

南アルプスにおける標高傾度にもなうダケカンバ林と樹形の変化

遠藤 慧

本学地理・環境専攻 2018年3月卒業

I. はじめに

ダケカンバ (*Betula ermanii*) は、北東アジア地域沿岸部の山岳上部からカムチャツカ半島、日本列島にかけて分布する。カムチャツカ半島では、沿岸地域を中心に広い範囲でダケカンバ極相林が成立している (沖津 2002、小島 1994)。日本においては、北海道から中部地方および四国の冷温帯から亜高山帯にかけて分布し、崩壊地やギャップなどの攪乱跡地や森林限界付近にまとまった群落を形成する (沖津 1987; Gansert 2004)。田中 (1986) では、八ヶ岳においてダケカンバ林がハイマツ低木林とシラビソ-オオシラビソ林の分布域の間に入り込むように分布しているとし、標高2,550mから2650m付近で最もダケカンバの分布割合が高いと述べている。また、石田ほか (2014) では南アルプス北岳において植物社会学的調査からダケカンバ林の植生学的位置づけを行った。その結果、ダケカンバが優占する群落は4つに分けられ、その成立要因は大きく2つに分けられるとし、針葉樹林が成立できない立地にはミヤマハンノキ-ダケカンバ群落、タカネノガリヤス-ダケカンバ群集、ハイマツ-ダケカンバ群落が成立し、針葉樹林内のギャップにはネコシデーダケカンバ群集が成立すると述べている。このようにダケカンバは、様々な環境下で様々な群落を形成することが明らかとなっている。

ダケカンバの樹形は環境条件に大きく影響を受け、尾根谷傾度で分枝パターンが異なることや (李・沖津 1997)、森林限界付近では胸高直径に対して樹高が低くなることが明らかになっている (沖津 1989)。また、Takahashi *et al.*

(2012) では、標高の上昇にもないシラビソは樹高・胸高直径が小さくなるのに対し、ダケカンバの胸高直径は小さくならないと述べている。沖津 (1991、1992) では、ダケカンバは針葉樹林内では、ほとんど萌芽しないのに対し森林限界付近では萌芽が多く発生しており、萌芽は森林限界付近のダケカンバの更新にとって重要だと述べている。

樹木にとって萌芽は個体維持や繁殖のための重要な戦略の一つである (酒井 1997)。標高が上昇するにつれて積雪や強風といった山頂現象が働き、環境条件は厳しくなる。それに対応するために森林限界付近のダケカンバは萌芽を多く発生させていると考えられる。しかし、標高傾度にもなう萌芽数の変化を調べた研究は少ない。また、樹形の基本は遺伝によって規定されるが、形成過程で環境の影響も強く受ける (八田 1995)。そのため生育立地と樹形の関係を調べることは重要である。

そこで、本研究では、ダケカンバが優占する自然林が広い標高域で出現する南アルプスにおいて、標高傾度にもなうダケカンバ林およびダケカンバの樹形の変化を明らかにすることを目的とする。また、樹形の特徴や生育立地、混交樹種などの観点からダケカンバ林の分布とその成立要因についても考察を行う。

本研究は、平成29年度の国土館大学地理・環境専攻 (磯谷ゼミ) の卒業論文として提出したものに、その後、多少の加筆・修正を加えて作成したものである。なお、本論文をまとめるにあたり横浜国立大学大学院環境情報研究院の酒井暁子教授、近藤博史氏には有益な助言をいただいた。また、現地調査にあたっては、岡田

真次氏、石塚磨郎氏に協力いただいた。深く御礼を申し上げます

II. 調査地域の概要

調査地域は、南アルプスの赤石岳および荒川岳周辺の亜高山帯中部から森林限界付近にかけてである。この地域では、森林限界付近や亜高山帯針葉樹林内においてダケカンバ優占林が普通にみられる。また、人為的攪乱もほとんどみられないためこの地域を選定した。

この地域の地形は、赤石岳から荒川岳にかけての稜線が標高2,700~3,100mに位置し非対称山稜となっている。稜線部には周水河性平滑斜面が見られる(天井澤ほか 2007)。東側では急崖や崖錐が形成されている。また、最終氷期に形成されたカールやモレーンが存在する(小久保ほか 2007)。

地質は、南北方向の帯状構造となっており、西側に赤石層群、東側に白根層群となる。また、南アルプスを構成する岩石は大部分が付加体であり、付加体の大部分は砂岩、頁岩で一部にチャートや玄武岩がある(日本地質学会 2006)。

静岡県井川のアメダス(標高755m北緯35度13分東経138度13.3分)の30年間の平均値から気温遞減率(-0.6°C/100m)を用いてこの地域の気候を推定した。標高2,000mでは、年平均気温が3.91°C、WIが32.8で、亜高山帯針葉樹林帯の中部付近に相当する。標高2,700mでは年平均気温は-0.29°C、WIは13.2で、高山帯植生となる。また、井川での年間降水量は3,110.1mmである。

III. 調査方法

1. 毎木調査

2017年8月13日から9月7日にかけて毎木調査を行なった。調査区は、森林限界付近や針葉樹林内のダケカンバが優占する群落かつ登山道

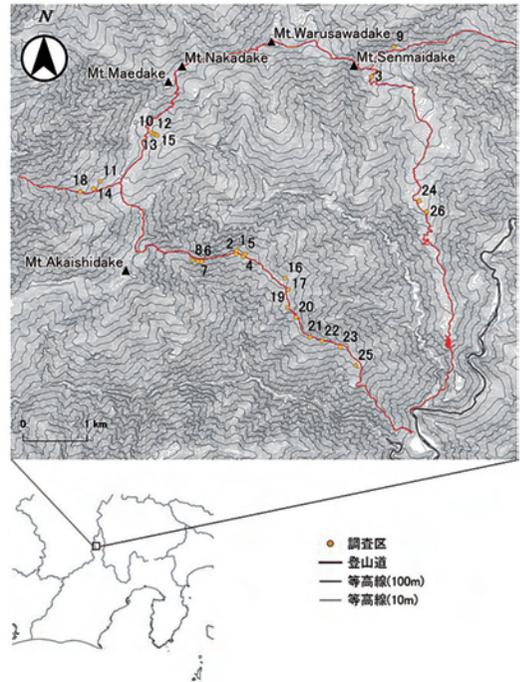


図1 調査区位置図

周辺で調査区が設置可能な地点を選定し合計26地点設置した(図1)。使用した登山道は地質、斜面方位に偏りがないように選定した。また、調査区を選定には標高に偏りがないように考慮した。調査区の面積は100m²とし、胸高直径1cm以上の高木性樹種を対象に樹種の同定を行い、胸高直径・樹高を測定した。樹種の同定にあたっては林(2014)を参照した。

2. 樹形調査

毎木調査を行なった調査区内のダケカンバおよび針葉樹の樹形調査を行なった。ダケカンバの樹形調査項目は、図2に示す根元曲がり・根元直径・最下枝下高とした。また、1個体あたりの幹数を計測しそれを萌芽幹数とした。針葉樹の樹形調査項目は、損傷状況・偏形度・偏形方向とした。損傷状況は小野(1996)を参考に梢頭折れ・先枯れ・蛇行・樹幹切断・幹割れの5つに分類した。偏形度は図3に示す基準に従

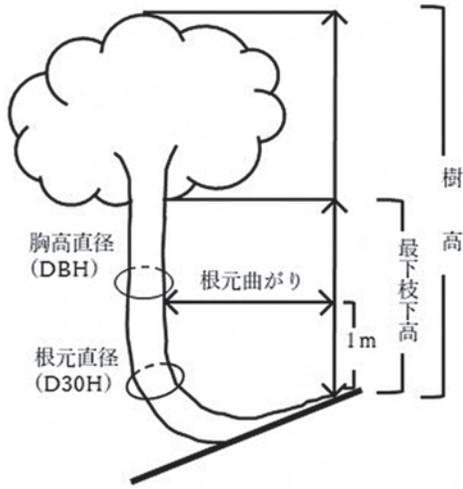


図2 ダケカンバの樹形調査項目

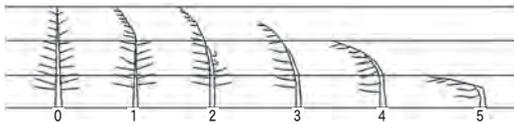


図3 針葉樹の偏形度

小川 (1974, 2000) をもとに筆者が作成

い6区分に分類した。偏形方向は16方位で記録した (小川 1974, 2000)。

3. 単木調査

毎木調査を行なった調査区周辺の、調査区とほぼ均質と考えられる範囲内で、ダケカンバの樹形調査を行なった。

4. 植生図の作成

この地域のダケカンバ優占林の分布を調べるために植生図を作成した。植生図は環境省生物多様性センター発行の2万5千分の1植生図GISデータを用いて、凡例を再分類し、現地踏査の結果を踏まえて作成した。

IV. 結果

1. 調査地域におけるダケカンバ林の分布

今回作成した植生図を図4に示す。また、図5は植生図をもとにGISを用いて作成した標



凡例

- ダケカンバ林
- ハイマツ・低木林
- 亜高山帯針葉樹林
- 夏緑広葉樹林
- 裸地
- 草地
- 植林
- その他
- 水域

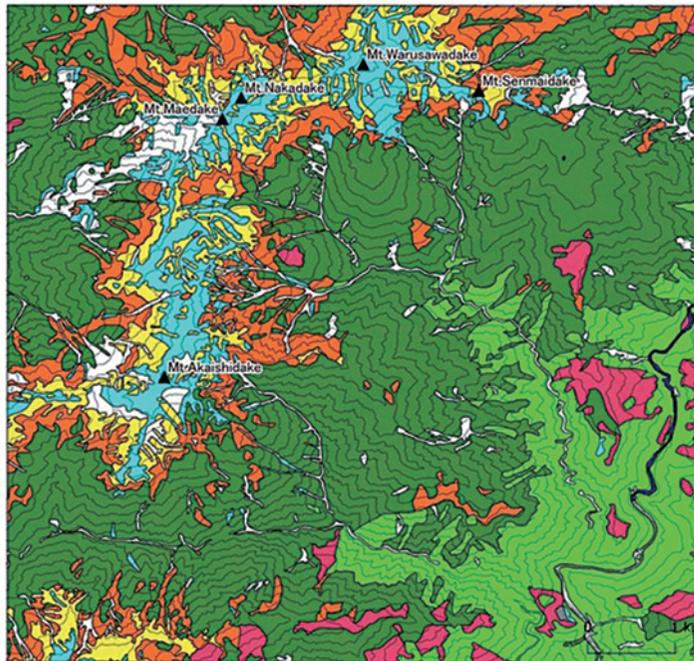


図4 相観(一部優占種)による植生図

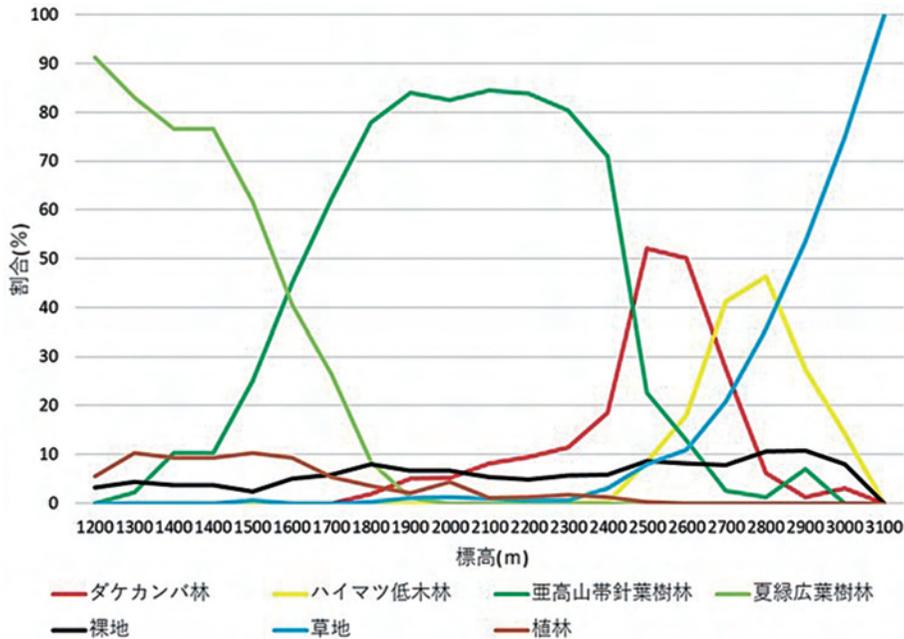


図5 標高ごとの植生分布割合

高ごとの植生分布割合である。

この地域における植生の垂直分布は、標高1,600m付近までは夏緑広葉樹林の割合が最も多く、それ以上では亜高山帯針葉樹林の割合が最も多くなる。亜高山帯針葉樹林は標高1,800~2,400mまでは70%を占めるが、標高2,400m付近から減少し、ダケカンバ林の割合が増加してくる。ダケカンバ林は標高2,500~2,650m付近で最も多く、この地域では森林限界付近にまとまったダケカンバ林が存在していることが分かる。また、標高2,650~2,800m付近ではハイマツ低木林が最も多くなり、標高2,800m以上では風衝草原や高山荒原などの高山帯植生が最も多くなった。

2. 標高傾度にもなうダケカンバ林の変化

毎木調査から得られた各データの一覧を表1に示す。

各調査区のRBAを用いて行ったクラスター分析の結果を図6に示す。クラスター分析の結

果から、調査区7・8・9・10・11・12・14が独立したクラスターとして抽出された。これらの調査区は標高2,570~2,660mに相当する。

図7は標高ごとのRBAの値を示した図である。標高2,010~2,560mでは、混交樹種にシラビソ (*Abies veitchii*)・オオシラビソ (*Abies mariesii*) などの亜高山帯を代表する針葉樹や、ナナカマド (*Sorbus commixta*)・タカネザクラ (*Cerasus nipponica*) などの夏緑広葉樹が出現した。クラスター分析で抽出された標高2,570~2,660mでは、混交樹種は少なく一部にシラビソ・オオシラビソが混交するのみで、ダケカンバが90%以上を占めた。標高2,660~2,720mでは、シラビソ・オオシラビソが出現し、これらの針葉樹が20~60%を占める林分となった。

各調査区の針葉樹混交率と偏形・損傷幹数を図8に示す。針葉樹混交率は調査区ごとの全幹数に対する針葉樹幹数の割合とした。偏形・損傷幹数は100m²あたりの値である。針葉樹混

表 1 各調査区のデータ一覧

No.	標高(m)	樹種*	高径階分布(cm)						BA (m ² /ha)	BA合計 (m ² /ha)	RBA	優占種**	
			1-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-					
1	2720	オオシラビソ	6	11	2	-	-	-	2.7	70.9	2種優占	1	
		ダケカンバ	10	6	-	-	-	-	1.1	29.1	2種優占	2	
2	2700	ダケカンバ	1	3	4	-	-	3	22.5	77.2	1種優占	1	
		シラビソ	1	-	1	-	2	-	3.6	12.2	1種優占	1	
3	2700	オオシラビソ	-	1	3	-	1	-	3.1	10.6	1種優占	1	
		ダケカンバ	7	12	6	5	2	2	28.1	63.4	1種優占	1	
4	2680	オオシラビソ	-	1	-	1	-	2	5.6	16.5	1種優占	1	
		ダケカンバ	8	14	1	1	-	1	11.3	53.3	2種優占	1	
5	2680	オオシラビソ	9	21	7	4	-	-	9.9	46.6	2種優占	2	
		ダケカンバ	1	-	-	-	-	-	0.0	0.1	1種優占	1	
6	2660	シラビソ	4	3	1	1	2	2	9.6	42.7	3種優占	1	
		ダケカンバ	4	6	5	5	1	-	9.5	42.0	2種優占	2	
7	2660	オオシラビソ	-	1	1	1	-	1	3.5	15.3	1種優占	1	
		ダケカンバ	3	3	4	5	9	1	21.7	21.7	100.0	1種優占	1
8	2650	ダケカンバ	3	4	4	3	-	4	17.0	17.0	100.0	1種優占	1
		ダケカンバ	1	3	4	3	6	1	14.9	14.9	100.0	1種優占	1
9	2640	ダケカンバ	1	8	9	9	7	2	30.5	99.8	1種優占	1	
		オオシラビソ	1	-	-	-	-	-	0.1	0.2	1種優占	1	
10	2600	ダケカンバ	10	9	14	3	-	-	10.6	99.9	1種優占	1	
		タカネザクラ	1	-	-	-	-	-	0.0	0.1	1種優占	1	
11	2600	ダケカンバ	-	-	2	1	1	4	20.7	93.9	1種優占	1	
		オオシラビソ	-	-	-	-	1	-	1.1	5.2	1種優占	1	
12	2580	シラビソ	3	-	-	-	-	-	0.1	0.7	1種優占	1	
		ダケカンバ	2	-	-	-	-	-	0.0	0.2	1種優占	1	
13	2570	ダケカンバ	3	13	13	6	-	-	13.6	99.3	2種優占	1	
		オオシラビソ	6	-	-	-	-	-	0.1	0.7	2種優占	2	
14	2570	ダケカンバ	8	9	6	3	1	-	9.1	63.8	2種優占	1	
		オオシラビソ	-	1	-	-	-	1	3.4	23.5	2種優占	2	
15	2560	シラビソ	-	-	-	-	-	1	1.8	12.7	1種優占	1	
		ダケカンバ	8	1	2	6	1	4	19.9	99.1	1種優占	1	
16	2510	オガラバナ	1	1	-	-	-	-	0.1	0.4	1種優占	1	
		シラビソ	-	1	-	-	-	-	0.1	0.4	1種優占	1	
17	2500	タカネザクラ	2	-	-	-	-	-	0.0	0.1	1種優占	1	
		シラビソ	-	1	6	6	7	1	22.9	82.7	1種優占	1	
18	2500	ダケカンバ	7	10	1	-	2	-	4.7	27.7	16.8	1種優占	1
		オオシラビソ	-	1	-	-	-	-	0.1	0.4	1種優占	1	
19	2470	ダケカンバ	-	7	5	2	1	-	6.6	31.2	4種優占	1	
		トウヒ	-	-	1	1	-	1	5.0	24.0	2種優占	2	
20	2360	オオシラビソ	4	5	5	-	1	-	5.0	21.0	23.8	3種優占	3
		シラビソ	-	4	2	-	-	1	-	2.8	13.3	4種優占	4
21	2310	ナナカマド	-	-	-	2	-	-	1.6	7.7	1種優占	1	
		ダケカンバ	-	-	7	3	2	1	10.2	38.5	3種優占	1	
22	2250	シラビソ	2	-	2	-	2	1	7.8	29.3	2種優占	2	
		オオシラビソ	-	-	1	-	3	1	7.0	26.5	2種優占	2	
23	2110	トウヒ	-	-	-	-	1	-	1.3	4.9	1種優占	1	
		コメツガ	-	1	-	-	-	-	0.2	0.9	1種優占	1	
24	2040	ダケカンバ	-	-	-	-	-	4	34.9	52.8	3種優占	1	
		シラビソ	-	-	-	2	1	4	14.7	22.3	3種優占	3	
25	2010	コメツガ	-	-	-	-	1	1	11.1	16.8	1種優占	1	
		オオシラビソ	3	4	-	-	-	2	5.4	8.1	1種優占	1	
26	2010	シラビソ	3	2	6	3	-	1	10.4	42.0	4種優占	1	
		ダケカンバ	1	1	2	3	1	-	5.0	20.1	2種優占	2	
27	2010	コメツガ	1	3	-	-	-	1	4.9	19.9	3種優占	3	
		オオシラビソ	1	1	-	1	-	1	4.5	18.0	4種優占	4	
28	2010	シラビソ	1	4	2	3	6	14	61.7	83.0	1種優占	1	
		ダケカンバ	1	-	2	1	-	1	7.1	9.6	1種優占	1	
29	2010	コメツガ	1	2	1	-	-	1	4.2	5.7	1種優占	1	
		ナナカマド	-	-	-	-	1	-	1.3	1.7	1種優占	1	
30	2010	オオシラビソ	-	-	3	1	3	4	16.3	34.1	4種優占	1	
		シラビソ	7	11	-	7	-	3	13.6	28.6	2種優占	2	
31	2010	コメツガ	-	-	1	-	-	2	10.3	21.5	3種優占	3	
		ダケカンバ	-	1	4	-	3	-	6.7	14.0	4種優占	4	
32	2010	ナナカマド	1	1	1	-	-	-	0.9	1.8	1種優占	1	
		ダケカンバ	-	-	1	3	3	6	26.7	51.9	3種優占	1	
33	2010	オオシラビソ	-	1	3	4	-	2	10.3	20.0	2種優占	2	
		コメツガ	6	7	2	2	1	1	8.4	16.3	3種優占	3	
34	2010	シラビソ	1	-	-	2	1	1	5.2	10.1	1種優占	1	
		ナナカマド	-	-	-	1	-	-	0.9	1.7	1種優占	1	
35	2010	ダケカンバ	-	-	-	-	1	7	34.5	69.8	1種優占	1	
		シラビソ	9	1	4	2	1	1	8.3	16.8	1種優占	1	
36	2010	ナナカマド	-	-	1	3	-	1	4.6	49.4	9.3	1種優占	1
		オオシラビソ	-	-	-	1	-	-	1.1	2.3	1種優占	1	
37	2010	コメツガ	1	-	-	1	-	-	0.9	1.8	1種優占	1	
		ダケカンバ	-	-	-	1	3	5	25.3	57.4	3種優占	1	
38	2010	オオシラビソ	-	-	-	3	2	2	11.3	25.6	2種優占	2	
		シラビソ	-	-	-	2	2	1	7.2	16.4	3種優占	3	
39	2010	コメツガ	-	1	-	-	-	-	0.2	0.6	1種優占	1	
		ダケカンバ	-	-	-	3	4	6	27.5	57.9	3種優占	1	
40	2010	オオシラビソ	-	-	-	1	2	1	8.9	18.6	2種優占	2	
		コメツガ	-	-	-	1	1	2	7.5	15.8	3種優占	3	
41	2010	シラビソ	-	-	1	-	-	1	3.6	7.6	1種優占	1	
		ダケカンバ	-	1	5	10	4	3	23.6	71.6	1種優占	1	
42	2010	オオシラビソ	2	2	2	-	1	1	4.5	13.5	1種優占	1	
		ナナカマド	-	5	2	1	-	-	2.6	7.8	1種優占	1	
43	2010	オガラバナ	-	-	2	-	-	-	1.0	3.0	1種優占	1	
		タカネザクラ	-	-	-	1	-	-	0.7	2.1	1種優占	1	
44	2010	シラビソ	-	1	1	-	-	-	0.6	1.7	1種優占	1	
		コメツガ	-	1	-	-	-	-	0.1	0.3	1種優占	1	

*文字の網掛けは優占種 **優占種は優占種判定法(Ohsawa1984)による

交率は、標高2,010~2,560mまでは20~80%、標高2,570~2,660mまでは、調査区13(標高2,600m)を除き10%以下、標高2,680~2,720mでは、調査区3(標高2,700m)を除き約40%となった。針葉樹の偏りは標高2,560m以上から見られ、損傷は標高2,310m以上からみられた。

3. 標高傾度にもなうダケカンバの樹形の変化

ダケカンバの樹形の変化の要因を推定するために重回帰分析を行った。目的変数は、樹形の形質の樹高・樹冠長率・萌芽幹数・根元曲がりとした。説明変数は、標高・傾斜・斜面方位・45×45mのラプラシアン(以下LAP45)・15×15mのラプラシアン(以下LAP15)とした。すべての説明変数は標準化を行った。作成されたモデルはStepwise法を用いてAICによるモデル選択を行った。

説明変数に使用した、標高・傾斜・斜面方位・LAP45・LAP15はGISを用いて5mメッシュの基盤地図情報数値標高モデルから作成し(図9)、各要素のセル値を調査区のポイントデータに抽出し使用した。また、斜面方位は360度方位をサイン変換により南北方向を-1(南)~1(北)、コサイン変換により東西方向を-1(西)~1(東)として使用した。

重回帰分析の結果を表2に示す。各樹形の形質において上位5モデルすべてに標高が入った。また、ベストモデルには標高以外で、樹高には方位(東西)・傾斜、樹冠長率には方位(南北)・LAP15・LAP45、萌芽幹数にはLAP15・LAP45・傾斜、根元曲がりにはLAP45・方位(東西)・傾斜が入った。以下では、標高と樹形の関係について記述を行う。

図10に標高による樹高の変化を示す。標高2,000mでは最大樹高は13mで標高2,700mでの最大樹高は8mとなった。標高の上昇にもない樹高の低下がみられた。

図11は標高による胸高直径の変化である。

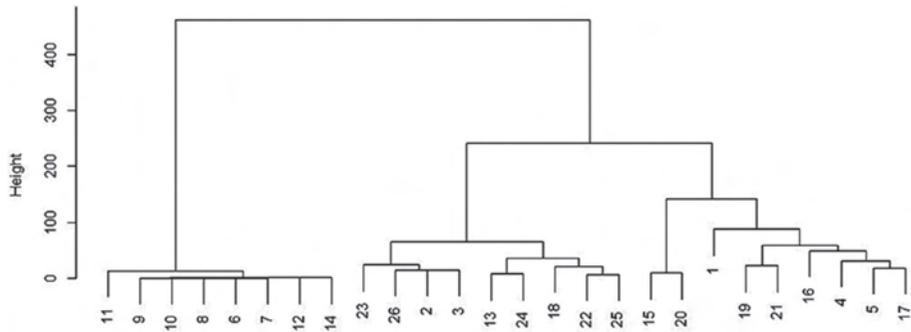


図6 RBAを用いたクラスター分析の結果
ユークリッド距離とワード法を用いた

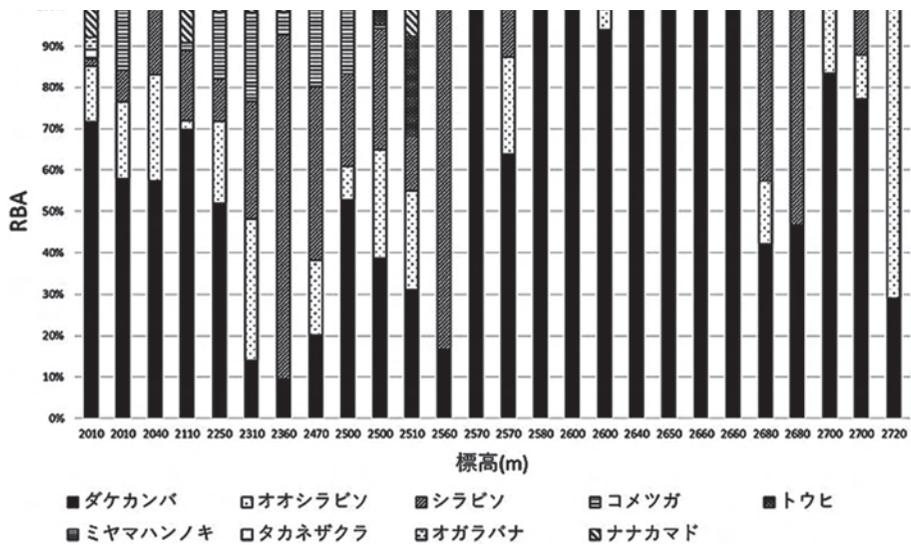


図7 標高ごとのRBAの値

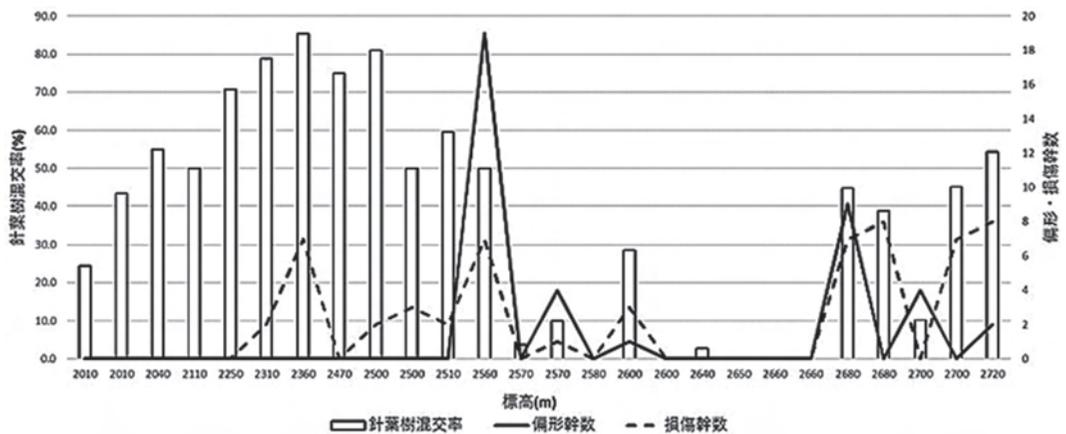


図8 標高ごとの針葉樹混交率と針葉樹の偏形・損傷幹数

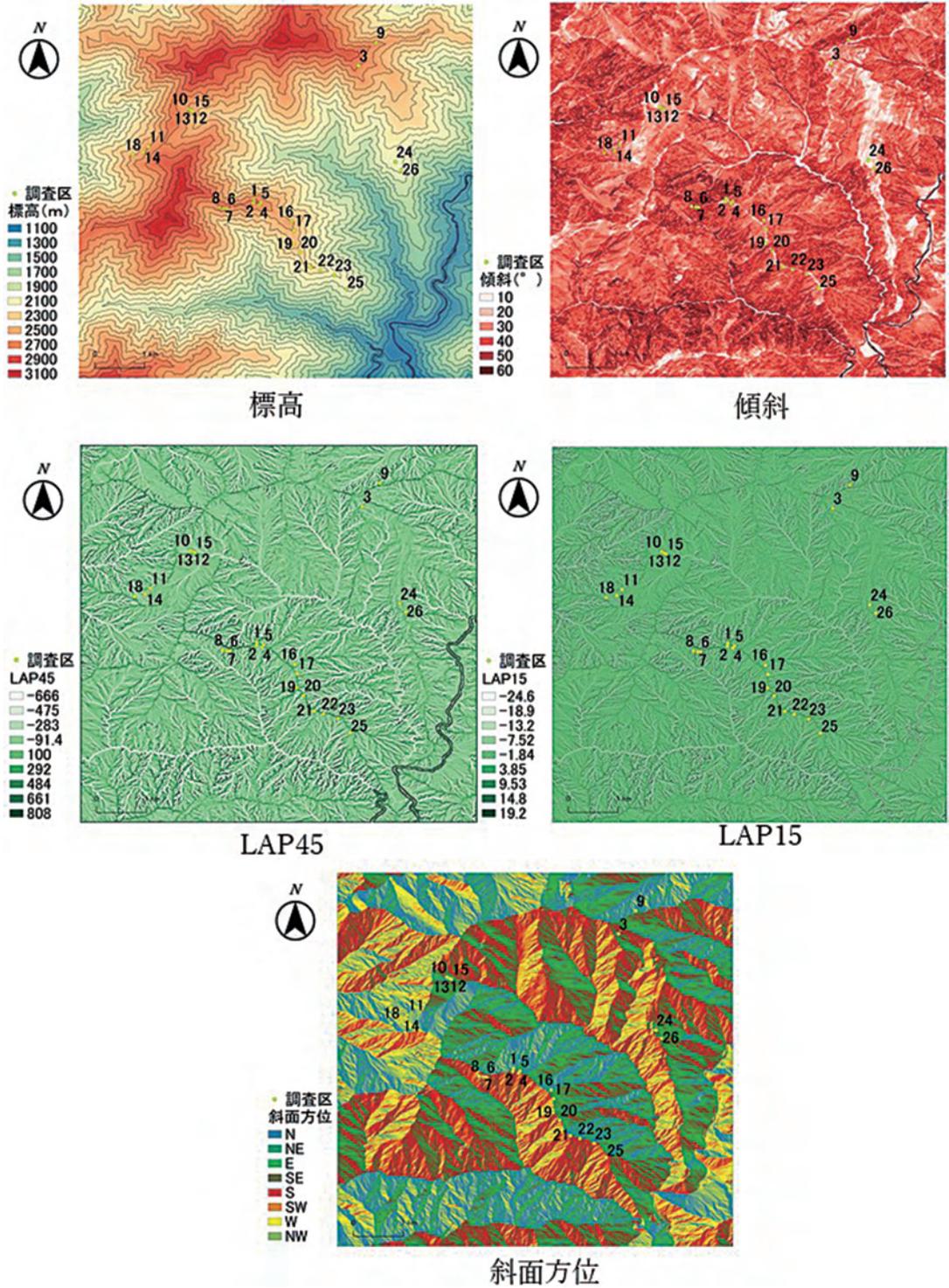


図9 GISによる地形解析の結果

表2 重回帰分析の結果

樹高に対する線形重回帰の結果

	標準偏差	誤差	t 値	p 値	有意性※
切片	5.25552	0.08447	62.22	<2E-16	***
標高	-1.88362	0.09326	-20.197	<2E-16	***
傾斜	0.32765	0.10672	3.07	0.00233	**
LAP45	0.09009	0.15716	0.573	0.56691	
LAP15	0.02131	0.15635	0.136	0.89167	
方位(東西)	0.34262	0.1102	3.109	0.00205	**
方位(南北)	-0.06151	0.10214	-0.602	0.54748	

※ 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

樹冠長率に対する線形重回帰の結果

	標準偏差	誤差	t 値	p 値	有意性※
切片	41.2772	0.7562	54.584	<2E-12	***
標高	6.3437	0.8349	7.598	3.59E-13	***
傾斜	-0.9807	0.9554	-1.026	0.3055	
LAP45	3.4461	1.407	2.449	0.0149	*
LAP15	-8.596	1.3997	-6.141	2.51E-09	***
方位(東西)	0.6344	0.9866	0.643	0.5207	
方位(南北)	1.5317	0.9144	1.675	0.0949	

※ 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

幹数に対する線形重回帰の結果

	標準偏差	誤差	t 値	p 値	有意性※
切片	1.435331	0.044087	32.557	<2E-16	***
標高	0.252598	0.048677	5.189	3.82E-07	***
傾斜	-0.20193	0.055702	-3.625	0.000337	***
LAP45	0.188614	0.082026	2.299	0.02145	*
LAP15	-0.11876	0.081605	-1.455	0.146597	
方位(東西)	-0.06054	0.057516	-1.053	0.293335	
方位(南北)	0.009732	0.053312	0.183	0.855275	

※ 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

根曲がりに対する線形重回帰の結果

	標準偏差	誤差	t 値	p 値	有意性※
切片	97.635	2.93	33.318	<2E-16	***
標高	11.56	3.235	3.573	0.000409	***
傾斜	26.926	3.702	7.273	2.90E-12	***
LAP45	-18.839	5.452	-3.455	0.000626	***
LAP15	-2.275	5.424	-0.419	0.675214	
方位(東西)	-7.676	3.823	-2.008	0.045533	*
方位(南北)	3.448	3.544	0.973	0.331359	

※ 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

上位5モデルとそのAIC

					AIC
標高			方位(東西)	傾斜	1162.4
標高		LAP45	方位(東西)	傾斜	1163.9
標高	LAP15		方位(東西)	傾斜	1164.1
標高	方位(南北)		方位(東西)	傾斜	1164.5
標高	方位(南北)	LAP45	方位(東西)	傾斜	1165.6

上位5モデルとそのAIC

					AIC
標高	方位(南北)	LAP15	LAP45		2555.4
標高	方位(南北)	LAP45	LAP15	傾斜	2555.7
標高		LAP45	LAP15		2556.3
標高	方位(南北)	LAP45	LAP15	方位(東西)	2556.4
標高		LAP45	LAP15	方位(東西)	2556.8

上位5モデルとそのAIC

					AIC
標高		LAP15	LAP45	傾斜	752.4
標高		LAP15	LAP45	方位(東西)	753.4
標高			LAP45	方位(東西)	753.5
標高			LAP45	傾斜	754.4
標高	方位(南北)	LAP15	LAP45	傾斜	754.5

上位5モデルとそのAIC

					AIC	
標高			LAP45	方位(東西)	傾斜	3413
標高	方位(南北)		LAP45	方位(東西)	傾斜	3414.3
標高		LAP15	LAP45	方位(東西)	傾斜	3415.1
標高			LAP45	傾斜	3415.4	
標高	方位(南北)	LAP15	LAP45	方位(東西)	傾斜	3416.2

標高の上昇にともない小径木の個体は増加したが、大径木の個体は標高に関係なく出現した。

標高による樹高/胸高直径比の変化を図12に示す。この値は小さいほど胸高直径に対して樹高が低い、いわゆるずんぐりした樹形となり、値が大きいほど胸高直径に対して樹高が高い、細長い樹形となる。また、小径木は胸高直径に対して樹高が高くなりやすいため、胸高直径10cm以上を対象とした。標高2,000~2,400mでは0.3~1の値に分布し最も多いのは0.5~0.7

となった。また、標高2,400m以上では0.2~0.9の値に分布し、最も多いのは0.3~0.5となった。以上のように、標高2,400m付近から細長い樹形から、ずんぐりした樹形へと変化した。

図13は標高による樹冠長率の変化である。標高の上昇にともない樹冠長率は大きくなった。標高2,000~2,500m付近までの樹冠長率は15~40%で、標高2,500m以上では15~80%となった。

図14に標高による萌芽幹数の変化を示す。

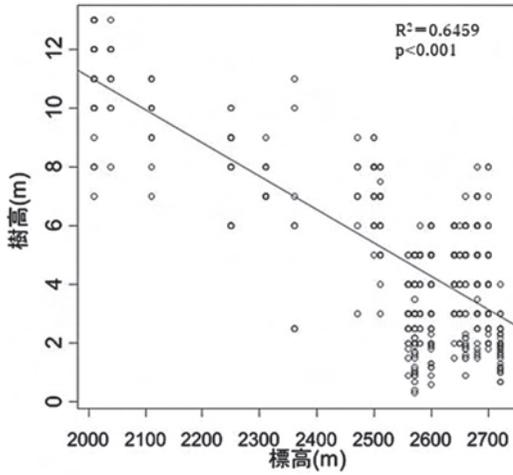


図10 標高による樹高の変化

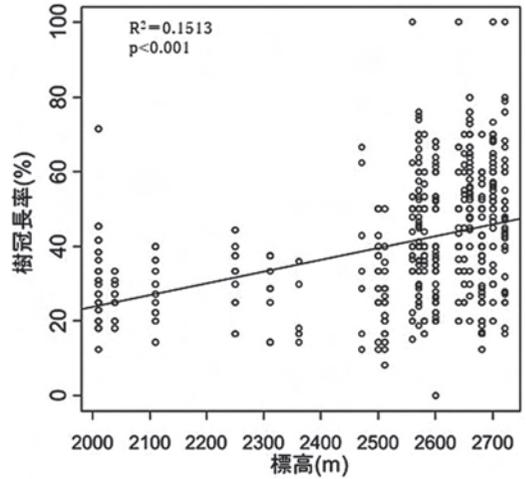


図13 標高による樹冠長率の変化

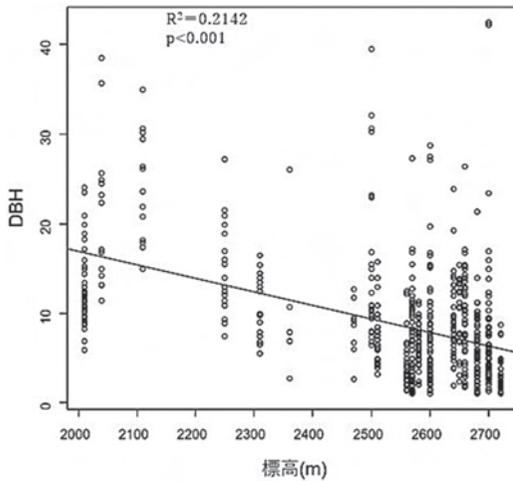


図11 標高による胸高直径の変化

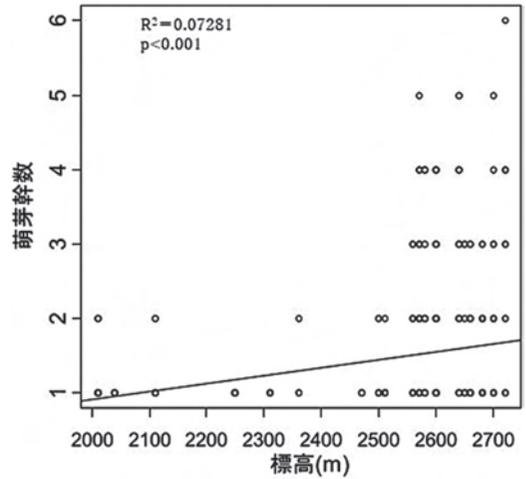


図14 樹高による萌芽幹数の変化

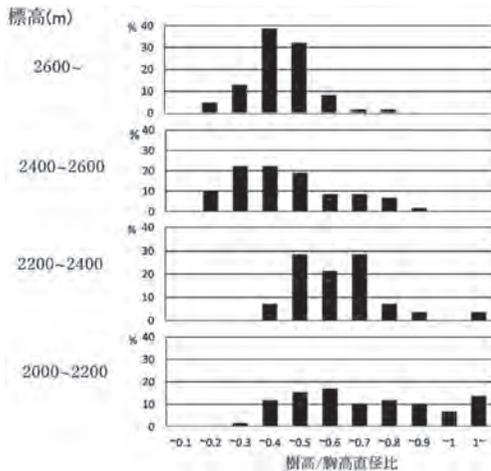


図12 標高による樹高/胸高直径比の変化
胸高直径10cm以上を対象

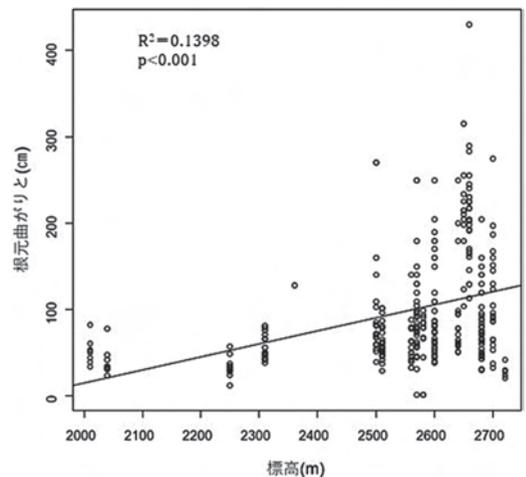


図15 標高による根元曲がりの変化

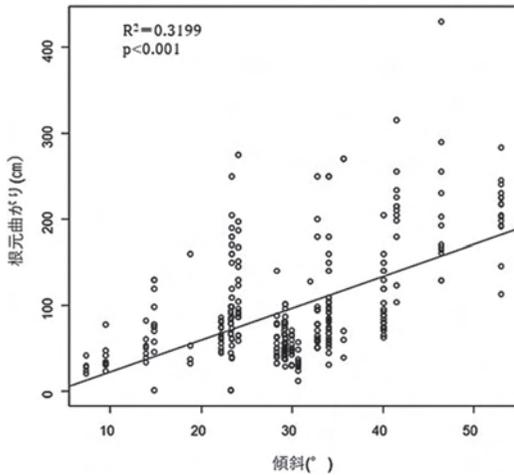


図 16 傾斜と根元曲がりの関係

標高2,500m付近から萌芽幹数は増加した。標高2,500m付近までは最大2本、標高2,500m以上では最大6本の個体が確認できた。

根元曲がりは、標高と傾斜に相関関係が確認できた。図15は標高による根元曲がりの変化である。標高の上昇にともない根元曲がりの大きい個体が増加した。特に標高2,500m付近か

らは根元曲がりは大きくなった。また、標高2,650m付近で根元曲がりは最も大きく、標高2,700m付近では再び小さくなった。図16は傾斜と根元曲がりの関係である。傾斜が急な所ほど根元曲がりが大きくなった。

V. 考察

図17は今回の調査で得られた結果をもとに、標高とダケカンバ林およびダケカンバの樹形の関係を模式的に表した図である。標高2,500m付近までのダケカンバ林は針葉樹林内の攪乱跡地に一斉林として成立しており、混交樹種は多い。そこでの樹形は、樹高が高く10m以上となり、細長い。また、樹冠が小さく、萌芽はほとんど無く1本の幹となった。標高2,500m以上の森林限界付近のダケカンバ林は、極相林的で混交樹種は2,660m付近までは、ほとんど無い。しかし、より標高の高いところでは、シラビソ・オオシラビソが混交していた。樹形は、樹高は低く5mほどで、ずんぐりしており、樹冠が大きい。萌芽が多く発生しており、複数の

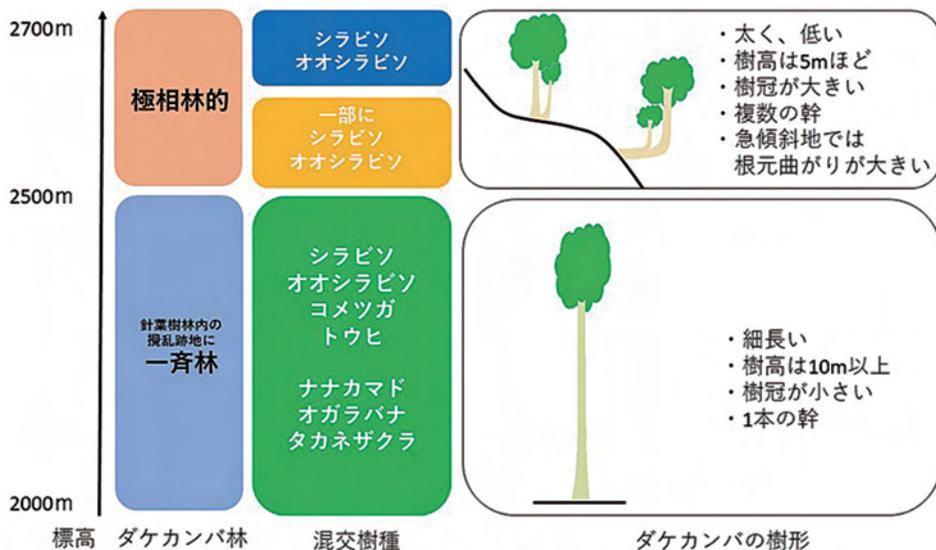


図 17 標高傾度にもなうダケカンバ林とダケカンバの樹形の関係

幹を持つ。また、急傾斜地では根元曲がりが大きくなった。

森林限界付近のダケカンバ林と樹形の特徴は、これまでの報告(石田ほか 2014; 沖津 1989, 1991, 1992)と基本的なパターンとしては同様な結果であり、これは森林限界付近のダケカンバの一般的な特徴と考えられる。いっぽうで本研究では、「針葉樹林内のダケカンバ林と森林限界付近のダケカンバ林とでは、樹形や混交樹種の特徴が大きく異なること」、および「標高の上昇にともなうこれらの変化は連続的なものではなく、標高2,500m付近からその特徴が大きく変化すること」が、新たにわかった。以下では、ダケカンバ林の分布と成立の要因について、ダケカンバの樹形および混交樹種などの観点から考察を行う。

1. 針葉樹林内のダケカンバ林

ダケカンバにはパイオニア種として遷移の初期段階などで優占林を形成する面と、特定の地域においては、極相林を形成する面の2つの側面がある。後者についてはカムチャツカ半島沿岸地域においてダケカンバの極相林が報告されている(沖津 2002; 小島 1994)。

針葉樹林内のダケカンバ林は、パイオニア種としての生態によって優占林が形成されていると考えられる。直径階分布は山形が多く(表1)、ダケカンバが一斉に侵入したと考えられる。ダケカンバの種子は風散布で、発芽には一定以上の光量が必要である(森 1998)。そのため、大規模ギャップや崩壊跡地などの攪乱によって林冠が開き、林床まで光が届くようになった場所でダケカンバ優占林が形成されると考えられる。そのため針葉樹林内にパッチ状に林分が分布する。石田ほか(2014)では、このような林分はネコシデーダケカンバ群集として記載されており、この林分は遷移が進むにつれて針葉樹林に移り変わると述べている。今回の調査の結果においても、標高2,500m付近までのダケカンバ

は小径木の個体が少なかったことや(図11)、混交樹種がシラビソ・オオシラビソ・ナナカマドなどの亜高山帯針葉樹林の構成種であること(図7)、針葉樹混交率が高いこと(図8)などから、これらの林分は今後、針葉樹林に移り変わっていくと考えられる。

樹形に関しては開口した林冠を一早く埋めるために伸長成長が速く樹高は10m以上に成長し、細長い樹形になると考えられる。また、周囲を針葉樹に囲まれているために樹冠を広げることができずに、樹冠は小さくなると考えられる。針葉樹林内のダケカンバは同一立地で個体を維持するよりも、新しくできた攪乱跡地に種子散布を行うことが重要であり、そのため萌芽はほとんど行わず、1本の幹の個体が多いと考えられる。

2. 森林限界付近のダケカンバ林

森林限界付近のダケカンバ林は、ダケカンバの極相林を形成するなんらかの機構によって、優占林が形成されていると考えられる。直径階分布はL字型の分布を示し(表1)、混交樹種数や針葉樹混交率が少ないため、ダケカンバ1種の優占が維持された状態での更新が行われているのかもしれない。

樹形に関しては、森林限界付近のダケカンバ林は疎林でBA合計は4~30m²/haほどである(表1)。そのため、樹冠を広げることができ、樹冠長率は大きくなると考えられる(図13)。また、樹高が高いことは、山頂現象が働く森林限界付近では強風を受けやすく、不利益となる。そのため樹高は低下し5mほどにとどまると考えられる。しかし、ダケカンバは長寿であり肥大成長は続くため、胸高直径に対して樹高の低い、ずんぐりした樹形のダケカンバが増えると考えられる。

萌芽幹数に関しては、沖津(1991, 1992)では森林限界付近の厳しい環境条件下において、萌芽は更新や個体維持にとって重要だと述べら

れている。針葉樹林内のダケカンバは同一立地で更新は行わないが、森林限界付近では更新が行えるため、萌芽が重要になり萌芽幹数が増加したと考えられる。

石田ほか(2014)では、森林限界付近のダケカンバ林について、タカネノガリヤスーダケカンバ群集とハイマツーダケカンバ群集として記載している。前者は、標高2,200~2,750mに分布し、標高2,500m以上では広葉草原や雪田植生の周縁部に多く見られる。ダケカンバの根元曲がりが大きく、凹型傾斜や急傾斜地に分布するという特徴がある。この群落は、積雪によって針葉樹の侵入・定着ができない立地に、幹の柔軟性が高いダケカンバが安定して侵入・定着した群落だと述べている。後者は、標高2,600~2,750mのコケモモーハイマツ群集の周辺の斜面直下に分布する。風衝側斜面では小径木の針葉樹が多いという特徴がある。この群落は針葉樹の生育が春先の乾燥ストレスによって阻害された場所に成立すると述べられている。これらのダケカンバ林は気候の極相である針葉樹林が成立できない立地に成立した群落であると述べられている。

森林限界付近のダケカンバ林を植生帯としてのダケカンバ帯として認めるか否かについては、様々な議論がなされている。沖津(1987)では、研究者によってダケカンバ帯を認める立場と、認めない立場があるとし、認めない立場としては、ダケカンバ帯は土地的、あるいは2次的な存在で、本来針葉樹林が分布する領域を何らかの要因で針葉樹が欠落した場合に成立するという考えである。いっぽうで認める立場としては、水平分布との関連から北海道においてはダケカンバ帯を植生帯として認めるという考えがあると述べている。沖津(2002)では、カムチャツカ半島から北海道にかけての山岳で森林限界を形成するダケカンバ林は、量的構成、更新、種類組成の共通性が高いとし、北海道のダケカンバ林とカムチャツカ半島のダケカンバ

林はきわめて近縁で、植生地理学的には互いに相同の関係にあると述べている。

今回の調査で得られた結果では、森林限界付近の上部ではシラビソ・オオシラビソか混交し、下部ではほとんど混交樹種はなく、ダケカンバの純林となった。森林限界付近の下部のダケカンバ林は、標高2,650m付近で根元曲がりが大きかったことや(図15)、傾斜との関係(図16)から、石田ほか(2014)における、タカネノガリヤスーダケカンバ群集に相当すると考えられる。森林限界の上部のダケカンバ林は、石田ほか(2014)のハイマツーダケカンバ群落と生育立地は一致した。しかし、針葉樹の混交率が多いことから、必ずしも針葉樹の生育が困難な場所に成立したダケカンバ林とは言い切れない。そのため、ダケカンバ帯が存在するとし、その分布が北海道までではなく、中部山岳地域まで広域的に分布しているとしたら、この群落がそれに相当すると考えられる。しかし、これらの議論については、今後、草本も含めた種組成調査を行い、相互に比較、検討する必要がある。また、今回の調査では尾根沿いの登山道周辺に調査区を設置したために、森林限界の上部と下部に分布が分かれた可能性があり、これらの分布について詳細に明らかにするためには、森林限界付近において地形や斜面方位などと分布の関係についても調査を行う必要がある。

3. 標高傾度にもなう変化

以上のように、標高2,500m付近までの針葉樹林内のダケカンバ林と、標高2,500m付近以上の森林限界付近のダケカンバ林は、同じダケカンバを優占種としながらも、全く異なる林分であると考えられる。そのためこれらの間には移行帯的なものは存在せず、標高2,500m付近を境に樹形や樹種構成などが大きく変化すると考えられた。

参考文献

- 天井澤暁裕・小山拓志・澤口晋一・増沢武弘 (2007) 荒川岳周辺の周水河斜面の分布. 増沢武弘編著『南アルプスの自然』251-256. 静岡県環境森林部自然保護室.
- 石田裕子・武生雅明・中村幸人 (2014) 南アルプス北岳におけるダケカンバ林の種組成と分布パターン. 植生学会誌. 31 : 129-142.
- 小川 肇 (1974) 尾瀬ヶ原南稜における風による偏形樹の成因およびその分布の示す意味について—その総観気候学的方法による検討—. 地理学評論47-7 : 437-461.
- 小川 肇 (2000) 偏形形態のタイプとその成因. 青山高義・小川 肇・岡秀一・梅本 亨編著『日本の気候景観—風と樹 風と集落—』7-11. 古今書院.
- 沖津 進 (1987) ダケカンバ帯. 伊藤浩司編著『北海道の植生』168-199. 北海道大学図書刊行会.
- 沖津 進 (1989) 本州中部山岳の森林限界付近に分布するダケカンバの樹高と胸高直径の関係. 植生地理・分類研究37. 2 : 149-153.
- 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.
- 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 : 1-6.
- 沖津 進 (2002) 極東ロシアにおける森林の分布と境界決定機構. 沖津 進著『北方植生の生態学』118-134. 古今書院.
- 小野寺弘道 (1996) 積雪環境に対する樹木の応答を読む. 雪氷防災研究発表会公演予稿集33-38.
- 小久保裕介・長谷川裕彦・増沢武弘 (2007) 赤石岳東面の氷河地形. 増沢武弘編著『南アルプスの自然』241-249. 静岡県環境森林部自然保護室.
- 小島 覚 (1994) カムチャツカ半島のダケカンバ林の植生と環境. 日本生態学会誌. 44 : 49-59.
- 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.
- 田中艸太郎 (1986) ハヶ岳連峰の森林限界—特に地形との対応関係について—. 東北地理. 38 : 167-179.
- 日本地質学会 (2006) 『日本地方地質誌4 中部地方』朝倉書店.
- 八田洋章 (1995) 樹形はどのようにつくられるのか—樹形形成過程の認識—. 筑波実験植物園研報. 14 : 1-33.
- 林 将之 (2014) 『山溪ハンディ図鑑14 樹木の葉実物スキャンで見分ける1100種類』. 山と溪谷社
- 森 徳典 (1998) カバノキ属 *Betula linn.* 『日本樹木種子広葉樹編』(勝田 柁・森 徳典・横山敏孝著). 社団法人林木育種協会. 39-47
- 李 承娥・沖津 進 (1997) 富士山の森林限界付近に分布するダケカンバとミヤマハンノキの樹形比較. 日林誌. 79 : 157-159.
- Dirk Gansert (2004) Treelines of Japanese Alps-altitudinal distribution and species composition under contrasting winter climates. FLORA.199: 143-156.
- Koichi Takahashi・Tatsuru Hirose・Ryohei Morishima (2012) How the timberline formed: altitudinal changes in stand structure and dynamics around the timberline in central Japan. Annals of Botany. 109: 1165-1174.
- Masahiko Ohsawa (1984) Differentiation of vegetation zones and species strategies in the subalpine region of Mt. Fuji. Vegetatio. 57: 15-52.