトのサイト代表者として本調査に関わってきた。本稿では、森林調査で得られたデータが研究・

教育・保全政策などに広く活用されるよう、樹木に関するデータ(毎木調査データ)を紹介し、その活用方法について議論する。

調査地と調査方法

調査地の概要

日本は南北に長く、亜寒帯から亜熱帯まで様々な気候帯が存在する。こうした地形や気象の違いを考慮し、日本の代表的な森林を網羅するように、2004～2008年に44サイトを配置した(図1)。各サイトに1～5個、合計55個の調査区を設置した(表1)。その多くは100m方形区である。天然生林が50個(うち老齢林・高齢二次林39個、二次林11個)、人工林が5個である(表2)。年平均気温は、2.5～21.9℃、降雪は無積雪地から最大積雪深3m以上の多雪地までである。土壌は褐色森林土、酸性の調査区が多い。

調査方法の概要

コアサイトでは一つ以上の調査区で毎年、準コアサイトでは概ね5年に1回、各サイトの代表者、共同研究者、技術職員、学生、NPO法人などが、毎木調査を行った。調査区内の胸高周囲長15cm以上の樹木の種名と胸高周囲長をmm単位で計測した。直径5cmではなく、周囲長15cmとしたのは、新たに直径5cm以上になる新規加入木を正確に捉えるためである。一部のサイトでは、独自に周囲長15cm以下の樹木も調査した。1個体につき複数の幹に分かれているものについては、各幹で計測を行い、同株であることを記録した。幹の調査区内の位置は、0.1mの精度で大部分の調査区で記録した。調査結果を多地点で比較できるように、調査手法のマニュアルを作成し、測定器具・資材も同一製品をできるだけ使用し、調査手法の統一を図るようにしている。(調査方法の詳細は、マニュアルを参照、環境省生物多様性センター <http://www.biodic.go.jp/moni1000/manual/index.html>、2010年1月13日確認)。

データの品質管理

各サイトで入力されたデータは、ネットワークセンターに集められ、種名、幹番号、個体番号、胸高周囲長について、エラーチェックを行った。同一個体番号であるのに樹種や調査区内の位置が異なる場合、および周囲長の増加量 $>6\text{ cm}\cdot\text{年}^{-1}$ もしくは $<-3\text{ cm}\cdot\text{年}^{-1}$ の場合は、エラー値の可能性があると判定し、各サイトに確認し、

モニ 1000 森林調査の毎木調査データ

表 1. 森林・草原調査のコアサイト・準コアサイトの調査区の位置、形状、調査体制。

サイト名 調査区名	サイト タイプ	経度 ^a	緯度 ^a	標高 (m)	年平均 気温 (°C) ^b	都道府県	面積 (ha)	形状 (m)	調査 年度 ^c	間隔 (年)	代表者
雨龍 ^j	コア	142.28	44.37	335	4.1	北海道	1.05	70 × 150	'05 ~ '08	1	1
大雪山	準コア	143.10	43.66	975	2.5	北海道	1	100 × 100	'08	4	2
足寄 ^j	コア										
拓北		143.51	43.32	360	4.7	北海道	1	100 × 100	'06 ~ '08	1	3
美盛		143.51	43.26	340	4.8		1	100 × 100	'05	5	3
花輪		143.50	43.29	380	4.6		0.6	100 × 60	'07	5	3
野幌	準コア	141.53	43.06	42	7.0	北海道	1.04	80 × 130	'05	5	4
苫小牧 ^j	コア										
成熟林		141.57	42.71	80	7.5	北海道	1	100 × 100	'04 ~ '08	1	5
二次林 404 林班		141.59	42.69	64	7.6		1.2	100 × 120	'06	5	5
二次林 208 林班		141.57	42.70	85	7.5		0.45	50 × 90	'05	5	5
アカエゾマツ人工林		141.61	42.68	43	7.7		0.2	20 × 100	'07	5	5
カラマツ人工林		141.59	42.67	36	7.7		0.2	40 × 50	'05	5	5
トドマツ人工林		141.58	42.71	50	7.7		0.225	45 × 50	'06	5	5
仁鮎水沢	準コア	140.25	40.08	190	9.4	秋田県	1	200 × 50	'06	4	6
大滝沢	準コア	140.89	39.64	460	8.3	岩手県	1	80 × 125	'08	5	7
早池峰	準コア	141.50	39.54	1215	4.6	岩手県	1	80 × 125	'05	5	7
カヌマ沢 ^{j, f}	コア										
溪畔林		140.86	39.11	435	8.9	岩手県	1	100 × 100	'04 ~ '08 [‡]	1	8
青葉山	準コア	140.85	38.25	120	12.2	宮城県	1	100 × 100	'06	5	9
大佐渡 ^j	コア	138.44	38.21	870	8.9	新潟県	1	100 × 100	'04 ~ '08	1	10
小佐渡 ^j	コア										
豊岡		138.52	37.98	125	13.1	新潟県	0.25	50 × 50	'04 ~ '08**	1	10
金目川 ^j	準コア	139.84	38.15	543	8.8	山形県	1	100 × 100	'05	5	11
小川 ^{j, f}	コア	140.59	36.94	635	10.2	茨城県	1.2	100 × 120	'04 ~ '08	1	12
高原山 ^j	準コア	139.80	36.88	925	8.2	栃木県	1	100 × 100	'08 [‡]	5	11
カヤの平	コア	138.50	36.84	1495	5.8	長野県	1	100 × 100	'05 ~ '08	1	13
おたの申す平	コア	138.50	36.70	1730	4.8	長野県	1	100 × 100	'05 ~ '08**	1	13
大山沢 ^j	コア	138.76	35.96	1425	7.4	埼玉県	1	100 × 100	'08 [‡]	1	14
秩父 ^j	コア										
ブナ・イヌブナ林		138.80	35.94	1200	8.6	埼玉県	1	100 × 100	'04 ~ '08	1	15
ウダイカンバ林		138.82	35.91	1090	9.2		0.12	30 × 40	'04 ~ '08	1	15
18 は 2 二次林		138.82	35.91	1090	9.2		0.1	不定形	'07	5	15
矢竹沢		138.82	35.94	900	10.4		計 0.88	長方形が 3 個	'04	5	15
御岳濁河	準コア	137.46	35.93	1880	3.3	岐阜県	1	100 × 100	'05	5	2
木曽赤沢	準コア	137.63	35.72	1175	8.2	長野県	1	100 × 100	'08	5	2
西丹沢	準コア	138.99	35.47	1150	8.4	神奈川県	1	100 × 100	'08 [‡]	5	16
富士	準コア	138.87	35.41	1015	9.2	山梨県	計 0.5	50 × 50、50 × 50	'04	5	15
大山文珠越	準コア	133.55	35.36	1110	9.1	鳥取県	1	100 × 100	'06	5	2
芦生	コア										
桥上谷		135.74	35.35	750	10.2	京都府	1	100 × 100	'07 ~ '08	1	17
モンドリ谷		135.74	35.35	700	10.4		1	100 × 100	'08	5	18
愛知赤津 ^j	コア	137.17	35.22	335	14.1	愛知県	1	100 × 100	'04 ~ '08	1	19
函南	準コア	139.01	35.16	600	13.1	静岡県	1	100 × 100	'05	5	20
上賀茂	コア	135.77	35.07	140	15.0	京都府	0.64*	80 × 80	'07 ~ '08	1	21
半田山	準コア	133.92	34.70	110	16.1	岡山県	1	70 × 120、40 × 40 [†]	'07	5	2
臥龍山	準コア	132.19	34.69	1150	8.5	広島県	1	100 × 100	'08	5	13
春日山	準コア	135.86	34.68	310	14.1	奈良県	1	100 × 100	'06	5	22
三之公	準コア	136.07	34.26	560	12.6	奈良県	1	100 × 100	'07	5	2
対馬龍良山	準コア	129.22	34.15	160	15.4	長崎県	1	100 × 100	'07	5	2
和歌山 ^j	コア	135.53	34.07	825	11.1	和歌山県	1	100 × 100	'05 ~ '08	1	23
粕屋 ^j	準コア	130.55	33.65	450	15.1	福岡県	1	100 × 100	'06	5	24
市ノ又	コア	132.92	33.15	560	13.3	高知県	0.95*	100 × 100 (一部除外)	'05 ~ '08	1	25
佐田山	準コア	133.00	32.74	320	17.0	高知県	0.98*	100 × 100 (一部除外)	'07	5	26
綾 ^{j, f}	コア	131.19	32.05	490	14.6	宮崎県	1	100 × 100	'04 ~ '08	1	27
田野 ^j	コア										
二次林		131.30	31.86	175	17.0	宮崎県	1	100 × 100	'04 ~ '08	1	28
屋久島照葉樹林 ^f	準コア	130.39	30.37	150	20.1	鹿児島県	1	100 × 100	'06	5	29
屋久島スギ林 ^f	準コア	130.57	30.31	1200	13.4	鹿児島県	1	100 × 100	'07 [‡]	5	30
奄美	準コア	129.45	28.33	330	20.1	鹿児島県	1	100 × 100	'05	5	31
与那 ^j	コア	128.23	26.74	250	21.0	沖縄県	1	100 × 100	'04 ~ '08 [‡]	1	30
小笠原石門	準コア	142.16	26.68	290	21.9	東京都	1	100 × 100	'05	5	32

^a 世界測地系 (WGS84)、^b 年平均気温は、2004 ~ 2007 年の大学研究林等もしくは最寄の気象庁のアメダス・気象観測所の気象観測データを用い、気温の通減率を 0.55°C・100 m⁻¹ として標高補正し求めた、^c モニタリングサイト 1000 での毎木調査を実施した年度、* 地形・林分境界等の理由により、調査区が 100 × 100 m よりも小さい、[†] 形状の異なる調査区が隣接している、[‡] 一部データは公開保留 (2010 年 1 月末現在)、** データの精度等の理由により本稿では初年度のデータは載録しなかった、^j 日本長期生態学ネットワーク (JaLTER) に参加のサイト、^f 森林動態データベース (FDDB) に登録のサイト。1 吉田俊也 (北海道大学)、2 西村尚之 (名古屋産業大学)、3 田代直明 (九州大学)、4 並川寛司 (北海道教育大学)、5 日浦勉 (北海道大学)、6 蒔田明史 (秋田県立大学)、7 杉田久志 (森林総合研究所)、8 星野大介 (森林総合研究所)、9 鈴木三男 (東北大学)、10 本間航介 (新潟大学)、11 大久保達弘 (宇都宮大学)、12 正木隆 (森林総合研究所)、13 井田秀行 (信州大学)、14 崎尾均 (新潟大学)、15 藤原章雄 (東京大学)、16 金子信博 (横浜国立大学)、17 畠元道徳 (京都大学)、18 金子隆之 (京都大学)、19 芝野博文 (東京大学)、20 武生雅明 (東京農業大学)、21 吉岡崇仁 (京都大学)、22 伊東明 (大阪市立大学)、23 徳地直子 (京都大学)、24 榎木勉 (九州大学)、25 野口麻穂子 (森林総合研究所)、26 倉本恵生 (森林総合研究所)、27 野宮治人 (森林総合研究所)、28 高木正博 (宮崎大学)、29 新山馨 (森林総合研究所)、30 高嶋敦史 (琉球大学)、31 石田健 (東京大学)、32 田中信行 (森林総合研究所)。

表 2. 各調査区の林齢、攪乱履歴、土壌、ササの有無、最大積雪深、最大樹高。

調査区名	森林 ^a	林齢 (年)	履歴	土壌 ^b	土壌 pH	母岩	ササの有無	最大積雪深 (m)	最大樹高 (m)	引用文献
雨龍	OG		伐採履歴はない。	B	3.9 ~ 4.5	安山岩質凝灰角レキ岩	高さ 2m のクマイザサが優占	2	28	Ozawa et al. 2001 ; 柴田ほか 2002 ; 吉田俊也 未発表データ
大雪山	OG	> 300	1954 年の台風の擾乱はあまり受けていないが、風倒木の一部は搬出された。	B			クマイザサが優占	1		Nankawa et al. 2003 ; Nishimura et al. 2010*
足寄拓北	OG	>200 [†]	伐採痕跡はない。	B/		凝灰岩層、砂岩、頁岩	高さ 0.4 ~ 0.7 m のミヤコザサが優占	0.7	25	九州大学北海道演習林 未発表データ
足寄美盛	S	80 [†]	伐採後に天然更新した二次林。	B/	5.3 ~ 6.0	同上	同上	0.7	25	同上
足寄花輪	S	30 [†]	皆伐後に天然更新した二次林。	B/		同上	同上	0.7	15	同上
野幌	OG		軽微な択伐が行われた。	B		粘土、シルト、砂の互層、一部に火山堆積物	高さ 1.2 m のササが優占	1	30	増田 1983 ; Ishikawa et al. 1986
苫小牧成熟林	OG	270 ~ 340	1669、1739 年の橋前山の噴火後に成立し、1954、2004 年に台風擾乱を受けた。	未熟土	5.3 ~ 6.2	火山降下物が 1 ~ 2 m 堆積	スズタケが一部分布	0.5	26.5	三島ほか 1958 ; 五十嵐 1978 ; 日浦ほか 1998* ; Shibata et al. 1998
苫小牧二次林 404 林班	S		1948 年では広葉樹密と分類、1954、2004 年に台風擾乱を受けた。3 カ所に人工ギヤップを作成。	同上	同上	同上	高さ 1.2 m スズタケが半分を優占	0.5	20	
苫小牧二次林 208 林班	S	28	1981 年の台風による風倒カラマツを撤出し、掻き起こし後に成立した二次林。	同上	同上	同上	なし	0.5	13	
苫小牧アカエゾマツ人工林	P	>67	1942 年植栽。	同上	同上	同上	なし	0.5	20	
苫小牧カラマツ人工林	P	>57	1952 年植栽。	同上	同上	同上	なし	0.5	16	
苫小牧トドマツ人工林	P	>44	1965 年植栽。	同上	同上	同上	なし	0.5	20	
仁鶴水沢	OG	260 [‡]							50	東北森林管理局 2001
大滝沢	OG	170 [‡]	周囲に炭焼窯跡があり、19 世紀後半の大規模な擾乱の後に更新した一斉林と推定。1973 年頃から林冠ギヤップが形成。1981、1991 年に台風擾乱、1998、1999 年の冠雪を受けた。	B _{0a} 、B ₀		凝灰岩	なし	1.5 ~ 2	35	多田 1976 ; 杉田・下本 1997* ; 杉田久志 未発表データ
早池峰	OG	数百年 [†]	現在のような亜高山帯針葉樹林が成立したのは 1000 年前以降である。	P _{W0} [†]		花崗岩	高さ 1.5 m のチシマザサがパッチ状分布	1.3 ~ 2.2	17	永広ほか 1986 ; 池田 2005 ; 杉田久志 未発表データ
カヌマ沢溪畔林	OG	1000 [‡]	周辺で択伐が数十年前まで行われていたが、調査地内に人為擾乱の痕跡はない。	砂礫、B			チシマザサが一部分布	1.8	30	Masaki et al. 1999* ; Suzuki et al. 2002*
青葉山	OG	400	400 年間に渡って人手が加わることが制限されていた。	P ₀ 、P _{W0}	4.0 ~ 4.9	凝灰岩の上に、青葉山礫層が堆積		3.5 ~ 3.9	15 ~ 20 [†]	中田 1994
大佐渡	OG	500 [†]								
小佐渡豊岡	S		薪炭林として利用されたが、1970 年代に放棄され、1990 年頃から枯枯れ、2000 年にナラ枯れが発生。							
金目川	OG	200 [‡]	過去に択伐などの人為擾乱があった。	B		ローム層	なし	2 ~ 3	40	Cao and Ohkubo 1999*
小川	OG		成熟林であるが、周囲は 1930 年まで山火事・放牧・択伐など人為的擾乱を受け、炭焼窯の跡がある。	B、一部 B ₁ 、G	4.7 ~ 6.2	変成岩、火山灰	スズタケとミヤコザサがパッチ状分布	0.5	35	Masaki et al. 1999* ; Nakashizuka 2002* ; Suzuki 2002* ; Yoshinaga et al. 2002*
高原山	OG	150 [‡]	周辺は古くから軍馬牧場等々に利用されてきたが、調査地はほとんど利用されていない。	B _c		ローム層	高さ 0.5 m のミヤコザサが優占	数 cm	25	Ohkubo 1992* ; Cao and Ohkubo 1999*
カヤの平	OG		周囲に炭焼窯の跡があり、択伐がある程度行われていた。	B		溶岩流台地	高さ 1.5 m のクマイザサとチシマザサが優占	3 ~ 4	25	Peters et al. 1992 ; 渡辺 1993, 1994 ; Ida et al. 2004
おたの申す平	OG			P _{W0} 、一部 P ₀ 、B ₀	3.8 ~ 4.5	安山岩、火山泥流からなる緻密な堆積物	高さ 1 m のチシマザサが優占	3	24	高井ほか 1976 ; 黒岩・渡辺 1997* ; 井田秀行 未発表データ
大山沢	OG	220 ~ 240 [‡]	1770 ~ 1790 年頃の地震による地滑り後にシノジが一斉更新。伐採履歴はない。	砂、礫、岩、土壌		硬砂岩・砂岩	斜面で高さ 2 m のスズタケが優占	0.3	35	Sakio 1997* ; Kubo et al. 2003*
秩父ブナ・イヌブナ林	OG			B ₀		堆積岩	なし	0.2 ~ 0.3		澤田ほか 2005* ; 東京大学秩父演習林 2000
秩父ウダイカンハナ林	S	73		B ₀ 、B _E		堆積岩	ほとんどなし	同上		東京大学秩父演習林 2000
秩父 18 は 2 二次林	S	73		B ₀ 、B _E		堆積岩	ほとんどなし	同上	19.7	同上
秩父矢竹沢	P	>79	1930 年植栽。	B _c 、B ₀		堆積岩	なし	同上	44.2	同上
御岳濁河	OG	450 [‡]	直径 1 m 以上の個体を含み、人為擾乱の痕跡がない。	岩、P、B		安山岩		1 ~ 2	30	Franklin et al. 1979 ; Miyadokoro et al. 2003* ; Nishimura et al. 2005*
木曽赤沢	OG	300	1688 ~ 1703 年の伐採後に更新し、1914 ~ 1945 年に択伐、1959 年に台風擾乱を受け、1989 年の着氷による幹折れや寝返りが生じた。	P _W 、P ₀		花崗岩、花崗斑岩、流紋岩		0.5 ~ 1	30	Hoshino et al. 2002*
西丹沢	OG			B		花崗岩上に関東ローム層が堆積	あり			

入力ミスの場合は訂正し、そうでない場合は、エラー値の可能性が高いとして備考等に記述した。種名については、同種異名や変種名などは、各サイトによる入力のままとした。これは、どの種を別種、亜種、変種、同種とするかは統一見解がなく、また分類体系が今後変わる可能性があるためである。亜種、変種、品種の同定については、サイトにより基準が異なることに注意が必要である。その後、データを統一形式に整えた。

本稿では、標準和名および学名は、佐竹ほか (1999) に拠り、同種異名は標準和名に統一した。イタヤカエデ (*Acer mono* var. *marmoratum* f. *dissectum*) は北海道に分布しないが (佐竹ほか 1999)、北海道のサイトでイタヤカエデと記録され、変種を区別していない場合はイタヤカエデ類 (*Acer mono*) として、区別している場合はエゾイタヤ (*Acer mono* var. *glabrum*) として集計した。スダジイ (*Castanopsis sieboldii*) は屋久島以北に分布するため (佐竹ほか 1999)、屋久島より南のサイトでは、スダジイはすべてオキナワジイ (*Castanopsis sieboldii* subsp. *lutchuensis*) として集計した。スダジイとツブラジイ (*Castanopsis cuspidata*) が混在し両者を区別していない場合は、シイ類として集計した。

データの概要

全調査区の出現幹数は 60,166 本、そのうち種まで同定された幹数は 59,903 本、さらにそのうち最新調査年において胸高直径 5 cm 以上の生存幹数は 55,854 本 (天然生林調査区のみでは、それぞれ 58,745、58,482、54,515 本) であった。

樹木種 (佐竹ほか (1999) 掲載種) は、全調査区で 70 科 168 属 363 種 (342 種とその亜種、変種、品種が 21 種) が、天然生林調査区で 69 科 164 属 353 種 (333 種とその亜種、変種、品種が 20 種) が同定された。353 種は、日本に自生する樹木種 1760 種 (大畠 1990) の約 20% にあたる。この他に、木性シダ 1 科 1 属 1 種が記録された。

環境省レッドリスト (2007) に掲載されている種は 14 種で、絶滅危惧 I A 類 (CR) のセキモンノキ (*Claoxylon centinarium*)、絶滅危惧 I B 類 (EN) のオオヤマイチジク (*Ficus iidaiana*)、絶滅危惧 II 類 (VU) のアオツリバナ (*Euonymus yakushimensis*)、アデクモドキ (*Syzygium cleyerifolium* var. *microphyllum*)、オガサワラボチョウジ (*Psychotria homalosperma*)、クロビイタヤ (*Acer miyabei*)、トガサワラ (*Pseudotsuga japonica*)、ネムロブシダマ (*Lonicera chrysantha* var. *crassipes*)、ハコネグミ (*Elaeagnus*

matsunoana)、ハツバキ (*Drypetes integerrima*)、ハナガガシ (*Quercus hondae*)、マメヒサカキ (*Eurya emarginata* var. *minutissima*)、ミヤマシロバイ (*Symplocos confusa*)、準絶滅危惧 (NT) のシマサルスベリ (*Lagerstroemia subcostata*)、ニッケイ (*Cinnamomum okinawense*)、ヤエガワカンバ (*Betula davurica*) であった。小笠原では外来種であるアカギ (*Bischofia javanica*) が記録された。

面積 0.95 ha 以上の天然生林調査区において、最新調査年に胸高直径 5 cm 以上になっていた樹木の種数は 5 ~ 67 種 (表 3)、幹数は 387 ~ 3636 本 (表 4) であった。

データの活用方法

メタ解析研究への活用

近年、毎木調査データを使い、群集生態学やマクロ生物学などの分野で、メタ解析が行われている (例 Weigand et al. 2007; Enquist and Niklas 2001)。日本は毎木調査区が世界的にみても多数存在するにもかかわらず (本間 2001)、広域スケールのメタ解析 (Hiura 1995; Masaki et al. 1999; Takyu et al. 2005) が少ない。その一因は、データが公開されていないことであろう。近年は、PlotNet (<http://eco1.ees.hokudai.ac.jp/plotnet/home>、2010 年 1 月 13 日確認) や森林動態データベース (森林総合研究所、<http://fddb.ffpri-108.affrc.go.jp/>、2010 年 1 月 13 日確認) などで公開され始めてはいるが、公開されていないデータのほうが圧倒的多数であろう。本稿で紹介するデータの一部は、これらのデータベースの調査区と重複するものの、新たな調査区が 50 個含まれる。さらに、2004 年以降の新しいデータであること、統一的手法で調査されデータ形式も整えられているため比較がしやすいことも特色である。

気候変動等の環境変化の検出

本調査では、アルミタグなどで個体識別し、長期モニタリングが可能な調査方法を採用している。今後数十年とデータが蓄積されていけば、環境変化が生物多様性や生態系機能に及ぼす影響を検出できるだろう。海外では、過去数十年間で、樹木の成長量・死亡率・新規加入率の変化が見られており、気候変動との関係性が指摘されている (例 Feeley et al. 2007; van Mantgem et al. 2009)。気候変動は比較的、広域で共通していると考えられるため、その影響を検討する際にも多地点での比較研究が有効であろう。また、気候変動以外にも、ブナ科樹木萎凋病によるナラ枯れやマツ材線虫病によるマツ枯れなどの発生、

表 3. 調査最新年における各調査区の樹木（胸高直径 5 cm 以上）の種数、胸高断面積合計、および胸高断面積における優占上位 5 樹種とその優占割合、針葉樹、常緑広葉樹、落葉広葉樹の占める割合、広葉樹の占める割合、広葉樹における落葉樹の占める割合。

調査区名	種数*	胸高断面積† 合計 (m ²)	1 位*		2 位*		3 位*		4 位*		5 位*		針葉樹 割合(A)* (%)	常緑広葉樹 割合(B)* (%)	落葉広葉樹 割合(C)* (%)	(C/(B+C))* (%)
			種名	割合(%)	種名	割合(%)	種名	割合(%)	種名	割合(%)	種名	割合(%)				
針葉樹林 [‡]																
上賀茂	16	29.9	ヒノキ	96.6	ソノゴ	1.1	リョウブ	1.0	ツブラジイ	0.4	アオハダ	0.2	96.7	1.7	1.6	48.5
仁瀬水沢	38	92.8	スギ	95.3	トチノキ	1.8	イタヤカエデ	0.5	サワグルミ	0.4	アブラキ	0.2	95.5	0	4.5	100
御岳高河	10	49.0	トビ	53.5	コメツ	18.0	オシラビソ	12.5	シラビソ	10.8	ダケカンバ	4.0	94.8	0	5.2	100
大佐渡	21	128.7	スギ	93.7	シナノキ	3.5	サワグルミ	1.2	ミズナラ	0.3	イタヤカエデ	0	93.7	0	6.3	100
木崎赤沢	20	65.9	ヒノキ	74.2	サワラ	10.3	アスナロ	9.0	ホノノキ	3.3	ミズナラ	1.8	93.6	0	6.4	100
大雪山	5	41.4	エゾマツ	56.0	トマツ	25.8	アカエゾマツ	10.7	ダケカンバ	7.1	オガラハナ	0.4	92.5	0	7.5	100
芦生川上谷	31	78.2	スギ	85.8	フナ	5.7	ミズメ	2.7	ホノノキ	1.6	コハナナリカエデ	0.6	85.8	0.4	13.8	97.2
芦生川スギ林	25	117.1	スギ	61.9	ツガ	13.8	モミ	9.4	ヤマグルマ	3.3	サクラナヅシ	0	85.0	11.0	4.0	26.7
早池峰	17	37.9	オシラビソ	57.6	コメツ	24.5	ダケカンバ	10.4	ネコシデ	1.7	ナナカマド	1.6	83.4	0	16.6	100
おたの申し平	6	54.6	コメツ	66.2	ダケカンバ	16.6	オシラビソ	15.1	トビ	0.1	オガラハナ	0	83.3	0	16.7	100
和歌山	37	73.5	モミ	52.5	ツガ	13.3	アカマツ	7.2	ヒメシヤラ	6.3	アマガシ	5.0	73.0	10.2	16.8	62.2
三ヶ谷	52	63.1	ツガ	37.6	トガサワラ	13.5	ウラジロガシ	8.4	モミ	8.0	サカキ	6.6	62.6	28.2	9.2	24.6
針広混交林 [‡]																
市ノ又	44	57.8	ヒノキ	28.5	ツガ	18.6	モミ	9.9	ウラジロガシ	8.7	サカキ	8.4	57.1	40.1	2.8	6.5
青葉山	49	51.4	モミ	36.7	スギ	14.1	コナラ	10.3	カスミザクラ	7.8	イタヤ	7.2	52.2	5.7	42.1	88.1
愛知赤津	37	39.1	ヒノキ	39.4	コナラ	24.1	アカマツ	11.8	コハナナリカエデ	4.2	サカキ	3.6	51.3	9.3	39.4	80.9
雨龍	14	36.6	ミズナラ	32.5	トマツ	28.7	イタヤカエデ類	11.1	アカエゾマツ	10.0	ダケカンバ	7.0	38.7	0	61.3	100
落葉広葉樹林 [‡]																
大滝沢	23	43.9	トチノキ	26.3	ヒノキアスナロ	23.0	フナ	13.0	スギ	8.0	イタヤカエデ	6.6	30.9	0	69.1	100
芦生モリ谷	41	33.1	ミズナラ	28.8	シラカンバ	21.8	ミズナラ	14.0	トチノキ	10.0	ヤエガハナノキ	7.1	21.8	0	78.2	100
足寄花輪	17	13.0	ミズナラ	78.7	シラカンバ	10.4	ウダカハナ	3.1	エゾイタヤ	1.4	ヤエガハナノキ	1.4	0	0	100	100
足寄美盛	18	29.8	ミズナラ	76.9	シラカンバ	6.9	キハダ	4.2	ハリギリ	3.8	ケヤマハナノキ	2.4	0	0	100	100
208 林班	27	8.3	ミズナラ	29.5	シラカンバ	21.6	ミヤマザクラ	11.6	ヤサダモ	3.9	シナノキ	3.9	0	0	100	100
204 林班	30	28.9	ミズナラ	26.5	ヤマモミジ	17.1	アサダ	10.1	ホノノキ	7.0	シナノキ	7.1	0.5	0	99.5	100
404 林班	34	26.6	アサダ	21.4	イタヤカエデ類	18.9	カウラ	8.9	シナノキ	8.8	エゾマツ	4.8	4.8	0	95.2	100
苦小牧成林	34	26.6	アサダ	21.4	イタヤカエデ類	18.9	カウラ	8.9	シナノキ	8.8	エゾマツ	4.8	4.8	0	95.2	100
野幌	34	35.7	シナノキ	26.5	ハルニレ	20.1	ヤサダモ	16.1	ミズナラ	9.9	カウラ	7.0	2.1	0	97.9	100
足寄北	32	27.9	オオバボダイジュ	29.3	アサダ	23.9	エゾイタヤ	15.0	シナノキ	5.7	ハルニレ	5.6	0	0	100	100
大山沢	42	37.1	シナノキ	44.5	カウラ	14.2	サワグルミ	7.3	シナノキ	4.9	イタヤカエデ	3.6	2.9	0	97.1	100
カマヤ沢溪畔林	26	26.5	トチノキ	26.5	シラカンバ	20.1	サワグルミ	12.3	ミズナラ	11.1	フナ	10.6	0	0	100	100
カヤの平	21	32.1	フナ	84.4	ダケカンバ	3.4	トチノキ	2.7	デツカエデ	2.6	ハナナリカエデ	1.3	0	0	100	100
金目川	23	42.2	フナ	75.1	シラカンバ	8.1	サワグルミ	4.6	デツカエデ	2.2	イタヤカエデ	2.1	0	0	100	100
大山文殊越	25	25.1	フナ	62.3	イタヤカエデ	7.4	ミズメ	7.0	サワグルミ	5.4	ハナナリカエデ	5.1	0	0	100	100
臥龍山	27	40.5	フナ	58.0	トチノキ	17.9	ホノノキ	8.9	イタヤカエデ	4.4	サワグルミ	2.5	1.3	0	98.7	100
西丹沢	56	34.6	フナ	54.1	イタヤカエデ	9.7	シナノキ	4.0	アサダモ	2.8	オオモミジ	2.8	0	0	100	100
高原山	52	35.1	フナ	36.6	イヌブナ	22.7	ミズナラ	11.8	シロヤシオ	3.5	サワシバ	3.5	0.3	0	99.7	100
小川	45	39.8	イヌブナ	19.6	コナラ	16.8	フナ	11.5	イタヤカエデ	6.4	クリ	5.8	0	0	100	100
秩父ウダカハナノキ林	31	5.9	ウダカハナノキ	24.6	クリ	16.0	ミズメ	10.5	ウラハダカエデ	6.6	ホノノキ	6.1	0.2	0	99.8	100
秩父 18 は 1 二次林	36	3.6	ヤシヤシ	16.4	スギ	13.3	イヌブナ	9.7	クリ	8.7	ミズメ	8.2	0.1	0	99.9	100
秩父アサ・イヌブナ林	53	43.4	イヌブナ	29.5	フナ	16.7	ツガ	14.6	サワシバ	5.8	ウラハダカエデ	3.9	16.1	1.6	82.3	98.1
小佐渡島	23	10.0	コナラ	52.1	イヌシデ	17.8	ヤマモミジ	7.9	ソノゴ	5.0	クマノミズキ	2.5	1.5	6.1	92.4	93.8
半田山	29	27.9	コナラ	69.9	カクレミノ	10.2	ナナミズキ	4.8	ヤブニツケイ	3.5	ヒサカキ	3.3	0	23.5	76.5	76.5
常緑広葉樹林 [‡]																
函館	41	31.3	イヌガシ	20.8	ケヤキ	17.0	アカガシ	16.8	ヒメシヤラ	13.4	オオモミジ	5.5	0.5	47.3	52.2	52.5
鮎屋	48	51.9	ウラジロガシ	16.6	スギ	14.3	イヌシデ	13.4	ヤブツバキ	8.4	アカガシ	8.1	14.3	52.8	32.9	38.4
泰山	41	36.1	ツブラジイ	15.0	ツツノミ	14.8	アカガシ	7.7	ツガ	7.5	スギ	7.0	22.5	62.7	14.8	19.1
田野二衣林	67	43.6	スダジイ	22.9	ウツラシイ	11.1	イヌノキ	10.4	ツバノキ	10.2	ウラジロガシ	9.5	0.9	93.3	5.8	5.9
屋久島落葉樹林	45	57.9	ウラジロガシ	18.2	イヌノキ	15.0	モクダチナ	13.5	フナノキ	11.8	ハナノキ	11.2	0.4	94.9	4.7	4.7
小笠原石門	21	82.7	モクダチナ	37.3	シマホルトノキ	21.0	ウツノミ	20.8	アカガシ	5.9	モンテシロノキ	5.5	0	97.4	2.6	2.6
対馬龍良山	31	67.3	スダジイ	48.0	イヌノキ	23.3	サカキ	5.2	ヤブツバキ	5.2	ウラジロガシ	4.8	1.6	95.8	2.5	2.5
与那	62	54.1	オキナワジイ	47.4	ヒメツバキ	24.0	イヌノキ	3.9	オキナワウラジロガシ	3.1	フナノキ	2.4	0.1	98.7	1.2	1.2
佐田山	39	71.6	スダジイ	39.8	アカガシ	22.1	タブノキ	8.8	スズノキ	6.6	ヤブツバキ	4.2	0	99.4	0.6	0.6
徳美	59	58.1	オキナワジイ	51.3	ヒメツバキ	10.3	リュウノギ	6.9	イヌノキ	6.3	イヌノキ	5.1	5.1	94.4	0.5	0.5
綾	29	59.8	イヌノキ	24.8	ツバノキ	16.4	アカガシ	15.7	ウラジロガシ	7.4	シイ	5.6	0.7	99.0	0.3	0.3
人工林																
秩父スギ林	1	60.7	スギ	100	スギ	0.7	クリ	0.3	ミヤマザクラ	0.2	カシワ	0	100	0	0	100
苦小牧カラマツ人工林	5	5.0	カラマツ	98.6	キハダ	1.1	ヤマネコナギ	0.3	ケヤマハナノキ	0.1	ケヤマハナノキ	0	98.6	0	1.4	100
苦小牧トマツ人工林	4	8.7	トマツ	98.4	スギ	5.4	ミズメ	4.3	ヤマザクラ	2.5	ハリギリ	1.7	98.4	0	1.6	100
富士	35	9.7	カラマツ	71.8	ミツノツギ	11.2	エノマツ	7.5	シナノキ	4.2	ハリギリ	2.4	74.4	0	25.6	100
苦小牧アカエノマツ人工林	14	5.9	アカエノマツ	65.1	ミズナラ	11.2	エノマツ	7.5	シナノキ	4.2	ハリギリ	2.4	72.6	0	27.4	100

* 重積、変種、品種を含む、未同定種は含まない。† 未同定種を含む。‡ 針葉樹林・針葉樹の割合 (A) が 6 割以上、針広混交林：A が 6 割未満かつ 4 割以上、落葉広葉樹林：A が 4 割未満かつ C/(B+C) が 6 割未満。
める落葉広葉樹の割合 (C/(B+C)) が 6 割以上、常緑広葉樹林：A が 4 割未満かつ C/(B+C) が 6 割未満。

表 4. 調査最新年における各調査区の樹木（胸高直径 5 cm 以上）の幹本数、および幹本数における優占上位 5 樹種とその優占度、針葉樹、常緑広葉樹、落葉広葉樹の占める割合、広葉樹における落葉樹の占める割合。

調査区名	幹本数* (本)	1 位†		2 位†		3 位†		4 位†		5 位†		針葉樹 割合(A) † (%)	常緑広葉樹 割合(B) † (%)	落葉広葉樹 割合(C) † (%)	(B+C) † (%)
		種名	割合(%)	種名	割合(%)	種名	割合(%)	種名	割合(%)	種名	割合(%)				
針葉樹林 [‡]															
上賀茂	1058	ヒノキ	85.4	リウヅ	4.3	ソヨゴ	3.9	ツブラジイ	2.6	ネジキ	0.9	85.5	8.1	6.3	43.7
仁瀬氷沢	622	スギ	27.7	トチノキ	11.4	アブラノキ	7.1	サワグルミ	7.1	ホノノキ	5.2	29.2	0	70.8	100
御岳湯河	501	オオシラビソ	41.3	シラビソ	25.0	コナツギ	14.6	トウヒ	11.0	オガラハナ	4.2	91.8	0	8.2	100
大佐渡	714	スギ	63.3	アオダモ	8.0	オモツギ	7.7	サワグルミ	6.6	サワフナギ	4.8	63.3	0.1	36.6	99.7
木俣津	1026	アスナロ	40.4	ホノノキ	15.7	ヒノキ	15.6	シロモジ	10.2	サワラ	8.9	64.8	0	35.2	100
大雪山	544	トネツ	45.0	エンノマツ	29.6	ダケカンバ	12.3	アカエノマツ	7.0	オガラハナ	6.1	81.6	0	18.4	100
芦生閉上谷	1159	スギ	58.5	リウヅ	6.4	フナ	6.2	アオハダ	3.8	タムシバ	3.5	58.5	6.4	35.1	84.6
屋久島スギ林	1115	サクラウツジ	28.6	ハノノキ	24.8	シノキ	14.5	スギ	10.1	シロダモ	7.4	13.1	85.3	1.6	1.8
早地峰	816	オオシラビソ	66.9	コナツギ	8.7	オナカマド	7.0	オナカマド	4.5	ダケカンバ	3.4	76.1	0	23.9	100
おがの申す平	681	オモツギ	44.4	オオシラビソ	42.4	ダケカンバ	10.6	トウヒ	2.1	オガラハナ	0.4	88.8	0	11.2	100
和歌山	1414	モミ	22.8	アヒバ	21.0	ツグ	14.2	アカシデ	7.0	ヒメシヤウ	5.6	38.1	43.0	18.9	30.5
三ノ谷	1648	サカキ	25.4	アヒバ	15.4	ウラジロガシ	11.3	ツグ	8.4	ツカハシガシ	6.7	13.1	73.8	13.1	15.1
針広混交林 [‡]															
市ノ久	1559	サカキ	27.6	クロハヤ	10.0	ヤブツバキ	8.2	ヒサカキ	6.5	シノ類	6.0	5.9	90.1	4.0	4.3
青葉山	1174	モミ	11.2	スギ	11.0	アカシデ	9.8	コナラ	6.6	アオハダ	6.4	23.3	18.7	58.1	75.7
愛知津	2117	ヒノキ	28.3	サカキ	14.6	ヒサカキ	9.1	ヒサカキ	7.9	コハナツカエデ	6.7	31.0	33.9	35.1	50.9
雨龍	721	イタヤカエデ類	26.2	ナナカマド	18.6	ミズナラ	18.0	トネツ	17.5	ハリネ	7.6	19.0	0	81.0	100
落葉広葉樹林 [‡]															
大滝沢	387	ヒノキアスナロ	44.2	ホノノキ	11.9	トチノキ	11.6	ブナ	7.0	イタヤカエデ	4.7	47.8	0	52.2	100
芦生モンドリ谷	593	スギ	16.9	ブナ	13.5	リウヅ	12.0	ハクサンボク	5.7	ハナツカエデ	5.4	16.9	0.2	83.0	99.8
足寄花輪	1271	ミズナラ	71.5	シラカンバ	11.4	エノキ	2.3	ヤエガハナ	1.7	ウダハナ	1.2	0	0	100	100
足寄花輪	527	ミズナラ	67.2	ハナツ	5.1	イヌエダ	4.6	オオヤマザクラ	4.2	キハダ	4.2	0	0	100	100
足寄花輪	1040	シラカンバ	23.5	ミヤマザクラ	15.2	ミズナラ	13.1	シノノキ	6.9	エノキ	5.7	0	0	100	100
苦小牧二次林 208 林班	813	ミズナラ	16.4	ヤマモミジ	12.1	アサダ	11.7	ホノノキ	10.6	シノノキ	7.3	0.6	0	99.4	100
苦小牧成熟林	871	イタヤカエデ類	24.9	アオダモ	11.1	シラビソ	7.8	サワシバ	6.1	アサダ	5.1	0.9	0	99.1	100
野幌	834	シノノキ	22.5	トネツ	15.6	ハルニレ	10.0	エノキ	9.5	ヤチダモ	9.2	15.6	0	84.4	100
足寄北	617	エノキ	22.4	オオシラビソ	18.8	アカシデ	10.7	シノノキ	7.5	リウヅ	5.3	0	0	100	100
カズマ沢溪畔林	633	サワグルミ	19.2	カツラ	12.8	フナ	10.8	イタヤカエデ	9.4	トチノキ	8.1	0	1.3	98.7	98.7
かやの平	929	ブナ	27.6	デウカエデ	19.9	リウヅ	11.0	ハナツカエデ	8.4	オオカメノキ	7.4	0	0	100	100
金目川	748	ブナ	19.2	デウカエデ	16.6	コシアブラ	14.9	ホノノキ	7.6	イタヤカエデ	7.4	0	0	100	100
大山交差越	769	ブナ	25.0	ハナツカエデ	21.8	コシアブラ	9.1	イタヤカエデ	7.0	オオカメノキ	7.0	0	0	100	100
臥龍山	623	ブナ	45.2	サワグルミ	9.5	ツツノキ	6.9	トチノキ	6.1	アサノハナエデ	3.7	3.2	0	96.8	100
西丹沢	988	ブナ	14.0	カマツカ	10.4	リウヅ	10.0	ミヤマザクラ	9.6	アサダモ	9.2	0	0.2	99.8	99.8
高原山	971	イヌエダ	22.9	シロヤシ	19.2	ブナ	9.9	サワシバ	6.3	アサダモ	6.1	0.1	0	99.9	100
小川	929	サワシバ	25.8	オオモミジ	14.7	イヌエダ	11.6	ハクサンボク	7.8	アサダ	5.3	0	0	100	100
秩父ウダイカンバ林	280	ミズ	15.7	リウヅ	13.2	イヌエダ	12.1	ハクサンボク	8.9	ウダハナ	7.1	0.7	0	99.3	100
秩父 18 は 1 二次林	228	ミズ	16.2	イヌエダ	12.7	リウヅ	10.5	ヤシヤシ	7.9	アサダ	6.1	0.4	0	99.6	100
秩父アサ・イヌエダ林	1131	イヌエダ	32.1	サワシバ	13.4	アヒバ	10.2	ブナ	4.2	アサダ	3.9	6.1	10.3	83.6	89.0
小佐渡公園	623	ヤマモミジ	22.3	イヌエダ	18.3	ソヨゴ	15.7	ソヨゴ	12.2	クマノミズキ	4.8	1.1	16.7	82.2	83.1
半田山	1118	ヒサカキ	23.9	コナラ	22.1	カクレミノ	20.0	ネズミモチ	8.3	ナナミズキ	7.6	0	66.8	33.2	33.2
常緑広葉樹林 [‡]															
函館	1038	イヌガシ	28.1	アブラノキ	20.6	アカガシ	6.9	シラキ	4.3	ヤブニツケイ	4.3	1.8	53.3	44.9	45.7
柳屋	1302	ヤブノハキ	36.0	ヤブニツケイ	10.5	ウラジロガシ	6.9	イヌエダ	5.1	ネズミモチ	4.1	3.8	79.8	16.4	17.0
泰山	1244	サカキ	25.4	イヌガシ	15.1	ツバハシガシ	7.2	シノ	7.1	ツバハシ	6.6	5.3	85.0	9.7	10.2
田野二次林	2144	イヌノキ	31.6	アサダ	8.2	シラビソ	6.9	ヤマビロ	6.9	ウラジロガシ	5.7	0.2	97.0	2.8	2.8
屋久島照葉樹林	1859	モクサナハナ	25.5	フナ	8.8	サナカ	8.1	ハノノキ	7.0	コナツ	6.2	0.6	96.9	2.5	2.5
小笠原石門	3636	モクサナハナ	79.0	シノノキ	4.5	サナカ	3.1	アカツ	2.4	オオシラビソ	2.0	0	98.9	1.1	1.1
対馬龍良山	1007	イヌノキ	27.7	サナカ	19.4	ヤブツバキ	17.7	スダジイ	3.3	カクレミノ、クロキ	3.3	2.3	95.4	2.3	2.4
与那	2548	オキナグシ	18.1	ヒメノハキ	16.4	コナツ	6.1	イヌノキ	5.9	フナ	4.9	0.3	97.6	2.1	2.1
佐田山	1140	ヤブノハキ	19.7	サナカ	15.2	アカガシ	9.2	スダジイ	8.8	イヌエダ	6.8	0	91.6	8.4	8.4
徳美	2804	オオシラビソ	13.2	イヌノキ	13.2	タイミンチハナ	9.0	アサダ	7.2	リウヅ	6.9	14.7	83.9	1.4	1.6
龍	1618	イヌノキ	25.5	ヤブニツケイ	19.5	サナカ	17.7	ヤブツバキ	7.0	アサダ	5.3	0.2	98.9	0.9	0.9
人工林															
秩父矢野沢	462	スギ	100	キハダ	2.4	カシワ	1.2	ミヤマザクラ	1.2	ミヤマザクラ	0	100	0	0	100
苦小牧カラマツ人工林	83	カラマツ	94.0	ホノノキ	3.3	ヤブノハナノキ	0.6	カマツ	0.3	ミズキ	0	95.8	0	4.2	100
苦小牧トネツ人工林	330	トネツ	95.8	カラマツ	22.0	ヤブノハナノキ	4.9	カマツ	3.5	ミズキ	0	22.5	0	77.5	100
富士	346	ミノウツギ	43.1	カラマツ	22.0	ヤブノハナノキ	4.9	カマツ	3.5	ミズキ	0	22.5	0	77.5	100
苦小牧アカエノマツ人工林	118	アカエノマツ	44.1	ミズナラ	17.8	シノノキ	7.6	エノマツ	5.1	アズキサシ、イタヤカエデ類	4.2	49.2	0	50.8	100

* 未同定樹種を含む。† 基準については表 3 参照。

台風攪乱などの自然攪乱を受けた調査区があり、これらの影響も検討できる。

分布情報としての活用

本稿のデータから、353 種のコアサイト・準コアサイトにおける分布が明らかになった。この分布情報を、他の植生調査などによる分布情報と合わせて解析することで、分布適地の推定、将来の気候のもとでの分布予測、そして保全政策への提言が得られる。例えば、2008 年度には、ハリギリの分布情報を環境省生物多様性センターより研究者へ提供し、過去・現在・将来の分布地の推定が行われた（阪口ほか 2009）。

また、種内の地理変異を研究する際の、調査地の選定に利用できる。例えば、Homma et al. (1999) は、日本各地でブナの種子の虫害率を比較し、積雪量と虫害率の関係を明らかにした。このように、環境傾度に沿った広域分布種の形質や反応の変異を調べることで、その環境の影響を検討できる。本稿のデータで、10 箇所以上の調査区で見られたのは、46 種であった（表 5）。こうした種は、広域比較研究に適した材料といえる。調査区の位置だけでなく、調査区内の樹木個体の位置も分かっており、調査木を探して回る必要がない。さらに、サイトの多くは、モニタリングサイト 1000 に登録される前から、研究者により植生、土壌、気象などの基礎データが蓄積されている点（表 2）も、研究者自らが調査地を設定する場合と比べ利点が多い。

リモートセンシング等の地上検証データとしての活用

本調査は、1 ha と比較的大きい調査区のため、中・高分解能の衛星画像や航空機による観測の空間スケールと一致する。本稿で紹介する毎木調査データからは現存量や林分純成長量が計算できる。さらに、コアサイトではリタートラップ調査を実施しており、葉面積指数（LAI）や純一次生産量（NPP）などの指標も計算可能である。これらの値を使い、リモートセンシング的手法の地上検証を行うことができるだろう。また調査地内の個体の位置も記録されており、ラジコンヘリなどを用いた近接リモートセンシング手法の開発へ活用される可能性がある。モニタリングサイト 1000 で得られた「点」での詳細なデータを、JapanFlux（日本国内のフラックス観測ネットワーク）や「陸上植生の季節変動・長期変動に関する長期観測網（Phenological Eyes Network）」などに提供することで、生態系モデルによる「面」的な炭素循環の把握などへ寄与できる。

表 5. 10 箇所以上の調査区に出現した樹種。

科名	種名
スギ科	スギ
クルミ科	サワグルミ
カバノキ科	ミズメ、アカシデ、イヌシデ、サワシバ
ブナ科	ミズナラ、ブナ、ウラジロガシ、シイ類 ¹ 、アカガシ
クワ科	ヤマグワ
モクレン科	ホオノキ
シキミ科	シキミ
クスノキ科	イヌガシ、ヤブニッケイ、カゴノキ、タブノキ（イヌグス）、シロダモ
ツバキ科	ヒサカキ、サカキ、ヤブツバキ類 ²
ユキノシタ科	ノリウツギ
バラ科	ウワミズザクラ、アズキナシ、オオヤマザクラ（エゾヤマザクラ）、ナナカマド、ヤマザクラ
ミカン科	キハダ
カエデ科	イタヤカエデ類 ³ 、オオモミジ類 ⁴ 、ハウチワカエデ、コハウチワカエデ（イタヤメイゲツ）、ウリハダカエデ、コミネカエデ
モチノキ科	アオハダ
ニシキギ科	ツリバナ
シナノキ科	シナノキ
ミズキ科	ミズキ、ヤマボウシ
ウコギ科	コシアブラ、ハリギリ
リョウブ科	リョウブ
エゴノキ科	エゴノキ、ハクウンボク
モクセイ科	アオダモ類 ⁵

¹ スダジイ（イタジイ）、ツブラジイ（コジイ）、オキナワジイ、
² ヤブツバキ、ユキツバキ、³ イタヤカエデ（エンコウカエデ）、ウラゲエンコウカエデ、アカイタヤ（ベニイタヤ）、エゾイタヤ、オニイタヤ、イトマキイタヤ（モトゲイタヤ）、⁴ オオモミジ、ヤマモミジ、⁵ ケアオダモ（アラゲアオダモ）、アオダモ（コバノトネリコ）を指す。

保全政策・森林管理・教育での活用

本稿のデータが上述のような様々な研究に利用されることで、保全政策に関する知見も得られるであろう。さらに、森林の管理者や学生は本稿のデータを比較データとして用いることで、自身が対象としている森林を相対的に評価することができ、森林管理・広報・教育にも活用できるだろう。例えば、本稿のデータは、奄美群島国立公園の国立公園化検討の基礎データとして利用され、朝日山地森林生態系保護地域モニタリング調査（林野庁東北森林管理局）へも環境省生物多様性センターより提供された。また、地球規模生物多様性モニタリング推進事業（環境省）や GEO BON 日本委員会（JBON）等、国際的枠組みにもデータの提供が可能である。

データの公開と利用

本稿で紹介した毎木調査データは、環境省生物多様性センターのホームページ <http://www.biodic.go.jp/moni1000/index.html> で 2010 年 3 月末までにダウンロード可能となる予定である。ただし、生物多様性センターでは生態系等保全上の観点から保護するべきと定めたデータについて公開を制限するほか、データ取得者の希望があった場合は、データ取得後 3 年間公開を制限することがある。

データの使用にあたっては、本稿の引用が必要である。また、本稿で紹介したサイトでの調査にあたっては、サイト代表者等と必ず相談し、実施して欲しい。

最後に

「自然環境の質的・量的な劣化を早期に捉える」ためには、データが研究者・自治体・市民団体など多様な人に利用されることが必要である。さらに、生データのみからは分からない変化を捉え、その要因を解明するためには、研究者による様々な視点からの解析、新たな仮説や研究が生まれる必要がある。しかしながら、現段階では、データの存在自体がまだ十分には知られておらず、利用例に限られている。本稿がデータの多様な利用に繋がることを期待する。

謝 辞

本稿で紹介したデータは、環境省・モニタリングサイト 1000 プロジェクトの一環として取得された。調査の推進にあたり、座長の中静透教授を始めとしてモニタリングサイト 1000 (森林・草原調査) コアサイト・準コアサイト検討会委員の皆様、解析ワーキンググループの皆様に、大変お世話になった。調査にあたり、多くの研究機関の職員や学生の皆様にご協力いただいた。調査の許認可については地方環境事務所、森林管理局、地方自治体の担当部局にお世話になった。本稿の執筆にあたり、自然環境研究センターの鋤柄直純氏、畠瀬頼子氏、丹羽慈氏には適切なお助言をいただいた。

引 用 文 献

Ariyakanon N, Numamoto S, Suzuki M (2000) Sixty-year decreasing trend of bare land in Shirasaka watershed, University Forest in Aichi, revealed by aerial photography.

- 東京大学農学部演習林報告 103:339-348
 Cao KF, Ohkubo T (1999) Suppression and release during canopy recruitment in *Fagus crenata* and *Acer mono* in two old-growth beech forests in Japan. *Plant Ecol* 145:281-290
 土じょう部 (1976) 林野土壌の分類 (1975) 林業試験場研究報告 280:1-28
 永広昌之・大石雅之・大上和良・山崎 円・越谷 信・兼子尚知 (1986) 早池峰自然環境保全地域及び周辺地域の地質 (固結岩類). (環境庁自然保護局編) 早池峰自然環境保全地域調査報告書. 東京, pp 57-78
 遠藤 尚 (1958) 宮崎大学田野演習林地質調査報告. 宮崎大学農学部演習林報告 2:1-25
 Enoki T (2003) Microtopography and distribution of canopy trees in a subtropical evergreen broad-leaved forest in the northern part of Okinawa Island, Japan. *Ecol Res* 18:103-113
 Enquist BJ, Niklas KJ (2001) Invariant scaling relations across tree-dominated communities. *Nature* 410:655-660
 Feeley KJ, Wright SJ, Supardi MNN, Kassim AR, Davies SJ (2007) Decelerating growth in tropical forest trees. *Ecol Lett* 10:461-469
 Franklin JF, Maeda T, Ohsumi Y, Matsui M, Yagi H, Hawk GM (1979) Subalpine coniferous forests of central Honshu, Japan. *Ecol Monogr* 49:311-334
 福嶋 司・岡崎正規 (1995) 西中国山地の山頂部に発達する湿性型ブナ林とその立地環境. *日本林学会誌* 77:463-473
 古野東洲・上西幸雄・上西謙次 (1986) 和歌山演習林におけるモミ、ツガ林の生産力調査 第7報 9林班学術参考林. 京都大学農学部演習林報告 57:60-75
 橋詰隼人 (1994) 1991年の台風19号による森林の風害について. 鳥取大学農学部演習林研究報告 22:1-16
 初島住彦 (1934) 糟屋演習林植物誌. 九州大学演習林報告 4:1-267
 平井敬三・金子真司・高橋正通 (2007) 森林土壌における気候帯別の窒素無機化—土壌理化学性, 気温, 土壌型による現地窒素無機化速度の推定—. *森林立地* 49:123-131
 Hiura T (1995) Gap formation and species-diversity in Japanese beech forests - a test of the intermediate disturbance hypothesis on a geographic scale. *Oecologia* 104:265-271
 日浦 勉・藤戸永志・石井 正・浪花彰彦・菅田定雄・石田 清・村上正志・加藤悦史・前野華子・福島行我・酒井 武 (1998) 北海道大学苫小牧演習林における大面積調査区データにもとづいた落葉広葉樹林の群落構造. 北海道大学農学部演習林研究報告 55:1-10
 本間航介 (2001) ネットワーク研究を軸に日本のLTERの方向性を考える. *日本生態学会誌* 51:277-282
 Homma K, Akashi N, Abe T, Hasegawa M, Harada K, Hirabuki Y, Irie K, Kaji M, Miguchi H, Mizoguchi N, Mizunaga H, Nakashizuka T, Natume S, Niyama K, Ohkubo T, Sawada S, Sugita H, Takatsuki S, Yamanaka N (1999) Geographical variation in the early regeneration process of Siebold's Beech (*Fagus crenata* BLUME) in Japan. *Plant Ecol* 140:129-138
 Hoshino D, Nishimura N, Yamamoto S (2002) Dynamics of major conifer and deciduous broad-leaved tree species in an

- old-growth *Chamaecyparis obtusa* forest, central Japan. For Ecol Manage 159:133-144
- Ida H (2000) Treefall gap disturbance in an old-growth beech forest in southwestern Japan by a catastrophic typhoon. J Veg Sci 11:825-832
- Ida H, Hotta M, Ezaki Y (2004) Predispersal predation by rodents to beechnuts (*Fagus crenata* Blume). Ecol Res 19:503-509
- Ida H, Nakagoshi N (1998) A large gap formation in a beech forest on Mt. Garyu in southwestern Japan by typhoon 9119. J Sustain Forest 6:237-250
- 五十嵐八枝子 (1987) 苫小牧演習林地域における植生の変遷. 北海道大学農学部 演習林研究報告 44:405-427
- 池田重人 (2005) 亜高山帯林の変遷—化石が語る植生の歴史—. (大住克博・杉田久志・池田重人編) 森の生態史 北上山地の景観とその成り立ち. 古今書院, 東京, pp 36-51
- Inoue T, Enoki T, Tashiro N, Sakuta K, Inoue S (2008) Effects of topography and planted trees on the distribution of naturally regenerated broad-leaved trees in a 140-year-old *Cryptomeria japonica* plantation in northern Kyushu, Japan. J For Res 13:365-371
- 石田 健・川口秀美・鳥飼久裕・高美喜男・川口和範 (2008) 奄美大島金作原国有林の森林調査結果とスダジイの結実動態から生態系管理を考える. 日本森林学会大会発表データベース 119:4
- 石原正恵・豊田 鮎・中村誠宏 (2007) モニタリングサイト1000 (森林調査). 日本生態学会誌 57:438-442
- Ishikawa Y, Haruki M, Ito K (1986) Ecological studies of mixed forests in Nopporo National Forest, central Hokkaido, Japan: Relationships between the distribution of aged forests and environmental factors. Environ Sci Hokkaido 9:224-238
- 磯谷達宏・奥富 清 (1991) 箱根山函南原生林におけるアカガシ林の動態. 日本生態学会誌 41:209-223
- 梶 幹男 (2000) 長期生態系プロットによる森林生態系の解明 平成10-11年度科研費基盤B研究成果報告書
- 環境省 (2002) 新・生物多様性国家戦略. ギョウせい, 東京
- 環境省 (2007) 第三次生物多様性国家戦略. ビオシティ, 東京
- 川那辺三郎・安藤 信・酒井徹朗・和田茂彦 (1994) スギが混交する冷温帯落葉広葉樹天然林の動態-2-京都大学芦生演習林の樹上Aおよび樹上B調査地の林分構造. 京都大学農学部演習林集報 26:66-75
- 木村克己・吉岡敏和・井本伸広・田中里志・武蔵野実・高橋裕平 (1998) 5万分の1地質図幅「京都東北部」. 地質調査所, つくば
- 木村勝彦・藤井新次郎・新山 馨・吉田茂二郎 (2005) 屋久島のスギ林における江戸時代の伐採とその影響. 日本生態学会大会講演要旨集 52:499
- 粉川昭平 (1954) 奈良三笠山附近の地質: 特に火山活動の年代について. 地質学雑誌 60:487-493
- 小清水卓二・岩田重夫・菅沼孝之・北川尚史・浜田 稔 (1971) 植物. (奈良市史編集審議会編) 奈良市史自然編. 奈良市, 奈良, pp 109-260
- Kubo M, Sakio H, Shimano K, Ohno K (2005) Age structure and dynamics of *Cercidiphyllum japonicum* sprouts based on growth ring analysis. For Ecol Manage 213:253-260
- 久保田要・高木正博 (2007) 宮崎大学田野フィールド常緑広葉樹二次林における長期森林動態試験地. 宮崎大学農学部自然共生フィールド科学教育研究センター年報 6:57-61
- 熊本営林局・日本林業技術協会 (1997) アマミヤマシギ希少野生動植物種保護管理対策調査報告書
- 倉本恵生・奥田史郎 (2005) 低山域の照葉樹老齢林 (佐田山保護林) の樹種およびサイズ構成. 森林総合研究所四国支所年報 46:20-22
- 黒岩和男・渡辺隆一 (1997) 志賀高原, おたの申す平における亜高山針葉樹林の森林構造. 信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設研究業績 34:11-22
- Manabe T, Nishimura N, Miura M, Yamamoto S (2000) Population structure and spatial patterns for trees in a temperate old-growth evergreen broad-leaved forest in Japan. Plant Ecol 151:181-197
- Masaki T, Tanaka H, Tanouchi H, Sakai T, Nakashizuka T (1999) Structure, dynamics and disturbance regime of temperate broad-leaved forests in Japan. J Veg Sci 10:805-814
- 増田久夫 (1983) 北海道積雪分布図 (平均最深). 新技術情報 林業試験場北海道支場 6:1-2
- 三島 懋・谷口信一・谷口三佐男・菱沼勇之助 (1958) 苫小牧演習林における風害状態 (II): (天然生林について). 北海道大学農学部演習林研究報告 19:1-39
- Miura M, Manabe T, Nishimura N, Yamamoto S (2001) Forest canopy and community dynamics in a temperate old-growth evergreen broad-leaved forest, south-western Japan: a 7-year study of a 4-ha plot. J Ecol 89:841-849
- Miyadokoro T, Nishimura N, Yamamoto S (2003) Population structure and spatial patterns of major trees in a subalpine old-growth coniferous forest, central Japan. For Ecol Manage 182:259-272
- 諸戸清一・真下育久・春田泰次 (1987) 中部低山地帯の土壌の性質とアカマツの生長. 日本林学会誌 69:371-378
- Naka K (1982) Community dynamics of evergreen broadleaf forests in southwestern Japan. I. Wind damaged trees and canopy gaps in an evergreen oak forest. J Plant Res 95:385-399
- 中根周歩 (1975) 森林斜面における土壌有機物のダイナミックス. 日本生態学会誌 25:206-216
- Nakashizuka T (2002) Disturbance regimes. In: Nakashizuka T, Matsumoto Y (eds) Diversity and interaction in a temperate forest community -Ogawa Forest Reserve of Japan. Springer, Tokyo, pp 67-80
- 中田 誠 (1994) 佐渡演習林スギ天然林の植生と土壌. 新潟大学農学部演習林研究報告 27:141-158
- Narukawa Y, Iida S, Tanouchi H, Abe S, Yamamoto S (2003) State of fallen logs and the occurrence of conifer seedlings and saplings in boreal and subalpine old-growth forests in Japan. Ecol Res 18:267-277

- 新山 馨 (2007) 屋久島西部の照葉樹林を調べる. (金谷整一・吉丸博志編) 屋久島の森のすがた 「生命の島」の森林生態学. 文一総合出版, 東京, pp 155-163
- Nishimura N, Kato K, Sumida A, Ono K, Tanouchi H, Iida S, Hoshino D, Yamamoto S, Hara T (2010) Effects of life history strategies and tree competition on species coexistence in a sub-boreal coniferous forest of Japan. *Plant Ecol* 206:29-40
- Nishimura N, Hara T, Kawatani M, Hoshino D, Yamamoto SI (2005) Promotion of species co-existence in old-growth coniferous forest through interplay of life-history strategy and tree competition. *J Veg Sci* 16:549-558
- Nishimura N, Hara T, Miura M, Manabe T, Yamamoto S (2002) Tree competition and species coexistence in a warm-temperate old-growth evergreen broad-leaved forest in Japan. *Plant Ecol* 164:235-248
- 西村尚之・山本進一・千葉喬三 (1990) 都市近郊コナラ林の構造と動態 (I): 林分構造とコナラの個体群特性. *日本緑化工学会誌* 16:8-17
- 大貫靖浩・佐藤 保・藤本 潔・稲垣昌宏 (1998) 綾照葉樹林における表層土壌の動態および物理特性と微地形との関係. *森林立地* 40:67-74
- Ohkubo T (1992) Structure and dynamics of Japanese beech (*Fagus japonica* Maxim.) stools and sprouts in the regeneration of the natural forests. *Vegetatio* 101:65-80
- 大島誠一 (1990) 日本列島における木本植物種数分布と温度環境: (II) 生活型と種数分布. *日本生態学会誌* 40:71-84
- Ozawa M, Shibata H, Satoh F, Sasa K (2001) Annual element budget of soil in snow-dominated forested ecosystem. *Water Air Soil Pollut* 130:703-708
- Peters R, Nakashizuka T, Ohkubo T (1992) Regeneration and development in beech-dwarf bamboo forest in Japan. *For Ecol Manage* 55:35-50
- 齊藤 哲・佐藤 保 (2007) 照葉樹林の主要樹種の台風被害の特性: 綾のLTERサイトにおける複数の台風攪乱の比較解析. *日本森林学会誌* 89:321-328
- 阪口翔太・櫻井聖悟・竹内やよい・山崎理正・井鷲裕司 (2009) 気候変動はハリギリの分布・遺伝的多様性にどのように影響するか—最終氷期・現在・地球温暖化後—. *日本生態学会大会講演要旨集* 56:PA2-428
- 酒井 敦・酒井 武・倉本恵生・佐藤重穂 (2006) 四国の中標高域における天然林とこれに隣接する針葉樹人工林の埋土種子組成. *森林立地* 48:85-90
- 崙元道德・Gregorio Angeles-Perez・平山貴美子 (2009a) モミとツガにおける空間分布パターン, 地形対応, 共存. *植生学会大会講演要旨集* 14:42
- 崙元道德・森下和路・坂野上なお (2009b) 京都市郊外の丘陵地に広がるヒノキ天然林におけるヒノキの空間分布パターンと更新. *日本森林学会関西支部会研究発表要旨集* 60:50
- Sakio H (1997) Effects of natural disturbance on the regeneration of riparian forests in a Chichibu Mountains, central Japan. *Plant Ecol* 132:181-195
- 佐竹義輔・亘理俊次・原 寛・富成忠夫 (編) (1999) 日本の野生植物 木本 新装版 全2巻. 平凡社, 東京
- Sato T, Kominami Y, Saito S, Niiyama K, Manabe T, Tanouchi H, Noma N, Yamamoto S (1999) An introduction to the Aya Research Site, a Long-Term Ecological Research site, in a warm temperate evergreen broad-leaved forest ecosystem in southwestern Japan: Research topics and design. *Bull Kitakyushu Mus Nat His* 18:157-180
- 澤田晴雄・大久保達弘・梶 幹男・大村和也 (2005) 秩父山地山地帯天然林における植生型および樹種個体群の空間分布と地形依存性. *日本森林学会誌* 87:293-303
- Scholes RJ, Mace GM, Turner W, Geller GN, Jurgens N, Larigauderie A, Muchoney D, Walther BA, Mooney HA (2008) Ecology - Toward a global biodiversity observing system. *Science* 321:1044-1045
- 柴田英昭・市川 一・野村 睦・佐藤冬樹・笹賀一郎・石井吉之・小林大二 (2002) 積雪寒冷地域の森林流域での融雪期における物質収支. *日本水文科学会誌* 32:49-56
- Shibata H, Kirikae M, Tanaka Y, Sakuma T, Hatano R (1998) Proton budgets of forest ecosystems on volcanogenous regosols in Hokkaido, Northern Japan. *Water Air Soil Pollut* 105:63-72
- 新里孝和・田場和雄・平田永二・山盛 直 (1986) イタジイ林の更新 1. 天然林の階層構造と年齢構造. *琉球大学農学部学術報告* 33:245-256
- 杉田久志・下本晴夫 (1997) 岩手大学御明神演習林大滝沢試験地における攪乱履歴の推定: 風倒木の年輪解析と空中写真判読に基づいて. *岩手大学農学部演習林報告* 28:1-11
- Suzuki E, Tsukahara J (1987) Age structure and regeneration of old growth *Cryptomeria japonica* forests on Yakushima Island. *J Plant Res* 100:223-241
- Suzuki W (2002) Forest vegetation in and around Ogawa Forest Reserve in relation to human impact. In: Nakashizuka T, Matsumoto Y (eds) *Diversity and interaction in a temperate forest community -Ogawa Forest Reserve of Japan*. Springer, Tokyo, pp 27-41
- Suzuki W, Osumi K, Masaki T, Takahashi K, Daimaru H, Hoshizaki K (2002) Disturbance regimes and community structures of a riparian and an adjacent terrace stand in the Kanumazawa Riparian Research Forest, northern Japan. *For Ecol Manage* 157:285-301
- 多田元彦 (1976) 岩手大学農学部附属御明神演習林の地形と地質について. *岩手大学農学部演習林報告* 7:1-14
- 高井康雄・金沢晋二郎, 浅見輝男・竹島征二・川島 登 (1976) 亜高山帯針葉樹林下の土壌有機物の性状と分解過程: 第1報 本地域の土壌の種類と土壌有機物の存在量について. *日本土壌肥科学雑誌* 47:33-38
- 鷹村 權 (1989) 広島の地質をめぐって増補版. 築地書館, 東京
- Takashima A, Kume A, Yoshida S, Murakami T, Kajisa T, Mizoue N (2009) Discontinuous DBH-height relationship of *Cryptomeria japonica* on Yakushima Island: effect of frequent typhoons on the maximum height. *Ecol Res* 24:1003-1011

- Takyu M, Kubota Y, Aiba S, Seino T, Nishimura T (2005) Pattern of changes in species diversity, structure and dynamics of forest ecosystems along latitudinal gradients in East Asia. *Ecol Res* 20:287-296
- 玉井重信・天保好博 (1990) 冷温帯天然林の樹木の齡構造. 日本林学会誌 72:292-303
- 田中由紀・高槻成紀・高柳 敦 (2008) 芦生研究林におけるニホンジカ (*Cervus nippon*) の採食によるチマキザサ (*Sasa palmata*) 群落の衰退について. 森林研究 77:13-23
- Tanouchi H, Yamamoto S (1995) Structure and regeneration of canopy species in an old-growth evergreen broad-leaved forest in Aya district, southwestern Japan. *Plant Ecol* 117:51-60
- 戸田浩人・笹賀一郎・佐藤冬樹・柴田英昭・野村 睦・市川 一・藤戸永志・鷹西俊和・清和研二・塚原初男・飯田俊彰・谷口憲男・中田 誠・桑原 繁・内田武次・春田泰次・井上 淳・八木久義・塚越剛史・蔵治光一郎・二田美穂・小野 裕・鈴木道代・今泉保二・山口法雄・竹中千里・万木 豊・川那辺三郎・安藤 信・中西麻美・西村和雄・山崎理正・長山泰秀・土肥奈都子・片桐成夫・小藤隆一・新村義昭・井上章二・江崎次夫・河野修一・藤久正文・岩松 功・今安清光・中村誠司・塚本次郎・野上寛五郎・榎木 勉 (2000) 全国大学演習林における渓流水質. 日本林学会誌 82:308-312
- 東京大学秩父演習林 (2000) 秩父演習林第九期森林調査簿. 東京大学秩父演習林, 秩父
- 徳地直子・藤巻玲路・寺井雅一 (2002) 温帯針葉樹林の土壤中の窒素動態 上賀茂試験地ヒノキ林における事例. 森林研究 74:47-52
- Torimaru T, Nishimura N, Matsui K, Hara T, Yamamoto S (2009) Variations in resistance to canopy disturbances and their interactions with the spatial structure of major species in a cool-temperate forest. *J Veg Sci* 20:944-958
- 東北森林管理局 (2001) 仁鮎水沢スギ植物群落保護林学術調査報告書. 林野庁東北森林管理局, 秋田
- 上田晋之助・安藤 信・神崎康一 (1993) 京都大学芦生演習林の土壤調査報告-2-土壌型と粒径組成, 理化学的性質について. 京都大学農学部演習林報告 65:94-112
- 上田晋之助・安藤 信・竹内典之 (1994) 和歌山演習林のモミ, ツガ天然林と広葉樹二次林の土壤. 京都大学農学部演習林集報 26:109-119
- van Mantgem PJ, Stephenson NL, Byrne JC, Daniels LD, Franklin JF, Fule PZ, Harmon ME, Larson AJ, Smith JM, Taylor AH, Veblen TT (2009) Widespread increase of tree mortality rates in the Western United States. *Science* 323:521-524
- 渡辺隆一 (1993) 信州大学カヤノ平ブナ原生林教育園ブナ林の構造2: 1982-1992年の期間における林木の成長. 信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設研究業績 30:33-41
- 渡辺隆一 (1994) カヤノ平ブナ原生林の研究5: 原生林と2次林の動態. 信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設研究業績 31:9-16
- Wiegand T, Gunatilleke CVS, Gunatilleke I, Huth A (2007) How individual species structure diversity in tropical forests. *Proc Natl Acad Sci USA* 104:19029-19033
- 山盛 直・平田永二・新本光孝・砂川季昭・安里昌弘 (1986) 亜熱帯地域における常緑広葉樹林の択伐方式による施業法の研究 (XII): 試験地の土壤の理化学性 (演習林). 琉球大学農学部学術報告 33:229-236
- Yamamoto S (1992) Preliminary studies on the species composition, stand structure and regeneration characteristics of an old-growth *Pseudotsuga japonica* forest at the Sannoko on the Kii Peninsula, southwestern Japan. 森林立地 34:50-58
- Yamamoto S, Nishimura N, Matsui K (1995) Natural disturbance and tree species coexistence in an old-growth beech-dwarf bamboo forest, southwestern Japan. *J Veg Sci* 6:875-886
- 山中典和・松本 淳・大島有子・川那部三郎 (1993) 京都大学芦生演習林モンドリ谷集水域の林分構造. 京都大学農学部演習林報告 65:63-76
- Yoshinaga S, Takahashi M, Aizawa S (2002) Landforms and soil characteristics in Ogawa Forest Reserve. In: Nakashizuka T, Matsumoto Y (eds) Diversity and interaction in a temperate forest community -Ogawa Forest Reserve of Japan. Springer, Tokyo, pp 19-26

