

# カラマツ人工林の台風被害と耐風性

水 井 憲 雄\*・畠 山 末 吉\*

Damage by the Typhoon No.15 ( 1981 ) to man—made larch  
forests with special reference to their resistance to wind

Norio MIZUI\* and Suekichi HATAKEYAMA\*

## 抄 録

昭和 56 年 8 月 23 日の 15 号台風によって北海道のカラマツ人工林は大被害を被った。十勝,上川,日高支庁管内のカラマツ人工林被害地の 20 林分について,単木および林分の被害形態や程度を調べ,単木の形質や施業方法と耐風性との関係を検討した。

1) 単木の被害形態は,全調査林分に共通して幹曲りが多く,それにつぐのが根返りであり,幹折れや傾斜の被害は少なかった。

2) 幹曲りの被害は林齢の増加や直径,樹高が大きくなるにつれ少なくなる傾向を示したが,根返りの被害はそれらと無関係に発生していた。

3) 単木の諸形質のなかで,幹曲りの被害に対する耐風性に強くかかわるのは幹の太さであり,胸高直径が大きい個体は被害を受けにくい。また,形状比や樹冠長比と単木の耐風性との関係が明瞭であったのは一部の林分に限定された。

4) 過密林分では,林内の空地から被害が拡大し,また,急激に疎開された林分や間伐後の経過年数が少ない林分は大きな被害をうけ,これらの林分は耐風性が低いことが判った。

したがって,単木および林分の耐風性を高く保持するためには,若齢期からの疎仕立によって単木の肥大生長を促進することが有効であると考えられる。

## はじめに

昭和 56 年 8 月 23 日,北海道に上陸した大型で並の強さの台風 15 号(日本気象協会北海道本部,1981)は,本道の森林に大被害をもたらした。一般民有林における人工林の被害面積は約 15,000ha に達し,激甚災害に指定された地域も多い(石井,1982)。被害人工林の樹種別比率は,カラマツが 96% であり,被害人工林の大半を占めた(北海道林務部,1981)。

カラマツ人工林の被害現地をみると,激害林分がある反面,隣接する同齢,同地形の林分でもほとんど被害をうけていない箇所,あるいは,同一林分内においても被害木と無被害木とが混在する林分も多い。これらのことは,被害の発生は風圧に依存するばかりでなく,林木の形状や林分の構造,施業経過などの違いにも起因していると考えられる。

このため,まず,十勝,上川,日高支庁管内において被害林分の実態を調べ,さらに,施業経過の違いによる林木の形状や林分構造の違いと被害の特徴との関係などを検討し,カラマツ人工林の耐風性

---

\*北海道立林業試験場 Hokkaido Forest Experiment Station, Bibai, Hokkaido, 079 - 01

[北海道林業試験場研究報告 第 22 号 昭和 59 年 12 月, Bulletin of the Hokkaido Forest Experiment Station, No.22, December, 1984]

について考察した。

なお、この報告は北海道立林業試験場造林科、土壌科、道東支場が共同で行った調査の一部をとりまとめたものである。調査にご協力をいただいた足寄町、美瑛町、平取町の各関係者および林業指導事務所の関係各位に深く感謝する。

### 調査林分の概況および調査方法

調査は昭和 56 年と 57 年に行った。調査林分の林齢は 16～31 年生である(表 - 1)。調査林分数は 20 であるが、施業と被害との関係を検討するため、各支庁管内において林齢や地形がほぼ同一な被害軽微林分と激害林分が含まれるように選定した。調査林分の斜面方位は、十勝支庁管内が南東斜面および平坦地、上川支庁管内では東斜面と平坦地、日高支庁管内が北西斜面と平坦地である。土性は十勝が主として砂質壤土、上川が壤土、日高が埴質壤土である。

調査を行った標準地は 1 辺の長さを 20m および 31.6m の方形区としたため、標準地面積は 0.04ha および 0.1ha である。1 区当りの調査本数は、林齢や林分密度によって異なり、16 本～105 本の範囲である。

調査項目は、被害形態、胸高直径、枝下高、4 方位の樹冠幅とし、一部の林分では風心高直径を測定した。被害形態は、被害程度も考慮し、次の基準により区分した。

1. 無被害
2. 幹曲り(わん曲), 20 度未満
3. 幹曲り(わん曲), 20 度以上
4. 傾斜, 20 度未満
5. 傾斜, 20 度以上
6. 根返り
7. 幹折れ

以上のほかに根切れ木もみられたが、地表面からは判別困難なものが多いため除外した。また、幹折れ木は根元、樹冠下および樹冠内の幹など被害部位は異なるがとくに区分しなかった。

表 - 1 調査林分の概況

| 調査林分<br>(No.) | 所在地<br>支庁：町村 | 林齢<br>(年) | 立木本数<br>(本 ha) | 除・間伐 |       | 平均<br>樹高<br>(m) | 平均<br>胸高直径<br>(cm) | 被害<br>本数率<br>(%) |
|---------------|--------------|-----------|----------------|------|-------|-----------------|--------------------|------------------|
|               |              |           |                | (回数) | (経過年) |                 |                    |                  |
| 1             | 十勝：足寄町       | 25        | 800            | 3    | 4     | 18              | 18                 | 55               |
| 2             | "            | 25        | 530            | 3    | 4     | 18              | 21                 | 17               |
| 3             | "            | 18        | 2,100          | 1    | 8     | 13              | 13                 | 62               |
| 4             | "            | 20        | 975            | 2    | 1     | 15              | 17                 | 87               |
| 5             | "            | 17        | 1,050          | 2    | 2     | 12              | 14                 | 60               |
| 6             | 更別村          | 18        | 1,960          | 0    | -     | 10              | 12                 | 42               |
| 7             | "            | 21        | 1,280          | 3    | 0     | 15              | 16                 | 67               |
| 8             | 上川：美瑛町       | 18        | 860            | 2    | 1     | 15              | 19                 | 74               |
| 9             | "            | 20        | 1,075          | 2    | 5     | 15              | 18                 | 33               |
| 10            | "            | 16        | 1,825          | 1    | 6     | 11              | 14                 | 75               |
| 11            | "            | 26        | 370            | 4    | 0     | 20              | 26                 | 65               |
| 12            | "            | 29        | 400            | 4    | 3     | 19              | 26                 | 28               |
| 13            | 日高：平取町       | 19        | 640            | 2    | 1     | 16              | 20                 | 19               |
| 14            | "            | 16        | 1,900          | 1    | 7     | 15              | 14                 | 93               |
| 15            | "            | 17        | 880            | 2    | 1     | 17              | 18                 | 100              |
| 16            | "            | 21        | 1,550          | 1    | 11    | 18              | 16                 | 45               |
| 17            | "            | 21        | 920            | 3    | 3     | 19              | 18                 | 21               |
| 18            | "            | 21        | 910            | 3    | 3     | 18              | 17                 | 7                |
| 19            | "            | 21        | 750            | 2    | 1     | 17              | 18                 | 93               |
| 20            | "            | 31        | 400            | 3    | 2     | 21              | 26                 | 13               |

調査林分の立木本数は、林齢により、また同齢でも間伐回数が異なるため一様でない(表-1)。平均樹高は10mから21m、平均胸高直径は12cmから26cmまでの範囲である。調査林分ごとの平均樹高や平均胸高直径の差は、林齢や地位の違いに加えて施業方法にも起因している。例えば、調査林分No.1とNo.2、また、No.16とNo.17はいずれも隣接地の同齢林分であるが、平均胸高直径に差がある。これは立木密度や間伐回数の違い、すなわち、施業方法の違いによるものと推定される。

## 結 果

### 各調査林分の被害概況

各調査林分の林分被害本数率 - 調査木全本数に対する被害木本数の比率 - は、7~100%と差がある(表-1)。これはあらかじめ被害軽微な林分と激害林分を選定したためである。調査林分の中から林分被害本数率30%以上の林分を対象に、林分被害本数率と全被害木に対する幹曲りおよび根返り被害木の本数率との関係を図-1に示した。各林分に共通して幹曲りの被害が多く、その本数率は林分被害本数率の高低にかかわらず50%以上を占めた。次いで根返りの本数率が高いが、幹曲りの本数率を上回る林分はなかった。また、幹折れや傾斜の被害は少なく、全被害木に対する比率が20%以下であらためて図示していない。

3支庁管内における根返りや幹曲りの方位は十勝が北、上川が北西、日高では北東方向の本数率が高く、地域によって異なった(図-2)。被害発生に関与した風向は、それぞれの反対方向と推定され、台風の中心域に吹き込む風向の地域的な違いに依存したようである。

全調査林分を対象にした林齢、平均樹高および平均胸高直径と各被害本数率との相関係数を表-2に示した。各因子と幹曲りの被害との間には比較的高い相関がみられるが、根返りの被害とは一定の関係がみられない。つまり、根返りの被害は林木の林齢や直径、樹高との関係が低く、これらとは別の土壌条件や根系の形態などと関連しているものと考えられる。

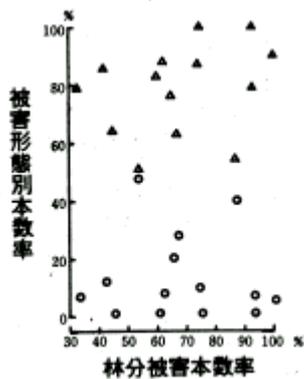


図-1 各調査林分における林分被害本数率別の幹曲りと根返り被害の本数率  
 △ : 幹曲り  
 ○ : 根返り

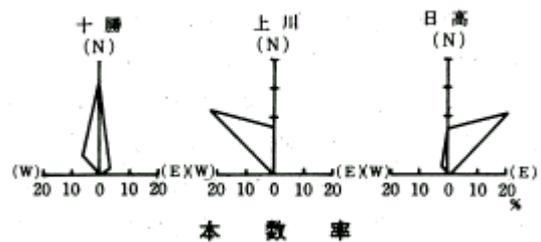


図-2 3支庁管内の調査林分における幹曲りや根返り方位の本数率

### 単木の形質と被害

単木の形質と被害発生との関係は、各林分に共通的に多かった幹曲りの被害について検討した。

調査林分のなかから無被害木と幹曲り木が混在する7林分を選び、同一林分内における単木の胸高

表-2 各被害の本数率と林分因子との相関係数

| 林分因子   | 全被害   | 幹曲り   | 根返り   |
|--------|-------|-------|-------|
| 林 齢    | -.517 | -.619 | .167  |
| 平均樹高   | -.374 | -.454 | -.069 |
| 平均胸高直径 | -.403 | -.449 | -.041 |

表 - 3 各林分における幹曲りの被害程度と単木の形質との相関係数

| No. | 胸高直径  | 樹高    | 形状比   | 樹冠長比  | 風心高   | 樹冠面積  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1   | -.212 | -.241 | .009  | -.190 | -.009 | -.210 |
| 6   | -.349 | -.303 | .290  | -.018 | -.209 | -.253 |
| 8   | -.244 | -.434 | -.173 | .369  | -.626 | -.112 |
| 11  | -.251 | -.491 | -.217 | -.163 | -.283 | -.371 |
| 14  | -.401 | -.286 | .277  | -.243 | -.156 | -.338 |
| 15  | -.253 | -.196 | .153  | -.171 | -.152 | -.111 |
| 16  | -.618 | -.594 | .508  | -.536 | -.289 | -.482 |

直径，樹高，形状比（樹高 / 直径 × 100），樹冠長比（樹冠長 / 樹高 × 100），風心高（樹冠長 × 1/3 + 枝下高），樹冠型を円錐と仮定し，その側面の樹冠型投影面積（樹冠幅 × 樹冠長 × 1/2）などと幹曲り被害との単純相関を求めた。被害程度の区分は，先に述べた区分よりさらに細かく，幹曲り 20 度未満，同 20 度以上 45 度未満，同 45 度以上とした。

### 1. 直径・樹高

表 - 3 に示した直径および樹高と幹曲り被害との相関係数は，調査林分 No.16 のように高い林分もみられるが，全林分で必ずしも高くない。しかし，各形質と被害とは全林分に共通して負の関係を示している。すなわち，幹曲りの被害は胸高直径や樹高が大きいくほど発生しにくく，逆に生長の不良な下層木などが被害を受けやすい傾向を示した。

図 - 3 に，林分被害本数率 30% 以上の林分について，平均胸高直径と全被害木に対する幹曲り木の本数率との関係を示した。対象林分数は 14 であり，平均胸高直径は 1 林分を除きいずれも 20 cm 以下である。ただし，各林分の林齢にはやや差がある。幹曲りの被害本数率は，ここでも直径が小さければ高く，直径が大きいくほど低い傾向を示している。また，林分被害本数率が 30% 未満のため除外した 6 林分は，4 林分が胸高直径 20 cm 以上で，2 林分は 17 cm と 18 cm であり，平均胸高直径の大きい林分が多い。一方，各林分の幹曲りの本数率を 2 cm 毎の直径階別に算出した結果，胸高直径 20 cm 未満の直径階では 50% 以上の高い率に達する林分が多かった。しかし，胸高直径 20 cm 以上では 50% 以下になり，さらに，24 cm を越えると著しく低い。また，大きな直径階の林木は激害木（被害形態 3）も少なかった。幹曲りの被害は直径の増大につれ減少し，被害程度も軽くなることが明らかである。

つぎに，幹曲り木の風心高(玉手，1967)の直径と幹の細り度を図 - 4 に示した。図には比較のため無被害木と幹折れ木も示している。ここで求めた幹の細り度は，風心高直径と胸高直径の比を両部位間の長さで除した値であり，その値が大きいくほど細った木である。幹曲り木は無被害木や幹折れ木より明らかに細っており，かつ，風心高直径が小さい。また，胸高から風心高までが完満な木は，風心高直径が大きければ無被害であり，風心高直径のやや小さい木は幹折れとなっている。したがって，幹曲りの被

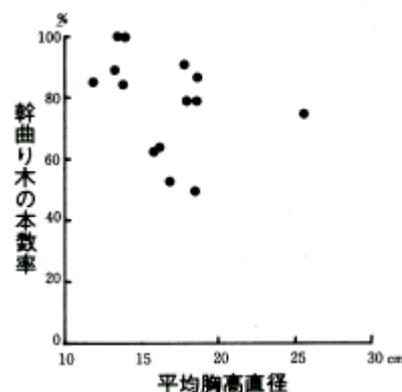


図 - 3 各調査林分の平均胸高直径と幹曲り本数率との関係

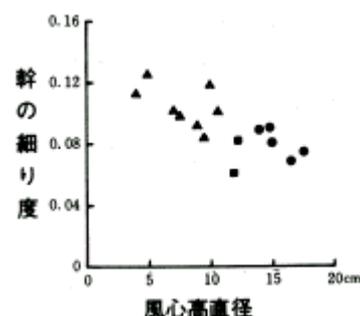


表 - 4 幹の細り度と風心高直径による被害形態の違い  
○：健全，△：幹曲り，□：幹折れ

害に対する林木の耐風性は、胸高直径および風心高直径が大きく、完満な木ほど高いといえよう。

樹高と幹曲りの被害との間には、やはり負の関係があり(表 - 3), 林分内において樹高が高い林木ほど被害は少ない傾向がみられる。これは、林木の相対生長関係によるもの、つまり、樹高が高くなるにつれ直径も大きくなるのが一般的であるから、直径に大きく依存したものと考えられる。したがって、樹高が単独で林木の耐風性を左右するとは考えにくい。

## 2. 形状比・樹冠長比

形状比および樹冠長比と幹曲りの被害との間の相関係数は、林分によって正や負の関係があり、一定の傾向を示さない(表 - 3)。しかし、なかには相関係数が高い林分もあるため、さらに検討を加えた。

図 - 5 に、各林分の無被害木と幹曲り木の平均形状比を対比させた。各林分の平均形状比は 70 から 120 までがあり、林分によって異なる。これは、林分の疎密度と関連し、一般に、疎な林分ではその値が小さく、密な林分では大きい。図 - 5 によると、形状比の大きな林分では幹曲り木の平均形状比が無被害木のそれより大きかった。しかし、形状比が 100 以下の林分では無被害木と幹曲り木の形状比にはほとんど差がなかった。すなわち、無間伐林分などの形状比の著しく大きい林分以外は、形状比から林木の耐風性の差を見出すことができない。

図 - 6 は、各林分の無被害木と幹曲り木の平均樹冠長比を対比したものである。無被害木の平均樹冠長比が幹曲り木のそれより明らかに大きい林分は 7 林分で、6 林分はほとんど差がなく、3 林分は幹曲り木の平均樹冠長比が大きかった。樹冠長比の場合も全調査林分で無被害木の値が必ずしも大きくない。ただし、樹冠長比が著しく小さい林分では幹曲り木の値が無被害木のそれを上回ることはなかった。樹冠長比の小さい木は通常、過密林分に多く、樹冠は幹の梢端部に偏在している。これらは葉量が少ないために胸高直径が小さく、しかも風圧の中心となる風心高の直径も小さい。したがって、幹曲りの被害がより発生しやすいものと考えられる。

単木の耐風性を低下させないために、形状比を著しく大きくしないこと、樹冠長比を著しく小さくしないような施業は必要である。しかし、両形質から単木の耐風性を判定できるのは、限られた林分についてである。

## 3. その他の形質

風心高と幹曲りの被害との間の相関係数は低いが、負の関係を示し(表 - 3), 風心高が低いと被害をうけやすい傾向がみられる。これは、先に述べた風心高直径の小さい木や樹冠長比の著しく小さい木に被害が発生しやすいことと矛盾する。風心高の絶対値は下層木では低く、上層木では高い。下層木に被害が発生しやすいのは、はすでに述べたとおりであり、風心高と被害との間に負の関係があるのはこのためと考えられる。したがって、風心高が直接的に

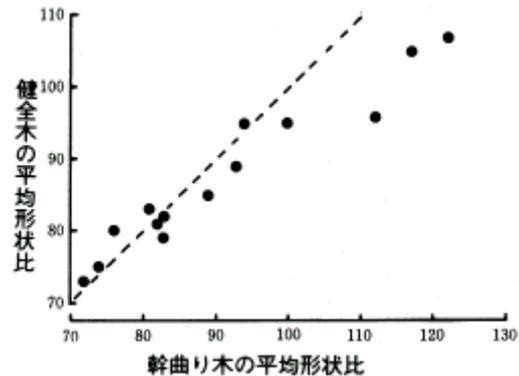


図 - 5 各調査林分における健全木と幹曲り木の平均形状比の対比

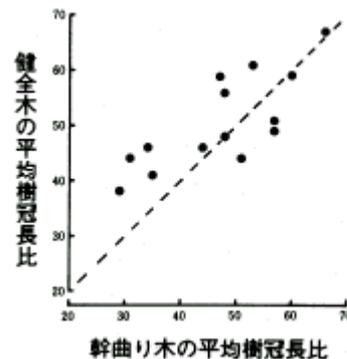


図 - 6 各調査林分における健全木と幹曲り木の平均樹冠長比の対比

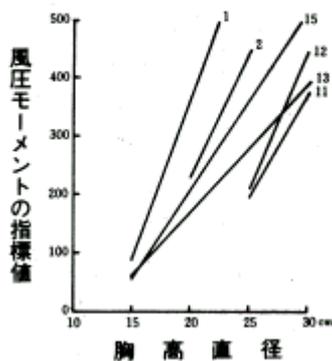


図 - 7 各調査林分の風圧モーメントの指標値と胸高直径との間の回帰直線  
注：添数字は調査林分

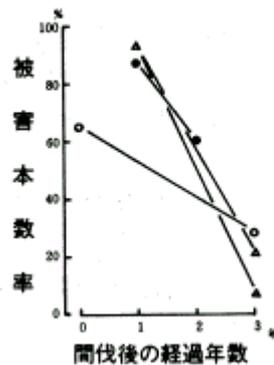


図 - 8 間伐後の経過年数の違いによる被害本数率の差  
：足寄地区，：美瑛地区，：平取地区

単木の耐風性を左右するとはいえない。

一方、樹冠面積と幹曲りの被害との間には、やはり負の関係がみられ、樹冠面積が小さいほど被害をうけやすい傾向があるが、いずれの林分も低い値である。樹冠面積の小さい木は大きい木よりも風圧は小さいはずである。それにもかかわらず被害が発生しやすい。樹冠面積と胸高直径との間には高い正の相関があり、樹冠面積の小さい木は直径が小さい。また、樹冠が幹の梢端部に偏在し、幹曲りを生じさせる風圧モーメント(玉手, 1967)は小さくならないことと考えられ、これらに起因して被害が発生しやすいのであろう。

樹冠面積に風心高を乗じた値、これを風圧モーメントの指標値とすると、この値は直径が増すにつれ大きくなる(図 - 7)。それにもかかわらず、直径の増大につれ被害が少なくなるのは幹の支持力が指数関数的に大きくなるため(鎌田, 1956, 玉手, 1965)、風圧モーメントの増加以上に耐風性は高まるものと考えられる。

ここで述べた風心高や樹冠面積の指標も単独では耐風性と関連づけることが難しい。幹曲りの被害は、幹の支持力、すなわち直径の大きさに強く依存し、それに伴って異なる各形質が相互に関連して発生しているといえよう。

### 林分施業と被害

ここでは、特定の被害木に限定せず、全被害木を一括して取り扱う。

#### 1. 間伐後の経過年数・相対幹距比

間伐後の経過年数の違いによる被害発生率の差は、3支庁管内から、林齢や林分密度および地形などが大きく変わらない比較可能な林分をそれぞれ選定して検討した。

図 - 8 によると、間伐直後の林分と間伐後3年を経過した林分(調査林分 No.11 : No.12)では、3年を経過した林分の被害本数率が低い。間伐1年後の林分と2年後の林分(調査林分 No.4 : 5), 同じく1年後の林分と3年後の2林分(調査林分 No.19 : 17, 18)でも同様に間伐後の経過年数が長いほど被害は少ない傾向がある。

一方、間伐後1年以内の林分について、被害発生時の相対幹距比(長野営林局, 1977)と、伐根数から間伐前の林分本数を算出して間伐前の相対幹距比を求めた。その差と林分被害本数率との関係を図 - 9 に示した。図にプロットした各林分は間伐後1年

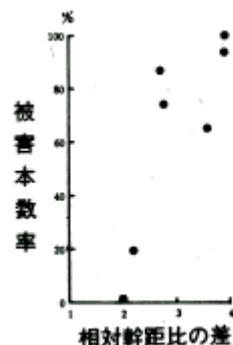


図 - 9 間伐前後の相対幹距比の差と被害本数率との関係

以内の林分である。各林分は地域や林齢が異なるため厳密な評価とはいえないが、間伐前と後の相対幹距比の差が大きい林分、すなわち、強度な間伐が行われた林分ほど高い被害本数率となっている。

したがって、間伐直後林分や強度に間伐された林分は被害量が大きく、耐風性が低いといえる。

### 2. 収量比数・疎仕立林分

間伐後2年以上を経過した林分について、収量比数と激害木（被害形態3, 5, 6, 7）の本数率との関係を図-10に示した。収量比数が大きいくほど激害木本数率は高い傾向がある。そして、激害木本数率の高低は収量比数0.7を境にしているようである。

つまり、疎仕立林分は密仕立林分より被害が少なかった。一方、間伐後1年以内の林分は収量比数が0.7以下であるが、激害木本数率に高低があり、収量比数との間に一定の傾向がみられなげ。これは、間伐後の経過年数が短いことや間伐程度の違いなどが強く関与したためと考えられる。

つぎに、疎仕立林分の耐風性であるが、生育段階の早い時期から逐次立木本数を減らし、被害が少なかった典型的な例がある。調査林分No.1とNo.2は、十勝支庁管内足寄町の同齢で隣接する同地形林分である。両林分は、除伐を含む間伐回数が3回、最終間伐年は台風被害の4年前で、いずれも施業時期は同じである。ただし、立木本数が異なる。両林分において伐根数と生立本数から算出した間伐前と被害発生時の立木本数は調査林分No.1が1,060本と800本である。これに対してNo.2は820本と530本であり、No.1より少ない。両林分のその前の間伐はさらに5年前であるから、調査林分No.2はNo.1より少なくとも9年前から低密度で育成され、平均直径も2.3cm大きい。このNo.2林分の被害本数率は、No.1林分の約1/3であり、しかも、単木の被害程度が軽微であった。疎仕立林分は明らかに耐風性が高いことを示している。

### 3. 間伐方法

日高支庁管内平取町において、昭和48年と53年に間伐を行った昭和53年植栽の間伐方法別試験地（佐藤・野口, 1979）の台風被害状況を調べた。調査を行った試験区は、定性的な下層間伐区、列状間伐区、無間伐区と、これらに隣接する一般施業林分である。最も被害が少なかったのは定性的な下層間伐区であり、ついで列状間伐区であった（表-4）。一般施業区は壊滅的な被害をうけ、被害本数率は無間伐区よりも高い。この区は、他の試験区よりも間伐回数が1回少ないにもかかわらず立木本数は最も少ない。しかも、台風が来襲する1年前に間伐が実施され、また、急激な林冠疎開が行われた。これらのことが他の間伐区や無間伐区より激害をうけた大きな原因と考えられる。定性的な下層間伐区と列状間伐区の両区には、被害本数率に大きな差はないが、列状間伐区には幹曲りの被害に加えて幹折れが発生していた。これは、生立木に小径木が含まれること、間伐列に沿って風が侵入しやすいことなどに関連していよう。

以上のように、間伐方法の違いによる被害の差は明確でない。しかし、適正な時期に間伐された林分は、無間伐や間伐が遅れた林分より被害が少なく、耐風性が高いことを示していよう。

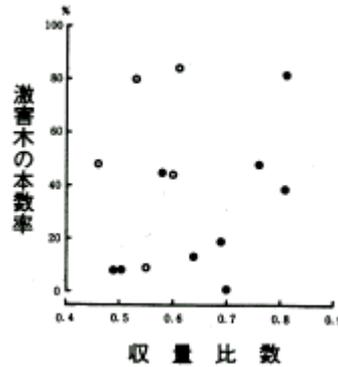


図-10 激害木の本数率と収量比数の関係  
○：間伐後1年以内，●：間伐後2年以上

表-4 間伐試験地の被害状況（平取町）

| No. | 間伐方法 | 被害形態別本数率 (%) |     |    |     |     |
|-----|------|--------------|-----|----|-----|-----|
|     |      | 無被害          | 幹曲り | 傾斜 | 根返り | 幹折れ |
| 16  | 無間伐  | 54           | 29  | 2  | 5   | 10  |
| 17  | 定性間伐 | 93           | 5   | 2  | 0   | 0   |
| 18  | 列状間伐 | 80           | 12  | 0  | 0   | 8   |
| 19  | 一般施業 | 7            | 73  | 0  | 7   | 13  |

## 考 察

台風による森林被害の多少は風圧に大きく依存し、風圧が林木自体の耐風性を越えるとさまざまな被害が発生する。林木の耐風性は樹種によって異なる、(玉手, 1967, 梶・畠山, 1982)が、今回発生したカラマツの各被害がどの程度の風圧によって発生したのかは、被害現地の風速を把握できないため明らかでない。

単木の被害形態が異なった原因を林木の側から分類すると、二つのタイプに分けられる。その1つは幹の支持力に起因して発生する幹曲りや幹折れの被害であり、もう1つは、根系の支持力に起因する根返りや傾斜の被害である。両タイプの被害は相互に関連して発生するらしく、一方の支持力が大きい場合、支持力の小さい他方の被害が発生するものと考えられる。したがって、単木本来の耐風性は両支持力の大きさによって判定しなければならない。しかし、地上部と地下部を総合した耐風性はきわめて複雑であり、現地調査の結果では言及することができない。ここでは、幹曲りの被害に限定し、その発生状況と単木の形質との関係から、耐風性の違いを見出そうとした。しかし、いくつかの単木の形質はそれぞれが一部の林分では被害発生に関与するものの、無関係であることも多かった。全調査林分において被害との間に比較的高い関係を示したのは直径と樹高である。ところが、樹高からは単独で単木の耐風性を高める要素がみあたらない。これは、むしろ生育段階の進行に伴うもので、樹高が高くなるとともに増大する直径に大きく依存していることが考えられる。また、形状比や樹冠長比の違いも一部の林分を除くと明らかな被害の差はみられなかった。このことも直径の大きさに左右されるためと考えられ、木の大きさを考慮せずに単に、両形質から単木の耐風性を論議することはできない。風心高は低いほど被害が発生しやすい傾向を示した。これは、下層木に被害が多かったことを反映したものと考えられる。したがって、直径の大きな木において、風心高が低いほど被害が発生しやすいことではない。一方、樹冠面積と被害との関係をもみても、樹冠面積が大きくなることによる風圧の増大よりも直径の増大にともなう幹の支持力の高まりが大きいらしく、やはり、直径が関与する。

以上のように、幹曲りの被害に対する単木の耐風性は直径との関連が大きく、直径が大きくなるほど耐風性は高くなるといえる。したがって、単木の耐風性は直径の大きさが1つの指標になるから、台風被害を軽減するためには、林木の肥大生長を促進することが重要であろう。

林分としての耐風性は、過密であっても疎すぎても低いといわれる(高橋ら, 1968)。今回の調査においても過密林分は被害本数率が高かった。しかし、過密林分は林冠が閉鎖されているため林内に空地がなければ被害は発生しにく。つまり、単木の耐風性は低いが林分としての耐風性は高い。ところが、林内の一部に被害が発生すると壊滅的な被害に拡大する。無間伐林分などでは各所にこの傾向がみられた。一方、林分が疎であるために大きな被害が発生したのは間伐後1年以内の林分や強度な間伐が行われた林分であった。いずれも林内に強風が吹き込んだためと考えられる。しかし、比較的疎な林分であっても間伐後2~3年を経過すると被害は少なかった。これは樹冠の回復に伴い林分や単木の耐風性が高まったことによるものと考えられ、疎仕立て林分が必ずしも耐風性が低いとはいえない。したがって、台風被害に対して、間伐遅れ林分などを急激に疎開することは危険であるが、若齢期からの疎仕立保育は単木および林分の耐風性を高める施策として有効であると考えられる。

間伐方法の違いによる耐風性の差は、調査事例も少ないため明瞭でない。しかし、すでに述べてきた単木や林分の耐風性から間伐方法について考えると、下層間伐は台風被害をうけやすい小径木が伐採されうが、生立木の径大化には大きな効果がない(菊沢, 1981)。列状間伐や上層木のみの間伐は林内に空地をつくり、さらに被害をうけやすい木が多く残るなど、耐風性が高いとはいえない。台風被害の発生は突発的なものであるが、万一に備えて常に単本および林分の耐風性を高く保持しなければならない

い。そのためには、林内に大きな空地をつくらないことを原則に、若齢期からの疎仕立によって単木の肥大生長を促進し、さらに、主伐時に収穫を期待する木が定められる時点では、それらと樹冠競合する木の間伐を弱度に繰り返すことが有効であると考えられる。

## 文 献

- 石井宏 1982 北海道民有林の風雪害とその対策．山林 9：18 - 24
- 北海道林務部 1981 昭和 56 年度北海道林業経営協議会森林風害対策部会議事録.210P 北海道林務部．
- 梶勝次・畠山末吉 1982 グイマツとカラマツとの種間雑種の耐野兎性と耐風雪性．北海道の林木育種 25：6 - 11．
- 鎌田正之 1956 なだれに対する林木と杭の強度について．雪氷 21：12 - 15．
- 菊沢喜八郎 1981 カラマツ林の間伐効果．山づくり (273)：2 - 4．
- 長野営林局 1977 間伐実施要領とその解説．34P 長野営林局．
- 日本気象協会北海道本部 1981 北海道の気象．25：151P．
- 佐藤順市・野口一治 1979 カラマツ人工林の間伐効果について．昭和 53 年度道林研論 155 - 156．
- 高橋亀久松・本木茂・笹沼たつ 1968 昭和 41 年台風 26 号による森林の風害．日林誌 50：75 - 78．
- 玉手三葉寿・櫻山徳治・笹沼たつ・高橋亀久松 1965 立木引き倒し試験．日林誌 47：210 - 213．
- 玉手三葉寿 1967 森林の暴風害とその防除法．林業技術 (367)：21 - 25．