

台風被害木の被害形態別モメ発生分布

藤本, 登留
九州大学農学部林産学科

久富, 浩人
九州大学農学部林産学科

又木, 義博
九州大学農学部林産学科

<https://doi.org/10.15017/10889>

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 70, pp.75-88, 1994-03-30. Kyushu University Forests
バージョン :
権利関係 :

台風被害木の被害形態別モメ発生分布*

藤本 登留**・久富 浩人**・又木 義博**

抄 録

1991年の台風17, 19号による30~41年生スギおよびヒノキ人工林における被害木について、モメ発生分布を被害形態別に調査した。剥皮丸太の外周面に見られるモメは、湾曲木および折損木で著しく、地際付近から樹高の80%のところ付近まで、広い範囲に分布していた。モメの発生は、倒伏木と直立木では、湾曲木や折損木ほど顕著ではないが、やはり地際付近から樹高の60%のところ付近まで、広い範囲に分布していた。丸太横断面内のモメは、湾曲木と折損木の風下側を中心に、三日月状に分布していたが、倒伏木と直立木には殆ど見られなかった。したがって、挽板面におけるモメは、湾曲木、折損木の、特に風下側からの挽板に多く見られたが、倒伏木、直立木からの板面には殆ど見られなかった。

また、簡易な計算式を用い、風圧により生じる樹幹高さ方向の応力分布を求め、林木の被害状況との対応を調査した。その結果、折損木の折損位置と応力分布のピーク位置がほぼ一致し、また、モメ発生分布との対応も確認された。これによって、モメの集中、ひいては折損が生じ易い位置推定の可能性が示唆された。

キーワード：台風被害、モメ、湾曲、折損、倒伏、直立木、応力

1. はじめに

1991年9月の台風17号、19号は日本全国に莫大な被害をもたらした。森林に於いてもその強風による林木の折損、倒伏、湾曲等で、その年の風害面積が7万haに達し、過去4年間の平均の20倍近くにのぼっている。しかも、スギを代表とする伐期を迎えた林木が中心で、その収入を期待していた林家にとっては大きな打撃となった。

その中で、九州の筑後川流域の被害は集中的で、復旧は2年を過ぎた今でも数分の一が行われたに過ぎない。被害木の撤去および再造林といった災害復旧は、今後の森林生産の復興ばかりでなく、流木や土砂災害等の2次災害の防止には欠くことができない。この2年間の梅雨や台風の影響で山腹の崩壊が多発している点や、1993年の台風13号による熊本県を中心とした森林被害の拡大を見ても、その緊急性が理解できる。

ここで、木材を利用する立場から考えると、少しでもこれら被害材の有効利用を進め、復旧の促進を図ることが重要と考えられる。また、広葉樹造林が見られるようになってきたものの、やはり今なおスギ、ヒノキ中心の造林が行われている点から、これらスギ、ヒノキ台風被害木の形質と被害形態との関係を調べて、今後の育林方法について考慮することも必要に思われる。

* FUJIMOTO, Noboru, HISATOMI, Hiroto and MATAKI, Yoshihiro : Distribution of Mome in the Stem with each Damage Tree Form Caused by Typhoon.

** 九州大学農学部林産学科

Department of Forest Products, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812

本報告では、林木の形質と被害形態との関係を検討して、今後の育林技術の指針となる参考資料を得ると共に、被害材の利用に大きな支障をもたらしているモメの発生分布の調査を行い、その有効利用の可能性について考えてみることにした。

2. 調査方法

2.1. 調査木の概要

今回の台風により大きな被害を受けた福岡県星野村と大分県日田市の林分から、図1に示す湾曲、折損、倒伏、直立の被害形態別にスギ18本、ヒノキ5本を選び、調査した。直

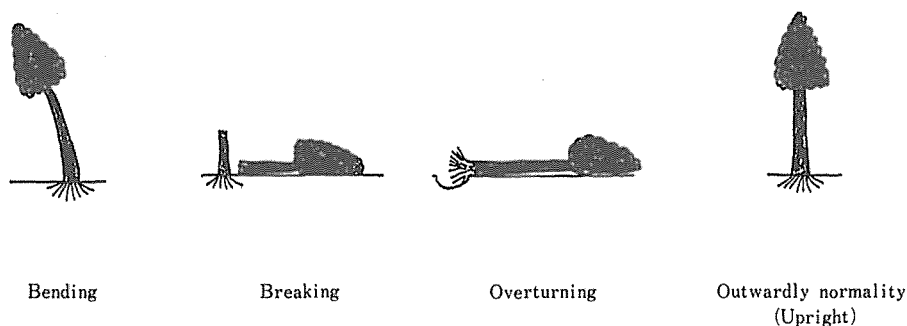


Fig. 1 Tree form damaged by typhoon.

図1 台風被害木の被害形態

立木とは、回りの被害木と同じように風にさらされていると考えられるものの、外観上の被害が見られない林木のことである。全調査木の概要を表1に示す。ここでヒノキは、折損木や湾曲木がほとんど見られなかったため、倒伏木と直立木についてのみ調査を行った。星野村のスギ、日田市のヒノキ、日田市のスギは、それぞれ、ほぼ同一地形内の同一林分から選木した。星野村のスギ調査木の品種はアカバで、樹齢が30～32年であった。日田市のスギ調査木は、隣接するコバノウラセバルの林分と、ヤブクグリの林分から採取され、それぞれ樹齢は38～41年と31～32年であった。前者は、湾曲および折損の被害が多かった。後者は、倒伏の被害が多く、この中から同時に直立木も採取した。この隣接林分の被害形態の違いは、筆者らの現地調査の結果、土壌の湿潤性からくる根系の発達の違いと、根系を固定する土壌の強度的性質の違いによるものと考えられた。

2.2. 風圧により生じる樹幹応力分布の算出

調査木の樹幹と樹冠の形状を測定した。すなわち、図2に示した樹高(H)、クローネ幅(B)とともに、地際から3 mごとの樹幹径(D_h)を測定した。ここでいうクローネ幅とは、風向直角方向の樹冠の最大幅のことである。以上の寸法をもとに、三角形の樹冠の風向直角投影面に等分布荷重がかかると仮定して、地際から枝下までの樹幹の曲げ応力分布(σ_h)を次のように求めた。

表1 供試木の概要
Table 1 Outline of material tree.

Place	Damage form	Species (Cultivar)	Number	Mark	Height h(m)	D.B.H. d(cm)	H/D ratio h/d	Age (year)
福岡県 Fukuoka pref. 星野村 Hoshino-mura	湾曲木 Bending	スギ(アカバ)	2	HO- 1	18.3	19.4	0.94	30
		Sugi(Akaba)		HO- 2	18.5	19.3	0.96	30
	折損木 Breaking	スギ(アカバ)	2	HO- 3	17.9	18.3	0.98	31
		Sugi(Akaba)		HO- 4	18.2	22.5	0.81	31
	倒伏木 Overturning	スギ(アカバ)	2	HO- 5	16.8	19.3	0.87	30
		Sugi(Akaba)		HO- 6	17.0	19.8	0.86	30
	直立木	スギ(アカバ)	2	HO- 7	18.8	20.8	0.90	32
	Outwardly Normality	Sugi(Akaba)		HO- 8	18.3	17.6	1.04	31
大分県 Oh-ita pref. 日田市 Hita-shi	倒伏 Overturning	ヒノキ	3	HI- 1	15.9	25.0	0.64	32
		Hinoki		HI- 2	17.1	20.0	0.86	32
	HI- 3	17.1		19.0	0.90	32		
直立木 Outwardly Normality	ヒノキ	2	HI- 4	17.0	22.0	0.77	32	
	Hinoki		HI- 5	17.0	22.0	0.77	32	
大分県 Oh-ita pref. 日田市 Hita-shi	湾曲木 Bending	スギ(コバノウラセバル)	3	HI- 6	23.0	30.0	0.77	38
		Sugi(Kobanourasebaru)		HI- 7	23.0	25.0	0.92	40
		HI- 8		22.0	28.0	0.79	38?	
	折損木 Breaking	スギ(コバノウラセバル)	3	HI- 9	24.3	27.0	0.90	41
		Sugi(Kobanourasebaru)		HI-10	24.4	27.0	0.90	41
	倒伏木 Overturning	スギ(ヤブクグリ)	3	HI-11	23.6	26.0	0.91	41
		Sugi(Yabukuguri)		HI-12	21.3	25.0	0.85	32
	直立木 Outwardly Normality	スギ(ヤブクグリ)	1	HI-13	20.3	27.0	0.75	32
Sugi(Yabukuguri)		HI-14		21.2	24.0	0.88	31	
HI-15	23.5	27.5	0.85	32				

$$\sigma_h = \frac{M_h}{I_h} \cdot \frac{D_h}{2} \quad (1)$$

ここで、 σ_h : 地上高 h cm ($0 \leq h \leq L$) における樹幹の曲げ応力 (kgf/cm²)
 M_h : 地上高 h cm ($0 \leq h \leq L$) における樹幹の曲げモーメント (kgf・cm)
 I_h : 地上高 h cm ($0 \leq h \leq L$) における樹幹断面2次モーメント (cm⁴)
 D_h : 地上高 h cm ($0 \leq h \leq L$) における樹幹の直径 (cm)
 L : 枝下高 (cm) である。

また、地上高 h から樹冠部までの距離を X cm ($L \leq X + h \leq H$) とすると、 M_h は

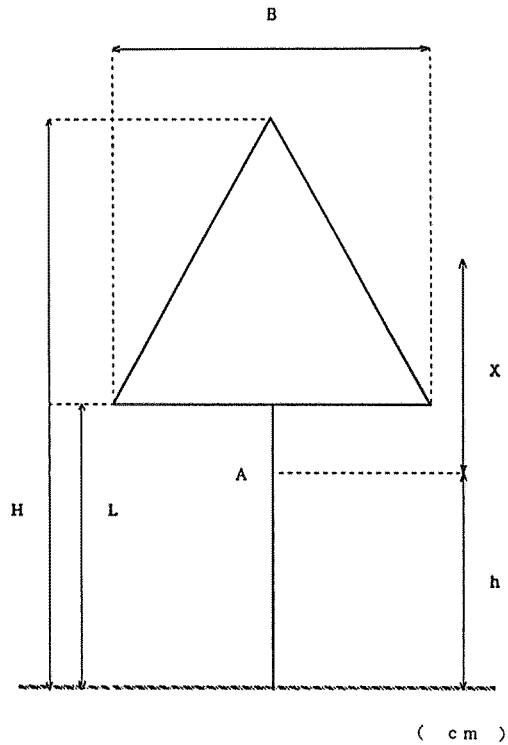


Fig. 2 Parameters of the equation for distribution of bending stress on the stem caused by wind pressure at the crown.

図2 樹幹応力計算式のパラメーター

$$\begin{aligned}
 M_h &= \int_{L-h}^{H-h} \frac{H-h-X}{H-L} \cdot B \cdot P \cdot X \cdot dX \\
 &= \frac{P \cdot B}{6 \cdot (H-L)} \{ (H-h)^3 - 3 \cdot (H-h) \cdot (L-h)^2 + 2 \cdot (L-h)^3 \} \quad (2)
 \end{aligned}$$

となる。ここで、 P は単位面積あたりにはたらく風圧力で、今回は全て $P = 1.7 \times 10^{-3} \text{ kgf/cm}^2$ を用いた。また、 I_h は実測値 D_h を用いて、次式で求められる。

$$I_h = \frac{\pi \cdot D_h^4}{64} \quad (3)$$

ここで、 π は円周率である。

以上の方法とは別に、筆者は、参考のために(1)(3)式の実測値 D_h を用いなくて、樹幹形が円錐と仮定し、胸高直径と樹高から各位置の樹幹径 D_h を求めて応力を計算したが、後述するような応力のピークは見られなかった。

2.3. 丸太外周面に生じたモメ分布の測定

調査木は、地際から伐倒して、3 m に玉切りした後はく皮した。そのはく皮丸太面の肉眼で見られるモメ(部分的縦圧縮破壊跡)および白色斑の長さを測定した。これらは樹幹軸直角方向に線状および楕円状に生じる。今回は、地上高1 m ごとにこれらの長さを累積して、樹高方向モメ発生分布を求めた。

2.4. 挽板面におけるモメ発生分布の測定

はく皮丸太は、丸太面のモメ発生分布を測定した後、一部だけ挽きして挽板面のモメ発生分布を測定した。だら挽きはモメの多い面を台風被害時の風下側と考え、風下側から風上側にわたり3 cmの厚さで製材した。そして、樹高方向3 m ごとに、丸太の風下側(モメ発生側)の挽板から風上側の挽板にわたる、モメ累積長さの分布を測定した。

2.5. 横断面内モメ発生分布の測定

だら挽きした挽板は、一部、さらに幅方向に約2 cm 毎に分割した。そして、挽板面のモメと共に、この切断面のモメを記録し、地上高1.5m 毎の丸太横断面内分布を調査した。すなわち、地上高1.5m 毎の木口断面投影図を求め、丸太外周面および挽板面のモメ発生分布に対応し、風下側からどの程度の深さまでモメが見られるかを調査した。

3. 結果および考察

3.1. 丸太外周面のモメ発生分布

丸太外周面に生じたモメは、樹皮の上からその存在を確認するのは困難であるが、はく皮することで、目視により確認できる(図3)。モメは、樹幹の曲げ応力により、圧縮面に生じた部分的な圧縮破壊線である。樹幹軸方向に対して直角方向(水平方向)に破壊線(モメ)は入っており、一般的に強風が吹いたときの風下側に集中して発生している。

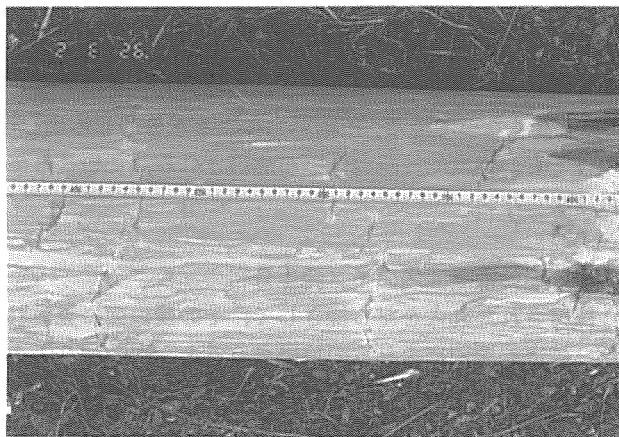


Fig. 3 Partial compression failures (momes) on the surface of the peeled stem of damaged tree.

図3 被害木の剥皮丸太に見られるモメ

今回の調査木について、樹幹軸方向1 m毎にモメ長さを累積して、樹幹軸方向のモメ発生分布を求めた。その結果を図4に示す。被害形態別にその特徴を見ると、次の通りである。まず、HO-1・2、HI-6~8の湾曲木は、各種被害形態の中でもモメ発生が著しい。その分布も、地上高3 m以下から10m以上と広く分布していた。すなわち、一般的に材積が大きく付加価値の高い部位が被害を受けていることになる。湾曲した被害木は、依然として根を張り、すぐに枯れることはないものの、今後の正常な成長は望めない。そこで、なるべく早く伐倒して、再造林する必要があるが、被害木の丸太のままの利用は、化粧的、強度的にかなり劣ることになると考えられる。一般的には製材品として丸太外周面を取り去った利用が行われている。すなわち、丸太断面内に生じたモメの分布が重要となるが、それについては後述することにする。

次に、HO-3・4、HI-9~11に示した折損木についても、モメの発生が著しいことがわかる。そのうち、日田市のスギ材は、折損位置の4~6 mを中心に、樹幹軸方向に広く分布していた。一方、星野村の供試木は、折損位置を中心に比較的狭い範囲に分布していた。この分布の広さの違いは、湾曲木と類似したものであった。これは、品種、樹齡、施業履歴等による材質の違いや、風による被圧条件の違いが理由として挙げられるが、詳しいことは今後の検討課題である。

倒伏木は、ヒノキ(HI-1~3)とスギ(HI-12~14、HO-5・6)の8例について示した。湾曲木、折損木の場合に比べ、その損傷は非常に少なくなっている。その位置については、やはり、地上高9 m以下に分布していた。

直立木は、被害林分の残存木であるため、強い風圧を受けたものと考えられる。ヒノキ(HI-4・5)、スギ(HO-7・8、HI-15)の5例について、そのモメ発生分布を図4に示した。この様に、倒伏木と同程度のモメが確認され、その樹幹軸方向の分布も、概略、倒伏木と同じく地上高10m以下に分布していた。

以上、被害形態別の丸太外周面のモメ発生程度は、今回の測定においては、湾曲木≒折損木(地際から樹高の80%に分布) > 倒伏木≒直立木(地際から樹高の60%に分布)という傾向であった。

また、宮島(1959)の報告と同様な白色斑が、図4に示すように散在していた。その分布は、モメと混在しているばかりでなく、モメが入っていない位置、あるいは、モメが入っていない供試木にも見られることがわかる。これらは、丸太をはく皮して、表面が乾燥してくると、次第に見えなくなってくる。圧縮応力による水分のしみ出しが原因と考えられ、これら白色斑についても、強度的性能の低下が危惧される。このことについては、今後の調査研究を待たねばならない。

3.2. 挽板面および樹幹横断面内のモメ発生分布

台風被害木から採材された丸太をだら挽きして、その挽板面に見られるモメ出現率の分布を図5に示した。被害形態別にこれらの特徴をみると、次の通りである。

倒伏木と直立木には、ほとんど挽板面にモメは見られなかった。一部確認されたヒノキ倒伏木(HI-3)とスギ直立木(HI-15)でも、丸太外周面のモメが多かった風下側に近い挽板に、若干見られるに過ぎない。

湾曲木のHI-7・8は、伐採時に樹幹が裂け、丸太を製材出来ない位置があった。それ以

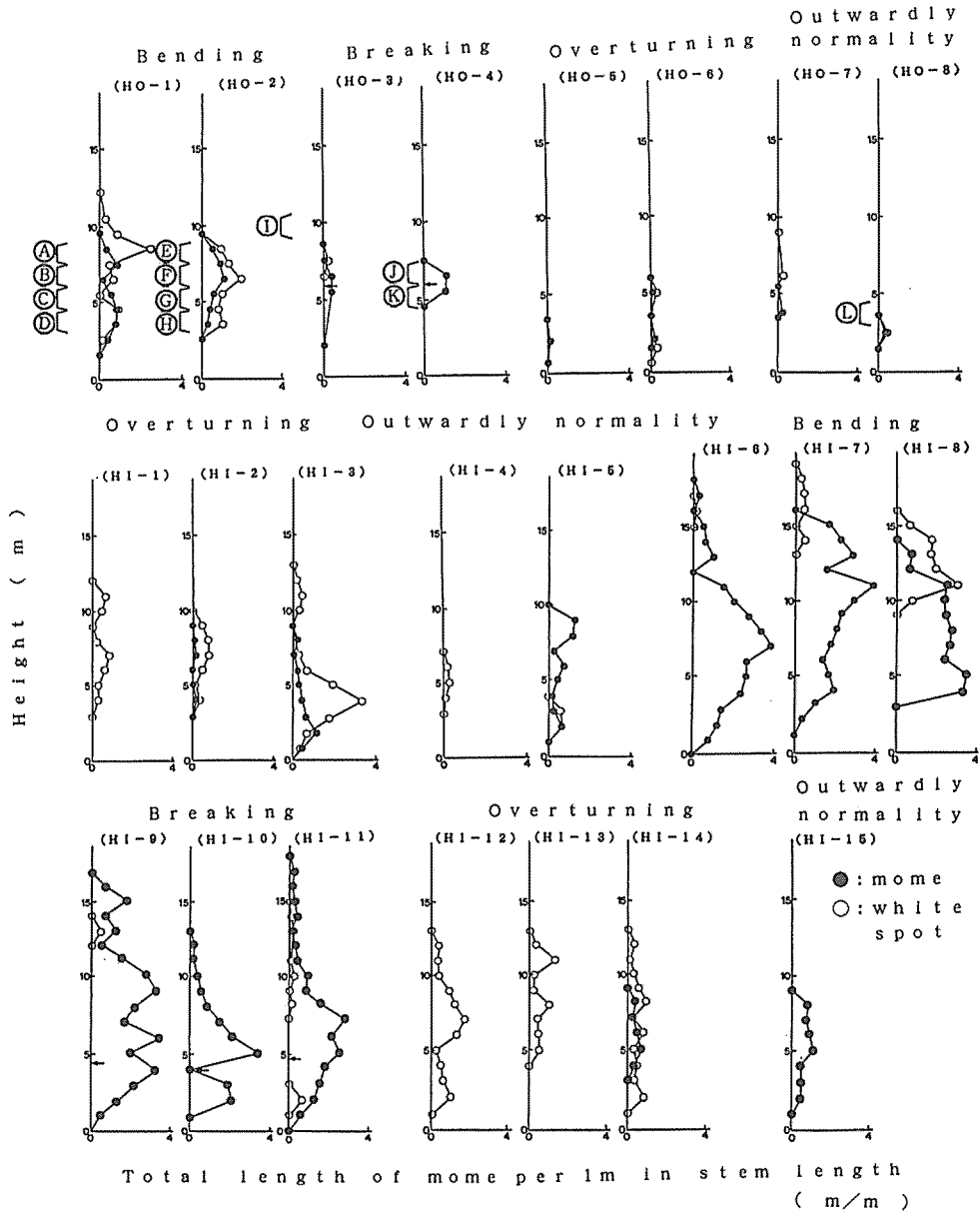


Fig. 4 Distribution of mome and white spot on the surface of the peeled stem of damaged tree.

Notes; ①~⑬: Refer to Fig. 6.

←: Breaking point.

図4 被害木樹幹表面におけるモメと白色斑の分布

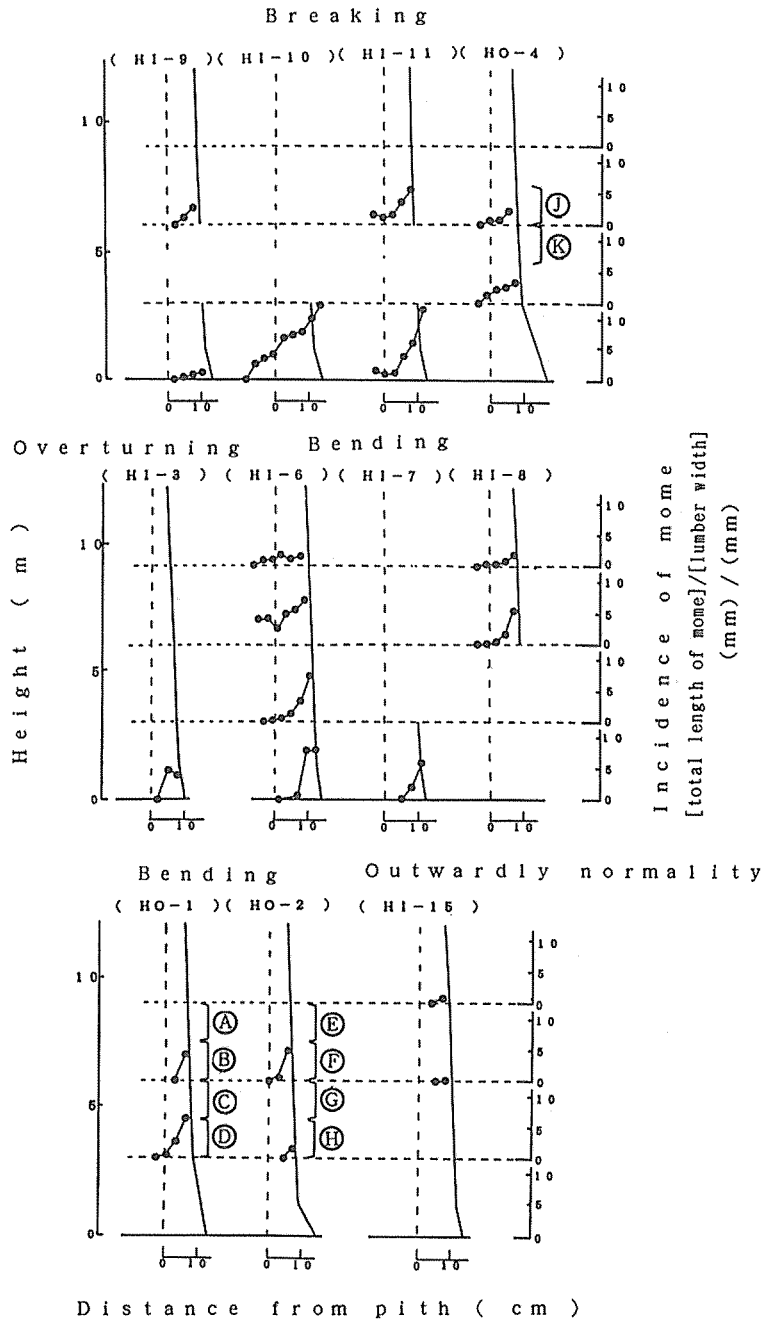


Fig. 5 Distribution of mome on the lumber cut from the damaged tree.

Note; ㊸~㊸: Refer to Fig. 6.

図5 挽板面におけるモメ発生分布

外について、湾曲木の挽板のモメ発生状況を見ると、全ての湾曲木に存在することがわかる。樹幹軸方向の分布も、倒伏木や直立木に比べ広い範囲にわたっていた。また、風下側の出現率は大きく、内側のだら挽きされた挽板になるほど、小さな値をとる傾向が見られる。そして、一部は、風下側と反対よりの挽板にも存在していた。

折損破壊した位置の丸太は、だら挽きが出来なかったものがあつた。そこで、それ以外の挽板のモメ発生分布について図示した(HI-9~11, HO-4)。この様に、折損破壊した隣接の丸太からの挽板に、モメが見られた。また、湾曲木と同じように、風下側からの挽板のモメ出現率は大きく、内側からの挽板ほど小さな値を示すと同時に、一部、風上よりの挽板にもモメが見られた。さらに、星野村の台風被害材について、丸太横断面内のモメ発生分布を調べた(図6)。

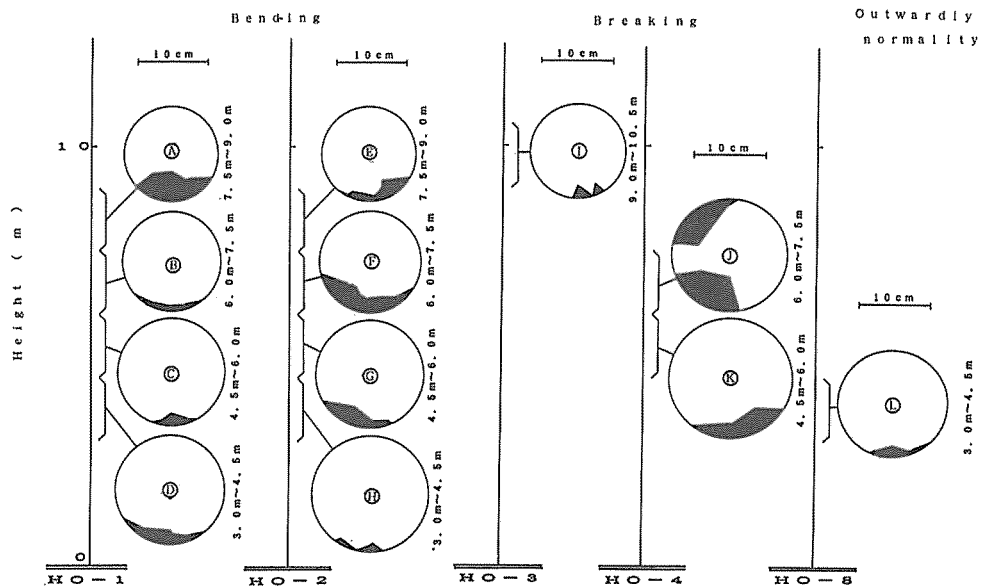


Fig. 6 Distribution of mome in the cross section of the damaged tree.

図6 樹幹横断面内のモメ発生分布

挽板面のモメ発生分布と同じように、湾曲木(HO-1・2)および折損木(HO-3・4)に多く見られた。湾曲木では、丸太外周面に生じたモメが多かった地上高の位置において、風下側を中心に三日月状にモメが分布していた。折損木においては、挽板には見られず、この測定で確認されたものがあつたが(HO-3)、わずかなモメであつた。一方、もう一本の折損木(HO-4)は、折損位置の上下の丸太で多くのモメが測定され、風上側にもモメが確認された。これは、複雑な風向きの変化で、強い湾曲が別方向にも生じたことなどが原因と考えられる。挽板では見られなかった倒伏木と直立木には、横断面内にもモメは殆ど確認されず、一部、直立木に見られたのみであつた。

全体的に、井阪(1959)が示すように、樹幹外周面のモメが著しいものほど、侵入の深さも大きい傾向があつた。また、丸太外周面にモメが多く見られた湾曲木と折損木でも、風

上側には殆どモメは見られなかった。つまり、台風被害木の有効利用を進める一手段として、丸太のモメ発生面を見極めた後、目回りについても気を付けながら、風上側のモメが入っていない位置を、選択的に利用することが考えられる。また、倒伏木と直立木は、丸太外周面にモメはみられるものの、断面内には殆ど確認できないため、丸太外周部を適当に取り去った製材品としての利用が考えられる。ただ、直立木は外見上無被害で、そのまま伐採せずに放置あるいは保育していくケースも多いと考えられる。その場合、モメは材内に巻き込まれ、そのまま残存することとなる(宮島, 1959; Trendelenburg, 1940)。そして、それを伐採して利用するときは、この材内のモメが強度的、化粧的に問題となる可能性があり、今後の重要な課題になると考えられる。

3.3. 風圧により生じる樹幹の応力分布

ここでは単純に風が樹冠に一定の等分布荷重を静的に与えたものと考え、その時に生じる樹幹の応力分布を計算した。その結果を図7に示す。全て、樹幹解析図と並べて、地際から枝下までの応力を1 m毎に示した。ただし、幹が大きな湾曲状態にあったHI-8については、伐採時、チェーンソーによる鋸目を入れたことで、そこから大きな縦割れが入り、樹幹の下部分が破壊して、直径測定および樹幹解析が出来なかった。被害の発生の有無は、外力により生じる樹体内の応力と共に、その耐力の大きさにより決定される。すなわち、樹幹の応力分布が小さな値を示しても、その前に倒伏等の被害を被ることも考えられる。中尾ら(1993)は、比較的湿潤な土壌層では樹木根系の発達が進まず、倒伏などの被害が生じ易いことを示唆している。岡野ら(1993)は、間接環境傾度による立地環境と台風強度の評価を行い、品種による感受性の違いがこれらの影響を受けることを示唆している。すなわち、この様な一定風力下での応力分布図で、林木ごとの被害形態別の発生の予測はできない。ここでは、応力分布と、折損木の折損位置、および、モメの発生が顕著な湾曲木のモメ発生分布との関係について検討した。

福岡県星野村の2本の調査木(HO-3, 4)の折損位置は、樹幹応力分布のピークの位置と一致していることがわかる。また、大分県日田市の調査木(HI-9, 10, 11)についても2~4 mの違いはあるものの、ほぼ似た様な位置であることがわかる。ただ、HI-10に示される様に、樹幹の完満さが小さくなっている高さ10mの位置から、急激に応力が大きくなっているのがわかる。これは、径が急に小さくなり、計算上応力が大きくなる高い位置の樹幹で、実際は大きな変形が生じ、その位置の実際の曲げモーメントが小さくなって破壊には至らなかったものと考えられる。そのほか折損位置と応力のピーク位置が若干ずれる理由として、中尾ら(1993)が示す様な偏心モーメントによる樹幹下部の応力の増大や、節部を完全に巻き込んでいない樹幹表面部の目切れによる破壊強度の低下等、材質の変動に基づくものが考えられる。

その他の被害形態木も含めて、樹幹応力分布について見ると、枝下高の樹幹応力分布にピークを示す林木のほとんどは、地上高3~8 mの位置であった。今川ら(1979)は、折損部の直径の傾向から、折損位置と未成熟材との関係を指摘しているが、今回は、用材として利用度の高い、直径が大きな位置での折損が多く見られた。一方、先に述べたように径級が小さい場合、そのたわみ変形により、風圧による曲げ応力を受けにくくなる。逆に、径級が大きくなり、大きな曲げ応力が生じ易く、折損破壊が起こり易い時期に樹幹の耐力

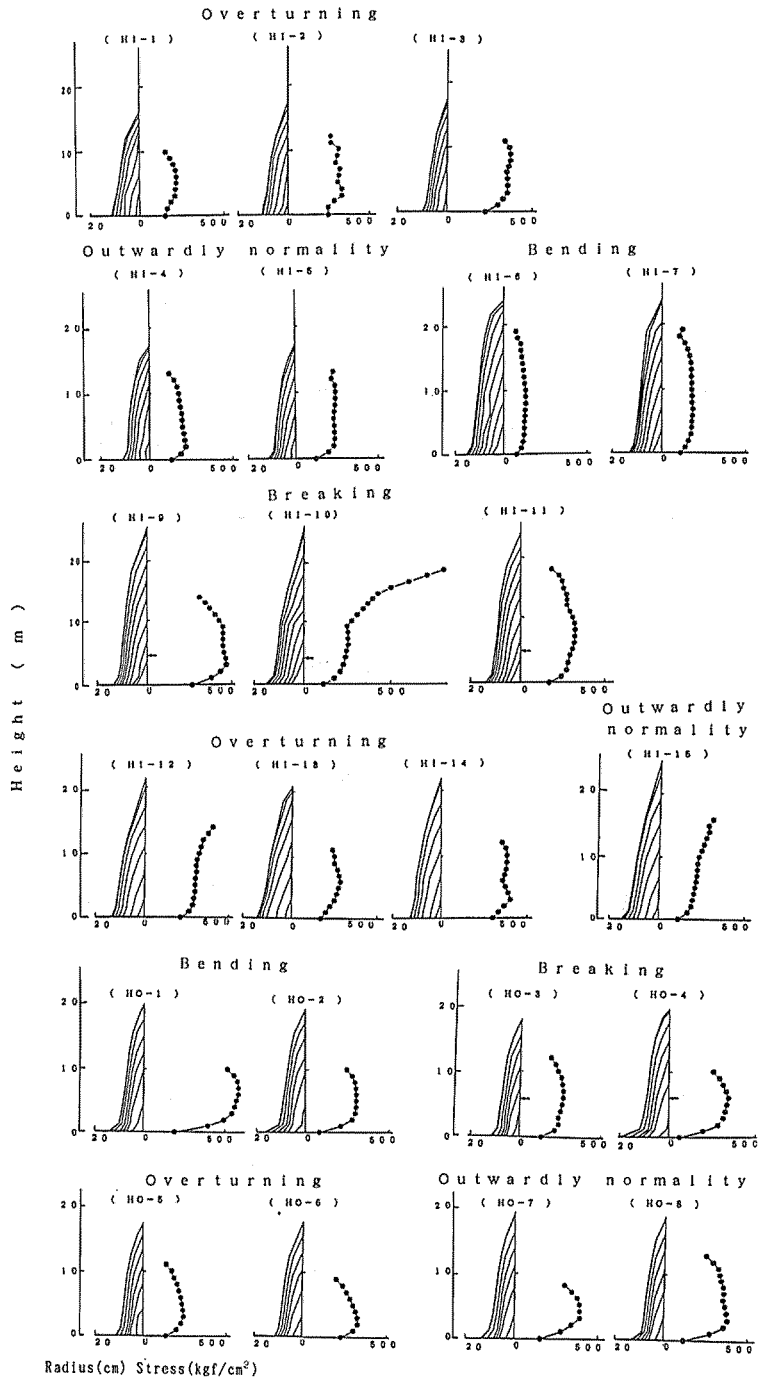


Fig. 7 Distribution of simulated bending stress on the stem caused by wind pressure on the crown.
Note; ←: Breaking point.

図7 樹冠の風圧によって生じた樹幹曲げ応力分布計算結果

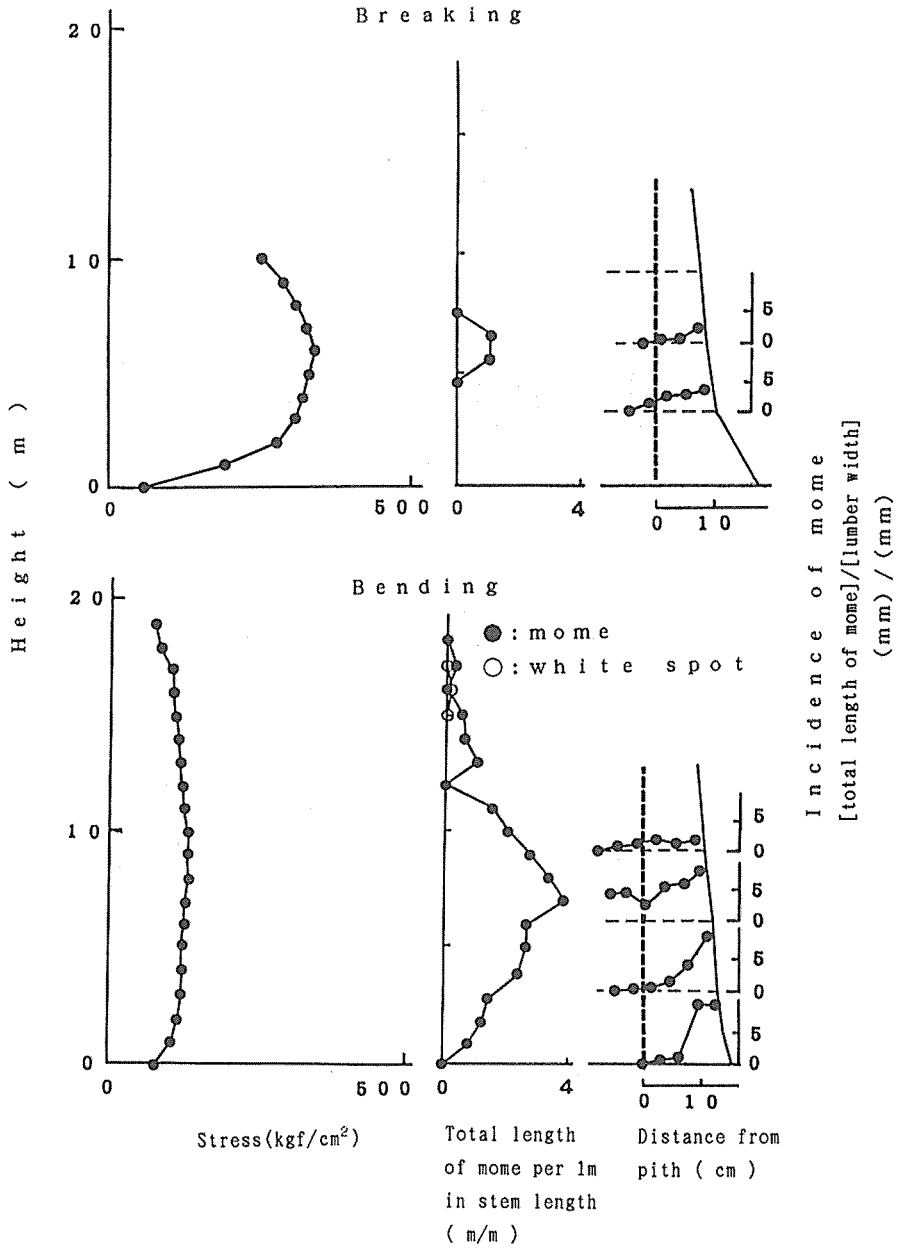


Fig. 8 Comparisons of distribution of mome on the surface of the stem and that of the lumber cut from the stem with distribution of simulated bending stress.

図8 丸太表面および挽板のモメ発生分布と樹幹応力分布との比較

を増大させることを考える必要があると思われる。以上のことから、折損対策のひとつとして、従来から用材の材質向上等を目的に実施されている枝打ちを、なるべく径級の小さいときに実施して、径級が折損破壊を起こし易い程度まで成長した段階には、節を完全に巻き込む様な施業計画を立てることが考えられる。折損破壊は、純粹な曲げ応力から生じた破壊ではなく、捻れモーメントによる破壊も考えられる(陶山, 1993)が、何れにしても今回の破壊状態の観察で、節部からの破壊も認められた。早めの枝打ちによって、このような節による目切れをなくして破壊耐力を増大させることにより、とくに用材として重要になる樹幹下部の折損を幾分防ぐことができるものと考えられる。

次に、被害木の樹幹に生じるモメ発生分布と、応力分布の関係について検討した。折損木と湾曲木において、曲げ応力分布、丸太面のモメ損傷分布、および、だら挽板の材面のモメ出現率を比較するため、それらを並べて例示した(図8)。折損木の例について見ると、応力分布が地上高6mの位置をピークに、急激なカーブを呈している。この折損木の実際の折損位置は6mで、応力分布のピーク位置と一致している。また、丸太面に生じたモメ発生分布も、その位置を中心に集中していることがわかる。挽板の材面に生じたモメも、地上高3~6mと6~9mのみの挽板に出現している。また、風下側からの挽板に多く出現し、内側の挽板になるにつれて少なくなっており、若干風上側よりの挽板にも存在している。

湾曲木の例では、応力分布が地上高8mをピークに、広くなだらかな分布を呈している。この丸太面に生じたモメは、地上高7mをピークに、地際から枝下までの広い範囲にわたって確認された。また、15m以上の高い位置では白色斑が含まれているものの、モメ累積長さは少なくなっている。挽板面でも、丸太面でモメが多かった地上高12m以下の部分で、モメが確認された。そして、この挽板面のモメは、風下側からの挽板に多く、風上になるほど少なくなる。その中で、丸太面のモメが比較的少なかった地上高が低い位置の0~3mからの挽板は、風下側の1・2番目の挽板面で大きな出現率を示し、3番目の挽板面から急激に減少している。また同様に、丸太面のモメが比較的少なかった地上高9~12mの位置の挽板には、かなり風上側の挽板にもモメの発生が確認されたが、風下側は比較的小さな出現率であった。これらに比べ、丸太面のモメの出現が多かった6~9mの位置の挽板面では、風下側のモメ出現率が大きく、かなり風上側の挽板面にもその存在が確認された。以上のように、前述した簡易な方法での応力分布測定結果と丸太表面のモメ発生分布、さらに、挽板面のモメ出現率の分布との間には、密接な関係が認められた。

謝 辞

本研究の実施にあたり、調査木の測定、伐採にご協力いただいた福岡、大分両県の林業試験場の方々に厚くお礼申し上げます。また、現地での調査および台風被害の要因に関するご指導等、終始ご協力頂いた九州大学農学部林学科中尾博美先生、および留学生の金鋤権氏に厚くお礼申し上げます。さらに、モメの測定に関しご指導、ご協力頂いた九州大学農学部林産学科藤元嘉安先生、河辺純一技官および学生の方々にも感謝申し上げます。

引用文献

- 今川一志・石田茂雄・田島裕志 (1979) : 有珠山噴火によるカラマツ造林木の被害. 北大演報 37: 209-229
- 井阪三郎 (1959) : 風害木に現れたモメの樹幹内分布について. 林試研報 111 : 183-192
- 宮島 寛 (1959) : 風害木のモメについて. 北大演報 20 : 197-208
- 中尾博美・金 錫 権・又木義博・藤本登留 (1993) : 台風9117, 9119号による森林被害の要因解析. 九大演報 68 : 11-48
- 岡野哲郎・伊藤 哲 (1993) : スギ品種の台風被害抵抗性と感受性—六演習林スギ品種試験地第 I 試験地における被害の分析—. 九大演報 68 : 1-10
- TRENDELENBURG, R. (1940) : Über Faserstauchungen in Holz und ihre Überwallung durch den Baum. Holz als Roh- und Werkstoff, 3 : 209-221
- 友松昭雄・岡野 健・浅野猪久夫 (1984) : 昭和56年15号台風によるエゾマツおよびトドマツ風害木の材質について. 東大演報 73 : 263-275
- 陶山正憲 (1993) : 台風による樹木の風倒・折損機構. 水利科学 210 : 25-53

(1993年12月20日受付 ; 1994年 1月17日受理)

Summary

In September 1991, the middle and northern districts of Kyushu Island were struck by typhoons, 9117 and 9119. Then, numerous sugi- and hinoki-planted stands had been damaged by the great wind. In the damaged trees from these forests, many partial compression failures (momes) in these stems were noticed. In this paper, the distribution of mome in the stem of each type of damaged trees, which ages were distributed from 30 to 41 years old, was investigated.

On the surface of peeled log, many and severe momes in the logs cut from the bending and breaking trees were observed to be ranged widely on the stem from nearly base to about 80% of the height of the tree. Momes on the logs cut from the overturning and outwardly normal trees (upright trees) did not appear so terrible as these from bending and breaking trees.

In the cross section, momes on the logs cut from the bending and breaking trees were distributed on the leeward of stem such as the crescent in shape, but these on the logs cut from the overturning and outwardly normal trees did not almost appear.

On the same way, momes on the lumber cut from the bending and breaking trees appeared in a large amount, but these cut from the overturning and outwardly normal trees did not almost appear.

The distributions of the bending stresses in the direction of the height of the stem were calculated by a simplified equation. And the relationships between these distributions of stress and damage condition of trees were investigated. In this result, the peak of stress in the stems of the breaking trees was nearly located at the same position as breaking points of the stems. In the same way, the distributions of momes in the stems of the damaged trees were similar to these of stresses in the stems. Therefore, it was suggested that the position of concentration of momes i. e. breaking point in the stem could be estimated.

Key words : typhoon damage ; mome ; bending ; breaking ; overturning ; outwardly normal tree ; stress.