

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 204 6. 2013

一般社団法人 林業薬剤協会



目 次

ナラ枯れ予防殺菌剤のナラ菌接種による ナラ菌伸張抑制効果判定の検討	斉藤正一・中村人史	1
戦後、70年弱経過した海岸防災林の課題	河合英二	6
松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響 (4) —新潟県胎内市における調査事例—	本山直樹・阿部 豊・田畑勝洋	12
クズの生態と防除 (3) —クズの利用と防除方法—	奥田史郎	19

● 表紙の写真 ●

羽化トラップによるカシノ
ナガキクイムシ発生頭数調査

紀州備長炭の原料であるウバメガシに穿孔したカシノナガキクイムシの発生頭数調査（和歌山県林業試験場）現地状況

（2012年10月和歌山県串本町にて撮影）

—林業薬剤協会—

ナラ枯れ予防殺菌剤のナラ菌接種による ナラ菌伸張抑制効果判定の検討

齊藤正一*¹・中村人史*²

1. はじめに

ブナ科樹木萎凋病（以下ナラ枯れ）の集団枯損被害は、1990年以降急激な増加と拡大をみせており、ミズナラとコナラが多く分布する地域で被害が激化している¹⁶⁾。

ナラ枯れは、カシノナガキクイムシ（以下カシナガ）が健全なナラ類・シイ・カシ類に穿入し、体表に付着していた病原菌（*Raffaelea quercivora*；以下ナラ菌）を樹幹内に持ち込み、ナラ菌が通水組織を通じて樹幹内に伸張して通水阻害を起こして枯死する^{2・4・5)} 樹病である。病原菌はナラ菌、媒介者はカシナガ、宿主はナラ類、シイ・カシ類の生立木であり、これらのうちどれかを無くせば被害は終息する。

被害の拡大に対して数々の防除法が開発されてきた。枯死木の駆除の方法としては、枯死木を立木のまま燻蒸剤で処理する方法^{9・10)}、枯死木を伐倒して燻蒸剤で被覆処理する方法^{13・15)} などがある。また、未被害木の予防方法には、ビニールシートを巻く方法³⁾、粘着剤を樹幹散布する方法^{6・8・12)}、殺虫剤の樹幹散布¹⁾ など多数の防除法が開発されて、実用化されている。中でも、殺菌剤の樹幹注入による未被害木の予防法^{14・15)} は、施用効果が確実な事から、事業を実施している事業体からは非常に注目されている。

ナラ枯れ予防用の殺菌剤の樹幹注入法は、未被害の立木に糸状菌の殺菌剤を水希釈した薬液をノズル付きボトルに充填するか専用器具で樹幹下部

にドリルで開けた注入孔に注入する方法である。樹幹内に注入された殺菌剤は樹幹内に分散して、夏季にカシナガが穿入してナラ菌が樹幹内で伸張抑制する事で辺材部の健全性を維持することにより、処理木を枯死させないようにしている。このナラ枯れ予防用の殺菌剤の効果の確認は、野外の立木による実証試験において、カシナガの穿入の有無を観察のうえ、殺菌剤を注入した処理木と無処理木との枯死状況や枯死率の違いにより判定している^{7・17・18)}。

しかし、カシナガの発生には年変動があり、処理木や無処理木にカシナガの穿入がない場合は、効果の判定ができない事態が発生している⁷⁾。枯死木と未被害木での大きな違いは、ナラ菌が樹幹内で伸張すると辺材部が変色することで、誰にでも分かる事である。よってこれを利用して、処理木と無処理木にナラ菌を接種して、これが原因で生ずる辺材部の変色範囲を比較する事で、殺菌剤の注入によるナラ菌伸張抑制の効果判定が可能か検討したので報告する。

2. 材料と方法

1) 試験地と試験区

試験は、ナラ枯れ被害が2012年から近傍で発生した、山形県西村山郡西川町の山形県森林研究研修センター所有の約20年生ミズナラ未被害林で実施した。試験区は、殺菌剤を樹幹注入後にナラ菌を接種した処理区と処理区と同時期にナラ菌を接種した無処理区とし、供試木はミズナラとして各試験区3本とした（表1）。

また、殺菌剤は春季では2週間程度で樹幹内に

* 1 山形県森林研究研修センター SAITO Shoichi
* 2 同所 NAKAMURA Hitoshi

表1 ナラ菌接種試験による殺菌剤の効果調査試験の供試木

伐採時期	ナラ菌接種2週後				ナラ菌接種3週後				ナラ菌接種5週後			
	供試木 No.	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	供試木 No.	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	供試木 No.	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)
殺菌剤 処理区	1	11.1	10	4	1	12.5	9	3	1	17.0	12	6
	2	11.6	11	6	2	10.8	10	4	2	16.2	12	6
	3	11.7	11	5	3	10.9	10	3	3	15.7	11	4
	平均	11.5	10.7	5.0	平均	11.4	9.7	3.3	平均	16.3	11.7	5.3
無処理区	1	15.3	12	5	1	11.0	11	5	1	19.6	12	3
	2	14.4	12	5	2	12.3	12	6	2	17.6	12	4
	3	16.2	13	4	3	12.8	13	6	3	16.8	11	4
	平均	15.3	12.3	4.7	平均	12.0	12.0	5.7	平均	18.0	11.7	3.7

分散するが、注入2週後にナラ菌を接種したのうち、接種2週後・3週後・5週後に処理区と無処理区の供試木各3本をそのつど伐採してナラ菌接種部位の円盤を採取して辺材の変色状況を観察することにした。

2) 殺菌剤の注入

殺菌剤は、サンケイ製 KW-06 (有効成分トリホリン) とし、ミズナラの葉が展葉して2週後にあたる2012年5月21~22日に樹幹注入した。殺菌剤の注入方法は、供試木の地上80cmの部位4方向に径5mm、深さ30~50mm、斜め45度に動力式ドリルで注入孔をあけて、メーカーからの指定量1孔あたり0.5mlを注入した^{17・18)}。

3) ナラ菌の調整と接種

ナラ菌の供試菌株は、2011年に枯死した立木から単離した菌を森林総合研究所から配給されたので、これを水・オガクズ・フスマの混合培地(重量比1:1:1)に接種して20℃で14日培養したものをを用いた。

ナラ菌の接種は、殺菌剤を注入した供試木と無処理の供試木の地上0.3mと1.3mに4方位から径8mm、深さ50mmでドリル穿孔してナラ菌の接種孔をあけ、ナラ菌を培養したオガクズをこの接種孔に詰めたナラ菌の接種は、殺菌剤注入の2週後の6月5日とした。ナラ菌接種した供試木数

は、2週後・3週後・5週後に伐採するために処理区・無処理区とも各3本、計18本とした。

4) 殺菌剤の効果調査

供試木はナラ菌接種2週後・3週後・5週後に両試験区の供試木各3本を伐採し、ナラ菌を接種した樹幹の地上0.3mと1.3mから厚さ10~50mmの円盤を採取し山形県森林研究研修センターの室内に持ち帰った。採取した円盤は即座にグラインダーに紙やすりを取り付けて木口面を平滑にして、3日室内に放置したのち、コピー機で印刷し、辺材の変色面積はナラ菌接種部位を除いて、ナラ菌による変色部位をプランメーターで測定した。

5) 殺菌剤の効果判定

両試験区の各部位における変色面積について、処理木の変色面積が、無処理木の変色面積に対してきわめて少ない場合を想定し、この面積比率が10%以下ならば、殺菌剤のナラ菌殺菌効果があったものと判断することにした。

6) ナラ菌の分離

供試木の伐倒時に円盤を採取するが、樹幹の地上0.3mの採取の下部、1.3mの採取部の上部の変色率を判定する円盤に隣接した円盤も厚さ10~50mmで採取した。この円盤を山形県森林研究研修センターの室内に持ち込み、新聞紙の上に1週間放置したのち、ナラ菌接種部位を避けて、4箇

表2 ナラ菌を接種した供試木の接種位置から採取した円盤における辺材の変色面積

試験区	円盤採取部位	ナラ菌接種2週後 変色面積 (cm)				ナラ菌接種3週後 変色面積 (cm)				ナラ菌接種5週後 変色面積 (cm)			
		No.1	No.2	No.3	平均	No.1	No.2	No.3	平均	No.1	No.2	No.3	平均
殺菌剤処理区	1.3m	測定不能				0.057	0.070	0.018	0.048	0.023	0.080	0.026	0.043
	0.3m	測定不能				0.040	0.029	0.014	0.028	0.117	0.056	0.047	0.073
無処理区	1.3m	測定不能				0.202	0.324	0.950	0.492	1.334	1.272	1.162	1.256
	0.3m	測定不能				0.109	0.132	0.907	0.383	0.499	0.980	0.801	0.760

所のナラ菌接種部付近の変色した各部位とその中間から、10mm四方の材片を8個切り出して、表面を次亜塩素酸ナトリウムで滅菌したのち、滅菌水で3回洗浄してPDA培地のにせて2週間20℃にてインキュベーター内で静置し、発菌した菌類は単離培養してナラ菌かどうか同定した¹¹⁾。各円盤から採取した材片8個からのナラ菌の分離率を計算し、処理木と無処理木のナラ菌の分離率を比較した。

3. 結果と考察

1) ナラ菌接種による辺材の変色率の比較

処理区と無処理区の供試木をナラ菌接種2週後、3週後、5週後に伐採してナラ菌接種部位の地上0.3mと1.3mから円盤を採取し、ナラ菌接種部位以外の辺材の変色面積を表2、無処理区に対する処理区の辺材の変色面積比率を表3に示す。

ナラ菌接種2週後では、処理区・無処理区ともにナラ菌接種部位以外での変色を肉眼とコピー機の映像から読み取る事は困難だった。

ナラ菌接種3週後で、変色部位が確認でき、処理区では0.3m部位で平均0.028 (0.014~0.040) cm²、1.3m部位は平均0.048 (0.018~0.070) cm²。無処理区では0.3m部位で平均0.383 (0.109~0.907) cm²、1.3m部位は平均0.492 (0.202~0.950) cm²。処理区の無処理区に対する変色比率は0.3m部位が7.2%、1.3m部位が9.8%であった。

また、ナラ菌接種5週後では、変色部位は明確になり、処理区では0.3m部位で平均0.073 (0.047

表3 ナラ菌を接種した供試木の接種位置から採取した円盤における辺材の変色比率

比較部位	処理区の変色比率 (%)	
	3週後	5週後
1.3m	9.8	3.4
0.3m	7.2	9.6
平均	8.5	6.5

~0.117) cm²、1.3m部位は平均0.043 (0.023~0.080) cm²。無処理区では0.3m部位で平均0.760 (0.499~0.980) cm²、1.3m部位は平均1.256 (1.162~1.334) cm²。処理区の無処理区に対する変色比率は0.3m部位が9.6%、1.3m部位が3.4%であった。

辺材の変色面積は、ナラ菌接種3週後より5週後が地上0.3mと1.3mともに大きい傾向であるが、処理区は無処理区と比較すれば変色面積の増加は抑制されていた。このように、接種したナラ菌は、接種3週以降に樹幹内での伸張スピードが大きくなり5週後なら辺材において変色が比較できるほどになるので、辺材の変色率を比較する場合はナラ菌接種5週以降に行うのが適当であると考えられた。

2) ナラ菌の分離率

ナラ菌接種5週後には、ナラ菌の接種により辺材部の変色が明確になるが、処理区と無処理区の供試木をナラ菌接種5週後に伐採してナラ菌接種部位の地上0.3mと1.3mから円盤を採取し、ナラ菌の分離した結果を表4に示す。

表4 ナラ菌接種5週後における供試木の接種部位からのナラ菌分離率

試験区	円盤採取部位	供試木 No.1		供試木 No.2		供試木 No.3		合計		ナラ菌分離率	
		材片数	ナラ菌分離	材片数	ナラ菌分離	材片数	ナラ菌分離	材片数	ナラ菌分離	平均	95%幅
殺菌剤処理区	1.3m	8	0	8	1	8	2	24	3	12.5	
	0.3m	8	4	8	3	8	2	24	9	37.5	
	合計	16	4	16	4	16	4	48	12	25.0	13.6~39.6
無処理区	1.3m	8	6	8	4	8	5	24	15	62.5	
	0.3m	8	6	8	8	8	7	24	21	87.5	
	合計	16	12	16	12	16	12	48	36	75.0	60.4~86.4

ナラ菌の分離数は、処理区の地上0.3mでは、24材片中9個で分離（分離率12.5%）、1.3mは24材片中3個で分離（37.5%）、合計48材片中12個で分離され、ナラ菌の分離率は25.0（95%信頼幅13.6~39.6）%であった。

一方、無処理区でのナラ菌の分離数は、地上0.3mでは、24材片中21個で分離（87.5%）、1.3mは24材片中15個で分離（62.5%）、合計48材片中36個で分離され、ナラ菌の分離率は75.0（95%信頼幅60.4~86.4）%であった。

処理区ではナラ菌の分離率が25%と低く、無処理区では反対に75%と高く、両者の間には有意差が認められた。

4. 辺材の変色率による殺菌剤の効果判定

辺材の変色率は、ナラ菌接種5週後で処理区は無処理区の10%以下と低く、ナラ菌の分離率の結果も処理区は無処理区に対して有意に低い事が明らかになった。処理区では殺菌剤が材内に分散した結果、ナラ菌の分離率が低くなり、そのため変色部位も極めて少ないという観察結果になったものと考えられた。

よって、ミズナラなどでは、ナラ菌接種5週以降ならば、辺材の変色率をもとに殺菌剤の効果を判定できるものと考えられる。

5. まとめと今後の課題

ナラ枯れ予防用の殺菌剤の樹幹注入試験において、カシナガの穿入がない場合、殺菌剤の効果判定が実証試験で不可能になる。そこで、ミズナラ未被害木を対象に、殺菌剤を事前に注入した処理木と何もしない無処理木にナラ菌を接種して、これが原因で生ずる辺材部の変色範囲を比較する事で、殺菌剤の注入によるナラ菌伸張抑制の効果判定が可能か検討した。

その結果、辺材の変色面積は、ナラ菌接種5週後で処理区と無処理区の差が明確になり目標にしていた処理区の変色面積が無処理区に対して地上0.3m9.6%、1.3mは3.4%、平均6.5%と目標の10%以下であった。さらに、ナラ菌の分離率もナラ菌接種5週後においては、処理区ではナラ菌の検出率が25%と低く、無処理区では75%と高く、両者の間には有意差が認められた。

ミズナラなどのナラ類では、殺菌剤の効果判定の方法として、殺菌剤を処理した処理木と、無処理の立木に殺菌剤注入2週後にナラ菌を接種し、ナラ菌接種5週後に伐採して辺材の変色面積を比較して処理区の変色面積が無処理区の10%以下なら有意にナラ菌の殺菌効果があるものと判断できると考えられた。

この結果をもって、ナラ類については、カシナガが穿入しなかった場合の殺菌剤の効果判定の代

用の方法として活用できると考えられるため、判定基準の整理が必要である。

また、春季の気温条件によってはナラ菌の伸張速度も変化するので、ナラ菌の接種量を増加させたり、辺材部を長く貫く方法、殺菌剤注入部位の直上・直下へのナラ菌接種による観察など、といった工夫も必要になるかもしれない。仮に、多点注入になる場合は、供試木には薬剤注入孔とナラ菌の接種孔が多くあけられることになるので、供試木の直径を大きくするなどしながら、現場の試験地に応じた、柔軟な基準作りが必要になる。

その他、ナラ枯れ被害は、スダジイやマテバシイ、ウバメガシなどでも起こるため、今後はこれらの農薬登録も発生する事が予想される。この際に、こうした常緑樹はミズナラなどのナラ類で得た基準だけで殺菌剤の効果を判定できない可能性もあるため、樹種ごとに変色比率の変更やナラ菌の分離率などで判定していく基準を科学的な試験を通じて、加えていく必要がある。

引用文献

- 1) 江崎功二郎 (2008) フェニトロチオン乳剤の樹幹散布によるカシノナガキクイムシの穿入防止効果. 日本森林学会誌90 : 391-396.
- 2) 伊藤進一郎・窪野高徳・佐橋憲生・山田利博 (1998) ナラ類集団枯損被害に関する菌類. 日本林学会誌 80 : 170-175.
- 3) 小林正秀・萩田 実 (2003) カシノナガキクイムシのビニールシート被覆による防除法. 森林防疫 52 : 137-147.
- 4) Kinuura, H (2002) Relative dominance of the mold fungus, *Raffaelea* sp., in the mycelium and proventriculus in relation to adult stages of the oak platypodid beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera : Platypodidae). J. For. Res. 7. 7-12 (カシノナガキクイムシ成虫の各生育段階における孢子貯蔵器官および前胃内の *Raffaelea* sp. 優占度)
- 5) Kubono, T. and Ito, S. (2002) *Raffaelea quercivora* sp. nov. associated with mass mortality of Japanese Oak, and the ambrosia beetle (*Platypus quercivorus*). Mycoscience 43 : 255-260.
- 6) 増田信之 (2005) カシノナガキクイムシ被害における液体粘着剤を用いた防除法. 第56回日本森林学会関西支部等合同大会研究発表要旨集 : 65.
- 7) 岡田充弘・臼井陽介 (2012) ウッドキング SP 秋季ナラ樹幹注入効果. 平成23年度林業薬剤等試験成績報告集 : 105-112.
- 8) 大橋章博 (2007) 接着剤を利用したナラ類集団枯損被害の防除. 第118回日本森林学会学術講演集 : CD-ROM (PB076).
- 9) 斉藤正一・中村人史・三浦直美・小野瀬浩司 (1999) ナラ類集団枯損被害の薬剤防除法. 森林防疫48 : 84-94.
- 10) 斉藤正一・中村人史・三浦直美・小野瀬浩司 (2000) ナラ類集団枯損被害立木へのNCS注入によるカシノナガキクイムシとナラ菌の防除法の改良. 林業と薬剤152 : 1-11.
- 11) 斉藤正一・中村人史・三浦直美・三河孝一・小野瀬浩司 (2001) ナラ類集団枯損被害の枯死経過と被害に関与するカシノナガキクイムシおよび特定の菌類との関係. 日本林学会誌83 : 58-61.
- 12) 斉藤正一・中村人史・三浦直美 (2003) 薬剤と接着剤によるナラ類集団枯損被害における枯死木の新たな防除の試み (1). 林業と薬剤166 : 18-24.
- 13) 斉藤正一 (2006) カシノナガキクイムシ被害木の天幕くん蒸試験. 平成17年度林業薬剤等試験成績報告集 : 375-392.
- 14) 斉藤正一・中村人史・中江純一郎・山本克哉 (2006) 防カビ剤の樹幹注入によるミズナラの枯損被害防止. 東北森林科学会誌11 : 92-96.
- 15) 斉藤正一・野崎 愛 (2008) 第7章 被害形態別の防除法. 林業普及双書157;全国林業改良普及協会 : 137-157.
- 16) 斉藤正一・柴田銃江 (2012) 山形県におけるナラ枯れ被害林分での森林構造と枯死木の動態. 日本森林学会誌94 : 223-228.
- 17) 斉藤正一 (2012) ナラ枯れ予防剤に関する試験. 平成23年度林業薬剤等試験成績報告集 : 93-104.
- 18) 斉藤正一 (2013) ナラ枯れ予防剤に関する試験. 平成24年度林業薬剤等試験成績報告集 : 63-72.

戦後、70年弱経過した海岸防災林の課題

河合英二*

1. 日本の海岸砂丘造林の歴史

海岸沿岸地帯の海岸林には、砂丘地だけでなく、海岸崖地や丘陵地等に成立する森林もあるが、ここで対象とする海岸林は、海岸砂丘上に人間の手で植栽された人工林である。日本の海岸砂丘地のクロマツ林は90%以上が人工林とされている。海岸砂丘林造成は、伝説・伝承では7世紀前後に始まったようであるが、史実としては、1573年頃静岡県沼津市の千本松原にマツを植えたという記録が残っている。1600年代の藩政時代には戦乱の破壊、製塩等の燃料のための伐採、飛砂害により海岸林の荒廃が進んだため、知行安定の諸藩が比較的早い時期に海岸林造成を開始した（中島・岡田，2011）。藩政時代には耕地の保全、秣場（飼料・肥料採取地）の造成、田畑の開発、飛砂防止を目的に海岸林の造成、整備が実行された。クロマツは、元々西日本に自生していた樹種であるが、飛砂や潮風、貧栄養な立地条件でも生存、生長する樹種はクロマツ以外にないため、日本全国にクロマツが植栽された。

1600年に仙台藩は、静岡県遠州浜松からクロマツの種子を導入したとの伝説が残っている。また、1706年に新潟県村上砂丘から山形県庄内に、1733年に石川県能登から山形県北部砂丘に、1751-1763年に宮城県釜石方面から秋田県本荘海岸にクロマツ種子、苗を移入したこと等が史実として記録されている（立石，1989）（中島・岡田，2011）。

昭和7（1932）年度に、海岸砂防林造成事業が始まったが、1933年当時の庄内砂丘の記録に、家屋が飛砂に埋まっている写真が残されているなど飛砂害が激しい時代であった。

戦後は、昭和23（1948）年度から海岸砂地造林が再開し、その後保安林の整備が進展した。高度経済成長期以降は、砂丘地の開発利用や海岸侵食の進行、マツ材線虫病被害の発生等により、各地で防潮護岸等の施設整備、松くい虫被害対策事業が行われるようになった。海岸防災林の造成は、1960年代にほぼ完成したが、現在に至るまで様々な課題も顕在化している。

2. 海岸林の今日的課題

戦後、約70年を経過した海岸林造成事業に対し、当面している問題点について取り上げ、概説する。

2-1. 近年の海岸砂丘の侵食

海岸侵食の原因として海岸工学分野では、沿岸構造物による沿岸漂砂、防波堤などによる波の遮断、上流の砂利採取やダム等による河川供給量の減少、地盤沈下（天然ガス、地下水くみ上げ）の4つを上げている。しかし、太田（2011）は、上記の影響とともに荒廃地や原野の森林化の進展が、海岸侵食に大きく影響していることを著書「森林飽和」で指摘している。海岸侵食の原因、過程を著書を引用し、以下に簡潔に整理する。

江戸時代に木材生産を盛んに実行したことにより、山地森林が荒廃し、江戸時代以降、山地流域からの流出土砂量が増加した。このため、海岸線

* 一般社団法人 森林・自然環境技術者教育会

KAWAI Eiji

への砂の供給量の増加と飛砂量の増加につながったと結論している。現在の日本の山地森林は、治山治水事業の実行と1960年代に始まった社会変革により里山の植生は利用圧を受けることなく変化し、樹木はかつてないほど勢いよく生長を続け回復した。その結果、森林の総蓄積量は過去40年間に2倍以上、人工林では4倍以上に増加したことを“森林飽和”状態と位置付けている。その結果、河川への土砂流出量、海岸線から陸地への土砂量、飛砂量が減少し、これが海岸侵食に大きく影響したことを記述している。

海岸線の後退、海岸侵食については、さらに地球規模の課題も提起されている(三村, 1991)。地球温暖化による海面上昇により、海岸侵食が増加するとの予測である。仮に100年後に30cmの海面上昇が起ると、現在の砂浜海岸の60%近くが侵食されると予測している。海面上昇は、海岸侵食とともに地下水位の上昇、塩水化を引き起し、海岸林に大きな損害を与えることが予測されるが、その対策は容易ではない。

海岸線および海岸線の管理も、海岸侵食や飛砂量の減少を考慮した対策、対応をしなければならないことになる。

2-2 高密度植栽と過密林分の管理

日本の海岸林造成技術は、先ず海側に前砂丘を造成し砂草等で固定し、その内陸側にクロマツ林を主体として植栽するやり方が一般的である。この方法が全国的に定着し、1960年代までに全国のクロマツ海岸林がほぼ整備された。

海岸林のクロマツの植栽密度は、10,000本/haが近年まで国有林の標準の密度であった。1m方形に1本植える密度である。飛砂の激しい時代には、速やかに砂丘裸地面を覆い、飛砂を減少させる高密度植栽は合理的ではあった。しかし、植栽後8年程度で鬱閉し、下枝は枯れ上がり、樹冠部が小さく、形状比の大きい高密度の林分が成立する。

酒田営林署(1963)では、植栽後8年で、50%の除伐を行い、15~20年後に残存30%の3,000本/haを目標としている。しかし、海岸林が経済林でないことや海岸林面積の増加とともに、除伐管理が実行されず、自然状態のままの林分が多くなった。このため、1万本/ha植栽の弊害も、林分が生長するにつれ現れてきた。高密度林分は自己間引きにより立木本数は減少するが、海岸クロマツ林の場合は山地アカマツ林の3~4倍の立木本数を保っている(小田, 1992)。自己間引きにまかせた海岸クロマツ林は、密度の高い状態で生長を継続し、形状比の大きい林分となっており、その管理が問題になっている。各地で相対密度を用いた本数密度調整伐の指針が提案され、試行されている(坂本, 2012)が、本数調整伐手遅れ林分が顕著である。本数調整伐の手遅れ林分は、強風害の危険性を避けるため、一度に伐採する本数は2割以下に制限すべきである。

現在、大面積の飛砂地の減少や飛砂量の減少により、10,000本/ha植栽は見直されている。今後、クロマツ林を健全に生育してゆくためには本数密度を低下させ、例えば2,500本/ha以下にすることや、砂丘農業地に見られるような带状林帯、基盤状林帯に仕立てるような植栽方法を検討する必要がある。

海岸クロマツ林内にギャップが生じ、光環境の良い条件では天然更新している場所が認められる。クロマツ苗の発芽、生育と相対照度の関係(森, 1987)では、相対照度が30%以上で発芽し、苗木になるが、これらが健全に生育するためには60%以上の相対照度が必要になる。相対照度60%以上のクロマツ林は、極めて疎な林分密度なので、保安林として機能を維持しながらの管理、調整は難しい。

ある程度奥行のある海岸林であれば、海岸線に平行に20~50m幅に带状に伐採し、天然下種更新を促進したり、苗木を植栽する方法が管理しやすいと考えられる。海岸クロマツ林の機能を維持し

ながら更新してゆく方法の確立は今後の課題である。

2-3 海岸林地帯の開発予備的性格

海岸林造成地は保安林に指定されるものがほとんどであるが、幅広く海岸林が造成されると、一方で、他用途に開発する要望が出てくるようになった。当初は、市町村内住民の農地、住宅地開発等が主なものであった。しかし、高度経済成長期以降には工業開発地への転用があり、その後、レクリエーション、緑地公園、リゾート、エネルギー施設の開発対象地となっている。海岸保安林は大面積の敷地の所管が複雑でない点で、大規模な開発の対象になりやすい。しかし、2011. 3. 11大津波のように予測できない自然災害に襲われる危険性も併せ持っている。開発のリスク管理や残された海岸保安林の管理を十分に行うことが重要である。

2-4 外来生物の侵入

ニセアカシア（ハリエンジョ）は砂丘土壌の養分が乏しいことから、クロマツ林の生長を促すため、肥料木として1930年代に鳥取県の海岸砂丘地に混植された（原，1932）。ニセアカシアは北アメリカ原産のマメ科の落葉広葉樹で外来樹種である。今日ではクロマツ林の管理上、最も駆除が難しい存在として全国的に問題になっている。

ニセアカシアは根瘤菌の働きにより、窒素等の

有機物を増加させ、落葉の分解も早いので、クロマツ単純林に比べ、土壌が肥沃になる時間が短縮される。蒲谷・佐藤（1968）は茨城県村松海岸林で、クロマツ林とクロマツーニセアカシア混植林のN現存量を測定し、混植区の方がやや多いことを報告した。ただし、隣接する自然林の値には、はるかに及ばない。

崎尾（2009）は、ニセアカシアにより土壌中の窒素濃度が増加し、貧栄養地に適するクロマツが衰退する可能性があることを紹介しているが、一方でニセアカシア植栽林による窒素濃度に、有意な差が無い事例も紹介している。土壌中の窒素濃度の増加は、燃料・肥料革命によるクロマツの落葉かき習慣の衰退による影響も指摘されている。クロマツ落葉が正常な分解が始まるのに約15年かかる（小川，1992）。落葉かきが衰退して50年以上経過しているため、クロマツ落葉の堆積の影響も大きいと考えられる。現在、各地でクロマツ林の管理のため、ニセアカシアの駆除や落葉かき作業が実行されている。ニセアカシアの駆除は、伐採処理とその後発生する切株萌芽、根萌芽へのグリホサート系薬剤の散布が有効であることが確認されている（竹本，1996）（村山，2002）。伐採時期については、盛夏の伐採が有効であり（山田・真板，2009）、薬剤の散布時期は6月より10月が有効である（村山，2002）。

ニセアカシアは、種子からの繁殖、伐採根株からの萌芽、水平根からの根萌芽の3つの方法で分

表-1 砂丘土壌表層のN現存量 (kg/ha)

	砂丘裸地	クロマツ	クロマツ	ニセアカシア混交林	自然林
生育		良好	良好		樹齢120年以上
落葉		採取地	放置	放置	
L-F層	0	4	71	100	95
H=A層	21	105	101	105	2,089
B層	120	170	157	230	290
合計	140	280	340	440	2,500

（「蒲谷ら，1967」の表を整理）

布・拡大をしてきた。ニセアカシアの種子には、散布後すぐに発芽できると非休眠種子とすぐに発芽しないが埋土種子になる休眠種子の2種類のタイプがあることがわかってきた（小山・高橋，2009）。埋土種子は、萌芽駆除前に土壌のかく乱等で休眠を打破し発芽させた後に、萌芽と種子発芽を同時に薬剤散布で駆除することが必要かもしれない。ニセアカシアのもう一つの問題はアレロパシーを持っていることである。ニセアカシア林内には、天然下種更新したクロマツの苗木を見ることはほとんど無いようである。

オオハマガヤは、アメリカの海岸砂丘に自生するイネ科オオハマガヤ属の多年草で、日本ではアメリカンビーチグラスとも呼ばれる。日本のハマニンニクと形状が良く似ているが、オオハマガヤは、葉の幅がやや狭く、葉が細く巻くこと、穂状花穂が細く見えること、葉身の基部が茶褐色に見えることがあること等がハマニンニクと異なっている（由良，2006）。

飛砂を捕捉・固定する目的で、1950年代に鳥取県の砂丘に導入され（原・田中，1954）、現在は東北地方の砂丘地帯まで広く分布していることが確認されている。山形県庄内ではハマニンニクを注文すると、オオハマガヤがアメリカハマニンニクとして提供されるほどになっている（中島，2004）ことから判断し、東北地方にも“在来のハマニンニク”として導入されたと思われる。しかし、オオハマガヤは、貧栄養な環境でも繁殖力が高いことから、在来の海浜植物の生育域を奪って



写真－1 前砂丘地のオオハマガヤ

いるとして問題になっている（由良，2006）。

2005年6月に、いわゆる外来生物法が施行されたのを契機に、外来種である、ニセアカシアやオオハマガヤの繁茂に対する批判も、より顕在化したといえる。導入当時は、評価の高かった外来種も制御の対象になり、本来の砂丘生態系保全への配慮が必要とされる時代となってきた。

一旦導入され、定着した外来生物の制御が難しいのは、ニセアカシア、オオハマガヤも例外ではない。特に、オオハマガヤは砂丘最前線で飛砂固定機能を発揮している。在来種と交代させることになった場合、飛砂の発生を極力抑える準備と方策が必要である。

2-5 巨大地震津波と海岸林の再生

2011. 3. 11に発生した巨大地震（M. 9.0）により千年に1度の確率といわれる大津波が発生し、太平洋沿岸に未曾有の被害をもたらした。波高観測値は岩手県大船渡市11.8m、宮城県石巻市7.7mとされているが、これら観測値を超える事例も数多く報告されている。このため海岸林の被害は甚大であり、ほとんど消滅した海岸林もある。幹折れ等は津波の力が樹幹の抵抗力を上回った結果であるが、根が抜けて流木化したものも多数みられた。津波の営力以外に、振動、液状化、地盤沈下加わり被害を大きくしたと推察されている。

海岸砂丘平野は一定割合で地下水位が高い場所が含まれており、クロマツ林はこのような湿地帯にも植栽されている。湿地への植栽はこれまで飛砂害や潮風害等の防災機能上、大きな問題が生じないと判断され、盛土等の地形の改変が伴う植栽はほとんど行われなかった。乾燥した砂丘地のマツ類の根系垂直深は3～5mに達する（刈住，1979）が、湿地帯では地下水位の影響で地表近くに水平に根を張る（小田，1992）。

地震時に流木化したクロマツ根系の垂直深は明らかに小さかった。幹折れ、残存木の根系の垂直深は1.5～2.2m、根返り木の垂直深は約0.8m、流

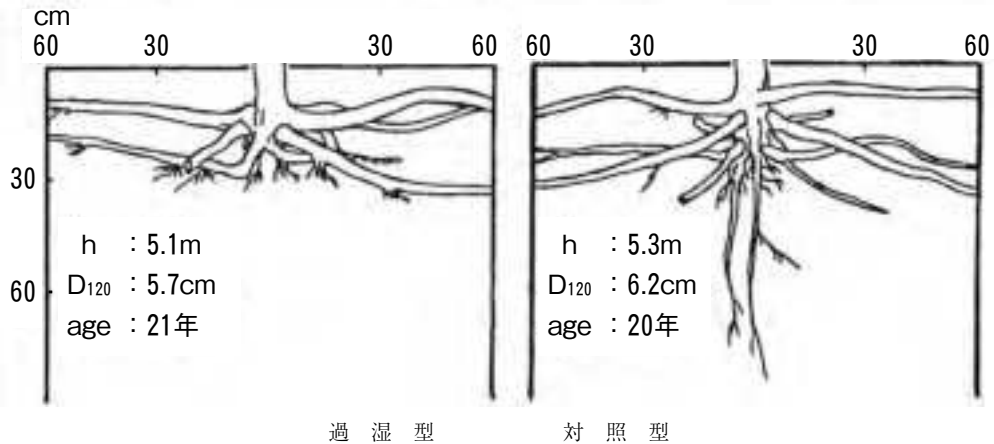


図-1 クロマツの根系比較 (小田, 1992)



写真-2 平地で根返るクロマツ



写真-3 貞山堀の盛土上のクロマツ

木として津波に運ばれたクロマツの垂直深は0.5m前後であった(宮城, 2011)。また, 仙台平野の貞山堀の海拔高3mの盛土上の植栽木は, 盛土の影響と根系が垂直に伸びていることから, 平地に比べ比較的被害が少なかった。今後, 津波防災林として海岸林を再生するためには, 根系の健全な生長のために, 湿地帯を避けるか, 植栽基盤を盛土する必要がある。被災地で盛土の材料を確保することは量, 質ともに難しいが, 無害化した瓦礫を有効利用する等新たな植栽技術に取り組む必要がある。一方で, クロマツ林は根が浅く, 広葉樹は根が深く達するとの誤解もあるが, 広葉樹の根も地下水まで達すると根系は枯死し, 水平に広がるであろう。ただし, 海岸砂丘地に植栽してきたクロマツに替わり, 健全に生育する広葉樹種があれば, 植栽することを避ける必要はな

い。マツ材線虫病被害以来, 各県でクロマツに替わる広葉樹林の試験が実行されてきた。立地環境の厳しい砂丘地では, クロマツに替わる広葉樹はみつからないのが現状であるが, 条件の良い内陸側では, ある程度生育が期待できる(金子・田村, 2007)。海岸砂丘地における広葉樹の植栽技術の確立が求められる。

おわりに

マツ材線虫病対策はクロマツ海岸林の管理上最も大きな課題であるが, 既に多くの報告があるのでここでは触れなかった。

海岸砂丘地のクロマツ林は, 飛砂害, 潮風害等に苦しんだ長い歴史を経て, 防災機能を第一の目的として, クロマツの高密度植栽やニセアカシア, オオハマガヤなどの外来種も導入され, 現在

の形態になっている。戦後、70年弱を経過し、課題も多く認められる。現在の海岸林は、防災機能だけでなく、生物多様性、景観、保健休養機能等多様な役割を併せ持っている。また、農業用地から環境教育、ボランティア、協働の場、エネルギー施設の用地として幅広く利用されてきた。さらに、2011. 3. 11大津波を契機に、防津波機能も改めて重要視されている。これらの多様な機能発揮の期待に対し、課題を克服しつつ、新たな整備、再生に向け、スタートする時代に入ってきたといえる。

引用文献

- 1) 中島勇喜・岡田 譲：海岸林との再生，山形大学出版会，218pp.
- 2) 立石友男 (1989)：海岸砂丘の変貌，大明堂，214pp.
- 3) 太田猛彦 (2012)：森林飽和，NHK 出版，254pp
- 4) 三村信男ら (1991)：地球温暖化による海面上昇・海象変化の影響評価，海岸工学論文集38，938-940.
- 5) 酒田営林署 (1963)：海岸砂地造林事業概要，47pp.
- 6) 小田隆則 (1992)：生理・気象被害と防除技術，「日本の海岸林」，村井宏ほか編集，ソフトサイエンス社，441-453.
- 7) 坂本知己ら (2011)：クロマツ海岸林の管理の手引きとその考え方，森林総合研究所，55pp.
- 8) 森麻須夫 (1987)：保育更新法，海岸林の環境保全，研究成果185，農水技術会議，102-103.
- 9) 原勝 (1932)：砂丘造林に関する研究，朝倉書店，257pp.
- 10) 蒲谷肇・佐藤大七郎 (1967)：海岸クロマツ林における落葉落枝採取と栄養欠乏，日林講78，301-303.
- 11) 崎尾均 (2009)「ニセアカシアの生態学」，崎尾均編，文一総合出版，336pp.
- 12) 小川 眞 (1992)：3. 生態的活性化法，「日本の海岸林」，村井宏他編集，ソフトサイエンス社，409-427.
- 13) 竹本俊夫 (1996)：除草剤によるニセアカシアの駆除，林業と薬剤135，9-11.
- 14) 村山 (2002)：ニセアカシア幼木の薬剤散布による枯殺試験，中森研50，229-230.
- 15) 山田健四・真板一彦 (2009)：伐採時期の異なるニセアカシアの萌芽枝の動態，日林誌91，42-45.
- 16) 小山浩正・高橋文 (2009)：第6章 河川敷におけるニセアカシアの分布拡大に果たす種子の役割，「ニセアカシアの生態学」，崎尾均編，文一総合出版，99-112.
- 17) 原勝・田中一夫 (1954)：海岸砂丘地におけるあめりか海岸草の植栽試験 (第1報)，日林講63，227-229.
- 18) 中島勇喜 (2004)：海岸林にまつわる話 (1)，海岸林学会誌4 (1)，21-24.
- 19) 由良浩 (2006)：海浜植生をむしばむ外来種オオハマガヤ植栽はただちに中止を！，自然保護，493.
- 20) 刈住昇 (1979)：樹木根系図説，誠文堂新光社，513pp.
- 21) 宮城豊彦 (2011)：宮城県海岸林の成り立ちと津波被害からの復興，森林技術835，8-12.
- 22) 金子智紀・田村浩喜 (2007)：広葉樹を活用した海岸防災林造成技術の開発，秋田県森技研報17，37-40.

松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響（４）

—新潟県胎内市における調査事例—

——— 本山直樹*1・阿部 豊*2・田畑勝洋*3

I. はじめに

マツノマダラカミキリは、阿部ら（未公表データ）の2003年～2010年の8年間にわたる飼育観察では、関東地方では5月下旬～9月初旬に羽化脱出（6月19日5%，7月16日50%，8月5日95%）して樹冠部の当年枝と1年枝を摂食（後食と呼ばれる）（写真1）する。その時にマツノザイセンチュウが虫体から離脱して樹体に移動・侵入して、いわゆる松枯れを起こす。従って、松枯れ対策としては、この時期に殺虫剤が樹冠部に到達するように散布して媒介昆虫のマツノマダラカミキリ成虫を防除する（予防散布と呼ばれる）ことがポイントである。樹高の高い松林や、林帯幅が広い松林に対しては、ヘリコプターによる上空からの散布が最も効率のよい薬剤散布方法として



写真1 野外でマツの当年枝を摂食（後食）中のマツノマダラカミキリ成虫

用いられている。しかし上空から殺虫剤を散布するということに対しては、飛散薬剤による周辺住民への健康影響を懸念する声もあるので、飛散に関する科学的データを収集して健康影響の可能性を検証することが重要である。筆者らが全国各地で松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響に関する研究に取り組み始めて10年目に入ったが、すでに群馬県と静岡県における調査事例¹⁾、秋田県における調査事例²⁾、マツノマダラカミキリ成虫に対するスミパイン EC と MC の作用経路³⁾については本誌で紹介してきた。今回は、シリーズの第4報として新潟県胎内市での調査事例について紹介する。

日本海に平行して走る国道113号を新潟県の新発田市から胎内市に向かって車で北上すると、海岸保安林の景色が両市の境界で一変する（写真2と3）。スミパイン MC のヘリコプター散布を実施してきた新発田市側ではマツの高木林がしっかり守られていて松くい虫の被害を受けた茶褐色の木はほとんど見当たらないのに対して、ヘリコプ



写真2 国道113号沿いの新発田市における松林

*1 東京農業大学総合研究所 MOTOYAMA Naoki
(現在農業政策研究会)

*2 財団法人日本緑化センター ABE Yutaka

*3 岐阜県立森林文化アカデミー TABATA Katsuhiko



写真3 国道113号沿いの胎内市における松林



写真4 空から見た胎内市の松くい虫激害で壊滅した松林

ター散布を中止した胎内市側に一步入ると、生存しているマツは僅かしか残っていないで、大半は松枯れで伐倒されて薬剤処理をするためにシートをかけられている。不吉な表現だが、棺桶が並んでいるマツの墓場の印象を与える。場所によっては枯れた古い木がそのまま林立し、枯れ木の間にはニセアカシア等の雑木が繁茂して人が立ち入れない状況になっていた(写真4)。まるでベトナム戦争当時、米軍に枯葉剤を散布されて枯れ木が骸骨のように林立していたジャングルを想起させる景色である。

胎内市ではこういう状況を改善するべく、2012年には松くい虫を防除するために有人ヘリと無人ヘリによる薬剤散布を再開した。筆者らはその機会に、散布された薬剤の周辺地区への飛散調査を実施するとともに、マツノマダラカミキリ成虫に対する殺虫活性に関わるマツの樹幹部の枝葉(当年枝・1年枝)における薬剤の残留濃度を分析した。

II. 散布場所と時期

2012年に薬剤散布が行われた胎内市の海岸松林の見取り図(胎内市役所から入手)(図1)に示



図1 胎内市における松くい虫防除航空散布実施区域図(胎内市役所資料)

すとおり，無人ヘリによる散布は6月3日に第A, B, G工区で，6月4日に第C～F, H工区で行われた。有人ヘリによる散布は6月6日に第3～5工区で，6月7日に第1～2工区で行われた。無人ヘリの場合はスミパインMC（有効成分フェニトロチオン23.5%）の2.5倍希釈液が30ℓ/haの割合で合計50haに，有人ヘリの場合はスミパインMCの5倍希釈液が60ℓ/haの割合で合計110ha散布された。この他にも，図1には記載されていないが，村松浜の陸側に隣接するゴルフ場（中条GC）で有人ヘリによりスミパインMCが40ha散布された。同様に，荒井浜の陸側に隣接するゴルフ場（日本海CC）及び塩釜神社では，有人ヘリでスミパインMCの5倍希釈液が60ℓ/haの割合で計48ha散布された。さらに，地上散布として，マツグリーン液剤2（有効成分アセタミプリド2%）の1,000倍希釈液がスパウター（1,200ℓ/haの割合）と10倍希釈液が鉄砲ノズル（30ℓ/樹高10mの割合）で，計10ha散布された。

Ⅲ. 調査方法

調査は荒井浜地域と村松浜地域で実施したが，調査地点は各々図2と図3に示した通りであり，調査項目は気中濃度，落下量，マツの当年枝・1年枝の枝葉における薬剤の残留濃度である。気中濃度は三脚を用いて地上1.5mの高さに設置した小型ポンプにSep-Pak PS-AirPlusカートリッジを接続して，大気を2ℓ/minの流速で3時間（=360ℓ）捕集して測定した（写真5-A）。落下量は直径9cmのろ紙をガラスシャーレに入れて，三脚の足元の地面約1m四方に3個ずつ設置し，9～11時間連続的に捕集して測定した。樹冠部における気中濃度と落下量は，伸縮自在物干し竿の先端にシホンケーキ型を利用してカートリッジとろ紙を設置して測定した（写真5-B）。薬剤の樹冠部への落下・残留量を測定するために，荒井浜では図2の地点5～7から，村松浜では図3の地点12～19から樹冠部の当年枝と1年枝を含む松枝を採取した。

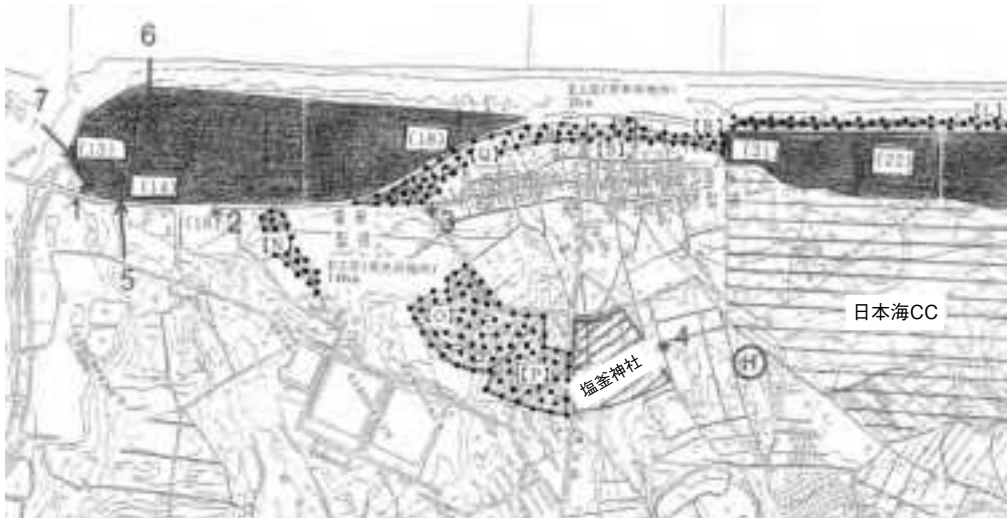


図2 荒井浜地域におけるスミパインMC散布区域と調査地点

- 有人ヘリによる散布区域
- ▨ 無人ヘリによる散布区域
- * 1～4 周辺地域の気中濃度・落下量測定地点
- * 5～7 樹冠部の気中濃度・落下量測定ならびに枝葉採取地点
- Ⓜ ヘリポート

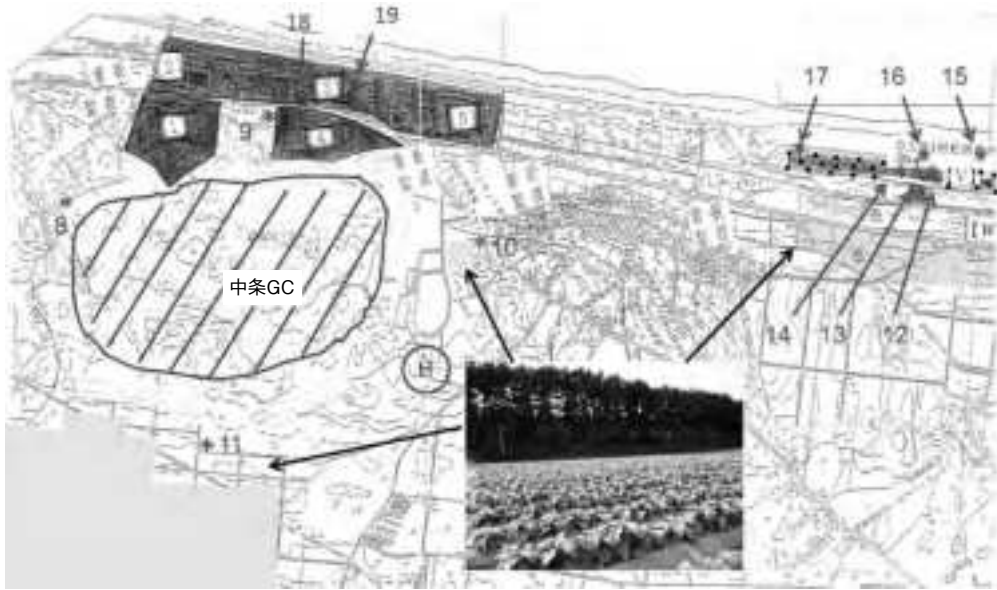


図3 村松浜地域におけるスミバイン MC 散布区域と調査地点

有人ヘリによる散布区域
 タバコ畑
 * 8～11 周辺地域の気中濃度・落下量測定地点 * 12～19 枝葉採取地点
 (H) ヘリポート

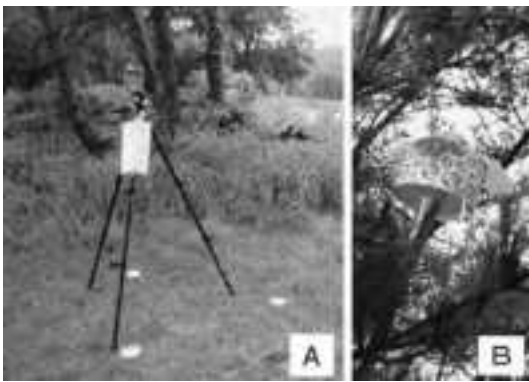


写真5 気中濃度測定用小型ポンプと落下量測定用紙 (A) と樹冠部における気中濃度と落下量測定装置 (B)

カートリッジとろ紙に捕集された薬剤はアセトンで抽出し、濃縮・定容後、FPD 検出器付き GC (ガスクロマトグラフィ) で分析した。樹冠部の枝葉に落下・残留している薬剤は、枝 (当年枝と1年枝) 部分とそこに付着している針葉に分けて、各々アセトンで抽出した。枝からの抽出液は Mega Bond Elut FL を用いてクリーンアップし、針葉からの抽出液は Inert Sep GC/PSA を用いてクリーンアップしてから濃縮・定容して、GC/

FPD で分析した。試料によってはフェニトロチオンの他にフェニトロオクソンも検出されたので、両方の合計を飛散薬剤量とした。

検出限界は気中濃度が $<0.0278\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、落下量が $<0.16\text{ng}/\text{cm}^2$ 、枝葉が $<0.01\text{ppm}$ で、フェニトロチオン 20ppm アセトン溶液あるいはスミバイン MC 水溶液 5 ppm を添加して求めた添加回収率は 94.0～118.9% で良好であった。

IV. 荒井浜地域における飛散実態

荒井浜の松林には 6 月 4 日に無人ヘリで、6 月 6 日に有人ヘリで散布が行われたが、散布当日から翌日まで周辺地区の 4 地点で気中濃度を測定した結果は、検出された最低～最高濃度ならびに平均濃度として表 1 と表 2 に示した。気中濃度は吸入暴露に関わるが、その中で生活しても健康に影響がない濃度として環境省が設定したフェニトロチオンの生活環境における評価値は $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ である⁴⁾。無人ヘリの場合も有人ヘリの場合も、周辺地区で実測された気中濃度は評価値に比べて著

表1 荒井浜地域で無人ヘリで散布されたスミパイン MC の地点1～4における気中濃度

調査日	調査時刻	気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		最低～最高	平均
6月4日	5:00-8:00 (散布最中)	ND～0.044	0.032
6月4日	9:00-12:00	ND～0.081	0.041
6月4日	13:00-16:00	ND	ND
6月5日	5:00-8:00	ND～0.163	0.069
N. D. <0.0278 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			

表2 荒井浜地域で無人ヘリで散布されたスミパイン MC の散布当日 (5:00-16:00) における落下量

調査日	調査地点	落下量 ($\text{ng}/\text{cm}^2/11\text{h}$)	
		最低～最高	平均
6月4日	1	0.84～4.53	2.10
	2	ND～0.95	0.42
	3	24.85～31.07	28.02
	4	9.81～35.07	26.39
N. D. <0.16 ng/cm^2			

しく低く、周辺住民の健康に影響を及ぼす可能性はないと判断された。

同様に各々の散布当日に落下量を測定した結果は、ろ紙面積 1cm^2 当りの薬剤量 ng として表3と表4に示した。落下量は露出した皮膚への経皮暴露に関わるが、フェニトロチオンのヒト皮膚への暫定無毒性量は $1,690\text{ng}/\text{cm}^2$ と推定されている⁵⁾。

無人ヘリの場合も有人ヘリの場合も、周辺地域で実測された落下量はフェニトロチオンの暫定無毒性量に比べて著しく小さく、周辺住民の健康に影響を及ぼす可能性はないと判断された。

有人ヘリ散布が行われた松林内の樹冠部における散布当日の気中濃度と落下量を測定した結果は表5に示した。気中濃度については、地上1.5mで測定した値(表1)に比べて樹冠部の方が若干高かったが、評価値を超えることはなかった。落下量は予想通り、樹冠部での測定値(表5)の方が林床部での測定値(表4)よりもはるかに大き

表3 荒井浜地域で有人ヘリで散布されたスミパイン MC の地点1～4における気中濃度

調査日	調査時刻	気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		最低～最高	平均
6月6日	5:00-8:00 (散布最中)	0.161～0.044	0.351
6月6日	9:00-12:00	ND～0.099	0.065
6月6日	13:00-16:00	ND～0.043	0.032
6月7日	5:00-8:00	ND～0.186	0.089
N. D. <0.0278 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			

表4 荒井浜地域で有人ヘリで散布されたスミパイン MC の散布当日 (5:00-16:00) における落下量

調査日	調査地点	落下量 ($\text{ng}/\text{cm}^2/9\text{h}$)	
		最低～最高	平均
6月6日	1	17.93～21.70	20.34
	2	3.85～4.70	4.39
	3	1.47～1.78	1.57
	4	(降雨のため測定不可)	
N. D. <0.16 ng/cm^2			

表5 荒井浜地域で有人ヘリで散布されたスミパイン MC の樹冠部における落下量 (5:00-16:00) と気中濃度 (5:00-8:00)

調査日	調査項目	地点	平均
6月6日 (散布当日)	落下量 ¹⁾ ($\text{ng}/\text{cm}^2/11\text{h}$)	5	4,915
		6	121
		7	510
	気中濃度 ²⁾ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5	0.716
		6	0.419
		7	1.654

¹⁾ N. D. <0.16 ng/cm^2 ²⁾ N. D. <0.028 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

かったが、最少121 ng/cm^2 から最大4,915 ng/cm^2 と調査地点間の振れも認められた。

V. 村松浜地域における飛散実態

村松浜では6月7日に有人ヘリによる散布が行われたが、周辺の4調査地点で測定した気中濃度は表6に、落下量は表7に示した。気中濃度は荒井浜地域の場合と同様に、生活環境におけるフェ

表6 村松浜地域で有人ヘリで散布されたスミバイン MC の地点 8～11 における気中濃度

調査日	調査時刻	気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		最低～最高	平均
6月7日	5:00-8:00 (散布最中)	ND～0.075	0.048
6月7日	9:00-12:00	ND～1.934	0.504
6月7日	13:00-16:00	ND～0.240	0.124
6月8日	5:00-8:00	ND～0.057	0.042

N. D. <0.0278 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

表7 村松浜地域で有人ヘリで散布されたスミバイン MC の散布当日 (5:00-16:00) における落下量

調査日	調査地点	落下量 ($\text{ng}/\text{cm}^2/11\text{h}$)	
		最低～最高	平均
6月7日	8	0.35～1.28	0.89
	9	379.90～397.53	390.87
	10	4.15～10.25	7.68
	11	0.96～1.92	1.52

N. D. <0.16 ng/cm^2

ニトロチオンの気中濃度の評価値に比べて著しく低かった。落下量は調査地点によって大きな振れが認められ、特に地点9は三方を散布対象松林に囲まれた隣接スペース(図3)であったために、390.87 ng/cm^2 と比較的大きな値を示した。それ以外の調査地点では、経皮暴露の暫定無毒性量1,690 ng/cm^2 に比べてはるかに微量の落下量しか検出されなかった。

地点10は有人ヘリによる散布が行われた海岸の松林と中条 GC の両方に隣接したタバコ畑に近接した位置にあったが、設置したろ紙から7.68 ng/cm^2 という落下量が検出された。フェニトロチオンはタバコに適用がなく、タバコは非食用作物ということで残留基準もない。この時期のタバコは第10葉(合葉)が展開する生育期であり、この時期のタバコ葉の面積と生重量を各々200 cm^2 と200gと仮定して落下量から残留濃度を試算してみた。この時期から収穫までの植物の生長に伴う希釈効果(×1/3と仮定)、時間経過による分

解(×1/3と仮定)、乾燥工程における加熱処理による分解(×1/3と仮定)、乾燥による重量減少による濃縮(×10と仮定)などを考慮すると、乾燥タバコ葉段階では0.00284ppmとなり、GC-FPDによる検出限界0.005ppm未満になると推定された。また、実際のJT(日本たばこ産業株式会社)による分析でも検出されなかったとのことである。(私信)

VI. マツの枝葉における残留濃度

荒井浜の第3工区では6月6日に有人ヘリ散布が行われたが(図1)、散布区域内の3地点(地点5～7)から樹冠部の当年枝・1年枝を採取して、針葉と枝部分に分けて残留濃度を分析した。村松浜の第1工区では有人ヘリによる散布が6月7日に行われ、G工区では無人ヘリによる散布が6月3日に行われた(図1)。有人ヘリによる散布翌日に相当する6月8日に散布区域内の2地点(地点18～19)と、無人ヘリ散布の5日後に相当する6月8日に散布区域内の3地点(地点12～14)と海側林縁部の3地点(地点15～17)から樹冠部の当年枝・1年枝を採取して、同様に針葉と枝部分に分けて残留濃度を分析した。分析結果は表8にまとめて示した。荒井浜の有人ヘリ散布区域の枝葉から検出された残留濃度は1.12～23.5ppmとかなりの振れが認められた。一方、村松浜の有人ヘリ散布の区域内の枝葉から検出された残留濃度は7.37～8.02ppmで、供試試料数は2点だけだが、比較的振れは小さかった。それに対し、無人ヘリ散布区域内の枝葉から検出された残留濃度は28.00～53.97ppmで比較的高く安定していたが、海側林縁部の枝葉から検出された残留濃度は0.36～2.88ppmと著しく低かった。このような残留濃度の振れが、どの程度周辺への飛散を避けようとするオペレーターの散布操作に由来するのか、あるいは散布時の微気象(風向・風速)に影響されるのかは不明であるが、検出された濃度範囲で十分な殺虫活性を發揮できるかどうかは防

表8 有人ヘリ、無人ヘリで松林に散布されたスミパイン MC の散布区域内と海側林縁部から採取したマツの枝葉（当年枝・1年枝）における残留濃度

調査日	散布方法	調査場所	調査地点	残留濃度 (ppm)		
				針葉	枝	枝葉合計
6月6日 (散布翌日)	有人ヘリ	荒井浜 散布区域内	5	9.96	13.54	23.50
			6	0.56	0.56	1.12
			7	1.17	0.70	1.87
6月8日 (散布翌日)	有人ヘリ	村松浜 散布区域内	18	5.38	1.99	7.37
			19	5.13	2.89	8.02
6月8日 (散布5日後)	無人ヘリ	村松浜 散布区域内	12	19.67	34.30	53.97
			13	16.07	29.68	45.74
			14	7.93	20.07	28.00
		村松浜 海側林縁部	15	0.23	0.13	0.36
			16	1.58	1.30	2.88
17	1.12	0.54	1.66			

N. D. <0.01ppm

除効果に関わるので気になるところである。

VII. おわりに

新潟県胎内市で、海岸の防災林とゴルフ場の松林を対象に松くい虫防除で有人ヘリと無人ヘリによるスミパイン MC 散布が行われた時に、荒井浜地域と村松浜地域で薬剤の周辺地区への飛散実態を把握するために、気中濃度と落下量を測定した。飛散量はいずれも僅少であり、周辺住民の健康に影響を及ぼす可能性はないことを示唆した。これらの結果は、静岡県で調査したスミパイン乳剤の場合や²⁾ 秋田県で調査したスミパイン MC の場合³⁾ と一致していて、有人ヘリ、無人ヘリに関わらず上空から松林に散布された薬剤の飛散による健康影響は心配ないという考察を支持した。

村松浜のタバコ畑の近接地点で検出された落下量がタバコ畑にも飛散していると仮定しても、その後の希釈や分解によって乾燥タバコ葉段階では検出限界未満になると推察され、JT による実際の分析でもフェニトロチオンは検出されなかったこともこの推察を支持した。

一方、荒井浜でも村松浜でも樹冠部の枝葉の残

留分析では、検出された濃度にかかなりの振れが認められたので、十分な残効性が確保されているかどうか判断するために、散布松林内の枝葉における残留濃度の振れと殺虫活性の関係について検証することは今後の検討課題である。

引用文献

- 1) 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋 (2001) 松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響 (1) - 群馬県と静岡県における調査事例 -。林業と薬剤 No.195, 1-7
- 2) 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋 (2011) 松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響 (2) - 秋田県における調査事例 -。林業と薬剤 No.196, 1-6
- 3) 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋 (2012) 松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響 (3) - マツノマダラカミキリ成虫に対するスミパイン EC と MC の作用経路 -。林業と薬剤 No.200, 8-13
- 4) 環境庁水質保全局 (1997) 「航空防除農薬環境影響評価検討会報告書」平成9年12月, 1-9
- 5) 市川有二郎・佐々木碧・田畑勝洋・本山直樹 (2009) 秋田県潟上市天王浜山地区で無人ヘリコプターにて松林に散布されたフェニトロチオン MC の飛散状況。農薬誌34 (1), 45-56

クズの生態と防除 (3)

—クズの利用と防除方法—

奥田史郎*

(……前号から続く)

増殖と言う観点に立つならば、挿し木は有効な手段と考えられる。挿し木には緑枝挿しと木化枝挿しの2種類があり、前者であれば梅雨の時期に挿し木するのがよく、後者であれば挿し穂を前年秋のうちに採取し、冷温で保存して翌春に挿し木する手順となる。夏ざしでは、6 cm 程度の茎を付けた挿し穂で約70%の発根率が得られている。一般的には、旧年枝挿しのほうが緑枝挿しに比べて発根、成長の成績が良好であるとされている。

挿し木の技術的改良としては、挿し穂の節数やツル年齢の影響を比較した実験では、1節挿し木では2年生ツルがもっとも高い発根率を示して約23%であった。さらには、2節挿し木では、1節が地中に埋まる形での挿し木が有効であり、その場合発根率は約50%と上昇し、効果があった。また上下逆に挿す逆さ挿しは夏季の緑枝挿しでの発根率が80%近くと通常挿しの4倍に上昇して、実用的には有効な方法と考えられる。

<利用・生育>

クズは秋の七草にも数えられる有用植物で有用植物の代名詞であった。長大な根は多量のでんぷんを産し、根はまた煮たり、挽いたりして粉にして食べることもできた。また、葛根は有名な漢方薬であり、生薬としても利用された。デンプンとしては知名度があり、現在でサツマイモ澱粉や小麦粉澱粉にも一部葛粉の名称を充てているほどである。さらには、ワラビの地下茎やカタクリの地下茎から産するデンプンも葛粉に分類されることが

ある。

ツル植物はかつての農村では有用な結束資材であった。クズの場合ツルは繊維質として縄、紐に用いられたり、加工して布として用いられたりしたようである。これらはある意味で、現代のタケのように種々の用途で利用されることで安定した植生として管理されていたといえる。現代では、クズの利用頻度が減ることで、再生拡大速度が大きくなり、猛威をふるって邪魔者扱いされるようになったともいえる。

葛粉は古くから利用されてきた良質のデンプンであり、効率的に栄養摂取するのに非常に適していた。しかし、実際問題として葛粉を得るための作業は楽ではない。葛粉を得るためにはまず、クズの根を繊維状に粉碎し、洗った後絞り汁をためてデンプンを沈殿させる。不純物等が浮いてくるので丁寧に除去し、水を入れ変えて再度攪拌し、静置させデンプンを沈殿させるとともにまた不純物等を除く。この作業を何回も繰り返し、不純物が無くなったら沈殿したデンプンを取りだし、日陰干しで乾燥させるとようやく葛粉ができあがるのである。製造工程に相当の手間がかかる純正の葛粉は今やかなりの高級品になってしまった。葛粉の精製には良質の水と乾燥した空気が必要であり、産地としては奈良県の吉野葛、石川県の宝達葛、静岡県掛川葛、三重県の伊勢葛、福井県の若狭葛、福岡県の秋月葛、宮城県の白石葛などが有名である。

薬用としてのクズも葛根湯でおなじみであり、古くより活用されている。漢方の生薬、葛根(かっこん)はクズの根を板状に四角に刻み、冷

* (独) 森林総合研究所関西支所 OKUDA Shiro

水中にさらした後、乾燥させて調整する。効用としては、発汗、解熱、鎮痛作用に効果があるとされている。葛根湯は、感冒、インフルエンザ、しかし、肺炎、神経痛、蓄膿（ちくのう）症、中耳炎、肩こりなど広範囲の日常的な症状に対処できるとされている。花は葛花（かっか）といい二日酔いの治療に用いる。根のデンプン、葛根にもその作用があるといわれている。

つる（蔓）は、他の木本性のツル植物と同様に一般的な用途で利用されている。クズのつるは長いので、乾燥させた後に編みあげてかごなどの日用生活品を作ることができる。また、平安の頃から作られていた葛布（くずふ）と呼ばれる生地がある。これは、つるを煮てから発酵させ、取りだした繊維で編んだものである。かつては衣服・壁紙などに幅広く使われたが、最近では土産物などとして、ごく小規模に専門店での零細な生産が続けられている。現在の静岡県掛川市あたりの特産品である。このほか、マメ科植物特有の高栄養価による飼料作物としての利用もかつてはあり、牛、馬、ヤギ、ウサギなど多くの草食動物全般の飼育に利用している。

＜クズの成長と被害＞

ツル類の被害は造林地、非農耕地、道路の法面等至る所に発生している。林地に生じる林業被害ではフジやサルナシ（シラクチヅルとも）など、巻き付き型のツルによる被害をもたらす樹種が多い。これらは造林地においては直接生産物であるスギやヒノキ植栽木の幹に巻き付き、締め付けることで傷をつけたり折損を生じさせたりして形質的な被害をもたらすことが多い。一方で、クズは巻き付くこともあるとはいえ、基本的には覆い被さり他の植生を被圧し、枯損させることで被害をもたらすのが基本的な被害の構図である。

クズのこの戦略を支える源泉はクズ特有の成長特性である。これはいくつかの要素から成っているが、すべては旺盛な成長と再生力に寄与するも

のとなっている。樹体への水分供給能力、ツルの成長速度、節からの発根、窒素固定菌との共生による貧栄養土壌への適応、高い光合成速度、葉への重点的投資による多大量の葉の展開、大きな根への多くの貯留養分の蓄積による初期成長の大きさ、などである。

クズはこの大きな成長速度と高い繁殖能力（特に無性繁殖）によって“面的に”その立地を制圧して行くので、被害がひどくなると一つの林分の広い範囲内のすべての個体が全面的に枯損するような事態に陥りやすい。また、放置されることで短時間にさらに周囲へと拡大していく性質もあるので、その対策は急を要することが多い。また、クズは他のツル植物と同様に自身で身体を支えることはできないので、垂直的に展開するにはよじ登るための支えが必要である。林地における対策遅れは、クズがよじ登る足がかりを多数残すことになり、クズ群落の拡大を加速させることになりかねない。

もう一つのポイントは、その繁殖力の故に防除が容易でない点がある。一つには発根性の良さがあるために、大きな群落ではすでに多数の“接地”した半独立の株が多数ある。これは物理的に親株から切り離されると容易に独立して、新たな個体として再生、成長するのでたとえば物理的に刈り取る方法で防除した際には、残存する小さな列片



図1 林縁などで枝が多いと足がかりが多くたちまちその樹冠を飲み込んでしまう

のような個体まできれいに除去しないとたちまち再生してしまう。また、クズには地下に大きな貯蔵器官としての根、紡錘根があるが、これら地上からは視認しにくく、残存するとここからも防除した翌年には多くのツルが再生してくるので、単年度、単発的な防除ではなかなか効果が上がらないことが多い。このため、多大な労力を要することも珍しくなく、費用対効果の点で効率的な防除方法が求められる。

<いろいろな防除対策>

先に述べたとおり、処理漏れが生じるとクズの再生速度が大きいため防除に要する労力がどんどん増えてしまう。このため、いずれの防除策を選択するにせよ綿密に実施することが必要である。また、防除策の効果を見極めて、必要な追加策を常に用意しておくことも肝要と思われる。いくつかの防除策について以下に簡単に記す。

1) 物理的防除、刈り取り

最も普遍的な処理方法で、下刈り鎌や鉞などを用いて刈り取り、残ったツルなども除去する作業が必要となる。かつては、ツルの利用や飼料用の刈り取りなど一定の利用をしていたこともあって、群落が現在みられるように大きく発達することが少なかったと考えられる。しかし、現状の放

置期間の長い造林地ではツル（茎）の総延長が数十m/m²と多くなり、作業のための移動すら困難となることもある。作業地のクズ群落の状態によっては作業量が膨大になることもある。刈り取りに関して、クズが発生して出してから経過時間の少ない群落（2年以内程度）では、ランナーの節発根がまだ深層まで達していないために、刈り取り作業時の子株の除去も効率的にできるという報告がある。従って、発達段階としてまだ若い群落であれば、処理残しの株に留意しながら、莫大な労力を投入しないで効果的な防除ができる可能性がある。

刈り取り処理に付随する格好であるが、糸状菌であるフザリウム菌の一種が感染することで茎の腐朽が進み枯損することを目的に、株元を採し切断面を作ったのち土をかぶせておく、という株埋設による枯殺処理方が試行され、処理株の90%前後が枯れた、と高い効果が上がった報告もあるが条件によって枯殺効果には違いが見られている。実質的には株処理であり、株元を探すのが手間である点が問題であるが、地ごしらえ時に同時処理すれば手間が軽減できるという指摘もある。

2) 除草剤散布処理

かつてはヘリコプター等による空中散布で微粒剤散布が行われた時期もあったが、現在は液剤による散布処理も増えてきている。粒剤ではトリクロピル粉粒剤かテトラピオン・トリクロピル粉粒剤、液剤ではトリクロピル、アシラム、アーセナル、グリホサートなどが利用されている（適用場所が異なる）。基本的には茎葉散布なので落葉性のクズの場合は春から秋までが処理時期となる。総じて、散布個体の落葉は進む形で処理当初の効果は高く、ツルなどの枯殺効果も高い。ただし、場合によっては散布年秋季から再萌芽がみられる場合や散布翌年には再生株がみられる場合もあるが、散布翌年に持続的抑制効果がみられることも多く、株全体としては葉量が大幅減るので、株頭を発見しやすくなるため、2段階処理に適し



図2 隙間なく埋め尽くすように展開するクズ、地面の位置すら確認するのは大変で、株の位置を視認しきるのは容易ではない

ているという側面もある。また、ビスピリバック・ナトリウム塩液剤処理では、処理当年の落葉効果は高いものの、散布翌年の持続的効果は低いという報告もある。2段階処理としては、トリクロピル粒剤散布後に、残存個体に対するケイピン株処理を実施し、処理翌年の再生クズが無かったという事例がある。

3) 除草剤ツル処理

ビスピリバック・ナトリウム塩やグリホサート液剤、トリクロピル液剤などが利用される。比較的大きめのツルに対してキズ付けで滴下処理するか、十時ナタ目を入れて滴下処理したりする。いずれの場合も、処理位置より上部のツルに対しての枯殺効果はかなり高くツル枯殺の効果は期待できる。ビスピリバック液剤処理では、散布2ヶ月ではほぼ落葉したが、翌年の再萌芽もかなりあり、ツル長も2m超えのものがみられるなど、株枯殺に対する効果は高くないと考えられる。これは、薬剤成分の下部への移行が大きいことを示していると考えられる。

4) 除草剤株処理

株に対する枯殺効果、持続効果が最も高いと考えられる処理方法である。塩素酸粒剤、グリホサート液剤、トリクロピル液剤、クズコロソ液剤、イマザピル剤など多様な種類、剤型の除草剤が利用される(適用場所は除草剤により異なる)。いずれも群落の中心株の株頭に対してキズ付けや上部切断面への薬剤注入により処理するので、株に対する効果は高い。ただその反面、株頭を探すのが困難であるために処理の手間がかかる点と、特に放置期間の長い優占群落では処理漏れが発生しやすい点が問題点としてあげられる。除草剤の種類や個体の状態によっても枯殺の効果は変動するが、おおむね80~90%以上の枯殺効果は得られることが多く、残った株にも散布翌年ではツル伸長量が小さいなど抑制効果が残ることが多くみられている。また、この場合でも1回の処理で100%の完全枯殺を期待することは危険なので、処理後

の観察、再処理等の処置は必要である。法面での株処理をした事例では散布時期が7月以降の夏季処理であれば、株枯殺効果は高く翌年のクズ再生も無かった一方で、クズ以外の植物の繁茂が著しくなるという報告がある。また、株頭処理では、全面優占群落では株頭をすべての確に探すのは困難なので、やはり処理逃し個体が発生してしまう。これら、初回処理後に株頭を視認するのが容易な状態で2回目処理を行えば、処理効果が高くなり、ほとんどの個体の枯殺効果が得られるという。2回目処理の効率性のための初回処理についてはどの方法が効率的なのかは検討の余地があるかもしれない。

5) その他

かつては、石油や灯油、食塩などを株頭処理に用いたという報告があるが、現在では利用されていないようである。クズ処理では、重曹液の高圧ノズル噴射によるクズ処理が実施され、処理後の短期的処理効果は高いことが報告されているが、株に対する枯殺効果や処理翌年の持続効果についてはまだはっきりしていない。

<参考文献>

- 安養寺幸夫, 佐藤朗(1985) 林地除草剤効果試験(3) —ラウンドアップ液剤クズ株頭処理試験—。大分県林業試験場年報 27:54
- 大東宏, 森永邦久(1980) Glyphosate 剤によるカンキツ園内のネザサ, クズ防除に関する試験(英文)。雑草研究 25(4): 279-285
- 藤本滋生(1984)「葛粉(くづこ)一覽」および「澱粉(くづこ)一覽」について, 鹿大農報 34:17-28
- 布施修(1994) 林業用薬剤試験—[試験II] SC-224液剤(クズ, つる切処理)基礎試験—。宮城県林業試験場業務報告 27:65-66
- 二見鎌次郎, 金山信義(1980) ネナシカブラによるクズ防除試験。島根県林業試験場業務報告 昭和54年: 28-32
- 亀山章(1978) 高速道路のり面の植生遷移におけるクズ群落。緑化工技術 5(2): 36-42
- 加藤善忠, 真部辰夫ほか(1971) TFP・DPA混合剤に

- よるクズの防除. 雑草研究 12:49-52
- 小林三代次, 阿久津菊雄 (1983) 林地除草剤 (クズノック微粒剤) の時期別散布試験について. 前橋営林局業務研究発表集 27:37-46
- 小金沢保重, 勝又久 (1986) 薬剤併用使用によるクズ枯殺作業の体系化. 東京営林局業務研究発表集 18:25-33
- 小出一雄, 奥津七郎 (1994) クズコロンの使用について. 青森営林局業務研究発表集録, 47:26-35
- 熊本営林局造林課 クズには安全確実なこの方法で (1978). 暖帯林 376:23-31, 1978
- 牧野豊吉・安永邦輔 (1977) 造林の初期管理における省力技術の最適化 (第6報) —クズの生態特性と処理について—. 日本林学会九州支部大会発表論文集 30:153-154
- 松尾正史 (1988) 林地除草剤によるクズ枯殺試験. 山口県林業指導センター業務年報 昭和61年度:59-60
- 中村健次, 丸本順次 (1990) ザイトロンアミン液剤によるクズ枯殺試験. 山口県林業指導センター業務年報 平成元年度:48-51
- 中村健次, 丸本順次ほか (1991) ザイトロンアミン液剤 (クズ, つる切り処理) 適用試験. 山口県林業指導センター業務年報 平成2年度:47-50
- 奥貫春夫 (1989) 省力技術に関する研究—JC-602 (クズ, 株頭処理) 適用試験—. 埼玉県林業試験場業務成績報告 31:24-25
- 坂田照典 (1997) 林業用薬剤試験 KUH-913液剤 (クズ生地, 地ごしらえ) 適用試験. 宮城県林業試験場業務報告 30:75-77
- 佐藤真一 (1981) 手軽なクズ処理方法—フザリウム菌でクズを殺す—. 林業新知識 336:10-13
- 杉浦孝蔵 (2004) 森の草木よ, お世話さま—クズと人とのかかわり—. 山林 1445:44-47
- 田村輝夫 (1976) 除草剤によるクズ防除試験—TFP, DPA 混合剤の効果について—1-. 林業試験場試験研究報告 19:28-36
- 田中淳・堀江直樹ほか (2008) 緑化法面に侵入したクズ (Puerarialobata) の駆除試験. 日本緑化工学会誌 34(1):215-218
- 田中淳・堀江直樹ほか (2009) 緑化法面に侵入したクズ (Puerarialobata (Willd.) Ohwi) の駆除試験工事 (Ⅱ) —施工2年目の経過—. 日本緑化工学会誌 35(1):170-173
- 谷井俊男 (1988) 林業薬剤シリーズ (9) —クズの防除について—. 山林 1246:34-40
- 谷井俊男 (1988) 林業薬剤シリーズ (10) —クズの防除について—. 山林, 1247:46-54
- 豊原英子 (2002) 生命力旺盛なクズと人間との関わり: アンケート調査の結果. 日作学中国支研集 43:22-23
- 谷沢恒夫 (1980) クズの防除に関する試験. 栃木県林業センター年報 11:1-5

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成25年6月20日 発行

編集・発行／一般社団法人 林業薬剤協会

〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-6-5 神田北爪ビル2階

電話 03 (3851) 5331 FAX 03 (3851) 5332 振替番号 東京00140-5-41930

E-mail: rinyakukyo@wing.ocn.ne.jp

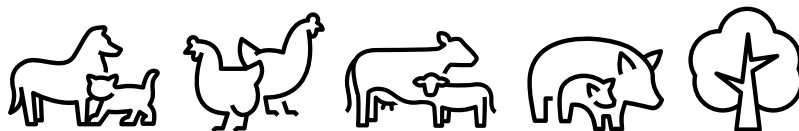
URL: <http://www4.ocn.ne.jp/~rinyaku/>

印刷／株式会社 スキルプリネット

定価 525 円

zoetis

さらなる飛躍をめざして。



ファイザーのアニマルヘルス部門を受け継いで、 新会社「ゾエティス」誕生。

2013年4月1日、

ファイザー株式会社のアニマルヘルス事業部門は、新会社「ゾエティス・ジャパン株式会社」として独立いたしました。

社名の「zoetis」は、「生物の」という意味の「zoetic」に由来しています。

また、「zo」は「zoo(動物園)」など動物に関連し、動植物に特化した会社の性格をあらわしています。

「ゾエティス」は、そのすべての製品を受け継ぎ、

動植物の健康に特化する形でさらにパワーアップしていきます。

「ゾエティス」を、どうぞよろしく願いたします。

ゾエティス・ジャパン株式会社

〒151-0053 東京都渋谷区代々木3-22-7

竹を枯らせます!

ラウンドアップ マックスロードなら
竹稈注入処理で



使い方 [注入処理方法]

処理適期：6～8月

2～3cm

地上
30～
100cm

- ①節から2～3cm下に開けます。
- ②原液 10mℓ を穴から注入します。
- ③穴をガムテープ等でしっかりと蓋をします。

⚠ 注意事項: 処理竹から15m以内に発生した竹の子を食用に供さないこと。また、縄囲いや立て札により、竹の子が採取されないようにすること。

処理時期	完全落葉までの期間 (モウソウチク)
夏処理 (6～8月)	3カ月
秋処理 (9～11月)	6カ月
原液をタケ1本ごとに10mℓ	

夏期がチャンスです!
(もっとも早く枯れます)

完全落葉すれば、その後処理竹の根まで枯れます。

* 竹の葉が全て落ちた状態、この時期であれば伐採可能です。

農林水産省登録：適用の範囲及び使用方法					
適用場所	適用雑草名	使用時期	希釈倍数	使用量	使用方法
林地、放置竹林、畑地	竹類	夏～秋期	原液	5～10mℓ / 本	竹稈注入処理



違いは活性成分の吸収量!

ラウンドアップ マックスロード
THE NEXT TECHNOLOGY TO YOU **トランスフェーズIII**

防除法について、詳しくは下記窓口までお問合せください。

★ **日産化学工業株式会社**
〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3丁目7番地1

ラウンドアップ
お客様相談窓口 **0120-209374** ラウンドアップ ホームページ
<http://www.roundupjp.com>



樹木をニホンジカの食害から守ります。

有効成分
全卵粉末
80%
新登場

ニホンジカ専用忌避剤

農林水産省登録 第 22312 号

ランテクター®

全卵粉末水和剤

ランテクターは人畜、環境にやさしい製品です。

- ①ランテクターの有効成分(80%)は全卵粉末を使用しています。
- ②ランテクターは環境にやさしい製品なので、年間の使用回数に制限がありません。被害の発生状況に合わせて使用できます。
- ③広葉樹、針葉樹を問わず広く「樹木類」に使用できます。

■有効成分

全卵粉末	鉱物質微粉 等
80.0%	20.0%

■適用範囲及び使用方法

作物名	使用目的	希釈倍数	使用液量
樹木類	ニホンジカによる食害防止	10倍	1本当り10~50m ²
使用時期	本剤の使用回数	使用方法	全卵粉末を含む農薬の総使用回数
食害発生前	—	散布	—

※スギ・ヒノキを始め広葉樹への散布も可能です。(広葉樹の新芽が枯損するなどの心配がありません)

販売

DDS 大同商事株式会社

本社 〒105-0013 東京都港区浜松町1丁目10番8号(野田ビル5F)
TEL:03-5470-8491 FAX:03-5470-8495

製造



保土谷アグロテック株式会社

〒104-0028 東京都中央区八重洲2-4-1

松枯れ予防
樹幹注入剤

マツケンジー®

農林水産省登録 第 22571 号

有効成分：塩酸レハミゾール…50.0%
その他成分：水等…50.0%

新登場



専用注入器でこんなに便利!!

- 作業が簡単!
- 注入容器をマツに装着しない!
- 作業現場への運搬が便利で
廃棄物の発生も少ない!
- 水溶解度が高く、分散が早い!

■適用病害虫名および使用方法

(有効期間：約1年)

作物名	適用害虫名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	農薬の総使用回数
まつ (生立木)	マツノザイ センチュウ	原液	1孔当り 1ml	マツノマダラ カミキリ成虫 発生前まで	1回	樹幹部に8~10cm間隔で注入孔を あけ、注入器の先端を押し込み 樹幹注入する	1回
			1孔当り 2ml			樹幹部におおよそ15cm間隔で 注入孔をあけ、注入器の先端を 押し込み樹幹注入する	



保土谷アグロテック株式会社

東京都中央区日本橋3丁目14番5号 祥ビル
TEL:03-3548-9675 FAX:03-3548-9678

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤 **林野庁補助対象薬剤**

農林水産省登録第20330号

マツグリーン[®]液剤

- ①マツノマダラカミキリ成虫に低薬量で長期間優れた効果。
- ②樹木害虫にも優れた効果を発揮。
- ③新枝への浸透性に優れ、効果が安定。

農林水産省登録第20838号

普通物

マツグリーン[®]液剤2

- ④車の塗装や、墓石の変色・汚染がほとんどない。
- ⑤環境への影響が少ない。
- ⑥周辺作物に薬害の心配がほとんどない。

剪定・整枝後の傷口ゆ合促進用塗布剤

農林水産省登録第13411号

トップジンM[®]
ペースト

作物名	適用病害名・使用目的
樹木類	切り口及び傷口のゆ合促進
きり	腐らん病
さくら	てんぐ巣病
ぶな(伐倒木)	クワイカビ類による木材腐朽



株式会社 ニッソーグリーン

本社 〒110-0005 東京都台東区上野3-1-2
☎03-5816-4351 <http://www.ns-green.com/>

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤

殺虫剤 **モリエート[®]sc**

農林水産省登録 第21267号

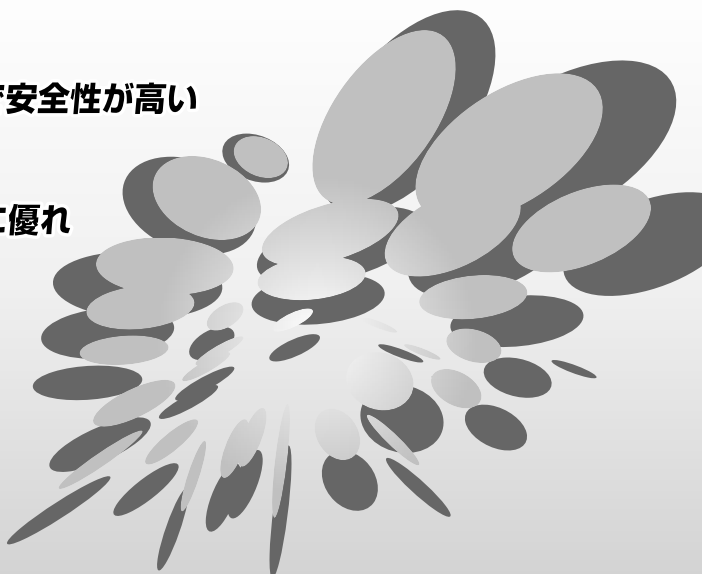
有効成分は普通物・A類で安全性が高い

(クロチアニジン水和剤 30.0%)

**1,000倍使用で希釈性に優れ
使いやすい**

(水ベースの液剤タイプ)

低薬量で優れた殺虫効果と
後食防止効果を示し、
松枯れを防止します。



製 造：住友化学株式会社

販 売：サンケイ化学株式会社 住化グリーン株式会社

計画散布で雑草 竹類・ササ類を適切に防除しましょう!

作物名/
すぎ・ひのき
適用場所・使用目的/
林地 放置竹林
適用雑草名/
竹類



《竹類・ササ類なら》

クレートS (粒剤)

農林水産省 第11912号

《開墾地・地ごしらえなら》

クレートSL (水溶剤)

農林水産省 第12991号

※すぎ、ひのき、まつ、ぶなの
地ごしらえ、又は下刈りの雑草防除
でも使えます。

製造



株式会社 **エッセーバイオテック**

〒103-0004 東京都中央区東日本橋1丁目1番5号

販売



丸善薬品産業株式会社

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町2丁目9番12号

TEL: 03-3256-5561 FAX: 03-3256-5570

松くい虫防除／地上散布・空中散布・無人ヘリ散布剤

エコワン3 フロアブル

【普通物】〈チアクロプリド 3.0%〉

- ◆低薬量で高い効果が長期間持続します。
- ◆不快な臭いがありません。
- ◆自動車塗装にも影響がありません。



松くい虫防除／樹幹注入剤

ショットワン・ツリー 液剤

【普通物】〈エマメクテン安息香酸塩 2.0%〉

マツガード

【普通物】〈ミルベメクテン 2.0%〉

- ◆防除効果が長期間持続します。
- ◆基本注入量が60mlと少ないため、作業性に優れています。



緑化樹害虫防除／樹幹注入剤

アトラック 液剤

【普通物】〈チアメキサム 4.0%〉

- ◆ケムシ等の害虫を駆除することができます。
- ◆薬剤が飛散する心配がなく、公園や住宅地でも安心して使用できます。



※「普通物」とは、毒物及び劇物取締法に規定している毒物にも劇物にも該当しないものを指している通称。

井筒屋化学産業株式会社

〒860-0072 熊本県熊本市西区花園1丁目11番30号
TEL (096)352-8121 FAX (096)353-5083

多目的使用(空中散布・地上散布)が出来る

スミバイン[®] 乳剤

樹幹注入剤 **グリーンガード[®]・エイト**
メガトップ 液剤

伐倒木用くん蒸処理剤

キルパー40[®]

マツノマダラカミキリ誘引剤

マダラコール

頼れる松枯れ防止用散布剤

モリエート[®]SC

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

アカネコール



サンケイ化学株式会社

<説明書進呈>

本社	TEL 03-5271-0122	鹿児島市南郷3丁目9	TEL 099-2308-6588
東京本社	TEL 03-5271-0300	東京都台東区上野3丁目6-11 5F	TEL 03-3845-7901
大阪営業所	TEL 06-6641-0011	大阪市淀川区西宮4丁目3-1 新築ビル	TEL 06-6305-5871
九州営業所	TEL 092-9025	佐賀県鳥栖市神城町甲1152-3	TEL 0942-21-3508

大切な日本の松を守る
松くい虫予防散布薬剤

○ネオニコチノイド系殺虫剤
ヤシマモリエートマイクロカプセル
モリエートSC (クロロファンコロン誘引剤)
マツグリーン液剤 (アセチルシロリド誘引剤)
マツグリーン液剤2
立寄機リン系殺虫剤
ヤシマスミバイン乳剤
スミバインMC

松くい虫駆除剤

パークサイドF、オイル(油剤)
ヤシマNCS(くん蒸剤)

ハチの駆除剤

ハチノックL(巣退治用)
ハチノックS(携帯用)

野生獣類から大切な植栽木を守る

ヤシマレント

住化グリーンの 林業薬剤

緑に学び、緑と共に生きる

わたしたちは、人と自然との調和を
考えながら、より良い緑の環境づく
りを目指しています

樹幹注入剤

○マツノマイセンチュウ
グリーンガードファミリー剤
メガトップ
マツガード
マッケンジー
○ナツ枯れ
ケルスケット

くん蒸用生分解性シート

くん蒸ヤシマ与作シート



住化グリーン株式会社

本社 TEL 104-0032 東京都中央区八丁堀4丁目5番4号 TEL 03-3523-8070 FAX 03-3523-8071

少薬量と殺センチュウ活性で 松をガード。

有効成分は天然物で普通物※
少薬量の注入で効果を発揮
防除効果が5年間持続

※「毒物および劇物取締法」(厚生労働省)に基づく、特定毒物、
毒物、劇物、の指定を受けない物質を示す。



60mlそのまま
自然圧で注入

60ml(ノズルなし)・180ml
加圧容器に移し替え、ガス加圧で注入。

新発売
(ノズルなし)

自然圧注入用

移し替え専用

移し替え専用

松枯れ防止樹幹注入剤

マツガード®

農林水産省登録：第20403号

○有効成分：ミルベメクチン…2.0% ○人畜毒性：普通物

○包装規格：60ml×10×8 180ml×20×2

60ml×10×8(ノズルなし移し替え専用)

容量×入数

マツガードは三井化学アグロ(株)の登録商標です。



株式会社 **エムシー緑化**

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-7-7
TEL 03-6842-8590 FAX 03-6842-8593



三井化学
グループ

