

八ヶ岳連峰におけるダケカンバおよびシラカンバの分布と生態

名取 陽 *

The distribution and the ecology of *Betula platyphylla* var. *japonica* and *Betula ermanii* in Mt. Yatsugatake

Yo Natori

The altitudinal limits of the habitats, *Betula platyphylla* var. *japonica* and *Betula ermanii* were researched in Mt. Yatsugatake at alt. 2899m, located lat. 36° 0' N, long. 138° 15' E. from 1981 to 2008.

The highest place *Betula platyphylla* var. *japonica* grows is at alt. 2150m in the subalpine coniferous forest. The average alt. of the highest place that *Betula platyphylla* var. *japonica* grows in Mt. Yatsugatake is alt. 1930m. The lowest place *Betula platyphylla* var. *japonica* grows is at alt. 720m in the summer green forest.

The highest place *Betula ermanii* grows is at alt. 2895m by the summit of Mt. Akadake. The lowest place *Betula ermanii* grows is at alt. 1240m in the summer green forest. In the west side of the peaks of Mt. Yatsugatake the average alt. of the lowest place *Betula ermanii* grows is alt. 1630m. In the east side of the peaks of Mt. Yatsugatake the average alt. of the lowest place *Betula ermanii* grows is alt. 1430m.

はじめに

シラカンバは本州中部の高原を代表する樹木である。ダケカンバはその上部の山岳地帯を代表する樹木である。

八ヶ岳の尾根や沢を登山するとき、シラカンバ林がダケカンバ林に移行する標高が、どのコースをたどっても、よく一致することに興味を持った。植物は生育地の自然環境に適応して生活していて、その分布や形態、生態に注目するとその場所の環境を知ることができる。植物が環境指標として利用されるゆえんである。

高度がシラカンバやダケカンバの分布や生態にどのように関係しているか検討するべく、八ヶ岳全域にわたり、調査し記録してきた。

近年、地球規模の温暖化が進み、植物の分布や生態に影響が現れていると言われる。

冷涼な気候を好むシラカンバやダケカンバがそのバロメーターになる可能性も考えられる。今後それを検証するのに、現在の植生記録が役立つと考えられる。

1981年から2008年にかけて記録してきたデー

ターをまとめて考察を試みた。

調査地と方法

八ヶ岳連峰は、本州中央に位置し、中央地溝帯の中心部を南北に約30kmにわたり、標高2,500mから3,000mの山頂が連なる山群である。南北80km 東西40kmにわたる広大な山麓を有し、高度差は、山麓最低部（甲府）標高400mから、最高峰、赤岳山頂の2,899mまで約2,500mにおよび、山地帯～亜高山帯～高山帯に至る典型的な日本の植生変化を見ることが出来る。

天竜川、富士川、千曲川の約30の源流が谷を刻み、それにともなう約30の尾根筋が見られる。その尾根、沢に沿って123地点のダケカンバ、シラカンバの垂直的な生育限界地を記録した。

両種とも、自然植生中に自生しているものに限り記録し、人工的に植栽されたものは除外した。

標高は、国土地理院発行2万5千分の1の地形図を基準として、アナログ高度計（スイストーマン）およびデジタル高度計（カシオ）により記録した。シラカンバの下限については、八ヶ岳を源流とする釜無川（富士川）、千曲川、天竜川上流域を調査した（図1、表1）。調査時期は1981年より

* 名取 陽 〒399-0211 諏訪郡富士見町富士見3011-1

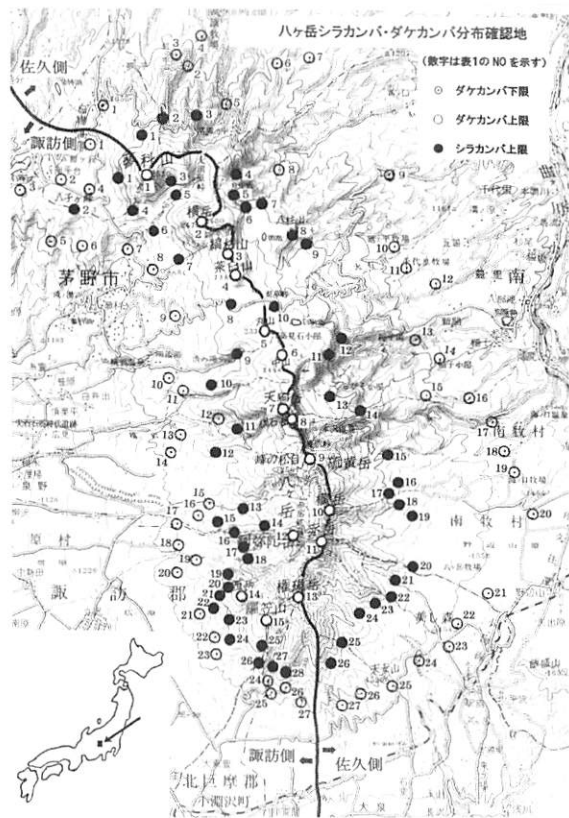


図1 ハケ岳シラカンバ・ダケカンバ分布確認地

2008年である。

光合成能率は1972年夏、ハケ岳、阿弥陀岳、御小屋尾根に自生するダケカンバ、シラカンバの葉を、手早く、東京都立大学生態学教室の光合成測定室に運び、赤外線ガス分析光合成測定器により測定した。比較のため、東京世田谷の庭園（標高10m）に植栽されたシラカンバ（樹高約10m）の葉も同様に測定した。

ダケカンバ、シラカンバの出芽、開葉、落葉の観察は、2007年に、横岳西麓、美濃戸北沢南沢出合いの、標高1,800m地点のダケカンバ、シラカンバ混生地で行なった。

シラカンバ、ダケカンバの種子生産量の調査は、2007年10月から11月に八千穂高原自然園のシラカンバ純林（標高1,500～1,600m）、および雨池周辺のダケカンバ優占林（標高2,050～2,100m）で行なった。種子散布状況の調査は2008年1月から2008年3月に、編笠山西麓、標高1,700m付近で行なった。

結果と考察

1 シラカンバの分布

ハケ岳連峰の山麓から亜高山帯にかけて自生す

表1 ハケ岳 シラカンバ、ダケカンバの分布上限・下限確認地点と標高（Noは図1の数字を示す）

西側（諏訪側）				脊梁部				東側（佐久側）			
No	シラカンバ ● 上限標高 (m)	備考	No	ダケカンバ ○ 下限標高 (m)	備考	No	ダケカンバ ○ 上限標高 (m)	備考	No	ダケカンバ ○ 下限標高 (m)	備考
1	1950		1	1570	樽ヶ沢	1	2525	夢科山頂	1	1580	女神湖
2	1820	ハ子ヶ峰	2	1570		2	2480	北横岳山頂	2	1500	
3	2040	將軍平下	3	1570	白樺湖上	3	2403	越後山頂	3	1590	
4	1990		4	1670	南平	4	2384	茶臼山頂	4	1415	
5	1960	滝ノ湯川源流	5	1630	東急リゾート	5	2325	丸山山頂	5	1540	春日溪谷
6	1790	竜源橋	6	1610	〃	6	2496	中山山頂	6	1550	
7	1910	ロープウェイ中	7	1550	竜源橋下	7	2646	天狗岳山頂	7	1410	
8	2070	麦草峠下	8	1680	ロープウェイ下	8	2600	根石岳山頂下	8	1545	
9	1970	洪の湯上	9	1730	夢科別荘地	9	2740	硫黄岳山頂下	9	1240	八千穂高原別荘地
10	1980		10	1750		10	2825	横岳山頂下	10	1330	大石川
11	1920		11	1770		11	2895	赤岳山頂下	11	1400	
12	1990		12	1750		12	2800	阿弥陀岳山頂下	12	1320	
13	1870	北沢	13	1660		13	2710	権現岳山頂下	13	1300	新開上
14	2020	南沢	14	1585	桜平	14	2398	西岳山頂下	14	1420	稲子小屋
15	1860		15	1660	美濃戸	15	2520	編笠岳山頂下	15	1580	
16	2020	御小屋尾根	16	1620					16	1430	
17	1890		17	1570	御小屋尾根下				17	1280	
18	2080	南麓	18	1590					18	1390	
19	1840	広河原	19	1620	立場川				19	1410	海ノ口牧場
20	2150	西岳下	20	1610					20	1380	
21	2010		21	1690					21	1470	ハケ岳牧場
22	1840		22	1680					22	1440	
23	1980		23	1640					23	1425	美し森山
24	1980		24	1630	観音平上				24	1425	
25	2010		25	1570					25	1430	天女山
26	1830		26	1680					26	1470	
27	1680		27	1530					27	1440	
28	1770										
平均	1930		平均	1630					平均	1430	

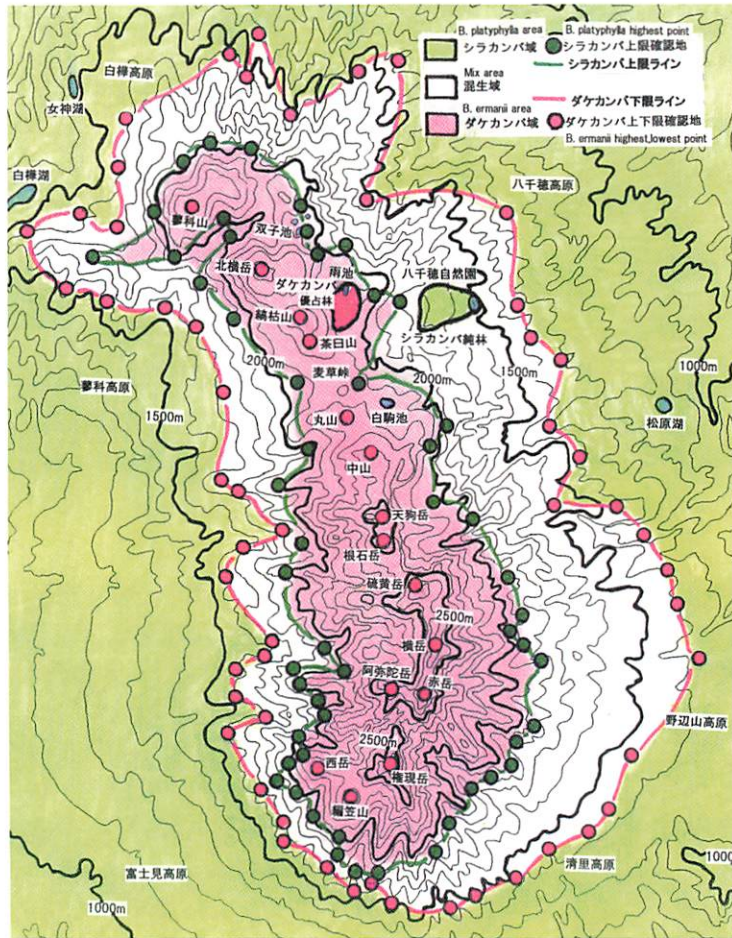


図2 八ヶ岳連峰のシラカンバ・ダケカンバ分布域

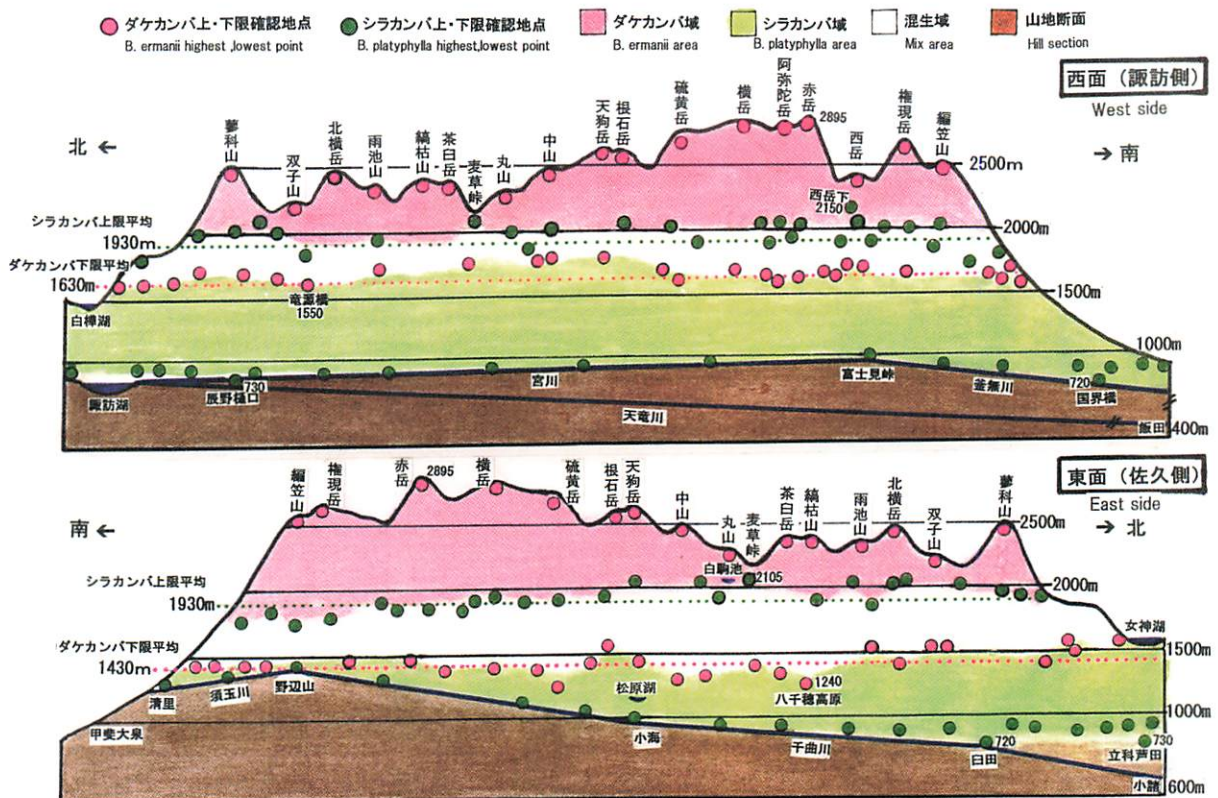


図3 八ヶ岳連峰のシラカンバ・ダケカンバの垂直分布

る、シラカンバの水平、垂直分布は、表1、図2、図3、図4に示されるとおりである。

垂直分布について、その上限、下限に注目すると、表2のとおりである。

最高生育地点は、西側では、西岳から北西に延びる尾根上の標高2,150mのシラビソ林中で胸高直径8cmの1個体で、同樹齢のダケカンバ数本に混じて生育している。倒木によりできた空間に、ダケカンバと同時に発芽したものと考えられる。ダケカンバより、明らかに生育状況が悪く、今後、光不足のため立ち枯れが予想される。写真7は、図1のNo.5(諏訪側)地点の、標高1,960mのシラカンバである。陽地であるが、高地のため生育状況は不良である。

東側、最高生育地点は、麦草峠下標高2,105mの車道わき陽地で、胸高直径15cmの1個体で、生育状況は良好である。

西側の沢、尾根筋の生育上限28地点の標高平均は1,930mであった。東側の沢、尾根筋の生育上限26地点の標高平均も1,930mであり、西側、東側で一致が見られた。

このようにシラカンバの分布上限ラインが、山稜をはさみ東西面で一致し、標高1,930mに沿ってほぼ水平であることは(写真1～写真6)、分布の上限を決定する主要因が、高度差による気温低下に係属していて、低温、凍結が成長を阻害することである

表2 ハケ岳連峰におけるシラカンバの分布上限・下限地点の標高

シラカンバ	西側(諏訪側)	東側(佐久側)
上限最高地点	標高2150m・西岳北西尾根	2105m・麦草峠下
上限地点平均標高	1930m	1930m
最低生育地点	標高720m・釜無川国界橋	標高720m・千曲川臼田
上・下限高度差	1430m	1385m

表3 ハケ岳連峰におけるダケカンバの分布上限・下限地点の標高

ダケカンバ	西側(諏訪側)	東側(佐久側)
上限最高地点	標高2895m・赤岳山頂西直下	標高2895m・赤岳山頂東直下
下限地点平均標高	1630m	1430m
最低生育地点	標高1530m・権現岳南尾根	標高1240m・八千穂高原
上・下限高度差	1365m	1655m

と考えられる。

写真3～写真6は、2007年11月19日に、茅野市杖突峠で撮影したものであるが、雪線とシラカンバの分布上限が見事に一致している。水分凍結が、分布の上限決定の重要な要因として作用していることを示している。これについては菅平、根子岳において林 2003でも詳しく検討されている。

最低生育地点は、西側で、釜無川国界橋わきの標高720m地点。天竜川、辰野樋口の段丘、標高730m地点。東側で、千曲川、臼田の段丘、標高720m地点と、ほぼ標高が一致した。共にアカマツ、コナラ、クリなどが混生する山地林内で、胸高直



図4 ハケ岳・天竜川、釜無川、千曲川流域のシラカンバ・ダケカンバの分布

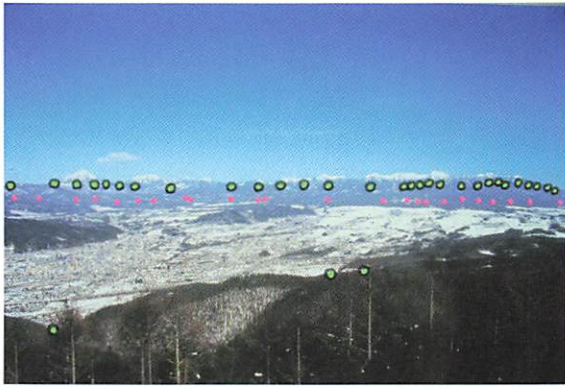


写真1 八ヶ岳連峰西（諏訪）側全景
緑印シラカンバ上下限地 赤印ダケカンバ下限地

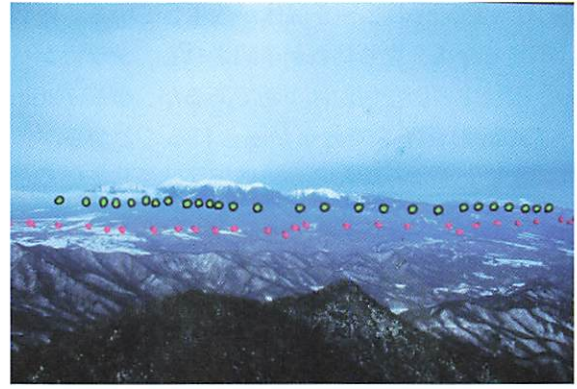


写真2 八ヶ岳連峰東（佐久）側全景
緑印シラカンバ上下限地 赤印ダケカンバ下限地（以下 同）

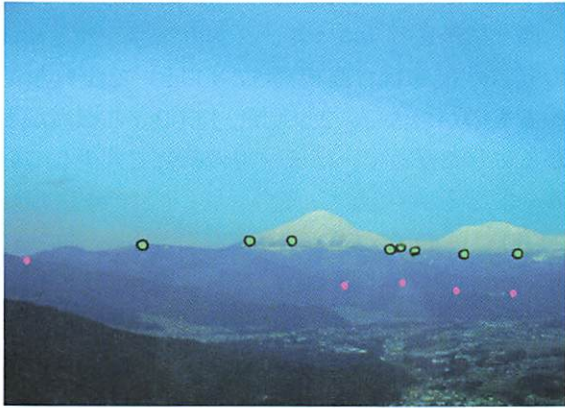


写真3 蓼科山～縞枯山 西面

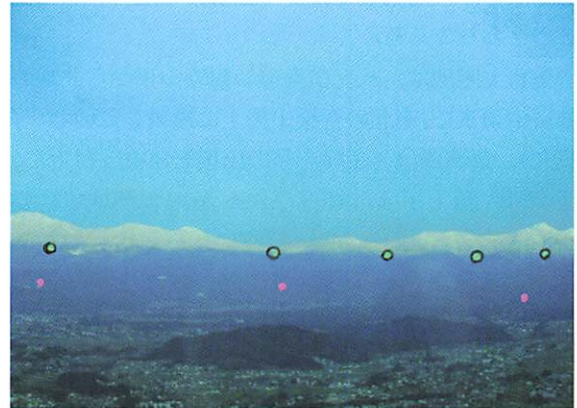


写真4 縞枯山～硫黄岳 西面



写真5 天狗岳～赤岳

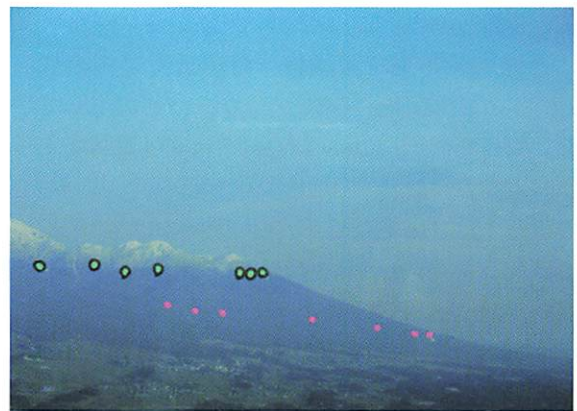


写真6 赤岳～編笠山



写真7 上限（大河原峠）のシラカンバ



写真8 上限（赤岳南方稜線）のダケカンバ

径 10 ～ 20cm の 2 ～ 5 個体が散生している。樹勢は不良で今後、立ち枯れが予想される。シラカンバの下限決定要因が何かは不明であるが、標高 720m ～ 730m のラインで分布が限られることから、標高変化にともなうなんらかの要因が関係していると考えられる。

2 ダケカンバの分布

ハケ岳連峰の山地帯上部から亜高山帯、高山帯にかけて自生するダケカンバの水平、垂直分布は、表 1、図 2、図 3、図 4 に示されるとおりである。

垂直分布に注目して、その上限、下限をみると表 3 のとおりである。

生育上限地は、ハケ岳南端の編笠山頂から北端の蓼科山頂まで、南北の脊梁山稜上に連続している(写真 8)。最高所は、主峰赤岳の山頂 2,899m 付近で、西側は、頂上下 4 m 標高 2,895 m の岩礫地で、樹高約 50cm、樹齢 12 年(年枝により測定)の 1 個体である。東側も、頂上下 4 m の標高 2,895 m のハイマツ中に生育し、樹高約 1.0m ～ 1.5m、根元径約 8 cm の数個体である。

上限の限定要因は地形による限界であり、スペースがあれば、まだかなりの高度まで生育は可能であると考えられる。

西側の分布最下限地は、権現岳南尾根の標高 1,530 m で、山地林中にシラカンバと混生していた。胸高直径 15 cm、樹高約 8 m の 1 個体であった。東側の分布最下限地は、八千穂高原の車道わきの標高 1,240 m 地点で、ミズナラ、ヤエガワカンバ、カラマツ林中の胸高直径約 20 cm、25 cm、樹高約 10 m の 2 個体であった。

西側の分布下限の標高平均は 1,630 m あり、東側の分布下限の標高平均は 1,430 m であった。

東側(佐久側)での下限が西側に比して、高度差 200 m も低く、水平的にも広範囲に生育していることについては、自然環境にかかわる原因は不明であるが、写真 1、写真 2 で明瞭なように、人間による開発が西側(諏訪側、写真 1)では標高 1,600 m 付近まで達しており森林が消滅していること。それに対して東側(佐久側、写真 2)では自然開発が少なく、森林が低標高まで、多く残されていることから、人間の作用が主要因であると考えられる。

ハケ岳の卓越風は西から東への西風である。その偏西風により東側に多くの種子が散布され、あわせて自然度の高い森林地帯が残されていて、ダケカンバの種子発芽の機会が多いことも一因と考えられ

る。

ダケカンバが、シラカンバ分布域上部の高山帯にまで分布しているのは、ダケカンバが垂直的に変化する自然環境への生理的、形態的、生態的な耐性が高く、厳しい高山の環境に適応して生活できるからであるが、その詳しい説明は今後の研究にゆだねたい。

3 光合成能率の標高、季節による変化

ハケ岳、阿弥陀岳の西方、御小屋尾根に生育する、ダケカンバとシラカンバの光合成能率を測定した結果が図 5 および図 6 である。

図 5 に示されるように、ダケカンバの 8 月 9 日の光合成能率は、高標高(2,800m)で生育しているものが最大で、2,500m、1,900m と標高が下がるにしたがって、ほぼ一定の割合で減少している。また葉の呼吸量も、光合成量と同様に 1,900m、2,500m、2,800m の順に高標高で増加している。光合成能率の最適温度は、1,900m で 21.0℃、2,500m で 18.5℃、2,800m で 16.0℃と標高が上がるにしたがって低下している。また、採取日の 8 月 9 日前 1 週間の、生育地の平均気温(自記温度計による日最高と最低の平均)は、1,900m で 19.5℃、2,500m で 16.0℃、2,800m で 14.2℃であり、光合成最適温度は、ほぼ生育地の生育時期の平均気温に一致していることがわかった。

シラカンバの光合成能率は、9 月 11 日において、標高 1,000m が最大で、1,900 m、10m(東京)の順に低下している。光合成最適温度は、10m で 23.5 度、1,000m で 18.5℃、1,900m で 16.0℃と、標高が上がるにしたがって低下している。

これらのことから、ダケカンバでは、分布の中心である高標高において、シラカンバでは分布の中心である中標高において、光合成能率が最大であること

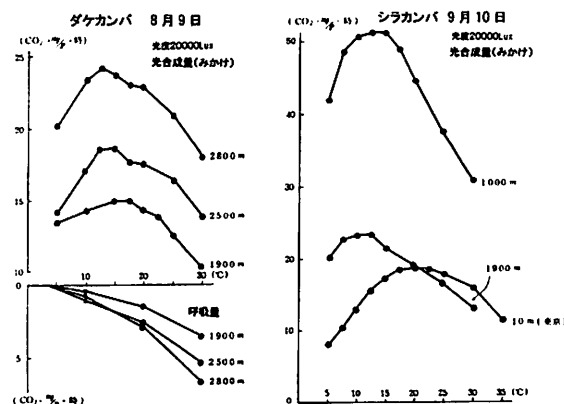


図 5 光合成量の標高および気温による変化



写真9 6月7日ダケカンバ(左)シラカンバ(右)
開葉



写真10 6月7日標高1800mダケカンバ、シラ
カンバ林



写真11 11月1日ダケカンバ(左)シラカンバ(右)
落葉



写真12 11月1日標高1800mダケカンバ、シラ
カンバ林



写真13 八千穂自然園 シラカンバ純林



写真14 雨池周辺 ダケカンバ優占林



写真15 3年生、ダケカンバ(左)シラカンバ(右)



写真16 シラカンバ(白)、ダケカンバ(茶)
幼樹林 編笠岳 標高1800m

がわかった。

これは、ダケカンバ、シラカンバの垂直分布が、光合成にかかわる環境条件により決定されていることを知る上で重要である。また、光合成最適温度は、標高が上がるにともなって低下していて、光合成が生育地の気温に影響される結果、植物はその生育地の平均気温で光合成が最大になるように、その生理機能を適応させていると考えられる。

図6は、ダケカンバの光合成最適温度の、生育期の違いによる変化を示したものである。

光合成最適温度は、季節により変化しており、その時期の気温に依じて、最大の光合成量が得られるように適応しているものと考えられる。即ち、1,900mに生育するダケカンバの8月9日の最適温度は21.0℃であり、その場所の8月9日前1週間の平均気温は19.5℃であった。季節が進み9月14日になり、平均気温が11.0℃に低下すると光合成最適温度も低下して13.5℃となった。このように光合成最適温度はその生育地および生育時期の平均気温にも敏感に適応していることがわかった。

ダケカンバ、シラカンバの分布を決定する要因は、光、気温、空気、水分、などの生長の基となる光合成にかかわる環境条件が主であり、それが生育を左右し、さらに他樹種との競争関係も作用して、分布

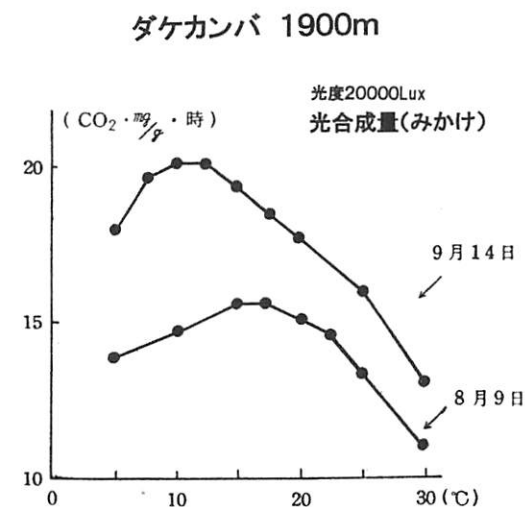


図6 光合成最適温度の季節による変化

域が決まると考えられる。

4 生長期間

写真9～写真12は、阿弥陀岳西方、御小屋尾根北面、標高1,800m付近の、ダケカンバ、シラカンバ混交林における、ダケカンバ、シラカンバの開葉、

落葉を記録したものである。

写真9で明らかのように、6月7日のシラカンバ(右)の開葉は、ダケカンバ(左)より早い。ダケカンバはその10日後に開葉が見られた。写真10は、同じく6月7日の御小屋尾根北面、標高1,800m付近のダケカンバ、シラカンバ混交林の様子であるが、シラカンバの開葉がダケカンバに先んじていることが明瞭である。林(2003)に示されるように、ダケカンバの高地適応はシラカンバより高く、遅霜に対する適応戦略がシラカンバより進んでいるためと考えられる。

写真11は、11月1日のダケカンバ(左)、シラカンバ(右)の落葉の状況を比較したものである。ダケカンバはシラカンバより、約10日早く落葉することがわかった。写真12は同日、同標高の御小屋尾根北面のものであるが、ダケカンバの落葉は終わっているが、シラカンバは紅葉の最中である。落葉についてもダケカンバの低温適応戦略が進んでいることがわかる。

標高1,800mのほぼ優占度の等しいダケカンバ、シラカンバの混交林において、ダケカンバの開葉日数が、年間で約20日間もシラカンバより少ない。その分、ダケカンバはシラカンバより光合成能率が高く、1日当りの生産量も大であると考えられる。厳しい環境条件に適応した生理、生態が、高山帯でのダケカンバの生活を支えているものと考えられる。

5 種子生産とその分布

シラカンバ、ダケカンバは開葉とともに雌雄花を開き、秋に成熟した果穂をつける。

落葉時には果実は成熟し、秋～冬期に、果鱗とともに翼のある果実(写真17)が、風により広範囲



写真17 ダケカンバの果鱗と果実(左)とシラカンバの果鱗と果実(右)

に散布される。

シラカンバの種子生産量の推定を、2007 年 10 月に、八千穂高原上部の標高 1,500m ~ 1,600m の八千穂自然園のシラカンバ林(写真 13)で行なった。このシラカンバ林は、胸高直径 15 ~ 20cm、推定樹齢約 60 ~ 70 年の見事な純林で、その規模の大きさは日本一と表示されている。

この純林約 50 ヘクタール中の胸高直径 20cm 以上のシラカンバの個体数は、目視による実測では、10,550 本であった。

胸高直径 20cm のシラカンバがつけている果穂数を、目視により算出すると、5 個体の平均で、1 個体あたり 300 個であった。1 果穂中の果実数を計数すると、20 果穂の平均で、335 個であった。

1 本のシラカンバは、平均 335 個の果実を有する 300 個の果穂をつけ、その果実数は 100,500 個と算出される。

個体数 10,550 本を有するこの純林全体では、1,060,275,000 個の、シラカンバの果実が生産される計算となる。

この果実が風により、八ヶ岳の東麓全域、約 5,000 ヘクタール中に均等に散布されたとすると、1 平方メートル中には、約 20 個と計算される。

これについては、写真 18 に示されるとおり、2008 年 3 月、編笠山西麓 1,700 m の山地林床の雪

が存在する(写真 14)。このダケカンバ林について同様に、2007 年 10 月、ダケカンバの種子生産量の推定を行なった。

25 m × 25 m の範囲の実測で、胸高直径 10cm 以上のダケカンバ 60 本が確認された。

これをもとに計算すると、約 8 ヘクタールのこの優占林全体でのダケカンバの本数は、約 7,200 本と計算される。

胸高直径 20 cm の 1 本のダケカンバに、150 の果穂が実測され、1 果穂中に約 200 個の果実があるとして計算すると、ダケカンバ 1 本の果実数は、約 30,000 個、7,200 本のダケカンバ林全体では、216,000,000 個と計算される。

八ヶ岳東麓全域 5,000 ヘクタールに、この果実が風により均等に散布されたとすると、1 平方メートル当たり 4 個となる。

ダケカンバの果実は、シラカンバより大きく(写真 17)、数も少ないが、シラカンバと同様に、高範囲に、高密度の種子散布が行なわれていることがわかる(写真 18)。

このような旺盛な種子生産が、写真 9、写真 10 で示されるとおり、八ヶ岳各地でのダケカンバ、シラカンバ林の更新をささえ、八ヶ岳連峰を中心とした、広範囲の分布域を確保しているものと考えられる。

まとめ

すべての植物は、さまざまな自然環境や種や個体の相互関係のなかで、繁栄のために、生息域を拡大するように生命活動を営んでいる。その結果、種の分布が決定され、分布限界が形成される。

本州中部の八ヶ岳連峰では、シラカンバが標高 720 m から標高 2,150 m の、高度差 1,430 m の範囲に生育している。ダケカンバは標高 1,240 m から、シラカンバと高度差 910 m の混生をはさんで、標高 2,895 m まで、高度差 1,655 m の範囲に生育している。

この垂直的な分布限界は、非常に明確で、シラカンバの分布上限の平均は、八ヶ岳連峰の東西両面で、標高 1,930m にそった水平的なラインを形成している。この分布の上限を決定する主要因は、標高の上昇による気温低下と凍結が関連する生長阻害であると考えられる。

シラカンバの分布下限は東西両山麓ともに、標高 720 m 地点である。したがってシラカンバは、高

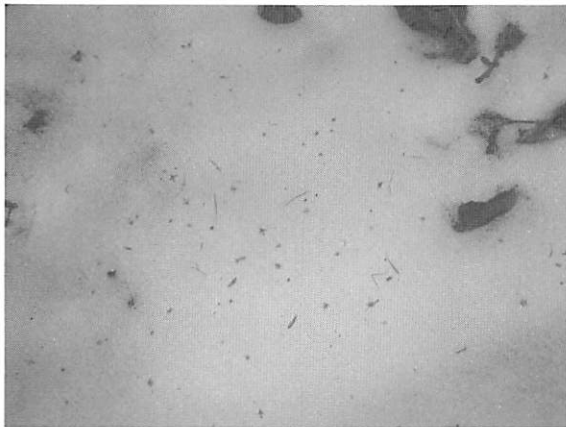


写真 18 ダケカンバ、シラカンバの散布種子
標高 1700m 編笠山西麓シラビソ林

上でも、その散布量の多さが実際に確認された。

すべてのシラカンバが毎年種子をつけるとはかぎらないが、この数分の一の生産量としても、倒木や伐採による裸地にたちまち発芽(写真 15)し、幼樹林(写真 16)を形成するシラカンバの生態をうかがい知ることができる。

八ヶ岳には雨池周辺に広範囲のダケカンバ優占林

度差 1,210m の垂直範囲で生活している。

ダケカンバの生育上限は、蓼科山～赤岳～編笠山の脊梁稜線に沿って連続していた。

ダケカンバの分布下限の平均は、西（諏訪）側では 1,630 m で、東（佐久）側では 1,430 m で、諏訪側で高く、佐久側で低い。これは、人間による自然開発のラインと一致しており、人間の作用が、分布限定の主要因と考えられる。

ダケカンバはシラカンバに比べ、年間約 20 日間、生育期間が少ないが、生長が早く、高山の寒冷な気象条件に良く適応していることがわかった。

シラカンバ、ダケカンバの光合成能率は、生育地の標高や季節に応じて変化していて、生育地の平均気温に光合成最適温度を適合させて、光合成量を高めていることがわかった。

両種の分布限界を決定する要因は、光、気温、空気、水分などの光合成要因が主であり、それが生長量を決め、さらに他樹種との競争も関係して分布域が決まると考えられる。

シラカンバ、ダケカンバともに毎年、多量の種子生産を行い、秋から冬にかけて広範囲に風散布を行っていることがわかった。これらにより、新しく生じた陽地で、陽樹としての特性を生かして根づき、生長して、分布域を維持していると考えられる。シラカンバ、ダケカンバの分布要因の解明について

は、今後のさらなる研究を期待したい。

謝辞

本研究にあたり、ご指導頂いた、信州大学教授、故清水三雄先生はじめ成長談話会の皆様。東京都立大学教授、故宝月欣二先生はじめ生態学教室の皆様。筑波大学名誉教授、林一六先生はじめ長野県植物研究会の皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 林一六（2003）植物群落の分布要因論，植物生態学：25－40．古今書院．
- 名取陽（1973）標高変化にともなうダケカンバの光合成能の変化について．信濃生物学会報 28:2-3.
- 酒井昭（1995）木本植物の分布と環境適応，植物の分布と環境適応：67-107．朝倉書店．
- 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫（1989）日本の野生植物 木本Ⅰ：56-61．平凡社．
- 佐藤孝幸・渡辺隆一（2005）シラカンバの個体構造と物質生産．長野県植物研究会誌 38:25-28.
- 森林立地談話会（1972）日本森林立地図．農林出版株式会社，東京．