

カーペットに付着しているケナガコナダニに 対するマイクロ波の駆除効果

洗 幸 夫*

A Result of Using Microwave to Control *Tyrophagus putrescentiae* on Carpet

Xingfu XIAN

はじめに

ダニは節足動物門蜘蛛綱ダニ目に属する動物の総称であり、生息範囲がきわめて広く、一言で言えば、どこにでも生息できる動物である。都市化の進行や生活水準の向上で居住環境が大幅に変化し、気密性の高い住宅およびエアコンの普及はダニ類の繁殖を増長させることになった。室内に生息しているダニ類は様々な衛生上の問題を引き起こし、たとえば、皮膚炎、アレルギーなどの誘因であるとしばしば指摘されている。従来、室内ダニの駆除には薬剤を使用するのは主流であるが、既存の殺虫剤のダニ類に対する効力が相対的に低い¹⁾。また、居住者の健康や環境保護の立場から薬剤を使用しない新しいダニ防除法の研究、開発が大きな課題となっている。

マイクロ波は波長がcmと呼ばれる電磁波の総称であり、通常、周波数が1 GHz（波長約30cm）から30GHz（波長約1 cm）までの電磁波を指すことが多い。マイクロ波は金属に当たると完全に反射され、その金属に作用をおよぼすことはないが、誘電体に当たると、その誘電体の物性に応じ電波が誘電体の内部へ浸透し、そこに高周波の電界および磁界を与えて誘電体損失と呼ばれる発熱現象を引き起こす。たとえば家庭でよく使用される電子レンジはこの原理を利用したものの一つである。

ダニは生体で誘電体に属するためマイクロ波が当たると、体内にマイクロ波による加熱効果および非熱効果を生じる。この性質を利用すればマイクロ波のダニ駆除への応用が考えられる。

本実験の目的はマイクロ波がカーペットに付着しているダニ類におよぼす影響を解明し、その駆除効果の有無を確認するとともにマイクロ波のダニ駆除利用についての基礎的資料を得ることである。

本文に入るに先だち、本稿をご校閲下さった(財)文化財虫害研究所の山野勝次博士に深謝する。

材料と方法

マイクロ波発生装置：本実験に使用したマイクロ波発生装置は自作のものである。装備されるマグネトロンは東芝製の2 M172で、マグネトロンから発生するマイクロ波の周波数は2.45GHz、最大連続出力500Wである。なお、マイクロ波の発生時間が秒単位でコントロールできるように時限タイマースイッチ装置を取付けた（図1）。

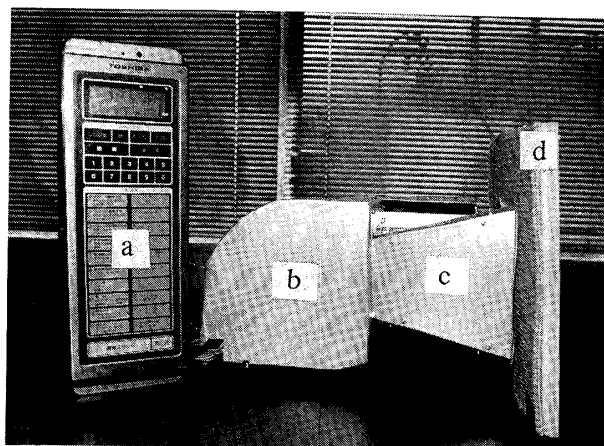


図1 カーペットに付着しているダニへのマイクロ波照射

a : コントローラー b : マイクロ波発生装置
c : アンテナ d : カーペット

* キャッツ環境科学研究所

アンテナ：発生したマイクロ波を照射目標物に
照準して放射するためホーンアンテナを使用し
た。本実験に使用した3種のアンテナの開口サイ
ズはそれぞれ12.5×8 cm (100cm²)、16×11.5cm
(184cm²) および22.5×17.6cm (395cm²) であった。
なお、マグネトロンとアンテナとの間のマイクロ
波の伝送には導波管を用いた。

ダニ：本実験に供したダニは居住家屋内塵中、
とくにカーペットや畳によく発生するダニの1
種、ケナガコナダニ (*Tyrophagus putrescentiae*) で
ある。

カーペット：市販されているアクリル繊維製の
カーペットを40×50cmを切り出し、その下に厚さ
0.5cmの発泡ポリスチレン断熱シールおよび厚さ
0.9cmのシナ合板を下敷としてつけたものと下敷
をつけないものについて実験した。

実験方法：ダニの飼育容器から50～100匹のダ
ニを筆で取り出し、5×4 cmの黒い紙袋に入れ、
セロテープで開口部を封じ、カーペットの表面ま
たは裏面にセロテープを用いて固定してから、ア
ンテナの開口部に設置し、所定の時間だけマイク
ロ波照射をした。照射終了後、3分間そのままに
しておき、それからダニの入った紙袋を取り外し、
袋を開けて実体顕微鏡の下で供試ダニの生存およ
び死亡個体数を調べ、死亡率を算出した。なお、
各照射処理とも同一実験を3回ずつ行った。

結果と考察

開口サイズ184cm²のアンテナを用いた場合、マ
イクロ波の照射を受けたダニの死亡状況は表1に
示したとおりである。ダニを採取するとき、生体
に混ざって少量の死体も採取されたので、対照と
してマイクロ波の照射を受けていない処理区でも
その死亡率は7～12%であった。これに対してマ
イクロ波の照射を受けた処理区では照射時間が長
くなるほど、ダニの死亡率が高くなった。たとえ
ば、マイクロ波を30秒照射するとダニの死亡率は
25～40%になったが、60秒照射すると死亡率は55
～95%に上昇した。また、カーペットの表面と裏
面におけるダニの死亡率から見ると、下敷のない
場合には表面の方が死亡率が若干高いが、下敷の
ある場合には裏面の方が逆に表面より死亡率が高

表1 マイクロ波照射がカーペットに付着しているケ
ナガコナダニにおよぼす影響
(3回実験の平均値±標準偏差)

照射時間 (秒)	下敷なし		下敷あり	
	表面死亡率	裏面死亡率	表面死亡率	裏面死亡率
0	12.1±2.8	10.5±3.0	7.2±1.8	11.9±2.2
30	25.0±4.0	26.4±4.5	29.4±7.0	41.8±8.7
45	47.2±4.7	43.9±5.5	41.0±8.9	51.5±8.7
60	76.6±7.9	71.0±4.1	55.0±8.1	94.2±4.2
75	100.0±0.0	85.3±10.0	100.0±0.0	100.0±0.0
90	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0

註：使用するホーンアンテナ開口サイズ184cm²。

くなった。その原因としてはカーペットの下敷材
が高い断熱保温性を有するため、照射によって生
じた熱が発散しにくくマイクロ波の加熱効果を助
長したためと推察される。また、下敷の有無を問
わず75秒以上照射すれば、カーペット表面にいる
ダニは100%死亡した。しかし、カーペット裏面
にいるダニでは、下敷のある場合には75秒で100%
死亡したが、下敷のない場合に100%死亡率を得
るには90秒の照射時間が必要であることが判明し
た。

一方、下敷のあるカーペットを用いて、マイク
ロ波照射に使用するアンテナの開口サイズがダニ
の死亡率におよぼす影響についての実験結果は図
2に示したとおりである。アンテナの開口サイ
ズが大きくなると、ダニの100%死亡に必要なマイ
クロ波照射時間が長くなった。たとえば、使用す
るアンテナの開口サイズが100cm²の場合、60秒照
射すれば、100%の死亡率が得られたが、開口サ
イズが395cm²のアンテナを使用すると、100%の死
亡率を得るには300秒も必要であった。その原因
についてはマイクロ波発生装置の出力が固定され
ている場合、アンテナから目標物に放射されるマ
イクロ波の電界強度はそのアンテナの開口サイ
ズによって変動する。つまり、アンテナの開口サイ
ズが大きいほど、マイクロ波の電界強度が弱くな
るためである。本実験に使用したアンテナの開口
サイズとその開口部より5 cm離れた地点における
マイクロ波の電界強度について測定した結果、開
口サイズが100cm²の場合は電界強度が105mv/cm²、
開口サイズが184cm²になると電界強度が100mv/cm²

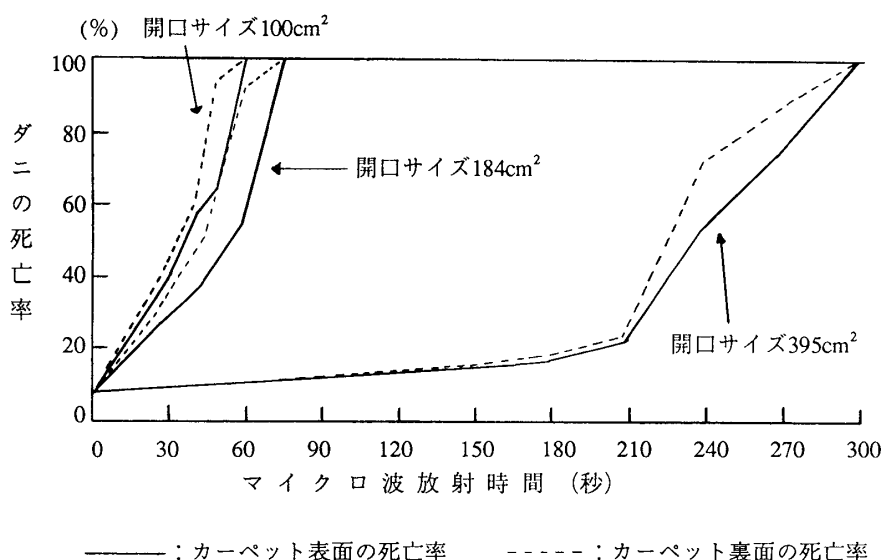


図2 マイクロ波放射用アンテナの開口サイズとケナガコナダニの死亡率との関係

になり、開口サイズが395cm²に大きくなると電界強度が75mv/cm²に下がった。ダニは生物であるため、マイクロ波の電界強度が一定のレベルに達していないとダニ体内に発生する熱の量も少なく、致死効果が現われるのは時間がかかると推測される。また、同じ照射時間でもカーペットの裏面にいるダニの死亡率がいつも表面より高いのは、上述のように下敷材の断熱保温効果に由来するものである。

マイクロ波がダニを殺すことのできる原因については、まず、マイクロ波による加熱効果である。マイクロ波は電磁波の一種であり、電場と磁場を変化させながら光と同じ速さで進む。誘電体はその構成する分子が一般的にその両端に正負の電荷をもつが、通常の場合、個々の分子が自由勝手な方向を向いているので全体としては電界ゼロの状態となっている。誘電体は強い電場に置かれると正負の電荷が電界の方向に整列する、いわゆる配向分極現象を生じる。誘電体をマイクロ波のような激しい変化電場に置くと分子が電場の変化に応じ、激しく振動回転を繰り返し、その内部摩擦により熱が発生する。ダニは体内に多量の水分を含むため、マイクロ波を浴びると水分がマイクロ波エネルギーで発熱することにより、体温が上昇し、一定値を超えると死に至る。

一方、マイクロ波を生体に作用させる場合には、加熱効果以外に非熱効果という生理現象も引き起

こす。これはマイクロ波が直接生体のある機能に働きかけ特殊な効果を生じることである。たとえば、ヒヤリング効果、パールチェーン形成作用などである。しかし、非熱効果が生体にどのような影響をおよぼすかについては長年の研究にもかかわらず明確な解答は得られていない²⁾。

著者はシロアリを材料としてマイクロ波の照射効果についての実験を行なった結果、アンテナの開口サイズが184cm²の場合、シロアリ類は60秒間照射すれば100%死亡することが観察された³⁾。しかし、本実験の結果から同じ開口サイズのアンテナを使用しても、100%の殺ダニ効果を得るには75～90秒の照射時間が必要であることが判明した。必要な照射時間に大きな差が存在する原因としては、1. シロアリに比べダニはより下等の動物であるため、マイクロ波の非熱効果が現われない。2. ダニの体は極めて小さく、個体当たり浴びたマイクロ波の量が少ないうえ、体表面積が相対的に大きいため体温が発散しやすい。3. ダニの高温に対する抵抗性がシロアリより強い。たとえば、イエシロアリは40℃では長期間生存することが出来ないし⁴⁾、ヤマトシロアリは消化管に共生している原生動物が33℃以上では死んでしまうので、それ以上の高温で生きられないが⁵⁾、ダニの高温死亡温度は45℃前後である¹⁾。

本実験ではカーペットに生息しているケナガコナダニを対象に行なったが、畳に生息しているダ

ニに対するマイクロ波の影響についても現在、実験中である。

要 約

ケナガコナダニを用いてマイクロ波がカーペットに生息するダニ類におよぼす影響について実験した。その結果、ダニはマイクロ波を浴びる時間が長くなるほど、その死亡率は高くなるが、100%の駆除にはマイクロ波の電界強度が100mV/cm²、照射時間が75秒以上が必要であることが判明した。

引用文献

- 1) 水谷澄 (1984) : ダニとその駆除. 佐々学編著, pp. 153~167, 日本環境衛生センター.
- 2) 山浦逸雄 (1987) : 電子レンジ, マイクロ波食品利用ハンドブック. 肥後温子編, pp. 13~21. 日本工業新聞社.

- 3) 洗幸夫 (1993) : マイクロ波の殺シロアリ効果に関する研究 (第1報) — イエシロアリとヤマトシロアリに対するマイクロ波の照射効果 —, しろあり (94) : 16~19.
- 4) 山野勝次 (1979) : イエシロアリの食害量に関する実験, しろあり (37) : 9~15.
- 5) 山野勝次 (1984) : 等翅目家屋害虫の形態と生態, 家屋害虫, 日本家屋害虫学会編, pp. 6~23, 井上書院.

Summary

Effect of irradiation with microwave on *Tyrophagus putrescentiae* living on carpet was researched. The longer the mites were irradiated with microwave, the higher that had the death rate. But when want to completely exterminate the mites, the electrical field of microwave must be higher than 100 mV/cm² and the time of irradiation longer than 75 seconds.

(CATS Environmental Science Laboratory)