

## 阿武隅山系(高原状地形)におけるスギの凍害と地形

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
巻/号	529
掲載ページ	p. 283-288
発行年月	1970年9月

## 資 料

## 阿武隈山系(高原状地形)におけるスギの凍害と地形\*

笹沼たつ\*\*・橋本武雄\*\*\*

## I. はし が き

凍害が森林国営保険の対象にとりあげられてから、8年を経過した。その間、寒風害については全国的視野にたつ危険地帯区分がなされたが、凍害(凍結による胴枯型被害)は、北は北海道から南は九州、四国にまで発生しているにもかかわらず、被害団地が一般に小さく、被害の様相も一斉に現われる寒風害に比べ、緩慢に進行し、かつ長期間に反復発生して当初の植栽木がなくなるという経過をたどるため、関心のもたれ方が遅れたようで、危険地形の判定、防止対策などがまだ確立されていない。凍害と危険地形に関しての過去の研究によると、危険地形は地域によって必ずしも一致した結果を示さない<sup>1,2)</sup>。特に凍害に危険な斜面方位については一定した結論が出ていない。その主な原因は各地域の大~中地形の違いに一因があると思われ、また調査方法にも凍害地のみを調査して無被害地の地形を確認していない調査や地形を必要な限度に細分せず、統計的に層別された質の揃った資料が得られていないことも多いためであろう。したがって、各大~中地形ごとに再検討して凍害関連要因を掘り下げていくことが必要と考えられる。筆者らは、主として阿武隈山系の高原状地形における凍害地調査を行なったが、今後に予定している山岳地形における凍害と比較することを念頭においてとりまとめた。調査箇所数が少なく、不十分と思われるが、この種の調査研究はきめ細かく行なうには長期間を要するものと考えられるので、今後機会あるごとに補足することにした。

調査は1968年8月('67~'68年の凍害)、1969年3月('68~'69年の凍害)に鮫川村で集中的に行なったが、とりまとめにあたっては、1966年からの調査結果(鮫川村、小野町)も含めるとともに、福島県治山課の資料も参照させていただいた。

なお、調査にご協力いただいた元福島県林業指導所長中元六雄氏、研究員渡部改善氏、とりまとめにあたってご指導をいただいた農林省林業試験場防災部研究顧問玉手三葉寿氏、防災第2研究室長高橋啓二氏、地質研究室長木立正嗣氏に心から謝意を表す。

## II. 調査地の地形

対象地域は福島県東白川郡鮫川村と田村郡小野町を中心とする阿武隈山系のほぼ南西部にあたり、海拔高の範囲は300~965mであるが、大部分は500~600mの範囲の波状地形をなし、阿武隈隆起準平原とそれに続く老年期の地形を示している。そのため沢は浅く起伏量も小さく、凍害、寒風害が入りこんで発生する地域である。

## i) 鮫川村地域

本地域は図-1のように東西10km、南北12kmにわたる。5万分の1地形図に、一辺1cmの方眼をかけ(地形図を生長曲線によって決定した大きさの方眼)、各方眼内の最高海拔高、起伏量をよむとそれぞれ360~720mおよび30~290mになり、平均起伏量は95mである。これを地質別、海拔高階別に比較してみると、本地域は古期花崗閃緑岩(Gd)、竹貫式結晶岩(S<sub>1</sub>)が大部分を占めているが、Gdの最高海拔高は501~600mに集中的に分布し、S<sub>1</sub>は501~600m、601~700mにほぼ同数分布するような山型を示し、後者が平均的に海拔高が高くなっている。

次に地質別開析度<sup>3)</sup>を検討してみると、Gd、S<sub>1</sub>ともに小さく、特にS<sub>1</sub>の海拔高と起伏量との関係はバラつきが大きい特徴をもっている。

水系図を描いてみると大きな河川としては、鮫川、渡

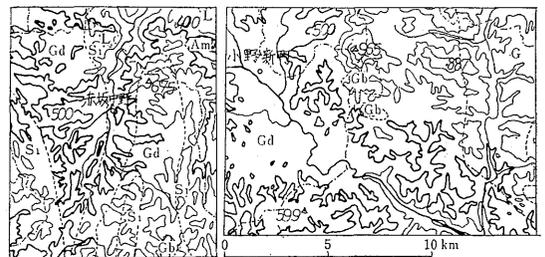


図-1. 調査地の地形および地質  
 鮫川村地区 小野町地区  
 - - - - - 町村界 地質界  
 S<sub>1</sub>: 竹貫式結晶岩 Gd: 古期花崗閃緑岩  
 An: 安山岩 G: 新期花崗閃緑岩  
 L: 石灰炭 Gb: 斑れい岩、閃緑岩

図-1. 調査地の地形および地質

\* Tatsu SASANUMA and Takeo HASHIMOTO: Relations between the topography and the frost damage of *Cryptomeria japonica* in the Abukuma Plateau

\*\* 農林省林業試験場 Gov. For. Exp. Sta., Meguro, Tokyo

\*\*\* 福島県林業試験場 Fukushima Pref. For. Exp. Sta., Koriyama

瀬川およびその支流が図-2のように流れている。谷は全般的に樹枝状に分布し、中央東寄り付近はその長さが短く、流向の方位も各方位に分布している（このように谷の屈曲の多いところは冷気流が停滞しやすく凍害を起こしやすいと予想される）。地質別の谷密度（谷および山腹面の刻み目の本数/25ha）は、Gd は平均 9.5、S<sub>1</sub> は 8.9 となっている。

土じょうは、地域内の前橋営林局棚倉、石川両事業区の土じょう分布図から地質、地形が類似する地域を参考にみると、Bd(a)型、Bd型土じょうの分布が多く、一部山頂部に Bc 型土じょうの分布もある。Bd 型土じょうは主として谷に、Bd(a)型土じょうは山腹に多い。

斜面形は全般的に凸、平衡形が多く、谷幅は広く、低地は部落、農耕地として利用されている。

ii) 小野町地域

鮫川村同様 5 万分の 1 地形図に一辺 1 cm の方眼をかけると、各方眼内の最高海拔高は 380~965 m で、鮫川村地域よりやや高く、起伏量は 20~320m で平均 86m になる。これを地質別に検討すると、地域の約 84% を占める Gd は、前地域と同様に 501~600 m に集中し、新期花崗閃緑岩 (G) は 601~700 m に多く集まり、全体的に後者の海拔高が高い。なお、斑れい岩、閃緑岩 (Gb) の分布量は少ないが、この地域の最高所である矢大臣山の南に一部みられる。地域の西側はほとんど海拔高 401~600 m の範囲で占められ、601 m 以上の地は中央から東側に偏在し、全体としては西向き斜面が多いことになる。

地質別開析度を検討すると鮫川村と同様小さく、またそのバラつきも大きい。矢大臣山付近のみがやや開析が大きい。

水系は、夏井川が地域の北西から南東にむけ流入し、支流の黒森川、十石川、三坂川が西より夏井川に流入し、鮫川村地域より、冬季季節風の流入しやすい地形である。冬季 (1966~'69 年の 10 月~3 月) 平均風速を小野新町と鮫川間とで比較すると、前者は 1.5m/s、後者は 1m/s である。

谷密度は Gd で平均 9.4、G で 8.6 となり鮫川村と類似した地形であることがわかる。

土じょうは Bd、B<sub>1</sub> 型土じょうが大部分を占め<sup>4)</sup>、山頂、尾根筋には BA~BC 型土じょうが枝状に分布し、矢大臣山らくおよび低所にグライ土が一部分布している。

III. 調査地の気象

この地方は、東日本型気候域の三陸・常磐型気候区に属し<sup>5)</sup>、降水量は年平均 1,300 mm である。冬期、海流の影響で比較的暖かい浜通り地方に比べ内陸的で、しばしば非常な低温を示す地域である。

初霜および晩霜について県内各地の累年平均を比較すると、

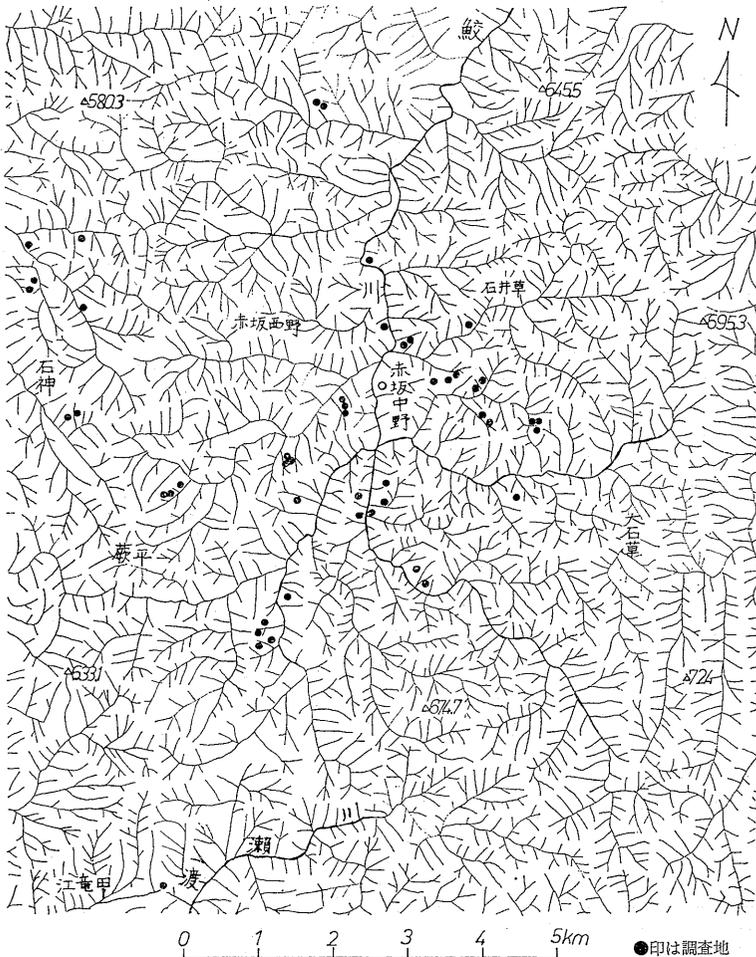


図-2. 鮫川村地域の水系

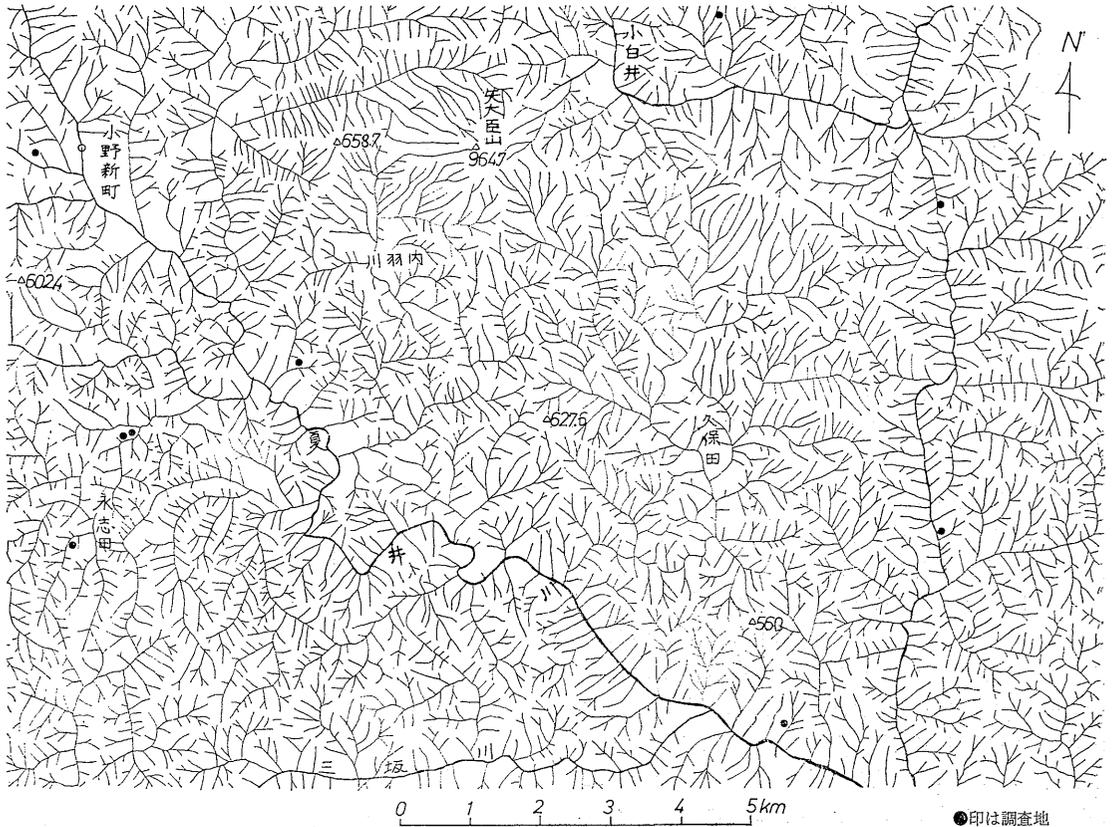


図-3. 小野新町地域の水系

小野新町はより北方の飯館、津島に次いで早く、平均初霜期日は10月18日(1912年～'60年の統計、鮫川は観測所開設が'60年なので同様な比較はできない)、平均晩霜期日は5月8日、県内45の観測所中32番目におそく、結霜期間は203日で長期にわたっている。特に小野新町、鮫川は初霜の早いのが特徴のようにみうけられる。なお、阿武隈山系内の冬季の最低気温分布図をみると、都路、津島、川内とともに低温の目玉になることが多く、付近の石川、中畑、埴、上遠野などと海面更正をした気温と比較しても、鮫川、小野新町の気温は低くなっている。しかし、最高気温分布については、最低気温のような特徴はみられない。

#### IV. 凍害と地形

山容と土じょうからみて、斜面下部、谷間を除いてはスギの適地とはいえず、成林したスギ林の平均樹高も、斜面上の位置による相違が明瞭で、中腹以上の生長は悪い。しかし人工林面積率は鮫川村35%、小野新町31%で県の平均人工林率30%よりやや高く、山林への依存

度がつよい。また特にスギ造林の願望が強いところである。このような条件下で1齢級以下の造林適地が凍害をひんぱんにうけているため、この地域では適切な凍害防止法の確立が林業経営上要望されている。

気象現象は動かし得ない因子と考えると、凍害発生危険度の高い地形には凍害に弱いスギ植栽の中止が第一の災害回避策になる。しかし、1齢級をすぎるころまでに強度の被害を受けずにすめば、一応成林の見込みがあるので、スギ造林地の微気象環境を凍害発生の危険時期だけでも緩和できるような工作物や造林手段を考案すれば、現実にはそれでも十分な防止法となる。現に、1968年度凍害防止試験(福島県林業指導所による)<sup>6)</sup>で、炭俵によるしゃ光を凍害危険斜面で50本に実施したが、わずか4%の被害率にすぎず、対照木50本は54%枯死したのであるから、現時点ではしゃ光による防止策は樹下植栽と並んで最も効果があるといえよう。したがって、こうした凍害危険地域においては、どのような地形に多発するかを調査することが効果的に防止策を実施する上に必要となる。

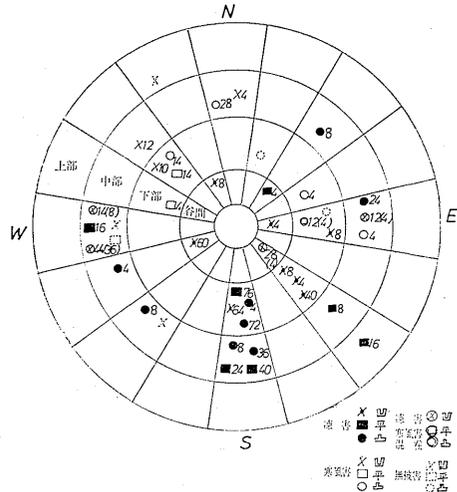
地形と凍害との関係を調査するにあたり、地形要素としては、調査地の斜面形、斜面方位、斜面上の位置をとりあげた（山岳地形との比較のため斜面長は短い、上・中・下に3等分して表わした）。谷間については、沢の水面より比高5mまでを谷間とし、沢の長さ1km未満で傾斜10°以上の支沢については斜面として取扱った。なお、鮫川村地域については、調査斜面のほぼ中心で全天写真による可照時間の測定を行なった（1969年3月調査）。

凍害率調査は、1齢級以下の調査地で平均的被害を表わすと思われる箇所を選び、方形区あるいは帯状区をとって約25本の毎木調査を行ない、凍傷痕の有無を判定し、被害率は凍傷痕を有する本数の調査本数に対する百分率で表わした。

1) 凍害と斜面方位

鮫川村地域をみの調査結果を図-4に示した。凍害は主として南向き斜面に偏在し、寒風害はそれと対照的に北向き斜面に偏在することがわかる。また斜面方位と凍害のみについて、1966年以降の鮫川村、小野町地域の調査例で検討しても図-5のごとく南向き斜面に凍害がやすい。北向き斜面の凍害は発生箇所数が少なく、大局的には凍害に対して最も安全な方位と考えてよいであろう。上記の現象は北海道のトドマツ、エゾマツの凍害地<sup>2)</sup>、九州のスギ凍害地の分布傾向と類似している。この明瞭な違いをもたらした原因については、南向き斜面は日射量が多く、冬季季節風に対し風背斜面にあるため、日気温較差が大となり、凍害をうけやすい環境にあるが、北向き斜面は日射量が少なく、季節風にさらされるため放射冷却する機会も南向き斜面に比べ少ないなどの理由で日気温較差が小さく凍害をうけにくい環境にあり、また逆に寒風害をうけやすい環境であると考察される。図-2, 3から分かるように、本地域は沢が枝状に分布し、南向き、北向き斜面をつくる東西方向の沢も多数あるので、凍害の激害危険斜面、安全斜面も多数あることになる。

今回の調査例では、S→Eの被害率はSからEにいくにしたがって小さくなる。これは季節風の吹き込みが多くなることと、日射量の減少が影響して被害を少なくしているのではないかとみられる。S→Wについても、S→Eと同様被害率は減少する傾向を示し、東面および西面にいくに従って寒風害が混在してくる。1969年3月の調査は'68年植栽地を対象としたが、冬季降水量が多かったため、寒風害の発生が少なく、その被害率は例年より小さくでている。激害年の調査をしたならば寒風害被害率は増大し、地形的な特徴がより明瞭になったので



数字は被害率、凍害・寒風害混在地の( )内凍害被害率

図-4. 斜面部位別、方位別被害分布

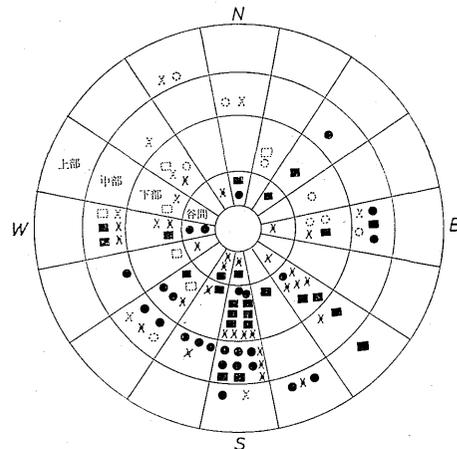


図-5. 斜面部位別、方位別凍害分布

記号は図-4と同じ、ただし寒風害地は無被害、混在地は凍害として表示した。

はないかと考えられる。調査例が少ないので、やや危険の感があるが、西向きと東向き斜面とに大別して比較すると、西向き斜面の被害率が高くでている。したがってこの地域は全般的に西向き斜面が東向き斜面より多いから、凍害、寒風害に対しては危険度の高い地域といえる。

2) 凍害と斜面部位

図-5のごとく、谷間から斜面上部へいくほど無被害地が増し、明らかに斜面部位が上部にあるほど凍害危険度は減少するとみられる。凍害はその時の樹体にとって耐えられる温度以下の低温におかれたとき発生する。すなわち、これを環境の面から見ると、同じ低温に対して

も、より耐凍性のつきやすい環境下の樹体であれば凍害をうける率は少ない。

斜面位置が下方ほど害が著しい理由に関して、地表付近の微気象を南向き斜面について考察すると、斜面の大きさ、斜面形によって影響をうけるが、一般に山腹下部ほど日気温較差が大きい<sup>7)</sup>耐凍性がつきにくく、それに加えて下部ほど土じょう水分量が多く、見かけ上、生長終止期もおくれ、気象条件以外にも耐凍性がつきにくい条件を持っているのではないかと考えられる<sup>8)</sup>。また、前項で北向き斜面の凍害が少ないことを述べたが、北向き斜面の中では谷間は凍害地となりやすい、むしろ谷間は斜面方位に関係なく凍害地となりやすいともいえる。これは谷間の勾配がゆるやかで屈曲多く、冷気流が停滞しやすい<sup>9)</sup>と考察される。

3) 凍害と海拔高

地表付近の微気象は、一般に斜面下部ほど地表の影響が大きい。一小地域内にあつては、海拔高が高いところほど気温の変動幅は小さく、低いところほどその幅は大きい<sup>9)</sup>。つまり風の影響の大きいところほど気温較差は小さいことになる。これをこの地域にあてはめてみると、鯉川村地域の場合、最も海拔高の高い700m以上の地は突出した部分にあたるので、風の影響が大きい。そのため日気温較差も700m以下に比べ小さい。つまり、鯉川村地域に限定していえば斜面部位が上部で、しかも海拔高700mを越えるようなところは、地域的条件から凍害発生の危険は非常に小さいと考えられる。

小野町地域についても同様な考え方をすれば、700mをこす山頂や稜線部分はほとんど凍害の危険のないところと考えられる。

1962~'65年の凍害、寒風害あわせた県内の気象災害

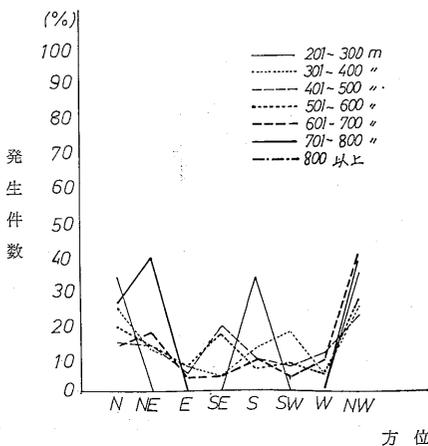


図-6. 海拔高階別、方位別寒害発生件数

データを海拔高別、方位別にみると、図-6のように海拔高が高くなるほど南向き斜面の被害件数が少なく、北向き斜面の被害件数が多くなっている。これは前述のように凍害が減少し、寒風害が増大していることを示しているものと考えられる。

4) 凍害と斜面形

斜面形については凹形、平衡、凸形の斜面形のみについて調査した。しかし、図-4のごとく、調査地の斜面形が方位別斜面部位別に一様に得られなかったので(特に斜面上部にはスギの造林地が少なくアカマツ林となっているところが多い)、表-1のごとく、斜面方位を四方位に区分し、斜面部位別に各斜面形の凍害率の平均値を求め、さらに同一方位・部位内でそれぞれの斜面形間の比較を行なった。これによると、例外はあるが、一般に凹形斜面はもっとも凍害率が高くなりやすく、平衡斜面はそれに次ぎ、凸形斜面は凍害率が低い傾向を示すといえよう。この原因は凸形に比し凹形斜面になるほど冷気流が集まりやすく、また土じょう水分が多くなるためと考えられる。

表-1-A. 斜面方位・部位別凍害率

斜面方位	斜面部位			斜面部位			斜面部位		
	凸形	平衡	凹形	凸形	平衡	凹形	凸形	平衡	凹形
SSE~SSW	22	32	—	38	76	64	—	—	—
WSW~WNW	4	8	15	—	0	—	—	—	60
ESE~ENE	12	—	4	0	4	8	—	—	4
NNW~NNE	0	—	0	0	—	—	—	—	8

表-1-B. 同一方位・部位内の各斜面形凍害率の比較

凸形	平衡	凸形	凹形	平衡	凹形
22	32	4	15	8	15
4	8	12	4	76	64
38	76	0	0	4	8
0	4	38	64		
		0	8		

5) 凍害と日照時間

上述のごとく、南向き斜面の下部や谷間が最も危険な地形となったが、さらに日照時間の長短の影響をみるため、1969年3月鯉川村地域の調査時に、各調査斜面の中央で全天写真撮影を行ない、11月下旬の日照時間を算出してみた<sup>10)</sup>。11月下旬にしたのは、当地域の凍害発生時期が10月下旬から11月下旬にかけてであることを剥皮によって確認したからである。図-7のごとく凍害率と日照時間との関係を求めると、日照時間6.5時間をこすと急に凍害率のパラつきが大きくなっている。なお、日照時間6.5時間以上で凍害率50%以上の地についてみる。

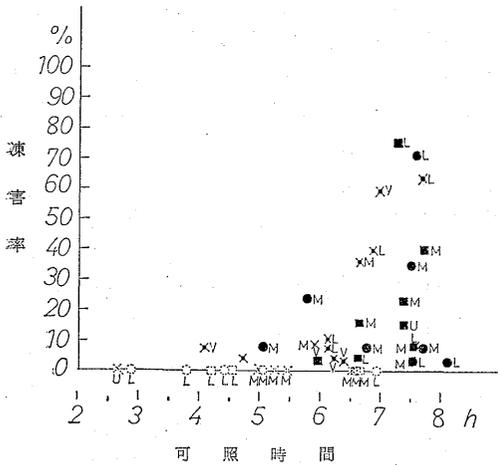


図-7. 日照時間と凍害率との関係

と、斜面下部、谷間に位置するところである。50%以下にも斜面下部のところがあるが、それらが激害とならなかった原因については地表の植生の影響が働いている例があり、さらに細部の環境を掘り下げる必要があると考えられる。日照時間 6.5 時間以下の地では、斜面下部、谷間であっても凍害率が小さい。この結果から鮫川村地域の凍害危険地形は、11 月下旬で 6.5 時間以上の日照時間をもつ斜面下部、谷間であるといえる。これを発展させて考えれば、凍害は日照時間が長い波状地形で、しかも海拔高が 700 m 以下の風背地に多発するということができる。

## V. ま と め

高原状地形を示す地域の凍害と地形の関係を阿武隈山

系南西部で調査した。その結果は次のごとくである。

凍害は南向き斜面に主として発生する。

斜面部位は下方ほど凍害危険度が高く、凍害の少ない北向き斜面でも谷間には被害が発生する。斜面形では凹形斜面、平衡斜面、凸形斜面の順に凍害率が低くなる。日照時間と凍害については、今後さらに調査をかさねたいが、11 月ころを中心として日照時間が長い斜面下部、谷間は凍害の被害率が高い。つまり本地域のように波状地形にあつてはこの条件を満たす地形が多いと考えられるので、凍害危険地域といえる。なお、地域内で突出するような海拔高の高いところは寒風害が多く、凍害はより低所の季節風の風背側に集中する傾向がある。したがって、天然生雑木林を伐採してスギを造林する場合、斜面上部は寒風害防止策を、斜面下部、谷間は凍害防止策を念頭に置くべきである。

## 引用文献

- 1) 徳重陽山・日高義実・清原友也：林試九支研究資料 5: 1~33, 1962
- 2) 小野孝司：北方林業 14(2), 8~13, 1962
- 3) 中野尊正・吉川虎雄：地形調査法, 41~45, 古今書院, 1954
- 4) 経済企画庁総合開発局国土調査課企画, 東京地学協作業：土地分類図(土壌図 II)東北地方, 1969
- 5) 和達清夫監修：日本の気候, 18~19, 東京堂, 1958
- 6) 橋本武雄・渡辺政善：福島県林試報, 1970 発刊予定
- 7) 吉野正敏・福宿光一：農業気象 8, 33~36, 1953
- 8) 百瀬行男：採種・採種圃の管理とスギのさしき, 59~73, 農林出版, 1969
- 9) GEIGER, R.: The climate near the ground. Harvard Univ. Press Cambridge, Massachusetts, 252~253, 1957
- 10) 生態学実習懇談会編：生態学実習書, 22~24, 朝倉書店, 1967

(1970年4月2日受理)

## 抄 録

○人工飼料によるカミキリムシの飼育 (Rearing wood-boring beetles (Cerambycidae) on artificial diet)

GARDINER, L.M.: Canad. Ent. 102: 113~117, 1970

McMORRAN, A. (1965) が spruce budworm の飼育に用いた人工飼料に、カミキリムシのそれぞれの種の加害植物の乾燥粉末を加えて、50 種以上のカミキリムシを羽化させることに成功した。このうち、17 種は卵からの飼育である。飼育は室温で行なわれたが、成虫になるまでの期間は多くの種で自然状態のもの 1/2 以下、いく

つかの種では 1/3 にも短縮された。

さらに最も期間を短縮するには、一時期に約 2 カ月・32°F の低温におくと、室温のものや 1 カ月低温においたものより、少なくとも 50 日は短くなった。

また、この飼育によって、カミキリムシにも休眠の存在することがわかった。

この人工飼料による飼育の成功と羽化までの期間の短縮は、休眠や消化管の enzyme-symbiont, 温度への反応、幼虫の競争、寄主選択などの研究、あるいは、幼虫や蛹などの分類、形態学的な研究に広く役立つ。

(渡辺弘之)