

1990年11月下旬秩父山地甲武信ヶ岳周辺の 亜高山針葉樹林で発生した雨水害

梶 幹 男*・沢田 晴 雄*・五十嵐勇治*・佐々木潔州**

The Glaze Damage in the Coniferous Forests in the Subalpine Area around Mt. Kobushi, Chichibu Mountains in Late November, 1990

Mikio KAJI*, Haruo SAWADA*, Yuji IGARASHI*
and Kiyokuni SASAKI**

I. はじめに

1990年11月29日から30日にかけて秩父山地甲武信ヶ岳周辺の亜高山針葉樹林に雨水による被害が発生した。秩父地方では1989年2月下旬に雨水による森林被害が発生しており(梶ら, 1991), 2年連続の雨水害の発生となった。

雨水は過冷却の雨滴が0°C前後の地面や地物に当たり凍結してできる均質透明な氷をいう(河野, 1927; 原田, 1951; 気象学ハンドブック編委, 1959; 新版気象の辞典編委, 1974)。実験的観測では, 気温0~-2°C, 水滴直径0.01~0.04 mmの条件下で過冷却の水滴が地表の物体に当たると雨水が発生するとされる(小口, 1951)。更に雨水現象の一般的な傾向として, 以下の諸点が知られている(牛山, 1991a)。(1) 雨水現象の発生頻度は少なく, 被害をもたらすような規模のものは10年に1回程度である。(2) 雨水現象は1~3月の間に多く発生し, 規模の大きいものは1月に多い。(3) 発生は南岸低気圧の影響による場合が多く, 太平洋岸で大雪の降るようなときに多い。(4) 発生開始時刻は夜間がほとんどで, 雨が時間とともに過冷却状態になって雨水を生じることが多い。(5) 発生地域は中部以東が多く, 長野県に発生や被害の記録が多い。(6) 発生時には上空に0°C前後の気温逆転層が存在する。(7) 発生地は地形と何らかの関係がある。

雨水による森林の被害としては, カラマツ(井上ら, 1955; 佐藤ら, 1970; 梶ら, 1991; 牛山・宮崎, 1992a, 1992b), アカマツ(長野県, 1987; 小島, 1991; 牛山・宮崎, 1992a, 1992b), スギ(村井, 1936)の人工造林地に規模の大きい例が多く発生している。しかし今回のような天然林の被害については梶ら(1992), 牛山・宮崎(1992b)を除いてはほとんど記録がない。

著者らは, 亜高山針葉樹林域で発生した雨水害の実態および雨水現出時の気象状況について解析したので報告する。

* 東京大学農学部附属秩父演習林
University Forest in Chichibu, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo.

** 東京大学農学部林学科
Department of Forestry, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo.

II. 調査方法

1. 被害調査

被害範囲の調査は甲武信ヶ岳を中心とした稜線部の踏査ならびに眺望のきく場所からの観察によって行った。

こうして確認した被害林分の中で、1991年8月および9月の2回、 $10 \times 10 \text{ m}^2$ の方形区を4個(P1~P4)設置して、樹高1.3 m以上の樹木について胸高直径、樹高、折損部の長さを樹種別に調査した。調査時は被害発生から1年近く経過していたが、地表に落下した梢端折損部の葉はなお緑色を保っており、樹種の判別ならびに被害立木と落下した梢端との照合は比較的容易であった。

III. 結果および考察

1. 被害範囲

被害は秩父山地甲武信ヶ岳(2,475 m)を中心とした標高2,250~2,450 mのシラビソを主体とする亜高山針葉樹林で発生しており、その範囲は、三宝山(2,483 m)山頂の北約700 mの地点から南の木賊山(2,469 m)に至る稜線部一帯の東~北東側斜面の約2.5 kmに及んでいた(図-1)。

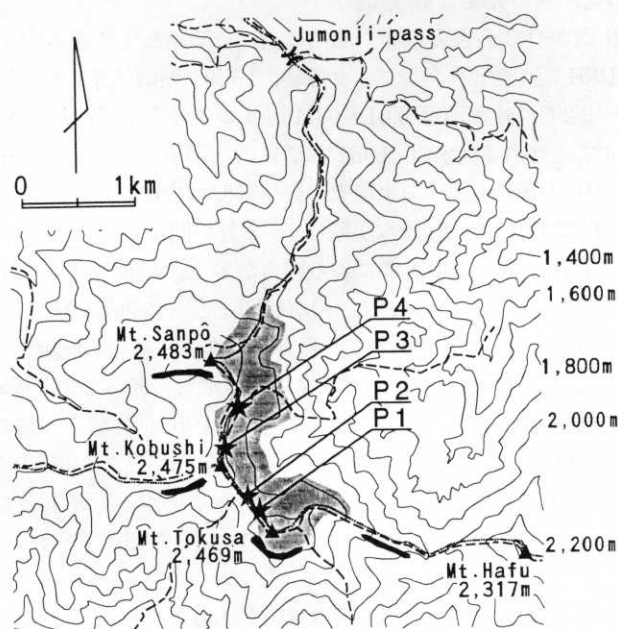


図-1 甲武信ヶ岳周辺における雨氷害の発生範囲および調査区的位置

Fig. 1. Area of subalpine coniferous forests damaged by glaze and the position of study plots around Mt. Kobushi in the Chichibu Mountains.

N.B. ■: damaged area, ★: study plots (P1-P4), —: areas of wave regeneration.

表-1 雨水による樹種別被害本数と被害率

Table 1. Number of stems of each species damaged by glaze in every study plot (P1-P4)

樹種 Species	調査区番号 Plot no.											
	P1			P2			P3			P4		
	N	Nd	Nd/N (%)	N	Nd	Nd/N (%)	N	Nd	Nd/N (%)	N	Nd	Nd/N (%)
シラビン <i>Abies veitchii</i>	44	28	63.6	42	18	42.9	49	26	53.1	59	25	42.4
オオシラビン <i>Abies mariesii</i>	12	1	8.3	41	5	12.2	11	4	36.4	13	5	38.5
トウヒ <i>Picea jezoensis</i> var. <i>hondoensis</i>	—	—	—	—	—	—	7	3	42.9	3	2	66.7
ナナカマド <i>Sorbus commixta</i>	1	0	0.0	22	2	9.1	4	0	0.0	11	1	9.1
ダケカンバ <i>Betula ermanii</i>	—	—	—	3	0	0.0	—	—	—	—	—	—
オガラバナ <i>Acer ukurunduense</i>	—	—	—	1	0	0.0	—	—	—	—	—	—

N.B. N: Total number of stems in each plot. Nd: Total number of stems damaged by glaze in each plot. Nd/N (%): Percentage of stems damaged by glaze in each plot. Topographical position of the plots; P1: On the northeast slope with an inclination of 15° at the altitude of 2,390 m between Mt. Kobushi and Mt. Tokusa. P2: On the northeast slope with an inclination of 28° at the altitude of 2,375 m around Kobushi Hut. P3: On the northeast col with an inclination of 10° at the altitude of 2,400 m between M. Kobushi and Mt. Sanpō. P4: On the northeast slope with an inclination of 23° between Mt. Kobushi and Mt. Sanpo.

2. 被害状況

被害の発生した林分は、シラビンが優占しオオシラビンが混生するいわゆる *Abies* 型の林分に限られており、コメツガの優占する林分には被害は認められなかった。被害形態は梢端の折損と幹折れがほとんどであり、傾斜木や根返り木はなかった。調査区を設置した林分の林冠層を構成する樹木の樹高は9~12 m、胸高直径は12~14 cmであった。各調査区内の樹種別本数に対する被害木（梢端折れと幹折れ）の割合を被害率(%)として表-1に示した。

表-1にみられるように、樹種別立木本数はいずれの調査区でもシラビンが最も多く、オオシラビンがこれに次ぐ。そして樹種別の被害率は、いずれの調査区においてもシラビンが40%以上の高い値を示した。オオシラビンの被害率は8~39%で、調査区によって著しい差が見られた。P3とP4には本数は少ないがトウヒが混生しており、その被害率はオオシラビンよりも高い値のものであった。広葉樹は全調査区にナナカマドがみられ、またP2にダケカンバとオガラバナがわずかに出現したが、被害の発生はナナカマドに限られていた。

3. 被害木のサイズ

樹木のサイズと被害との関係を明らかにするため、どの調査区でも最も個体数の多いシラビンについて被害木と無被害木の間で胸高直径と樹高の比較を行った(表-2)。表-2によれば、無被

表-2 シラビソの被害木と無被害木の平均胸高直径と平均樹高

Table 2 The mean diameter at breast height (DBH) and height (H) for the damaged and non-damaged trees of *Abies veitchii* in every study plot

調査区 Plot no.	被害木 Damaged trees			無被害木 Non-damaged trees	
	DBH (cm)	H (m)	BL/H (%)	DBH (cm)	H (cm)
P1	12.3±3.3	9.6±1.9	34.7±15.7	7.7±2.8	6.1±1.4
P2	12.7±5.2	9.0±2.7	26.8±14.1	7.7±4.7	6.4±2.6
P3	13.7±3.4	12.2±2.1	22.8±18.9	9.9±3.3	10.0±2.7
P4	12.8±3.9	10.7±1.6	25.9±17.1	6.3±2.4	6.2±2.8

N.B. BL: Length of the parts of broken stems.

害木に比べて被害木の方が平均胸高直径，平均樹高ともに大きい。従って，サイズの大きい個体，換言すると上層を構成する個体に被害が多く発生したといえよう。すなわち，雨水害の発生の如何は第一義的に樹冠部の着水量によって左右されるものであり，上層を構成する樹高が高くサイズの大きい個体に多量の着水があり，それが被害を大きくしたと考えられる。これに対して，中層～下層を構成するサイズの小さい個体は上層で降雨が遮断されたために着水量も僅かで，被害発生には至らなかったと推定される。次に樹高と折損部の長さとの関係を見ると，調査区によって多少の違いはあるが，樹高の20～35%程度が梢端部で折損したことがわかる(表-2)。

4. 気象状況

雨水害の発生した1990年11月29日～30日とその前日の埼玉県下の気象状況をみると，28日は本州の南海上に前線が停滞し，雨であった。29日は前線に南から暖い湿った空気が流入し，山間部で50～80mmの大雨を降らせた。30日は季節はずれの台風28号が近畿地方に上陸し，各地で70～250mmの記録的な豪雨となり，浸水や崖崩れが発生した(埼玉県気象月報，1990)。以上の事実を総合すると，今回の雨水は南岸低気圧の影響(牛山，1991a)によって現出したと推測される。

また雨水現出時の様子を，当日現場に居合わせた甲武信小屋の主人山中徳治氏の話からまとめると，次の通りである。11月29日午前6時，気温0℃，雪で風が強かった。29日夜に暖気が流入し，霧雨になった。その後，木の折れる音を聞き，外に出てみると着氷していた。30日午前6時，気温-1℃，吹雪で，着氷した氷は凍ったまま融けなかった。12月1日は晴，朝気温-1℃，折損木の後かたづけを行い，翌2日に下山した。このような経験はこの40年間で初めてであった。以上の聞き取りから，雨水の現出した正確な時間までは知り得ないが，おおよそ29日の夜半から30日の未明にかけて雨水になって，樹木に着氷し，被害が発生したものと推定される。

1) 気温の推移

着氷害発生当時の気温の状況をみるため，東京大学秩父演習林内の栃本(標高770m)，滑沢(1,150m)，突出峠(1,650m)及びダルマ坂(1,980m)，国有林内の雁坂峠(2,050m)，ならびに山梨県東山梨郡三富村広瀬ダム(1,060m)の計6気象観測地点における11月29日午前0時から12月1日午前0時までの(自記録による)気温変化を図-2に示した。同図によって広瀬ダム(秩父山地南西の山梨県側)と栃本(同山地北東の埼玉県側)の気温を比較すると，11月29日か

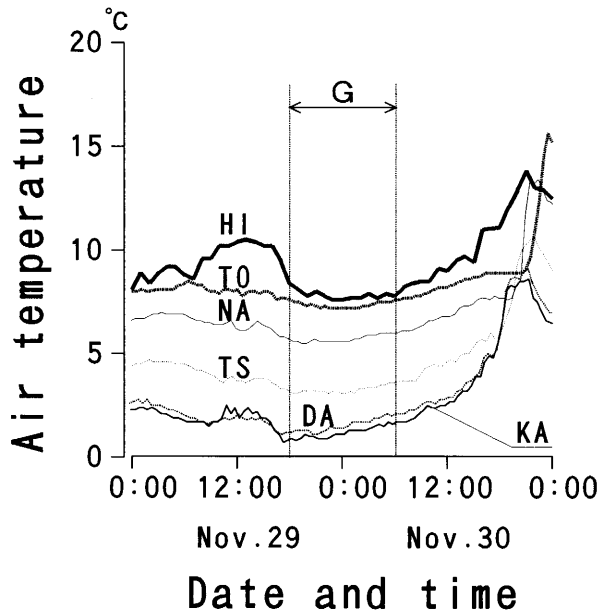


図-2 秩父山地の6観測地点における11月29日・30両日間の気温の推移

Fig. 2. Hourly change of air temperatures at six meteorological observatories in the Chichibu Mountains for two days from the 29th. to 30th. November, 1990.

N.B. Meteorological observatories; TO: Tochimoto (770 m a.s.l.), Na: Namesawa (1,150 m), TS: Tsun dashi-tôge pass (1,650 m), DA: Darumazaka (1,980 m) and KA: Karisaka-tôge pass (2,050 m) on the northwest side of the Chichibu Mountains and HI: Hirose (1,060 m) on the southeast side thereof. G: period of the occurrence of glaze.

ら翌30日にかけての丸2日間標高の高い広瀬ダムの方が栃本に比べて気温の高い状態にあり、その結果秩父山地を挟んで南西側と北東側とで気温に大きな差を生じていたことがわかる。ここで、先に述べた聞き取り調査に基づいて、雨水の現出したおおよその日時を29日の午後6時から30日午前6時までの間とすると、この間の栃本から雁坂峠にかけての埼玉県側では気温の逆転は認められず、いずれの日時においても気温と標高との間に相関 ($r = -0.998$ 以上) が認められる。そこで1時間毎の気温と標高の関係式によって毎正時における0°Cの標高を推定した結果を表-3に示した。なお雁坂峠は埼玉・山梨両県の県境に位置しているが、雨水発生時の気温は山梨県側よりも埼玉県側の観測地点に類似した気温変化を示したため、後者の気温資料に含めて解析した。同表によると、0°Cに相当する標高は時間の経過に伴って上昇する傾向にあり、29日午後6時には2,221 m (下限) に、30日午前5時には2,437 m (上限) にあったことがわかる。そしてこの範囲は雨水害の発生した標高範囲 (2,250~2,450 m) とほぼ一致する。

次に、同じく山梨県にある広瀬ダムと勝沼との気温及び標高の比較から各時刻の気温遞減率を求め、それによって0°C面の高度を計算すると、表-4のようになる。同表から、0°C面の高度はいずれの時刻においても被害発生地域の最大標高を上回る値 (最小2,559 m, 最大3,495 m) を示した。したがって、山梨県側では埼玉県側より少なくとも数百メートル高い位置に0°C面が存在したことになる。そして山梨県側から埼玉県側に暖気が流入したことによって逆転層が生じたものと推定される。

表-3 雨氷の現出した時間帯の秩父山地北東側における 0°C 面の推定標高

Table 3. Presumed altitudes of the 0°C plane in the northeast side of the Chichibu Mountains during the period when the glaze occurred, from the 29th. to 30th November, 1990

時刻 Time	気温 Air temperature (°C)					遞減率 Lapse rate (°C/100 m)	相関係数 r	0°C 面の推定標高 Presumed altitude of 0°C plane (m)
	TO	NA	TS	DA	KA			
18:00	7.6	5.6	3.1	1.2	0.9	0.524	-1.000	2,221
19:00	7.5	5.5	3.2	1.3	0.9	0.510	-0.999	2,241
20:00	7.3	5.6	3.2	1.3	1.0	0.497	-0.998	2,261
21:00	7.3	5.6	3.2	1.1	0.9	0.509	-0.997	2,232
22:00	7.2	5.6	3.1	1.3	0.9	0.502	-0.999	2,245
23:00	7.2	5.6	3.2	1.4	1.1	0.482	-0.998	2,287
24:00	7.2	5.6	3.1	1.4	1.1	0.483	-0.999	2,281
01:00	7.2	5.7	3.1	1.7	1.3	0.466	-0.998	2,335
02:00	7.3	5.8	3.3	1.7	1.3	0.467	-0.998	2,346
03:00	7.5	5.9	3.4	1.7	1.4	0.471	-0.998	2,357
04:00	7.5	6.0	3.5	1.9	1.6	0.469	-0.998	2,394
05:00	7.6	6.0	3.6	2.1	1.7	0.456	-0.999	2,437
06:00	7.6	6.0	3.7	2.1	1.7	0.461	-0.999	2,435

N.B. Meteorological observatories; TO: Tochimoto (770 m a.s.l.), NA: Namesawa (1,100 m), TS: Tsundashi-tôge (pass (1,650 m), DA: Darumazaka (1,960 m) and KA: Karisaka-tôge pass (2,050 m).

表-4 秩父山地の南西側の雨氷現出時における 0°C 面の推定標高

Table 4. Presumed altitudes of the 0°C plane in the southwest side of the Chichibu Mountains during the period when the glaze occurred, from the 29th. to the 30th. November, 1990

時刻 Time	気温 Air temperature (°C)		遞減率 Lapse rate (°C/100 m)	0°C 面推定標高 Presumed altitude of 0°C plane (m)
	Katsunuma	Hirose		
18:00	12.2	8.4	0.5605	2,559
19:00	11.6	9.0	0.3835	3,407
20:00	11.1	7.8	0.4867	2,663
21:00	10.8	8.0	0.4130	2,997
22:00	10.7	7.8	0.4277	2,884
23:00	10.6	7.6	0.4425	2,778
24:00	10.5	7.6	0.4277	2,837
01:00	10.5	7.7	0.4130	2,925
02:00	10.5	7.7	0.4130	2,925
03:00	10.3	7.9	0.3540	3,292
04:00	10.3	7.7	0.3835	3,068
05:00	10.1	7.9	0.3245	3,495
06:00	10.2	7.8	0.3540	3,264

N.B. Altitude of the meteorological observatories; Katsunuma: 382 m and Hirose: 1,060 m a.s.l.

なお、被害の発生した斜面方向から判断して、秩父山地の西側に位置する長野県側も山梨県側と同様の気象状況にあったものと推定される。

2) 雨量の推移

11月29日から30日にかけての栃本と広瀬ダムの雨量の推移を図-3に示した。栃本では29

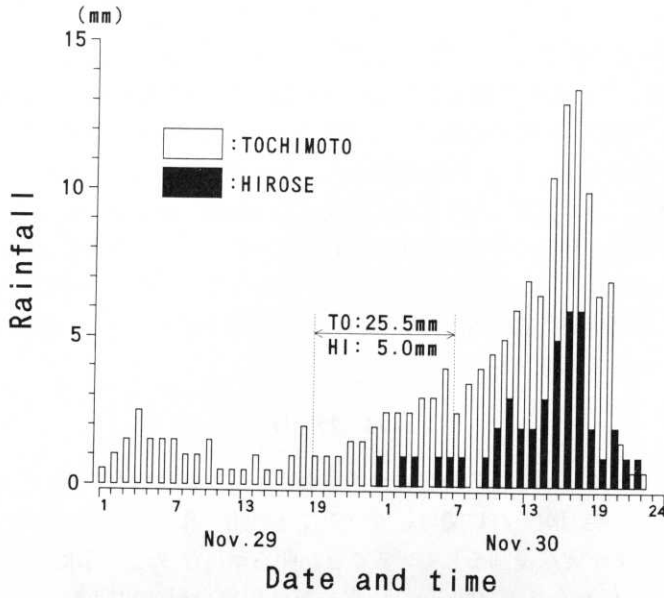


図-3 栃本および広瀬における11月29日から30日までの間の時間雨量の推移

Fig. 3. Hourly variation of rainfall amount, at Tochimoto (Saitama Pref.) and at Hirose (Yamanashi Pref.) from the 29th. to the 30th. November, 1990.



図-4 雨水害によってシラビソの優占する林分に生じた林冠ギャップ (プロット3付近)

Fig. 4. Canopy gap formed by the glaze damage in the stand dominated by *Abies veitchii* near Plot 3.

日午前0時~30日午後11時の間に総雨量147.5mmの連続的な降雨を記録している。一方、同期間の広瀬ダムでの降雨は断続的で、しかもその総量はわずか47mmであった。また、雨水の現出した日時29日午後6時~30日午前6時の期間の降雨量は栃本が25.5mm、広瀬ダムが5mmで、やはり埼玉・山梨両県で大きな差がみられた。したがって、このことと先に述べた気温の垂直分布と考え合わせると、今回の雨水は稜線を境に埼玉県側だけに現出したものと推定することができ、また、雨水害の発生範囲が埼玉県側に限られていた事実ともよく符号する。

3) まとめ

以上述べてきたところによって、雨氷害の発生に関わる気象状況についてまとめると、11月29日未明に南岸低気圧の影響で秩父山地の南～西に位置する山梨県および長野県側に暖気が流入し、埼玉県側との間に大きな気温差が生じ、稜線付近では気温の逆転が生じ易い状態にあった。そしてこの暖気が稜線を越えて埼玉県側に侵入し、被害地上空の約2,600～3,500 m付近と被害の発生した標高域の二つの異なる高度に0℃面をもつ逆転層が生じた。しかも、この時刻に埼玉県側では雨氷害を発生させるに十分な降雨があり、上空の0℃以下の層では氷粒であったものが0℃以上の暖かい層を落下する間に雨滴となり、それが再び0℃以下の層を落下する間に過冷却状態となった。この過冷却状態の雨滴が0℃付近の標高域で林木の枝葉に触れて着水し、大きな雨氷害をもたらしたものと推定される。

IV. おわりに

今回の雨氷害によって *Abies* 型の林分に数多くのギャップが生じた (図-4)。林冠ギャップの成因に関しては種々の要因がそれに関与していることが知られているが (山本, 1984), 雨氷もその要因の一つとして重要な役割をしていることが明らかになった。雨氷害の発生した甲武信ヶ岳周辺には縞枯現象がみられる (図-1)。雨氷を縞枯現象発現の初期条件となるギャップ形成 (Iwaki and Totsuka, 1959; 甲斐, 1974) との関連でみると、雨氷害の頻発する斜面方向は中部日本では北～北東方向であり、これに対して縞枯現象の出現する斜面方向は、秩父山地の場合を含めて南～南西に偏して (Iwaki and Totsuka, 1959; 吉野, 1974, 甲斐, 1974; 岡, 1983), それぞれの発生位置が異なるようにみえる。しかし、1991年3月下旬に長野県中部地区 (霧ヶ峰一帯) で現出した雨氷は車山付近でその南側斜面にも現出している (牛山, 1991)。この事実から、雨氷の現出する斜面方向は縞枯現象の現出斜面方向と必ずしも相反するものとはいえない。いずれにしても、縞枯現象に関しては、その現象の特異さ故に砂原・大久保 (1932) 以来数多くの調査研究が行われてきたが、その発現機構に関して風の影響 (島津, 1959; 中原・岡田, 1967; 吉野, 1970, 1974; 甲斐, 1974; 岡, 1983) を除いては未だに十分な究明がなされていない。今後、雨氷や雪 (鍛代・前田, 1987) を含め種々の気象要因との関わりについて再検討する必要がある。

謝 辞

雨氷現出時の気象状況の解析にあたり、山梨県広瀬ダム管理事務所ならびに気象庁甲府気象台から各種の気象資料の御供与にあずかり、また、甲武信小屋主人山中徳治氏から雨氷発生前後の状況について種々の御教示を頂いた。各位に深く感謝申し上げます。本論文の作成に当たり御校閲をお願いした東京農業大学濱谷稔夫教授に心よりお礼申し上げます。

要 旨

1990年11月29～30日に秩父山地甲武信ヶ岳周辺の亜高山帯域に雨氷が現出し、主にシラビソの優占する天然林に被害が発生した。被害は三宝山と木賊山の間を南北に伸びる稜線に沿った標高2,250～2,450 mの北東側斜面に見られた。

被害地域における樹木の被害程度を把握するために、4つの林分においてコドラート調査を実

施した。その結果、各林分において全本数の約20~50%の樹木に被害の発生が見られた。被害形態はほぼ樹冠部の折損あるいは幹折れに限られていた。各調査林分を構成する樹種のうち、シラビソがいずれの林分においても本数で40%以上の高い被害率を示した。シラビソ被害木のサイズ(胸高直径、樹高)は、同種の無被害木よりも明らかに大きかった。このことは、遮断効果によって下層木よりもサイズの大きい林冠木に着水量が多かったことを示唆している。一方、オオシラビソの被害は概してシラビソより軽微であった。

甲武信小屋の主人から得た情報に基づいて、雨水現出時の秩父山地の北東側と南西側の気温の比較を行った。その結果、雨水の現出した時間帯における被害の発生した標高域の気温は0℃付近にあった。また、この時間帯に南西~西(山梨県・長野県)側の暖気が北東~東(埼玉県)側へ流入したことによって被害発生地域の数百メートル上空で気温の逆転が生じたものと推定される。一方、同じ時間帯に秩父山地の北東側の栃本(770 m)で25.5 mmの降雨が記録されていた。これに対して南西側の広瀬ダム(1,060 m)のそれはわずか5 mmであった。

以上のような気象状況から、雨が冷たい気層の中を落下する間に十分に冷やされて過冷却状態になり、それが枝、葉に当たって瞬時に氷結し、着水量を増加させ、この着氷の荷重によって幹や枝が損傷を受けたものと推定された。

今回の雨水害によってシラビソの優占する林分に数多くのギャップができた。縮枯現象の発達過程についての仮説によれば、縮枯現象は林冠にギャップが生じ、それが発達したものと考えられている。生態地理学的な観点からすると、縮枯現象の初期段階と関連のあるギャップ形成と雨水害との間に何らかの関係があるように考えられた。

キーワード: 秩父山地, 亜高山針葉樹林, 雨水害, 林冠ギャップ, 縮枯現象

文 献

- 原田 泰(1951) 森林気象学. 274 pp., 朝倉書店, 東京.
- 井上 桂・増田久夫(1955) 上川盆地の雨水害について. 林業試験場北海道支場業務報告特別報告 3: 98-102.
- Iwaki, H. and Torsuka, T. (1959) Ecological and physiological studies on the vegetation of Mt. Shimagare II. On the crescent-shaped dead trees strips in the Yatsugatake and Chichibu Mountains. Bot. Mag. Tokyo 72(852): 255-260.
- 甲斐啓子(1974) 関東地方・中部地方における亜高山帯林のしまがれ現象に関する若干の考察. 地理学評論 47(11): 709-717.
- 梶 幹男・沢田晴雄・斉藤俊浩・斉藤 登・中山 勇・赤岩朋敏・伊藤幸也(1991) 1989年2月下旬秩父演習林で発生した人工造林地雨水害の要因解析. 東京大演習林報 85: 49-66.
- ・———・佐々木潔州・大村和也・大久保達弘(1992) 秩父山地天然林の更新に関する基礎的研究 I. —イヌブナ (*Fagus japonica* MAXIM.) 天然林における堅果落下量と実生の消長—. 東京大演習林報 87: 129-157.
- 河野齡藏(1927) 高山研究. 199 pp., 岩波書店, 東京.
- 鍛代邦夫・前田禎三(1987) 縮枯山のシマガレ林帯における雪害疎開穴の出現について. 森林立地 XXIX(1): 1-8.
- 気象学ハンドブック編集委員会(1959) 気象学ハンドブック 752 pp., 技報堂, 東京.
- 小島耕一郎(1991) 雨水害1年後のアカマツ林に生じたマツノムツバキクイムシによる生立木被害. 森林防疫 40(472): 14-17.
- 村井日吉(1936) 千葉演習林の雨水害報告. 東京大演習林報 27: 1-59.
- 長野県(1987) 森林気象害の防除. 66 pp., 長野県.
- 中原孫吉・岡田悠一(1967) 北八ヶ岳地域の局地風特にしま枯現象の考察. 千葉大園芸学部学術報告 15: 101-104.

- 小口八郎(1951)着氷の気象条件について(着氷の物理的研究). 低温科学 6: 103-115.
- 岡 秀一(1983) 編枯れ現象の分布に関する再検討. 地学雑誌 92(4): 1-16.
- 日本気象協会熊谷支部(1990) 埼玉県気象月報(11月).
- 佐藤 休・中村幸美・松橋正明・中井戸 啓(1970) 雨水害を受けたカラマツ林の回復状況について. 第19回日林北支講: 123-126.
- 島津 昭(1959) ハッ岳亜高山樹林の編枯の成因1 その分布と卓越風との関係. お茶の水女子大学自然科学報告 10: 69-83.
- 新版気象の辞典編集委員会(1974) 新版気象の辞典. 397 pp., 東京堂出版, 東京.
- 砂原英治・大久保寛一(1932) 編枯山に就いて. 御料林 55: 67-89.
- 牛山素行(1991a) 雨水現象についての基本的考察—長野県の事例を主として. 年報長野県地理 9: 1-10.
- (1991b) 1991年3月23日長野県に発生した雨水現象—雨水現象による森林災害の研究第3報. 日本気象学会秋季大会講演予稿集 60: 126.
- ・宮崎敏孝(1992a) 1989年2月26日長野県下で発生した雨水現象—森林被害の特徴について—. 第103回日林論: 585-586.
- ・———(1992b) 雨水現象による森林被害に関する2,3の考察. 信州大演習林報 29: 25-96.
- 吉野みどり(1970) 日本の亜高山帯林におけるしまがれ現象の分布と成因について. Climatological Notes 5: 33-41.
- (1974) 日本の亜高山帯林におけるしまがれ現象の分布と成因について. 今西錦司博士古稀記念論文集. p. 183-202. 中央公論社, 東京.
- 山本進一(1984) 森林の更新—そのパターンとプロセス—. 遺伝 38(4): 43-50.

(1993年6月30日受理)

Summary

The glaze occurred in the subalpine forests in the area around Mt. Kobushi, in the Chichibu Mountains, on the night of the 29th. to the 30th. November 1990 and caused damage to the natural fir forests dominated by *Abies veitchii*. The damage was found on the northwest slopes of the ridge extending from Mt. Kobushi to Mt. Sanpo in the north and to Mt. Tokusa in the south at altitudes ranging from 2,250 m to 2,450 m a.s.l.

In order to clarify the degree of tree damage in the area, a quadrat survey (10 m × 10 m) was carried out in four different stands. A large number of trees (about 20 to 50% of the total number) were damaged by the glaze in every stand. The damage was mostly restricted to crown breakage or stem breakage. Among the tree species, more than 40% of the *A. veitchii* had the severest damage with broken stems in every stand. The sizes of the damaged trees of *A. veitchii* were significantly larger than those of the non-damaged ones, which suggests that the amount of ice deposited on the crowns was much larger on canopy trees than on under-canopy trees because of interception of the ice by the former. On the other hand, the damage to *Abies mariesii* was slighter than that to *A. veitchii*.

According to the keeper of Kobushi Hut, and from the comparison of the temperatures recorded at various plots on both slopes of the Chichibu Mountains, the northeast (Saitama Pref.) slope and the southwest (Yamanashi Pref.) slope during the period concerned, it seems that the air temperature near the ground surface of the damaged area fell to around 0°C. At the same time the inversion of temperature might have occurred at a height of hundreds of meters above the damaged area, caused by the invasion of a warm air mass from the southwest side of the Chichibu Mountains onto the northeast side. During the same period, rainfall of 25.5 mm was recorded at Tochimoto observatory (770 m a.s.l.), at the northeast foot of the Chichibu Mountains, while it was only 5 mm at Hirose observatory (1,060 m), on the southwest slope. Referring to all these meteorological facts, it is inferred that the falling rain drops were super-cooled while passing through the cold atmospheric layer below, and at the instant they dropped on branches and leaves, they were frozen to ice, and fixed and deposited on them. Then, stems and branches were broken by the heavy load of ice.

As the result of glaze damage, a large number of small gaps were formed within the subalpine fir forests around Mt. Kobushi. According to the hypothetical process of developmeht of the socalled wave regeneration, small gaps forming within the subalpine fir forests play an important role as the starting point of the developmental process of wave regeneration. The relationship between the glaze damage and the gap formation relating to the starting point of wave regeneration is a very interesting problem from the eco-geographical point of view.

Key words: Chichibu Mountains, Subalpine coniferous forests, Glaze damage, Canopy gap and Wave regeneration