

風倒木は利用できるか

森 泉 周



はじめに

さして頻繁ではないが、台風によって樹木が倒れたり、幹が折れたりする場合があります。しかも、同一林地に何事もなかったごとく、残存しているものもあります。これらの樹木の材質はどのような影響を受けているものであろうか？昔から「風倒木にはもめ（圧縮破壊）が生じているので、その利用は要注意」といわれてきました。しかし、風倒木とはどのような木を言うのか、また要注意と言っても、材質の何が低下しているのかなど、はっきりしているわけではありません。もし著しく材質劣化が生じているなら、人命にも係ってくるし、また、材質劣化が特定できるならば、材の有効利用を図ることができます。

そこで、昭和56年8月23日の15号台風による風害木（東京大学農学部附属北海道演習林で採取）についての材質調査の結果を紹介し、風害木利用の指針にしたいと思います。なお、調査に当たっては次の諸点を考慮しました。

- 1) 風害木を類別すること。林地で造林する際に、容易に造材の可否を判別できるよう類別化を行う。
- 2) 類別化して造材後、それぞれの原木の強度低減を明らかにすること。それによって、構造用材としての利用が可能か否かが明らかにする。
- 3) 風害木を林地内に放置した場合、強度的材質の劣化があるか否か、あるとすればどの程度かを明らかにすること。

- 4) もめと強度的性質の関係を明らかにすること。またもめの検出する方法を検討すること。

材質調査

試験木

試験木の総本数は37本であり、そのうち25本は57年6月に、残りの12本は58年9月に採取しました。樹種はエゾマツとトドマツで、胸高直径が林内の平均に近いと思われる30～60cmの樹木を選びました。林内ですぐに気付くことは残存立木の外に、幹が折れている木と根返っている木があることです。そこで、それらの被害タイプを3つに分け、残存立木、幹折木、根返木としました。

57年6月に、残存立木および根返木では、根張りを除いたほぼ際から材長4mの丸太を2番玉まで、また幹折木は多くが地上高4～10m付近で折れてましたので、折損箇所を両側から材長4mの丸太を1本ずつ、可能な場合は下側から2本採取しました。25本の内訳を表1に示します。残り12本はエゾマツおよびトドマツ各6本で、それぞれ幹折木2本、根返木4本を採取しました。

調査項目

4m材を1mと3mに玉切りして、1m材では小試験片による曲げ試験（静的曲げ、衝撃曲げ）を行い、また3m材では枠組壁工法用のツーバイフォー材（幅38mm×梁せい189mm）寸法の実大試験片による曲げ試験を行いました。外にもめや腐朽などの欠点を観察しました。さらにもめがある材

表1 試験木の概要(昭和57年6月採取分)

樹種	エゾマツ								トドマツ							
	丸太 番号	胸高 直径 (cm)	気乾 比重	年輪 幅 (mm)	欠点の存在 ^{a)}				丸太 番号	胸高 直径 (cm)	気乾 比重	年輪 幅 (mm)	欠点の存在 ^{a)}			
風害 の タイプ					もめ	腐朽	変色	あて					もめ	腐朽	変色	あて
残 存 立 木	1-I	36.0	0.46	1.8	-	-	-	+	1-I	34.0	0.44	2.4	-	-	+	-
	1-II		0.44	1.9	-	-	-	-	1-II		0.41	2.3	-	-	-	-
	2-I	46.0	0.43	2.3	-	-	-	-	2-I	48.0	0.47	2.6	-	-	-	-
	2-II		0.42	2.3	-	-	+	-	2-II		0.39	2.3	-	-	+	-
	3-I	45.0	0.41	1.6	-	-	-	-	3-I	53.5	0.47	2.2	-	-	+	-
	3-II		0.40	1.3	-	-	-	-	3-II		0.40	2.8	-	-	+	-
	4-I	55.5	0.34	2.5	-	-	-	-	4-I	27.0	0.37	2.3	-	-	-	-
	4-II		0.34	2.8	-	-	-	-	4-II		0.35	2.8	-	-	-	-
根 返 木	1-I	50.0	0.41	2.2	-	-	-	-	1-I	40.5	0.44	2.3	-	-	-	-
	1-II		0.40	2.2	-	-	-	+	1-II		0.38	2.4	-	-	-	-
	2-I	40.0	0.42	1.6	-	-	+	-	2-I	44.0	0.41	3.3	+	-	+	-
	2-II		0.45	1.9	-	-	+	-	2-II		0.35	4.2	-	-	+	-
	3-I	43.0	0.44	2.9	-	-	-	-	3-I	37.0	0.36	3.4	-	-	+	-
	3-II		0.43	3.2	-	-	-	-	3-II		0.35	3.5	-	-	-	-
	4-I	34.0	0.39	2.9	-	-	+	-	4-I	44.0	0.42	3.4	-	-	++	-
	4-II		0.40	3.0	++	-	-	-	4-II		0.39	4.5	-	-	-	-
									5-I	44.0	0.46	3.2	-	-	-	-
									5-II		0.40	4.0	-	-	+	-
幹 折 木	1-I	55.5	0.46	1.9	-	-	+	-	1-I	50.0	0.38	2.9	-	-	-	-
	1-II		0.42	2.2	++	+	+	-	1-II		0.45	2.8	++	+	-	-
	1-III		0.41	2.3	++	+	+	-	2-I	43.5	0.42	2.7	++	-	-	-
	2-I	45.5	0.43	2.2	++	-	-	-	2-II		0.36	3.4	++	-	-	-
	2-II		0.41	1.9	++	-	++	-	3-I	39.0	0.46	3.0	-	++	++	-
	3-I	44.5	0.46	1.7	++	-	+	-	3-II		0.36	3.6	-	++	++	-
	3-II		0.44	1.3	++	+	+	-	4-I	37.0	0.37	2.5	-	-	-	-
	4-I	35.5	0.42	2.4	-	-	-	-	4-II		0.38	3.6	-	-	+	+
	4-II		0.39	3.2	-	-	+	-	4-III		0.37	3.3	-	+	+	-

注)a) -は欠点なし、+は多少あり、++は多い

とない材のアコースティック・エミッション(AE*)を測定して比較しました。

欠点

供試丸太のもめ、腐朽、着色、あて、目まわりの有無を表1に、実大製材のもめ、腐朽ならびに

着色の出現数、出現率を表2に示します。

表1・2から明らかのように、もめは幹折木に集中しており、根返木や残存立木には極めて少なくなっています。58年9月に採取した8本の根返木にはもめは全く観察されておらず、今回の風害木では、もめは幹折木に発生し、根返木や残存立木には発生しないか、または発生したとしても極めてわずかであったといえます。

幹折木には相当の腐朽が存在しております。風害から翌年の6月までの9カ月林内に放置した後採材したので、その間に腐朽が発生したとも考えられますが、林内放置の期間が冬期間であること

* AEとは、固体内のひずみエネルギーの解放によって生じる弾性波(超音波)のことで、材料の破壊機構を解明する有力な手段と考えられており、応用面では欠陥の検出や破壊強度の推定などの非破壊検査として期待されております。

表2 実大製材における欠点材数

風害の タイプ	試 験 体 数			
	健全材	欠 点 材		
		も め	腐朽ある いは着色 ・腐朽	もめと腐朽 あるいは着 色・腐朽
残 存 立 木	84 (90.3)	0 (0)	9 (9.7)	0 (0)
根返木	83 (78.3)	5 (4.7)	14 (13.2)	4 (3.8)
幹折木	34 (28.1)	41 (33.7)	27 (22.3)	19 (15.7)

注) ()内は比率%

を考慮すれば、立木の段階で既に腐朽が生じていて、それが幹折れの原因になったとも考えられます。いずれにしても、幹折木と根返木という極めて明瞭な2つのグループ化によって、欠点を持っているものと、持っていないものに分けることができるのではないかと思います。

強 度

節や腐朽のない小試験片の曲げ試験結果を表3に示します。表3から言えることは、エゾマツ、

表3 小試験片の曲げ試験結果(気乾材)

樹種	風害の タイプ	もめ	N ^{a)}	E _b ^{b)} (ton/cm ³)	σ _b ^{c)} (kg/cm ²)	U ^{d)} (kgm/cm ³)
エ ゾ マ ツ	残存立木	無	55	83.8	649	0.36
	根返木	無	59	90.5	701	0.42
	幹折木(A)	無	62	94.2	689	0.38
	幹折木(B)	有	7	86.4	480	0.21
	(B)/(A)	—	—	(0.92)	(0.70)	(0.55)
ト ド マ ツ	残存立木	無	49	85.3	658	0.39
	根返木	無	70	80.9	634	0.37
	幹折木(A)	無	54	84.1	635	0.35
	幹折木(B)	有	5	82.7	388	0.16
	(B)/(A)	—	—	(0.98)	(0.61)	(0.46)

注) a) N: 試験体数 b) E_b: 曲げヤング係数
c) σ_b: 曲げ強さ
d) U: 衝撃曲げ吸収エネルギー

トドマツともに、試験片にもめがあるかないかによってヤング係数にはほとんど差異がないが、曲げ強さ、衝撃曲げ吸収エネルギーが著しく異なることです。一方、もめのないものの曲げ強さは3つの風害タイプで差がなく、従来から報告されている健全材から得られた値に比較して差が認められません。このことは、残存立木、根返木、幹折木を問わず、試験片にもめが存在しなければ曲げ強さは低下しないことを示しております。

表4 実大試験片の曲げ試験結果(生材, 気乾材)

風 害 の タ イ プ	樹 種	エ ゾ マ ツ			ト ド マ ツ			
		欠点	試 験 体 数	N ^{a)}	E _b ^{b)} (ton/cm ³)	σ _b ^{c)} (kg/cm ²)	N ^{a)}	E _b ^{b)} (ton/cm ³)
残 存 立 木	無	生 材	26	64 - 83 - 104	231 - 319 - 411	25	66 - 88 - 123	237 - 313 - 416
		気 乾 材	8	92 - 103 - 117	445 - 493 - 583	25	70 - 98 - 125	230 - 409 - 620
根 返 木	有	生 材	2	81 - 83 - 86	278 - 300 - 321	2	95 - 98 - 100	285 - 336 - 387
		気 乾 材	—	—	—	5	75 - 98 - 102	268 - 353 - 451
幹 折 木	無	生 材	19	35 - 80 - 112	214 - 308 - 400	25	65 - 91 - 114	161 - 286 - 381
		気 乾 材	18	86 - 105 - 123	334 - 466 - 586	22	78 - 98 - 127	151 - 373 - 613
幹 折 木	有	生 材	3	69 - 97 - 117	329 - 357 - 384	3	98 - 101 - 107	283 - 315 - 342
		気 乾 材	5	80 - 101 - 135	270 - 427 - 645	4	54 - 83 - 100	176 - 297 - 366
幹 折 木	無	生 材	8	48 - 69 - 94	170 - 260 - 343	7	68 - 86 - 97	199 - 258 - 303
		気 乾 材	11	68 - 84 - 110	113 - 294 - 539	9	86 - 100 - 114	284 - 416 - 535
幹 折 木	有	生 材	22	11 - 47 - 92	38 - 161 - 296	26	6 - 52 - 87	35 - 159 - 305
		気 乾 材	13	52 - 93 - 110	68 - 292 - 479	26	61 - 86 - 134	133 - 300 - 666

注) a), b), c): 表3参照

1985年8月号

実大材の曲げ試験結果を表4に示します。実大材では、欠点材の中にもめだけあるもの、腐朽だけあるもの、並びに両方あるものが含まれていますが、基本的にはエゾマツ、トドマツとも幹折木の曲げ強さが著しく小さいことがわかります。また、エゾマツでは表面に欠点が観察されなくても、幹折木からの試験片によるものは曲げ強さが小さくなっております。

以上の結果から、幹折木から製材すると、その中に著しく強度の小さい製品が出現するので、幹折木から構造用材を製材すること自体を避けなければならないと思われま

もめ

腐朽は著しい変色を伴わなくとも容易に見いだすことができます。これに対してもめは表面をプレーナ仕上げしなければ見いだすことはできません。そこで、もめの出現の仕方を調べてみました。

もめの出現した試験木7本(表1参照)について出現部分を調べると、エゾマツ幹折木3本はすべて折損部位の上下にわたって出現していました。トドマツ幹折木2本では、1本は上下にわたって、他の1本は上側だけに出現していました。エゾマツ根返木は樹冠に近い部位に、トドマツ根返木は根元付近の部位に出現していましたが、このトドマツのもめは立木時にできたものではなく、明らかに胴打ちによるものと思われる外傷を伴っており、比較的浅い部分に生じていました。

もめを板目面で観察しますと、その多くが節の近辺に存在していました。節のない材面に存在しているもめも樹幹内部に節が存在している場合がしばしばあり、もめの発生は節から生じている可能性がうかがえます。

もめを検出するために、曲げ試験時のAEを測定しました。その結果、もめのある材はもめのない材と比較して、AEの発生時期が早く、計数率も高いことがわかり、プレーナ仕上げによる目視でなく、非破壊試験でもめを検出できる可能性が認められました。

林内放置の影響

58年9月に採材した12本の試験木は、林内に2年間放置されていたこととなります。林内に放置された試験木には程度の差はあるが、すべての丸太に虫穴があり、一部の丸太では周辺腐れがあり、林内放置による二次被害の発生が認められました。試験木のうち、根返木について実大材の曲げ試験を行ったが、その結果を表5に示します。

2年間の放置は、曲げ強さに影響を与えていないことがわかりました。しかし、明らかに林内放置による二次被害が発生しており、根返木の有効利用を図るためには、より速やかに林内から搬出する必要があると思われま

表5 林内に2年間放置した実大試験片の曲げ試験結果(気乾材)

樹種	風害のタイプ	欠点	$N^a)$	$E_b^b)$ (ton/cm ²)	$\sigma_b^c)$ (kg/cm ²)
エゾマツ	根返木	無有	29	43-99-135	91-425-653
		有	5	60-76-92	226-317-449
トドマツ	根返木	無有	31	72-104-122	267-478-631
		有	2	90-98-106	365-389-404

注) a), b), c) : 表3参照

おわりに

今回の調査によって、いわゆる風倒木は残存木、根返木、幹折木の3つにグループ化することができ、そのうち幹折木は構造用材を目的とする製材用に造材してはならないことが明らかになりました。その理由は、幹折木にはもめの出現率が高く、もめを持つ材の強度が著しく小さいためです。もめをAEによって検出する可能性があることが判明しました。根返木は林内からすみやかに搬出させることが有効利用につながるものと判断されました。

なお、本調査は昭和59年度文部省科学研究費補助金試験研究(1)によつています。

(林産試験場 合板試験科)