

ヤマビル対策共同研究 報告書

平成21年3月

神奈川県ヤマビル対策共同研究推進会議

目次

※項目括弧書き部分は、主な執筆担当機関名（略称）

第1章 共同研究の概要

- 1. 1 背景と目的（科学技術・大学連携室）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
- 1. 2 実施方法とスケジュール（科学技術・大学連携室）・・・・・・・・・・・・ 2
- 1. 3 報告書の主な内容（共著）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5

第2章 ヤマビルの生理・生態に関する調査研究

- 2. 1 ヤマビルとは（ヤマビル研究会）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9
- 2. 2 ヤマビルの生理と生態に関する調査研究
 - (1) ヤマビルの水中行動と温度耐性試験（自然環境保全C）・・・・・・・・・・・・ 12
 - (2) 天候の異なった一日のヤマビル発生消長調査（自然環境保全C）・・・・・・・・ 17
 - (3) 夏期と冬期の登山道におけるヤマビル生息状況調査（ヤマビル研究会）・・・・ 19
 - (4) 獣道周辺のヤマビル生息と吸血探査能力について（自然環境保全C）・・・・ 20
- 2. 3 ヤマビルの生息域と生息分布に関する調査研究
 - (1) ヤマビルの生息分布に関する調査研究（自然環境保全C）・・・・・・・・・・・・ 21
 - (2) ヤマビルの生息環境調査（ヤマビル研究会）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26
 - (3) ヤマビルの生息密度調査（ヤマビル研究会）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 29
- 2. 4 ヤマビルの吸血対象動物に関する調査研究
 - (1) 吸血対象動物特定調査（自然環境保全C）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33
 - (2) ニホンジカの有穴腫瘍痕確認調査（自然環境保全C）・・・・・・・・・・・・・・ 38

第3章 ヤマビルの防除対策に関する調査研究

- 3. 1 薬剤散布による防除に関する調査研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
 - (1) 室内試験における効力試験（衛生研）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 42
 - (2) 野外における防除試験（自然環境保全C）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 45
 - (3) 薬剤散布による環境影響調査研究（環境科学C、横浜国立大学）・・・・・・ 51
- 3. 2 生態的な特性を活用した防除に関する調査研究
 - (1) 草の刈払い等による防除に関する調査研究（自然環境保全C）・・・・・・・・・・ 62
 - (2) 落ち葉掻きによる防除に関する調査研究（自然環境保全C）・・・・・・・・・・・・ 67
- 3. 3 特定区域における防除に関する調査研究
 - (1) 茶園における防除と管理に関する調査（農業技術C）・・・・・・・・・・・・・・ 70
 - (2) 耕作放棄地における防除に関する調査（畜産技術C）・・・・・・・・・・・・・・ 78
- 3. 4 個人・家庭で行う防除に関する研究
 - (1) 手に入りやすいものを使った防除（殺ヒル効果）（衛生研）・・・・・・・・・・ 84
 - (2) ヤマビルの吸血行動から身を守るための研究（忌避効果）（自然環境保全C）・・・・ 86

第4章 今後のヤマビル対策に向けて（共著）

4. 1 個人による対策（民家、住宅地、茶園等）	88
(1) 個人・家庭における被害対策と駆除	
(2) 茶園における対策	
4. 2 地域での対策（里山、広場、耕作放棄地等）	91
(1) 草刈り等の環境整備による対策	
(2) 薬剤散布による対策	
(3) 耕作放棄地における対策	
4. 3 広域的な対策	94
4. 4 その他の対策	94
参考文献	95
用語の説明（文章中に*マークのあるものは、用語集に記載しております）	98
(参考資料)・ヤマビル対策共同研究計画書 ・ヤマビル対策共同研究推進要綱	

目次部分の機関名については、以下のとおり略称を使用しております。	
自然環境保全C	神奈川県自然環境保全センター
環境科学C	神奈川県環境科学センター
農業技術C	神奈川県農業技術センター
畜産技術C	神奈川県畜産技術センター
衛生研	神奈川県衛生研究所
ヤマビル研究会	(株)環境文化創造研究所 ヤマビル研究会
横浜国立大学	横浜国立大学大学院（環境情報研究院 土壌生態学研究室）
科学技術・大学連携室	ヤマビル対策共同研究推進会議事務局（神奈川県政策部総合政策課科学技術・大学連携室）

第1章 共同研究の概要

1. 1 背景と目的

(1) 被害の現状とこれまでの対策

ヤマビル^{注)}は、ミミズと同じ環形動物に属する体長2～8cm程度の動物で、湿潤な環境を好むため普段は落ち葉の下などに生息しているが、動物や人の気配を感じると接近して吸血する。日本国内では、平成17年(2005年)時点で、北海道と四国を除く25府県でヤマビルの発生が確認されており、その吸血被害により、住民の日常生活や観光にも影響が及んでいる。

神奈川県では、ヤマビルは古くから丹沢山地の奥地の一部に生息していることは知られていた。しかし、近年、丹沢大山の周辺山麓部にまで急速に生息域が広がり、里山や農耕地をはじめ住宅地にまで出現してくるようになったため、林業従事者や登山者だけでなく、ふもと住民にまで吸血被害が及んでいる。現在の生息域は、丹沢北部の相模原市(旧津久井町、旧藤野町)、東部の愛川町、厚木市、清川村、表丹沢の伊勢原市や秦野市にまで広がっていることが確認されており、西部の松田町と山北町の一部でも生息が確認されている。

ヤマビルの生息域が拡大している主な要因としては、里地の森林や農地の手入れ不足により、ヤマビルを寄生したニホンジカ等の中大型の野生動物が里地・里山に生息するようになり、これらの野生動物の生息域が拡大していること。ヤマビルの天敵がいないことがヤマビル生息域を拡大している主な要因と言われている。

県では、平成13年(2001年)度に庁内関係機関による打ち合わせ会議を立ち上げ、平成14年(2002年)度からは、これに関係市町村を加えた「神奈川県ヤマビル対策連絡会議」を毎年1回程度開催し、対策事例の情報交換等を行ってきた。また、県北地域県政総合センター(当時。現在は、県央地域県政総合センターと統合)では、平成17年(2005年)度から「県北地域鳥獣対策協議会」の中に「ヤマビル被害対策分科会」を設置し、専門家を加えて、ヤマビル被害防止対策を検討している。

市町村では、住民への薬剤配布をはじめ、対策に関する講習会の開催やパンフレットの配布など、それぞれ独自の被害対策に取り組んでいる。

注) 正式な名称は「ニホンヤマビル」であるが、この報告書では、特に断りが無い限り「ヤマビル」と表記する。

(2) 共同研究の実施

こうした対策にも関わらず、依然として、ヤマビルの生息域は奥山から里山へ拡大する傾向がみられることや、薬剤を散布する場合には自然環境への影響が懸念されるなど、新たな課題も出てきている。

このような中、ヤマビルについては、自然環境下での詳細な生態などは未だ不明な点が多く、また、県内での生息域については、個々の目撃情報や被害報告などの断片的な情報にとどまり、正確な生息域の調査はほとんどされていない。更に、防除対策のための薬剤についても、一部の地域で使用され始めているものの、その効果や環境影響についての研究事例は少なく、試験方法が十分に確立されていない状況にある。これらの課題に対応するためには、より正確な現状把握及び科学的根拠・裏付けが必要不可欠である。

そこで、効果的・効率的なヤマビル対策に繋げるため、必要とされる様々な知見を得ることを目的として、平成19・20年度(2007・2008年度)の2ヶ年にわたり、県試験研究機関を中心に、民間研究機関、大学と協力して、ヤマビル対策共同研究に取り組むこととした。

本報告書は、この2ヶ年の共同研究の成果と、それに基づく今後の対策に向けた方法を取りまとめたものであり、今後、本報告書を活用して、住民や自治体などが効果的な対策に取り組むことを期待するものである。

1. 2 実施方法とスケジュール

(1) ヤマビル対策共同研究計画書

共同研究の実施にあたり、平成18年(2006年)10月から平成19年(2007年)3月にかけて、「ヤマビル対策共同研究会議」を計4回開催し、具体的な研究の内容について検討を重ね、「ヤマビル対策共同研究計画書」を作成した。

共同研究は、ヤマビルに関する知見を集積して今後のヤマビル対策に繋げることを目的とし、対策の基礎情報となる「(1)ヤマビルの生息及び分布調査研究」、薬剤散布による対策に関する「(2)薬剤効果調査研究」と「(3)環境影響調査研究」、特定地域の対策に関する「(4)茶園等農耕地管理調査研究」から構成した。詳細は図1-2-1のとおり。

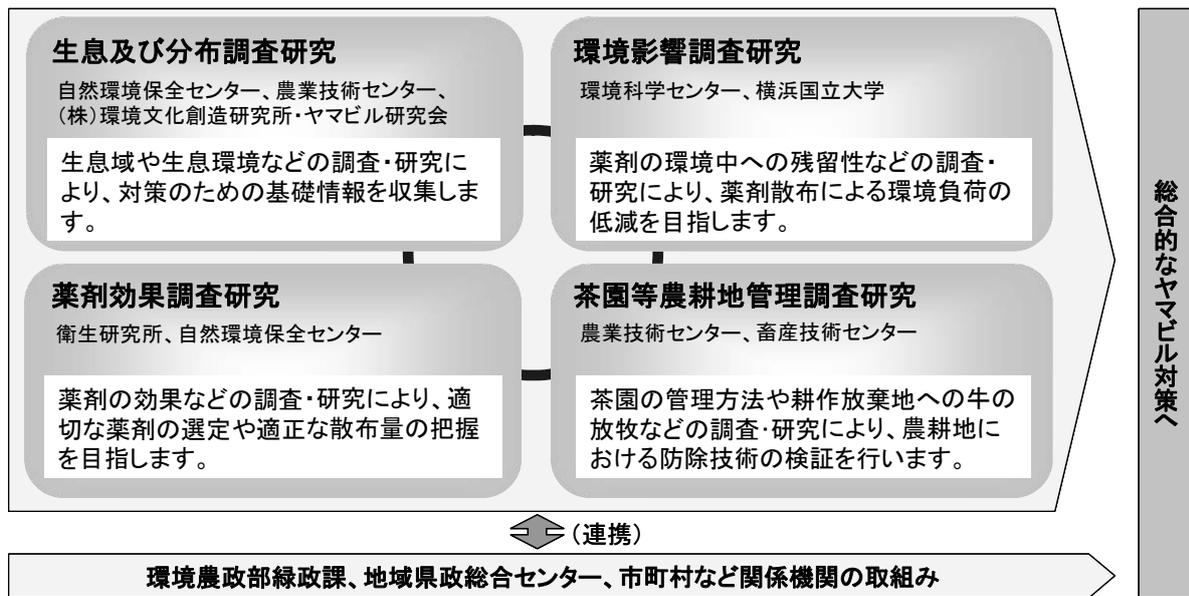


図1-2-1 ヤマビル対策共同研究

(2) 共同研究の実施方法

共同研究は、県の5試験研究機関（環境科学センター、自然環境保全センター、農業技術センター、畜産技術センター、衛生研究所）、横浜国立大学及び民間研究機関の(株)環境文化創造研究所・ヤマビル研究会が、共同研究計画書に基づき役割分担して進めた(図1-2-2)。

共同研究の実施に併せて、調査研究の方法や結果の検討を行う場としての「ヤマビル対策共同研究推進会議（以下「推進会議」という。研究実施機関と県の関係機関で構成。）」を定期的で開催し、情報交換と相互連携の強化を図った(表1-2-1)。

研究機関が、連携・協力して研究を実施することにより、調査試験方法の統一化、知識やノウハウの共有化、調査データの相互補完などが図られ、効率的な調査の実施や、より客観性・信頼性が高いデータを得ることに繋がった。

・「ヤマビル対策共同研究中間報告書」について

調査研究は、平成20年(2008年)度末を目途に一定の成果を得るように進めていたが、一方で、被害発生地域では、ヤマビル被害対策は喫緊の地域課題となっている。そして、対策を行う現場からは、適用可能で新しい情報が求められていたことから、経過半ばの調査研究も含め可能な限りの情報を提供し、市町村または住民がヤマビル対策を講ずる際の資料として活用してもらうため、平成19年(2007年)度に得られた結果について、中間報告として平成19年(2007年)度末に中間報告書を作

成した。

・「神奈川県ヤマビル対策事業報告会」について

ヤマビル対策共同研究をはじめとする県のヤマビル対策に係る新たな取組みを周知し、ヤマビル被害対策に関する県民の理解増進と県の総合的なヤマビル対策の推進を図るため、平成20年(2008年)6月に、厚木市において「神奈川県ヤマビル対策事業報告会」を開催した。

研究内容 機関名	生息及び分布調査研究	薬剤効果調査研究	茶園等農耕地管理調査研究	環境影響調査研究
自然環境保全センター	・生息域調査 ・寄生腫瘍痕確認調査	・殺ヒル効力試験(野外実験)		
環境科学センター				・水生生物への生態影響試験 ・環境中での薬剤の挙動に関する研究 ・環境影響調査
衛生研究所		・忌避効力試験(室内実験) ・殺ヒル効力試験(室内実験) ・生理活性影響試験(室内実験)		
農業技術センター	・生息域調査(茶園等)		・茶園管理影響調査 ・茶園における防除技術の開発	
畜産技術センター			(耕作放棄地) ・放牧前後の個体数変動調査 ・殺ダニ剤の殺ヒル効果に関する研究 ・放牧牛の不食エリアに対する効果的な駆除方法の検討	
横浜国立大学				・土壌生物への生態影響試験 ・環境影響調査
ヤマビル研究会	・生息環境調査 ・密度特性調査 ・被吸血動物特定調査			
	↓	↓	↓	↓
目標	・被害発生地域の把握 ・被害の発生しそうな地域の予測 ・吸血対象となっている動物の特定	・薬剤量と忌避、殺ヒル効果の検証 ・生理活性への影響の確認	・ヤマビルの生息しにくい茶園の管理方法の構築 ・茶園における防除技術の開発 ・耕作放棄地への牛の放牧による効果の検証	・薬剤散布による水生生物、土壌生物への影響の推定 ・薬剤の環境中での挙動の把握

図1-2-2 ヤマビル対策共同研究の内容と役割分担

表1-2-1 神奈川県ヤマビル対策共同研究に関する取組

年月日	内容
平成18年10月24日	第1回ヤマビル対策共同研究会議 本共同研究の位置付け及び共同研究の進め方について共有
平成18年12月26日	第2回ヤマビル対策共同研究会議 研究内容の整理と確認
平成19年 2月28日	第3回ヤマビル対策共同研究会議 研究計画の修正について確認
平成19年 3月28日	第4回ヤマビル対策共同研究会議 研究計画書について検討
平成19年 5月18日	ヤマビル対策共同研究の開始について記者発表(研究計画書の発表)
平成19年 5月21日	平成19年度「第1回ヤマビル対策共同研究推進会議」 共同研究の進め方について検討
平成19年 8月24日	平成19年度「第2回ヤマビル対策共同研究推進会議」 研究の進捗状況の報告
平成19年12月18日	平成19年度「第3回ヤマビル対策共同研究推進会議」 研究の進捗状況の報告と中間報告書の作成方法について検討
平成20年 2月13日	平成19年度「第4回ヤマビル対策共同研究推進会議」 中間報告書の内容と来年度の研究計画について検討
平成20年 3月	「ヤマビル対策共同研究中間報告書」の発行
平成20年 4月22日	平成20年度「第1回ヤマビル対策共同研究推進会議」 平成20年度の計画について検討
平成20年 6月10日	神奈川県ヤマビル対策事業報告会 中間報告書の概要と、県のヤマビルに関する取組について、県民を対象に報告を実施
平成20年10月 9日	平成20年度「第2回ヤマビル対策共同研究推進会議」 進捗状況の報告と報告書の作成方法について検討
平成21年 1月23日	平成20年度「第3回ヤマビル対策共同研究推進会議」 報告書の内容と研究結果報告会について検討

1. 3 報告書の主な内容

(1) 調査研究等の結果

○ 生息及び分布調査研究

【主な研究分野】

本研究では、ヤマビルの生息及び分布の調査を行うために、以下の調査研究を行った。

- ・ヤマビルの生理と生態に関する調査研究 (主な記載項目：2. 2)
- ・ヤマビルの生息域と生息分布に関する調査研究 (主な記載項目：2. 3)
- ・ヤマビルの吸血対象動物に関する調査研究 (主な記載項目：2. 4) 等

【研究方針等概要】

ヤマビル対策を行うための基本的な知識、情報等を得るために、どのような生態系を持ち、どの地域に生息しているかを調査した。また、ヤマビル生息域の拡大が、動物によりもたらされている可能性があることから、どのような動物によって、どのような仕組みで、その拡大が発生しているのかの検証を行った。

これらの知見をもとに、特に、神奈川県内での状況を調査することにより、県内においてヤマビルがどのような理由で生息域を拡大しているかの検証を行った。

【成果等】

- ・本県全域にわたり、字単位で生息状況の把握を行うことにより、ヤマビル生息マップ（2007年版）を作成。これにより、これまで主に被害が報告されていた北丹沢、東丹沢、表丹沢の他、西丹沢の一部での飛び地的な生息地を確認した。
- ・神奈川県における被吸血野生動物は、ニホンジカが主であるが、イノシシやタヌキなどその他の動物からの吸血も確認した。
- ・ヤマビルの生息密度は、獣道と交差する場所で高いことを確認した。
- ・ヤマビルの一日の出現数は、晴天・曇天日では朝夕夜が多く、正午前から昼過ぎに出現数が減少することが分かった。

○ 薬剤効果調査研究

【主な研究分野】

本研究では、ヤマビルに対する薬剤効果を調査するために、以下の調査研究を行った。

- ・薬剤散布による防除に関する調査研究（室内・野外） (主な記載項目：3. 1) 等

【研究方針等概要】

ヤマビル対策の手法として、薬剤の使用もひとつの防除手段となることから、薬剤効果の調査を行った。薬剤の効果としては、忌避効果（ヤマビルを死なせる効果は少ないが、嫌いな臭いや、味覚、色などで寄せ付けない効果）と殺ヒル効果（ヤマビルを殺す効力）が期待でき、本研究においては、主に、ディートやシトロネラ油を薬剤として用い、それぞれがどのような効力を発するかを室内試験及び野外試験を行って検討した。野外試験は、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」として清川村煤ヶ谷地区で実施した、ヤマビル防除薬剤の有効性実証事業（以下、「ヤマビル被害対策モデル事業現場実証試験」という。）と連携協力して行った。

【成果等】

- ・室内試験：忌避効果を検証したところ、ディート粉剤及びシトロネラ油粉剤についてそれぞれ5%濃度のものを使用した場合には、どちらも1m²あたり25g以上の散布が必要であることが分かった。
- ・野外試験：薬剤の散布量に応じ、以下の結果が得られた。

ディート粉剤またはシトロネラ油粉剤（ともに5%濃度、10g/m²散布）

→散布直後（1時間）は抑制効果あり。

ディート（5%濃度、30g/m²散布）またはシトロネラ油粉剤（6.5%濃度、20g/m²散布）

→1日程度は抑制効果あり。

※散布直後に地表面上の落ち葉などと薬剤をかき混ぜると、ディート粉剤の場合は抑制効果が高くなり、効果の持続性も延長（5日程度）。

○ 環境影響調査

【主な研究分野】

本研究では、ヤマビル対策を行う際の環境への影響を検証するため、以下の調査研究を行った。

- ・ 薬剤散布による環境影響調査研究（主な記載項目：3. 1）等

【研究方針等概要】

薬剤の使用に際し、環境影響を把握することは、重要な検討課題のひとつであることから、室内試験により、土壌生物、水生生物、大気・水・土壌等への薬剤使用における影響の調査を行った。また、県央地域県政総合センターが実施した「ヤマビル被害対策モデル事業現場実証試験」と連携協力し、野外におけるヤマビル防除の環境への影響調査を実施した。

【成果等】

- ・ 大気や土壌の影響については、ディート粉剤、シトロネラ油粉剤（ともに5%濃度、散布濃度20g/m²）の使用による環境中での長期薬剤残留はないことが確認された。
- ・ 土壌生物（トビムシ）と水生生物への影響（毒性）は、シトロネラ油よりディート粉剤が小さいことが分かった。また、ディート粉剤のトビムシの半数影響濃度は30g/m²と推定された。

○ 茶園等農耕地管理調査研究

【主な研究分野】

本研究では、茶園等農耕地におけるヤマビル対策を検証するために、以下の調査研究を行った。

- ・ 茶園における防除と管理に関する調査（主な記載項目：3. 3）
- ・ 耕作放棄地における防除に関する調査（主な記載項目：3. 3）等

【研究方針等概要】

ヤマビルの生息域の拡大に伴い、山間地の茶園等、農耕地でも作業者の被害が発生している。また、近年増加している里地・里山の耕作放棄地についても、ヤマビルの主な生息地となっていることから、これら茶園・耕作放棄地等の特定区域におけるヤマビル対策の検討を行った。

茶園においては、ヤマビルの生息域及び栽培管理に用いる肥料・農薬*のヤマビルに対する影響の調査を行い、ヤマビルの発生を抑止する適切な茶園の管理方法を検討した。また、耕作放棄地においては、雑草が繁茂している時期に、和牛の放牧による除草効果により、ヤマビル防除に対する効果等を検証した。

【成果等】

- ・ 茶園：農薬散布や肥料として石灰窒素を使用するといった通常的茶園管理を行うことで、ヤマビルの個体数が減る傾向があった。また、ヤマビルが多く現れる時期の農薬（ミクロデナポン水和剤85）の散布が有効であることが分かった。
- ・ 耕作放棄地：和牛の放牧による除草効果により、周辺に比べて放牧地内におけるヤマビルの個体数を抑制する効果が認められた。

○ 環境整備による調査研究

【主な研究分野】

本研究では、環境整備によるヤマビル対策を検証するため、以下の調査研究を行った。

- ・草の刈払いによる防除に関する調査 (主な記載項目：3. 2)
- ・落ち葉掻きによる防除に関する調査 (主な記載項目：3. 2) 等

【研究方針等概要】

生息環境の変化によって、どのような影響がヤマビルに及ぼされるかを調査するために、草の刈払い等による防除効果を検証した。

【成果等】

- ・草を刈った後、刈った草をそのまま放置した場合には効果がないが、刈った草を取り除く、数メートル間隔にまとめ、その後処理をした場合は、効果が認められた。
- ・秋に、落ち葉掻きを行った場所では、ヤマビルは冬を越すことができなかった。

○ その他調査研究

上記の研究以外に、個人・家庭で行う対策として、以下の調査研究を行った。

【主な研究分野】

- ・手に入りやすいものを使った防除 (主な記載項目：3. 4)
- ・ヤマビルの吸血行動から身を守るための研究 (主な記載項目：3. 4) 等

【成果等】

- ・ヤマビルを食酢、エタノール、食塩水に浸したところ、殺ヒル効果が認められた。
- ・上記材料を靴・衣服などに塗布したところ、忌避効果が認められた。
- ・ヒトの吸血被害は、手足が約80%を占めていることが分かった。

(2) 今後の対策に向けて

研究を通して得られた知見を、今後の対策に活かすことを目的に、主に3つの側面から対策を取りまとめた。

○ 個人による対策（民家、住宅地、茶園等） (4. 1参照)

野外活動を行う場合や、民家及びその周辺、茶園においてヤマビル対策を取りまとめた。

【個人・家庭における予防と防除】

- ・民家及びその周辺は、雑草や落ち葉、石等を除去し、ヤマビルの隠れ場所となっている環境をつくらない。
- ・野外活動を行う場合は、ヤマビルの活動が盛んな時期（5月～10月頃）・時間帯（晴天・曇天日では朝夕や夜間、降雨日など湿度が高い日は終日）や、ヤマビルが多く出現する場所を知った上で、吸血被害を防ぐ服装をするとともに、忌避剤の使用などの適切な被害予防対策をとる。
- ・近づいてきたヤマビルは、食酢、消毒用エタノール、食塩水（濃度20%）を、ハンドスプレーなどを用いて直接吹きかけて駆除する。

【茶園における対策】

- ・野生動物の侵入を防ぐため、動物よけ網やトタン板、電気柵などを設置する。
- ・ヤマビルの生息しにくい環境をつくるため、茶園及びその周辺の草刈りや落ち葉の除去などを行う。
- ・農薬散布や施肥（石灰窒素）など、適切な栽培管理を行う。

○ 地域での対策（里山、広場、耕作放棄地等）（4. 2 参照）

丹沢大山の麓の里山など、人の生活圏内におけるヤマビルによる被害対策として、地域で行う取組について取りまとめた。

【草刈り等の環境整備による対策】

- ・道路や歩道、広場などにおいて草刈りや落ち葉掻き、石等の除去、側溝の清掃など、ヤマビルに住みにくい環境づくりを行う。その場合、地域内にある野生動物の獣道や、足跡のある場所を中心に行う。
- ・野生動物の餌場や隠れ場所を除去したり、獣害防護柵の設置など、野生動物を地域に近づけない環境づくりを促進する。

【薬剤散布による対策】

- ・ヤマビルの活動を一時的に抑制したい場合には有効であるので、ディートやシトロネラ油を有効成分とする薬剤を、適切な使用方法で散布する（緊急的、局所的な対策として行う）。

【耕作放棄地における対策】

- ・一定（20a程度）以上のまとまった耕作放棄地において、牛の放牧によるヤマビル防除対策を行う。

○ 広域的な対策（4. 3 参照）

広域的なヤマビル対策については、森林等自然環境の整備や野生動物の管理など、ヤマビルの生息域の拡大抑制に向けた取組を推進していくことが必要であることから、その方法等について取りまとめた。

【適切な自然環境の整備】

- ・森林などの適切な管理、整備を行う。
- ・ヤマビルの生息しやすい環境を取り除くため、林道、登山道、公園などの草刈りの実施、施設に堆積している落葉・石等の除去などを行う。

【野生動物の適正な管理】

- ・野生動物の適正な生息密度の管理を行う。

○ その他の対策（4. 4 参照）

【ヤマビルに関する正確な情報の収集と提供】

- ・ヤマビルの生息地の状況や適切な防除方法などの情報を収集し、住民や自治体などの間で情報の共有化を図るとともに、密に連携を深めることが不可欠である。

第2章 ヤマビルの生理・生態に関する調査研究

2. 1 ヤマビルとは

【分類】

ヒル類は、世界では4目10科約650種が知られており、日本では3目5科約60種が確認されている¹⁾。ニホンヤマビル(学名：*Haemadipsa zeylanica japonica*)は、ミミズやゴカイと同じ環形動物門に属し、ヒル綱顎蛭目ヤマビル科に分類される。東南アジアやネパールなどに生息する*Haemadipsa zeylanica*の一亜種として位置づけられている。日本国内で、陸棲の吸血性ヒルとしては唯一の種であるが、亜種として沖縄県八重山諸島の西表島と石垣島からのサキシマヤマビル(*Haemadipsa zeylanica rjukjuana*)と硫黄列島の北硫黄島からのイオウジマヤマビル(*Haemadipsa zeylanica ivosimae*)²⁾の2つが記載されている³⁾。

【分布と生息場所】

ヤマビルの生息分布は、北は秋田県から、南は鹿児島県と沖縄県八重山諸島の西表島・石垣島まで広く分布が確認されており、新潟の佐渡島、宮城の金華山、兵庫の淡路島、そして鹿児島島の屋久島を含め、2005年現在で25府県77地域になる⁴⁾。

近年特に生息密度が高い地域は、秋田の五城目地域、群馬の赤城地域、千葉の鴨川市・房総半島南端地域、神奈川の東丹沢地域、静岡の大井川上流、三重・滋賀の鈴鹿山系、京都・兵庫の山間部、宮崎の西米良、鹿児島島の宮之城などの山間部や人家周辺までにも見られる。四国地方も分布地域として記載されているが⁵⁾、分布地や生息密度などについての詳細の情報は不明である。

ヤマビルは強い背光性*を有し、川沿いや窪地、直射日光の当たらない林道の山側(谷側より窪みがあり水分が多い)など暗く湿潤な環境を好む。日光の当たるところであってもスギ・ヒノキの幼齢林*や、草が茂っていたり落ち葉や石などが多く覆っているところに潜んでいることがある。またヤマビルは山間地域の草地や森林などに多く生息し、林道や登山道に堆積した枯れ枝や落葉によく潜んでいる。近年では、里山地域の畑や田のあぜ道、雑木林などにも生息数が増えてきている。

【形態】

ヤマビルの形態を図2-1-1⁶⁾に示した。ヤマビルの体は強い伸縮性があり、体長2~3cm(ふ化直後の子ビルは体長5mm程度)で伸びると5~8cmになる。また引っ張ってもちぎれないほどの弾力性があり、足で踏みつけてもつぶれない強靱な筋肉を持っている。体色は赤褐色から茶褐色で、背面には黒褐色の3本の縦筋がはっきりと見られる。

体は27節に分けられ、雄生殖孔は11体節・雌生殖孔は12体節の腹面にある。第26体節側部には、ヤマビルに特徴的な耳状突起がある。第27体節の背面に肛門がある。体表には多くの乳頭状突起があり、炭酸ガスや温度などを感じる感覚器の役割があるとされ、前足の辺縁部周辺には、杯状の眼点が10個(5対)あり、明暗を感知することができ、物の動きもわずかに識別できるとされる⁶⁾。身体の腹面端部には2つの吸盤をもち、前足部の前吸盤(直径1mm~3mm)と後足部の後吸盤(直径1mm~5mm)を使ってシャクトリムシ状に歩行する。前吸盤の中央には口器があり、口腔内に逆Y字状に3つの顎がある。それぞれの顎の縁にはのこぎりの様に歯が70~80個並んでおり、歯の間にはヒルジンという血液凝固阻止物質を出す分泌穴が多く開いている。

【吸血行動】

ヤマビルは、歩道の石や葉の裏に潜んで近くを通る野生動物や人に取り付き、吸血しやすい部位(足の指やひづめの間など体毛の少ないところ)の隙間に入り込む。そしてやわらかい表皮を3つの顎でY字型に切り、にじみ出る血液を約30分~1時間かけて吸血する。

吸血の際は、全体を波打たせて血液を体内に送りこむ様子が見られ、体表からは血液中の水分を濾過した透明な

液体が排出される。吉葉によると、この排泄液にはタンパク質は含まれずカリウム、ナトリウム、および塩素の元素が血漿*中よりも高濃度に含有されるという⁷⁾。

麻酔効果のあるヒルジンが顎歯の間から分泌されることにより、吸血される動物に痛みはほとんど無い。またヒルジンの血液凝固阻止作用により、吸血後の出血が1～2時間続く。食いついたヤマビルを無理矢理除去しようと引っ張ると、細い頸部などが分断されてしまうこともあるが、顎歯が皮膚に食い込んで傷口に残ることはない。

吸血量はヤマビルの体重の約8倍（その内排泄水分量は体重の2倍）で、吸血された動物の失血量は傷口からの出血量を含めるとヤマビル体重の約10倍となる。一回の吸血で15ヶ月は吸血せずに生存できることが確認されており、また、一度吸血してから再び索餌行動を起こすまでの期間は、3ヶ月から11ヶ月とされている。そして、1回の吸血量が多い個体ほど、再び索餌行動を起こすまでの期間が長くなると考えられている⁸⁾。

【生殖と産卵】

ヤマビルは、十分に吸血して体重が0.5g以上になると産卵することができる成体となる。雌雄同体*であるが、他の個体との交接がなければ産卵できないと考えられている。個体同士が互いの首を絡めるようにして精子を受け渡す交接様式がみられ、受け渡された精子は貯精嚢に貯められる。

ヤマビルの産卵様式を図2-1-2⁹⁾に示す。中川によると、産卵の2～3週間前に環帯が黄色になり、やがて環帯の前端と後端がくびれてひょうたんのような形になる。その後、環帯の腹側から1～2時間かけてゼラチン質の泡を出し、その泡の塊の内側に環帯を潜らせ、生殖孔から泡の中に卵を産卵する。泡はしばらくすると表面が硬くなって蜂の巣状となり、直径1cmの球形の卵塊が形成されることが観察されている⁹⁾。

山中ら¹⁰⁾の観察から、産卵は5～10月の月平均気温が20℃以上の時期に多くみられ、ヤマビルが1年間に産出する卵塊は平均2.3個（多くて8個）であり、卵塊の産出間隔は平均8日間であった。さらに卵塊1個当たりからふ化してくる仔ビル個体数は平均5.7個体であった。しかしながら、これらの数値はバラツキがあり、気象条件や吸血個体の栄養状態などの影響をうけて、成体が吸血後に産卵に至らなかったり、卵塊が腐敗してふ化しなかったりという場合も見られた。

【活動期】

ヤマビルの活動時期は4月～11月で、気温が20℃以上の雨か、雨上がりの天候が最も活発に動く。気温が上昇する4月下旬から地表にいる個体が増え、6～7月の梅雨や9月の秋雨の時期に特に活動が活発化し、気温の低い12～3月には、落葉や石の下などに潜んでいる。地表が乾燥しやすい夏期はヤマビルの出現数が減少する傾向にある。

人の吸血被害は5～6月と9～10月の行楽シーズンに多く、ヤマビルが活発に活動する6～7月と9～10月には子ビルが多くみられ、吸血被害も増加する傾向にある。自然環境下では気温や湿度が大きく変動することや吸血できるチャンスが少ないことから、寿命（平均生存年数）は1～2年だと考えられている¹¹⁾。

【吸血対象動物】

山中によると、1987～1998年、房総半島でへい死した野生動物についてヤマビルの吸血痕がみられるかどうか調査したところ、足の指や蹄の間の毛が少なく皮膚が柔らかいところに吸血痕がみられ、ニホンジカが最も多く123個体中55個体に吸血痕が確認された。次いでアナグマが22個体中12個体と多かった。その他タヌキ、ニホンザル、ノウサギが1個体ずつ見つかっている¹²⁾。

さらに、千葉県鴨川市周辺で1992～1993年に有害獣駆除にて捕獲されたニホンジカに対するヤマビルの寄生状況を調べたところ、26.2%のシカが吸血されていた。また、このうちヤマビルが何度も吸血することにより趾間の皮膚が瘤状に盛り上がり、内部が空洞化した状態（有穴腫瘍）を40.1%が保有していたことが報告されている¹³⁾。

秋田県では、DNA*鑑定法（PCR-SSCP法*）により、林地のヤマビルはカモシカを最も多く吸血してお

り、ヤマビル1頭がクマやノウサギやタヌキなどの複数の動物を吸血していることもわかった。さらにヤマドリやキジなどの鳥類を吸血している個体もあり、鳥に付着してヤマビルが長距離移動する可能性もあるとされている¹⁴⁾。

兵庫県においては、2004～2006年に同様のDNA鑑定法により調査され、農村地区や緑地公園、キャンプ場などの生活圏周辺においてヤマビルを採集したところ、検査結果からニホンジカが6割、イノシシが3割、その他鳥類を吸血していることが判明し、ヒトを吸血した個体も確認された¹⁵⁾。

【天敵】

自然環境の中でヤマビルの有力な天敵となる生物は、今のところ見つかっていないが、佐々木ら¹⁶⁾により糸状菌*の仲間である*Beauveria bassiana*と*Fusarium solani*のヤマビルに対する致死効果が確認されており、菌類はヤマビルの天敵のひとつと考えられる。

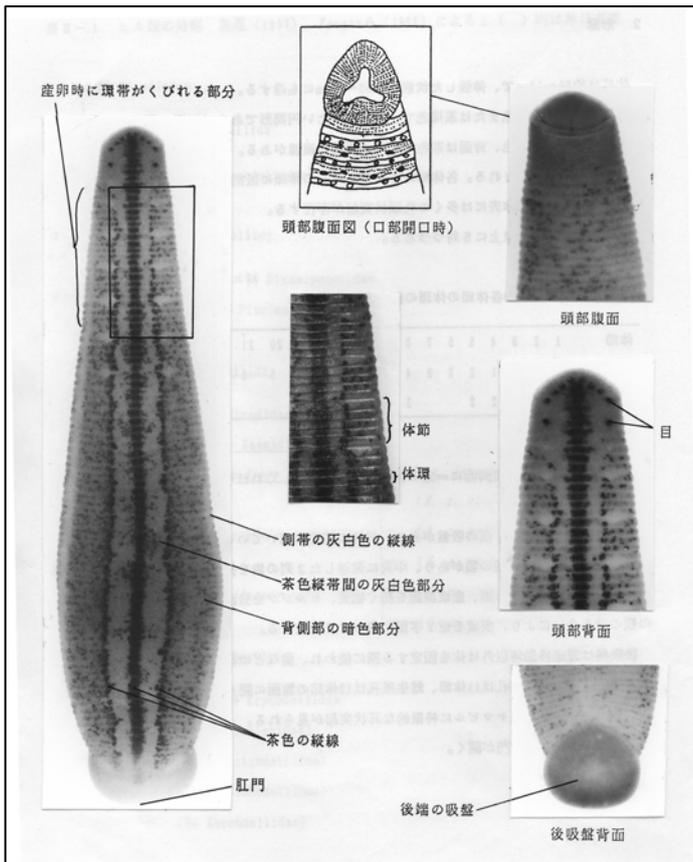


図2-1-1 ヤマビルの形態⁶⁾

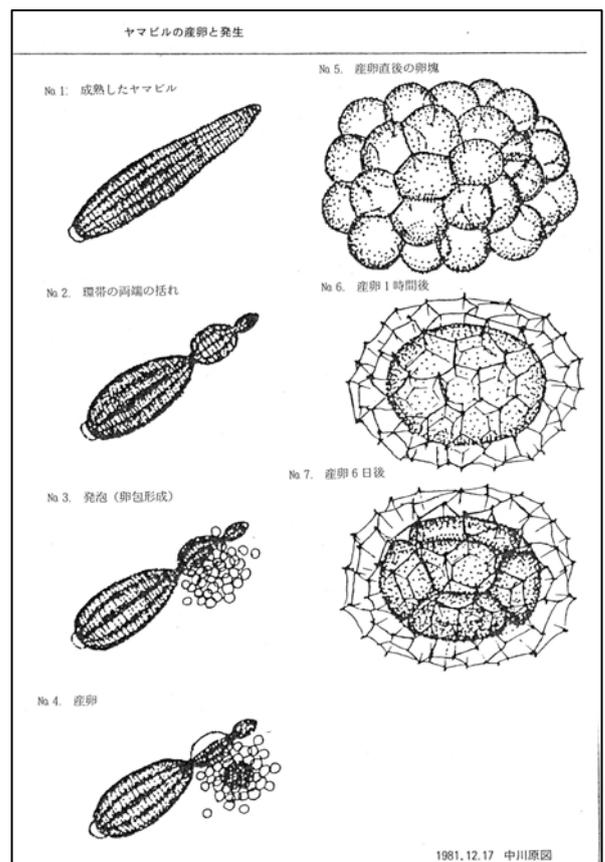


図2-1-2 ヤマビルの産卵⁶⁾

2. 2 ヤマビルの生理と生態に関する調査研究

ヤマビルの防除を目的とした調査研究を推進するため、研究の基礎となるヤマビルの生理・生態に関する調査研究のうち、現在まで研究が行われていない分野について調査研究を実施した。

(1) ヤマビルの水中行動と温度耐性試験*

1. ヤマビルの水中行動試験

【目的】

ヤマビルは、山地の谷筋など湿度の高い地に多く生息していることから、寄主動物に吸着して移動するだけでなく、降雨時に水流によって運ばれ河川などを通じて生息域を拡大している可能性が疑われている。そこで、ヤマビルの水中での行動や生存能力を調べるための試験を行った。

【試験方法】

(ア) 水中行動試験

野外の河川の流水中及び室内でバケツを使い静水中におけるヤマビルの行動を観察した。

(イ) 水中における生存能力試験

ポリプロピレン（以下、「PP」という。）サンプル瓶（直径5cm、高さ7cm）に、その日に野外から採取してきたヤマビルを各1個体ずつ入れ、蓋を閉めた後容器内に空気が残らないよう注射器で注水（水温24.2℃）した（図2-2-1）。ヤマビルは皮膚呼吸を行っており、体表面積の違いで水中での生存時間に差がでることが考えられることから、大ビル（後吸盤径3.5mm以上）、中ビル（後吸盤径1.5mm～3.5mm未満）、小ビル（後吸盤径1.5mm未満）のサイズ別に各5個体を使用して、水中に8時間浸水させて生存能力と放水後30時間の生存状態を観察した。

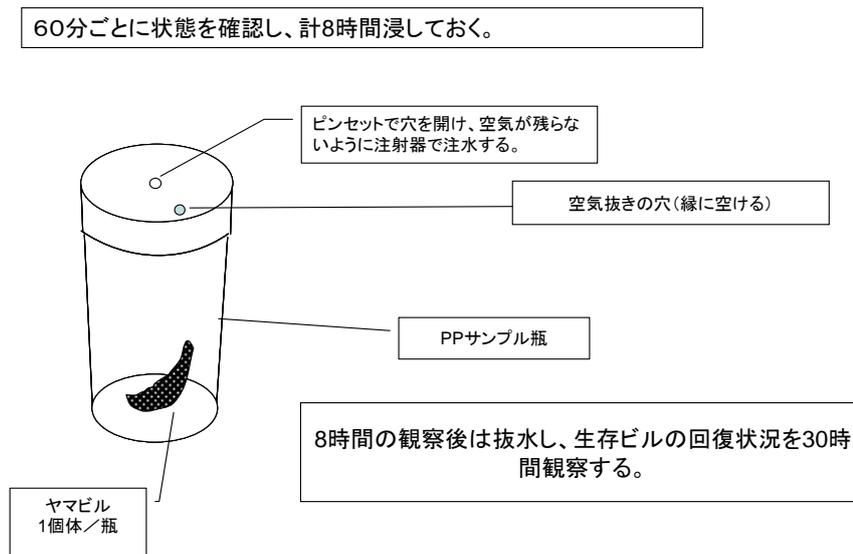


図2-2-1 ヤマビルの水中生存能力試験

【結果と考察】

(ア) 水中行動試験

河川を使った実験では、ヤマビルは投下後泳ぐことなく川床に沈降した。川床に達したヤマビルは、水流に若干流された後川底にある小石に吸着し、地表の行動と同じく前吸盤で吸着物を探りながら、尺取り虫状にほふく歩行で川床を移動した。水流に流されたときは、体を伸ばした状態で前後の吸盤をひねりながら流され石などに触れたところに吸着した。吸着後の移動方向には定まった様子は見られず、身近な吸着物の有無を前吸盤で探りながら移動している様子が見られた。しばらく川床を移動していたが、川床に刺さっていた竹幹に吸着した後は、迷いなく竹幹を上方に昇りはじめ水中より脱出した。また、バケツを使用した実験では、ヤマビルをピンセットで摘み水中につけると強くピンセ

ットに吸着しなかなかなか離れなかったが、強制的に放した後はやはり泳ぐことなくバケツ底面に沈降し、バケツの底面を側面まで尺取り虫状に歩行した後は迷いなく上方に昇り水中より脱出した。

以上の結果から、ヤマビルは水中を泳ぐ能力はなく、また一定以上の速さの水流がある河川では流されることが判った。しかし、水中での歩行能力は比較的高く、川底に石など吸着しやすいのがあると器用に吸着し、流されることがなく水中を歩行する能力があり、水中においても垂直方向に対する探索能力を有していることが確認された。

(イ) 水中における生存能力試験

PPサンプル瓶による8時間の水中に閉じこめる実験を行った結果を表2-2-1に示す。結果は、全てのヤマビルが生存して、水中における生存能力が非常に高いことが判明した。また、水中生存能力の試験後にPPサンプル瓶の水を放水した直後の観察では、蓋を開けた直後に索餌行動を起こした個体は、15個体中10個体（大ビル2個体、中ビル4個体、小ビル4個体）と多く、丸く固まって動かずピンセットで突くとわずかに動いたものが5個体であった。また、放水後30時間を経過した時点では、15個体全てが蓋を開けたとたん人間の呼気や震動などに反応して直ちに索餌行動をおこした。

個体サイズ別の水中行動の特徴として、大ビルは全時間に渡り均等な動きをしていたが、中・小ビルは試験前半の動きが少なく後半は活発な動きに変わっていた。さらに放水後の回復傾向は中・小ビルの回復が早く、大ビルの回復は比較的に緩慢で長時間を要した。

(ウ) 考察

野外試験などからヤマビルは泳ぐ能力はないが、水中における生存能力は非常に高く、水流によって運ばれ河川沿いに生息域が拡大する可能性は否定できないと思われる。しかし、生存能力試験の結果から、水中埋没後8時間が経過した時点でも3分の2のヤマビルが水中での歩行能力や吸着能力を有していたことから、河川に流された場合でも長時間川底の石や草などに吸着していることは可能で、水中行動試験で観察されたように、水中で吸着物を探りながら歩行し陸地に脱出しているのではないかと推察される。また、別に実施したヤマビル生息域の調査においても、水流によって運ばれたと思われるような特異的な生息地は見られなかったことなどから、現実には水流による運搬拡大の可能性は少ないものと思われる。

なお、個体サイズの水中行動の特徴については、ヤマビル個体の体力の差によるものと思われ、大ビルに比べ中・小ビルの活動が後半に活発となったのは、水中で生存限界に近づいたことが原因ではないかと推察される。

表2-2-1 ヤマビルのサイズ別水中生存能力実験(単位：頭) 2008.8.29

観測時間	大ビル (φ3.5mm以上)				中ビル (φ1.5mm-3.5mm)				小ビル (φ1.5mm未満)				— 死亡 + 仮死状態 ++ 動き有り +++ 歩行行動
	—	+	++	+++	—	+	++	+++	—	+	++	+++	
1時間	0	2	1	2	0	2	2	1	0	3	2	0	
2時間	0	2	1	2	0	5	0	0	0	4	0	1	
3時間	0	2	2	1	0	3	2	0	0	3	2	0	
4時間	0	3	2	0	0	3	2	0	0	3	1	1	
5時間	0	2	2	1	0	5	0	0	0	2	2	1	
6時間	0	0	4	1	0	1	4	0	0	1	0	4	
7時間	0	1	2	2	0	2	2	1	0	2	0	3	
8時間	0	0	3	2	0	0	1	4	0	0	1	4	
平均	0	1.5	2.13	1.38	0	2.63	1.63	0.75	0	2.25	1	1.75	

ヤマビルの放水後のサイズ別生存状況

観測時間	大ビル (φ3.5mm以上)				中ビル (φ1.5mm-3.5mm)				小ビル (φ1.5mm未満)				— 死亡 + 仮死状態 ++ 動き有り +++ 吸血行動
	—	+	++	+++	—	+	++	+++	—	+	++	+++	
13時間	0	2	2	1	0	0	4	1	0	0	2	3	
21時間	0	0	2	3	0	0	0	5	0	0	0	5	
30時間	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	5	
平均	0	0.67	1.33	3	0	0	1.33	3.67	0	0	0.67	4.33	

2. ヤマビルの温度耐性試験

【目的】

ヤマビルの生理や生態については不明な点が多く、生態的な防除^{*1}対策を研究するうえで課題となっている。ヤマビルの生息環境と索餌行動については、地表面付近の温度と湿度が大きく影響していることが報告¹⁾されているが、ヤマビルの生存可能な温度については、33℃以上の高温では生存できないという報告²⁾があるだけで詳しい研究は行われていない。このため、ヤマビルの高温域及び低温域における生存限界温度を知るための試験を実施した。

なお、高温域における生存限界温度の試験については、2007年に予備的な試験を行いその結果を基に2008年再度試験を実施した。また、低温域の生存限界温度についてはヤマビル研究会が2007年に行った試験結果を基に、2008年に農業技術センター北相地区事務所と連携して試験を実施した。

1) 高温耐性試験 2008年 7月11日～ 7月18日 自然環境保全センター

2) 低温耐性試験 2008年10月30日～11月15日 農業技術センター北相地区事務所

【方法】

(ア) ヤマビルの高温耐性試験

あらかじめ穴を開けた食品保存用のプラスチック容器（径9 cm）に、大ビル（後吸盤径3.5mm以上）、中ビル（後吸盤径1.5mm～3.5mm未満）、小ビル（後吸盤径1.5mm未満）各1個体入れた容器を、ヤマビルの個体サイズ毎に各5個使用し、温湿度の調整が可能なグロースチャンバー*（SANYO MLR351-H）で、湿度をヤマビルの体水分と同じ80%に設定して、図2-2-2のとおり37℃～41℃の各段階における90分間の高温耐性試験を実施した。



図2-2-2 グロースチャンバー（MLR351-H）による高温耐性試験の状況



図2-2-3 低温インキュベーター（EYELA LT1600D）による低温耐性試験の状況

(イ) ヤマビルの低温耐性試験

①予備試験

10月30日及び11月5日、予め穴を空けたPPサンプル瓶（φ4 cm、h8 cm）に、大・中・小ビル1個体を入れたものをそれぞれ3瓶用意し、図2-2-3の低温インキュベーター*（EYELA LT1600D 東京理化学器械）を使用して、-5℃、-7℃、-10℃の各段階における1時間の予備試験を行いヤマビルの低温域における耐性試験を実施した。

②本試験

-5℃の低温で死亡個体がでた予備試験の結果をもとに、11月10日及び15日に-5℃、-4℃、-3℃の各段階におけるヤマビルの低温耐性試験を行った。実験方法は予備試験と同じく、PPサンプル瓶に大・中・小ビルを1個体/瓶に入れたものを、個体サイズ別に3個ずつ用意し使用した。また、試験時間については自環保Cの2007、2008年の気象観測結果から、-3℃以下の低温連続時間が平均4.5時間であったことからそれより短い3時間とした。低温インキュベーター内における生存状態の確認は1時間後と実験終了時の3時間後に行い、さらに低温装置から出して21時間後のヤマビルの生存状態を観察した。

【結果と考察】

(ア) ヤマビルの高温耐性試験の結果

高温耐性試験の結果は、図2-2-4～6のとおりで小ビル<中ビル<大ビルの順に耐性が見られた。小ビルは37℃の30分以内に死亡する個体が現れ、39℃では60分以内に全個体が死亡した。また、中ビルは40℃で30分頃から死亡する個体が現れ、41℃では30分以内に全個体の死亡が確認された。さらに、大ビルでは40℃の90分後でも死亡する個体はなかったが、41℃では30分以内に死亡個体が現れ90分以内に全個体が死亡した。このような試験で適切な実験時間はどの程度に設定するのか不明であったが、この実験結果からヤマビルの高温域の生存限界温度は小ビルが38℃、中ビルが40℃、大ビルは41℃という結果が得られた。

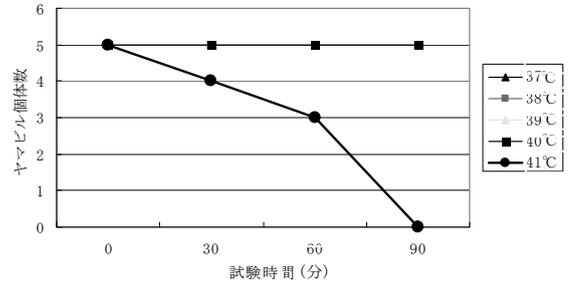


図2-2-4 大ビルの高温耐性試験結果

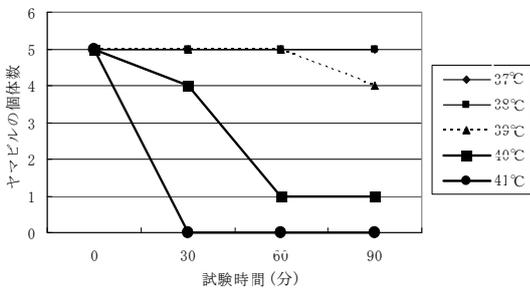


図2-2-5 中ビルの高温耐性試験結果

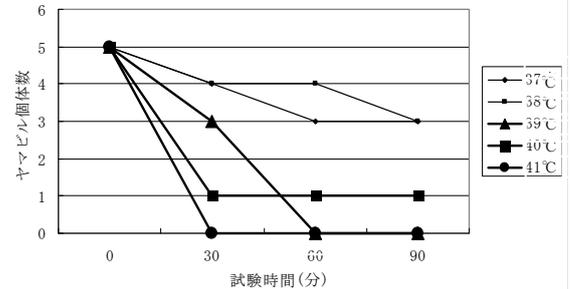


図2-2-6 小ビルの高温耐性試験結果

(イ) ヤマビルの低温耐性試験の結果

試験結果から、ヤマビルの低温耐性は大ビル>中ビル>小ビルの体サイズ順に耐性が認められた。ヤマビルの低温域における生存限界温度は図2-2-7～9のとおりで、-3℃及び-4℃では、小ビル、中ビルの順に死亡個体が見られたがまだ多くのヤマビルが生存している。しかし、-5℃では体のサイズに関係なく1時間後に全個体の死亡が確認されたことから、ヤマビルの低温域における生存限界温度は小ビルが-4℃、中ビル、大ビルが-5℃とするのが適当と思われる。

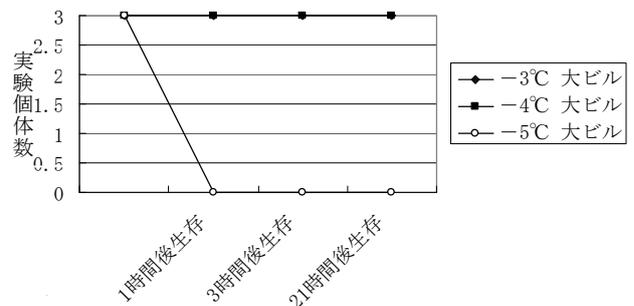


図2-2-7 大ビルの低温耐性試験結果

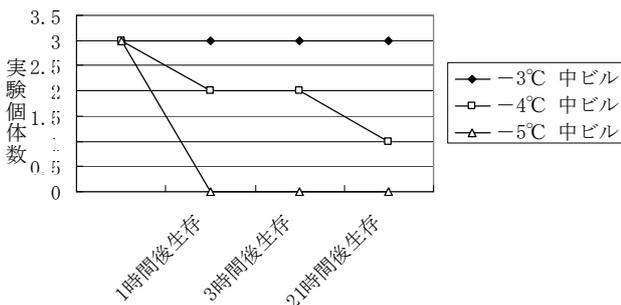


図2-2-8 中ビルの低温耐性試験の結果

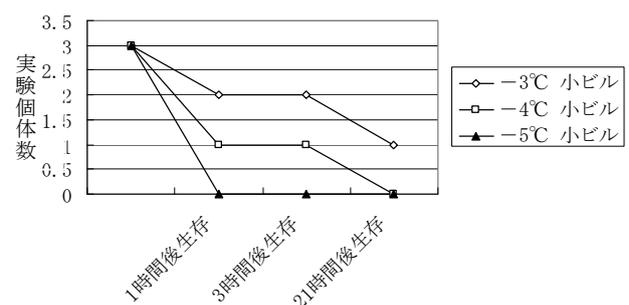


図2-2-9 小ビルの低温耐性試験の結果

(ウ) 考察

この試験の結果から、ヤマビルの生存限界温度は高温が39℃～41℃、低温は－4℃～－5℃の温度であることが解明できた。高温耐性試験の結果からは、夏期の高温度を防除対策に活かす手法が考えられる。梅雨明け前に草刈りなどで地表を露出させることができれば、8月の地表面温度は39℃を越える場合があることからヤマビル防除対策としての有効性は高いと思われる。また、低温試験の結果からは、冬季の寒気をヤマビルに効果的に当てる手法が考えられる。落ち葉掃きなどを厳寒期（2月）前に行えば、里山付近でも最低温度が－5℃を越える日が数回あることから、ヤマビル防除効果は非常に高くなると思われる。

毎年、本県のヤマビル生息地では9月から10月にかけて沢山の小ビルが発生する。しかし、これらの小ビルは翌春に数が大きく減少している。この試験の結果のように低温耐性の低い小ビルが越冬できず多くのヤマビルが死亡しているのではないかと推察される。

(2) 天候の異なった一日のヤマビル発生消長調査

【目的】

ヤマビルの出現個体数は天候や時間帯によって変動している。一日の同じ場所においても昼間と夜間などの時間帯によって出現数が多い時間と少ない時間が存在している。気象条件や時間帯の違いなどによるヤマビル出現数の変動状況を明らかにして、農作業や野外活動等におけるヤマビルの吸血被害の予防を図ることを目的に変動調査を行った。

【方法】

調査は、2008年7月14日（月）及び8月26日（火）の午前6時から21時にかけて、厚木市七沢にある県立七沢森林公園の県道を挟む北向きと南向き斜面の2地点（図2-2-10）において、1時間毎のヤマビル出現数の変動調査を行った。



図2-2-10 調査地点（上；北向き斜面、下；南向き斜面、矢印は調査点）

7月14日は終日晴れ、最高気温が34.7℃、最高湿度も90.5%を記録する蒸し暑い日と

なった。また、8月26日は一時晴れ間が除いたものの終日曇天で、6時前と15時以降に小雨が降り、最高気温が25.8℃、最高湿度は90.8%、11時～14時頃に薄日が射すという天候であった。なお、8月26日の調査結果からヤマビルの出現傾向が概ね判明したため雨天日における調査は行わなかった。

調査方法は、5分間人ひとり法（5分間静止法とも言う）*で、調査に先立ち長靴を履いた調査員が調査地点の周辺（半径1m程度）を1分間歩き回った後調査地点に5分間立ち、長靴にあがってくるヤマビルを透明なプラスチック製の食品保存容器に捕獲し、個体サイズ（大・中・小）と個体数の調査を行った後に現場に放した。（長靴には、上部の布にディート忌避剤を塗布した。）

また、この結果を秋田県が1996年に五城目町で行った調査報告¹⁾と比較し、本県の一日のヤマビル出現傾向について検討を行った。

【結果と考察】

ヤマビルの一日の出現状況は、7月14日に比べ8月26日が出現個体数で2倍以上勝った。また、両調査日も朝・夕に出現数が多く（8月26日の6時、7時の南向き斜面の小ビル出現数は極めて多く計測不能であった。）、図2-2-11のとおり11時から15時の時間帯に少ないU型の出現傾向が見られた。

秋田県の場合では、晴天日と一時降雨日のヤマビル出現傾向は、図2-2-12のとおり午前9時から11時と午後4時から5時頃にかけて2回出現ピークがあり、その前後の時間帯には下降するM型の出現傾向となっている。

ヤマビルの出現傾向は、1日の温度・湿度に関係があると考え厚木市七沢にある当センターの気象観測データ（図2-2-13～14）と比較してみた。ヤマビルが活動を起こす温度は最低温度が10℃以上、湿度は60%以上と言われており、両調査日の温度は20℃以上で活動上好適な温度となっている。また、湿度については7月14日の晴天日は10時から15時まで湿度が60%を下回っており、ヤマビルの出現数も11

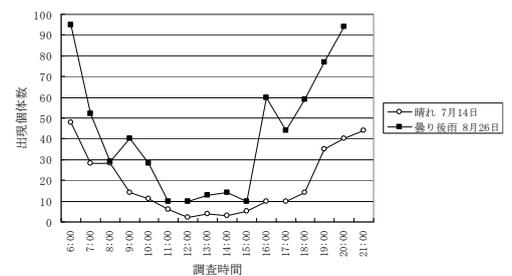


図2-2-11 ヤマビルの一日の変動調査（県立七沢森林公園）

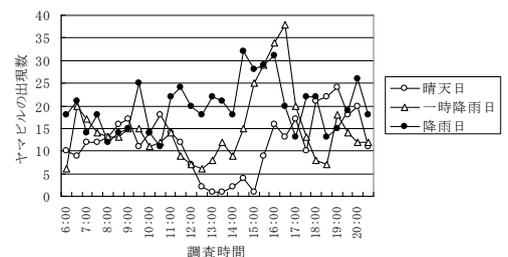


図2-2-12 秋田県五城目町の1日の出現変動（1996）

時から15時頃まで低くなっている。

8月26日の一時降雨・曇天日は、終日湿度が60%を下回ることとはなかったが11時から14時まで出現数が少ない時間帯があり、この出現数の低下は湿度の低下の影響とは言い難い傾向がみられた。また、この日15時頃から降雨があり、その影響は出現数の急激な増大となって現れている。秋田県の報告書でも、降雨日のヤマビル出現の特徴は、晴天日や一時雨日に比べ出現数は1.3～1.7倍と多く、終日増減を繰り返すとされており、8月26日の調査においても降雨による急激な増加傾向がみられたことから、雨天日は秋田県と同じ傾向と見て調査は行わなかった。

また、8月26日の11時から15時にかけてヤマビルの出現数が低下した要因については、この日の天候が朝夕に降雨のある曇天日であったが、一時雲が切れ太陽の光が射し込んできている。ヤマビルは強い背光性*を有し、直射日光を嫌う特性がヤマビルの活動を急激に低下させた原因ではないかと推察される。

なお、秋田県に見られたM型の出現傾向については、調査日の湿度など気象に関する詳しい情報がないため断定は出来ないが、7月14日の晴天日で平均気温が22.4℃と本県に比べ低くなっており、日没後の気温の低下も大きいことがヤマビルの活動を低下させM型の出現傾向となっているのではないかとと思われる。

このように、ヤマビルの一日の出現傾向は、気温・湿度・光の影響が大きく関係しており、ヤマビルの一日における出現特性としては、①晴天日や曇天日の11時頃から15時頃までの時間帯の出現数は低下し、昼休みタイムがあること。②降雨日など湿度の高い日はヤマビルの出現数は終日多いこと。③晴天日でも湿度が高くなる朝夕と夜間は多く出現する傾向があることが確認できた。

このため、ヤマビル生息地では昼の時間帯にはヤマビルがいない場合でも、朝夕や夜間にはヤマビルの活動は活発になるため(図2-2-15)、この時間帯に野外活動などを行うことは避けるようにすべきである。

地表付近における一日の温度や湿度の微妙な変化、日差しの有無はヤマビルが生息する上で重要な環境要因であり、これらの変化に対応して吸血活動が増減していると考えることが必要である。ヤマビルの生息密度の高い場所やヤマビル活動が活発な日、活発な時間帯などをよく理解して、農作業や野外活動を行うときには忌避剤等による自己予防対策を必ず講じて野外に出かけることが身近なヤマビル防除対策として望まれる。

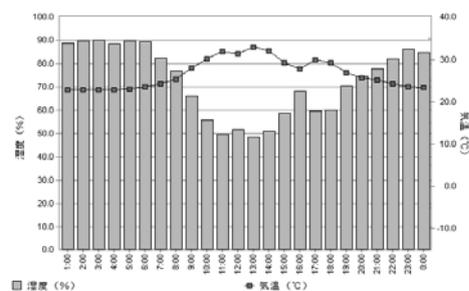


図2-2-13 7月14日自然環境保全センター気象（晴天日）

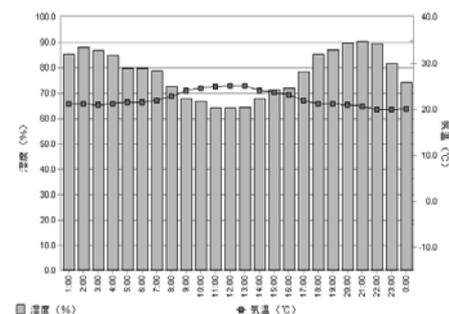


図2-2-14 8月26日自然環境保全センター気象（曇り後雨）

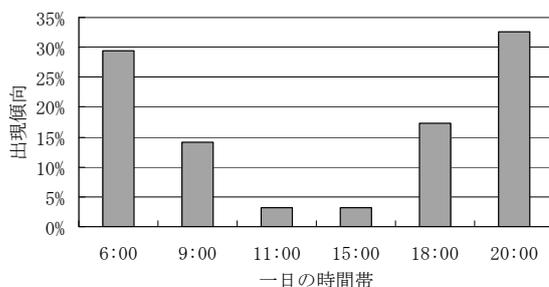


図2-2-15 同一場所における本県のヤマビルの出現傾向（晴天日のイメージ）

－本県の出現傾向はU型－

(3) 夏期と冬期の登山道におけるヤマビル生息状況調査

【目的】

ヤマビルが活発に活動する4月から10月の時期に足部の吸血被害が最も多いが、夏の時期にヤマビルはどこに潜んでいるのかが定かではなく、また冬期にどこに潜んでいるのか、などを明らかにするため調査を行った。

【方法】

清川村の三峰山・物見峠登山道（図2-2-16）において、2007年7月21日のヤマビルが活発に行動する夏の期間と2007年12月27日の冬期に、以下の方法で落ち葉および土壌中のヤマビルの生息状況を調べた。なお、冬期には除草バーナーを燃やして温まった空気（20～30℃）と発生する二酸化炭素でヤマビルを誘引させてヤマビルの生息数を調べた。そして夏期と冬期のヤマビルがどこに生息しているのかを比較した。

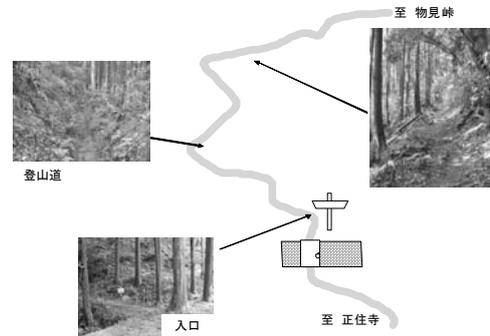


図2-2-16 清川村 三峰山・物見峠登山道

- 決められた面積のエリアにおいて落葉などはかき回さないで5分間人ひとり法（「5分間静止法」とも言う。）*で誘引されたヤマビルの個体数を数えた。
- 小枝、落葉などを集めてシート（1.7m×0.8m）に移し、ヤマビル個体数を数えた。
- 露出された土壌（腐葉土を含むA0層*）を2～3cmの深さまでスコップで取り、シートに移し、ヤマビルの個体数を数えた。

なお、小枝や落葉などは実験室内（室温18～21℃）に持ち帰り、水槽（大きさ45cm×30cm×高さ30cm）に入れ1ヶ月間放置し、ヤマビル出現の有無を調べた。

【結果と考察】

7月の夏期のヤマビルが活発に行動する時期にヤマビルはどこに生息しているのかを調べたところ、大部分（88%）が落葉から誘引捕獲されたもので、腐植層（8.0%）、土壌中（4.0%）にみられたものは極めて少なかった。この時期のヤマビルは吸血対象動物が近づいた際に、腐植層や土壌中でじっと潜んでいることはほとんどないのではないかとと思われる。

さらに、気温が5.6℃の冬期にヤマビルがどこに生息しているのかについても同様に調べたところ、5分間人ひとり法によっても誘引捕獲されたヤマビルは1個体も見られず、落葉、腐植層および深さ3cmの浅い土壌中からもまったくヤマビルを見つけることはできなかった（表2-2-2）。

表2-2-2 清川村三峰山・物見峠登山道の落葉と土壌中におけるヤマビル個体数の比較

（夏期2007年7月21日と冬期2007年12月27日）

	調査面積	落葉量 腐葉土量	気象条件		ヤマビル個体数			
			天候	温度	湿度	5分間人ひとり法による誘引捕獲数	落葉	土壌
夏期 7/21	6m ²	落葉 11.5kg 腐葉土 9.7kg	曇時々雨	26.0℃	72%	22 (88%)	2 (8.0%)	1 (4.0%)
冬期 12/27	1	6m ²	晴	8.6℃	58%	0	0	0
	2	6m ²	晴	8.3℃	58%	0	0	0
落葉 3.6kg 腐葉土 7.2kg								
3	3m ²	晴	5.6℃	64%	0	0	0	

(4) 獣道周辺のヤマビル生息と吸血探査能力について

【目的】

ヤマビルは、ヤマビル生息域全体に生息分布しているのではなく、野生動物や人などヤマビルが吸血対象にしている動物が頻繁に利用する広場や通路・獣道などに集中して生息していることが2007年度の生息環境調査で確認された。ヤマビル生息地の歩道や広場などにおいて、防除薬剤の散布や下刈り、落ち葉掃きなど、ヤマビルの被害予防対策を行う場合どのくらいの範囲で被害予防を行えばよいかなどを調べるため、ヤマビルの吸血対象動物探索能力に関する調査を実施した。

【方法】

調査は、2008年9月30日（火）の9時から12時に、自環保C樹木園の松林にある獣道（延長44m）を使い、この獣道を中心に左右2mの範囲内におけるヤマビル出現位置の調査を行った。また、当日の天気は曇りで前日の夜半と当日の明け方に降雨があり、気温17℃、湿度80%以上とヤマビルの活動条件として良好な日であった。

調査方法は、全長44mの獣道沿いに2m間隔の調査地点を設け、そこに2人の調査員が5分間立ち足で地面を叩き、その振動等で出現したヤマビルの位置を割り箸に紙をつけたマーカーでマークすることで、ヤマビルの生息範囲と探索能力を調査した。

【結果と考察】

ヤマビルが出現した範囲は、図2-2-17のとおり全て獣道から2m以内であった。特に出現距離が獣道から1m以内のものが多く、1mを越えて出現したものはわずか1個体だけであった(表2-2-3)。また、この結果は秋田県が実施した委託調査で、ビニールシートを張って行ったヤマビルの探索能力の室内試験結果と同じであり、ヤマビルの探索能力は概ね2m以内であると思われる。

獣道や山道などでは、ヤマビルは獣道などに沿って狭い範囲に生息していることは秋田県の研究報告³⁾や別に行った生息地調査などでも確認されていたが、今回の調査で獣道や山道などにおけるヤマビルの生息を視覚的に明らかにすることができた。ヤマビルはこれらの道沿いに1m以内に集中して生息しており、それを超えて生息するヤマビルは極めて少ないことを確認することができた。ヤマビルの歩行速度（約1m/分）は他の動物に比べ著しく遅いため、通過移動する動物に即応的に吸着できるできるだけ近接した場所に生息していることがヤマビルの生存要件となっていると考えられる。また、獣道や山道はヒトを含む動物が通過移動に利用する場所であるが、草食動物の餌場である林地や草地、広場などは動物もヒトも移動を休止している場所であり、このような場所では獣道や山道に比べヤマビルは相対的に広く薄く分布しているものと思われる。

ヤマビルの防除対策は、このようなヤマビルの生理や生態を良く理解して、ヤマビルの探索能力などを考慮して防除すべき場所や範囲の選定などを行い、生息しにくい環境づくりを集中的に行うことが効率的で効果的なヤマビル防除法である。



図2-2-17 ヤマビル探索能力調査

※自環保C樹木園内。マーカーがヤマビルの出現位置。ポールは獣道から2mの位置に設置。

表2-2-3 ヤマビル生息分布及び吸血探査能力調査(2008/9/30、自環保C樹木園内)

調査位置	距離m	上層植生	植生被度	A0-L層厚	A0-F層厚	1m以内出現数	2m以内出現数	m当たり出現数
NO. 1~2	4	テイダマツ	I	5cm	3cm	12		3.00
NO. 3~12	20	テイダマツ	II	10cm	10cm	35	1	1.80
NO. 13~18	12	無	V	10cm	10cm	44		3.67
NO. 19~22	8	西洋マツ	II	5cm	5cm	7		0.88
計	44					98	1	2.25

注) 植生被度； I；1~10% II；10~25% III；25~50% IV；50~75% V；75~100%

ただし、上記植生被度は下層植生の状態

2. 3 ヤマビルの生息域と生息分布に関する調査研究

(1) ヤマビルの生息分布に関する調査研究

【目的】

東丹沢や表丹沢では、1995年頃から山麓部の里山にもヤマビルが出現し住民の生活を脅かしている。ヤマビルの生息は地域住民の生活環境を悪化させているだけではなく、農業や観光など地域振興を図るうえで社会的にも深刻な問題となっており緊急的な防除対策が求められている。しかし、ヤマビル防除対策の基礎となるヤマビルの生息分布に関する詳しい調査はこれまで行われて来なかったため、本県におけるヤマビル生息地の源流を調べるとともに現在の生息状況を解明するため生息分布調査を実施した。

【方法】

① 原生息地と生息域の変遷

本県におけるヤマビルの原生息地やその後の生息地の変化などについては既存の研究資料や文献などが無いため、2007年5月から12月にかけて、県有林や森林づくり公社、森林組合などの林業関係者、治山や砂防事業の関係者などから、第2次世界大戦が終わった1945年頃の県央や県北地域のヤマビル原生息地についての聞き取り調査を行った。また、ヤマビルの吸血対象動物（以下「ヤマビル宿主」という）との関係を調べるため、戦後行われた鳥獣保護政策や造林政策などを検討しヤマビルの原生息地からの拡大傾向とその要因などについて考察した。

② ヤマビル生息マップの作成

ヤマビルの生息が確認されている丹沢大山周辺の4市1町1村（相模原市、秦野市、厚木市、伊勢原市、愛川町、清川村）及び生息地に隣接している西丹沢の2町（松田町、山北町）を対象に、集落を単位としたヤマビル生息状況について調査を依頼し資料の提供を受けた。市町村への協力依頼は2007年6月に行い12月に6市町村から報告を受けた。また、2006年に実施した丹沢大山総合調査¹⁾などの結果を踏まえ、2007年6月から独自にヤマビル生息状況の現地調査を行った。この調査は県民情報に基づいて、表丹沢地域と生息が未確認な西丹沢地域、東丹沢や北丹沢地域の集落周辺にある町道や林道・山道などを踏査し、ヤマビル生息域の最前線位置や点的な生息地の確認調査を行った。

この調査と市町村から提供された調査資料を統合して、本県のヤマビル生息マップ（2007年版）を作成した。また、2008年の調査については、広範な調査を行っていないが、新たなヤマビル情報が寄せられた箇所については生息確認調査を行った。

【結果と考察】

① ヤマビル生息域の変遷と主な生息域の拡大要因

(ヤマビルの源流)

聞き取り調査の結果、1945年以前のヤマビル生息地は旧津久井郡津久井町鳥屋奥野地内の早戸川流域にある、現在の国際マス釣り場から上流の右岸、丹沢山と蛭ヶ岳を結ぶ北面の沢筋などにわずかに生息していたことが鳥屋在住の住民からの聞き取りにより確認された（図2-3-1）。

(生息域の拡大)

その後、1955年頃には早戸川に隣接する水沢川上流の伊勢沢や井戸沢、愛甲郡清川村の宮ヶ瀬金沢、中津川左岸の青藤沢、桶小屋沢流域の一部に生息地が拡大し、1965年頃には中津川の右岸の三峰山北面

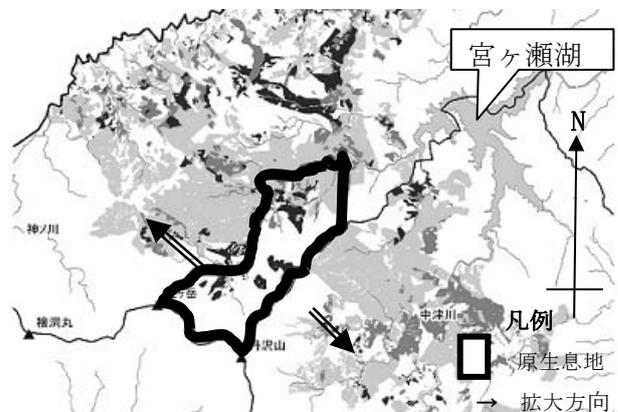


図2-3-1 1945年以前のヤマビル生息地と生息域の拡大方向

の唐沢川流域に拡大、1975年頃には清川村煤ヶ谷の塩水川や本谷川流域、札掛周辺にまで拡大したことが確認できた。また、1985年頃には北丹沢道志川左岸の旧津久井郡津久井町青野原や東丹沢の清川村宮ヶ瀬の一部地域、厚木市七沢の不動尻沢や二の足沢流域にある県や市のキャンプ場周辺にかけて生息域が拡大し、1995年頃には東丹沢地域の清川村、愛川町、厚木市や表丹沢地域の伊勢原市、秦野市の山麓部や生活域にまでヤマビルの生息域が拡大し、社会問題化してきたことが関係者などからの聞き取り調査で明らかになった。

(現在の生息状況)

2007年10月末におけるヤマビルの生息状況は、「ヤマビル生息マップ2007」(図2-3-2)に示したとおりである。ヤマビル生息マップを2006年の丹沢大山総合調査学術報告書¹⁾(以下「総合調査」という。)の2001及び2005年ヤマビルの分布(図2-3-3、2-3-4)と比較してみると、この数年でヤマビルの生息域が丹沢北部と東部及び西部方面に顕著に拡大していることが確認された。

これら地域における独自調査の結果、いずれもニホンジカなど大型の野生動物のものと見られる足跡のある獣道周辺からヤマビルが多数確認されたほか、西丹沢方面で新たに数カ所ヤマビルの生息が確認された。

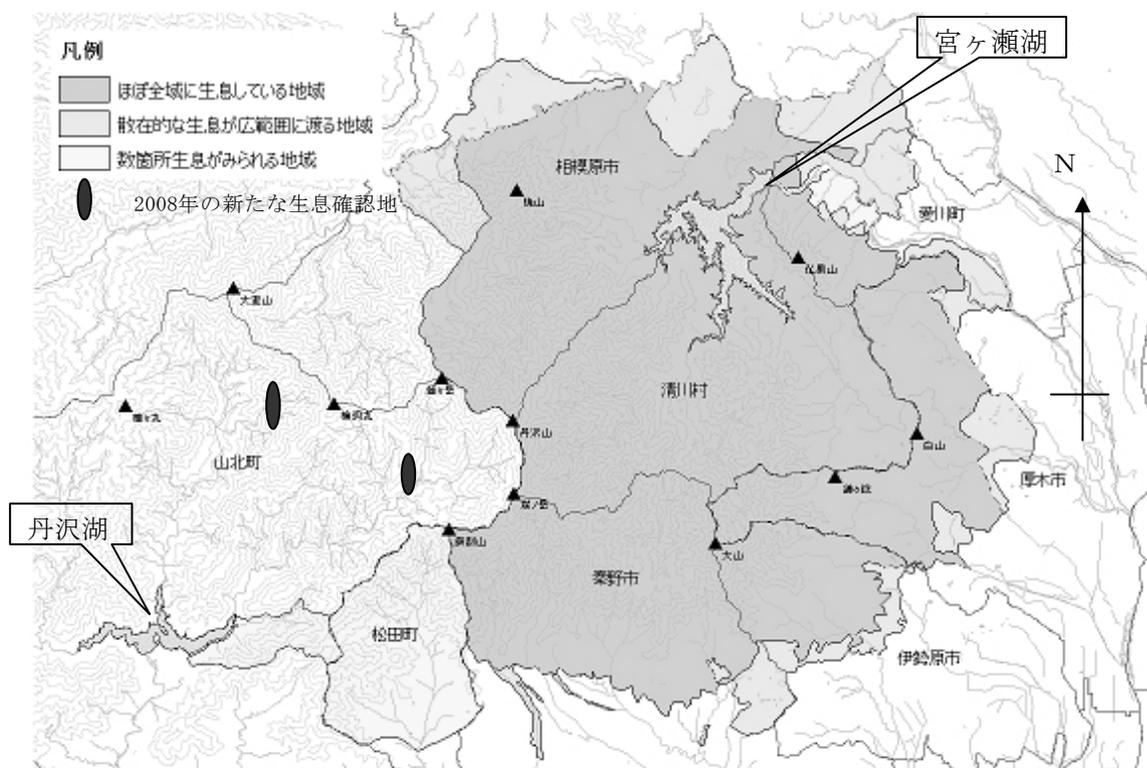


図2-3-2 ヤマビル生息マップ2007 (改編版)

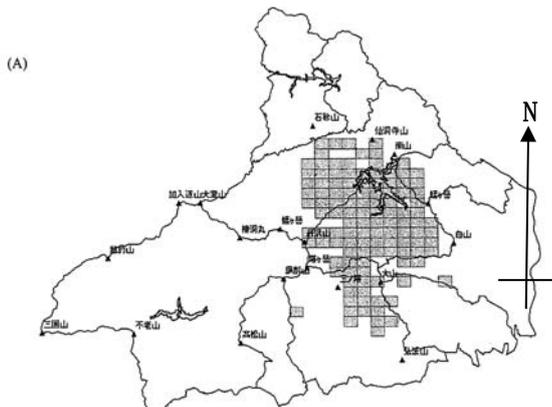


図2-3-3 丹沢大山総合調査報告書P358
(2001年ヤマビル分布)

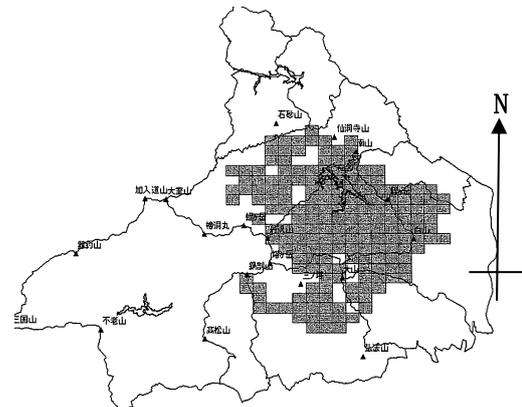


図2-3-4 丹沢大山総合調査報告書P358
(2005年ヤマビル分布)

ヤマビルの生息分布は、丹沢北部方面では道志川右岸の旧津久井町青野原地区のヤマビルの生息域が東方面の仙洞寺山や葦尾根に拡大するとともに、道志川を越え旧藤野町牧野牧馬地区に進出していた。また、丹沢東部方面では中津川を越えた愛川町三増地区や下流の八菅山地区にまで拡大しており、表丹沢方面では2006年の総合調査で散在的な生息地が飛び石状に確認されていた秦野市の四十八瀬川流域が山麓部から上流にかけて全域生息域となっている。また、これまでヤマビルの生息が確認されていなかった西丹沢方面の松田町寄地区や山北町の玄倉地区で新たな生息地が数カ所確認され、西丹沢方面へヤマビルの生息域が拡大している傾向がみられた。

2008年の調査では、新たに山北町の世附、玄倉、大野山、中川の各地区で新たなヤマビル情報が寄せられ生息調査を行った。その結果、中川の東沢林道付近で捕獲されたニホンジカの四肢からヤマビルの寄生が確認されたほか、玄倉国有林内において生息地が確認された（生息マップ「黒○印」）。その他の生息情報についてはヤマビル生息の確認は出来なかった。

（生息域の拡大要因）

1945年以前、旧津久井郡津久井町鳥屋の奥地にわずかに生息していたヤマビルが、今日のように丹沢大山地域圏の生活圏にまで生息域を拡大し、住民生活を脅かすまでになった要因を解明することはヤマビル防除対策を推進する上から重要な課題である。

既存のヤマビルの研究²⁾³⁾や生態調査の結果などから、ヤマビルの活動は主に吸血活動に伴うものであり移動形態も尺取り虫状の歩行である。ビニールシートや濡れている障害物のないアスファルト道の移動でも約1m/分と極めて遅々とした歩行速度で、ヤマビル自体が歩行移動し生息域を拡大してきたことは考えられない。また、河川などによる水運説もあるがヤマビルのこれまでの拡大傾向を観察すると必ずしも下流にはなくむしろ流域を越えて拡大していることから、ヤマビル宿主への吸血活動中に新たな地に運ばれ拡大していったと考えるのが自然である。なお、山中ら⁴⁾による千葉県房総半島のヤマビル研究では、ヤマビルの拡大要因はニホンジカが主因であるとしている。

1945年以後における本県の造林面積の推移と、ニホンジカが増加していく経時的な推移との相関性はすでによく知られてきたところである。本県のニホンジカは、第二次大戦前後に乱獲され、さらに1953・54年にニホンジカの狩猟解禁政策により極端に減少したことなどから、1955～69年の15年間全面禁猟とする保護施策が講じられている。一方、この施策と重なる1950～70年の20年間には官民を挙げた大規模な拡大造林が推進されており（図2-3-5）、ヤマビルの原生息地といわれる旧津久井郡津久井町鳥屋奥野地区や隣接する清川村の中津川流域の森林一帯でもこの時期に大規模な造林が行われている。ニホンジカの保護政策と重なるこのような大規模造林地の出現は、ニホンジカに好適な生息環境をつくり急激な個体数の増加をもたらしたと言われている。

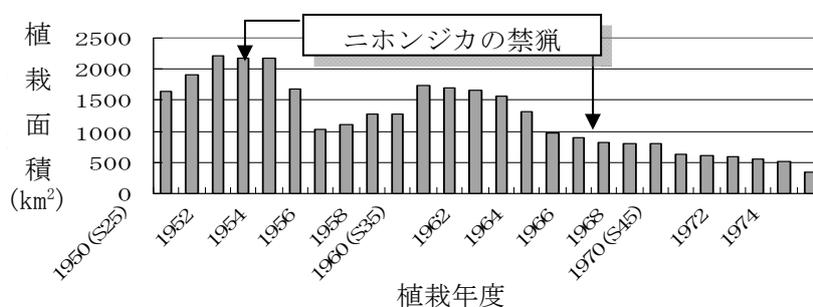


図2-3-5 植林面積の推移とニホンジカ保護管理

このように、丹沢東部や北部方面のニホンジカは戦前戦後の激しい狩猟圧によってヤマビルが生息する奥地に逃げ込み、その地でヤマビルとの宿主関係を形成したのではないかとと思われる。その後、ニホンジカの保護政策や大規模な植林地の出現により、数を増やした丹沢東部のニホンジカは、ヤマビルの寄生を受けながら造林地沿いにヤマビルを運び、ヤマビルの生息域を拡大していったのではないかと推察される。聞き取り調査によるヤマビル生息域の拡大傾向と戦後における植林地の拡大状況とはよく附合している（図2-3-6）。

第二次大戦後（以下「戦後」という。）の植栽状況を経年的に見ると、スギ・ヒノキの植林はヤマビルが生息していた奥山の周辺から始まっている。その後、植林地は1960年から80年にかけて次第に里山地域で人工林の植林が行われている様子が見られる。また、1960年代の里地・里山は、石油やガスなどの化石燃料の出現により利用価値を次第に失って放置され、人間の圧力が弱まるにもなって、ヤマビルを寄生したニホンジカなどの奥地に生息していた野生動物が里地・里山地域に進出してきたものと考えられる。ヤマビルは体の構造（吸血ではなく血液を飲む構造）から、ノウサギなど1kg以上の体重を持つ動物（血圧が高い）を好んで吸血するといわれているが⁵⁾、里地・里山にはニホンジカだけではなく、イノシシやタヌキなどの野生動物、ヒトや犬猫などの1kgを越える中・大型の動物が生息している。丹沢周辺の里山の動物相は、奥山域に比べその種類や量も格段に豊かで多く、ヤマビルにとって好適な生息環境であったことが1990年以降の急激な生息域や生息密度の増加に繋がったのではないかとと思われる。

このように、本県のヤマビル生息域の拡大はヤマビルの原生息地が存在していた丹沢東部から始まり、ヤマビル生息域が急激に拡大した主要な要因としては、戦後のニホンジカの保護政策や造林政策が科学的・統合的に実施されることなく別々に推進され、さらに高度成長経済や燃料革命などの社会的な構造変化の影響と有機的に関連し合った結果生じたものであると思われる。

② ヤマビル生息マップの作成

関係市町村の協力を得て、2007年10月末における本県のヤマビル生息状況を取りまとめ「ヤマビル生息マップ2007」を前掲のとおり作成した。この生息マップは、今後自然環境保全センターの情報ステーションである「e-TANZAWA*」に掲載して広く県民などに公開していく方針である。

この生息マップは、市町村の集落（字）を単位にヤマビルの生息状況を3つに区分した（表2-3-1）。

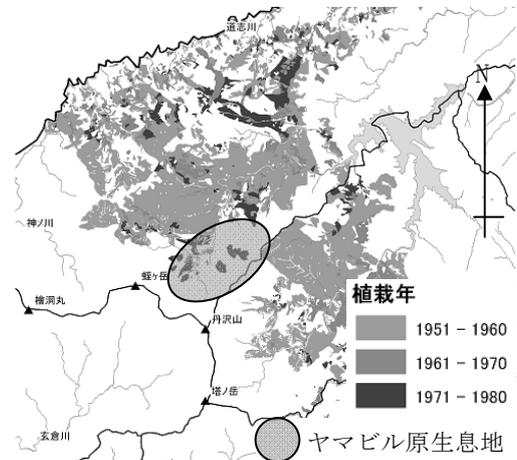


図2-3-6 ヤマビルの原生息地周辺の植林時期

表2-3-1 ヤマビル生息マップ上の生息区分

地域区分	市町村	生息区分	生息域
丹沢北部	相模原市	①	津久井町青野原、嵐屋、長竹（一部）
		②	藤野町伏馬田、津久井町青根（一部）、青山（一部）、長竹（一部）
丹沢東部	愛川町	①	半原（一部）
		②	半原（一部）、三増（一部）、樺沢、八音山、田代（一部）
		③	半原（一部）
	厚木市	①	上萩野（一部）、中萩野（一部）、飯山（一部）、下古沢（一部）、上古沢（一部）、七沢
		②	下萩野（一部）、飯山（一部）、上古沢（一部）
清川村	①	全域	
表丹沢	伊勢原市	①	日向（一部）、上粕屋（一部）、子鳥（一部）、大山
		②	日向（一部）、上粕屋（一部）、子鳥（一部）
	秦野市	①	小斐毛（一部）、斐毛（一部）、東田原（一部）、西田原（一部）、羽根（一部）、菩提（一部）、横野（一部）、大倉（一部）、三廻部（一部）、上大倉
		②	名古木（一部）、寺山（一部）、小斐毛（一部）、戸川（一部）、塚山下（一部）、塚西（一部）、三廻部（一部）
西丹沢	松田町	③	寄（一部）
	山北町	④	玄倉（一部）

①ほぼ全域に生息していると思われる地域

②散在的な生息地が広範囲で確認され、今後全域に広がるおそれのある地域

③数カ所、点的な生息が確認されている地域

なお、この「ヤマビル生息マップ2007」の利用に当たっては次のことに留意すること。

生息区分①に分類された地域；ヤマビルが地域に広く生息しており、特に「湿度が比較的高い谷筋、身を隠す草や落ち葉・石礫などがある、野生動物の足跡や獣道などが多く見られる場所」と、これらの3条件が重なった場所に多く生息している。

生息区分②に分類された地域；生息区分①の3つの条件が重なるような場所でヤマビルの生息が部分的に見られるが、生息地が面的につながっていない。

生息区分③に分類された地域；これまでヤマビルの生息が見られなかった地域で、今回の調査で初めて数カ所ヤマビルの生息が確認されている。

その他の留意事項

全生息域を通じて、山の尾根筋や乾燥した場所、草や落ち葉、落石など身を隠すものがない場所、川の中や水田、水溜まりなどにはヤマビルはほとんど生息していないことが確認されている。

現在、丹沢の東部、北部、南部の里山地域ではヤマビルの恒常的な寄生を受けヤマビルの宿主となったニホンジカやイノシシなどの中・大型の野生動物が増加しヤマビルの生息域を拡大しつつあるが、これまで見てきたように、ヤマビル対策はヤマビルを対象とする対症療法的な防除対策だけでは根本的な解決を図ることは出来ない。里地・里山の整備や野生動物の保護管理対策なども含め科学的な視点から検証し、県や市町村が協力連携して統合的に推進していくことが重要であると思われる。ヤマビルの生息は県民生活や地域社会にとって重要な課題であり、今後もヤマビル生息に関する最新の情報提供を行いヤマビル防除対策などに活用して行く観点から、生息地調査を引き続き実施していく必要がある。

(2) ヤマビルの生息環境調査

【目的】

現在、丹沢では吸血対象となるシカが過密化しており、これに伴うヤマビルの高密度化が懸念されている。しかし、奥山におけるヤマビルの生息状況はほとんど不明であり、重点的に対策を講じるべき場所を特定できずにいるのが現状であった。そこで、ヤマビルが多く生息する環境を把握することを目的に、被害の多く発生している東丹沢地域の清川村札掛および大洞沢において、ヤマビルの生息に影響を及ぼすことが知られている^{1) 2)} 地形および林相別の生息数調査を行った。

【方法】

① 地形別生息状況調査

神奈川県清川村の札掛と大洞沢（図2-3-7）の各林地を図2-3-8～12に示したように、沢筋、中腹および尾根筋に1ヶ所ずつ調査地点を設けて、沢筋は林地の入口に近く沢に近接するところ、中腹は沢筋より少し上ったところ、尾根筋は山を登りきった周囲が見渡せるところであることを基準にして各々に杭を設置した。2007年6月7日、8月20日（神奈川県自然環境保全センター 研究部で調査）および9月20日に杭の1.5m周囲の落葉や草をかき回し、息を地面に吹きかけながら歩き回ってヤマビルを誘引する5分間人ひとり法（「5分間静止法」とも言う）によって、ヤマビルの生息数を調べた。

② 林相別生息状況調査

神奈川県清川村の札掛でヒノキ幼齢林とスギ壮齢林（図2-3-8～9）、大洞沢でスギ幼齢林・スギ壮齢林と広葉樹林（図2-3-10～12）の各林相別に分けて、林相の違いによるヤマビル生息数の増減の有無を検討した。

札掛の林相は、ヒノキ幼齢林では、沢筋、中腹および尾根筋ともに林冠が密になっている。いずれの調査地でも林床は暗く、ヒノキの落葉枝が厚く堆積しており、下層植生は6月、9月ともに少ない。土壌は尾根筋では乾燥気味であったが沢筋では沢に近い土壌が湿っていた。

スギ壮齢林ではヒノキ幼齢林と同様に、沢筋・中腹と尾根筋ともに林冠が密で、林床は暗く、スギの落葉枝が厚く堆積していた。下層植生は6月では少なかったが9月では沢筋・中腹が多かった。

大洞沢の林相は、スギ幼齢林では沢筋、中腹および尾根筋ともに林冠が疎になっている。いずれの調査地でも林床は明るく比較的よく日が当る。沢筋、中腹ではスギの落葉枝は少なく堆積量も少ない。下層植生は6月には少なかったが9月では50～70%と多かった。土壌は沢筋では湿っていたが、中腹、尾根筋では少し乾燥していた。

スギ壮齢林では、スギ幼齢林とほぼ同様であったが、下層植生は幼齢林に比べ少なかった。

広葉樹林では、沢筋、中腹および尾根筋ともに林冠が疎になっている。いずれの調査地でも林床は明るく日当たりが良い。落葉はスギ林ほど多くなく落葉の分解が進んでいた。下層植生はやや多い。土壌は沢筋、中腹および尾根筋ともにやや湿っていた。



図2-3-7 清川村 札掛・大洞沢 林地

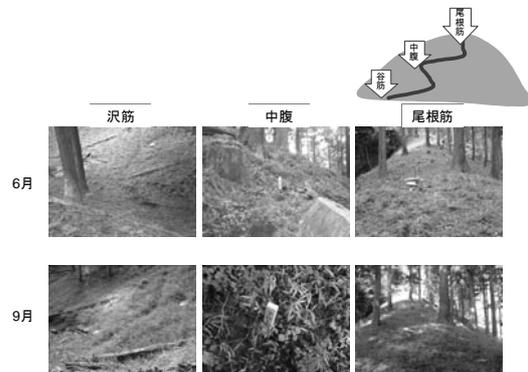


図2-3-8 札掛の地形別状況（ヒノキ幼齢林）

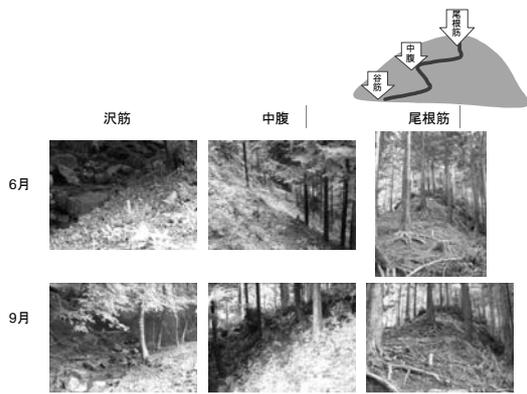


図2-3-9 札掛の地形別状況（スギ壮齢林）

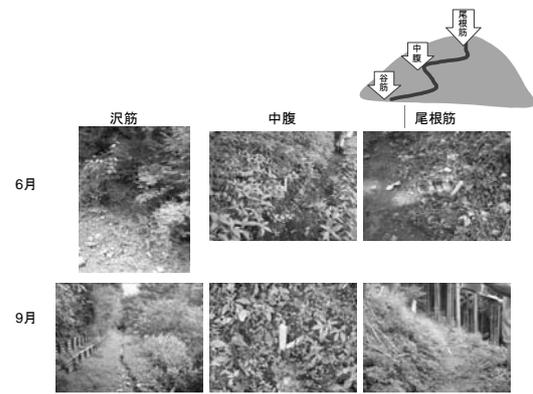


図2-3-10 大洞沢の地形別状況（スギ幼齢林）

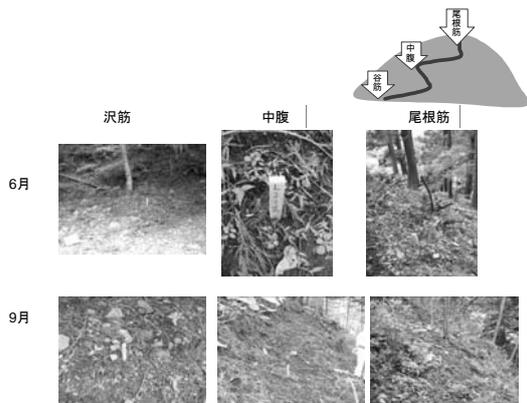


図2-3-11 大洞沢の地形別状況（スギ壮齢林）

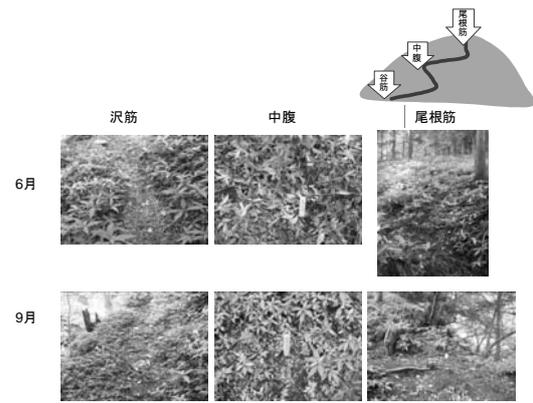


図2-3-12 大洞沢の地形別状況（広葉樹林）

【結果と考察】

① 地形別生息状況調査

地形別のヤマビル生息密度について比較してみると（表2-3-2、図2-3-13）、6月では沢筋、中腹、尾根筋の順で多く、8月では沢筋と中腹が同程度に多くて尾根筋で少なく、9月では中腹で多くて、沢筋と尾根筋が同程度に少なくなる傾向がみられた（図2-3-14）。地形別の捕獲数には統計的な有意差がみられた（クラスカル・ワリス検定、 $p < 0.05$ ）。秋田県や神奈川県¹⁾では沢筋、中腹、尾根筋の順でヤマビル出現数が多く、沢筋では全体の59～79%を占めていた。同様の傾向は本研究でも6月調査で顕著に見られている。一方、9月調査ではヤマビル捕獲数は沢筋よりも中腹で多くなった。9月調査の実施前には台風9号による豪雨の影響で沢筋周辺の環境が攪乱されていた。このため、ヤマビル捕獲数の多い地形が6月と9月で異なった原因がヤマビルの生態によるものなのかどうかは不明である。また、8月調査で全体の捕獲数合計が少なかったのは、気温が高いなどのヤマビルの活動に適さない条件によると推察される。このため、今回の調査で地形別のヤマビル生息状況を最もよく反映しているのは6月の調査結果と考える。すなわち、湿った環境を好むヤマビルは、丹沢においてもこれまでの報告^{2) 3)}と同様に、乾燥しやすい尾根筋よりも湿った土壤で湿度の高い沢筋に多く生息していたと考えられる。

② 林相別生息状況調査

林相別によるヤマビル生息密度をみると（表2-3-2～3、図2-3-14）、札掛、大洞沢ともに針葉樹の壮齢林および広葉樹林で顕著な違いはみとれず、統計学的な有意差も見られなかった（クラスカル・ワリス検定、 $p > 0.05$ ）。秋田県^{2) 3)}ではスギ林がコナラ林（落葉樹林）よりヤマビルが広く出現していたとし、その理由としてスギ林は幼齢期に下層植生が豊富なため、カモシカなどの草食動物

が定着・利用し個体数の増加要因となり、また森林管理のためヒトが長期的に林地内に入ることによってヤマビルが増加していきとしている。一方、本研究の調査地では植生被度に林相による顕著な違いがみられていない(表2-3-3)。丹沢地域では過密化したシカの摂食圧によって林床の植物が食べ尽くされることが多い。その結果として林相による違い(例えば幼齢林と壮齢林での植生密度や日当たりなど)がなくなってしまった可能性がある。つまり、丹沢のシカは、秋田県のシカモシカと異なった少量の餌資源が存在する箇所を渡り歩いており、このことが林相別のヤマビル捕獲数に違いが見られなかった要因となっているのかもしれない。今後調査地点数を増やして詳細に検討する必要がある。

表2-3-2 札掛と大洞沢における

林相・地形別ヤマビル生息数の比較

場所	地形別のヤマビル頭数											
	I (6月7日)				II (8月20日)				III (9月20日)			
	沢筋	中腹	尾根	計	沢筋	中腹	尾根	計	沢筋	中腹	尾根	計
札掛												
スギ壮齢林	10	9	3	22	1	6	0	7	6	7	3	16
ヒノキ幼齢林	20	1	2	23	0	1	1	2	2	10	1	13
大洞沢												
スギ壮齢林	8	1	0	9	0	2	0	2	2	4	2	8
スギ幼齢林	7	0	0	7	1	0	0	1	0	9	6	15
広葉林	2	3	0	5	7	0	1	8	1	0	0	1
合計	47	14	5	66	9	9	2	20	11	30	12	53

IIは自然環境保全センターによる調査データ

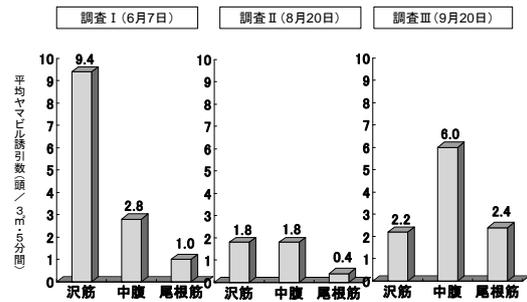


図2-3-13 地形別のヤマビル生息密度の比較

表2-3-3 札掛けと大洞沢における林相別の

ヤマビル生息数と植生被度と気温・湿度

地形	ヤマビル誘引数	植生被度(%)	気温(°C)	湿度(%)	地形	ヤマビル誘引数	植生被度(%)	気温(°C)	湿度(%)		
札掛6月					大洞沢6月						
スギ壮齢林	沢筋	10	25-50%	20.2	8.8	スギ壮齢林	沢筋	8	1-10%	21.1	76
	中腹	9	1-10%	20.6	7.4	スギ壮齢林	中腹	1	50-75%	20.6	81
	尾根	3	1-10%	19.2	8.1	スギ壮齢林	尾根	0	10-25%	19.8	83
ヒノキ幼齢林	沢筋	20	1-10%	19.7	7.7	スギ幼齢林	沢筋	7	1-10%	25.0	60
	中腹	1	25-50%	20.2	8.0	スギ幼齢林	中腹	0	25-50%	21.8	74
	尾根	2	1-10%	19.7	8.0	スギ幼齢林	尾根	0	1-10%	22.8	68
					広葉樹林						
					大洞沢9月						
スギ壮齢林	沢筋	6	75-100%	20.9	8.1	スギ壮齢林	沢筋	2	1-10%	24.2	82
	中腹	7	50-75%	22.9	8.4	スギ壮齢林	中腹	4	10-25%	23.8	85
	尾根	3	1-10%	23.3	8.3	スギ壮齢林	尾根	2	1-10%	24.0	85
ヒノキ幼齢林	沢筋	2	1-10%	23.9	8.2	スギ幼齢林	沢筋	0	-	25.1	84
	中腹	10	1-10%	23.4	8.5	スギ幼齢林	中腹	9	50-75%	25.1	83
	尾根	1	1-10%	23.1	8.4	スギ幼齢林	尾根	6	50-75%	25.1	83
					広葉樹林						
					大洞沢9月						
					スギ壮齢林						
					スギ壮齢林						
					スギ幼齢林						
					スギ幼齢林						
					広葉林						
					広葉林						

-:記録なし

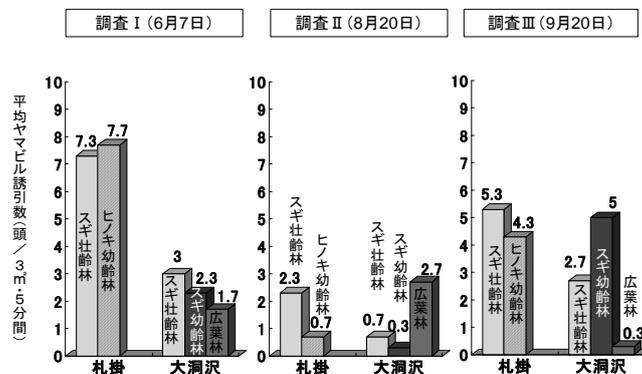


図2-3-14 林相別のヤマビル生息密度の比較

(3) ヤマビルの生息密度調査

【目的】

丹沢には首都圏を中心に毎年多くの登山客が訪れるが、登山道や遊歩道におけるヤマビル吸血被害が後を絶たない。登山客が準備や休憩のために小休止を取る登山道の入口や、登山客が往来する登山道では、ヤマビルが誘引されるため生息密度が高い可能性がある。そこで、登山道入口および登山道から周辺20mまでのヤマビル生息密度と、ヤマビルの吸血対象となる野生動物の通り道（獣道）が登山道と交差する箇所での生息密度を調べた。これにより、登山道や遊歩道においてどのような箇所にヤマビルが多く生息しているのかを明らかにする。

【方法】

ア 登山道・遊歩道における生息密度のライン調査

2007年6月8日と7月2日～5日の期間に、多くの登山客が訪れて吸血被害の見られる神奈川県下の6地域の登山道・遊歩道（①秦野市寺山・表丹沢登山道 ②三峰山・物見峠登山道 ③土山峠・辺室山登山道 ④南山遊歩道 ⑤早戸川林道 ⑥厚木市飯山・遊歩道）において道沿いに入口から0m, 2m, 5m, 10m, 20m離れた5地点と20mの地点からさらに100～200m離れた地点から林地内へ入った0m, 2m, 5m, 10m, 20mの5地点の合計10地点において5分間人ひとり法によってヤマビル生息数を調べた（図2-3-15～20）。

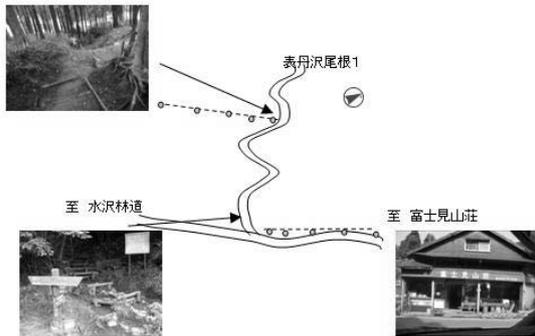


図2-3-15 秦野市寺山・表丹沢登山道



図2-3-16 三峰山・物見峠登山道

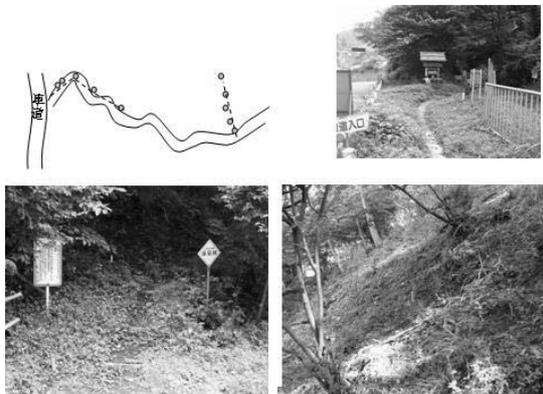


図2-3-17 土山峠辺室山登山道

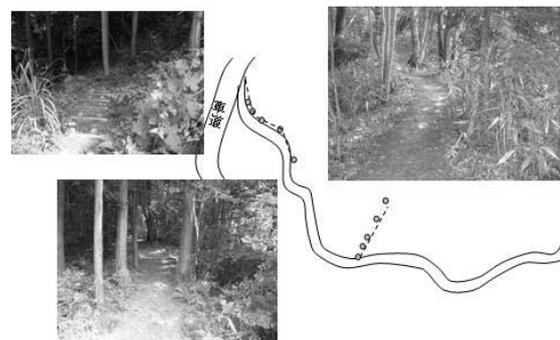


図2-3-18 南山遊歩道

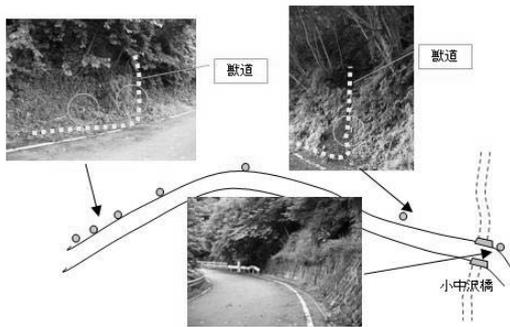


図2-3-19 早戸川林道

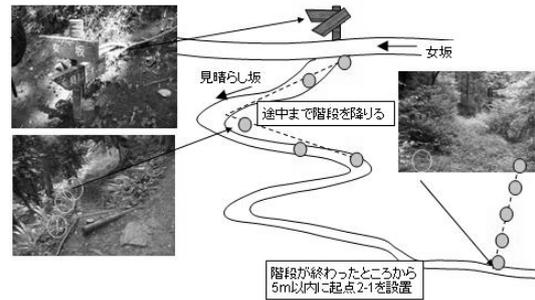


図2-3-20 厚木市飯山・遊歩道

イ 獣道の有無別の生息密度調査

2007年9月19日～21日と10月4日の期間に、多くの登山客が訪れ、吸血被害が多くみられる神奈川県下の①鐘ヶ岳登山道、②三峰山・物見峠登山道、③仏果山登山道、④内丹沢札掛、⑤伊勢原市日向A、⑥伊勢原市日向B、⑦西沢林道の7地域（図2-3-22～28）において、歩道上の起点から100mまでを10m間隔に区切って合計10区とし、各区について5分間人ひとり法で道幅1～2m内に生息しているヤマビル個体数を調べた（図2-3-21）。その際、ヤマビル生息密度と獣道の関係を検討するため、各区に獣道が交差しているか否かを調べた。

なお獣道については、地面が踏み固められていたり、地面に動物の足跡があったり、草の生えている所が踏み倒されていたり、裸地になっていたりなどの様子が見られた場合に、獣道であると判断した。

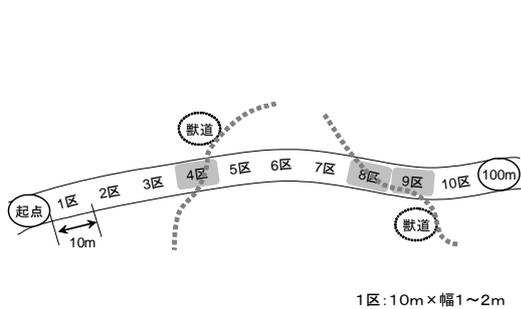


図2-3-21 歩道における獣道とヤマビル生息状況調査の概要

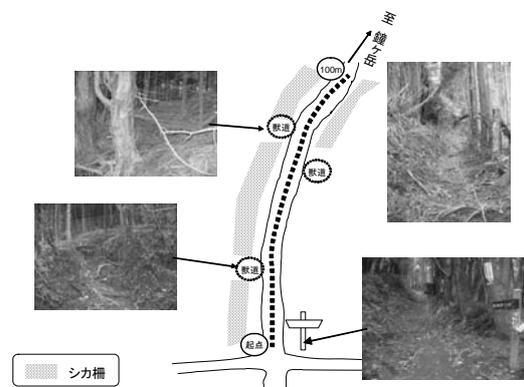


図2-3-22 鐘ヶ岳登山道

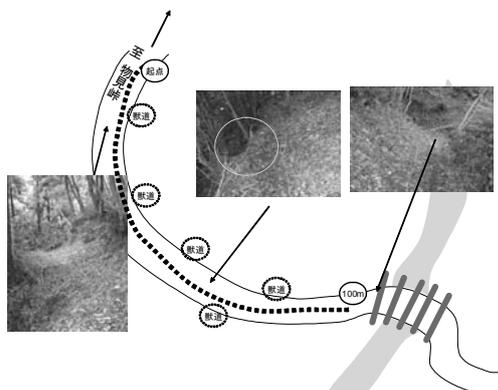


図2-3-23 三峰山・物見峠登山道

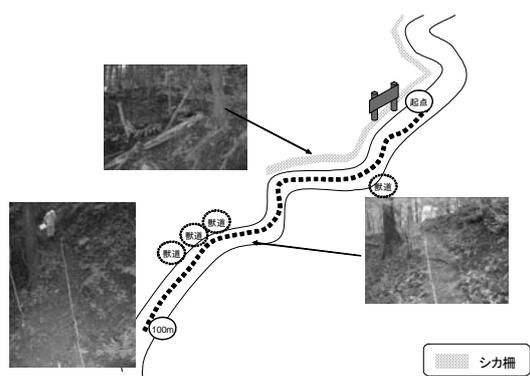


図2-3-24 仏果山登山道

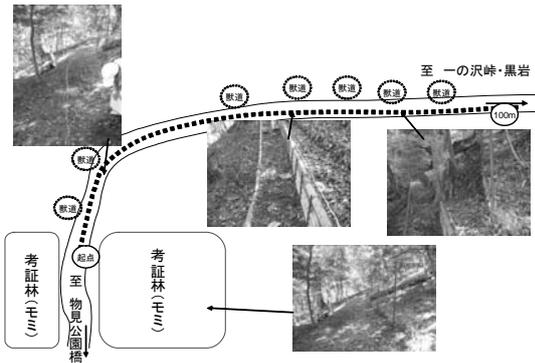


図2-3-25 内丹沢札掛

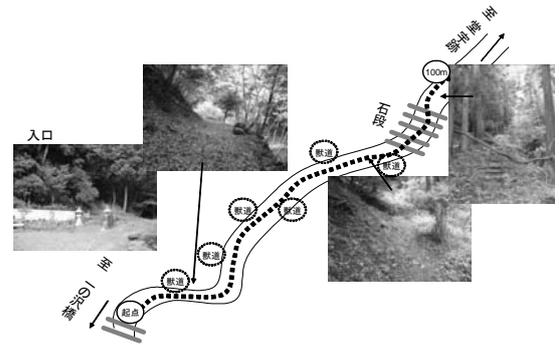


図2-3-26 伊勢原市日向A

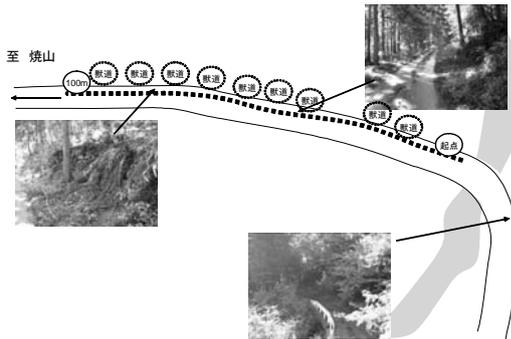


図2-3-27 西沢林道

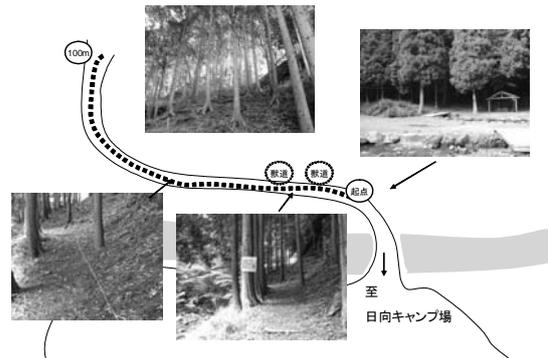


図2-3-28 伊勢原市日向B

【結果と考察】

ア 登山道・遊歩道における生息密度のライン調査

登山道・遊歩道におけるヤマビルの生息状況を表2-3-4および図2-3-29に示す。登山道・遊歩道の入口からの距離とヤマビルの捕獲に明確な関係性は見られなかった。また登山道・遊歩道から離れて林地に入ってもヤマビルの捕獲数が少なくなる傾向は見られなかった。人間が利用する登山道・遊歩道の入口周辺にヤマビルが集中的に分布する傾向はないと推測される。

表2-3-4 6地域の登山道・遊歩道におけるライン調査 (2007年7月2～5日)

	（入口周辺のヤマビル個体数）					（入口200m奥から林地内のヤマビル個体数）					合計	
	起点	2m	5m	10m	20m	合計	起点	2m	5m	10m		20m
① 栗野市寺山・表丹沢	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(2)	1	9	10	0	※	(22)					
② 三峰山・物見峠	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	5
	(2)	5	20	0	4	※	(31)					
③ 土山峠・辺室山	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
④ 南山遊歩道	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	8	11
⑤ 厚木市飯山・遊歩道	2	1	2	1	9	15	17	0	1	3	1	22
合計	2	1	3	1	9		22	0	1	5	10	
⑥ 早戸川林道	0	0	0	1	0	1	10	18	-	-	-	28

※①②の()は、入口から脇道へ調査した場合のヤマビル個体数

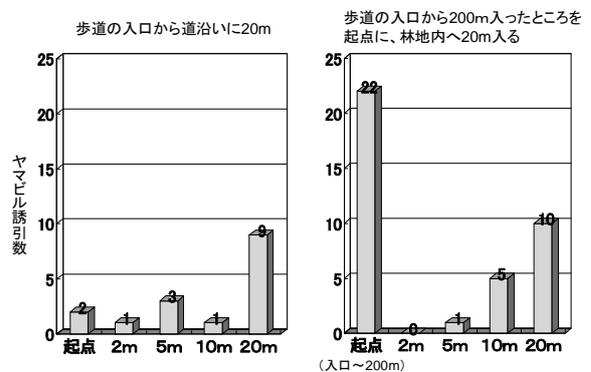


図2-3-29 登山道・遊歩道のどこにヤマビルが多いのか？

イ 獣道の有無別の生息密度調査

7地域の登山道・遊歩道におけるヤマビル生息状況と獣道の有無についての調査結果を表2-3-5に示す。

登山道、林道、遊歩道において獣道が交差しているところは、獣道がない区と比べるとヤマビル捕獲数に有意な差がみられ（マン・ホイットニーU検定, $p < 0.05$ ）、また平均密度で比較してみると、獣道のある区の方がヤマビル生息密度が多いことがわかった（図2-3-30～31）。仏果山では獣道のある区とない区で捕獲数が同程度であったが、調査前の冬期（2007年1月26日）に自然環境保全センター自然保護課の自然公園指導員補修隊により落葉かきを行っていたので生息環境のかく乱の影響を受けた可能性がある。同一地域でも獣道のある区でヤマビル捕獲数にはばらつきがみられるが、野生動物の利用頻度や環境条件の違いなどが複雑に関与していると考えられる。

表2-3-5 7地域の登山道・遊歩道におけるライン調査
(2007年9月19～21日, 10月4日)

場所	ヤマビル誘引数										合計	平均誘引数
	1区	2区	3区	4区	5区	6区	7区	8区	9区	10区		
鐘ヶ岳	0	1	1	3	20	7	8	1	0	3	44	4.4
三峰山	30	-	10	-	21	8	18	-	-	-	87	17.4
仏果山	2	4	4	0	3	2	3	5	1	1	25	2.5
内丹沢札掛	3	0	1	1	7	6	4	1	1	5	29	2.9
伊勢原市日向A	6	11	8	13	2	2	0	4	1	7	54	5.4
西沢林道	12	10	1	2	0	7	4	3	5	6	50	5.0
伊勢原市日向B	1	2	0	0	0	-	-	-	-	-	3	0.6

■ : 獣道が交差している区

1区 : 10m × 幅1～2m

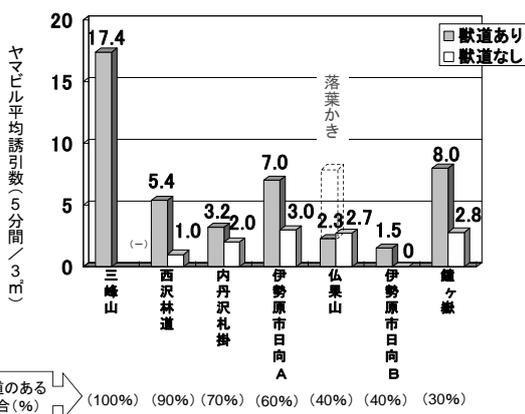
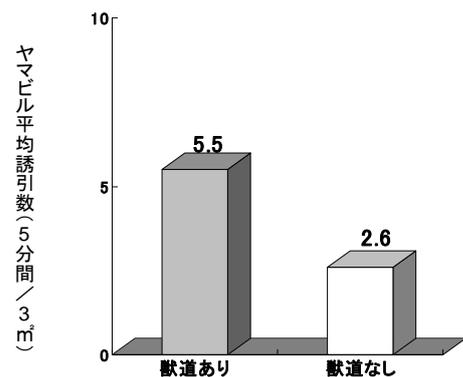


図2-3-30 獣道が登山道・遊歩道のヤマビル生息数に与える影響



※鐘ヶ岳、内丹沢札掛、伊勢原市日向A、西沢林道の4地域について

図2-3-31 獣道の有無による登山道・遊歩道のヤマビル生息数比較

2. 4 ヤマビルの吸血対象動物に関する調査研究

(1) 吸血対象動物特定調査

【目的】

近年、神奈川県下でヤマビルの生息範囲が拡大傾向にあり、吸血対象であると同時に運搬役ともなる野生動物の関与が推察される。そこで、2007年に神奈川県下の各地域でヤマビル消化管内に残る血液のDNA分析を行うとともに、ヤマビル生息密度の高い地域においてセンサーカメラによる野生動物の生息状況を調査した。これらから、ヤマビル生息範囲の拡大と関わりの深い動物種の特特定を試みた。2008年は2007年のDNA分析における課題解決のため、採集方法の改良とDNA分析における新プライマー*の開発およびキャピラリー電気泳動法*の導入により検出力の向上を試みた。

【方法】

ア. 2007年調査

(ア) . ヤマビルの採集

2007年6～7月に①清川村煤ヶ谷(10個体)、②清川村寺家(28個体)、③厚木市飯山(20個体)、④厚木市七沢(10個体)の合計2地域で68個体のヤマビルを捕獲した(図2-4-1)。また、2006年6～9月に⑤秦野市羽根(20個体)、相模原市津久井町青野原の2地域(⑥:26個体、⑦:45個体)の合計4地域91個体の成績も追加した(図2-4-1)。2007年は吸血行動を示すヤマビルの中から体サイズの大きい個体を選択して採集した。捕獲したヤマビルはDNA分析に供試するため、捕獲当日に直ちに -20°C 以下で冷凍保存した。

(イ) . DNA分析

本研究では、PCR-SSCP法*によって分析を行った。PCR-SSCP法は、DNA特定領域(28S-rRNA*をコードするDNA、28 rDNAと呼ぶ)の動物間での違いを検出するものであり^{2, 3, 4, 5)}。秋田県⁶⁾などの分析を参考にこの分析法を採用した。用いたプライマーはAとBの組み合わせとした。電気泳動法は、検出バンドを視覚的に判断するアクリルアミドゲル電気泳動*を採用した。動物各種の体から直接採取した組織とヤマビル体内の動物血液について同様のDNA分析を行い、アクリルアミドゲル電気泳動により得られたDNAバンドを比較して、ヤマビルの吸血対象動物の同定を試みた(図2-4-4)。

イ. 2008年調査

(ア) . ヤマビルの採集

2008年7月に、ヤマビルの出現する代表的な里山地域である⑧相模原市津久井町青野原(18個体)、⑨相模原市津久井町鳥屋(18個体)、⑩相模原市津久井町葦尾根(18個体)、⑪愛川町半原(18個体)、⑫厚木市上荻野(19個体)、⑬厚木市上古沢(20個体)、⑭厚木市七沢(20個体)、⑮伊勢原市日向(18個体)、⑯伊勢原市大山(20個体)、⑰秦野市上秦野(18個体)の合計10地域で187個体のヤマビルを捕獲した(図2-4-1)。2008年の捕獲の際、動物の血液を保持する可能性のある体重の重い個体(概ね400mg以上)を選択するとともに、吸血済みヤマビルが石の下や落ち葉の下に隠れて運動性を示さないことを考慮して丁寧な探索を行った。2007年同様、捕獲したヤマビルはDNA分析に供試するため、捕獲当日に直ちに -20°C 以下で冷凍保存した。

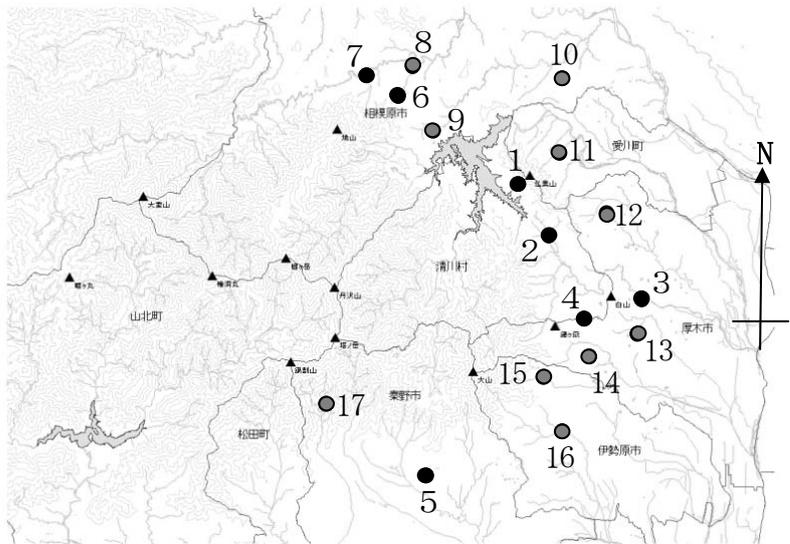


図 2-4-1 ヤマビルの捕獲位置図 (数字は文中の地域番号に対応)

(イ) . DNA分析

2007年と同様に、2008年もPCR-SSCP法*によって分析を行った。プライマーについては、2008年はより多種の動物差の検出を試みるため、塩基配列を長くみることが出来るプライマーAとDの組み合わせとした。また、電気泳動法は、2008年は波形パターンが数値化されてより定量的に評価できるキャピラリー電気泳動を採用した。

(ウ) . 吸血対象動物の判定基準

ヤマビル体内の動物血液のDNA分析を行う際、判定基準とするための動物各種に特有の波形パターンを明らかにする必要があった。そこで、判定基準とする動物各種の体から直接採取した組織について、PCR-SSCP法による分析を行った。

波形パターンは図 2-4-2に示すように類似する動物種が多く、特にニホンジカ、アナグマ、タヌキ、イヌ、テン、キツネのグループは、ピーク数およびピーク位置がほとんど同一のため、グループ内では区別できない。また、多くの動物で同じ位置にピーク (66b (ベース)、70b、74b付近など) があった。本来、このような状況では異なるプライマーを用いた再分析を行って各動物特有の新たな波形パターンの検出を試みるが、これまでの分析に多大な時間と労力を要したため、再分析を行うまでに至らなかった。

(エ) . DNA分析結果の判定方法

2008年のヤマビルが保有する血液を分析して検出された波形パターンは、図 2-4-2に示した動物各種の波形パターンと照らしあわせて判定する。具体的な判定方法は以下によった。なお、2007年のバンドパターンについても同様の判定を行っている。

分析の結果検出されたピーク数は1~3とばらついている。そこでまずピーク数が1つの場合を考える。検出された1つのピークが動物Aのみにみられるピークであれば、吸血対象は「動物A」と判定できる。一方、検出された1つのピークが動物A、動物B及び動物Cの3種類にみられるピークであれば、3種類の区別はできないので、吸血対象は「動物A、B、Cのいずれか」と判定することとした。

ピーク数が2つの場合、同じピークの組み合わせを有する動物をまず対象として考えた。すなわち検出された2つのピークが両方ともみられるのは動物Aのみであれば、吸血対象は「動物A」と判定できる。一方、検出された2つのピークが両方ともみられるのは動物A、動物Bおよび動物Cの3種類であれば、3種類の区別はできないので、吸血対象は「動物A、B、Cのいずれか」と判定することとした。

検出された2つのピークが両方ともみられる動物種がなかった場合、2種類の動物を吸血対象とした可能性を考慮に入れて、それぞれのピークについて上述のピークが1つの場合の判定を行い、吸血対象は「○と×のいずれかと、□と△のいずれかの2種の可能性がある」と判定した。

ピーク数が3つの場合も同様の考え方で判定を行ったが、詳細に説明すると重複が多くかえって複雑なるのでここでは省略する。

なお、DNAを抽出するサンプルには前処理の都合上ヤマビル組織も混入を避けることは難しく、分析結果にはヤマビルの波形パターンが現れる可能性がある。

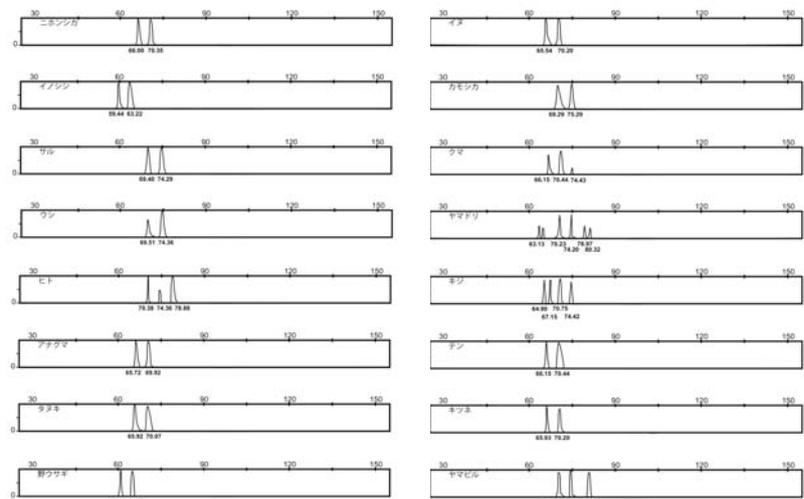


図 2-4-2 ヤマビル吸血対象動物のキャピラリー電気泳動法による検出パターン

【結果と考察】

ア. 2007年調査

(ア) 吸血対象動物の同定

調査した159個体のうち、118個体(74.2%)は特異なバンドが現れなかったため判定ができなかった(図2-4-3)。この原因として、ヤマビルの保持する動物の血液が少ない、あるいはまったく吸血していなかったか、対象以外の動物から吸血していた可能性がある。以下、顕著なピークが検出された41個体(26.8%)について議論する。

DNA分析の結果、ニホンジカから吸血したヤマビルが24個体(15.1%) (以下、複数動物から吸血したヤマビル個体の重複を含む)、イノシシが17個体(10.7%)、タヌキ等(タヌキ、キツネ、アナグマ、テンの区別がつかないことから、タヌキ等と示してある)が5個体(3.1%)、カモシカが4個体(2.5%)、サルが1個体(0.6%)、ヒトが1個体(0.6%)、キジが1個体(0.6%)と判定された。このうち、ニホンジカとイノシシの両方から吸血したヤマビルが6個体、ニホンジカ、イノシシおよびカモシカのすべてから吸血したヤマビルが2個体、カモシカとタヌキ等から吸血したヤマビルが1個体、イノシシとヒトの両方から吸血した個体が1個体であった。各バンドパターン例を図2-4-4に示した。

ニホンジカやイノシシは比較的高頻度で検出されたことから、ヤマビルの吸血対象となり運搬者として重要な動物の可能性はある。一方、タヌキ等やカモシカなども吸血対象となっている可能性も示された。野生動物の生息状況とあわせて、地域ごとの詳細な調査が求められる。また、DNA分析で判定できなかったのが74.2%と高かったことから、ヤマビルの採集方法およびDNA分析方法について再検討の必要がある。

イ. 2008年調査

(ア) 各波形パターンの検出割合

調査したヤマビル187個体のうち、141個体(75.4%)はピークが現れなかったか、弱いピークしか現れなかったため判定ができなかった(図2-4-5)。新しい採集方法や分析方法を試みたが、ピークのみられなかった個体の割合は2007年と同程度となった。以下、顕著なピークが検出された46個体(24.6%)について議論する。

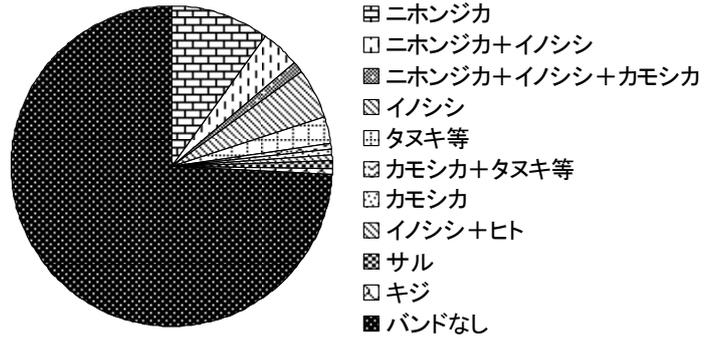


図2-4-3 PCR-SSCP法によりヤマビル保有血液から検出されたバンドパターンの出現割合 (2007年)

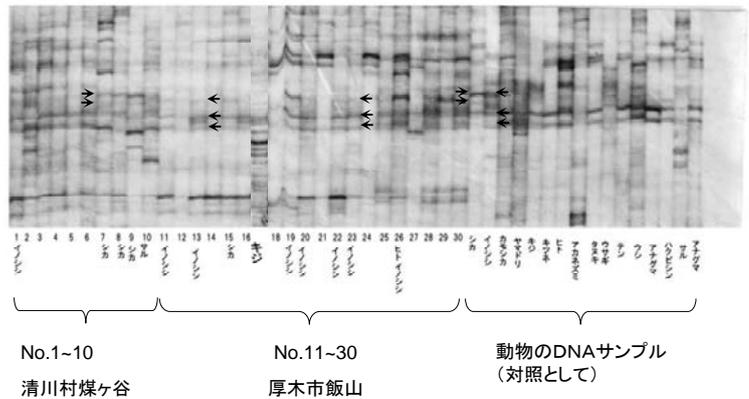


図2-4-4 アクリルアミドゲル電気泳動により検出されたバンドパターン例 (2007年)

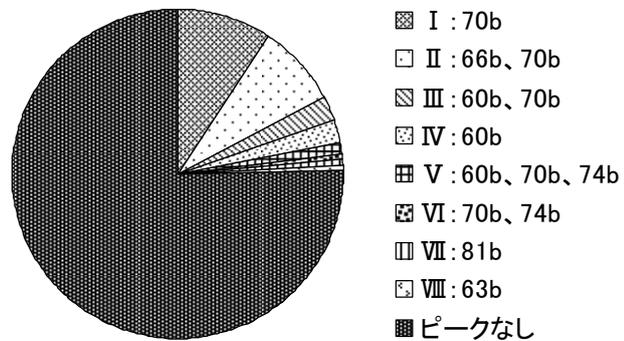


図2-4-5 PCR-SSCP法によりヤマビル保有血液から検出された波形パターンの出現割合 (2008年)

ピークの出現パターンには8種類がみられた。顕著なピークがI：70b（ベース）付近のみにみられたのが17個体（9.1%）、II：66bおよび70b付近が15個体（8.0%）、III：60bおよび70b付近が5個体（2.7%）、IV：60b付近のみが4個体（2.1%）、V：60b、70bおよび74b付近が2個体（1.1%）、VI：70bおよび74b付近が1個体（0.5%）、VII：81b付近のみが1個体（0.5%）、VIII：63b付近のみが1個体（0.5%）であった。各波形パターン例を図2-4-6に示した。

(イ) 吸血対象動物の絞り込み

これらの波形パターンについて、ヤマビルが吸血した可能性のある動物種の可能な種数までの絞り込みを試みた(表2-4-1)。

70b付近のみにピークがみられたパターンIは、ニホンジカやアナグマなど11種の動物（ヤマビル含む）のいずれかであった。また、60b付近のみにピークがみられたパターンIVはイノシシかノウサギ、63b付近のみにピークがみられたパターンVIIIはイノシシかヤマドリのいずれかであった。81b付近のみにピークのみられたパターンVIIはヤマビルの可能性が高く、吸血対象動物は不明である。

2つのピークがみられたパターンのうち、パターンIIとVIは両方のピークがみられた動物に絞られた。すなわち、66bおよび70b付近にピークがみられたパターンIIはニホンジカやアナグマなど7種の動物、70bおよび74b付近にピークがみられたパターンVIはウシやヒトなど5種の動物（ヤマビル含む）のいずれかであった。

60bおよび70b付近にピークがみられたパターンIIIは両方のピークがみられた動物がなかったことから、2種の動物から吸血した可能性が考えられる。すなわち、イノシシかノウサギ（パターンIV）のいずれか1種の動物と、ニホンジカやアナグマなど11種（ヤマビル含む）（パターンI）のいずれか1種の動物のあわせて2種から吸血した可能性が考えられた。60b、70bおよび74b付近にピークがみられたパターンVについてもすべてのピークがみられた動物がなかったことから、2種の動物から吸血した可能性が考えられる。すなわち、イノシシかノウサギ（パターンIV）のいずれか1種の動物と、ウシやヒトなど5種（ヤマビル含む）（パターンVI）のいずれか1種の動物のあわせて2種から吸血した可能性が考えられた。

サル、カモシカ、キジについては上述のいずれの波形パターンにも当てはまらず、吸血対象となる頻度は低いと

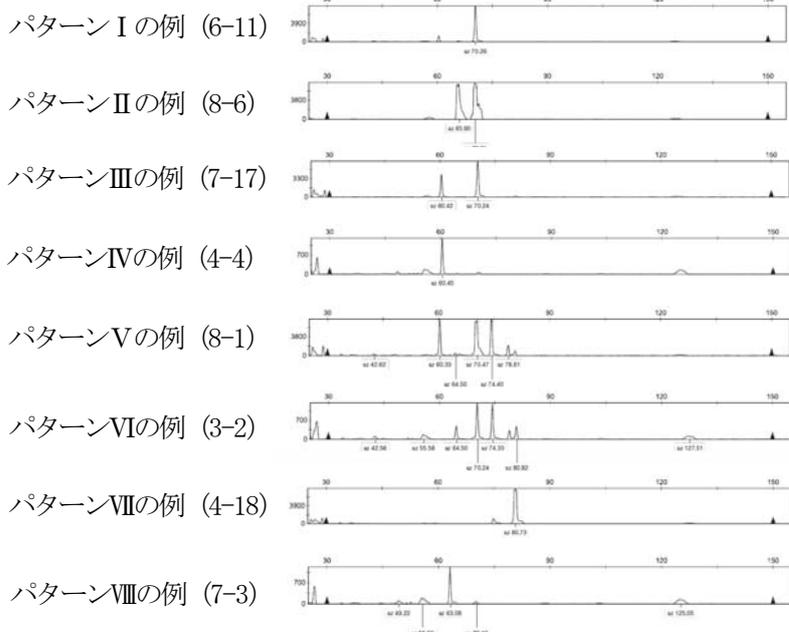


図 2-4-6 キャピラリー電気泳動法により検出された波形パターン例 (2008年)

表 2-4-1 ヤマビルに吸血された可能性のある動物種

パターン	出現ピーク	ヤマビル 個体数	吸血された可能性のある動物種
I	70b	17	ニホンジカ、アナグマ、タヌキ、イヌ、テン、キツネ、ヒト、クマ、ヤマドリ、ウシ、ヤマビル
II	66b、70b	15	ニホンジカ、アナグマ、タヌキ、イヌ、テン、キツネ、クマ
III	60b、70b	5	イノシシ、ノウサギのいずれか1種とニホンジカ、アナグマ、タヌキ、イヌ、テン、キツネ、ヒト、クマ、ヤマドリ、ウシ、ヤマビルのいずれか1種の混合
IV	60b	4	イノシシ、ノウサギ
V	60b、70b、74b	2	イノシシ、ノウサギのいずれか1種とヒト、クマ、ヤマドリ、ウシ、ヤマビルのいずれか1種の混合
VI	70b、74b	1	ヒト、クマ、ヤマドリ、ウシ、ヤマビル
VII	81b	1	ヤマビル
VIII	63b	1	イノシシ、ヤマドリ

推測された。

以上のように、DNA分析の結果、吸血対象として複数の動物が候補として挙げられたが、特定するまでには至らなかった。

ヤマビルの吸血対象となる動物相を把握し、高頻度でヤマビルの吸血対象となっている動物を解明することは、今後のヤマビル対策を考えていくうえで極めて重要である。秋田県⁶⁾ではカモシカやノウサギ、兵庫県⁷⁾ではニホンジカやイノシシが優占的に吸血されるように、吸血対象動物は地域の野生動物の生息状況が反映される。2007年の神奈川県調査ではニホンジカやイノシシなど様々な動物の関与が指摘されており、より精度の高い分析によって、優占的に吸血される動物を各地域で正確に把握する必要がある。

新しい手法を取り入れたDNA分析を行った結果、吸血対象動物の特定には至らなかったが、解決すべき課題が明確になった。

まず、採集方法がある。DNA分析によって判定できない個体が全体の約4分の3と大部分を占めたことから、DNA分析に適した吸血済みヤマビルの効率的な採集方法の確立が求められる。

次に、前処理方法が挙げられる。DNAを抽出するサンプルにヤマビル組織が混入しない前処理方法を開発し、分析結果へのヤマビル波形パターンの出現を抑える必要がある。

そして、分析方法も再検討の必要がある。DNA分析を行っても明確な結果が出なかったのは、15種の動物の違いを検出できるプライマーが開発中の段階であったことが大きく影響している。このような多種類の野生動物の違いを検出できるようになれば、今後のヤマビル研究の推進に大きく寄与することから、今後のプライマー開発への取り組みが期待される。

以上の課題が解決され、高い精度で吸血対象動物を特定することが可能な、採集からDNA分析までを含めた一連の手法開発が望まれる。

(2) ニホンジカの有穴腫瘍痕確認調査

【目的】

ヤマビルの拡大要因を明らかにすることは防除対策の推進上から重要である。ニホンジカがヤマビルの重要な宿主となっていることは、宮城県金華山島での報告¹⁾や千葉県房総半島におけるヤマビル研究²⁾³⁾で報告されている。このため、本県のニホンジカに対するヤマビル寄生状況を調査するとともに、同じニホンジカが生息する丹沢西部でヤマビルの生息が見られなかった要因について調査研究を行い、ヤマビル生息域の拡大防止のための提案を行う。

【方法】

ヤマビルのニホンジカに対する吸血は、主に耳や第3・4趾間の皮膚が露出した部分で行われ、ヤマビルが恒常的に吸血を反復することで吸血部位の皮膚が膿瘍や壊死化し、周囲の皮膚が増殖肥厚して有穴腫瘍を形成することが千葉県房総半島におけるヤマビル研究⁴⁾で報告されている(図2-4-7)。

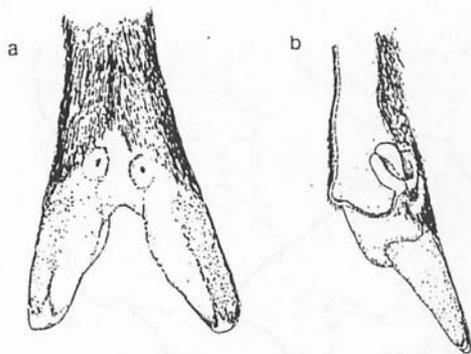


Fig. 1. An example of an interdigital tumor viewed from the front (a) and a section along the vertical axis (b).

図2-4-7 ニホンジカの有穴腫瘍痕⁵⁾

調査方法は、捕獲したシカの四肢の有穴腫瘍痕(図2-4-8)や吸血痕(図2-4-9)の有無について調査した。

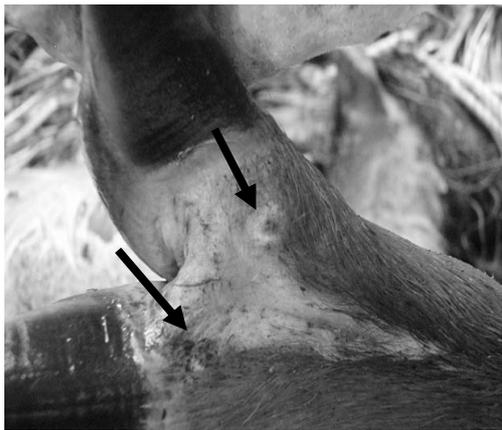


図2-4-8 有穴腫瘍痕(厚木市)



図2-4-9 瘡蓋状の吸血痕(腫瘍が出来る前の状態と思われる。)

【結果と考察】

① ニホンジカの管理捕獲と有穴腫瘍痕確認調査

2007年5月16日から11月28日の間に自環保Cが管理捕獲したニホンジカ及び2007年7月から12月の間に市町村が有害鳥獣駆除等により捕獲したニホンジカは表2-4-2のとおり281頭である。このうち、111頭(約40%)について

調査を行い、33頭（約30%）の有穴腫瘍痕やヤマビル吸血痕（以下「有穴腫瘍痕等」という。）を保有していたニホンジカが確認された。この結果から、恒常的なヤマビルの寄生を受けて有穴腫瘍痕等を保有するニホンジカは丹沢東部・北部に多く、次いで丹沢南部や丹沢東部周辺の町に生息している状況が確認された。なお、丹沢西部のニホンジカからは有穴腫瘍痕等を保有するニホンジカは確認されなかった。

表2-4-2 ニホンジカ有穴腫瘍痕等調査結果（2007）

捕獲地	捕獲頭数	調査頭数	保有頭数	保有率	備考
津久井町	1	1	1	100%	丹沢北部
清川村	61	15	15	100%	丹沢東部
厚木市	9	9	9	100%	丹沢東部
愛川町	6	6	3	50%	丹沢東部
伊勢原市	9	9	2	22%	丹沢南部
秦野市	85	46	3	7%	丹沢南部
松田町	22	3	0	0%	丹沢西部
山北町	88	22	0	0%	丹沢西部
計	281	111	33	30%	

このうち、市町村が有害鳥獣駆除で捕獲し調査を行ったニホンジカは、表2-4-3のとおり調査個体数は83頭であり、有穴腫瘍痕等を有していたニホンジカは18頭（22%）で、里山地域においても同じ傾向にあることが確認された。

② 考察

調査結果では、丹沢東部で捕獲されたニホンジカから、ヤマビルの恒常的な吸血が原因と思われる有穴腫瘍痕等を保有する個体が多く確認され、そこから丹沢南部や北部周辺に次第に広がっている状況が見られる。

表2-4-3 有害鳥獣駆除等の有穴腫瘍痕等調査結果（2007）

捕獲地区	捕獲頭数	調査頭数	保有頭数	保有率	備考
津久井町		1	1	100%	丹沢北部
厚木市		9	9	100%	丹沢東部
愛川町	6	6	3	50%	丹沢東部
伊勢原市	9	9	2	22%	丹沢南部
秦野市	46	46	3	7%	丹沢南部
山北町	12	12	0	0%	丹沢西部
計	73	83	18	22%	

千葉県房総半島における研究では、有穴腫瘍痕を保有するニホンジカはヤマビルの生息密度が高い地域に多く、また、ヤマビルの生息密度が高い地域はニホンジカの生息密度も高いことが報告されている。そして、このこ

とがヤマビルの生息域拡大と密接な関係にあることなどが報告されている。本県の調査でもヤマビルの原生息地を含む丹沢東部は、他の地域に比べ相対的にニホンジカ・ヤマビルとも生息密度が高いことが確認されている。

問題は、図2-4-10のように丹沢東部を中心に南部の伊勢原市や秦野市、丹沢東部や北部の周辺市町村にも次第に有穴腫瘍痕等を有するニホンジカが増えてきていることである。

ヤマビルの拡大要因をニホンジカと仮定した場合、本県にはヤマビルの恒常的な寄生を受けているニホンジカ

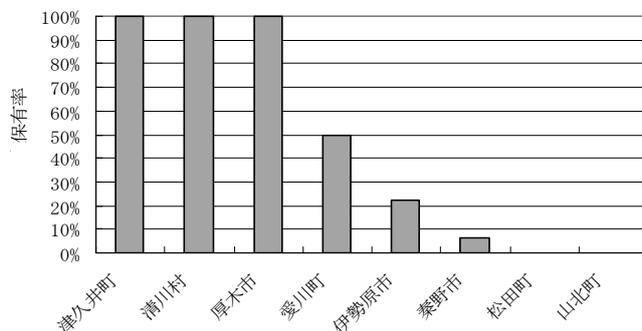


図2-4-10 丹沢周辺のニホンジカの有穴腫瘍痕保有率

が生息する地域（丹沢東部）、恒常的な寄生を受けつつあるニホンジカが生息する地域（丹沢南部・丹沢東部周辺）、ヤマビルの寄生を受けていないニホンジカ生息する地域（丹沢西部）がある。ヤマビルの寄生を受けていない丹沢西部に生息するニホンジカの他の地域への移動はヤマビル生息域拡大に関係することはないが、ヤマビルの寄生を受けている丹沢東部や南部のニホンジカが他の地域へ移動することは直接的にヤマビル生息域拡大につながると思われることである。今回の調査では、丹沢西部方面で捕獲されたニホンジカから

有穴腫瘍痕等は確認されなかったが、別に行ったヤマビル生息地調査で松田町や山北町の一部で飛び石的なヤマビル生息地が確認されており、生息地からニホンジカの足跡が多数発見されていることから、ヤマビル寄生を受けた丹沢東部方面のニホンジカが丹沢西部方面に移動してきていると推察されるところであるがこの検証については今

後の課題である。

このニホンジカの移動が前掲の千葉県房総半島における研究のように、ニホンジカの生息密度の高まりによる周辺地域への自然分散なのか、管理捕獲などの狩猟圧*による攪乱分散なのかである。まず生息密度の高まりによる自然分散については、現在のニホンジカの管理捕獲等の施策を推進してニホンジカの生息密度を適正なレベルに誘導することがヤマビルの生息域拡大を防止する基本的な対策となる。しかし、管理捕獲などによる狩猟圧の攪乱である場合には、ニホンジカにヤマビルが寄生していない冬季期間（11月～3月）に限って実施するか、ヤマビル生息域内部のニホンジカをヤマビルの未生息地域に分散させないよう、県や市町村などが統一した計画のもとヤマビルの生息域の周縁部からヤマビル生息地方面に向かも計画的にニホンジカを追い立て捕獲することが必要であるが、このような仕組みや対策・捕獲手法の開発などについては今後の課題である。

なお、ヤマビルは体重が1kg以上ある野生動物などを好適に吸血しているといわれている。本県のヤマビルがニホンジカのほかにどのような動物の血を吸血しているのか、吸血済みヤマビルの体内血液を採取してそのDNA分析を行った結果からは、イノシシ、タヌキ、アナグマ、ノウサギなどの里山に住む野生動物からも吸血していることが明らかになってきている。里山地域におけるヤマビル防除の観点からはこれらの動物の個体数管理のための研究や防除手法の開発も求められているがこれも今後の課題である。

第3章 ヤマビルの防除対策に関する調査研究

3.1 薬剤散布による防除に関する調査研究

○ヤマビル防除のための殺ヒル剤の選択について

殺ヒル剤の選択に当たっては、まず、第1に致死効果の優れていることが必要であり、数時間（4～5時間）以内に死亡するものを検討対象とした。

次に、安全性については、毒物・劇物でないこと、河川・湖沼などへ流入を考え、魚類・甲殻類などへの安全性に問題はないこと（ピレスロイド系殺虫剤は魚類への毒性は高い）、土壤中に長期間残留しないこと、植物を枯らさないこと、刺激性が少ないことや、これら安全性の他、高コストでないことを条件として、ディートとシトロネラ油の2つを選定した。

○ディート及びシトロネラ油の安全性について

安全性についてみると、ラットに口から投与した場合の急性毒性（半数致死量）は、体重1kgあたり、ディートで2g¹⁾、シトロネラ油では2～5g²⁾であり、両者とも毒劇物取締法では普通物に該当する。また、環境への影響として魚毒性（ヒメダカ48時間半数致死濃度）をみると、ディートは100mg/L³⁾、シトロネラ油では25mg/L以上⁴⁾と通常の使用方法では毒性に問題がない分類に該当する。

これらのことから屋外で地面に散布する場合において、ディートとシトロネラ油の安全性は問題ない。

○殺ヒル剤の散布費用

製品（「ヤマビルキラー」：ディート5%粉剤、「ヤマビルエコキラー」：シトロネラ油5%粉剤）の標準使用量10g/m²（落ち葉や植物などの被覆物が多い場合は、使用量を増やす必要がある。）で散布した場合の費用は、ディートで1m²当たり20円（市販価格：7kg、14,000円）、シトロネラ油で1m²当たり18円（市販価格：7kg入12,600円）である。

（参考） 検討対象とした殺虫剤・忌避剤と植物由来物質

殺虫剤・忌避剤など（15種）
ピレスロイド系殺虫剤（3種） スミスリン10%乳剤、エトフェンプロックス5%乳剤・10%粉剤、ペルメトリン0.5%エアゾル剤
カーバメイト系殺虫剤（1種） プロポクスル1%粉剤・4%粉剤
有機リン系殺虫剤（4種） バイテックス5%乳剤、スミチオン5%乳剤、DDVP5%乳剤、マラソン1%粉剤
シロアリ防除剤（2種） シロネン2%乳剤、ハチクサンFL剤
食毒（ベイト）剤（3種） ホウ酸団子（ホウ酸20%）、ナメトックス（メタアルデヒド6%）、アザメチホス6%
昆虫成長抑制剤（1種） デミリン2%粉剤
昆虫忌避剤（1種） ディート1～10%粉剤
天然植物由来物質（防虫効果、殺菌効果があるもの）（13種）
ヒバ油、ピネン（ヒノキ油）、イチョウエキス、アネトール（ウイキョウ油）、リモネン（オレンジ油）、シトロネラ油、ゼラニウム油、マツ抽出物、ニーム油、ステビア、ヨモギエキス、ディラピオール（デイル油）、ティーツリー油

(1) 室内試験における効力試験

【目的】

ヤマビル生息地で化学的防除対策を行うにあたり、効果的な薬剤使用量を決めるなどの基礎資料を得るため、ヤマビルに対する薬剤の忌避効力および殺ヒル効力を室内試験により明らかにする。

【方法】

①試験薬剤

ディート5%粉剤、シトロネラ油5%粉剤、シトロネラ油6.5%粉剤を用いた。また、薬剤の担体として使われているタルク*を対照とした。

②試験対象動物（ヤマビル）

丹沢地域から野生のヤマビルを採集し、試験に用いた。採集したヤマビルは、1頭ずつポリプロピレン瓶（直径3cm、高8cm）に入れ、未吸血のまま温度25℃、相対湿度75%、24時間暗条件で飼育した。秋田県¹⁾にならない、ポリプロピレン瓶には湿らせたバーミキュライト*を敷いた。

③忌避効力試験

透明アクリル板製の箱（長75cm×幅30cm×高16cm）に湿らせたバーミキュライトを敷き、中央の薬剤散布域（長15cm×幅30cm）に薬剤を所定量（0、5、10、15、20、25g/m²）散布した（図3-1-1）。

薬剤散布域の片側にヤマビルを4、5頭置き、反対側におとり（人）を配置し、おとりの呼気によって誘引されたヤマビルが薬剤散布域を通過するのにかかる時間を測定した。呼気に誘引され、薬剤散布域に接近したヤマビルだけを有効な試験個体とした。測定は、温度25℃、相対湿度75%の実験室内で、最大90分まで行った。

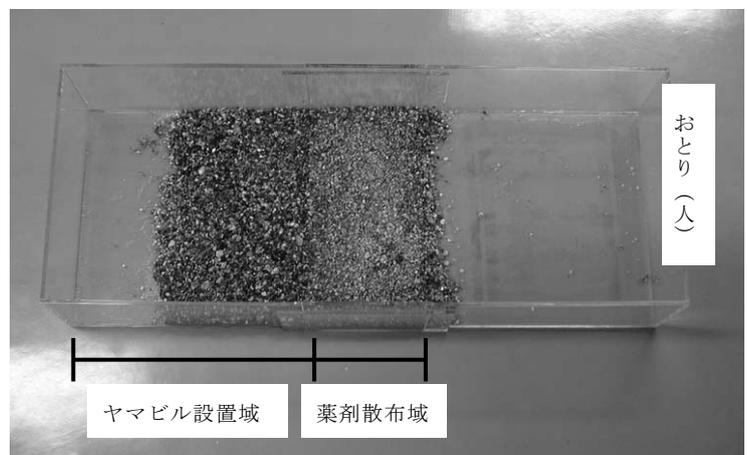


図 3-1-1 忌避効力試験装置

④殺ヒル効力試験

ガラスシャーレ（直径15cm）に、土壌上にいるヤマビルを想定して、バーミキュライトを敷いてヤマビルを置き（図3-1-2）、薬剤を所定量（10、20、25、30、35、40g/m²）散布する区分により、ヤマビルが死亡するまでにかかる時間を測定した。

試験は、温度25℃、相対湿度75%の実験室内で行った。測定は最大60分行き、60分後、飼育容器に移し、24時間後の生死を確認した。

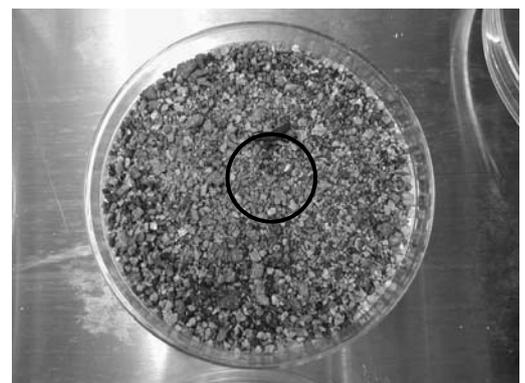


図 3-1-2 殺ヒル効力試験

ヤマビル（円内）をバーミキュライト上において薬剤を散布。

【結果と考察】

①忌避効力試験

ディート5%粉剤およびシトロネラ5%粉剤の忌避効力についての結果を表3-1-1に示した。

薬剤を5g/m²および10g/m²散布した場合は、両薬剤ともほぼ5分以内にヤマビルは通過しており、薬剤散布なしやタルクを散布した場合と5%水準で有意差はなかった（クラスカル・ワリス検定*、 $p>0.05^*$ ）。

薬剤を 15g/m² 散布した場合には、ディート 5% 粉剤ではすべて 5 分以内に薬剤散布域を通過したが、シトロネラ 5% 粉剤では 8 頭中 2 頭 (25.0%) が通過できなかった。

薬剤 20g/m² 散布した場合には、タルクではすべての個体が薬剤散布域を通過したが、ディート 5% 粉剤では 7 頭中 3 頭 (42.9%)、シトロネラ 5% 粉剤では 6 頭中 3 頭 (50.0%) が通過できなかった。

薬剤を 25g/m² 散布した場合には、ディート 5% 粉剤では薬剤散布域まで近づき口を付けるが、散布域に進入する個体は見られなかった。タルクで未通過の個体 4 頭は、散布域に進入後、タルクが体全体に付着したために動くのをやめてしまったもので、タルクの上の通過を避けはしなかった。

表 3-1-1 忌避効力試験

薬剤散布域を通過するのに要した時間

散布薬剤	散布量 (g/m ²)	試験個体数 (頭)	通過個体数(頭)				
			0~5 (分)	~10	~15	~20	~40 未通過
なし	0	7	7				
タルク	5	6	5	1			
ディート	5	5	5				
シトロネラ	5	8	8				
タルク	10	10	10				
ディート	10	5	4	1			
シトロネラ	10	8	8				
タルク	15	7	4	3			
ディート	15	6	6				
シトロネラ	15	8	6				2
タルク	20	12	10	1		1	
ディート	20	7	3				3
シトロネラ	20	6	1		1	1	3
タルク	25	8	1				3
ディート	25	10					10

シトロネラ油 6.5% 粉剤を 20g/m² 散布した場合 (シトロネラ油 5% 粉剤を 25g/m² 散布した場合に相当) は、散布域を通過した個体はいなかった (表 3-1-2)。

ディート 5% 粉剤、シトロネラ油 5% 粉剤ともに、忌避剤として使用するためには、25g/m² 以上の散布量が必要であり、シトロネラ油 6.5% 粉剤では 20g/m² 以上の散布量が必要であると考えられる。

シトロネラ油 6.5% 粉剤の忌避効力は、2 時間後まで見られた。6 時間後には効力が弱まり 10 頭中 6 頭 (60%) が通過し、24 時間後には全ての個体が通過した。2 時間の忌避効力持続時間では、住宅の周りに散布して、ヤマビルを侵入を防ぐなどの実用は難しいと考える。実用のためには、持続時間を延ばすための対策が必要と考える。

②殺ヒル試験

60 分間の測定の中で、刺激を与えても反応を示さず、一見死亡したように見えた個体が、24 時間後までに活動を再開することがあったことから、60 分までに死亡したように見られた個体を仮死とした。ディート 5% 粉剤を 40g/m² まで散布したが、ヤマビルに対する殺ヒル効力は低かった (表 3-1-3)。しかし、ディート 5% 溶液に 3 秒間浸漬した場合には、60 分後の仮死率は 70%、24 時間後の死亡率は

表 3-1-2 シトロネラ油 6.5% 粉剤の忌避効力持続時間 (散布量 20g/m²)

薬剤散布後 経過時間	試験個体数 (頭)	通過個体数(頭)		
		0~5 (分)	~10	未通過
散布直後	8			8
2時間	8			8
6時間	10	5	1	4
24時間	6	6		0

100%で、高い殺ヒル効力が見られた（表 3-1-4）。秋田県²⁾でも、60 分後の死亡率が 40%、3 時間後の死亡率が 100%であり、本試験と同様にディートには殺ヒル効力が確認されている。

粉剤を 40g/m²以上散布しても、ヤマビルに付着しない薬剤がほとんどであることから、散布量を増やしても効力は上がらないと考えられる。より多くのディートをヤマビルに付着させるためには、乳剤の使用を考

慮する必要があると考える。薬剤の形態を乳剤に変えることによって、ディートの濃度もあげられることから、ディートを使った防除も可能になると考えられる。

シトロネラ油 6.5%粉剤は、20g/m²以上の散布量で、ほとんどのヤマビルが 60 分以内に仮死状態になったが、20g/m²と 25g/m²の散布量では 24 時間後に多くのヤマビルが再び活動していた（表 3-1-5）。30g/m²以上の散布量では、24 時間後の死亡率も高く、強い殺ヒル効力が確認されたことから、シトロネラ油 6.5%粉剤を殺ヒル剤として使用するためには、30g/m²以上の散布量が必要と考えられる。

シトロネラ油 6.5%粉剤を 10g/m²の散布量で 2 回散布した場合、20g/m²を散布した場合と同等の効力が得られるか試験を行った。しかし期間を空けて 2 回散布した場合、10g/m²の散布量を 1 回散布した場合と同じで、殺ヒル効力は見られなかった（表 3-1-6）。殺ヒル効力を得るためには、1 回で体に致死量が付着するように散布する必要があると考えられる。

表 3-1-3 ディート 5%粉剤の殺ヒル効力

散布量 (g/m ²)	試験個体数 (頭)	60分後仮死率 (%)	24時間後死亡率 (%)
20	10	0	10
30	10	0	10
40	10	20	10

表 3-1-4 ディート乳剤の殺ヒル効力

濃度 (%)	浸漬時間 (秒)	試験個体数 (頭)	60分後仮死率 (%)	24時間後死亡率 (%)
5	3	10	70	100

表 3-1-5 シトロネラ油 6.5%粉剤の殺ヒル効力

散布量 (g/m ²)	試験個体数 (頭)	60分後仮死率 (%)	24時間後死亡率 (%)
10	10	0	0
20	10	80	10
25	10	90	30
30	10	100	70
35	10	100	100
40	10	90	90

表 3-1-6 シトロネラ油 6.5%粉剤の殺ヒル効力
10g/m²を 2 度散布した場合の効力

散布回数	試験個体数 (頭)	60分後仮死率 (%)	24時間後死亡率 (%)
1 回目	15	0	0
2 回目	3 日後	7	0
	7 日後	7	14

(2) 野外における防除試験

【目的】

ヤマビルに対する即効的な防除対策として薬剤の使用は有効な手段といえる。このため、ヤマビル生息地域が水源地域であることを踏まえ、既存文献等を参考に人畜に安全で環境負荷の少ない薬剤を選択して、2007年から2008年にかけて野外におけるヤマビル防除薬剤の有効性試験を実施した。なお、2007年については県央地域県政総合センターが清川村煤ヶ谷地区で行った「ヤマビル被害対策モデル事業*」と連携して実施した。

1. 2007年の野外試験

- (1) 試験期間；2007年7月3日～10月24日
- (2) 試験地；清川村煤ヶ谷地内の農地（図3-1-3）
- (3) 使用薬剤；ディート5%粉剤及びシトロネラ油5%粉剤

2. 2008年の野外試験

- (1) 試験期間；2008年8月19日～9月17日
- (2) 試験地；自然環境保全センター樹木園（図3-1-4）
- (3) 使用薬剤；ディート5%粉剤及びシトロネラ油6.5%粉剤



図 3-1-3 ヤマビル薬剤防除試験地
2007年（清川村煤ヶ谷地内）

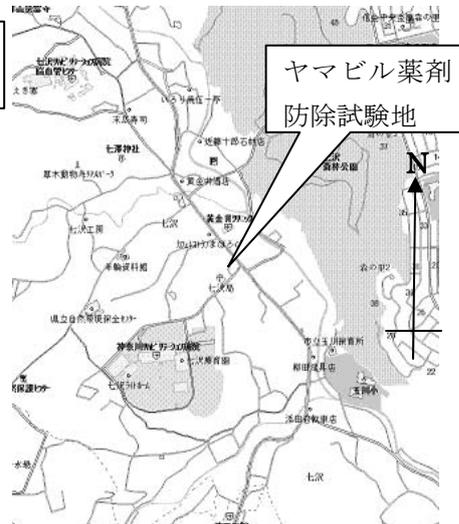


図 3-1-4 ヤマビル薬剤防除試験地
2008年（自然環境保全センター地内）

【方法】

1. 2007年の野外試験方法

試験地は、ヤマビルが高密度に生息する農地で、地形など環境要因の違いを補正するため5つの試験区を設けた（図3-1-5）。各試験区には、ディート5%粉剤（以下「ディート」という）10g/m²散布区、シトロネラ油5%粉剤（以下「シトロネラ油」という）10g/m²散布区、及び無散布区の対照区を設け薬剤散布前と散布後のヤマビル出現数の変化を観察した。また、5試験区（A-E）のうち4試験区（A-D）は、ニホンジカなど大型野生動物によるヤマビルの持ち込みを防ぐため周囲に動物侵入防止ネットを張った（図3-1-6）。また、試験区の各散布区は予め薬剤散布の前日7月3日に草刈りと集草除去（以下「下刈り等」という）を行い、翌日の7月4日午前10時から12時にかけて薬剤散布前のヤマビル出現数の調査を行い、出現数調査が終了した

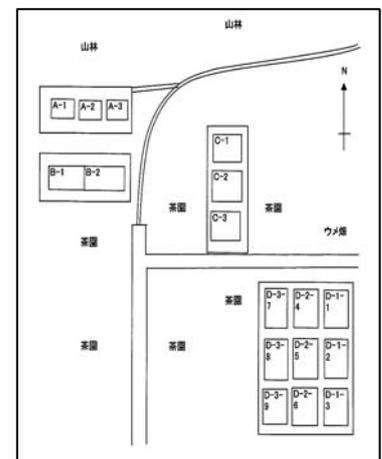


図 3-1-5 薬剤防除試験地
2007年

試験区から順に薬剤散布を行った。なお、薬剤散布時の飛散による他の試験区への汚染を防ぐため、人手による薬剤散布を行った。

第1回薬剤効果調査は、薬剤散布1時間後の12時から13時30分にかけて各試験区の散布区毎にヤマビル出現数調査を実施した。第2回目の調査は1日後、第3回目は1週間後、第4回目は30日後、第5回目から7回目までは30日毎に実施し、調査時間は毎回10時から12時の間に行った。

ヤマビルの出現数調査は、試験区毎に観察者と記帳者の2人×3組で行い、観察者が5分間散布区を歩き回った後に定点に立ち、5分間静止して立ち位置から半径1m以内に出現してくるヤマビルを食品保存用のプラスチック容器に採取し、個体数と個体サイズを後吸盤直径で測定した後同位置に放した。また、薬剤によるヤマビル防除効果を検証するため、統計的手法による有意性検定を行った。

2. 2008年度の野外試験方法

2007年度の結果等を踏まえ、2008年度の試験では、野外と同じ状態の閉鎖空間を創り、そこに定数(10個体)のヤマビルを放して薬剤効果試験を実施した。

本試験に先立ち薬剤の効果を知るため7月11日予備試験を行った。予備試験は、食品保存用プラスチック容器(径9cm)に10箇所程度の穴を開け、平方メートル換算で20g(0.5g)、30g(0.76g)、40g(1.2g)のディート5%粉剤(以下「ディート」という)とシトロネラ油6.5%粉剤(以下「シトロネラ油」という)を入れた容器に中ビルサイズ以上のヤマビルを1個体ずつ計30個体入れ、湿度80%・温度30℃に設定したグロスチャンバー* (SANYO MLR351-H)で90分間の生存状態を観察した。その結果、ディートは30g/m²以上、シトロネラ油は20g/m²以上の薬剤量で80%以上の死亡を確認したため、野外試験に使用する薬剤量はディートが30g/m²と40g/m²、シトロネラ油は20g/m²と30g/m²を施用量として使用した。

本試験は、自然環境保全センター(以下「センター」という)樹木園のコナラ、イヌシデなどを構成樹種とする落葉広葉樹林の南向きの斜面で行った。また、ディート2区、シトロネラ油2区、対照1区の5区(図3-1-7)を配置した。試験区は、衣装ケース用プラスチックボックス(40cm×66cm×30cm)(以下「プラボックス」という)上部にヤマ

ビル忌避剤(ディート)を塗布した和紙などを貼り、底面を切断したもの(図3-1-8)を林地に埋め込んだ後(図3-1-9)、周囲の林地と同じ程度に底面を踏み固めヤマビルの脱出を防止した。また、試験区は試験の都度位置を変えて、前試験による散布薬剤の影響ないようにした。



図 3-1-8 ヤマビル脱出防止対策(和紙の襖紙を張りディート剤を塗布)

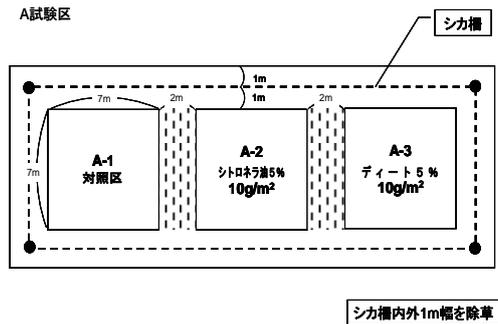


図 3-1-6 薬剤防除試験地(A試験区)の概要



図 3-1-7 薬剤防除試験区の配置



図 3-1-9 薬剤防除試験地 2008年

① 薬剤の表面散布効果試験

ここでは、薬剤を表面散布しただけのヤマビル防除効果を調べることを目的に8月27日から9月5日にかけて実施した。試験方法は、試験区のプラボックス内を周囲の林床面と同じように落ち葉などを入れて復元し、前日採取してきた中サイズ以上のヤマビルを10個体ずつ入れた後ジョウロで散水して湿らせ、1時間後にディート区は $30\text{g}/\text{m}^2$ (7.92g)と $40\text{g}/\text{m}^2$ (10.56g)、シトロネラ油区は $20\text{g}/\text{m}^2$ (5.28g)と $30\text{g}/\text{m}^2$ (7.92g)の薬剤を図3-1-10のとおりフルイを使い敷き詰めた落ち葉の表面に均一に散布した。薬剤の防除効果を調べるため、薬剤を散布した1時間後から5分間息を吹きかける方法(以下「息吹きかけ法」という)でヤマビル出現数を経時的に観察を行った。また、観察時以外はヤマビルの脱出を防止するため、プラボックスの蓋を閉めた。



図 3-1-10 薬剤の表面散布効果試験の様子(薬剤が表面に白く見える)

② 薬剤の攪拌効果試験

ここでは、薬剤散布による防除効果を高める手法の開発を目的に、9月24日から30日にかけて実施した。試験方法は、表面散布試験と同様に林床を復元したプラボックスに前日採取してきたヤマビルを10個体ずつ放し散水して湿らせた1時間後に、ディート区 $30\text{g}/\text{m}^2$ 、 $40\text{g}/\text{m}^2$ 、シトロネラ油区 $20\text{g}/\text{m}^2$ 、 $30\text{g}/\text{m}^2$ の薬剤をフルイで均一に散布し、表面の落ち葉層全体を手やピンセットなどで攪拌(図3-1-11)した1時間後、息吹きかけ法で出現する個体数の経時的な観察を行った。また、脱出防止のため観察時以外はプラボックスの蓋を閉めた。また、5日目の最初の観察後にジョウロで散水し、生存状態を確認した。



図 3-1-11 薬剤の攪拌効果試験の様子(攪拌したため薬剤は見えない)

③ 裸地状態における薬剤散布効果試験

ここでは、下草刈りや落ち葉掃きなどにより、ヤマビルの隠れ場所がない場合の薬剤の散布効果を確認することを目的に9月10日から23日にかけて実施した。試験方法はプラボックス内の落ち葉や腐植などを全て除去したなかに前日採取したヤマビルを放し、散水1時間後にディート区 $30\text{g}/\text{m}^2$ 、 $40\text{g}/\text{m}^2$ 、シトロネラ油区 $20\text{g}/\text{m}^2$ 、 $30\text{g}/\text{m}^2$ の薬剤をフルイで均一に散布した(図3-1-12)。また、薬剤散布後は地表面に数枚の落ち葉を入れ、観察時以外は脱出防止のためプラボックスの蓋は閉め、散水は行わなかった。



図 3-1-12 裸地状態の薬剤散布防除効果試験の様子

※各試験は、試験の都度プラボックスの位置を変えて実施し、前試験による散布薬剤の影響がないよう努めた。

【結果と考察】

1. 薬剤散布野外試験 (2007 年度)

両薬剤の散布量が 10 g/m^2 の野外試験の結果、ディート、シトロネラ油とも散布1時間後のヤマビル出現の減少効果は見られるが、1日以上経つと出現数は回復して薬剤の防除効果は見られなくなった(図3-1-13)。

このため次年度の研究においては、効果的な薬剤散布方法を開発するため、薬剤の濃度や使用量を増やす方法で検討し再度実施することとした。

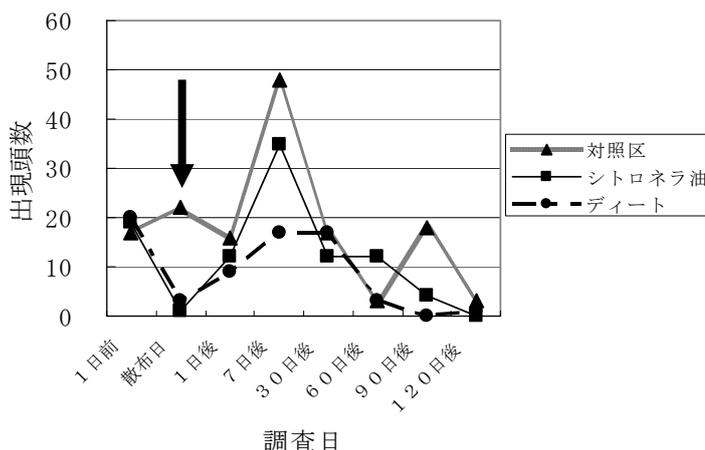


図3-1-13 薬剤量 10 g/m^2 の野外試験結果 (2007 年度)

2. 薬剤散布野外試験 (2008 年度)

前年の試験結果を踏まえ防除薬剤を検討した結果、薬剤の種類は変えないで薬剤濃度と使用量を増やして試験を行った。また、薬剤散布後のヤマビルの生息状況を詳しく観察するため、プラボックス内を野外と同じ環境の閉鎖空間にして、薬剤散布によるヤマビル防除試験を実施した。なお、薬剤の有効性を確かめる場合などについては有意水準が5%では低すぎるため、統計的処理については1%水準を限界値とする一般的検定を行った。

① 薬剤の表面散布効果試験の結果

シトロネラ油 30 g/m^2 区を除く薬剤散布区で1時間後に急激な出現減少が認められ、この傾向は26時間続いた(図3-1-14)。その後は徐々に出現数が増加し42時間後には対照区との差は見られなくなった。また、この試験で効果の高かったディート 30 g/m^2 、シトロネラ油 20 g/m^2 の試験結果の統計処理(ノンパラメトリックな一元配置の分散分析)を行ったところ、 $p < 0.01^*$ 水準において有意な差を確認することができた(表3-1-7)。

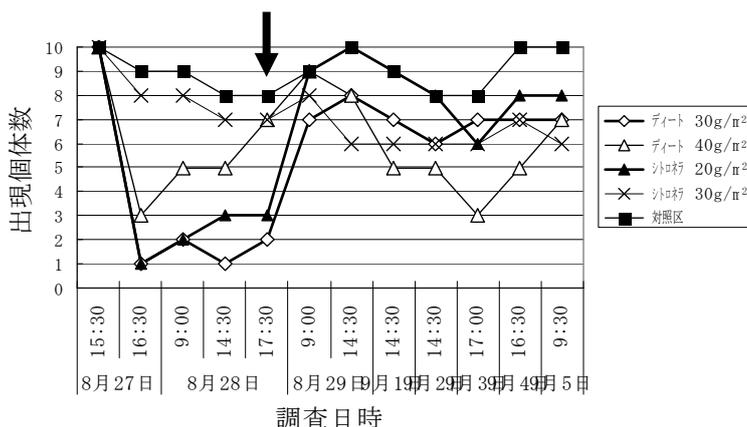


図3-1-14 表面散布による防除効果試験の結果

シトロネラ油については、薬剤量が 30 g/m^2 と多い試験区の防除効果が最も少ない結果となったが、その原因については不明である。

結果として、薬剤散布について殺ヒル効果は少ないが一定の効果は認められるとするものであり、有効な薬剤の散布量はディート 30 g/m^2 、シトロネラ油 20 g/m^2 が最も効果的で、効果は1日程度続くとするものであった。このことから、局所的で緊急的なヤマビル防除の手段として使用は可能と思われる。

表3-1-7 薬剤の表面散布効果試験の結果

	ディート5%30g/m²	シトロネラ6.5%20g/m²	対照区	
件数	12	12	12	H=11.68618
平均生存個体数	5.4167	6.4167	9.0000	P<0.01

② 薬剤の攪拌効果試験の結果

薬剤の攪拌試験は、薬剤の表面散布では落ち葉の下にヤマビルが隠れてしまい薬剤に接触しないことで効果が薄れるのではないかと考え、薬剤の散布後に地表面を攪拌してヤマビルが隠れている空間全体に薬剤を行き渡らせた場合の防除効果について試験を実施した。

シトロネラ油は表面散布とほぼ同様な傾向を示し効果時間も1時間程度と短かったが、ディートは表面散布に比べ攪拌すると防除効果が著しく高まることが確認された(図3-1-15)。ディート試験区では、散布1時間後からヤマビルの出現数はなくなりその状態が数日間続いたことから、ヤマビルの生存状態を確認するため6日目に散水を行ったところ、60%のヤマビルが出現し生存が確認された。

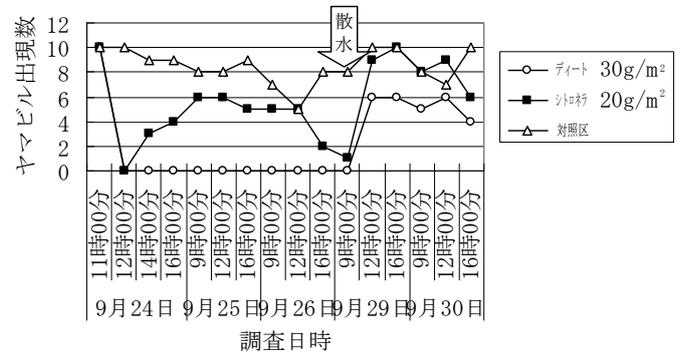


図3-1-15 薬剤の攪拌による防除効果試験の結果

シトロネラ油試験区では表面散布試験による結果と同じ短時間の薬剤効果は見られたが、長時間の持続的な防除効果は見られなかった。この結果を、統計処理(一元配置の分散分析)したところ、 $p < 0.01$ 水準において有意な差が確認できた(表3-1-8)。(※ディート 40g/m²、シトロネラ 30g/m² 試験区については、上記結果と同じ傾向を示したため図表化はしなかった。)

表3-1-8 薬剤の攪拌による防除効果試験の結果

	ディート30g/m ²	シトロネラ20g/m ²	対照区	
件数	16	16	16	H=26.08777
平均生存個体数	1.813	5.313	8.375	P<0.01

結論として、薬剤を攪拌させるヤマビル防除手法については、両薬剤とも索餌行動を抑制する一定の効果が認められた。特にディートについては抑制効果が長く続き、雨などが降らなければ防除効果は1週間程度続くものと推察され、攪拌方式によるディートを使用した薬剤防除の有効性は高いと思われる。

③ 裸地状態における薬剤散布効果試験の結果

落ち葉など隠れる場所がないヤマビルに、ディートやシトロネラ油を散布した場合の効果を調べるための試験を実施した。その結果、薬剤散布7時間後にディート試験区で30%、シトロネラ油試験区は20%が死亡し、散布6日後の観察ではディート区で100%、シトロネラ油区で50%の死亡が確認されたが、対照区のヤマビルは全個体が生存していた(図3-1-16)。また、この結果を統計処理(一元配置の分散分析)したところ、表3-1-9のとおり $p < 0.01$ 水準において有意とする差が確認できた。

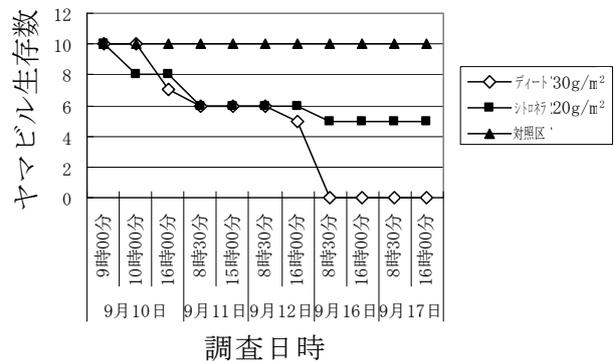


図3-1-16 裸地の防除効果試験の結果

ヤマビルの夏期や冬期の生息は、落ち葉や小石の下などで行われている。薬剤を使った夏期の防除は、上記結果から草の上などに表面散布しただけでは防除効果が少なく、草を刈り、刈った草を除去した後に薬剤をかけ林床面を攪拌するか、裸地状態にしてから薬剤をかけなければ防除効果が少ない

ことが確認できた。

実際に、これらの作業を組み合わせたヤマビル防除となると施行労力や費用も極めて高額となり、局所的で応急的な防除対策としての活用の可能性はあるが、広い面積や広域的な対策として使用するには現実的な防除法とはいえないと思われる。

表 3-1-9 裸地への薬剤散布防除効果試験結果

	ディート30g/m ²	シロネラ20g/m ²	対照区	
件数	11	11	11	H=10.4329
平均生存個体数	3.12500	5.93750	10.00000	P<0.01

(3) 薬剤散布による環境影響調査研究
ア 薬剤の環境中での残留性について

【目的】

土壌表面に散布された防除薬剤の環境中での残留性を確認するために、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*」で実施した防除薬剤の屋外散布に連携協力して環境濃度調査を実施する。

【方法】

① 薬剤散布

「ヤマビル被害対策モデル事業」による屋外での防除薬剤の試験散布は、清川村煤ヶ谷において2007年度と2008年度の2回にわたり、ヤマビルの活動が活発となる時期に実施された。防除薬剤は、ディートおよびシトロネラ油を使用した。散布の概要を表3-1-10に示す。薬剤の散布は、事前に草を刈り払って取り除きヤマビルの隠れ場所が無くなった状態にし、各薬剤の種類別に行った。

薬剤の散布量は、2007年度は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の10g/m²とし、2008年度は標準使用量の2倍量にあたる20g/m²であった。

表3-1-10 防除薬剤散布の概要

	散布薬剤	試験区	散布回数	散布量	散布日
平成19年度	①ディート5%粉剤 ②シトロネラ油5%粉剤	5区	1回	10g/m ²	2007.7.4
平成20年度	同上	4区	1回及び2回	20g/m ²	一回目 2008.6.25 二回目 2008.6.30

薬剤散布後の土壌は、薬剤によって表面がうっすらと白くなるような様子であった。

② 調査方法

環境濃度の調査方法の概要を表3-1-11に示す。調査は、薬剤の散布前後に、薬剤が散布された土壌、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で、2008年度は2007年度の調査結果や室内試験等の結果を踏まえ、媒体ごとに調査対象物質を絞り込むなどして行った。

表3-1-11 環境濃度調査の概要

	調査媒体	調査対象物質	調査時期
平成19年度	散布地土壌 土壌浸透水 大気 河川	①ディート ②シトロネラ油成分5物質 (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)	散布前～4ヶ月後
平成20年度	散布地土壌 大気	ディートのみを対象 ディート及びシトロネラ油成分	散布前～1ヶ月後

なお、ディートは化学的に合成される単一の物質であるが、シトロネラ油は植物から抽出される香油であり、複数の成分からなる混合物である。その成分や含有率は産地等により異なっている。今回、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3-1-12であった。シトロネラ油は柑橘系の強い芳香臭があり、香りづけを目的とした食品添加物としての登録がされている。

調査は次のようにして行った。

表3-1-12

シトロネラ油の測定項目及び成分比

測定項目	成分比 (%)
シトロネラル	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

a. 土壌調査

土壌試料の採取は地点混合方式とした。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 25cm²、深さ約 4 cm (容量約 100cm³) の量の土壌を複数箇所採取して混合し、遮光・密閉できる容器に入れ、冷蔵して持ち帰り分析に供した。

採取した土壌試料の分析は水への溶出試験とした。一定量の土壌をはかり取りとって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

大気調査の試料採取は、採取装置に捕集管を取り付けて一定時間の通気を行い、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 で行った。

c. 土壌浸透水及び河川調査

土壌浸透水は、浸透水採取器を散布区の勾配の低くなる位置に約 20cm の深さで埋め込み、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 3 地点で薬剤の散布日より月に一度河川水を採取して分析した。

【結果と考察】

① 土壌調査

ディートについては、1 m² 当たり 10 g (有効成分 5 % 粉剤) の薬剤散布を行った 2007 年度の調査では、2 ヶ月後の調査で不検出となった (表 3-1-13)。

なお、散布直前にディートが検出されているのは、散布前の作業として草刈りをする際、作業者が忌避剤としてディート成分が含まれている薬剤を長靴等に噴霧したものが土壌に移行したものと推察された。

表 3-1-13 2007 年度の土壌調査結果(ディート粉剤散布)

	散布直前 (2007. 7. 4)	散布1週間後 (2008. 7. 11)	散布2ヶ月後 (2008. 9. 4)
5 試験区の平均	0.6 μg/L	173 μg/L	<0.2 μg/L
濃度範囲	0.3~1.2 μg/L	0.2~505 μg/L	<0.2 μg/L

また、1 回の散布量を前年度の 2 倍の 20g/m² として行った 2008 年度の調査では、短期間での 2 回の繰り返し散布も行ったが、散布 1 ヶ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 3-1-14)。

表 3-1-14 2008 年度の土壌調査結果(ディート粉剤散布)

		1 回目散布後 (2008. 6. 27)	2 回目散布後 (2008. 7. 2)	散布1ヶ月後 (2008. 8. 8)
1 回散布 2008. 6. 25	4 試験区の平均	11.5 μg/L	0.2 μg/L	<0.2 μg/L
	濃度範囲	4.6~22.9 μg/L	<0.2~0.3 μg/L	<0.2 μg/L
2 回散布 2008. 6. 25 2008. 6. 30	4 試験区の平均	12.0 μg/L	0.2 μg/L	<0.2 μg/L
	濃度範囲	5.5~24.6 μg/L	<0.2~0.5 μg/L	<0.2 μg/L

次に、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 1 m² あ

たり 20 g までであれば、シトロネラ油は 1 週間以内、ディートは 1 ヶ月以内と推測される。

② 大気調査結果

2007 年度の調査結果を表 3-1-15 に、2008 年度の調査結果を表 3-1-16 に示す。

表 3-1-15 2007 年度の大気調査結果(5%粉剤を 10g/m²散布) (μg/m³)

		散布直後 (2007. 7. 4)	散布1週間後 (2007. 7. 11)	散布2ヶ月後 (2007. 9. 11)	散布4ヶ月後 (2007. 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
	ゲラニオール	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
	酢酸ゲラニル	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 3-1-16 2008 年度の大気調査結果(5%粉剤を 20g/m²散布) (μg/m³)

		散布直後 (2008. 6. 25)	散布1日後 (2008. 6. 26)	散布直後 (2008. 6. 30)	散布1日後 (2008. 7. 1)	散布3日後 (2008. 7. 3)
シ ト ロ ネ ラ 油	シトロネラル	63	<0.1	1.3	0.2	<0.1
	ゲラニオール	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
	酢酸ゲラニル	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

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、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

2007 年度の調査において、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 7.2 μg/L 検出された。

④ 環境への残留性の検討

<物理的性質による環境中存在割合の推計>

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、フガシティモデルがある。このモデルを活用して、

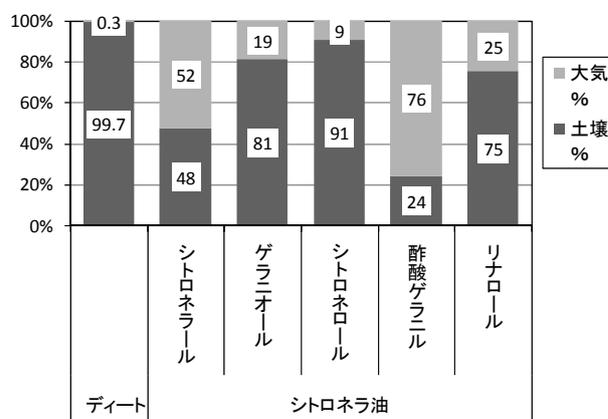


図 3-1-17 フガシティモデルで計算した媒体別の排出率

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、フガシティモデル（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。

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3-1-17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。

<室内試験による駆除剤中の成分残存性の検討>

また、駆除薬剤の成分が、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3-1-18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補足試験を行った。その結果、図3-1-19に示すように、シトロネラ油は17時間が経過後には10%程度まで残留量が低下したのに対し、ディートは48時間が経過しても約60%の成分が残留しており、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。



図 3-1-18 駆除剤中の成分保持試験

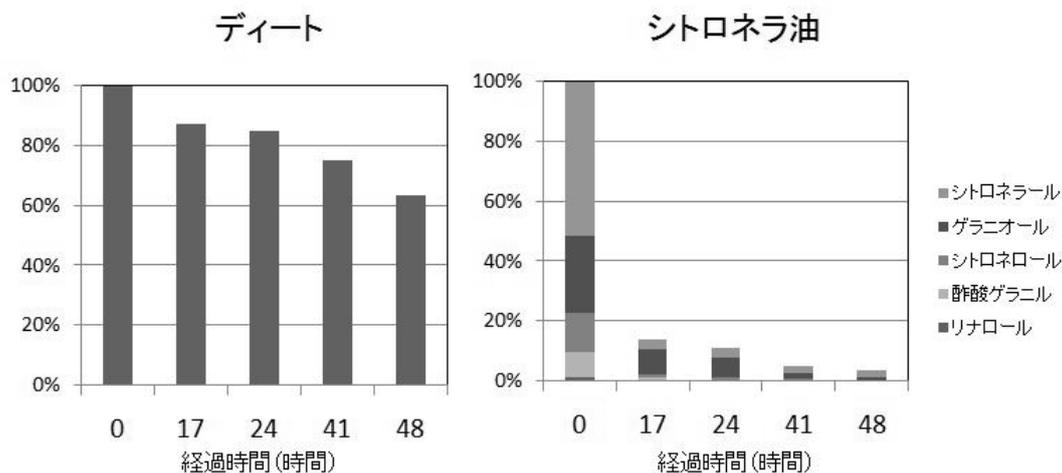


図 3-1-19 駆除剤中の成分保持試験結果

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ヶ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には、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。

イ 散布薬剤の生物への影響について

(ア) 土壌生物に対する影響

土壌生物に対する生態影響を評価するために、土壌に高密度で生息する節足動物であるトビムシ*を薬剤のヤマビル駆除に対する非標的動物とし、環境影響調査、生態毒性試験および陸上モデル生態系試験を実施した。

a 環境影響調査

【目的】

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、環境中における残留性等を毒性試験により確認するとともに、野外での試験散布に際して、環境への影響を調査する。

【方法】

調査は愛甲郡清川村で2007年に行なった。試料採取は、薬剤散布直前の7月4日、散布1週間後の7月12日、散布2ヵ月後の9月4日の計3回行なった。深さ4cm、容量100ccの塩ビ製土壌採取用円筒（コア）を用いて土壌を採取した。その日のうちに研究室に持ち帰り、抽出には自作のマクファーデン抽出装置*を用いて、コアから小型節足動物を抽出した。抽出後、ピンセットと2mmメッシュのふるいを用いて、2mmより小さな粒子を細土、2mm以上の粒子を礫（れき）、落葉落枝やリター、及び根に分け、それぞれの重量を測定した。

抽出は1週間行なった。抽出開始時は25℃、開始1日後に30℃、3日後に35℃、5日後に40℃と温度を上昇させ7日後に抽出完了とした。

抽出後、トビムシの全個体数を計測した。実体顕微鏡を用いて、トビムシや抽出された土壌動物を移し、集合プレパラートとした。光学顕微鏡を用いてプレパラートを観察し、トビムシの個体数のみを計数した。結果を1m²あたりの生息数に換算した。得られた結果については統計ソフトR¹⁾を用いて、一般化線形モデル*（ $p > 0.05$ ）を当てはめ統計処理した。

【結果と考察】

薬剤散布試験において、薬剤散布によって土壌の含水率が影響を受けないことを確認するため、各処理区の含水率について調査日ごとに分散分析を行なった。含水率は、（土壌試料全体の質量－細土の質量）／土壌試料全体の質量によって算定した。散布直前の7月4日に処理区間の差はなかった。散布1週間後の7月12日および散布2ヵ月後の9月4日も処理区間から差は検出されなかった。よって、薬剤散布による土壌含水率への影響はみられなかった。

トビムシ個体数調査の結果、散布直前の7月4日に処理区間の差はなく（図3-1-20）、試験地の設定は妥当であった。散布1週間後の7月12日の処理区間に差はなく、また散布2ヵ月後の9月4日の各処理区間からも有意な差は検出されなかった（図3-1-21, 22）。

次に、土壌の残留薬剤のトビムシの個体数に対する影響について検討する。まず、散布直前の7月4日に処理区間のトビムシ個体数に差がみられず（図3-1-20）、試験地の設定が妥当であることを確認した。また、散布1週間後の7月12日の処理区間に差はなく、また散布2ヵ月後の9月4日の各処理区間からは、個体数に有意な差は検出されなかった（図3-1-21, 22）。

また、環境科学センターが2007年度に実施した土壌中残留濃度調査の結果から、シトロネラ油は1週間後にはほとんど残留しなかったが、ディートが検出されていた。そこで、薬剤残留量のトビムシ個体数への影響をみるため、無散布区、ディート散布区（5カ所）、シトロネラ油散布区（5カ所）における1週間後の薬剤残留量と個体数の変化を調査した結果、処理区間のトビムシ個体数の変化は認められなかった（図3-1-23）。

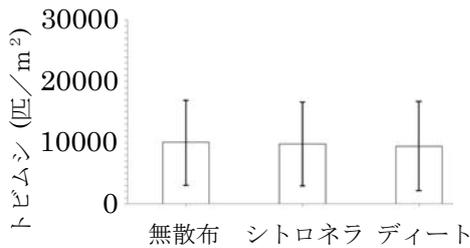


図 3-1-20 薬剤散布直前 (7月4日)のトビムシ個体数の変化

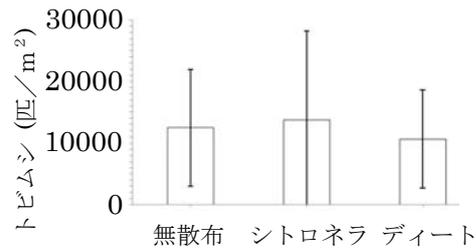


図 3-1-21 薬剤散布2週間後 (7月12日)のトビムシ個体数の変化

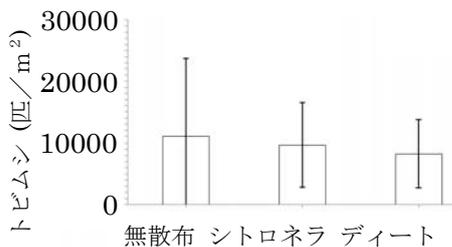


図 3-1-22 薬剤散布2ヶ月後 (9月4日)のトビムシ個体数の変化

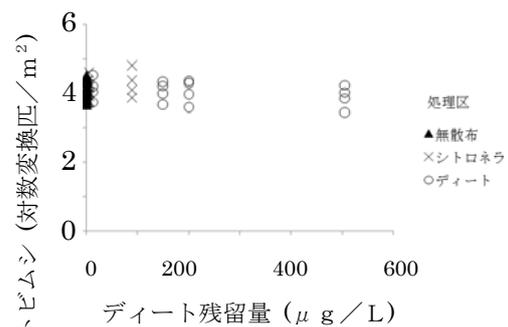


図 3-1-23 散布1週間後 (7月12日)の土壌中ディート残留量とトビムシ個体数の関係

b 生態毒性試験

【目的】

国際標準化機構 (ISO) で用いられるトビムシ *Folsomia candida* と、現在未発表の、経済協力開発機構 (OECD) テストガイドライン*の試験種に検討されているトビムシ *Folsomia fimetaria* を用いて、ヤマビル対策で使用されている薬剤のディートとシトロネラ油による生態毒性を評価するために、生存率や成長の変化を試験する。

【方法】

試験用のトビムシをフタ付きの容器にて、焼き石膏と活性炭粉末を混ぜて湿らせた培地上でドライイースト*を与えて飼育した。産卵後、卵のみを取り出し、その後の3日間に孵化した個体を集めることで、日齢の揃った試験個体を得た。試験開始時は *F. candida* の場合は9-12日、*F. fimetaria* の場合は23-26日とした。

ISOガイドライン²⁾およびOECDガイドライン (未発表) に従い、乾燥重量比でピート:カオリン:石英砂=5:20:75とし、炭酸カルシウムによりpHを6±0.5に調節した。含水率は最大容水量の50%とした。試験開始10日前に、乾燥している人工土壌を100mLの試験容器 (商品名:スナップカップ) に入れ、予定量の半分の水を加え湿らせた。

試験当日に含水率が50%になるように水を加え、試験土壌を湿重で30g程度とした。試験開始時と終了時のpH測定用に同じように調製した試験土壌5gを別の容器に入れた。試験土壌はトビムシが土壌空隙に入れるように軽やかに混ぜ、各容器に *F. candida* は10個体、*F. fimetaria* は20個体 (オス:メス=10:10) を入れた。トビムシの体表への直接散布を避けるために、トビムシ投入から5分前後経過しトビムシが土壌空隙へ隠れた後、タルクに混合させた薬剤をスナップカップへ0.02g散布し密閉した。試験容器を20℃、明:暗=12:12時間のインキュベーター*に入れ、*F. candida* の場

合 24 時間及び 4 週間培養し、*F. fimetaria* の場合 24 時間及び 3 週間培養した。薬剤の濃度勾配は、シトロネラ油、ディートともに無散布、1%、1.33%、1.78%、2.37%、3.2%、4.22%、5.63%、7.5%、10%とした。繰返し数は OECD ガイドラインに準拠し、無散布をコントロールとして 8、その他薬剤処理を各 4 とした。

暴露終了後、フローティング法*を用いてトビムシを抽出し、生存個体数を算定した。薬剤影響評価は、算定した結果を用いて 24 時間試験（急性毒性試験）は半数致死濃度 (LC50)、3 週間試験および 4 週間試験（慢性毒性試験）は半数影響濃度 (EC50) を推定した。LC50 は薬剤により 24 時間以内に、死亡する個体が半数となる濃度を示す。EC50 は薬剤により 3 週間試験および 4 週間試験以内に、薬剤無散布と比較して幼個体の繁殖が半数となる濃度を示す。なお、慢性毒性試験は OECD による毒性試験法の妥当性は、無散布での成体死亡率は 20% 以内であり、幼個体数は *F. candida* で 100 以上、*F. fimetaria* で 200 以上とされる。

シトロネラ油は環境影響調査の結果より、残留性が低いいため慢性毒性試験は行なわなかった。

【結果と考察】

① *F. candida*

シトロネラ油の LC50 は 6.61%、ディートの LC50 は 6.99% と推定された。ディートの EC50 ばらつきが大きく、推定できなかった。また、親個体（成体）の LC50 は 6.22% と推定された（図 3-1-24）。

② *F. fimetaria*

ディートの LC50 は 5.24% と推定された。ディートの EC50 はばらつきが大きく、推定できなかった。親個体における LC50 は 5.31% と推定された。

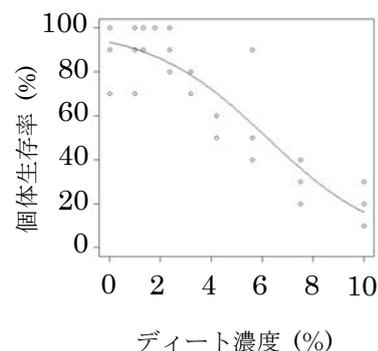


図3-1-24 *F. fimetaria*を用いた急性毒性試験
ディート濃度成体個体の生存率の関係

c 陸上モデル生態系試験

【目的】

現地の土壌から土壌動物や植物を未攪乱のまま採取し実験室に持ち帰ることで、自然に近い状態で実験を行ない、気候や季節変動といった野外における環境の変化と、化学物質に起因している影響とを識別することが可能である。ヤマビル以外の非標的生物の個体数変化や、土壌呼吸量や窒素循環といった生態系機能を測定し、散布薬剤の毒性影響を評価する。

【方法】

2008年6月20日に直径10.6cm、深さ15cmの塩ビ製円筒を用いて、円筒1本あたり湿重で約1000gの土壌を愛甲郡清川村で採取した。採取した塩ビ製円筒を研究室へ持ち帰り、底部に7.5cm四方、厚さ1cmの素焼き板を取り付けた。施設は室外で、雨や樹木由来のリターの影響を避けるために屋根を設けたものである。上記の土壌を採取した状態の円筒に、底部とふたを取り付け土壌中に埋め込み、非破壊土壌のまま陸上モデル生態系とした。屋外実験施設に壁がないため、大気、湿度および気温の影響は野外と同じ状態である。地温は最高30℃、最低は13℃で、平均22℃だった。週2回水やりを行ない、埋め込んだ後1週間は屋外土壌の環境に適合させるため安置した。また6月20日に、採取地の事前調査としてトビムシ個体数を測定するために実験開始時に、a 環境影響調査と同様にコアを用いて土壌を採取し小型節足動物を抽出した。

薬剤処理は、無散布およびディート散布3段階を用いて、4処理、5繰返しとした。1週間後と1ヶ月後の試験終了時に陸上モデル生態系を破壊し試料採取を行うため、同じ実験設定を2組用意し、

計40設置した。散布量は、実際の野外散布では土壌や付近の水域への汚染の影響が考えられる 10 g/m^2 、 20 g/m^2 および 40 g/m^2 を散布した。散布直前、散布直後、散布1週間後、散布2週間後および散布1ヶ月後に土壌呼吸量を測定した。散布直前に約 4 cm^2 のセルロース紙を陸上モデル生態系に埋め込み、1週間および1ヶ月後の、落葉の分解の指標としてセルロース分解量を測定した。散布1週間後に半数の陸上モデル生態系から底部の素焼き板を通じて土壌水を吸引し、採取した。その後、コアを用いて土壌を採取し、マクファーデン抽出装置を用いて抽出した。抽出後、ピンセットと 2 mm メッシュのふるいを用いて、 2 mm より小さな粒子を細土、 2 mm 以上の粒子を礫、落葉落枝やリター、及び根に分け、それぞれの重量を測定した。同様の操作を散布1ヶ月後の陸上モデル生態系にも行なった。得られた結果については統計ソフトR¹⁾を用いて、特に括弧書きの無いかぎり、一般化線形モデル* ($p > 0.05$) を当てはめ統計処理した。

【結果と考察】

ディートの散布量の違いによる、散布1ヶ月後の土壌呼吸量の変化及びセルロース紙分解速度と、散布1週間後並びに散布1ヶ月後の硝化速度などの生態系機能の数値の変化に有意な差が認められなかったことから、今回の散布量程度であれば、ディートが生態系機能に与える影響はないと考えられる。(図3-1-25~28)。

また、トビムシ群集の個体数は、今回の散布量(散布目安量の2倍)では、影響が見られなかったが、散布量 40 g/m^2 (散布目安量の4倍)の1ヶ月後では、トビムシ個体数に減少の傾向が認められた(直線回帰、 $y = -164.83x + 10832$ 、 $R^2 = 0.494$) (図3-1-29, 30)。

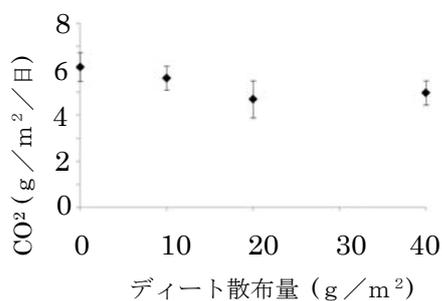


図3-1-25 ディート散布1ヶ月後(8月29日)の土壌呼吸量

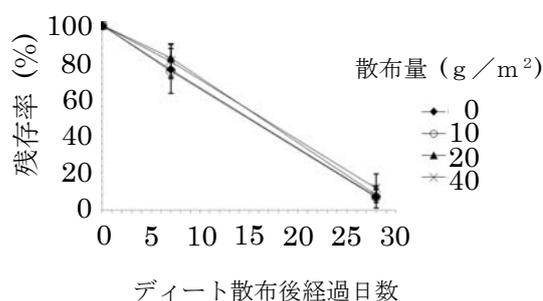


図3-1-26 ディート散布後のセルロース分解

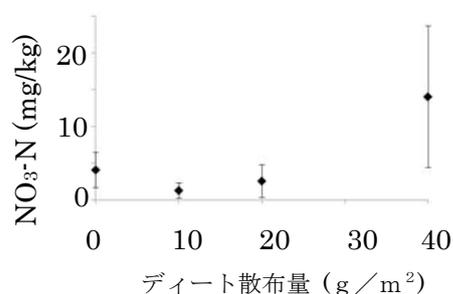


図3-1-27 ディート散布1週間後(8月8日)の散布量と硝酸態窒素濃度の関係

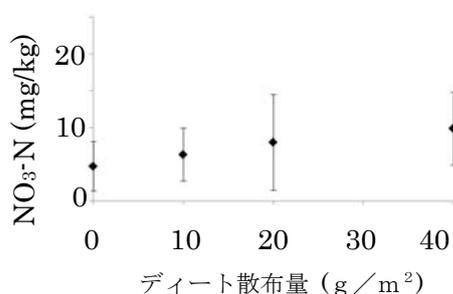


図3-1-28 ディート散布1ヶ月後(8月29日)の散布量と硝酸態窒素濃度の関係

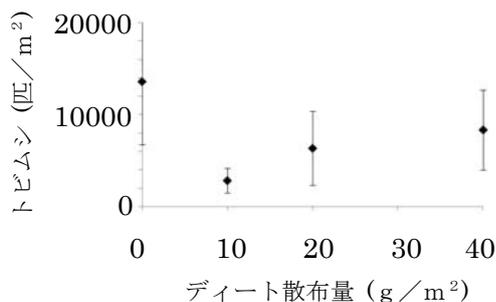


図3-1-29 ディート散布1週間後
(8月8日)の散布量とトビムシ個体数の関係

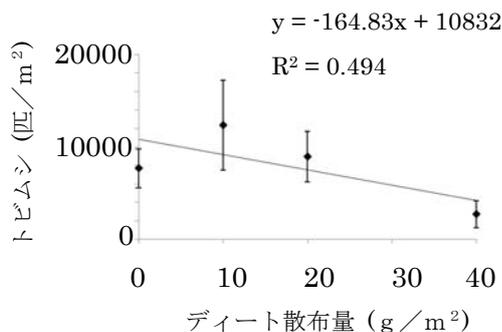


図3-1-30 ディート散布1ヶ月後
(8月29日)の散布量とトビムシ個体数の関係

d まとめ

土壌生物への影響をみるため、「環境影響調査（現地での調査）」「生態毒性試験」「陸上モデル生態系試験」の3つの手法で検討を行った。

その結果、薬剤が生態系機能に与える影響は認められなかったが、試験生物であるトビムシに対して、個体群はLC50が想定される散布量および散布濃度付近であった。しかし、野外生態系を想定した実験からは散布量40 g/m²においてトビムシ個体数に減少の傾向があり、EC50は29.9 g/m²となった。個体群影響と野外生態系への影響の結果は異なったが、適正な散布条件であれば、散布薬剤（ディート及びシトロネラ油）による土壌生物への影響は無いと考えられる

(イ) 水生生物に対する影響

【目的】

ヤマビル防除のために使用が検討されている薬剤が河川等の水域に流出した場合の水生生物への影響を推定するために生物毒性試験を行い、環境調査において検出された濃度が生物に与える影響を検討する。

【方法】

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飼育し、飼育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。

a. 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（実質水質濃度（100 μg/L））を行った。

メダカの試験の概要を図3-1-31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5リットル入れる。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。

b. 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3-1-32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

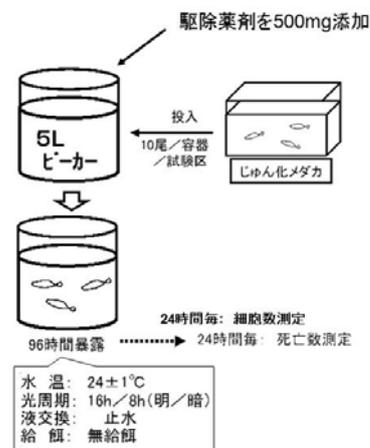


図3-1-31
毒性試験(メダカ)の概要

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10000cell/mLとなるように添加し、光照射しながら恒温槽中で72時間の曝露試験を行った。24時間毎に細胞数を測定して、藻類の生長阻害率から毒性値を求めた。

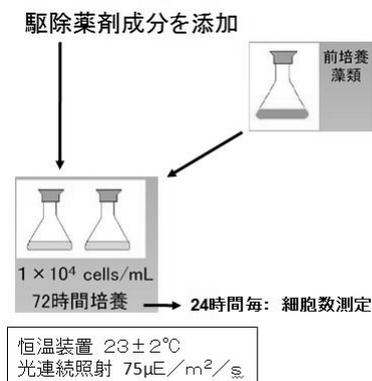


図 3-1-32

毒性試験(藻類)の概要

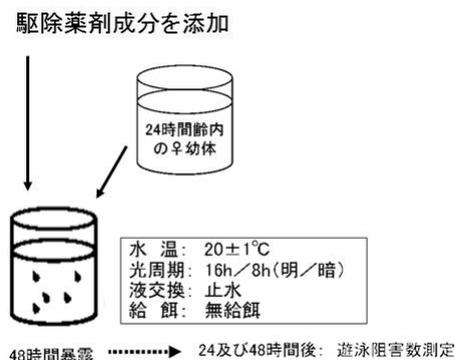


図 3-1-33

毒性試験(ミジンコ)の概要

c. 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3-1-33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時間の曝露試験を行った。24時間毎にオオミジンコの様子を観察し、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、阻害率から毒性値を求めた。

【結果と考察】

メダカの毒性試験の結果を図3-1-34に示す。対照区及びデイ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。

時間	対照区	デイト粉剤添加区 (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

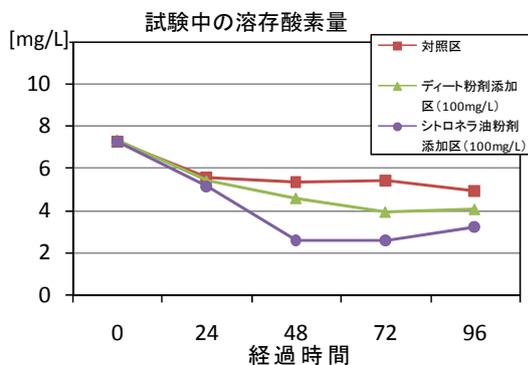


図 3-1-34 毒性試験(魚類)の結果

藻類の毒性試験の結果を図3-1-35に示す。デイト、シトロネラ油のどちらも濃度の増加に伴い、遊泳阻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、デイトが75mg/L、シトロネラ油が13mg/Lとなった。

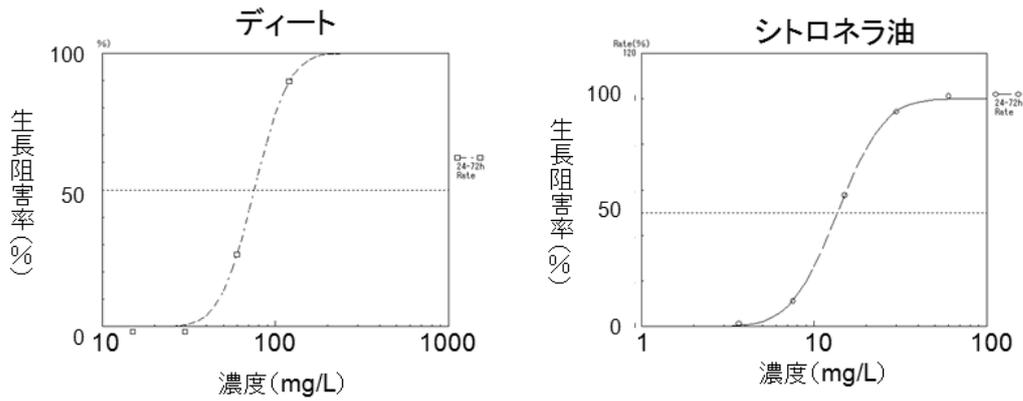


図 3-1-35 毒性試験(藻類)の結果

ミジンコの毒性試験の結果を図 3-1-36 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 E C 50 は、ディートが 43mg/L、シトロネラ油が 4.1mg/L となった。

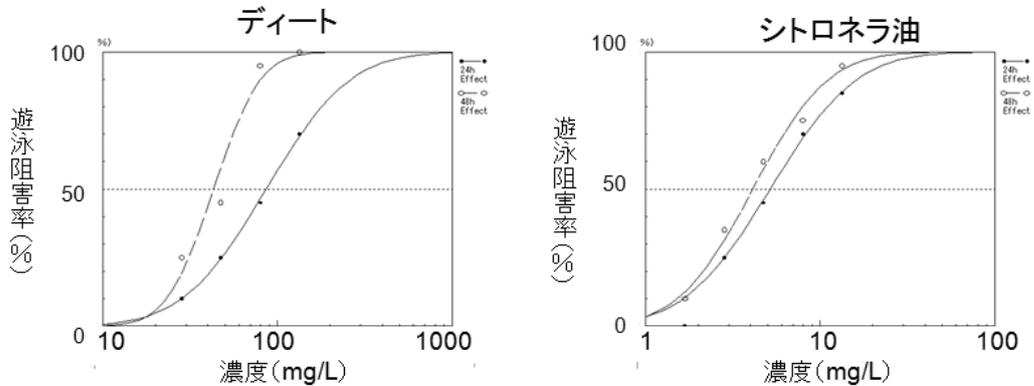


図 3-1-36 毒性試験(ミジンコ)の結果

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 μ g/L 濃度の曝露試験でメダカに影響が無く、また、藻類の E C 50 の値が 75mg /L、ミジンコの E C 50 の値が 43mg/L であった。3.1(3)ア③の環境調査で、散布地の土壌浸透水に検出された濃度が 7.2 μ 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 E C 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。

3. 2 生態的な特性を活用した防除に関する調査研究

ヤマビルの生態的な特性を活用した防除を目的にした研究を実施した。ヤマビルの生態的な特性を、衣食住といった人間生活の視点からみると、衣は60%以上の高湿度な環境があること、食は吸血対象動物が存在すること、住は背光性という特性から直射日光から隠れる場所があることが、ヤマビルの生息環境上必要であり、これらの条件が1つでも欠けたときにはヤマビルは生存できない。このため、この生態的な特性を活用したヤマビル防除に関する試験を行った。

(1) 草の刈払い等による防除に関する調査研究

【目的】

ヤマビルの活動が活発になる季節は夏草の繁茂する季節である。この時期に草刈りを行うことは、ヤマビルから高湿度な環境と隠れ場所である住環境を奪い、ニホンジカなど草食動物の餌場をなくし吸血対象動物が減少するなど、ヤマビルが生息しにくい環境を作ることである。このようなヤマビルの生態的な特性をとらえ、草刈りや落ち葉掃きなどによるヤマビル防除を目的とした試験を2007～2008年にわたって実施した。

また、2007年は県央地域県政総合センターが実施した「ヤマビル被害対策モデル事業」と、2008年は厚木市生活環境課の「ヤマビル対策事業」と協力し連携して試験を実施した。

1) 2007年の調査研究

試験日時；7月5日から10月24日、12時00分から12時30分

試験場所；清川村煤ヶ谷地内（図3-2-1）

2) 2008年の調査研究

試験日時；5月17日から9月12日、9時00分から12時00分

試験場所；厚木市七沢ほか4箇所（図3-2-2）



図3-2-1 2007年草刈り試験地（清川村煤ヶ谷）



図3-2-2 2008年草刈り試験地（厚木市）

【方法】

1) 2007年の草刈りによる防除試験

2007年の試験は、薬剤散布の対照区として草刈りを行った試験区と、この試験区に隣接し草刈りをしていない農地を対照区として、約4ヶ月の経時的なヤマビルの出現数の差を調査した。

調査方法は、観察者が試験地を予め5分間歩き回った後定点に立ち、5分間静止して（以下「人おとり法」*という）寄ってくるヤマビルを食品保存用プラスチックケース（径9cm）に採取し、採取個

体数と後吸盤径を測定した後に同じ場所に放した。また、防除効果を検証するため両試験区のヤマビル出現数について生物学的な統計処理を行い、有意水準5%の限界となる統計量の一般的な有意性検定を行った。

2) 2008年の草刈りによる防除試験

2008年の試験は、厚木市が実施した「ヤマビル対策事業」と連携し、ヤマビルが生息する市内4地域5箇所で行った。この事業は、事業地が水源地域内であるため薬剤を使わず草刈りによる防除方法で実施されたものである。試験区はこの事業地の一部を使用させていただき設定し、調査は地域住民の皆さんや厚木市の協力を得て実施したものである。

試験地は、4地域（七沢、森の里、飯山、上荻野）に、草刈り区2箇所、草を刈らない対照区を1箇所設置（図3-2-3,4）した。草刈り区は、①草刈りのみの試験地、②刈り取った草を除去した試験地、③刈り取った草を一定間隔に少量ずつ集積した試験地、④集積した草が乾燥後に適切な処理を行った試験地の4つに分類し試験地毎に変えて実施した。また、試験地は全て獣道や動物の足跡密度の高いヤマビル生息地を選び、獣道上に調査ポイントを設定した。

調査方法は2007年と同じく人おとり法で行った。また、調査結果は防除効果を検証するため、前年に引き続き統計的処理を行い、確率5%を有意性限界となる統計量の一般的検定を行った。

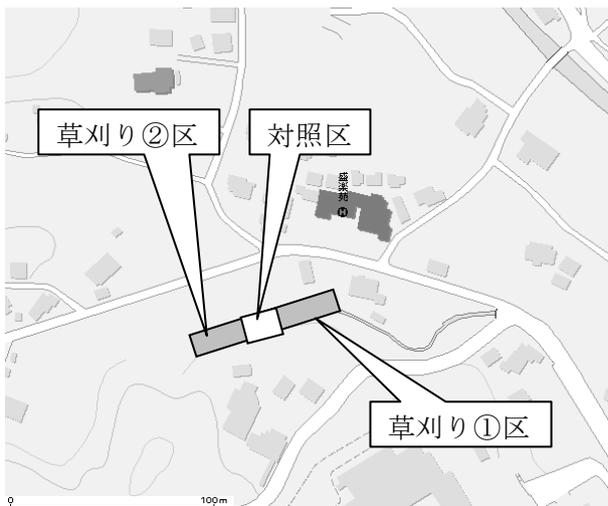


図3-2-3 七沢の草刈り試験地

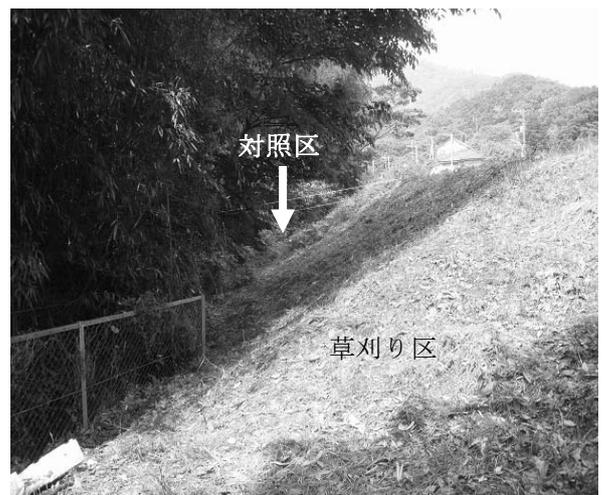


図3-2-4 試験地の状況（七沢）

【結果と考察】

1) 2007年の草刈りによる防除試験の結果

調査結果は、図3-2-5のとおりであり、草刈り区と対照区の出現数の差について有意性検定を行ったところ、有意な差は見られなかった。しかし、草刈り区の出現数の変動は調査開始後の7日目（7月中旬）と90日目（9月下旬）の降雨期に増加しているのに対し、対照区は60日目（8月下旬）まで出現数は増え続け、90日目（9月下旬（矢印））の調査時に急速に減少している。これまでの研究から、ヤマビルは6・

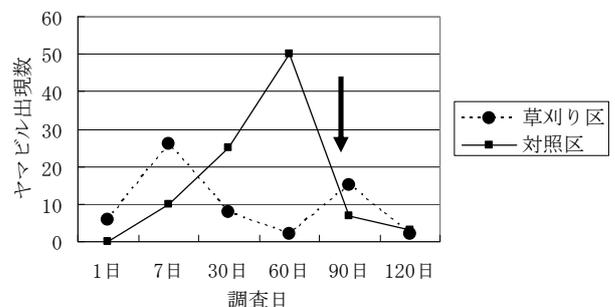


図3-2-5 草刈り区と対照区の子マビル出現数 (2007)

7月の梅雨時期と9月の時雨時期に多く出現するとされており、草刈り区は一般的な出現傾向を示しているが、対照区は極めて不自然な出現傾向となっている。この原因を検討したところ、対照区の急激な減少は秋の彼岸の入りの前に墓地の所有者により対照区の草刈りが行われた（調査日の1週間前）ことが原因であると判明した。このため、次年度の研究において草刈りによる防除効果試験を引き続き実施した。

2) 2008年の草刈りによる防除試験の結果

厚木市における草刈りによるヤマビル防除試験の結果は図3-2-6～10のとおりである。統計処理を行った結果では5試験地のうち防除効果で有意な差が確認できたものは表3-2-1～3の七沢、小鮎、上荻野①の3試験地であった。

効果が確認された試験地の草刈り方法は、①刈り取った草を除去した試験地、②刈り取った草を一定間隔に集積した試験地、③集積した草を乾燥後に適切な処理をした試験地で、草刈りだけを行った試験地については有意な防除効果は認められなかった。この理由として、ヤマビルの生態的な特性から草を刈り取るだけでは刈った草がヤマビルの隠れ場所となり、地表の湿度も保持され続けるため、地表にいるヤマビルにとって大きな生息環境の変化になっていないためと思われる。

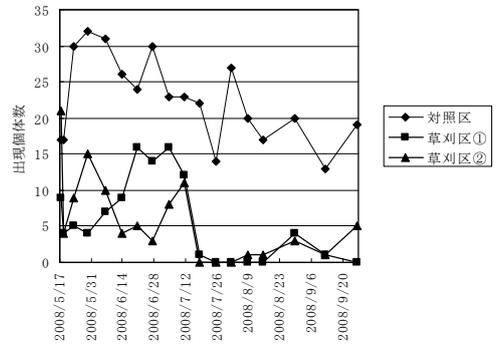


図3-2-6 七沢試験地

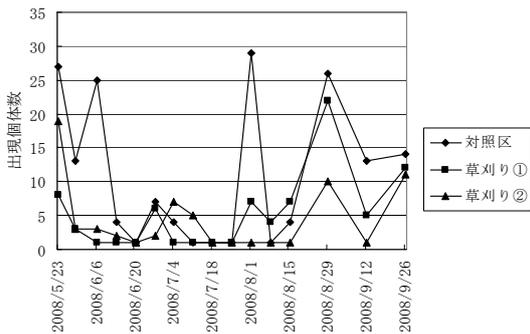


図3-2-7 森の里試験地

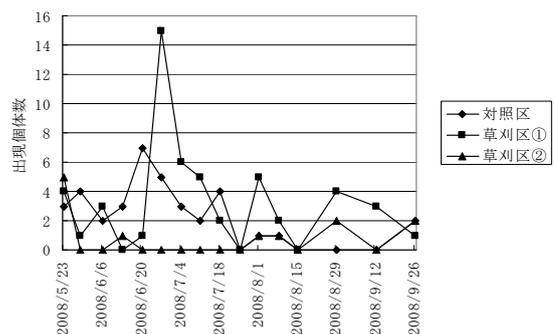


図3-2-8 小鮎試験地

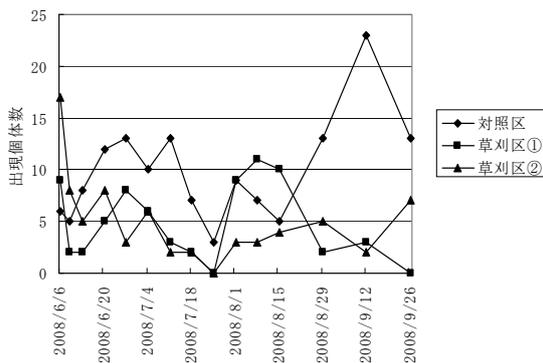


図3-2-9 上荻野①試験地

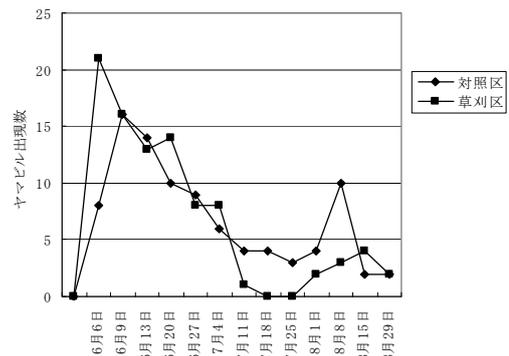


図3-2-10 上荻野②試験地

表3-2-1 七沢試験地の分析結果

	試験群			有意性
	対照区	草刈区①	草刈区②	
件数N	17	17	17	H=30.2454
平均出現数	42.147059	18.176471	17.67647059	P<0.01

注) 七沢試験地；5月17日から9月26日
有意性検定；ノンパラメトリック一元配置分散分析P<0.05

表3-2-2 小鮎試験地の分析結果

	試験群			有意性
	対照区	草刈区①	草刈区②	
件数 N	16	16	16	H=7.2625
平均出現数	37	52	12	P<0.05

注) 小鮎試験区；5月23日から9月26日
有意性検定；ノンパラメトリック一元配置分散分析P<0.05

表3-2-3 上荻野①の分析結果

	試験地			有意性
	対照区	草刈区①	草刈区②	
件数	15	15	15	H=10.9601
平均出現数	9.8	4.8	5.0	P<0.01

注) 上荻野①試験地；5月23日から9月26日
有意性検定；ノンパラメトリック一元配置分散分析P<0.05

一年間を通じたヤマビルの発生傾向は、6月7月の梅雨時期と9月の時雨時期に多く発生するという研究報告がある。防除効果が確認された3試験地ではこの研究報告を参考に梅雨入り前と梅雨明け、時雨前の3回草刈りを実施している。また、刈り取った草を図3-2-11のように集積したり除去したりしている。これは、ヤマビルの生態的な特性のうち背光性*や湿度環境に着目し、草刈り地に分散しているヤマビルを集草地に集めてまとめて駆除するため実施したものである。

まず、七沢試験地の草刈り法は草刈りを梅雨前の5月と7月、時雨前の8月の3回実施し、刈り取った草を概ね2m間隔に集積し、乾くのを待って適切な処理をしたもので3試験地のなかでは最もヤマビル防除効果が高かった試験区である。次に、上荻野①の試験地は里山の山道周辺の草地で、草刈りは梅雨入り前の6月と梅雨明け後の8月、9月の3回に行われたが、9月の草刈りは調査が終了した後に実施されている。この試験地では刈り取った草は熊手などを使い2m程に離れた原野に除去する方法で行われ、防除効果は七沢に続いて高い結果となった。また、小鮎試験地の草刈り法は上荻野①と同じ時期に3回行われ、七沢試験地と同じく2m間隔に草を集積する方法で実施された。集積した草はそのままにしておいたが有意なヤマビル防除効果が確認された。なお、この集積した草のなかを草刈りの数日後に観察したところ、高い密度でヤマビルが集まっている状況が観察された。周辺に生息していたヤマビルが草刈り後に集積した草の中に集まってきたためと思われ予想が的中した。

また、草刈りだけを行った森の里、上荻野②の試験地については有意な差がでなかった。

このため、ヤマビル防除を目的とする草刈りについては、梅雨入り前、梅雨明け、秋雨前の年3回行うのが効果的であり、草刈り法は草刈りを行うだけ



図3-2-11 草の集積と乾燥状況（草刈り7日後）

でなく刈った草を数m間隔に小規模に集積し、周辺にいるヤマビルをこの集草地に誘導するとともに草の乾燥するのを待って適切な処理をする方法が、効果が高く適当と思われる。

なお、七沢試験地では1回目の草刈りを行った後ニホンジカの足跡が極端に少なくなった。しかし、その後イノシシの出没が多くなり集積した草をひっくり返す状況が見られた。2回目の草刈り後に集積した草を適切に処理したところイノシシの足跡もほとんど消え、その後試験地を野生動物が利用している様子は見られなくなった。草刈りとその後の措置との組み合わせによる生態的なヤマビル防除法は予想していたより防除効果が高く、今後各地で行う緊急的な防除手法として活用が望まれる。

このように、ヤマビルの生態的な特性に配慮した防除法をその状況に即して、順応的かつ持続的に行うことで効果的なヤマビル防除が可能になり、水源地域の環境も良好に保全することが出来ると思われる。

(2) 落ち葉掻きによる防除に関する調査研究

【目的】

冬期のヤマビルは、吸血活動を行うことなく多くが落ち葉や石礫の下などに吸着して越冬（図3-2-12）している。千葉県報告書¹⁾では、ヤマビル防除に対し落ち葉掃きの効果が大きいとされている。このため、本県のヤマビル生息地域において冬季の落ち葉掃きがヤマビルの生息にどのような影響を与えるのか。林相の違いや地表面付近における温度変化から防除対策としての有効性を検討するため、当センターの樹木園において落葉樹林と常緑樹林における冬期の地表面付近の気温変動などについて調査を行った。

試験期間 2007年11月20日～2008年3月25日

試験場所 自然環境保全センター樹木園の落葉樹林、常緑樹林（図3-2-13）

【方法】

林相の違いや落ち葉の有無が地表面の温度や地温にどのような変化を生じさせ、ヤマビルの越冬に影響を与えているか調査した。試験地は当センター樹木園の南面に隣接（約20m）する常緑樹林（シラカシ林）と落葉樹林（コナラ林）を使い、図3-2-14のとおり底を切り抜き筒状にして上部にディート塗布したプラスチック製ケースを両樹林に2個ずつ地表下10cm程度に埋め込み、落ち葉掃き区（以下「A区」という）と落ち葉掃きをしない区（以下「B区」という）の2区を設定し、図3-2-15のとおり地温計（Box Carpro4.0；米国製）を用いて30分ごとの地表面及び地下3cmの温度測定調査を行った。A区は林床の落ち葉（L層）と腐植層（F層）を全て除去して落ち葉掃きをした林床と同じ環境とした。また、各試験区に大中ビル5個体、小ビル5個体の計10個体を11月20日にケース内に放し3月5日に生存個体数を調査した。なお、最低気温を観測した2008年2月の試験地樹林の天空率は常緑樹林試験地が約10%、落葉樹林試験地は95%であった。



図3-2-12 冬季のヤマビル生息状況調査と葉裏での越冬状況



図3-2-13 樹木園の試験地（シラカシ林）

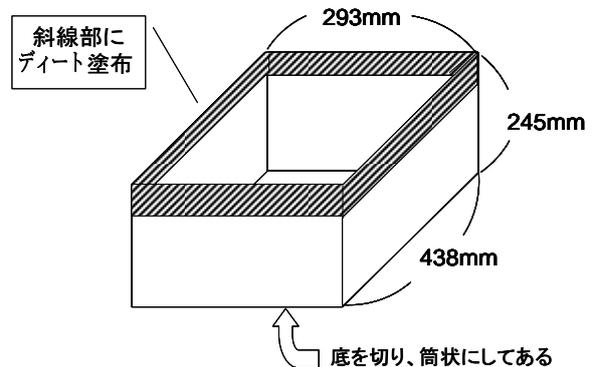


図3-2-14 プラスチック製ケース

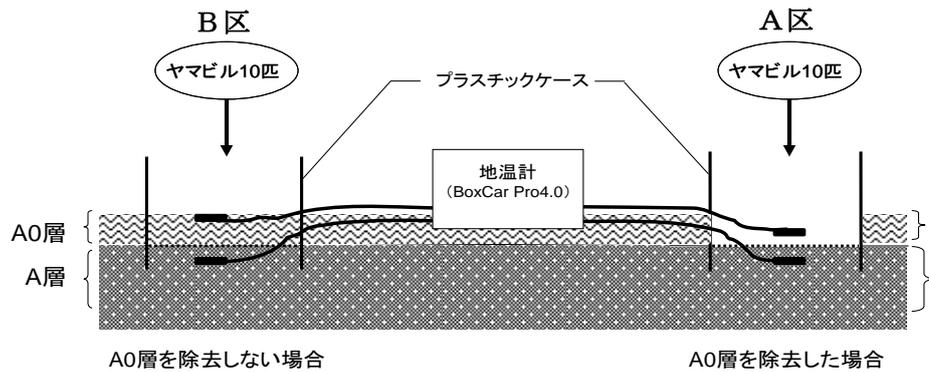


図3-2-15 地温計の設置状態及びヤマビル投入数

【結果と考察】

2007年11月下旬～2008年3月下旬の冬期における当センターの気温・湿度は図3-2-16, 17のとおりで、12月中旬から2月下旬まで0℃以下の気温を記録しており、-5℃以下の気温が2008年1月から2月下旬まで続いている。また、湿度も11月から3月上旬まで20～40%の最小湿度を記録している。試験地の地表付近の温度は表3-2-4, 5のとおりで、地表面が0℃以下の日は常緑樹林試験地の30日に対して落葉樹林試験地が48日と18日上回っていた。また、別掲の低温耐性試験で行ったヤマビル防除に有効な温度と見られる-5℃以下の記録は落葉樹林のA区の2回で、最低温度は-6.31℃、連続平均時間も5.75時間となったが、常緑樹林のA区の最低温度は-2.44℃と有効な温度を超える低温日はなかった。次に、落ち葉の有無による温度変化については、常緑樹林が1.7℃に対し、落葉樹林は3.2℃と温度差が大きくヤマビルに与える影響は落葉樹林の方が大きいといえる。また、地表下5cmの温度はどちらの試験地も-0℃以下には下がらず、林相や落ち葉掃きの有無に関係なく安定していた。

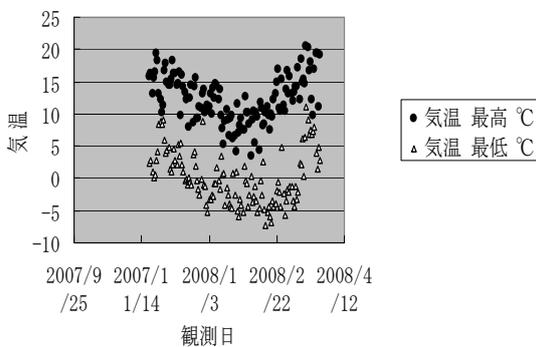


図3-2-16 自然環境保全センターの冬季温度

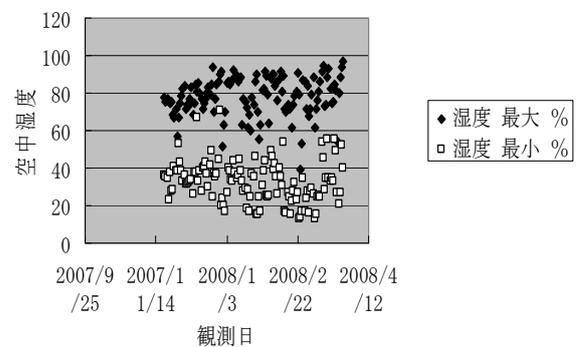


図3-2-17 自然環境保全センターの冬季湿度

表3-2-4 落葉樹林試験地の観測温度

落葉樹林の氷点下温度(2007/11-2008/3)		厚木市七沢地区
調査項目	平均温度	平均温度差
リターの無い地表面平均温度	-1.603875661	3.179894
リターの有る地表面平均温度	1.576018519	
リターの無い地表面下5cm平均温度	0.856481481	1.928968
リターの有る地表面下5cm平均温度	2.785449735	
氷点下温度連続回数(日数)	49	
氷点下平均連続時間	7	
氷点下最高温度	-6.31	
-3℃以下日数	14日	
-5℃以下日数	2日	

表3-2-5 常緑樹林試験地の観測温度

常緑樹林の氷点下温度(2008/1-2008/2)厚木市七沢地区		
調査項目	平均温度	平均温度差
リターの無い地表面平均温度	-0.6377	1.7127
リターの有る地表面平均温度	1.0749	
リターの無い地表面下5cm平均温度	0.8782	2.2920
リターの有る地表面下5cm平均温度	3.1702	
氷点下温度連続回数(日数)	30日	
氷点下平均連続時間	5.61	
氷点下最高温度	-2.44℃	
-3℃以下日数	0日	
-5℃以下日数	0日	

なお、A区・B区の4つの試験区に10個体ずつ放したヤマビルの試験期間における生存状態は表3-

2-6のとおりで、林相に関係なく落ち葉掃きをしたA区に生存していた個体はいなかったが、落ち葉掃きをしないB区では常緑樹林で4個体（40%）が、落葉樹林では2個体（20%）の生存が確認され、落ち葉による温湿度の緩和効果と常緑樹林の方がヤマビルにとって安定した生息環境にあることが確認された。

表3-2-6 冬季耐寒試験における生存ヤマビル 放匹；2007年11月20日 生存確認；2008年3月5日

	常緑A区		常緑B区		落葉A区		落葉B区	
	放頭数	生存数	放頭数	生存数	放頭数	生存数	放頭数	生存数
大中ビル	5	0	5	3	5	0	5	2
小ビル	5	0	5	1	5	0	5	0

注) 常緑；シラカシ林 落葉；コナラ林
A区；落ち葉除去 B区；落ち葉層有り

また、この調査に関連して冬季のヤマビルの越冬場所を調査した結果は表3-2-7、図3-2-18のとおりで、75%が落ち葉や分解層(A0層)と地表面(A層)との境で図3-2-19のように地表近くで越冬していることが確認できたことから、ヤマビルに対する落ち葉掃きの防除効果は高いものと考えられた。

表3-2-7 ヤマビル越冬場所に関する調査 調査日；3月3日

調査箇所	土壌層	大ビル	中ビル	小ビル	計	%
11	A0層L-F	8	5	5	18	0.75
	A0層H-A1層	3	1	2	6	0.25

調査箇所；自然環境保全センター試験林地内

落ち葉掃きが地表に与える変化は、直接的には湿度と温度、光の変化である。地表に生活し強い背光性を持つヤマビルにとってこの変化は、人間生活にたとえると生命の危険のある寒い季節に衣と住の生活環境が無くなることに相当している。また、試験結果からは本県のヤマビルが生息する地域ではヤマビルに致命的な低温（-5℃）をもたらす寒波があり、その寒波をヤマビルに効果的に当てることできればより有効な防除対策となることも判ってきた。温度的に見れば、落ち葉など隠れる場所のないところでは落葉樹林の方が低温による防除効果は高くなるが、常緑樹林でも生存できないことが確認された。



図3-2-18 冬季土壌中のヤマビル生息調査



図3-2-19 ヤマビルの越冬場所（葉の裏）

このように、ヤマビルが生息するためには気温や湿度などの影響が大きく作用する。夏の下草刈りや冬の落ち葉掃きなどは地表面の温度や湿度・光などを変化させ、ヤマビルの生理・生態から生息できないような環境に変えることにより、薬剤を使わなくともヤマビルを減少させることが可能であると思われる。ヤマビルの生理や生態を研究し、その生態を活用することでヤマビルを防除する手法は、環境への配慮が要求される水源地域において最も効果の高い防除法であると思われる。

注) 冬季の落ち葉掃きはヤマビルの活動が停止しており吸血される危険性は少ない。しかし、集めた落ち葉の中にはヤマビルが生息しているため、他の場所に移動することは生息地を拡大させる危険性があり、人や獣などがとおる場所からは最低2m以上放し柵などで近寄れないようにするなどの配慮が必要である。

3. 3 特定区域における防除に関する調査研究

(1) 茶園における防除と管理に関する調査

ヤマビルの生息域の拡大に伴い、山間地の茶園等、農耕地でも作業者の被害が発生している。茶園におけるヤマビルの分布、栽培管理がヤマビルに対する影響を調査し、一般的に考えられる栽培管理で、ヤマビルの発生を抑止する一定レベルの管理手法を提案することにより、適切な茶園管理が安心して行えることを目指す。

ア 茶園におけるヤマビルの発生実態調査

【目的】

ヤマビル発生地域における茶園の年間栽培体系（肥料・農薬*の使用状況）と発生状況の関係を調査する。

【方法】

- ・調査茶園：ヤマビル発生地域における管理の異なる茶園。秦野市2カ所、清川村4カ所。
- ・調査：2007年に実施。農薬や肥料の種類や量、摘採回数等の茶園管理状況は、園主への聞き取り調査。ヤマビル個体数は、6月～12月に原則として月1回、雨天または雨天後の曇天日に、畝及び株面4mを1圃場につき8カ所（定点調査）、計32mを調査。その平均値を株間1.7mとして100m²あたりに換算した。

【結果と考察】

施肥管理との関係：ヤマビルの個体数は、ヤマビルに効果が期待できる石灰窒素*の施用圃場で明らかに少ない傾向にあった（表3-3-1）。ただし、この圃場は農薬散布回数が多くかつ散布農薬がヤマビルへの影響の不明なものが多いため、石灰窒素の効果か、散布農薬による影響であるか判定できなかった。

病害虫防除との関係：散布農薬成分数、ヒル感受性成分数（後出、表3-3-5参照）とヤマビル個体数に明確な関係は見られなかった。

栽培管理との関係：摘採回数2回以上の園（3カ所）と1回の園（3カ所）を比較すると、ヤマビル個体数が摘採回数の多い園で少ない傾向にあった。年間を通じてよく管理された茶園で少なく、粗放的管理の茶園で多い傾向が見られた。清川3は例外的によく管理されている茶園にもかかわらずヤマビルの個体数が多いが、日当たりが悪く湿気が多い、獣道と遊休農地に囲まれている等の茶園周辺の環境要因が大きく影響していると考えられた。

表3-3-1 調査地点の管理状況とヤマビル個体数

	管理状況				茶園の状況	ヤマビル個体数 (/100m ²)							
	石灰窒素施用	散布農薬成分数(殺虫剤)	うちヒル感受性成分数	摘採回数		2007年	6/25	7/23	7/31	8/23	10/1	10/26	12/3
秦野1	有	11	>=0	3	獣道隣接	0	-	0	0	0	1.8	0	1.8
清川1	無	3	1	2		1.8	1.8	-	0	0	0	0	3.7
清川3	無	5	2	2	獣道隣接、日照不良	3.7	7.4	-	0	1.8	1.8	0	14.7
秦野2	無	5	1	1	獣道隣接	3.7	-	3.7	0	0	11.0	0	18.4
清川2	無	0	0	1		3.7	1.8	-	1.8	3.7	3.8	0	14.7
清川4	無	1	0	1	獣道隣接	0	7.4	-	0	5.5	0	0	12.9

イ 施肥資材がヤマビルの生存に及ぼす影響の調査（室内）

【目的】

施肥資材が、ヤマビルの生存に及ぼす影響を調査する。

茶栽培管理において使用されている肥料がヤマビルの生存に及ぼす影響を調査し、得られた結果をもとに、現地茶園における実証試験を実施し、効果的なヤマビル密度制御方法を確立する。

【方法】

- ・実施場所：農業技術センター実験室内。

- ・供試*材料：ヤマビルは、2007年7、9、10月に自然環境保全センター敷地内または、清川村煤ヶ谷地区で採取した中程度の大きさの個体を供試した。施肥資材は、粉状の硫安、石灰窒素を供試した。資材施肥量は「足柄茶施肥基準*」を参考に、60kg/10a（窒素として12.6kg/10a）または40kg/10a（窒素として8.4kg/10a）に相当する重量（保護培地50cm²あたり硫安は0.30gまたは0.20g、石灰窒素は0.32gまたは0.21g）とした。
- ・処理方法：硫安または石灰窒素の所定量を保護培地に表面散布処理または混和処理したものを試験培地とした。処理直後または処理後一定期間経過後の試験培地にヤマビルを放飼し、放飼後の生存状況を調査した。
- ・調査：各区にヤマビル3頭を放飼し、1・24時間、7・14・21・28日後のヤマビルの生存個体および死亡個体を計数した。各区3頭、2反復。

【結果と考察】

保護培地に対する処理

- ・硫安または石灰窒素を表面散布処理した場合、硫安処理区は、調査期間をとおして、死亡率が低かった。一方、石灰窒素処理区については、死亡率が高く、24時間以内に供試全個体の死亡を確認した（表3-3-2）。
 - ・石灰窒素混和処理後の経過日数が、ヤマビルの生存に与える影響について検討した。石灰窒素0.32g混和区では、処理21日後まで、供試全個体が放飼24時間以内に死亡した。石灰窒素0.21g混和区では、処理21日後まで、供試全個体が放飼7日以内に死亡した（表3-3-3）。
- 石灰窒素の土壌施用によって高い殺ヒル効果が期待でき、土壌混和した場合でも殺ヒル効果が長期にわたって持続できることが示唆された。

表3-3-2 各種資材の培地表面散布処理がヤマビルの生存に与える影響

供試資材	処理量 (g/50cm ²)	死亡個体数						処理28日後の 死亡率 (%)
		1時間	～24時間	～7日	～14日	～21日	～28日	
硫安	0.30	1.0	0	0	0	0	0	33
	0.20	1.0	0	0	0	0	0	33
石灰窒素	0.32	3.0	—	—	—	—	—	100
	0.21	2.5	0.5	—	—	—	—	100
無処理		0	0	0	0	0	0	0

表3-3-3 石灰窒素混和処理後の経過日数がヤマビルの生存に与える影響

処理量 (g/50cm ²)	混和処理後 日数	死亡個体数			処理7日後の 死亡率 (%)
		1時間	～24時間	～7日	
0.32	7日	2.0	1.0	—	100
	14日	0	3.0	—	100
	21日	0	3.0	—	100
0.21	7日	0	3.0	—	100
	14日	0	2.0	1.0	100
	21日	0	2.5	0.5	100
無処理		0	0	0	0

ウ ヤマビルの茶園防除農薬に対する感受性検定（室内）

【目的】

茶園での使用が想定される農薬のヤマビルの生存に及ぼす影響を検討する。

茶で使用されている通常防除農薬（登録農薬）でヤマビルに有効な農薬の検索を行い、得られた結果をもとに有効薬剤を現地における実証試験により茶園におけるヤマビルに対する効果的防除体系を確立する。

【方法】

- ・実施場所：農業技術センター実験室内。
- ・供試材料：イと同様の方法で採取した、中程度の大きさのヤマビルを供試した。農薬は、茶栽培において使用が認められている農薬（殺虫剤）を中心に、農薬の系統、対象害虫ごとに、その代表的な農薬25剤とした。

- ・処理方法：供試農薬を所定濃度に調整し、その中にヤマビルを3秒間浸漬後、静置した。各区1頭3反復。
- ・調査：処理1時間後までの観察、および24時間後の生存個体数を調査した。

【結果と考察】

供試した25剤のうち、14剤は効果が認められた（表3-3-4）。この中で3剤は速効性があり、特に「マイクロデナポン水和剤85」は効果が最も高いと考えられた。また、有効と思われる14剤は茶で想定される防除対象害虫を網羅していることから、これらを組み合わせた茶の防除体系によりヤマビルの防除が可能と考えられた。

表3-3-4 供試農薬とヤマビルに対する効果

試験の結果			農薬の特性			農薬の登録内容（注）	
効果	農薬名	試験倍率	有効成分名	系統	製剤毒性	使用時期と回数	対象害虫
+++	速効性あり、数分単位での致死（吸血行動不可）	マイクロデナポン水和剤85	1000	NAC	カーバメート系	劇	摘採21日前まで（1回） チャノソガ、チャノキアサギシマ、ハマキムシ類、チャノトリヒメコバエ
++	速効性あり、すぐには致死に至らないが行動不能（吸血行動不可）	DDVP乳剤75	1500	DDVP	有機リン系	劇	摘採10日前まで（3回以内） コカモンハマキ、チャノソガ、カンザワハタニ
		ハチハチ乳剤	1000	トルフェンピラド	トルフェンピラド系	劇	摘採14日前まで（1回） チャノキアサギシマ、チャノトリヒメコバエ、チャノソガ、チャノホコリダニ、チャノナガサビダニ、ミカントケコナジラミ
+	著しい行動遅延、翌日死亡	パダンSG水溶剤	1500	カルタップ	ネライストキシソ系	劇	摘採10日前まで（1回） チャノソガ、チャノキアサギシマ、チャノトリヒメコバエ
		サンマイトフロアブル	1000	ピリダベン	ピラゾール系	劇	摘採14日前まで（2回以内） カンザワハタニ、チャノキアサギシマ、チャノトリヒメコバエ、チャノナガサビダニ、チャノホコリダニ
		カネマイトフロアブル	1000	アセキノシル	ナフトキノソ系	普	摘採7日前まで（1回） カンザワハタニ
±	翌日死亡	アルバリン顆粒水溶剤 2000倍、アドマイヤー顆粒水和剤 5000倍					
±	行動遅延、翌日2頭死亡	ラービフロアブル 750倍、バストガード水溶剤 1000倍、ミルベノック乳剤 1000倍、マイトコーネフロアブル 1000倍					
±	行動遅延	スミチオン乳剤 700倍、アフーム乳剤 1000倍					
-	一部行動遅延	オマイト乳剤 1500倍					
-		マシン油乳剤(95%)30倍、粘着くん液剤 100倍、ダーズバン乳剤 1000倍、カルホス乳剤 1500倍、ロディー乳剤 1000倍、コテツフロアブル 2000倍、テデオソ水和剤 1000倍、バロックフロアブル 1000倍					

（注）農薬の登録内容は、2009年1月30日現在。登録内容が随時変更されるので、使用に当たっては、ラベルを確認すること。

エ 茶園管理がヤマビルの生存に及ぼす影響調査

【目的】

ヤマビルが発生している現地茶園において、茶園の管理方法がヤマビルの生存に及ぼす影響を検討し、ヤマビルが生存しにくい茶園の管理方法を明らかにする。

【方法】

○試験場所 清川村煤ヶ谷の茶園

（ア）茶園管理の影響調査

・試験規模（図3-3-1）

茶園A：動物よけ網設置、約5 a
農薬散布区（茶株7列）と対照区（9列）

茶園B：動物よけ網なし、約5 a
肥料区（7列）、耕うん区及び総合管理

区（6列）、農薬散布区（6列）、対照区（7列）

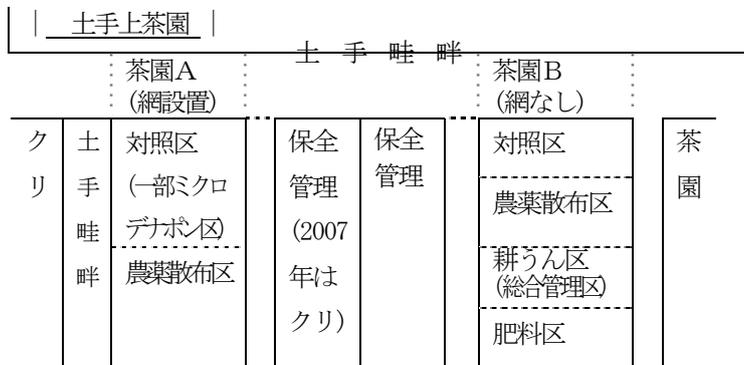


図3-3-1 試験区の配置

・試験区的设计（処理内容と作業履歴は、表3-3-5）

① 動物よけ網設置 (図3-3-2)

動物よけ網の設置によりヤマビルを運ぶとされるシカ¹⁾、イノシシの茶園への侵入を防ぐことでヤマビル個体数に対する影響を調査した。

支柱の高さは約1.5m。網はポリエチレン製で幅2m、12cm格子。網の裾は支柱から外側に約50cm離して地面に杭で固定した。



図3-3-2 設置した動物よけ網

② 茶の害虫防除の影響 (農薬散布)

良質茶生産、茶の増収に欠かせない作業である茶の病虫害防除が、ヤマビル個体数に対する影響を調査した。

動力噴霧器と農薬散布用ノズルを使用し、通常茶病虫害防除と同じように茶株面へ農薬散布した。

③ 施肥資材の影響

通常、茶配合肥料(有機配合肥料)と硫酸を施用しているが、窒素成分を粉状石灰窒素に替え、ヤマビル個体数に対する影響を調査した。

施肥量は、窒素成分量が通常の資材と等しくなるように計算し、施肥は畝間のみに行った。

④ 土壌耕うんの実施

茶の生育に悪影響を及ぼさない範囲で、畝間の落枝葉を土壌にすき込み、土壌表面の状態に変化を与えることがヤマビル個体数に対する影響を調査した。

⑤ 総合管理の検討 (茶の害虫防除実施と施肥資材)

②と同様の害虫防除、③と同様の施肥資材の変更をあわせて行い、総合的な管理方法の検討を行った。

・ヤマビル個体数の調査

調査する株間を3往復歩きヤマビルを誘導した後、5分間で見つかるヤマビルを数えた。各区、2~6列(反復)調査し、その平均値を株間1.7mとして100㎡あたりに換算してヤマビル個体数とした。調査後のヤマビルはそのまま放置した。調査期間は、2007年4月20日~2008年10月27日であるが、耕うん区は2007年度のみ設置とし、2008年度は総合管理区とした。

また、調査は、2007年は降雨当日または翌日、2008年は1週間に1回、午前中に行った。

表3-3-5 試験区の処理内容と作業履歴

注 個体数調査は、各区の処理に先立ち行った。

処理日	網設置区		網なし区			
	農薬散布区	対照区	農薬散布区	耕うん区	肥料区	対照区
2007年3月下旬	配合肥料		配合肥料			
3月27日	網設置		-			
4月10日	硫酸		硫酸		石灰窒素	硫酸
5月中旬	一番茶摘採		一番茶摘採			
6月中旬	深刈り更新		深刈り更新			
6月26日	コテツ フロアブル	-	コテツ フロアブル	土壌耕うん	-	-
8月10日	ハチハチ乳剤	-	ハチハチ乳剤	土壌耕うん	石灰窒素	-
8月下旬	配合肥料		-			
	土壌耕うん		-			
9月11日	マイクロデナボン 水和剤85	-	マイクロデナボン 水和剤85	-	-	-
	-	-	土壌耕うん			
	-	-	配合肥料		石灰窒素 過リン酸石灰 硫酸カリ	配合肥料
10月中旬	秋整枝		秋整枝			

処理日	網設置区		網なし区			
	農薬散布区	対照区	農薬散布区	総合管理区	肥料区	対照区
2008年3月下旬	配合肥料		配合肥料			
4月9日	カネマイト フロアブル	—	カネマイト フロアブル		—	—
	硫安		硫安	石灰窒素		硫安
5月中旬	一番茶摘採		一番茶摘採			
6月11日	マイクロデナボン 水和剤85	—	マイクロデナボン 水和剤85		—	—
	硫安		硫安	石灰窒素		硫安
9月2日	配合肥料		配合肥料	石灰窒素 過リン酸石灰 硫酸カリ		配合肥料
9月9日	ハチハチ乳剤	—	ハチハチ乳剤		—	—
	—	—	—	石灰窒素		—
10月2日	—	一部 マイクロデナボン 水和剤85	—	—	—	—

(注) 2008年9月9日以降の薬剤散布は、茶株内への到達性が高いクワシロカイガラムシ防除用の噴口を使用した。

(イ) 農薬のヤマビルに対する影響試験

網設置区内の対照区を2つに分割し、ウの室内試験において、もっとも効果の認められた農薬を使用し、ヤマビル多発生時における効果の確認試験を行った。

- ・方法：網設置区内の対照区を分割し、一方にマイクロデナボン水和剤85 1000倍を200L/10a、クワシロカイガラムシ防除用噴霧口で2008年10月2日に散布しマイクロデナボン区とし、残りは、そのまま農薬散布を行わない対照区とした。ヤマビル個体数の調査は、2008年10月7日～10月27日に(ア)と同様に行った。

(ウ) 網設置区と網なし区における環境条件の解明

2007年の結果から、網設置区と網なし区について、環境条件に差があることが考えられたため、両区の環境条件について、2008年9月2日～9月30日及び10月3日～10月14日に、気温、湿度を調査した。

- ・方法：茶株の下にデータロガー*を設置して、1時間ごとに計測した。

(エ) ヤマビルの捕獲調査

網設置区内及びその外側において、ヤマビルの生息状況を調査するため、2008年10月27日、一定時間内に捕獲されたヤマビルの捕獲個体数及び後吸盤の大きさを調査した。

- ・調査地点：網設置区の内側(対照区のうね間(マイクロデナボン散布区以外)、網の周辺)
網設置区の外側(土手上茶園、網の周辺)

【結果と考察】

(ア) 茶園管理の影響調査

ヤマビルの個体数が少ない調査日が多かったものの、その数は、両年度ともに、4月から6月にかけて増加し、7月から8月には減少し、9月以降に再び増加する傾向が認められた(図3-3-3、図3-3-4)。ヤマビルは、いずれの年度においても網設置区及び網なし区ともに、対照区において最も多く生息が確認された(表3-3-6)。

表3-3-6 各試験区におけるヤマビルの100㎡あたり個体数の合計

2007年	試験区		合計個体数	2008年	試験区		合計個体数
	網設置区	対照区			網設置区	対照区	
網設置区	農薬散布区	82.4	168.6	網設置区	農薬散布区	76.6	383.0
	対照区	168.6			対照区	383.0	
網なし区	農薬散布区	79.4	108.3	網なし区	農薬散布区	36.3	94.3
	肥料区	87.2			肥料区	36.4	
	耕うん区	108.3			総合管理区	66.2	
	対照区	119.0			対照区	94.3	

① 動物よけ網の利用

動物よけ網を設置した2007年3月27日以降、シカ、イノシシ、クマなどの大型動物の侵入は認められなかった。ヤマビルの生息状況について、網設置区の対照区と網なし区の対照区で比較すると、両年度ともに、ほとんどの調査日において網設置区の個体数が多いことが確認された。これは、網の有無よりも、湿度や日照など園地条件の差が影響していると推察された(図3-3-3)。

② 農薬散布の影響(農薬散布区)

網設置区及び網なし区ともに、農薬散布により、ヤマビル個体数が低く抑えられる傾向にあった(図3-3-3)。

③ 石灰窒素の効果(肥料区)

石灰窒素の施用により、ヤマビル個体数が低く抑えられる傾向にあった(図3-3-4)。

④ 耕うんの効果(耕うん区)

ヤマビル個体数が、土壌耕うん後に減少するといった一定の傾向は、認められなかった(図3-3-4)。

⑤ 農薬散布と石灰窒素の組み合わせによる効果(総合管理区)

農薬散布及び石灰窒素の施用により、ヤマビル個体数が低く抑えられていた。ただし、2008年9月下旬~10月上旬の調査時におけるヤマビル個体数の増加は、確認された個体が1カ所に集中していたため、動物の侵入による影響であると考えられた(図3-3-5)。

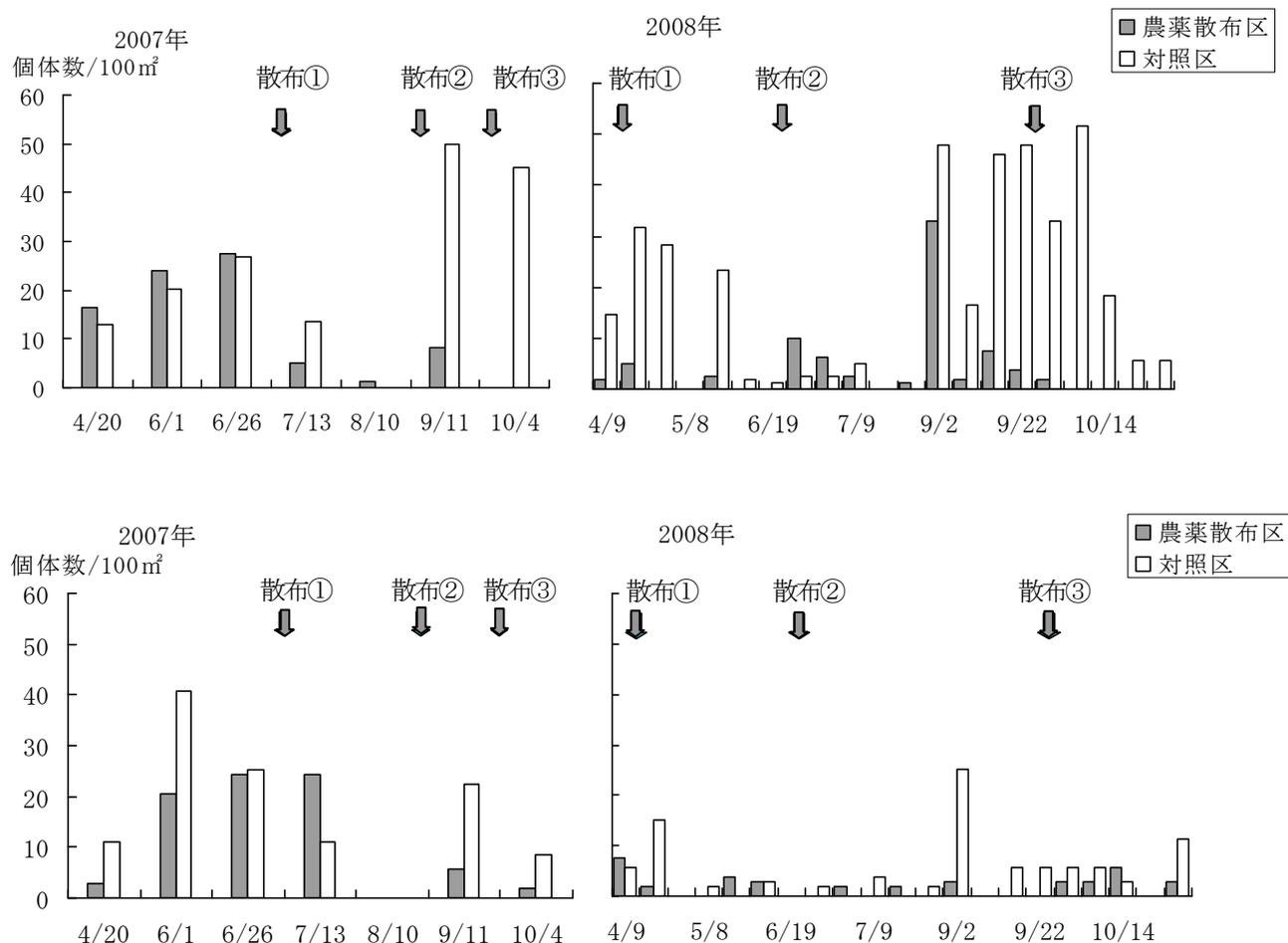


図3-3-3 ヤマビル個体数の推移(農薬散布の影響) 上:網設置区、下:網なし区

(注) 散布農薬は、2007年 ①:コテツフロアブル 2000倍、②:ハチハチ乳剤 1000倍、③:マイクロデナポン水和剤85 1000倍
2008年 ①:カネマイトフロアブル 1000倍、②:マイクロデナポン水和剤85 1000倍、③:ハチハチ乳剤 1000倍

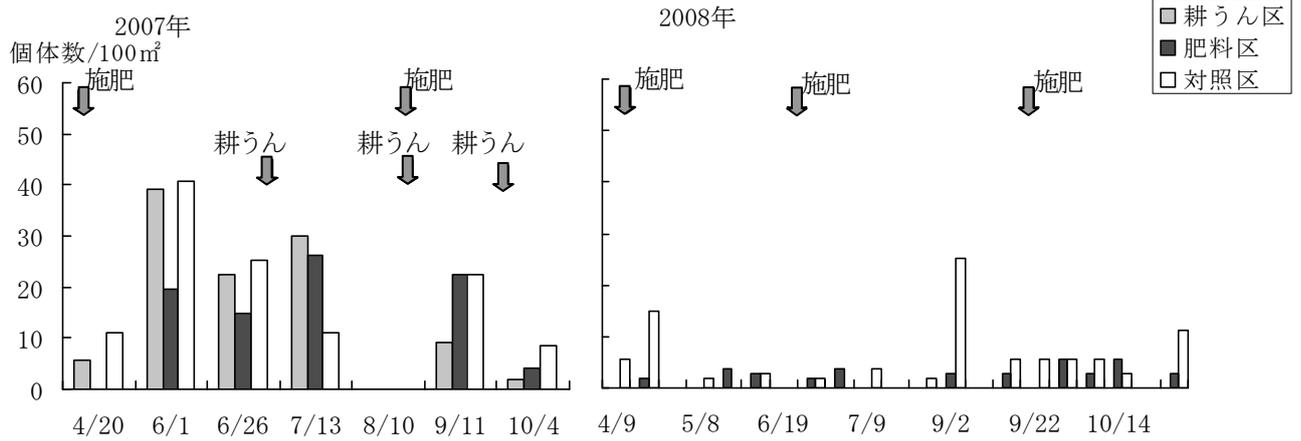


図3-3-4 ヤマビル個体数の推移（網なし区における肥料及び土壌耕うんの影響）

（注）施肥は、石灰窒素を49kg/10a/年相当量を畝間のみで施用。耕うん区は2007年のみ。

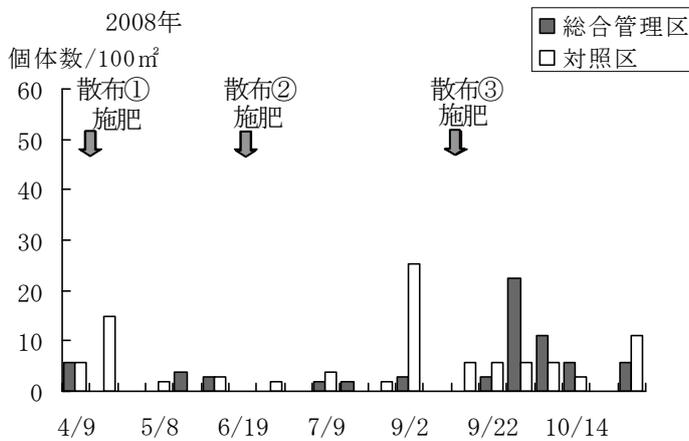


図3-3-5 総合管理区のヤマビル個体数の推移（網なし区）

（注）散布農薬は、①：カネマイトフロアブル 1000倍、
②：マイクロデナポン水和剤85 1000倍、③：ハチハチ乳剤 1000倍
施肥は、石灰窒素を49kg/10a/年相当量を畝間のみで施用。

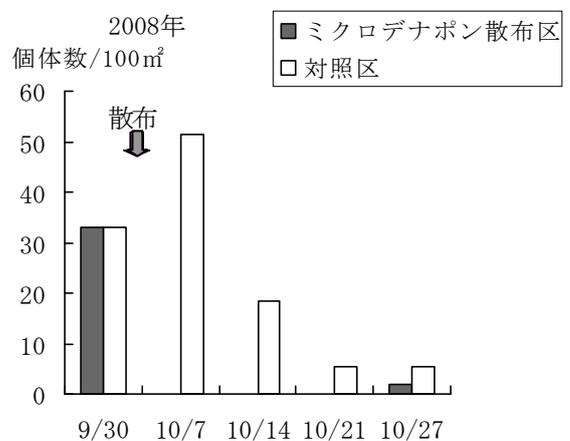


図3-3-6 ミクロデナポン水和剤85散布の影響

(イ) 農薬のヤマビルに対する影響確認試験

マイクロデナポン水和剤 85 の散布により、ヤマビルの個体数は0となり、散布 25 日後の調査まで生息が確認されなかった（図3-3-6）。

(ウ) 網設置区と網なし区における環境条件の解明

気温は、両区の間には差は認められなかった。湿度は、網設置区の方が高く推移する傾向にあり、37～58 ポイントもの差があった期間が存在した（図3-3-7）。これは、網設置区に隣接した土手畦畔と高木の影響と思われた。

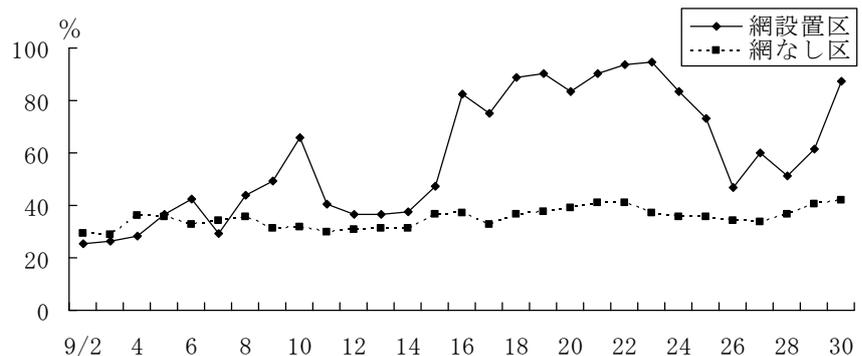


図3-3-7 各試験区における日平均湿度の推移

(エ) ヤマビルの捕獲調査

捕獲したヤマビルの後吸盤の大きさにより分類を行ったところ、網設置区の内側及び外側ともに、大ビル、中ビル、小ビルの生息が確認された。また、ヤマビルは、網設置区の内側及び外側ともに、網周辺で多く捕獲された(表3-3-7)。

表3-3-7 ヤマビル後吸盤サイズ別の捕獲個体数

ヤマビルの後吸盤サイズ	網設置区の内側		網設置区の外側	
	うね間	網の周辺	土手上茶園	網の周辺
大(3.5mm以上)	0	1	0	6
中(1.5mm以上～3.5mm未満)	0	5	6	10
小(1.5mm未満)	7	6	3	3
合計	7	12	9	19

(オ) 総合考察

今回の調査では、ヤマビルの個体数は4月～6月と9月以降に増加し、他県における発消長の事例と概ね一致した²⁾。

一方、動物よけ網は、その設置効果を確認することができなかった。網設置区には、大型動物の侵入の痕跡は認められなかったものの、その付近で、シカの糞及びハクビシンの糞、イノシシ、シカを確認し、網の内部へ鳥の侵入が認められた(表3-3-8)。ヤマビルの捕獲調査では、網周辺での捕獲が最も多かった。ヤマビルの吸血源としては、シカ、イノシシ、ヤマドリ、キジ等が確認されており¹⁾³⁾、特に、本県では、イノシシとシカの両方を吸血源としてヤマビルが繁殖、増加していることが明らかとなっている⁴⁾。

したがって、網の設置にも関わらず、ヤマビルの個体数が減少しなかったのは、これらの動物によって、網設置区内部または周辺に、ヤマビルが運搬されたことが原因ではないかと考えられた。

さらに、湿度についてみると、網設置区の方が網なし区より高く推移していた。ヤマビルは乾燥に弱い¹⁾とされており、このことも、網設置区においてヤマビルの個体数が多かった一因と考えられた。ヤマビルの侵入、定着、増殖を少なくするためには、その生息域周辺の除草、落ち葉、枯れ木の除去、樹木の間引き等を行い、地面を乾燥させるとの報告¹⁾と一致している。

農薬や石灰窒素等の利用については、ヤマビル個体数が少ない時期が多かったものの、その数の合計で見ると、網設置区及び網なし区ともに対照区が最も多かった。このことは、農薬散布や石灰窒素を施用するといった茶園管理を行うことでその個体数を減少できると考えられた。特に、ヤマビルの個体数が多い時期のマイクロデナポン水和剤85の散布は有効であると考えられた。しかし土壌耕うんでは、ヤマビル個体数を低下させることはできなかった。

表3-3-8 調査茶園及びその周辺における動物等の目撃(2008年)

月日	場所	内容
4/9	網設置区付近	シカの糞
6/19	網設置区付近	ハクビシンの糞
10/7	調査茶園周辺	イノシシ
10/7	網設置区内対照区	鳥のつがい、ヒナの鳴き声
10/14	調査茶園周辺	シカ



図3-3-8 ハクビシンの糞

これらの知見と、今回行った調査結果から、動物を茶園に近づけない対策、適切な農薬散布などの茶園管理、付近の木を伐採する、裾刈りを行う等の風通しを良くし、湿度を下げる対策により、茶園のヤマビル個体数を減少させることが可能であると考えられた。

(2) 耕作放棄地における防除に関する調査

ア 耕作放棄地における和牛の放牧によるヤマビル出現数変動調査

【目的】

耕作放棄地を電気牧柵*で囲い、和牛放牧による雑草の減少がヤマビル出現数に与える影響を調査した。

【方法】

伊勢原市日向地区の耕作放棄地(以下、放牧地という) 約50aを電気牧柵と既存のシカ柵で囲い、雌和牛2頭を2008年6月6日～7月23日の48日間放牧を行った。

定点によるヤマビル出現数調査は、放牧開始2週間前の5月23日～10月31日まで約1週間隔で計24回実施した。定点は、放牧地周辺に約20m間隔で9点(以下、周辺区という)と、そこから放牧地内10mに9点および放牧地内の中心に6点(以下、放牧区という)、計24点を設置した(図3-3-9)。1点の広さは半径1.2～1.4m程度で同心円状に約4.5m²～6.2m²とした。

ヤマビルの捕獲方法は、各定点で人がおとりとなって5分間にその周辺部より集まってきたヤマビルをピンセットで丸型の透明プラスチックケースに定点単位で捕獲し(以下、「5分間人おとり法*」という)、出現数及びデジタルノギスにより後吸盤径を測定した。捕獲したヤマビルは5～8月末までは測定後すぐに同一定点で解放し、9月以降は捕獲したヤマビル全個体を回収した。また後吸盤径は、1mm未満から6mm以上の範囲で1mm単位で分類した。なお、統計による検定は全てマン・ホイットニーのU検定*を行った。



図3-3-9 出現数調査の定点位置

【結果と考察】

定点での出現数を放牧前(5/23～6/6)、放牧期(6/13～7/19)、放牧後7・8月(7/26～8/29)、放牧後9月(9/5～9/26)、放牧後10月(10/3～10/31)の5期に分けると(図3-3-10)、放牧前は周辺区13.0±2.3頭、放牧区17.0±3.0頭で放牧区でやや多い傾向であったが統計的に有意な差はなかった。しかし、放牧期では周辺区7.3±1.7頭、放牧区0.9±0.5頭で有意に放牧区でのヤマビル出現数が少なくなり(P<0.01*)、放牧後7・8月でも周辺区20.0±3.2頭、放牧区4.8頭±1.7頭で有意に少なかった(P<0.01)。また、放牧後9月 周辺区23.8±2.8頭、放牧区12.0±2.3頭、放牧後10月周辺区15.8±2.7頭、放牧区7.0±1.5頭と周辺区に比べて放牧区でヤマビル出現数は少ない傾向ではあったが有意な差ではなく、本試験では放牧から放牧後約1ヶ月まではヤマビル出現数を減少させる効果が認められた。

図3-3-11に後吸盤径別の期別出現数を示した。周辺区では放牧後9月に1mm台が17.5頭/日と急激な増加は認められた。山中ら¹⁾は、ふ化個体の重量構成で生体重20mg以下で全体の95%と指摘しており、また秋田県²⁾では、生体重g(x)と後吸盤径mm(y)の関係を $y = 8.7156x^{0.4404}$ で示せると報告している。これらの報告をもとにヤマビルふ化時20mgの後吸盤径を計算すると約1.56mmとなり、周辺区での後吸盤径1mm台のヤマビルが増加したのは、この時期にヤマビルが一斉にふ化したためと考えられ、これは秋田県²⁾での小ビルの出現ピークが8月中旬～9月中旬という報告と一致する。

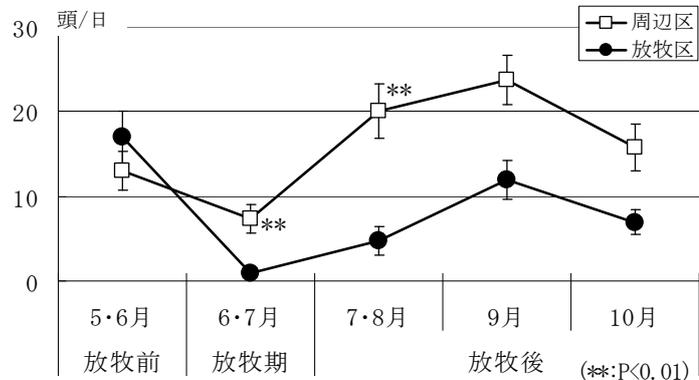


図3-3-10 期別出現数の推移 (頭/日)

また、牛への吸血による産卵の有無を確認するため飼育した12個体を用いて産卵可能体重を推定するため、産卵し

た個体6頭と未産卵だった6頭の生体重を比較したところ、産卵個体319±117mg、未産卵個体134±48mgで有意な差が認められた(P<0.01)。産卵個体は最低194mgで産卵していることから、200mg前後のヤマビルが産卵可能体重であると推定した。

そこで捕獲したヤマビルのうち後吸盤径(x)と生体重(y)を測定した64個体から2次回帰式を作成し(図3-3-12)、この式から調査地で後吸盤径を測定した622個体の推定体重を算出して、このうち生体重200mg以上のヤマビル(以下、成熟ビルという)について周辺区と放牧区で期別に比較すると(図3-3-13)、放牧前には周辺区でやや多かった成熟ビルが、放牧期～放牧後7・8月では放牧区で少ない傾向を示し、このことが周辺区に比べて放牧区での9月のふ化を抑制したものと考えられた。

2007年度、2008年度で同一調査地で実施した出現数を比較すると、放牧区、周辺区ともほぼ同様な傾向であった(図3-3-14)。放牧当初の草丈が2007年度より2008年度で低くなっており、放牧期間を2007年度87日に対して2008年度は48日と約40日間短縮したが、ヤマビル出現数の推移では、2008年度は2007年度とほぼ同様な傾向であったことから複数年の放牧で、より短期間にヤマビル出現数を抑制できる可能性が示唆された。

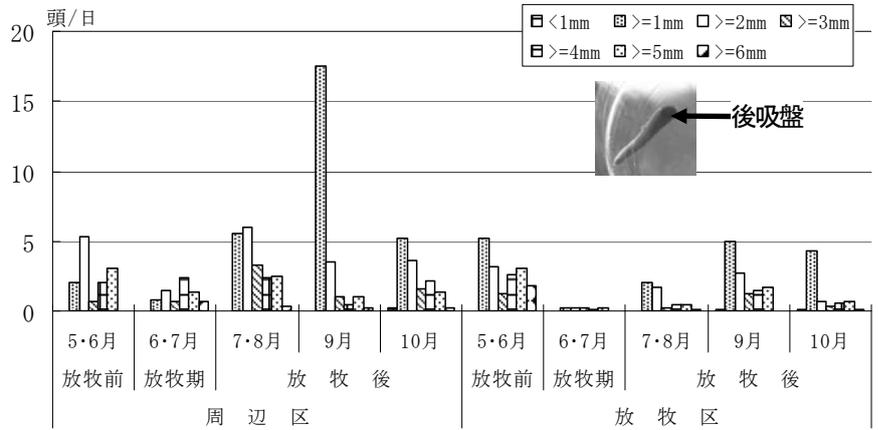


図3-3-11 後吸盤径別の期別出現数(頭/日)

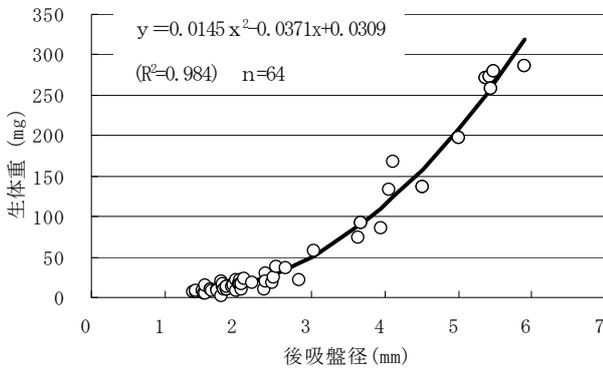


図3-3-12 後吸盤径と生体重

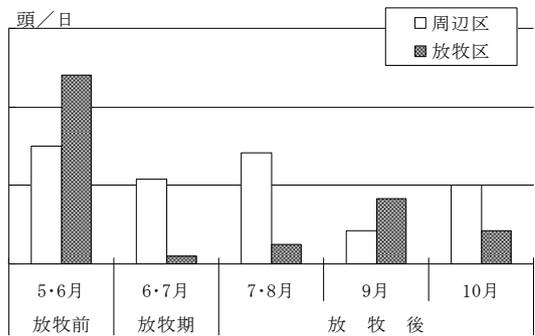


図3-3-13 成熟ビルの期別出現数

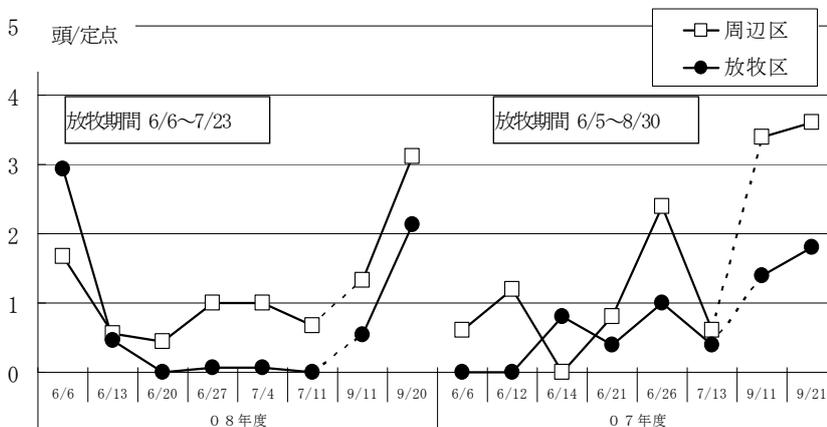


図3-3-14 年度別ヤマビル出現数の推移(頭/定点)

イ 殺ヒル資材の放牧地・周辺散布による防除効果

【目的】

ヤマビルの発生が多くなる9月上旬に放牧を行った耕作放棄地へ、殺ヒル資材を散布することによるヤマビル出現数の影響について調査した。

【方法】

本共同研究で殺ヒル効果が認められたヤマビル駆除資材で、かつ人畜への影響が少ないと考えられる食酢(醸造酢酸度4.6%)、20%食塩水、石灰窒素の3資材を選定し、以下の試験により耕作放棄地に散布する資材の選定及び散布によるヤマビル出現数調査を行った。なお、統計による検定は試験1、3はマン・ホイットニーのU検定、試験2は共分散分析*により行った。

[試験1] 各資材に5秒間ヤマビルを浸漬後、直ちに蒸留水で湿らせたろ紙上に放置して1時間後の死亡数の測定、および各溶液に浸漬した状態での死亡時間を測定し各資材の殺ヒル効果を比較した。

[試験2] 最も効果的と考えられる資材について100%、75%、50%、25%溶液中にヤマビルを浸漬し、その死亡時間を測定し濃度による殺ヒル効果を比較した。

[試験3] 選定した資材の散布は、出現数調査を実施している24定点のうち、放牧区、周辺区でそれぞれ出現数の多かった各4定点 計8定点とし(散布区)、それ以外の16定点(未散布区)と出現数を比較した(図3-3-16)。

【結果と考察】

[試験1]

資材間で殺ヒル効果に有意な差は認められなかったが、食酢でやや死亡率が高い傾向が認められた(表3-3-9)。また、前述の各溶液に浸漬した状態(図3-3-15)で死亡時間を測定すると、食酢25.5秒と最も早く、石灰窒素と有意な差が認められ($P<0.05$)、本試験では食酢が他の2資材に比べて効果が高いと考えられた。

表3-3-9 各種資材の殺ヒル効果

	食 酢	20%食塩水	石灰窒素
供 試 数	15	15	15
1時間後死亡数	12	10	8
死 亡 率	80.0%	66.7%	53.3%
浸漬による 死亡時間(秒)	25.5 ^a (N=5)	33.8 ^{ab} (N=4)	103.8 ^b (N=4)

* 異符号間に有意差($P<0.05$)

[試験2]

[試験1]で選定した食酢を100%、75%、50%、25%の4段階に希釈した各溶液中にヤマビルを浸漬し、濃度による殺ヒル効果を比較した(表3-3-10)。また、生体重と死亡時間に正の相関($r=0.72$ $p<0.05$)が認められたことから、死亡時間に影響を与える生体重を統計的に調整して、その影響を除いて各濃度の食酢への浸漬による死亡時間を比較すると、100%が38.6秒で最も短く、50% 56.3秒、25% 96.9秒と有意な差が認められた($P<0.01$)。

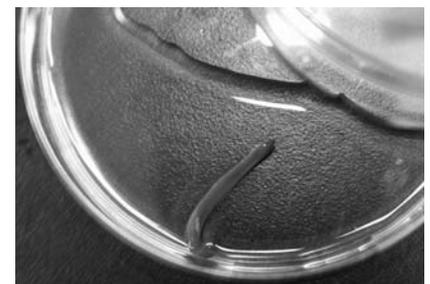


図3-3-15 浸漬したヤマビル

表3-3-10 食酢濃度別の殺ヒル効果

	100%	75%	50%	25%
供 試 数	18	18	17	11
死亡時間(秒)	38.6±17.5 ^a	53.9±32.9 ^{ab}	56.3±31.8 ^b	96.9±48.8 ^c
生 体 重mg	62.3	84.3	64.5	90.8

* 異符号間に有意差($P<0.01$)

[試験3]

[試験1]、[試験2]の結果より、耕作放棄地への散布資材を100%食酢とし、散布時期は出現数が増加し始めた9月2、3、4日の3日間とした。出現数の測定は各日とも散布前に定点毎に実施し、その後肩掛け式の噴霧機(図3-3-17)により定点全体に食酢が湿潤する程度まで散布した(100~200ml/m²)。出現数調査のため捕獲した個体は9月2日から10月31日まで全定点で駆除した。

食酢散布、未散布区で全出現数に対する各区の割合(以下、出現率という)を月別で比較すると(図3-3-18)、食酢散布前の5~8月は、食酢散布区の出現率は平均75.0%であったが、食酢散布後は9月62.6%、10月57.0%で食酢散布区でヤマビル出現率が減少し、散布による出現数の抑制傾向が認められた。

食酢散布区の散布直前(9/2)、散布中(9/3~9/4)、散布後(9/5~10/31)で出現数の推移を見ると(図3-3-19)、散布直前には4.8±3.9頭であったが、散布中の9月3日2.9±3.4頭、4日2.3頭±2.1と散布日数を重ねるごとに出現数が減少していったが定点間のバラツキが大きく、散布直前と散布中、散布後で出現数に有意な差は認められなかった。

散布後の9月5日~10月24日までの出現数は4.9~1.8頭の間で増減を繰り返しながら推移し、10月31日には0.3頭と終息していった。また当初より出現数の少なかった食酢未散布区は、9月以降1.6~0.3頭で推移した。

食酢散布による植物への影響は、散布3日目には、葉が枯れる現象が認められたが、多くの草種で根まで枯れることはなく散布25日後にはほぼ草勢を回復していた。

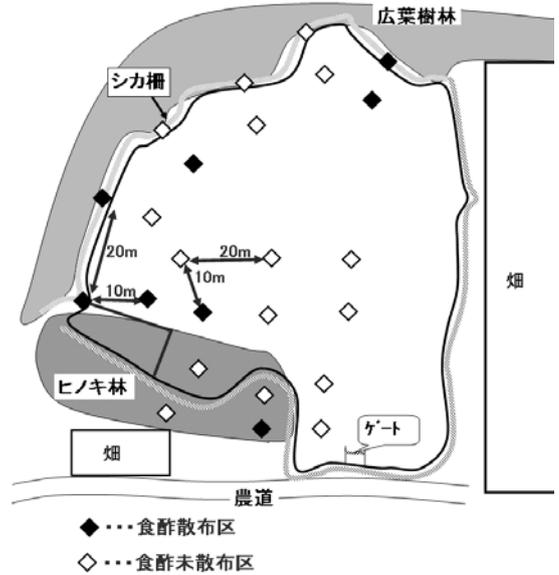


図3-3-16 食酢散布地点(8地点)



図3-3-17 散布に用いた肩掛け式噴霧機

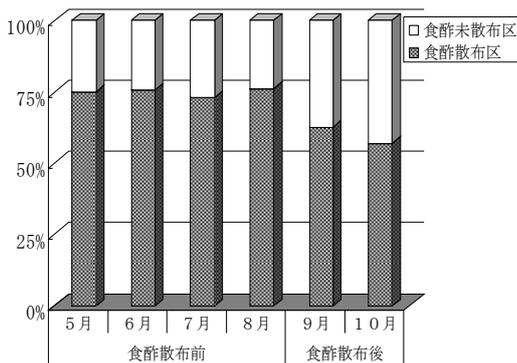


図3-3-18 食酢散布、未散布区の月別出現割合

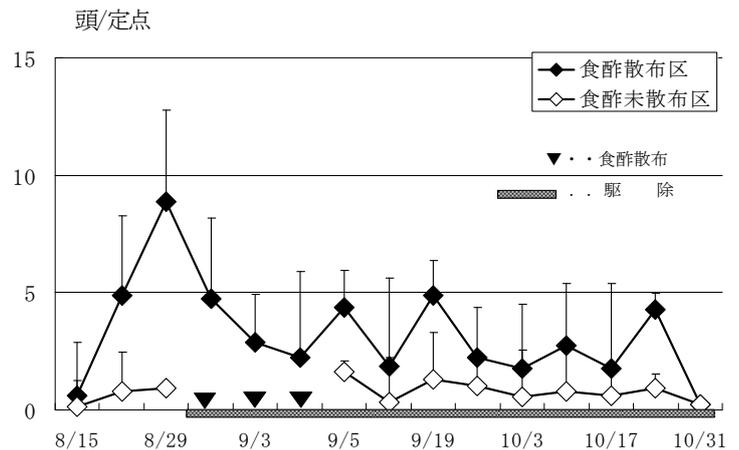


図3-3-19 食酢散布、未散布区にヤマビル出現数の推移

ウ 放牧牛へのイベルメクチン製剤*投与が吸血したヤマビルに及ぼす影響

【目的】

放牧牛の衛生管理に、内部・外部寄生虫に対する薬剤として広く利用されているイベルメクチン製剤のヤマビルへの効果について検討した。

【方法】

供試牛は、ホルスタイン種雌牛（乾乳牛）を、イベルメクチン製剤は、アイボメック®トピカル又はアイボメック®注「メリアル」（いずれもメリアル社製）をそれぞれ用いた。

ヤマビルによる吸血は、供試牛の外陰部周辺にヤマビルを吸着させ（図3-3-20）、ヤマビルが自然落下する（飽食）まで吸血させた。吸血したヤマビルは、室温で個別飼育した。

イベルメクチン投与前及びヤマビルの吸血時の血清中イベルメクチン濃度の濃度を測定した。

索餌行動は、息を吹きかけ観察した。



図3-3-20 牛から吸血するヤマビルの様子

A：吸血開始直後 B：吸血終了直前（矢印の先がヤマビル）

【結果と考察】

供試牛の血清中イベルメクチン濃度は、1.3～32.7 ng/mlであった。ヤマビルの吸血時間は、平均で1時間15分程度で、吸血後の体重は吸血前に比べて1.5～8.5倍となった。イベルメクチン投与後に吸血したヤマビル13頭は、約1ヶ月後に6頭が1～7個の卵塊を産卵し、内3頭が産卵した卵塊からそれぞれ4～5頭の子ビルがふ化した。子ビルふ化後、産卵した2頭が死亡したが、イベルメクチンを含む血液を吸血したヤマビルは、吸血後2ヶ月生存し内10頭が吸血2ヶ月後に索餌行動が観察された。（表3-3-11）。

表3-3-11 ヤマビルの吸血及び吸血後の生存状況

区分	供試牛	投与後日数	血清中イベルメクチン濃度 (ng/ml)	吸血前ヤマビル体重 (mg)	吸血後ヤマビル体重 (mg)	摂取血液量 (mg)	吸血前後体重比	吸血時間	産卵卵塊数	子ビル数	索餌行動
試験1	106	0	0.0	121	286	164	2.4	1:00	0	0	有
		2	1.3	124	196	72	1.6	1:08	0	0	有
				127	184	57	1.5	1:06	3	4	有
		4	2.0	271	1,129	858	4.2	1:30	0	0	有
				194	692	498	3.6	1:59	7	5	※
		7	2.3	153	291	138	1.9	1:01	1	0	有
				335	1,791	1,456	5.3	0:46	0	0	有
				212	563	351	2.7	1:10	0	0	有
		2	1.8	447	3,565	3,118	8.0	1:20	2	4	有
		4	3.9	204	737	533	3.6	1:19	0	0	有
		64	265	201	4.2	1:16	7	0	無		
		464	3,930	3,466	8.5	1:52	1	0	※		
試験2	111	2	32.7	143	580	437	4.1	1:15	0	0	有
	116	2	21.4	215	754	539	3.5	1:25	0	0	無
				194	570	376	2.9	1:20	0	0	有

注) 索餌行動の※は、子ビルふ化後死亡したため、判定していない。

試験2における卵塊数、子ビル数、索餌行動は、吸血後2ヶ月後の状態である。

Guillotら³⁾は、牛の血清中のイベルメクチン濃度が2ng/mlにおいてダニに対する効果が認められたと報告している。試験1及び2ともにヤマビルは、通常どおりの吸血をしたと考えられるが、血清中のイベルメクチン濃度が2ng/ml以上の場合について、ヤマビルへの効果は認められなかった。

以上のことより、イベルメクチン製剤は、ヤマビルへの効果が認められず、また吸血したヤマビルは産卵及びふ化したため、放牧地に生息するヤマビルは放牧牛から吸血し繁殖する可能性が示唆された。このことから、ヤマビルの生息する耕作放棄地の放牧を実施した場合、放牧を中途半端に中断せず、徹底して放牧しヤマビルの生育環境を改善することが必要だと考えられた。

エ 耕作放棄地でのヤマビルの吸血宿主の同定調査

【目的】

耕作放棄地の吸血宿主を同定することにより、放牧前後、放牧地内外でのヤマビル吸血宿主の変化を調べる。

【方法】

放牧前(6/6)、放牧中(6/27, 7/11)、放牧後(8/7, 22, 29)に放牧地、周辺部で計46頭を採取し、PCR-SSCP法*を用いてウシ、ニホンジカ、イノシシ、ニホンザル、アナグマ、タヌキ、ノウサギ、イヌ、カモシカ、クマ、ヤマドリ、キジ、テン、キツネの各動物種及びヒトに特有の塩基配列より、ヤマビルが吸血した血液のDNA*検査を実施し、「同定動物種」、DNA未検出を「未吸血」、動物種の判定が出来なかった「判別不能」とし、それぞれについて上記の期間別に分類した。

【結果と考察】

吸血宿主の同定結果を図3-3-21に示した。放牧前は放牧地の100%、周辺部の90%が未吸血のヤマビルであったが、放牧中では放牧地で100%のヤマビルが牛を吸血源としていた。放牧牛へのヤマビルの吸血は昨年度、本年度ともに目視により確認されており(図3-3-22)、DNA検査からも放牧牛自身が吸血源になっていることが示された。一方、周辺部では未吸血33.3%、判別不能66.7%であったことから、放牧地で吸血したヤマビルが周辺部へ移動することは確認できなかった。

しかし、放牧後では放牧地の33.3%、周辺部の43.8%で牛のDNAが検出された。これは和牛の放牧によって放牧地での雑草が減少したことで、一部のヤマビルがより生息しやすい周辺部へ移動したものと考えられた。また、全期間で野生動物を吸血したヤマビルが確認されたのは、放牧後にニホンジカのDNAをもつ1頭だけであったことから、少なくとも放牧期間中は放牧地内への野生動物の侵入や周辺部での生息はなかったと考えられる。

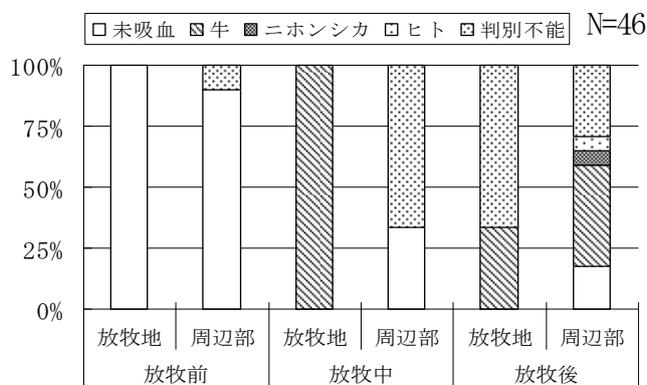


図3-3-21 PCR-SSCP法による吸血動物種の同定

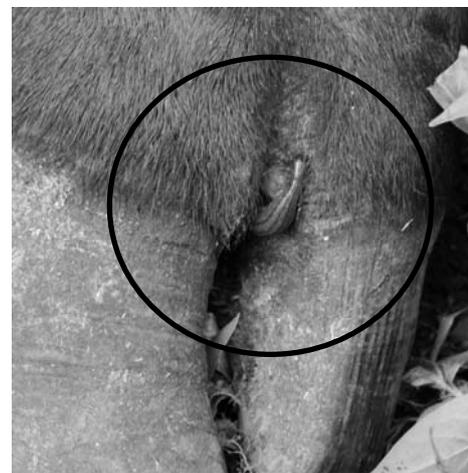


図3-3-22 放牧牛に吸血するヤマビル

3. 4 個人・家庭で行う防除に関する研究

(1) 手に入りやすいものを使った防除（殺ヒル効果）

【目的】

個人・家庭でヤマビルの防除対策を行うため、家庭にある物や手に入りやすい物の殺ヒル効力を明らかにする。

【方法】

①試験薬剤 食酢、エタノール、食塩水と食器用洗剤を用いた。

②試験対象動物（ヤマビル）

丹沢地域から野生のヤマビルを採集し、試験に用いた。採集したヤマビルは、1頭ずつポリプロピレンビン（直径3cm、高8cm）に入れ、未吸血のまま温度25℃、相対湿度75%、24時間暗条件で飼育した。秋田県にならぬ、ポリプロピレン瓶には湿らせたバーミキュライト*を敷いた。

③浸漬試験

所定濃度の溶液（30mL）を入れたポリプロピレン製容器（50mL）（図3-4-1）にヤマビルを所定時間浸漬したのち、湿らせたバーミキュライトを敷いたガラスビン（350mL）（図3-4-2）の中に置いて観察を行った。測定は最大60分行き、60分後に飼育容器へ移し、24時間後の生死を確認した。

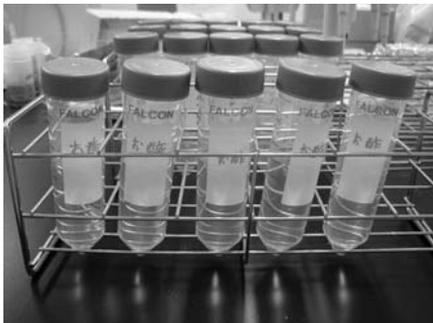


図3-4-1 溶液を入れた遠沈管



図3-4-2 溶液に浸漬後、ヤマビルを置いたガラス瓶

【結果と考察】

食酢の殺ヒル効力を表3-4-1に示した。市販の食酢原液（酸度*4.2%）に3秒間浸漬した場合、60分以内に仮死状態になった個体が80%見られた。それらのうち1頭が24時間以内に活動を再開したが、強い殺ヒル効力が確認された。しかし、溶液を希釈すると効力は急激に低下し、酸度3.2%（4/3倍希釈）の溶液でヤマビルを確実に駆除するためには、30秒間溶液に浸漬する必要がある、酸度2.1%（2倍希釈）の溶液では、60秒間溶液に浸漬する必要がある。食酢を用いてヤマビルを駆除するためには、原液のまま使用する必要がある。

表3-4-1 食酢の殺ヒル効力

酸度* (%)	浸漬時間 (秒)	試験個体数 (頭)	60分後仮死率 (%)	24時間後死亡率 (%)
4.2	3	10	80	70
3.2	3	5	20	0
3.2	10	5	40	0
3.2	30	5	100	100
2.1	10	5	0	0
2.1	30	5	40	20
2.1	60	5	100	100

食酢には、酢酸などの有機酸が含まれている。主な有機酸は酢酸であり、酢酸4%溶液で、食用酢と同程度の殺ヒル効力が確認された。しかしグルコン酸4.5%溶液とクエン酸4.5%溶液に殺ヒル効力は見られなかった（表3-4-2）。

表 3-4-2 有機酸の殺ヒル効力

試験薬	濃度 (%)	浸漬時間 (秒)	試験個体数 (頭)	60分後仮死率 (%)	24時間後死亡率 (%)
酢酸	4.0	3	10	70	70
	2.5	3	5	0	0
グルコン酸	4.5	3	5	0	0
クエン酸	4.5	3	5	0	0

酢酸 4% 溶液、グルコン酸 4.5% 溶液、クエン酸 4.5% 溶液の水素イオン濃度は、すべて約 pH 2 で差がなく、殺ヒル効力は強酸性によるものではなかった。

80% エタノールに 3 秒間浸漬したとき、60 分以内では仮死状態になった個体はいなかったが、24 時間以内に 60% が死亡した (表 3-4-3)。エタノールには即効性はないが、ヤマビルに対して殺ヒル効力があることが確認された。

表 3-4-3 エタノールの殺ヒル効力

濃度 (%)	浸漬時間 (秒)	試験個体数 (頭)	60分後仮死率 (%)	24時間後死亡率 (%)
80	3	10	0	60

食塩水の殺ヒル効力を表 3-4-4 に示した。食塩水はヤマビルの防除対策によく用いられているが、殺ヒル効力が見られるまでに 20% 食塩水で 30 秒以上、25% 食塩水 (ほぼ飽和食塩水の状態) でも 10 秒以上浸漬する必要があることが示された。さらに 15% 食塩水に浸漬して高い効力が現れるのには 60 秒以上必要で、10% 食塩水にいたっては、90 秒間浸漬しても 40% の死亡率しか得られなかった。ヤマビルに長時間食塩水を付け続けて駆除することは現実には難しいと考えられることから、食塩水を用いてヤマビルを防除するときには、できるだけ濃度の高い食塩水を用い、食塩水をかけた後はそのまま放置せず、ヤマビルを乾燥した場所に移動して、確実に死亡される対策を行う必要があると考える。

表 3-4-4 食塩水の殺ヒル効力

濃度 (%)	浸漬時間 (秒)	試験個体数 (頭)	60分後仮死率 (%)	24時間後死亡率 (%)
25	3	5	0	20
25	10	5	100	60
25	30	5	100	100
20	3	5	20	0
20	10	5	20	40
20	30	5	100	80
20	60	5	100	100
15	10	5	0	0
15	30	5	40	20
15	60	5	100	80
10	30	5	0	0
10	60	5	0	0
10	90	5	60	40

食器用洗剤は、20% (5 倍希釈) 溶液まで試験を行ったが、3 秒間の浸漬ではまったく効力は見られなかった (表 3-4-5)。

表 3-4-5 食器用洗剤の殺ヒル効力

濃度 (%)	浸漬時間 (秒)	試験個体数 (頭)	60分後仮死率 (%)	24時間後死亡率 (%)
1	3	2	0	0
3	3	2	0	0
5	3	2	0	0
10	3	2	0	0
20	3	2	0	0

(2) ヤマビルの吸血行動から身を守るための研究（忌避効果）

【目的】

ヤマビル生息地で野外活動などを行う場合には、ヤマビルの吸血被害に合わないよう個人的な予防対策が必要となる。このため、ヤマビルの活動時期、吸血される身体の被害部位の特定とその対策について調査研究を行った。

【方法】

吸血被害に関する既存のアンケート資料や研究資料などをもとに、ヤマビル被害予防対策の研究を行った。

- ① ヤマビルの活動時期については、山中ほかの「ヤマビルの生態に関する基礎的研究—索餌行動の及ぼす気温・湿度の影響と索餌行動の間隔」を参考に、本県のヤマビル発生時期の特定を行った。
- ② 吸血される身体の被害部位については、1980年から1982年10月神奈川県林業試験場ほか2事業所が行った山林労働者へのアンケート調査を参考に被害部位の特定を行った。
- ③ 8月下旬、殺ヒルや忌避効果の身近な防除剤として、アルコール、塩、酢、市販の虫よけ剤（ディート12%剤）、家庭用の中性洗剤を使用して、被服や長靴などに散布・塗布することによる被害予防法に関する試験を自環保Cの樹木園において実施した。

試験方法は、市販のタオル地の雑巾に上記の防除剤を散布又は浸潤させ、1週間放置して完全に乾かした状態にして手を包み、その後ヤマビルの飼育ケージに手を入れ、吸着したり、吸着後に移動したりするヤマビル数を観察した。また、食塩は飽和食塩水を作り（塩分濃度25%）、酢は原液（穀物酢、酸度4.3%）、中性洗剤は原液に水道水を20%入れ攪拌したものにそれぞれ雑巾を浸潤させ1週間乾かした。虫よけ剤は雑巾に噴霧してから1週間おいた状態で試験を実施した。なお、アルコールは揮発性が高いため濃度を40%に希釈して試験当日の30分前に噴霧した。

【結果と考察】

① ヤマビルの活動時期

山中ほかの報告によると、ヤマビルの野外における活動の最低温度は10℃、最低湿度は60%であるとしている。また、索餌行動には明確な休止期というものはなく、前記条件がそろえば季節に関係なく活動するとしており、個体サイズの違いでは、大きな個体より小さな個体のヤマビルの方が低温下で活動的であるとしている。

自環保Cの気象観測結果から、ヤマビルの活動季節を考察すると最低温度が10℃以上となるのは概ね3月中旬から11月中旬頃となる。これを、2008年の自環保Cでヤマビル観察状況と比較してみると、初回発生の観察日は3月15日で、最低気温11.2℃、最高気温20.6℃、最終発生の観察は11月13日で最低温度6.9℃、最高気温19.6℃と概ね山中の報告どおりの結果であった。

② 吸血された身体被害部位

1980年から1982年10月、本県林業試験場及び林野庁五城目営林署、東北電力秋田支店が共同で山林労働者に対するヤマビルの被害に関するアンケート調査を行っている。アンケートは、吸血部位のほか、吸血の有無、被害場所、気象状況、吸血回数、症状など多岐に渡っているが、今回予防措置に活かすため被害部位に関し調査した結果を図3-4-3に示した。

この調査は、アンケート対象者を山林労働者と

したため、一般の森林利用者などは入っていないが、調査結果では足が53%、手が26%と両方で約80%を占め、残り20%が腹や背中、首・頭となっている。

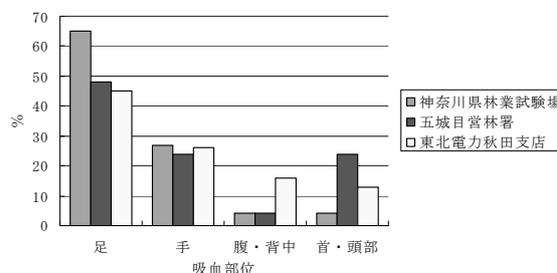


図 3-4-3 ヤマビル吸血被害部位のアンケート調査結果（1980—1982）

このように、被害の多くが地面に接する身体部位で発生していることから、この部位での防除を中心に予防対策をとることが重要と思われる。なお、腹や背中、首や頭部などを吸血された原因として考えられることは、草丈の高い草地の下刈り作業や腰を下ろして休んでいるときに上着やバックなどに付着したヤマビルが、首筋や頭部に侵入し吸血したものと考えられる。

③ 忌避効果のある薬剤等

身近にある忌避効果が高い薬剤等として、アルコール、食塩、雑穀酢、市販の虫よけ剤（ディート）、中性洗剤を使い、それぞれの薬剤等を市販のタオル地の雑巾に噴霧又は浸潤させ、乾燥させてヤマビル忌避効果の試験を実施した（図 3-4-4）。試験の結果は、アルコール、雑穀酢、市販の虫よけ剤の3薬剤等の忌避効果が高く、次いで食塩、中性洗剤は効果が少なかった（表 3-4-6）。



図 3-4-4 忌避効果試験の様子

忌避効果の高い薬剤のうち、アルコールについては高い殺ヒル効果や忌避効果が認められたが、効果は約1時間と持続性に欠けるため、野山に出かけるとき携帯し、吸血しているヤマビルを体から放すのに使用するのが適当と思われる。

また、雑穀酢や市販の虫よけ剤（ディート）については、布に塗布した場合に雑穀酢の臭いが問題となるほかは、食酢、ディートとも比較的長く忌避効果が続く（約1ヶ月）ことが認められた。塩については飽和食塩水として湿っている状態では高い忌避効果があるが、乾いた状態の布にはヤマビルが吸着してしまい、その後の移動は見られないものやや不安が残る結果となった。

表 3-4-6 薬剤のヤマビル防除効果試験の結果

薬剤の種類	処理①	処理②	ヤマビル防除効果試験結果		
			吸着防除効果	移動防除効果	その他
エタノール	40%希釈液に浸潤	30分間放置	◎	◎	持続性が欠ける
食塩	飽和食塩水に浸潤	1週間放置	○	◎	水希釈性が高い
雑穀酢（酸度4.3%）	原液に浸潤	1週間放置	◎	◎	水希釈性がやや高い
虫よけ剤（ディート剤）	スプレー散布	1週間放置	◎	◎	持続性が高い
中性洗剤	20%希釈液に浸潤	1週間放置	○	▲	殺ヒル効果が低い

④ 考察

本県のヤマビル生息地におけるヤマビルの活動期は、最低温度が10℃以上の時期で概ね3月中旬から11月中旬である。また、被害予防対策としては、吸血被害部位は手足の被害が80%程度を占めることから、袖口や手袋及び靴下や長靴、ズボンの裾にあらかじめ忌避作用のある薬剤等を塗布して乾くのをまって着用すること。（直接人体に塗らなくとも防除効果はある。）

なお、首筋や頭などの予防については、上着の裾から背中にかけて忌避剤を塗布することや忌避剤を塗布したタオルを首に巻くなどを行うことである。

次に、殺ヒル効果や忌避効果の高い薬剤等については、雑穀酢（原液）、市販のディート成分を含有する虫よけ剤の防除効果が高く、塩は湿っている間は高い効果があるが、乾くとヤマビルが吸着するため持ち運ぶ危険性がある。アルコールは高い効果があるが持続性に欠けるのが問題である。ただし、アルコールは即効的な殺ヒル効果があるため、ヤマビルの殺虫のためや吸血されたときにヤマビルを体から放すために使用すると非常に効果的である。なお、中性洗剤はあまり効果が見られないため、ヤマビル防除剤として使用しないのが無難である。また、薬剤等が付着しにくいゴム製の長靴や滑らかなカップなどはヤマビルが吸着しやすく、かつ塗布した薬剤等が水に流され効果が長続きしないことから、布を要所にまくなどの注意が必要である。その他、薬剤等は、必ず布製などの付着しやすいものに塗って防除することが要点である。

第4章 今後のヤマビル対策に向けて

近年、県内においてヤマビルの被害が増えていることから、県の試験研究機関を中心に、2007年度から2年間にわたり、ヤマビル対策共同研究を実施した。

ヤマビルの生息域拡大と被害の増加には、様々な要因が関わっており、その対策についても、住民や自治体など様々な主体が連携・協力し、地域の実情に応じた取り組みを行うことが大切である。

ここでは、研究を通して得られた多くの科学的知見を、今後の対策に活かすことを目的に、主に3つの側面から対策をまとめた。

4. 1 個人による対策（民家、住宅地、茶園等）

野外活動を行う場合や、民家及びその周辺、茶園において行うヤマビル被害予防対策などを取りまとめた。

（1）個人・家庭における被害対策と駆除

ヤマビルの生息地で野外活動を行う場合の、吸血被害に遭わないための対策と、民家及びその周辺で、ヤマビルを発見した場合の駆除方法について述べる。

① 被害対策方法

【研究から分かったこと】

ヤマビルは、ニホンジカやイノシシなどの野生動物によって運搬されている可能性が高く、遊歩道や登山道では、獣道や、獣道と交差している場所などに多くのヤマビルが生息していた。また、直接日のあたらない湿潤な環境を好むことから、それらの環境を取り除くことによって、ヤマビルの個体数が減少した。その他、ヤマビルは5月～10月頃盛んに活動し、晴天・曇天日には朝夕や夜間、降雨時など湿度が高い日では終日、活発に活動することが認められた。また、人の場合は手や足から吸血されやすかった。

【対処方法】

○民家及びその周辺は、雑草や落ち葉、石等を除去し、ヤマビルの隠れ場所となる環境をつくらない。

○野外活動を行う場合は、ヤマビルの活動が盛んな時期（5月～10月頃）・時間帯（晴天・曇天日では朝夕や夜間、降雨日など湿度が高い日は終日）や、ヤマビルが多く出現する場所を知った上で、吸血被害を防ぐ服装をするとともに、忌避剤の使用などの適切な被害対策をとる。

※被害を防止するための服装

〔・吸血被害の多い手や足については、長袖シャツ・長ズボン・手袋などを着用し、肌を露出しないよう努める。〕

※忌避剤の使用方法

〔・靴・靴下・手袋は全体に、長ズボンは裾からすね、長袖シャツは袖口からひじにかけて忌避剤をあらかじめ丁寧にかけておく。〕

② 個人・家庭における駆除方法

庭先等で、吸血のため近づいてきたヤマビルの駆除は、その場におけるヤマビルの繁殖や生息拡大を防ぐためにも重要である。一般的に市販の殺ヒル剤などが使用されているが、ここでは、家庭で簡単に入手できる材料を使った駆除方法を述べる。

【研究から分かったこと】

家庭にある身近な材料でヤマビルを駆除するためには、食酢、エタノール、食塩水を用いると効果があった。

【対処方法】

○食酢、エタノール、食塩水を、ハンドスプレーなどを用いて直接ヤマビルに吹きかける。

※散布方法（各使用方法や使用上の注意については、表 4-1-1 のとおり。）

- ・直接ヤマビルに吹きかける。
- ・一度動かなくなっても、湿った場所にいると再び活動を始める場合があるため、確実に駆除をする。

※使用・散布上の注意

- ・ヤマビルが確認できない場所に予防的に散布しても効果は少ないと考えられるため、そのような散布は避ける。
- ・人に近寄ってきたり、衣服に付着したヤマビルへの使用にとどめる。

表 4-1-1 ヤマビルに効果がある身近な材料

食酢	
主な成分	酢酸その他、乳酸、コハク酸、リンゴ酸など有機酸なども含む。
使用方法	市販のもの（酸度*4%以上）を薄めずに、ハンドスプレーなどを用いて直接ヤマビルに吹きかける。
使用上の注意	<ul style="list-style-type: none"> ・使用中と使用後は、しばらくは臭気がある。 ・金属にかかると錆びることがある。 ・植物が枯れることがある。

消毒用エタノール	
主な成分	エタノール
使用方法	市販の消毒用エタノールを、ハンドスプレーなどを用いて直接ヤマビルに吹きかける。
使用上の注意	<ul style="list-style-type: none"> ・引火しやすいので、使用するときや保管するときは、火気に注意すること。 ・揮発しやすいので換気の良いところで使用すること。 ・皮膚に触れると刺激作用がある。 ・植物が枯れることがある。

食塩水	
主な成分	食塩（塩化ナトリウム）
使用方法	濃度 20%（食塩水 100g あたり食塩：水＝20g：80g）のものを、ハンドスプレーなどを用いて直接ヤマビルに吹きかける。
使用上の注意	<ul style="list-style-type: none"> ・金属にかかると錆びることがある。 ・植物が枯れることがある。

(2) 茶園における対策

山間部の茶園では、作業者がヤマビルの被害を受けることが多いため、茶園でヤマビルの発生を抑える対策を述べる。

【研究から分かったこと】

ヤマビルの吸血源や生息域拡大の原因とされる運搬者としては、ニホンジカ、イノシシ、キジ等の可能性が高いと考えられている。また、ヤマビルは乾燥に弱いとされ、その定着、増殖を少なくするためには、生息する場所の地面を乾燥させることが有効と考えられる。その他、適切な農薬散布などにより茶園を管理することによって、個体数が抑制された。

【対処方法】

①ヤマビルを運搬する野生動物を茶園へ侵入させない対策

○野生動物の侵入を防ぐため、動物よけ網やトタン板、電気柵などを設置する。

※設置について

- ・設置する網は、目の細かいものとし、ニホンジカ、イノシシなどの大型動物のみでなく、小動物の侵入も防ぐ。
- ・獣道がどこにあるかを把握して、そこから動物が入らないように設置する。

②茶園のヤマビル個体数を抑える対策

○ヤマビルの生息しにくい環境をつくるため、茶園及びその周辺の草刈りや落ち葉の除去などを行う。

※環境整備方法

- ・周辺の高木の伐採や間引き、枯れ木の除去を行い、日照と通風を良くする。
- ・整枝、剪定を行った際には、その枝葉を除去する。
- ・適切な裾刈りを行い、通路や茶株内の乾燥を図る。

○農薬散布や施肥など、適切な栽培管理を行う。

※主な管理方法

□農薬散布

- ・農薬の散布は、ヤマビルの発生が多い時期（4月～7月、9月～10月）に合わせ、茶の病害虫の発生時期（「茶病害虫防除暦」等参照）や発生量を考慮して実施する。
- ・農薬はミクロデナポン水和剤 85、DDVP乳剤 75、ハチハチ乳剤、パダンSG水溶剤、サンマイトフロアブル、カネマイトフロアブル等が有効であり、「茶病害虫防除暦」を基本に、対象害虫等によって上記の薬剤で代替する。
- ・茶株内へ薬剤が届きやすい噴霧口を利用して、農薬を散布する。
- ・農薬は容器の記載事項を確認し、散布量、希釈倍率、使用回数等「農薬取締法」に定められている使用基準を遵守する。
- ・個々の農薬登録情報の検索は <http://www.acis.famic.go.jp/searchF/vtllm001.html>

□施肥

- ・窒素肥料として通常使用する配合肥料等の代わりに石灰窒素を使用する。
- ・石灰窒素の使用量と時期は、「作物別施肥基準」を参考に、年間の窒素成分量 50kg/10aのうち、35kg/10a程度を代替する。
- ・石灰窒素は、アルカリ分を多く含むため、連用すると土壤酸度（pH）が高くなり、茶の生育に影響する可能性があるため、使用した園は土壤分析を行なうことが望ましい。

4. 2 地域での対策（里山、広場、耕作放棄地等）

丹沢大山の麓の里山など、人の生活圏内におけるヤマビルによる被害防除対策として、地域で行える取り組み方法について取りまとめた。

（1）草刈り等の環境整備による対策

ヤマビルは、直接日に当たらない湿潤な環境に好んで生息することから、草刈り等によりヤマビルが生息しにくい環境づくりを行うことが有効であるため、その方法等について述べる。

【研究から分かったこと】

ヤマビルの好む湿潤した環境をなくし、ヤマビルが生息できなくなるように、夏期に草刈りを行ったところ、有効であった。また、秋に落ち葉かきを行ったところ、ヤマビルは冬を越すことができなかった。

更にヤマビルは、ニホンジカ・イノシシなどの野生動物によって運搬され、生息地が拡大している可能性が高かった。

【対処方法】

○道路や歩道、広場などにおいて、草刈りや落ち葉掻き、石等の除去、側溝の清掃を行うなど、ヤマビルの住みにくい環境づくりを行う。その場合、地域内にある野生動物の獣道や、足跡のある場所を中心に行うと、効果的である。

※草刈り方法

- ・刈った草をそのままにせず、その場から取り除くか、数ヶ所にまとめておく。
- ・まとめておいた草を数日間放置させておくことで、周辺にいるヤマビルもその場所に集まってくるため、集めた草を処理すると効果的である。

※落ち葉掃き方法

- ・冬期のヤマビルは、地面に接している落ち葉や石礫などの裏側に生息しているため、地面が見える程度に落ち葉を除去すると効果的である。
- ・ヤマビルの索餌能力は2 m程度であるため、落ち葉掃きは、ヒトの活動する地点から2 m以上行くと効果的である。

○野生動物を地域に近づけない環境づくりを行う。

※環境づくり方法

- ・草刈りや不要な樹木の伐採等により、野生動物の餌場や隠れ場所を除去する。
- ・野生動物の防護柵を設置する場合には、ニホンジカだけでなく、イノシシ・タヌキ・ノウサギなども防護できる構造にする。

(2) 薬剤散布による対策

ヤマビルの活動を一時的に抑える場合に、薬剤散布をする方法について述べる。

【研究から分かったこと】

ディート5%粉剤とシトロネラ油5%粉剤を、1 m² 当たり 10 g を散布すると、どちらも約1時間程度ヤマビルの活動を抑制する効果があるほか、環境への影響も長期的にはみられないことが分かった。また、ディートについて、1 m² 当たり 30 g の散布でのヤマビルの抑制効果を調べたところ、散布方法によっては（散布後に落ち葉を掻き混ぜるなど）、5日間程度の効果はみられたが、土壌中の他の生物への影響が生じる可能性があった。

さらに、従来から殺ヒル剤として使用されているディートに対して、天然植物由来の物質であるシトロネラ油は環境中での残留性は非常に低い、ディートと同程度（またはそれ以上）の生態毒性があった。

【対処方法】

○ヤマビルの活動を一時的に抑制したい場合には有効であるので、ディートやシトロネラ油を有効成分とする薬剤を、適切な方法で散布する。（緊急的、局所的な対策として、適切な散布を行う）

※薬剤を散布する際の注意事項

- ・有効成分5%の粉剤を1 m² 当たり 20 g 程度の散布であれば環境への影響は少ないが、多量に散布すると環境影響が生じる恐れがあることに留意して使用する。
- ・降雨による散布薬剤の河川等へ流出が懸念されるため、薬剤の散布は沢筋を避け、また、河川からなるべく離れた場所で行うこと。
- ・薬剤がヤマビルに直接付着すると効果が上がるため、草刈り後に薬剤を散布したり、散布後に落ち葉を掻き混ぜると、効果が持続する。

(3) 耕作放棄地における対策

近年、里地・里山で耕作が放棄された農耕地(耕作放棄地)が増加し、ヤマビルの生息場所となっている。広いエリアをすべて人の手で管理することが難しいことから、そこに牛を放牧することにより雑草を除去し、ヤマビルが生息しにくい環境を作ることが有効である。このことから、放牧方法等について述べる。

【研究から分かったこと】

ヤマビル出現数調査では、周辺区に比べて放牧区で放牧開始(6月上旬)から10月末までヤマビルの出現数を抑制できた。また、こうした放牧方式には雑草の繁茂する夏季に行う3回程度の草刈りと同等の効果があった。

なお、吸血宿主の同定調査により、放牧後の周辺区で牛から吸血したヤマビルが確認されたことから、一部のヤマビルが吸血後放牧地外へ移動したことが確認された。

【対処方法】

○放牧条件

- ・一定(20a程度)以上のまとまった耕作放棄地において、牛の放牧によるヤマビル防除対策を行う。(基準は20aで2頭/月程度)。雑草が繁茂し始める5月頃から、ヤマビルがふ化する10月頃まで放牧することが適している。

○必要機材

- ・和牛2頭以上(1頭では寂しがって狂騒状態になる)、簡易式電気牧柵(1haで10~20万円程度、図4-2-1)、水飲み用水槽(200Lで2~3日/2頭程度)、鉍塩(塩とミネラル)が必要となる。

○放牧方法

- ・放電を防ぐため耕作放棄地周辺の草刈りを行い、簡易式電気牧柵を図4-2-1のように設置する。
- ・雑草が少なくなった時点で放牧を終了する。

○留意点

- ・水の補給と健康状態を確認する。(1~3日間隔)
- ・周辺部とのヤマビルの出入りを防ぎ、ヤマビルの産卵、ふ化を最小限に抑えるため、電気牧柵の外側(2m程度)は草刈りや忌避剤散布を行う。
- ・牛の放牧には、牛の雑草採食によりヤマビルの生息しにくい環境をつくる長所と、牛自身が吸血源としてヤマビルの繁殖を促す可能性があるという短所がある。



図4-2-1 左：電気牧柵設置状況・右：ソーラーパネルとバッテリー

4. 3 広域的な対策

広域的なヤマビル対策については、森林等自然環境の整備や野生動物の管理など、ヤマビルの生息域の拡大抑制に向けた取組を推進していくことが必要であることから、その方法等について取りまとめた。

【研究から分かったこと】

ヤマビルの生息域は、原生息地から北部、東南部に拡大しており、その原因として、ヤマビルがニホンジカを多く吸血していること、「有穴腫瘤痕」を持つニホンジカの割合が東部で高いことから、ニホンジカやイノシシなどの野生動物により運搬され、生息域が拡大している可能性が高い。また、ヤマビルの生息域の拡大が、植林地の拡大状況とニホンジカの生息状況に符合していた。その他、登山道などでは、獣道や、獣道と交差する場所に多く生息していた。

【対処方法】

①適切な自然環境の整備

- ・森林などの適切な管理、整備を行う。
 - ・ヤマビルの生息しやすい環境を取り除くため、林道、登山道、公園などの草刈りの実施、施設に堆積している落葉・石等の除去などを行う。
- ※草刈り等の方法については、4. 2 (1) を参照。

②野生動物の適正な管理を行う。

※主な管理方法等

- ・野生動物の適切な生息密度の管理を行う。
- ・管理捕獲や獣害防護柵設置などにより、ヤマビルが吸血しているニホンジカなどの生息域が拡散しないよう努める。

4. 4 その他の対策

以上のように、ヤマビル被害への対策については、それぞれ地域の実情に応じた対策を、住民や自治体など様々な主体が適切な方法を選択し、また、相互に連携・協力しながら一体的に取り組んでいくことが必要である。

その際に重要となるのが、対策を行う住民や自治体などが、ヤマビルに関する正確な知見・情報を収集することである。ヤマビルの生息地状況や適切な防除方法などの情報を収集し、住民や自治体などの間で情報の共有化を図るとともに、密に連携を深めていくことが不可欠である。

今後、ヤマビル被害を抑制するために、正確で適切な知見・情報に基づき、地域の実情に応じた対策が継続的に展開されることが望まれる。

参考文献

<2. 1>

- 1) 山中征夫 (2007) ヤマビル (*Haemadipsa zeylanica japonica*) -日本で唯一の陸生吸血ビルー, 森林科学51, pp. 43~46
- 2) 丘浅次郎 (1930) Sur une variete de l'*Haemadipsa zeylanica* s'attaquant aux Oiseaux., 帝国学士院記事, 6巻, 2号
- 3) 大野正男 (1984) 日本産主要動物の種別文献目録(13), ヤマビル(1)
- 4) 谷重和・石川恵理子 (2005) ヤマビルの生態とその防除方法, 森林防疫NO.638 VOL. 54 NO. 5
- 5) 丘浅次郎 (1927) やまびる. 「日本動物図鑑」, 北隆館, p1588
- 6) 千葉県 (日本野生生物研究センター) (1991) 1989年度千葉県ヤマビル生息状況実態調査報告書
- 7) 吉葉繁雄 (1988) 千葉県小湊におけるニホンヤマビルの大発生とそれらの医動物学的特性 (予報), 千葉海洋センター年報 8号
- 8) 山中征夫・山根明臣 (1999) ヤマビルの吸血によるヒトの血液被害量, 日林論110, pp. 714-715
- 9) 中川信行 (1981) ヤマビルの形態・産卵・発生, 秋田自然史研究 no. 14 pp. 6-9
- 10) 山中征夫・山根明臣 (1997) ヤマビルの生活環, 日林論108, pp. 373-376
- 11) 山中征夫・山根明臣 (2000) ヤマビルの寿命, 日本林学会関東支部大会論文
- 12) 山中征夫 (1999) 房総丘陵のヤマビル, 房総の自然と環境, pp. 160-163
- 13) 浅田正彦ら (2001) 房総半島におけるニホンジカに対するヤマビルの寄生状況, 千葉中央博自然誌研究報告研究報告3 (2), pp. 217-221
- 14) 秋田県 (1997) 秋田のヤマビル ~生態と防除~ ヤマビル被害防止総合対策事業報告書, pp. 65-77
- 15) 兵庫県 (2005) 兵庫県のヤマビルに関する調査報告書, p9
- 16) 佐々木脩・谷重和 (1997) Chemical and biological control of land-dwelling leech, *Haemadipsa japonica*. Med. Entomol. Zool. Vol. 48 no. 4 ,pp. 303-309

<2. 2 (1)>

- 1) 山中征夫 (東大千葉演習林)・山根明臣 (筑波大農林) (1996) ヤマビルの生態に関する基礎的研究, ヤマビルの生態、2.3索餌行動に及ぼす気温・湿度の影響と索餌行動の間隔, 文部省科学研究費補助金研究
- 2) 福岡五郎、奈良県春日山における山蛭の生態生理的研究, 京都大学理学部動物学教室・大津臨湖実験研究所生理生態学研究業績27, pp. 1-6
- 3) 秋田県 (1997) 秋田のヤマビル ~生態と防除~ ヤマビル被害防止総合対策事業報告書, p26

<2. 2 (2)>

- 1) 木川弘 (日本衛生動物学会員) (1992) ニホンヤマビルの生息分布及び生態調査事業にかかわる結果調査報告書 (2) 秋田県におけるニホンヤマビルの生態調査

<2. 3 (1)>

- 1) 丹沢大山総合調査団編 (2007) 丹沢大山総合調査学術報告書
- 2) 山中征夫 (東大千演)・村林伊知郎 (宇大農) (2000) 52回日本林学会関東支部論文6/3索餌行動におけるヤマビルの移動速度
- 3) 木川弘 (日本衛生動物学会員) (1992) 秋田県委託調査, ニホンヤマビルの生息分布及び生態調査事業に関わる結果報告書2秋田県のヤマビルに関する生態調査 (3) ヤマビルのヒトに対する吸血索餌行動までの時間とその量的調査 (4) ヤマビルのヒトに対する走性調査

- 4) 山中征夫ほか (2002) ヤマビルの発生予察と防除方法に関する基礎的研究, 平成10年~13年科学研究費補助金研究成果報告書, II-3ヤマビルの個体群変動要因の解明に関する基礎的研究3-2ヤマビルの寄主, 3-3ヤマビル個体群に及ぼすニホンジカ捕獲の影響
- 5) 山中征夫 (2000) 3-2ヤマビルの寄主, 4 寄主の体重とヤマビルの血液摂取量, 千葉県自然保護連合, 房総の自然と環境2000

<2. 3 (2)>

- 1) 秋田大学医学部寄生虫学教室 (1982) ヤマビルの生息動向の解明とその防除対策等に関する調査報告書
- 2) 秋田県 (1997) 秋田のヤマビル ~生態と防除~ ヤマビル被害防止総合対策事業報告書
- 3) 長岐昭彦 (1998) 秋田県におけるヤマビルの出現状況 -林相・地形別出現個体数の相違-

<2. 4 (1)>

- 1) 神奈川県 (2008) ヤマビル対策共同研究中間報告書, ヤマビルの吸血対象動物に関する調査研究, pp. 37-44
- 2) Naito, E et al. (1992) Ribosomal ribonucleic acid (rRNA) gene typing for species identification. Journal of Forensic Sciences. , pp. 396-403
- 3) 林健志 (1990) PCR法を用いたDNA多型の新しい検出法, 蛋白質核酸酵素 (35) , pp. 3085-3090
- 4) Sasaki, O et al. (2005) A survey of host animals of land leech *Haemadipsa zeylanica* var. *Japonica* in Akita Prefecture revealed by PCR-SSCP analysis of 28S rRNA genes. Me. Entomol. Zool. Vol. 56(2) , pp. 79-84
- 5) Sasaki, O et al. (2008) Sika deer and wild boar are possible host animals of the land leech *Haemadipsa zeylanica* var. *japonica* (Whitman) in Kanagawa prefecture based on PCR-SSCP analysis of 28S rRNA. Med. Entomol zool. Vol. 59 (1) , pp. 25-28
- 6) 秋田県 (1997) 秋田のヤマビル~生態と防除~, ヤマビル被害防止総合対策事業報告書, pp. 26-27.
- 7) 兵庫県 (2005) 兵庫県のヤマビルに関する調査報告書, p9.

<2. 4 (2)>

- 1) 加藤陸奥雄 (1967) 宮城県金華山島におけるシカの生息から見た生物群集構造の特性についての知見, 加藤陸奥雄 (編), 各種陸上生態系における二次生産構造の比較研究, pp. 204-210, 東北大学, 仙台
- 2) 山中征夫・山根明臣・浅田正彦 (1995) ヤマビルの生態に関する基礎的研究2. ヤマビルの生態2. 1個体数増加および分布域拡大の要因, pp. 3-7
- 3) 山中征夫, 山中千恵子 (1998) ヤマビルの個体数に及ぼすニホンジカの捕獲の影響, 49回日本林学会関東支部論文
- 4) 吉葉繁雄 (1992) 外房南部に蔓延中の山蛭バイオハザードの環境医学ならびに衛生動物学的追求, p. 78, 東京慈恵会医科大学
- 5) 浅田正彦・落合啓二・山中征夫 (1995) 2. 2房総半島におけるニホンジカに対するヤマビルの寄生状況, 千葉県立中央博物館自然史研究報告

<3. 1>

- 1) Budavari, S. et al. (Eds.) (1989) THE MERCK INDEX 11th edition, MERCK & Co., Inc., p. 2958
- 2) ロバート・ティスランド/トニー・バラシュ著, 高山林太郎訳 (1996) 精油の安全性ガイド (上巻), フレグランスジャーナル社, p. 76
- 3) イカリ消毒株式会社 (2002) ヤマビルキラー製品安全データシート (H14. 3. 28作成・改訂)
- 4) 神奈川県県北地域県政総合センター (2007) 神奈川県のヤマビルに関する調査・報告書

<3. 1 (1) >

- 1) 秋田県 (1997) 「秋田のヤマビル ～生態と防除～」 ヤマビル被害防止総合対策事業報告書, pp. 34～45
- 2) 秋田県 (1997) 「秋田のヤマビル ～生態と防除～」 ヤマビル被害防止総合対策事業報告書, pp. 88～107

<3. 1 (3) >

- 1) R Development Core Team (2007) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- 2) ISO (1999) 「Soil quality - Inhibition of reproduction of Collembola (*Folsomia candida*) by soil pollutants」 ISO 11267, International Standards Organisation, Geneva Switzerland
- 3) 池貝隆宏、岡敬一 (2003) PRTR対象農薬の地域別媒体別排出量推定法の検, 神奈川県環境科学センター研究報告 第26号, pp. 45-51

<3. 2 (2) >

- 1) 千葉県 (1997) ヤマビルの防除マニュアルー森林レクリエーション地域を中心としてー

<3. 3 (1) >

- 1) 谷重和・石川恵理子 (2005) ヤマビルの生態と防除法, 森林防疫N0638 VOL. 54 NO. 5
- 2) 房総半島におけるヤマビルについて1. ヤマビルの分布と季節消長 (1993) 衛生動物学会誌44 (2), p. 145
- 3) rDNAとPCR-SSCP法によるヤマビル吸血動物種の同定 (2005) 第51回日本衛生動物学会北日本支部大会講演要旨
- 4) Shika deer and wild boar are possible host animals of the land leech *Haemadyspa zeylanica* var. *japonica*(Whitman) in Kanagawa Prefecture based on PCR-SSCP analysis of 28S rRNA (2008) Med. Entomol. Zool. Vol. 59 No1, pp. 25-28

<3. 3 (2) >

- 1) 山中征夫・山根明臣 (1997) 「ヤマビルの生活環」, 日林論 No. 108, pp. 373-376
- 2) 秋田県 (1997) 「秋田のヤマビル」, 秋田県ヤマビル被害防止総合対策事業報告書, pp. 13-22
- 3) Guillot FS, Wright FC and Oehler D (1986), Concentration of ivermectin in bovine serum and its effect on the fecundity psoroptic mange mites., Am J Vet Res:47(3), pp. 525-527.

<4. 1 (1) >

- 1) 農業資材審議会農薬分科会特定農薬小委員会配付資料 「特定農薬の指定に関する意見募集の結果について」

用語の説明

(本文中、*の付してある用語の説明をアルファベット順、50音順に並べています。)

アルファベット

DNA (デオキシリボ核酸^{かくさん})

遺伝子の本体として遺伝情報の保存や複製に関わっている。

e-Tanzawa

自然環境情報ステーションのことで、デジタル化された地図データと、統計データや位置が持つ属性データを総合的に収集し提供する情報システム。

丹沢大山総合調査における各種調査データをはじめ他の調査や保全対策など、自然再生に不可欠な情報を蓄積し、情報発信と情報共有を図るためのシステムで、自然環境保全センター内に設置され運用が行われている。

OECDテストガイドライン

OECD (経済協力開発機構) が定めている、科学的な試験を行うときの基本的な方針のひとつ。

P<0.05 (5%水準^{すいじゆん})

有意性の統計学的な基準で、有意性の基礎になるのは、もし「母集団に差又は傾向がない」とする帰無仮説が正しいとした場合に、差や傾向が生じる確率で、生物学では、確率5% (比で言えば0.05) を有意性の限界 (有意水準) としている。

PCR—SSCP法^{ほう}

遺伝子構造の違いを調べる方法のひとつ。

RNA (リボ核酸^{かくさん})

DNAの遺伝子情報をもとに、タンパク質を合成するもの。

2次回帰式^{じかいきしき}

統計学的検定手法のひとつ。2変量XとYの関係を表した式。1次式、2次式など2変量の関係によって式の形は変化する。

5分間人おとり法 (5分間静止法^{ふんかんひとほう ふんかんせいしほう})

ヤマビルの簡便な生息数把握のために、3～5分間、2～3m範囲の地面の落葉や草を、熊手を用いてかき回し、人が歩きまわって息を地面に吹きかけた後、5分間立ち止まって、周囲半径1m以内に発見されるヤマビルを数える方法。

あ 行

イオン交換水^{こうかんすい}

陽イオンと陰イオンを除去した水。

一元配置分散分析^{いちげんはいちぶんさんぶんせき}

統計学的検定手法のひとつ。母集団が正規分布 (パラメトリック) する独立した多試料の平均値の差を比較する検定法。同時に検定する要因数により一元配置、二元配置と呼ばれる。

一般化線形モデル^{いっぺんかせんけい}

得られた値のばらつきの形 (確立分布の型) への制約が緩く、指数関数やロジスティック回帰といった生態系で起こる現象を説明できる統計手法である。

イベルメクチン製剤^{せいざい}

線虫、条虫などの内部寄生虫やヒセンダニなどの外部寄生虫を駆虫する動物用医薬剤。

インキュベーター

庫内の温度を一定に保つ培養器。

か 行

カイ二乗検定

統計学的手法のひとつ。

カオリン

カオリン石などからなる粘土。

供試

性能や効果を調べるために、実験等に物や生物等を提供すること。

共分散分析

統計学的検定手法のひとつ。要因Aの効果調べるため、要因Aに影響を与えるその他の要因(共変量)を除去することにより、分析の精度を上げる手法。統計的調整化と呼ばれる。

クラスカル・ワリス検定

ノンパラメトリック検定法の1つ。測定した値を順位づけして、その順位により各群の比較を行う検定法。3群以上で同時に比較出来る。

グロスチャンバー

主に植物の育成試験、発芽試験などに使用するため、恒温・恒湿制御機能や排水設備、照明の照射時間や照度の調整、記録計などを備えた機器のこと。

血漿

ヒトの血液から赤血球、白血球、血小板を除いたに液体成分で、全体の約55%を占める。

さ 行

酸度

有機酸の濃度。食酢の場合は、グルコン酸、クエン酸などを酢酸量に換算して、食酢に含まれる酸の割合を表したもの。

糸状菌

カビの仲間、通常、多数の枝分かれする糸状の菌糸を形成している。

雌雄同体

1個体に雄の生殖器官(精巣・精子)と雌の生殖器官(卵巣・卵子)を1個体に併せて持っている生き物。代表的なものとしては、カタツムリやミミズなどであり、環形動物など下等動物に多い。

狩猟圧

狩猟活動により、野生生物の生活等に影響を与えるもの。

植生被度

地表面を覆っている植物などが地表面に占める割合のこと。

石灰窒素

カルシウムシアナミドを主成分とする窒素肥料。施肥後7~10日くらいで分解され消毒効果を示すが、土壌中で速やかに変化して毒性がなくなり、肥料の効果を発揮する。

摂食圧

野生生物の摂食行動により、植生に影響を与えているもの。

施肥基準

栽培の時期ごとに施用する肥料の、標準的な量を算出したもの。

そうれいりん 壮齡林

樹木の高さが10～15mで、高さよりも太さの生長が盛んな林。

た 行

たいせいしけん 耐性試験

生物や物質が温度や湿度に、どれだけ生存や現状を維持出来るかの耐久性を図るための試験のこと。

タルク かっせき (滑石)

水酸化マグネシウムとケイ酸塩から成る鉱物。殺虫剤の有効成分を希釈、増量するための粉剤の基材（担体）として使われる。

データロガー

物理量変化のデータなどを、自動的に計測する機器。

でんきえいどう 電気泳動

電気を流して、タンパク質やDNAを分離する方法。アクリロアミドゲル電気泳動やキャピラリー電気泳動などがある。

でんきぼくさく 電気牧柵

放牧地を、電流を流したワイヤーで囲んだ柵。設置が簡単で、一時的に牛を放牧するのに適する。

てんくうりつ 天空率

みかけ上の天空の面積割合。森林の場合、葉や枝の隙間からみえる天空の割合。

トビムシ

体長0.5～2mm程度の節足動物で、一般的な草地では土壌中に1㎡あたり10,000～数万個体生息している生き物。土壌中に種数、個体数とも多く、落葉などの分解者としての役割も大きい。土壌動物の代表として広く試験に用いられている。

ドライイースト

パンを作るときに用いられるパン酵母。トビムシの飼育に広く用いられている。

な 行

のうやく 農薬

「農薬取締法」で登録されている薬剤。使用農作物、時期、濃度、回数などの使用基準が定められている。

ノンパラメトリック

母集団の分布型に関して特別の仮定をおく必要がない検定法。マン・ホイットニーのU検定、クラスカル・ワリス検定など。パラメトリック検定は母集団の分布型が正規分布を仮定している検定法。分散分析法、t検定など。

は 行

はいこうせい 背光性

植物や動物などが、光とは反対の方向に進む性質。

バーミキュライト

ひる石を高温処理によって膨張させたもので、多孔質で保水性、通気性がある。農業や園芸で、土壌改良用の土として使用される。

ピート でいたん (泥炭)

枯れた植物があまり分解されずに堆積したもの。

プライマー

短いDNA断片。

フローティング法 ほう

トビムシが水に浮く性質から、土壌から分離する際に水に浮かせて個体を確認する方法。

ま 行

マクファーデン抽出装置^{ちゆうしゆつそうち}

本研究で用いたマクファーデン抽出装置とは、1000×1800×650mmの枠組みを、断熱材を用いて囲い、中を2層に分け、天井にヒーターを取り付けて乾燥部、下部にクーラーを設置し冷却部とした装置である。原理は、土壌の乾燥につれて乾燥を避けるため土壌生物は土壌試料の下方へ向かい、アルコールの入ったサンプル瓶へと抽出されるものである。

マン・ホイットニーのU検定^{けんてい}

ノンパラメトリック検定法の1つ。順位、間隔、比率変数など2群間での分布の位置により比較を行う検定法。

や 行

ヤマビル被害対策モデル事業^{ひがいたいさく じぎょう}

県央地域県政総合センターと県北地域県政総合センターが共同で行う自主事業で、この地域の里山でヤマビル被害が多発していることから、地域の行政課題として独自にヤマビル被害対策を推進するためのモデル的な事業である。

幼齡林^{ようれいりん}

樹木の高さが5m以内と小さく、林の上部に葉が茂る余地があり、樹高の生長が盛んな林。

ら 行

リター

樹上から落下している、落ち葉や木の実などの総称。

林床^{りんしょう}

林の中の地面部分。日が当たる林床には草が生えやすいが、木々が多く茂る林床には草が生えにくい。

林層^{りんそう}

林の様子。森林を構成する樹木の種類や生え方。

林冠^{りんかん}

林における頭頂部。

＜参考資料＞

ヤマビル対策共同研究計画書

1 目的

吸血被害を起こすヤマビル[※]は、古くから丹沢山地の奥地の一部に生息していることが伝えられていたが、近年丹沢大山の周辺山麓部までに生息域が拡大し、里山や農耕地をはじめ住宅地にまで出現して地区住民の生活を脅かすまでになってきている。

本研究は、ヤマビルの生息分布の把握、防除薬剤等の効果や環境への影響などの研究を実施し得られた知見を集積し、今後の総合的なヤマビル対策へつなげることを目的とする。

2 研究期間

平成19年度～平成20年度

3 研究機関

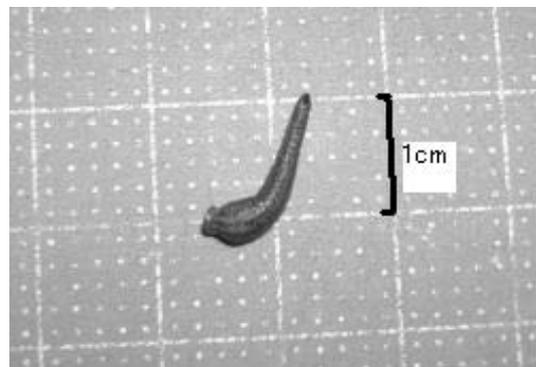
自然環境保全センター
環境科学センター
農業技術センター
畜産技術センター
衛生研究所
横浜国立大学
ヤマビル研究会

4 事務局

企画部政策課

※) ヤマビル：

- ・ ミミズやゴカイの仲間（環形動物）で、体長1.5～5cm程度。
- ・ 赤褐色で背面に3本の黒い縦線を有する。
- ・ 前後に吸盤を持ち、しゃくとり虫のように移動。
- ・ シカ、カモシカ、イノシシ、タヌキなどの動物から吸血。
- ・ 寿命は3～5年程度。



自然環境保全センター撮影

5 研究内容

5.1 生息及び分布調査研究

生息域や生息環境、密度特性を調査することにより、被害の発生している、または発生が予測される場所等を明らかにするとともに、主な吸血対象動物といわれるシカへの寄生状況の確認及びその他の吸血対象となっている動物を特定するため、以下の研究を行う。

- (1) 生息域調査（自然環境保全センター、農業技術センター）
ヤマビルの対策が急務となっている地域におけるアンケート調査及び現地調査。
- (2) 生息環境調査（ヤマビル研究会）
年間における生息環境の変化とヤマビルの活動状況を把握するための定点観測。
- (3) 密度特性調査（ヤマビル研究会）
多数生息地点における密度特性調査。
- (4) 寄生腫瘍痕確認調査（自然環境保全センター）
管理捕獲・有害駆除捕獲・狩猟捕獲されたシカの足の寄生腫瘍痕（ヤマビルがシカに寄生したことを示す特異的な痕跡）の確認調査。
- (5) 被吸血動物特定調査（ヤマビル研究会）
被吸血動物特定のための吸血血液のDNA分析。

5.2 薬剤効果調査研究

ヤマビルの防除に使用する薬剤について、使用量と忌避・殺ヒル効果および効力時間を明らかにするため、以下の研究を行う。

- (1) 忌避効力試験（室内実験）（衛生研究所）
忌避効果を有する薬剤の効力継続時間の調査。
- (2) 殺ヒル効力試験（室内実験）（衛生研究所）
殺ヒル効果を有する薬剤の効力調査。
- (3) 殺ヒル効力試験（野外実験）（自然環境保全センター）
野外試験地での散布薬剤における殺ヒル効果の確認調査
- (4) 生理活性影響試験（室内実験）（衛生研究所）
殺ヒル効果を有する薬剤により死亡しなかった場合の生理的変化の確認調査。

5.3 茶園等農耕地管理調査研究

茶園における、ヤマビルの生存しにくい管理のありかたを調査・研究するとともに、有効な防除対策を検討する。また、耕作放棄地への牛の放牧におけるヤマビルの影響等を検証するため、以下の研究を行う。

- (1) 茶園管理影響調査（農業技術センター）
茶園の管理方法による生息状況への影響調査。
- (2) 茶園における防除技術の開発（農業技術センター）
薬剤及び施肥資材による防除技術の検討。

- (3) 放牧前後の個体数変動調査（畜産技術センター）
耕作放棄地への牛の放牧による個体数変動調査。
- (4) 殺ダニ剤の殺ヒル効果に関する研究（畜産技術センター）
放牧牛に塗布する殺ダニ剤の殺ヒル効果に関する研究。
- (5) 不食エリアにおける駆除方法の検討（畜産技術センター）
放牧牛の不食エリアに対する効果的な駆除方法の検討。

5.4 環境影響調査研究

散布される薬剤について、環境影響推定のもととなる生態毒性や環境中における残留性等を室内実験により確認し、野外での試験散布に際し、環境中での薬剤を調査し、環境への影響について検証するため、以下の研究を行う。

- (1) 水生生物への生態影響試験（環境科学センター）
薬剤による魚類、甲殻類及び藻類などへの生態影響試験から、水生生物への生態影響を推定。
- (2) 土壌生物への生態影響試験（横浜国立大学）
薬剤によるトビムシ[※]などへの生態影響試験から、土壌生物への生態影響を推定。
※トビムシ：土壌中における食物連鎖の中で中間に位置し、試験対象として適している微小昆虫
- (3) 環境中での薬剤の挙動に関する研究（環境科学センター）
薬剤の環境中への移動・分解・残留等に関する研究。
- (4) 環境影響調査（環境科学センター、横浜国立大学）
野外での薬剤散布による土壌等への環境影響調査。

6 報告書

効率的・効果的かつ環境への影響を考慮した総合的なヤマビル対策へつなげるため、報告書をまとめることとする。

ヤマビル対策共同研究推進要綱

(目的)

第1条 神奈川県（以下「県」という。）において発生しているヤマビル被害対策として、県の試験研究機関、大学及び民間研究機関が連携し、かつその他の関係機関の協力を得ながら円滑にヤマビル対策共同研究（以下「本研究」という。）を推進するため、本要綱を定める。

(事業)

第2条 本研究は、県の地域科学技術振興事業の中の政策課題研究事業として実施する。

(研究機関)

第3条 本研究を実施する研究機関は別表1のとおりとする。

2 別表1の研究機関は、別添の「ヤマビル対策共同研究計画書」に従って研究を行うこととする。

(会議)

第4条 本研究を円滑に推進するにあたり、各研究機関の連携強化と関係機関との情報交換のため、ヤマビル対策共同研究推進会議（以下「推進会議」という。）を設置する。

2 推進会議は別表1及び別表2により構成される。

3 座長は県政策部総合政策課科学技術・大学連携室長をもって充てる。

4 座長は、必要と認めるものに対して推進会議への出席を求めることができる。

(事務局)

第5条 本研究及び推進会議の事務処理のため、県政策部総合政策課科学技術・大学連携室に事務局を置く。

(雑則)

第6条 この要綱に定めるもののほか、本研究の推進等に関し必要な事項は、推進会議で協議し、座長が別に定めることとする。

附 則

この要綱は、平成19年4月1日から施行する。

附 則

この要綱は、平成19年6月1日から施行する。

附 則

この要綱は、平成19年8月27日から施行する。

附 則

この要綱は、平成20年4月1日から施行する。

別表1

県試験研究機関	環境科学センター 自然環境保全センター 農業技術センター 畜産技術センター 衛生研究所
協力研究機関	株式会社 環境文化創造研究所・ヤマビル研究会 国立大学法人 横浜国立大学

別表2

県関係機関	政策部総合政策課科学技術・大学連携室 政策部地域政策課 環境農政部緑政課 県央地域県政総合センター 湘南地域県政総合センター 足柄上地域県政総合センター
-------	---

<問い合わせ先>

(研究内容や結果に関すること)

- ・ ヤマビルの生態や生息域について
神奈川県自然環境保全センター
〒243-0121 神奈川県厚木市七沢657 電話(046)248-0323 (代表)
- ・ 薬剤の環境影響について
神奈川県環境科学センター
〒254-0014 神奈川県平塚市四之宮1-3-39 電話(0463)24-3311 (代表)
- ・ ヤマビルへの薬剤の効果について
神奈川県衛生研究所
〒253-0087 神奈川県茅ヶ崎市下町屋1-3-1 電話(0467)83-4400 (代表)
- ・ 茶園での管理について
神奈川県農業技術センター
〒259-1204 神奈川県平塚市上吉沢1617 電話(0463)58-0333 (代表)
- ・ 耕作放棄地での管理について
神奈川県畜産技術センター
〒243-0417 神奈川県海老名市本郷3750 電話(046)238-4056 (代表)

(ヤマビル対策共同研究の概要に関すること)

神奈川県ヤマビル対策共同研究推進会議事務局
(神奈川県政策部総合政策課科学技術・大学連携室)
〒231-8588 神奈川県横浜市中区日本大通1 電話(045)210-1111(代表)

ヤマビル対策共同研究報告書

平成21年3月発行

編集・発行 神奈川県ヤマビル対策共同研究推進会議事務局
(神奈川県政策部総合政策課科学技術・大学連携室)
〒231-8588 神奈川県横浜市中区日本大通1
電話 045-210-1111 (代表)



神奈川県

発行：政策部総合政策課科学技術・大学連携室

横浜市中区日本大通1 丁目 231-8588 電話 (045)210-1111(代)

再生紙を使っ
ています。