

マツ材線虫病に関する研究成果(Ⅳ)

—— 被害枯損木以外の感染源・増殖源 ——

主任専門研究員	佐藤平典
主任専門研究員	作山健
専門研究員	小林光憲

目次

要旨	27	4. 防除事業への応用	34
1. はじめに	28	(1) マツノマダラカミキリ寄生木の駆除	34
2. 調査方法	28	(2) 除間伐、主伐の時期の調節及び処理	35
3. 調査結果と考察	28	(3) 造材丸太の移動の制限	35
(1) 除間伐等による伐倒木	28	(4) マツ林の手入れ	35
(2) 主伐木とその残材	30	(5) 枝枯れ木の対策	35
(3) マツカレハ被害林	31	(6) 病虫害の予防と駆除	36
(4) 気象害による被害木	31	5. 文献	36
(5) 枝枯れ木	32		
(6) 被圧枯損木と枯れ上り枝	32		
(7) 他県の調査事例	33		

要旨

1. 県内17箇所の林分および貯木場において、除間伐木、主伐木と残材、被圧枯損木、マツカレハ被害木、風雪害木、枝枯れ木等に対するマツノマダラカミキリの寄生とマツノザイセンチュウの検出状況を調査し、以下のことを明らかにした。
2. これらのいずれにもマツノマダラカミキリが寄生しており、マツ材線虫病の発生地ではマツノザイセンチュウも検出され、その感染源になっている。
3. 被害枯損木の他に、上記のような材も駆除の対象にする必要がある。
4. このような感染源を生じさせないためには、除間伐等の手入れを安全な時期と方法によって実施し、マツ林を健全な状態に保つことが重要である。
5. 健全木から造材した丸太であっても、伐倒時期によっては感染源になる危険性があり、マツノマダラカミキリの活動期である夏に被害発生地へ移動することを制限する必要がある。

1 はじめに

マツ材線虫病（松くい虫被害）は、マツノマダラカミキリの成虫が、マツノザイセンチュウを体内に持って被害枯損木から飛びたち、健全なマツの小枝をかじる（後食）ことによって伝染する。本県では昭和54年に初めて被害が確認されて以来、その撲滅を目指して感染源である被害枯損木の伐倒焼却、チップ化あるいはくん蒸による徹底駆除が行われてきた。しかし、このように最も確実な方法を用いた防除を行ってきたにもかかわらず、同じ場所で連続して被害が発生する事例が多くみられ、その原因の解明が望まれていた。

当场では、県内各地の被害林分の状況を調査してきたが、その結果、多くの林分で被害枯損木のほかに伐倒木、他の被害による枯損木、被圧枯損木などにマツノマダラカミキリが寄生しており、時にはマツノザイセンチュウが同時に検出され、マツ材線虫病の感染源になっていることが判明した。

マツ材線虫病の被害を撲滅するためには、被害枯損木の駆除と同様に、このような材を駆除の対象とすることが重要なことと考えられるので報告する。

2 調査方法

調査場所は、マツ材線虫病が発生している県南地方の17か所で、林況等の概要を表-1に示す。調査対象は、除間伐等による伐倒木3例、主伐木とその残材3例、マツカレハ被害林3例、気象害による被害木4例、枝枯れ木3例、被圧枯損木と枯れ上り枝6例である。

マツノマダラカミキリの寄生は、産卵痕、幼虫およびその食痕、成虫およびその脱出孔の有無によって判定した。マツノザイセンチュウは、調査木の幹1～数か所から林片を採取して林業試験場に持ち帰り、ベルマン法によって分離して顕微鏡で種類を判定した。

調査期間は、本県でマツ材線虫病の発生が初めて確認された昭和54年から62年までである。

3 調査結果と考察

調査か所ごとの、マツノマダラカミキリの寄生率とマツノザイセンチュウの検出率を表-1に示す。

(1) 除間伐等による伐倒木

一関市真柴B（No.3）では、国土調査用の標識を設置するために夏に伐採されて林内に放置されていた伐倒木の95%にマツノマダラカミキリが寄生していた。この事例は、道路工事、治山工事、宅地造成などに伴う伐倒木であっても、その伐倒時期によってはマツノマダラカミキリの繁殖源になりうることを示している。

花泉町老松A（No.9）では、約5haのアカマツ林内で12～3月に伐倒された除伐木の100%にマツノマダラカミキリが寄生しており、12%からマツノザイセンチュウが検出された。標準地調査の結果、伐倒木の数が全体で5,000本であったことから、マツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウが寄生した伐倒木、すなわちマツ材線虫病の感染源が、この林分内に600本あったと推定される。この年に全県で駆

表-1 調査地の概要、マツノマダラカミキリの寄生率および
マツノザイセンチュウの検出率

調査林		林齢	胸高 直径	調査年月	調査木等の区分	カミキリ*		センチュウ**	
No.	所在地					調査数	寄生率	調査数	検出率
1	平泉町毛越寺	60	23 ^{cm}	58.7~ 60.3	(マツカレハ被害林) 枯損木(無着葉)	18本	47%	52本	4%
					枯損木(着葉)	37	49	—	—
					健全木の枯上り枝	25	40	17	0
2	一関市真柴A	25	20	60.1	雪害木	19	84	15	13
					枝枯れ木	1	100	1	100
					枯損木	21	86	17	77
3	一関市真柴B	*** 天	20	60.3	伐倒放置木	20	95	12	0
					被圧枯損木	45	24	3	0
					雪害木	2	50	1	0
					枯損木	7	40	5	40
4	一関市機織山	30	25	54.6~ 55.12	(マツカレハ被害林) 枯損木	27	48	10	37
5	一関市舞川	天	11	55.9	被圧枯損木	98	5	9	0
6	一関市水口A	天	9	61.9~ 62.7	被圧枯損木	23	22	—	—
					枯損木	8	38	5	100
7	一関市水口B	天	15	55.4	枝枯れ木	2	50	2	100
					枯損木	—	—	25	24
8	花泉町高倉山	天	25	54.6~11	風倒木	5	40	5	0
					枝枯れ木(枯れ枝)	17	24	17	24
					枯損木	13	31	13	15
9	花泉町老松A	20	13	54.11	除伐木	50	100	50	12
10	花泉町老松B	60	—	54.12	主伐木残材	10	100	6	0
11	花泉町花泉	天	7	60.9~ 62.6	被圧枯損木	80	18	25	0
					枯損木	4	50	4	50
12	花泉町油島	18	11	55.6	(マツカレハ被害林) 枯損木	20	35	20	0
13	花泉町清水	天	16	59.1	被圧枯損木	43	21	27	4
14	大東町		8	61.12	雪害木	54	7	7	0
					被圧枯損木	27	11	9	0
15	東山町	50	25	60.10	夏季主伐林 造材丸太(山土場)	50	8	50	0
					”(貯木場)	57	31	—	—
					残置枝条	137	1	—	—
16	水沢市	20	15	54.10	間伐木	25	100	10	0
17	陸前高田市	—	25	60.9	造材丸太	4	100	4	100

注 * カミキリは、マツノマダラカミキリ。

** センチュウは、マツノザイセンチュウ。

*** 天は、天然林。

除された枯損木は1,400本、翌55年で約500本であり、これらの数と比較しても除間伐木が感染源になった場合の危険の大きさが理解される。

水沢市（No.16）では、マツノマダラカミキリの産卵時期である7～9月に伐倒された間伐木の100%にマツノマダラカミキリが寄生しており、これらを利用して作られた休憩所の骨組み、遊歩道の土止め材、緑化樹の添え木などにも寄生していた。この林分では、昭和52、53年に餌木と誘引器による発生予察調査が行われたが、マツノマダラカミキリの生息は確認されていなかった。また、この付近には同様のアカマツ林が約60haあり、3年前から間伐が継続して実施されていた。これらのことから、この地域ではマツノマダラカミキリが以前からきわめて低密度に生息しており、これが間伐材を繁殖源として徐々に増加し、とくに昭和53年の異常高温・乾燥によって繁殖が促進されたものと考えられる。

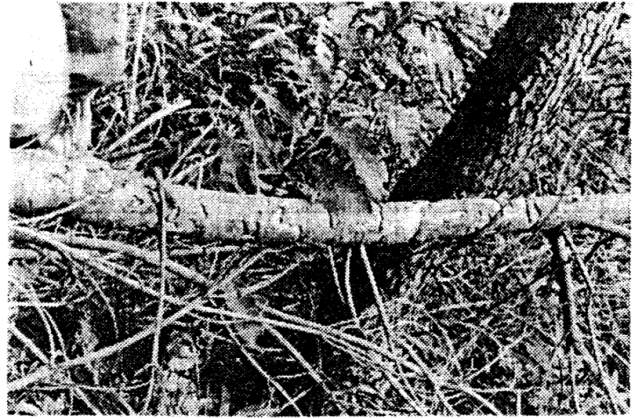


写真-1 マツノマダラカミキリが寄生した除伐木（花泉町老松）

(2) 主伐木とその残材

花泉町老松B（No.10）では、夏に伐倒された主伐木の曲り、こぶ、太枝、梢端などの残材が伐倒跡地に大量に残されており、これらのすべてにマツノマダラカミキリが寄生していた。

東山町（No.15）では、8～9月に伐倒造材された丸太が山土場に集積されており、これらの丸太の8%、残置枝条の1%にマツノマダラカミキリが寄生していた。すでに搬出されて他の貯木場に置かれていた丸太では、31%と比較的高い寄生率となっていたが、これらの丸太は早い時期に伐倒されていたために、寄生を受けやすかったものと考えられる。



写真-2 マツノマダラカミキリが寄生した夏伐採木（東山町）

陸前高田市（No.17）では、製材所の土場に置かれていた丸太4本にマツノマダラカミキリが寄生しており、マツノザイセンチュウも検出された。当時、この地域は被害が未発生であったことから、これらの丸太の流通経路を追跡調査したところ、伐採地はマツノマダラカミキリ、マツノザイセンチュウともに未発生の地域（青森県）であり、伐倒時には全くの健全木であったとの情報をえた。なお、同じ伐採地から搬出されて他の貯木場に置かれていた丸太にはマツノマダラカミキリもマツノザイセンチュウも寄生しておらず、上記のことが証明された。さらに調査を進めたところ、これらの丸太は、夏に一関市内の貯木場に置かれていたこと、

9月時点にこの貯木場に置かれていたアカマツ材のほとんどにマツノマダラカミキリが寄生していたこと、およびこの貯木場の近くにマツ材線虫病による枯損木が多く発生していたことが明らかになった。このような状況から、これらの丸太に寄生していたマツノマダラカミキリは、一関市内の貯木場に置かれている間に産卵され、このときにマツノザイセンチュウも丸太の中に侵入したものと推定される。

以上3か所の調査事例は、全くの健全木であっても、夏に伐採すれば、マツノマダラカミキリの繁殖源あるいはマツ材線虫病の感染源になることを示している。さらに、被害が発生していない地域で伐採されたものであっても、その丸太が夏に樹皮下が新鮮な状態で被害発生地域に運び込まれることによって、同様のことが起る危険性があることを示している。

(3) マツカレハ被害林

平泉町毛越寺(No.1)では、昭和57年にマツカレハが大発生し、その後多くの枯損木が生じた。枯損木には、針葉がほとんど付いていないもの(無着葉枯損木)と、正常の20%以上の針葉が付いているもの(着葉枯損木)とがあったが、無着葉枯損木は明らかにマツカレハの食害のための枯損木であり、着葉枯損木は食害によって衰弱した後に二次的な原因が加わったために枯損したものであった。マツノマダラカミキリの寄生率はそれぞれ47%と46%で、共に約半数であった。マツノザイセンチュウは、針葉の有無合せて52本の調査木のうち2本のみから検出された。以上のように、この林分ではマツカレハの被害と二次的な原因による枯損木の約半数にマツノマダラカミキリが寄生したもので、マツノザイセンチュウは産卵に飛来したマツノマダラカミキリによって持ち込まれたものと推定された。

一関市機織山(No.4)では、枯損木の48%にマツノマダラカミキリが寄生しており、37%からマツノザイセンチュウが検出された。これを枯損時期別にみると、マツノマダラカミキリは昭和53年の枯損木の62%、54年の30%に寄生していた。マツノザイセンチュウの検出率は、53年の枯損木からは15%であったが、54年では73%に達していた。この林分では、昭和51、52年にマツカレハが大発生しており、調査時点で枯損木の他にもマツカレハの食害によると思われる梢端枯損木が多かった。これらのことから、この林分ではマツカレハの食害による枯損木を繁殖源としてマツノマダラカミキリが増殖し、同時にマツノザイセンチュウが侵入したことが伺える。さらに、この状態が発見されずに放置されたため、枯損木から羽化脱出したマツノマダラカミキリの媒介によってこの林分内にマツ材線虫病が定着・蔓延したものと考えられる。その後にも、さらに枯損木が増加したので、生存木も含めてこの林分の全木が伐倒された。

花泉町油島(No.12)では、枯損木の20%にマツノマダラカミキリが寄生していた。この林分もマツカレハによる被害を受けており、枯損木は1ha当り448本であった。

以上3箇所の例は、マツカレハの被害による枯損木あるいは二次的な被害による枯損木が、マツノマダラカミキリの繁殖源、さらにはマツ材線虫病の感染源になることを示している。

(4) 気象害による被害木

一関市真柴A(No.2)では、冠雪害によって折れたり倒伐したマツの84%にマツノマダラカミキリが寄生しており、13%からマツノザイセンチュウが検出された。

一関市真柴B (No. 3) でも、冠雪害による折損木 2 本のうち 1 本にマツノマダラカミキリが寄生していた。

花泉町高倉山 (No. 8) では、風倒木の 40% にマツノマダラカミキリが寄生していた。

岩手県における冠雪害としては、昭和 55 年 12 月の「クリスマス豪雪」が記憶に新しいところであるが、このような大規模な被害の他に小規模な被害が毎年各地で発生している。

とくに、冠雪害は冬季に発生するため、被害

木の樹皮下が長期間にわたって新鮮な状態を保っており、マツノマダラカミキリの産卵対象木になりやすい。台風など強風による被害木も、根倒れあるいは根に損傷を受けた木は、翌年のマツノマダラカミキリの活動時期まで衰弱状態のまま生存しており、絶好の産卵対象木になる。さらに、これらの被害木にマツノザイセンチュウが進入し、マツ材線虫病の感染源になる場合があることも明らかになった。

(5) 枝枯れ木

一関市真柴 A (No. 2) において、外見上健全木とみなされるが、地上高 1 m の部分にニトベキバナの産卵痕が認められる木が発見された。この木を伐倒して調査したところ、樹冠部の中心のやや下部の枝 5 本が枯れており、これらにマツノマダラカミキリが寄生していた。また、これらの枝と幹の一部からマツノザイセンチュウが検出された。なお、近くにあった枯損木の 77% からマツノザイセンチュウが検出されており、この林分がマツ材線虫病の被害林であることを示していた。

一関市水口 B (No. 7) において、樹冠の一方向の枝数本が枯れているが、その他の枝の新梢は正常に伸びており、地上 2 m 以下の幹からは樹脂が正常に滲出している木が発見された。この木を伐倒調査したところ、枯れ枝とその付け根付近にマツノマダラカミキリが寄生しており、マツノザイセンチュウも検出された。この林分内に発生した枯損木の 24% からマツノザイセンチュウが検出されていた。

花泉町高倉山 (No. 8) では、調査木 17 本のうち 24% の木の枯れ枝にマツノマダラカミキリが寄生しており、24% からマツノザイセンチュウが検出された。この林分には、すでにマツ材線虫病が発生しており、枯損木の 15% からマツノザイセンチュウが検出されていた。

以上の 3 例は、マツ材線虫病が発生している林分内においては、枝枯れ木あるいは外見上正常とみなされる木であっても、枯損木と同様に感染源になっている可能性があることを示している。

(6) 被圧枯損木と枯れ上り枝

被圧枯損木に対するマツノマダラカミキリの寄生率の調査結果を表 - 2 に示す。寄生率は、最高が一関市真柴 B (No. 3) の 24%、最低が一関市舞川 (No. 5) の 5% で、ha 当りの寄生本数では 14 から 155 本であった。通常の林分では、被圧枯損木に対する寄生率は低く、1 本当りの寄生数も少ないが、最近除間伐の遅れによって大量の被圧枯損木が林内に放置されて、これによってマツノマダラカミキリの生息

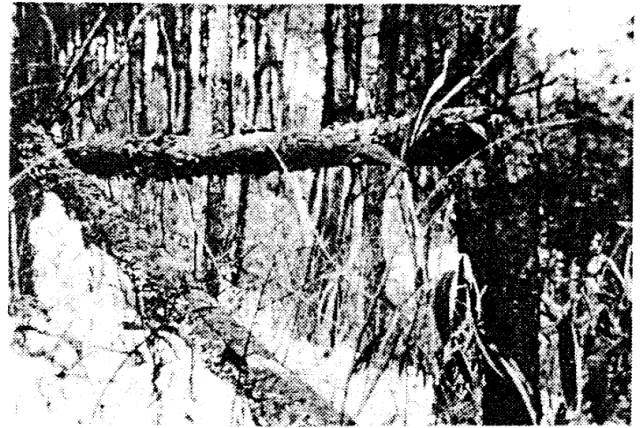


写真 - 3 雪害木 (一関市)

表-2 被圧枯損木に対するマツノマダラカミキリの寄生

調 査 林		被 圧 枯 損 木		
No.	所 在 地	本 数	寄 生 率	寄生本数
3	一関市 真柴 B	225本/ha	24%	55本/ha
5	“ 舞 川	1,633	5	83
7	“ 水 口	64	22	14
11	花泉町 花 泉	889	18	155
13	“ 清 水	367	21	77
14	大東町	450	7	32

数が増えている林分が多くなっている。

平泉町毛越寺 (No.1) では、健全木の枯れ上り枝、すなわち、マツの生長に伴って樹冠の下部に生ずる枯れ枝の40%にマツノマダラカミキリが寄生していた。このような現象は、枯れ上り枝が太くなる30年生以上の林分で多くなると考えられる。

被圧枯損木、枯れ上り枝ともにマツ林の正常な生長に伴って生ずるものであり、マツ材線虫病からマツ林を守るためには、病害虫など特別な異常がない林分であっても、十分な対策を講ずる必要があることを示している。

(7) 他県の調査事例

他の県で調査された事例を表-3に示す。

秋田県では、マツつちくらげ病による枯損木の82および18%にマツノマダラカミキリが寄生していた。この病気は、たき火跡あるいは山火事跡地などのマツ林に発生するもので、岩手県内でも海岸林や内陸部のキャンプ場に多く見られ、時には半径10~20mの範囲のマツがすべて枯れることがある¹⁾。最近では、マツ材線虫病による枯損木の伐倒焼却跡から発生し、このために返って枯損木が増えた事例が多くなっている。さらに、マツノマダラカミキリが産卵することによって、これらの枯損木がマツ材線虫病の媒介昆虫の繁殖源、さらにはその感染源になる危険性もある。

福島県では、昭和55年のクリスマス豪雪による冠雪害木にマツノマダラカミキリが寄生し、マツノザイセンチュウも検出された。この状況をマツ材線虫病の発生地からの距離別にみると、表-3のようにマツノマダラカミキリは距離に関係なく高率に寄生しているが、マツノザイセンチュウは発生地に近いほど高率に検出され、1,000m以上離れた場所では検出されていない。

山形県でも、冠雪害木の6本のすべてにマツノマダラカミキリが寄生し、マツノザイセンチュウが検出されている。また、道路工事現場の法切り面の上部にあるマツが枯れ、調査木17本のすべてにマツノ



写真-4 マツノマダラカミキリが寄生した被圧枯損木 (一関市)

表-3 他県の調査事例

調査場所	調査年月	調査木	カミキリ*		センチュウ**	
			調査数	寄生率	調査数	検出率
1 秋田県	58.11	つちくらげ病被害木	11本	82%	本	%
2 秋田県	60.7	〃	60	18		
3 福島県	57.3	冠雪害木 (20m)***	8	88	8	88
〃	〃	〃 (50m)***	12	83	12	33
〃	〃	〃 (100m)***	12	83	12	33
〃	〃	〃 (200m)***	14	79	14	7
〃	〃	〃 (350m)***	14	79	14	0
〃	〃	〃 (650m)***	12	75	12	42
〃	〃	〃 (1,100m)***	7	100	7	0
〃	〃	〃 (1,500m)***	8	75	8	0
4 福島県	58.4	健全木(枯上り枝調査)			14	7
〃	〃	〃 (脱出孔)	66	26		
〃	〃	〃 (幼虫寄生)	66	21		
5 福島県	59.4	枝枯れ木	6	67	6	67
6 福島県	61.3	被圧枯損木	81	12		5
7 山形県	59.8	冠雪害木	6	100	6	100
8 山形県	60.10	工事法切り上部の枯損木	14	100	14	100
9 山形県	58.7	枝枯れ木	33	67	33	21

注 * カミキリは、マツノマダラカミキリ。
 ** センチュウは、マツノザイセンチュウ。
 *** ()は、松くい虫被害木からの距離。

マダラカミキリが寄生し、マツノザイセンチュウが検出されている。

山梨県では、33本の枝枯れ木のうち67%にマツノマダラカミキリが寄生しており、21%からマツノザイセンチュウが検出されている。

これらの結果は、本県以外でも、マツ材線虫病の発生地内あるいはその近くの冠雪害木、他の原因による枯損木、枝枯れ木等がこの病気の感染源になる現象が広く発生していることを示している。

4 防除事業への応用

以上述べてきたように、マツ材線虫病の防除にあたっては、本病による被害枯損木を徹底して駆除するとともに、その近くにある様々な繁殖源や感染源の駆除、さらにはその予防対策を講ずる必要がある。

(1) マツノマダラカミキリ寄生木の駆除

除間伐木、風雪害木、病虫害被害木、被圧枯損木、主伐木の残材などを注意して観察し、マツノマダラカミキリが寄生している場合には駆除する必要がある。このような木を残しておく、マツ材線虫病による枯損木を完全に駆除しても、同じ林分に被害が続けて発生する。また、たとえ被害が発生してい

なくても、マツノマダラカミキリの密度が高い状態に放置しておく、侵入したマツ材線虫病が容易に定着、蔓延する。

(2) 除間伐、主伐の時期の調節及び処理

マツノマダラカミキリは、衰弱・枯死して間もない樹皮下が新鮮な状態のマツのみに産卵し、乾燥したり変質したマツには産卵しない。したがって、寄生を予防するためには、マツノマダラカミキリの産卵が始まる6月までに、樹皮下が乾燥・変質するように10、11月に伐倒する必要がある。さらに、これより遅れて伐倒する場合には、短く切って乾燥を促進するか、産卵防止薬剤を散布するか、あるいは伐倒木を林外に運び出す必要がある。これらについての研究成果と具体的な手法については、本報(V)²⁾で詳しく述べる。

(3) 造材丸太の移動の制限

被害未発生地域で伐倒造材した健全な丸太であっても、産卵時期に樹皮下が新鮮な状態で被害発生地域に運び込まれると、マツノマダラカミキリの寄生を受けて、これの増殖源あるいはマツ材線虫病の感染源になる。したがって、たとえ健全なマツの丸太であっても、6～9月に被害地域に搬入することは避けるべきである。また、この期間被害地域に置かれていた丸太には、マツノマダラカミキリが寄生している可能性が高いので、移動する場合には「くん蒸」⁷⁾によって完全な駆除をする必要がある。

(4) マツ林の手入れ

最近、マツ林の除間伐がほとんどなされておらず、過密状態から多量の被圧枯損木が生じている林分が多くなっており、これらがマツノマダラカミキリが継続して発生するための絶好の繁殖源になっている。たとえ寄生数は少なくても、このような林分にマツカレハやマツつちくらげ病などの病虫害による枯損木、あるいは除間伐による伐倒木などの繁殖源が大量に出現すると、マツノマダラカミキリの生息密度が一気に高くなる。また、過密状態の林分では、冠雪や強風による集団倒伏被害が発生しやすく、これもマツノマダラカミキリの繁殖源になる。

これに対して、十分に手入れがなされて、マツノマダラカミキリが生息しない、あるいは生息密度が極めて低い林分では、マツ材線虫病がたとえ侵入しても急激に蔓延しないため、早期に対策を講ずることによって一時的な被害で終息させることが可能である。

このように、マツ材線虫病の侵入予防・蔓延防止のためには、除間伐などの手入れをしてマツノマダラカミキリの繁殖源を無くしておくことが基本である。

(5) 枝枯れ木の対策

本県のような寒冷地方では、マツ材線虫病に感染しても、病状の進行が遅れて枝だけが枯れた状態で冬を越す被害木があり、これらが枝枯れ木として発見される。このような枯れ枝にはマツノマダラカミキリとマツノサイセンチュウが寄生しており、これらも感染源として駆除するべきであるが、他の大部分の針葉が緑色をしているために枯損木とはみなされず、所有者から駆除の同意を得ることが困難な場合が多い。このようなマツの幹をよく観察すると、ニトベキバチ、キクイムシ類、マツノマダラカミキリなどの昆虫が寄生し、その食痕によって木全体がすでに死んでいることが判別できるものがある⁸⁾。

また、大径木では枝だけが枯れて木全体としては生きているものもあるが、このような場合はヘリコプターによるガンノズル散布あるいは地上散布による薬剤駆除をする。なお、枝枯れ木については本報(V)²⁾で詳しく報告する。

(6) 病害虫の予防と駆除

マツカレハやマツつちくらげ病は、時にマツを大量に枯損させ、その枯損木が繁殖源となってマツノマダラカミキリが大量に発生する。このような林にマツ材線虫病が侵入すれば、被害は容易に定着・蔓延する。

マツカレハは、マツ材線虫病の発生地域である県南地方でたびたび発生を繰り返している^{4,5)}ことから、とくに注意すべき害虫である。

マツつちくらげ病は、マツ林内のたき火の跡から発生することから、マツ材線虫病による枯損木、除間伐木、シイタケのほだ場作りのために刈払った雑木などを、マツ林の中で焼却することは避ける必要がある。また、海水浴場やキャンプ場では、マツ林の中でのたき火を禁止すべきである。

その他、ならたけ病、こぶ病、マツバナタマバエや、他の被害後に二次的に発生するニトベキバチの被害等も、マツの枯損原因となるものであり、それぞれに対する予防・駆除対策が必要である。

5 文 献

- 1) 岩手県林業試験場成果報告 第18号、p 51~60、(1985)。 作山 健：マツつちくらげ病の発生態と防除
- 2) 同 上 第20号、p 37~43、(1988)。 作山 健：マツ材線虫病に関する研究成果(V) —— 枝枯れ木・健全木の枯れ上り枝にマツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウが生息していた事例 ——
- 3) 同 上 第20号、p 45~50、(1988)。 作山 健：マツ材線虫病に関する研究成果(VI) —— 被害の温床とならないマツの伐倒時期と方法 ——
- 4) 森林防疫 No. 420、p 44~49、(1987)。 佐藤平典・緑川末蔵・中村勝義：岩手県におけるマツカレハの大発生(1) —— 被害経過と防除 ——
- 5) 森林防疫 No. 420、p 44~49、(1987)。 佐藤平典・緑川末蔵・中村勝義：岩手県におけるマツカレハの大発生(2) —— 被害の予想と枯死木の発生 ——
- 6) 松くい虫対策シリーズ2 松枯損木早期発見の手引き、p 14、岩手県林業改良普及協会、(1982)。 岩手県林業試験場
- 7) 松くい虫対策シリーズ3 感染源駆除の手引き、p 14、岩手県林業改良普及協会、(1982)。 岩手県林業試験場