

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)	2
2. ウイルスが人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	24
資料2 蚊の成虫および幼虫の同定	36
資料3 蚊からのウイルス検出法	46
資料4 殺虫剤感受性試験	52
資料5 殺虫剤抵抗性の発達とその対策	55
資料6 調査結果記入法	58
資料7 防除器具および保護具	60
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

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。

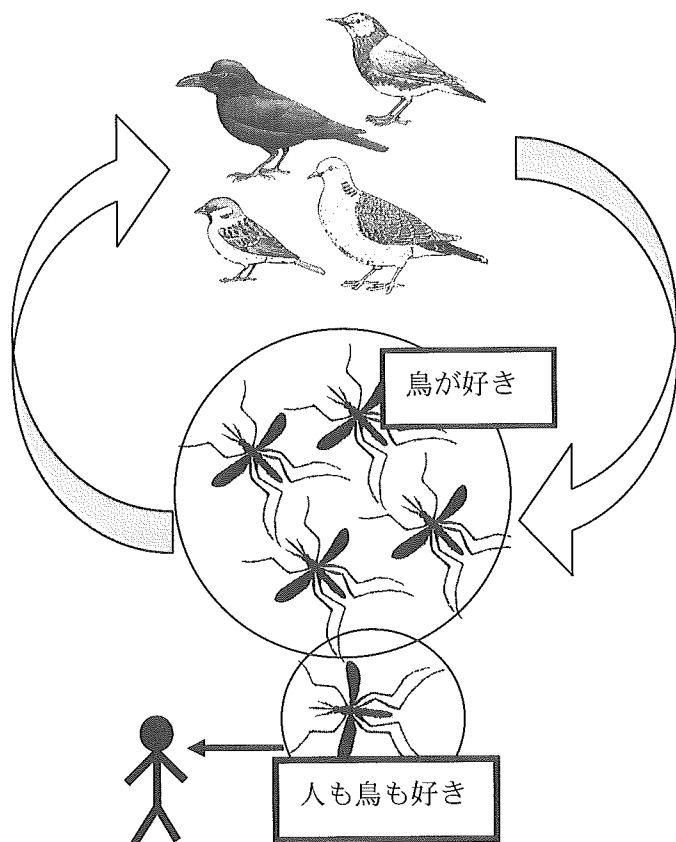
我が国での媒介蚊の発生調査は日本脳炎の流行予測に関連して一部の地方で続けられているが、都市部における蚊の調査はほとんど行われていない。また、伝染病予防法の時代には、各市町村が衛生昆虫防除の専門部署である「衛生班」を組織し、防除作業を行っていた。しかし、「衛生班」が解体された現在、蚊が媒介する感染症が日本に侵入した場合に、各地方自治体が適切な媒介蚊対策を行うことが非常に困難になっている。感染症対策における地域保健所の果たす役割は重要と考えられ、媒介蚊の発生源調査などを定期的に行うことが求められている。また、蚊の調査や防除作業を(社)日本ペストコントロール協会に所属する害虫防除業者(PCO)に依頼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

WNV が死んだ野鳥等から分離され、ある限定された地域で多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 感染蚊の密度を下げ、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ある。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、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. ウイルスが人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

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感染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、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可能性のあ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。平常時における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、ラジオ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技の片付け、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、これに関して各自自治体が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

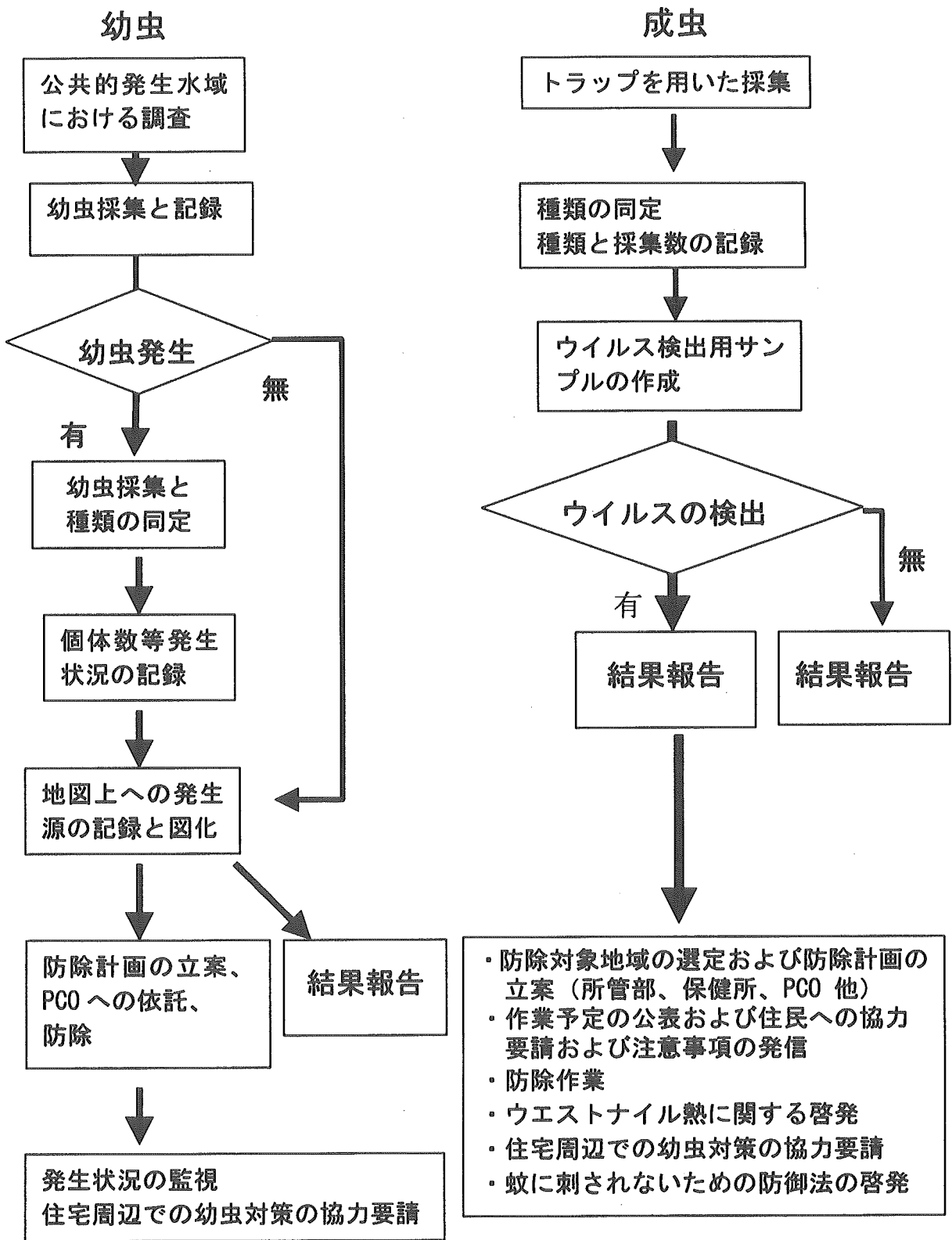
地域全体で迅速な防除対策が必要になるが、個人住宅等の幼虫対策を自治体や依頼された害虫防除業者(PCO)が行う事は事実上不可能である。そこで、自治体は各住民に住宅周辺にある媒介蚊幼虫の発生源対策への参画を種々の媒体を利用して要請することが必要となる。各自治体から発行されている「村・町・市だより」や緊急の場合には広報車等も利用することを考慮すべきである。この活動に住民が参加することによって、ウエストナイル熱に関する関心や理解、また、媒介蚊対策に対する個々人の冷静な対応が期待できる。

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＊, 住民組織
・ 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＊
・ 全国レベルの情報	厚生労働省
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
・ 媒介蚊防除	日本環境衛生センター

* 地方衛生研究所、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・雨水枡・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に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が、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連携強化

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連携強化も重要である。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連携が必要で、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にく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. 媒介蚊防除の行程

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生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名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）： _____（発生源地図への記入）	
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 (_____ m ²)	小発生源 _____ 箇所 / _____ m ²
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。年間を通じ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。50L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：建物の地下汚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：建物地下汚水槽等の空間にジクロルボス蒸散剤を吊す。標準量は1枚／5～10 m³／月。家屋周辺の草むら、竹藪等へULV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歩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ULV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. 媒介蚊防除の実際

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ち、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はけをよくし、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葉害が生じにくいピレスロイド剤を主剤とするULV剤、油剤のフォグギング (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やフォグギングを行う。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
フェントロチオン(10%)乳剤	20 ml	スミチオン乳剤
フェントロチオン(1.0%)油剤	停滞水域に 5～10 ml	スミチオン油剤
フェントロチオン(10%)フロアブル剤	20 ml	スミチオン 10FL
フェントロチオン(10%)水溶剤	5～10 g	スミチオン水溶剤
フェントロチオン(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
フェントロチオン・フタルスリン(5/0.5%)乳剤	20 ml	スミチオン NP 乳剤
フェントロチオン・フタルスリン(5/0.5%)フロアブル剤	20 ml	スミチオン NP・FL
フェントロチオン・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
フェントロチオン・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・ジクロロボス(5/2%)乳剤	15～30 ml	オフナック VP 乳剤
ピリダフェンチオン・ジクロロボス(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・ジクロロボス(3/2%)乳剤	30～40 ml	サフロチン VP 乳剤
プロペタンホス・ジクロロボス(0.3/0.2%)油剤	5～10 ml	サフロチン VP 油剤
昆虫成長制御剤		
メトプレン(10%)懸濁剤	a) 200 倍希釈液を 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	スマラブ粒剤
ピリプロキシフェン(0.5%)発泡粒剤	2～4 g	スマラブ発泡粒剤
ピリプロキシフェン発泡錠	a) 1～2 錠; b) 0.5～1 錠	スマラブ発泡錠
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、 スマラブ粒剤など
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、 スマラブ粒剤、スマラブ発泡錠、 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			
ジクロロボス(3%)油剤	煙霧	3 ml/m ³	VP油剤
フェントロチオン・ジクロロボス(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・ジクロロボス(0.5/0.3%)油剤	煙霧	2～3 ml	パイテックス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			
ジクロロボス(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。