九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

カラマツ林における風倒木放置が残存立木のカラマツヤツパキクイムシ被害に与える影響

長，慶一郎
九州大学農学部附属演習林

原，秀穂
北海道立総合研究機構林業試験場道東支場

菱，拓雄
九州大学農学部附属演習林

田代，直明
九州大学農学部附属演習林

他

https://doi.org/10.15017/21891

出版情報：九州大学農学部演習林報告. 93, pp.6-11, 2012-03-30. 九州大学農学部附属演習林
バージョン：
権利関係：

九大演報（Bull. Kyushu Univ. For.），93：6-11，2012

論　　文

カラマツ林における風倒木放置が残存立木のカラマツヤツバキクイムシ被害に与える影響

長　慶一郎*，原　秀穂**，菱　拓雄*，田代直明*，馬渕哲也*
・井上幸子*，山内康平*，緒方健人*，古賀信也*

風倒被害が生じたカラマツ林においては，残存生立木へのカラマツヤツバキクイムシによる被害を予防するために，早期に風倒木を搬出するなどの処理が推奨されているが，その根拠について十分に実証されているとはいえない状況にある。本研究では，風倒木を放置することが，残存生立木にその後被害にどのような影響を与えるかを明らかにするために，2006年10月に発生した風倒被害発生林分において風倒木放置区と処理区を設け，その後のカラマツヤツバキクイムシの発生状況および残存生立木の被害状況を比較した。風倒被害発生後，カラマツヤツバキクイムシは増加したが，残存生立木の被害本数率は放置区が3.7%，処理区が4.4%となり，両区に大きな差は認められず，被害発生率も微少であった。大規模風倒被害後のカラマツ林におけるカラマツヤツバキクイムシ対策としての風倒木搬出について，今後さらにデータを蓄積し，その効果について再検討する必要がある。
キーワード：風倒被害，カラマツ，風倒木放置，生立木被害，カラマツヤツバキクイムシ

The study was done to evaluate the impact of leaving blown down trees after wind damage in the forest of Japanese larch (***Larix kaempheri***) on the damage of larch bark beetle (***Ips cembrae***) to residual living trees. A control site leaving blown down trees and a treatment site removing all trees were established in a 26-year-old man made forest soon after heavy wind damage occurred in Ashoro Research Forest of Kyushu University in October 2006, and the infestation of larch bark beetle and the tree condition in two sites were monitored. The attack of the bark beetle to living trees were observed from two years later after the wind damage. However, percentage of living trees attacked was low in both sites, 3.7% in the control site and 4.7% in the treatment site, and the significant difference were not found between these sites. Further study will be required to confirm the effectiveness of removing fallen trees after wind damage on the infestation of larch bark beetle.
Keywords：Wind damage, Japanese larch, Leaving fallen trees, Damage of living trees, Larch bark beetle

1．は　じ　め　に

2006年10月７日から８日にかけて北海道に接近した台風並に発達した低気圧は，北海道北部・東部を中心に道内34市町村で約5,500ha，被害額は約27億円の森林被害をもたらした(北海道水産林務部森林整備課　2006)。

九州大学北海道演習林の所在する足寄町を含む十勝東北部は，全道の森林被害の約６割が集中する激しい被害地域となり，本演習林でもカラマツ造林地を中心にかつてない規模の風倒被害が発生した(扇ら　2012)。

カラマツ林で大規模な風倒被害が生じると，１～２年後からカラマツヤツバキクイムシ(***Ips cembrae***)(図１)が倒木で増殖し，周囲の残存生立木を食害・枯死させる危険性が古くから指摘されており，被害を防ぐには，倒木の整理が必要とされている(松下　1943；小泉　1994)。北海道水産林務部森林整備課の指導では，風倒木を早期搬出・整理することが防除の基本とされており，やむを得ず，風倒木や虫害被害木を搬出できないときは，その他の防除措置として薬剤散布や焼却処理，玉切り処理の実施が推奨されている(北海道水産林務部森林整備課保護種苗グループ　2006)。

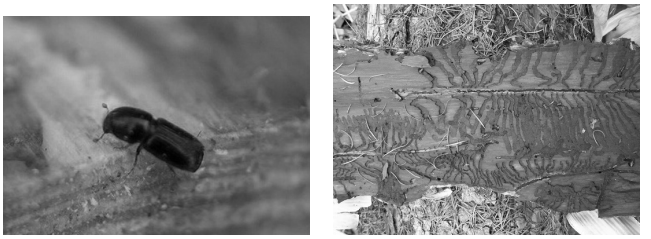

図１．カラマツヤツバキクイムシ(a)とカラマツ樹皮内側の穿孔痕(b)

これに対し，近年，上田は，2004年に18号台風による風倒被害をうけた樽前山山麓国有林内で2005年から2007年にかけて調査を行い，カラマツヤツバキクイムシによるカラマツ生立木の被害が少なかったことを報告している（上田　2006；上田・井口　2007；上田・井口　2008)。その要因として風倒木のほとんどが根返り状態のまま数年にわたり生存した個体が多かったため，虫害にたいする樹木の抵抗力が大きく損なわれずにカラマツヤツバキクイムシの個体

* 九州大学農学部附属演習林
* University Forests, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Kasuya, Fukuoka, 811-2415
** 北海道立総合研究機構林業試験場道東支場
** Forestry Research Institute Doto Station, Hokkaido Research Organization

数増加が抑えられた可能性をあげているが，風倒木処理の防除効果について十分明らかにされているとはいえない状況にある。

そこで本研究では，カラマツヤツバキクイムシによる残存生立木被害への風倒木処理の必要性を検証することを目的に，風倒木放置区と処理区を設け，カラマツヤツバキクイムシの発生状況および残存生立木の被害状況を比較検討した。

２．材料と調査方法

２．１．カラマツヤツバキクイムシの生態

上田（2007）はカラマツヤツバキクイムシの生態について以下の通り記載している。カラマツヤツバキクイムシの成虫は体長約5mmの甲虫である(図1)。ヤツバキクイムシ類は１匹の雄に数匹の雌が同居するハーレム型の一夫多妻の配偶システムをもつ。この配偶システムでは最初雄が寄主に穿入孔を開け，交尾室を作ったのち，雌がやってくるのを待つ。このとき雄は雌を呼ぶための揮発物質(フェロモン）を出す。このフェロモンは雌だけでなく雄の寄主探索にも利用され，雌雄が誘引される集合フェロモンである。

生活史は年１～２世代，成虫は５月中・下旬の暖かい日，あるいは6月下旬頃に産卵対象木に飛来し，樹皮下に穿孔して産卵，ふ化した幼虫は樹皮下を食害し，7月下旬～8月上旬に羽化した成虫は新たな樹木に穿入し，そこから生まれてくる幼虫あるいは成虫で越冬，年１世代の場合は成虫で越冬する(北方林業会編　1982)。

樹木が枯れる要因は成虫の体表面に付着している青変菌が，樹体内に持ち込まれるからである（寺崎ら　1987；佐々木ら　1990；前籐ら　1991)。樹体内に菌が持ち込まれると，樹木は樹脂を出して抵抗するとともに菌の蔓延を防ぐために辺材部の通導機能を停止させる(佐々木ら　1990)。この通導機能を停止させる現象が，集中攻撃(マスアタック)によりある樹幹の全周で生じてしまうとそこから幹上部へ水を上げられなくなり樹木は枯死すると考えられている(上田　2006)。ヤツバキクイムシ類は，普通，倒木，立ち枯れ木，衰弱木で繁殖するが，こういった餌資源が無いときには，生立木に対し集合フェロモンを介在したマスアタックが行われる(上田　2006)。

２．２．１　九州大学北海道演習林における風倒被害の概況

九州大学北海道演習林は北海道十勝総合振興局管内足寄郡足寄町(43°17′N，143°33′E)に所在している。森林は標高約150-450m，総面積3,713 haの比較的緩やかな丘陵地にある。本演習林おけるカラマツ人工林面積は約1,000haにおよび，2006年10月の低気圧によりカラマツ林の約165haにおいて風倒被害(図2)が発生した(扇ら　2012)。

２．２．カラマツヤツバキクイムシの密度推定

2006年10月の低気圧による風倒被害地に近い５年生のカラマツ造林地(27林班へ小班)において，カラマツヤツバキクイムシの個体数密度を推定するための捕獲調査を行った。この調査では集合フェロモンをつかってカラマツヤツバキクイムシを捕獲するため，次に述べる穿孔痕調査に影響が及ばないように穿孔痕調査対象地から６kmほど離れた場所を選定した。

図２．2006年10月に低気圧被害を受けたカラマツ林（10林班14い小班，2009年７月撮影）

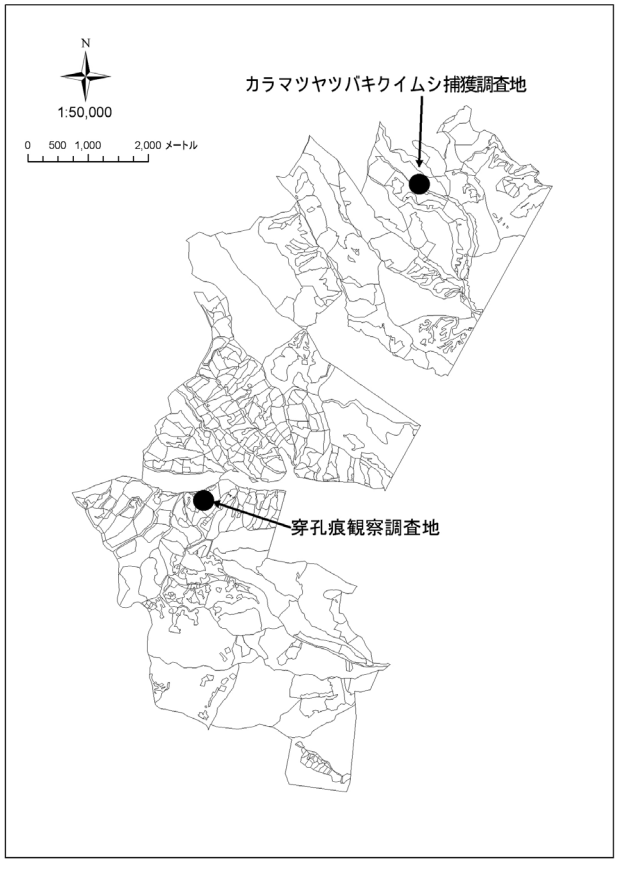

図３．調査位置図

カラマツヤツバキクイムシ捕獲調査は，原ら(2007)の手法にもとづき集合フェロモントラップを用いて行った(図4)。調査期間は2007年７月から2010年９月までの約３年間である。

カラマツヤツバキクイムシの活動開始直前の５月中旬にフェロモン((S)-(−)-Ipsenol（75mg）＋(S)-(＋)-Ipsdienol（15mg）＋3-Methyl-3-buten-1-ol（1280mg))を入れたポリエチレンバッグ(0.1mm厚，4cm×6cm))を１個取り付けたフェロモントラップを２台設置し，同年７月中旬に回収し，捕獲されたカラマツヤツバキクイムシの個体数を調べた。トラップのフェロモンを交換した後，同じ場所にトラップを設置し，カラマツヤツバキクイムシが活動を休止する８月末以降に再び回収し，捕獲されたカラマツヤツバキクイムシの個体数を調べた。

図４．フェロモントラップ（カラマツヤツバキクイムシ捕獲調査）

２．３．風倒木処理試験と虫害調査

カラマツヤツバキクイムシによる残存生立木に対する虫害の発生に，風倒木処理の有無が与える影響を評価するために，2006年に低気圧被害を受けたカラマツ造林地10林班14い小班(3.04ha）において，風倒木放置区と処理区を設け，穿孔痕の有無を観察することで虫害発生状況を調査した。

２．３．１　穿孔痕観察査地

風倒被害発生時の調査地の林齢は26年生で，平均直径20cm，平均樹高20mであり，風倒被害は小班全域におよんでいた。この小班は尾根を境に二つの沢に別れており，その尾根を境にして風倒木放置区(0.93ha）と処理区(0.86ha）を設定した(図5)。処理区では2008年１月に風倒木（倒木・傾斜木・幹折木）をすべて林外に搬出した。なお，風倒木の搬出の際に支障となる生立木は伐倒し風倒木と共に林外に搬出した。

風倒木放置区と処理区内のすべてのカラマツ個体を対象に風倒被害状況に応じて倒木，傾斜木，幹折木，立木(被害が外見上認められないもの）の４つに区分した。

２．３．２　穿孔痕観察調査

調査地内の全個体についてカラマツヤツバキクイムシの穿孔痕の有無，およびカラマツ個体の生存または枯死を目視によって判別した。判別が難しい場合は鉈で幹を削り樹皮下の状況を観察した。調査は2008年７月10日，2008年10月17日，2009年７月14日，2010年６月28日の計４回実施した。ただし，2008年７月調査では穿孔時期について穿孔痕の状況から当年と昨年(2007年)とに区分した。

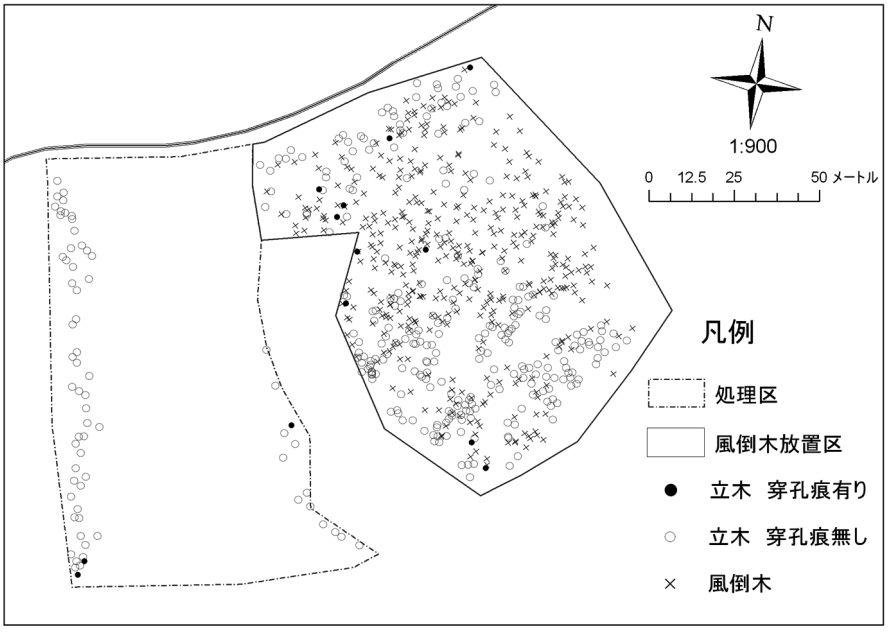

図５．穿孔痕観察調査木位置図
立木　穿孔痕有りは2007～2010年に穿孔痕を確認した立木の位置
風倒木は倒木・傾斜木・幹折木を含む。

2．4．検定方法

風倒木放置区と処理区間での残存生立木における穿孔本数率の差の検定はフィッシャーの正確確率検定により行った。

3．結　果

カラマツヤツバキクイムシの捕獲数を図6に示す。風害発生翌年の2007年7～8月に約2000匹を示し，約2年が経過した2008年7～9月には著しく増加し約14000匹にも達したが，その翌年の2009年7～9月には約1000匹まで減少し，その後はほぼ1000匹以下で推移した(図6)。

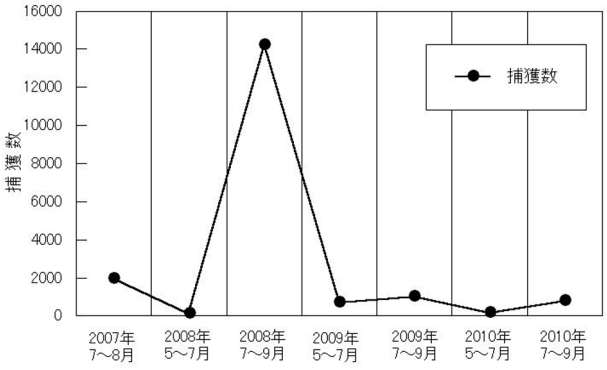

図6．カラマツヤツバキクイムシ捕獲数の推移
「5～7月」の捕獲数は越冬世代成虫，「7～8月」の捕獲数は第1世代成虫をおよそ表す。

2008年7月調査時点での風倒木放置区と処理区におけるカラマツ個体の状態別本数を図7に示す。風倒木放置区では立木270本（40%），傾斜木100本(15%)，幹折木16本(2%)，倒木292本(43%)であった。これに対し処理区ではすべて立木で68本(100%)であった。

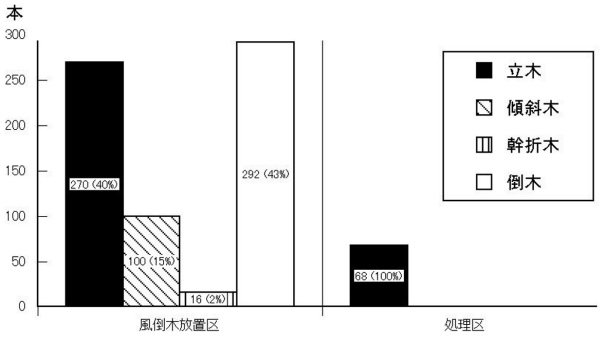

図7．風倒木放置区と処理区における状態別本数
かっこ内は各処理区内における本数割合。

2008年7月調査時点の倒木状態での生存木は38本(13%)，枯死木は254本(87%)で傾斜木状態での生存木は100本(100%)，枯死木は0本(0%)であった。また，2009年7月調査時点の倒木状態での生存木は1本(0.3%)，枯死木は291本(99.7%)で傾斜木状態での生存木89本(89%)，枯死木11本(11%)であった。さらに，2010年6月調査時点の倒木状態での生存木は0本(0%)，枯死木は292本(100%)で傾斜木状態での生存木70本(70%)，枯死木30本(30%)であった。

調査対象木のうち2007年～2010年の間にカラマツヤツバキクイムシによる穿孔痕が観察された個体数を風害後の個体の状態別に図8に示す。風倒木放置区では倒木と幹折木には高い割合で穿孔痕が観察され，倒木が292本中252本(86.3%)，幹折木が16本中15本(93.8%)に観察された。風倒木放置区および処理区ともに立木では穿孔痕が観察された個体の割合は低く，風倒木放置区で3.7%(10本)，処理区で4.4%(3本)であった。両者の割合に有意差は認められなかった(表1，p = 0.73)。なお，2007年～2010年の間に風倒木放置区で穿孔痕が確認された立木10本のうち5本は枯死し，処理区で穿孔痕が確認された立木3本はすべて枯死した。

穿孔痕が観察された個体数の風害発生翌年の2007年から2010年まで4年間の変化を図9に示す。風害発生翌年に倒木・幹折木の多くで穿孔が観察された。しかし，その後，新たに穿孔痕が観察された個体の数は減少し，2009年7月は前年10月に比べやや増加したが，風害発生から4年後の2010年6月にはごくわずかとなった。

立木への穿孔痕は2008年7月から2010年6月まで観察され2009年7月にやや増加した。

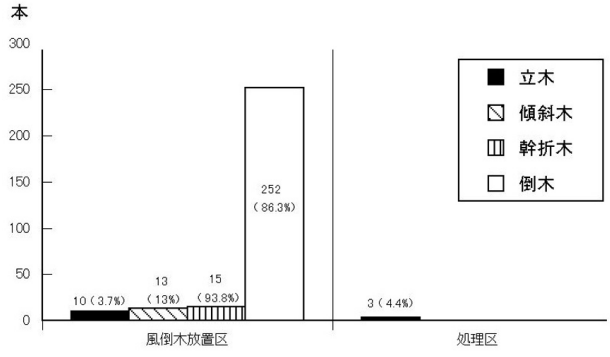

図8．2007年から2010年までの状態別の穿孔痕観察木数
かっこ内は状態別本数割合

表1．風倒木処理の有無別の2007～2010年に穿孔痕を確認した立木の積算割合
かっこ内は本数。Fisher's Exact Test (p=0.73)。

	穿孔痕あり	穿孔痕なし
風倒木放置区	3.7%(10)	96.3%(260)
処理区	4.4%(3)	95.6%(65)

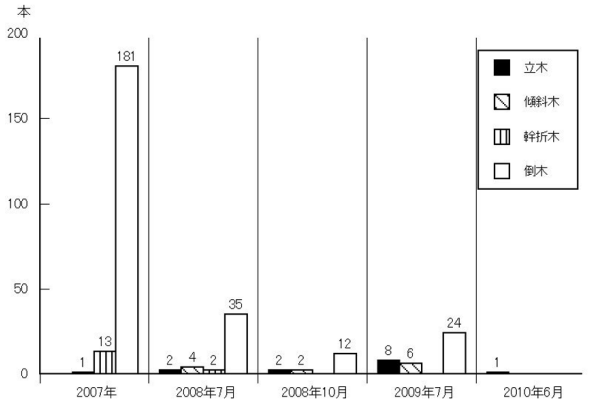

図９．2007年～2010年における状態別の穿孔痕観察木数の推移
上段の数字は本数を示す。

４．考　　察

本研究は，カラマツ林において大規模な風害発生後の風倒木放置が残存生立木のカラマツヤツバキクイムシ被害にどのような影響を与えるかを実験的に明らかにするため，風倒木放置区と処理区を設け，カラマツヤツバキクイムシの発生状況を調査するとともに残存生立木の被害状況を比較した。

カラマツ林で大規模な風倒被害が生じると，1～2年後からカラマツヤツバキクイムシが倒木で増殖し，倒木等の繁殖資源の減少と劣化が進むと生立木への集中攻撃を行い枯死させる(上田　2006)。本研究では，低気圧被害翌年(2007年７～９月)のカラマツヤツバキクイムシ捕獲数は約2000匹で，２年目(2008年７～９月)には約14000匹と顕著な増加を示した後，３年目には激減した。平時の捕獲数は約1000匹～2000匹と推察されていることから(原未発表資料)，当調査地における低気圧被害翌年（2007年７～９月）の捕獲数はほぼ平時の状態と考えられる。また，十勝地方の2002年台風被害地では立木被害が2004～2005年に発生した後終息したが，この際，フェロモントラップによる捕獲数は2005年７～９月にトラップ２台当たり約17000匹に急増した(上田・原2006；原未発表資料)。従って，当調査地における2008年７～９月の捕獲数約14000匹という数値はある程度の立木被害が予想されうる値であったといえる。また，十勝地方の2002年台風被害地での捕獲数のピーク翌年の減少は今回の調査ほど顕著ではなく(上田・原2006)，この違いの理由は不明であるが，捕獲数をみるかぎり，少なくとも今回の捕獲調査地周辺ではピーク翌年，生息個体は極めて少なく，また繁殖もほとんどなかったと考えられる。

1981年の15号台風の被害後に北海道内のカラマツ林で発生したカラマツヤツバキクイムシによる立木被害では，翌年から増加し３年目にピークとなった(上田　2006)。本研究の結果では立木被害は２年目から確認され，2008年が計４本，2009年が８本，2010年が１本と，被害本数は極めて少な少ないものの，類似の傾向を示した。

穿孔痕観察調査地では，風倒被害翌年の2007年に風倒木放置区内のほとんどの倒木・幹折木に穿孔痕が観察され，それらが繁殖資源となったことが確認された。この結果は，上述した風倒被害発生後２年目である2008年に北海道演習林内でカラマツヤツバキクイムシの個体数が急増したことと一致し，風倒木放置区では同年に個体数が極めて多かったことが推定される。

風倒木放置区の穿孔痕観察調査では，2007年は穿孔痕のほとんどが倒木・幹折木で観察されたが，2008年からは立木や傾斜木にもごくわずかであるが穿孔痕が観察され始めた。前述したように放置区では2008年にカラマツヤツバキクイムシが増加していたことが推定され，倒木の消費や経年による質の劣化等による繁殖木（倒木）の減少によって生存木である立木や傾斜木にもアタックが始まったと考えられる。３年目の2009年も同様に立木や傾斜木にも穿孔痕が観察され，生存木へのアタックが継続していたことから，捕獲調査地の結果とは異なり，穿孔痕観察調査地の生息数はかなり多かったと考えられる。

風倒木放置区における全生立木と傾斜木に対する穿孔痕が確認された個体の割合(2007年～2010年の積算値）は，それぞれ3.7％と13％であり，きわめて少なかった。しかも，生立木における穿孔痕のある個体の割合は処理区の4.4％とほぼ等しく，区間には差が認められなかった。上述したようにカラマツヤツバキクイムシが著しく増加していたにもかかわらず生立木・傾斜木の被害が少なかったのは，生存木がもつ抵抗力によってカラマツヤツバキクイムシが容易に加害できなかったと考えることもできる。上田(2006）は，倒木について緑葉の有無，すなわち生存木か枯死木かでヤツバキクイムシの加害に差があるかどうかを調べ，生存木で被害が少ないことを認め，生存木のもつ抵抗力をその理由に挙げている。また，今回の試験でカラマツヤツバキクイムシの被害が少なかったことは林齢が26年生と若かったことが関係する可能性がある。トウヒ属を食害する近縁なヤツバキクイムシについて，天然林では大径木ほど被害を受けやすいこと(中山ら1991)，また，若いアカエゾマツ人工林(19～40年生，胸高直径10～16cm）では除間伐木が放置されていても被害はほとんどないこと(原・林2002)が報告されている。今後，カラマツヤツバキクイムシの加害に対するカラマツ生存木の抵抗性に関し，樹齢・サイズを含め検討する必要があろう。いずれにしても，今回のケースでは，風倒木処理の有無が残存生立木での虫害発生頻度に影響を与えないという結果が得られたことから，今後，カラマツヤツバキクイムシ防除対策としての風害後の風倒木処理の必要性について改めて検討する必要があると思われる。

なお，2008年に北海道演習林内においてエゾヤチネズミが大発生し，カラマツ造林地において野ネズミ害が発生した。風倒木放置区と処理区での残存生立木への野ネズミ害の発生状況を比較すると風倒木放置区内で害が多く発生した(長　未発表)。その要因として，風倒木の存在がエゾヤチネズミにとって良い生息環境を提供したことが考えられ

る。風倒木放置区内では野ネズミ害で衰弱した生立木にカラマツヤツバキクイムシによる二次被害が発生することも考えられるため，風倒木処理の可否については今後，調査事例を増やし，様々な側面から検討する必要がある。

引用文献

原　秀穂・林直孝(2002)　若いアカエゾマツ人工林における除間伐後のヤツバキクイムシ被害の発生状況．北海道林業試験場研究報告39：69-74

原　秀穂・三好秀樹・徳田佐和子・石濱宣夫(2007)　研究資料-カラマツヤツバキクイムシ防除のための集合フェロモンの利用について．北海道林業試験場研究報告：129-138

北海道水産林務部森林整備課(2006)　平成18年10月低気圧災害による民有林被害の概要と復旧計画,北海道庁ホームページ　http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/srs/teikiatu.html　(2007年１月29日)

北海道水産林務部森林整備課保護種苗グループ(2006)　風倒木発生地でのキクイムシ被害を防ぐ. 北海道庁

北方林業会編(1982)　6穿孔性害虫カラマツヤツバキクイムシ．北海道林業技術者必携，上巻：406-408．北方林業会，札幌市

小泉　力(1994)　カラマツヤツバキクイムシ．小林富士雄・竹谷昭彦(編集)，森林昆虫，総論・各論：183-184　養賢堂, 東京

前籐　薫・尾崎研一・林　康夫・小泉　力(1991)　カラマツヤツバキクイムシに随伴する青変菌によるカラマツの萎凋．日林北支論39：79-82

松下眞幸(1943)　森林害蟲學．410pp　冨山房,東京

中山　基・古田公人・高橋郁雄・佐藤義弘・井口和信(1991)　エゾマツ天然林の伐採後の虫害枯損とヤツバキクイムシ成虫の動態．東大農学部演習林報告84：39-52

扇　大輔・長　慶一郎・山内康平・大崎　繁・田代直明・古賀信也 (2012平成18年10月に九州大学北海道演習林で発生した低気圧による風害について．九州大学農学部附属演習林報告（投稿中）

佐々木克彦・松崎清一・山口岳広・高橋邦秀(1990)　カラマツ生立木に対する青変菌(Ceratocystis piceae)の接種試験(I).病斑形成とC.piceaeの病原力. 日林北支論39：79-82

寺崎幸夫・古田成章・福山研二・古田公人(1987)　カラマツヤツバキクイムシの接種に対するカラマツの反応．東大演報　77：19-30

上田明良(2006)　大規模風倒後のヤツバキクイムシ類による生立木被害とその予防法-2004年18号台風とこれまでの台風の比較．日林北支論54：156-157

上田明良(2007)　ヤツバキクイムシとカラマツヤツバキクムシの生態．森林保護306：14-16

上田明良・原秀穂(2006)　2006年に北海道で発生した森林昆虫．北方林業60：101-103

上田明良・井口和信(2007)　樽前山山麓2004年18号台風風倒地における2006年度ヤツバキクイムシ類被害状況．日林北支論55：101-103

上田明良・井口和信(2008)　樽前山山麓2004年18号台風風倒地における2007年度ヤツバキクイムシ類被害状況．日林北支論56：67-69