

厚生労働科学研究費補助金

新興・再興感染症研究事業

ウエストナイル熱媒介蚊対策に関 するガイドライン

2003年

分担研究者 小林 睦生

主任研究者 倉根 一郎

目 次

はじめに	1
1. ウエストナイルウイルス(WNV)の感染環	2
2. ウイルスが患者または野鳥から検出された場合の媒介蚊対策	3
2-1. 媒介蚊対策	3
2-2. 感染経路と媒介蚊の特定	3
2-3. 防除対策に関する情報の発信	3
2-4. 住民参加の発生源対策	4
WNV 媒介蚊対策に関するフローチャート	5
3. 媒介蚊防除の考え方	6
3-1. 媒介蚊防除の重要性	6
3-2. 媒介蚊防除戦略と問題点	6
3-3. わが国における蚊防除の役割分担	7
4. 媒介蚊防除の行程	8
4-1. 事前調査	8
4-2. 作業計画の策定	10
4-3. 散布情報の開示	10
4-4. 防除の実施	11
4-5. 効果判定	11
4-6. 薬剤抵抗性の調査	11
5. 媒介蚊防除の実際	13
5-1. 幼虫対策	13
5-2. 成虫対策	14
5-3. 航空機における蚊の防除法	18
5-4. 個人レベルで行う防御の方法	20
資料編	
資料 1 蚊の生活史と調査法	22
資料 2 蚊の成虫および幼虫の同定	34
資料 3 蚊からのウィルス検出法	44
資料 4 殺虫剤感受性試験	50
資料 5 殺虫剤抵抗性の発達とその対策	53
資料 6 調査結果記入法	56
資料 7 防除器具および保護具	58
資料 8 採集器具類の入手先および参考図書	62
資料 9 関連法人連絡先	63
資料 10 感染症および媒介蚊に関する関連情報サイト	64

はじめに

ウエストナイル熱は 1999 年に突然ニューヨークで患者が発生し、4 年でほぼ全米にウイルスが広がりを見せ、2002 年には 4,000 名を越す患者が発生し、240 名以上が死亡した。カラスを中心に多数の野鳥が死亡し、1 万頭以上のウマに感染が確認され、3,000 頭以上が死亡している。これは、米国での蚊媒介性ウイルス感染症の流行における最悪の記録である。米国における急速なウエストナイルウイルス(WNV)の分布拡大は、この感染症が我が国に近い将来侵入し、大規模な流行を起こす可能性を予見させる。我が国の人口密度は約 333 人/Km²で、米国全体の密度(27 人/Km²)より 10 倍以上高い。人口密度が高い日本に、野鳥と媒介蚊が関わる WNV が侵入した場合には、より広範な流行が起こる可能性が危惧される。また、我々の身の回りに見られ、夏季に頻繁に刺されるヒトスジシマカ、アカイエカ等は WNV に対して高い感受性を持っている事が確認されており、実際に WNV が侵入した場合には徹底した媒介蚊対策を行わなければならない。

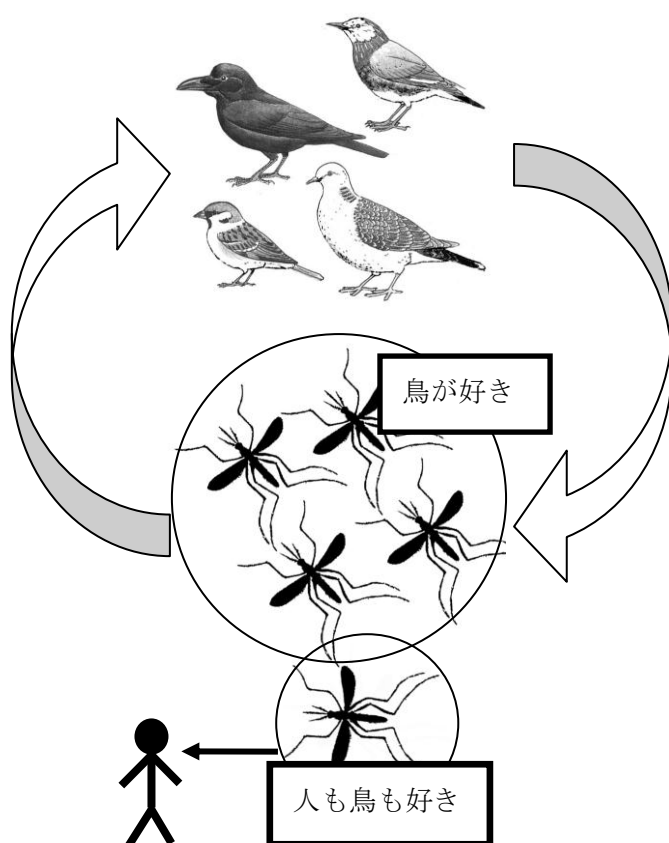
我が国での媒介蚊の発生調査は日本脳炎の流行予測に関連して一部の地方で続けられているが、都市部における蚊の調査はほとんど行われていない。また、伝染病予防法の時代には、各市町村が衛生昆虫防除の専門部署である「衛生班」を組織し、防除作業を行っていた。しかし、「衛生班」が解体された現在、蚊が媒介する感染症が日本に侵入した場合に、各地方自治体が適切な媒介蚊対策を行うことが非常に困難になっている。感染症対策における地域保健所の果たす役割は重要と考えられ、媒介蚊の発生源調査などを定期的に行うことが求められている。また、蚊の調査や防除作業を(社)日本ペストコントロール協会に所属する害虫防除業者(PCO)に依頼する場合においても、各自治体の担当者が防除計画を立案し、適宜防除作業を監督、指導する必要がある。

WNV が死んだ野鳥等から分離され、ある限定された地域で複数の患者の発生が確認された場合には、緊急に殺虫剤による防除作業を開始し、居住地域周辺における WNV 媒介蚊の密度を下げ、ウイルス伝播を極力抑えるように努めなければならない。この場合、平常時の幼虫発生源調査やライトトラップによる成虫捕集調査のデータが防除対象範囲の選定に役立つと考えられる。また、媒介蚊関連情報を近隣自治体と共有し、防除対策を効率よく進めることも課題の一つと思われる。

本ガイドラインは、各地方自治体での媒介蚊対策の実施における問題点を明らかにしつつ、WNV の侵入が確認された場合を想定した媒介蚊防除対策の指針を示すことを目的に作成された。WNV が検出されない段階から各地方自治体において媒介蚊の調査体制を構築すること、また、野鳥や患者から WNV が検出された場合には遅滞のない媒介蚊対策を実施することが強く求められる。また、地方自治体の保健所等に所属し、今まで媒介蚊対策に全く従事した経験のない担当者にも理解できるように、WNV の感染環、基本的な防除の考え方、防除の行程、実際の防除法を本編としてまとめ、また、蚊の調査法、蚊の生物学および分類同定法、蚊からの WNV 検出法、殺虫剤感受性試験法、防除器具と関連器具の入手法、防除業務に関連した法人連絡先などを資料編としてまとめた。将来の WNV の侵入に備えて、国と地方自治体が互いに協力して WNV 関連情報を共有化し、媒介蚊対策を積極的に推進することが強く望まれる。(小林 睦生)

1. ウエストナイルウイルスの感染環

人から人あるいは動物から人にうつる病気の感染経路の全体像を示すために、感染環が使われる。ウエストナイルウイルス（WNV）の感染環は図のように表わされる。ウエストナイル熱は WNV に感染することによって起こる病気で、人以外にもウマや種々の野鳥が感染する。この感染環では、WNV は蚊によってもたらされる。



蚊は動物から吸血する習性を通じて、多くの病気を媒介している。しかし、すべての種類の蚊が病気を媒介できるわけではなく、ある病気を媒介できるのはある種の蚊に限られる。WNV に感染した野鳥から吸血した蚊は、血液と一緒に WNV を取り込む。蚊の種類によっては、取り込まれた WNV が蚊の腸から排出されることもあれば、WNV が蚊の体内で増加し、唾液腺に移行後、次の吸血のときに唾液と一緒に新たな野鳥、人、ウマに注入され、感染が成立する場合もある。

米国の調査によると 30 種類以上の蚊の体内から WNV が検出されている。したがって、本邦産蚊類の中に一部共通種も含めて媒介可能な蚊がいることは容易に予想される。

WNV 感染環では、感染する（＝感受性の高い）動物の種類も多岐にわたっている。米国の調査では、人、ウマに加えてカラスをはじめとする 200 種以上の野鳥から WNV が検出されている。野鳥の場

合も感染の程度は異なり、体内でウイルスがよく増殖し、高いウイルス血症を示す種類もいれば、感染しても WNV があまり増えない種類もいる。感染環が存続するためにはウイルスの増加に適した動物の存在が重要で、米国の WNV の感染環ではカラス、アオカケス、スズメなど野鳥が重要と考えられている。人の場合 WNV に感染しても症状が現れない場合が多く、体内で増殖したウイルスが末梢血にあらわれないため、人→蚊→人という感染は起こりにくい。そのため、人は WNV の感染環の中心にはならないと考えられている。

人への感染で重要になる蚊の種類は、吸血源として野鳥と人の両方を利用し、WNV の橋渡しができる種類に限られる。これに対して、野鳥を中心にして成り立っている感染環は、野鳥から主として吸血する種類によって維持されている。わが国で注意すべき蚊として、地域、季節によって発生個体数が多く、人や野鳥から吸血する習性を持つと思われるチャイエカ、ネッタイエカ、コガタアカイエカ、ヒトスジシマカ、ヤマダシマカ、キンイロヤブカ、ヤマトヤブカ、セスジヤブカ、オオクロヤブカ、シナハマダラカの 11 種があげられる。

2. ウイルスが入または野鳥から検出された場合の媒介蚊対策

ある地域で採集された蚊成虫や野鳥から WNV が検出された場合、あるいはウエストナイル熱患者が発生し WNV の侵入が認められた場合、早急に媒介蚊対策を始めるとともに、感染経路と媒介蚊の特定を目的とした詳細な調査を開始しなければならない。

2-1. 媒介蚊対策

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 PCO 等の協力を得て感染阻止に努めなければならない。野鳥が WNV に感染するのを抑え、感染拡大を防ぐためには、その地域に分布する媒介蚊の密度を可能な限り低下させることが最も効果的であることから、まず成虫に対する防除（殺虫剤散布）を実施する。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、できるだけ速やかに媒介蚊種を特定し幼虫対策を実施する。防除対象地域の選定は、媒介蚊の種類によって飛翔範囲が異なること、また、WNV に感染した野鳥の行動範囲を考慮すると一概には決められない。ヤブカ類の飛翔範囲は最も狭く数百m四方であるが、ハマダラカ類やイエカ類では数 km 四方と広い範囲を飛翔することが知られている。野鳥の場合は種類によって行動範囲が非常に異なる。カラスの場合はねぐらと餌場とを毎日往復しており、カラスから WNV が検出された場合には相当広範囲（10km 四方）にウイルスの活動が広がったと理解せねばならない。媒介蚊の種類が特定されていない段階で野鳥や人で WNV の感染が確認された場合は、少なくとも隣接する市町村を含めて町または市全体を防除対象地域として殺虫剤散布および幼虫対策を緊急に実施する必要がある。

2-2. 感染経路と媒介蚊の特定

野鳥や患者が感染したと思われる地域を特定する事は難しいが、対象地域にライトトラップを設置して成虫を捕集し、早急に感染に関わった可能性のある蚊種を特定する必要がある。また、ヒトスジシマカが大量に発生している場所がないか、幼虫調査も平行して行い防除対象種を決定する。平常時においての幼虫発生源調査が行われている場合には、速やかな防除対策が可能となる。WNV の検出から早い時期に防除対策に移行できる体制整備が強く望まれる。

2-3. 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、事前に散布予定地域の住民、学校等の公共施設、事業所等に散布する日時、散布法、薬剤の種類、安全性等の情報を広報車、町内会組織の回覧板、チラシ、テレビ、ラジオ、インターネット・ホームページ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。

2-4. 住民参加の発生源対策

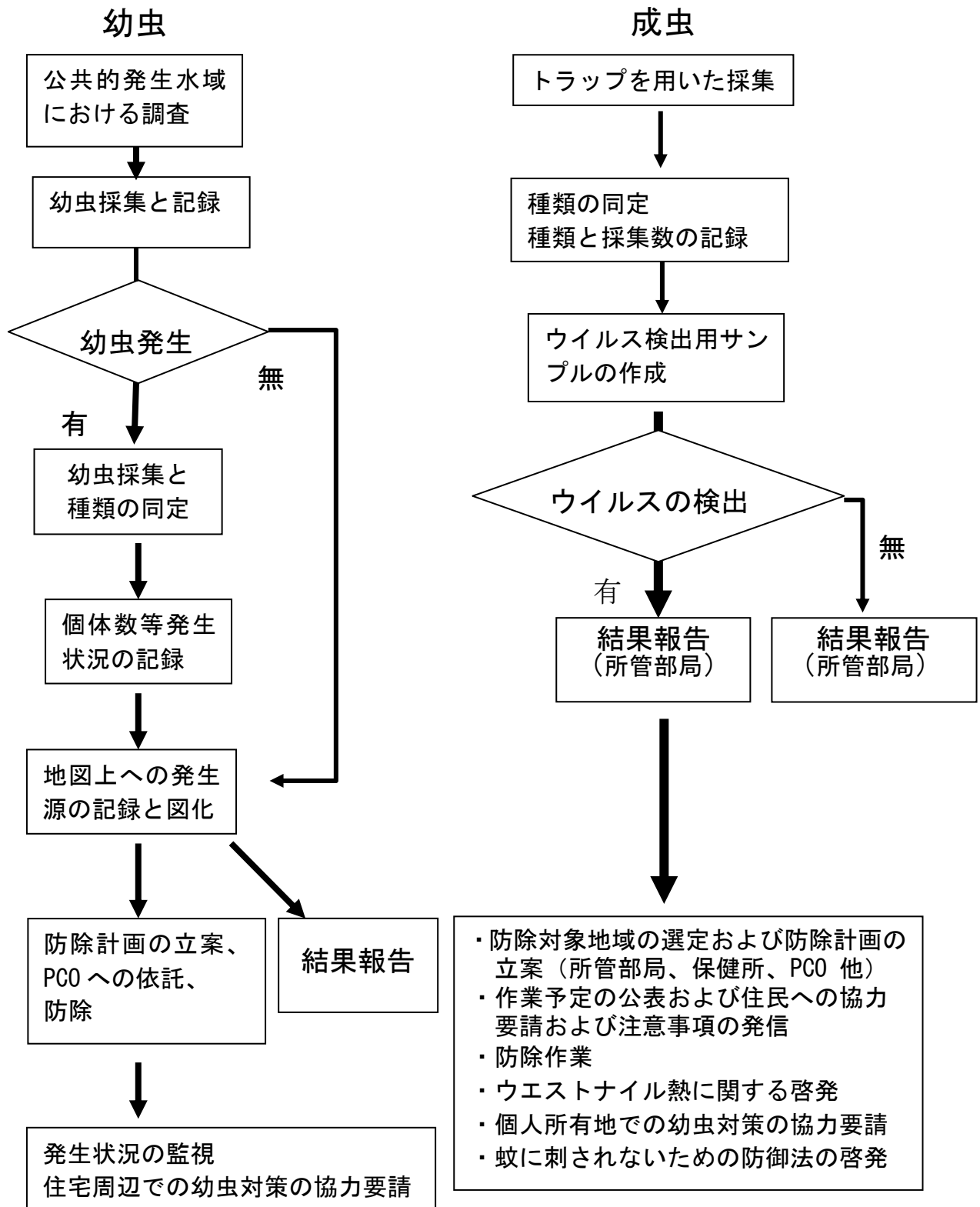
地域全体で迅速な防除対策が必要になるが、個人住宅敷地内等の幼虫対策を自治体や依頼された害虫防除業者(PCO)が行う事は事実上不可能である。そこで、自治体は既存の地区衛生組織等に行政的指導を行って、各住民に住宅周辺にある媒介蚊幼虫の発生源対策への参画を種々の媒体を利用して要請することが必要となる。各自治体から発行されている「村・町・市だより」や緊急の場合には広報車等も利用することを考慮すべきである。この活動に住民が参加することによって、ウエストナイル熱に関する関心や理解、また、媒介蚊対策に対する個々人の冷静な対応が期待できる。

ウエストナイル熱媒介蚊対策における役割分担

実施内容	実施者
サーベイランス（調査）	
・ 幼虫・成虫の発生	地方自治体＊，PCO
・ ウイルスの検出	地方衛生研究所
・ 航空機，船舶，政令指定区域の幼虫・成虫の発生	検疫所
媒介蚊の防除	
・ 幼虫・成虫の駆除	地方自治体，PCO
・ 環境整備	地方自治体，衛生組織
・ 航空機・船舶・政令指定区域における幼虫・成虫の駆除	検疫所
媒介蚊対策に関する情報発信および統括	
・ 自治体レベルの情報	地方自治体，地方衛生研究所
・ 全国レベルの情報	厚生労働省，国立感染症研究所
媒介蚊の調査・防除に関する技術的指導	
・ 媒介蚊調査	国立感染症研究所，地方自治体
・ 媒介蚊防除	日本環境衛生センター，地方自治体

＊ 地方自治体の所管部局、保健所等

WNV 媒介蚊対策に関するフローチャート



3. 媒介蚊防除の考え方

3-1. 媒介蚊防除の重要性

ウエストナイル熱を予防できるワクチンはまだ存在しない。また、感染しても的確な治療がない。対策としては、媒介蚊を防除して感染環を断ち切り感染を防ぐしか具体的方法がない。媒介蚊の防除および蚊に対する個人的な防御はウエストナイル熱の感染を防ぐ唯一の方法である。

3-2. 媒介蚊防除戦略と問題点

(1) 防除法の基本

WNV の感染を防ぐには、蚊の刺咬を避けなければならない。そのためには、三つのステップがある。

○ 第一のステップ： 環境改善によって蚊の育つ幼虫発生源を無くするのがもっとも本質的な方法であり、蚊は停滞水に発生するので不必要な水溜まりを作らないことが重要である。しかし、生活を営むうえで、水たまりを作らざるを得ない場合も多い（ビルの汚水槽・雨水槽・水がめ等）。これらには防虫構造を施し、蚊が発生しやすい不必要な水たまりを極力生活環境から取り除く必要がある。

○ 第二のステップ： 発生した蚊は殺虫剤を用いて殺す。薬剤による成虫防除は緊急時には不可欠である。もっとも直接的な方法で即効性がある。しかし、効果は持続せず、また環境汚染のリスクを伴う。

○ 第三のステップ： 家屋の窓に網戸を設置する方法で成虫による刺咬を防ぐ。また、夕方や夜間に外出や屋外作業をする場合に皮膚に DEET（ジエチルトルアミド）などの忌避剤を塗って刺咬を防ぐことは効果が期待できる（5-4 参照）。忌避剤や蚊取線香は消極的な防御方法ではあるが、個人的にできる数少ない方法である。

(2) 媒介蚊防除は不快害虫防除と異なる

蚊の防除は疾病に罹患するのを防ぐことが目的で、蚊を防除するのはその手段である。病気の流行が広がらない閾値まで蚊の密度を落とすことが重要である。しかし、今のところ、ウエストナイル熱ではその閾値が不明なので、コントロールの目標値が明らかでない。

(3) 成虫対策と幼虫対策のどちらが重要か

成虫は広い空間を飛び回り、行動の把握が困難である。薬剤の効果も一時的であり、成虫対策は一般に効率が悪い。しかし、患者がある地域で多数発生した緊急時にはウイルスを唾液腺を持った成虫の対策が有効である。幼虫の発生源は、水域に限定されているため、把握が比較的容易であり、水域に処理された薬剤の残効性も相対的に長く、薬剤による防除は幼虫対策に適している。しかし、単一の発生水域における幼虫防除は容易であるが、ある地域内に存在する幼虫発生水域をもれなく処理することは、平常時の発生状況調査も含めて容易ではない。

(4) 媒介蚊の種類が多い

このガイドラインでは、我が国に分布し、WNV の媒介にかかわる可能性のある種を 11 種にしぼっている。米国では 30 種以上の蚊からウイルスが分離されており、マラリアやデング熱など、地域を限定すれば一種類の蚊を防除対象にすれば良い感染症とは媒介生

態において大きな違いが認められる。防除効率および疫学的重要性から判断して、防除対象の蚊種を絞ることが可能と思われる。発生量・人および鳥嗜好性の点から、まずはアカイエカ・チカイエカ・ヒトスジシマカを防除対象種とすべきである。

(5) 環境に配慮した防除戦略

これまでの蚊防除の主力となる方法は殺虫剤散布であった。しかし、殺虫剤は生物全般に対する生理活性が高く、無配慮な使用は環境に対して負の影響を与える。しかし、殺虫剤を使用しないで防除効果をあげることは、特に緊急時の対策等では極めて困難である。防除効率と環境保全、すなわち利便性とリスクのバランスを正しく判断して使用すべきであろう。

3-3. わが国における蚊防除の役割分担

(1) 蚊防除の所管

感染症法に基づけば、国が基本指針を策定し、これを受けて都道府県が予防計画を策定して市町村を指導し、市町村が現場の指導や防除の実施を行うこととなっている。つまり、国・都道府県の感染症対策部門が企画・指導の中心にあつて、市町村が現場の作業にあたることとなっている。しかし、現実の体制は必ずしも満足できるものではない。大きな問題は、伝染病予防法施行時には各市町村に常置されていた衛生班が解体され、また備蓄されていた薬剤・機器も緊急には期待できない。これに代わる体制の整備が求められる。

蚊の防除に関わる役割分担は下記のようなろう。

行政： 基本方針を策定し、予防計画に基づき、市町村は現場住民の指導、ならびに防除作業の実施を行う。しかし、衛生班等の作業部門を有しない場合は、日本ペストコントロール協会に属する害虫防除業者(PCO)等に防除対策を依頼する必要がある(資料9参照)。

PCO： 現在わが国に存在し、蚊に対する防除技術と機材・薬剤等を備え、対応可能な組織はPCOなど少数しか存在しない。現在、ビル環境を中心にビルの所有者の依頼により、建築物における衛生環境の確保に関する法律(ビル管法)に基づく蚊を含む衛生昆虫類の防除を実施するなど多くの経験と実績をもっている。これらの組織を活用するためには当該PCOの感染症ならびにその媒介者対策についての知識と技術の向上が望まれる。

家庭： 行政の手が入りづらい住宅地での蚊の対策は重要である。病気を媒介する蚊に関する知識の普及による関心の喚起、家庭内でできる防除作業の指導、忌避剤や防虫網の使用による刺咬防止方法の普及などを推進しなければならない。昭和30年代に行われていた地区衛生組織の自主的活動によるハエ・蚊の駆除体制も再考に値する。民家周辺の側溝や人工容器等の処理には住民の参加が欠かせない。

(2) 平常時の媒介蚊対策における関連分野との関係強化

基本指針で強調されている平時における感染症対策部門と環境衛生部門や関係部局との関係強化も重要である。蚊の発生水域は多岐に渡り、効果的な防除対策を行うためにはそれらの関係が必要で、各所管者の責任の所在を明らかにする必要がある。都市域・住宅地において最も重要な蚊の発生源は道路側溝・雨水枡であり、それらは道路・下水道担当部局の所管になっている。そのため十分な衛生的管理がなされていないために防除が行われ難いことなど解決しなければならない問題は多い。現在、計画的に蚊の防除が行われているのは、ビル管法の規制によって実施されているビル等の大型建築物内だけといえよう。

4. 防除の行程

4-1. 事前調査

(1) 蚊の発生源調査と幼虫生息調査

蚊は水域から発生するので、地域の所管する公共発生源、準公共発生源ならびに私有地等の発生源を含めた発源地図を作成すると防除対策立案が容易になる。調査は少なくとも町単位の明細地図を元に、さしあたっては全ての発生源を網羅すべく実施する必要がある。発生源は種により異なり、アカイエカは主に道路側溝や雨水枡あるいは有機質に富んだ汚水溜まりから発生し、チカイエカの発生源はビルの汚水槽・湧水槽あるいは小・中学校または公衆便所の浄化槽や污水处理場である。またヒトスジシマカは屋外のあらゆる場所、とくに公園、墓地、竹藪、やぶ、廃棄物置き場等にある溜まり水、墓石、花立、手洗鉢、竹の切り株や廃棄された空缶、古タイヤ、空きビン、樹洞等が重要な発生源である。除去可能な人工器物は回収し、環境整備を行うのが原則であるが、回収不可能な発生源は区画毎に発生源数を記録しておく。発生源調査は定期的実施する事でその地区の蚊幼虫の季節消長が明らかとなり、広域防除を行う際の効果判定の大きな指標となる。発生源調査票の調査項目は次のような内容を含む（資料6の調査結果記入票を参照のこと）。

蚊幼虫の発生源調査票

調査年月日 _____

調査者 _____

発生場所の住所（番地含む）： _____（発源地図への記入）

発生場所： 公園・公営施設・竹藪・墓地・廃棄物置き場・その他（ _____ ）

発生源の種類： 側溝・雨水枡・浄化槽・畜鶏舎汚水溜り・人工容器・古タイヤ・
その他（ _____ ）

発生源の持続性： 恒常的 ・ 一時的

一般発生源： _____ × m (_____ m²) 小発生源 _____ 箇所 / _____ m²

発生種： _____
アカイエカ類，ヒトスジシマカ，その他

幼虫密度： _____

(2) 幼虫の密度調査

－、＋、＋＋、＋＋＋（発生源の表面の水を柄杓等で素早くすくい取りこの中の幼虫数
目視により記録する。異なった場所5ヶ所以上から採取し記録する。－は0匹、＋は1～

9匹、++は10～99匹、+++は100<とする。卵や蛹が採取されたらその旨記録しておく。なお古タイヤや墓地の花立てなどの小水域は生息なしN(陰性)か、生息ありP(陽性)の2点で記録する。孵化したての1令幼虫は水面を凝視しないと見え難いので注意すること。小水域の調査には小ポンプや先端を5mmほどカットしバーナーで角を溶かした駒込ピペット(10ml用)等で水を吸い取り生息を確認する。薄暗い場所が多いので懐中電灯の携行は必須である。

(3) 調査地域の発生源の記録

長さ、面積等(小発生源は箇所数と概略面積)小発生源の記録—公園・墓地・山林・空き地等の墓石、花立て、竹切り株、樹洞など除去出来ない小水域(ヤブカ類)の発生源数を区画毎に記録する。100㎡当たりの発生源数の量的な目安は以下のとおりである。

30か所以上 → 極めて多い、10～30か所 → 多い、3～10か所 → 普通、
1～3か所 → 少ない、0か所 → なし

(4) 蚊の成虫生息調査

成虫の潜み場所および休止場所はイエカ類では発生源近くの茂みや草むら等緑地帯であり、雨水枡、建物地下汚水槽の壁面とか物陰の暗所にも見られる。ヤブカ類も草むら等緑地内が対象となる。成虫の密度調査を行う方法としては、①スウィーピング法、②ライトトラップ法、③蚊帳トラップ法、④ウインドウトラップ法、⑤粘着トラップ法などがある。⑥所定場所の成虫係留数をみる方法もある。年間を通した密度調査や広域防除の効果判定には②のライトトラップ法が適している。地区の環境を代表する場所に設置しておき、定期的に調査を行いたい(資料1の調査法参照)。各調査法の概略は次の通りである。

① スウィーピング法：蚊は草むら等に身を潜めていることが多いので、茂みを揺すって蚊を追い出し、同時に捕虫網を数回振って蚊を取り込む。1区画当たり場所を変えて10か所程度行う。採集蚊はクロロフォルムなどで固定した後乾燥保存し、後で種を同定し計数する。

② ライトトラップ法：100V、50/60Hzの電源を要する市販トラップを用いるが、電池使用のCDC型トラップは便利である(資料8参照)。通常夕方セットして翌朝回収する。光が誘引源なので広範囲から夜間吸血性の蚊を集める事が出来る。ドライアイスとの併用も可。大量の蚊を集めるには適しているが、狭い範囲の薬剤処理の効果判定には向かない。

③ 蚊帳トラップ法：屋外に蚊帳を張り、裾の部分の一部開放する。中に誘引源となる動物またはドライアイスを入れておく。昼間行えばヤブカ類が侵入する。

④ ウインドウトラップ法：外部からの侵入を容易にする円錐形の侵入口を有する20メッシュ程度の金網で造ったトラップ。動物舎・鶏舎等の窓に取付け侵入蚊を捕集する。

⑤ 粘着トラップ法：雨のかからない場所にハエ取りリボンを吊したり、ゴキブリ用粘着トラップを取付けておき、所定日数後に回収し付着数を記録する。建物内部や雨水枡等蚊の多発する場所の成虫の密度調査などに適している(資料1の粘着トラップ参照)。

⑥ 壁面の係留数の観察：粘着トラップ法と同じく、蚊の多発場所において一定面積に休止している成虫の密度を調べる方法で、成虫の密度調査などに適用する。

4-2. 作業計画の策定

(1) 防除の目安

ウエストナイル熱の流行を遮断出来る蚊の密度閾値が不明なので、防除目標値の設定をどこに置くか難しい。しかし蚊に吸血されない事が重要なので、可能な限りの成虫の密度を抑えることに努めたい。イエカ類の道路側溝等公共の発生源も一部地域において平常時対策が続けられている。また公共性の高い場所や私有地等に存在する水域でのヤブカ対策は、過去組織的な防除を行った経験がないことと、小発生源が対象であることから、防除の難しさが予測され、安易な防除目標は立てられない。その意味で平時から幼虫発生源調査を行い、幼虫が発生しにくい環境改善を行うことが重要となる。

(2) 防除方法

成虫の生息場所は多岐にわたり、すべての範囲をカバーして防除を行うのは、時間的・労力的に無理があるので幼虫駆除（発生源対策）を中心に行うことが望ましい。しかし緊急時対策として、WNV 保有蚊の存在する可能性の高いと思われる人家周辺の草むらや雑木林の周辺等に潜んでいる成虫を対象にした空間処理は意義がある。防除方法は化学的駆除法を中心に物理的駆除法も併用する。また個人的な自己防衛策として、忌避剤の使用を奨励したい。

(3) 幼虫対策

物理的駆除法：屋外の空缶等人工小水域は定期的に回収除去する。除去出来ない小水域の水抜きと雨水の滞留を防ぐ蓋（覆い）を設置し、環境改善に努める。

化学的駆除法：薬事法で承認された衛生害虫用殺虫剤（蚊幼虫用）を使用する。有機リン剤・昆虫成長制御剤（IGR剤）等を含む乳剤、懸濁剤、粒剤、水和剤等を選定し用量に従い適用する。主要剤の標準的な濃度は以下に示す通りである。処理間隔は再発生確認後5日以内に行うのが原則だが、側溝等に処理した場合はピリプロキシフェン粒剤は2～3週間、それ以外の剤は7～10日間隔で行うのが妥当である。

通常発生水域の水量測定を行い、適切な有効成分濃度を決めて剤適用量を計算する。粒剤以外は所定量の水で薄めた液を噴霧器またはじょうろ等で均一に散布処理する。粒剤はそのまま使用する。50 L 以内の小水域発生源には粒剤を投入すると便利である。

(4) 成虫対策

物理的駆除法：建物の地下污水槽や浄化槽あるいは雨水枡等の蚊の侵入口には防虫網を張る。家屋周辺の草刈り、蚊の潜み場所となる庭の整備を奨励する。

化学的駆除法：建物地下污水槽等の空間にジクロロボス蒸散剤を吊す。標準量は1枚／5～10 m³／月。家屋周辺の草むら、竹藪等へU L V 処理（資料 7(4)参照）・煙霧処理等を7～10日間隔で実施する。

(5) 本事業に係わる所用日数・人員・経費の算出

発生源調査等事前調査ならびに防除対策の全容が確定すると、本事業に係わる必要人員と所用日数・薬剤費等を含めたPCOへの委託経費等が算出できる。

4-3. 散布情報の開示

防除方法の中で特に化学的対策については、散布日時、散布地区、散布方法、散布薬剤名、適用量あるいは濃度、実施時の注意事項等に関する情報をあらゆる広報を通じて開示

し、全住民に蚊防除のための薬剤処理の理解を求める必要がある。この場合、薬剤処理が一般的な衛生害虫対策ではなく、ウエストナイル媒介蚊対策である事をよく説明して、広域防除の必要性とその意義および重要性を理解してもらうよう努めたい。

4-4. 防除の実施

感染症法による自治体管内の疾病媒介昆虫の防除は、都道府県の感染症対策部門が防除計画をたて、市町村担当部門が住民の指導や防除の実施に当たることになっている。自前の防除作業部門を持たない市町村では、PCOへの業務委託が必要となり、またヤブカ類の防除は私有地内にある小水域に及ばざるを得ない。担当部門では従来の不快害虫防除ではなく WNV を媒介する蚊の防除を実施するとの認識のもとに一步踏み込んだ指導に当たる必要がある。周到な計画により決定した防除対策を強力に推進し、地区全域の発生源を常時監視して、蚊幼虫ならびに成虫の密度を低レベルに維持することが、媒介蚊の刺咬を抑え、ウエストナイル熱の流行を防ぐことになる。

4-5. 効果判定

幼虫対策： 処理前後の幼虫密度を発生源調査票(4-1 または資料 6 参照)に従い調査し、再発生の時期を求める。広域防除を行う時は、幼虫判定に加え、ライトトラップ法による成虫捕獲数の推移を調査するのは意義深い。

また雨や風の影響を受けない場所では、ハエ取りリボン等粘着トラップを 1 週間設置しておき、1 日 1 トラップ当たりの付着数を求め、薬剤処理前後の推移を比較する。

いずれも観察間隔は 1 週間おきを原則とするが、殺虫剤の処理後 2 週間までは、3 日後とか 10 日後を加えるとより詳細な判定が得られる。

成虫対策： チカイエカ成虫を対象とした蒸散剤処理等の評価には、前述した粘着トラップ法による付着数や壁面等所定場所における蚊の係留数の推移を調べると良い。

屋外の U L V 処理や煙霧処理（資料 7(5)参照）は、一時的な効果しか期待出来ないので処理直後の効果のみを観察するのに留める。

なお、ライトトラップによる成虫密度調査は定期的に行うこと。長期間集積したデータはその後行う種々な調査や防除対策の基礎的な資料となる。

4-6. 薬剤抵抗性の調査

防除を行っても成虫や幼虫の密度が下がらず、予想外に効き目が悪い場合は、散布地域内に分布する蚊に薬剤抵抗性が発達している事が考えられる。通常薬剤抵抗性は 10 倍までなら用量どおりでどうにか駆除出来るが、これを越えると明らかに効力は減退し、100 倍以上の抵抗性を示す集団には、同一薬剤での防除は難しい。

蚊の薬剤抵抗性はチカイエカで多く見られ、アカイエカはこれに次ぐ（資料 5-1 参照）。しかしヒトスジシマカは現状では感受性レベルの集団が多いと思われる。効果が疑わしい時は、薬剤抵抗性簡易試験法（資料 4 参照）で、抵抗性のレベルを試験して、その結果によって、効力の得られる薬剤に変更しなければならない。

幼虫の採取は、茶こしや熱帯魚飼育用の網などですくい取り、数日間放置した水道水を入れたビニール袋や大型ポリビン等に移す。ヤブカ類は幼虫の数を揃えるのが難しいので、

オビトラップ（資料 1 の 1-2 参照）を数個、茂みの中に 10 日程設置しておき、孵化した幼虫や産卵された布地を回収して必要数を集め、抵抗性試験に供する。なお、成虫の薬剤抵抗性試験等さらに詳しい調査が必要な時は（財）日本環境衛生センター環境生物部に相談する。

5. 防除の実際

5-1. 幼虫対策

(1) 環境的および物理的防除

蚊を防除する場合には幼虫の発生源対策の方が、分散してどこに潜んでいるかわかりにくい成虫を相手にするよりはるかに効率がよい。幼虫期に防除を行うには、幼虫が成育する水系の水をなくす、あるいは、生育を阻害するように環境を改善することがよい方法になる。発生水域に産卵させない手段も有効な方法になる。基本は徹底的に発生源を調査して、可能な限り生育し難い環境を創造し、発生源を無くすことである。いったん環境を大がかりに変化させると、多大な時間と経費を要すのみならず、元の環境へは戻れなくなる。長期的展望に立って、短期で成果が挙げられる物理的方法を採用しつつ、自然との調和のもとに環境を改善すべきものとする。具体的には、都市部の主要な蚊の幼虫防除として、以下のような環境の改善が考えられる。

アカイエカ： 河川の水の流れにアカイエカが生育可能な淀みがないように土砂の堆積や放置された人工器物等を除去し、改修すること、また、有機質が豊富な生活用水が河川に流れ込まないように下水道を完備させるなど、従前から行われてきた環境改善に関する努力が望まれる。また、アカイエカは都市部の側溝や公共雨水ます等で発生が見られており、側溝に関しては暗渠（あんきょ）、雨水ますに関しては常時貯水の生じない機能を付与するなどの改善が望まれる。日常的に水をくみ出して、幼虫が生活できない環境をつくることも有効である。

チカイエカ： チカイエカが生息する暗渠になっている湧水槽は水の除去工事が効果的である。浄化槽は雌蚊が侵入して産卵しないように槽上部にネットを設置し、より機密性の高い構造とし、ネズミなど人以外の吸血源となる動物が侵入できない構造とする。河川等暗渠になっているチカイエカの発生場所は、有機質流入と停滞水域の存在が示唆されるので、発生原因を調査して適切な措置を行う。

ヒトスジシマカ： 住居周辺等屋外に放置されている様々な人工器物等や竹の切り株などに、降雨や散水によって、水が貯らないようにする。周辺環境の整理・整頓・清掃に努め、不要な人工器物等は適切に廃棄する。ヒトスジシマカの卵は耐乾燥性の性質をもっており、どこに産み付けられているか分からないので、降雨等で水が貯まらないよう水をよくし、貯水しやすいところは、いつも清掃を徹底して幼虫が発生しないようにする。

(2) 化学的対策

蚊の発生場所には、環境的・物理的対策では防除が困難であり、また、経費的な理由から対処できない場合がある。そのような場合には予防的措置として、殺虫剤の使用が有効になる。昨今、殺虫剤散布に対して環境保護団体等からの批判が大きくなっていることから、物理的方法等と組み合わせて、より有効な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。

殺虫剤を幼虫発生源で使用する場合には、有機リン系化合物を有効成分とする乳剤、油

剤、水和剤などや特殊製剤の発泡錠がある。また、昆虫成長制御剤（IGR）の懸濁剤、粒剤、水和剤などがある。これを有効に利用するには、それぞれの用法用量を守り、さらに効果を高めるには発生環境の清掃とともに実施することが望まれる。

蚊幼虫防除用に数多くの殺虫剤が市販されている（表 1）。これらの薬剤は継続的に投薬が繰り返されているビル等の浄化槽に発生するチカイエカに殺虫剤抵抗性が発達した場合を除き、いずれも用法用量に基づいた濃度で有効な防除効果が期待できる。したがって、使用に際しては幼虫発生水域への製剤の適合性を考慮して製剤を選択するのが良い（表 2）。また、防除効果の持続性を経済性から考慮する必要もある。

一般に、有機リン剤は即効的で長期間の効果の持続性は期待できないが、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、昆虫成長制御剤では1ヶ月に1回の処理で効果が持続し、低密度で維持管理が可能であるが、有機リン剤では1ヶ月に1回の処理では効果が持続しない場合があるので注意しなくてはならない

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。油剤は環境に対して影響を与えるので出来れば避けたい剤型であるが、有効成分の作用以外に、水面に皮膜を作らせることによって呼吸障害を起こさせることから停滞水での効果は高い。粒剤や粉剤は有効成分を徐放化して、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ことから、手軽で均一な処理ができる特長がある。地下浄化槽や湧水槽などで手が届きにくい場所への処理や、公共雨水ますなど数の多い狭い小水系などの処理には都合がよい。墓所の墓石のくぼみ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。

水系に施用する殺虫剤は魚毒性や非標的生物に対する影響に留意して使用しなくてはならない。ピレスロイド様化合物エトフェンプロックスを主剤とする乳剤（レナットップ乳剤）は低魚毒性だが甲殻類には毒性が強いため、十分注意した使用が望まれる。

5-2. 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さを伴うが、緊急対策としては重要である。

(1) 環境的・物理的対策

夜間吸血性の蚊は、昼間は暗く湿度の高いところに潜んでいるので、夜間にブラックライトおよび炭酸ガスで捕集する方法があるがその捕集効率は不明である。防虫ネットを使用することや冷房装置を設置することによって屋内外を遮断して、屋外からの蚊成虫の侵入を阻止することが可能である。蚊成虫が潜みやすい藪を可能な限り刈り取って少なくするなどして、成虫の休止場所を少なくする。

浄化槽等で発生するチカイエカに対しては、浄化槽から飛び出して吸血活動する成虫がないように、行き来が可能な隙間を無くし、建築物を補修する。隙間があればパテなどを使用して隙間をなくす。羽化成虫の飛翔を抑制するため、水面上に人工皮膜を作る考えもある。

(2) 化学的対策

屋内に侵入した蚊成虫の駆除や吸血防止には、蚊取り線香剤、蚊取りマット剤や、液体蚊取り剤を用い、また、空間用エアゾール剤を使用する。浄化槽や湧水槽などや小水系で安定的に蚊成虫の発生がみられる場合には、ジクロロボス (VP) 樹脂蒸散剤 (殺虫プレート) をその空間の天井に吊すと、成虫の発生を長期間抑制できる。

屋外の蚊を駆除する場合は、建物の壁に乳剤、水和剤などで残留噴霧処理を行うのが1つの方法であるが、必ずしも効率のよい方法ではないばかりか、壁を汚したりする欠点もある。屋外には林や茂みなど、蚊成虫の格好な隠れ場がある。このような隠れ場に乳剤などを散布するのは植物体への直接噴霧となるため、植物への影響のない農薬を使用する必要がある。やむなく、防疫用殺虫剤を用いる場合は植物体に対して薬害が生じにくいピレスロイド剤を主剤とするULV剤、油剤のフォッグング (煙霧) や炭酸ガス剤などを使用する。しかし、風速や風向きによっては目的とする防除エリアを網羅できないばかりか、蚊成虫に接触せずに霧散する場合もあり、実際には屋外での効果は大きく期待できないのが実態である。したがって、屋外での成虫防除を殺虫剤で行うのは困難な面が多い。

生活用水の排水管内で蚊成虫が発生する場合は、マンホールからULVやフォッグングを行う。この場合は散布粒子が下水管に充満するように、適当な距離をおいて、少し離れたマンホールを一部開放して、空気の吐き出し口を設けるとよい。

蚊成虫用として製造承認された製剤は、直接噴霧、および、残留噴霧を用法に定めているものが大半である。ここでは主として屋外で使用する代表的な製剤を選択して表3とした。

表 1 蚊幼虫防除用殺虫剤

製剤	施用量/t	商品名
有機リン剤		
テメホス(5%)水和剤	10～20 g	アベイト水和剤
クロルピリホスメチル・ジクロルボス(0.5/0.3%)油剤	停滞水域に 5～10 ml	ザーテル VP 油剤
クロルピリホスメチル(10%)乳剤	5～10 g	ザーテル乳剤
クロルピリホスメチル(3%)粒剤	15～30 g	ザーテル粒剤
クロルピリホスメチル・ジクロルボス(5/2%)乳剤	30 ml	ザーテルVP乳剤
フェニトロチオン(10%)乳剤	20 ml	スミチオン乳剤
フェニトロチオン(1.0%)油剤	停滞水域に 5～10 ml	スミチオン油剤
フェニトロチオン(10%)フロアブル剤	20 ml	スミチオン 10FL
フェニトロチオン(10%)水溶剤	5～10 g	スミチオン水溶剤
フェニトロチオン(1.0%)浮遊粉剤	0.2～1.0 g/m ²	スミチオン フローティング粉剤
フェニトロチオン・フタルスリン(5/0.5%)乳剤	20 ml	スミチオン NP 乳剤
フェニトロチオン・フタルスリン(5/0.5%)フロアブル剤	20 ml	スミチオン NP・FL
フェニトロチオン・フタルスリン(5/0.5%)水溶剤	10 倍希釈液を 25～50 ml	スミチオン NP 水溶剤
フェニトロチオン・ジクロルボス(5/2%)乳剤	30 ml	スミチオン VP 乳剤
フェンチオン(5%)乳剤	20～40 ml	バイテックス乳剤
フェンチオン(5%)水性乳剤	20～40 ml	バイテックス水性乳剤
フェンチオン(5%)水溶剤	20～40 g	バイテックス水溶剤
フェンチオン(1%)浮遊剤	10 g	バイテックス浮遊剤
フェンチオン(5%)粒剤	20～50 g	バイテックス粒剤
フェンチオン発泡錠	4 錠	バイテックス発泡錠
フェンチオン・ジクロルボス(5/2%)乳剤	30 ml	バイテックス VP5/2 乳剤
フェンチオン・ジクロルボス(3/2%)乳剤	40 ml	バイテックス VP3/2 乳剤
フェンチオン・ジクロルボス(0.5/0.3%)油剤	5～10 ml	バイテックス VP 油剤
ダイアジノン(5%)乳剤	40 ml	ダイアジノン乳剤
ダイアジノン(5%)水性乳剤	40 ml	ダイアジノン水性乳剤
ダイアジノン(1.0%)粉剤	10 g/m ²	ダイアジノン粉剤
ダイアジノン・ジクロルボス(5/2%)乳剤	10～20 ml	ダイアジノン VP 乳剤
ダイアジノン・ジクロルボス(0.5/0.3%)油剤	5～10 ml	ダイアジノン VP 油剤
トリクロルホン(20%)水性乳剤	7.5～10 ml	ディプトレックス水性乳剤
トリクロルホン(2%)粉剤	10 g	ディプトレックス水性乳剤
ジクロルボス(5%)乳剤	40 ml	VP 乳剤
ジクロルボス(0.3%)油剤	停滞水域に 5～10 ml	VP 油剤
ピリダフェンチオン(10%)乳剤	40 ml	オフナック乳剤

ピリダフェンチオン・ジクロルボス(5/2%)乳剤	15～30 ml	オフナック VP 乳剤
ピリダフェンチオン・ジクロルボス(5/2%)乳剤	15～30ml	オフナック VP 乳剤
プロペタンホス(3%)乳剤	30～50 ml	サフロチン乳剤
プロペタンホス・ジクロルボス(3/2%)乳剤	30～40 ml	サフロチン VP 乳剤
プロペタンホス・ジクロルボス(0.3/0.2%)油剤	5～10 ml	サフロチン VP 油剤
昆虫成長制御剤		
メトブレン(10%)懸濁剤	a) 200 倍稀釈液を 1～2 L b) 500 倍希釈液を 1.25～2.5 L	アルトシッド 10F
ピリプロキシフェン(0.5%)粒剤	10 g	スミラブ粒剤
ピリプロキシフェン(0.5%)発泡粒剤	2～4 g	スミラブ発泡粒剤
ピリプロキシフェン発泡錠	a) 1～2 錠; b) 0.5～1 錠	スミラブ発泡錠
ジフルベンズロン(25%)水和剤	2～5 g	デミリン水和剤

a) 流水域：側溝、下水、池沼、水田などイエカ類を対象とする場合

b) 停滞水域：水槽、水溜まりのイエカ類やヤブカ類を対象とする場合

表 2 幼虫の化学的防除法

発生水域		種類	有効な製剤
小水域	空き缶、古タイヤ、竹の切り株、墓所の花受け、手水（ちょうず）、植木鉢の受け皿、雨水ますなど	ヒトスジシマカ トウゴウヤブカ ヤマトヤブカ	VP 油剤、スミチオン油剤、アベイト水和剤、スミチオン乳剤、バイテックス乳剤、バイテックス発泡錠、スミラブ粒剤など
中水域	防火用水、肥料溜、どぶ、下水、側溝、浄化槽、湧水槽など	アカイエカ チカイエカ オオクロヤブカ	アベイト水和剤、スミチオン乳剤、バイテックス乳剤、バイテックス発泡錠、スミラブ粒剤、スミラブ発泡錠、アルトシッド 10F、デミリン水和剤など
大水域	水田、沼、溜め池など	コガタアカイエカ シナハマダラカ	（経済性、作業効率などの理由により難防除）

表 3 蚊成虫防除用殺虫剤

製剤	用法	用量 /m ³	商品名
防疫剤			
ジクロルボス(3%)油剤	煙霧	3 ml/m ³	VP油剤
フェニトロチオン・ジクロルボス(0.5/0.2%)油剤	煙霧	2～3 ml	スミチオンVP油剤
フェンチオン・ジクロルボス(0.5/0.3%)油剤	煙霧	2～3 ml	バイテックスVP油剤
フェノトリン(10%)ULV(水性)乳剤	ULV	原液:1 ml 2倍希釈:2 ml	ULV乳剤S
ペルメトリン(5%)ULV(水性)乳剤	ULV	原液:1～1.5 ml 2倍希釈:2～3 ml	ULV乳剤E
スミスリン炭酸ガス製剤	ULV	1 g/m ³	ミラクンS
樹脂蒸散剤			
ジクロルボス(16～19%)樹脂蒸散剤	吊り下げ	1 個/25～30 m ³	殺虫プレート

5-3. 航空機における蚊の防除法

1999年に突然米国で流行したウエストナイル熱の病原体がどのように米国に侵入したかは不明であるが、感染した蚊が航空機でニューヨークに運ばれ、地域の野鳥を吸血して感染が広がった可能性が指摘されている。流行国と国境を接していない国あるいは流行国からの渡り鳥の飛来のない国への伝播経路として航空機は特に可能性が高く、わが国へWNVが新たに運ばれてくる経路としては重要である。Weekly Epidemiological Record、73(15): 109-110 (1998, WHO)により紹介された航空機における媒介昆虫駆除対策に関する方針を以下にまとめる。

The International Health Regulations (IHR) は、航空機における疾病媒介蚊の駆除について、駆除効果と安全性に配慮した駆除方法を定め実施するように勧告している。最近改訂された IHR の勧告は、1995年に開催された WHO の専門家会議（報告書は WHO /PCS /95.51）に基づくもので、航空業界各社と国の保健衛生部門の指針となることを目的としている。勧告は、航空機における継続的な昆虫駆除の必要性、駆除効果があり航空機運航に支障のない方法、駆除に推奨される化学物質を考慮したものである。この会議の結論は次の3点である。

1. 疾病媒介昆虫は航空機により世界中に輸送されうる。
2. 航空機における昆虫駆除で媒介昆虫による疾病の流行を抑えることが可能である。
3. 昆虫駆除法が適切に実施されるなら、人の健康や環境に害を与えるものではない。

勧告事項は以下の通りである。

1. 国際空港内およびその周辺における媒介昆虫と昆虫媒介性疾病に関して調査を行い、その改善がなされるべきである。

2. 昆虫駆除は、国際的な疾病流行情報に基づき、公衆衛生上問題となる媒介昆虫の輸送が現実的に起こりうる地域から到着する航空機に限って行われるべきである。
3. 昆虫駆除の指針において、ハロゲン化塩化フルオロカーボン類に関する国際規制に常に適合するよう、スプレー缶内の高圧ガスの種類に関して見直しが行われるべきである。
4. 航空機における昆虫駆除には3つの方法が効果的と考えられる。それらの概要を以下にまとめる。

- a) "Blocks away" : 旅客搭乗後で離陸前に客室内で殺虫剤スプレーを処理し、昆虫を即効的にノックダウンさせる。
- b) 搭乗前と着陸態勢直前の殺虫剤スプレー処理 : 前者は搭乗前に駐機内の乗員と乗客が立ち入るすべての空間を残留噴霧処理することで、後者は着陸直前に "blocks away" と同様な処理をする。
- c) 残留噴霧処理 : 航空機内の内壁面を対象にして定期的に残留噴霧処理をする。

本ガイドラインでは、上述の勧告事項を参考にし、実現の容易さをも考慮し、ウエストナイル熱の流行国を出発しわが国に到着する全ての旅客機と貨物機について、次の要領で航空機の昆虫駆除を行うことを推奨する。

(1) 旅客機内の即効処理 :

- ・ 昆虫駆除は流行国からの出発1時間前以内の旅客が搭乗する前に行う。
- ・ 1つの主搭乗口は開いたままでも良いが、それ以外の全ての搭乗口・搬入口を閉鎖する。
- ・ 全てのロッカー、乗員休息区域、荷物棚等は殺虫剤をスプレーする間は解放したままにする。
- ・ フロン11または12を含まない高圧ガスを用い、有効殺虫成分としてペルメトリン2%またはフェノトリン2%を含み、他の溶剤を含まないエアゾール剤でスプレーする。
- ・ 処理実施者は、秒あたり1歩または1列の客席を一定の速度で歩行しながら、スプレー缶のノズルを客席上部ロッカーに向けて噴霧する。
- ・ トイレと衣服ロッカーは2秒間、乗員休息区域とフライトデッキは3秒間処理する。
- ・ スプレー中とその終了後5分間は、機内の空調を止める。空気循環ファンは航空機操縦に不可欠である場合は駆動させても良いが、最小流速にとどめる。
- ・ 処理終了後、処理実施者は次の様式で処理報告書を作成する。

<i>I _____ (name of applicator) am employed by _____ (name of organization).</i> <i>On _____ (date) I disinfected _____ (registration of aircraft) in accordance with the applicable process procedures. Disinfection commenced at _____ (insert time in hours and minutes) and the airconditioning packs were turned off for a period of at least 5 minutes after spraying.</i> <i>I have used _____ (number or grams of cans).</i> _____ (Signature of Applicator)
--

- ・ 使用済みスプレー缶と処理に関する報告書は到着空港の検疫所に提出する。

(2) 旅客機と貨物機の残留噴霧処理：

- ・ 配膳区域を除く、乗員室、客室、貨物室の内壁面および車輪格納庫内面に対して定期的に殺虫剤の残留噴霧処理をする。
- ・ 処理法は WHO 推奨の方法と殺虫剤に準拠するものとし、8 週間毎に再処理を行う。
- ・ 処理内容（実施者名、事業主名、処理日、機体番号、処理面積、殺虫剤名、処理法、使用した殺虫剤有効成分量、次回処理予定日、実施者署名）を記した報告書を到着空港の検疫所に提出する。

5-4. 個人レベルで行う防御の方法

(1) 忌避剤

蚊、ブユ、サンバエ、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忌避剤が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。それらの中でジエチルトルアミド（商品名 DEET）は 1946 年に米軍により開発され、一般向けの忌避剤として 1957 年に登録された。現在でもこの化合物が忌避剤の有効成分として広く使われており、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。DEET はさまざまな有効成分濃度と剤型で市販されている。DEET はわずかに特異臭と粘性のある無色透明な液体で、汎用有機溶剤に可溶である。製剤には、アルコールをベースとする 1～30% エアゾール、ローション、クリーム等がある。蒸気圧が比較的高いために残効性に欠ける。この欠点を補うためにマイクロカプセル化して有効成分を徐放するタイプの製剤が近年市販されている。急性毒性 (LD₅₀) は、ラット経口 2、420 mg/kg (♀)、ウサギ経皮 4、223 mg/kg (♀)。DEET が皮膚から吸収された場合には、尿中に排出される。

吸血昆虫類は吸血源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攻撃をする。蚊が寄ってきた場合、気化した DEET 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処理して用いるが、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 0.1 g、膝下の部分には 0.2 g が必要である。DEET 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。

塗布の際の注意点：

- ・ 傷口、目、口の周りを避けて塗布する。
- ・ 外出を終えたら、塗布面を石けんを使って洗い流す。
- ・ 小児には、手で口をぬぐうことがあるため、手のひらに塗布しない。
- ・ 小児には大人が必ず塗布し、小児の手の届かないところに置く。

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。各種製剤の効果の持続性を評価することは難しいが、10% DEET 溶液のスプレーで1時間以内に効果が失われたという実験例もある。

DEET 製剤の中には、マイクロカプセル化した製品（T社パウダースプレー、DEET 6% 含有医薬部外品）、有効成分濃度を高めた製品（I社エアゾール、DEET 12% 含有医薬品）等のように、一回の処理で効果をより持続させたいときに有利な製品もある。また、ウェットティッシュタイプの製品（P社、DEET 7% 含有医薬部外品）は、少用量でも塗りむらがおきにくい特徴がある。

(2) 服装

外出する際は、皮膚が露出しないように、長袖シャツ、長ズボン、靴下を着用し、サンダル履きを避け、蚊に刺されにくい服装をする。また、夕方や夜間の散歩を避けることも、ヤブカ類やイエカ類の蚊に刺されないためには望ましい。

(3) 夜間の屋内での対策

- ・ 空調を用いて外部と遮断し窓を開けない。
- ・ 網戸を設ける。
- ・ 蚊取り線香、液体蚊取り、電気蚊取りを使用する。これらの殺虫剤の有効成分はピレスロイド系化合物であり、殺虫効力のほかにも蚊の室内への侵入に対して忌避効果があることが知られている。
- ・ 忌避剤や殺虫剤の使用を避けたい場合には、就寝時に蚊帳を用いる。

(4) 住居周辺での幼虫発生源対策

住居の周辺には、不用意に放置された人工的容器など蚊の発生源となる水たまりが多数存在する。このような発生源を除去することがヤブカ類の発生源対策に重要である。

MEMO

資料編

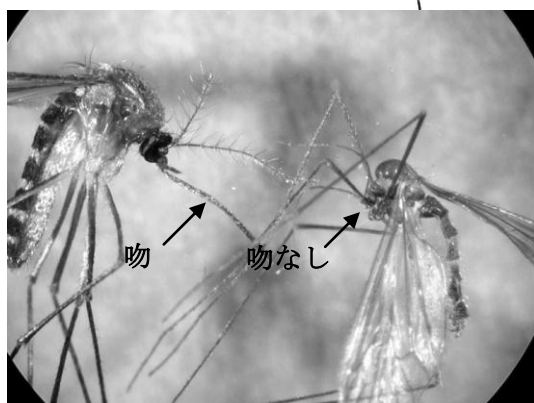
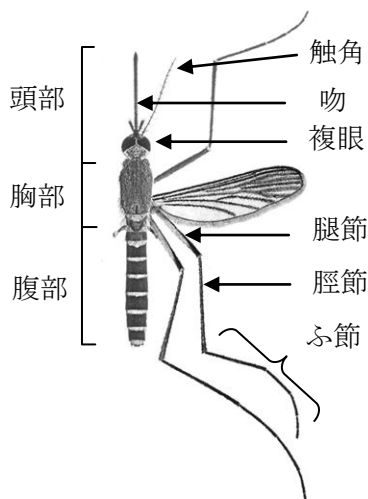
資料 1	蚊の生活史と調査法	24～35
資料 2	蚊の成虫および幼虫の同定	36～45
資料 3	蚊からのウィルス検出法	46～51
資料 4	殺虫剤感受性試験法	52～54
資料 5	殺虫剤抵抗性の発達とその対策	55～57
資料 6	調査結果記入法	58～59
資料 7	防除器具および保護具	60～63
資料 8	採集器具類の入手先および参考図書	64
資料 9	関連法人連絡先	65
資料 10	感染症および媒介蚊に関する関連情報サイト	66

資料 1

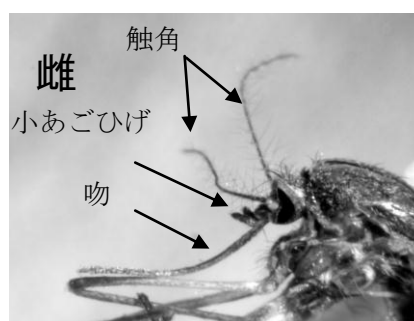
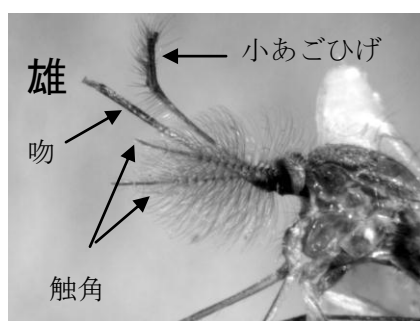
蚊の生活史と調査法

1-1. 蚊の体の構造と生活史

1-1-1. 体の構造—他の虫とどこが違うか? : 蚊は昆虫だから、成虫の体は頭部、胸部、腹部の3つに分かれている。頭部には複眼と吻、触角があり、胸部には3対の脚と1対の翅がある。腹部は節に分かれていて、各節は背板と腹板でできている。脚は付け根から順に腿節、脛節、ふ節の3部分に分かれている。蚊のいちばんの特徴は雌蚊が血を吸うことであるが、雌雄とも長い吻(口吻)を持っている。蚊の吻は脚に比べるととても丈夫で、とれたり折れたりすることはめったにない。採集した小さな虫の中から蚊を選び出すには、2枚の羽(翅)を持っていて頭部に針のように長い吻を持っている虫を集めればよい。



蚊の雄と雌: 雄は鳥の羽毛のように多数に枝分かれした触角を持っていて、雌の細い糸のような触角とは肉眼でも容易に区別できる。雄の小あごひげ(小顎髭、パルプ)は吻と同じ長さであるが、雌の小あごひげは吻よりも相当短い(ハマダラカは除く)。また、雄の腹部先端には交尾に使われるハの字型の交尾器があり、雌との違いを肉眼でも確認できる。雄は決して吸血しないから、腹部に血液を持つことはない。採集方法によって違いはあるが、一般に成虫採集では雌が採集されることが多い。



1-1-2. 生活史(いつ、どこで、なにをしているか):

(1) 羽化後: 羽化したばかりの成虫は体が柔らかく、発生場所周辺の植物や壁などにとまって体が硬くなるのを待つ。その後点々と休息場所を移動し、夏の温度では、羽化後約1~2日間で雄と交尾して性的にも成熟する。交尾した雌は体内にある受精嚢に精子を蓄えるので、生涯産卵する卵すべてを受精させるのに十分な数の精子を一回の交尾で受け取ることができる。雌や雄の主な栄養源は、花の蜜や果物の汁に含まれる糖分である。

(2) **昼間吸血性と夜間吸血性：** 吸血に来るのは雌のみである。羽化したばかりの雌は吸血には来ず、性的に成熟して初めて吸血のために飛来するようになる。吸血飛来する時刻によって、蚊の仲間を大きく2つに分けることができる。昼に吸血に来る昼間吸血性の種類と、夜に吸血に来る夜間吸血性の種類の2つである。いくつかの例外を除けば、ヒトスジシマカなどのヤブカ類は昼間吸血性であり、イエカ類とハマダラカ類は夜間吸血性である。

昼間吸血性の種類は日中いつでも吸血に来る。しかし、その吸血行動にははっきりした日周リズムがあり、一般に日の出前後の薄明から早朝にかけての数時間と、薄暮から日没後1～2時間の間に吸血活動が活発になるため、これらの時間帯に吸血に来る個体数が多い。公園でのジョギングや体操などは早朝や夕方に行われることが多く、その際に刺されるのは主にヤブカである。ヤブカ類の吸血行動は“待ち伏せ型”で、潜伏場所に潜んで吸血源となる動物がその近くを通りかかるのを待っている。動物が来るとその後を追いかけて、周囲を飛び回りながらチャンスをうかがい吸血する。吸血に失敗するとその周辺の植物の葉陰などに潜伏して次の機会を待つ。待ち続けても吸血源となる適当な動物が来なければ、短い飛翔を行って別の潜伏場所に移動する。このような短距離の移動を繰り返して、いくつかの潜伏場所を点々と渡り歩いていると思われる。ヒトスジシマカの場合、潜伏場所から4～5mの距離に人が近づくと、人の接近に気付いて吸血のために飛来する。一ヶ所にとどまってヤブカを採集し続けると、初めの約10分間はつぎつぎと蚊が来るが、20分も経つとほとんど蚊が来なくなる。これは人が立っている周囲4～5mの距離に潜んでいたヤブカがほとんどすべて吸血に来てしまったためだと考えられる。人を吸血に来る蚊を採集する方法（人おとり法）によってヤブカを捕集するには、一ヶ所で長時間採集するよりも、10～15分ほど採集したら、別の場所に移動し、複数の採集場所で採集を繰り返す方がはるかに多くの成虫を捕獲できる。

一方、夜間吸血性の種類は日没前の薄暮時期から飛翔活動が始まり、昼間の潜伏場所から飛び立つ。その後数百メートルから数キロの範囲を飛び回り、吸血源の動物を探す。夜間吸血性の種の吸血行動は“探索型”で、探索飛翔の過程で動物や動物の休息場所から発散される臭いや二酸化炭素などの刺激に出会うと、その濃度勾配を利用して動物までたどりつくことができる。吸血源が牛や馬、豚などの大型動物の場合は、蚊は15～20mの距離からその動物の存在を知ることができると言われている。しかし、探索型の種類であってもその飛翔力はそれ程強くはないので、その探索飛翔は風に強く影響される。風が強いと吹き飛ばされて、木立で囲まれた空間や建物の陰など“風裏”の場所に吹き寄せられる。成虫採集のためのトラップ（罠）はこのような場所に設置すると、効率よく捕獲できる。

(3) **屋内吸血性と屋外吸血性：** 蚊を吸血のために屋内にも入り込む種類（屋内吸血性）ともっぱら屋外で吸血する種類（屋外吸血性）とに分けることができる。屋内吸血性の種類としては、アカイエカやチカイエカ、ネッタイエカが代表である。これら以外の種類は家の構造や周囲の状況によって屋内に侵入することもあるが、多くの場合が屋外吸血性である。ヒトスジシマカは屋内でも屋外でも吸血に来るが、吸血のために飛来する個体数は屋外の方がはるかに多く屋外吸血性といえる。屋内で吸血するかどうかは、蚊に刺されるのを防いだり、成虫対策を行ううえで最も考慮すべき性質である。

(4) 吸血後産卵まで： 満腹するまで吸血すると、吸血によって体重は倍以上に重くなる。そのため、吸血した動物から離れると、まず近くの植物や壁にとまって休息する。アカイエカやチカイエカなどわが国の屋内吸血性の種は、吸血後も屋内の壁や家具の隙間などに潜んで胃内の血液を消化し、卵巣を発育させる（屋内休息性）。安全な休息場所で吸血後1日経過すると血液の消化が進み、普通に飛ぶことができるようになる。吸血量が少ない場合には、翌日あるいは翌々日に再度吸血する場合もある。十分吸血した雌は血液から得られた養分を使って卵の形成を始める。蚊の卵巣は卵巣小管と呼ばれる細い管が100～200本集まってできており、腹部の左右に一对ある。吸血すると一本の卵巣小管が一つずつ卵を作るので、一回の吸血によって作られる卵の数は卵巣小管の総数にほぼ等しい。卵巣小管の数は同じ種の蚊であっても一定ではなく、大きい個体ほど数が多い。卵母細胞が卵黄を蓄積して完成卵になるには、25～30℃の温度条件で約3日を要する。この間雌は安全な休息場所を転々と移動するが、吸血に来ることはほとんどない。

(5) 産卵： 卵巣が成熟すると産卵場所へ移動し産卵する。雌が水面に浮かんで直接産下する種類と水面に接した壁面や湿った落ち葉などに卵を産み付ける種類とがある。ヒトスジシマカ、ヤマダシマカ、ヤマトヤブカ、トウゴウヤブカなどヤブカ類は数～数十個の卵を壁面に一個ずつ産み付ける。これに対して、アカイエカ、チカイエカ、ネッタイエカなどイエカ類は、数百卵を塊として水面に産む。シナハマダラカなどハマダラカ類は数十～百数十卵を水面にばらばらに産み落とす。

(6) 産卵場所／幼虫発生場所： どういう産卵場所を選ぶかは種によってほぼ決まっている。

種 類	主要発生場所
アカイエカ <i>Culex pipiens pallens</i> チカイエカ <i>Cx. pipiens molestus</i> ネッタイエカ <i>Cx. pipiens quinquefasciatus</i>	污水溜・下水溝・污水槽・湧水槽、浄化槽
コガタアカイエカ <i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	水田・用水路・沼
ヒトスジシマカ <i>Aedes albopictus</i>	小型人工容器・墓石のくぼみ・雨水マス
ヤマダシマカ <i>Ae. flavopictus</i>	竹切り株・樹洞・墓石のくぼみ
キンイロヤブカ <i>Ae. vexans nipponii</i>	湿地・水田
ヤマトヤブカ <i>Ochlerotatus japonicus</i>	墓石のくぼみ・岩のくぼみ・樹洞
オオクロヤブカ <i>Armigeres subalbatus</i>	竹切り株・肥料溜
シナハマダラカ <i>Anopheles sinensis</i>	水田・湿地・用水路
セスジヤブカ <i>Ochlerotatus dorsalis</i>	汽水性湿地

上に表示した発生場所はあくまで主要なものであって、早春や晩秋のように主要な発生場所が少ない季節にはこれとは異なる水域にも発生する。例えば、水田に発生する種類であ

っても、水田の水がなくなれば周囲にある廃棄されたバスタブや放置されたバケツの溜まり水などに幼虫が発生する。また、ヒトスジシマカなどは、廃棄物、工事用シートのくぼみなどあらゆる小容量の水溜まりが発生源となる。

(7) **再吸血：** 産卵を終えると雌の吸血欲は高まり、その日のうちに再吸血のための活動が始まる。雌成虫は一生のうちに吸血・産卵を何度か繰り返す。

(8) **感染蚊：** WNV に対して感受性の蚊が WNV に感染した野鳥から吸血すると、WNV が蚊の体内に侵入し増殖する。10 日から 2 週間ほど経過するとウイルスが蚊の唾液腺に達する。この状態の蚊を感染蚊（感染可能な蚊）といい、人を含む動物が感染蚊に吸血されると唾液と一緒にウイルスが注入される。

1-2. 調査方法

1-2-1. 成虫調査法

成虫の採集には捕虫網を用いたスウィーピング法、蚊帳を用いた蚊帳トラップ法、窓に取り付けて侵入蚊を捕集するウインドウトラップ法など種々の方法が考案されているが、簡便さを考慮して、ライトトラップあるいはドライアイストラップによる採集を薦める。

蚊からの WNV 検出や蚊の発生状況調査には、一ヶ所で多数の蚊を採集するよりも対象地域内にある住宅地や公園、神社、寺、遊園地など人が蚊に刺される可能性の高い場所の複数ヶ所で採集することが望ましい。そのためには乾電池電源で豆電球を用いたライトトラップとドライアイスの組み合わせたもの（CDC 型）とブラックライトを使用した市販のものがある。

(1) **ライトトラップ／ドライアイストラップによる成虫採集の仕組み：** いずれも吸血活動中の成虫がある種の刺激に誘引される性質を利用している。夜間吸血活動する蚊の成虫は、一般に光に対して集まる習性がある。この性質を利用して、光源に集まる成虫を小型の掃除機のような吸引機で捕獲するのがライトトラップである。また、成虫が CO₂ ガスに誘引される性質を利用して、ドライアイスから発生する CO₂ ガスに集まってきた成虫を吸引機によって採集するのが、ドライアイストラップである。

a. **光源の種類：** 光源には紫外線ランプや蛍光灯、豆電球などが使われる。紫外線ランプや蛍光灯（ブラックライト）は、比較的遠くからでも成虫を誘引すると考えられている。紫外線は波長が短く、誘引力が強いが、現在市販されている機種がない。これに対して、豆電球は明るさが弱いため誘引力も弱い。しかし、蛍光灯は交流電源や大型の電池を必要とするので設置場所が制限されるのに対して、豆電球は消費電力が小さく乾電池を使えるのでどこにでも設置できる利点がある。また、光を利用したトラップは蚊以外にも蛾や甲虫類などを誘引するため、これらの昆虫によって採集された蚊が傷つけられたり、採集サンプルの仕分けに時間がかかるという欠点がある。大きな甲虫が捕獲されないように、トラップの上面を金網（メッシュサイズ 1 cm 四方形）などで覆うとよい。

b. **ドライアイスの使用法：** ドライアイスは、500 g～1 kg の塊を新聞紙などで包んで発泡スチロールの箱に入れ、ひもをかけて吸引機の近くにぶらさげる。真夏であっても、500 g あれば 12 時間、1 kg あれば 24 時間は微量な CO₂ ガスを出し続けることができる。

ライトトラップの脇にぶら下げれば光と CO₂ ガスの両方を誘引源として使えるので、両者を併用することが望ましい。

c. **吸引機の種類**： 誘引された蚊の吸引・捕獲方法には、吸引された虫を捕獲する捕虫かごが回転しているファンの手前にある型とファンの後に網がある型の2種類がある。虫がファンを通過する際に体が傷つけられたり腹部が切断されたりするため、ファンを通過しないで捕虫される型の方が傷みが少なく同定しやすいサンプルが得られる。しかしながら、ファンの手前に捕虫かごが位置するので、吸引力が弱く捕獲される数は少なくなる。

d. **電源**： トラップの電源には、交流電源と乾電池の2種類がある。交流電源は誘引力の強い紫外線ランプや強力な吸引機を使えるなどの利点がある反面、設置場所が制限される。乾電池は使用電力が小さいので強力なトラップには使えないが、設置場所を制限されずコンパクトで設置しやすいという利点がある。

e. **設置場所**： トラップ採集では設置場所の選定が最も重要である。蚊が誘引されやすく、捕獲されやすい場所を選ぶのが原則である。捕獲結果がもっとも影響されるのは風当たりの強さである。常に風が吹きつける場所は避け、むしろ強い風の当たらない場所がよい。しかし、四方を囲まれた場所はトラップの光りが遮られ遠くまで届かないのでよくない。少なくとも一方が開けた場所に面しており、風当たりの弱い軒先や木の枝などがよい。高さは胸より上、地上から約 1.2m～2m。軒先に設置する場合は、屋根から落ちる雫などにも注意する。牛舎や豚舎、鶏舎などの動物舎に近い場所では、採集される種類に偏りが出るのでどちらかといえば好ましくない。動物舎に設置する場合は、これら以外の場所にもトラップを設置するほうがよい。緑の多い公園や植え込みの多い住宅街のように、成虫の潜伏場所がある場所を採集地とするのがよい。ただし、トラップは1晩または1昼夜放置するので盗難やいたずらにも注意する必要がある。

f. **設置時刻**： 設置する時刻は夜間吸血性の種類を対象にする場合は夕方、昼間吸血性の種類を対象にする場合は早朝というように目的によって異なる。WNV が多くの種類の蚊によって媒介される可能性があることと、調査者の勤務時間を考慮すると、午前中に 1kg のドライアイスとともにトラップを設置し、翌日まで 24 時間設置するのがよいと思われる。採集日の気象条件の違いを考慮して、できれば数日連続して採集するとよい。

g. **設置個数**： 採集地 1 ヶ所あたり複数のトラップを設置するのが望ましい。

h. **天候**： 強い雨あるいは強風 (2～3m/秒) の日は避ける。梅雨時の弱い雨程度であればさほど問題はないが、捕集網が雨でぬれる構造のトラップは避ける。

i. **採集された蚊の回収と同定までの保管上の注意**： 採集された蚊は同定のために殺すまで、できるだけ痛まないように保管する。網製の捕獲トラップの場合、トラップから回収後、ケージの口を縛ってそのままにしておくと乾燥のために死亡する個体が多くなる。また、生きている個体は布の隙間を歩き回って、体表の鱗や体毛がこすり落とされ同定が困難になる。したがって、できるだけ早く殺して同定に供するか、車で移動するなど同定するまでの間は網製のトラップを保冷ボックスに保管すると、昆虫類の運動性が低下するのでよい。また金属製のケージ (大きさ 20cm 立方形度) に移して濡らした新聞紙や濡れタオルなどで包んで湿気を保ち、乾燥による死亡とサンプルの損傷を防ぐことも可能であるが、現地での作業は複雑となる。紫外線ランプで甲虫類と一緒に捕獲されている場合は、できるだけ早く不要な虫を取り除き、蚊だけを枠つきのケージに移して損傷を防ぐ。

j. ライトトラップによる採集結果の例：

ライトトラップで採集される蚊の種類構成は、採集地周辺の環境によって異なる。水田地帯では水田発生のコガタアカイエカやシナハマダラカの構成割合が高く、都市部ではアカイエカやヒトスジシマカの構成割合が高くなる。

環境が異なる地域におけるライトトラップによる蚊採集数の比較

	水田地帯			都市部			
	埼玉県富士見市	富山県黒部市	富山市	神奈川県川崎市	長崎県長崎市		
種 類	♀	♀	♀	♂	♀	♂	♀
コガタアカイエカ	3,476	1,954	52,436	2	10	19	15
シナハマダラカ	670	0	0	0	0	0	0
アカイエカ	129	91	310	179	247	5	9
ヒトスジシマカ	—	0	0	16	12	10	30
オオクロヤブカ	—	0	0	0	1	26	5
ヤマトヤブカ	—	0	0	0	0	1	5
その他	17	0	0	0	4	0	2
調査年	1999	1999		2001		1999	
調査頻度・期間	週 1-2 回、5 月下旬－10 月上旬	週 1 回、6 月中旬－9 月末		週 1 回、4 月上旬－11 月下旬		週 1 回、4 月－11 月	
	浦辺研一他 埼玉衛研年報 34 号	渡辺 護 富山衛研年報 23 号		佐藤英毅 川崎市衛研年報 37 号		津田良夫 未発表	

(2) 成熟卵保有雌用トラップ (Gravid trap)： イエカ類は産卵場所の選択に際して、水中の化学物質に誘引されることが知られている。この習性を利用して、容器の水面に産卵に来た成虫を吸引機で捕獲するトラップである。このトラップの利点は、産卵にくる雌を対象としているので、少なくとも一回は吸血したことがある雌を捕獲できる点にあり、アルボウイルス等の病原体の検出効率が高い。これに対してライトトラップやドライアイストラップでは初めて吸血にくる成虫も捕獲される。初めて吸血にくる成虫が WNV を持っていないのは明らかであるから、WNV の検出のためには吸血経験のある雌のみを採集できる Gravid trap を用いる方がよい。しかし、このトラップで採集できる種類が限られることや、トラップ自体が大きいこと、トラップ設置環境によっては捕集率が低いことなどから、イエカ以外の蚊のモニタリングには不向きかもしれない。

蚊成虫の密度調査法には上述したライトトラップ、ドライアイストラップ、成熟卵保有雌トラップ以外に、捕虫網によるすくい取り採集、蚊帳を用いた罠（おとり）トラップ、ウインドウトラップ、粘着トラップなどがある。これらの詳細について知りたい場合は、資料 8 の参考図書を参照されたい。ただし、粘着トラップは下水溝のように立ち入ることの難しい小さな空間を対象にした成虫調査には有効な方法であるので、以下に解説を加える。

(3) 粘着トラップ

蚊の成虫を捕獲し、発生状況を調査するために使用する器具。蚊専用はないので、ハエ用、ゴキブリ用、飛翔昆虫用の各種製品を使う。

a. 設置場所

一般家屋では発生源は家屋の周囲、庭にあるので、雨に濡れないように付近の軒下に吊り下げる。ヤブカ類は昼間、イエカ類は夕方から夜間にかけて活動するので、数日間設置し、1日当たりの捕獲数で比較する。ビルの地下水槽や浄化槽のマンホールなど閉鎖された空間では、蓋の内側に粘着トラップ（10×20cm程度の粘着面を持つシート）を吊す。

b. 粘着トラップの種類

①ハエとりリボン

カモ井ハエとりリボン 小売価格：390 円



②ゴキブリトラップ



シマダ商事株式会社
サイズ 204×92 (mm)



エイケン株式会社



アース製薬株式会社
小売価格：5セット 500 円

③ミラートラップ

沖縄農業試験場で考案されたミラートラップは、3号缶(直径75mm 高さ110mm)にMSハエトリ粘着スプレー（株）ニッソーグリーン）を吹き付けたもので、庭先の雨が掛からない場所に杭を立て、缶を逆さに挿して数か所設置する。

④粘着式捕虫機

壁掛け、吊下げ、縦置き、横置きの4通りの設置方法が選べる。飛翔昆虫が好む365mmの光線で虫を誘引し、捕虫紙で捕える。

小型捕虫器（ムシボン）MP-600

FL6 BL 1灯（6W）112×92×296mm 880g AC100V 50/60Hz

電源コード（2m）ロータリー式電源スイッチ捕虫紙S-6 1個

吊下げ金具 1組メーカー希望小売価格：17,500 円

捕虫紙S-6（5個入） 価格：2800 円



1-2-2. 幼虫調査

幼虫発生源の特定と発生量の評価： 我が国で蚊を防除するために殺虫剤を広範囲にわたって散布することは、人体や環境への影響を考えるとかなり難しい。そのため、成虫を対象にした住宅地での殺虫剤散布や幼虫対策のための水田への殺虫剤散布は、緊急時以外は実施が難しい。蚊の発生量を抑えるために通常実施する対策は、中・小規模な幼虫発生源を対象としたものとならざるをえない。

幼虫の発生源は多種多様であり、また同じ場所の水域であっても季節の変化にともなって、水質や生物群集の種類構成も変化するので、常に同じ種類の幼虫が発生しているとは限らない。そこで、成虫調査と平行して、予め指定した地域の幼虫発生源調査を実施する必要がある。幼虫対策のターゲットを知るための調査であるから、どこにどんな種類が発生しているかだけでなく、どれくらい発生しているか（発生数）を評価しておかねばならない。効率よく幼虫対策を行うには、幼虫発生の中心となっている水域（主要発生源）を的確に防除せねばならないからである。

成虫採集結果と幼虫発生状況の対応関係： 幼虫発生源調査が正確であれば、成虫採集結果と幼虫発生状況の間にははっきりした対応関係が見られる。成虫の飛翔距離はヤブカの場合数十から数百m、ハマダラカやイエカ類は数 km である。成虫採集場所の周囲 1～2 km の範囲内にある発生源を考慮して成虫の採集結果を検討する。多数の成虫が採集されるにもかかわらずその種類の幼虫の発生源が見つからない場合は、幼虫発生源調査が不十分であることを意味している。成虫採集結果との対応関係に注意することで、未発見の幼虫発生場所の有無をある程度推測できる。

(1) **一般的定量採集法：** 幼虫発生量の多少を相互に比較するには、採集単位当たりの幼虫数（生息密度）で表す定量採集を実施する。採集単位には、単位面積、単位体積あるいは単位時間などがある。例えば、水田や池など大きな水域に発生する幼虫の場合、柄杓（直径 12～13cm）を用いて、柄杓 10 杯当たりあるいは 20 杯当たりの採集幼虫数を用いる。竹の切り株や墓の花立てや古タイヤのように、小さい水域で発生している幼虫すべてを採集することが難しい場合は、小型のカップやサイホンを用いて一定量の水を取り出して 50ml あるいは 100ml 当たりの幼虫数をカウントする方法もある。中程度の大きさであるが水深が浅すぎて柄杓が使えないような場合は、5-10ml のピペットを用いた時間当たり採集数を用いることもある。また、ビン、カン、廃棄された機械のフレームのように発生源の発見が困難な場所では、一定時間一人当たり（例えば 20 分あるいは 30 分）で見つけだされる発生場所の数とそれぞれの発生場所における採集数を用いることもある。柄杓採集の杯数やサンプリングする水量、時間当たり採集の単位時間は幼虫の発生密度に応じて変更する必要がある。発生初期には発生密度が低いので、杯数や水量は多く、調査の単位時間も長くする。しかし、発生密度が高く多数の幼虫が採集される場合は、杯数や水量を少なく、調査の単位時間は短くしないと同定などの処理に多くの時間を割かねばならなくなる。

大きな水域（水田や池、排水溝など）で柄杓によって幼虫を採集する場合、水面の浮遊物の周囲や岸辺の壁際、植物の根際などが採集のポイントである。

ある場所の幼虫発生量を把握するには、生息密度だけでなく発生場所の大きさ、あるいは

は数も合わせて調べておく。池なら直径何 m ぐらいか、水田であれば縦横何 m ぐらいか、古タイヤや竹の切り株ならばおおよその数がわからないと、その地域から発生する成虫量の多少を評価できない。発生源ごとに調査方法と記録すべき内容を以下にまとめて示した。

発生源	生息密度	発生源の大きさ	地域全体
水田	単位柄杓当たり幼虫数	□m×□m	枚数
池	単位柄杓当たり幼虫数	直径□m	個数
墓の花立て	50ml 当たり幼虫数	全体容量□ml	花立ての総数
人工容器	20 分当たり、発見数と一個当たり幼虫数	20 分間に調査した面積	調査対象地全体の面積
地表の水溜	ピペットによる 10 分間当たり幼虫採集数	10 分間に調べた面積と水溜まり全体の面積	水溜まりの数

幼虫数の記録法：採集された幼虫の数は正確にカウントして記録するのが原則である。しかし、蚊の種類あるいは状況によって非常に多数の幼虫が発生する場合がある。その場合、柄杓二分の一、あるいは四分の一当たりの個体数をカウントして記録する。また、防除のための事前調査のように、幼虫密度の高い水域を対象として複数箇所で調査する必要がある場合は簡便法として、予め幼虫数をランク分けしておき、ランクを記録するのが実際である。例えば、0匹＝－、1～9匹＝＋、10～99匹＝++、100匹以上＝+++のように決めておき、－と＋の数で発生密度を記録する。

発生源のマッピング： 調査対象地域にどのような発生源がどれくらいあるかは、都市部や住宅地、農村部などによって大きく異なる。調べた水域が調査地域のどこにあるかを、1/10,000 あるいは 1/25,000 の地図上に記録する。蚊および発生源の種類によって色を変えると、地域全体の発生源の把握が容易になる。幼虫が採集されなくても、水があつて幼虫の発生が予想される場所はすべて地図に記録し、複数回の調査を実施して実態を正確に把握しておくのが望ましい。発生源の位置に加えて、成虫採集地点も合わせて地図上に記録しておく。

(2) 都市部におけるヤブカの発生状況調査：

都市域・住宅地ではヤブカ調査では、独特の定量調査法が提唱されている。ある地域、あるいはある集落のヤブカの発生可能な人工容器（水がめ、ドラム缶、ビン、缶、貯水タンク、花瓶、古タイヤなど）を観察し、下記の結果が得られたとする。

調査家屋数 : n 戸

ヤブカの発生が認められた家屋数 : a 戸

ヤブカが発見された容器数 : x 個

ヤブカが発見されなかった容器数 : y 個

これらの値から、次のような指数が計算される。

ブレトール指数 (Breteau Index) $B = x / n \times 100$

ハウス指数 (House Index) $H = a / n \times 100$

コンテナ指数 (Container Index) $C = x / (x + y) \times 100$

ブレート指数は、調査した家の100戸あたり何個の容器にヤブカが発生していたかとい

うことを示す指数である。ハウス指数は、ヤブカ幼虫が発生していた家の割合を示し、その地域にどの程度広くヤブカが分布しているかを知ることができる。しかし、この指数では、家にいくつの発生容器があるのかが考慮されていないので、ヤブカの発生量の指数とはなり難い。コンテナ指数は、発生可能な人工容器の何%が発生源になっているかを示すもので、ヤブカがもしどの家にも同じ程度に発生していれば、その地域の発生状況を把握することは可能である。しかし、ある特定の家に偏って発生するような場合、コンテナ指数は低い特定の家では問題が生じる。以上、それぞれの指数には一長一短あるが、いずれかを選ぶとすればプレート指数であろう。

(3) オビトラップ調査法： 蚊の産卵場所になるような人工容器（オビトラップ）を設置して、産卵された卵数や発生する幼虫数を調べることによって、その地域の発生状況を評価する方法である。また、検疫所などで新たに侵入する危険性のある蚊の侵入を監視するためにも使われる。ヤブカのように小さい人工容器に発生する種類の調査に使われることが多いが、ビニールシートなどを利用して水溜りを作り、森林内の水溜りに発生する蚊の調査に使われることもある。

a. **設置方法：** オビトラップ調査でもっとも注意を要する点は、容器の設置方法である。広い範囲を対象とするときには、周囲の状況に応じていくつかのエリア（住宅地、公園、学校など）に分け、各エリア内に万遍なくトラップを設置する。

b. **設置する高さ：** 容器は直接地面に置くのが望ましい。多くの場合トラップの設置位置が高くなると、産卵数は少なくなる傾向がある。ただし、場所によっては地面に置くことが難しいことがある。公園のように幼児が遊ぶ場所や、野良猫やカラスがいてトラップを地面に設置するとひっくり返されたり紛失する危険があるところでは、木やフェンスなどを利用して1～1.5 m 程度の高さに釘や針金によってトラップを固定する。

c. **周囲の環境：** 直射日光が常に当たる場所や、風当たりの強い場所は避ける。茂みの中のようにトラップのまわりが囲まれてしまうような場所もよくない。鉢植えの観葉植物を置くような場所がよい。林に設置する場合は、林の内部よりも周辺部（林縁）がよい。

d. **調査間隔：** 多くの幼虫は、春なら3～4週間、夏なら1～2週間で成虫まで発育する。トラップを置いたままにする場合、発生した幼虫を羽化するまでに取り除かねばならないので、調査間隔は1週間以内がよい。

e. **容器の種類と大きさ：** 口径12～15 cm、深さ15～20 cm（植木鉢ぐらいの大きさ）、青、緑、茶など暗色のプラスチック容器がよい。木などに固定する場合は小さめ（口径7～8 cm、深さ12～13 cm）がよい。上端から約3 cmの位置に直径5 mm程度の穴をひとつ開けて、降雨で増水したときには徐々に水が流れ出るようにしておく。

f. **幼虫の採集と保存：** 20×30×7 cmほどのバットにトラップの内容物を出し、ピペットで幼虫を拾い出す。幼虫が多数発生している場合は、内容物を茶漉しで集めると便利である。トラップの水は交換せず、水量が少ないときには追加する。落ち葉などが多数入っているときには取り除く。場所によっては虫や小動物の死骸で水質が極端に悪くなることもある。この場合は水を更新する。採集した幼虫はトラップごとに小容器に集めラベルをつける。幼虫で種の同定を行う場合には、小容器に幼虫を集めた後水量を減らし、約70%の濃度になるようにアルコールを加えて保存する。

1-2-3. 蚊の発生源

川や用水路など流れのある水域には幼虫はあまり発生しない。発生源と代表的発生種の例を写真で示す。



古タイヤ（ヒトスジシマカ）



廃棄されたバスタブ、バケツ（アカイエカ、ヒトスジシマカ）



放置されたタライ（アカイエカ、ヒトスジシマカ）



岩のくぼみにできる水溜（ヤマトヤブカ）



樹洞（キンパラナガハシカ、ヤマトヤブカ、ヒトスジシマカ）



廃棄された機械類（ヒトスジシマカ、ヤマトヤブカ）



墓地に多い発生源(石鉢:ヒトスジシマカ)



墓地に多い発生源(水がめ:ヒトスジシマカ、ヤマトヤブカ)



竹の切り株(ヒトスジシマカ、オオクロヤブカ)



汚水溜(オオクロヤブカ、アカイエカ)



水田(シナハマダラカ、コガタアカイエカ)



畑周辺の水溜(アカイエカ)

資料 2

蚊の成虫および幼虫の同定

我が国には約 130 種類（亜種を含む）の蚊が生息している。ここではこれらすべてを同定することを目的とはしていない。むしろ人家周辺や公園、里山など、一般市民が日常生活で訪れる機会が多く蚊との接触が予想されるような場所を想定し、そこで採集されと思われる 16 種類を選んだ（下表、北海道や沖縄では少し異なる）。人に WNV を橋渡しするのは野鳥と人の両方を吸血する蚊であることを考慮すると、これら 16 種類（亜種を含む）の中で媒介蚊として注意すべき蚊は下表で丸印を付した 11 種類である。この中でアカイエカ・チカイエカ・ネッタイイエカは種類を区別することが困難であるので、ひとまとめにして扱った。これら 3 種の主要発生源は排水溝や汚水溜であり、ひとまとめに扱っても幼虫発生源対策を実施する上で問題にはならない。

和 名	一般的な発生状況
1 ○ アカイエカ	都市部で最も普通にみられる。
2 ○ チカイエカ	都市部のビル街に多い。
3 ○ ネッタイイエカ	南日本のみに分布する。
4 ○ ヒトスジシマカ	東北地方の一部および関東以西の平野部に最も普通にみられる。
5 ○ コガタアカイエカ	水田から大量に発生する。
6 ○ ヤマダシマカ	ヒトスジシマカと似た生態的特徴を持つが、発生は少なく分布も限られる。
7 ○ キンイロヤブカ	局地的に多数発生することがある。
8 ○ ヤマトヤブカ	林に普通にみられる。
9 ○ オオクロヤブカ	局地的に多数発生することがある。
10 ○ シナハマダラカ	水田・湿地から多数発生する。
11 ○ セスジヤブカ	局地的に多数発生することがある。
12 カラツイエカ	水田・湿地から発生する。
13 ヨツホシイエカ	南日本のみに分布する。
14 トウゴウヤブカ	海岸にふつうにみられる。
15 アシマダラヌマカ	局地的に多数発生することがある。
16 キンパラナガハシカ	林に普通にみられる。

○WNV 媒介蚊として注意すべき種類

(1) 蚊の殺し方： 採集された成虫は種類を同定し、各種とも雌雄別の数を調べた後、雌成虫は体内にウイルスを持っているかどうかの検査に用いられる。ウイルス検出のためには、採集された成虫を冷凍庫に数十分間保管して低温で殺すのがよい。冷凍庫が利用できない場合は、クロロフォルムで 1～2 分間麻酔した後、氷で冷やしたシャーレ上に成虫をおいて同定するのがよい。

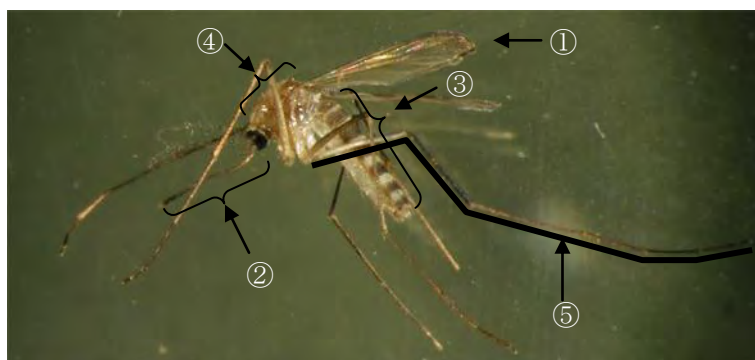
採集した幼虫は小容器に集めた後水量を減らし、約 70%の濃度になるようにアルコールを加えて幼虫を殺し、そのまま保存する。

(2) 必要な器具と同定手順： 成虫の同定には実体顕微鏡（10～40 倍程度、倍率可変型が望ましい）を用いる。幼虫の同定には実体顕微鏡と光学顕微鏡（最高 400 倍程度）の両方が必要である。採集した成虫は冷凍庫で殺す、あるいはクロロフォルムで麻酔した後、10 匹程度を直径 9cm ほどのシャーレに入れて手早く種類を分けていく。先端の鋭利なピンセットを少なくとも 2 本準備する。感染蚊検査のために、同定した成虫は種類ごとに 1.5 ml のマイクロチューブに入れる。クロロフォルムで麻酔して同定する場合は、マイクロチューブは氷の中に立てておき、麻酔した成虫が動き出さないように低温条件に保つ。各検査での検出感度を考慮して、最大でも 50 匹／チューブとする。

幼虫の同定では、できるだけ大きな幼虫（4 令幼虫、体長 0.7～1.2 cm）を使う。殺した幼虫をスライドガラス上に腹這いに乗せ、頭の向きをそろえて互いがくっつき合わないよう注意して横に並べていく。同じ発生源から採集された幼虫は一枚のスライドガラスに乗せるようにすると、サンプルを混同する恐れがない。

2-1. 成虫の同定

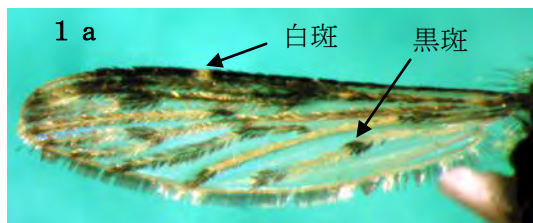
観察する部位： 成虫の同定では、翅（写真①）、吻②、腹部背面③、胸部背面と側面④、および後脚⑤が示す特徴を観察し、これらの特徴の組み合わせによって種類を決定する。



雌成虫の同定のための検索表：

1. 翅の特徴

1a: 白鱗と黒鱗の両方があり、はっきりした白斑がある。-----→小あごひげの長さを見る。

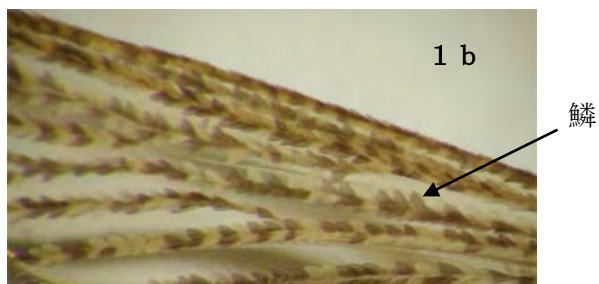


小あごひげの長さ

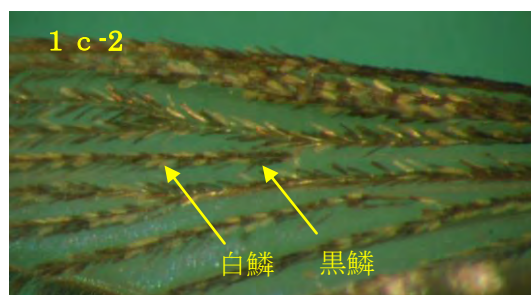
1a-1 小あごひげは吻とほぼ同じ長さ---→ハマダラカのなかま（シナハマダラカ）

1a-2 小あごひげは吻より短い-----→その他の蚊（この検索表では同定不能）

1 b : 幅広で非対称型の鱗が交互に並ぶ。-----→アシマダラヌマカ



1 c : 同じ形状の黒鱗のみ (1c-1) または、
同じ形の白鱗が斑を成さずにまばらに混じる(1c-2)。-----→2. 吻の特徴へ



2. 吻の特徴

2 a : 下方に緩やかに曲がっている。黒色で大型。-----→オオクロヤブカ

2 b : 吻は著しく長い。金属光沢を持ち腹面は黄金色。-----→キンパラナガハシカ



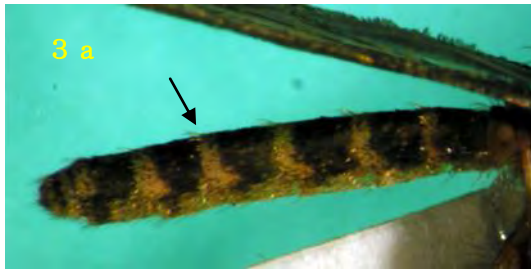
2 c : 吻に白い帯状の斑紋（白帯）がある。---→イエカのなかま：3. 腹部・脚の特徴へ



2 d : 吻は真直ぐで白帯がない。-----→4. 胸部背面の特徴へ

3. 腹部・脚の特徴

3 a : 腹部横白帯は背板の先端につく。翅に白鱗が混じる。-----→カラツイエカ

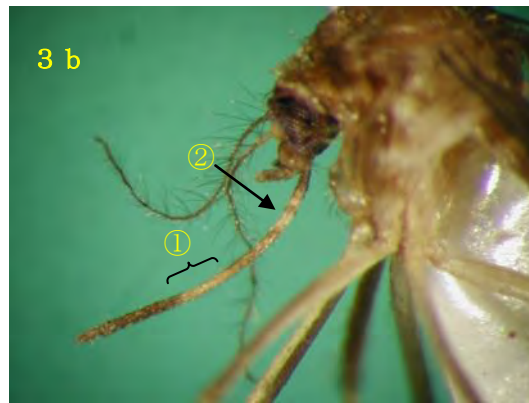


翅に白鱗が混じらない。-----→その他の蚊（ここでは同定不能）

3 b : 腹部横白帯は背板の基部につく。

吻の中央からやや前より明瞭な白帯①があり、やや基部よりには白鱗②が散在する。

-----→コガタアカイエカ



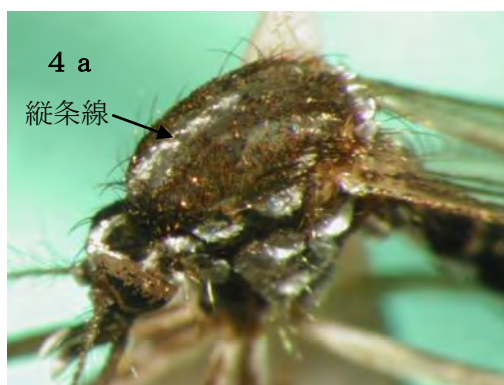
3 c : 腹部横白帯は背板の基部につく。脚にまだら。-----→ヨツホシイエカ



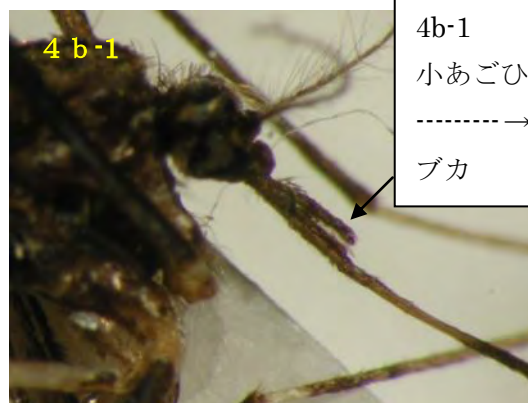
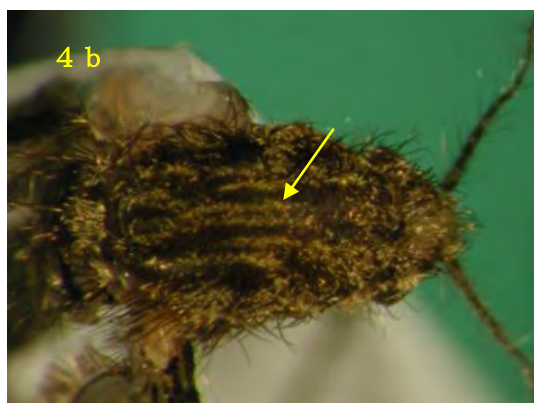
3 d : これ以外の特徴を有する。-----→その他の蚊（ここでは同定不能）

4. 胸部背面の特徴

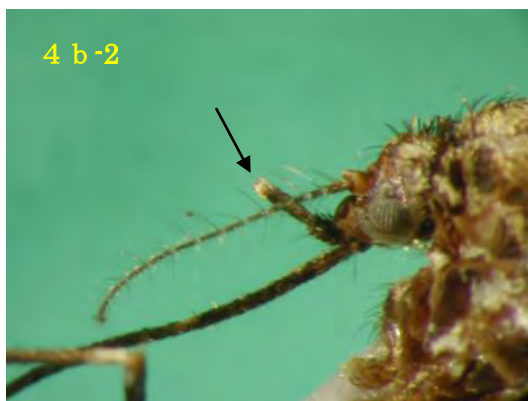
4 a : 背面中央に銀白色の縦条線がある。-----→ヒトスジシマカ、ヤマダシマカ



4 b : 背面中央に黒ずんだ黄色ないし黄金色の縦条斑がある。-----→トウゴウヤ
ブカ、ヤマトヤブカ他

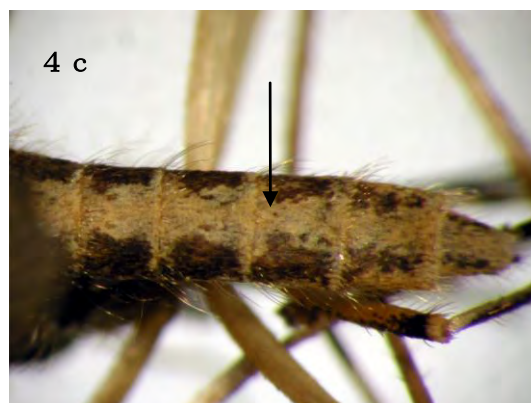
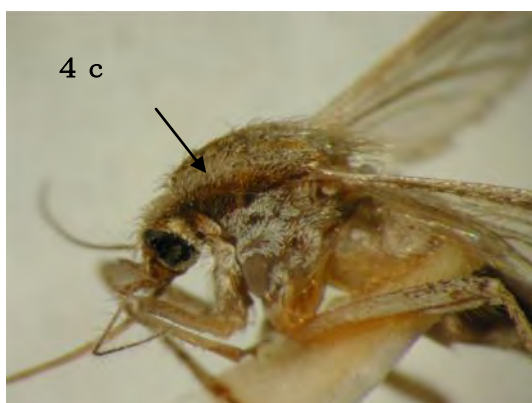


4b-1
小あごひげは黒い。
-----→ヤマトヤ
ブカ

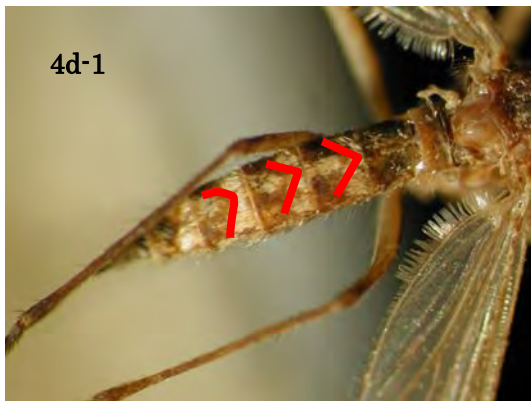


4b-2 小あごひげの先
端が白い。
-----→トウゴ
ウヤブカ

4 c : 胸部背面中央とその両側および肩部に赤褐色縦条斑がある。腹部背板の中央に幅広
の白色縦線がある。-----→セスジヤブカ



4 d : 胸部背面に縦条線はない。

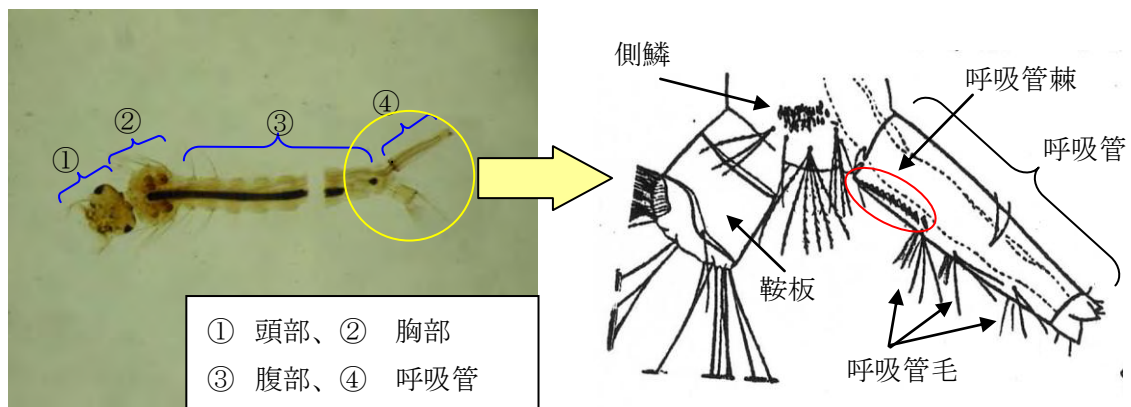


4d-1: 腹部背面 2～7 節に逆 V ないし W 字型横白帯がある。各ふ節の基部に黄白帯がある。-----キンイロヤブカ



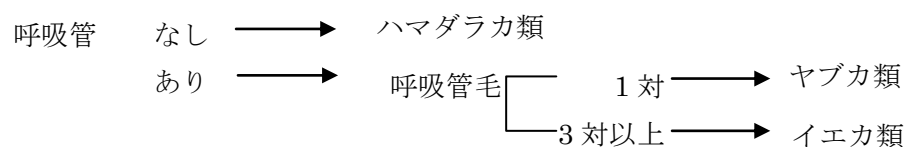
4d-2 : 腹節基部に明瞭な横白帯がある。脚は黒又は褐色、白帯はない。-----アカイエカ、チカイエカ、ネッタイイエカ

2-2. 幼虫の同定：幼虫の同定には呼吸管、腹部末端節側面の構造、胸部の体毛の形状と長さなどが使われる。



幼虫の体構造を長期に保存し詳しく観察するためにはアルコールで脱水した後、バルサムで封入したスライド標本作製する必要がある。しかしながら、この処理には時間がかかるので、市販されているスライド標本作成液（ネオシガラール液）あるいはホイヤー液を使用すると、70%アルコールに保存したサンプルからそのままスライド標本作製でき効率がよい。この方法で作成した標本は数年経過すると色が黒ずんできくが、短期間であれば十分同定できる。

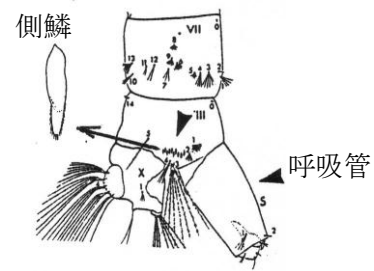
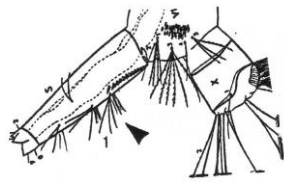
幼虫の呼吸管を観れば、容易にイエカ類、ヤブカ類、ハマダラカ類の3つに分けることができる。まず、ハマダラカ類の幼虫には呼吸管がない。呼吸管に呼吸管毛が1対しかないければヤブカ類の幼虫である。呼吸管が細長く呼吸管毛が3対以上あればイエカ類の幼虫と考えておおよそ間違いはない。



水域によって発生する幼虫の種類は限られている。そこで、以下の 10 タイプの水域に発生する幼虫の同定について解説する。

- | | | |
|----------------------|----------|------------|
| 1. 汚水溜・下水溝 | 2. 雨水枡 | 3. 水田・池 |
| 4. 小型人工容器・墓の花立て・古タイヤ | 5. 水がめ | 6. 竹切り株 |
| 7. 樹洞 | 8. 岩のくぼみ | 9. 動物舎の汚水溜 |
| 10. 汽水性湿地 | | |

1. 汚水溜・下水溝（アカイエカ・チカイエカ・ネッタイエカ、オオクロヤブカ、トラフカクイカ）

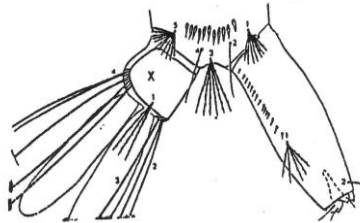


呼吸管は細長く、呼吸管毛は3対以上ある。
アカイエカ・チカイエカ・ネッタイエカ

呼吸管の長さは、鞍板の長さより短い。捕食性。トラフカクイカ

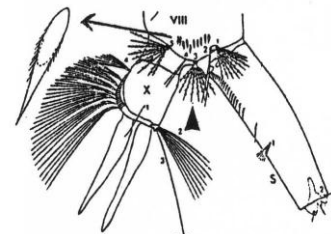
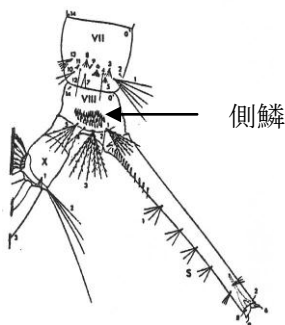
呼吸管は短く、棘を欠く。側鱗の形状は一樣。体を小刻みに震わせて泳ぐ。オオクロヤブカ

2. 雨水枡（アカイエカ・チカイエカ・ネッタイエカ、ヒトスジシマカ、トラフカクイカ）
アカイエカ・チカイエカ・ネッタイエカ、オオクロヤブカ、トラフカクイカについては、1 汚水溜・下水溝を参照。



呼吸管毛は一对。呼吸管棘がある。側鱗は牛角状。
-----ヒトスジシマカ

3. 水田・池（コガタアカイエカ、シナハマダラカ、キンイロヤブカ）



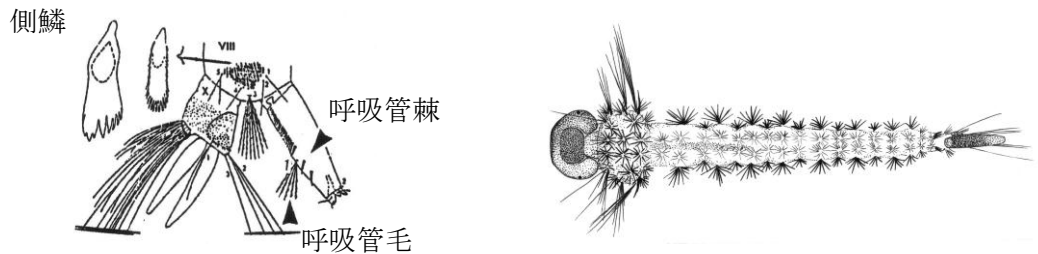
呼吸管は細長く、呼吸管毛は4～5対。
側鱗はしゃもじ形で小さく 20～40 個がほぼ3列に並ぶ。
-----コガタアカイエカ
注) 側鱗が棘状で数が少ないのは他のイエカの仲間。

呼吸管がなく、幼虫は水面に平行に浮かぶ。
-----シナハマダラカ

呼吸管毛は一对。側鱗は牛角状で7から11個がほぼ2列に並ぶ。
-----キンイロヤブカ

4. 小型人工容器・墓の花立て・古タイヤ（ヒトスジシマカ、ヤマトヤブカ、キンバラナガハシカ、アカイエカ・チカイエカ・ネッタイエカ、イエカのなかま）

ヒトスジシマカ、アカイエカ・チカイエカ・ネッタイエカについては1. 汚水溜・下水溝、2. 雨水マスを参照。

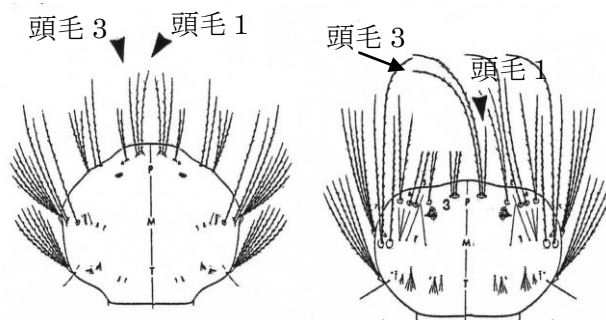


呼吸管毛は一对。呼吸管棘の先端数個は通常離れて存在し、呼吸管毛1対は呼吸管棘列内に生える。側鱗の先端は丸く32～93個が斑をなす。

-----→ヤマトヤブカ

胸部・腹部に真直ぐな太い放射状剛毛を多く生じて毛深い。

-----→キンバラナガハシカ



呼吸管が細長く、呼吸管毛が3対以上あるイエカ属の幼虫が発生することがある。しかし前胸部の第3毛が第1毛より短い場合は、重要な種類ではない。

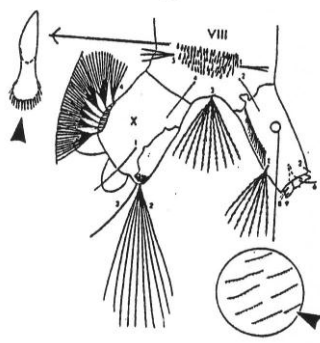
5. 水がめ（ヒトスジシマカ、ヤマトヤブカ、イエカのなかま。水質が悪くなるとアカイエカ、ネッタイエカ、オオクロヤブカが発生する。）

幼虫の同定には、1. 汚水溜・下水溝、2. 雨水マス、4. 小型人工容器を参照。

6. 竹切り株、7. 樹洞（ヒトスジシマカ、ヤマダシマカ、ヤマトヤブカ、オオクロヤブカ、キンバラナガハシカ、イエカのなかま）

幼虫の同定には、1. 汚水溜・下水溝、2. 雨水マス、4. 小型人工容器を参照。

8. 岩の窪み（ヤマトヤブカ、イエカのなかま、海岸にある場合、トウゴウヤブカ）

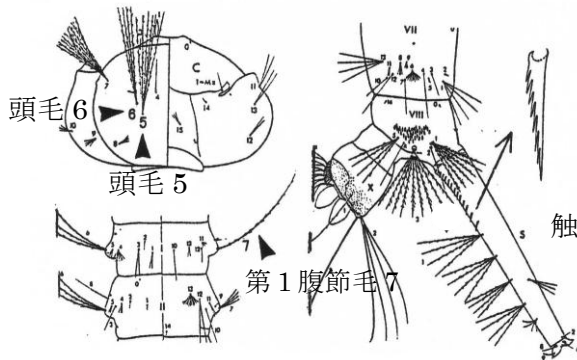


呼吸管毛は1対。呼吸管前面には明瞭な短横線が認められる。側鱗の先端は太まりヒレ状。
-----トウゴウヤブカ

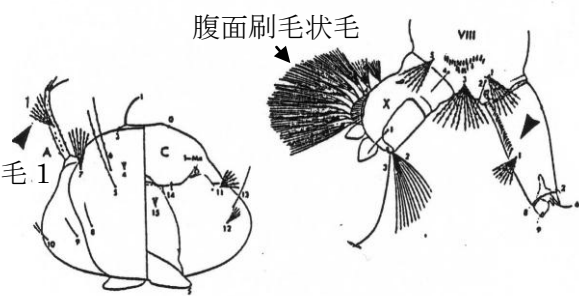
9. 動物舎の汚水溜（オオクロヤブカ、アカイエカ・チカイエカ・ネッタイエカ）

幼虫の同定には、1. 汚水溜・下水溝、2. 雨水マス、4. 小型人工容器を参照。

10. 汽水性湿地（ヨツホシイエカ、セスジヤブカ）



頭毛5は5～7分岐、頭毛6は4～6分岐。第1腹節毛7は分岐しない。呼吸管毛は管幅の2倍近い長さのものが4～5対、管幅より短いものが2対。
ヨツホシイエカ（南日本のみに分布）



腹面刷毛状毛は15房以上、呼吸管毛は1対。呼吸管棘の先端棘は呼吸管基部側45～51%の位置にある。触角毛1は5～12分岐。
-----セスジヤブカ

資料 3

蚊からのウイルス検出法

WNV はフラビウイルス科フラビウイルス属に属されるが、フラビウイルス属の中でも特に日本脳炎ウイルス、セントルイス脳炎ウイルス、マレー溪谷脳炎ウイルス、クンジンウイルスと相同性が高く、抗原的に交叉反応を示す日本脳炎血清型群に分類される。フラビウイルス属のウイルスを蚊から検出する方法としては RT-PCR によるウイルス遺伝子の検出が一般的であるが、近年、ウイルス抗原に特異的に反応するモノクローナル抗体を用いた抗原検査法が WNV に対しても開発され、簡便な検査キット「VecTest[®]」（Medical Analysis System 社）が市販された。本項ではこの 2 種検査法を紹介する。

WNV の取り扱いについて、国立感染症研究所の規定では、ウイルスの増殖を行う場合は P3（物理的封じ込めレベル 3）の実験施設内で BSL3（バイオセーフティレベル 3）の取り扱い基準に従い、また、検出のみの場合は P2 の施設で BSL2 の取り扱い基準に従って実施することが規定されているが、本ガイドラインに従って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。

3-1. ウイルス検査を行うべき蚊の種類と検査個体数

米国での調査結果によれば、WNV は 30 種類以上の蚊から検出されている。わが国に生息する蚊の発生量、吸血嗜好性や人との関わりの密接さなどを考えると、わが国で特に注意を要する種類として、アカイエカ、チカイエカ、ネッタイエカ、コガタアカイエカ、ヒトスジシマカ、ヤマダシマカ、キンイロヤブカ、ヤマトヤブカ、オオクロヤブカ、シナハマダラカ、セスジヤブカの 11 種類が選ばれるであろう（資料 2 参照）。これらの種類については、常にウイルス検査を行うようにすべきである。

検査された蚊プール数（50 匹を 1 プールとすることが多い）に対するウイルス陽性プール数の割合は、米国の例では数%から十数%である。従って、約 100 プール（1 プール 50 匹の場合は個体数にして 5000 匹）は調査することが望ましい。蚊の発生活長には明らかな季節変化があるので、発生量が最も多くなる時期（おおよそ 6 月から 9 月）の個体を用いるのが効率的である。発生量が少なく採集個体数が少ない種類であっても、一ヶ月間の採集個体を集めて、少なくとも一月毎にはウイルス検出を行うようにする。

3-2. 捕集蚊の保存

野外で捕集された蚊は、検査が実施される施設まで搬送され、あるいは一定数の蚊が集まるまでの期間保存されることになるが、WNV の遺伝子が RNA であることから、その間の保存状態によっては RNase などの影響を受けることが予想される。また、抗原タンパクの消化などによってウイルスの検出感度が著しく低下することも考えられる。従って、種の同定、雌雄の選別を行った後はできるだけ早く、ウイルス検査用の雌蚊を -80℃（なければ -20℃）に保管する。

3-3. 蚊からの粗抽出液作成

後述 (3-6) するが、RT-PCR は VecTest よりも検出感度に優れている。すなわち、VecTest で陽性であれば間違いなく感染蚊が存在すると言えるが、陰性の場合でも感染蚊が存在しないとは言い難い。従って、VecTest で陰性の場合は、その後 RT-PCR で確認することが望ましい。VecTest、RT-PCR 法のどちらも単独で実施することができるが、同じ蚊プールを用いて両検査法を行うことを想定した場合、まず、リン酸緩衝液 (PBS) で蚊を磨砕後遠心して得た上清を粗抽出液として作成しておいた方が便利である。また、蚊虫体を直接検査に用いるよりも判定しやすいきれいな結果が得られる。使用する器具類などは滅菌したものを使う。PBS 粗抽出液の作成は以下のとおりである。

雌蚊 50 匹を 1.5 ml マイクロチューブに入れ、約 250 μ l の PBS (1% NaCl, 0.025% KCl, 0.143% Na₂HPO₄, 0.025% KH₂PO₄, pH7.2) を加えマイクログラインダーを手動で動かし磨砕する。この際、捕集蚊の中に WNV 感染蚊を含むことが予想されるので内容物が溢れ出ないように慎重に行う。十分に磨砕した後 1,000 回転、約 5 分間遠心し、上清を回収する。回収した上清が 200 μ l に満たない場合は、沈殿物に適当量 (50~100 μ l) の PBS を加え、ボルテックスした後遠心し再度上清を回収する。回収した上清を加えて最終量約 200 μ l の粗抽出液とし、その半量 100 μ l づつをそれぞれの検出法に用いる。粗抽出液を作成後、すぐに検査に用いない場合、あるいは一つの検査法だけに用い、半量を残す場合は、すみやかに -80℃ 冷凍庫に保存する。

3-4. VecTest による抗原検出法

VecTest は、近年 WNV 検出に対応して米国で開発された抗原検出キットで、操作が非常に簡単で、検査結果が得られるまでの時間が 1 時間以内と非常に短いこと、結果の判定が容易であるなどから米国では広く普及している。しかしながら、キットの値段が高価であること、50 匹中に 1 匹の感染蚊が存在する割合でも陽性判定を得ることは可能であるが、媒介蚊の種によってはウイルスの増殖に差があり、検出可能な濃度まで増えずに反応が弱く出る場合や陰性になる場合もあり、RT-PCR に比べると検出感度はやや劣る短所もある。

3-4-1. VecTest の検査手順

1. 前項 (3-3) で作成した 100 μ l の PBS 粗抽出液に 1 ml の Grinding Solution を加え軽くピペッティングし混和する。
2. 上記混和液 250 μ l を 1.5 ml マイクロチューブに移し、付属のテストストリップをマイクロチューブの中に入れる (液はテストストリップの ↓ ↓ の下の線が浸るくらいである)。
3. このまま約 15~30 分間静置した後、判定を行う。

＜備考＞ 蚊虫体を直接 VecTest に用いる場合は以下の手順に従う。

1. 付属のプラスチックチューブに雌蚊 50 匹を入れる。
2. 2.5 ml の Grinding Solution を加え銅製のビーズを 4 個入れる。
3. 付属の蓋をしっかりと締め、高速で約 1 分間ボルテックスし、虫体を磨砕する。

＜補足 1＞ ここで雌蚊が 50 匹集まらなければ全体的にスケールダウンしても検出はできる。例えば、20 匹の場合は Grinding Solution を 1 ml にしてもよい。

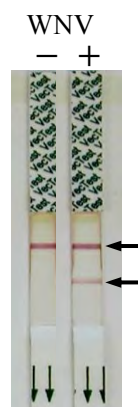
＜補足 2＞ 蚊の種類によっては比重が軽く液面に浮いてしまい、十分に磨砕できない場合もある。この場合も Grinding Solution の量を少なくすると確実に磨砕できる。50 匹当たり 1 ml でも判定は可能であるが、このような場合を除いては、なるべく用法どおりに実施する事が望ましい。

4. 軽く遠心 (5,000 回転、5 分程度) し、上清 250 μ l を 1.5 ml マイクロチューブに移し、付属のテストストリップをマイクロチューブの中に入れる。約 15～30 分間静置した後判定を行う。

＜補足 3＞ 遠心せずに上清のみをチューブに移してその後の判定に用いてもよいが、遠心した上清のみを回収した方がよりきれいな結果が得られる。

3-4-2. 結果判定

正しい手順で行えば、15～30 分後には上部から約 1/3 の位置に赤い線が現れる (図 1 上の矢印)。WNV 陽性であればその下に、さらにもう 1 本赤い線が現れてくる (図 1 下の矢印)。つまり、検査した蚊プール 50 匹の中に 1 匹でも WNV 感染蚊がいた場合は赤い線が 2 本、すべての蚊が陰性であればコントロールの 1 本だけが現れることになる。テストストリップを液の中に 30 分以上浸してもバンドが濃くなることはないので、判定は 30 分程度で終了させる。赤い線が薄くて見えにくい場合はテストストリップを室温で乾燥させてから観察すると見やすくなる。WNV は乾燥すると不活化するが、テストストリップの判定は慎重に行う。



(図 1)

3-5. RT-PCR による WNV 遺伝子 (RNA) の検出

ウイルス全般に対して行われる一般的な検出法で非常に感度がよく、プラ  ットを選択するだけで WNV 以外のフラビウイルス RNA の検出も可能になることなどからもその汎用性は非常に高い。しかしながら、RNA の抽出から RT-PCR までの手順は非常に複雑で、使用する試薬類ならびに器具類などは多岐にわたり、それらの取り扱いには熟練を要する。ここで用いるペストル、マイクロチューブ、およびチップ類は RNase free のディスポーザブルタイプにすることが望ましいが、再利用する場合は通常の 2 倍念入りに滅菌されたものを使用することを心がける。

3-5-1. 蚊からのウイルス RNA の抽出と精製

ウイルス RNA の抽出に関しては、いくつかのキットが市販されているが（参考資料 1）、ここではその中の High pure viral RNA kit（Roche）を使用した場合の手順を紹介する。ウイルス抽出に関わる試薬類は添付の操作マニュアルに従い、事前に溶解、希釈しておく。

1. 前項（3-3 参照）で得た 100 μ l の PBS 粗抽出液を 1.5 ml マイクロチューブに入れ、Working solution 200 μ l を加えピペッティングし混和する。ここでウイルス本体は不活化されるが一連の操作は慎重に行う。
2. 回収チューブの上に乗せたフィルターチューブに 300 μ l の上記混和液を注ぐ。
3. 10,000 回転、15 秒間遠心する。
4. フィルターチューブを新しい回収チューブに連結させ、500 μ l の Inhibitor removal buffer（Vial.3a）を加え、8,000 回転、1 分間遠心する。
5. フィルターチューブを新しい回収チューブに連結させ、450 μ l の Wash buffer を加え、8,000 回転、1 分間遠心する。
6. フィルターチューブを新しい回収チューブに連結させ、再度 450 μ l の Wash buffer を加え、8,000 回転、1 分間遠心する。
7. 回収チューブを外し、空のチューブを連結し、12,000 回転、10 秒の遠心によってサンプル中のアルコールを完全に飛ばす。
8. 回収チューブを捨て、新しい 1.5 ml マイクロチューブにフィルターチューブを入れる。
9. 50 μ l の Elution buffer（Vial.4）を加え、10,000 回転、1 分間遠心する。
10. 得られた精製 RNA はすぐに使用しない場合は -80°C 冷凍庫で保存する。

3-5-2. RT-PCR 用プライマー

エンベロープ（Env）領域と非構造タンパク質（NS3）領域の 2 種類のプライマーがある。前者は WNV 特異的であるが、後者はフラビウイルス全般に反応するもので、検出感度は高いが日本脳炎ウイルスも増幅される。従って NS3 のプライマーによりバンドが得られた場合は、その後の遺伝子解析が必要となる。合成したプライマーは、それぞれ 100 pmol/ μ l になるように希釈し、マイクロチューブなどに小分けしてそれぞれ -20°C に保管し、凍結・融解の回数を減らすことに留意する。

プライマーセット 1 : Env 領域							
WNNY514 :		Cgg	CgC	CTT	CAT	ACA	CA
WNNY904 :		gCC	TTT	gAA	CAG	ACg	CCA TA
プライマーセット 2 : NS3 領域							
Fla-U5004 :		ggA	ACD	TCM	ggH	TCN	CCH AT
Fla-U5457 :		gTg	AAR	TgD	gCY	TCR	TCC AT

3-5-3. RT-PCR 反応

逆転写反応と PCR 反応をワンステップで行う簡便な RT-PCR キットが市販されているが

(参考資料 2)、ここでは AccessQuick RT-PCR System (Promega) を用いた方法を紹介する。

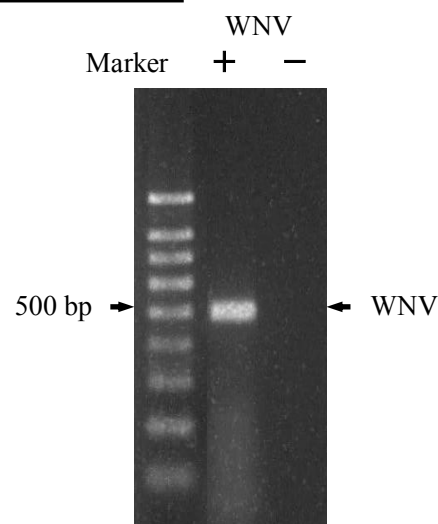
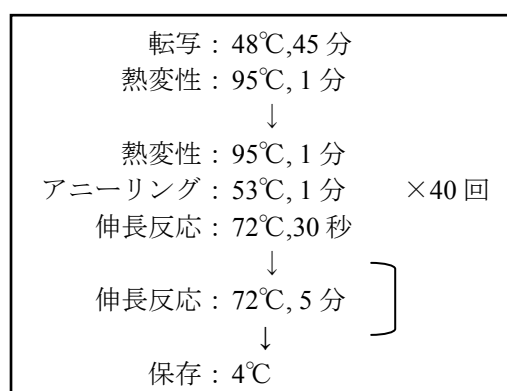
1. 前項 (3-5-1) で精製したウイルス RNA は、逆転写反応・PCR 反応に用いる前に分光光度計によってその RNA 量を測定し、最終濃度 $1.0\text{pg}/\mu\text{l} \sim 1.0\text{g}/\mu\text{l}$ に調整する。
RNA 溶液 $1\mu\text{l}$ を蒸留水 $500\mu\text{l}$ に加えた場合の RNA 量は以下の式によって簡単に求められる。

$$\text{RNA 量 } (\mu\text{g}/\mu\text{l}) = 1/25 \times \text{OD}_{260} \times 500$$

2. 0.2 ml PCR チューブ内で以下の試薬と溶液を混和する (*最終産物量を $25\mu\text{l}$ にしたい場合はすべてを半量にしてもよい)。

		最終濃度
AccessQuick Master Mix(2×)	$25.0\mu\text{l}$	$(1.0\mu\text{M})$
プライマー1 ($100\text{pmol}/\mu\text{l}$)	$0.5\mu\text{l}$	$(1.0\mu\text{M})$
プライマー2 ($100\text{pmol}/\mu\text{l}$)	$0.5\mu\text{l}$	
RNA テンプレート ($1\text{pg} - 1\mu\text{g}/\mu\text{l}$)	$1.0\mu\text{l}$	
ANV Reverse Transcriptase	$22.0\mu\text{l}$	(5U)
Nuclease-Free Water(pH7.0)	$25.0\mu\text{l}$	
Total	$50.0\mu\text{l}^*$	

3. Thermal Cycle Condition



(図 2)

3-5-4. 結果判定

RT-PCR 終了後、反応生成物 $5\mu\text{l}$ を 2% アガロースゲル電気泳動 (100V 、約 35 分) を行い、エチジウムブロマイド溶液 (10 mg/ml) に 10~20 分染色し、PCR によって増幅された DNA 断片を確認する (図 2)。エチジウムブロマイドは発ガン性物質なので、取り扱う際には使い捨てのビニール製手袋などを着用し、染色容器も専用の容器を用意する。廃液の処

理は水質汚濁防止法に従って執り行われることが義務づけられているので注意する。

3-6. VecTest と RT-PCR の比較

粗抽出液作成以降の必要器材および試薬類、所要時間、検出感度、必要経費などを両者間で比較した。

	VecTest [®]	RT-PCR
必要器材および試薬類 ¹⁾	検査キット一式 ボルテックス ²⁾	RNA 抽出キット ワンステップ RT-PCR キット プライマーセット PCR 機 電気泳動装置 ゲル染色装置 写真撮影装置
抽出から結果判定までの時間	約 1 時間	約 24 時間
検出可能なウイルスプラーク数	10 ⁶ PFU/ml ³⁾ 以上	10 ³ PFU/ml ³⁾ 以上
蚊 50 匹 1 プールにかかる費用	約 2,000 円	約 1,000 円

¹⁾ PBS 粗抽出液を作成する際に用いる、ペストル、マイクロチューブ、マイクロチップ、遠心機などは両検査法に共通しているのでここでは省略した。

²⁾ PBS 粗抽出液を用いる場合は不要になる。

³⁾ 培地上に形成される 1 ml 当たりのウイルスプラーク数。この数字は、1 匹の感染蚊が 10⁶ 個、10³ 個以上のウイルスプラークを持てば、それぞれの検出法で検出されことを示しているが、実際に WNV に感染した (WNV ウイルス血症の) 野鳥から蚊が吸血して感染蚊となり得るには、野鳥体内で 10⁵ PFU/ml 以上のウイルス量であれば十分である。

<参考資料 1> 市販されている RNA 抽出キット

High pure viral RNA kit	Roche
SepaGene RV-R	三光純薬株式会社
Sepasol RNA I , Sepasol RNA II	ナカライテスク
ISOGEN-LS	日本ジーン社
TRIzol Reagent, TRIzol LS Reagent	Invitrogen

<参考資料 2> 市販されているワンステップ RT-PCR キット

AccessQuick RT-PCR	Promega
SuperScript One-Step RT-PCR System	Invitrogen
GeneAmp Gol RNA PCR Kit, GeneAmp EZ-The RNA PCR Kit	Applied Biosystems

資料 4

殺虫剤感受性試験法

単一の殺虫剤を長期間使用し続ければ、蚊はいずれ抵抗性を発達させることになる。しかし、防除効果が上がらない原因は必ずしも抵抗性の発達によるものとは限らない。蚊の発生数は生息域のわずかな環境変化によって影響を受けるし、また防除すべき発生源が完全に抑えられていない可能性も考えられる。したがって、薬剤による防除効果が上がらない場合には、安易に薬剤を変えることなく、まずは簡単に殺虫試験を行うことで薬剤の効力を判定することが勧められる。ここでは、殺虫剤原体もしくは製剤を用いた薬剤感受性試験法を紹介する。

4-1. レベル判定による薬剤感受性試験法

(1) 試験法

診断濃度による浸漬試験

(2) 供試虫

供試幼虫群の中から目的種を選定し、さらにこの中から 3～4 齢幼虫を選ぶ。

(3) 手順：

1. 腰高シャーレまたはこれに準ずる容器に水 200mL を入れる。供試虫（老令幼虫）を 20 匹ほど入れた容器を必要数用意する。1 診断濃度の試験は 20 匹 2 区で行い、殺虫剤を加えない対照区を置くことを原則とする（合計 8 試験区）。
2. 供試薬剤と診断濃度（レベル 1～3）を決めた後、表 1 に示した濃度に調製した滴下液（薬剤所定濃度アルコール液又は所定濃度製剤液）を 0.8mL 加えよく攪拌する。昆虫成長制御剤であるピリプロキシフェンを試験する時は、2 週間後の羽化阻止率を観察するため、供試虫の餌としてラット・マウス用固形飼料を 5-10 mg 程度加え、金網蓋をして保存する。これ以外の薬剤は餌を与えず 24 時間後の致死率を観察する。
3. 試験結果から感受性レベルを判定する。

(4) 判定

レベル 1 の濃度で 95%以上の致死率が得られる場合は、試験薬剤に対する感受性が高いと判定される。レベル 2 で 50%以下の致死率しか得られない場合は、供試集団は 10 倍以上の抵抗性を有していると判定され、同じくレベル 3 で 50%以下の場合は 100 倍以上の高度の抵抗性を発達させていると考えられる（表 1 参照）。

表1 殺虫剤の感受性試験に用いる薬剤濃度とレベル判定

薬剤名（アカイエカ群の半数致死濃度 ppm ^a ）	薬剤抵抗性診断濃度（ppm ^a ） （滴下液の濃度 ^b ）				
	アカイエカ群の診断基準			ヒトスジシマカの診断基準	
	レベル1	レベル2	レベル3	レベル1	レベル2
Fenitrothion (0.007)	0.03 (7.5)	0.1 (25)	1.0 (250)	0.08 (20)	0.3 (75)
Fenthion (0.002)	0.008 (2.0)	0.03 (7.5)	0.3 (75)	0.03 (7.5)	0.1 (25)
Temefos (0.0008)	0.003 (0.75)	0.01 (2.5)	0.1 (25)	0.015 (3.75)	0.05 (12.5)
Permethrin (0.008)	0.03 (7.5)	0.1 (25)	1.0 (250)	0.015 (3.75)	0.05 (12.5)
Etofenprox (0.01)	0.04 (10)	0.15 (37.5)	1.5 (375)	0.02 (5.0)	0.07 (17.5)
Pyriproxyfen (0.00005)	0.005 (1.25)	0.001 (0.25)	0.01 (2.5)	0.001 (0.25)	0.01 (2.5)

^a ppm は parts per million の略で、溶媒 1 kg 中に殺虫剤原体が 1 mg 溶けている状態をいう。

^b 水 250 に対し滴下液 1 の割合で希釈液を調製する。

4-2. 製剤を用いた簡易試験法

ここでは、用法・用量に示された濃度に調製した殺虫剤製剤を用いて行う簡易試験法を、フェニトロチオン乳剤を例に紹介する。

有機リン系殺虫剤フェニトロチオンの乳剤を用いた殺虫試験の例

（殺虫剤製剤の容器上の表示）

〔成分・分量〕 フェニトロチオン 10%

〔用法・用量〕 蚊幼虫に対して：発生場所の水量 1 m³につき、本剤の 20 ml（有効成分 2 ppm*）を適宜水で希釈して散布する。

効力判定は、用法・用量にある濃度（500 倍希釈）で行う。この濃度は、100 ml の水に乳剤が 0.2 ml 溶けている状態である。0.2 ml の乳剤を測り取ることは容易ではないので、実際には試験濃度の 100 倍に調製した殺虫剤（＝5 倍希釈溶液）を少量準備し、幼虫の入った 99 ml の水の中に 1 ml の殺虫剤を加えることで調製するのが便利である。

(1) 準備するもの

- ・ 150 ml 以上のプラスチックコップ
- ・ 100 ml が計れる計量カップ
- ・ ガラスピペット（1 ml と 4 ml が測定できるものなら何でも良い）
- ・ 割り箸（攪拌用）
- ・ スポイト（蚊を計量カップへ移すための）
- ・ 採集した幼虫
- ・ 水（水道水でよい）

(2) 5 倍希釈液の調製

プラスチックコップ中で水 4 ml と乳剤 1 ml を混合する。

(3) 試験の手順

1. 上記に従い乳剤の 5 倍希釈液を調製する。
2. 幼虫（10～50 匹）をスポイトなどで吸い採り計量カップに入れ、水で全体量を 100 ml* にした後、プラスチックコップに移す。十分な数のボウフラが採集できた場合はこれを 2 つ準備する（*正確には 99 ml であるが、結果に大きく影響しないので、100 ml として問題ない）。
3. 幼虫の入ったプラスチックコップに 5 倍希釈した乳剤を 1 ml 加え、割り箸などで攪拌する。
4. 室温（25℃前後）に置き、24 時間後の生存率を観察する。

(4) 注意点

- ・ 殺虫剤の取り扱い、説明書に従って安全に行う。
- ・ これは、比較的即効性（24 時間以内）のある殺虫剤の効果判定に有効な方法。スミラブ（ピリプロキシフェン）のように蛹の羽化を阻害するような成長制御剤では即効性が認められにくいので、この方法は適さない。作用機構や剤型に応じた試験を行う必要がある。
- ・ 野外で採集された蚊の幼虫は、齢期にばらつきがあるが、効力判定に大きな影響を与えるものではないため、そろえる必要はない。
- ・ 幼虫の数に余裕がある場合は、用量の 10 倍（＝50 倍希釈液）に調製した殺虫剤液でも同時に試験を行うことで、抵抗性の度合いを把握することが出来る。

(5) お願い

著しい抵抗性の発達が確認された場合には、国立感染症研究所昆虫医科学部第三室（殺虫殺室・03-5285-1147）にご一報をお願いします。全国的な抵抗性発達の実態把握に役立てるとともに、抵抗性機構の解明を行うことで、その後の防除に役立つ情報を収集したいと考えています。

資料 5

殺虫剤抵抗性の発達とその対策

殺虫剤を使い始めた当初は使用書にある用法・用量通りに散布して十分な殺虫効果が得られていたのに、同じ殺虫剤を使い続けていると効果が次第になくなる場合がある。そのような場合は殺虫剤抵抗性が発達したことが疑われる。殺虫剤抵抗性は、殺虫剤の透過、活性化、解毒、排出に関わるタンパク質や殺虫剤の作用点分子をコードする遺伝子に生じた突然変異、およびそれらの遺伝子発現を調節する遺伝子に生じた突然変異によりもたらされる遺伝的な現象である。抵抗性遺伝子をもつ個体が殺虫剤散布を施された環境のもとでより多く生き残り、同じ抵抗性遺伝子をもつ子孫の割合が次第に増してゆき、昆虫集団に抵抗性が発達する。高度な抵抗性が発達する場合には、しばしば、異なる遺伝子座に属する複数の抵抗性遺伝子が集団内に蓄積されている。

5-1. 殺虫剤抵抗性の事例

事例 1： チカイエカの Shinjuku

コロニーは 1988 年東京都新宿区内のビルの地下污水槽 C での採集に由来する有機りん剤抵抗性コロニーであり、多くの有機りん剤に対して約 100 倍またはそれを超える抵抗性を示す (表 1)。おもな抵抗性要因はカルボキシルエステラーゼの活性増大にある。同時期に同ビルの隔離された殺虫剤を散布していない污水槽 A、散布がもっとも徹底して行われた污水槽 C、散布歴が污水槽 C には及ばない污水槽 B の間で、各有機りん剤に対する抵抗性比を比較したところ、もっとも抵抗性の発達が著しいクロルピリフォスメチルに対して、污水槽 A, B, C コロニーの順に、22 倍、170 倍、690 倍であった。

事例 2： 成田空港内の空港駅地下污水槽と滑走路周辺雨水枡でそれぞれ採取したチカイエカとアカイ

表 1. チカイエカの殺虫剤抵抗性

殺虫剤	LC ₅₀ (ppm)		抵抗 性比
	感受性	Shinjuku	
	系統	コロニー	
有機りん剤			
フェニトロチオン	0.01	1	100
フェンチオン	0.0067	1.1	160
マラチオン	0.03	10	340
ダイアジノン	0.032	1.2	36
ジクロルボス	0.014	1.3	91
テメフォス	0.0008	0.17	210
クロルピリフォスメチル	0.0083	5.7	690
クロルピリフォスエチル	0.0002	0.028	160
プロペタンフォス	0.017	3.3	190
プロチオフォス	0.058	0.49	8.4
カーバメイト剤			
プロポクスル	0.39	0.73	1.8
ピレスロイド剤			
ペルメトリン	0.0095	0.14	15
フェノトリン	0.0087	0.28	32

川上 (1989) より改変。

エカの F₁ コロニーを用いて殺虫剤の感受性レベルを試験した（表 2）。テメフォス、ペルメトリン、ピリプロキシフェンの異なる種類の殺虫剤に対して、チカイエカは約 30 倍の中度の抵抗性比を示したが、アカイエカには防除上大きな問題となる感受性の低下は認められなかった。

表 2. 成田空港施設内で採集したアカイエカ種群コロニーの殺虫剤感受性

殺虫剤	LC ₅₀ (ppm)		抵抗 性比	LC ₅₀ (ppm)		抵抗 性比
	感受性	チカイエカ		感受性	アカイエカ	
	系統	コロニー		系統	コロニー	
有機りん剤						
フェニトロチオン	0.007	0.042	6	0.007	0.063	9
テメフォス	0.0008	0.0064	8	0.0008	0.024	30
ピレスロイド剤						
ペルメトリン	0.008	0.008	1	0.008	0.28	35
昆虫成長抑制剤						
ピリプロキシフェン	0.0001	0.0001	1	0.0001	0.0028	28

水谷ら (2001) より改変。

5-2. 抵抗性に関する問題点

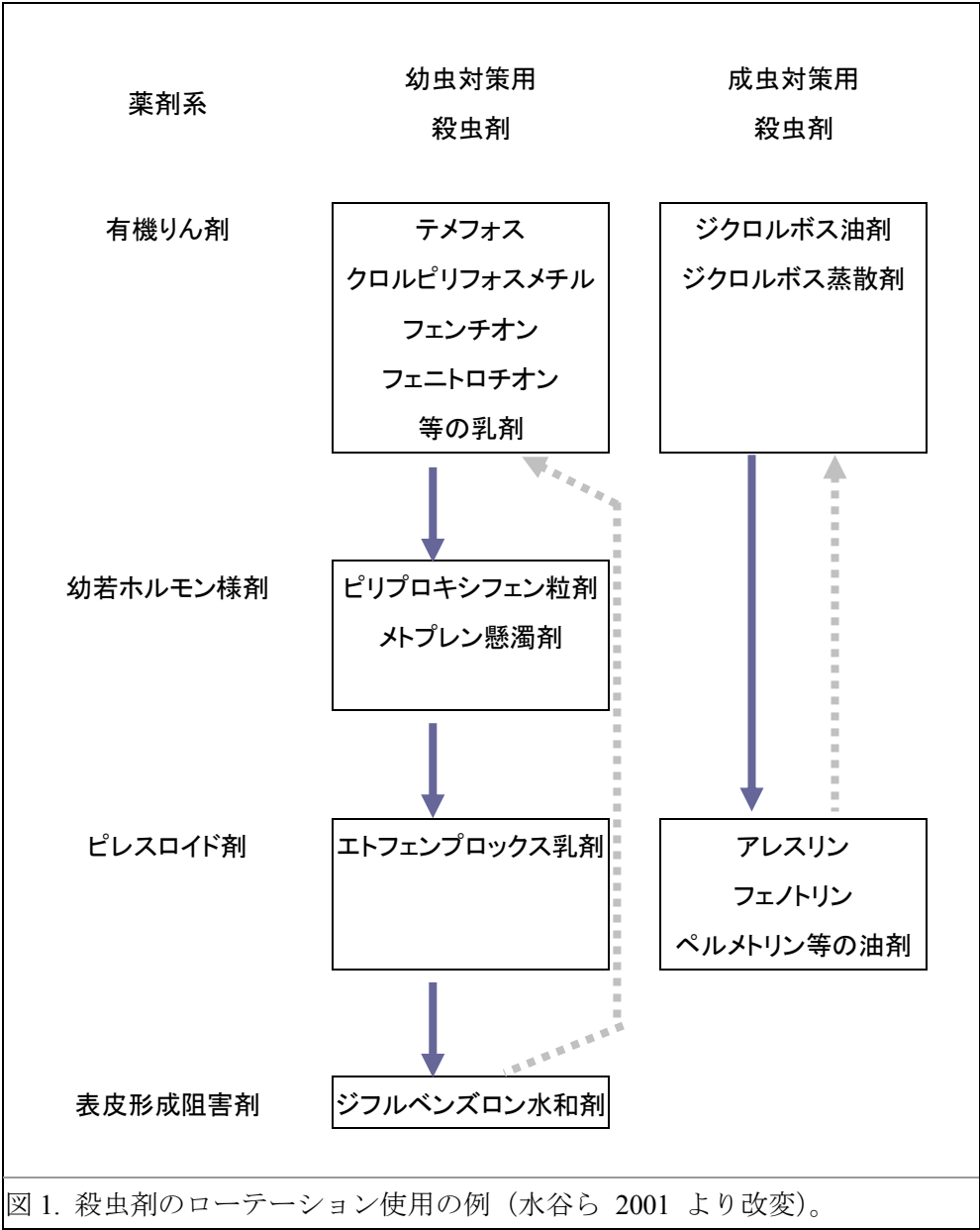
アカイエカ種群のチカイエカとアカイエカのうち、ビルの地下汚水槽など地表からやや隔たった環境に多く生息するのはチカイエカの幼虫である。ビル管理法の規定により、建築物の管理者は年に 2 回以上定期的に害虫類を防除しなければならないため、アカイエカに比べチカイエカは殺虫剤抵抗性がより早く発達しやすいと考えられる。わが国のチカイエカ集団では、有機りん系殺虫剤に対する抵抗性が発達しつつあり、殺虫剤の有効性についてとくに注意を払う必要がある。国内外におけるイエカ属とヤブカ属の蚊については、Medline データベースを検索する限り、現時点では、幼若ホルモン様剤および表皮形成阻害剤に対する顕著な抵抗性の発達に関して報告例がない。

ヒトスジシマカはこれまで国内では防疫用殺虫剤による一貫した防除を受けることはまれであった。そのため、ヒトスジシマカはアカイエカに比較して、現時点では幼虫防除に際して抵抗性の問題が小さいものと考えられる。

5-3. 殺虫剤抵抗性蚊の対策

殺虫剤の使用書にある用法・用量は防除対象昆虫への殺虫効果だけではなく、人への安全性と生物環境の保全をも考慮して決められており、それを守って使わなければならない。したがって、殺虫効果を上げるために規定の用量を超えて散布することは差し控えねばならない。抵抗性発達の疑いがあれば、その場に生息していた昆虫コロニーを用いて室内で

殺虫剤の簡易効力試験を行い、抵抗性が認められた場合には、抵抗性昆虫にも有効性が期待される同じ薬剤系の別の殺虫剤、または作用点の全く異なる他の薬剤系の殺虫剤に切り替えるべきである。現在使用している殺虫剤の効力をより永く維持する目的で、顕著な抵抗性が発達する前に使用する殺虫剤を換えて、ローテーションを考えて使用してゆくことが勧められる。その例を図1に示す。



資料 6

調査結果記入法

サーベイランスの結果は、他地域との情報交換や長期間のデータの蓄積を考慮し、同じ様式の調査票（記録用紙）にまとめて保管する。幼虫発生源調査、成虫調査およびウイルス検出用サンプルの記録用紙の例を以下に示す。

調査票の住所は、数値地図などを利用したコンピューターソフトによって場所の特定ができるように、できるだけ詳しく記録しておくことよい。記録内容はすべてコンピューターに入力し、必要に応じて担当地域の現状を的確に把握できるよう努める。

通番号		幼虫発生源調査票			
採集地名		採集年月日		採集者	
住 所			採集方法：		
周囲の状況	住宅地、公園、農村、水田地帯、その他（ ）				
発生場所（○をつける）	汚水溜・下水溝、雨水マス、水田・池、小型人工容器・墓の花立て・古タイヤ、水がめ、竹切り株、樹洞、岩の窪み、動物舎の汚水溜、汽水性湿地、その他（ ）				
発生水域の状況	大きさ と 数：				
種 類		個体数		種 類	個体数
防除対策：	実施せず		実施した		
対策の内容：					
対策の効果：実施前の幼虫発生密度（ ）					
実施後の幼虫発生密度（ ） 判定日					
備考：					

資料 7

防除器具および保護具

(1) 噴霧機

直径100～400 μm 程度の粒子の薬液を生息場所に散布する場合に使用する。屋内での使用には全自動噴霧器を、屋外では半自動噴霧器がよく使用されている。タンク容量は 1.9～100程度で、ノズルパターンには扇型、直線型、中空円錐型がある。



全自動噴霧機

B&Gエクステンダーバン2ガロン

寸法：W193×H750 mm（タンク本体高450）

タンク容量7.6ℓ

メーカー希望小売価格 57,000 円



(2) 動力噴霧機

丸山クリーンスプレーヤCSH-94

寸法1325×780×1130mm タンク、ホース巻取機、ノズルすべてをコンパクトにセットアップしてある。質量110kg、エンジン2.1kW (2.8PS)、タンク90ℓ、吸水量25ℓ/分、最高圧力3.9 Mpa (40kgf/cm²)、噴霧ホースφ8.5×30m×2本、ノズル鉄砲噴霧口×2本付き、2人同時に散布作業できる。

メーカー希望小売価格 551,000円



(3) ミスト機

殺虫剤、殺菌剤、消臭剤などに熱を加えないで、送風装置とノズル先端の衝突板で直径20～100 μm 程度の微細な粒子を噴射する機器である。汚水槽、雑排水槽、湧水槽などに発生するチカイエカの駆除に多く使用されている。

B&Gウルトラライト2400

超微粒子電動ミスト機。噴霧量は0～300ml/分と高性能。薬剤の出し入れや清掃のしやすい広口キャップ等、使いやすさを考慮したデザイン。

寸法：W220×H300×D380mmメーカー希望小売価格47,700円



(4) ULV 機

ULV(Ultra Low Volume)の略で、高濃度微量散布と訳す。主として大規模農園の航空散布用に開発され、直径 10 μm 前後の粒子を均一に噴射することができる。日本ではプレスロイド剤の開発と相俟って、ビルや工場のゴキブリに対するフラッシング効果、飛翔性昆虫の

防除、施設園芸の省力化の目的で普及してきた。電動式及びガソリンエンジン式、炭酸ガスボンベ式、さらに隙間などに吹き込むことを目的に開発されたノズル式などがある。

マイクロジェンG-4

エンジン式手押し型ULV機。約14000立法メートルの空間処理ができる。

寸法：W508×H483×D583mm

取り寄せ商品



丸山フレッシュハウサーLVM752

モータ出力0.75kw ノズル吐出量40～70 ml/分

適応面積1000㎡ 標準小売価格515,000円



丸山 VSM110-15スーパースパウタースプレー

最大到達距離 110m

噴霧角度 上10°、下-6°、水平200° 吸水量217ℓ/分

タンク1100ℓ 受注生産



(5) 煙霧機

油剤に熱を加えて気化させ、殺虫剤を直径0.1～10μmの粒子にして、空間を飛翔する害虫などに直撃させる目的で使用する。パルスジェット式、電熱式、ガソリンエンジン式がある。倉庫、下水処理場、屋外などの広域の防除に使用される。建物内部では火災やシミ、汚損の恐れがあることからあまり使用されなくなっている。煙感知機が作動するので注意を要する。

スイングホグ SN-50

パルスジェット方式のエンジン式肩掛煙霧機。小型軽量で噴霧能力は350cc/分

寸法：W1330×H330×D310mm

メーカー希望小売価格 397,000 円



動力煙霧機

丸山 MF-401

タンク容量20ℓ、エンジン ロビン3.7Kw 5PS 煙霧・ミスト兼用

煙霧吐出量400ml/分ミスト吐出量1.3401ml/分

メーカー希望小売価格540,000円



(6) 散粉機

粉剤の処理に用いるもので、手動式、電動式、エンジン式がある。隙間や割れ目などの細かな部分には手動式が便利で、広範囲の処理には動力式がある。

人力散布機

丸山 MG51

タンク容量 4.6ℓ 吐出量 2,500g/分

メーカー希望小売価格 12,500 円



(7) 散粒機

粒剤を散布する機器で人力式、電池式がある。

丸山 MG14M

タンク容量 11.5ℓ 吐出量 1,400g/分

連続使用時間 約 6 時間 標準小売価格 13,100 円



(8) 粘着式捕虫機

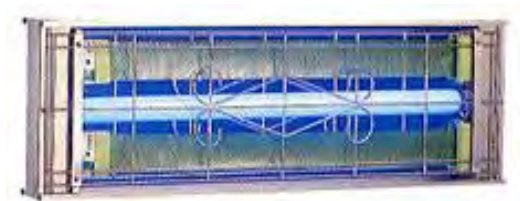
誘虫ランプのまわりに粘着物質を塗ったシートがセットされていて昆虫を捕獲することができる。死骸が周囲に落ちることがなく、食品工場等の施設内における調査用にも使える。

ムシボンMP-2000

寸法690×75×230mm質量2.4kg

誘引灯100V/20W 補虫紙S-20/5個入

メーカー希望小売価格29,800円



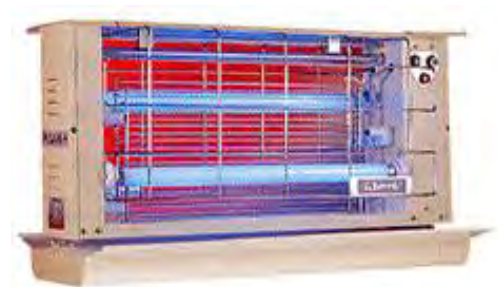
(9) 電撃式殺虫機

ムシトールMT15-DX

誘引灯（3,650A° のブラックランプ）と3,500Vの高圧で害虫駆除 安全網に手が触れると自動的に電撃電流が切れる。

寸法615×250×340mm質量7.4kg 誘引灯100V/15W×2灯

メーカー希望小売価格72,000円



(10) マスク

空間噴霧する場合や狭い場所で薬剤散布する場合、防毒マスクを着用する必要がある。活性炭つきのマスクが推奨できる。

重松マスク GM-12K/GM-24K

有毒ガス用防毒マスク。GM-12Kは1缶式、24Kは2缶式でミストの高性能UIFフィルターを装備。接顔部は折り返し付2重構造。
メーカー希望小売価格 GM-12K 1,990円、GM-24K 2,400円



3Mマスク No-3200

面体、吸収缶ともに全てプラスチック製で、作業者のニーズに応えた軽量・コンパクト・呼吸が楽な防毒マスク。面体接顔部には不快感を軽減するテクスチャード処理加工を施し、複雑な鼻の形状や微妙な顔のカーブにもピッタリとフィットするデザイン。
メーカー希望小売価格 2,200円



(11) 保護メガネ

メガネは、刺激性のガスや蒸気、薬液の飛沫などから目を保護するために用いる。

ゴグルス #3タイプ

80gと軽量のゴーグル、眼鏡の上からも装着できる。曇止め加工が施されているので、湿度の高い場所にも使用できる。

メーカー希望小売価格 1,500円



(12) 手袋

薬剤取扱い時には耐有機溶媒性のゴム手袋を用いること。

MAPA-491

メーカー希望小売価格 1,450円



資料 8

採集器具類の入手先および参考図書

(1) ライトトラップ

猪口鉄工所：電池式のライトトラップを製作してくれる。受注生産なので、値段は注文台数によって異なる（1台 15,000～20,000 円）。

住所〒852-8001 長崎市光町5番4号

電話：095-862-2111、FAX：095-862-2092

石崎電機製作所：交流電源が必要なタイプのブラックライト使用のトラップで、本体がプラスチック製。ファンの下に捕集網があるタイプ。（Mc-8200 一台 約 18,000 円）

住所：東京都台東区元浅草 1-15-15

電話：03-5828-6361

東京エーエス（株）：交流電源が必要なタイプのブラックライト使用のトラップで、本体は金属で出来ている。ファンの上に捕集籠があるタイプ。（一台 約 120,000 円）

住所：東京都荒川区東日暮里 5-96-6

電話：03-3891-0376

John W. Hock Company：各種トラップを扱っている。ホームページでトラップの解説や値段など調べられる。

住所 P.O.Box 12852 Gainesville, FL. 32604, USA、Fax: (352)372-1838

E-mail: jwhock@acceleration.net、

ホームページ www.acceleration.net/jwhock

(2) 幼虫標本作成液や昆虫採集用具など特殊な道具類

志賀昆虫普及社（カタログがあるので請求するとよい）。

住所：〒150-0002 東京都渋谷区1丁目7番6号

電話：03-3409-6401、Fax：03-3409-6160

参考図書

緒方・栗原・篠永・新庄・田中編集（2000）「住居環境の害虫獣対策」（財）日本環境衛生センター

佐々学・栗原毅・上村清（1976）「蚊の科学」北隆館

和田・篠永・田中（1990）「ハエ・蚊とその駆除」（財）日本環境衛生センター

Service, W. M. (1993) Mosquito Ecology: field sampling methods. 2nd ed. Elsevier Applied Science, London. （蚊の各種調査法について詳しい解説がある。）

資料 9

関連法人連絡先

(社) 日本ペストコントロール協会 (本部) :

〒101-0045 東京都千代田区神田鍛冶町 3-3-4 神田東口共同ビル 4F ; Tel 03-5207-6321

支部法人名	Tel	支部法人名	Tel
(社) 日本ペストコントロール協会 北海道地区本部	011-854-5735	(社) 日本ペストコントロール協会 近畿地区本部	075-752-8071
北海道ペストコントロール協会	011-854-5735	滋賀県ペストコントロール協会	077-544-1922
(社) 日本ペストコントロール協会 東北地区本部	022-247-9918	京都府ペストコントロール協会	075-752-8071
青森県ペストコントロール協会	017-739-0451	(社) 大阪府ペストコントロール協会	06-6942-1891
岩手県ペストコントロール協会	0198-24-7206	(社) 兵庫県ペストコントロール協会	078-576-2633
宮城県ペストコントロール協会	022-273-1524	奈良県ペストコントロール協会	0742-23-7312
秋田県ペストコントロール協会	018-868-2511	和歌山県ペストコントロール協会	073-474-5517
山形県ペストコントロール協会	023-624-0366	(社) 日本ペストコントロール協会 中国地区本部	086-241-8080
福島県ペストコントロール協会	024-931-5122	鳥取県ペストコントロール協会	0859-45-1456
(社) 日本ペストコントロール協会 関東甲信越地区本部	03-3254-0014	島根県ペストコントロール協会	0852-22-8600
茨城県ペストコントロール協会	029-248-6421	岡山県ペストコントロール協会	086-293-5990
栃木県ペストコントロール協会	028-625-0606	広島県ペストコントロール協会	082-293-6116
群馬県ペストコントロール協会	0276-61-2301	山口県ペストコントロール協会	0832-67-2801
埼玉県ペストコントロール協会	048-854-2890	(社) 日本ペストコントロール協会 四国地区本部	0888-48-2391
千葉県ペストコントロール協会	043-221-7505	徳島県ペストコントロール協会	088-663-3088
(社) 東京都ペストコントロール協会	03-3254-0014	香川県ペストコントロール協会	087-822-0967
(社) 神奈川県ペストコントロール協会	045-681-8585	愛媛県ペストコントロール協会	089-913-1063
山梨県ペストコントロール協会	055-227-8816	高知県ペストコントロール協会	088-848-2391
長野県ペストコントロール協会	0263-28-1933	(社) 日本ペストコントロール協会 九州沖縄地区本部	092-608-7103
新潟県ペストコントロール協会	025-247-8591	福岡県ペストコントロール協会	092-608-7103
(社) 日本ペストコントロール協会 中部地区本部	052-452-7122	佐賀県ペストコントロール協会	0952-30-7383
富山県ペストコントロール協会	076-429-0303	長崎県ペストコントロール協会	095-844-3045
石川県ペストコントロール協会	076-242-1281	熊本県ペストコントロール協会	096-337-6803
福井県ペストコントロール協会	0776-23-3537	大分県ペストコントロール協会	097-534-4641
岐阜県ペストコントロール協会	058-274-3390	宮崎県ペストコントロール協会	0985-26-7881
静岡県ペストコントロール協会	054-283-2920	鹿児島県ペストコントロール協会	099-275-4120
(社) 愛知県ペストコントロール協会	052-452-7122	沖縄県ペストコントロール協会	098-868-8458
三重県ペストコントロール協会	0593-53-6506		

日本防疫殺虫剤協会 : 〒103-0027 東京都中央区日本橋 2-2-1 共同ビル ; Tel 03-3281-4004

日本家庭用殺虫剤工業会 : 〒550-0003 大阪市西区京町堀 1-8-32 ; Tel 06-6443-6119

資料 10

感染症および媒介蚊に関する関連情報サイト

厚生労働省ホームページ	http://www.mhlw.go.jp/
国立感染症研究所 感染症情報センター	http://www.nih.go.jp/niid/ja/from-idsc.html
国立感染症研究所 感染症発生動向調査	http://www.nih.go.jp/niid/ja/idwr.html
米国疾病対策センター	http://www.cdc.gov/
日本衛生動物学会	http://www.jsmez.gr.jp/
(財) 日本環境衛生センター	http://www.jesc.or.jp/
(社) 日本ペストコントロール協会	http://www.pestcontrol.or.jp/

編 集 協 力 者

安居院 宣昭（国立感染症研究所客員研究員）
葛西 真治（国立感染症研究所昆虫医科学部主任研究官）
小林 睦生（国立感染症研究所昆虫医科学部長）
倉根 一郎（国立感染症研究所ウイルス第Ⅰ部長）
栗原 毅（帝京大学医学部名誉教授）
水谷 澄（日本環境衛生センター客員研究員）
元木 貢（日本ペストコントロール協会技術委員長）
緒方 一喜（日本環境衛生センター技術顧問）
沢辺 京子（国立感染症研究所昆虫医科学部第二室長）
新庄 五朗（日本環境衛生センター環境生物部長）
富田 隆史（国立感染症研究所昆虫医科学部第三室長）
津田 良夫（国立感染症研究所昆虫医科学部第一室長）

平成15年5月20日 発行
厚生労働省 健康局 結核感染症課
東京都千代田区霞が関1-2-2
Tel: 03-5253-1111