

# 久保トドマツ人工林間伐試験地における台風被害後の 林分衰退とトドマツノキクイムシの発生状況

原 秀穂\*・三好秀樹\*・徳田佐和子\*

Forest decline after the damage by a typhoon in the Kubo thinning experiment forest of Todo-fir,  
*Abies sachalinensis*, and the occurrence of a fir bark beetle, *Polygraphus proximus*

Hideho HARA\*, Hideki MIYOSHI\* and Sawako TOKUDA\*

## 要 旨

北海道十勝地方豊頃町にある久保トドマツ人工林間伐試験地（74年生）では2002年10月の台風により無間伐区を中心に風倒被害が発生した。無間伐区及び隣接する間伐区で風倒被害後の林分推移及びトドマツノキクイムシの発生状況を2004～2006年に調査した。

台風被害が激しかった無間伐区では、風倒被害を受けなかった生立木が121本あったが、その後の4年間に70本（57.9%）が枯死、根返り、または幹先端が折れた。隣接する間伐区の風倒被害を受けなかった48本の調査では、台風被害後の4年間に枯死1本、幹先折れ1本、計2本（4.2%）が発生しただけであった。枯死にはトドマツノキクイムシの穿孔が関係することが示された。

キーワード：トドマツ、無間伐、風倒被害、虫害、トドマツノキクイムシ

## はじめに

2002年10月2日の台風21号では、十勝地方を中心にカラマツ・トドマツなどに風倒被害が発生した。久保トドマツ人工林間伐試験林74年生においても無間伐区を中心に風倒被害が発生し（浅井，2006），被害後の残存生立木でトドマツノキクイムシの穿孔が観察された。トドマツノキクイムシはトドマツの穿孔性害虫として知られ、衰弱した生立木を加害し、その被害は風倒被害地や伐採跡地などで大きいと言われている（井上，1959；山口・小泉，1972；小泉，1994）。とはいえ、風倒被害が発生したトドマツ人工林におけるトドマツノキクイムシの被害発生については詳しい調査が行われていない。この点を明らかにすることは、害虫被害の発生しにくい人工林の管理方法を検討する上で有用である。そこで、台風による風倒被害後の林分状況の推移とトドマツノキクイムシによる被害状況について調査を行ったので報告する。

## 調査地と調査方法

調査は十勝支庁管内豊頃町の道有林十勝管理区 202林班93小班の久保トドマツ人工林間伐試験林で行った。試験林は1929年に植栽され、無間伐区（0.182ha）、2回間伐区（0.101ha）、3回間伐区（0.101ha）、6回間伐区（0.202ha）から成っている（図-1）。間伐が行われたのは、2回間伐区では林齢40、60年生時、3回間伐区では林齢20、40、60年生時、6回間伐区では林齢24、26、30、33、36、40年生時である。林齢74年生時の2002年10月2日の台風21号による風倒木被害本数率は、無間伐区では32.0%、2回間伐区

\* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido, 079-0198

[北海道林業試験場研究報告 第45号 平成20年3月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No.45, March 2008]

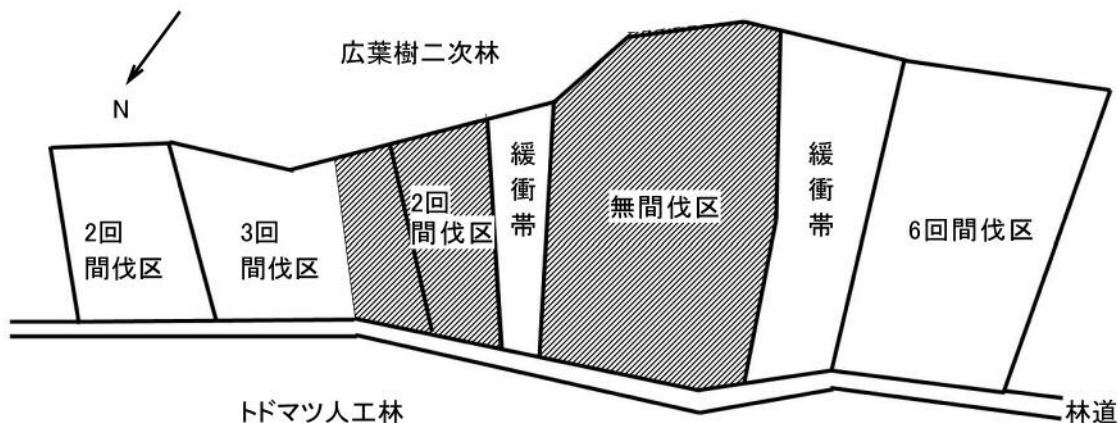


図-1 久保トドマツ人工林間伐試験林及び調査地（斜線部）

では2.6%、3回間伐区では15.4%、6回間伐区では20.2%であった。試験林と台風被害の詳細は浅井(2006)のとおりである。

調査は無間伐区と緩衝帯を挟んで隣接する2回間伐区から3回間伐区にかけての箇所で行った。無間伐区及び間伐区内の調査箇所の全立木を調査木とし、胸高直径を測定し、立木の状態（生死、幹折れや幹傾斜の有無、着葉率）を目視で観察した。なお、調査中に不明となった立木は倒伏したとみなした。着葉率は樹冠（生枝下から幹先端までの間）の葉の込み具合や枝枯れ度合いから判断した（このため、樹冠が小さくても、葉が込んでいて枝枯れがなければ着葉率は100%となる）。調査は2005年5月18～19日、同年9月15日、2006年9月29日に実施した。なお、以下で記述する1998年と2002年の調査データは浅井氏から提供いただいたものであり、調査方法は浅井(2006)のとおりである。

トドマツノキクイムシの穿孔状況については、無間伐区で2004年6月16日に生立木50本を固定調査木として調査した。この時点で固定調査木50本は、34本が直立木（幹折れなし）、11本が幹傾斜木（幹折れなし）、5本が幹折れ木であった。調査木における穿孔性昆虫の穿孔の有無を2004年6月16日、同年10月21日、2005年5月18～19日、同年9月15日に観察した。なお、観察された穿孔性昆虫はほとんどがトドマツノキクイムシであった。

## 結 果

### 無間伐区と間伐区における林分状況の推移

無間伐区（図-2左）では、1998年に生立木が232本あったが、4年後の2002年10月の台風被害直前では生立木は178本となり、そのうち57本が台風被害（根返り45本、幹折れ12本）を受けた（浅井、2006）。

無間伐区では、2002年10月の台風被害後も枯死、根返り、幹折れの発生が続いた。枯死木は1998年から台風被害までに54本発生しており、台風被害後では、外見的に風害の痕跡（幹折れや幹の傾斜）が認められない、あるいは幹の傾斜程度であったにも関わらず枯死した木（図-2の枯死木（幹折れなし））を加えた累積枯死木本数は2005年5月で73本、同年9月で74本、2006年9月で76本となり、4年間で22本増加した。根返り木は2002年10月の台風により45本発生し、その後の累積本数は2005年5月で66本、同年9月で77本、2006年9月で84本となった。幹折れ木は2002年10月の台風被害により12本発生し、その後の累積本数（幹折れ後に枯死した木も含む）は2005年5月までは12本と変化しなかったが、同年9月で15本、2006年9月で21本となった。ただし、台風被害後に発生した幹折れは、先端近くで折れる比較的軽度なものであった。根返り木と幹折れ木とを合わせた累積本数は、2002年の台風被害で57本、2005年5月で78本、同

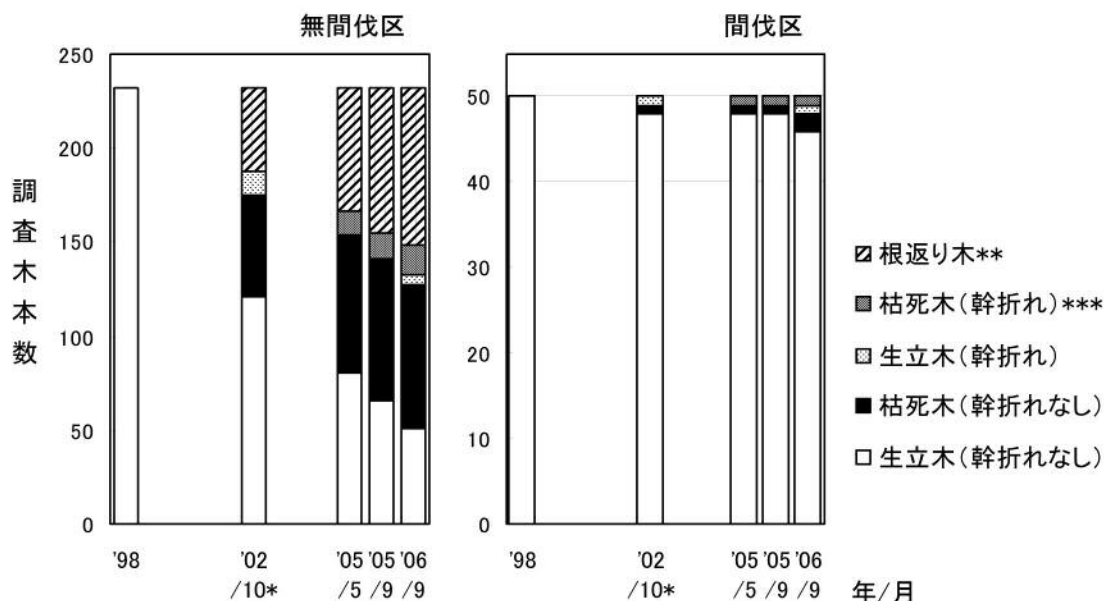


図-2 無間伐区（左）と間伐区（右）における林分状況の推移

\*台風被害直後の状態を示した。ただし、枯死木（幹折れなし）は1998年から台風被害までの間に発生したもので、根返り木と生立木（幹折れ）は台風被害木である。

\*\*根返り木は生存中に根返りした立木を指す。枯死後に根返りしたものは枯死木に含めた。

\*\*\*枯死木（幹折れ）は、幹折れ後に枯死した木である。

年9月で92本、2006年9月で105本となり、台風被害後に48本増加した。以上のように2002年10月の台風で被害を受けなかった生立木は121本あったが、それらのうち70本（57.9%）が2006年9月までの4年間に枯死、根返りまたは幹折れとなった。

一方、間伐区内の調査区（図-2右）では、2002年10月の台風直前の時点で生立木は49本あり、そのうち台風被害を受けたのは幹折れによる1本（2.0%）だけであった。台風被害を受けなかった生立木48本は、その後2006年9月までの間で1本が枯死、1本が幹折れしただけであった。4年間での枯死・根返り・幹折れ合計の割合は4.2%と、無間伐区の57.9%に比べ著しく低かった（Fisherの正確確率検定、 $P < 0.001$ ）。

調査終了時点まで生存した立木だけの平均胸高直径の推移を図-3に示した。無間伐区では、平均胸高直径は2002年10月の台風被害直後が28.2cm、2006年9月が28.8cmで、4年間で0.6cm増加した。間伐区ではそれぞれ34.6cm、35.6cmで、4年間で1.0cm増加した。2002年10月から2006年9月までの4年間の直径成長量のクラス別本数率をみると（図-4）、無間伐区では0.5cm未満と0.5cm以上1.0cm未満の本数率が高かったのに対し、間伐区では0.5cm以上1cm未満と1.0cm以上の本数率が高く、区間で頻度分布に有意差が認められた（ $\chi^2$ 乗検定、Pearsonの $\chi^2$ 乗値=14.6、 $P=0.001$ ）。台風害により立木密度は無間伐区では688本/ha、間伐区で545~752本/haとなり（浅井、2006）、ほぼ同様になったが、直径成長量は無間伐区の方が間伐区より低かった。

調査終了まで生存した立木について、明らかに樹冠の葉量が少ない葉量低下木（着葉率60%以下）の2005年5月から2006年9月までの本数率の推移を図-5に示した。無間伐区では葉量低下木が比較的多く、その割合は徐々に増加する傾向が認められた。間伐区では葉量低下木が2005年5月~9月の間に少数発生したが、その後は増加しなかった。いずれの調査時点においても無間伐区と間伐区との間で有意差が認められた（Fisherの正確確率検定、2005年5月 $P=0.002$ 、2005年9月 $P=0.04$ 、2006年9月 $P=0.007$ ）。

#### トドマツノキクイムシの発生状況

無間伐区の固定調査木50本におけるトドマツノキクイムシや枯死木等の発生状況の推移を図-6に示し

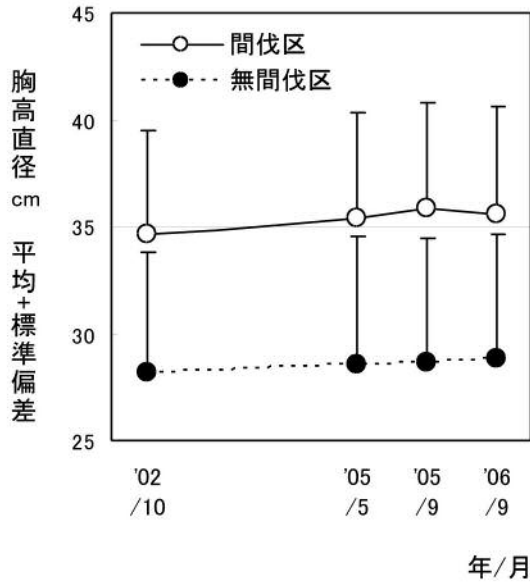


図-3 台風被害後の胸高直径の推移  
調査木のうち2002年10月から2006年9月まで生存した立木だけの値（無間伐区n=56，間伐区n=44）。

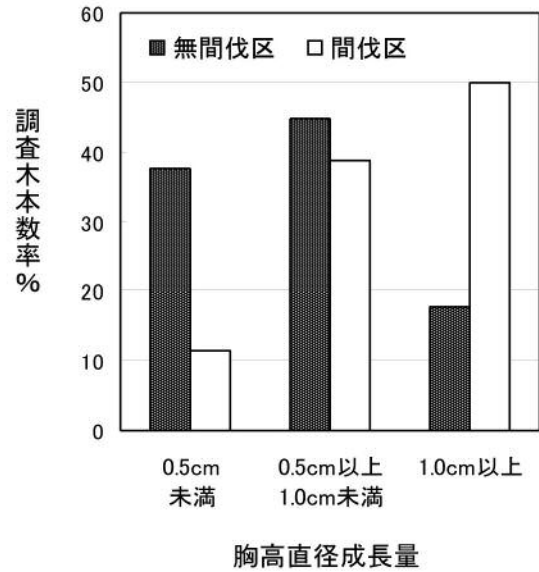


図-4 台風被害後4年間の胸高直径成長量のクラス別本数率  
計算に用いた調査木は図-3と同じである。

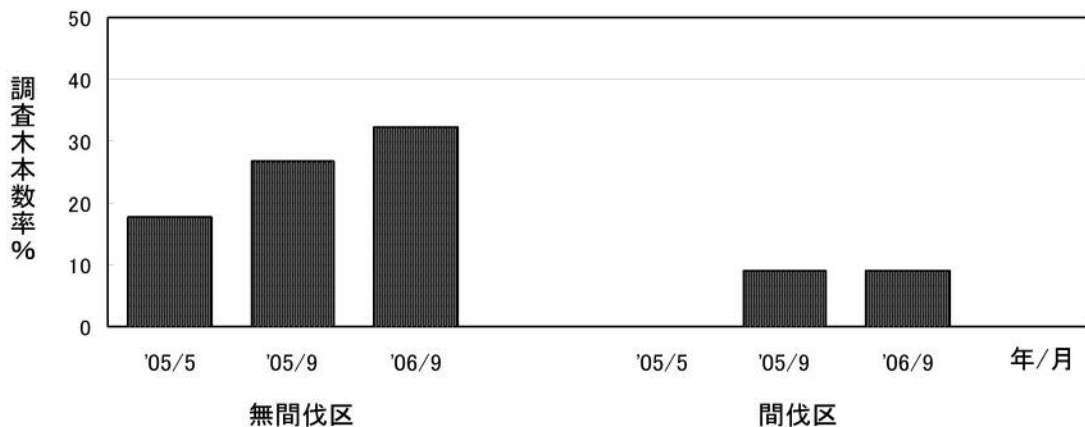
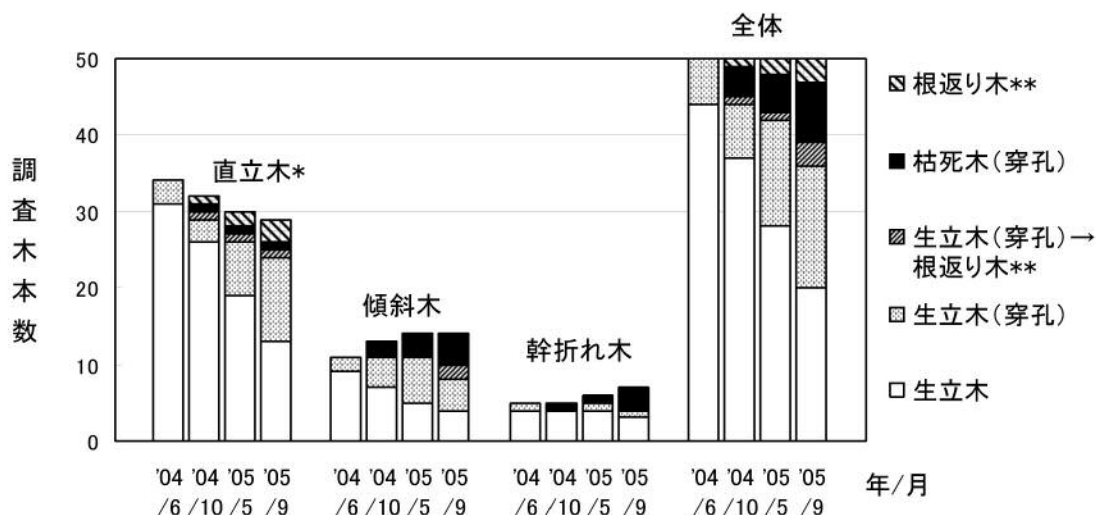


図-5 葉量が低下した調査木（着葉率60%以下）の推移  
計算に用いた調査木は図-3と同じ。

た。トドマツノキクイムシの穿孔木本数は、直立木では2004年6月の3本から2005年9月の13本に、傾斜木では2本から10本に、幹折れ木では1本から4本になった。全体では2004年6月では調査木50本のうち穿孔木は6本（12.0%）であったのが、2005年9月では調査木47本（根返り木を除く）のうち穿孔木は27本（57.4%）へと大幅に増加した。なお、トドマツノキクイムシの被害木は樹脂流出跡がみられることが多いとされるが（山口・小泉，1972），本調査地の穿孔木では樹脂流出跡はあまりみられなかった。

調査当初の穿孔木6本と調査期間中に穿孔されることなく根返りした3本を除いた41本の調査木について、2005年9月時点での立木の状態（胸高直径，着葉率，傾斜，幹先折れ）及び穿孔と枯死との関係を検討したところ，穿孔の有無により枯死木の発生頻度は有意に異なっており（表-1），穿孔が枯死の原因である可能性が強く示された。同様に立木の状態と穿孔との関係を検討したが，いずれも穿孔との関連は認められなかった。



図－6 無間伐区の固定調査木におけるトマツノキクイムシ穿孔木等の発生状況

\* 直立木は調査期間中に3本が傾斜木に、2本が幹折れ木になった。

\*\*根返り木は、根返り以前に穿孔が観察されなかったもの、生立木(穿孔)→根返り木は、穿孔後に根返りしたものである。

表－1 無間伐区における穿孔及び枯死と立木の状態との関係

立木の状態		枯死	生存	P値*	穿孔なし	穿孔あり	P値*
胸高直径：	30cm未満	n= 4	20	1.00	n= 11	13	0.76
	30cm以上	2	15			9	
着葉率：	60%以下	1	10	1.00	8	3	0.09
	60%超	5	25			12	
傾斜：	直立	4	26	0.65	16	14	0.48
	傾斜	2	9			4	
幹先折れ：	なし	4	31	0.21	17	18	1.00
	あり	2	4			3	
穿孔：	なし	0	20	0.02	—	—	—
	あり	6	15			—	

\* Fisherの正確確率検定。

間伐区における外見的に台風被害の痕跡が認められなかった生立木48本についてみると、台風被害後にトマツノキクイムシに穿孔されたのは2本で、そのうち1本が枯死した。2005年9月の穿孔木本数率は4.2%で、無間伐区の57.4%に比べて著しく低かった (Fisherの正確確率検定,  $P < 0.001$ )。

## 考 察

2002年10月の台風により激しい被害を受けた無間伐区では、台風被害後、数年間の短期間に枯死、根返り、幹折れが頻発した(図－2)。枯死についてはトマツノキクイムシの加害が原因である可能性が強く示された。とはいえ、トマツノキクイムシは生立木にも枯死木にも寄生するが、生立木では衰弱木を加害し枯死を早めると言われている(井上, 1954; 井上, 1959; 小泉, 1994)。無間伐区では台風被害前から被圧によると考えられる枯死木が多発し、台風被害も激しかった(浅井, 2006)。被圧や台風被害による衰

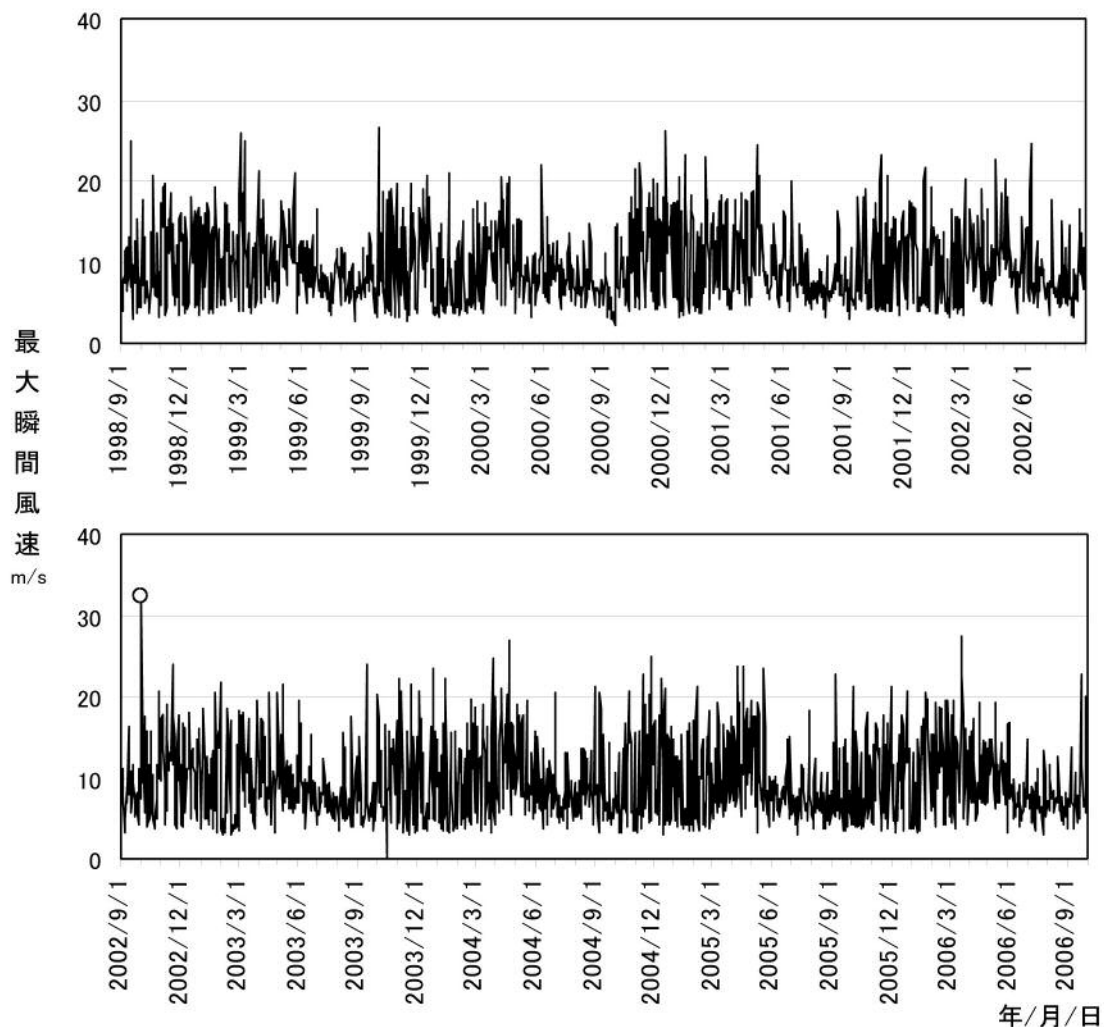


図-7 帯広市における最大瞬間風速

図中の○は2002年10月2日の台風21号の最大瞬間風速である。

気象庁ホームページ気象統計情報 (<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>) のデータから作成した。

弱がトドマツノキクイムシ被害の誘因と考えられる。隣接する間伐区内の調査区で穿孔が極めて少なかったことも、トドマツノキクイムシの被害は健全木では発生しにくいことを示唆する。

今回の調査では被圧や台風被害による衰弱の指標となりうる胸高直径、着葉率、幹傾斜の有無、幹先折れの有無と穿孔や枯死との関係は認められなかった。この理由としては、日射など別の要因の影響が大きかったことや、被圧や台風の影響によりほとんどの生立木が衰弱していたため穿孔がほぼランダムに起こったことなどが考えられる。

観察された根返り、幹折れ、幹傾斜の直接の原因と考えられる強風について、試験地に近い帯広市での状況を図-7に示す。2002年10月2日の台風では最大瞬間風速32.3m/sであった。その前後の各4年間にこれに匹敵する強風はなかったが、最大瞬間風速20mを越える強風は頻繁に観測されている。今回の調査では2005年9月15日に緑葉を着けた倒れて間もない木が観察されており、調査直前の9月7・8日の強風(最大瞬間風速20.5m・22.8m)が原因と考えられた。また、2004年6月16日から2004年10月21日の間で根返りと幹傾斜の発生が確認されたが(図-6)、この間で最大瞬間風速が20mを越えたのは8月31日の21.2m、9月8日の20.5mだけであった。一方、2002年10月の台風被害前の4年間でも最大瞬間風速20mを

越える強風が頻繁に観測されているが、浅井 (2006) に風倒被害発生の記事はない。これらのことは、2002年10月の台風被害後、無間伐区では台風に比べて弱い風で風倒被害が発生した可能性を示す。

風倒被害が発生した森林では風倒木や残存生立木の取り扱いが問題になることがある。今回調査した無間伐区は特殊な事例であり、施業が実施されている通常の人工林が風倒被害を受けた場合には当てはまらない点が多いであろう。とはいえ、トドマツノキクイムシの被害が無間伐区に隣接する間伐区でごくわずかであったことは、間伐が実施され自然枯死が発生していないトドマツ人工林であれば、風倒被害発生箇所の風倒木を放置し、そこでトドマツノキクイムシが増殖しても、周辺の風倒被害を受けなかったトドマツ生立木におけるトドマツノキクイムシの被害は極めて少ないことを示すと考えられる。

## 謝 辞

本研究は元北海道立林業試験場場長浅井達弘博士の勧めにより実施したものであり、貴重な研究の機会を与えていただいたことに感謝申し上げたい。博士からは林分調査データもご提供いただいた。また、調査にご協力いただいた十勝森づくりセンターの関係職員にお礼申し上げる。

## Summary

The thinning experiment forest of Todo fir, *Abies sachalinensis*, in Toyokoro, Tokachi, Hokkaido, suffered the wind damage by a typhoon at October 2, 2002. Many trees in the unthinned plot were fallen down or broken their stems, whereas the damaged trees were relatively a few in the thinned plots. The tree condition and the infestation of a fir bark beetle, *Polygraphus proximus*, after the typhoon damage were compared between the unthinned and thinned plots.

In the unthinned plot, there were 121 trees apparently undamaged by the typhoon. But 70 (57.9%) of them were dead, fallen down or broken their stems in the 4 years following the typhoon. In the area of the thinned plot adjacent to the unthinned plot, only 2 trees (4.2%) among 48 studied trees were dead or broken its stem in the 4 years following the typhoon. It was shown that the death of standing trees related to the attack of the bark beetle.

## 引用文献

- 浅井達弘 (2006) トドマツ間伐試験地の74年間の成長経過. 北林試研報 43: 22-35.
- 井上元則 (1954) 北海道の原生林におけるキクイムシの寄生と針葉樹の辺材水分との関係. 林業試験場研究報告 69: 167-180.
- 井上元則 (1959) とどまつ, 昆虫篇. 70 pp. 北方林業会, 札幌.
- 小泉力 (1994) トドマツノキクイムシ. 小林富士雄・竹谷昭彦 (編) 森林昆虫—総論・各論—: 178-179. 養賢堂, 東京.
- 山口博昭・小泉力 (1972) <講座>森林害虫の被害診断とその対策 (13). IV害虫の手引き (10). 北方林業 24: 288-291.