

## 中部地方の冷温帯広葉樹二次林におけるダケカンバパッチの林分構造

長谷川士門\*・小林 元\*\*・沈 昱東\*\*\*・安江 恒\*\*\*\*・清野達之\*\*\*\*\*

\*信州大学農学部森林・環境共生学コース

\*\*信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

\*\*\*信州大学大学院総合工学系研究科

\*\*\*\*信州大学山岳科学研究拠点

\*\*\*\*\*筑波大学生命環境系

### 要 約

本研究では、中部地方の里山においてダケカンバパッチの林分構造を調査し、広葉樹二次林におけるダケカンバ林の動態について考察した。木材コアの年輪測定結果から、本調査地はおよそ100年前の人為伐採によって成立したことが判明した。山頂に近い風衝地に設定された試験区では、本数密度比に占めるダケカンバ萌芽幹とミズナラ萌芽幹の割合がほぼ等しいことから、人為伐採が行われる以前からダケカンバがミズナラと共に優占していたことが推察された。一方、斜面上に設定された試験区では、本数密度比に占めるダケカンバ萌芽幹の割合がミズナラ萌芽幹の割合よりも小さく、人為伐採が行われる以前はミズナラが優占していたことが推察された。単幹が実生によって更新した個体と仮定すると、ダケカンバは風衝地の試験区では実生と萌芽によって更新し、斜面上に設定された試験区では主に実生によって更新したと考えられた。斜面上の試験区のダケカンバは小径の個体を欠いていたことから、今後林分発達が進行するにしたがって本数密度が徐々に低下し、やがてもとのミズナラが優占する林分へと移行することが予想された。一方、風衝地の試験区では強風による樹幹の折損によって萌芽幹の発生がこれまで繰り返されてきた可能性が高く、現在の個体群を今後も長期にわたって維持していくことが予想された。里山の広葉樹二次林においても風衝地に成立するダケカンバパッチは、森林限界に分布するダケカンバ帯と同様に、萌芽による後継樹の供給によって個体群を長期間にわたって維持できると考えられた。

キーワード：攪乱体制，里山，風衝地，萌芽，林分発達

### はじめに

ダケカンバは、亜高山帯の森林限界では萌芽による同所的な更新を行い、安定した純林を形成する<sup>11,12)</sup>。沖津<sup>9)</sup>は、森林限界に分布するダケカンバ林をダケカンバ帯と定義している。森林限界付近のダケカンバ林は、その相観的特徴から1個の独立した普遍的植生帯として認めることができるためである。一方ダケカンバは、亜高山帯の常緑針葉樹林においては攪乱後の遷移初期に侵入して純林を形成するが、二次遷移が進む過程でやがて常緑針葉樹林に移行する<sup>8,14)</sup>。攪乱後の二次林がダケカンバ林を経て常緑針葉樹林へと遷移する現象は、亜高山帯における代表的な植生遷移といわれている<sup>6)</sup>。このように、植生遷移の中でのダケカンバ林の生態学的な位置づけは成立環境によって大きく異なる。

ダケカンバ帯の形成要因には、ダケカンバの種特性である比較的高い耐陰性<sup>4)</sup>や樹齢の長さ<sup>9)</sup>、風衝害などに対する樹形の可塑性の高さ<sup>10)</sup>が挙げられている。さらに、最も大きな要因の一つとして萌芽形成による安定した後継樹の供給が挙げられており<sup>11,12)</sup>、これらの要因によって、ダケカンバは森林限界の劣悪な環境においても安定した純林を形成できると考えられている。

中部地方ではダケカンバはミズナラやブナが優占する広葉樹二次林においてもしばしばパッチ状の純林を形成するが<sup>7)</sup>、亜高山帯より低い標高においてダケカンバ林の動態を検討した研究は見あたらない。本研究では里山においてダケカンバパッチの林分構造を調査し、広葉樹二次林におけるダケカンバ林の動態について考察した。

受付日 2019年12月22日

受理日 2020年2月3日

表1 調査地の概要

試験区	林 班	北 緯	東 経	標 高 (m)	平均斜度
Be1	2 ぬ	35.921	138.509	1,754	27.3°
Be2	2 ぬ	35.921	138.508	1,735	35.3°
Be3	2 ぬ	35.920	138.507	1,691	31.6°

### 調査地と方法

調査は、筑波大学山岳科学センター川上演習林で行った。川上演習林は全域が冷温帯に属し、演習林面積のおよそ30%を天然生の広葉樹二次林が占めている。演習林設置以前の詳細な記録は不明であるが、1959年の演習林設定時には鞍骨山の南面に牛馬の歩行跡が段状の縞模様に残っていたことから、戦時中まで放牧が行われていた可能性がある<sup>17)</sup>。また、鞍骨山の北西斜面には石窯跡が見られ、製炭も行われていたようである。本研究では、天然更新によって成立した二次林内のダケカンバパッチを調査対象とした。図1に調査地の位置を示した。鞍骨山から南西に伸びる標高1690 m~1750 mの尾根上の北西向き斜面に30 m × 30 m (0.09 ha) の試験区を3ヶ所設置し、尾根筋上部から Be1, Be2, Be3 とした。表1に試験区の概要を示した。Be1, Be2, Be3 共に林冠上層はダケカンバ、中層はミズナラで占められており、林床はミヤコザサに覆われている。林内の平均相対照度は、Be1 が10%, Be2 が9.0%, Be3 が11%であった<sup>5)</sup>。

2018年の5月から8月にかけて、高さ1.3 mの直径が5 cm以上の全立木について、胸高直径の測定をスチール製巻き尺を用いて行った。立木は根元から1本だけ出現する幹を単幹、2本以上出現する幹

を萌芽幹とした。胸高断面積比の大きい樹種については、樹高を測程ポールと超音波デジタル測高計 (Vertex IV, Haglof 社) を用いて測定した。萌芽株の樹高は、胸高直径が最も大きい幹を選んで測定した。

2018年10月11日と12日にダケカンバとミズナラを対象として、成長錘 (インクリメントボア, Haglof 社) を用いて木材コアの採取を行った。コアの採取は地上から1 mの高さで等高線方向から行い、5 cm 間隔で分けた胸高直径階級の全階級から1~6個体採取した。採取したコアサンプルは研究室に持ち帰り、木工ボンドを用いて台木に接着した。コアサンプルの表面を電動鋸で磨き、湾局面を平らに整え、実体顕微鏡 (SZX16, Olympus 社) を用いて年輪数を数えた。

### 結 果

表2に胸高断面積合計および本数密度を示した。全ての試験区で胸高断面積比に占めるダケカンバの割合が最も大きく、次いでミズナラが大きかった。両樹種を合わせた胸高断面積比は Be1 では4割を占め (ダケカンバ25.5%, ミズナラ14.2%), Be2 と Be3 では、それぞれ8割と7割に達した (Be2 : ダケカンバ54.7%, ミズナラ27.8%; Be3 : ダケカンバ61.0%, ミズナラ11.4%)。その他の樹木では、Be1 ではクマシデ (12.4%), ヤマハンノキ (12.2%), ミヤマザクラ (8.1%) が大きかった。Be2 ではミズメ (5.3%) とクマシデ (4.7%), Be3 ではミズメ (7.9%), ヤマハンノキ (7.6%), アオダモ (4.2%) が大きかった。胸高断面積比の大きい樹種は概ね本数密度比も高かったが、Be1 ではサラサドウダン (12.6%) とノリウツギ (14.7%), Be2 ではアオダモ (9.2%) が胸高断面積比が小さいにも関わらず高い本数密度比を示した。Be1 では樹種合計の本数密度比に占める萌芽幹の割合が単幹より大きかったが、Be2 と Be3 では反対に単幹の割合が萌芽幹より大きかった。また、Be1 では出現種数が20種と、Be2 (12種) や Be3 (14種) より多かった。

表3にダケカンバとミズナラ、およびその他樹木の直径を示した。ダケカンバの平均直径は全体で

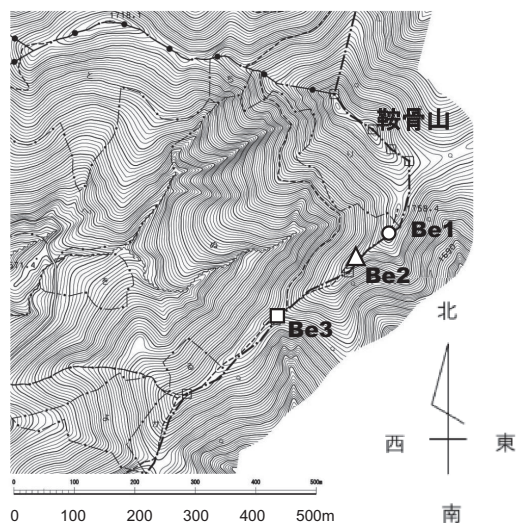


図1 調査地位置図

Be1, Be2, Be3 は試験区を表す。

表2 胸高断面積合計および本数密度

試験区	樹 種	学 名	胸高断面積合計 (m <sup>2</sup> /ha)			胸高断面積比 (%)			本数密度 (本数/ha)			本数密度比 (%)		
			単幹	萌芽	合計	単幹	萌芽	合計	単幹	萌芽	合計	単幹	萌芽	合計
Be1	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	0.52	6.07	6.59	2.0	23.5	25.5	22	111	133	1.4	7.0	8.4
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	0.94	2.75	3.68	3.6	10.6	14.2	44	144	189	2.8	9.1	11.9
	クマシデ	<i>Carpinus japonica</i>	0.44	2.76	3.20	1.7	10.7	12.4	33	322	356	2.1	20.3	22.4
	ヤマハンノキ	<i>Alnus hirsuta</i>	3.14	0.00	3.14	12.2	0.0	12.2	44	0	44	2.8	0.0	2.8
	ミヤマザクラ	<i>Prunus maximowiczii</i>	0.98	1.13	2.10	3.8	4.4	8.1	44	78	122	2.8	4.9	7.7
	サラサドウダン	<i>Enkianthus campanulatus</i>	0.07	1.33	1.40	0.3	5.2	5.4	22	178	200	1.4	11.2	12.6
	アオダモ	<i>Fraxinus lanuginosa</i>	0.00	0.88	0.88	0.0	3.4	3.4	0	33	33	0.0	2.1	2.1
	シナノキ	<i>Tilia japonica</i>	0.00	0.79	0.79	0.0	3.1	3.1	0	22	22	0.0	1.4	1.4
	ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i>	0.49	0.29	0.78	1.9	1.1	3.0	156	78	233	9.8	4.9	14.7
	アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>	0.75	0.00	0.75	2.9	0.0	2.9	11	0	11	0.7	0.0	0.7
	シラカンバ	<i>Betula platyphylla</i>	0.58	0.00	0.58	2.3	0.0	2.3	11	0	11	0.7	0.0	0.7
	アズキナシ	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.10	0.45	0.55	0.4	1.8	2.1	22	22	44	1.4	1.4	2.8
	オオイタヤメイゲツ	<i>Acer shirasawanum</i>	0.20	0.19	0.39	0.8	0.7	1.5	33	22	56	2.1	1.4	3.5
	バココヤナギ	<i>Salix bakko</i>	0.00	0.33	0.33	0.0	1.3	1.3	0	33	33	0.0	2.1	2.1
	メグスリノキ	<i>Acer nikoense</i>	0.24	0.00	0.24	0.9	0.0	0.9	11	0	11	0.7	0.0	0.7
	ズミ	<i>Malus toringo</i>	0.15	0.00	0.15	0.6	0.0	0.6	11	0	11	0.7	0.0	0.7
	ツノハシバミ	<i>Corylus sieboldiana</i>	0.00	0.14	0.14	0.0	0.5	0.5	0	44	44	0.0	2.8	2.8
	リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>	0.08	0.00	0.08	0.3	0.0	0.3	11	0	11	0.7	0.0	0.7
	イタヤカエデ	<i>Acer pictum</i>	0.04	0.00	0.04	0.2	0.0	0.2	11	0	11	0.7	0.0	0.7
	マユミ	<i>Euonymus sieboldianus</i>	0.03	0.00	0.03	0.1	0.0	0.1	11	0	11	0.7	0.0	0.7
	合計		8.74	17.10	25.84	33.8	66.2	100	500	1089	1589	31.5	68.5	100
Be2	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	17.39	3.05	20.44	46.6	8.2	54.7	422	78	500	29.2	5.4	34.6
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	3.65	6.75	10.39	9.8	18.1	27.8	156	211	367	10.8	14.6	25.4
	ミズメ	<i>Betula grossa</i>	1.98	0.00	1.98	5.3	0.0	5.3	89	0	89	6.2	0.0	6.2
	クマシデ	<i>Carpinus japonica</i>	0.55	1.20	1.75	1.5	3.2	4.7	56	133	189	3.8	9.2	13.1
	アオダモ	<i>Fraxinus lanuginosa</i>	0.26	0.39	0.65	0.7	1.0	1.7	67	67	133	4.6	4.6	9.2
	ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i>	0.56	0.00	0.56	1.5	0.0	1.5	22	0	22	1.5	0.0	1.5
	ミヤマザクラ	<i>Prunus maximowiczii</i>	0.41	0.00	0.41	1.1	0.0	1.1	11	0	11	0.8	0.0	0.8
	サラサドウダン	<i>Enkianthus campanulatus</i>	0.34	0.00	0.34	0.9	0.0	0.9	22	0	22	1.5	0.0	1.5
	ハウチワカエデ	<i>Acer japonicum</i>	0.29	0.00	0.29	0.8	0.0	0.8	11	0	11	0.8	0.0	0.8
	ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i>	0.27	0.00	0.27	0.7	0.0	0.7	67	0	67	4.6	0.0	4.6
	オオイタヤメイゲツ	<i>Acer shirasawanum</i>	0.17	0.00	0.17	0.4	0.0	0.4	22	0	22	1.5	0.0	1.5
	アズキナシ	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.11	0.00	0.11	0.3	0.0	0.3	11	0	11	0.8	0.0	0.8
	合計		25.97	11.38	37.35	69.5	30.5	100	956	489	1444	66.2	33.8	100
Be3	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	17.86	1.01	18.87	57.8	3.3	61.0	289	22	311	26.8	2.1	28.9
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	2.10	1.42	3.52	6.8	4.6	11.4	122	100	222	11.3	9.3	20.6
	ミズメ	<i>Betula grossa</i>	2.45	0.00	2.45	7.9	0.0	7.9	67	0	67	6.2	0.0	6.2
	ヤマハンノキ	<i>Alnus hirsuta</i>	2.36	0.00	2.36	7.6	0.0	7.6	44	0	44	4.1	0.0	4.1
	アオダモ	<i>Fraxinus lanuginosa</i>	0.69	0.62	1.31	2.2	2.0	4.2	133	89	222	12.4	8.2	20.6
	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i>	0.62	0.00	0.62	2.0	0.0	2.0	22	0	22	2.1	0.0	2.1
	クマシデ	<i>Carpinus japonica</i>	0.06	0.36	0.42	0.2	1.2	1.4	11	22	33	1.0	2.1	3.1
	オオイタヤメイゲツ	<i>Acer shirasawanum</i>	0.38	0.00	0.38	1.2	0.0	1.2	44	0	44	4.1	0.0	4.1
	オオヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i>	0.00	0.37	0.37	0.0	1.2	1.2	0	22	22	0.0	2.1	2.1
	アズキナシ	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.23	0.00	0.23	0.7	0.0	0.7	11	0	11	1.0	0.0	1.0
	ツリバナ	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.20	0.00	0.20	0.6	0.0	0.6	22	0	22	2.1	0.0	2.1
	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i>	0.00	0.10	0.10	0.0	0.3	0.3	0	22	22	0.0	2.1	2.1
	ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i>	0.05	0.00	0.05	0.2	0.0	0.2	22	0	22	2.1	0.0	2.1
	オオカメノキ	<i>Viburnum furcatum</i>	0.03	0.00	0.03	0.1	0.0	0.1	11	0	11	1.0	0.0	1.0
	合計		27.03	3.88	30.91	87.44	12.56	100	800	278	1078	74.2	25.8	100

表3 ダケカンバとミズナラ、およびその他樹木の直径

調査区	樹 種	学 名	単幹	萌芽	合計	平均直径 (cm)		
						単幹	萌芽	全体
Be1	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	2	10	12	17.2 (±1.1)	26.0 (±4.6)	24.5 (±5.3)
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	4	13	17	15.9 (±3.8)	14.5 (±5.5)	14.9 (±5.2)
	クマシデ	<i>Carpinus japonica</i>	3	29	32	12.1 (±4.8)	10.0 (±2.9)	10.2 (±3.2)
	ミヤマザクラ	<i>Prunus maximowiczii</i>	4	7	11	14.6 (±8.2)	12.6 (±5.0)	13.3 (±6.4)
	ヤマハンノキ	<i>Alnus hirsuta</i>	4	0	4	29.5 (±5.4)	—	29.5 (±5.4)
Be2	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	38	7	45	21.9 (±6.8)	21.5 (±6.0)	21.8 (±6.6)
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	13	19	32	16.1 (±7.6)	18.8 (±7.3)	17.7 (±7.5)
	ミズメ	<i>Betula grossa</i>	8	0	8	15.3 (±7.0)	—	15.3 (±7.0)
	クマシデ	<i>Carpinus japonica</i>	5	12	17	11.1 (±1.4)	10.0 (±3.7)	10.3 (±3.3)
Be3	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	26	2	28	27.1 (±7.4)	23.9 (±2.3)	26.8 (±7.2)
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	11	9	20	13.8 (±5.3)	12.7 (±4.5)	13.3 (±5.0)
	ミズメ	<i>Betula grossa</i>	6	0	6	20.7 (±6.4)	—	20.7 (±6.4)
	アオダモ	<i>Fraxinus lanuginosa</i>	12	8	20	7.7 (±2.6)	9.1 (±2.6)	8.3 (±2.6)
	ヤマハンノキ	<i>Alnus hirsuta</i>	4	0	4	25.8 (±3.3)	—	25.8 (±3.3)

表中の数値は平均値と標準偏差を示す。

表4 ダケカンバとミズナラ、およびその他樹木の樹高

調査区	樹 種	学 名	単幹	萌芽	合計	平均樹高 (m)		
						単幹	萌芽	全体
Be1	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	2	5	7	12.4 (±2.4)	14.5 (±1.5)	13.9 (±2.0)
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	4	6	10	8.0 (±2.4)	9.3 (±2.1)	8.8 (±2.3)
	クマシデ	<i>Carpinus japonica</i>	3	9	12	7.1 (±1.1)	6.2 (±1.5)	6.5 (±1.4)
	ミヤマザクラ	<i>Prunus maximowiczii</i>	4	4	8	10.0 (±3.6)	8.5 (±1.6)	9.2 (±2.9)
Be2	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	38	2	40	13.0 (±2.0)	15.9 (±0.3)	13.1 (±2.1)
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	13	11	24	9.4 (±3.0)	10.5 (±3.9)	9.9 (±3.5)
	ミズメ	<i>Betula grossa</i>	8	0	8	8.8 (±2.8)	—	8.8 (±2.8)
	クマシデ	<i>Carpinus japonica</i>	5	5	10	7.7 (±1.0)	6.7 (±1.8)	7.2 (±1.5)
Be3	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	26	1	27	17.9 (±2.0)	15.9 (±0.0)	17.8 (±2.0)
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	11	4	14	9.8 (±4.0)	13.4 (±3.5)	10.7 (±4.2)
	ミズメ	<i>Betula grossa</i>	6	0	6	14.6 (±2.8)	—	14.6 (±2.8)
	アオダモ	<i>Fraxinus lanuginosa</i>	12	4	16	8.1 (±2.0)	10.0 (±1.5)	8.6 (±2.1)

表中の数値は平均値と標準偏差を示す。

21.8 cm～26.8 cm の範囲にあり、ミズナラ (13.3 cm～17.7 cm) より大きかった。ヤマハンノキ (25.8 cm～29.5 cm) はダケカンバと同程度に大きかった。ミズメ (15.3 cm～20.7 cm) はミズナラよりわずかに大きく、ミヤマザクラ (13.3 cm)、クマシデ (10.2 cm～10.3 cm)、アオダモ (8.3 cm) の直径はこれらの樹種より小さかった。

表4にダケカンバとミズナラ、およびその他樹木の樹高を示した。ダケカンバ全体の平均樹高は13.1 m～17.8 mで最も高く、林冠の上層を占めていた。次いでミズメ (8.8 m～14.6 m)、ミズナラ (8.8 m～10.7 m)、ミヤマザクラ (9.2 m) が高く、これらの樹種は林冠の中層を占めていた。下層はアオダモ (8.6 m) とクマシデ (6.5 m～7.2 m) に占められていた。

図2にダケカンバおよびミズナラの直径階ヒストグラムを示した。ダケカンバは Be1 では15 cm～35 cm, Be2 では10 cm～45 cm, Be3 では10 cm～50 cm の範囲に一樣に分布していた。全ての試験区において、最も小さい階級にはダケカンバの個体は見られなかった。一方ミズナラは、最も小さい5 cm の階級から Be1 では30 cm, Be2 では35 cm, Be3 では25 cm の範囲まで分布していた。Be1 と Be2 では10 cm の階級にピークを持つ一山型の分布型を示し、Be3 では直径の小さい階級ほど増加した。

図3にその他樹木の直径階ヒストグラムを示した。Be1 ではクマシデが5 cm～20 cm, ミヤマザクラが5 cm～30 cm, ヤマハンノキが25 cm～35 cm の範囲に分布していた。クマシデは直径の小さい階級ほど増加し、ミヤマザクラは一樣に分布していた。Be2 においてもクマシデは5 cm～20 cm の範囲に

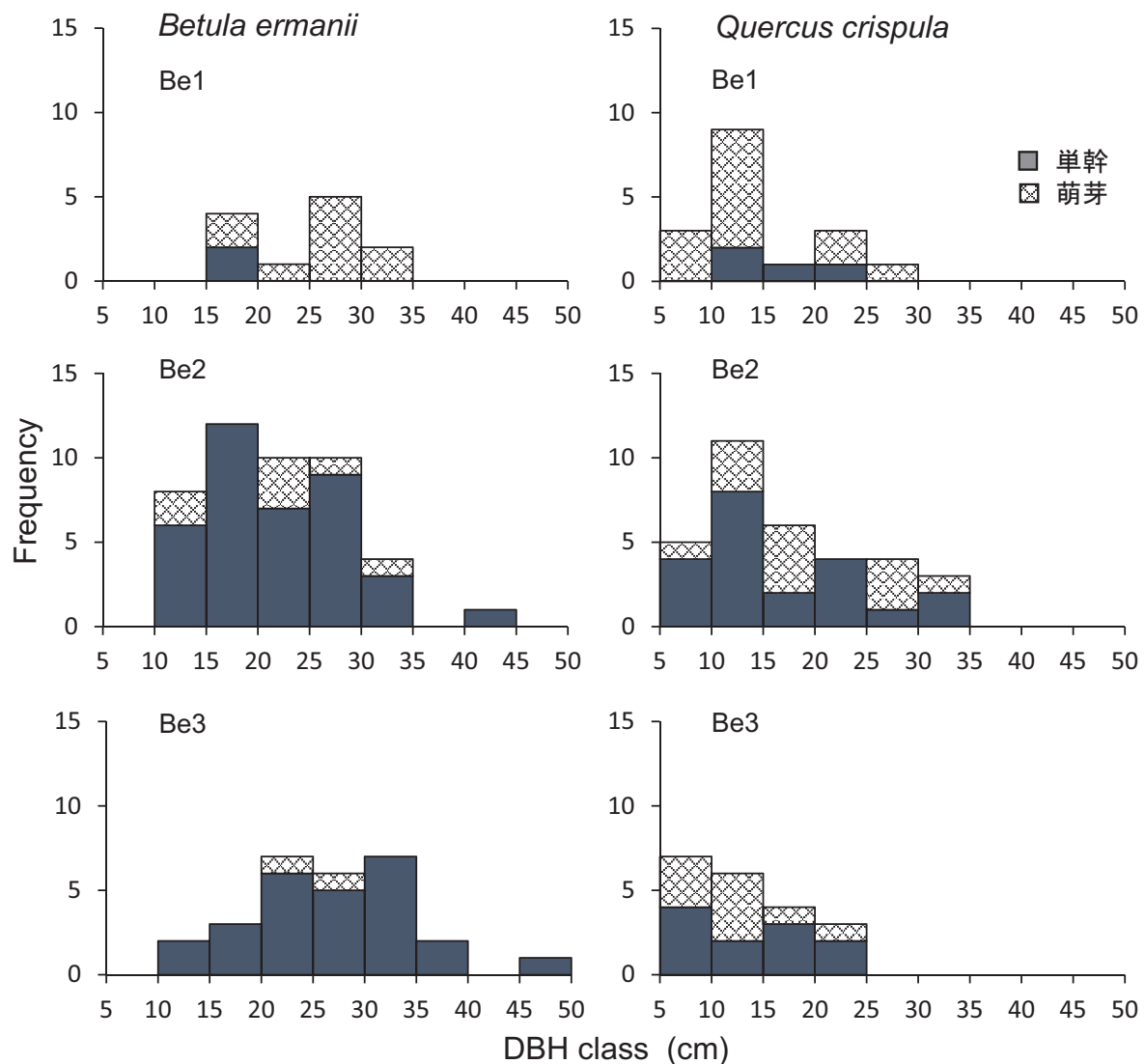


図2 ダケカンバおよびミズナラの直径階ヒストグラム  
頻度は試験区内の個体数を表している。

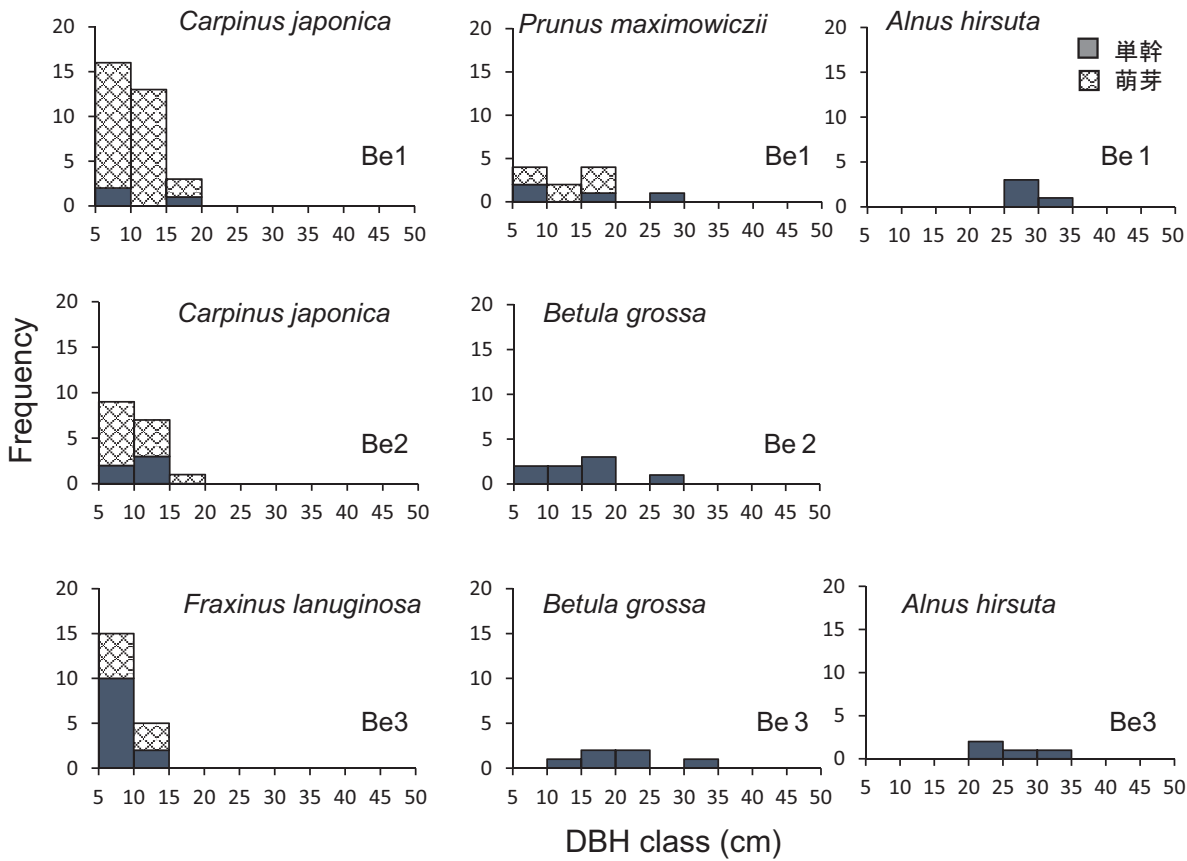


図3 その他樹木の直径階ヒストグラム  
頻度は試験区内の個体数を表している。

表5 ダケカンバおよびミズナラの樹齢

調査区	樹 種	学 名	n		合計	平均樹齡 (year)			最大 (year)		最小 (year)		
			単幹	萌芽		単幹	萌芽	全体	単幹	萌芽	単幹	萌芽	
Be1	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	2	4	6	88.0	(±0.0)	73.8	(±7.5)	78.5	(±9.1)	88	88
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	4	5	9	66.3	(±19.3)	80.0	(±6.4)	73.9	(±15.3)	91	74
Be2	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	13	1	14	85.2	(±10.0)	76.0	—	84.5	(±9.9)	96	76
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	7	7	14	79.4	(±6.9)	75.4	(±6.2)	77.4	(±6.9)	90	72
Be3	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	15	1	16	83.1	(±9.3)	89.0	—	83.4	(±9.2)	98	89
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i>	9	4	13	74.7	(±12.7)	80.5	(±4.9)	76.5	(±11.2)	90	89

表中の数値は平均値と標準偏差を示す。

分布し、直径の小さい階級ほど増加した。ミズメは5 cm～30 cm の範囲に一樣に分布していた。Be3ではアオダモが5 cm～15 cm, ミズメが10 cm～35 cm, ヤマハンノキが20 cm～35 cm の範囲に分布していた。アオダモもまた、直径の小さい階級ほど増加した。ミズメとヤマハンノキは一樣に分布していた。

表5にダケカンバおよびミズナラの樹齢を示した。ダケカンバの最大樹齢は76年生～98年生の範囲にあり、ミズナラ（82年生～92年生）よりわずかに樹齢が古かった。一方、最少樹齢はダケカンバが60年生～89年生であるのに対し、ミズナラは37年生～77年生とダケカンバより若かった。

図4にダケカンバおよびミズナラの樹齢階ヒストグラムを示した。ダケカンバはBe1とBe2では樹齢の若い階級ほど減少した。Be3では80年生の階級

にピークを持つ一山型の分布型を示した。ミズナラは全ての試験区で70年生の階級にピークを持つ一山型の分布型を示した。

考 察

木材コアの年輪測定結果から、本調査地はおおよそ100年生の二次林であることが判明した（表5）。鞍骨山の周辺は放牧や製炭等、里山として利用されていた形跡が広範囲に及んでいる。加えて、Seino<sup>16)</sup>は本調査地に近いブナ二次林の成立年代を1940年代以前と予測していることから、本調査地はおおよそ100年前に広い範囲で人為伐採が行われた後に成立した天然生二次林と位置づけられる。Be1では本数密度比に占めるダケカンバとミズナラ萌芽幹の割合がほぼ等しかったが（ダケカンバ7.0%, ミズナラ9.1%）、Be2とBe3ではダケカンバ萌芽幹の割合

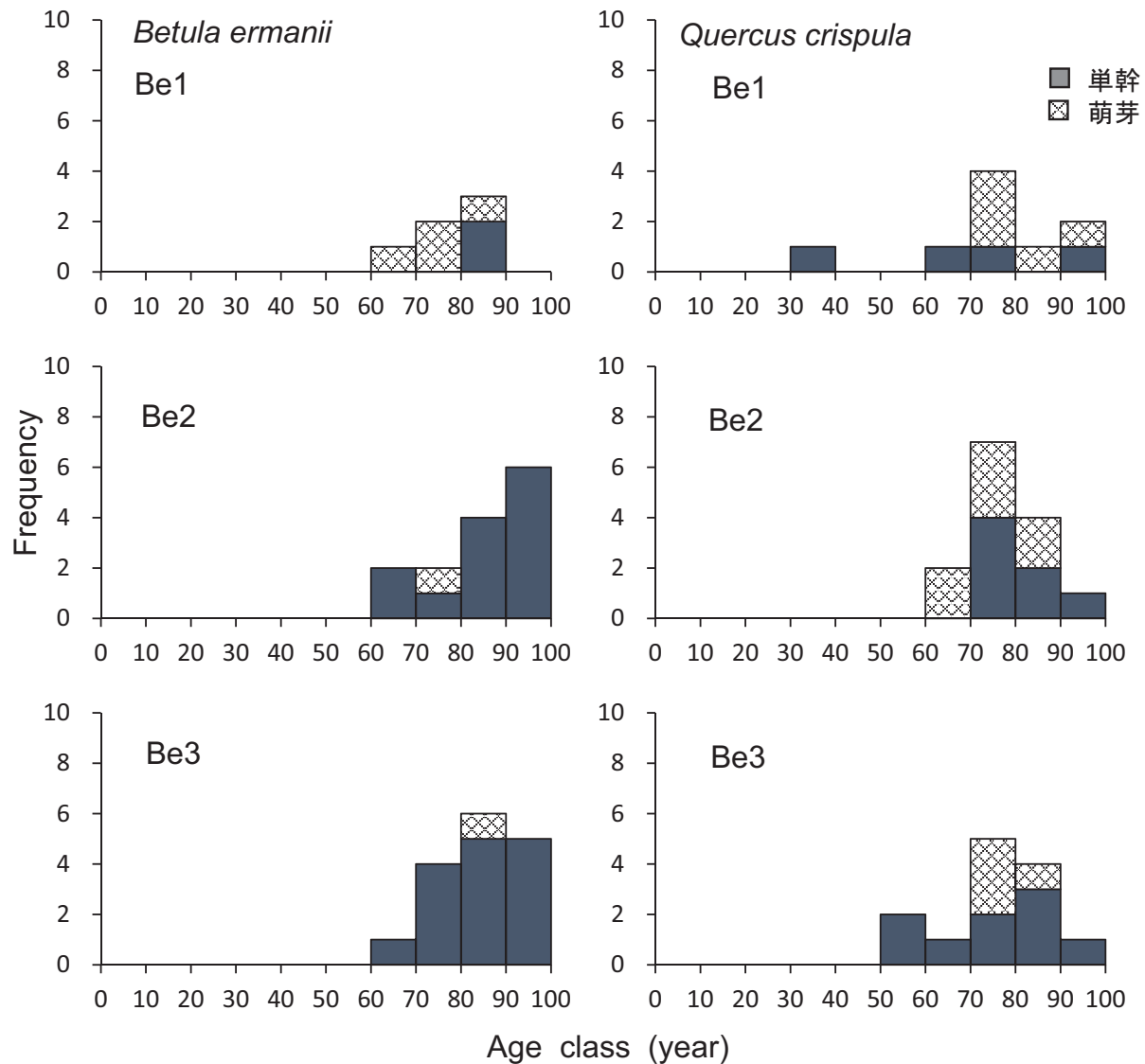


図4 ダケカンバおよびミズナラの樹齢階ヒストグラム  
頻度は試験区内の個体数を示している。

がミズナラより小さかった (Be2 : ダケカンバ5.4%, ミズナラ14.6%; Be3 : ダケカンバ2.1%, ミズナラ9.3%) (表2)。萌芽幹は人為伐採によって発生した可能性が高いことから, Be1 では人為伐採が行われる以前からダケカンバがミズナラと共に優占していたが, Be2 と Be3 では人為伐採が行われる以前はミズナラが優占していたことが推察される。一方, 単幹が実生によって更新した個体と仮定すると, ダケカンバは Be1 では実生と萌芽によって更新し, Be2 と Be3 では主に実生によって更新したと考えられる (図2)。これに対しミズナラは, Be1, Be2, Be3 で実生と共に多くの個体が萌芽によって更新したと考えられる。実生による侵入はダケカンバでは60年前に終了しているが, ダケカンバより耐陰性の高いミズナラでは最大30年前まで続いている (図4)。ダケカンバとミズナラ以外の樹木では, Be1

と Be3 に胸高直径がダケカンバと同程度に大きいヤマハンノキが見られた (表3, 図2, 3)。ヤマハンノキもまた, 伐採後間もない時期にダケカンバと共に侵入したと考えられる。ヤマハンノキより小径な樹木では, Be1 にミヤマザクラ, Be2 と Be3 にミズメが見られた。これらの樹木はミズナラと共に林冠の中層を占めており (表4), 人為伐採から数十年が経過した後に侵入したと考えられる。林冠の下層は Be1 と Be2 ではクマシデに占められており, Be3 ではアオダモで占められていた。これら耐陰性の比較的高い樹木には小径の個体が多く, 時間経過がさらに進行して以降, 侵入したと考えられる。

藤森<sup>3)</sup> は, Oliver<sup>13)</sup> や Franklin et al.<sup>1)</sup> らが提唱した林分発達様式の概念を整理し, 林分の発達段階を幼齡, 若齡, 成熟, 老齡の4段階に途中攪乱相を加えた5段階に分類した。本調査地の Be2 と Be3

は中層をミズナラとミズメが占め、下層をクマシデとアオダモが占める複層林化が進んでいることから、これらの試験区は下層植生が再生されることを特徴とする<sup>13)</sup> 成熟段階に達していると考えられる。成熟が進んだ林分ではやがて上層木が枯死し、中層木が上層木へと進階する老齢段階へと移行する<sup>2,13)</sup>。現在、上層を占めているダケカンバは小径の個体を欠いていることから（図3）、Be2とBe3においては老齢木の枯死により徐々にダケカンバの本数密度は低下し、やがてもとのミズナラが優占する林分へと移行することが予想される。

森林の発達は攪乱のサイズと規模、および頻度に影響され<sup>19)</sup>、発達した森林は生育段階の異なるパッチによってモザイク状に構成される<sup>18,20)</sup>。藤森<sup>3)</sup>は若齢から成熟段階において、中規模、または小規模な攪乱を頻繁に受けた林分を途中攪乱相と定義している。Be1は樹種合計本数密度比の7割近くを萌芽幹が占めているが（表2）、山頂に近い風衝地に位置することから、強風による樹幹の折損によって樹冠の修復と個体再生のための萌芽幹の発生<sup>15)</sup>が繰り返されている可能性が高い。本研究の調査期間中である2018年9月に、Be1では強風によるダケカンバ大径木の根返りが発生している。これらの事象から、Be1は強風による小規模な攪乱を頻繁に受けている可能性がある。さらに、Be1にはBe2とBe3には出現しないアカマツ、シラカンバ、バッコヤナギ等の高木、小高木の先駆樹種に加え、サラサドウダン、ノリウツギ等の陽性の低木種も種数、個体数ともに数多く出現した。このことから、Be1は若齢段階から成熟段階に発達せず、途中攪乱相に移行したステージにあると考えられる。Be1では人為伐採が行われる以前からダケカンバが優占していたと考えられるがBe1では物理的強度の小さい攪乱を高い頻度で被ることによって、人為伐採が行われる以前も現在と同じ途中攪乱相のステージにあった可能性が高い。Be1においては今後も樹冠の修復と個体再生のための萌芽幹の発生を繰り返すことで、長期間にわたってダケカンバ個体群を維持していくことが予想される。里山の広葉樹二次林においても風衝地に成立するダケカンバパッチは、森林限界に分布するダケカンバ帯と同様に<sup>11,12)</sup>、萌芽による後継樹の供給によって個体群を長期間にわたって維持できると考えられる。

## 謝 辞

筑波大学山岳科学センター八ヶ岳演習林の皆様には、川上演習林での研究をサポートしていただいた。信州大学農学部森林・環境共生学コースの皆様には、野外調査を手伝っていただいた。ここに厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) Franklin, J. F., Kromach, K. Jr., Denison, W., Mackee, A., Maser, C., Sedel, J., Swanson, F. and Juday, G. (1981) Ecological characteristics of old-growth Douglas-fir forests. USDA Forest Service General Technical Report PNW-118, 1-48.
- 2) Franklin, J. F. and Spies, T. A. (1991) Composition, function, and structure of old-growth Douglas-fir forests. Wildlife and vegetation of unmanaged Douglas-fir forests. USDA Forest Service General Technical Report PNW-GTR-285: 71-80.
- 3) 藤森隆郎 (2006) 林分の発達様式. (森林生態学—持続可能な管理の基礎—, 藤森隆郎, 全国林業改良普及協会). 480 pp, 289-334.
- 4) 藤本征司 (1983) ダケカンバの生育・更新様式について (予報). 日本林学会北海道支部講演集32: 185-187.
- 5) 長谷川士門 (2019) 筑波大学川上演習林のダケカンバ林における林分構造. 信州大学農学部森林科学専攻研究論文.
- 6) 石川達芳・西条好迪・佐々木寛明 (1980) 御岳山亜高山帯森林の更新と遷移—ダケカンバを中心として—. 岐阜大学農学部研究報告43: 249-256.
- 7) 兼子嘉次・馬場多久男 (1992) 西駒演習林登山ルート上の植物分布. 信大演報29: 97-146.
- 8) 木村 允 (1977) 亜高山帯の遷移. (群落の遷移とその機構. 沼田真編, 朝倉書店). 306 pp, 21-30.
- 9) 沖津 進 (1987) ダケカンバ帯. (北海道の植生. 伊藤浩司編, 北海道大学図書刊行会). 378 pp, 168-199.
- 10) 沖津 進・里見 至 (1989) 本州中部山岳森林限界付近に分布するダケカンバ林の樹高と胸高直径の関係. 植物地理・分類研究37: 149-153.
- 11) 沖津 進 (1991) 本州中部山岳森林限界付近のダケカンバ萌芽株. 千葉大学園芸学部学術報告44: 141-146.
- 12) 沖津 進 (1992) 本州中部山岳森林限界付近に分布するダケカンバ林の更新. 千葉大学園芸学部学術報告45: 1-16.
- 13) Oliver, C. D. (1981) Forest development in North America following major disturbances. Forest

- Ecology and Management 3: 153-168.
- 14) 佐原奈々美・中村俊彦・逢沢峰昭・大久保達弘  
(2018) 日本中部亜高山帯林の伐採後に成立した  
落葉広葉樹優占林の実生の発生・定着におけるコ  
ケ群落の役割. 日本森林学会誌100: 102-109.
  - 15) 酒井暁子 (1997) 高木性樹木における萌芽の生態  
学的意味—生活史戦略としての萌芽特性—. 種生  
物学研究21: 1-12.
  - 16) Seino, T. (2018) Stand Structure and regeneration  
of a beech-dominated forest in the Kawakami  
Forest, Mountain Science Center, University of  
Tsukuba, central Japan. Chubu Forestry Research  
66: 23-26.
  - 17) 砂坂元幸 (2006) ハケ岳・川上演習林管理の沿革  
と実績. 筑波大学演習林報告22: 45-74.
  - 18) Watt, A. S. (1947) Pattern and process in the plant  
community. Journal of Ecology 35: 1-22.
  - 19) White, P. S. and Pickett, S. T. A. (1985) Natural  
disturbance and patch dynamics: An introduction.  
In: The ecology of natural disturbance and patch  
dynamics. Pickett, S. T. A. and White, P. S. (eds.),  
Academic Press, San Diego, 472 pp, 3-13.
  - 20) Whitmore, T. C. (1982) On pattern and process in  
forests. In: The plant community as a working  
mechanism. Newman, E. I. (ed.), Blackwell  
Scientific Publications, Oxford, 128 pp, 45-59.

### Structure of *Betula ermanii* patch in a cool-temperate broad-leaved secondary forest in central Japan.

Shimon HASEGAWA<sup>\*</sup>, Hajime KOBAYASHI<sup>\*\*\*</sup>, Yudong SHEN<sup>\*\*\*</sup>,  
Koh YASUE<sup>\*\*\*\*,\*</sup> and Tatsuyuki SEINO<sup>\*\*\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Division of Forest and Environmental Symbiosis Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

<sup>\*\*</sup>Education and Research Center of Alpine Field Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

<sup>\*\*\*</sup>Interdisciplinary Graduate school of Science and Technology, Shinshu University

<sup>\*\*\*\*</sup>Mountain Research Institute, Shinshu University

<sup>\*\*\*\*\*</sup>Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

#### Summary

We investigated the patch structure of *Betula ermanii* in Satoyama landscape and discussed patch dynamics of *Betula e.* in a broad-leaved secondary forest in central Japan. From the tree-ring cores, the study site was found to have been established about 100 years ago after harvest felling. The ratio of *Betula e.* sprouts and *Quercus crispula* sprouts to total tree number was identical at the wind-swept site. Therefore, it was assumed that *Betula e.* co-dominated with *Quercus c.* at the wind-swept site before felling. In contrast, there were fewer *Betula e.* sprouts than *Quercus c.* sprouts at the slope site. It was thus assumed that *Quercus c.* dominated at the slope site before felling. Furthermore, it was assumed that *Betula e.* regenerated by both seedlings and sprouts in the wind-swept site, whereas it regenerated mainly by seedlings in the slope site. Since there was a lack in small *Betula e.*, it was assumed that *Betula e.* will decrease in population as the tree grows old and will disappear in the *Quercus c.* dominated forest as the stand develops. In contrast, stem breakage by strong wind seems to have caused emergence of sprouts at the wind-swept site. Therefore, it is assumed that *Betula e.* would maintain its population in the future. It is concluded that *Betula e.* can maintain its population for a long time at the wind-swept site as same as it does in the timberline by supplying sprouts in the Satoyama landscape.

**Keywords:** disturbance regime, forest development, satoyama-landscape, sprout, wind-swept site