

ヤマビル駆除用リンゴ酸液剤の植物に対する影響

Phytotoxic study on plants of the malic acid expellant for Japanese land leech

久本洋子*1・當山啓介*1・廣嶋卓也*1・山田利博*1・沖野滉一*2・江上浩*2

Yoko HISAMOTO*1, Keisuke TOYAMA*1, Takuya HIROSHIMA*1, Toshihiro YAMADA*1, Kouichi OKINO*2, Hiroshi EGAMI*2

* 1 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林

The University of Tokyo Forests, Graduated School of Agriculture and Life Sciences, The University of Tokyo, Bunkyo-Ku, Tokyo, 113-8657

* 2 住化グリーン株式会社

SumikaGreen Co.Ltd., 1-8 Nihonbashi Koamicho, Chuo-Ku, Tokyo, 103-0016

要旨: 山野でのヤマビル被害の抜本的対策として、リンゴ酸を有効成分としたヤマビル駆除剤（製品名マリックスター®（以下、MSとする））は有効であるが、直接散布された植物に対して葉害が生じる恐れがある。本研究では、田畑やゴルフ場を想定した農作物・雑草、林業樹種、山野での野外自生植物についてMSの影響試験を実施した。MSのヤマビルに対する推奨散布量を基準に薬剤を散布し、一定期間を置いて葉害の程度を判定した。その結果、MSによる農作物・雑草への葉害の程度は大きくばらつき、種ごとに反応が異なることが示された。また、葉害を発生する要因はpHの低さだけではない可能性が示唆された。スギ・ヒノキ苗についてはほとんど影響は無いと判断されたため、植林地でのMS利用に関しての危惧は必要ないと考えられる。野外自生植物へは、一時的には葉の変色や植生密度の減少を引き起こすものの、植物の成長期であれば1週間程度で植生が回復し始めた。しかし、種によっては非常に感受性が高く枯死したため、希少種や保全対象種が生育する環境である場合などでは、散布前に葉害の程度を確認してから実施することが望ましい。

キーワード: 植生・マリックスター・葉害・リンゴ酸

Abstract: The malic acid expellant named Malic Star® (MS) is effective on a Japanese land leech, *Haemadipsa zeylanica japonica*, but might have harmful effects on plants when sprayed directly. In this study, we examined the influence of MS on crops in a farm, weeds in a golf course, forestry tree species, and wild plant species in a field. We sprayed a standard quantity of MS using the recommended dispersion, and, after a fixed time interval, we evaluated the degree of harmful effects on the treated plants. For crops and weeds, the degree of harmful effects varied greatly and the reactions of different species to MS were thought to be species-specific. Additionally, the results suggested that malic acid itself is the driving factor of the harmful effects that occurred. Because there was little influence of MS on Japanese cedar and Japanese cypress seedlings, its effects on tree plantations are likely to be minimal and need not be accounted for. Although MS caused a temporary change in leaf color and a decrease in the density of wild plants, this vegetation began to regenerate after only one week. Nevertheless, it remains desirable to confirm the degree of harmful effects before dispersion, because some plant species which are rare or of high conservation value may be sensitive to MS.

Key-word: vegetation, Malic Star, phytotoxicity, malic acid

I はじめに

近年、野生動物の個体数増加や分布拡大に伴い、全国的にニホンヤマビル (*Haemadipsa zeylanica japonica* Whitman 以下、ヤマビルとする) の吸血被害が拡大している (山中 (7))。被害の対策として忌避剤が用いられているが、抜本的な対策としてはヤマビル生息地に駆除

剤を散布することが有効である。著者らは有機酸の一種であるリンゴ酸のヤマビル駆除効果を検証し (當山ら (5))、ヤマビル駆除剤として製品名マリックスター® (以下、MSとする) を開発した。

ヤマビル防除が実施される場所は、主として多様な植物が生育する山林や草地と想定される。MSはリンゴ酸

を有効成分とした低 pH 溶液であるので、直接散布された植物に対して葉害が生じる惧れがある。また、人間が被害に遭う状況としては農作業時やゴルフ場等も考えられるため、そのような場所に散布する場合は、周辺の田畑への飛散、農作物への付着、ゴルフ場の芝に対する影響も考慮する必要がある。

リンゴ酸を含む各種有機酸の植物への影響については、滝島ら (3)、田崎ら (4) により成長阻害が報告されている。一方、Albaum *et al.* (1)、Withner (6) は成長促進効果を示すとしており、有機酸は植物活性剤などとして市販化されている場合もある。このように植物の種類によって有機酸の影響は大きく異なっており、また MS のような大量の有機酸を植物に接触させることによる植物への影響は不明な点が多い。

そこで本研究では、はじめに作物・雑草への MS 散布試験を実施した。つぎに、主たる林業樹種への影響調査および野外植物への試験を実施した。なお、本研究では上述の目的のために植物体へ直接散布しているが、MS の本来の使用方法はヤマビル駆除のために地表面に散布するものであることを明記しておく。

II 材料と方法

1. 農作物および雑草への影響試験 供試植物は全 6 科 10 種である。農作物としてトマト、キュウリ、キャベツ、イネを、芝ではコウライシバ、ベントグラスを選んだ。さらにゴルフ場の雑草として問題となるスズメノカタビラ、メヒシバ、ヒメクグ、オランダミミナグサを用いた。一般に、植物に対する薬剤の影響評価では、植物の薬剤に対する感受性が高い生育ステージで実施することが最も確実な評価方法である。そこで、供試植物の散布および調査期間を、実生苗から生育期に関しての 2 週間以内と設定した。具体的には 2013 年 7 月から 9 月の間に実施した。供試植物は住化グリーン株式会社宝塚研究室内の温室で育てた。

MS はリンゴ酸を有効成分に、植物に無影響な副資材を使用して製品化されている。本試験の供試薬剤は MS そのものではなく、有効成分であるリンゴ酸 10% 濃度に展着剤として 2000 倍希釈のシンダインを加用した溶液とした。ポットに植栽した植物体に、ハンドスプレーガンで 200ml/m² を噴霧処理した。試験は 1 区 2 反復とした。散布量は、MS のヤマビルに対する推奨散布量が 100~200ml/m² であるため、実用場面を想定して決定した。

薬剤影響の判定のため、薬剤散布から 5 時間、1 日、7 日、14 日後に、葉害程度を評価した。MS は農薬では無いが、薬剤の植物に対する影響を評価するにあたり、

農薬の葉害評価基準 (日本植物防疫協会 (2)) に採用されている基準を参照した (表-1)。

表-1. 農薬の葉害評価基準である葉害程度の指数
Table 1 Index of the degree of harmful effects in the evaluation of pesticide

指数	葉害の程度
0	無し
1	葉害がわずかに認められるが、実用上問題は無い
2	葉害が認められるが回復が認められ、実用上問題は無い
3	葉害が認められ生育の回復が遅く、実用上問題あり
4	葉害が認められ生育の回復が困難で、実用不可能
5	枯死

また、MS の低 pH (pH1.51) が葉害の原因として疑われるため、1 mol/L 水酸化カリウム溶液を用いて pH 7 に調整した溶液を作製し、pH1.51 溶液と比較した。14 日後の葉害の程度を最終的な評価とした。

2. スギ・ヒノキ苗木への影響試験 試験地は東京大学千葉演習林清澄作業所構内苗畑で、苗畑内に仮植したスギ・ヒノキ苗各 5 本ずつを囲むように 0.18m² の区画を設けて MS を散布した。MS は 30% 製品であるため、3 倍希釈して 10% 濃度にし、推奨散布量の上限である 200ml/m² を散布した。2014 年 5 月 30 日に散布し、散布 3 日後、5 日後、1 ヶ月後、2 ヶ月後に写真撮影を行い、葉害の程度 (表-1) を評価した。

3. 野外植物への影響試験 調査地は、東京大学千葉演習林 47 林班 B4 小班 (字名: 坂本) の住居跡地とした。調査地内に 2×2m の区画を 2 ヶ所設け、区画外の下草は全て刈り払った。それぞれ、薬剤散布区および無処理区の植生調査区とした (図-1)。薬剤散布区では植生調査区を囲うように 5×5m のバッファゾーンを設け、この範囲に薬剤を散布した。2014 年 5 月 28 日に MS (200ml/m²) 計 5L をジョウロで満遍なく散布した。

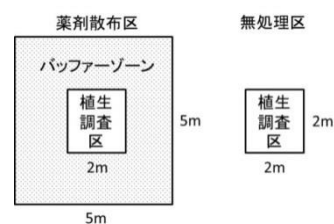


図-1. 調査区の概要

Fig. 1 Plot for the wild plants studied in a field

薬剤散布直前 (5 月 28 日)、散布 1 日後 (5 月 29 日)、2 日後 (5 月 30 日)、1 週間後 (6 月 4 日)、2 週間後 (6 月 11 日)、3 週間後 (6 月 18 日)、1 ヶ月後 (6 月 27 日)、2 ヶ月後 (7 月 25 日) の各植生調査区内の様子を観察し、定点から写真撮影を行った。植生調査は、薬剤

散布前の2014年5月22日および散布1ヶ月後の6月27日に実施した。ブラウン-ブランケ法を用いて被度・群度を求めるとともに、種ごとの最大高を測定した。

種ごとに1ヶ月後(6月27日)の薬害程度を指数で示した。指数の基準は表-1のとおりで、農作物等での試験で用いられたものと同様である。

III 結果と考察

1. 農作物および雑草での試験 本試験の結果、全ての植物が影響を受けた(表-2)。薬害程度は1.5から5までばらついた。イネ科5種の中でも程度がばらついていたことから、科ごとの反応の強弱というよりも、種ごとで反応が異なることが示された。薬剤付着や保持がし易いといった植物体の形状が影響している可能性もあるが、本試験だけでは明確な判断が出来なかった。

次に、pH1.51のままの溶液とpH7に調整した溶液との比較の結果、コウライシバ・メヒシバ、ヒメクグ以外の種の薬害の程度は減少したのに対し、上記3種は増加した(表-3)。減少した植物も0にはならなかったことから、薬害を発生する要因はpHの低さだけではない可能性が示唆された。

表-2. 農作物および雑草における10%濃度リンゴ酸溶液の薬害の程度

Table 2 Harmful effects of 10% malic acid solution on crops and weeds

供試植物		散布 5時間後	散布 1日後	散布 7日後	散布 14日後
ナス科	トマト	4	4	5	5
ウリ科	キュウリ	2	2	3	4
アブラナ科	キャベツ	1	1.5	2	3.5
イネ科	イネ	1.5	3	3.5	3.5
	コウライシバ	1	1	1	2
	ベントグラス	1	1	1.5	1.5
	スズメノカタビラ	1	1.5	2	2
	メヒシバ	1.5	2.5	2.5	2.5
カヤツリグサ科	ヒメクグ	0.5	1	1.5	1.5
ナデシコ科	オランダミミナグサ	1	3	3.5	3.5

表-3. 農作物および雑草におけるpH調整したリンゴ酸溶液の薬害の程度

Table 3 Harmful effects of using a pH-regulated malic acid solution on crops and weeds

	pH1.51	pH7.0
トマト	5	3
キュウリ	4	2.5
キャベツ	3.5	2
イネ	3.5	3
コウライシバ	2	4
ベントグラス	1.5	1.5
スズメノカタビラ	2	1
メヒシバ	2.5	3.5
ヒメクグ	1.5	2.5
オランダミミナグサ	3.5	3.5

しかしながら、リンゴ酸自体の投与量が、生理活性物質を有効成分とする農薬などと比較して膨大であり、本

結果からその様な生理活性化合物群と同列の評価を簡単に行うことは困難であると推察された。

以上から、田畑周辺で飛散の懸念がある場合は、薬害の程度が大きい農作物について事前に確認する必要がある、また事前確認によって使用可否の判断が可能であると考えられる。しかし、農薬のような生理活性化合物群ではないMSは本研究のように比較的大量に散布して初めて影響が出るものであるため、一回の飛散による暴露程度では、致命的な薬害発生の懸念は少ないものと考えられた。

2. スギ・ヒノキ苗木への影響試験 スギ苗では、散布3日後に先端の若い葉が茶色く枯れているのが認められた。それらの葉は2ヶ月経過しても残っていた。一方、ヒノキ苗は、散布3日後には茶色くなった鱗片葉が点々と認められたが、5日後以降はほとんど見られなくなった。この違いは2種の葉の形態の違いが起因しているのかもしれない。いずれにせよ、薬害の程度は1もしくは0であり(表-4)、新葉の伸長も確認でき、苗木へのMSの影響は認められなかった。以上から、植林地などでのMSの利用に関しては危惧する必要はないと考えられた。

表-4. スギ・ヒノキ苗におけるMSの薬害の程度
Table 4 Harmful effects of MS on Japanese cedar and Japanese cypress seedlings

	散布3日後	散布5日後	散布1ヶ月後	散布2ヶ月後
スギ	1	1	1	1
ヒノキ	1	0	0	0

3. 自生植物への影響試験

1) 植生の変化

薬剤散布区では、散布1日後から全体的に茶色く変色し、植生が疎らになっていた。しかし、1週間後から徐々に植生の回復が認められ、1ヶ月後には散布前とほぼ変わらない密度にまで回復した(図-2)。

2) 植生調査

散布前の時点で、薬剤散布区で24種、無処理区で27種の植物が確認された(表-5)。その内、散布1ヶ月後の時点で枯死・消滅していた種は薬剤散布区で5種、無処理区で3種であった。両区で消滅していたカラスノエンドウ、ヤエムグラは一回開花性草本であり開花・結実後の自然枯死である可能性が高い。トウバナは薬剤散布区のみで消滅しており、薬剤の影響によるものと考えられた。実際、トウバナは散布1日後で褐変・枯死していた個体を多数確認した。薬剤散布区の優占種は、薬剤散布前にはセリやヘビイチゴであったが、散布後にはヤブマオ、シダ、カモジグサに置き換わった。ヤブマオは無処理区

でも1ヶ月後に優占種になっており、この時期に成長する種であるといえる。また、薬剤散布区でもウシハコベやドクダミのように最大高が30cm近く伸長した種がある一方、ヘビイチゴやチヂミザサは無処理区と比べて最大高が低く、薬剤の影響によって成長が抑制された可能性も考えられる。散布1日後の様子で葉液が茎を伝って地表付近に溜まっている状態が観察されたことから、草丈の低い下草はより薬剤の影響を受けると推察される。トウバナやフキは散布1日後には枯死したものが多かった。一方、ヤブガラシのようにほとんど変色の見られない種もあった。ヘビイチゴやチヂミザサは1週間後には大半の葉が変色し枯死したかと思われたが1か月後には新しい葉を出して回復した。ミズヒキやヒメヒオウギズイセンは葉にまだら模様の変色が見られた。セリは葉の縁が変色する傾向があった。ヤブマオは頂端の葉が萎れる特徴を示した。セリやヤブマオなどで、散布2週間ごろから葉が食われて無くなっているものが多数見られ、葉を食べている幼虫も確認された。散布1ヶ月後には新しい葉が伸びて回復していた。このことから、薬剤が付着した個体の葉であっても幼虫が採食していることが明らかになった。

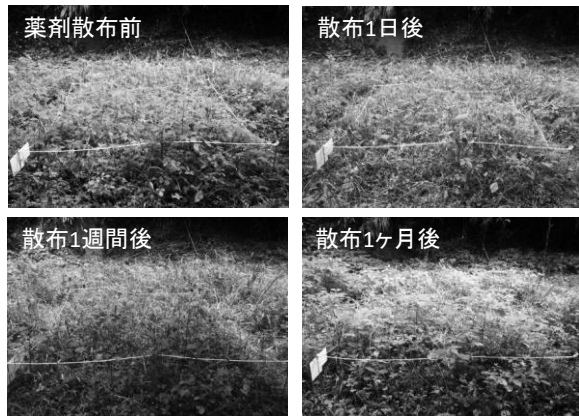


図-2. 薬剤散布区の植生の推移

Fig. 2 Transitions of the vegetation in the MS-treated plot

以上から、野外自生植物への影響は、一時的には葉の変色や植生密度の減少を引き起こすものの、植物の成長期であれば1週間程度から植生が回復し始めることが示された。しかし、種によっては非常に感受性が高く枯死したため、希少種や保全対象種が生育する環境である場合などでは、散布前に薬害の程度を確認してから実施することが望ましい。

表-5. 植生調査および各種の薬害の程度

Table 5 Results of the vegetation survey and of the harmful effects on each plant species

種名	薬剤散布区					無処理区			
	被度・群度		最大高(cm)		薬害の程度	被度・群度		最大高(cm)	
	散布前	散布後	散布前	散布後		散布前	散布後	散布前	散布後
セリ	3・3	2・3	65	70	2	2・2	2・1	70	70
ヘビイチゴ	3・3	1・1	15	5	2	2・3	2・1	20	25
ケキツネノボタン	2・3	2・2	50	25	2	2・3	2・2	75	45
カモジグサ	2・3	3・2	85	75	2	2・3	1・1	110	115
ヤワラスゲ	2・3	2・1	65	50	2	2・3	2・2	70	45
カラスノエンドウ	2・2	-	60	-	5	1・2	-	105	-
シダsp.	2・2	3・2	30	40	1	1・2	1・1	40	40
ヤブマオ	1・3	3・3	80	95	2	2・3	3・3	100	130
ヤブガラシ	1・2	2・2	80	50	0	2・3	3・2	80	100
スゲsp.	1・2	1・1	60	40	1	1・1	1・1	25	50
トウバナ	1・2	-	45	-	5	1・1	1・1	40	40
ミズヒキ	1・1	1・1	55	50	2	1・1	1・1	50	50
ノコンギク	1・1	1・1	55	45	1	1・1	1・1	50	40
コハモメヅル	1・1	-	40	-	5	1・2	-	60	-
カタミ	1・1	1・1	10	5	2	1・1	1・1	15	25
チヂミザサ	1・1	1・1	15	20	0	1・1	1・1	20	25
コモチマンネングサ	1・1	1・1	65	55	1	-	-	-	-
アケビ	1・1	1・1	20	55	1	1・2	1・1	75	70
ウシハコベ	1・1	1・1	70	80	1	-	-	-	-
コバノカモメヅル	1・1	1・1	15	10	1	1・1	1・1	35	25
カタミ	1・1	1・1	30	5	1	1・1	1・1	30	10
カキドオシ	1・1	-	85	-	5	-	-	-	-
カニツリグサ	1・1	-	15	-	5	-	-	-	-
コナスビ	1・1	1・1	10	35	1	-	-	-	-
ドクダミ	-	-	-	-	-	3・3	3・2	120	130
オヤブシラミ	-	-	-	-	-	2・3	2・2	65	70
フキ	-	-	-	-	-	2・2	2・1	90	85
ヒメヒオウギズイセン	-	-	-	-	-	1・3	1・1	100	90
アブラナ科sp.	-	-	-	-	-	1・2	2・1	55	55
ドクダミ	-	-	-	-	-	1・1	-	40	-
ハルジオン	-	-	-	-	-	1・1	1・1	50	40
ヒゴクサ	-	-	-	-	-	1・1	1・1	10	15
トキワツユクサ	-	-	-	-	-	1・1	-	-	-
イヌガラシ	-	-	-	-	-	-	1・1	-	55

引用文献

- (1) ALBAUM, H. G. and EICHEL B. (1943) The relationship between growth and metabolism in the oat seedlings. *Amer. J. Bot.* **30** : 18-22
- (2) 日本植物防疫協会 (2016) 薬効・薬害試験研究の手引き【平成28年度改訂版】. 日本植物防疫協会, 東京: 30pp
- (3) 滝島康夫・塩島光州・有田裕 (1960) 水田土壌中の有機酸代謝と水稻生育阻害に関する研究 第2報 有機酸の根成長並に養分吸収阻害. *日本土壌肥科学雑誌* **31** : 441-446
- (4) 田崎桂一郎・今井道 (1909) 諸種有機酸の発芽に及ぼす影響に就て. *農学会報* **89** : 36-45
- (5) 當山啓介・久本洋子・広嶋卓也・山田利博・山中征夫・須藤智博・前田清人・江上浩・村上英樹 (2014) 野外条件下におけるヤマビル駆除剤としてのリンゴ酸の効果検証. *衛生動物* **65** : 189-194
- (6) WITHNER, C. L. (1942) Nutrition experiments with orchid seedlings. *Amer. Orchid Soc. Bull.* **11** : 112-114
- (7) 山中征夫 (2007) ヤマビル(*Haemadipsa zeylanica japonica*)—日本で唯一の陸生吸血ビル—. *森林科学* **51** : 43-46