

1 動機 1999年から2002年にかけてアメリカ合衆国で蚊を介して人に感染するウエストナイル熱が広がり、日本では原因であるウエストナイルウィルスは見つかっていないが、蚊と一緒に日本国内にも持ち込まれる可能性があるというニュースを聞き、蚊に興味を持った。また夏に蚊取り線香をたいている時、たいているのに蚊がよって来て、刺されたので蚊取り線香について疑問をもった。昔は乾燥させたミカンの皮を燃やして蚊を追い払ったと親から聞き、家に緑色と茶色の2種類の蚊取り線香があったのでどのように効果が違うのかと思い、実験1を行った。そして次に、殺虫成分の濃度はどうだろうかということが気になり、健康のためには、量を最小限にし、一番効率の良い量を調べてみたいと思い、実験2を行いました。また、今では電気を使用した駆除機器もたくさん出回っているが、パッケージ化されていて、適切な量が把握できないことと、使用には電気が必要でありエコロジーの面でも悪いと思ったので、蚊取り線香を使って実験を行うこととした。

2 準備 蚊捕獲器材として、市販の虫取り網と自作のネット捕獲器（トイレットペーパーの芯、ゴミネット、輪ゴム）を用いた。実験1では実験機材として蚊取り線香（緑色・茶色）、乾燥させたミカンの皮、紙、ペットボトル（4本）、缶（4個）、すり鉢、すりこ木、注射器、アルミホイル、デジタル計量器（0.1gまで計れる）、釘、トンカチ、セロハンテープを用いた。実験2では、蚊取り線香（緑色・茶色）、乾燥させたミカンの皮、細かくちぎった紙（コピー用紙）、缶（複数個）、すり鉢、すりこ木、蚊取り線香専用台、なべ敷き、カッター、定規、ライター、デジタル計量器（0.1gまで測定できる）、放射温度計（250度まで測定できる）、シュミレーションボックス、なべつかみ、ベニヤ板、ガムテープを用いた。蚊取り線香は粉末状にしたものを用いた（図3）。



図1 自作のネット捕獲器

図2 実験試料と実験装置

図3 線香の粉末化



図4 各種実験装置

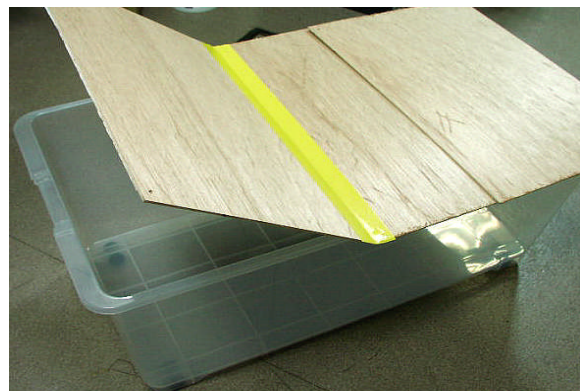


図5 シュミレーションボックス

※シュミレーションボックスとして、衣装ケースに実験器材が素早く出し入れできるようにベニヤ板をガムテープでつなげたものを用いた。一般的な6畳の部屋の体積は縦273cm×横364cm×高さ244cmで24,246,768 cm³であり、一方シュミレーションボックスの体積は縦35cm×横68cm×高さ28cmで66,640 cm³であることから6畳の部屋にシュミレーションボックスが約364個入るといことになる。蚊取り線香1巻の長さ75cm、重さ13g、1回に1巻使用するとして、シュミレーションボックス内での1回の使用する量を計算してみるとシュミレーションボックス内で2mm=6畳の部屋で1巻という関係になる。

※紙（コピー用紙）は熱で蚊が死んでしまわないかという対照実験を行うために用いた。

3 実験方法 実験1 ①ペットボトル4本にそれぞれ蚊を2匹ずつ入れた。②粉末にした緑色、茶色の蚊取り線香、粉末にしたみかんの皮、そして細かくちぎった紙1.0gを量り取り、上部中央に穴を開けた缶に入れた。③②の缶をそれぞれガスコンロで30秒間、中火で蒸し焼きにした。④注射器を缶の穴に刺し5ml気体を採取した。⑤気体の入った注射器をペットボトルの穴に刺し注入した。⑥ペットボトルの穴をセロハンテープで気体が漏れないように塞いだ。⑦ペットボトルの中の蚊を60分間観察した。

実験2-A ①蚊取り線香（緑色、茶色）、ミカンの皮、細かくちぎった紙をそれぞれ2mm測りカッターナイフで切り取った。②①をそれぞれシュミレーションボックス内で蚊取り線香専用台にのせ、ライターで直接30秒間火をあて、確実に燃焼させた。③シュミレーションボックス内に蚊を2匹ずつ入れた。④ふたでふさいだ。⑤シュミレーションボックス内の蚊を150分間観察した。

実験2-B

①蚊取り線香（緑色、茶色）、ミカンの皮、細かくちぎった紙をそれぞれ2mm測りカッターナイフで切り取った。②①をすり鉢の中に入れすりこ木で粉末状態にした後、それぞれ缶の中に入れた。③②の缶をそれぞれガスコンロで30秒間、中火で蒸し焼きにした（約200度にするため）。④缶をシュミレーションボックス内で開け、なべ敷きの上に置いた。⑤シュミレーションボックス内に蚊を2匹ずつ入れた。⑥ふたで塞いだ。⑦シュミレーションボックス内の蚊を150分間観察した。



図6 試料の蒸し焼き



図7 注射器による気体の採取



図8 ライターによる試料の燃焼

4 実験結果および考察 それぞれの実験結果を表1～表4に示す。蚊は死ぬ直前になると足が取れる事が分かった。虫取り網ではあまり取れず、人間の体に寄ってきて刺している蚊をネット捕獲器（自作）で取る方が効率が良かった。蚊は黒い所や汗をかいている所に寄ってくる習性がある事が分かった。天然成分を使っている茶色（蚊取り線香）と違って、緑色（蚊取り線香）は化学的に合成した殺虫成分ピレスロイドを混ぜ込んでいるので、やはり効き目が強いということが分かった。試料の有効成分成分は、緑色の蚊取り線香（金鳥）はピレスロイド（殺虫成分を科学的に合成した物）、茶色の蚊取り線香（菊花せんこう）はピレトリン（除虫菊に含まれる天然の成分）、ミカンの皮がシトロネロールである。

表1 実験1の実験結果

時間	緑色	茶色	ミカンの皮	紙 (コピー用紙)
1分	動きが鈍くなった	変化なし	変化なし	変化なし
2分	飛ばなくなった	変化なし	変化なし	変化なし
3分	あおむけになった	動きが鈍くなった	変化なし	飛ばなくなった
6分	足しか動かなくなった	飛ばなくなった	動きが鈍くなった	底に止まっていた
15分	足がピクピクしている	あおむけになった	飛ばなくなった	底に止まっていた
20分	1匹足が1本取れた	足しか動かなくなった	あおむけになった	底に止まっていた
30分	1匹死亡	足がピクピクしている	足しか動かなくなった	底に止まっていた
40分	もう1匹死亡	た	足がピクピクしている	底に止まっていた
50分	-	2匹足が1本取れた	た	底に止まっていた
60分	-	2匹とも死亡	2匹足が1本取れた	底に止まっていた

表2 実験2-Aの実験結果 (線香の長さ2mm)

時間	緑色	茶色	ミカンの皮	紙 (コピー用紙)
5分	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
20分	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
30分	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
40分	変化なし	変化なし	変化なし	底に止まっていた
50分	変化なし	変化なし	変化なし	底に止まっていた
70分	変化なし	変化なし	変化なし	底に止まっていた
90分	変化なし	変化なし	変化なし	底に止まっていた
110分	変化なし	変化なし	変化なし	底に止まっていた
130分	変化なし	変化なし	変化なし	底に止まっていた
150分	変化なし	変化なし	変化なし	底に止まっていた

※緑色、茶色、ミカンの皮は、4・6mmとも上記と同じ実験結果だったので、表の記載は省く。

表3 実験2-Bの実験結果① (線香の長さ2mm)

	緑色	茶色	ミカンの皮	紙 (コピー用紙)
5分	だ	変化なし	変化なし	変化なし
20分	だ	変化なし	変化なし	変化なし
30分	底に止まっていた	変化なし	変化なし	変化なし
40分	だ	変化なし	変化なし	底に止まっていた
50分	足が1本抜けた	変化なし	変化なし	底に止まっていた
70分	あおむけになった	変化なし	変化なし	底に止まっていた
90分	足しか動かなくなった	変化なし	変化なし	底に止まっていた
110分	足が1本抜けた	変化なし	変化なし	底に止まっていた
130分	足がピクピクしている	変化なし	変化なし	底に止まっていた
150分	死亡	変化なし	変化なし	底に止まっていた

表4 実験2-Bの実験結果② (線香の長さ2mm)

	緑色	茶色	ミカンの皮
	1mm	12mm	12mm
5分	変化なし	変化なし	変化なし
20分	変化なし	変化なし	変化なし
30分	底に止まっていた	変化なし	変化なし
40分	底に止まっていた	変化なし	変化なし
50分	底に止まっていた	変化なし	変化なし
70分	変化なし	変化なし	変化なし
90分	変化なし	変化なし	変化なし
110分	変化なし	変化なし	変化なし
130分	変化なし	底に止まっていた	変化なし
150分	変化なし	底に止まっていた	変化なし

※茶色、ミカンの皮は、4・6・8・10mmとも上記と同じ実験結果だったので、表の記載は省く。

※緑色は、2mmで死亡したため、その2分の1の量の1mmで実験を行った。

実験1では実験当初、市販品の蚊取り線香の使用法どおりに火をつけて行ったが、燃え方にバラツキがあり、正確な使用量が把握できなかった。そのため、すり鉢で細かく砕き正確な量を測定し、次に同じ容量の缶の中で蒸し焼きにして、その有効成分であると思われる気体を注射器で5ml採り、500mlのペットボトルという密閉された空間に入れる事によって「あいまいさ」を無くした。

実験の結果、緑色の蚊取り線香は蚊が苦しそうに暴れて約30分という短さで死んでいったが、茶色の蚊取り線香はゆっくりとおだやかに動かなくなり60分位で死んでいった。また、ミカンの皮もゆっくりとおだやかに動かなくなり70分位で死んでいった。アレスリン(殺虫成分を化学的に合成した物)が入っていないなくても殺虫作用があり、ミカンの皮でも十分効果がある事が分かり、

市販の蚊取り線香がない場合でもミカンの皮で蚊の駆除ができる事が証明できた。

実験 2 は、実験 A の方法で行っていったが、蚊取り線香（緑色、茶色）、ミカンの皮とも 2・4・6mm と、長さを増やしていても、全て蚊は 1 匹も死亡しなかった。ミカンの皮はいいとしても、蚊取り線香で死なないのは、おかしいと思い、インターネットで文献を調べてみたところ、『蚊取り線香の燃焼部分の温度は約 700 度で、殺虫成分があるピレスロイドは先端から 6~8mm の約 200 度部分から揮散している』と、あった。つまり、実験 A の方法では、2・4・6mm という短い長さの蚊取り線香に、ライターで直接火をつけたため、温度が高すぎて、蚊取り線香全体が燃焼してしまい、殺虫成分があるピレスロイドが揮散できず、蚊は死ななかったのだと思う。実際に蚊取り線香の温度を放射温度計で測定したところ、燃焼部分は「Hi」となり測定不可能で、先端から 6~8mm の部分は「201 度」となった。従って、実験 A の方法はやめ、実験 B の方法なら、温度が「約 200 度」となることが分かったため、殺虫成分があるピレスロイドが揮散されるので、改めて実験 B の方法を行うことにした。揮散する殺虫成分があるピレスロイドは目に見えないということが分かった。ミカンの皮は実験 1 では、蚊は死亡したので、殺虫効果がないわけではないが、実際の部屋などでは膨大な量が必要となるため、実用するとなると難しいということが分かった。茶色（蚊取り線香）は 12mm で行い、150 分間「変化なし」だったがその後、10 時間後に死亡した。従って、6 畳の部屋では 437cm、つまり約 6 巻で死亡するということが分かった。緑色（蚊取り線香）はシュミレーションボックス内で、2mm で死亡し、1mm で死亡しなかった。従って、6 畳の部屋では 73cm~36cm、つまり約 2 分の 1 より多い量から約 1 巻の量の間で死亡するということが分かった。



図 9 燃焼部分の温度測定



図 10 燃焼部分から少し離れた部分の温度



図 11 燃焼缶の温度

5 感想 本実験で一番苦勞した事は蚊の採取で、実験全体の約 80% をこの作業に費やした。自作のネット捕獲器は大変効果的でしたが、ただ 1 つの欠点は、自分の腕や足を犠牲にしながらかゆさを我慢しなければならなかったという事でした。蚊は時間と共に弱っていくことから採取したその日のうちに実験するようにし、捕獲した蚊を入れたケースの中に、草（ツユクサなど）を一緒に入れておいた為なのか、蚊がずっと元気だったように思えました。実験結果で出たように、緑色の蚊取り線香はちょうど 1 巻使えば、十分効果があるので、やはりよく考えて作られているのだなと思いました。茶色の蚊取り線香は、蚊を死なせるのではなく、部屋から追い出すくらいの目的で使用すればいいと思いました。又、ミカンの皮での今回の実験では、蚊は死亡しなかったが、ミカンの皮の殺虫成分だけをもっと濃縮することができれば実用できると思いました。今後の課題は、他の害虫（ハエ、ゴキブリなど）でも、殺虫効果があるのか調べてみたい事と、「ハエ取り線香」というものもあるそうなので、その効果についても調べてみたいと思いました。自分で採取方法や実験方法を考え、蚊の生態や駆除方法が研究でき、大変面白い実験でした。

6 参考文献 KINCHO HP 「ウルトラがいちゅう大百科」、「工場見学/工場長に聞く/詳細な話コース 2」りんねしゃ HP 「菊花せんこう」