

群馬県におけるナラ枯れ被害と対策に関する研究

Occurrence of Japanese oak wilt disease and measures against spread of the damage in Gunma Prefecture

伊藤英敏・石田敏之・中山ちさ・竹内忠義*

I はじめに

ナラ枯れは、カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）が運ぶ病原菌（*Raffaelea quercivora*）によりナラ類が集団的に枯損する現象で、1990年頃から日本海側を中心に被害が報告され、2010年までに30都府県に被害が拡大した。群馬県に隣接する新潟県、長野県、福島県でも被害が発生し、関東では東京都の島嶼部での被害が報告されている。本県では、2010年にみなかみ町湯檜曾で最初に被害が確認された。被害発生場所は谷川岳周辺の国有林と民有林であり、尾瀬に近く、被害対象樹種とされているミズナラも多く分布している地域である。

そこで、ナラ枯れの被害拡大を防止するため、直ちに本県における被害実態を把握するとともに、以下の課題に取り組んだ。まず、新たな成虫が発生する前に被害材を処理するための判断材料として、被害地域毎に初発日を予測する必要があることから、有効積算温量からカシナガ成虫の初発日を予測し、被害地での発生動向と比較を行った。2つめとして、ナラ枯れ被害林分の特性と時間的経過に伴う林分構造の変化を把握するため、被害林分の定点調査を行うとともに、ナラ類主体の未被害林分を調査した。最後に、2014年に被害が全く発生しなかったことから、翌2015年に捕虫トラップと誘引フェロモンを既被害地周辺に設置し、カシナガの生息調査を行った。

II ナラ枯れ被害の実態把握とカシナガ生息調査

1 方法

(1) ナラ枯れ被害の実態把握

県内の国有林を管轄している各森林管理署及び県の各環境森林事務所・森林事務所から、カシナガの発生予察日を含む月から9月にかけて毎月のナラ枯れ被害が、県林政課に報告される。この被害の調査データを基に、2010年の被害から年ごとに被害位置図を作成した。データは、2015年分までを対象にとりまとめた。被害は2万5千分の1の国土地理院地形図の3図幅（茂倉岳、水上、藤原湖）のみに発生しており、それぞれの図幅を16メッシュ（2.31km×2.79km）に分割してメッシュごとに被害本数を記録した。また、被害地の最寄りの藤原観測所（標高700m）の気温デ



図-1 ナラ枯れ被害調査位置図

* 群馬県林業振興課

ータと被害との関係性を探った。

(2) カシナガ生息調査

2015年6月に、図-1の3図幅から全部で4メッシュ(図-2)を選び、これまでの被害地周辺に、サンケイ式透明衝突板トラップ(以下、衝突板トラップ)を地上高1.2~1.5mに設置(図-3)し、4か所の調査地を設定した。なお、トラップにはカシナガの集合フェロモン剤(サンケイ化学(株)製、商品名:カシナガコール)を各1本ずつ設置し、捕虫部にはエタノールを使用した。調査地の概要は表-1のとおりである。10月1日まで毎週トラップ内のナガキイムシ類の回収を行った。回収したナガキイムシ類をカシナガ、ルイスナガキイムシ(以下、ルイス)、ヨシブエナガキイムシ(以下、ヨシブエ)、その他に仕分け後に計数した。カシナガについては、雌雄の区分も行った。

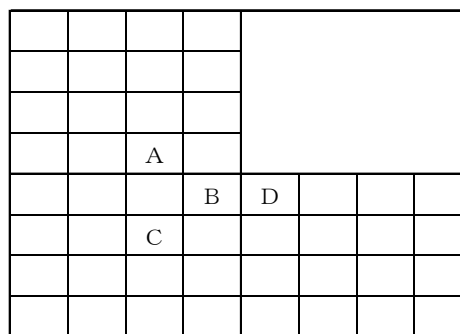


図-2 衝突板トラップの設置メッシュ

調査地	北緯	東経	標高(m)	林分	図幅名
A	36° 50' 49"	138° 56' 53"	890	広葉樹	茂倉岳
B	36° 50' 04"	138° 58' 02"	685	広葉樹	水上
C	36° 47' 55"	138° 57' 30"	690	広葉樹	水上
D	36° 49' 23"	139° 00' 38"	680	スギ	藤原湖



図-3 衝突板トラップ設置状況

2 結果及び考察

(1) ナラ枯れ被害の実態把握

本県のナラ枯れ被害の推移を図-4に示した。被害木は、これまで213本が確認されたが、すべてミズナラであった。本県で初めて被害が確認された2010年は、本数68本、材積43.1m³の被害で、翌2011年に被害本数としては最も多い69本を記録したが、被害材積では23.6m³とほぼ半減した。2012年は被害本数、材

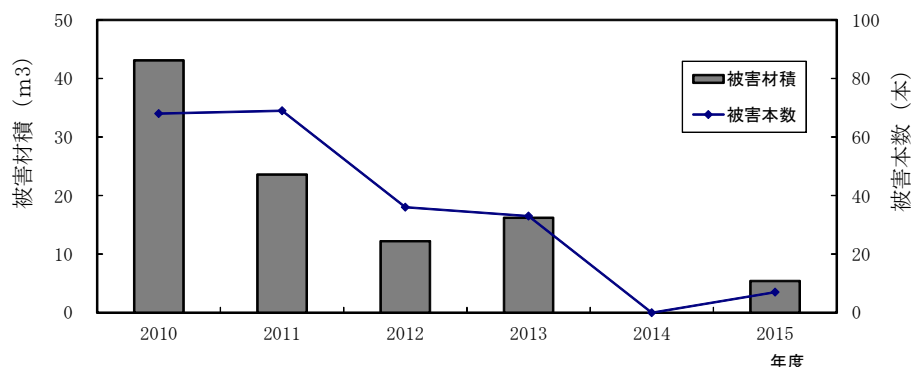


図-4 群馬県におけるナラ枯れ被害の推移

積ともに減少し、2013年は被害本数は減少したが、被害材積は12.2m³から16.2m³へ4.0m³増加した。2014

年には被害木が1本も発生せず被害が一旦終息したが、2015年に再び7本の被害（被害材積5.4m³）が発生した。被害量の推移を見ると、被害木1本1本の材積の違いにより増減はあるが、2014年までは減少傾向であった。全国のナラ枯れ被害量（被害材積）の推移を見ると、群馬県に初めて被害が発生した2010年度にこれまでの最大の被害を記録し、以後は年々減少を続けている（林野庁、2015）。

被害本数をメッシュごとに見ると（図-5）、2010年には茂倉岳図幅の2メッシュ、水上図幅の3メッシュ、藤原湖図幅の1メッシュの計6メッシュに68本の被害が発生した。2011年には、水上図幅で4メッシュ、藤原湖図幅で2メッシュと各1メッシュずつ増加し、それぞれの図幅ごとの被害本数も38本から53本（水上図幅）、1本から5本（藤原湖図幅）と東方向及び南方向に被害が進行している。2012年は被害本数が36本と前年度からおおよそ半減した。茂倉岳図幅で被害は1メッシュのみで、被害本数も4本と大きく減少した。2013年は被害本数では前年からの微減（3本減）であるが、メッシュ数では水上図幅の3メッシュのみで、被害区域が集中して狭まった状況にあった。翌2014年は被害が全く発生しなかった。2015年は水上図幅の1メッシュのみで7本発生した。発生したメッシュは、2012年に1本発生したメッシュであり、被害位置も近い。

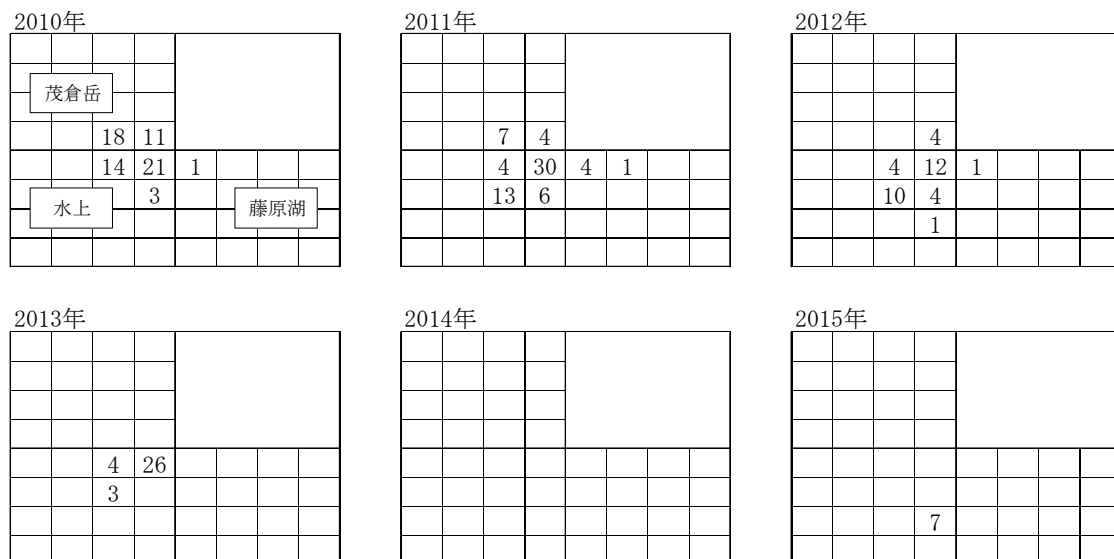


図-5 群馬県内（みなかみ町）のナラ枯れ被害の推移

5年間の被害木すべてを標高50mごとに区分し、標高階別に示したものが図-6である。750~800mが54本と最も多く、次いで46本の700~750mが多かった。標高が最も高い地点は(1100m)~1150mで、被害木が2010年に3本発生していた。900mを超える標高域における被害木は全部で43本で、全被害木213本の20%を占めていた。標高550m未満には、被害が1本も発生していなかった。本県では、およそ標高1600mまではミズナラが分布しているが、こうした標高の高い地域でブナなどとミズナラが混交している中で、単木あるいは小集団的にナラ枯れ被害が発生している状況である。本県よりも先にナラ枯れ被害が発生している他府県の被害標高に関する報告では、新潟県では標高750mまでで、標高51~400m、中でも101~200mが多い（布川、2001）、長野県では標高960m地点が最も高い位置（岡田ら、2011）であり、京都府の被害について小林ら（2002）は標高300m前後に被害が多い、と報告している。なお、被害樹種は京都府がミズナラ、新潟県がコナラとミズナラ、長野県では多くがミズナラである。本県の被害は1000mを超える地点にも被害木が発生し、これらの他府県と比較して標高の高い地域に発生していることが大きな特徴の1つである。標高の異なる森林でのカシナガ成虫の脱出数から、江崎（2008）は高標高森林における

被害の抑制原因は、病原菌の媒体者であるキクイムシの繁殖成功度の抑制に関係している可能性を示唆し、さらに、1000m程度の高標高森林においてナラ集団枯損被害は発生しにくく、冬期のカシナガ死亡率が高いことが明らか（江崎，2010）と報告している。本県では、2010年に高標高域を含む600mから1150mの幅広い標高域に被害が初めて発生したが、3年を経過した2013年には地域は異なるものの、700mから850mという150mの標高域の中に被害が集中していた。

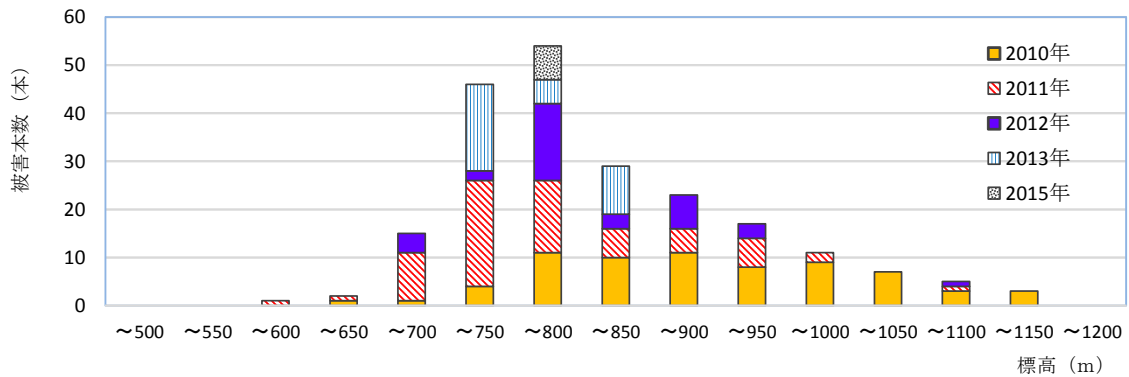


図-6 ナラ枯れ被害木の標高階別分布

藤原観測所の1～3月の平均気温について、最近10年間の値を図-7に示す。本県で初めて被害が発生した2010年の1～3月の平均気温は -0.8°C で、最近10年間の中では高い方の平均気温に含まれる。一方で、その翌年の2011年から2014年にかけての4年間は、この10年間で低い冬が連続した。カシナガを含むナガキクイムシ科は成長や羽化脱出に一定の温量が必要であり（福沢ら，2015）、また気温が低い地域では穿入後、繁殖に至らないケースが多い（伊藤ら，2013）との報告がある。こうしたことから、潜在的に高い繁殖能力を有している（小林，2006）カシナガではあるが、2011年から2014年にかけては十分な繁殖（越冬）に成功できず、ナラ枯れを引き起こすマスアタックが激増しなかったと考えられた。2015年は再び平均気温（ -0.9°C ）が2010年に次いで高くなっていることから、被害の再発生が生じたことを裏付けるように繁殖成功度が上がったことが推測された。

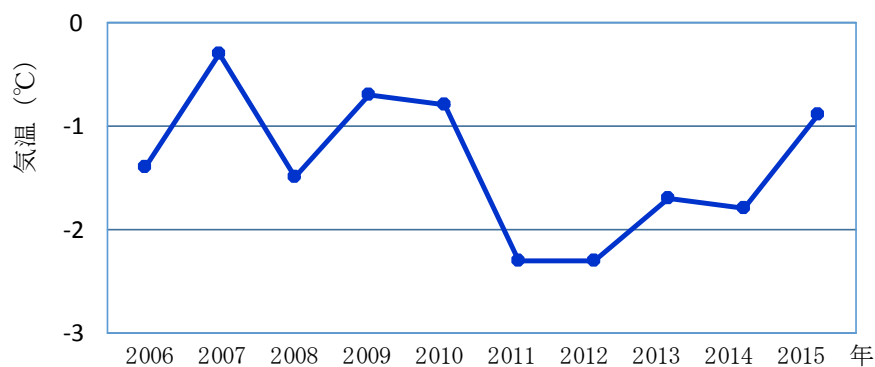


図-7 1～3月の平均気温（藤原観測所）

(2) カシナガ生息調査

調査結果を表-2に示す。回収したナガキクイムシ類は469頭であったが、うちカシナガは調査地Cと調査地Dの2か所で確認された11頭だけだった。調査地Cが10頭（うち雄2頭、雌8頭）で、調

査地Dが1頭（雌のみ）だった。今回カシナガが最も多く捕虫された調査地Cは、2015年に被害が発生した唯一の地点と同じ水上図幅であり、メッシュは異なるものの直線距離では約500mと近距離にあった。このことから、これまでの既被害地エリアの中でカシナガの生息密度の相対的に高かったエリアでミズナラへのマスアタックが発生し、被害が生じたと考えられた。一方、調査地Aと調査地Bではカシナガが1頭も捕虫されなかったが、調査地Bではヨシブエが405頭、ルイスが6頭、その他ナガキクイムシが5頭捕虫されたのに対して、調査地Aでは、3ヶ月半の設置期間にナガキクイムシ類が僅か2頭しか捕虫されなかった。カシナガについては、今回4地点の衝突板トラップのうち南に位置する2地点で捕虫されたことから、これまで5年間の被害区域の中では被害の推移と連動するように南に生息密度が高い区域が移動した可能性が示唆された。

表-2 カシナガ生息調査結果

回収日	調査地A					調査地B					調査地C					調査地D				
	カシナガ雄	カシナガ雌	ルイス	ヨシブエ	その他	カシナガ雄	カシナガ雌	ルイス	ヨシブエ	その他	カシナガ雄	カシナガ雌	ルイス	ヨシブエ	その他	カシナガ雄	カシナガ雌	ルイス	ヨシブエ	その他
6/18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
6/25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
7/2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7/9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7/16	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7/23	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0
7/30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
8/6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7	0
8/13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0
8/20	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
8/27	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
9/3	0	0	0	0	0	0	0	1	24	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0
9/9	0	0	0	0	0	0	0	1	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
9/17	0	0	0	0	0	0	0	0	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9/24	0	0	1	0	0	0	0	1	84	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0
10/1	0	0	0	0	0	0	0	1	50	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
計	0	0	1	0	1	0	0	6	405	5	2	8	3	1	0	0	1	1	35	0

注) - ……未確認

Ⅲ カシノナガキクイムシ発生予察

1 方法

(1) 平均気温を利用した発生時期の予測

県北部のみなかみ町で発生しているナラ枯れの拡大を防止するためには、カシナガの新たな成虫初発日を推定し、この日以前に被害材を処理する必要がある。

カシナガの初発日は4月、5月の日平均気温を基に、齊藤ら（2003）が次の推定式を作成している。

$$y = -0.1273x + 107.7170$$

y : 4月1日からカシナガ新成虫の初発日までの日数、

x : 4月1日から5月末日までの日平均気温が基準温度の10℃を上回る日の日平均気温から10℃を差し引いた積算気温

そこで、被害地の最寄りの観測所である藤原観測所のデータをこの式に代入し、発生日を予測した。

(2) カシナガ発生調査

被害地におけるカシナガの発生状況を確認するため、みなかみ町の国有林内にトラップを設置し、

定期的に成虫を捕獲した。調査地の概要、トラップの種類・数量、調査期間は表-3のとおり。

なお、トラップにはカシナガコールを各1本ずつ設置し、捕虫部には30%エタノール液を入れた。また、トラップの種類は、2011年、2013年は衝突板トラップ、2014年、2015年はペットボトル製（小林ら2014）とした。

表-3 調査地及びトラップの概要

調査年	所在地				標高 (m)	傾斜方位	斜度 (度)	トラップの種類	トラップの数	調査期間	
										設置	撤収
2011	みなかみ町	湯楢曾	湯吹山国有林	323林班へ1	700	南西	31	衝突板、透明	5	7月5日	9月26日
"	"	"	"	318林班い	"	平坦	-	"	"	"	"
2013	"	"	"	323林班へ1	"	"	-	"	2	6月19日	10月2日
2014	"	"	"	324林班ほ1	"	"	-	ペットボトル製	2	6月25日	10月1日
2015	"	"	"	"	"	"	-	"	1	6月25日	9月9日

2 結果及び考察

(1) 平均気温を利用した発生時期の予測

カシナガ成虫発生予測日を表-4に示す。推定式から、この地域での発生は7月上旬と予測できた。

表-4 みなかみ町藤原のカシノナガキクイムシ発生予測日

調査地 項目	2011年	2011年	2013年	2014年	2015年
	323林班へ1	318林班い	323林班へ1	324林班ほ1	324林班ほ1
初発予想日	7月8日	7月8日	7月4日	7月6日	7月1日
初発日	7月10日	7月29日	7月21日	6月29日	-
1トラップあたり 成虫捕獲数(頭)	31.8	1.6	9.0	7.5	0

(2) カシナガ発生調査

トラップでの初発日、及び成虫捕獲数は表-4のとおりである。初発日は、成虫未確認の最終回収日と、初めて成虫を捕獲した回収日の中間日とした。2011年の313林班へ1と2014年の初発日は、予測に対し7日以内の誤差でほぼ一致した。しかし、2011年の318林班い、および2013年については2~3週間遅かった。2015年の捕獲数は0であった。本調査でのカシナガ成虫の捕獲数は0頭から31.8頭と極めて少なく、この地域の初発日推定式を作成することは困難である。今後、被害が拡大した際には、より正確な調査を行い、被害地域での推定式を作成する必要がある。

IV ナラ枯れ被害林分の特性と林分構造の変化

1 方法

(1) 調査地

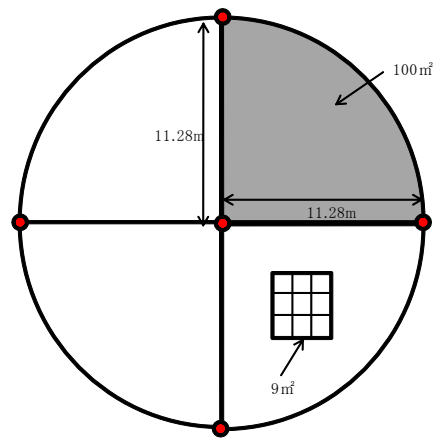
調査地は2010年のナラ枯れ被害林分3箇所と2011年の被害林分2箇所の被害林分計5箇所、さらに被害地と同様の植生を有する未被害林分計4箇所とした(表-5)。調査は各調査年において、夏季に行った。被害林分においては被害木が伐倒処理されており、その切り株が含まれるよう、調査林分内に400㎡の円形プロットを設定した(図-8)。

表－5 調査林分の概要

No.	区分	被害発生年	調査年	調査地	林小班	標高(m)	傾斜方位	傾斜(度)
1	被害林分	2010, 2011	2011, 2012, 2015	湯吹山国有林	318林班は1	820	S W	40
2	被害林分	2010	2011, 2012, 2015	湯吹山国有林	317林班い1, 2	760	N	40
3	被害林分	2010	2011, 2012, 2015	湯吹山国有林	320林班ろ1-①	730	S W	15
4	被害林分	2011	2012, 2015	湯吹山国有林	320林班ろ1-②	710	W	23
5	被害林分	2011	2012, 2015	湯吹山国有林	320林班ろ1-③	710	W	10
6	未被害林分		2011	川場県有林	7林班38小班	1031	S E	35
7	未被害林分		2011	川場県有林	7林班32-1小班	1009	S E	28
8	未被害林分		2011	日本大学水上演習林	62林班	722	E	22
9	未被害林分		2011	日本大学水上演習林	63林班	645	S E	26

(2) 調査内容

プロット全域で出現した胸高直径4 cm以上の樹種の同定を行い、胸高直径と樹高を測定した。プロット内の100m² (図－8 網掛部) においては、胸高直径4 cm未満かつ樹高1.3m以上の樹木について同様に調査した。稚樹の発生状況を調べるため、プロット内の任意の9 m² (3 m × 3 m) に出現する樹高1.3m未満の稚樹本数を調査した。また、プロット内の階層別の植被率を調査した。なお、伐倒処理された被害木の直径データは利根沼田森林管理署から提供いただいた。



図－8 調査プロットの模式図

2 結果及び考察

調査林分における胸高断面積合計の推移は表－6のとおりである。本調査において調査地No. 1の1箇所で、2010年に被害確認後2011年に新たなナラ枯れ被害木が確認された。このため、胸高断面積合計は、2011年の32.7m²/haから2012年には31.9m²/haに減少した。その後ブナ等亜高木層、高木層の成長により33.4m²/haに増加した。樹木の出現本数の推移について、調査地No. 1、2においては被害2年後に増加し、その後2015年には減少していた (図－9)。また、No. 4の調査地で胸高直径4 cm未満の樹木の減少により出現本数が大きく減少していた。この調査地ではミヤマタタビの被覆によりこれより樹高の低いブナやキブシ等の樹種が被圧されたと考えられる。

プロット内、プロットと同一林分内の被害木、及びプロット内に出現したミズナラの胸高直径を図－10に示す。過去の研究で、細い木及び過去に感染履歴のある木はカシナガの攻撃レベルが低いことが示されている (Yamasaki and Futai, 2008)。さらにカシナガの穿孔確率には樹木のサイズが影響し、感染履歴のない胸高直径11.2cm以上の樹木について、50%よりも高い確率で穿孔されると報告されている (Yamasaki and Futai, 2008)。本調査においても、被害木は最も小さいもので調査地1における胸高直径20cm、最も大きなもので調査地2における70cmであり、大径木に認められた (図－10)。調査地には被害を受けなかった大径木が生育しているため、今後カシナガによる穿孔を受けた場合、被害が発生する可能性がある。

調査林分の階層別植被率をみると、未被害林分と比較して被害林分の高木層植被率に低い傾向が

みられた（図-11）。これはナラ枯れにより林冠が一部失われたことが要因の一つと考えられた。ただし、被害後4～5年目の時点でも完全には高木層が閉鎖しておらず、亜高木層と低木層の植被率増加がみられた。稚樹調査の結果、被害翌年の2011年と2012年に比べて2015年は稚樹の減少がみられたものの、林分によるばらつきはあるがha当たり40,000本以上と豊富な稚樹が生育しており（図-12）、ブナやミズナラなどの高木性稚樹もみられた。

表-6 胸高断面積合計の推移及び主たる高木層の構成種

No. 区分	2011年調査	2012年調査	2015年調査	主たる高木層の構成種
	(m ² /ha)	(m ² /ha)	(m ² /ha)	
1 被害林分	32.7	31.9	33.4	ブナ、ミズナラ、材ノキ
2 被害林分	42.2	40.3	39.4	ブナ、ミズナラ
3 被害林分	39.8	38.4	40.1	イタヤカエデ、ミズナラ、ブナ
4 被害林分	-	38.4	41.8	トチノキ、ハリギリ、ミズナラ
5 被害林分	-	40.0	39.8	ブナ、トチノキ、ミズナラ
6 未被害林分	42.8	-	-	ミズナラ
7 未被害林分	38.0	-	-	ミズナラ、ハリギリ
8 未被害林分	48.5	-	-	コナラ
9 未被害林分	53.9	-	-	ミズナラ、クリ

*胸高直径4cm未満かつ樹高1.3m以上の樹木については400m²に換算し、胸高直径4cm以上の樹木と合わせて算出

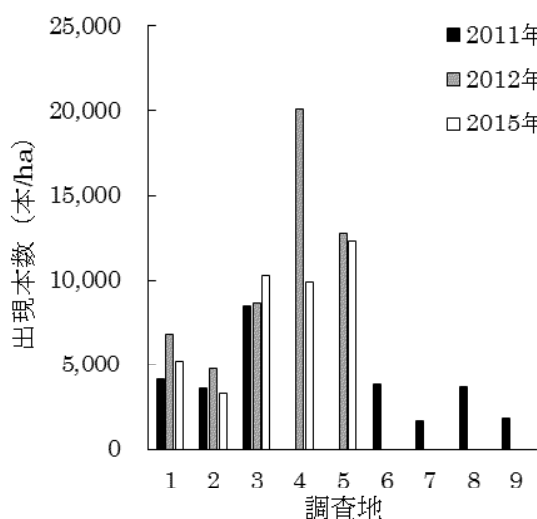


図-9 被害林分における出現本数*の推移

*胸高直径4cm未満かつ樹高1.3m以上の樹木については400m²に換算し、胸高直径4cm以上の樹木と合わせて算出

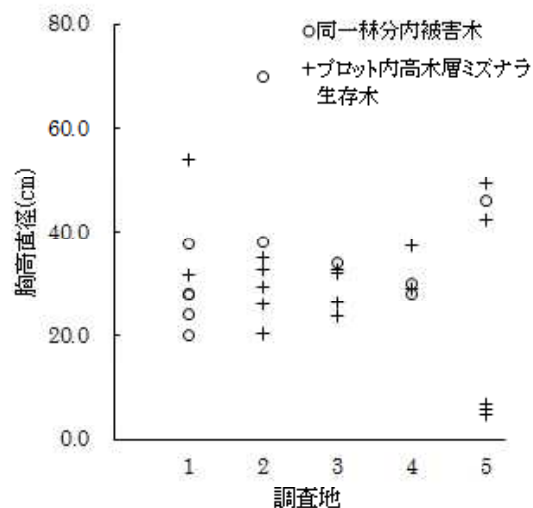


図-10 高木層のミズナラと被害木の胸高直径

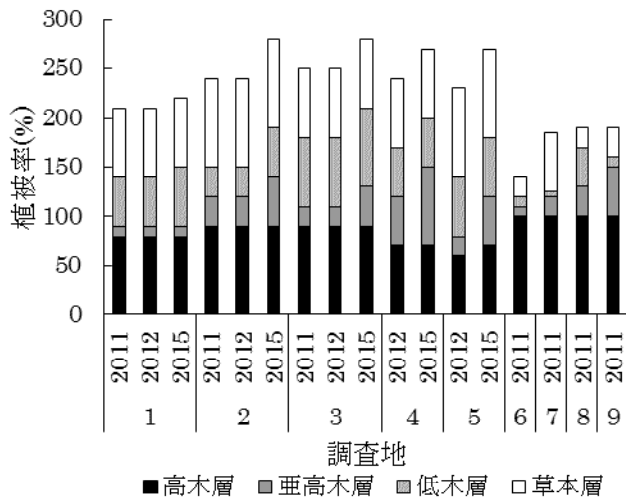


図-11 各調査地の階層別植被率

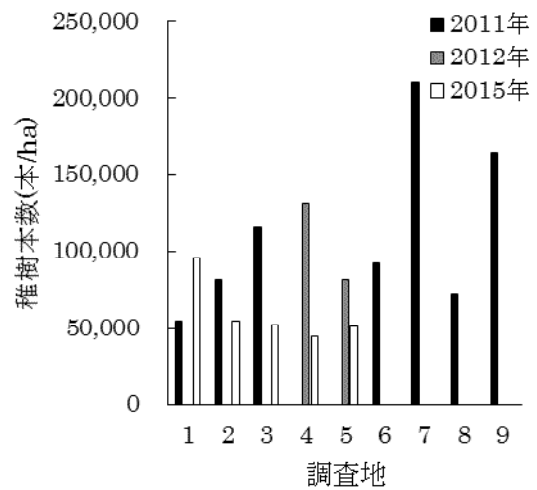


図-12 1.3m未満に出現した稚樹本数

V おわりに

本県では、2015年現在ナラ枯れ被害は県北部の1つの町（みなかみ町）に限定されており、被害も発生時からは減少傾向にある。その要因の1つとして、標高と気温の影響が考えられることが示唆された。しかし、将来的には現在も進行する地球温暖化の影響や寒さに対する抵抗性の獲得・変異などにより、状況が変化することにも警戒しなければならない。また、忘れてはならないのは、被害木のほとんどが国有林内であったため、利根沼田森林管理署及び関東森林管理局を中心として発生初年度から被害実態の把握や可能な限り伐倒駆除等の被害対策が行われてきたという事実である。残念ながら、被害は4年間での終息という形にはならなかったが、今後も県と国と町とで力を合わせてナラ枯れ被害対策に当たっていくことが必要である。その中で、試験研究機関としての役割をしっかりと果たしていきたい。

謝辞

今回の調査では、カシナガ発生予察調査、被害林分の特性調査、カシナガ生息調査等で利根沼田森林管理署にご協力いただいた。この場を借りて感謝申し上げる。

引用文献

- 江崎功二郎（2007），2006年豪雪はナラ集団枯損被害減少の原因となったか？，日本森林学会大会学術講演集118，CD-ROM
- 江崎功二郎（2008），ナラ集団枯損被害の抑制メカニズムの解明，公立林業試験研究機関研究成果選集5，25-26
- 福沢朋子・逢沢峰昭・大久保達弘（2015），新潟県湯沢町における標高傾度に沿ったナガキクイムシ科甲虫の発生消長，第126回日本森林学会大会講演集，CD-ROM
- 伊藤昌明・大橋章博（2013），高標高地域で発生したナラ枯れ枯死木におけるカシノナガキクイムシの穿入密度，第124回日本森林学会大会講演集，CD-ROM
- 気象庁ホームページ（2015），<http://www.jma.go.jp/jp/amedas/>
- 小林正秀・上田明良（2002），京都府内におけるナラ類集団枯損の発生要因解析，森林防疫51，62-71

- 小林正秀 (2006), ブナ科樹木萎凋病を媒介するカシノナガキクイムシ, (樹の中の虫の不思議な生活: 柴田叡弍・富樫一巳編, 290pp, 東海大学出版会, 神奈川), 202
- 小林正秀・吉井優・竹内道也 (2014), ペットボトルを利用したカシノナガキクイムシの大量捕獲ー京都市船岡山での事例ー, 森林防疫700, 11-21
- 布川耕市 (2001), 新潟県におけるナラ類集団枯損被害の地域分布および標高分布, 新潟県森研研報43, 33-36
- 岡田充弘・山内仁人・近藤道治・小山泰弘 (2011), カシノナガキクイムシ等広葉樹類の昆虫被害防除技術に関する研究, 長野県林総セ研報25, 82
- 林野庁ホームページ (2015), <http://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/naragare.html>
- 齊藤正一・中村人史・後藤徹 (2003), 山形県におけるカシノナガキクイムシの初発日の予測, 東北森林科学会誌8(2), 99-101
- Yamasaki M. and Futai K. (2008), Host selection by *Platypus quercivorus*(Murayama) (Coleoptera: Platypodidae) before and after flying to trees, Appl. Entomol. Zool. 43, 249-257