

薬剤処理方法の違いがアメリカシロヒトリの 防除効果に及ぼす影響

芝祥太郎¹⁾・江田慧子²⁾・中村寛志³⁾・大江桜麻⁴⁾・谷古勝彦⁵⁾

¹⁾ 信州大学農学部森林科学科

²⁾ 信州大学山岳科学総合研究所

³⁾ 信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学総合教育センター

⁴⁾ 三井化学アグロ株式会社

⁵⁾ 株式会社ダスキン

要 約

本研究はアメリカシロヒトリの幼虫に対するサクラのディッピング処理・散布処理・瓶挿し処理および鉢植えモモの簡易灌注処理の4つの薬剤処理方法の防除効果を評価した。用いた薬剤はスタークル顆粒水溶剤（有効成分：ジノテフラン）で、試験は2013年8月29日から9月27日に信州大学農学部 AFC 昆虫生態学研究室で行った。その結果、ほとんどの処理において同じ薬量でも3齢幼虫よりも初齢幼虫の方が死亡率は高かった。また、初齢幼虫においては散布処理の効果が最も高く、薬液の濃度が1, 10, 100ppmでいずれも死亡率が100%に達した。また瓶挿し処理でも10, 100ppmで100%の死亡率であった。3齢幼虫においては瓶挿し処理の効果が最も高く、死亡率が100ppmで100%, 10ppmでは83.3%に達した。これより瓶挿し処理が初齢・3齢期を通して効果が高かった。したがって、薬剤による防除はアメリカシロヒトリの発育中期よりも初期の段階で行う方が効果は高いことと、従来の樹木に薬剤を散布する防除方法よりも、樹木に薬剤を吸収させる防除方法の方が防除効果は優れているということが示唆された。しかし、瓶挿し処理を実際の防除方法に近づけた簡易灌注処理では、他の処理よりも幼虫が死亡するまでに時間がかかり、土壌灌注は、土壌条件や灌注の時期によって効果が左右されることが課題だということが示唆された。

キーワード：アメリカシロヒトリ，スタークル顆粒水溶剤，ディッピング処理，瓶挿し処理，散布処理，簡易灌注処理

緒 言

アメリカシロヒトリ *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Arctiidae) は1945年に北アメリカから侵入した外来昆虫である⁹⁾。日本国内での分布は、1945年に東京で確認された後徐々に拡大し、現在は日本のほとんどの都道府県で発生が認められるようになった⁵⁾。北海道では2000年に函館で初めて分布が確認され、2001年にも発生したが、それ以降は確認されていない⁷⁾。本種は侵入当初は国内において2化性であった¹⁾が、温暖化の影響を受け、1990年半ばの時点で北緯36度付近より南西部では3化性の生活史が主流になっていた⁵⁾。長野県の個体群は2化性であり、幼虫は6～7月と8～9月に発生する⁸⁾。また、本種は孵化後に糸を吐いて巣網を張り、

幼虫は4齢期までその中で葉を食害して集団生活する¹⁾。

メス成虫の産卵数が数百個から1000卵⁹⁾に及ぶことと、幼虫の食害する植物がサクラ・カキ・プラタナス等の街路樹をはじめ広範囲に及ぶことに加え、幼虫1個体の摂食量が多いことから本種は樹木の重要害虫となっている¹⁴⁾。本種の被害は街路樹や公園の植栽木で多発し、同じ木が続けて激しい被害を受けると枯れることがあるとされている⁷⁾。また、新たに建築物が建てられたところや、最近造成された衛星都市で被害が多くみられることも報告されている³⁾。しかし、薬剤散布をする際は周辺へのドリフトを考慮し、散布当日の風向きや風速、地域住民への配慮等遵守しなければならない基準が多い¹¹⁾。そこで田中らの試験研究¹⁴⁾に基づき、三井化学アグロ株式会社と株式会社ダスキンはスタークル顆粒水溶剤の樹木株元灌注技術を開発した。一般に灌注処理

受付日 2013年12月2日

受理日 2014年1月6日



写真1 実験室内で産卵しているアメリカシロヒトリのメス成虫



写真2 卵塊から孵化する初齢幼虫

は、作物を定植する前、つまりセル苗やペーパーポットでの育苗期の後半に、薬液をジョウロ等で通常の灌水と同様の方法で処理する散布方法であるが、これは薬液を樹木の株元に灌注し、浸透移行させることで樹木害虫の防除を行う技術である。従来の散布と異なり薬剤の飛散が抑えられることから公園・緑地や住宅周辺の街路樹などの害虫防除に適しており、作業自体への抵抗感も少ないと考えられる。

著者らは予備実験として、アメリカシロヒトリを防除対象として2013年7月に信州大学農学部構内のサクラに土壌灌注を試みたが、明らかな効果は得られなかった。そこで本研究では、スタークル顆粒水溶性の樹木への灌注処理を用いてアメリカシロヒトリを防除する技術を確立するために、薬剤を散布する処理と植物に吸収させる処理での幼虫に与える基礎的な殺虫効果を検証した。

材料と方法

供試虫・供試樹・薬剤

供試したアメリカシロヒトリは長野県南箕輪村で7月15日に採集した1化目の幼虫を信州大学農学部



写真3 幼虫の飼育ケース。餌はサクラの葉を与えた。

AFC 昆虫生態学研究室内で飼育し、8月中旬に羽化した成虫に産卵させて得られた初齢と3齢幼虫および、信州大学農学部構内のサクラで8月29日に採集した3齢と4齢幼虫を用いた。

メス成虫は約300卵からなる卵塊を葉の裏に産卵した(写真1)。卵塊は常温(平均26°C前後)で管理して孵化させた(写真2)。幼虫に食べさせる葉として、信州大学農学部構内のサクラ(樹種エドヒガン、樹齢約30年、樹高18m、胸高直径65cm)を用いた(写真3)。簡易灌注処理では市販のモモ(品種:黄金桃)の株(高さ50cm×太さ5cm)を用いた。供試薬剤にはネオニコチノイド系のスタークル顆粒水溶性(有効成分:ジノテフラン)を用いた。スタークルは優れた浸透移行性をもつため、速やかに植物体内に行き渡り、より効率的に殺虫効果を示す¹³⁾。

処理方法

アメリカシロヒトリの幼虫に対して、ディッピング、散布、瓶挿し、簡易灌注の4つの方法で薬剤処理を行った。薬剤の有効成分濃度は簡易灌注処理を除いて、初齢、3齢幼虫に対して無処理、1, 10および100ppmで試験し、4齢幼虫ではディッピングと瓶挿し処理について50と100ppmで試験した。各処理区における供試個体数は表1に示した。

ディッピング処理 薬剤が直接ついた葉を食べたときの効果を調べるため、サクラの葉10枚を展着剤(品名:グラミンS)を溶かした各濃度の薬剤に1分間浸し、表裏25分乾燥させて摂食させた(図1, 写真4)。本処理は薬剤感受性実験を行う場合、最も簡便かつ実際の防除場面での効果に近い結果を得られるとされている¹⁶⁾。

散布処理 薬剤が幼虫の皮膚に直接ついたときの効

表1 アメリカシロヒトリにおける薬剤処理方法と幼虫の処理齢期別の死亡率*

処理方法	濃度 (ppm)	1 齢幼虫			3 齢幼虫			4 齢幼虫		
		幼虫数	生存数	死亡率 (%)	幼虫数	生存数	死亡率 (%)	幼虫数	生存数	死亡率 (%)
ディッピング	0	20	14	30.0	30	27	10.0	—	—	—
	1	20	18	10.0	30	26	13.3	—	—	—
	10	20	2	90.0	30	26	13.3	—	—	—
	50	—	—	—	—	—	—	20	5	75.0
	100	20	0	100.0	30	0	100.0	20	0	100.0
散布	0	20	20	0.0	30	26	13.3	—	—	—
	1	20	0	100.0	30	24	20.0	—	—	—
	10	20	0	100.0	30	23	23.3	—	—	—
	100	20	0	100.0	30	5	83.3	—	—	—
瓶挿し	0	20	18	10.0	30	28	6.7	—	—	—
	1	20	20	0.0	30	26	13.3	—	—	—
	10	20	0	100.0	30	5	83.3	—	—	—
	50	—	—	—	—	—	—	20	0	100.0
	100	20	0	100.0	30	0	100.0	20	0	100.0
簡易灌中	100**	20	0	100.0	—	—	—	—	—	—

*：ディッピング，散布，瓶さし処理は処理7日後，簡易灌注処理は処理13日後の死亡率

**：初日は100ppmを灌注したのち4日後に200ppmに変更

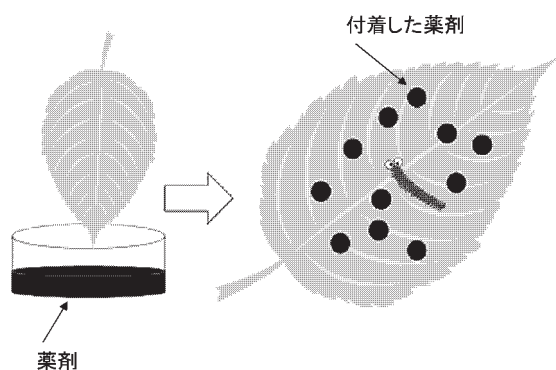


図1 ディッピング処理の方法



写真4 ディッピング処理したサクラの葉

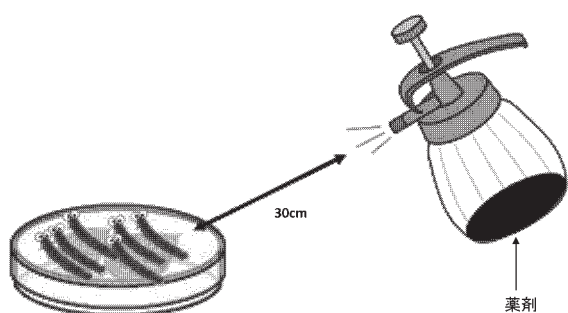


図2 散布処理の方法

果を調べるため，無処理の葉の上において，巣網を張っていない状態の幼虫に薬剤を霧吹きで2回噴射した（図2）。霧吹きは30mlのものを使用し，噴射の際は葉と霧吹きとの距離を30cmと一定にした。霧吹きは処理開始日当日と二日目の2回行った。

瓶挿し処理 薬剤を吸収した葉を食べたときの幼虫の効果を調べるため，サクラの枝を薬剤の入った瓶に24時間挿して薬剤を吸収させた後，葉を10枚切り取り摂食させた（図3）。

簡易灌注処理 土中に溶けた薬剤を根から吸収した葉を食べたときの効果と，瓶挿し処理を実際の防除技術として用いる際の有効性を調べるため，鉢植えにしたモモの株3本（株A，B，C）を用いた。鉢の容積は1600ccであり，薬剤は4日間100ppmを毎日150cc灌注し，その後濃度を200ppmに変更し，同じく毎日150cc灌注した。灌注処理を開始した日から毎日葉を切り取り，初齢幼虫に与えた（図4）。株Cのみ薬剤を与え始める前日に大雨のもとにさらした。

4つの処理実験は8月29日から9月27日までの間

で行った。初齢幼虫に薬剤処理した葉を摂食させる場合は、処理した葉の上に卵塊のついた葉を小さく切り取り糊で貼り付けた。幼虫の飼育ケースは、散布処理以外は丸型容器（直径150mm×高さ65mm）を利用し、散布処理のみ小型シャーレ（直径85mm×高さ15mm）を利用した。

結 果

各処理のアメリカシロヒトリの幼虫に対する試験効果を表1に、生存曲線を図5～8に示した。

ディッピング処理 初齢幼虫においては、無処理と1 ppmでは死亡率がそれぞれ30.0%と10.0%であったが、10 ppmでは90.0%となり、100 ppmでは生存する個体はいなかった。0, 1 ppmと10, 100 ppmの死亡率の間には1%水準で有意差が認められた。生存曲線をみると、1 ppmでは処理後5日目で死亡率が上昇した。10 ppmでは死亡率は徐々に上昇し、5日目で死亡率が90.0%になった。100 ppmでは1日目に死亡率が85.0%となり、2日目に全て死亡した。

3 齢幼虫においては0～10 ppmでは死亡率が13.3%以下だったが、100 ppmでは100%であった。0, 1,

10 ppmと100 ppmの死亡率の間には1%水準で有意差が認められた。生存曲線をみると、0～10 ppmでは死亡率は大きな変化はなかったが、100 ppmでは2日目に死亡率が16.7%、3日目に66.7%と急激に増加し、以降徐々に増加して6日目に100%となった。

4 齢幼虫においては50 ppmでは死亡率が75.0%、100 ppmでは100%であった。50 ppmと100 ppmの死亡率の間には1%水準で有意差が認められた。生存曲線をみると、50 ppmでは死亡率が徐々に増加したが、100 ppmでは3日目に死亡率が30.0%と急激に増加し、4日目に100%となった(図5)。

散布処理 初齢幼虫においては、無処理では死亡率が0%であったが、1, 10, 100 ppmでは100%となった。0 ppmと1, 10, 100 ppmの死亡率の間には1%水準で有意差が認められた。生存曲線をみると、1 ppmでは処理後1日目で死亡率が70.0%になり、2日目に100%になった。10, 100 ppmでは1日目で100%となった。

3 齢幼虫においては、0, 1, 10 ppmでは死亡率がそれぞれ13.3%と20.0%と23.3%であったが、100 ppmでは83.3%と急激に増加した。0, 1 ppmと10,

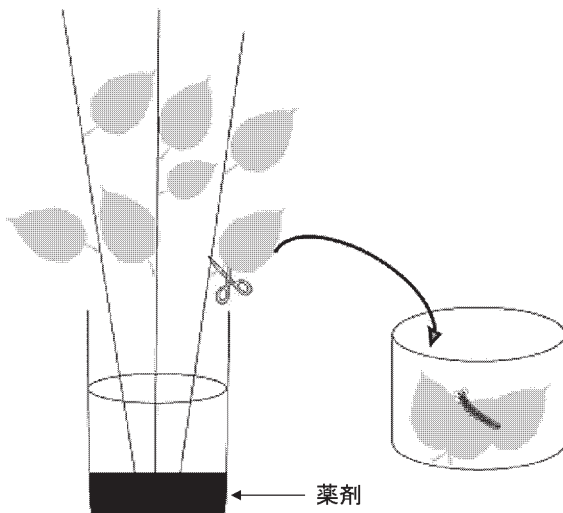


図3 瓶挿し処理の方法

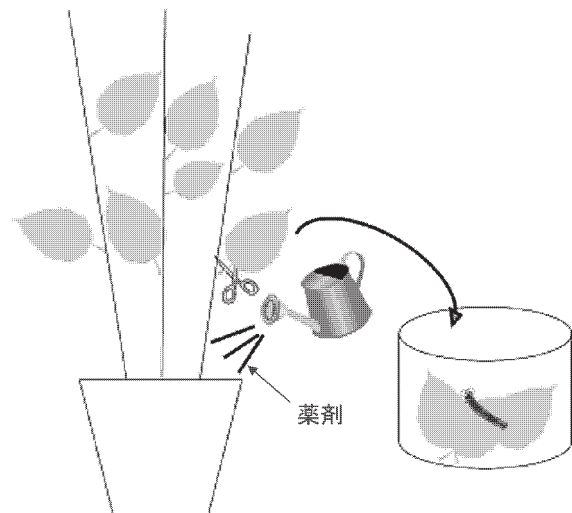


図4 簡易灌注処理の方法

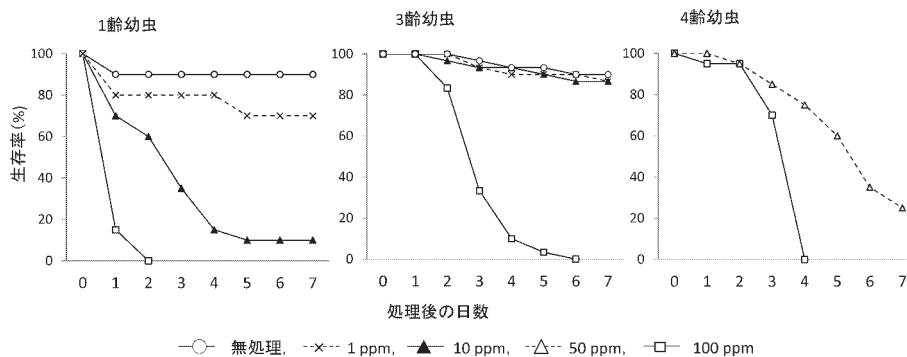


図5 ディッピング処理における薬量と幼虫の処理齢期別の生存曲線

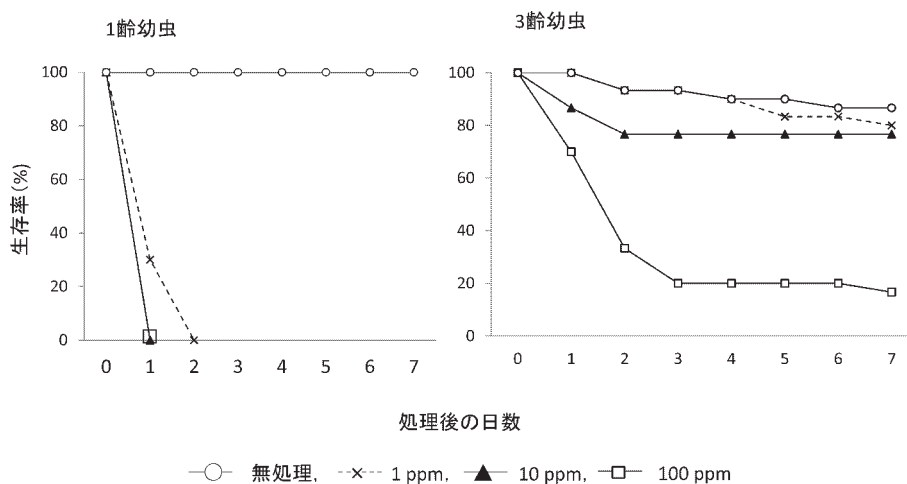


図6 散布処理における薬量と幼虫の処理齢期別の生存曲線



写真5 瓶挿し処理により容器内で死亡した初齢幼虫 (処理後3日。10ppm)



写真6 下痢をして縮んだ3齢幼虫 (処理後2日。100ppm)

100ppmの死亡率の間には1%水準で有意差が認められた。生存曲線を見ると、1ppmでは処理後5日目に死亡率が上昇した。10ppmでは2日目に23.3%となった。100ppmでは徐々に増加し、3日目に80.0%となり3日間変化せず、7日目には83.3%となった(図6)。

瓶挿し処理 初齢幼虫においては、0, 1ppmでは死亡率がそれぞれ0.0%と10.0%であったが、10, 100ppmでは共に100%となった。0, 1ppmと10, 100ppmの死亡率の間には1%水準で有意差が認められた。図7に示した生存曲線を見ると、10ppmでは死亡率は徐々に増加し、5日目に100%となった。100ppmでは1日目に80.0%と急激に増加し、3日目に100%となった。

3齢幼虫においては0, 1ppmでは死亡率がそれぞれ6.7%と13.3%となったが、10ppmでは83.3%, 100ppmでは0.0%となった。0, 1ppmと10, 100ppmの死亡率の間には1%水準で有意差が認められ、10ppmと100ppmの死亡率の間には5%水準で有意差が認めら



写真7 悶えて嘔吐する3齢幼虫 (処理後2日。100ppm)

れた。生存曲線を見ると、10ppmでは死亡率は徐々に増加し、5日目に60.0%となった。100ppmでは2日目に66.7%と急激に増加し、5日目に100%となった(写真6, 7)。

4齢幼虫においては50, 100ppm共に死亡率は100%となった。生存曲線を見ると、死亡率は50ppm, 100

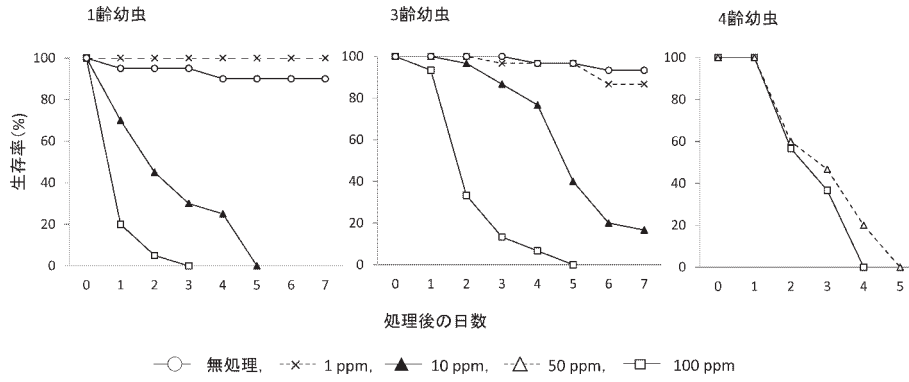


図7 瓶挿し処理における薬量と幼虫の処理齢期別の生存曲線

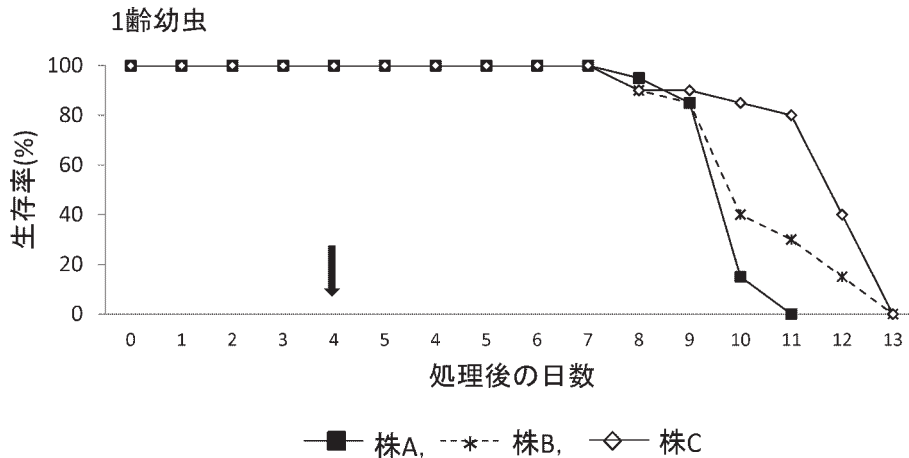


図8 簡易灌注処理における株ごとの生存曲線



写真8 簡易灌注処理により集団で死亡する初齢幼虫 (処理後10日。株A)

ppm共に徐々に増加し、50ppmは5日目に、100ppmは4日目にそれぞれ100%となった(図7)。

簡易灌注処理 処理を始めてから10日以降になって全ての株で幼虫が全滅した(図8, 写真8)。生存曲線をみると死亡率は処理後10日目に株Aでは85.0%, 株Bでは60.0%とそれぞれ急激に増加したが、株Cは15.0%と株A, Bに比べて低かった。10日目の死亡率は株A, 株Bと株Cでは1%水準で有意差が認められた。11日目には死亡率は株Aでは

100%になったが、株Bと株Cではそれぞれ70.0%, 46.7%となり、13日目に共に100%となった。

考 察

アメリカシロヒトリの防除方法としては、現在は枝切りやスミチオン、オルトラン乳剤をはじめとした薬剤散布^{2),6)}の他、メス成虫の性フェロモンを用いたフェロモントラップ¹⁰⁾や天敵ウイルス株⁴⁾を用いた防除が行われている。本研究では薬剤散布と灌注処理の効果を比較するため、薬剤散布を行った場合に葉についた薬剤が経口で幼虫体内に入るケースは本実験のディッピング処理に、また薬剤が直接幼虫の皮膚に触れるケースは本実験の散布処理に、また灌注処理は本実験の瓶挿し処理に該当するとして室内実験を行った。ここではその結果から、この3つの処理方法について幼虫の死亡率と薬剤の処理濃度から防除効果を検討する。

ディッピング処理の結果をみると、初齢幼虫では10と100ppmで高い死亡率がみられ、3齢幼虫では100ppmで死亡率が100%であった(表1)。100ppmは4齢幼虫でも死亡率は100%であった。散布処理の結果をみると、初齢幼虫では1, 10, 100ppmで死亡率は

100%であった(表1)。しかし、3齢幼虫では100ppmで83%の死亡率であった。瓶挿し処理の結果をみると、初齢幼虫と3齢幼虫に10, 100ppmで高い死亡率がみられた(表1)。50ppmは4齢幼虫でも高い死亡率がみられた。

以上の3つの処理の結果から、初齢幼虫における死亡率が最も高かったのは散布処理だとわかる。しかし、散布処理は3齢幼虫の死亡率が低かった。また、アメリカシロヒトリの幼虫は孵化後から5齢幼虫になるまで幼虫が吐く糸で作られたネット状の巣の中で集合を形成しながら葉を食害するため、幼虫の皮膚に直接薬剤を散布することは難しいといえる。一方、瓶挿し処理は1ppmでは初齢幼虫の死亡はみられなかったが、10ppmではディッピング処理や散布処理より死亡率が高かった。4齢幼虫においても、ディッピング処理では50ppmでの死亡率は75%であったが、瓶挿し処理では全滅した。したがって、以上の試験結果から3齢、4齢にまで発育した幼虫に最も効果のある処理は、瓶挿し処理だとわかった。また、前述したように初齢幼虫の皮膚に直接薬剤を散布することは難しいことから、初齢幼虫に対しても、瓶挿し処理が最も実用的かつ防除効果が高いと考えられる。また、スタークルは浸透移行型の殺虫剤であるため、植物体内に有効成分であるジノテフランが速やかに吸収され、殺虫効果を示す¹³⁾。よって、薬剤を幼虫の皮膚に直接接触させる散布処理よりも、植物に吸収させる瓶挿し処理での使用が有効だと考えられる。

また、生存曲線をみると、いずれの処理方法でも同じ薬量であっても3齢幼虫に与えるより初齢幼虫に与えた方が死亡率の上昇が速いことがわかった(図5~7)。よって、薬剤は幼虫の発育初期に与えるほど防除効果が高いと考えられる。

土壌灌注の実用化に向けて

瓶挿し処理を実際の防除技術として用いる際の有効性を調べるために実験した簡易灌注処理では、全ての株において幼虫が全滅したが、株Cの生存率の低下が株Aと株Bに比べて遅く、大雨のせいで薬剤が流れたと考えられる(図8)。また、他の3つの処理と比較して最も効果がみられるまで時間がかかった。したがって、薬剤の土中灌注は薬剤を灌注する時期や土壌条件によって植物体内に取り込まれる薬量変動し、効果が左右されることが課題であることが明らかになった。

田中ら(2011)はジノテフラン水溶剤とチアトキサム水和剤の土中灌注処理によるモンクロシャチホ

コの防除効果を検討し、両剤共に優れた防除効果を認めた¹⁵⁾。しかし、著者らが同様の灌注技術で処理した信州大学農学部構内のサクラの葉を使ったアメリカシロヒトリ幼虫に対する摂食実験では、本研究のような明らかな効果が得られなかった。その要因としては、灌注した木が大木(胸高直径:65cm, 高さ18m, 樹齢約30年)であったために薬剤が全体に回り切るには不足していたこと、株元の腐葉土や周囲の他の植物に吸収されてしまったこと、灌注実験をした前日の大雨で土壌中が水分に富んでおり、薬剤が流れてしまったことなどが推察される。今後は本研究の基礎的実験データを基に、処理樹木に対する薬剤の濃度や量を検討して野外での定量的なデータを得ることによってこの課題を克服できるものといえる。

薬剤を樹木に吸収させて病害を防除する技術は、果樹などに対して灌注処理や根部浸漬などの処理技術が知られている¹²⁾。街路樹や公園の樹木などに対しての幼虫の発育初期の頃に薬剤が樹木の葉全体に回るような簡単な灌注技術が確立されると、アメリカシロヒトリのみならず樹木害虫に対して殺虫効果が高く、周辺環境への薬剤の暴露が低減された防除方法となるものと考えられる。

引用文献

- 1) 江崎悌三・一色周知・六浦 晃・井上 寛・岡垣 弘・緒方正美・黒子 浩(1958)原色日本蛾類図鑑(下). 保育社, 大阪, p.212.
- 2) 福島県病害虫防除所(2012)防除対策(アメリカシロヒトリ). <http://www.pref.fukushima.jp/fappi/boujo/kaki/2012/bo-amesiro-H24.pdf>
- 3) 福山研二(1996)周辺の市街地比率と街路樹のアメリカシロヒトリの発生の関係. 日本応用動物昆虫学会誌 40(1): 83-84
- 4) 岐阜県農業技術センター(2011)アメリカシロヒトリに対する微生物農薬の実用化技術の開発. <http://www.g-agri.rd.pref.gifu.jp/kenkyukadai/h23/jyu5.pdf>
- 5) 五味正志(2010)アメリカシロヒトリ:生活史の適応. 植物防疫 64: 425-428.
- 6) 弘前市役所(2006)アメリカシロヒトリについて. <http://www.city.hirosaki.aomori.jp/kurashi/sumai/ameshiro.html>
- 7) 北海道林業試験場(2013)樹木を食べる昆虫, 北海道. <http://www.hfri.pref.hokkaido.jp/zukan/konchu/00data/cho-ga/hitoriga/amerika/note.html>
- 8) 飯山市 アメリカシロヒトリの防除. <http://www>.

- city.iiyama.nagano.jp/soshiki/shiminkankyou/seikatukankyou/eisei/amesiro.html
- 9) 伊藤嘉昭 (1972) アメリカシロヒトリ. 中央公論社, 東京都, p.2-12.
- 10) 長野県病害虫防除所 (2013) フェロモントラップによるアメリカシロヒトリ誘殺消長. <http://www.pref.nagano.lg.jp/bojo/chosa/amerikashiro-02.html>
- 11) 中山秀一 (2009) 農薬散布 (樹木薬剤散布) の現状と課題. 樹木医学研究 13(2): 54-57
- 12) 日本曹達株式会社 (2013) 農薬化学品 Products guide トップジンM水和剤. http://www.nippon-soda.co.jp/nougyo/seihin/pdf/TOPSIN-M_WP.pdf
- 13) スタークル普及会 浸透移行性殺虫剤 (フラニコチニル系) スタークル. 三井化学アグロ株式会社, 東京, p.11
- 14) 田村正人 (1966) アメリカシロヒトリの生態的知見. 造園雑誌 30(2): 7-13
- 15) 田中 寛 (2011) 薬剤の土中灌注処理によるサクラのモンクロシャチホコの防除効果. 第23回日本環境動物昆虫学会年次大会
- 16) 渡邊, 丈夫, 青木英子, 藤澤春子 (2011) キュウリを用いたミナミキイロアザミウマ成虫の感受性検定法の検討. 香川県農業試験場研究報告 62: 11-21

Controlling effect of the various treatments of the insecticide on *Hyphantria cunea* larvae

**Shotaro SHIBA¹⁾, Keiko KODA²⁾, Hiroshi NAKAMURA³⁾,
Sakurao OOE⁴⁾ and Katsuhiko TANIKO⁵⁾**

¹⁾Department on Forest Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

²⁾Institute Mountain Science, Shinshu University

³⁾AFC, Faculty of Agriculture, Shinshu University

⁴⁾Mitsui Chemicals Agro, INC.

⁵⁾Duskin Co, LTD

Summary

Controlling effects of 4 treatments (dipping, spraying, vased branch and soil drench) of the insecticide (Dinotefuran soluble granule) on *Hyphantria cunea* larvae were evaluated. Experiments were carried out in the laboratory of AFC Insect Ecology, Faculty of Agriculture, Shinshu University from August 29 to September 23, 2013. From these experiments, the morality of 1st instar was higher than that of 3rd instar at same dosage in almost treatments. Spraying was most effective for 1st instar larvae and the morality reached 100% for 1, 10 and 100ppm. Vased branch treatment was most effective for 3rd instar and the morality reached 100% for 100ppm and 83.3% for 10ppm. The morality of 3rd instar for Spraying was lower than those of dipping and vased branch and soil drench. The morality of 1st instar and 3rd instar was the highest for vased branch and soil drench. From these result, it may be said that the vased branch treatment was most effective of 3 treatments. Treatments is more effective for 1st instar than middle instar and the treatment which pesticide is made absorb to tree is more effective than conventional treatment which pesticide is sprayed on trees. But Simple irrigation which is the realization of vased branch and soil drench takes time for killing larvae so irrigation has a problem, for example the state of soil, and phase of irrigation.