

# カツラマルカイガラムシによる広葉樹被害に関する研究

岡田充弘・近藤道治・小山泰弘・山内仁人

カツラマルカイガラムシによる被害は、県北部の森林を中心に拡大するとともに、飛び地的な被害や緑化木、広葉樹苗木などへの被害がみられた。森林での被害は、激害化後には強力な天敵である寄生蜂 (*Pteroptrix* sp. ) などの影響で終息傾向になっていた。本被害を受けたナラ類は、水分通道に障害がでるため、ナラ枯れ被害が助長される場合があった。アセタミプリド2%液剤50倍液樹幹注入処理は、カツラマルの殺虫効果が高いと判断された。

キーワード：カツラマルカイガラムシ、広葉樹、枝枯れ、樹幹注入処理

## 1 はじめに

平成14年(2002年)9月に長野県北部の飯山市木島其綿、山岸のコナラ、ミズナラ、ホオノキ、クリなどの広葉樹二次林において、葉の褐変を伴う枝枯れ被害が確認された。被害枝には、樹種を問わず高密度にカイガラムシ類が寄生しており、被害原因は、このカイガラムシの吸汁によると考えられた。そのため、寄生していたカイガラムシの同定を、東京農業大学農学部河合省三博士に依頼しカツラマルカイガラムシ (*Comstockaspis macroporana*(TAKAGI, 1905), 以下カツラマルという) であることが明らかになった。

カツラマルは、日本全国の平地から亜高山まで分布し、シラカンバ、クリ、クヌギ、ブナ、エノキなどの60種以上の落葉広葉樹の枝、幹に寄生する多食性のカイガラムシである(井上1994)。特にカツラマルは、1964年に東京都小金井市でクリへの寄生が確認されて以降、1960年代から1970年代にかけて九州、中国、四国、近畿地域のクリ園で、多くの栽培クリ立木が枯損するなど大きな被害となり、クリ園での重要害虫と位置づけられた(井上1994)。なお、1970年代には島根県、岡山県のコナラ林でも被害が発生していた(井上1994)。

カツラマルによる広葉樹林被害は、2000年代に入って頻発し、山形県(上野ら2006)、山梨県(大澤ら2005)、福島県(齊藤ら2008)など東日本各地で問題となっていた。しかし、カツラマルの被害対策は、クリ園などのクリ立木を対象としたものにとどまり、森林内の樹木に対する効果的な防除法がなかった(平山ら1975)。

このため、本研究では、カツラマルの被害発生

要因の解明と、被害対策手法を開発することを目的として研究を行った。

なお、本研究は、県単課題「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(平成17年度(2005年度)~19年度(2007年度))」、および独)森林総合研究所交付金プロジェクト「天然性広葉樹林の大量被害をもたらす昆虫の拡大予測と早期防除法の開発(平成20年度(2008年度)~22年度(2010年度))」で実施し、第118回日本森林学会大会、第57回日本森林学会中部支部大会、第14回樹木医学会大会で成果の一部を発表した(岡田ら2007, 岡田ら2009, 岡田ら2010)。

## 2 長野県における被害の実態把握

### 2.1 飯山市における被害状況の把握

#### 2.1.1 方法

カツラマルによる被害が、平成14年12月に最初に確認された飯山市木島其綿の被害林分において、30×30mの方形区を2箇所設けて、その被害状況(加害樹種、カツラマルの寄生状態、被害木の状況など)を調査した。なお、カツラマルの寄生状態は、表-1に示した基準で区分した。

表-1 カツラマルカイガラムシ寄生状態区分

寄生区分	寄生状態
無	寄生無
疎	まばらに寄生する。
少	全面にまばらに寄生する。
中	全面に寄生し、高い密度も高いが、樹皮が見える。
多	全面に寄生し、高い密度も高く、樹皮が見えない。

また、本被害の経年的な被害状況を把握するため、飯山市木島其綿周辺の被害状況を、北信地方事

務所林務課とともに、目視調査によって被害発生箇所、被害状況を記録した。

2.1.2 結果と考察

1) 被害樹種と被害形態

飯山市木島其綿の被害林分では、出現した広葉樹 32 樹種中 27 樹種にカツラマルの寄生が認められた (表-2)。

表-2 樹種別カツラマルカイガラムシの寄生状況と被害状況 (飯山市其綿)

樹種	カツラマル寄生状況				被害程度	樹種特性
	無	疎	少	多		
ミズキ	0	0	0	4	激害	亜高
ブナ	0	0	0	2	"	高
ソヨゴ	0	0	0	1	"	亜高
アズキナシ	0	0	0	2	"	高
コナラ	0	0	1	6	"	高
オオバクロモジ	0	1	0	6	"	高低
ミズナラ	0	0	1	3	"	高
クリ	0	0	1	3	"	高
ウワミズザクラ	0	2	2	7	"	高
ホウノキ	0	0	1	1	"	高
ケヤキ	0	1	2	3	"	高
カスミザクラ	0	1	0	1	"	高
オクチョウジザクラ	1	1	3	1	微~中害	低
ムラサキシキブ	0	0	2	0	"	低
ハリギリ	0	0	1	0	"	高
ダンコウバイ	0	0	1	0	"	低
イタヤカエデ	0	1	1	0	"	高
コハウチワカエデ	1	0	1	0	"	亜高
オオヤマザクラ	1	0	1	0	"	高
コシアブラ	2	0	1	0	"	高
コバノトネリコ	3	1	1	0	"	亜高
ヤマツツジ	0	1	0	0	"	低
ナツハゼ	0	1	0	0	"	低
ツリバナ	0	1	0	0	"	低
サンショウ	0	1	0	0	"	低
クワ	0	1	0	0	"	低
ガマズミ	1	4	0	0	"	低
リョウブ	1	0	0	0	未被害	亜高
ヤマウルシ	3	0	0	0	"	低
ヒメアオキ	1	0	0	0	"	低
ハイイヌツゲ	1	0	0	0	"	低
エンジュ	1	0	0	0	"	高

\*被害程度 微害:葉量減少、後生枝が伸長、中害:枝枯れ、後生枝発生、激害:樹冠で枝枯れ多発

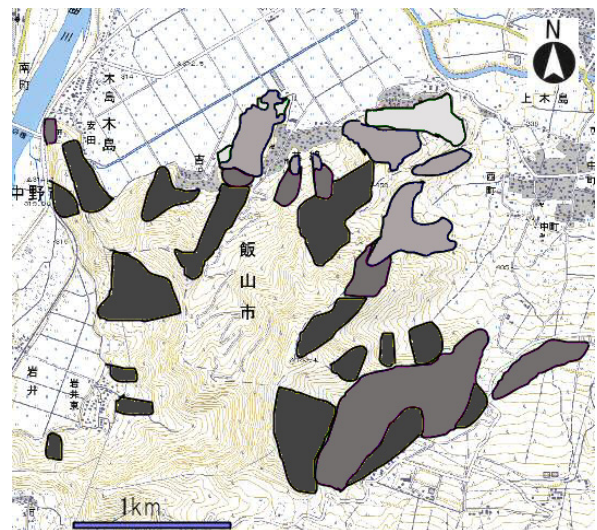
また、カツラマルの寄生状況は、ミズナラ、コナラ、クリ、ブナなどのブナ科樹種、オオバクロモジ、ミズキ、ウワミズザクラなどで寄生密度が高く、ダンコウバイ、コバノトネリコ、ヤマツツジなどで低く、カツラマルはブナ科への寄主選好性が高い (井上 1994) とされていることに一致した。カツラマルの寄生がみられなかった樹種は、リョウブ、ヤマウルシ、エンジュ以外はヒメアオキ、ハイイヌツゲの常緑広葉樹であり、その後の他の地域での観察でもソヨゴを含めた常緑広葉樹への寄生はみられず、本被害は落葉広葉樹に対する被害であるといえた。被害程度をみるとカツラ

マルの寄生密度が高い樹種で、樹冠層の枝枯れが進行するなど被害程度が高かった (表-2)。激害化した林分では、上木のクリ、コナラ、ブナの激害木の一部が枯損していた。カツラマルによる被害でクリが枯損すること (井上 1994) は知られていたが、クリ以外のブナ科樹種などで枯損することが確認され、山形県、福島県における被害でコナラなどの被害木の枯損が確認されていることと一致していた (上野ら 2007, 斉藤ら 2007)。

また、残存した被害木は、枝枯れ当年に幹から後生枝を発生させていた。後生枝は幹、枝の先端が枯死、衰弱すると発生すること (谷本 1990) が知られており、樹冠層の被害による枝枯れの影響で発生したと判断された。

2) 飯山市木島其綿周辺における被害推移

飯山市其綿周辺の被害発生確認翌年の平成 15 年 (2003 年) から平成 18 年 (2006 年) までの被害拡大状況をみると、激害化箇所の近接箇所が翌年激害化して、被害が集落周辺から山麓上部へと面的に拡大していた (図-1)。被害林分には、広葉樹林が連続しない箇所で飛び火的に被害が拡大している場合があり、そうした箇所では隣接した下層の広葉樹にカツラマルの寄生がみられ、これらの広葉樹がカツラマルの移動経路となっていることが想定された。



2003年 2004年 2005年 2006年

図-1 飯山市其綿周辺のカツラマルカイガラムシによる被害拡大状況

また、激害化箇所の被害木の幹では、後生枝の発生がみられたが、これらの後生枝には、翌年に

降被害がほぼみられず、葉が繁茂した。こうしたことから、激害化後3年程度経過すると、林外から概観しただけでは、被害状況が判別しにくくなっていた。

## 2.2 長野県における被害分布の把握

カツラマルは、クリ園では重要害虫とされているが、岡山県のコナラ林で発生した際、発生確認3年目で終息した事例などから、一般に森林では潜在的な害虫である(井上1994)とされている。2000年代以降の東日本各地におけるカツラマルによる森林被害(大澤ら2005, 上野ら2006, 斉藤ら2008)は同時多発的な被害で、潜在的な害虫であったカツラマルがそれぞれの地域で何らかの原因で増加して被害を及ぼしていると考えられる。そのため、県内の被害が確認されていない地域を含めて新たに被害が発生する可能性があるため、被害状況を調査した。

### 2.2.1 方法

カツラマルによる被害が顕著になりはじめる7月下旬から11月までの間、県北部を中心として地上調査を実施し、被害発生箇所、被害状況などを記録し、毎年9月のヘリコプターによるカシノナガキイムシによるナラ枯れ被害調査の際に、カツラマル

による被害林分についても補足調査として発生位置を記録した。また、平成17年(2005年)11月には、被害林分7か所で被害発生原因を調査した。

さらに、地方事務所林務課、苗木生産者、緑化木業者などから県下全域の被害情報の収集を行い、未確認地域で被害情報があれば現地調査を実施した。

### 2.2.2 結果と考察

#### 1) 飯山市周辺の被害分布

平成17年(2005年)の飯山市周辺における被害分布をみると、集落周辺に被害林分がみられ、現地調査を行った被害林分7か所中5か所で、カツラマルの被害を受けた放棄クリ園、または単木として成立しているクリ立木が隣接していた(図-2)。

カツラマルは、前述のとおりクリの重要害虫であり、1970年代に島根県、岡山県のコナラ林では、隣接する被害クリ園からカツラマルが侵入・拡大したと考えられる事例(井上1994)があったことから、本県の被害の発生要因の一つとして、放棄クリ園などで増殖したカツラマルが隣接林分に拡大したことが考えられた。

#### 2) 長野県における被害分布

カツラマルによる被害市町村を図-3に示した。被害確認市町村を確認年ごとにみると、飯山市、木島

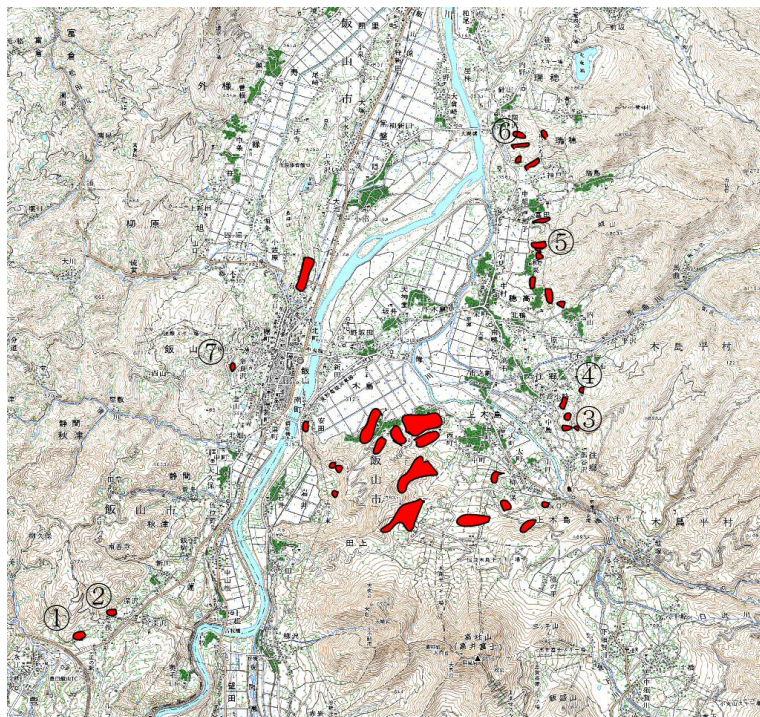


図-2 飯山市周辺における被害林分の分布状況(2005年)  
図幅 飯山・中野(縮尺1/50000)

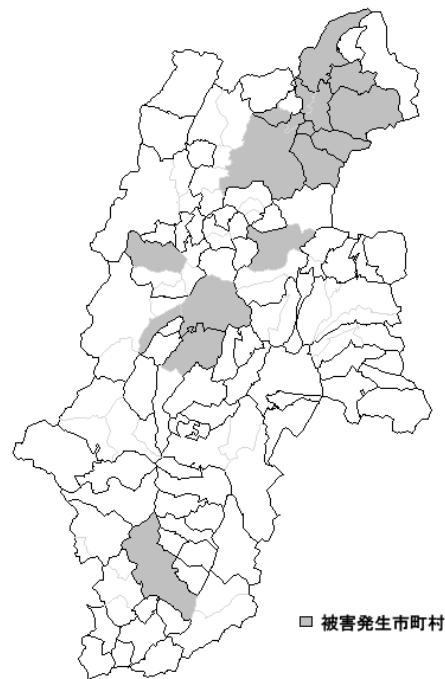


図-3 長野県におけるカツラマルカイガラムシ被害発生市町村(2010年)

平村(平成14年(2002年)), 中野市(平成17年(2005年)), 長野市, 上田市, 須坂市, 安曇野市, 野沢温泉村(平成18年(2006年)), 千曲市, 飯田市, 塩尻市(平成19年(2007年)) 松本市, 飯綱町, 野沢温泉村(平成20年(2008年)), 高山村, 小布施町, 山ノ内町(平成21年(2009年))の17市町村となった(図-3)。

被害市町村をみると, 飯山市周辺のような隣接林分での被害拡大(図-1)以外に, 上田市, 安曇野市, 長野市のような飛び火的な被害がみられる。この被害は, 東日本各地での同時多発的な被害と同様の傾向であり, 潜在的な害虫であったカツラマルが何らかの要因で増加し, 被害を顕在化しているためと考えられた。

また, 松本市, 安曇野市, 塩尻市, 小布施町, 野沢温泉村, 飯綱町, 飯田市では, 森林だけではなく, 緑化木の集積地, 広葉樹苗木, 植栽された緑化木にも被害が確認された。このことは, 緑化木などに寄生したカツラマルが苗木などで増加し, 被害が拡大する危険性もあることを示している。

### 3) 長野県北部における被害分布の推移

長野県における被害状況の変化を把握するため, 被害が初めて確認された平成14年(2002年)から

被害発生状況を年度ごとに1kmメッシュ(環境省3次メッシュ)図に取りまとめた。被害程度は, 微害, 激害, 終息の3分類として, メッシュ上の表示は, 被害面積にかかわらずメッシュ内の最も激しい被害状態を代表として採用した(図-4)。

平成14年に被害が最初に確認されたメッシュは, 平成16年まで被害レベルは激害で維持されていたが, その後終息した(図-4)。被害がいったん激害化すると2, 3年継続するが, その後終息する傾向は, 長野市, 上田市などの他の激害化したメッシュも同様であった。激害となったメッシュの被害レベルが数年維持される要因は, 激害化した林分の被害が終息しても, 同一メッシュ内の近接林分に激害林分の被害木から幼虫が分散し(年2回: 7月, 9月から10月), 被害が周辺に拡大するためと判断された。

一方で, メッシュでの被害分布においても, メッシュ内や, 隣接メッシュへの拡大だけでなく, 飛び火的な被害メッシュもみられた(図-4)。カツラマルは, 全国に分布し, 潜在的な害虫とされていること(井上1994)から, 飛び火的な被害は, 潜在的に生息していたカツラマルが, 何らかの原因で突発的に急増し, 被害が顕在化したものと考えられた。

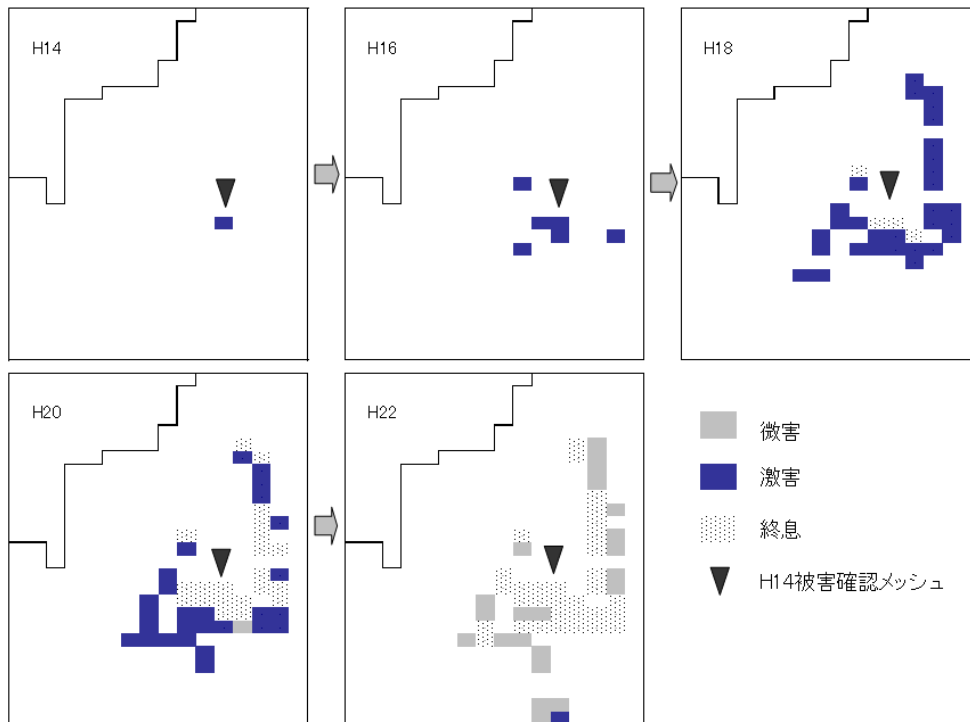


図-4 長野県北部地域におけるカツラマルカイガラムシ被害の変化

カツラマルによる被害の発生には、放棄クリ園などで増殖したカツラマルの森林への侵入などの潜在害虫の顕在化という形と顕在化した被害の周辺への拡大という二段階の過程があると判断された。

### 2.3. カツラマルカイガラムシ移動分散調査

カツラマルの被害拡大は、ふ化幼虫の分散が主な拡大要因と考えられ、その分散の方法としてはふ化幼虫の歩行分散があるが、歩行のみの分散では被害木内、または枝同士が接触している立木間の移動に限られ、数～数十m単位での森林内での分散は難しい。そのため、カツラマル被害発生地内で皆伐更新した林分を用いて、移動分散様式を調査した。

#### 2.3.1 調査方法

##### 2.3.1.1 調査地

飯山市其綿のコナラ、ミズナラを主とする広葉樹林分の一部(30×30m)を、平成17年(2005年)4月に皆伐し、萌芽更新をした部分を調査地とした。

##### 2.3.1.2 方法

平成19年(2007年)6月に調査地内に調査区(30×30m方形区)を設定し、この中を5m格子に細分した。最外郭を除く25点の格子点周辺で、被害が発生していた樹種のうち樹高1m程度の立木25本(オオバクロモジ7本、サクラ類4本、コナラ14本)を選定し、調査木とした(図-5)。平成19年(2007年)6月26日、供試木の樹幹を目視で確認し、寄生しているカツラマルはすべて除去した。また、カツラマルの地表面からの侵入を防

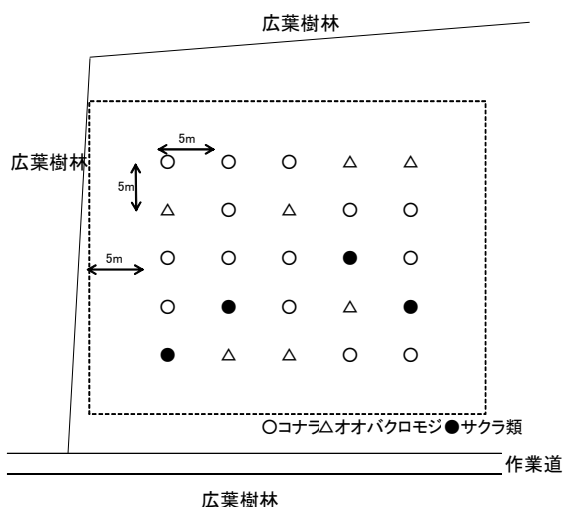


図-5 供試木の配置

止するため、調査木を地際から地上高70cmまでビニールで囲うとともに、調査区内の下層植生を刈り払った。

カツラマルの第2世代の発生がほぼ終了した時期(平成19年10月10日)に、調査木のカツラマルの寄生状況を表-1に示した基準で定量化した。

また、調査木と周辺の残存被害木との距離を測定し、周辺被害木からのカツラマルの飛散様式についても検討した。

#### 2.3.2 結果と考察

供試木25本中22本にカツラマルの寄生が確認されたが、被害度は低く、供試木の設定後に寄生した個体と考えられた(表-3)。また、寄生位置をみると、寄生が確認された22本中16本は、ビニールより高い位置の枝であった。したがって、カツラマルは地表を移動して寄生したのではなく、周辺の寄生木から風飛散したふ化幼虫がビニールより上部から侵入したと考えられた。大澤(2010)も、クリ園でのふ化幼虫の飛散状況調査結果から、風によってふ化幼虫が風で飛散していることを指摘している。

表-3 カツラマルカイガラムシ移動分散調査の結果

供試樹種	寄生状況別本数				寄生位置別本数	
	無	疎	少	中	地上高70cm未満	地上高70cm以上
コナラ	1	10	2	1	3	11
オオバクロモジ	0	4	2	0	3	3
サクラ類	2	2	0	0	0	2

しかし、供試木のカツラマル寄生状況と林縁からの距離には関係はみられなかった。今回の試験地は、林内の30×30mの小面積皆伐地であることから、ふ化幼虫は、この程度は風により飛散するものと考えられた。

また、現地での観察から7月、10月のふ化幼虫発生期には、枝先が黄色く見えるほどふ化幼虫が集まる状態がみられ、幼虫はこうした枝先などから飛散していると考えられた。

これらのことから、カツラマルの分散には、ふ化幼虫の歩行移動のほかに、風によるふ化幼虫の飛散が大きく働いていると考えられた。

### 2.4 被害林分における被害の推移と他の昆虫類などが与える影響

カツラマルによる被害では、激害化後終息する傾向がみられることから、どのような経過をたどり被害が終息しているのか把握する必要がある。

またカツラマルによる被害では、時間をかけて被害木が衰弱し枯損にいたるものがみられるため、被害木の衰弱を助長する昆虫類等の二次的被害が発生している可能性があるが、実態は明らかになっていないため、調査を行った。

2.4.1 調査地

長野県北部の被害程度、被害経過が異なるコナラを中心とする被害林分計5か所(飯山市2か所、中野市2か所、須坂市1か所)に固定調査地を設定した(表-4)。

2.4.2 調査方法

調査地では、平成20年(2008年)から平成22年(2010年)まで被害状況、被害に関与する可能性がある昆虫類の生息の有無などを調査した。

また、飯山市北畑では、カツラマル被害林分でカシノナガキクイムシによるナラ枯れ被害が発生

したため、2008年11月に被害木へのカシノナガキクイムシの穿孔状況、立木の状態などを調査した。また、2009年11月には、3調査区(5×20m2区、10×15m1区)を林内に設定し、上木の状況(樹種、カツラマル被害、ナラ枯れ、マツ枯れなどの状況)を調査した。

2.4.3 結果と考察

2.4.3.1 調査地ごとの被害状況

1) 其綿

平成20年(2008年)当時上木は、樹冠層に過去の枝枯れはみられ樹形の異常はあるものの、幹からの後生枝が繁茂し、林外からは被害木が判別しにくい状況であった。またカツラマルの寄生は、上木は少なかったが、下層で多かった(表-5)。下層にみられたカツラマルの寄生も平成22年(2010年)には非常に少なくなった(表-5)。

表-4 調査地の概況(2008年設定時)

調査地	場所	被害経過年数	上木	下層
			樹種	樹種
其綿	飯山市其綿	5年	コナラ、クリ、ブナ、ホウなど	オオバクロモジ、コナラ、クリ、ウリハダカエデなど
北畑	飯山市北畑	3年	コナラ、クリ、アカマツなど	コナラ、クワ、ウリハダカエデ、オオヤマザクラ
田上	中野市田上	2年	コナラ、アカマツ、イヌエンジュなど	オオバクロモジ、コナラ、クリ、ガマズミなど
東山	中野市東山	1年	コナラ、クヌギ、アカマツなど	コナラ、クリ、ウリハダカエデ、ガマズミなど
臥竜	須坂市臥竜	1年	コナラ、アカマツ、クリなど	コナラ、ケヤキ、ガマズミなど

表-5 調査地の被害状況などの推移

調査地	上層	被害状況*			下層	カツラマル寄生状況**		
	樹種	2008	2009	2010	樹種	2008	2009	2010
其綿	コナラ、クリ、ブナ、ホウなど	無~微	→ 無~微	→ 無	オオバクロモジ、コナラ、クリ、ウリハダカエデなど	0~3	→ 0~3	→ 0~1
北畑	コナラ、クリ、アカマツなど	微~中	→ 無~微	→ 無	コナラ、クワ、ウリハダカエデ、オオヤマザクラ	1~3	→ 0~3	→ 0~1
田上	コナラ、アカマツ、イヌエンジュなど	微~中	→ 無~微	→ 無	オオバクロモジ、コナラ、クリ、ガマズミなど	0~3	→ 0~3	→ 0~1
東山	コナラ、クヌギ、アカマツなど	中~激	→ 無~微	→ 無	コナラ、クリ、ウリハダカエデ、ガマズミなど	1~3	→ 0~3	→ 0~2
臥竜	コナラ、アカマツ、クリなど	中~激	→ 疎~少	→ 無~微	コナラ、ケヤキ、ガマズミなど	1~4	→ 0~3	→ 0~2

\* 被害状況 無:異常なし、微:葉量減少、中:枝枯れ、後生枝発生、激:樹冠で枝枯れ多

\*\* カツラマル寄生状況 4:多、3:中、2:少、1:疎、0:寄生無

## 2) 北畑

平成 20 年 (2008 年) 11 月の調査においてカツラマル被害により葉量の減少がみられた。また、枝枯れ後の後生枝の発生がみられたミズナラ、コナラ立木が、カシノナガキクイムシの穿孔を受けて「ナラ枯れ」被害で枯死するものが生じた。しかし、翌 21 年 (2009 年) は、カツラマルによる被害の進行はみられなかった。カツラマルの寄生は上木、下層ともに翌 21 年以降は減少していった。

## 3) 田上

平成 20 年 (2008 年) には、上木のコナラなどに枝枯れ、幹からの後生枝の発生が確認された。翌 21 年には、上木の枝枯れ症状の進行はみられず、被害は終息に進み、上木、下層のカツラマルの寄生も急減していた (表-5)。

## 4) 東山、臥竜

平成 20 年 (2008 年) には、上木のコナラ、クリなど樹冠層の枝枯れが進行して激害化したが、翌 21 年には、上木の枝枯れ症状の進行はみられなかった。上木、下層のカツラマルの寄生も田上と同様に翌 21 年には急減していた (表-5)。

### 2.4.3.2 被害経過年数と被害状況の関係

被害経過年数により、被害木の状況、およびカツラマルの寄生状況は調査地ごとに異なったが、時間の経過とともに、カツラマルの密度低下とともに被害が終息していく経過は、すべての調査地で同様であった (表-5)。

また、カツラマル被害で枝枯れした上木は、枝枯れ後に幹から後生枝が発生し、後生枝の伸張とともに葉が繁茂していくという過程をたどることがすべての調査地で確認された。激害化後 3 年以上経過した其綿では、林外からみると被害による枝枯れが判別しにくくなっていた。

また、いったん終息した被害は、3 年の調査期間中にカツラマルが増加して、再度激害化することはなかった。

再激害化が起こらなかった原因を検討するため激害化後の被害木をみると、枝枯れによるカツラマルの死亡がみられるとともに、生残している枝、下層のカツラマルの寄生密度の高い木では、しょうこう病 (天敵糸状菌) などの天敵による死亡が観察された。天敵によるカツラマルの死亡は、すべての調査地で観察された。

天敵によるカツラマルの死亡は、山梨県、福島県、山形県の被害地においても、被害が終息していく際に観察されていた (大澤 2006, 上野ら 2007, 斉藤ら 2007)。

これらのことから、カツラマルによる被害終息には、天敵類による寄生密度の低下が強く働いていると考えられた。

### 2.4.3.3 カツラマル被害とナラ枯れ被害の関係

飯山市北畑では、平成 20 年 (2008 年) 11 月の調査においてカツラマル被害により葉量の減少や、枝枯れ、および後生枝の発生がみられたミズナラ、コナラ立木が、カシノナガキクイムシの穿孔を受けて「ナラ枯れ」被害で枯死するものが生じた (表-6)。

枯死木のカシノナガキクイムシ穿孔状況を見ると、コナラに比べてミズナラに多くの穿入孔が認められ、ミズナラの枯損割合がコナラに比べて多かった (表-6)。しかし、ミズナラに比べ多数の穿孔 (100~200 孔以上) を受けても枯れにくいとされるコナラ (小林ら 2006) でも、少数の穿孔 (最小穿孔数 15) で枯損しているものがみられた (表-6)。

原山ら (2011) は、ブナ苗木を用いた試験で、カツラマルの寄生により水分通道能力が低下し、樹木の耐乾性が低下することを明らかにしている。また「ナラ枯れ」と同様に萎凋病であるマツ材線虫病による「マツ枯れ」は、水ストレスがかかるとう枯損が進みやすいこと (鈴木 1984) が知られている。

コナラ被害木が、少数のカシノナガキクイムシの穿孔による「ナラ枯れ」被害で枯損した要因は、カツラマル被害により水分通道能力が低下し、水ストレスがかかりやすくなったところに、カシノナガキクイムシが穿孔したことで「ナラ枯れ」被害が助長されたと考えられた (表-6)。

翌 21 年 (2009 年) のプロット調査では、カツラマル被害木にカシナガの穿孔はみられるが、前年のような少数のカシノナガキクイムシの穿孔によるコナラの枯損といった急激な枯損木の増加はなかった (表-7)。

「ナラ枯れ」被害の急増がみられなかった原因としては、被害木の水分通道の低下が後生枝の伸長に伴い葉量などが回復し、水ストレスが緩和さ

れたことで、カシノナガキクイムシの穿孔の影響が軽減されたためと推測された。

し、カツラマルによる被害は、上層から下層までの林内のほとんどの広葉樹が加害されて面的に拡

表-6 カツラマルカイガラムシ被害林分におけるカシノナガキクイムシ穿孔状況(飯山市北畑2008)

plot	No.	樹種	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	カツラマル被害状況	カシノナガキクイムシ穿孔数	立木状態	備考
	A1	コナラ	29.5	19	中害	15	生	
	A2	コナラ	22.0	14	中害	7	生	
	A3	コナラ	28.7	14	中害	27	生	
	A4	コナラ	31.6	17	中害	8	衰	
	A5	コナラ	23.5	16	中害	28	枯	
	A6	コナラ	25.4	12	激害	15	枯	
A	A7	コナラ	32.0	18	激害	87	枯	
	A8	コナラ	22.4	22	中害	29	生	
	A9	コナラ	32.3	20	中害	95	生	
	A10	コナラ	32.6	20	中害	17	生	
	A11	コナラ	18.9	13	中害	11	生	
	A12	コナラ	32.6	20	中害	7	生	
	A13	コナラ	26.0	18	激害	28	枯	
	A14	コナラ	17.2、18.3、21.4	19	激害	41	枯	株立
	B1-1	ミズナラ	29.5	19	中害	90	枯	株立
	B1-2	ミズナラ	22.0	14	中害	98	枯	
	B2	コナラ	28.7	14	中害	46	生	
	B3	コナラ	31.6	17	中害	6	生	
	B4-1	ミズナラ	23.5	16	激害	36	枯	株立
B	B4-2	ミズナラ	25.4	12	激害	15	枯	
	B5	コナラ	32.0	18	中害	67	生	
	B6-1	ミズナラ	22.4	22	中害	5	生	株立
	B6-2	ミズナラ	32.3	20	激害	7	生	
	B7	ミズナラ	32.6	20	激害	57	衰	

\*被害木の状況 微害:葉量減少、後生枝が伸長, 中害:枝枯れ、後生枝発生、激害:樹冠で枝枯れ

表-7 カツラマルカイガラムシ被害林分における上木の状況 (飯山市北畑2009)

Plot	樹種	本数	未被害	マツ枯れ	カツラマル		カツラマル+ナラ枯れ	
					生存	枯死	生存	衰弱
p1	アカマツ	11	8	3				
5×20m	コナラ	11			4	1	1	5
p2	アカマツ	1		1				
5×20m	コナラ	18			2		11	2
	ミズナラ	1			1			
p3	アカマツ	5	5					
10×15m	コナラ	5					8	2

これらのことから、被害による水分通道の低下などの樹勢衰弱は、一時的に「ナラ枯れ」被害などの他の病害虫による被害を激害化させる危険が確認できた。しかし、「ナラ枯れ」被害以外の二次的な病虫害はみられなかった。

### 3 被害対策技術の検討

樹木類のカツラマル類に対する薬剤防除法としては、ふ化幼虫期におけるスプラサイド乳剤(成分:DMTP40%)の地上散布が登録されている。しか

大するため、こうした薬剤の地上散布による方法のみでは被害を防除することは難しい。

また、被害を受けた立木は、生き残っても、ほとんどの枝が枝枯れして、後生枝の発生で樹形の異常を残しながら、枝葉が再生される。しかし、幹などに後生枝が多数発生することは、節の大量発生となり、利用上の欠点となる。

そのため、広葉樹としての今後の利用を考えた場合、樹形に異常がある被害木から萌芽更新など



を利用して更新を進めることも必要となる。

そこで、被害林分を健全に更新する方法、および山形県と共同でネオニコチノイド系殺虫剤樹幹注入処理による被害防止方法を検討した。

### 3.1 被害林分更新方法の検討

#### 3.1.1 試験地

試験は、平成15年(2003年)にカツラマルによる被害が確認された飯山市其綿の広葉樹被害林分で実施した。試験地の立木は、コナラ、ミズナラが80%を占め、その他にクリ、ホオノキ、ブナなど(平均樹高16m)がみられた。試験地設定時には、枝にカツラマルが高密度で寄生し、枝枯れが生じているものもみられた。

#### 3.1.2 方法

試験地に表-8に示した皆伐萌芽更新、除間伐、マシン油乳剤処理、スプラサイド乳剤処理を組み合わせ合わせた5試験区を設定した。平成17年(2005年)4月に皆伐、除間伐を実施し、伐倒木の幹部は搬出し、枝条は現地に集積した。集積した枝条には、カツラマルを殺虫するためマシン油乳剤10

倍液を散布した(以下、マシン油乳剤という)。

また、伸張した萌芽枝などへのカツラマルの寄生を抑える目的で、スプラサイド乳剤1000倍液を平成17年(2005年)7月、および9月(カツラマルふ化幼虫発生期)に散布した(以下、スプラサイド乳剤という)。

調査は、カツラマル越冬世代が完全に定着した11月以降に、各試験区を横断するようにベルトトランセクト法(幅1m)を用いて萌芽枝、立木などのカツラマルの寄生状況、カツラマルの生死を調査した(調査時期 平成17年(2005年)11月、平成18年(2006年)12月)。なお、カツラマルの寄生状況は、表-1に示した基準で行った。

#### 3.1.3 結果と考察

平成17年(2005年)は、薬剤処理が行われた2区(「萌芽更新+スプラサイド乳剤区」、「萌芽更新+スプラサイド乳剤+マシン油区」)では、萌芽枝にカツラマルの寄生は確認できなかったが、薬剤処理を実施しなかった3区(「萌芽更新区」、「除間伐区」、「対照区」)では、カツラマルの寄生が確

表-8 被害林分更新試験の試験区分

試験区	面積 (ha)	処理前立木 密度	処理
萌芽更新区	0.035	319本/ha	皆伐萌芽更新
萌芽更新+スプラサイド乳剤区	0.047	553本/ha	皆伐萌芽更新し、発生した萌芽枝に薬剤処理し、カツラマルカイガラムシの寄生を防止する。
萌芽更新+スプラサイド乳剤+マシン油乳剤区	0.047	404本/ha	皆伐萌芽更新し、発生した萌芽枝に薬剤処理し、カツラマルカイガラムシの寄生を防止するとともに、伐倒枝条も薬剤処理で殺虫する
除間伐区	0.040	400本/ha	材積間伐率30%の間伐を行い、林内の光環境、通気性を向上し、樹木の健全性を高める。
対照区	0.079	400本/ha	無処理

表-9 被害林分更新試験の調査結果

試験区	平成17年(2005年)11月 調査	平成18年(2006年)12月調査
萌芽更新区	カツラマル寄生立木率59%	カツラマル寄生立木率44%(寄生状態別頻度 疎:93%)
萌芽更新+スプラサイド乳剤区	カツラマル寄生立木率0%	カツラマル寄生立木率54%(寄生状態別頻度 少:81%)
萌芽更新+スプラサイド乳剤+マシン油乳剤区	カツラマル寄生立木率0%	カツラマル寄生立木率56%(寄生状態別頻度 少:88%)
除間伐区	上木:カツラマル寄生立木率100% 下木:カツラマル寄生立木率87%	上木:カツラマル寄生立木率71%(寄生状態別頻度 疎:33%少:50%) 下木:カツラマル寄生立木率63%(寄生密度別頻度 疎36%、少:81%)
対照区	上木:カツラマル寄生立木率93% 下木:カツラマル寄生立木率63%	上木:カツラマル寄生立木率73%(寄生密度別頻度 疎:50%中:38%) 下木:カツラマル寄生立木率45%(寄生密度別頻度 疎81%)

認められた(表-9)。

平成 18 年 (2006 年) は、萌芽更新を実施した 3 区 (「萌芽更新区」, 「萌芽更新+スプラサイド乳剤区」, 「萌芽更新+スプラサイド乳剤+マシン油区」) で更新した萌芽枝が繁茂し樹高も 1.5m に達した。このため薬剤散布作業の実施は困難となり、予定していた薬剤散布は中止した。

2006 年 12 月の調査では、試験区すべてでカツラマルの寄生がみられた。しかし、萌芽更新区では、除間伐区や対照区に比べ寄生密度は低かった (表-9, 図-6)。

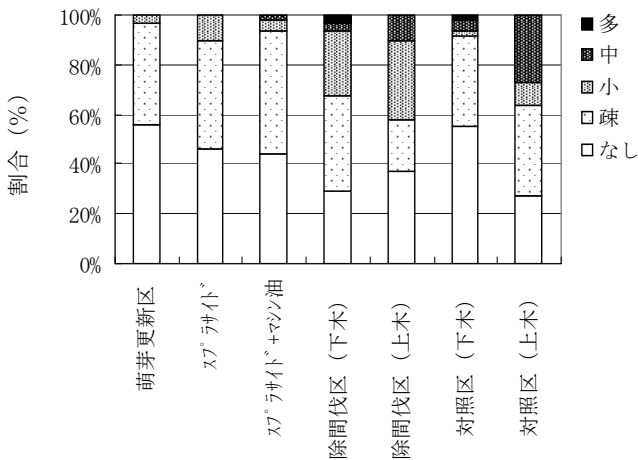


図-6 試験区別の寄生状態区分の割合

これらのことから、被害林分の中での小面積皆伐による萌芽更新では、更新当初は殺虫剤散布の実施で、更新木へのカツラマルの寄生を防ぐことは可能であった。しかし、更新木が繁茂し薬剤防除ができなかった 2 年目には、すべての試験区でカツラマルの寄生が確認された。これらの寄生虫は、移動分散調査の結果 (表-2, 2.3.2 参照) か

ら周辺上木の被害木から飛散したふ化幼虫と考えられ、被害林分からのふ化幼虫の飛散を抑制しないとカツラマルの寄生を継続的に防ぐことができないと考えられた。

### 3.2 樹幹注入処理による被害防除試験

#### 3.2.1 試験地, および供試木

平成 19 年 (2007 年) は、飯山市其綿 (以下、飯山), 平成 20 年 (2008 年) は、中野市東山 (以下、中野市 1 という), 須坂市臥竜 (以下、須坂市 1 という), 平成 21 年 (2009 年) は中野市牧の入 (以下、中野市 2) の 4 箇所を実施した (表-9)

カツラマルによる被害は、多様な樹種にわたる (河合 1973) が、県内では、コナラなどのブナ科樹種で被害が多かった。そのため、飯山ではコナラを対象とし、それ以外の試験地は、多様な樹種への対応を考えて、表-9 に示した樹種を供試木とした。

また、供試木は、カツラマルの寄生がみられる立木とした。

#### 3.2.2 方法

供試薬剤は、飯山はアセタミプリド 20% 液剤 (成分:アセタミプリド 20%) をとし、中野市 1, 中野市 2, 須坂市 1 はアセタミプリド 2% 液剤 (成分:アセタミプリド 2%) とした。

樹幹注入処理は、供試薬剤を表-11 に示した試験区の倍率に応じて試験 24 時間前に希釈し、ポリプロピレン製ノズル付き容器に 200ml 充填し、現場に運搬した。

注入孔は、樹幹の地上高 0.5~1.0m の範囲に、ノズルの径に応じたドリルビット (径 6.5 または 9.5mm) を用いて、斜め 45 度で深さ約 30mm の孔を

表-10 樹幹注入処理試験地

試験地	場所	林況	供試木		注入処理 年月日
			樹種	本数	
飯山市	飯山市其綿	コナラ、ミズナラ、ブナなどの二次林	コナラ	10	2007.6.26.
中野市1	中野市東山	アカマツ、コナラなどの二次林	コナラ	20	2008.7.16.
			クヌギ	2	
			カシワ	2	
			ミズキ	1	
須坂市1	須坂市臥竜	アカマツ、コナラなどの二次林	コナラ	34	2008.7.24.
中野市2	中野市牧の入	アカマツ、コナラなどの二次林	コナラ	9	2009.6.9.
			ホオノキ	9	
			ヤマボウシ	9	

ドリルで開ける。また、注入孔は、樹幹の周囲に対して均等になるように環状に配置した。

注入孔数は、斉藤ら(2007)の基準の胸高直径を基準にして、20cm未満4本、20~30cm未満5~6本、30~40cm未満7~8本、40cm以上は $1.6226 \times 1.0486^{(DBH)}$  (DBH:胸高直径(cm))とした。

注入処理は、ノズル付き容器を注入孔に確実に装着し、処理7日後までに容器を回収し、その際に、容器内の希釈液の残量を記録した。なお、注入処理は、表-11に示したとおり行った。

調査は、供試木の樹冠外観の目視調査と殺虫効果調査を行った。樹冠外観調査は、注入1週間から10月まで適宜行った。

殺虫効果調査は、越冬幼虫発生が終了した10月に実施した。効果調査の指標は、供試木の枝に寄生したカツラマルの死亡数とし、10m以下の高さにある供試木の枝を複数採取し、当年枝と1年枝を含むよう長さ約30cmに調整後、実体顕微鏡下でカツラマルの生死を判定した。なお、生死の判定は、介殻をはがして確認した。

### 3.2.3 結果と考察

#### 3.2.3.1 薬液注入状況および薬害の有無

すべての試験地で注入処理7日後には、すべての供試木で薬液が完全に注入されており、外観にも異常は認められなかった(表-12, 13, 14)。注入3週間後、および6週間後にも、外観に異常はみられず、薬害の発生はみられなかった。

飯山市、中野市1、須坂市の試験では、処理を行ったコナラなどブナ科植物、ミズキには薬害症状は確認できなかったが、共同研究機関である山形県の試験において、モミジ類とサクラ類では設定した希釈倍率で薬害が発生することが明らかになった(斉藤ら2008)。カツラマルは、多くの広葉樹を加害するため、薬害が発生しない希釈濃度を設定することが必要である。そのため、斉藤ら(2009)は、多様な樹種に対して、薬害が発生せずに効果が発揮できる希釈倍率を試験し、アセタミプリド2%液剤の50倍希釈液が適切と判断した。

そのため、2009年の試験ではアセタミプリド2%液剤50倍液、倍量25倍液で試験を行い、注入状況、薬害などに問題がないことを確認した。

#### 3.2.3.2 樹幹注入処理による殺虫効果

##### ①飯山市(2007年)

表-11 樹幹注入処理試験の試験区

試験地	試験区
飯山市	アセタミプリド20%液剤100倍液(100倍区)
	対照(無処理)
中野市1	アセタミプリド2%液剤10倍液(10倍区)
	対照(無処理)
須坂市1	アセタミプリド2%液剤10倍液(10倍区)
	対照(無処理)
中野市2	アセタミプリド2%液剤50倍液(50倍区)
	アセタミプリド2%液剤25倍液(倍量25倍区)
	対照(無処理)

採取した供試木の枝のカツラマル寄生状況は、表-12に示した。カツラマルの寄生度にはバラツキがみられるものの、採取した枝48本中42本に寄生が認められ、供試木として適当であった。供試木の観察では、すべての供試木で外観上の異常は認められず、採取枝のカツラマルは、すべて死亡していた(表-12)。死亡していたカツラマルは、越冬虫として寄生していた体サイズの大きい個体だけでなく、今年発生し定着したと判断される体サイズが小さいものもみられた。体サイズの小さいものは、当該木で繁殖した個体と他の寄生木で発生し移動してきた個体の両方が含まれていると考えられる。そのため、供試木では、越冬寄生していたものの他に、他の寄生木で発生し移動してきた個体にも効果があったものと判断された。

表-12 アセタミプリド20%液剤100倍液樹幹注入処理の殺虫効果(飯山市2007)

No.	樹種	胸高直径(cm)	注入率(%)	寄生状況	カツラマル死亡率(%)
1	コナラ	12.6	100	疎中	100
2	コナラ	24.4	100	疎少中	100
3	コナラ	13.2	100	疎少中	100
4	コナラ	8.4	100	疎	100
5	コナラ	22.4	100	疎	100
6	コナラ	19.2	100	疎	100
7	コナラ	18.2	100	疎	100
8	コナラ	17.2	100	疎中	100
9	コナラ	19.2	100	疎中	100
10	コナラ	17.8	100	疎少中	100

##### ②中野市1、須坂市1(2008年)

中野市1の供試木は、樹幹注入処理の際に、これまでの被害による枝枯れが一部にみられ、8月中旬の観察ではその枝枯れが進行しているものが観察された。須坂市1では、8月中旬以降に樹幹注入処理を行っていない隣接した無処理木(コナラ、ケヤキなど)で被害が進行し、10月には樹冠上部の多くの枝で枝枯れがみられたのに対して、

表-13 アセタミプリド2%液剤10倍液樹幹注入処理の殺虫効果(中野市、須坂市2008)

試験地:中野市1						試験地:須坂市1							
No.	樹種	胸高直 径(cm)	注入率 (%)	寄生状況	カツラマ ル死亡 率(%)	寄生蜂 による死 亡率(%)	No.	樹種	胸高直 径(cm)	注入率 (%)	寄生度	カツラマ ル死亡 率(%)	寄生蜂 による死 亡率 (%)
N1	コナラ	17.8	100	中多	100		S1	コナラ	9.2	100	少中	90	10
N2	コナラ	13.8	100	疎少中	100		S2	コナラ	12.8	100	少	100	
N3	コナラ	14.4	100	疎少中	100		S3	コナラ	13.9	100	少	100	
N4	クヌギ	14.6	100	疎	100		S4	コナラ	16.3	100	疎	100	
N5	コナラ	19.6	100	疎少中	100		S5	コナラ	13	100	疎	100	
N6	コナラ	17.2	100	疎	100		S6	コナラ	12.4	100	疎	100	
N7	コナラ	16.2	100	少	100		S7	コナラ	10.4	100	疎	100	
N8	コナラ	14.4	100	疎	100		S8	コナラ	9.2	100	疎	95	5
N9	コナラ	16.4	100	少中	100		S9	コナラ	7.4	100	少	90	10
N10	コナラ	15.2	100	少中	100		S10	コナラ	10.8	100	疎	100	
N11	コナラ	12.4	100	疎少中	100		S11	コナラ	11.9	100	疎	100	
N12	コナラ	16.8	100	少	100		S12	コナラ	24.2	100	疎	100	
N13	コナラ	14.8	100	少	100		S13	クヌギ	35.2	100	疎	75	
N14	コナラ	15.2	100	少	100		S14	コナラ	10.6	100	疎	100	
N15	コナラ	17.4	100	少	100		S15	コナラ	12	100	疎	100	
N16	コナラ	18.2	100	少	100		S16	コナラ	19	100	疎	100	
N17	コナラ	12.8	100	少	100		S17	コナラ	24.7	100	少	98	2
N18	コナラ	8.6	100	中	95	5	S18	コナラ	14.8	100	疎	100	
N19	コナラ	13	100	少中	100		S19	コナラ	9.8	100	疎	100	
N20	カシワ	12.6	100	中	100		S20	コナラ	20.4	100	少	100	
N21	コナラ	12	100	少中	90	10	S21	コナラ	24.5	100	疎	100	
N22	カシワ	11.6	100	中	100		S22	コナラ	22.2	100	中	95	5
N23	クヌギ	12.2	100	少中	100		S23	コナラ	19.9	100	中多	85	15
N24	ミズキ	12.4	100	少中	65		S24	コナラ	28.3	100	—	—	—
N25	コナラ	8.6	100	中	100		S25	コナラ	21.6	100	—	—	—
							S26	コナラ	23	100	—	—	—
							S27	コナラ	20.4	100	少	100	
							S28	コナラ	20.7	100	中	90	10
							S29	コナラ	18.8	100	—	—	—
							S30	コナラ	19.8	100	少	100	
							S31	コナラ	26.9	100	—	—	—
							S32	コナラ	10.7	100	少	100	
							S33	コナラ	28	100	中多	85	15
							S34	コナラ	8	100	中	90	10
							S35	コナラ	14	100	少	90	10

\* -:枝の着生位置が10m以上で試料採取ができなかった。

表-14 アセタミプリド2%液剤樹幹注入処理による殺虫効果(中野市2:2009)

樹種	処理区分	No.	胸高 直径 (cm)	注入 率(%)	カツラマルカウラムシ			
					寄生 状況	生存 数	天敵 他	死亡率
コナラ	50倍区	Q1	14	100	疎	0	129	100%
		Q2	10.4	100	疎	0	89	100%
		Q3	18.2	100	疎	0	109	100%
	倍量25倍区	Q4	18.8	100	疎	0	106	100%
		Q5	13.2	100	疎	0	134	100%
		Q6	19.8	100	疎	0	123	100%
	無処理区	Q7	14.6	—	疎	17	80	94%
		Q8	14	—	疎	8	98	94%
		Q9	16	—	少	19	198	94%
材ノキ	50倍区	H1	22.4	100	少	0	228	100%
		H2	21.2	100	中	0	367	100%
		H3	14.3	100	中	0	300	100%
	倍量25倍区	H4	19.2	100	少	0	189	100%
		H5	21.8	100	中	0	156	100%
		H6	8.8	100	疎	0	98	100%
	無処理区	H7	10	—	疎	28	69	0%
		H8	10	—	少	18	122	0%
		H9	13.4	—	少	11	101	0%
ヤマホウソウ	50倍区	Y1	7	100	疎	0	118	100%
		Y2	8	100	疎	0	208	100%
		Y3	6	100	疎	0	165	100%
	倍量25倍区	Y4	6.4	100	疎	0	117	100%
		Y5	6.6	100	疎	0	98	100%
		Y6	7	100	疎	0	117	100%
	無処理区	Y7	6	—	疎	6	89	0%
		Y8	5.8	—	疎	16	88	0%
		Y9	5.8	—	疎	11	42	0%

供試木では、一部に枝枯れがみられたものの、無処理木に比べて樹冠部の枝枯れが少なかった。

採取枝のカツラマルの寄生状態にはバラツキがみられるものの、カツラマルの寄生が認められ

た(表-13)。

カツラマルの死亡状況をみると、中野市1でコナラ1本、ミズキ1本、須坂でクヌギ1本に生存幼虫がみられたが、それ以外は全て死亡していた。死亡していた個体には、体サイズによる差はみられず、今年発生し定着したと判断される体サイズが小さいものも黒変して死亡しており、樹幹注入処理による効果で死亡したと判断された。

最終調査では、カツラマルはほぼ死亡していたが、最終調査1か月前には、中野市1で7本のうち5本、須坂市1で4本のうち3本の供試木の枝で生存成虫、および幼虫が認められ、樹幹注入処理による殺虫効果の発現が遅かったと考えられた。

また、供試木に高密度でカツラマルが寄生していた中野市1では、供試木の枝枯れが試験期間中進行した。

これらの原因としては、樹幹注入処理が第1期幼虫の発生期である7月中下旬となり、薬液が樹体内で分散し効果がでるまでの期間が短かったことが影響したことが考えられた。

このことから、高密度のカツラマルの寄生がみられる箇所では、越冬虫による被害を最小限に押さえるために、展葉終了期の6月上旬までに処理を行うことが必要といえる。

### ③中野市2(2009年)

50倍区・25倍量区ともに、コナラ・ホオノキ・ヤマボウシで89~367頭のカツラマルが寄生していたが、その全てが体サイズにかかわらず、介殻が黒変し死亡しており、2007年、2008年の樹幹注入処理木における死亡状況と同様であった。また、齊藤らの試験(齊藤ら2007, 齊藤ら2008, 齊藤ら2009)での死亡状況とも一致していた(表-14)。

また、無処理区では、50倍区、倍量25倍区では認められなかった当年枝への新生幼虫の寄生、および生存虫がみられたことから、本処理によるカツラマルの殺虫効果は高いと判断された。

#### 3.2.3.3 対照区での天敵類の影響

中野市2の無処理区では、寄生蜂による捕食を中心としたカツラマルの死亡がみられ、その平均死亡率は、コナラ88.7%、ホオノキ82.8%、ヤマボウシ85.8%であり、生存虫数が少なかった(表-14)。周辺下層のオオバクロモジ、カスミザクラ、

ミズナラの無処理木の枝でも、無処理区と同様に天敵類によるカツラマルの死亡が同様に観察された。

また、2008年の中野市1、須坂市1においてもでは、調査枝の介殻の一部には、寄生蜂の脱出孔がみられ、寄生蜂によるカツラマルの死亡が確認された(表-13)。

この寄生蜂は、カツラマルの天敵であるツヤコバチ科寄生蜂(*Pteroptrix* sp.)であった(浦野ら2009)。長野県では、しょうこう菌とともにこの寄生蜂が、カツラマルの密度低下に影響していると判断された(浦野ら2010)。

これらのことから、ネオニコチノイド系殺虫剤であるアセタミプリド液剤希釈液の樹幹注入処理は、カツラマルの殺虫効果が高い方法であることが明らかになった。使用薬剤、希釈倍率に関しては、購入のしやすさ等から普通物扱いのアセタミプリド2%液剤を、薬害が生じない50倍が希釈倍率とすることがよいと判断された。

処理時期は、越冬虫による被害を最小限に押さえるために、展葉終了期の6月上旬までに処理を行うことが必要と考えられた。

### 3.3 殺虫剤樹幹注入処理による被害拡大防止試験

ネオニコチノイド系殺虫剤樹幹注入処理は、カツラマルに対して殺虫効果が高かったが、単木処理のために面的に拡大した被害林分内の立木を処理することは難しい。また、2.2の移動分散様式調査、3.1の被害林分の復旧試験結果から、上木からのふ化幼虫の飛散で被害がより遠方に拡大していることが考えられた。

このことから被害先端箇所で帯状に樹幹注入処理を実施して上木へのカツラマルの寄生を防げば、面的な被害拡大を防ぐ可能性があると考えられる。

#### 3.3.1 方法

須坂市臥竜のコナラ、ケヤキなどの二次林(標高460m)において、孤立した丘陵の被害先端箇所を対象に被害拡大防止試験を実施した。試験地は、激害化部分に隣接する箇所の尾根部から林縁道路際までの区間(面積:35×50m)とした(図-7)。

供試木は、試験地の亜高木層以上の広葉樹74本とした(表-15)。供試木には、アセタミプリド

2%液剤50倍液を3.2.2の方法で樹幹注入処理を実施した(注入処理:平成21年6月24日)。処理翌日に容器を回収し、希釈液の残量を記録した。その後供試木の変化を目視調査し、10月29日に供試木の樹冠の枝枯れなどの異常などを観察後、3.2.2に示した方法でカツラマルの生死を判定した。

### 3.3.2 結果と考察

樹幹注入処理した薬液は、処理翌日には完全に注入されていた。処理後1週間後の供試木の樹冠は、樹種を問わず、すべて健全な状況であり、薬害はみられなかった。

処理後1月後の7月には、カスミザクラ、コナラで越冬幼虫による影響で枝の衰弱が観察されたが、その後はコナラ1本で枝枯れが発生したが、それ以外の供試木で異常の進展はなかった。

10月の調査では、供試木に寄生していたカツラマルがすべて死亡しており、樹幹注入処理の殺虫効果が認められた(表-15)。帯状に設置した試験区外側の亜高木層以上の立木には、カツラマルの寄生および被害はみられず、被害拡大は抑止されていた。2010年の調査でも、試験区および試験区外側の未被害部分への被害拡大はみられなかった。この結果は、斉藤ら(2009)が山形県で実施した結果と一致していた。

なお、下層のコナラでは、処理区域に5m、および15m入った箇所でもカツラマルによる被害で枝枯れが発生し、2010年には枝枯れが進んだ立木もみられたが、2010年10月には寄生蜂の密度が増加し、下層のカツラマル被害も急激に減少して

いた。

これらのことから、被害先端地域では、尾根から山脚の森林がなくなるまでの間に樹幹注入処理区を配置することで、亜高木層以上の立木に対する被害拡大防止効果があると考えられた。また、本県のようにカツラマルに対する強力な天敵である寄生蜂が分布する地域では、上木の防除で被害の面的な拡大を抑えて、天敵の増加を待ち、下層のカツラマルは増加した天敵で密度低減を図ることが有効ではないかと考えられた。

## 4 おわりに

カツラマルによる被害は、県北部を中心に拡大するとともに、飛び地的な被害や緑化木、広葉樹苗木などへの被害がみられた。広葉樹苗木、緑化木の被害は、新潟県のブナ苗木でも確認されており(布川 私信)、こうした苗木などの移動でカツラマルの被害が拡大する可能性もある。

緑化木、広葉樹苗木には、現在のところ移動制限がないため、こうした苗木などが移動することで新たな被害地を発生させる危険があることから、関係機関には十分な注意が必要といえる。

また森林での被害は、激害化すると天敵などの効果で終息傾向になっており、その傾向は本県と同様に強力な天敵である寄生蜂が分布する山梨県と類似し、山形県、福島県などの東北地方の被害と異なっていることが共同研究の中で明らかになった(浦野ら2010)。

薬剤防除のみでは対策が難しい森林での被害防除体系の中にこうした有力な天敵を組み入れて

表-15 被害拡大防止試験の供試木の状況(須坂市臥竜2009)

樹種	供試本数	平均胸高直径(cm)	注入率	立木の状況			カツラマル生存
				異常無	枝衰弱	枝枯れ木	
アキニレ	1	26	100%	1			0
エノキ	1	14.6	100%	1			0
オオヤマザクラ	1	8	100%	1			0
カスミザクラ	5	11.7	100%	2	3		0
クマノミズキ	1	13	100%	1			0
ケヤキ	17	28	100%	17			0
コナラ	47	21	100%	32	14	1	0
ミズナラ	1	18.8	100%	1			0
ハリギリ	1	30.4	100%	1			0

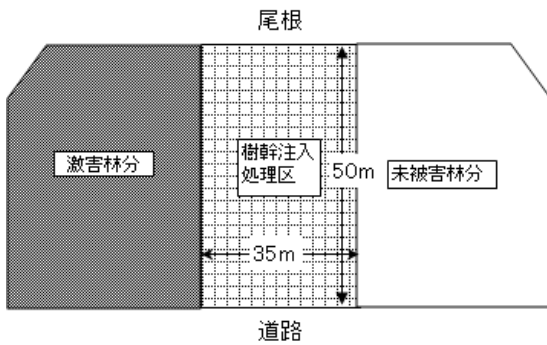


図-7 樹幹注入処理区の配置イメージ図

いくことが重要と考えられ、今後も薬剤防除を含めた総合的防除を検討する必要がある。

また、カツラマル被害が激害化した林分では、ナラ枯れ被害が侵入すると負の相乗効果で被害が進行することも明らかになり、被害を初期段階で食い止め拡大を防ぐことは、ナラ枯れの拡大防止にも寄与すると考えられた。

新たに開発した殺虫剤樹幹注入処理は、平成23年に農薬の適用拡大登録されたことで、地上散布以外の防除方法が実用化された。しかし、この方法を面的に行うには、薬液を入れた注入容器が重くかさばること、注入後容器の回収を行う必要があることなど改善すべき点があり、今後の課題として残された。

本研究を進めるにあたり、研究方法などで御指導、御助言をいただいた山形県森林研究研修センター森林環境部長 齋藤正一氏、御助言および現地調査に協力いただいた独)森林総合研究所 浦野忠久博士、牧野俊一博士、矢崎健一博士、原山尚徳氏、京都大学生態研究センター 石田厚博士、山梨県森林総合研究所 大澤正嗣博士、現地調査にご協力いただいた(株)ニッソーグリーン 西川博明氏 佐藤淳司氏、長野県林業総合センター、北信地方事務所林務課普及林産係の方々、上小地方事務所林務課普及林産係、長野地方事務所林務課普及係、飯山市役所の方々、長野県林務部森づくり推進課保安林係の方々に深謝いたします。

#### 引用文献

原山尚徳・矢崎健一・岡田充弘・石田厚(2011)カツラマルカイガラムシが寄生したブナ苗木の水分通道. 関東森研 62 : 151-154

平山好見・野上隆史(1975) クリを加害するカツラマルカイガラムシの生態と防除. 植物防疫 29 : 2-6

井上悦甫(1994) 吸汁性害虫 カツラマルカイガラムシ(森林昆虫. 小林富士雄, 竹谷昭彦編, 養賢堂, 東京. ), 513-516

河合省三(1973) 樹木を加害するカイガラムシの見分け方(3), 森林防疫 22, 277-282.

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. 187-212. (樹の中の虫の不思議な生活. 柴田叡弍・富樫一巳編著), 290pp.

東海大学出版会, 東京.

大澤正嗣・名取 潤(2005) カツラマルカイガラムシの生態の解明と天敵を利用した被害軽減法の検討. 山梨県森林総合研究所事業報告(平成16年度), 16-17.

大澤正嗣(2010) カツラマルカイガラムシの移動・分散方法に関する考察. 山梨県森林総合研究所研報 29, 1-4.

岡田充弘・近藤道治・小山泰弘・片倉正行・大塚孝一・尾崎伸行(2007) 長野県におけるカツラマルカイガラムシによる広葉樹林被害の推移. 第118回日森学講集(CD-ROM)

岡田充弘・近藤道治・山内仁人・武田芳夫・松尾一穂・芳沢雅行・河野恵里・中宿恵司・毛受 誠(2009) カツラマルカイガラムシによる広葉樹被害対策の検討. 中森研 57, 297-298.

岡田充弘・齋藤正一・小山泰弘・佐藤淳司(2010) 樹幹注入剤によるカツラマルカイガラムシ防除法の検討. 樹木医学研究 14(3), 110-112.

齋藤直彦・在原登志男(2007) 福島県の広葉樹林で発生したカツラマルカイガラムシ被害. 森林防疫 56(4) : 9-16.

齋藤正一・上野 満・世儀一清・阿部 豊(2007) カツラマルカイガラムシによる広葉樹林の集団葉枯れに対するネオニコチノイド系殺虫剤の樹幹注入による防除の試み. 林業と薬剤 180 : 17-22.

齋藤正一・上野 満・小澤道弘・世儀一清(2008) カツラマルカイガラムシによる広葉樹林の集団葉枯れに対するネオニコチノイド系殺虫剤の樹幹注入による防除の試み(Ⅱ). 林業と薬剤 184 : 1-7.

齋藤正一・上野 満・小澤道弘・世儀一清(2009) カツラマルカイガラムシによる広葉樹林の集団葉枯れに対するネオニコチノイド系殺虫剤の樹幹注入による防除の試み(Ⅲ). 林業と薬剤 188 : 1-13.

鈴木和夫(1984) マツの水分生理状態と材線虫病の進展. 林試研報 325, 97-126

谷本丈夫(1990) 萌芽の役割. 77-82, 広葉樹施業の生態学. 創文, 東京.

上野 満・齋藤正一(2006) 山形県最上地域における広葉樹集団葉枯れの現状 - カツラマルカイガ

ラムシの被害より-. 117 回日森学講集 (CD-ROM)  
上野 満・齊藤正一 (2007) 山形県におけるカツラ  
マルカイガラムシ被害林の林分構造と更新状況.  
森林防疫 56(5) : 3-11.  
浦野忠久・北島 博・牧野俊一・在原登志男・大澤  
正嗣・齊藤正一・岡田充弘 (2009) カツラマル

カイガラムシの天敵昆虫の採集と寄生バチによ  
る寄生状況の調査. 120 回日森学講集 (CD-ROM)  
浦野忠久・齊藤 正一・蛭田利秀・布川耕市・大澤  
正嗣・岡田充弘 (2010) カツラマルカイガラム  
シによる被害状況と寄生バチの発育及び羽化消  
長. 121 回日森学講集 (CD-ROM)