

# スギの梢端折れについて

## 発生の一事例

平 英彰\*, 嘉戸 昭夫\*

### The Break of Stem Tip of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) by Snow-load

TAIRA Hideaki\*, KATO Akio\*

The break of stem tip of sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) was observed from the 23rd of January to the 1st of February in 1984. The snow mass like a bowl developed on the top of crown, and it was kept for 9 days. The break of stem tip was recognized when the snow mass had melted. When the snow mass developed on the tree crown, the temperature changed from plus to minus, and there were 23cm snow fall in a day. After that, the temperature was kept around 0°C for 8 days and snow fall continued every day. The top of the crown leaned largely by snow load and the snow piled up on the leaning stem and the tip of stem covered with snow. The snow mass on the tip of stem and under part of them joined each other and developed into the snow mass. It was estimated that the tip of stem was broken when the snow shrank by transformation of snow.

1984年1月23日午前8時10分頃、杉の樹冠上部におわんをかぶせたような雪塊が発達していた。そして、それが約9日間保持され、2月1日その雪塊がとけて落ちたときに梢端が折れていることが確認された。樹幹上部に異常な雪塊が発達したときの降雪条件は、気温がプラスからマイナスに変化し、その間に約23cmの降雪があった。その後、気温は低温下で推移した。樹幹の変形過程を観察すると、冠雪が発達していく過程で梢端部は着雪によって大きく傾き、傾いた幹にさらに雪が積もって梢端部は下垂し、梢端部についている雪塊と下部の雪塊が融合し、梢端部は折りたたまれるような状態で大きな雪塊の中に埋もれた。その後、低温が続いたため、新雪がしまり雪に変化し、その時の雪の収縮に伴って梢端が折れたものと推定される。

### 1. はじめに

雪がスギの樹冠に付着し、その荷重に幹が耐えられずに折れたり、曲がったりする現象は、冠雪害と呼ばれている。その主な形態は梢端折れ、幹折れ、幹曲がり、根返りなどに分類されている<sup>1)</sup>。それらの中で、幹の先端から2 m前後の部位で折れる現象は梢端折れと呼ばれており、林分内の優勢木や林齢の高い大径木に多く発生する<sup>1)</sup>。幹折れは、林齢20~30年生前後で平均胸高直径20~30cmの比較的形狀比の大きい林分に多発し、壊滅的な打撃を与える<sup>1)</sup>。幹曲がり、根返りは主に樹高5 m前後の埋雪期を抜出した若い林分に発生している<sup>1)</sup>。中谷ら<sup>2)</sup>は、冠雪害は長柱が偏心圧縮を受けて破壊するのと同じ現象であるとみなし、幹折れに要する冠雪荷重を計算している。また、嘉戸ら<sup>3)</sup>は、根系の支持力が冠雪荷重下の立木の耐力に及ぼす影響を検討した。そして、立木の根返りと幹折れに要する荷重をそれぞれ計算し、両者を比較することによって、幹に冠雪荷重が加わった場合、折損部位高は荷重点の直径と根元、又は胸高直径の比によって決まることを明らかにしている。しかし、スギの梢端折れの発生について観察した例は極めて少ない<sup>4)</sup>。筆者らは、偶然スギ梢端折れの発生過程について観察したので、その概要を報告する。

### 2. 梢端折れの発生した林分と観察方法

梢端折れの被害は1984年1月22日から同年2月1日にかけて、富山県林業試験場周辺のスギ林分において発生した。梢端折れが発生したのは、傾斜23°の南向き斜面に生育している35年生林分の内、胸高直径23cm、樹高16mの個体と傾斜15°に北向き斜面に生育している45年生林分の内、胸高直径37cm、樹高17mの2個体である。いずれの個体も林縁に位置し、35年生林木の胸高直径は周囲の林木10本の平均胸高直径23cmとほぼ等しく、45年生林木の場合は平均胸高直径の28.2cmより大きく、優勢木であった。

被害の発生過程の観察は、1月22日の降雪によって樹冠に冠雪が発達した以降、梢端折れの発生が確認された2月1日まで毎日肉眼で観察した。それと同時に、富山県林業試験場構内で片岡ら<sup>5)</sup>と同じ方法で、鉄の円筒12個に4 mの長さに伐採したスギをさし込み、その下に自動記録計に接続させたロード

セルを置いて冠雪荷重を1時間ごとに測定した。そして、ストロボに連動させた8ミリカメラで5分おきにそれらの中の3本について冠雪が発達していく過程を撮影した。また、降雪強度を調べるために0.9×0.9m<sup>2</sup>の板上に積もる雪の重さを、自動記録計に接続させたロードセルを用いて測定した。

### 3. 結果と考察

梢端折れが発生した前後における富山県の気象条件の概要についてみると、1984年1月21日には冬型がゆるみ、曇りで一時晴れ間が広がった。22日から23日にかけて南東にのびる深い気圧の谷が通過した後、日本上空に寒気はいりこみ強い冬型の気圧配置となり、22日から29日まで連日雪が降り続いた(図-1)。降雪は1月22日16時より始まり、翌朝9時までに23cmの積雪があった。1m<sup>2</sup>の板上に積もった積雪荷重の4時間ごとの変化をみると、16時から積もり始めた雪はしだいに増加し始め1月23日午前0時から4時にかけて急増している。そして、1月23日の午前8時から12時にかけて一時降雪はやんだ(図-2)。冠雪荷重を測定した12個の内、8ミリカメラでその冠雪状況を写した枝葉乾重7.2kgの個体に付着した冠雪荷重を検討すると、荷重は降雪と同時に増加し始め、降雪強度の最も大きい午前0時から4時にかけて急増した。そして1月23日午前8時には約30kgの最大荷重に達するが、その後、気温が上昇したため、急速に落雪が始まり約4kgまで荷重が低下した。この間の気温の変化をみると、1月22日12時から夕方にかけて気温はしだいに上昇し始

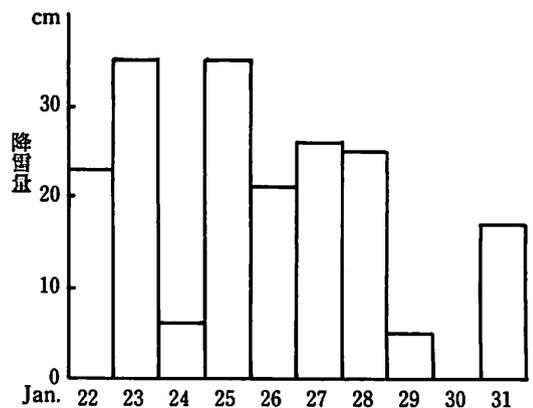


図-1 1月22日から31日までの降雪量

め、降雪が始まった16時には5.4°Cに達した。その後、気温は急速に降下し、1月23日午前8時には-0.2°Cの最低に達した。そして、その後気温が再び上昇し、12時には1.6°Cに達した(図-2)。このように、降雪初期の気温が高く、その後気温が降下して0°C前後で推移し、その間に大量の降雪があった場合は、冠雪害が発生しやすいことがこれまで報告されている<sup>6)</sup>。樹冠に雪塊が発生した1月22日から23日にかけては、冠雪害の発生しやすい気象条件下であったといえる。

1月23日午前8時10分頃、2月1日に梢端折れが確認された2本のスギには、梢端部におわんをかぶせたような大きな雪塊が発達しているのが認められた(図-3)。この時、周辺の他の林分においても梢端部に同じような雪塊が発達している個体が何本か認められたが、幹折れになどの他の冠雪害は発生していなかった。また、他の林分の雪塊が発達した個体に梢端折れが発生していたかどうかについては確認していない。このような冠雪の発達過程を明らかにするために、1月22日から23日にかけて、冠雪荷重を測定していた個体を5分ごとに撮影した8ミリカメラの映像を分析した。樹冠には、降雪と共に雪が付着し始め、冠雪荷重が増加するにしたがって梢端部はしだいに傾き、枝も下垂し始める。傾いて水平になった部位にはさらに雪が積もり、梢端部は雪が付着した状態で大きく曲がり下垂した。そして、梢端部に付着している雪塊とその下部に付着してい

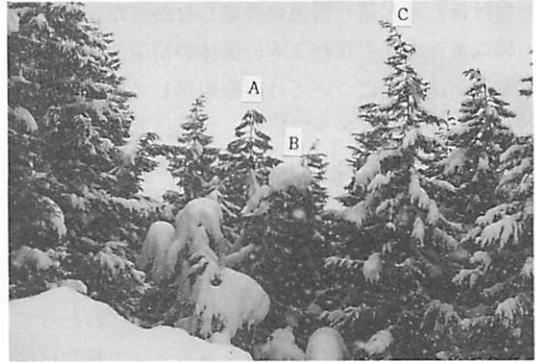


図-3 梢端部に発生した雪塊  
B: 梢端が折れた個体

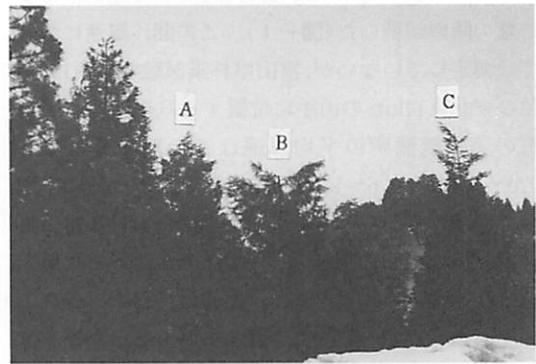


図-4 梢端が折れた個体  
B: 梢端が折れた個体

る雪塊が融合し発達し始めた。しかし、1月23日8時以降気温が上昇したため、8ミリカメラで撮影していた個体においては落雪が始まり、樹冠に付着し

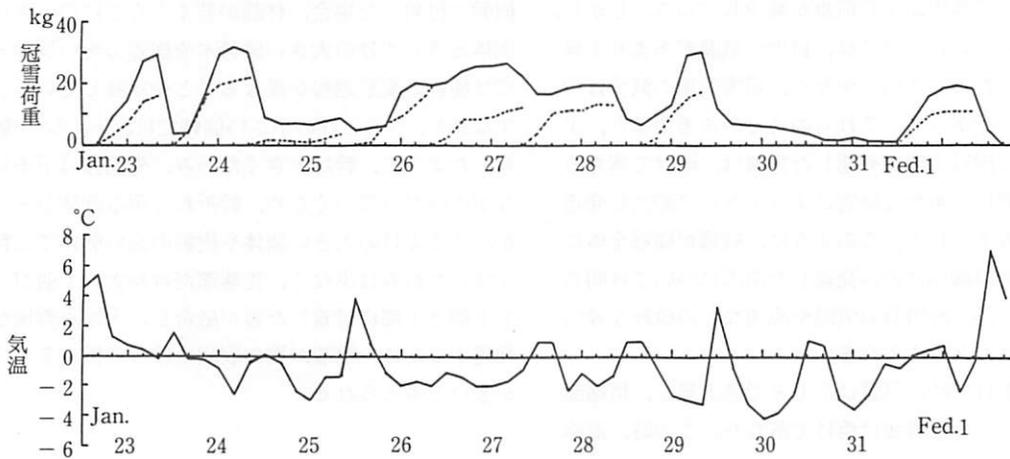


図-2 スギの冠雪荷重と気温の変化  
破線は午前9時から翌日午前9時までの間に1m<sup>2</sup>の板上に積もった雪の荷重  
実線は枝葉幹重7.2kgのスギの冠雪荷重と気温

た雪はほとんど落ち雪塊は発達しなかった。

梢端折れの発生した2本の個体の梢端部における雪塊の発達過程については直接観察していないが、これらも8ミリカメラで撮影した個体とほぼ同じような過程をたどったものと推定される。しかし、この梢端折れの発生した個体の場合では、先端部に付着して下垂した雪とその下部の雪が融合して大きく発達した雪塊は、その後気温が上昇しても溶けて落下することなく、1月31日までの9日間にわたって保持された。この間の降雪量を見ると、1月22日は23cm、23日は35cm、24日は6cm、25日は35cm、26日は21cm、27日は26cm、28日は25cmと連日かなりの量の降雪が続いた(図-1)。この間、風速については測定していないが、富山県林業試験場の西19km及び東北東14kmの山手に位置する八尾町及び上市町の気象観測所の平均風速はこの期間それぞれ0.0~0.4mと0.6~1.8mであった<sup>2)</sup>。したがって、雪塊で発達してから落ちるまでの期間における富山県林業試験場周辺の風速は、平均1.8m以下の微風であったと考えられる。また、気温は、日中プラス1~4℃程度まで一時的に上昇する時もあったが、ほとんど0℃以下の状態で推移している。最も気温が低下したのは、1月30日の午前0時頃で-4℃に達した。このような気象条件下における測定木の冠雪荷重の変化を見ると、1月30日以外はほぼ毎日、降雪に伴って夕方から翌朝にかけて荷重が増加している。そして、午前8時から12時にかけての気温の上昇に伴って落雪が生じ荷重が減少している。しかし、26日から28日にかけては、日中の気温があまり上昇しなかったため落雪は少なく、冠雪荷重の減少は少ない。したがって、これらのことから考えると、1月22日に樹冠上部に発達した雪塊は、溶けて落ちるまでの間に、新たな降雪によってさらに肥大し発達したと考えられる。このように、冠雪が樹冠全体に発達せず梢端部にのみ発達した原因については明らかでないが、降雪時の気温や風速などの微妙な違いによるものと考えられる。

2月1日12時に気温は7℃まで急上昇し、梢端部に付着していた雪塊は溶けて落ちた。この時、道路

際にある2本の観測木の梢端から約2mの部位が折れているのが確認された(図-4)。折れた部位は、直径約4cm前後で未成熟材であったと推定される。折損部位は基本的に細り比(荷重点高直径/根元直径)によって決まる<sup>2)</sup>が、今回観察したような梢端折れの場合は、梢端部にだけ雪が付着し特異的な例だと考えられる。藤森<sup>3)</sup>は、生育段階に伴う樹冠構造と幹の形態との関係を解析して、林分が閉鎖した後は陽樹冠と陰樹冠が認められ、陽樹幹長はほぼ4mであることを報告している。そして、陽樹冠と陰樹冠の境目の幹の直径は8cm前後で、陽樹冠内の幹はうらごけの度合いが明らかに大きい、梢頭から1mの部位の幹はうらごけの度合いが小さいとしている。したがって、樹冠に冠雪が発達したとき、樹幹下部は曲がらず、未成熟材の軟らかい梢端部だけが曲がり、折りたたまれるような状態で雪に包まれてしまった。そして、それ以降、低温が続いたため、発達した雪塊の内部の雪は新雪からしまり雪へと変態し、その過程で折れたものと考えられる。梢端折れは今回観察したように、すべて樹冠上部に雪塊が発達しそれが長時間保持される過程で発生するかどうかは明らかでない。富山県東部の山間部において、56豪雪時に多数の梢端折れが発生したが、その時、同じように樹幹上部に雪塊が発達しているのを筆者らは観察している。幹折れは、比較的若い形状比の大きい林分で、梢端折れの場合は、形状比が小さく樹齢の高い林分での発生が多い<sup>1)</sup>。このことは、雪が樹幹に付着した場合、林齢が若くうらごけの小さい個体とうらごけの大きい優勢木や樹齢の高い個体とでは樹幹の変形過程が異なることを示唆している。すなわち、うらごけの小さい個体では、筆者ら<sup>4)</sup>が観察したように、幹は大きくたわみ、先端部は下垂しながら曲っていくため、幹折れに至る個体が多いが、うらごけの大きい個体や樹齢の高い個体では幹全体のたわみは少なく、先端部だけが大きく曲がって上部と下部に付着した雪が融合し、大きな雪塊が発達するため、梢端が雪の収縮に伴って折れるものが多いと考えられる。

#### 引用文献

- 1) 藤森隆郎：冠雪害—発生のおくみと回避法—， わかりやすい林業研究解説シリーズ，83，23—

- 65 (1987)
- 2) 中谷 浩, 嘉戸昭夫, 平 英彰, 飯島康夫, 沢田 稔: スギ造林木の冠雪荷重による樹幹の変形と耐力, 木材学会誌, 30, 886-893 (1984)
  - 3) 嘉戸昭夫, 中谷 浩, 平 英彰: 根系の支持力が冠雪荷重下の立木の耐力に及ぼす影響と被害形態の判定, 日林誌, 70, 301-308 (1988)
  - 4) 平 英彰: スギ幼齡木の冠雪による樹幹の変形と樹幹構造, 未発表
  - 5) 片岡健次郎, 村井雅文, 栗田稔美, 遠田 武, 井沼正之: スギ在来品種の冠雪量と樹冠形態 (予報), 94回日林論, 721-722 (1983)
  - 6) 杉山利治, 佐伯正夫: 昭和35年12月末の大雪による北陸地方の森林の冠雪害調査報告, 林試研報, 154, 73-96 (1963)
  - 7) 日本気象協会富山支部: 富山県気象月報—昭和59年1月, 1-19 (1984)