別紙 4

厚生労働行政推進調査事業費補助金
（新興・再興感染症及び予防接種政策推進研究事業）
分担研究報告書

感染症媒介節足動物のフィールド調査手法及び次世代シークエンサーを用いたウイルス探索手法の確立のための研究

都市公園の雨水桝における感染症媒介蚊の発生状況の把握および総合防除法確立のための研究

研究分担者　　砂原　俊彦　　長崎大学熱帯医学研究所・病害動物学分野
研究分担者　　比嘉　由紀子　国立感染症研究所・昆虫医科学部

研究要旨

デングウイルス媒介蚊であるヒトスジシマカの主要な発生源と思われる公園の雨水桝における蚊の幼虫の発生状況の調査と、雨水桝を対象にした媒介蚊の物理的防除法の評価を行った。東京都の 140 ヵ所の公園で約 12,000 個の雨水桝において水の有無と蚊の幼虫の発生状況を調べたところ、全体の約 40%に水が溜まり、その約半数で蚊の幼虫が確認された。蚊の幼虫の見られた雨水桝の割合は公園によって大きく異なっていた。蚊の発生を抑制することが期待される 2 種の製品を公園に設置してその効果と排水機能への影響を調べたところ、開閉式の扉を蓋の下に挟み込む製品は排水機能を全く妨げないことが確かめられた。桝蓋の隙間に樹脂で固めた砂利を充填した製品では、設置場所によっては頻繁に目詰まりするため洗浄によるメンテナンスが必要となることが明らかになった。どちらの製品も蚊の発生を減らす傾向が示されたが蓋の隙間を砂利で充填した製品ではその効果がより顕著だった。

A.　研究目的

昼行性のヒトスジシマカによって媒介されるデング熱は、現代の日本で最も流行が懸念される蚊媒介性感染症である。2014 年には約 70 年ぶりに大規模な国内流行を起こしたが、その後も小規模な流行は散発している。COVID-19 の世界的流行による人的交流の減少で、輸入症例が激減したことは、本感染症における人の移動がもたらす影響を再認識させた。2024 年現在、人的交流は再び活発となり、デング熱を主とする蚊媒介感染症の流行に備える必要がある。2023 年度の研究課題（23HA2023）で、東京の公園におけるヒトスジシマカの主要な発生源と考えられる雨水桝の実態調査を行うとともに、化学物質のみに頼らない総合防除の手段として雨水桝への蚊の侵入を物理的に遮断する方法の有効性について検討した。しかしその研究は蚊の活動しない冬期に短期的に行われたので、雨水桝における蚊の幼虫の発生状況や物理的防除手法の長期的な効果を評価することはできなかった。雨水

桝における夏期の蚊の発生状況を明らかにすること、物理的防除手法のより長期的な効果と排水機能への影響を確かめることが望まれた。そこで本研究では、市街地の公園でのヒトスジシマカの主要な発生源の一つである雨水桝における蚊の発生状況の実態調査と物理的防除法の影響評価を確立することを目的とした。

B. 研究方法

(1) 雨水桝の蚊幼虫の迅速調査方法

一つの雨水桝に数千個体の蚊の幼虫が発生することもあり、生息状況を詳細に調べるには手間と時間がかかる。幼虫の発生状況を簡便な方法で調べることができると、学術研究上だけでなく、薬剤散布などによる蚊の対策の要否を判断する上でも有用である。本調査は雨水桝における蚊の幼虫の発生状況を調べるいくつかの方法を試してマニュアル化する。蓋の上からの目視により蚊幼虫の存否を確認する方法と蓋を開けて一定量の表層水をくみ出して蚊幼虫の数をカウントする方法を試して、効率のよい調査方法を探る。

(2) 夏期の雨水桝の実態調査

2023 年度の冬期の調査で、東京都の公園の雨水桝の約 30%に水が溜まっていたことが確認されたが、冬期は一般に降水量が小さいため夏期には様相がことなる可能性があった。また、水が溜まっている桝のうちどの程度に実際に蚊の幼虫が発生しているかを確かめられていなかった。上記の迅速調査法により前年度に調査した公園の雨水桝を再び調べ、水の有無と蚊の幼虫の有無を確認する。

(3) 物理的蚊対策製品の効果と排水機能

都内の 2 ヵ所の公園を対象にして、物理的防除手法を適用した雨水桝でどの程度蚊の発生が抑制されるかを定期的な幼虫数のモニタリングにより評価する。既設の物理的防除製品に加え、必要に応じて新たに製品を設置した雨水桝と製品を適用しない雨水桝も対照群として調査の対象とする。現地に設置した製品の排水機能保持の確認を定期的に行い、必要に応じてメンテナンス作業を施す。

C. 研究結果

(1) 雨水桝の蚊幼虫の迅速調査方法

蓋を開けずに光量の強い懐中電灯で雨水桝の内部を照らしてのぞき込み、水の有無と蚊の幼虫の発生状況を視覚的に確認する方法（直接観察法）が多くの雨水桝に適用可能であることを確認した。水面が広範囲で視認可能なら、多くの場合１分以内に蚊の幼虫の存在が確認できた。水面が深い位置にある場合目視により蚊の幼虫の有無を確認することは困難であったが、焦点距離が最短 50cm 程度の双眼鏡を用いることで水面を観察することは可能であった。また、水面に浮遊物が多い場合には工業用内視鏡を差し込むことで観察が可能となる場合もあった。工業用内視鏡は側方を映すカメラで水面直下を水平方向から見ることで蚊の幼虫を発見しやすかった。この調査法には限界もあり、蓋の下に落ち葉等をトラップするバスケットを設置した雨水桝などは直接観察が困難であり、蓋やバスケットの開口部が直径 1cm 以下の場合は工業用内視鏡を差

し込むことも不可能な場合が多かった。調査した 11,848 個の雨水桝のうち蚊の幼虫の有無が視覚的に確認できなかった桝は全体の約 10%にあたる 1209 個であった（水の有無が確認できない桝を含む)。すなわち、全体の約 90%の雨水桝については直接観察法で蚊の幼虫の有無の確認が可能であったことになる。

なお、蓋を開けて表層水をくみ出す方法は 2 ヵ所の公園にて「物理的蚊対策製品の効果と排水機能」の調査において行った。表層水は今回新たに開発した垂直式ひしゃくで 100ml ずつ、4 隅から採取した。蚊の幼虫の有無に関わらず所要時間は最低 10 分程度かかり、蚊の幼虫の密度が極めて高い場合は所要時間がさらに長くなる。直接観察とひしゃくによる採取の感度は同程度だったが、直接観察で蚊の幼虫が確認されたもののひしゃくで幼虫が採集されなかった場合もあった。雨水桝の蓋を開けて中の水を採取するにはあらかじめ管理者の許可を得る必要がある。また一般公園利用者の安全に留意する必要がある。

(2) 夏期の雨水桝の実態調査

2024 年 5 月より 10 月にかけて、都内の大小の公園 140 ヵ所で 11,848 個の雨水桝を調査した。このうち約 95%は前年度の冬期に調査した雨水桝である。水が溜まっていたことが確認された雨水桝は 4,791 個と全体の 40.4%であった。これは前年度冬期における有水割合 33.6%よりやや大きく、夏期の降水量が高いことが反映されていると考えられた。冬期の調査と同様、水が溜まった桝の割合は低平地が広がる東部 7 区では 50.6%と最も高く、次いで都心 3 区（38.6%)、副都心 4 区（37.2%)、西部 9 区が 30.7%と最も低かった。これは丘陵地の多い西部には東部の低平地に比べて雨水を地下に浸透させる浸透桝がより普及していることによると考えられる。

調査した 11,848 個の雨水桝のうち、2,394 個（20.2%）で蚊の幼虫が確認された。蚊の幼虫がみられた桝の割合は東部 26.0%、都心 17.8%、副都心 16.5%、西部 15.7%であり、全体的に見ると地域に関係なく水が溜まっている桝の概ね半数程度で 蚊の幼虫が確認された。ただしこの割合は公園によって異なり、水が溜まっている桝が 50 以上存在する比較的大規模な公園に限定しても、水の溜まった桝のうち蚊の幼虫が見られたもの割合は 20%程度から 80%程度まで大きく変動した。これは蚊の対策が公園管理者によって異なっていることを反映していると考えられる。

(3) 物理的蚊対策製品の効果と排水機能

令和 5 年度の研究において 2024 年 3 月に都内の公園 2 ヵ所に物理的に蚊の発生を抑制すると期待される 2 種の製品を設置し、現場において排水機能を妨げないことを確認した。これらの製品はそのまま公園で継続的に使用され、2024 年の夏期に蚊の発生の抑制効果を評価するとともに、排水機能への影響を確かめた。

製品 A は蓋の下に開閉式の扉を挟み込むもので、水が流れるときには扉が開き、そうでないときには閉じているため、雨水桝への蚊の出入りを妨げることが期待される。この製品は公園 X の 8 ヵ所の雨水桝に設置した。これらの桝は公園内の

通路脇に位置し、U 字溝には接していない。公園 X の管理者は製品 A の扉部分に落ち葉が蓄積することを懸念して落ち葉を頻繁に取り除く管理を行ったことから、本研究から当製品のメンテナンスが必要となるまでの期間を評価することは出来なかった。製品の扉の部分に落ち葉が挟まった状態は頻繁に観察され、蚊が侵入できると思われる隙間が見られたことがある。しかし、2024 年 10 月 25 日に撤去するまでに排水機能が妨げられる状態は一度も観察されなかった。2024 年 6 月 24 日から 10 月 25 日までの 5 回の調査で表層水を最大 400ml 採取し蚊の幼虫および蛹の数をカウントしたところ、製品 A を設置した 8 個の雨水桝での平均値は 9.0（標準偏差 20.9）に対して近隣の 6 個の対照群の桝では平均 21.9 （標準偏差 32.6）であった。製品を撤去した後の 12 月 12 日にも蚊の幼虫は見られ、製品 A を設置していた 6 ヵ所（2 ヵ所は水が溜まっていなかった）では平均 31.5（標準偏差 36.7）、対象群の 6 個の桝では平均 7.8 （標準偏差 8.0）であった。すなわち製品 A を設置していた雨水桝では、製品を設置していた時期には対照群に比べ蚊の幼虫の数が少なく、製品を撤去した後には蚊の幼虫数が著しく増加した。

製品 B は既存のグレーチングの隙間に樹脂で固めた砂利を充填したもので、砂利の隙間から水は通過するが蚊が侵入できる隙間はない。公園 Y 内の通路脇の 7 個の雨水桝の蓋を交換する形で設置した。7 個の雨水桝は直線上に並んでおり、地下部のパイプで連結されている。最下流から 2 個の桝は U 字溝で連結されており、U 字溝の蓋には処理を施していないため、蚊はこれら 2 つの桝へは U 字溝から容易に侵入できると考えられる。下流側から 3 つめの雨水桝は 2 つめの雨水桝から約 7m 離れていることから、蚊が下流の U 字溝経由で侵入するには地下のパイプの中を上流方向に 7m 飛翔する必要がある。製品を設置した 7 個の雨水桝の排水機能を 2024 年 4 月から 2025 年 3 月まで 10 回確認したところ、設置した場所によって頻繁に目詰まりするものとそうでないものがあることが明らかになった。特にテニスコートの出入り口の近くに位置している雨水桝にはテニスコートに敷かれた粒子の細かい砂が流入して目詰まりを起こすことが多く、4 月から 10 月の 5 回の調査では毎回排水が滞っている状態が確認された。製品の表面に水を流しながらブラシで砂粒を取り除くことで透水性が回復した。一方、7 ヵ所のうち 3 ヵ所は 1 年間一度も目詰まりにより洗浄が必要になることはなかった。透水性を維持するために洗浄を行った回数は 3 ヵ所で 0 回、1 ヵ所で 1 回、2 ヵ所で 2 回、1 ヵ所で 5 回だった。2024 年 6 月 24 日から 12 月 12 日までの 6 回の調査で表層水から蚊の幼虫及び蛹を採集したところ製品 B を設置した 7 個のうち幼虫もしくは蛹がみられたのはわずか 3 回（3 個体、2 個体、1 個体；平均 0.2、標準偏差 0.66）であった。一方対照群の 7 個の雨水桝では頻繁に多くの幼虫および蛹が採集された（平均 20.6、標準偏差 28.3）。

2024 年 10 月 9 日に公園 Y 内の 6 ヵ所に、製品 B と似たタイプである樹脂で固めた砂利を蓋の枠の隙間に充填した製品

C を新たに導入した。2 ヵ所は U 字溝に隣接していない雨水桝で 4 ヵ所は U 字溝に隣接していたがそのうち 2 ヵ所は U 字溝の蓋の下に長さ 2m の網戸用のスクリーンを敷き、U 字溝からの蚊の侵入を部分的に食い止めることを試みた。10 月 25 日には製品 C を設置した雨水桝に平均 40.6（標準偏差 37.3)個体の蚊の幼虫がみられたがこれは設置前から存在していたものと考えられた。12 月 12 日には 1 つの桝で 1 個体のみ見られ、2025 年 1 月 28 日には幼虫が全く見られなくなった。対照群の雨水桝には 12 月 12 日、1 月 28 日にも幼虫が見られたことから製品 C が蚊の侵入を遮断した効果であった可能性がある。製品 C も製品 B 同様、設置場所によっては目詰まりが起こりやすく、6 ヵ所中 2 ヵ所の雨水桝では 2025 年 3 月 11 日までの 5 ヶ月に 1-2 回の洗浄が必要になった。

D. 考察

(1) 雨水桝の蚊幼虫の迅速調査方法

本研究では短期間に多くの雨水桝を調査するという目的から、迅速さを最優先した直接調査法を確立した。生物学的には正確な種同定を伴った定量調査が望ましいことは言うまでもないが、迅速かつ容易に実施できる蚊幼虫の調査法が確立されると昆虫学者のみならず、公園等の施設管理者が担当する施設の雨水桝を観察し、必要な対策を講じることにつながる。

当然のことながら、迅速さを優先した調査法にはいくつかの欠点も生じる。蚊の幼虫の密度を定量的に調べることはできないことは一つの欠点と言える。しかし、蚊の幼虫が確認できた場合を少ない、ふつう、多い（それぞれ 1-20 個体、21-100 個体、>100 個体程に対応）など数段階のクラスに分けることは可能である。蚊の幼虫が多い雨水桝がどこにあるかを調べる目的にはこの程度のクラス分けでも有用であろう。もうひとつの欠点は蚊の種同定ができないという点である。市街地の雨水桝に発生する蚊の幼虫はほとんどがヒトスジシマカとアカイエカ群であると思われるが、捕食者であるトラフカクイカの幼虫が見られることもある。これらの種によって出現する雨水桝の環境条件が異なるとは考えにくく（季節消長は異なる)、蚊の幼虫が（多く）発生する雨水桝を特定する目的であれば、蚊とそれ以外の生物を区別できれば十分だろう。専門家以外にとっては蚊の幼虫と他の生物（例えばユスリカの幼虫）との区別が困難かもしれない。蚊の幼虫の簡易的な識別方法とともに本研究で確立した迅速調査法をマニュアル化することが効果的であると思われる。公園の管理者が雨水桝の内部を見ることはおそらくまれであろう。担当する施設のどの雨水桝にどの程度蚊の幼虫が発生しているかを把握することは効率的な媒介蚊対策につながる。例えば水が溜まらない桝にも薬剤を散布するという無駄を省くことや、幼虫が大発生するのを放置することを防ぐことにつながると期待される。

(2) 夏期の雨水桝の実態調査

本研究によって、東京の公園においては水が溜まっている雨水桝の割合は冬期と夏期で大きくは違わないことが明らか

になった。降水量が少ない冬期にも 30%程度が水を溜めており夏期にはそれが 40%ほどにまで上昇した。おそらく 30%ほどの雨水桝には年間を通じて水が溜まったままになっていると考えられる。冬期の調査でも明らかになっていたが、東京 23 区内でも東部と西部では様相が異なっている。これは雨水を地下に流す浸透桝が西部の丘陵地で多く導入されているためであると考えられる。浸透桝は蚊の対策を目的としたものではないが、そもそも水を溜めないことから蚊の対策としても非常に優れたものであるといえる。新規に設置する雨水桝には地下水涵養と媒介蚊対策の両面から可能な限り浸透桝の導入が望ましい。夏期には水が溜まっている雨水桝の半数程度で蚊の幼虫の存在が確認された。全体としては雨水桝の 20%程度ということになるが、公園によって蚊の幼虫が見られる桝の割合が大きく異なることも明らかになった。公園によっては水が溜まっている桝の 80%以上で蚊の幼虫が見られた。また、一見して少なくとも 100 個体以上は生息していることが明らかな雨水桝が多く見られる公園もあった。現在の蚊の発生対策でおそらく最もよく用いられているのが昆虫成長抑制剤（IGR）である。この薬品は幼虫を殺すものではなく、蛹から成虫に羽化するのを妨げる効果を持つ。したがって雨水桝に多くの幼虫が見られたからと言って、それが多くの蚊の成虫を生み出すとは限らない。IGR が効いていれば成虫にならずに全て死亡するかもしれない。では雨水桝に多くの幼虫が見られてもその公園は問題ないといえるだろうか？　多くの幼虫が見られると言うことはその幼虫たちの親世代が多く公園に飛来して雨水桝に産卵したことを意味する。デング熱を媒介するヒトスジシマカは比較的狭い領域にとどまると考えられている。公園に多くのヒトスジシマカの雌がいたということはその数日前に近くで吸血した可能性が高い。すなわち公園の利用者が吸血された可能性が高い。したがって、雨水桝に多くの幼虫が見られたとしたら、雨水桝が発生源であるかどうかに関わらず、高リスクを示唆するシグナルと考えるべきであろう。

(3) 物理的蚊対策製品の効果と排水機能

本研究では 2 タイプの製品による蚊の発生抑制効果と排水機能について調べた。開閉式の扉を蓋の下に設ける製品 A は排水機能に影響しにくいという利点があった。しかし扉に落ち葉などが挟まるなどして隙間が生じた場合には蚊が侵入する可能性がある。対照群と比べて蚊の幼虫の採集数が少ない傾向がみられ、また撤去後蚊の幼虫数が増えた頃からこの製品は蚊の数を減らす効果があったものと考えられるが、製品 B に比べるとその効果は弱かった。製品 B は蚊の発生を抑制する強い効果を示した。この製品を設置した雨水桝のうち２つは U 字溝に接していたがこれらの桝にはほとんど水が溜まらなかったため蚊の幼虫への抑制効果は評価できない。下流から 2 番目の桝とパイプでつながる 3 番目の雨水桝は U 字溝の端から 7m ほど離れていたが調査期間を通じて一度も蚊の幼虫は確認されなかった。すぐ近くの桝と地下のパイプでつながっ

ていればパイプを通って蚊は行き来できるものと考えられるが、7m 程度離れるとその移動は起こりにくいのかもしれない。このことはさらに実験によって確かめるべきである。製品 B は、その構造から細かい粒子の土砂の流入が多い場所では頻繁に目詰まりしやすい性質がある。頻繁にメンテナンスが可能な施設、土砂の流入が少ない場所などが設置に向いていると考えられる。一方、開閉式の扉をもつ製品 A は落ち葉等の流入が少ない場所に設置すると効果的と考えられる。

E. 結論

東京都の公園の雨水桝の 20%程度に蚊の幼虫が発生していたことから、公園の雨水桝はヒトスジシマカの重要な発生源であることが確認された。公園によっては蚊の幼虫が多く発生しているところがあり、このような場所では蚊の対策が十分でないと考えられる。薬剤のみに頼らない媒介蚊対策のひとつとして雨水桝への蚊の侵入を物理的に遮断する製品の利用が考えられる。製品のタイプによって蚊の発生抑制効果や排水機能の保持能力が異なり、設置場所に適した防除手法を選択することが重要であるとともに、定期的な点検とメンテナンスの実施が重要である。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

１．論文発表

なし

２．学会発表

砂原俊彦, 比嘉由紀子. 雨水桝における蚊の幼虫の迅速調査法. 第 76 回日本寄生虫学会南日本支部大会・第 73 回日本衛生動物学会南日本支部大会衛生動物学会大会, 2024 年 10 月, 大分市.

砂原俊彦, 比嘉由紀子, 川田均. 東京の公園の 10,000 個の雨水桝を 2 回見てまわってわかったこと. 第 77 回日本衛生動物学会大会, 2025 年 4 月, 長崎市.

H. 知的所有権の取得状況

１．特許取得

なし

２．実用新案登録

なし

３．その他

なし