

「STRONTEC® 屋外用蚊よけ KA・KO・I」の開発



住友化学株式会社

健康・農業関連事業研究所

梶原 知 紘

岡 本 央

Development of Outdoor Mosquito Repellent Device STRONTEC® KA・KO・I

Sumitomo Chemical Co., Ltd.

Health & Crop Sciences Research Laboratory

Tomohiro KAJIHARA

Hiroshi OKAMOTO

The STRONTEC® KA・KO・I is an insecticidal device to provide an excellent mosquito repellency in outdoor spaces. It is the first and innovative product in Japan to be approved to quasi-drug as a pest control device using ultrasonic atomization. The device has a compact and easy-to-carry design which is suitable for mosquito repellent product for outdoor spaces. It delivers the active ingredient, Eminence® by periodical atomization process to produce solid and sustained special repellency. This paper introduces the STRONTEC® KA・KO・I repellent device by presenting its successful history of Research & Development as well as the product performances.

はじめに

本製品「STRONTEC® 屋外用蚊よけ KA・KO・I」は屋外空間での蚊成虫の忌避を効果・効能とした、医薬部外品の殺虫剤製剤である（承認日2017年10月12日）。超音波霧化を利用した衛生害虫対策用の製品としては、国内で初めて医薬部外品製造販売承認を取得した製品となる。

本製品の開発コンセプトは、コンパクトで誰でも簡単に持ち運びできる「屋外空間用の蚊よけ」デバイスを開発し、消費者がバーベキューやガーデニングなど、アウトドアで快適に過ごせるように、蚊を寄せ付けられない空間を提供することであった。これを実現するため、少ない消費電力で薬液の霧化が可能な超音波霧化の技術を用いて、蚊に対して強い忌避効果を示す当社の殺虫剤原体であるエミネンス®（メトフルトリン、SumiOne®）を含む薬液を一定時間間隔で自動的に霧化するデバイスを開発した（Fig. 1）。

本製品は有効成分を定期的に霧化するため、継続的・安定的に蚊よけ空間を作り出すことができる。また、効率的な霧化が可能な超音波霧化技術と、蚊に対して強い忌避効果を示す殺虫剤原体であるエミネンス®を組み合わせることで、本製品1台で半径3.6 m（40 m²）の範囲に蚊よけ空間を、持ち運びが簡単な電池式の



Fig. 1 STRONTEC® KA・KO・I

デバイスで実現した。

加えてスイッチONの操作だけで蚊よけ空間を作り出すことができるため、既存の屋外向けの剤型の様に薬剤を肌に塗ったり、地面にまいたりする必要がなく、使用方法も簡便である。さらに超音波にて霧化を行うため火や熱が必要なく、また煙の発生もないため、屋外での多様な用途に使用することが可能である（Fig. 2）。

これらの開発コンセプトの下、本製品は超音波霧化を利用した害虫対策デバイスとして国内で初めて厚生労働省より医薬部外品製造販売承認を取得する

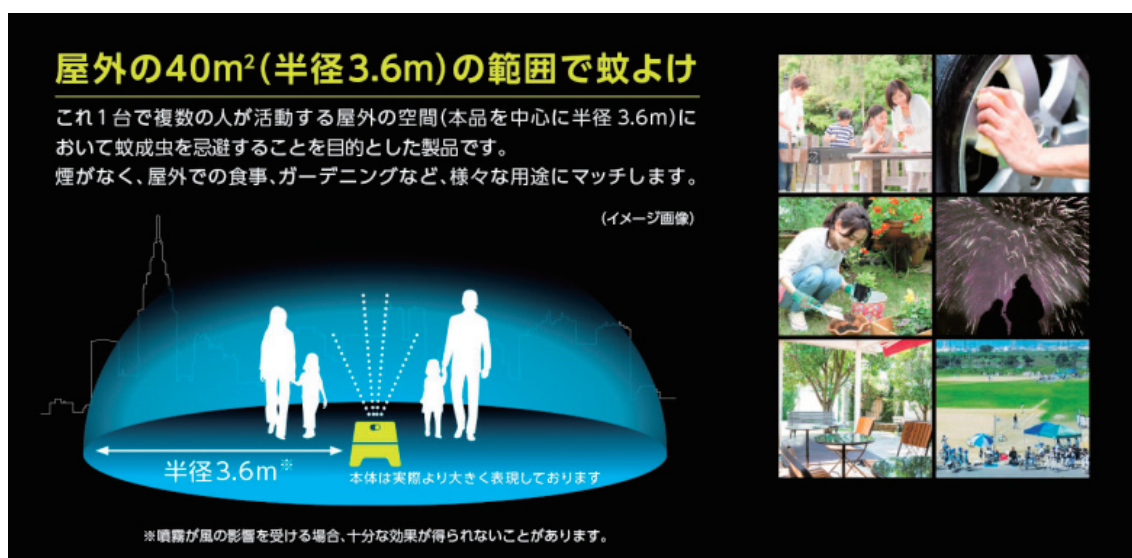


Fig. 2 Application of STRONTEC® KA・KO・I

に至った。本稿では屋外向けの新規剤型として医薬部外品製造販売承認を受けた「STRONTEC® 屋外用蚊よけ KA・KO・I」デバイスにつき、既承認剤型との比較、主な技術要素、実用試験、安全性について報告する。

本製品と既存剤型との比較¹⁾

本製品の開発コンセプトは、コンパクトで誰でも簡単に持ち運びできる「屋外空間用の蚊よけ」デバイスを開発することにある。しかしながら、これまで家庭用の蚊成虫を空間的に防除することを目的として発展してきた製剤の剤型に目を向けると、蚊取線香、電気蚊取（マット式・液体式）、ファン式蚊取、エアゾールなどがあげられるが、主には屋内向けに発展してきた剤型であり、屋外空間での使用を想定すると一定の制限があった。

蚊取線香は有効成分（ピレスロイド等）を木粉等の植物成分に混合し、粘結剤としてタブ粉および澱粉等を加え混練、さらに押出機で板状にしたものを打ち抜き、乾燥することによって製造される。蚊取線香の燃焼部分は700～800℃に達するが、有効成分は燃焼部分の6～8 mm手前の約250℃前後のところから揮散する。蚊取線香は人間の睡眠時間7～8時間にわたり有効成分を空中に揮散することができ、しかもその間一定の殺虫効力を保持することが可能であるが、使用に際し燃焼を伴う剤型である。また燃焼に伴い煙とにおいが発生するため、消費者によっては好みの分かれる剤型である。

電気蚊取マットは有効成分を含む薬液を繊維質のマットに含浸させ、電気発熱体の上に載せて加熱し

有効成分を揮散させる蚊取方式で、煙が出ない剤型であるため、蚊取線香の煙を好まない人や窓を閉めた部屋での使用に適しているが、マットに含浸された有効成分の揮散量を使用初期から終期まで経時的に一定に保つことが難しいという問題がある。これに対し、液体式電気蚊取は、吸液芯を有効成分が含まれた薬液中含浸し、芯上部を加熱することで薬液を揮散させるもので、有効成分の揮散量を経時的に一定に保つことが可能であり、またひとたび薬液ボトルを器具にセットすれば取り替えなしで長時間使用可能な剤型である。しかしながら電気蚊取方式はいずれも有効成分を電気による加熱で揮散させる必要があるため比較的大きな消費電力が必要である。よってこれらの剤型は一般的に家庭用電源が必要となり、自由に持ち運びができるという用途には適さない。

ファン式蚊取は比較的蒸気圧の高い有効成分を種々の含浸体に保持させ、ファンまたは保持体の回転による送風で揮散させる方式の剤型である。同剤型は乾電池で長時間稼働できることから屋内はもちろんのこと、屋外においても腰などにぶら下げて携帯することが可能である。しかしながら有効成分の揮散を常温での送風によって行うため、有効成分の揮散量に制限があり、屋外での使用を想定すると有効範囲が限定されるという課題がある。

エアゾール製剤は有効成分を含む薬液微粒子を高圧ガスによってスプレー散布する剤型である。微粒子の揮散によって有効成分が拡散するため種々の成分の散布が可能であり、またその散布量もスプレー量によって任意に調節可能である。しかしながらエアゾール製剤は噴射剤に可燃性成分を用いている場合が多く、使

用に際しては引火や爆発の危険性について十分な注意が必要であり、また廃棄に際して噴射剤の処理も必要である。またバーベキューなど火気を用いるアウトドア用途での使用にも制限があった。

本製品はこれらの課題を超音波霧化技術による霧化デバイスを採用することにより解決した。次に本製品の主な技術要素について報告する。

主な技術要素

1. 有効成分エミネンス®

(メトフルトリン, SumiOne®)²⁾

本製品で用いている有効成分エミネンス®は蚊に対して強い殺虫および忌避効果を示す合成ピレスロイド系殺虫剤である。エミネンス®は蒸散性に優れ、かつ画期的な効力を有する合成ピレスロイドとして探索された原体である。

エミネンス®の原体は微黄色透明な油状の液体で、ほとんどの有機溶媒に可溶であるが水に対しては難溶である。25℃の蒸気圧は 1.96×10^{-3} Paであり、ピレスロイド系殺虫剤としては蒸気圧が比較的高い。動粘度は $19.3 \text{ mm}^2/\text{s}$ (20℃)であり、液物性としても取り扱い容易な有効成分である。

次にエミネンス®の蚊に対する致死活性（局所施用法）をTable 1に示す。

Table 1 Lethal efficacy against mosquito

Compound	<i>Culex pipiens</i>	<i>Aedes albopictus</i>
Metofluthrin (Eminence®)	0.0015	0.00047
d-allethrin	0.038	0.023
Prallethrin	0.0056	0.0050
d-tetramethrin	0.0096	0.0036
Permethrin	0.0028	0.0012

LD₅₀ (μg/female adult) by topical application method

アカイエカ (*Culex pipiens pallens*) 成虫に対するエミネンス®のLD₅₀値は0.0015 μg/雌であり、エミネンス®の相対殺虫活性はd-アレスリンの約25倍、プラレトリンの約4倍である。また代表的な殺虫活性の高い殺虫剤であるペルメトリンと比較しても約2倍の活性を示す。またヒトスジシマカ (*Aedes albopictus*) 成虫に対するエミネンス®のLD₅₀値は0.00047 μg/雌であり、相対効力はd-アレスリンの約50倍、プラレトリンの約10倍、ペルメトリンの約4倍である。

屋外空間では大気が都度入れ替わるため空間中の有効成分濃度を高く維持することが難しい。本製品では、屋外空間であっても十分な効力を発揮させる

ために、蚊に対して高いパフォーマンスを持つエミネンス®を有効成分として採用した。

2. 超音波による霧化

(1) 超音波による霧化^{3),4)}

超音波は人間の耳では聞き取ることができない周波数が20 kHz以上の音波と定義され、空気中を伝搬するだけでなく、固体・液体の内部や表面、異なる2つの固体、あるいは液体の境界面に沿っても伝搬する。超音波は現代の人間社会において広く利用されており、本製品で用いられている霧化の技術のみならず、洗浄、分散乳化、溶接、ソナー等の探知機、医療診断治療などの広い分野に応用されている。

超音波における霧化は液体に強力な超音波を照射することによって得られる。ある一定以上のエネルギーが液表面に集まると振幅臨界値を越え、液表面が破断して液滴が生成される。液中における超音波振動が激しくなると、超音波振動子の真上の液体に上昇流を引き起こし、液面を押し上げる形で液柱を生成させる。この液柱の表面で、液体の衝突／引きちぎり合うエネルギーが、液体の表面張力に打ち勝つと、液体を微粒子化し、結果として空気中に液滴を飛散させることにより霧化が達成される (Fig. 3)。

本製品はこの超音波振動による霧化の技術を利用し、有効成分の霧化を行っている。

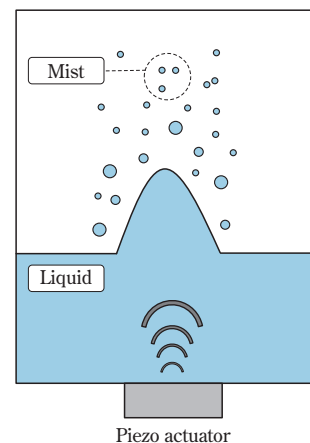


Fig. 3 Principle of ultrasonic atomization

(2) 振動板方式の霧化方式の選定

超音波による霧化の方式には様々な形態が存在することが知られている。

Fig. 3で示した圧電素子を霧化対象の液体中で振動させる方式は、一般的に加湿器やネブライザー等に広く用いられており、粒子が微小で均一性に優れているという長所を有するものの、霧化に際しては一般的にMHz領域の超音波が必要であり、霧化効率が

悪く、低電力で多量の霧を発生させることが難しいという短所を持つ。

またフランスの物理学者ポール・ランジュバンが1917年に考案したボルト締ランジュバン型振動子⁵⁾ (Fig. 4) は、従来から圧電素子を用いた超音波霧化装置として知られている。同振動子は霧化に際して数10 kHzの周波数の超音波にて霧化が可能で非常に効率的であるという長所を有するものの、圧電素子と金属ブロックのような大きな振動応力が発生するところにおいては研磨しておく必要があるなど、素子の構造が複雑で大掛かりであるという短所がある。

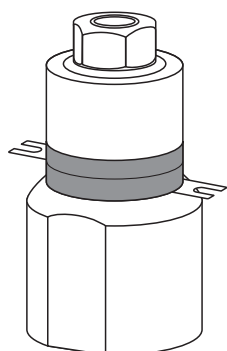


Fig. 4 Langevin type transducer

一方、本製品の超音波振動による霧化の方式には、多数の小孔を有する振動板をリング状の圧電素子に貼り合わせた超音波振動ユニットの方式が採用されている (Fig. 5)。同超音波振動ユニットは、引用文献 6) (特開平4-371273) にも挙げられる様に100～数100 kHzの周波数の超音波にて霧化が可能で、霧化効率に優れ、低電力での多量霧化が可能である。またランジュバン型振動子と比較すると構造が複雑ではないという利点も併せ持つ⁶⁾。

振動板型の超音波振動ユニットを採用することで、超音波による霧化を家庭用電源による電源供給方式ではなく、電池式での駆動にて達成することができた。これにより、簡単に持ち運びができるという本製品の開発コンセプトを実現することが可能となった。

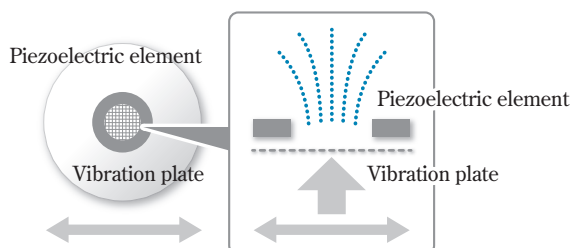


Fig. 5 Mesh plate type transducer

3. 本製品の特徴

(1) 製品仕様

本製品は有効成分エミネンス®を0.403 w/v% 含む薬液を、30秒に1回、超音波による霧化方式にて平均約20 μmの粒子径の粒子に霧化して屋外空間に自動散布する。これにより本製品1台で半径3.6 m (40 m²) の範囲に蚊よけ空間を作り出すことができる。

本製品は大きさ縦、横、高さそれぞれ約10 cm程度の円錐台形状の噴霧器具であり、デバイスの天面に振動板型の超音波振動ユニットを備えている。電源としては振動板型の振動ユニットを採用することによりアルカリ単三乾電池2本で約60時間稼働が可能である。また薬液60 mLが充填された交換式の薬液ボトルを装着して使用し、薬液ボトル1本で約30時間の稼働が可能である (Table 2)。加えてスイッチの切り忘れによる薬液の浪費を防ぐため、スイッチONから5時間でスイッチが自動的に切れるオートオフの機能も付与した。

Table 2 General description of STRONTEC® KA・KO・I

Application	Outdoor mosquito repellent (40 m ²)
Active Ingredient	Metofluthrin 0.403 w/v % (Eminence®/SumiOne®)
Other inert	Kerosene
Net volume	60 mL
Device	
Particle size of spray	Approximately 20 μm
Spray interval	30 seconds/spray
Duration per cartridge	Approximately 30 hr
Dimension	Width 11.2 cm × Height 10.5 cm
Power supply	Two AA batteries

薬液ボトル内の薬液は、吸液芯を通じて供給される。薬液は、ボトル内から伸びた吸液芯が超音波霧化ユニットの振動板に接しており、振動板の小孔を通じて薬液がにじみ出る様になっている。薬液の霧化の際には振動板に貼り合わされた圧電素子に通電することで、振動板を高速振動させ、にじみ出た薬液を空中に弾き出すことで霧化を行っている (Fig. 6)。

噴霧器具は上カバーと噴霧器具下部の2つのパーツに分かれている。上カバーには基板などとともに超音波霧化ユニットが収められており、噴霧器具下部には薬液ボトルを収納する場所が備えられている。薬液ボトルをセットした後、2つのパーツを組み合わせるだけで薬液ボトルの吸液芯と振動板が接触する設計となっており、消費者は複雑な操作を要求されることなく、薬液の霧化が可能となる (Fig. 7)。

また本製品は定期的に薬液を霧化するという製品

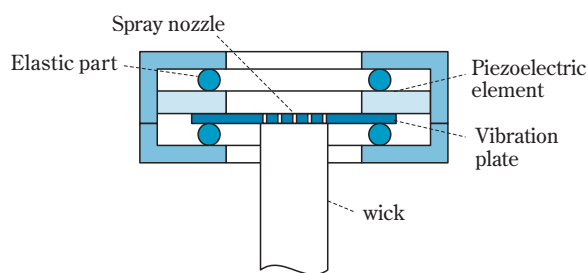


Fig. 6 Structure of atomizing part

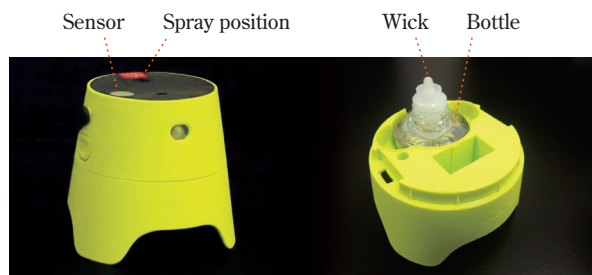


Fig. 7 Device configuration

仕様の特性上、消費者が偶発的に薬液ミストに直接曝露されない様、噴霧約5秒前からスイッチ部に配したLEDが点滅を開始し、噴霧直前まで9回点滅し消費者に注意を促す仕組みとしている。さらに安全面にも配慮を行うため、人感センサーを搭載し、本体上部で人の動きを感知すると自動的に霧化を停止する機能も付与した。(感知の範囲は人の動き方、温度によって変動する)。

(2) 技術要素各論

① 超音波振動ユニットの最適化

本製品は屋外空間のできるだけ広い範囲で蚊の忌避を行うため有効成分を含む薬液粒子をより高く遠くまで効率的に霧化することが設計上望ましい。この場合、超音波振動ユニットに印加する電圧を高めたり、送風ファンを用いたりすることなどが一般的に行われるが、これらの対策は装置の大型化を招く等の課題がある。そこで本製品に用いられる超音波振動ユニットで使用する振動板は、その形状を最適化することでより効率的な霧化ができる様に工夫を加えている。

検討の結果、形状の最適化を施した振動板を用いた場合、Fig. 8およびFig. 9に示す通り一般的な形状の振動板を使用した場合と比較して、特に低粘度域において薬液の霧化量や霧化高さなどを向上させ、薬液の拡散性を高めることが可能であった⁷⁾。本製品に使用する薬液も十分な霧化効率を確保するため、比較的低粘度の溶媒を採用している。

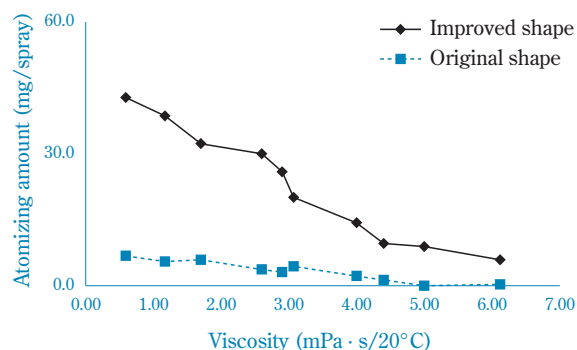


Fig. 8 Atomizing amount as a function of viscosity of improved shape vibration plate

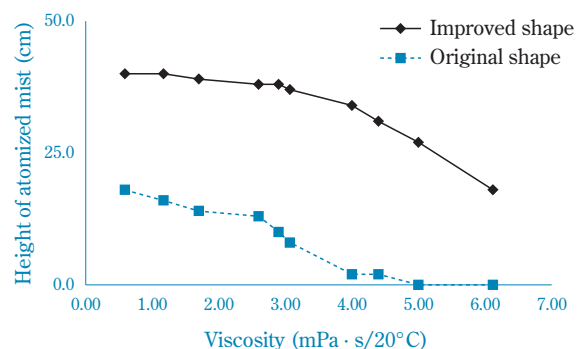


Fig. 9 Atomizing height as a function of viscosity of improved shape vibration plate

また圧電素子と小孔を有する振動板を貼り合わせた構成の超音波振動子を噴霧器具の躯体に組み付ける際には、弾性素材からなる弾性部材で弾性的に挟持することが一般的に想定される。本製品においても超音波振動ユニットの噴霧器具の躯体への組み付けは弾性部材による挟持によって成されているが、本製品の開発における検討の結果、弾性部材と圧電素子との接触面積が霧化の効率に影響を与えることを見出し、超音波振動ユニットを弾性部材で挟持する方法においても、さらなる効率的な霧化が可能な構造を採用した⁸⁾。

② 給液機構の最適化

本製品は屋外空間のできるだけ広い範囲で蚊の忌避を行うため1回の霧化で比較的多くの薬液を霧化させることが設計上望ましい。薬液の霧化量は超音波振動子に電圧を印加する時間等によって任意に調整可能ではあるが、それは超音波振動ユニットへ十分な薬液が供給される前提において可能となる。

本製品では超音波振動ユニットへの給液は吸液芯によって行っている。使用上の利便性を考慮すると、超音波振動ユニットは小型であることが望ましいが、超音波振動ユニットの小型化に伴い吸液芯も小型化

する必要があるため、屋外空間で十分な霧化量を確保するためには、吸液芯として多孔質であるが柔らかい素材を採用する必要がある。

一方で、本製品は薬液ボトルと吸液芯を交換可能な方式を採用しているため、消費者が薬液ボトルと吸液芯を噴霧器具に設置する必要がある。本霧化方式においては吸液芯と振動板が良好に面接触している必要があるため、柔らかい素材を吸液芯に用いると吸液芯の潰れや変形などに伴い霧化不良が発生するなどの吸液芯の柔らかさに起因する課題があった。

そこで本製品では超音波振動ユニットに吸液芯の真上で上下方向にのみスライド可能となるような円筒状のガイドを設けて、超音波振動ユニットが自重で吸液芯の上端面と面接触できる構造とした。これにより、薬液ボトル交換時に吸液芯の多少の潰れや変形が発生した場合でも、超音波振動ユニットと吸液芯が安定した接触状態を維持することが可能になった⁹⁾ (Fig. 10)。

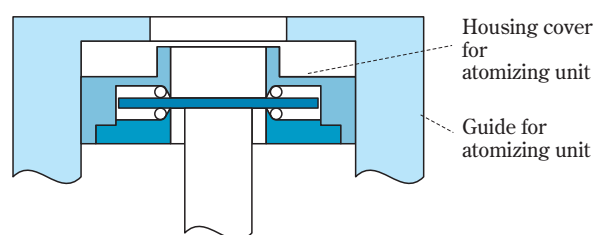


Fig. 10 Contact structure between wick and vibration plate

またこれに加え、吸液芯の構造にも工夫を行っており、吸液芯の上端に多孔質体の吸収体を設けることで、振動板と吸液芯の接触部の形状安定性の向上および吸収体自体の保液による吸液芯の給液能力の改善を図っている¹⁰⁾。

さらにボトル内薬液と外気の通気構造についても工夫を行っている。本製品の薬液ボトルからの給液は、一般的な液体式電気蚊取の方式と同じく、吸液芯によって行っている。一般的に吸液芯を有する薬液ボトルの構造では、薬液ボトルの開口部と吸液芯が密着状態となると考えられるが、ボトルが内部と外部を通じる通気構造を備えない場合には、内部の液体の消費に従いボトル内圧が下がる、気温の上昇によりボトル内圧が上がり過ぎるなど、ボトル内の環境が不安定化してしまう課題がある。そこで一般的には薬液ボトル上部に空気穴を設けることが多く、本製品にもボトル上部に空気穴を設けている。しかしながら本製品は1回の霧化で比較的多くの薬液を霧化させる必要があるため、必要となる空気穴の径が

必然的に大きくなり、結果として大きくなった空気穴から薬液ボトルが横倒しになった際に薬液が漏れ出してしまう課題があった。そこで本製品では薬液ボトルが横倒しになっても薬液が外部に漏れ出ない様に、特殊形状の中栓の検討を行い、薬液ボトルが横倒しになった際には薬液の通気口を自動的に遮断して液漏れのリスクを低減できる構造とした¹¹⁾。

これらの構造改善により、本製品はコンパクトな吸液芯を採用しつつ、1回の霧化で比較的多くの薬液を霧化させることができる薬液の給液機構を可能とした。

4. 屋外空間における有効成分の拡散のコントロール

屋内における有効成分の揮散のコントロールは、屋内空間内における有効成分の濃度が標的害虫へ効力を示す濃度を下回らない様に有効成分の散布を行うことが一般的である。室内の有効成分濃度は換気に伴う空気の入れ替えによって降下すると考えられる。室内における有効換気量 (m^3/h) の指標として、建築基準法の居室に設ける換気設備の技術的基準においては、換気ファンなどの機械換気設備を用いる場合の居室における有効換気量は、室内の人員一人当たり20 ($\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{人}$) (施行令第20条2項) としている。屋内における有効成分の空間散布製剤の設計においては、有効換気量などを指標に目的とした用途に沿った室内の有効成分濃度を維持できる様に有効成分の散布速度を調節することが求められる。

一方、屋外空間においては風による強制対流の影響を受け、気体が一定空間に留まることができないため、室内の様に有効換気量の考え方は適用不能であると考えられた。そこで屋外空間において有効な蚊よけ効果を示す最適な霧化方法の検討を行ったところ、薬液の粒子径と有効成分濃度および霧化の間隔が屋外空間での蚊よけ効果に影響を与えていることを見出した¹²⁾。屋外空間においては、霧化された薬液の粒子の粒子径が小さ過ぎると、必要量の有効成分が霧化されていても風による強制対流により薬液粒子が拡散し過ぎてしまうこと、薬液濃度と霧化の間隔は標的害虫と有効成分の接触機会に影響を与えていることが考えられた。

これらの検討に基づき、本製品は屋外空間で効率的な蚊成虫の忌避が可能な薬液粒子径や霧化方式を採用している。

5. 人感センサー

また本製品は定期的に薬液を霧化するという製品仕様の特性上、消費者が薬液ミストに直接曝露されない様に安全面にも配慮して、焦電型赤外線センサーを搭載している。焦電型赤外線センサーは照明器具、監視

カメラなどに広く利用されており、比較的広いエリアに、物体が侵入・移動しているかどうかの検知に利用されることが多いが、温度変化によって誘電体の分極が変化する現象（焦電効果）を利用したものであり、周囲との温度差（動き）を検知する。

センサーの選定においては、本製品の特性上、安価かつコンパクトで簡潔な構造である必要がある。本製品で使用する用途面から考えると照度センサー、焦電型赤外線センサー、反射型センサーや映像型のシステムなどが適用可能であると考えられたが、最も安価な照度センサーは物体や雲の影による誤動作、また夜間の使用など頻繁に誤動作が起こることが懸念されること、反射型や映像型のシステムは、精度が良好であるものの装置が複雑化することが想定されたため、コストや電力消費量の観点からも本製品には焦電型赤外線センサーを採用することとした。

6. ユーザビリティを最適化した本体構造設計

本製品は市場に類似品が存在しないためか、開発当初、試作の段階における消費者試験にて「薬液ボトルの交換方法がわからない」、「スイッチがわかりにくい」など操作性に対する指摘が多くあった。そこで構造設計においては消費者がいかにわかりやすく使えるかという観点で社内でのアンケートなどにより設計の点検を行いながら製品化を行った。

また薬液を用いるという観点から、安全面にも十分に配慮して設計を進めた。本製品のアウトドアでの用途を想定すると、デバイスが横倒しに転倒してしまう、高所から落下してしまうなど、過酷な使用方法が想定された。よって本製品の設計においては、その様な過酷な使用方法に耐えうる強度はもちろんのこと、薬液漏えいのリスクについても十分に考慮しながら設計を進めた。

さらに屋外で使用する製品という点でも、設計に注意を払う必要があった。具体的な例を挙げると、本製品は真夏の屋外で使用するため噴霧器具が設置される地面の温度は場合によっては50℃を上回る場合がある。本製品は設計当初より加工性に優れたPET材質を薬液ボトルに採用することを計画していたが、PET材質は50℃を上回る環境では膨潤・変形してしまうリスクが考えられる。そこでPET材質のグレード選定においては耐熱性に優れたグレードを選定するなど、屋外で使用する製品という点で過酷な使用環境も想定しながら設計を行った。

実用試験

1. 基礎効力評価

本製品「STRONTEC® 屋外用蚊よけ KA・KO・I」

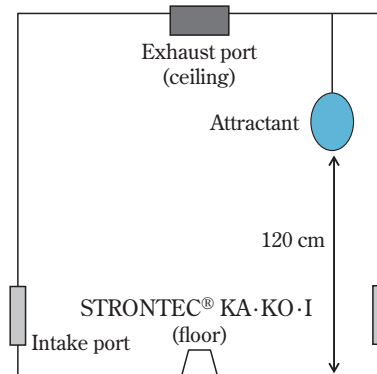


Fig. 11 Test method in Peet-Grady chamber

は屋外で使用することを前提としているが、まず基礎的な効力を確認するためにチャンバーを用いた屋内試験で蚊に対する効力を調査した。換気装置を稼働させたピートグラディチャンバー¹³⁾に誘引源を配置し、チャンバー床中央で本製品を稼働させた (Fig. 11)。すぐさまチャンバー内にヒトスジシマカ雌成虫 (*Aedes albopictus*) もしくはアカイエカ雌成虫 (*Culex pipiens pallens*) 約50匹を放ち、3時間経過した後に回収して誘引源への定着の程度を調査して誘引率 (%) を算出した。

ヒトスジシマカおよびアカイエカの無処理区における誘引率がそれぞれ45.6%、87.0%であったのに対して、本製品を稼働させた場合には、誘引率はいずれも0%、すなわち1匹も誘引されなかった (Table 3)。

Table 3 Test results of efficacy test in Peet-Grady chamber

	Attracted rate (%)	
	<i>Aedes albopictus</i>	<i>Culex pipiens pallens</i>
KA・KO・I	0	0
Blank	45.6	87

本製剤の有効成分であるピレスロイド系殺虫剤エミネンス®は蚊類をはじめとするさまざまな害虫に対して殺虫効力を示すだけでなく速やかに害虫を麻痺させ吸血を阻止するいわゆる「ノックダウン効果」に優れている²⁾。本試験においてピートグラディチャンバー内に放たれたヒトスジシマカ雌成虫もしくはアカイエカ雌成虫は、気中に漂うエミネンス®に曝露した後にきわめて即効的に吸血行動を阻害されたと考えられた。またチャンバーを換気しながら行った試験で高い効果を示したことから、屋外の実用場面でも高い効果を発揮することが期待された。

2. 実効効力評価

本製品の屋外での実用効果およびその有効範囲を特定するため野外試験を実施した。当該試験地はヒトスジシマカ (*Aedes albopictus*) およびオオクロヤブカ (*Armigeres subalbatus*) が多数発生する野外環境であり、実験作業者は蚊に刺されないよう防護服、手袋、防虫ネット等を着用して試験を行った。蚊の誘引源となる実験作業者が藪や林縁で静止して蚊を誘引し、防護服表面に係留もしくは衣服周辺で飛翔している蚊の数を数えた。誘引蚊数が一定数以上になったことが確認できた時点で、誘引者から一定距離を離れた地面に本製品を設置して稼働させた。また稼働させる直前には風向きを確認し、誘引者からみて風上、風下およびその中間になる様に設置して反復試験を行った。

経過時間ごとの誘引蚊数から下記式より忌避率(%)を算出したところ、本製品の忌避効果は高く、1.8 mもしくは3.6 m離れた場所で稼働させた場合には、いずれも8分後には忌避率が50%以上を示し、28分後には90%以上に達した (Fig. 12)。市販屋外用蚊取線香を用いて同様に試験を行ったところ、当該製品の用法である携帯して使用した場合すなわち誘引者の足元に (0 m) 置いた場合には高い忌避効果を

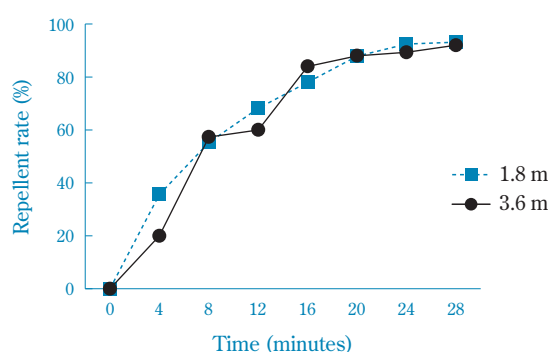


Fig. 12 Efficacy of STRONTEC® KA・KO・I in outdoor field

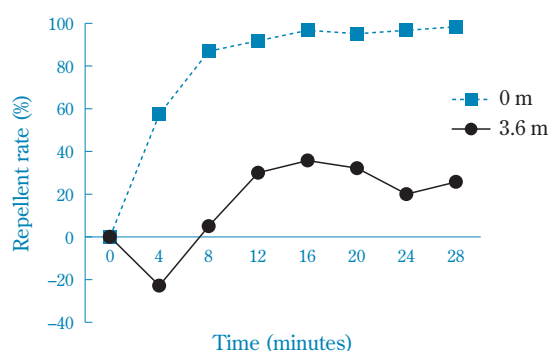


Fig. 13 Efficacy of commercial mosquito coil in outdoor field

発揮したものの、3.6 mの距離で設置した場合には十分な忌避効果を示さなかった (Fig. 13)。

これらのことから、本製品は半径3.6 mの空間、すなわち40 m²の広さに1台設置することで蚊を寄せ付けない空間を作り出すことができると考えられ、その効果は市販屋外用蚊取線香を同条件で使用した場合よりも優れることが確認された。

$$\text{忌避率 (\%)} = (1 - T/C) \times 100$$

T: 本製剤を稼働してn分後の誘引数 (3反復合計)

C: 本製剤稼働前の誘引数 (3反復合計)

本製品の安全性

本製品で用いる薬液は有効成分エミネンス®を0.403 w/v%含む組成から構成されている。この有効成分濃度はドラッグストアなどで市販されている液体式電気蚊取の薬液に含まれる有効成分濃度にほぼ等しく、薬液もこれまで長く使用された実績のある製剤処方を採用している。またその上で霧化に対する安全策として、霧化直前にLEDで消費者に注意を促すとともに、人感センサーを搭載することにより本体上部で人の動きを感知すると、自動的に霧化を停止する機能も付与した。

加えて使用上の注意として、本製品の有効成分の揮散量は屋外向けに設定されているので、空気の入替わりの少ない屋内では使用しないこととした。

おわりに

本製品「STRONTEC® 屋外用蚊よけ KA・KO・I」は超音波霧化を利用した害虫対策デバイスとしては、国内で初めて医薬部外品製造販売承認を取得した製品である。このような新規の有効成分のデリバリー技術が医薬部外品として製造販売承認されることは珍しく、本製品のみならずこの新規の有効成分のデリバリー技術の生活環境分野での展開にも期待している。

また本製品は屋外空間での蚊成虫の忌避を効果・効能として認められた。屋外で蚊成虫を防除可能な製剤として、医薬部外品製造販売承認を得られたものは、これまで蚊取線香や残効性エアゾールなどに限定されていたが、今回、超音波霧化デバイスを用いた間欠霧化という新たな施用方法においても医薬部外品の製造販売承認を得ることができた。屋外空間の蚊の忌避は日本国内のみならず海外市場でも需要が拡大してきており、本製品のデリバリー技術はその様な需要に応えていける新しいデリバリー技術であると考えられる。

本製品は蚊に対して特に高い効力を示す有効成分エミネンス®を、屋外で効力を示すために十分な量を定期的に揮散させているため、屋外の実用場面でも高い効果を期待できる。また持ち運びが容易になる乾電池式での稼働が可能で、火やガスを使わず、煙の発生もない。そのため消費者は屋外で簡単に蚊よけ空間を作り出すことができる。本製品は「しっかりとした効力」と「消費者の使いやすさ」を常に意識して開発を進めたがそのコンセプトが消費者に広く受け入れられることを期待したい。

引用文献

- 1) “家庭用殺虫剤概論Ⅲ”，日本家庭用殺虫剤工業会 (2006), p. 10.
- 2) 松尾 憲忠 ほか，住友化学，**2005-II**, 4 (2005).
- 3) 安田 啓二，エアロゾル研究，**26**(1), 5 (2011).
- 4) 土屋 活美 ほか，エアロゾル研究，**26**(1), 11 (2011).
- 5) 足立 和成，精密工学会誌，**75**(4), 479 (2009).
- 6) 戸田 耕司，JP H04-371273 A (1992).
- 7) 住友化学(株)・(株)フコク，JP 6014359 B2 (2016).
- 8) 住友化学(株)・(株)フコク，JP 5984359 B2 (2016).
- 9) 住友化学(株)・(株)フコク，JP 5981194 B2 (2016).
- 10) 住友化学(株)・(株)フコク，JP 6097274 B2 (2017).
- 11) 住友化学(株)，JP 6242216 B2 (2017).
- 12) 住友化学(株)・(株)フコク，JP 2013-150595 A (2013).
- 13) CSMA; Chemical Specialties Manufacturers Association, “Soap Chem. Spec”, Blue Book (1971), p. 158.

PROFILE



梶原 知紘
Tomohiro KAJIHARA
住友化学株式会社
健康・農業関連事業研究所
主任研究員



岡本 央
Hiroshi OKAMOTO
住友化学株式会社
健康・農業関連事業研究所
主任研究員