

チングニヤ熱媒介蚊対策に関するガイドライン



H21 厚生労働科学研究費補助金
新型インフルエンザ等新興・再興感染症研究事業

「節足動物が媒介する感染症への効果的な対策に関する総合的な研究」
研究代表者：小林睦生(国立感染症研究所昆虫医科学部)

ガイドラインの内容

I. ガイドラインの作成にあたって

II. チクングニヤ熱とは

III. 媒介蚊の生態と調査法

1. 主要媒介蚊の我国における分布
2. 主要媒介蚊の生態
 - 1) 吸血活動の日周期
 - 2) 吸血行動
 - 3) 成虫の潜伏場所と移動・分散範囲
 - 4) 吸血嗜好性
 - 5) 幼虫発生源と地域による発生状況の違い
 - 6) 幼虫の発生時期と成虫の寿命
 - 7) 成虫密度の季節的变化
3. 媒介蚊の調査法
4. ウイルス検出のためのサンプリング法
5. 平常時の媒介蚊の発生状況調査

IV. 媒介蚊からのチクングニヤウイルスの検出

1. 捕集蚊の輸送と保存
2. 蚊プール作成
3. 捕集蚊からのウイルス検出法
 - 1) 培養細胞接種によるウイルス分離
 - 2) 蚊破砕液からのウイルス遺伝子の検出
4. 検査に際して注意する点

V. 個人的防御法

1. 住宅敷地内での発生源対策
2. 屋外での服装
3. 屋内での対策
4. 忌避剤

VI. 媒介蚊の防除対策

1. 媒介蚊対策の基本方針
 - 1) 媒介蚊対策の必要性
 - 2) 防除対策に関する情報の発信
 - 3) 住民の理解と協力を得た防除対策

2. 成虫防除の実際

- 1) 成虫対策
- 2) 環境整備・物理的防除
- 3) 成虫の化学的防除

3. 幼虫対策の実際

- 1) 幼虫の化学的防除

I. ガイドラインの作成にあたって

2005～2006年にかけて、インド洋島嶼国、インド、スリランカ等で170万人以上が感染したチクングニヤ熱は、主にネッタシマカとヒトスジシマカが媒介するウイルス感染症である。このチクングニヤウイルスは1953年にタンザニアで初めて分離され、その後、アフリカ、東南アジア、インドなどで流行が起きている。しかし、2004年ケニアで始まった流行がインド洋に拡がり、2009年も、インド、マレーシア、インドネシア、タイ、シンガポールなどで流行が続いており、100万人を越す患者が発生すると予想されている。主な症状は、突然の発熱、特有な発疹、頭痛などで、特に関節痛が激しく、解熱しても数ヶ月から1年以上にわたって関節痛が続き、仕事や通常の生活が困難になることが報告されている。2005～2006年にレユニオン島では全人口の1/3にあたる約27万人が感染し、250人以上が死亡した(死亡率0.1%)。また、モーリシャスでは743人の死亡が確認され、死亡率は4.4%と報告されている。今まで死亡しない感染症と考えられていたことから大きな問題となった。2006年秋にレユニオン島で分離されたウイルスの遺伝子解析からペプロマー糖蛋白質(E1)の226番目のアミノ酸がアラニンからバリンに変化した変異株が見つかった。この1個のアミノ酸変異によって、ヒトスジシマカ体内でのウイルスの増殖能が100倍以上上昇したことが感染実験で明らかとなった。ヒトスジシマカのみが分布しているインド洋島嶼国での大きな流行はこのウイルスの変異が関係していた可能性がある。また、チクングニヤウイルスは、デング、日本脳炎、ウエストナイルウイルスなどとは異なり、蚊体内でのウイルスの増殖の速度が著しく速く、感染後2日目で唾液腺にウイルスが確認されている。その意味で、感染蚊の防除対策は、早急に開始することが必要で、そのことが、ウイルスを持った感染蚊の防除効率を上げ、患者数の低減につながると考えられる。また、2007年に北イタリアの小さな村でチクングニヤ熱の流行が突然起こり、人口3千人ほどの村で、9月末までに約300人の患者が発生し、1人が死亡した(死亡率0.3%)。イタリアでは1990年にヒトスジシマカの分布が初めて確認され、現在、イタリアのほぼ全土に同蚊の分布が広がっている。この媒介蚊は米国から輸入した古タイヤを介してイタリアに侵入したもので、日本のヒトスジシマカが1984年に米国へ輸出されたことを考え合わせると、イタリアのヒトスジシマカは我が国の系統と同じであると考えられる。2007年のイタリアでの流行では、インドから親戚を訪ねて来た一人の旅行者が原因となり、約300人の流行が起こったことが明らかになっている。

ヒトスジシマカは脚が黒白まだらで胸部背面中央に白い一本線の模様を持つヤブカである(表紙写真)。日本の青森県以南の都市部および田園地帯に、普通に生息しているヤブカで、自宅の庭、公園、墓地などで朝方から夕方まで激しく人を吸血する代表的な蚊である。

2009年の流行地域がインド、東南アジアと拡大していることから、日本と流行地との人の行き来を考えると、イタリアのようなことが起こる可能性は否定できない。そこで、この感染症が我が国に入って来た場合を想定し、チクングニヤ熱媒介蚊対策のガイドラインを作成し、平常時からの媒介蚊対策の重要性を喚起することとした。

表1にチクングニヤ熱およびウエストナイル熱に関する生物学および疫学的特徴を比較した。媒介蚊の種類、移動距離、ウイルスの蚊体内での増殖速度などがウエストナイル熱と異なることから、基本的な防除に関する対応も大きく異なっており、患者発生の早い段階からの成虫防除が強く望まれる。

表1 チクングニヤ熱およびウエストナイル熱に関する生物学的および疫学的特徴の比較

	チクングニヤ熱	ウエストナイル熱
媒介蚊	ヒトスジシマカ ネッタシシマカほか	アカイエカ チカイエカ ヒトスジシマカほか
ウイルスの種類	トガウイルス科 アルファウイルス属	フラビウイルス科 フラビウイルス属
蚊体内でのウイルスの増殖速度	早い (2日目から唾液腺で検出される)	遅い (7~10日目から唾液腺で検出される)
流行におけるヒトの重要度	高い (ヒトはウイルスの増幅動物)	低い (ヒト、ウマは終末宿主)
患者発生地域における流行の広がり	局所的 (媒介蚊の飛翔範囲が狭い)	広域的 (媒介蚊の飛翔範囲が広い)
成虫防除の緊急性	高い	高い
成虫防除の有効性	高い	低い
平時の幼虫防除	必要	必要
幼虫防除の対象地域の範囲	狭い (患者宅から半径 200~300m)	広い (ウイルス陽性の野鳥や蚊の捕獲地を中心に、2~10km)

II. チクングニヤ熱とは

チクングニヤウイルス(chikungunya virus)はアフリカ、南アジア、東南アジアの熱帯及び亜熱帯地域で流行しているチクングニヤ熱の原因ウイルスであり、トガウイルス科アルファウイルス属セムリキ森林熱ウイルス血清型群に分類されるエンベロープを被った直径約 70nm の球状一本鎖(+)RNA ウイルスである。「チクングニヤ」とはタンザニアの言語の1つであるマコンデ語で「屈む」あるいは「ねじ曲げる」を意味するが、これはチクングニヤ熱の激しい関節痛を伴う臨床症状に由来する。

近年チクングニヤ熱はインド洋諸島を中心に大流行し、その流行はインド、東南アジアへ拡大した。チクングニヤ熱の輸入症例も米国、ヨーロッパ、オーストラリア、香港、台湾等で報告されている。日本においてもこれまでに 12 例の輸入症例が報告された。(表 1)。初めての輸入症例患者はスリランカに在住する 30 代の日本人女性であり、続く 2 例目の患者はスリランカに 1 週間短期滞在し帰国翌日に発症・入院した 50 代女性であった。その他の輸入症例患者の渡航先はインド、インドネシア、マレーシア、タイであった。急性期のヒトにおけるウイルス血症は非常に高く(>10⁷ RNA コピー/ml)、3-6 日間持続するため吸血した蚊がチクングニヤウイルスに感染する可能性は極めて高い。したがって日本を含む温帯地域においても輸入症例からチクングニヤ熱が流行する可能性は否定出来ない。現在もインド、東南アジアを中心に流行が継続していることから、流行地域への渡航の際は渡航先におけるチクングニヤ熱の流行状況を把握し、媒介蚊対策に十分考慮することが重要である。

チクングニヤウイルスの潜伏期間は 2-12 日で多くは不顕性感染に終わるが、チクングニヤ熱を発症すると発熱、全身倦怠、リンパ節腫脹、頭痛、筋肉痛、発疹、亜急性の関節炎を呈する(図1)。発熱は 39-40℃に達し、間欠性の悪寒をともなう。また出血傾向(鼻出血・歯肉出血)や悪心・嘔吐、腫脹、末梢リンパ節症、羞明、無力症をきたすこともある。ほとんどの症状は3-10日で消失するが関節炎は数週間から数ヶ月持続し、時にリハビリを要することもある。関節炎は特に指関節、手根関節、趾関節、足関節に多発し、持続する場合激しい関節痛および多発性腱滑膜炎を伴う慢性末梢性リウマチ様症状を呈するため日常生活に困難を伴う。近年のレユニオン島での流行では 75 歳以上の高齢者を中心に 213 例の死亡例が報告されたが、これらの例では呼吸器不全、心代償不全、髄膜脳炎、劇症肝炎、腎不全等が報告されている。

症例数	渡航先	発病年月	確認県
1	スリランカ	2006 年 11 月	東京都
2	スリランカ	2006 年 12 月	新潟県
3	インド	2008 年 8 月	大阪府
4	マレーシア	2009 年 1 月	兵庫県
5	インドネシア	2008 年 9 月	東京都
6	インドネシア	2009 年 3 月	東京都
7	インド	2008 年 10 月	東京都
8	インドネシア	009 年 5 月	東京都
9	インドネシア	2009 年 5 月	千葉県
10	マレーシア	2009 年 5 月	東京都
11	インドネシア	2009 年 9 月	埼玉県
12	タイ	2009 年 9 月	東京都

年月は発病月、都道府県は受診医療機関所在地を示している。

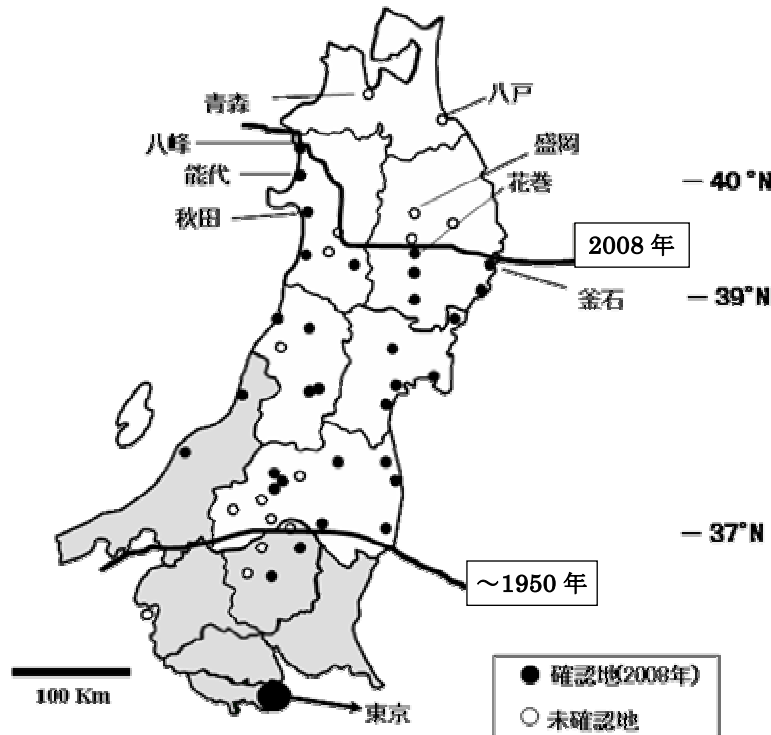


図1 急性期には関節が明らかに腫脹することが多く、急性症状が治まった後も、関節痛が残ることが多い。また、慢性関節リウマチ様後遺症を残すことがある。

III. 媒介蚊の生態と調査法

1. 主要媒介蚊の我が国における分布

我が国におけるヒトスジシマカの分布北限が徐々に北上していることが最近の調査によって明らかにされている(図 1)。現時点での分布は本州(青森県以南)から四国、九州、沖縄である。後述するように人工容器だけでなく自然に作られた容器状の小水域を幼虫生息場所として利用するため、都市域の住宅地に限らず公園や緑地、農村地域まで幅



広く分布する。

図 1 東北地方におけるヒトスジシマカの分布域の拡大と現在の分布都市

2. 主要媒介蚊の生態

疾病媒介蚊の行動生態を解説するに当たって、病気の媒介能力に関係する性質と効果的な防除対策と関係する性質を区別しておくことは重要である。媒介能力と関係する性質には、成虫の密度、寿命、吸血嗜好性、ウイルスの感受性、人との接触頻度などが挙げられる。一方、効果的な防除対策を考えるためには、吸血嗜好性、発生源、発生状況、移動範囲、潜伏場所、吸血飛来場所などの情報が重要である。以下、これらについて簡単に解説する。

チクングニヤウイルスを媒介するのは主にヤブカの仲間であるが、広い地域に分布し、しかも蚊の生息する場所が人の生活と密接に関係しているなどの理由から、特にネツタイシマカとヒトスジシマカが重要な媒介蚊とされている。現在ネツタイシマカは我国には生息していないため、以下の行動生態の解説はヒトスジシマカについて述べている。

ヒトスジシマカは本州以南で都市部から農村部まで広範囲に分布しており、我国で夏季に人がもっともよく刺される蚊といえる。

1) 吸血活動の日周期

日中の暑さを避けて早朝に庭仕事をしたり散歩のために公園に出かけたとき、あるいは墓参りに行った時などがヒトスジシマカに吸血される典型的なケースである。吸血活動は早朝と夕方に特に活発だが、公園や家庭の庭先など木陰や藪に隣接した薄暗い場所では日中にも盛んに飛来し吸血する。また、成虫が潜伏している場所の近くでは夜にも吸血に来る。吸血活動に日周期があるものの機会があればいつでも吸血するという習性は、次に述べる待ち伏せ型の吸血行動と関係しており、人が吸血され病気に感染するリスクを活動の時間帯から回避することを難しくしている。

2) 吸血行動

ヒトスジシマカは、吸血対象の動物がある一定の距離まで近づくと飛来して吸血する待ち伏せ型の吸血行動を示す。成虫は植物の葉の裏面や樹木の根際などに潜み、吸血源となる動物を待ち伏せている。ヒトスジシマカが動物の接近を察知できる範囲は誘因範囲と呼ばれ、その大きさは動物の種類によって異なり、人の場合半径 4~5m の範囲であると推定されている。人が 1ヶ所に立っているとその周囲 4~5m の範囲に潜んでいたヒトスジシマカが誘引されて吸血に来る。そのまま立ち続けて 4~5m の範囲にいた蚊がすべて吸血に来てしまうと吸血飛来する蚊はいなくなる。普通一ヶ所に 15 分以上とどまっていればその周辺のヒトスジシマカはほぼすべて誘引されてしまい、吸血のために飛来する個体はほとんどいなくなる。ただしヒトスジシマカが一日中同じ場所に潜んでいて動き回らないわけではなく、待ち伏せても動物に出会わなければある潜伏場所から別の潜伏場所へと転々と移動していると考えられている。

ヒトスジシマカは藪の近くでよく吸血に来ることから、潜伏場所として植物の茂みをもっともよく利用していると考えられている。前述したように人がヒトスジシマカを誘引する範囲は 4~5m と考えられるので、藪から 4~5m 以上離れていれば吸血されるリスクはかなり低い。たとえば、公園や緑地、学校の運動場などに休息用にベンチが設置されているが、設置場所として選ばれるのは、ほとんどの場合日差しを避けるための木陰や風通しのよい暗所であり、潜伏場所から 4m 以内に位置していることが多い。庭先の夕涼みで腰をかける縁側も一般的な家屋では庭の茂みから 4m 以内の位置であることがふつうである。これらの場所はヒトスジシマカに刺されるリスクがもっとも高い場所と考えられる。

木陰に入ったときにヒトスジシマカが吸血に来た場合でも、すばやく歩くことによって刺され難くすることができる。また、木陰から直射日光が当たる場所に出ることによっても、吸血を避けることができる。

3) 成虫の潜伏場所と移動・分散範囲

吸血や産卵に伴い蚊成虫は多かれ少なかれある範囲を動き回ることになる。ある地点を起点として蚊が動き回る広さは移動範囲と呼ばれる。移動範囲は、成虫を蛍光塗料でマークして放逐し、放逐地点からいろいろな距離の地点でマーク虫を捕獲する方法(マーキング法)によって調査されている。ヒトスジシマカの場合、放逐された雌は放逐後数日のうちに放逐場所周辺で産卵や吸血を行い、その後の 1 週間で徐々に調査地全体に広がっていくことが示されている。また、ひとつの林(広さ約 0.8ha)の中であっても灌木や下草の茂り方によって風通しや陽のさしこむ程度などが様々に異なり、成虫が潜伏するのに適した藪(潜伏場所)と潜伏場所から別の潜伏場所へ移動する際の通り道となって

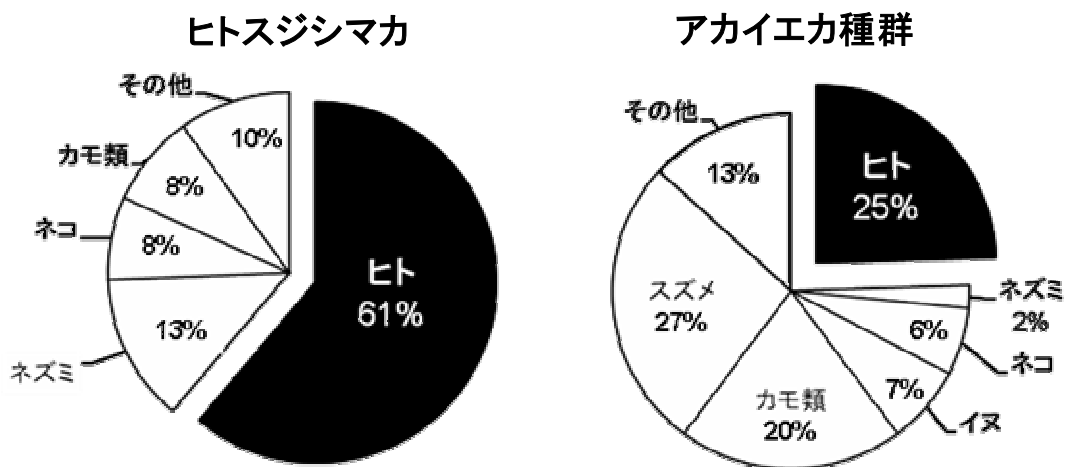
いる藪を区別できることが示唆されている。

雌成虫は近くに好適な潜伏場所があればその周辺にとどまる傾向が強くなり、逆に潜伏に適した場所がなければ別の場所へ移動していくので、ヒトスジシマカの移動範囲は放逐された場所の周辺がどのような環境条件であるかによって大きく異なると予想される。庭のある住宅地や藪のある公園、林に隣接した墓地など潜伏場所が散在する生息場所を考えれば 100～200m の範囲であると考えてよいだろう。

このような理解に基づいて、チクングニヤウイルスに感染した人が発生した場合、その人の滞在場所の周囲 100m の範囲を、また感染者の発生が集中している地域の場合はその地域の周囲 300m ほどを成虫および幼虫の防除の対象地域として設定することが必要である。

4) 吸血嗜好性

東京都とそれに隣接する都市域の媒介蚊調査の際に捕獲されたヒトスジシマカの吸血蚊を材料として吸血源動物の同定が行われた。吸血蚊の体内に残っていた動物由来血液の DNA 分析の結果、これらのヒトスジシマカはヒト、ネコ、ネズミ、カモ類に加えてアカガエル、あるいはヒキガエルから吸血したと推察された。ヒトスジシマカが待ち伏せ型の吸血行動を示し、昼夜を問わず近づいて来た動物をえり好みせずに吸血源としているため、地上を徘徊する多様な動物が吸血源となっていると思われる。なお、首都圏で捕集されたヒトスジシマカの場合、検出された哺乳動物の血液の中で、ヒトの血液の割合が明らかに高い傾向が認められた(図2)。



註)ヒトスジシマカ(114 匹)およびアカイエカ種群(174 匹)吸血個体を用いて吸血源動物種の同定を行った結果、重複吸血を含めると、121 および 196 の動物由来血液が検出された。

図2 ヒトスジシマカとアカイエカ種群のヒト嗜好性の比較

5) 幼虫発生源と地域による発生状況の違い

ヒトスジシマカの幼虫は比較的小さい容器(家庭用バスタブよりも小さくカンコーヒーの空きカンよりも大きい容器)に発生する。住宅地によくみられる発生源としては、雨水マス、植木鉢やプランターの水受け皿、庭先に置き忘れたバケツや壺、コンビニ弁当などのプラスチック容器、古タイヤなどがある(図3)。



図3 ヒトスジシマカ幼虫の典型的な発生源(雨水マス、墓石の花立て、手水鉢、受け皿)

容器の形をしていなくても、雨を除けるために被せたビニールシートの窪みや隙間にたまった水や、廃棄された機械のフレームにたまった水などにも発生する。また人工容器に限らず、樹洞や竹の切り株など自然にできる小さい水たまりも幼虫発生場所として利用される。

このように人家周辺の様々な人工容器と自然容器が発生源として利用される。住宅や公共場所周辺の清掃にあたって、発生源となるこれらの容器を徹底的になくし、発生源として利用できなくすることが効果的な防除の基本である。

雨水マスはヒトスジシマカやアカイエカなどの幼虫発生源として重要である。雨水マスは雨で流出した土砂や落ち葉などによって排水管が詰まることを防止する目的で、ある間隔(主要道路の場合はおおよそ 30m間隔)で設置されている。そのため、ボウフラが発生するからという理由で容易に雨水マスをなくすことはできない。住宅地や学校などの公共施設、駐車場、グラウンド、公園など平らな場所に降った雨水の排水のために設置された雨水マスと、道路の雨水を排水するために道路に沿って設置された雨水マスとを区別できる。

雨水マスに溜まった土砂は原則として年に1～数回取り除かれる。雨水マスの維持管理の担当部署は設置されている場所によって異なり、住宅の敷地内は居住者、公共施設は各施設、道路は道路を管理する自治体や国が担当している。したがって、ある地域全体で雨水マスのボウフラ対策を行う際には複数の担当部署と連携をとって実施する必要がある。

公園に設置された雨水マスのボウフラ発生状況は、公園の立地条件(丘陵地、平野

部、河川敷など)や規模、植生などによって、様々に異なる。住宅地や公共施設の雨水マスの場合も、地域によってボウフラが多数発生するところもあればそうでないところもある。また、ひとつの公園であっても、雨水が溜まりやすくボウフラがよく発生する雨水マスもあればそうでない雨水マスもある。しかし、水が溜まりやすくボウフラが高頻度で発生する雨水マスはおおよそ決まっているので、数回の幼虫調査を行えば重要な発生源となっている雨水マスを特定することは可能である。雨水マスに発生するボウフラを効率よく防除するためには、計画的な幼虫調査による状況把握と的確な防除対策の実施が不可欠である。

6) 幼虫の発育期間と成虫の寿命

春先(4月)や晩秋(10月)のように気温が低い季節には、孵化した幼虫は30~50日ほどで成虫まで発育する。気温が高くなるにしたがって幼虫の発育速度は早くなり、真夏の条件下(日平均気温27℃前後)では、雄は約10日、雌は12日と非常に短期間で孵化幼虫から成虫まで発育する。例えば、庭先に風で飛ばされてきたプラスチック容器に夕立で水が溜まってそのまま放置された場合、おおよそ1週間で幼虫が発生し2週間経過すれば成虫が羽化することが可能であると言える。

野外で生活する成虫が何日生存するかを推定することは非常に難しく、信頼できる調査結果はほとんどない。野外で吸血のために飛来した成虫を捕獲し、その後実験室内で飼育を続けて寿命を調べると、採集時期によって異なるが短いときで平均23日、最長では平均48日ほど生存する。これらの値は天敵や悪天候などの死亡要因が働かない実験室内での寿命であるので、野外における寿命はさらに短いと考えられる。理論的には患者から吸血した成虫がウイルスの媒介可能となる前に死亡してしまえば、病気を媒介することはできない。一般に、蚊がウイルスを媒介可能となるのに要する時間は、25℃付近の温度条件下であれば、10~14日であるとされる。しかし、チクングニヤウイルスの場合、感染後最短で2日目から唾液腺にウイルス粒子が検出されることから、媒介蚊体内でのウイルスの増殖の動態は、日本脳炎やデング熱ウイルスなどと比べて大きな違いが認められる。この違いは、2006年にレユニオン島で見つかったウイルスの変異に関係する可能性がある。したがって、患者の発生が確認された場合、速やかに患者宅周辺に潜伏している感染蚊の防除対策が必要であり、初期の成虫防除が患者発生数の低減につながると考えられる。

7) 成虫密度の季節的変化

ヒトスジシマカは卵で越冬する。越冬した卵は3月下旬頃から孵化し始め、孵化した幼虫はその後ゆっくり発育して約1ヶ月で第1世代が羽化する。関東以西に生息するヒトスジシマカの場合、第1世代成虫が羽化し吸血活動を始めるのは5月初旬、ゴールデンウィークのころである。国立感染症研究所構内でのヒトスジシマカの捕獲成績では、毎年最初の成虫が捕獲されるのは5月第1週あるいは第2週で、吸血活動の開始時期の年による違いは小さい。ヒトスジシマカは繁殖を繰り返して6、7月に急激な個体数の増加を示す。成虫の密度は8月に最も高くなった後、9月には急激に減少し10月以降はほとんど捕獲されなくなる(図3)。

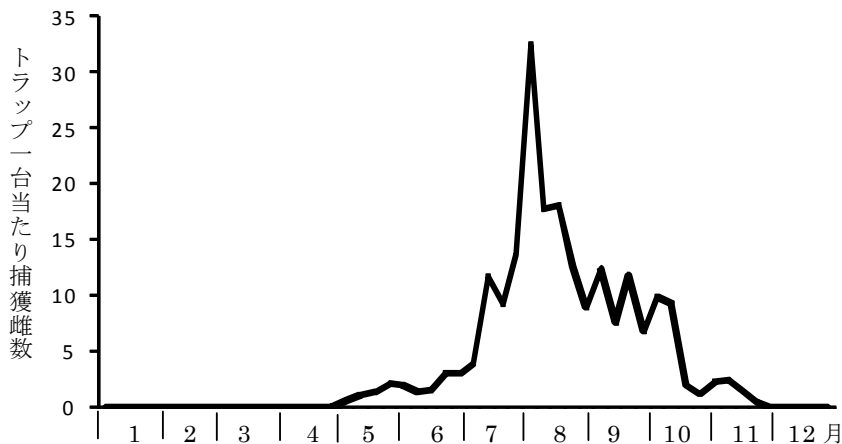


図3 感染症研究所敷地内におけるヒトスジシマカの発生活長

9月中旬以降の短日・低温条件化で育ったヒトスジシマカは吸血・産卵を繰り返すが、これらの雌が産卵するのは冬越し用の卵(越冬卵)で、そのまま孵化せずに翌春まで生存する。

成虫の発生が少なくなり吸血活動が低下すれば、ヒトスジシマカが媒介する病気の流行は自然に終息する。九州以北の温帯地方では、晩秋から冬にヒトスジシマカの成虫が発生しなくなれば流行も終わる。これに対して沖縄以南では冬でもヒトスジシマカ成虫が発生し吸血活動が継続する。そのため、病気の流行が1年中継続する可能性があり、成虫密度や人との接触頻度に対して常に注意を払う必要がある。また、非常に低率であるが、ウイルスが経卵巣感染を起こすことが知られている。

3. 媒介蚊の発生状況調査

ここでは、チクングニヤ熱患者が発生した場合の媒介蚊調査法について述べる。感染者が発生した場合の媒介蚊調査では、防除のために必要な情報を迅速にしかも確実に収集し、適切な対策を実施できるようにすることが目的である。そしてそのためには、流行の時間的推移を意識しながら、いつどのような調査を行うかを決定し実行していくことが何よりも重要である。

まず、2007年に北部イタリアで起きたチクングニヤ熱の大流行を具体例として、感染者数の時間的推移を見てみると、6月15日に1人目の感染者が確認されてから後、18日間は新たな感染者は発生していない。7月4日(19日目)と7月14日(29日目)に2人目、3人目の感染者が発生し、その後数日おきに1~2名の感染者が散発的に発生した。そして7月30日から9月はじめまでの約1ヶ月は流行の最盛期となり、毎日数名の感染者が連続して発生し続けた。

蚊が感染者から吸血してウイルスを取り込み、その蚊の体内でウイルスが増殖して感染可能な蚊になるには2~6日必要である。さらに感染蚊に刺されてチクングニヤウイルスに感染した人が発症するまでの日数(3~12日間)を加えると、2人目の感染者が発生するまでには、最初の感染者発生後5~18日かかると推定される。北部イタリアにおける

チクングニヤ熱の流行では、2人目の感染者は最初の感染者発生後19日目に発生しており、流行の初期過程(約4週間)が最初の感染者の周辺(恐らく1ヵ所)でスムーズに進行したことを示唆している。数日間隔で感染者が散発した期間は最初の感染者発生から5~7週間であり、この期間に感染の場が複数ヵ所に広がりその後の爆発的な流行の下地が作られたと考えることができる。

北部イタリアの大流行を参考にすれば、流行の初期過程で感染の場が最初の感染者周辺に限られている時期に適切な媒介蚊防除対策を講じることが流行の規模を小さくするために重要であり、その期間は最初の感染者発生後おおよそ2~3週間であることがわかる。したがって以下のような調査をできるだけ迅速に1週間程度で実施することが必要となる。

1) 調査対象地域の選定

感染の場の特定:感染者が発症するまでどこに滞在したのかをできるだけ詳しく調べ、どこで感染したのかを推定する。

発症前1週間の足取りを調べ、感染者が蚊と接触した可能性が高い地域を調査対象地域として選び出す。

2) 調査対象地域の地形、土地利用状況の把握

感染者の滞在場所を中心とする半径300mの範囲を実際の調査場所とし。調査場所の地形や土地利用(住宅地、公園、緑地、学校、神社、寺、学校、池、川、農耕地など)を事前に調べ、調査計画を立てる。

3) 事前の調査協力依頼と打ち合わせ

調査場所に公共施設がある場合は、それぞれに調査協力を依頼する。住宅地の住民に対する対応について管轄部局と打ち合わせを行い、薬剤防除の可能性を含めて協力を要請する。

4) 媒介蚊の発生源と発生状況調査

チクングニヤウイルス媒介蚊調査の基本は、実施内容をできるだけ簡略にして、短時間で広い範囲を調査し、有効な幼虫および成虫対策を迅速に立案することである。

ヒトスジシマカ成虫の移動分散行動を考慮して、調査範囲(半径300m以内)を25mの格子で区切る。25m四方の中から1ヶ所を選んで、幼虫発生源と成虫飛来密度の調査を行う。

i) 幼虫発生源調査:ある地域で患者が発生した場合、その患者以外に引き続き近隣で患者が発生する可能性がある。3~4日後に新たな患者が発生した場合、成虫防除対策のみでは、その地域全体の媒介蚊発生密度を下げることはできない。そこで、幼虫防除対策の準備として幼虫調査が重要となる。幼虫が発生している容器を探し種類と個数を記録する。取り除くことができるものは処分する。雨水マスや排水溝、竹藪、お墓など取り除くことができない発生源は特に注意して記録する。

ii) 成虫飛来密度:疾病媒介蚊成虫の調査で使われるドライイストラップはヒトスジシマカの捕獲効率が悪く、短時間に広範囲を調査するためには有用でない。採集者を刺しに来る個体を捕虫網で採集する方法が効果的である。一ヶ所に8分間留まり、飛来する成虫をす

べて捕虫網で捕獲する(8分間ヒト囿法)。捕えた成虫は吸虫管で集め、種類別、雌雄別に個体数を記録した後、成虫ケージに移して持ち帰る。ヒトスジシマカの雄は雌と同じ様に人に誘引されるので、捕虫網による採集では雌雄ともに採集される。調査中に吸血されないように、長袖長ズボンを着用し、手や首筋、顔など肌が露出する部分には忌避剤を塗る。

蚊のウイルス保有率調査: 現地調査によって捕獲された成虫をサンプルとしてチングニヤウイルスの検出を行う。(蚊の保存方法についてはIII-4を参照)
調査員3名で1組のチームを作り、1名が住民への説明と幼虫発生源調査を担当し、他2名が成虫調査と発生源調査を担当する。1区画(25m四方)の調査を15分で終了する。

半径300mの調査範囲を内包する600m×600mを実際の調査対象とすると、調査地点数は576地点(24×24地点)である。実際、このような調査は、緊急時に行うことは、現在の地方自治体の体制から考えて無理がある。そこで、公園、植生の多い住宅や公共施設を中心に行うことが望まれる。

5) データ分析

調査地の地図上に発生源調査結果(発生源の種類と数)、成虫密度調査結果を記入する。幼虫および成虫の空間分布にどのような偏りがあるかを調べる。ウイルス保有蚊が検出された場合、地図上にサンプルが採取された場所を示す。これらのデータに基づいて、長期的な防除対策を立案する。

防除による感染阻止の効果は媒介蚊調査と防除を迅速に行うほど大きい。調査チームが複数あれば、それだけ調査に要する時間を短縮できるので、調査人員の確保は非常に重要である。しかし調査人員の知識・能力が低ければ、得られた調査結果の信頼度は低くなる。したがって、現地調査の目的、方法を熟知し、実際の調査経験を積んだ人員を育成しておくことが望まれる。

6) 媒介蚊対策の実施と効果判定

国内でチングニヤ熱の流行が全く起きていない現状では、最初の感染者が発生した後、新たに感染者が発生して蚊による媒介が疑われた場合にはじめて媒介蚊の調査と防除を開始せざるを得ない。その場合感染が空間的に広がり感染者が散発する時期に達しているため、媒介蚊調査と並行して媒介蚊対策を行うことになる。

媒介蚊対策が実施された場所において蚊の発生状況調査を繰り返し実施することで、媒介蚊対策の効果がある程度評価することが可能であり、最初の患者が発生後3週間程度新たな患者が発生しない場合は、媒介蚊防除による効果が認められたと判断される。

4. ウイルス検出のためのサンプリング法

媒介蚊の発生状況調査とは別に蚊のウイルス保有状況を詳しく知りたい場合には、そのための成虫採集を行う必要がある。効率よく多数のヒトスジシマカ成虫を捕獲するには、捕虫網による採集を1ヶ所10分程度で済ませ、場所を移動して採集を繰り返すのがよい。1地域当たり少なくとも500~700個体を捕獲する。捕獲中に吸血されないように、長袖長ズボンの作業服を着用し、手や首筋など肌が露出する部分には忌避剤を塗る。

成虫を入れたケージは全体をさらにネットで包んで、捕獲した成虫が運搬中に逃亡す

ることがないように注意する。

5. 平常時の媒介蚊の発生状況調査

管轄地域を住宅地、公共施設、林、農耕地、水田、河川、湖沼などに分類し、それぞれの場所における調査によって蚊の幼虫および成虫の発生状況を常に把握しておくことが望まれる。

IV. 野外捕集蚊からのチクングニヤウイルスの検出

チクングニヤ熱は、トガウイルス科アルファウイルス属に分類されるRNAウイルスであるチクングニヤウイルスを病原とし、蚊によってヒトからヒトへ伝播される感染症である。チクングニヤウイルスの媒介蚊は、主にネッタイシマカとヒトスジシマカの2種類である。蚊体内におけるウイルスの増殖能は、蚊の系統によって差異はあるものの、概ねヒトスジシマカでの増殖効率が高い。また近年、ヒトスジシマカ体内での増殖能が、これまでのものより100倍以上も高い変異ウイルスが出現し、アフリカ、東南アジア、インド洋諸島を中心とした各地での爆発的な流行には、ヒトスジシマカが深く関与していることが指摘されている。わが国において、ヒトスジシマカは青森県以南の都市部に生息している現状を考えると、ひとたび国内にチクングニヤウイルスが侵入した場合は、深刻な事態を招く可能性があると考えべきである。

本ウイルス以外のアルファウイルス属のウイルス感染症には、西部ウマ脳炎(EEE)、東部ウマ脳炎(WEE)、ベネズエラウマ脳炎(VEE)などがあり、これらはわが国の感染症法(平成18年12月公布)において4類感染症に指定されている。WEEは米国とカナダで、EEEは両国に加え中米、カリブ海諸国、南米東岸(アルゼンチンまで)とその流行域は広い。両ウイルスともに鳥類と蚊(イエカ属・ハボシカ)との間で生活環を形成し、ヒトの感染に先立ちウマの間で流行が確認される場合が多い。VEEはメキシコ、中米、コロンビア、ベネズエラで発生し、げっ歯類と蚊の間にウイルスの生活環が形成されている。また、オーストラリア、ニューギニア、ソロモン諸島、サモアやクック諸島などの沿岸部および内陸の水系では、ロスリバーウイルスの流行が報告されている。一方、わが国を含む東南アジア諸国においては、ゲタウイルスとその近縁のサギヤマウイルスが蚊(イエカ属・キンイロヤブカ等)やブタ・ウマからそれぞれ分離され、ゲタウイルスはブタを増幅動物とし、ウマに馬ゲタウイルス症を引き起こすことが知られている。

このように、蚊媒介性のアルファウイルス属ウイルスは国内外で広く分布しているものの、これらは主にイエカ属蚊(その他としてハボシカやキンイロヤブカの報告もある)が主要な媒介種であり、ヒトスジシマカやネッタイシマカが関与した報告例はこれまでのところ見られない。ヒトスジシマカが関与する蚊媒介性感染症の代表的な疾病はデング熱であるが、デングウイルスはフラビウイルス属に属し、チクングニヤウイルスとは大きく異なる。従って、ウイルス検出に際し、チクングニヤウイルスに特異的なプライマー・プローブセット、あるいは抗体等を用いることによって、デングウイルスとの誤判定は生じないと思われる。

国内においてチクングニヤウイルス感染蚊はまだ見出されていないことから、捕集蚊のウイルス保有検査にあたって推奨される方法は十分に検討されていない。従って本章では、蚊およびウイルスサーベイランスの目的で、海外の流行地で実績のある方法として、1)培養細胞接種によりウイルス分離を試みる方法、2)蚊破碎液から直接ウイルス遺

伝子を検出し、陽性蚊検体は蚊破碎液を細胞に接種しウイルス分離を試みる方法を紹介する。海外においては、TaqMan法、あるいは通常RT-PCR法による遺伝子検出法の代わりに、免疫蛍光抗体法(IFA; Immunofluorescence assay)による判定を行うケースも見られる。しかし、わが国においては、国立感染症研究所ウイルス1部が推奨する遺伝子検出法が一般的に採用されていることから、本章でも、同様の遺伝子検出法による判定を採用し概説する。

1. 捕集蚊の輸送と保存

捕集蚊は、ウイルス検査に用いるまでの凍結・融解の回数を極力少なくする。従って、捕集蚊は速やかにドライアイスや液体窒素で凍結し、クール(冷凍)便で各地方のウイルス検出・分離を行う機関へ輸送する。あるいは、捕集地から小型ケージ等を使用して生かしたまま捕集蚊を運搬した後に蚊種の同定を行ってもよい。生きた蚊を小型ケージに移す際には、通常吸虫管を用いることが多いが、吸虫管の網の部分で蚊を潰し、調査担当者がウイルスを含む唾液を誤って吸入する可能性もある。従って、そのような場合には電動式(電池式の掃除機を改良)の吸虫管等の使用が望ましい。捕集蚊は、種別、性別、捕集地毎に分類し、マイクロチューブに収納する。すぐに処理しない場合は -80°C (なければ -20°C)冷凍庫で保管する。

吸血により腹部に血液を有する蚊については、血液中の残存ウイルスならびに血液中に含まれる可能性のある中和抗体の影響を極力排除するために、少なくとも3~4日は砂糖水のみで飼育を行い、消化管内の血液を完全に消化させるか、あるいは、卵を産下させた後にチューブに回収してウイルス分離のために -80°C (なければ -20°C)の冷凍庫で保管する。

蚊媒介性感染症の多くは、蚊の吸血によって生じることから、通常は雌蚊を対象として病原体の検出を行うことが多い。しかし、チクングニヤウイルスの媒介種として主要な蚊種をヒトスジシマカに絞った場合は、前章で述べたように捕虫網を用いた捕集方法が中心となるため、相当数の雄蚊も捕集されることが予想される。本ウイルスの蚊における垂直伝播、すなわち経卵巣伝播の可能性が示唆されていることも考慮すれば、チクングニヤ熱の著しい流行が確認された事態など、場合によっては雄蚊からのウイルス検出を試みてもよい。

2. 蚊プール作成

捕集蚊は、20~50個体を1プール検体とすることが望ましい。処理個体数が多い場合は、以下に述べる作業手順中、濾過フィルターを使用する過程で目詰まりを起こし、その後の処理効率が低下したり、数回に分けて遠心操作が必要になるなど、煩雑性を増す可能性がある。また、高濃度の蚊体液によるメラニン化作用の影響で、接種後の培養細胞の生存率が著しく低下し、ウイルス分離に支障をきたす場合がある。一方、蚊プール検体から直接ウイルスゲノムRNAの検出を行う場合には、蚊由来の多量のRNAが含まれるため、PCRにおける非特異的反応が増強され、結果の判定が困難になることもある。以上の理由で、プールサイズは同種蚊からなる20頭前後が望ましいが、それ以上の個体数を処理する場合は、使用する蚊破碎液(MEM; Eagle's Minimum Essential Medium、またはPBS; リン酸緩衝液)の量を増量する、あるいはPCRの際のRNA量を希釈調整することが必要である。

3. 捕集蚊からのウイルス検出法

環境サンプル、特に野外捕集蚊からのウイルス検出作業の位置付けから、感染症研究所において本項以下の手順は、通常、BSL2 実験室で実施されている。チクングニヤ熱は、わが国の感染症法、あるいは検疫法において定められていない感染症ではあるが、感染症研究所におけるウイルスの取り扱い基準はBSL3 に分類される病原体である。従って、本作業を各自治体で検査を行うに当たっては、各自治体で定められた病原体取り扱い基準に従い実施するようにする。

1) 培養細胞接種系によるウイルス分離

i) 蚊乳剤の作成

蚊プールは、500 μ lの破碎液(2%牛胎児血清、2%非必須アミノ酸、200Uペニシリン/ml、200 μ gストレプトマイシン/ml、および 10 μ lファンギゾン/mlを添加したMEM、または 1%NaCl、0.025%KCl、0.143%Na₂HPO₄、0.025%KH₂PO₄、pH7.2 組成のPBS)中で破碎する。マイクロホモジナイザーを手動で操作する際には、内容物がチューブ外に漏れないように留意しなければならない。この危険性を排除するために、ジルコニアビーズを用いた細胞破碎機(Tissue Lyser II、QIAGEN)等で破碎する方法、遠心タイプのビーズ式ホモジナイザー(BeadSmash 12、和研薬)、あるいはボルテックスを用いた方法等で行うことが望ましい。この蚊乳剤を軽く遠心し(3,000gで約3分)、得られた遠心上清をウイルス分離用接種源とする。これを濾過用フィルター(ポアサイズ 0.45 μ m)で濾過した後、ヒトスジマカ由来C6/36細胞、あるいは、アフリカミドリザル腎臓由来Vero細胞等に接種し、5%CO₂存在下でC6/36細胞は28 $^{\circ}$ C、Vero細胞は37 $^{\circ}$ Cで培養する。約7日後に培養上清を回収し、一部を別に用意しておいた細胞に重層して、再度同じ条件で培養を継続する(盲継代)。培養中に細胞変性効果(CPE)が見られた場合は培養上清を回収し、直ちにウイルスの有無を確認する。培養上清をすぐに分析しない場合は-80 $^{\circ}$ Cで保存する。CPEが認められない場合や微弱な場合は、さらに盲継代を繰り返す。本ウイルスは、C6/36細胞、Vero細胞のいずれにおいても非常に良く増殖し、顕著なCPEが観察され易い。

ii) 培養上清からのウイルス遺伝子の検出

細胞接種後の培養上清から全RNAを抽出する。ウイルスゲノムRNA検出はTaqMan法、あるいは通常RT-PCRで行う。詳細は、国立感染症研究所ウイルス第1部のWebsite(<http://www.nih.go.jp/vir1/NVL/NVL.html>)「チクングニヤウイルス遺伝子検出法」を参照する。

TaqMan法で使用するプライマーおよびプローブは、ウイルスの構造蛋白質を構成するペプロマー糖蛋白質のE1領域に作成されたものである。また、通常RT-PCRに用いるプライマーセットも同領域(E1)を増幅するものである。以下に一部抜粋して紹介する。

<TaqMan 法>

プライマー・プローブセット

Probe: Taq-Chik638P: FAM-TACCAGCCTGCACYC-MGB-3'

Primer(F): Taq-Chik607F(10849): GCR CCM TCT KTA ACG GAC AT

Primer(R): Taq-Chik672R(10894): GCC CCC RAA GTC KGA GGA R

(反応液組成および反応条件は、ウエストナイルウイルス検査マニュアルを参照)

増幅条件 (使用機種 ABI Prism 7000、Bio-Rad iCycler)

48°C 30 分

95°C 10 分

95°C 15 秒

60°C 1 分

} 45 回反復

* 現在インド、東南アジアで流行中のチクングニヤウイルスレユニオン株に対する検出限界 0.2pfu/tube である。

<通常 RT-PCR>

プライマー

Chik10294s: ACG CAA TTG AGC GAA GCA CAT

Chik10573c: AAA TTG TCC TGG TCT TCC TG

増幅条件

45°C 45 分

92°C 2 分

92°C 1 分

53°C 1 分

72°C 1 分

72°C 10 分

} 35-40 回反復

反応後産物は 2%アガロースゲル電気泳動により確認する。想定される増幅産物のサイズは約 300bp である。得られた増幅産物はゲルから抽出・精製後、塩基配列を決定する。

なお、増幅断片を大腸菌ベクター等にクローニングして解析する場合は、クラス 3 の微生物を核酸供与体とする遺伝子組換え実験となるため注意が必要である。

2) 蚊破碎液からのウイルス遺伝子の検出

蚊プールは、上述したと同様に、MEM、または PBS 中で破碎し蚊乳剤を作成する。この蚊乳剤を軽く遠心し(3,000g で約 3 分)、得られた遠心上清の一部(約 200 μ l) から全 RNA を抽出する。上述した TaqMan 法、あるいは通常 RT-PCR 法によってウイルスゲノム RNA の検出の結果、陽性の結果が得られた蚊プールは、その蚊乳剤の残りをを用いて、C6/36 細胞、あるいは、Vero 細胞等に接種しウイルス分離を試みる。ウイルスゲノム RNA 検出の結果が得られるまでの時間、残りの蚊乳剤は氷中に保管しておく。あるいは、すぐに分析しない場合は速やかに -80°C (なければ -20°C) 冷凍庫で保管する。以下、ウイルス分離

方法は 1)で述べたとおりである。

蚊プール検体から直接ウイルスゲノムRNAの検出を行う場合には、PCRにおける非特異的反応が増強されることが想定されるため、TaqMan法では、予想されるサイクル数での上昇が見られなかったり、通常RT-PCR法においては、増幅サイズの相違や非特異的増幅産物の出現等があるかもしれないので慎重に判定する必要がある。

4. 検査に際して注意する点

蚊検体からのウイルス検出に際して、注意すべき点は、捕集蚊の野外からの輸送と検査前の検体の保存である。ウイルス分離に用いる検体の凍結・融解の繰り返しは、ウイルスの細胞に対する感染能を極端に低下させる原因となる。また、1. の冒頭でも述べたが、本ウイルスの遺伝子はRNAであるため、虫体の破碎液や培養上清の保存状態によっては内因性のヌクレアーゼやプロテアーゼの影響により、ウイルスRNAやウイルス粒子が損傷を受け、検出感度が著しく低下することも予想される。従って、蚊種の同定、雌雄の判別を行った後、あるいは培養細胞を用いたウイルス分離の過程において培養上清を保管しなければならない場合などは、速やかに -80°C （なければ -20°C ）冷凍庫内で保管し、凍結・融解を少なくするよう心がける。蚊種の同定後すぐにウイルス検査を行わない場合は、蚊破碎液で保存するのではなく、虫体そのものを冷凍保存することが望ましい。

最後に、ヒトスジシマカを含むヤブカ属蚊は、昆虫フラビウイルス(AEFV; *Aedes flavivirus*)を保有していることが確認されており、国内で捕集されたヒトスジシマカの蚊乳剤を前出のC6/36細胞に接種した場合は、比較的高頻度でAEFVが分離されることが予想される。また、AEFV以外の昆虫特異的ウイルスの存在も否定できない。AEFVが示すCPEは非常に微弱であるか、あるいはCPEが認められない場合も多いが、CPEのみで陽性の判定はすべきではない。

蚊プール検体から直接ウイルスゲノムRNAの検出を行う場合には、PCRにおける非特異的反応が増強されることが想定される。従って、ここで紹介した血清検体や培養上清からの遺伝子検出法(TaqMan法、通常RT-PCR法)の条件が適しているとは限らない。従って、最終判定には、RT-PCR法で得られた増幅産物の塩基配列を決定し、データベース上にある遺伝子情報と照合する。それらを行った上で、明らかにチクングニヤウイルスの遺伝子断片であることを確認することが不可欠である。

V. 個人的防御法

1. 住宅敷地内での発生源対策

住宅周辺には、不用意に放置されたバケツ、たらい、じょうろ、古タイヤ、水槽、プランターの受け皿、植木鉢の受け皿、空き缶、プラスチック製の容器、野鳥の水飲み等ヒトスジシマカの発生源となる水たまりが多数存在する。夏季に産卵されたヒトスジシマカの卵は3日ほどで孵化し、その後1週間ほどで蛹から成虫が羽化する。そこで、1週間に一度は、住宅周辺に散乱している雨水が溜まった容器を逆さにして水を無くすこと、人工容器などに水がたまらないよう整頓することが効果的な幼虫対策となる。古タイヤにコップ半分ほどの塩を入れておくと、夏期の間ヤブカ類の発生を完全に抑えることが可能である。

2. 屋外での服装

チクングニヤ熱を媒介するヒトスジシマカは昼間に吸血を行うが、とくに朝方と夕方に吸血活動が盛んになる。吸血されにくくするためには、皮膚が露出しないように、長袖シャツ、長ズボンを着用し、裸足でのサンダル履きをさける。たとえ、長袖、長ズボン、靴下を着用していても、薄手の繊維の場合には吸血が可能である。また、足首、首筋、手の甲などの小さな露出面でも吸血されることがある。このような場合でも、忌避剤の利用は効果的である(後述)。

3. 屋内での対策

戸建て住宅の出入り口が蚊成虫の好む屋外の空間に面している場合は、屋外に潜んでいたヒトスジシマカが扉から侵入することがあるので、周囲の蚊の飛来に注意してすばやく扉の開閉をする。もしも侵入を許した場合は、発見に努め捕殺するか、家庭用殺虫剤を使い防除を行う。室内の家具の裏側などに潜んだ場合は、ピレスロイド系のスプレータイプの殺虫剤で追い出して殺虫することも可能である(フラッシング効果)。また、夜間使用されている蚊取り線香、蚊取りマット、液体蚊取りなどの殺虫剤は、殺虫効果の他に、蚊を屋内に侵入させない忌避効果も期待されるため、昼間からこれらの殺虫剤を使用する方法も存在する。なお、薬剤の使用を避けたい場合には、蚊帳を利用することも効果が期待できる。

4. 忌避剤

忌避剤は、蚊の他にも、ブユ、サシバエ、アブ、ノミ、ダニなどの吸血性節足動物やヒルが吸血するのを防止するために重要な役割を果たす。吸血を防止する忌避剤は、熱帯地に展開した兵士を蚊が媒介するマラリアなどの熱帯病から守るために開発された。それらの中でも、アメリカ陸軍により開発され、1946年より軍事用に使用が始まったジエチルトルアミド(一般名:ディート)は、現在でも忌避剤の有効成分としてもっとも広く使われており、効力や安全性などについての試験データがもっとも蓄積されている。

ディートはさまざまな有効成分濃度と剤型で市販されており、その製剤には、アルコールをベースとしてディート含有率 12%までのエアゾール、ウェットシート、ローションまたはゲルを塗るタイプ等がある。ディート含有率が 10%を超える製剤は医薬品として販売されている。10%以下の製剤は医薬部外品として販売され、それらの多くにはディート含有率が明記されていない。

吸血昆虫類は動物から発せられる二酸化炭素、匂い、熱、蒸気などを感知して吸血行動を開始する。蚊が寄ってきた場合、気化したディートが触角に入り、吸血源の位置を定める能力を攪乱し、吸血行動を阻止すると考えられている。忌避剤は人体に直接塗布して用いるが、吸血昆虫が非常に近くまで寄らないと効果を発揮しないことから、皮膚の露出部にむらなく塗布する必要がある。1回の塗布処理量は、成人の腕の部分には有効成分相当で 0.1g、膝下の部分には 0.2g が必要である。ディートを含む忌避剤の使用にあたっては、使用上の注意を守り、過剰に塗布したり長期間使い続けられない限り、ほとんど健康上の被害が生じないとされている。

ディートは蒸気圧が比較的高いために残効性に欠ける。忌避剤の効果の持続時間は、有効成分濃度や剤型により、また、発汗状況や体表温度などの個人差や天候など種々の条件により異なる。効果は、蒸発、雨、発汗、拭くことによって失われてゆく。効果が失われたら、再度、忌避剤を塗布しなければならない。一回の処理で効果をより持続させ

たいときには、剤型や使用環境にもよるが、ディート含有率の高い製剤が一般的に有利である。

VI. 媒介蚊の防除対策

1. 媒介蚊対策の基本方針

わが国において、チクングニヤ熱患者が発生した場合、あるいは、野外で採集された蚊成虫からウイルスが検出された場合、感染経路の特定を目的とした詳細な調査を開始するとともに、早急に媒介蚊防除対策を始めなければならない。緊急時の対応を円滑に行うためには、平時において、自治体の主導のもとで媒介蚊の発生調査と防除を実施し、防除対策を計画しておくことが望ましい。

1) 媒介蚊対策の必要性

現在ワクチンや抗ウイルス治療薬のないチクングニヤ熱の伝播を防ぐためには、患者より吸血してウイルスを保有している蚊に刺されないようにすることが最も重要である。そのためには、蚊に刺されないための個人レベルでの防御を行うほか、患者が発症前の3～12日間、どこの地域で滞在していたかなどの疫学調査を行い、それら該当する地域の媒介蚊の密度を可能な限り低下させることが必要である。

媒介蚊防除の基本的な実施者は地方自治体で、関連所管部局や害虫駆除業者(PCO)等の協力を得て感染阻止に努めなければならない。我が国の主要な媒介蚊であるヒトスジシマカの飛翔範囲は約100～200mと考えられているが、住宅の密集度などを考慮して、周囲300mを防除対象地域として選定する。

最も効果的で緊急に行う必要があるのは成虫に対する防除(殺虫剤散布)を実施することである。ただし、成虫に対する殺虫剤散布の効果は一時的で、引き続き幼虫発生源から発生する成虫数を抑える効果は少ない。したがって、その地域にまだ隠れた感染者(または潜伏期の感染者)が存在する可能性も考慮し、幼虫対策もできるだけ速やかに実施すべきである。

ある地域で海外渡航歴のないチクングニヤ熱患者が複数発生した場合は、輸入感染症例に該当する患者から数えて二次、三次の感染が媒介蚊によりもたらされている可能性があるため、防除対象地域もより広範囲に選定する必要がある。そのような事態に至った際は、住民参加による幼虫防除の体制を組織することも必要である。

2) 防除対策に関する情報の発信

成虫対策および幼虫対策のための殺虫剤散布に関しては、散布前後の3日間は、散布予定地域の住民、学校・公園等の公共施設、事業所等に散布する日時、散布法、薬剤の種類、安全性等の情報を掲示し、町内会組織の回覧板、看板・掲示板によって、また、広域の防除対策の場合はテレビ、ラジオ、インターネットなどあらゆる媒体を利用して知らせる事が重要である。また、注意事項に関して、散布の時間帯には窓を閉める、戸外に出ない、庭やベランダにある遊具の片付け、洗濯物の片付け、ペット等の屋内への避難など住民の不安を出来る限り軽減するよう具体的な情報発信に努めなければならない。また、これに関して各自治体が電話のホットラインを複数回線設置することも考慮すべきである。

3) 住民の理解と協力を得た防除対策

地域全体で迅速な防除対策を行う場合、個人住宅敷地内等の成虫・幼虫防除対策を住民の了解なしに自治体や依頼された害虫防除業者(PCO)が行う事は事実上不可能である。そこで、自治体は既存の地区衛生組織等(または自治会)に行政的指導を行い、各住民に住宅敷地内への立ち入りを前提とする媒介蚊成虫の防除作業に了解をとること、また、住宅周辺にある媒介蚊幼虫の発生源対策への参画を要請することが必要となる。各自治体から発行されている「自治体だより」や緊急の場合には広報車等も利用することを考慮すべきである。この活動に住民が参加することによって、チクングニヤ熱に関する関心や理解、また、媒介蚊対策に対する個々人の冷静な対応が期待できる。

2. 成虫防除の実際

1) 成虫対策

屋外での成虫対策は、広範囲の空間を対象とするため常に困難を伴うが、チクングニヤ熱患者発生時の緊急対策として、ウイルスを唾液腺に持った感染蚊を防除することは重要である。患者から吸血したヒトスジシマカが患者宅周辺に潜伏している可能性を考慮して、可能なかぎり感染蚊数を低いレベルに維持することが大きな目的となる。

2) 環境整備・物理的防除

屋間吸血性のヒトスジシマカは、植生が繁茂し、日照が届きにくく湿度の高いところに好んで潜んでいる。庭木の剪定、藪・雑草の刈り取り、表土の水はけの改善などは、潜伏場所を減らし、成虫密度を低減化することに役立つので、平時から励行することが望まれる。

3) 成虫の化学的防除

屋外の植物の茂みは蚊成虫の格好な潜み場所であるので、その周囲を化学的防除の主な対象とし空間処理を行う。この場合、空間処理とは、微粒子状にして噴霧された殺虫剤有効成分(または有効成分を含む煙霧や液滴)を蚊成虫の潜んでいる空間に漂わせ、たとえ蚊が葉陰や暗渠に潜んでいたとしても、漂った有効成分が虫体に直接付着して殺虫効力を及ぼす処理方法である。乳剤、水性乳剤、または炭酸ガス剤などの噴霧、油剤の煙霧が蚊成虫の防除に適用できる。水性乳剤を用いた ULV 噴霧(濃厚少量噴霧)、炭酸ガス剤の噴霧、煙霧は、粒径が小さいため、空中を漂うことによって隅々まで薬剤が拡散し、散布作業の効率が上がるという利点がある。ただし、このような処理は、風速や風向きによって目的とする防除対象区域を完全に処理出来ない場合があり、潜んでいる蚊成虫に薬剤が到達せずに霧散して期待した効果が得られない場合も起こりえる。従って、微風で風向きが一定した時をねらって、風上から防除エリアを包括するようにして薬剤を散布することが必要となる。住宅密集地の敷地内では風向きに関する心配が相対的に小さいといえるが、学校や公園などの広い敷地内で作業を行う際にとくに注意を要する。

防除対象エリアには池や河川などの水系があったり、犬猫などのペットがいる場合がある。前者は可能なら養生し、後者は住民と共に一時的に待避させるなどの配慮が必要である。ここでは屋外で空間処理を行う場合に利用できる代表的な製剤を選んで表2に示す。製剤の選択に際しては、住民の殺虫剤に対する不安や苦情をできるだけ軽減するような配慮が必要である。殺虫剤製剤の臭気の低さという観点からは、有効成分の

みに関していえば、ピレスロイド系殺虫剤の選択が有機リン系に比べ利点があるといえる。特に炭酸ガス製剤は、ピレスロイド系有効成分と液化炭素ガス(二酸化炭素)のみから成ることから、臭気の問題はもっとも少ないと期待される。また、水溶剤、水性乳剤、フロアブル剤は、製剤の溶剤成分として、臭いのもとになる有機溶媒を含まない。低臭性乳剤のように、乳剤の成分として含まれる溶剤に臭いの少ない有機溶媒を利用している乳剤もある。

3. 幼虫対策の実際

1) 幼虫の化学的防除

蚊が発生する水域のなかには現実に環境対策の適用が物理的に困難な場所も多く、経費的に対処できない場合がある。そのような場合には殺虫剤の使用が有効になるが、殺虫剤散布に際して環境に悪影響が生じないように、物理的方法等と組み合わせて、より高い効果を発揮するよう殺虫剤の使用を考えなくてはならない。環境への影響を無視し、安易に殺虫剤のみに依存した防除は避けなくてはならない(IPM:総合的有害生物管理を参照)。

発生源への殺虫剤の使用には、有機リン系化合物を有効成分とする乳剤、粒剤、油剤、水和剤などや特殊製剤の発泡錠などの剤型がある。また、昆虫成長制御剤(IGR)の懸濁剤、粒剤、発泡錠剤、水和剤などがある。これらを有効に利用するには、各々の用法・用量を守るのは当然であり、さらに効果を高めるには雨水マスの清掃と共に実施することが望まれる。

屋外で蚊幼虫防除用に使うことができる殺虫剤製剤として表3に示すものが購入可能である。これらの薬剤の使用に際しては、次に述べる製剤の特徴を生かして製剤を選択するのがよい。

一般的に、有機リン剤は即効的であるが長期間の効果の持続性は期待できない。一方、昆虫成長制御剤は遅効性ではあるが効果の持続性が期待できる。例えば、昆虫成長制御剤の場合、大雨による有効成分の流出や汚泥への粒剤の埋没がない限り1ヶ月に1回の処理で効果が持続し、幼虫の発生を低密度に保つことが可能である。いろいろな水系に処理するには乳剤が最も扱いやすい剤型である。油剤は、水面に皮膜を作り、有効成分の作用以外に、呼吸障害を起こさせるなど、停滞水での効果は高い。粒剤や粉剤は有効成分を徐放させて、残効性を高めている剤型である。特殊製剤として、発泡錠剤や発泡粒剤がある。これらの発泡剤は水表面に炭酸ガスを放出しながら崩壊していく。また手軽に均一処理ができるという特長がある。公共雨水マスなど数の多い小容量の水域などの処理には都合がよい。墓所の花立てや竹の切り株など水深の浅い小水系に対しては粒剤を適量分包して、一つ一つに投薬する方法もある。なお、魚類、甲殻類、昆虫類などが生息する水系に施用する殺虫剤は、それら非標的生物に対しても影響を考慮して選定する。住民参加の蚊幼虫を対象とした化学的防除を行う場合は、希釈の必要がなく持ち運びが容易であり、散布作業を行う人に対する毒性が問題にならない、などの条件を考慮する必要がある。これらの条件を満たす製剤は、昆虫成長制御剤にあたる固形の製剤(粒剤、発泡粒剤)である。

なお、表2と表3は、平成15年8月に日本環境衛生センターが発行した「ウエストナイル熱媒介蚊対策ガイドライン」に準じ、現在利用可能な殺虫剤をリストしたものである。その選択に際しては、周辺環境を考慮し、作業条件に最も適した薬剤を選ぶべきである。最後に、蚊成虫・幼虫防除用製剤を散布するのに適した機器の一覧を表4に示す。

表2. 蚊成虫防除用殺虫剤

区分	有効成分	含有率 (%)	剤型	用法・用量	商品名[メーカー名略号*]
	<有機リン系を含む>				
医薬品	フェントロチオン、 フタルスリン	5, 0.5	水溶剤	直接噴霧: 10倍液を適宜噴霧	スーパーNP「ES」[住]
医薬品	ジクロロボス	5	乳剤	直接噴霧: 15倍液を適宜噴霧, その際過剰な使用は避ける	DDVP乳剤「ヤ」, VP乳剤L「ES」[住]
医薬品	ダイアジノン	5	乳剤	直接噴霧: 10倍液を適宜噴霧	ダイアジノン乳剤「フ」
医薬品	フェントロチオン	10	乳剤	直接噴霧: 20倍液を適宜噴霧	プレミアムスミチオン乳剤[住・フ], 金鳥スミチオン乳剤[大]
医薬品	フェントロチオン, ジクロロボス	5, 2	乳剤	直接噴霧: 14倍液を適宜噴霧, その際過剰使用は避ける	SV乳剤L「ES」[住], フライノックSV乳剤A「ヤ」
医薬品	フェントロチオン, フタルスリン	5, 0.5	乳剤	直接噴霧: 10倍液を適宜噴霧	スミチオンNP乳剤「フ」
医薬品	フェンチオン	5	乳剤	直接噴霧: 10倍液を適宜噴霧	フマテックス乳剤「フ」
医薬品	プロピタンホス	3	乳剤	直接噴霧: 10倍液を適宜噴霧	サフロチン乳剤「ES」[住], サフロチン乳剤「フ」
医薬品	フェントロチオン, フタルスリン	5, 0.5	低臭性乳剤	直接噴霧: 10倍液を適宜噴霧	スミチオンNP乳剤NS1「ES」[住]
医薬品	フェントロチオン	10	低臭性乳剤	直接噴霧: 20倍液を適宜噴霧	低臭性スミチオン乳剤「ES」[住], 金鳥スミチオン乳剤LS[大], スミチオン乳剤A「フ」
医薬品	フェンチオン	5	水性乳剤	直接噴霧: 10倍液を適宜噴霧	フマテックス水性乳剤「フ」, 乳剤D「ES」[住]
医薬品	フェントロチオン	1	油剤	直接噴霧: 通常, 成虫に向けて適宜噴霧	スミチオン油剤「ES」[住], プレミアムスミチオン油剤「フ」
医薬品	フェントロチオン, ジクロロボス	0.5, 0. 2	油剤	直接噴霧: 通常, 成虫に向けて適宜噴霧 煙霧: 2~3mL/1m ³	SV油剤C「ES」[住], フライノックSV油剤A「ヤ」, フライノックSV油剤A「フ」
医薬品	フェントロチオン, フタルスリン, ピペロニルブトキシサイド	0.5, 0.005, 0.25	油剤	直接噴霧: 通常, 成虫に向けて適宜噴霧 煙霧: 1~2mL/1m ³	スミチオンNP油剤「フ」, SP油剤「ES」[住]
	<ピレスイロイド系>				
防除用医薬部外品	エトフェンプロックス	5	乳剤	直接噴霧: 100~200倍液を適宜噴霧	レナトップ乳剤[三]
防除用医薬部外品	ピレトリン	0.18	乳剤	30倍に希釈し, 害虫の発生または生息する場所に十分に噴霧または散布	「金鳥」除虫菊乳剤[大]
防除用医薬部外品	フェントリン	10	乳剤	直接噴霧: 50~100倍液を適宜噴霧	スミスリン乳剤「ES」[住], 金鳥スミスリン乳剤[大], スミスリン乳剤「フ」
防除用医薬部外品	エトフェンプロックス	7	水性乳剤	直接噴霧: 50~100倍液を適宜噴霧	ベルミール水性乳剤アクア[三], サニタリーEP水性乳剤「フ」
医薬品	シフルトリン	1	水性乳剤	直接噴霧: 25~50倍液を適宜噴霧	レスボンサー水性乳剤[住]
防除用医薬部外品	ベルメトリン	5	水性乳剤	直接噴霧: 50~100倍液を適宜噴霧	エクスマン乳剤「ES」[住], 金鳥エクスマン乳剤[大], エクスマン乳剤P「フ」
医薬品	フェントリン	10	ULV用水性乳剤	原液: 1m ³ あたり0.4mLを空間散布 2倍液: 1m ³ あたり0.8mLを空間散布 4倍液: 1m ³ あたり1.6mLを空間散布	金鳥ULV乳剤S[大]
医薬品	ベルメトリン	5	ULV用水性乳剤	原液: 1m ³ あたり0.4mL~0.6mLを空間散布 2倍液: 1m ³ あたり0.8mL~1.2mLを空間散布 4倍液: 1m ³ あたり1.6mL~2.4mLを空間散布	金鳥ULV乳剤E[大]
防除用医薬部外品	ピレトリン	4	フロアブル剤	20倍に希釈し, 1m ² あたり25mLを直接散布	ピレトリン40FL「ES」[住]
医薬品	天然ピレトリン	1	炭酸ガス製剤	1g/1m ³	ミラクンPY[住]
医薬品	フェントリン	1	炭酸ガス製剤	1g/1m ³	ミラクンS[住・大]
防除用医薬部外品	フタルスリン, d-T80-レスメトリン, ピペロニルブトキシサイド	0.2, 0.05, 0.75	油剤	直接噴霧: 通常, 成虫に向けて適宜噴霧 煙霧: 1~2mL/1m ³	ピレハイス油剤「ES」[住], ピレハイス油剤「フ」





*は, 住=住化エンピロサイエンス, 大=大日本除虫菊, フ=フマキラー・トータルシステム, 三=三井化学アグロ, ヤ=ヤシマ産業

表3. 蚊幼虫防除用殺虫剤

区分	有効成分	含有率 (%)	剤型	用法・用量	商品名[メーカー名略号*]
	<有機リン系を含む>				
医薬品	フェントロチオン	10	水溶剤	水量1m ³ につき本剤を5～10gを適宜水で希釈して散布	スーパーS(2号)[住]
医薬品	フェンチオン	5	水溶剤	水量1m ³ につき本剤を20mL～40mLを適宜水で希釈して散布	スーパーB(2号)「ES」[住]
医薬品	ジクロルボス	5	乳剤	水量1m ³ につき本剤を40mLを適宜水で希釈して散布	VP乳剤「ES」[住], DDVP乳剤[ヤ]
医薬品	ダイアジノン	5	乳剤	水量1m ³ につき本剤を40mLを適宜水で希釈して散布	ダイアジノン乳剤[フ]
医薬品	フェントロチオン	10	乳剤	水量1m ³ につき本剤を20mLを適宜水で希釈して散布	プレミアムスミチオン乳剤[住・フ], 金鳥スミチオン乳剤[大]
医薬品	フェントロチオン, ジクロルボス	5, 2	乳剤	水量1m ³ につき本剤を30mLを適宜水で希釈して散布	SV乳剤「ES」[住], フライノックSV乳剤A[ヤ・フ]
医薬品	フェンチオン	5	乳剤	水量1m ³ につき本剤を20mL～40mLを適宜水で希釈して散布	フマテックス乳剤[フ]
医薬品	プロベタンホス	3	乳剤	水量1m ³ につき本剤を30mL～50mLを適宜水で希釈して散布	サフロチン乳剤「ES」[住], サフロチン乳剤[フ]
医薬品	フェントロチオン	10	低臭性乳剤	水量1m ³ につき本剤を20mLを適宜水で希釈して散布	低臭性スミチオン乳剤「ES」[住], 金鳥スミチオン乳剤LS[大], スミチオン乳剤A[フ]
医薬品	フェンチオン	5	水性乳剤	水量1m ³ につき本剤を20mL～40mLを適宜水で希釈して散布	フマテックス水性乳剤[フ]
医薬品	フェントロチオン	10	フロアブル剤	水量1m ³ につき本剤を20mLを適宜水で希釈して散布	スミチオン10FL「ES」[住]
医薬品	フェントロチオン, フタルスリン	5, 0.5	フロアブル剤	水量1m ³ につき本剤を20mLを適宜水で希釈して散布	スミチオンNP-FL「ES」[住]
医薬品	フェントロチオン	1	油剤	水量1m ³ につき本剤を5～10mL散布	プレミアムスミチオン油剤[フ]
医薬品	フェントロチオン, ジクロルボス	0.5, 0.2	油剤	水量1m ³ につき本剤を5～30mLを幼虫の発生場所へ、特に停滞水域に直接散布	SV油剤「ES」[住], フライノックSV油剤A[ヤ]
医薬品	フェントロチオン	1.5	粉剤	7g/m ²	スミチオン粉剤「ES」[住], スミチオン粉剤[住・ヤ]
医薬品	フェンチオン	5	粒剤	水量1m ³ につき本剤を20～40gを散布	フマテックス5%粒剤[フ]
	<ピレスイロイド系>				
防除用医薬部外品	エトフェプロックス	5	乳剤	水量1m ³ につき本剤を10mL～20mLを適宜水で希釈して散布	レナトップ乳剤[三]
防除用医薬部外品	ピレトリン	0.18	乳剤	30倍に希釈し、害虫の発生または生息する場所に十分に噴霧、または散布	「金鳥」除虫菊乳剤[大]
	<昆虫成長制御剤>				
医薬品	メトレン	10	懸濁剤	水槽・水溜・人工容器などに500倍希釈液を水量1m ³ に対し1.25～2.5L散布	アルトシッド10F[ア]
医薬品	ジフルベンズロン	25	水和剤	水量1m ³ につき本剤を2～5gを適宜水で希釈して散布	三共デミリン水和剤[三]
医薬品	ピリプロキシフェン	0.5	粒剤	水量1m ³ に対し10gを発生場所にそのまま均一に散布	スミラブ粒剤「ES」[住], スミラブ粒剤[フ], 金鳥スミラブ粒剤[大], アーススミラブ粒剤[ア]
医薬品	ピリプロキシフェン	0.5	粒剤	水量1m ³ に対し2～4gを発生場所に本剤を均一に散布	スミラブS粒剤「ES」[住]
医薬品	ピリプロキシフェン	0.5	発泡粒剤	水量1m ³ に対し2～4gを発生場所に本剤を均一に散布	スミラブ発泡粒剤「ES」[住]
医薬品	ピリプロキシフェン	0.5 (1錠6g)	発泡錠剤	a) 水量1m ³ につき1～2錠を発生場所にそのまま投入 b) 水量2m ³ につき1錠を投入	アーススミラブ発泡錠[ア]
医薬品	ピリプロキシフェン	0.5 (1錠2g)	発泡錠剤	a) 水量1m ³ につき3～6錠を発生場所にそのまま投入 b) 水量2m ³ につき3錠を投入 水量1m ³ に対し2～4gを発生場所に投入	アーススミラブ発泡錠20[ア] スミラブ発泡錠剤「ES」[住]
医薬品	ピリプロキシフェン	0.5 (1錠1g)	発泡錠剤	a) 水量1m ³ につき6～12錠を発生場所にそのまま投入 b) 水量1m ³ につき3錠を投入 水量1m ³ に対し2～4gを発生場所に投入	アーススミラブ発泡錠10[ア] スミラブ発泡錠剤「ES」[住]
医薬品	ピリプロキシフェン	0.5 (1錠0.5g)	発泡錠剤	a) 水量1m ³ につき12～24錠を発生場所にそのまま投入 b) 水量1m ³ につき6錠を投入 水量1m ³ に対し2～4gを発生場所に投入	アーススミラブ発泡錠05[ア] スミラブ発泡錠剤「ES」[住]






a) は、流水域の場合； b) は、静止水域の場合； *は、ア＝アース・バイオケミカル、住＝住化エンビロサイエンス、大＝大日本除虫菊、フ＝フマキラー・トータルシステム、三＝三井化学アグロ、ヤ＝ヤシマ産業

表4. 蚊成虫・幼虫防除用機械

商品名	機種名	型式	動力	重量	噴出量	散布物性状	使用薬剤	備考
スイングフォッグ SN-50 	二兼機	肩掛け式	パルスジェットエンジン	6.8kg	0.35L/分	煙霧	スミチオンNP油剤 SV油剤「ES」 ピレハイス油剤「ES」	屋外広域で使用
						ミスト	プレミアムスミチオン乳剤 金鳥スミチオン乳剤 低臭性スミチオン乳剤「ES」 金鳥スミチオン乳剤LS スミチオンNP乳剤NS1「ES」 スーパーNS「ES」 フライノックSV乳剤A フマテックス水性乳剤 DDVP乳剤 サフロチン乳剤 ベルミートル水性乳剤アクア サニタリーEP水性乳剤 レナトップ乳剤 スミスリン乳剤「ES」 金鳥スミスリン乳剤 エクスマン乳剤「ES」 金鳥エクスマン乳剤 レスボンサー水性乳剤 「金鳥」除虫菊乳剤	
共立 FM-4 (受注生産商品) 	二兼機	車輪付き	ガソリンエンジン	48kg	0.1~0.25L/分	煙霧	スミチオンNP油剤 SV油剤「ES」 ピレハイス油剤「ES」	
					0.5~1L/分	ミスト	プレミアムスミチオン乳剤 金鳥スミチオン乳剤 低臭性スミチオン乳剤「ES」 金鳥スミチオン乳剤LS スミチオンNP乳剤NS1「ES」 スーパーNS「ES」 フライノックSV乳剤A フマテックス水性乳剤 DDVP乳剤 サフロチン乳剤 ベルミートル水性乳剤アクア サニタリーEP水性乳剤 レナトップ乳剤 スミスリン乳剤「ES」 金鳥スミスリン乳剤 エクスマン乳剤「ES」 金鳥エクスマン乳剤 レスボンサー水性乳剤 「金鳥」除虫菊乳剤	
B&G エクステンダーパン 	手動自動噴霧機	肩掛け式	手動蓄圧式	3.3kg	0.02~0.6L/分	油剤/乳剤噴霧	プレミアムスミチオン乳剤 金鳥スミチオン乳剤 低臭性スミチオン乳剤「ES」 金鳥スミチオン乳剤LS スミチオンNP乳剤NS1「ES」 スーパーNS「ES」 フライノックSV乳剤A フマテックス水性乳剤 DDVP乳剤 サフロチン乳剤 ベルミートル水性乳剤アクア サニタリーEP水性乳剤 レナトップ乳剤 スミスリン乳剤「ES」 金鳥スミスリン乳剤 エクスマン乳剤「ES」 金鳥エクスマン乳剤 レスボンサー水性乳剤 「金鳥」除虫菊乳剤	局所使用
SHPE221B 	背負動力噴霧機	背負式	ガソリンエンジン	8.45kg	7.7/分		スーパーS(2号) スミチオン10FL「ES」 スミチオンNP-FL「ES」 スーパーB(2号)「ES」 アルトシッド10F 三共デミリン水和剤	

(次頁に続く)

表4. 蚊成虫・幼虫防除用機械(前ページからの続き)

 <p>ポータスター</p>	背負動力ULV機	背負式	ガソリンエンジン	12kg	0.016~0.1L/分		金鳥ULV乳剤S 金鳥ULV乳剤E	
 <p>DMC801F</p>	背負動力ミスト機	背負式	ガソリンエンジン	11.5kg	最大4.3L/分	ミスト	プレミアムスミチオン乳剤 金鳥スミチオン乳剤 低臭性スミチオン乳剤「ES」 金鳥スミチオン乳剤LS スミチオンNP乳剤NS1「ES」 スーパーNS「ES」 フライノックSV乳剤A フライノックSV油剤A フマテックス水性乳剤 DDVP乳剤 サフロチン乳剤 ベルミトル水性乳剤アクア サニタリーEP水性乳剤 レナトップ乳剤 スミスリン乳剤「ES」 金鳥スミスリン乳剤 エクスミン乳剤「ES」 金鳥エクスミン乳剤 レスボンサー水性乳剤 「金鳥」除虫菊乳剤	屋外広域で使用
 <p>D-9</p>	手動粉剤散布機		手動回転式	3kg	粉剤 7kg/分 粒剤 2.6kg/分	粉剤/粒剤散布	スミラブ粒剤「ES」 スミラブ粒剤 金鳥スミラブ粒剤 アースミラブ粒剤 スミラブS粒剤「ES」 スミラブ発泡粒剤「ES」 スミチオン粉剤「ES」 スミチオン粉剤	屋外広域で使用 局所使用
 <p>炭酸ガス製剤専用の投薬ガン、ホース、ショルダーバッグ(または台車)の一式</p> 			不要		410g/分	ミスト	ミラクンS ミラクンPY	屋外広域で使用 ボンベ込み炭酸ガス製剤の総重量: 2.4Kタイプ 6.5kg, 7Kタイプ 19kg ボンベは要返却、再利用