

## (研究資料)

東北地方におけるスギの雪圧害危険  
地帯区分図片岡健次郎<sup>(1)</sup>Kenjiro KATAOKA: Map of areas susceptible to snow damage  
of *Cryptomeria japonica* in Tohoku district  
(Research note)

**要旨**：東北地方の6県を対象に、スギ造林木の雪圧害の発生危険地帯区分図を作成した。自然環境要因として海拔高、土壌統群、積雪環境（冬の気候を総合的に分析した特性値）、地形開放度、斜面傾斜角、斜面方位の6要因を取りあげた。そして縮尺20万分の1地勢図を一辺5mmのメッシュ（実面積1km<sup>2</sup>）に分割し、それぞれのメッシュごとに上記要因を読み取り、115か所の造林地の成林率を外的基準とする数量化I類の多変量解析法により各要因ごとに配点区分を検討し、各区分に1~5の評点を与えた。さらにランドサット写真の残雪状況を参考にして積雪環境特性値と斜面傾斜角の配点区分の修正を行い、その総合点数に応じて、スギ造林木の雪圧害危険地帯を4段階に区分した。東北地方全体についてみると奥羽・越後の両山脈および出羽・朝日・飯豊山地などの高山地帯は最危険地帯が多く、都市部を含む盆地や平野部、日本海沿岸および太平洋沿岸部は安全地帯に区分されるところが多い。危険および最危険地帯の県別面積割合は、宮城県6%、青森県14%、岩手県24%、秋田県31%、福島県33%、山形県44%であって山形、秋田、福島の3県はきびしい環境条件下にあることが認められた。

## I はじめに

積雪地帯におけるスギ林木は積雪の物理的な沈降圧や移動圧の影響を受け、幹の折れ、割れ、曲りなどの被害を受ける。また根雪期間の長期化によって病害が発生したり、異常落葉などの生理的な障害を起し、不成績造林地となる場合もある。

スギ造林木の雪圧害は積雪量の多少によってのみ起るのではなく、雪質、根雪期間などその他の気象条件、土壌、斜面方位、斜面傾斜角、海拔高などの立地条件と保育条件、および林木自体の生育特性が大きなかかわりをもつ。特に立地条件は、積雪の変態過程ならびに林木の生育を支配する重要な因子であり、同じ降雪条件の地域であっても、立地によって造林成績が著しく異なることが多い。

このことから、積雪地帯における造林可能地の判定や造林地の保育の指針を得る目的で、これまでいろいろな手法の環境区分が試みられてきた。たとえば、福井県<sup>(2)</sup>では地勢、気象などの自然環境を区分し、その環境ごとの土地利用現況、森林の保有別現況、造林傾向などを調査し、造林や保育に関する技術の現況を評価した。また、野表<sup>(3)</sup>は積雪深と斜面傾斜角に応じて造林地を造林不能地、特殊保育地、普通造林地、特殊地帯保育地、特殊地帯地帯の5段階に区分した。山谷<sup>(4)</sup>は気候、地形、地質、土壌型と森林要素の解析から東北地方の森林を対象とした環境区分を示した。小島<sup>(5)</sup>は平均気温、気温日較差、降水量、湿度、最深積雪、根雪期間などの要因を主成分分析により解析し気候図を作成した。長野営林局<sup>(6)</sup>では積雪

深、樹高、海拔高、方位、地形などの因子と幼齡人工林の雪害指数との関係を解析し、造林適地の選定法を示した。山形県林業試験場<sup>28)</sup>は森林現況、冬の気候、積雪分布、根雪期間の分布、降雪特徴、雪質特性などの相互関係を調べ、林業のための積雪地帯区分をしている。

しかし、これまで行われてきた環境区分方法は、土壤条件がまったく考慮されていなかったり、巨視的に表現されたものが多い。したがって、ある程度広い範囲を対象にした森林施業の資料として役立つであろうが、狭い地域での造林可能地の判定、雪害防除を目的とする育林技術の改善に活用するためには不備な点が多い。このことは、たとえば豪雪地帯と称される積雪深 2.5 m 以上の地帯で、いわゆる不成績造林地とみられる箇所がかなり多く出現しているという事実からも理解できる。その主な原因として造林地の選定に誤りのあったことが指摘されており、雪圧害回避の面からみた造林可能地の判定、育林技術の改善に役立つ適合性の高い環境区分方法の確立が望まれてきた。

本研究は以上の背景をふまえ、各種自然要因の数をできるだけ多くとり、スギ造林木の雪圧害の実態と関係の大きい要因を組み合せ、数量化 I 類による多変量解析法とランドサット写真の残雪状況把握などによりスギの雪圧害に対する造林危険地帯区分図を作成したものである。

なお、本研究を進めるに当たり井沼正之前多雪地帯林業研究室長の助言を受け、本報告を取りまとめるに当たっては石川政幸防災部長、三上 進育林部長、小野寺弘道多雪地帯林業研究室長の助言を受けた。資料の解析に際しては多雪地帯林業研究室大原偉樹技官の協力を受けた。ここに記して深謝の意を表する。

## II 積雪環境区分法

### 1. スギ造林木の雪圧害にかかわる環境要因

スギ造林木の雪圧害は、いくつかの環境要因が重複したかたちで起ることが多い。これまでの調査結果から、雪圧害の要因としては雪の降り方・雪質・積雪量があげられ<sup>16)</sup>、埋雪による樹幹変形が成長阻害の原因であると指摘されている<sup>8)</sup>。

山地積雪の特性からみると、斜面方位と地形開放度は雪質・積雪量・積雪移動量に影響し<sup>6)17)</sup>、たとえば、斜面の方位別積雪深調査結果によると、平地に比較して南斜面 72%、東斜面 104%、北斜面 118% である<sup>8)</sup>。さらに、これと類似した調査例<sup>17)</sup>でも一冬季を通じ、平地に対して南斜面 60%、北斜面 111% である。このように南斜面の積雪深が予想外に少ない理由については、冬季の最多風である偏西風の影響も考えられるが、それよりも日射による融雪がはるかに大きいであろうと述べられている<sup>17)</sup>。また山嶺の積雪調査結果によると、風上と風下の両斜面とも無林地の場合、風下斜面に雪庇や吹き溜りが形成され、風下斜面は風上斜面の 2 倍以上の積雪量となる<sup>14)</sup>。海拔高が増大すると積雪深が増加し、気温が下るので雪質が異なる<sup>18)</sup>。

斜面傾斜角と森林雪害の関係について、豪雪地帯においては、10 度付近の傾斜地で雪害が最も少なく、それよりゆるやかになっても、急になっても雪害が増加するという報告がある<sup>19)</sup>。しかし、スギ造林木の根元曲りの調査で、斜面傾斜角と根元曲り材積率との間には直線的関係が認められ、 $R = 0.34\alpha + 7.5$  の関係式が得られている ( $R$  は根元曲り材積率、 $\alpha$  は斜面傾斜角、常数の 7.5 は積雪深によるものである)<sup>4)</sup>。また、豪雪地帯のスギ林成績判定のため、斜面傾斜角を 5 度毎にカテゴリー区分し、それぞれのスコア値を数量化 I 類で計算した資料<sup>10)</sup>によると、斜面傾斜角の増大によってスコア値が一定の傾向で増大しており、特に斜面傾斜角が 10 度付近で成績が良いという結果はみられない。

さらに、成長が良ければ埋雪期間が短縮され、積雪による受害期を早く脱出できることが予想されることから、土壌条件による影響が大きいことが指摘されている<sup>9)</sup>。

これらの環境要因のうち、山岳地帯の任意地点における積雪量については観測値が得られない問題がある。観測地点のない任意地点における気温あるいは積雪深の推定方法もあるが<sup>(8)(12)(20)~(22)</sup>、環境区分のために細分されたすべての地点について、これらの方法による推定値を求めることは不可能に近い。一方、東北地方における林業のための気候図<sup>9)</sup>がすでにあり、その中の主成分分析による第一主成分の分布は積雪期間、最深積雪、12~3月湿度、12~3月平均気温のウェイトの高いものであり、冬期の気候を総合的に現している。したがって、積雪深の推定値を単独で取りあげるよりも、この第一主成分特性値を積雪環境要因として取りあげるほうが、むしろ合理的であると考えられる。

以上の理由からスギ造林木の雪圧害に関係する自然環境要因として、①海拔高、②土壌統群、③積雪環境（小島<sup>9)</sup>による第一主成分の特性値）、④地形開放度、⑤斜面傾斜角度、⑥斜面方位の6要因を取りあげ、造林危険地帯区分を行うこととした。

## 2. 環境要因の総合評価によるスギの雪圧害危険地帯区分法

前記の6環境要因を数箇の段階に区分し、評点を与え、その総合点数によってスギの雪圧害危険地帯を区分することを試みた。この場合各要因の配点区分の適否が鍵になるので、まず30年生以上のスギ林分115か所の資料を用いて、成林率を外的基準として配点区分の組み合わせを変えながら多変量解析を反復し、最も相関の高い配点区分を求めた。さらに、ランドサット写真によって残雪状況を広域的に把握した結果、予想される積雪の多少と成林率を基準とした配点区分との適合性が低い要因があったので、再度、配点区分の修正を行い最終的な環境区分表を作成した。

### 2-1 成林率を基礎とした配点区分の検討

#### 2-1-1 検討に用いた資料

成林率は既存の林齢30年以上のスギ林分調査データから、山形、岩手県の収穫表の主林木本数に対する成林可能本数の割合として求めた。林分数は山形県下の出羽山地、および奥羽山脈に属する91林分と岩手県下の奥羽山脈に属する24林分の計115林分である。

各林分の環境要因データは、国土地理院発行の縮尺20万分の1地勢図を緯度および経度の基線を軸として一辺5mm（実面積1km<sup>2</sup>）のメッシュに区分し、該当するメッシュごとに次の方法で読み取ったものである。

- ① 海拔高：上記地勢図のメッシュ内の最高と最低を読み取り、平均海拔高を求めた。
- ② 土壌統群：経済企画庁総合開発局発行の土地分類図<sup>7)</sup>の中にある土壌図（縮尺1/20万）を利用してメッシュ内の土壌統群を読み取った。
- ③ 積雪環境特性値：小島<sup>9)</sup>の第一主成分分布図からメッシュごとに特性値を読み取った。
- ④ 地形開放度：冬の季節風による吹き上げや、吹き溜りの指標となる海拔高差であり、上記地勢図における該当メッシュとその西側に位置するメッシュとの高低差を求めた。
- ⑤ 斜面傾斜角度：上記地勢図において該当メッシュの4辺と等高線との交点の総数( $N$ )、メッシュ内の等高線の高度差( $D$ )、メッシュ線の全長( $L$ )から、平均傾斜角度( $S$ ) $=\frac{\pi}{2} \times \frac{D-N}{L}$ を求めた。
- ⑥ 斜面方位：上記地勢図の各メッシュについて、東、西、南、北の4方位と平坦を読み取った。

2-1-2 検討方法

(1) 環境要因の配点区分

スギ造林地 115 か所（メッシュ）における各環境要因データを、表 1 の配点区分試案<sup>6)</sup>に基づき配点した。

この試案による配点は II-1 項で述べたような、スギの雪圧害にかかわる環境要因を参考にして区分したが、その主な根拠は次のような考え方による。

① 海拔高：海拔が高くなるにつれて積雪量が増加し、気温較差の影響が雪質の変態や消雪過程に差違を及ぼす。したがって、海拔高差をとりあえず 200 m ごとに 5 区分して検討した。

② 土壤統群：成長の良悪が受害期間の長短に関係するので、土壤統群をスギの最適地と適地、不適地に 3 区分した。

③ 積雪環境：この特性値は、冬期の気象条件が総合されたものであるから、特性値の大小を雪害の指標に用いるのが妥当と考え 1.0 ごとに 5 区分した。

④ 地形開放度：地形開放度は、該当メッシュとその西側メッシュの海拔高差で現され、偏西風に対して風下に位置するメッシュの海拔高がその西側に隣接するメッシュの標高より高ければ、吹き払い地となるため積雪量が少なく、逆に低ければ吹き溜り地になって積雪量が多くなる。したがって、一応の目安として吹き払い地形については 7.5 m ごと、吹き溜り地形は 50 m ごとに 5 区分した。

⑤ 斜面傾斜角度：斜面傾斜角度が増大するにつれて、根元曲り材積率が増大し、成林率が低下することから、とりあえず、10 度以下の傾斜地では 5 度ごとに、それ以上については 10 度ごとに区分した。

⑥ 斜面方位：斜面方位と雪圧害の発生の関係については調査事例はほとんどないが、積雪量や雪質の違いについての調査結果はかなり多く報告されている。斜面の方位別にみられる積雪量や雪質の違いが雪圧害に及ぼす影響は大きいと考えられる。たとえば、南斜面のように日射の影響によって融雪が促進され

表 1. 環境要因別配点区分試案

要 因 \ 配 点 区 分	1	2	3	4	5
1 海 拔 高 (m)	200 以下	201~400	401~600	601~800	801 以上
2 土 壤 統 群	最適地 AT. B. B-w.		適地 A. A-c. Aw-c. AE. AE-c. B(DK). B(Y). B(Y)- w. B(R). B (G). RVM. RVM-c.		不適地 B-d. B(Y)-d. B (R)-d. A-w*. BL*. BL-c*. GL*. G-f*. G*. G-c*.
3 積 雪 環 境 (特 性 値)	-1.6 以下	-1.5~-0.6	-0.5~0.5	0.6~1.5	1.6 以上
4 開 放 度 (m)	100 以上	25~99	-50~26	-100~-51	-101 以下
5 斜 面 傾 斜 角 (度)	5 以下	6~10	11~20.	21~30	31 以上
6 斜 面 方 位	南	平 坦	西	北	東

注：不適地には本来の不適地とスギ植栽の対象外地（\*）を含む。

積雪深が少なくなる場合は雪圧害に対して最も有利な条件である。東斜面は冬季の偏西風によって生ずる雪庇の形成や雪の吹き溜りになりやすい条件下にあるため最も不利である。また、平坦地は積雪の移動圧が加わらない分だけ傾斜地より条件が良いと考えられる。西斜面は雪が吹き払いになることが多いため積雪量が比較的少ないものと予想される。北斜面は日射の影響が少ないため積雪量が多く、積雪の変態もおくれるので、移動圧による被害が多く発生するものと考えられる。以上のことから判断して配点区分を南、平坦、西、北、東の順とした。

このようにして配点区分された試案の値(表1)を用いて、成林率を外的基準とした数量化I類による多変量解析を行った。そして、要因別配点区分の組み合わせを種々変えながら計算を繰り返して実行し、相関の高い区分を順次選定し、配点区分試案の見直しを行った。

計算は初回は農林計算センターのライブラリーZ301を利用したが、その後はNEC・PC-9801を利用して行った。プログラムは元林業試験場山形分場長小島忠三郎氏の作成した数量化I類を利用した。

## (2) 地形解析の精度

海拔高、地形開放度、斜面傾斜角、斜面方位などの地形解析に用いた図面は20万分の1地勢図であるが、この図面から読み取った解析結果の精度について検討するため5万分の1地形図との対比を行った。5万分の1地形図(山形県内の羽前金山)を一辺2cm(実面積1km<sup>2</sup>)のメッシュに分割し、20万分の1地勢図と同一メッシュ内の海拔高、傾斜角度、斜面方位を読み取り、それぞれのメッシュごとに相関関係を求めて比較した。この場合のメッシュ数は、地形図の左上端から右下端方向の対角線上に3ブロックに分け、1ブロック36メッシュとし、合計108メッシュ数とした。回帰分析の結果を関係式で示すと、海拔高は $Y=38.16+0.962X$ 、斜面方位は $Y=0.38+0.877X$ 、斜面傾斜角度は $Y=8.65+0.799X$ であった。ただしYは5万分の1、Xは20万分の1の地図からそれぞれ読み取った値である。これらの回帰における相関係数は海拔高： $r=0.965$ 、斜面方位： $r=0.872$ 、斜面傾斜角度： $r=0.845$ であったので、この程度の範囲であれば雪圧害危険地帯を区分する総合点数に及ぼす影響は少ないものと考えられる。

### 2-1-3 検討結果

配点区分を検討した結果、試案<sup>9)</sup>に対しては海拔高、土壌統群、積雪環境特性値の区分が大幅に変更された。その結果は表2で示してある。

海拔高については下限が100m高くなっており、土壌統群については点数が少なく与えられた。積雪環境特性値については各階層が0.5ずつ低い方に動き、一定環境に対しては試案よりも配点が重みづけられた。

この配点区分に基づく環境要因間の単相関係数、偏相関係数、重相関係数は表3のとおりであった。重相関係数が0.560と期待していたよりも低かった理由については、配点区分の問題も含まれていると思われるが、成林率のデータが1km<sup>2</sup>メッシュ内の一部を代表するに過ぎず、各要因の平均的な値と一致しない箇所があるためと考えられる。

## 2-2 ランドサット写真の残雪状況による配点区分の適合性の検討および配点区分の修正

### 2-1-1 検討に用いた資料

利用したランドサット写真は、1979年5月4日と同年5月22日に撮影された山形県下のものと、1979年5月4日に撮影された秋田県下のものである。

山形県下の写真にみられた残雪地のメッシュ数は、1979年5月4日、1781地点、5月22日、722地点

表 2. 成林率を基礎とした環境要因別配点区分

要 因 \ 配点区分	1	2	3	4	5
1 海 拔 高 (m)	300 以下	301~500	501~700	701~900	901 以上
2 土 壤 統 群	最適地 AT. B. B-w	適地 A. A-c. Aw-c. AE. AE-c. B(DK). B(Y). B(Y)- w. B(R). B(G). RVM. RVM-c.	不適地 B-d. B(Y)-d. B (R)-d. A-w*. BL*. BL-c*. GL*. G-f*. G*. G-c*.		
3 積 雪 環 境 (特 性 値)	-1.6 以下	-1.5~-1.0	-0.9~0.0	0.1~1.0	1.1 以上
4 地 形 開 放 度 (m)	100 以上	25~99	-50~26	-100~-51	-101 以下
5 斜 面 傾 斜 角 (度)	5 以下	6~10	11~20	21~30	31 以上
6 斜 面 方 位	南	平 坦	西	北	東

注：不適地には本来の不適地とスギ植栽の対象外地(\*)を含む。

表 3. 環 境 要 因 の 相 関 行 列

要 因	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	Y	偏 相 関 係 数	範 囲
海 拔 高 X <sub>1</sub>	1.000						0.181	0.355	43.66
土 壤 統 群 X <sub>2</sub>	0.081	1.000					0.192	0.123	10.12
積 雪 環 境 X <sub>3</sub>	-0.234	0.275	1.000				0.305	0.342	41.35
地 形 開 放 度 X <sub>4</sub>	-0.049	0.004	0.107	1.000			0.303	0.321	20.82
斜 面 傾 斜 角 X <sub>5</sub>	-0.311	-0.144	-0.081	-0.002	1.000		0.107	0.297	30.87
斜 面 方 位 X <sub>6</sub>	-0.045	0.032	0.148	0.024	-0.219	1.000	0.120	0.124	8.56
成 林 率 Y							1.000		
重 相 関 係 数						0.560			

であった。秋田県下の残雪地メッシュ数は1622地点であった。

また、少雪年と多雪年の残雪状況を比較するため、1979年の約3倍の積雪があった1982年5月15日の山形県下の写真を利用した。

### 2-1-2 検 討 方 法

雪圧害危険度は残雪量の多少のみによって判断できるものではないが、残雪量の多いことは積雪量が多く積雪期間が長いことに関連するので、造林の成否に大きな影響をもつものとする。

そこで、残雪が遅くまであった地点(メッシュ)と消雪の早い地点(メッシュ)に分けて、それぞれの要因別配点の出現頻度を調べ、一定の傾向が認められるかどうかを検討した。その結果に基づき再度配点区分の見直しを行い、環境要因別配点区分の修正を行った。

### 2-1-3 検 討 結 果

成林率を基礎とした環境要因別配点区分(表2)に基づく要因別配点の出現をみると、積雪環境特性値

と斜面傾斜角は、残雪の多少および配点の頻度に一定の関係がなく、積雪の実態にも、雪圧害の危険性にも適合していないことが認められた。両要因とも各階級が高い値で区分されていた。

そこで、再び前項で述べた多変量解析を行い、表4のとおり環境要因別配点区分を修正した。

この修正した区分に基づく要因別配点の出現頻度は図1、2のようになり、残雪状況から推定される積雪の多い場所（図1）と少ない場所（図2）では明らかに異なる分布を示した。

また、この区分に基づく各要因間の相関行列は表5のとおりであり、相関係数は表3に比べてそれぞれ高まり、精度が向上し重相関係数は0.603となった。さらに精度を高めるためには、要因やメッシュをより細分化し、それに相当する資料数を多くする必要があると考えられる。

しかし、本研究では表4の修正した環境要因別配点区分にしたがって求めたメッシュごとの総合点数によって、積雪環境区分を行うこととした。

表4. 修正した環境要因別配点区分

因子	1	2	3	4	5
1 海拔高 (m)	300 以下	301~500	501~700	701~900	901 以上
2 土 壤 統 群	最適地 AT. B. B-w.	適地 A. A-c. Aw-c. AE. AE-c. B(DK). B(Y). B(Y)- w. B(R). B(G). RVM. RVM-c.	不適地 B-d. B(Y)-d. B (R)-d. A-w*. BL*. BL-c*. GL*. G-f*. G*. G-c*.		
3 積 雪 環 境 (特 性 値)	-1.1 以下	-1.0~0.0	0.1~1.0	1.1~1.5	1.6 以上
4 地形開放度 (m)	100 以上	25~99	-50~26	-100~-51	-101 以下
5 斜面傾斜角 (度)	11 以下	12~17	18~21	22~25	26 以上
6 斜 面 方 位	南	平坦	西	北	東

注：不適地には本来の不適地とスギ植栽の対象外地(\*)を含む。

表5. 修正した環境要因別配点区分に基づく6要因の相関行列

要 因	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	Y	偏 相 関 係 数	範 囲
海 拔 高 X <sub>1</sub>	1.000						0.196	0.333	40.00
土 壤 統 群 X <sub>2</sub>	0.041	1.000					0.187	0.128	9.25
積 雪 環 境 X <sub>3</sub>	-0.272	0.304	1.000				0.303	0.347	42.82
地 形 開 放 度 X <sub>4</sub>	-0.054	0.017	0.129	1.000			0.311	0.267	16.67
斜 面 傾 斜 角 X <sub>5</sub>	0.163	0.025	0.122	0.166	1.000		0.230	0.328	33.16
斜 面 方 位 X <sub>6</sub>	-0.171	0.117	-0.131	-0.022	-0.670	1.000	0.055	0.362	43.22
成 林 率 Y							1.000		
重 相 関 係 数						0.603			

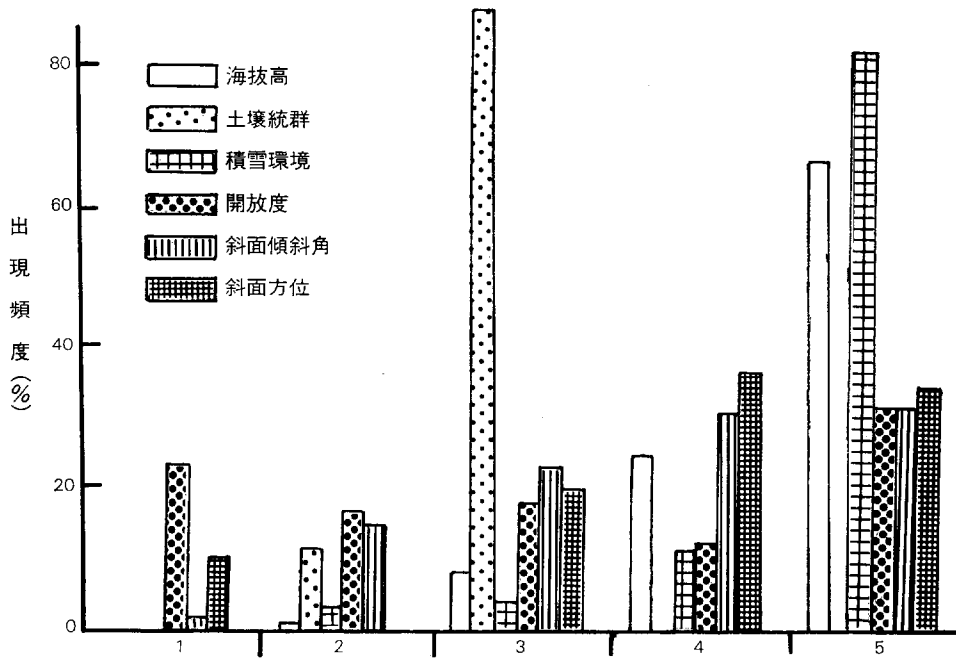


図 1. 残雪の多い地点における要因別配点分布

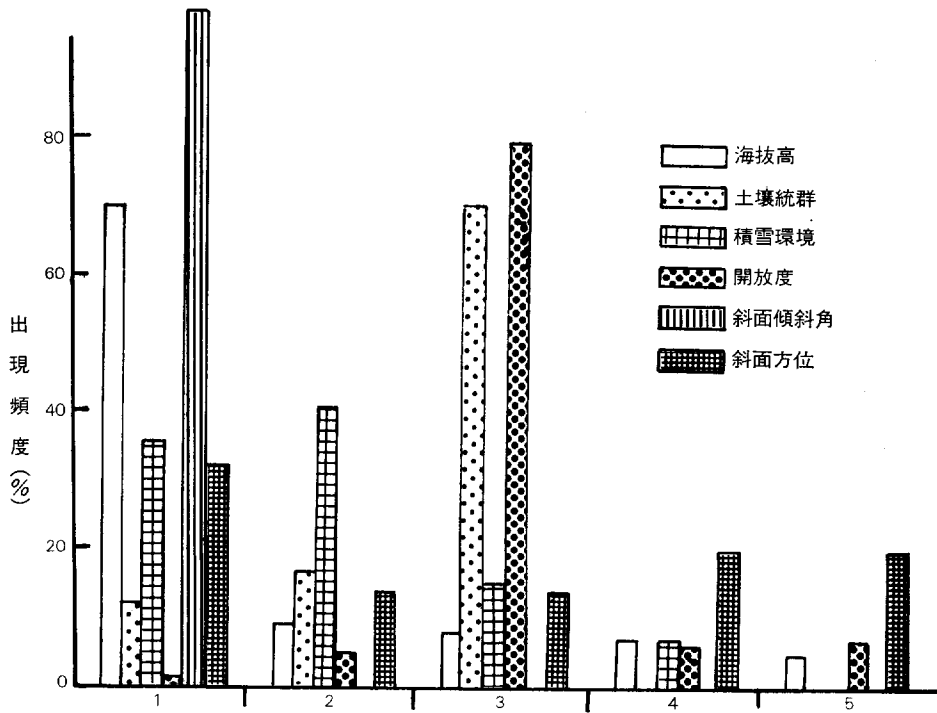


図 2. 消雪の早い地点における要因別配点分布



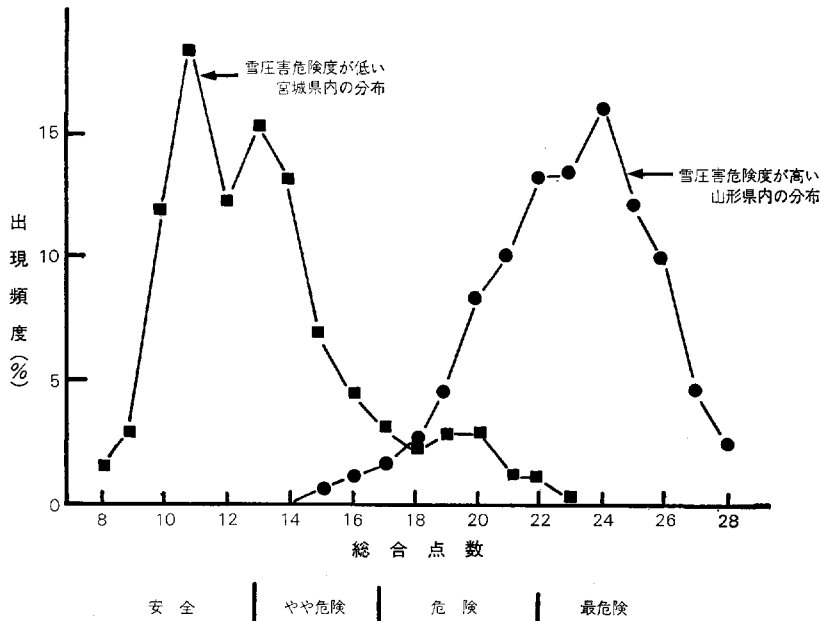


図 3. 総合点数の分布と雪圧害危険度区分

### III 雪圧害危険地帯区分図の作成

II-2-1で述べた方法により、1 km<sup>2</sup>のメッシュ（1/20 万縮尺の 5 mm 方眼）ごとに 6 環境要因データを整理し、表 4 の配点区分にしたがって総合点数を求めた。

これらの総合点数を直接図化することは困難であることと、精度の問題や利用上の問題もあることから、雪圧害危険地帯を危険度からみて安全地帯・やや危険地帯・危険地帯・最危険地帯の 4 段階に区分して図化することとした。

地帯区分の基準は、雪圧害危険度の高い地点と雪圧害危険度の低い地点の総合点数の分布から求めた。図 3 は、雪圧害危険度の高い山形県下で 1979 年 5 月 22 日段階に残雪が認められた 722 メッシュと、雪圧害危険度の低い宮城県下の 895 メッシュを対象として、それぞれの総合点数の頻度分布を示したものである。前者は 24 点、後者は 11 点をピークとする異なった分布を示す。両分布の交点は総合点数の最高と最低の中間となる 17～18 点である。したがって、この分布図からみると総合点数が 13 点以下を安全地帯、14～17 点をやや危険地帯、18～21 点を危険地帯、22 点以上を最危険地帯とすることが妥当であると判断した。

以上の手法によって作成した東北 6 県の雪圧害危険地帯区分図は付図-1～6 である。

### IV 東北地方のスギの雪圧害危険地帯

これらの図の内容を概略的に説明すると次のとおりにとまとめられる。

東北地方全体についてみると、中央部を南北に縦走している奥羽山脈と福島南西部から南北に縦走している越後山脈、および、西側の日本海側にある出羽山地と朝日山地、ならびに、山形と福島の県境に位置

する飯豊山地など、海拔高 1000 m 以上の高山地帯は最危険地帯が多く、危険地帯とやや危険地帯が混在している所は、青森県北部の津軽、恐山の両山地と秋田県西部の出羽山地の一部、および岩手県の東側を南北に縦走している北上山地、ならびに、福島県の東側を南北に縦走している阿武隈高地である。安全地帯は各県の主要都市が存在する大館、横手、鷹巣、北上、新庄、山形、米沢、福島、郡山などの各盆地と青森、能代、秋田、庄内の各平野、および日本海沿岸と太平洋沿岸、陸奥湾沿岸、三本木原台地などである。なお各県別に細部について述べると下記のとおりである。

① 青森県：最危険地帯は県南部の白神山地、西津軽郡地方、岩木山塊、奥羽山系の十和田、八甲田地帯に多く、危険およびやや危険地帯は下北半島の恐山と津軽山地や下北丘陵地帯で、安全地帯は上北郡の太平洋沿岸と弘前市を中心とする津軽平野、ならびに青森平野と三本木原台地である（付図-1）。

② 秋田県：最危険地帯は県北部の白神山地と森吉山、奥羽山脈の八幡平、駒ヶ岳、和賀岳、栗駒山、高松岳、鳥海山などの高山地帯、太平山地の太平山、馬場見岳と神室山地の神室山、三角岩山に多い。危険地帯は出羽山地の一部にみられ、安全地帯は県内陸部に位置する横手、大館、鷹巣などの盆地と能代、秋田平野ならびに日本海沿岸部である（付図-2）。

③ 山形県：最危険地帯は県北部の丁岳、鳥海山、神室山、および県南部と西部に位置する飯豊、朝日の両山地と、奥羽山脈の舟形山、蔵王山、および出羽山地の月山、湯殿山、葉山一帯に多い。危険地帯は出羽山地に多く、安全地帯は酒田、鶴岡などの日本海沿岸と庄内平野、ならびに内陸部の新庄、山形、米沢などの盆地である（付図-3）。

④ 岩手県：最危険地帯は県西部の奥羽山脈沿いに位置する真昼岳、八幡平、岩手山、焼石岳、栗駒山と北上山地の安家森、害鷹森、早池峰山、五葉山に若干みられる。危険地帯は北上山地に点在し、安全地帯は盛岡、北上、一の関などの内陸の北上盆地一帯と太平洋沿岸地帯に多い（付図-4）。

⑤ 福島県：最危険地帯は、県南西部に位置する越後山脈の浅草岳、朝日岳、駒ヶ岳、燧岳、帝釈山、荒海山、檜高山および県北部に位置する飯豊山地の三国岳、飯豊山、大日岳と奥羽山脈の吾妻山、磐梯山、安達太良山、大日森山、一切経山、三本槍岳、および県南西部にあたる南会津地方に多い。阿武隈高地は危険とやや危険地帯が点在し、会津盆地と喜多方市、および会津坂下は、やや危険地帯に区分された箇所が多く、安全地帯は福島、郡山盆地と太平洋沿岸地帯である（付図-5）。

⑥ 宮城県：最危険地帯は奥羽山脈の栗駒山、舟形山、蔵王山などの一部にみられる程度で、危険地帯

表 6. スギの雪圧害危険地帯区分別面積

項 目 県 名	総面積 (Km <sup>2</sup> )	区 分 面 積 (Km <sup>2</sup> )				面 積 割 合* (%)			
		安 全	やや危険	危 険	最危険	安 全	やや危険	危 険	最危険
青 森	9,614	5,552	2,679	1,183	200	57.7	27.9	12.3	2.1
秋 田	11,609	3,411	4,579	2,902	717	29.4	39.4	25.0	6.2
山 形	9,325	2,170	3,104	2,703	1,348	23.3	33.3	29.0	14.5
岩 手	15,277	5,837	5,827	2,865	748	38.2	38.1	18.8	4.9
宮 城	7,289	5,290	1,557	415	27	72.6	21.4	5.7	0.4
福 島	13,782	4,826	4,402	2,771	1,783	35.0	31.9	20.1	12.9
合 計	66,896	27,061	22,173	12,839	4,823	40.5	33.1	19.2	7.2

\* 総面積に対する区分面積の割合

も非常に少ない。内陸の都市部と太平洋沿岸地帯のほとんどが安全地帯である(付図-6)。

以上、各県別に雪圧害危険地帯区分の結果を概略的に説明したが、危険度別に区分された面積について各県別に表6に示す。東北地方全体でみると、土地の総面積は66896 km<sup>2</sup>であり、その内の森林面積は林野庁の統計<sup>14)</sup>によると47500 km<sup>2</sup>で、総面積の約70%が森林地帯であり、これ以外の約30%にあたる19396 km<sup>2</sup>は農用地や都市部の地域であることになる。すなわち、30%に相当する地帯は森林以外の安全地帯であると予想されるから、森林としての安全地帯は表6に示す安全地帯の面積割合41%から30%差引いた残りの11%程度と見込まれ、やや危険地帯を含めても44%で、残りの26%は危険あるいは最危険地帯に含まれる森林地帯である。これを県別にみると、まず森林面積の割合は各県によって多少の差があり、宮城県は59%、青森県は68%であるのに対して岩手県は78%で多い方であり、秋田、山形、福島は71%で、東北全体の森林面積割合に近い値である。ところが、山形、秋田、福島は危険、最危険地帯の面積割合が比較的多く31~44%の範囲にあり、自然環境のきびしい条件下に分布している森林面積が多いことを示唆している。実際に高海拔地帯や、積雪が多く自然条件の悪い奥地で不成績造林地がかなり見受けられ、雪圧害危険地帯区分の結果からみて、危険地帯に区分される箇所造林したことが現在の状況をもたらした原因ではないかと考えられる。

山谷<sup>15)</sup>は気候、地形、地質、土壌の各要素による環境区分をし、それに対する森林概況の把握から、将来の期待森林面積を人工林27%(1974年当時)から約2倍の52%に増加することが可能であり、それは天然林の樹種更改を意味するものであると述べている。

蜂屋ら<sup>16)</sup>は積雪深の分布から地帯区分をしている。すなわち、多雪地帯(100~250 cm)、豪雪第一地帯(250~350 cm)、豪雪第二地帯(350 cm以上)に区分し、造林対策としては、多雪地帯は普通造林地帯、豪雪第一地帯は特殊造林地帯、豪雪第二地帯は造林不能地帯としており、東北全体の面積に対するそれぞれの地帯区分面積は、多雪地帯42%、豪雪第一地帯と第二地帯は7%であると述べている。したがって、積雪深1 m以下の地帯は51%となる。

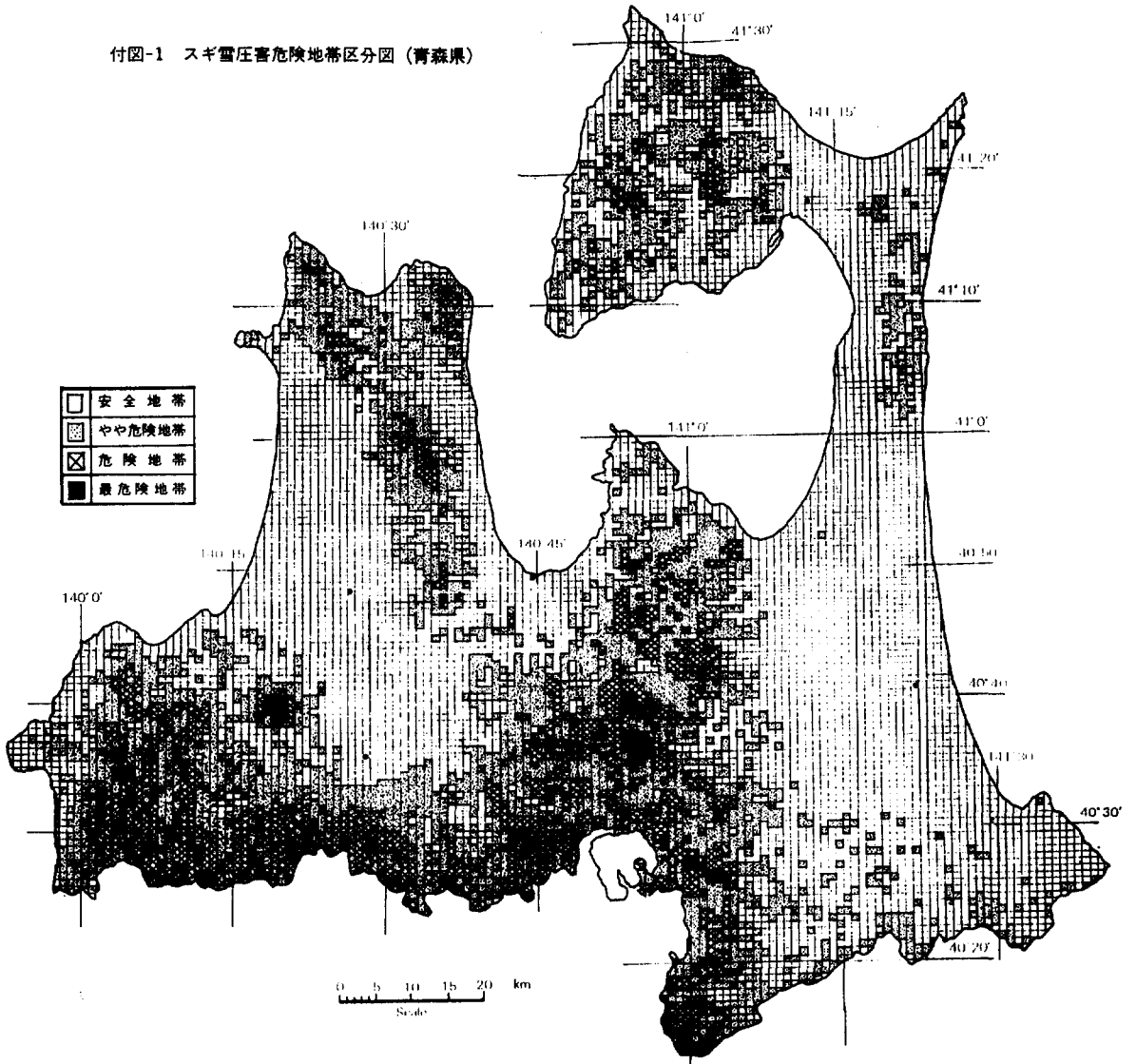
これらの結果と対比させて考えると、面積割合では多雪、豪雪地帯を合わせて49%であるのに対し、やや危険と危険、最危険地帯を合わせると約60%となり、危険と区分された箇所が10%程度多い結果になる。この原因は雪圧害に影響を及ぼす要因として、積雪深以外に斜面傾斜角、斜面方位、海拔高などの立地条件を採用したことにより、造林地の危険度を高める要因がプラスされた結果によるものと考えられる。また、普通造林地帯は、やや危険と安全地帯に該当し、特殊造林地帯は危険地帯に属し、造林不能地帯は最危険地帯に区分されていると理解しても大きな食い違いは生じないものとする。ただし、特殊造林地帯に区分される箇所については、特殊造林の技術体系が明確にされていない現状では、今後の検討課題として残される地帯であるとする。

## 引用文献

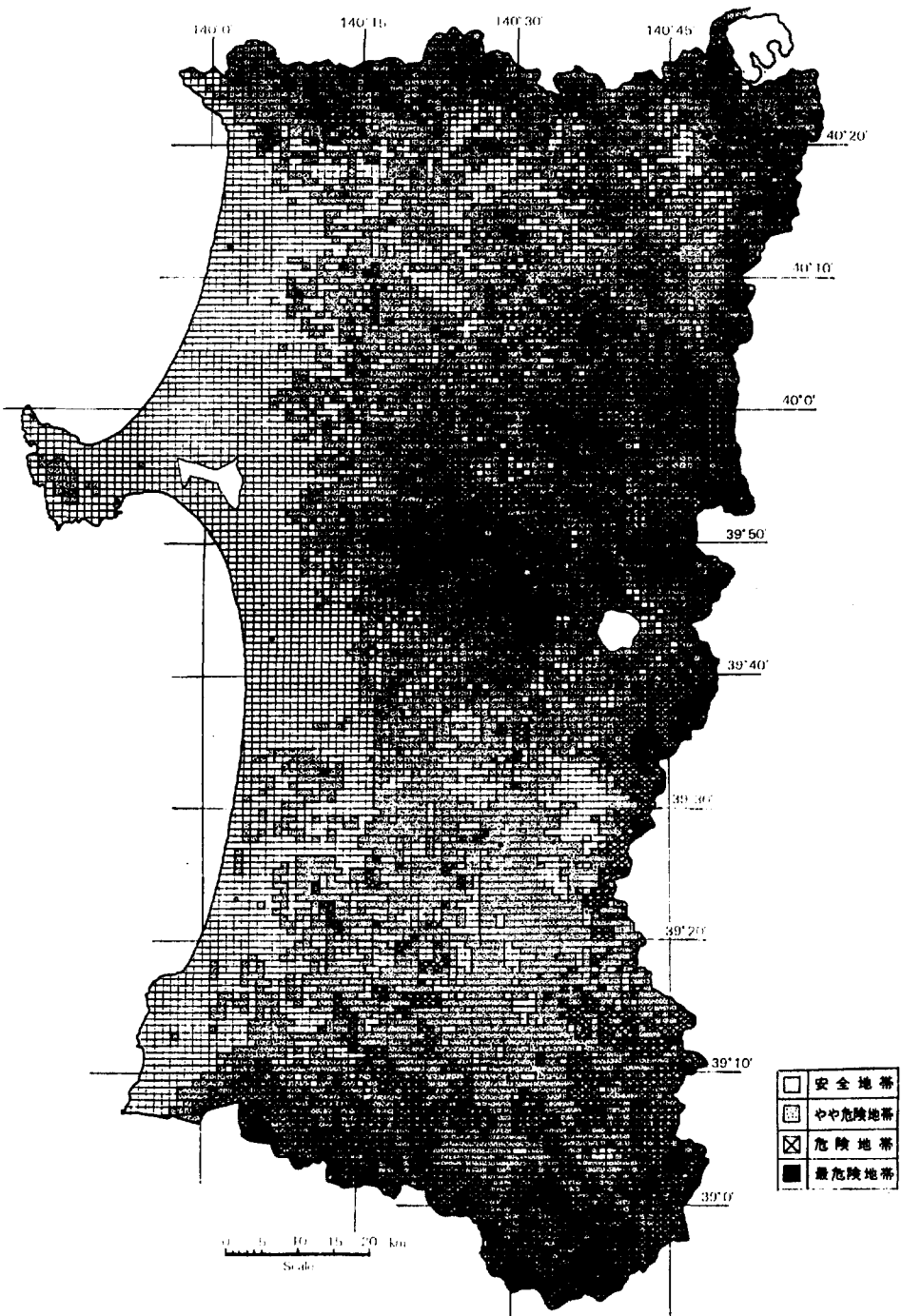
- 1) 福井県林業試験場：豪雪地帯造林推進対策調査報告書。福井県林業試験場，66 pp.，(1970)
- 2) 蜂屋欣二・古川 忠・井沼正之・片岡健次郎・栗田稔美・森麻須夫・遠田 武：豪多雪地帯の造林技術の体系化。技術開発試験成績報告書，林業試験場，73~101，(1980)
- 3) 石川政幸・小野茂夫・川口利次・渡辺成雄・大関義男：豪雪地帯のスギの生長に及ぼす積雪の影響。91回日林論，253~254，(1980)
- 4) 片岡健次郎・佐藤正平：積雪によるスギ造林木の根曲りについて(1)。雪氷，26，39~45，(1964)

- 5) 片岡健次郎・石川政幸：不安定地における積雪の移動と移動圧。日林東北支誌，22，94～99，(1971)
- 6) 片岡健次郎：東北地方の積雪環境区分の試み。林試場報，223，5～7，(1983)
- 7) 経済企画庁総合開発局：土地分類図。(青森・秋田・岩手・山形・宮城・福島の各県土壤図) 20 万分の 1 分類図，経済企画庁総合開発局，(1970～1974)
- 8) 小島忠三郎：東北地方における任意地点の平均気温の推定と温量指数および積算寒度。森林立地，12，16～24，(1971)
- 9) ————：林業を対象とした東北地方の気候図。林試研報，276，77～102，(1975)
- 10) 小坂淳一：高標高地帯の造林成績阻害要因の解明。日林東北支誌，35，54～56，(1983)
- 11) 長野営林局：豪雪地帯の造林技術(1)，人工造林の適地選定。長野営林局，54 pp.，(1975)
- 12) 中峠哲朗・北川 茂：福井県における積雪深分布の一次近似。雪氷，37，174～181，(1975)
- 13) 野表昌夫：新潟県の積雪地帯区分と造林対策，新潟県農林部，3～43，(1971)
- 14) 小野茂夫・川口利次：森林伐採が積雪からの流出に及ぼす影響。林業試験場東北支場年報，8，204～211，(1976)
- 15) 林野弘済会：林業統計要覧。林野弘済会，201 pp.，(1985)
- 16) 佐藤啓祐：裏日本多雪地の積雪環境と森林雪害。森林立地，21，10～15，(1980)
- 17) 高橋喜平：山地の積雪。雪氷の研究(I)，207～210，(1953)
- 18) 高橋喜平・片岡健次郎・小野茂夫：蔵王山の積雪について。雪氷，28，1～4，(1966)
- 19) 高橋喜平：豪雪地帯のスギの特徴。蒼林，236，28～38，(1969)
- 20) 渡辺善八：会津地方の積雪の推定。東北地域災害科学研究，昭和 45 年度，13～21，(1971)
- 21) ————：福島県積雪区分図の作製 (累年平均積雪積算値の推定による積雪分布の調査研究)，福島県積雪分布図の作製。福島県民室，1～13，(1971)
- 22) ————：栗子峠の積雪と風速。東北地域災害科学研究，昭和 49 年度，11，15～20，(1975)
- 23) 山形県立林業試験場：山形県におけるスギ良質材生産のための育林技術の組み立て。山形県立林業試験場，44 pp.，(1977)
- 24) 山谷孝一：東北地方の環境区分と林地利用。森林立地，15，12～18，(1974)

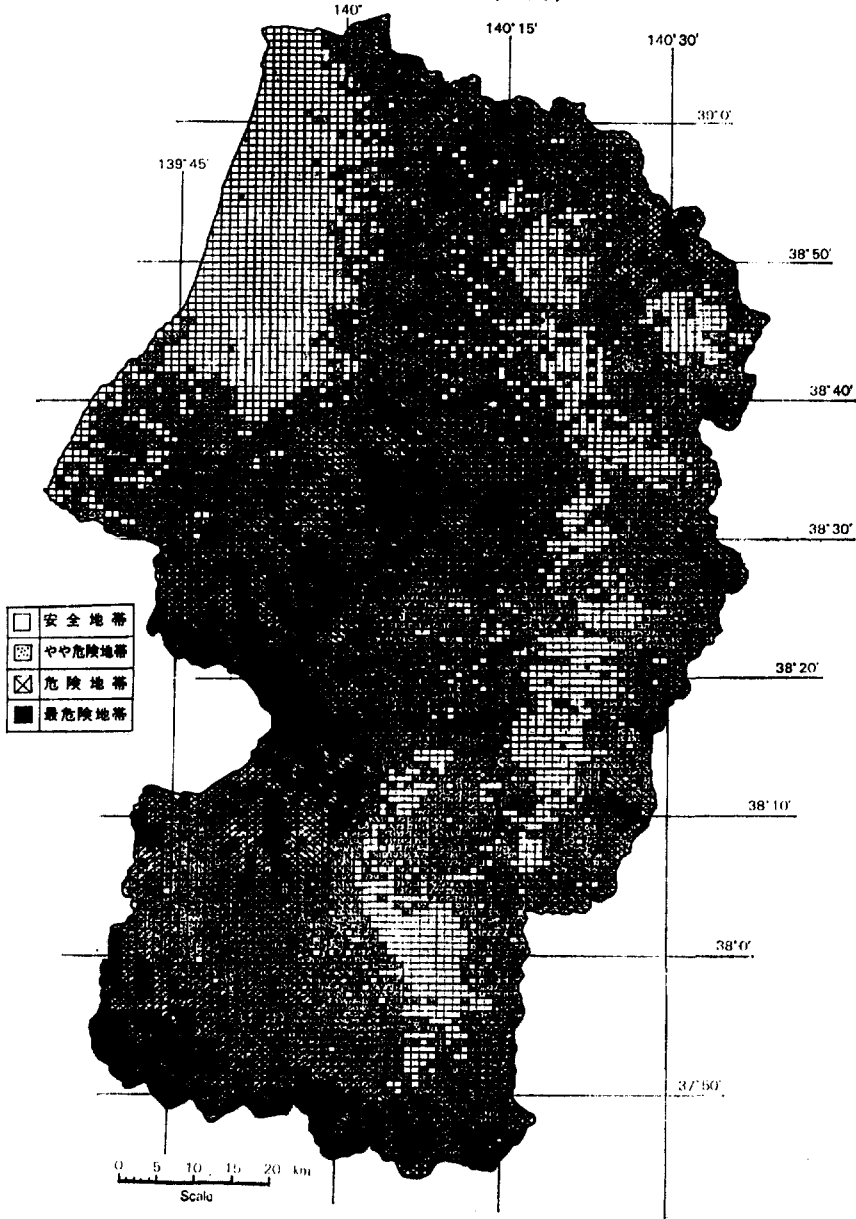
付図-1 スギ雪圧害危険地帯区分図 (青森県)



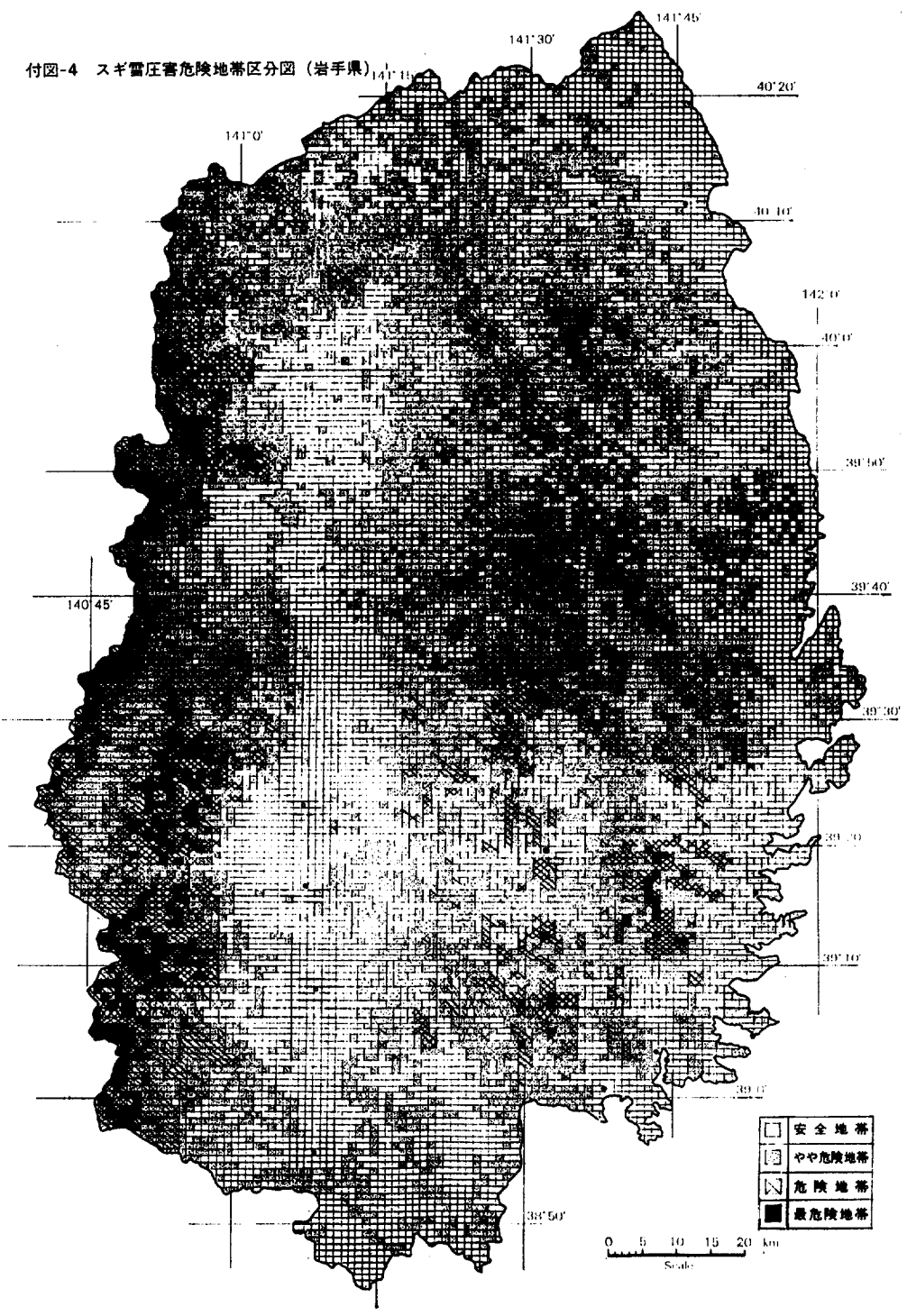
付図-2 スギ雪圧害危険地帯区分図 (秋田県)



付図-3 スギ雪圧害危険地帯区分図（山形県）

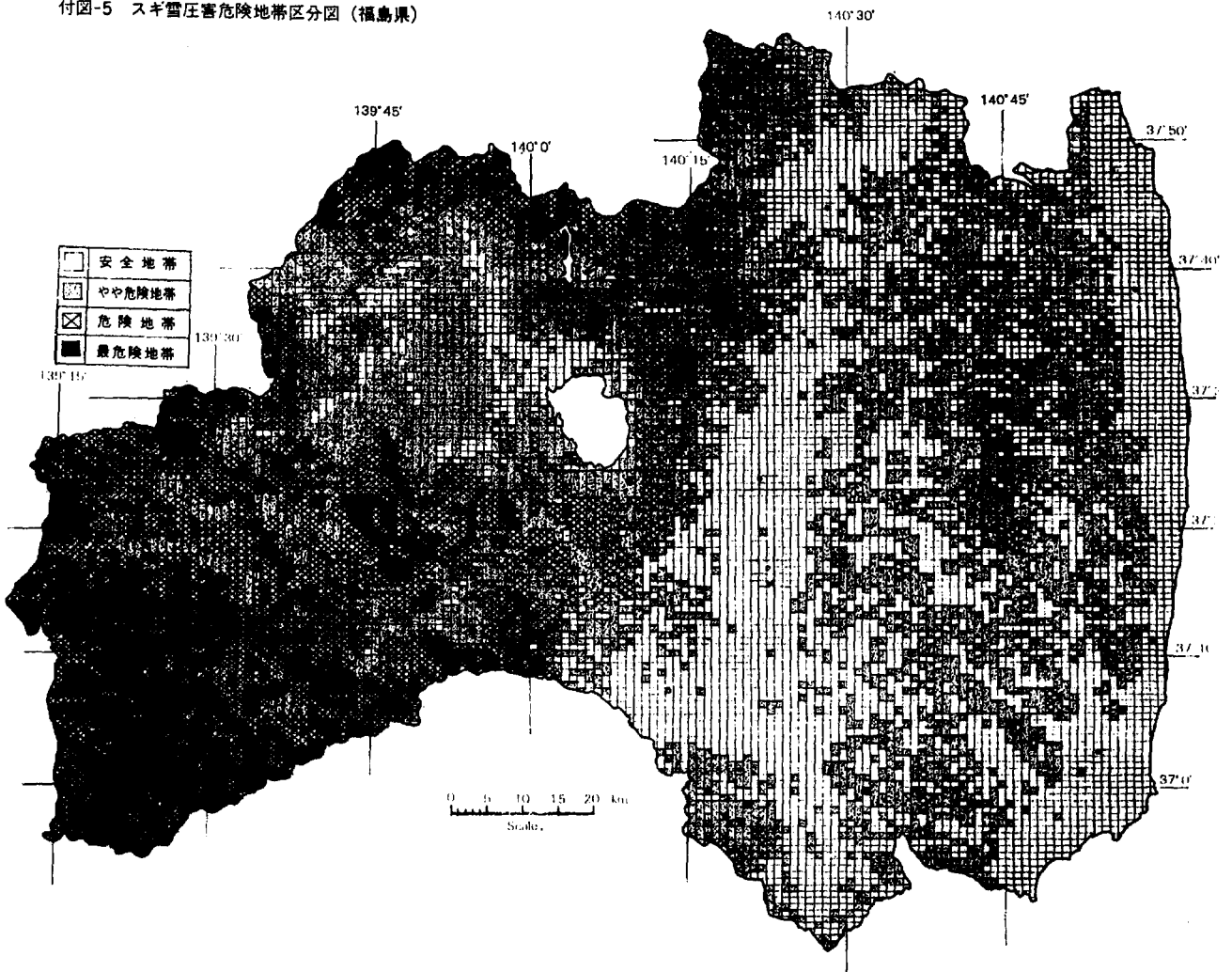


付図-4 スギ雷圧害危険地帯区分図 (岩手県)





付図-5 スキ雪圧害危険地帯区分図 (福島県)



付図-6 スギ雷圧害危険地帯区分図（宮城県）

