

## ヤマビル駆除剤の生態毒性及び周辺環境への影響調査

大塚知泰, 三島聡子, 齋藤和久  
(調査研究部)

### Ecotoxicity of Leech Repellent and Environmental Monitoring at its Testing Area

Tomoyasu OTSUKA, Satoko MISHIMA and Kazuhisa SAITO  
(Research Division)

キーワード: ヤマビル, 生態影響試験, 環境調査, 化学物質, ディート, シトロネラ油

#### 1 はじめに

丹沢山地に隣接する地域で、農作業やハイカーへのヤマビルによる吸血被害が頻発しており、その対策が急務となっている。対策の一つに、その生息地に薬剤を散布してヤマビルを駆除する方法があり、散布薬剤として環境に対する影響の少ないといわれている植物由来物質の使用が検討されている。このような自然由来の化学物質は、水や土壌といった環境中の測定法や生態毒性の情報が不十分なため、使用にあたって散布地域でのヒトへの暴露や生態系への影響、水源汚染への影響について明らかにしておく必要がある。

本研究では、ヤマビル駆除のために散布が検討されている薬剤について、環境影響推定のもととなる生態毒性の強さや環境中における残留性を室内実験により確認し検証するとともに、野外での試験散布に際し、環境への影響を調査したので、その結果を報告する。

#### 2 方法

##### 2.1 調査対象物質

ヤマビル駆除を目的として使用される薬剤には、ディートとシトロネラ油の2種類がある。ディートは化学的に合成される単一の物質で、昆虫忌避作用があることから市販の虫除け剤の成分として使用されている。一方、シトロネラ油は植物から抽出される柑橘系の強い芳香臭のある香油であり、食品添加物としての登録がされている。シトロネラ油は、複数の成分からな

る混合物であり、その成分や含有率は産地等により異なっているため、今回の調査にあたり、防除薬剤の原料に用いられているシトロネラ油を分析したところ、主要な成分は表1のとおりであった。

表1 シトロネラ油の測定項目及び成分比

測定項目	成分比 (%)
シトロネロール	30
ゲラニオール	15
シトロネロール	7.5
酢酸ゲラニル	5.0
リナロール	0.75

##### 2.2 野外試験散布時の環境調査

###### ① 薬剤散布

野外での駆除剤の試験散布は、県央地域県政総合センターが「ヤマビル被害対策モデル事業」により平成19~20年度に実施した。試験地は清川村煤ヶ谷で、ヤマビルの活動が活発となる時期に散布を行った。散布の概要を表2に示す。

薬剤の散布量は、平成19年度は10g/m<sup>2</sup>とし、平成20年度は2倍の20g/m<sup>2</sup>とした。販売メーカーが駆除効果や環境等への影響を考慮して推奨している標準使用量は10g/m<sup>2</sup>である。

表2 駆除剤散布の概要

	散布薬剤	試験区	散布回数	散布量	散布日
H19	①ディート5%粉剤 ②シトロネラ油5%粉剤	5区	1回	10g/m <sup>2</sup>	H19.7.4
H20	同上	4区	1回 及び2回	20g/m <sup>2</sup>	一回目 H20.6.25 二回目 H20.6.30

###### ② 調査方法

調査の概要を表3に示す。調査は、薬剤の散

布前後に、薬剤が散布された試験地の土壌、周囲の大気、付近の河川で行った。調査対象としたのは、散布薬剤成分のディート及びシトロネラ油の5成分とした。

表3 調査の概要

	調査媒体	調査対象物質	調査時期
H19	散布地土壌	①ディート	散布前～4ヶ月後
	土壌浸透水	②シトロネラ油成分5物質	
	大気	(シトロネラル、ゲラニオール、シトロネロール、酢酸ゲラニル、リナロール)	
	河川		
H20	散布地土壌	ディートのみを対象	散布前～1ヶ月後
	大気	ディート及びシトロネラ油成分	

### a. 土壌調査

土壌試料は地点混合方式で採取した。試験区ごとに、ステンレス製の丸形スコップを用いて面積約25cm<sup>2</sup>、深さ約4cm（容量約100cm<sup>3</sup>）の量の土壌を3または5か所採取し、遮光・密閉容器に入れて1検体とした。これを冷蔵して持ち帰り分析に供した。

試料の分析は周辺河川への流出を考慮し水への溶出試験とした。一定量の土壌を有栓のガラス容器に入れ、空隙を残さないように精製水を加えて混合攪拌した。十分に混合してから静置し、上澄み液をろ過して水溶液濃度を分析した。

### b. 大気調査

大気試料は、採取装置に取り付けた捕集管に一定時間の通気を行って採取し、その後、持ち帰って分析した。今回の調査では、土壌から大気への移行をみるため、大気の採取位置は地表十数cmの高さとした。

### c. 土壌浸透水及び河川調査

土壌浸透水は、散布区で勾配の低い位置に約20cmの深さで浸透水採取器を埋め込み、降雨の際に、土壌浸透水を吸引器で吸い上げて採取し分析した。

河川調査は、野外散布地の近くを流れる川の上中下流の3地点で、薬剤散布後に月に一度河川水を採取して分析した。

分析に使用した機器は、大気調査ではTDS付きGC/MSを使用し、ほかの水試料については、ディートはLC/MS/MSを使用し、シトロネラ成分は、ヘッドスペースGC/MSを使用した。

## 2. 3 室内試験による駆除剤中の成分残存性の検討

駆除剤の成分が、薬剤中の担体中にどの程度の期間、保持されているかを確認するために、

図1に示すように面積当たりの散布量を実際と同じようにして、薬剤中の成分残留率を確認する試験を行った。



図1 駆除剤中の成分保持試験

## 2. 4 ガシディンによる環境中存在割合の推定

環境中に放出された化学物質の挙動について、物理的な性質によって推測する手法のひとつとして、フガシディモデルがある。このモデルを活用して、薬剤散布後の環境中の挙動を推測するため、薬剤成分の物性値を化学物質データベースなどで検索して入手し、薬剤成分の環境中の挙動について推計を行った。推計には、フガシディモデル（レベル1）を使用した。また、モデル環境は、大気と土壌の2相で構成した。

## 2. 5 水生生物に対する毒性試験

OECDの化学物質テストガイドラインに準じて、試験化学物質を添加した水で試験生物を一定期間暴露し、試験期間中における生物の死亡等の影響を測定した。試験生物は、メダカ、藻類、ミジンコを用いた。

### ①メダカ

防除薬剤が直接、水域へ流出した場合を想定して、精製水に防除薬剤を懸濁（100mg/L）させたもので暴露試験（薬剤成分の水質濃度（100μg/L））を行った。

メダカの試験の概要を図2に示す。試験はつぎのように行った。ビーカーに脱塩素した精製水を5L入れる。2種類の防除薬剤をそれぞれ500mgずつ添加してから十分に攪拌して薬剤成分を精製水に溶解させた。その後、メダカを10匹入れてビーカーを恒温槽に移し、96時間の暴露試験を行った。試験終了まで24時間毎にメダカの死亡匹数を観察し、あわせて溶存酸素量も測定した。

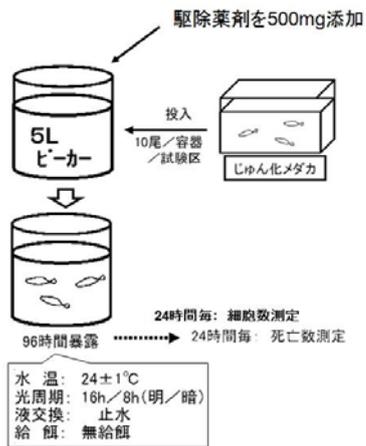


図2 毒性試験(メダカ)の概要

を観察し、15秒間以上、動きのないものについて遊泳阻害があるとして、阻害率から EC50 を求めた。

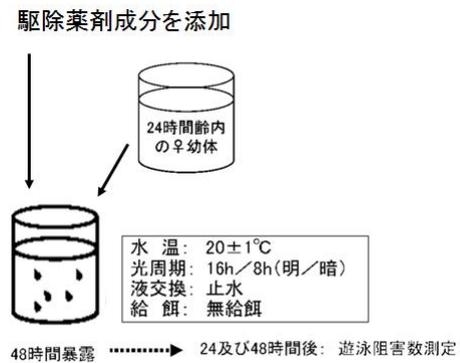


図4 毒性試験(ミジンコ)の概要

## ②藻類

藻類については、生長阻害をみるため、影響が確認できる薬剤濃度を調製し、EC50 の値を推計した。藻類の試験の概要を図3に示す。試験はつぎのように行った。藻類の生長に必要な栄養塩類を加えた精製水に薬剤の成分を添加して溶解し、その試験水にムレミカヅキモを細胞濃度が 10000 cell/mL となるように添加し、光照射しながら恒温槽中で 72 時間の暴露試験を行った。24 時間毎に細胞数を測定して、藻類の生長阻害率から EC50 を求めた。

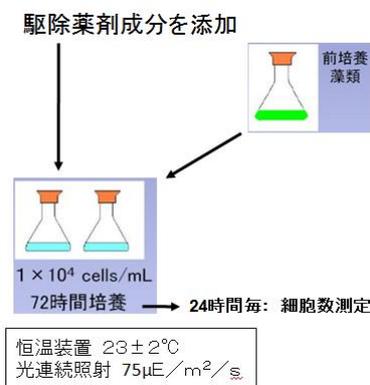


図3 毒性試験(藻類)の概要

## ③ミジンコ

ミジンコについては、遊泳阻害を見るため、それぞれ、影響が確認できる薬剤濃度を調整し、EC50 の値を推計した。

ミジンコの試験の概要を図4に示す。試験はつぎのように行った。薬剤の成分を精製水に溶解させて、その試験水に一定数のオオミジンコのメスの幼体を入れ、恒温槽中で 48 時間の暴露試験を行った。24 時間毎にオオミジンコの様子

## 3 結果

### 3.1 野外試験散布時の環境調査

#### ① 土壌調査

ディートについては、1m<sup>2</sup>当たり 10g (有効成分 5% 粉剤) の薬剤散布を行った H19 の調査では、2 か月後の調査で不検出となった(表4)。

表4 土壌中のディート濃度(H19)  $\mu\text{g/L}$

	散布1週間後 H19. 7. 11	散布2ヶ月後 H19. 9. 4
平均 (n=5)	173	<0.2
濃度範囲	0.2~505	<0.2

また、1回の散布量を前年度の2倍の20g/m<sup>2</sup>として行ったH20の調査では、短期間での2回の繰り返し散布も行ったが、散布1か月後には不検出となっており、繰り返しの散布による薬剤の土壌への蓄積もみられなかった(表5)。

表5 土壌中のディート濃度(H20)  $\mu\text{g/L}$

		1回目散布後 (H20. 6. 27)	2回目散布後 (H20. 7. 2)	散布1ヶ月後 (H20. 8. 8)
1回散布 6/25	平均(n=4)	11.5	0.2	<0.2
	濃度範囲	4.6~22.9	<0.2~0.3	<0.2
2回散布 6/25 6/30	平均(n=4)	12	0.2	<0.2
	濃度範囲	5.5~24.6	<0.2~0.5	<0.2

一方、シトロネラ油については、2007年度の調査では1週間後には不検出となっていた。

これらの結果から、ヤマビル防除薬剤が散布地の土壌表面で残留している期間は、散布量が1m<sup>2</sup>あたり20gまでであれば、ディートは1ヶ月以内、シトロネラ油は1週間以内と推測される。

表6 散布地大気のディート濃度(H19)

μg/m<sup>3</sup>

		散布直後 (H19. 7. 4)	散布1週間後 (H19. 7. 11)	散布2ヶ月後 (H19. 9. 11)	散布4ヶ月後 (H19. 11. 22)
シトロネラ油	シトロネラル	7.3(0.6~16)	0.3(0.1~0.6)	<0.1	<0.1
	ガラニオール	1.3(0.5~2.7)	0.1(0.1~0.2)	<0.1	<0.1
	シトロネロール	0.7(0.1~1.7)	1.1(0.7~2.1)	<0.1	<0.1
	酢酸ガラニル	152(54~326)	0.5(0.2~0.7)	<0.1	<0.1
	リナロール	0.8(0.1~2.1)	0.2(<0.1~0.2)	<0.1	<0.1
	計	162(55~345)	2.1(1.1~3.4)	<0.1	<0.1
ディート		13(6.1~23)	0.2(<0.1~0.2)	<0.1	<0.1

表7 散布地大気のディート濃度(H20)

μg/m<sup>3</sup>

		散布直後 (H20. 6. 25)	散布1日後 (H20. 6. 26)	散布直後 (H20. 6. 30)	散布1日後 (H20. 7. 1)	散布3日後 (H20. 7. 3)
シトロネラ油	シトロネラル	63	<0.1	1.3	0.2	<0.1
	ガラニオール	38	<0.1	0.7	<0.1	<0.1
	シトロネロール	51	<0.1	0.9	<0.1	<0.1
	酢酸ガラニル	48	0.1	0.6	0.1	<0.1
	リナロール	7.1	<0.1	1.1	<0.1	<0.1
	計	207	0.1	4.6	0.3	<0.1
ディート		12.7	<0.1	44	0.3	1

② 大気調査結果

H19 の調査結果を表6に、H20 の調査結果を表7に示す。

これらの結果から、ディートとシトロネラ油ともに、薬剤散布直後に高濃度で検出されるが、その後は急速に低下した。散布から1日が経過すると、大気中で薬剤成分の検出はほとんどみられなかった。シトロネラ油のほうがディートよりも検出される濃度が高かったのは、揮発性が大きいためと考えられた。今回の調査では、土壌から大気への移行をみるために大気採集を地表十数cmと低い位置で行ったので、周辺での大気環境濃度は、拡散されてさらに低くなると

考えられる。

③ 土壌浸透水及び周辺河川調査結果

H19 の調査において、河川への流出をみるため、散布地付近の河川水を7月から10月まで、月に1度、定期的に水質を分析した結果では、付近の河川水からは、散布された薬剤成分はまったく検出されなかった。

また、土壌への薬剤の浸透状況を検討するため、散布から2週間後の雨天時に散布地の深さ約20cmのところまで土壌を浸透した雨水を採取して分析したところ、ディートが7.2μg/L検出された。

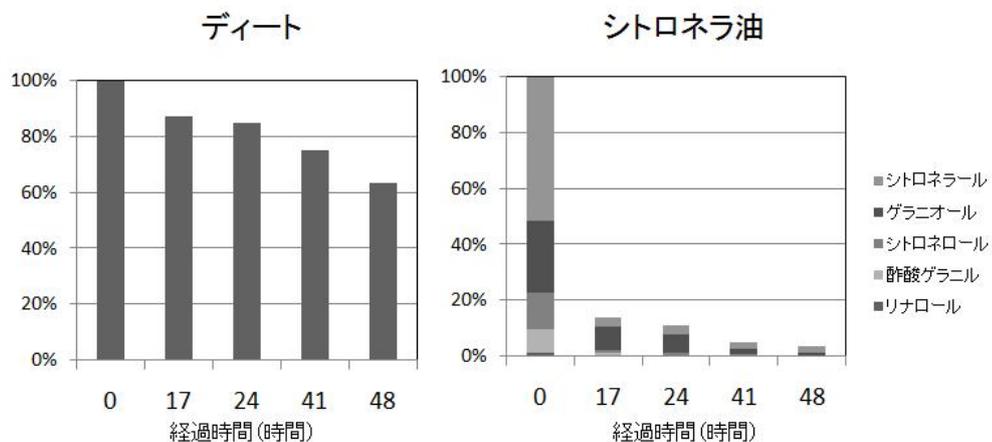


図5 駆除剤中の成分保持試験結果

### 3. 2 室内試験による駆除剤中の成分残存性の検討

結果を図5に示す。ディートは48時間が経過しても約60%の成分が残留したが、シトロネラ油は17時間経過後には10%程度まで残留量が低下したことから、防除薬剤において成分のシトロネラ油はディートより揮散しやすいことが確認された。

### 3. 3 ガシテールによる環境中存在割合の推定

大気と土壌への媒体別の排出率について推計した結果を図6に示す。その結果、ディートは、大部分が土壌中に保持されるのに対し、シトロネラ油の成分はディートと比較すると大気中へ移行する割合が多く、土壌調査および大気調査の結果を裏付ける結果が得られた。

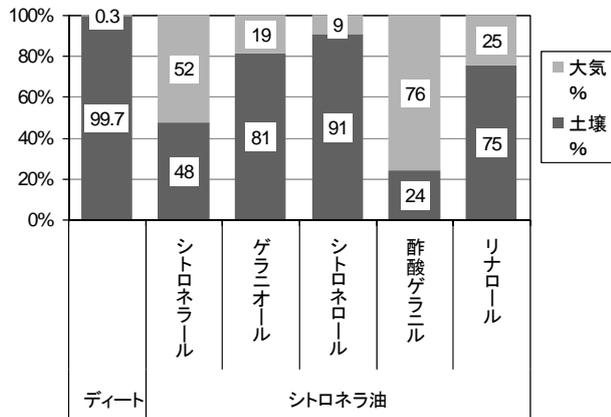


図6 ガシテールで計算した媒体別の排出率

これらのことから、ディート5%粉剤とシトロネラ油5%粉剤の環境中での残留性は、散布される土壌表面において1か月以上の長期にわたる残留性は無いと考えられる。また、2種の薬剤を比較した場合では、ディートが1週間程度であるのに対して、シトロネラ油の残留は散布後1日以内と非常に短い。土壌表面での薬剤成分の消長は、モデルによる計算や薬剤の残留性試験から、主に揮発によって大気へ移動するものと考えられる。室内実験の結果でも、土壌調査及び大気調査を裏付ける結果が得られた。

### 3. 4 水生生物に対する毒性試験

#### ①メダカ

メダカの毒性試験の結果を図7に示す。対照区及びディート区については実験終了までメダカは死亡しなかった。シトロネラ油区は、48時

間経過時に2匹が死亡した。この時、溶存酸素量が低下していることから、死亡の原因は酸欠によるものと考えられる。水中の酸素はシトロネラ油の不揮発成分が水中微生物により分解する際に消費されたものと考えられる。

魚類急性毒性試験による死亡匹数

時間	対照区	ディート粉剤添加区 (100mg/L)	シトロネラ油粉剤添加区 (100mg/L)
0	0	0	0
24	0	0	0
48	0	0	2
72	0	0	0
96	0	0	0
残存数	10	10	8

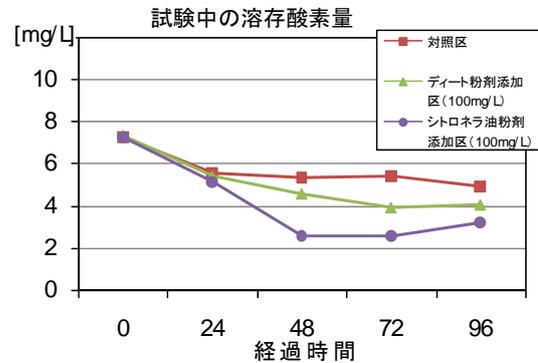


図7 毒性試験(魚類)の結果

#### ②藻類

藻類の毒性試験の結果を図8に示す。ディート、シトロネラ油のどちらも濃度の増加に伴い、遊泳障害を受ける個体の割合が増加した。実験開始時の調製濃度に対するEC50は、ディートが75mg/L、シトロネラ油が13mg/Lとなった。

#### ③ミジンコ

ミジンコの毒性試験の結果を図9に示す。ディート、シトロネラ油のどちらも濃度の増加に伴い、遊泳障害を受ける個体の割合が増加した。実験開始時の駆除剤の調製濃度に対するEC50は、ディートが43mg/L、シトロネラ油が4.1mg/Lとなった。

これらの結果より、ディートとシトロネラ油の水生生物に対する急性毒性は、ディートよりもシトロネラ油のほうが大きいことが明らかになった。その影響の大きさは、種間で異なり、ミジンコ、藻類、メダカの順に小さい。シトロネラ油のほうが毒性が強い結果となったのは、刺激性の強い物質であるためと思われる。ただし、シトロネラ油は、揮発性が高く水中での残

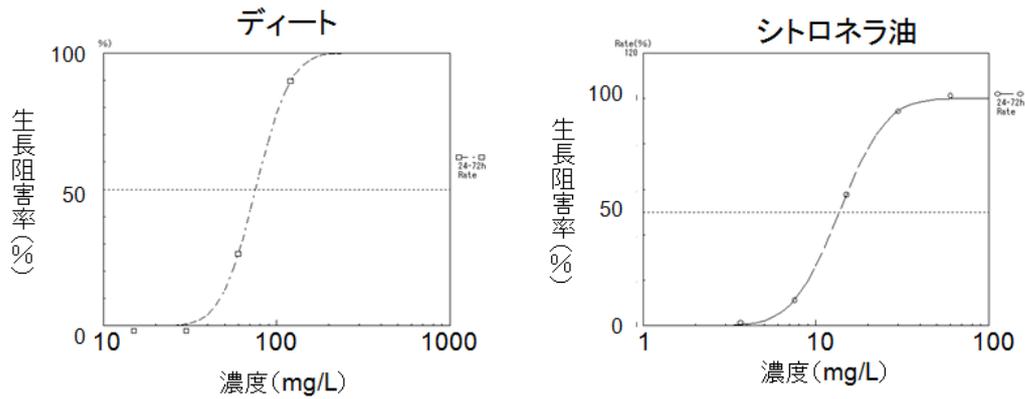


図8 毒性試験(藻類)の結果

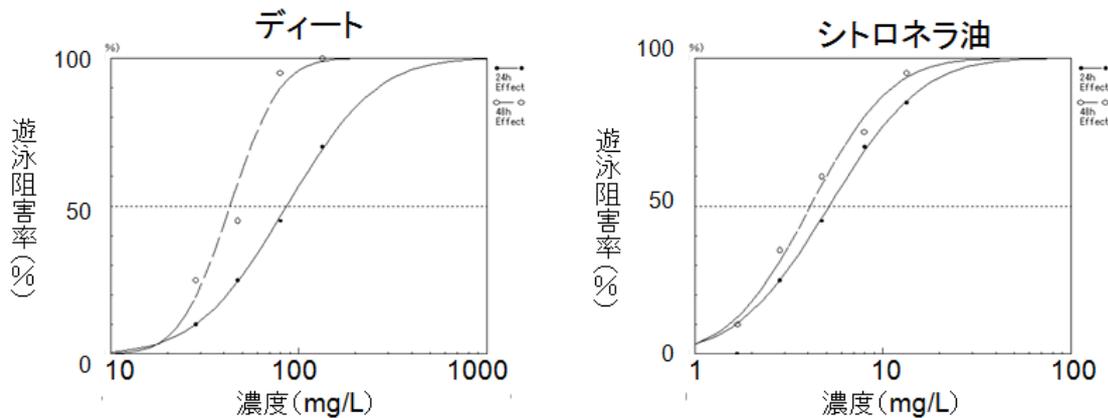


図9 毒性試験(ミジンコ)の結果

留性が低いことから、環境中で実際に影響のある濃度に達することはないのではないかと推測される。

また、ディートについては、 $100 \mu\text{g/L}$ 濃度の暴露試験でメダカに影響が無く、また、藻類の  $\text{EC}_{50}$  の値が  $75 \text{mg/L}$ 、ミジンコの  $\text{EC}_{50}$  の値が  $43 \text{mg/L}$ であった。環境調査で、散布地の土壤浸透水に検出された濃度が  $7.2 \mu\text{g/L}$ であり、この濃度の約 10 倍の濃度でメダカへの影響が見られず、また、藻類及びミジンコの  $\text{EC}_{50}$  の値よりも、はるかに低かったことなどから、適正な散布条件であれば、ディートによる水生生物への影響は無いと考えられる。

#### 4 まとめ

ヤマビル駆除剤成分の環境試料中の分析法を検討し、その手法により屋外での試験散布時の環境残留性を調査した。その結果、標準的な使用量においては、薬剤の残留性は低かった。

物性値を用いた計算や室内試験の結果から主に大気に揮散するものと考えられた。また、付近の河川への流出や生物への影響もみられな

かった。

#### 参考文献

- 1)ヤマビル対策共同研究報告書(神奈川県)
- 2)池貝隆宏ら:PRTR 対象農薬の地域別媒体別排出量推定法の検討, 26, 45-51(2003)
- 3)OECD テストガイドライン 201,202,203

#### (発表・特許等)

- ・第 32 回 (H21) 環境・公害研究合同発表会 (2008.6)
- ・第 43 回日本水環境学会年会 (2009.3)
- ・ヤマビル対策共同研究結果報告会(2009.4)
- ・第 18 回環境科学センター業績発表会(2009.11)