

ケナガコナダニの駆除に液体窒素を利用する試み

洗 幸 夫*

An Attempt of Using Liquid Nitrogen to Control Mite

Xingfu XIAN

はじめに

従来、室内生息性ダニ類の駆除には主に有機リン系かピレスロイド系の殺虫剤が使用されているが、これらの殺虫剤はもともと他の衛生害虫や農業害虫を駆除するために開発されたもので、ダニ類に対する駆除効果は相対的に低いと言われた^{1),2)}。また、近年環境保護活動の活発化に伴い、殺虫剤の人体への影響や環境汚染などに対する関心が高まっており、室内生息性ダニ類の防除においても、人体および環境に優しい新防除法の研究開発が注目されてきた。著者は室内生息性ダニ類に対する物理的防除法についていろいろ試みを行ったが^{3),4)}、今回は液体窒素を利用して、局部的な低温環境を作り出すことにより、ダニ類を駆除できるかどうかの可能性について実験を行ったので、その結果を報告する。

本文に入るに先立ち、本稿をご校閲くださった(財)文化財虫害研究所の山野勝次博士ならびに実験に協力していただいた石崎良平氏に深謝する。

材料と方法

本実験に用いたダニは居住家屋内、とくに畳やカーペットによく発生するダニの1種、ケナガコナダニ *Tyrophagus putrescentiae* で、(財)日本環境衛生センターから分譲していただき、(株)キャッツ環境科学研究所に飼育中のものである。

ダニの低温致死温度を調べる実験方法としては、まず、1.5リットル容積のステンレス製魔法ビンにあらかじめ砂と水(3:1)をビンの容積半分まで入れた後、一定量の液体窒素を注入して、蓋をしないままビン内の温度を調節する。所定の

温度に達してから蓋を閉めると、ビン内に数十分間その温度が維持できる。ダニの飼育容器から60~100匹のダニを筆で取り出し、ティッシュペーパーで作った4×4cmの紙袋に入れ、セロテープで紙袋の開口部を封じたあと、所定の温度に達した魔法ビンに入れ、蓋をして、一定時間で低温に曝露させた。処理を終えた紙袋は魔法ビンから取り出し、開けてから実体顕微鏡で供試ダニの生存および死亡個体数を数え、死亡率を算出した。

ダニ卵の低温致死温度を調べるには、ダニ培地からダニ卵を含む約0.5gの培地を取り出し、ティッシュペーパーで作った紙袋に入れ、所定温度に達した魔法ビンに入れ、一定の低温曝露時間を終えてから取り出し、含水率15%に調節した新しい培地5gに混合し、温度25℃、湿度90%の環境において2週間飼育後に約0.04gの培地を取り出し、実体顕微鏡で培地に生息するダニの個体数を数え、卵の孵化の有無を調べた。なお、上記の実験は各処理とも3回ずつ行った。

また、畳とカーペットに付着するケナガコナダニに対する液体窒素の実際の駆除効果を調べるため、わら床畳から面積0.25m²(50×50cm)およびアクリル繊維製のカーペットから面積0.4m²(50×80cm)を切り出したものを実験に供した。まず、ダニの飼育容器から60~100匹のケナガコナダニを筆で取り出し、4×4cmの黒紙袋に入れ、セロテープで紙袋の開口部を封じてから、畳の表面、内部と裏面およびカーペットの表面と裏面に取付けた。ダニの付着した畳またはカーペットはプラスチック製ケース(サイズ100×60×30cm)内に設置し、一定量の液体窒素を畳またはカーペットの表面に散布してから、ケースの蓋を閉め、時間

* (株)キャッツ環境科学研究所

ごとに畳またはカーペットの温度を計測し、液体窒素による降温効果を調べた。処理終了後、畳またはカーペットからダニの入った黒紙袋を取り外し、袋を開けて、実体顕微鏡で供試ダニの生存および死亡個体数を数え、液体窒素での駆除効果を調べた。

温度の測定は熱電対型デジタル温度計（FLUKE51型，FLUKE 社製）を用いて調べた。

結果と考察

1. ダニの低温致死温度について：

各処理温度におけるケナガコナダニの死亡率は表1に示したとおりである。供試ダニを飼育容器から取り出すとき、生きたダニに混ぜて少量の死体も採取されるので、対照として低温処理を行わない無処理区でもその死亡率は9～11%であった。処理温度が-10℃以上の場合には、ダニの死亡率にはほとんど影響を与えず、処理温度-20℃以下からダニの死亡率が増加し、温度が低いほどまたは低温曝露時間が長いほどダニの死亡率が高くなる。本実験の結果からダニの100%致死効果を得るには-30℃では5分間、-40℃では1分間以上の曝露時間が必要であることが判明した。

また、低温によるダニ卵の致死状況は表2に示したとおりである。-60℃の低温で曝露時間1分の場合には、2週間後にわずかながら培地から生息するダニが検出された。これはダニが低温処理によって完全に死亡したが、卵は死滅せず、再び孵化し、新しいダニになったのである。培地から生きたダニが完全に検出されないようにするには-50℃以下の低温で5分間の曝露時間が必要である。通常、昆虫類の卵は種の存続のため、温度や水分など不良環境に対する抵抗性が成虫や幼虫より強く、本実験でもダニ卵に対して完全な致死効果を得るには成虫よりもっと低い温度と長い曝露時間が必要であることが明らかとなった。

松本（1970）の報告によると、ケナガコナダニは温度10℃以下ではほとんど増殖しないが、低温に対する耐性が強く、-30℃でも致死時間が150分を要する⁹⁾。しかし、本実験では-30℃ではダニの致死に必要な曝露時間は5分間、-40℃では1分間という実験結果を示した。これは多分液体

表1 低温によるケナガコナダニの致死効果

| 温度 (℃) | 曝露時間 (分) | 死亡率 (%) |
|-----------|-------------|------------|
| 無処理 | | 10.2± 1.1 |
| -10 | 1 | 9.4± 0.9 |
| | 5 | 13.2± 1.7 |
| -20 | 1 | 33.5±10.6 |
| | 5 | 46.5±14.7 |
| -30 | 1 | 58.6±15.9 |
| | 5 | 100 |
| -40 | 1 | 100 |
| | 5 | 100 |
| -50 | 1 | 100 |
| | 5 | 100 |
| -60 | 1 | 100 |
| | 5 | 100 |

表2 ケナガコナダニ卵が低温処理後の孵化状況

| 温度 (℃) | 曝露時間 (分) | 生息個体数 (匹) |
|-----------|-------------|--------------|
| 無処理 | | 60.1±12.8 |
| -40 | 1 | 7.4± 8.6 |
| | 5 | 1.1± 1.2 |
| -50 | 1 | 0.7± 0.8 |
| | 5 | 0 |
| -60 | 1 | 1.1± 1.1 |
| | 5 | 0 |

註：卵は低温処理後25℃で2週間飼育，0.04gでサンプリング検査。

窒素がもたらす急激な温度低下により、ダニ体内の水分が急速凍結を起こし、死に至ると推察される。

2. 畳やカーペットに付着しているダニに対する液体窒素の駆除効果：

面積0.25m²のわら床畳に対して、液体窒素約350mlを使用した場合の畳の各部位の温度変化を図1(A)に示した。処理当時の室温は24.6℃であった。液体窒素が畳の表面に散布されると、畳表面の温度は急激に低下し、散布後30秒で-168℃を記録した。その後、液体窒素の蒸発に伴い、表面温度が次第に上昇したが、-40℃以下の低温は5

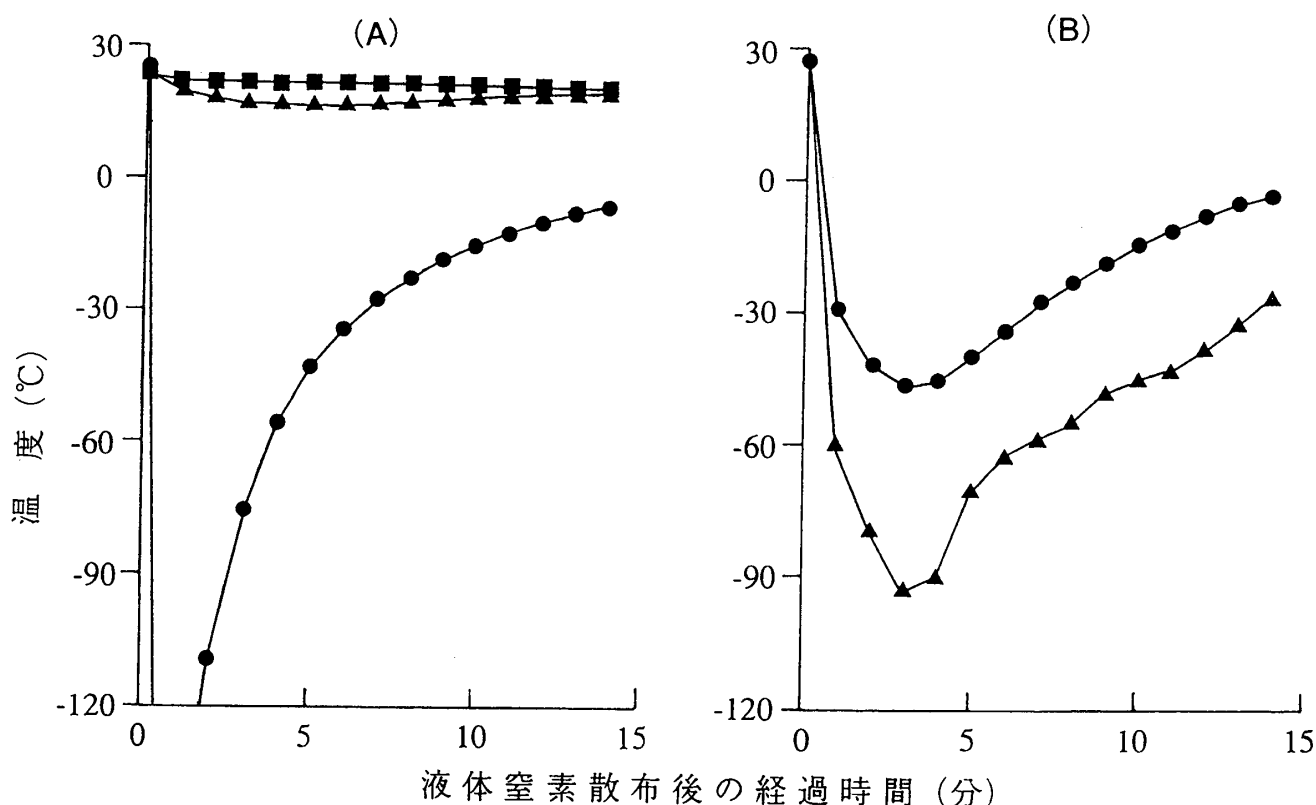


図1 液体窒素散布後における畳およびカーペットの表面、内部と裏面の温度変化

(A) わら床 畳：面積0.25 m²，液体窒素散布量350ml

(B) カーペット：面積0.4 m²，液体窒素散布量250ml

●—●：表面温度，▲—▲：裏面温度，■—■：内面温度（畳）

分間も維持され、室温に戻るのに30分以上を要した。しかし、表面温度の急激な変化と逆に、畳内部および裏面では液体窒素による降温効果がほとんど見られず、とくに畳の内部では温度の低下幅は3℃しかなかった。また、処理後に畳の表面に付着しているダニはすべて死亡したが、内部および裏面に付着しているダニはその死亡率が無処理のものとは比べ、有意差が認められなかった。畳は厚さ20～30cmの稲藁を6cm前後に圧縮したもので、非常に優れた保温断熱性能を有する。したがって、畳の表面に散布された液体窒素は畳の内部まで浸透しないし、もたらす低温も畳の内部および裏面に伝達できないため、内部および裏面に生息しているダニに対してその影響が及ばないことが判明した。

一方、カーペットに対する液体窒素の降温効果については、図1(B)に示すように、面積0.4m²のカーペットに対して、液体窒素散布量が250mlの

場合には、表面温度は散布後1分で-30℃以下に達し、3.5分で-47℃を記録し、6.5分まで-30℃以下の低温が維持できた。裏面温度は散布後30秒で-43℃に達し、3分で-93℃を記録し、13.5分まで-30℃以下の低温が維持できた。また、図には示していないが、液体窒素散布量が150mlの場合には、表面温度は散布後4.5分で-24℃に達し、-30℃以下にはならなかったが、裏面温度は散布後3分で-30℃に達し、5分までその温度が維持できた。畳に比べ、カーペットは薄いうえ、通水性もよく、液体窒素が短時間でカーペットを浸透し、裏面まで到達する。また、裏面に到達した液体窒素がもたらす低温はカーペットにより対流や輻射による損失を抑制することにより、低温の保持時間が長くなることが推察される。一方、カーペットに付着しているケナガコナダニの死亡率については、液体窒素散布後にカーペットの表面および裏面温度とも-40℃以下に達した場合には、

供試ダニが全部死亡したが、液体窒素散布量が少なく、温度が -40°C に達しない場合には、100%の駆除効果が得られないこともある。

液体窒素は無色透明な液体で、流動性が大きく、 -196°C での密度が $0.808\text{g}/\text{cm}^3$ 、沸点 -195.8°C 、蒸発時の蒸発熱が $5.58\text{kJ}/\text{mol}$ 、熱容量 $29.1\text{J}/\text{K mol}$ である。現在、液体窒素は冷媒として、食品の急速凍結、貯蔵、低温粉碎などに用いられる。液体窒素が蒸発すると、無色無臭無毒な窒素ガスになり、環境保護の立場から見ると、極めて安全な処理方法である。

上記の実験結果から、液体窒素を利用して、室内生息性ダニ類を駆除する手法は畳には適用できないが、カーペットなどには一定の応用価値があると著者は考える。ただし、液体窒素散布後、カーペットに結露の生成を防ぐ方法や低温がカーペットの材質に及ぼす影響についてはさらに詳しく検討する必要がある。

要 約

液体窒素を利用して、局部的低温環境を作り出すことにより、室内ダニ類を防除する手法を試みた。ケナガコナダニの低温致死条件は -30°C では5分間、 -40°C では1分間であるが、卵の低温致死条件は -50°C で5分間であった。また、カーペットには液体窒素を散布すると、表面と裏面とも温度が急速に下がり、 -40°C 以下に下がった場合には、カーペットに付着したケナガコナダニが完全に駆除できる。しかし、畳ではその保温断熱性が優れているため、表面に散布された液体窒素がもたらす低温は畳の内部および裏面にまで及ばないので、ダニ駆除には適用できないことが判明された。

文 献

- 1) 水谷 澄 (1984)：家屋害虫，日本家屋害虫学会，pp. 159～169. 井上書院。
- 2) 水谷 澄 (1984)：ダニとその駆除，佐々 学編著，pp. 159～161. 日本環境衛生センター。
- 3) 洗 幸夫 (1993)：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，家屋害虫，15(2)，118～121。
- 4) 洗 幸夫 (1994)：畳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，家屋害虫，16(1)，25～28。

Summary

The method of using liquid nitrogen to make a limited cryoenvironment to control mite in tatami mat and carpet was attempted. The fatal time of *T. putrescentiae* in low temperature was five minutes at -30°C and one minute at -40°C , but the egg was five minutes at -50°C . After sprinkled liquid nitrogen, the temperature on the face and lining of carpet was suddenly falled, and the mites that have been stuck on the carpet were all killed when the temperature was lower than -40°C . However, the tatami mat have excellent thermal insulation, so that the low temperature which made by liquid nitrogen have not much influence on the inside and back of the tatami mat. The results verify that use of liquid nitrogen is a promising method of control mite for the carpet, but not suitable for the tatami mat.

(CATS Environmental Laboratories)

キーワード：液体窒素；ダニ；畳；カーペット；低温致死温度。

Keyword：Liquid nitrogen；Mite；Tatami mat；Carpet；Lethal low temperature.