

低酸素濃度殺虫法—処理温度と殺虫効果の検討

木川 りか・永山 あい*・山野 勝次

1. はじめに

低酸素濃度殺虫法は、文化財材質にも影響が少なく、また人体に対しても安全な方法であるため、今後の文化財の殺虫法として期待される。しかしながら、殺虫に要する期間は、害虫の種類や温度、湿度等の条件により大きく差があり、すべての害虫に一律の処理条件を設定するのが難しいことも事実である。25℃、30℃程度の処理温度では、3週間以内で処理が完了するとの報告が多いが^{1,2)}、博物館等の展示収蔵環境で一般的な20℃以下の温度では殺虫効率はかなり下がることが報告されている^{3,4)}。そこで、今回、所定の期間で期待する殺虫効果をあげるためには処理温度をどの程度に維持する必要があるかを知るために、低酸素濃度環境に耐性の強いコクゾウを用いて、20℃、25℃、30℃における低酸素濃度環境の殺虫効果を調べたので報告する。

2. 低酸素濃度殺虫法について

低酸素濃度処理の長所は、人体や環境に安全な方法であること、また収蔵品についても安全性が高いことである。一方、短所としては、処理時間が長いこと、広域の被害には適用できないことがあげられる。

大別して窒素やアルゴンなどの不活性ガスを用い、密閉空間内の空気と入れ換える方法と、脱酸素剤を用いる方法がある。また、これらを組み合わせる場合もある⁵⁾。ただし、脱酸素剤については文化財材質に影響を及ぼさないものを選ぶ必要がある⁶⁾。いずれも密閉空間内の酸素濃度を0.1%程度にまで下げ、酸欠状態にして害虫を窒息させる方法である。0.1%程度の酸素濃度ではカビの生育も抑制されるが、殺菌はできない。

殺虫に要する期間は害虫の種類やステージ、加害形態(表面的か深部か)、温度・湿度条件によっても異なる。このため、すべての害虫に一律の処理条件を設定するのは難しいが、酸欠状態に比較的強い文化財害虫にも100%の殺虫効果を期待するならば、30℃、50-60%RH、酸素濃度0.1%未満で3週間おくという条件が提唱されている⁷⁾。現場では、織物の殺虫⁸⁾、油彩画43点の殺虫⁹⁾、乾燥植物標本の殺虫¹⁰⁾などの事例がある。総じて、低酸素濃度殺虫法はいろいろな文化財材質に適用可能なため、今後部分的な被害には十分応用できる方法と考えられる。

3. 実験方法

3-1. 供試虫および生死の判定

供試虫には文化財害虫の殺虫効果の指標として勸文化財虫害研究所で殺虫効果判定用テストサンプルに指定しているコクゾウ *Sitophilus zeamais* Motschulsky を用いた。コクゾウの卵、幼虫、蛹は低酸素濃度環境に対して最も耐性が強いグループに属すると考えられ、これらが確実に致死する条件ではほとんどの文化財害虫が致死するものと期待される。

コクゾウの成虫20匹、および卵、幼虫、蛹がすでに生息している被害玄米約3gを内容積15mlの広口ガラスビンに入れ、瓶の口を木綿布で覆った。これを処理区、対照区につき各2本ずつ用

* 日本女子大学在学中

いた。

3-2. 処理温度および脱酸素の方法

処理は、20℃、25℃、30℃の各々の温度に設定したインキュベーター内で行った。

脱酸素剤（エージレスZ-PTタイプ（三菱瓦斯化学㈱）とKON/PEプラスチックバッグ（ポリ塩化ビニリデンコート延伸ナイロン20 μm/ポリエチレン40 μm）を用いて脱酸素処理を行ったものを脱酸素処理区とし、封入せずにおいたものを対照区とした。

3-3. 生存個体数の算出

コクゾウの卵，幼虫，蛹は，直接の生死の判定が困難であるため，処理終了後，供試虫を含む玄米を広口瓶に入れて飼育し，1週間ごとに羽化した成虫を回収して個体数を記録した。最終的に，7週間後までに羽化した成虫数の総和を出し，卵，幼虫，蛹の生存個体数とした。

4. 結果と考察

図1，図2にコクゾウの卵・幼虫・蛹の脱酸素処理による殺虫効果を示した。

図1では，脱酸素処理が21日間以内の生存個体数を示している。この実験では30℃では14日間で100%が致死したが，25℃では21日間の処理でも生き残る場合があった。また，展示収蔵環境として一般的な20℃では，21日間の処理で大多数が生き残る結果となった。図2の実験では脱酸素処理期間を5週間まで延長して調べた。その結果，30℃ではやはり100%が致死したが，20℃では5週間の処理でも少数が生存する結果となった。

すでに低酸素濃度処理による殺虫で処理温度がきわめて重要であることは指摘されているが³⁻⁵⁾，今回の結果からも，処理温度が5℃違うと殺虫効果がかなり大きく変化することがうかがえる。また，所定の期間で期待する殺虫効果をあげるためには，コクゾウのような低酸素濃度環境に耐性の強い害虫においては低酸素濃度環境の処理温度を少なくとも25℃以上に維持する必要があるといえる。

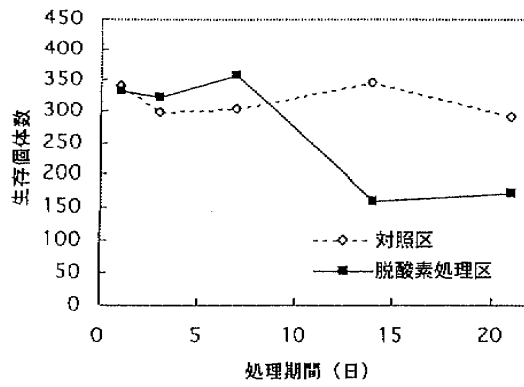
5. 終わりに

今回の実験では，すべての文化財害虫が一律に100%致死する条件を探るために低酸素濃度環境に耐性の強いコクゾウを用いたが，文化財害虫のなかには低酸素濃度環境に耐性が弱いものもある^{3,4,5)}。耐性の弱い害虫については，コクゾウのように耐性の強い場合の殺虫条件を基準にする必要はなく，別の処理条件を設定するほうが現実的である。今後は，低酸素濃度環境への耐性の強弱で文化財害虫をおおまかにグループ分けし，グループごとの処理仕様を策定する作業を行っていく予定である。

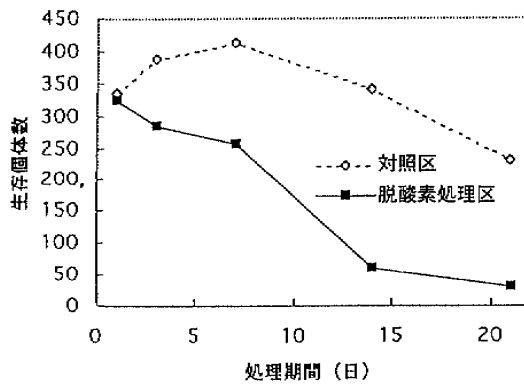
謝 辞

供試虫の準備では町田和江氏にお世話になりました。記して感謝します。

20°C



25°C



30°C

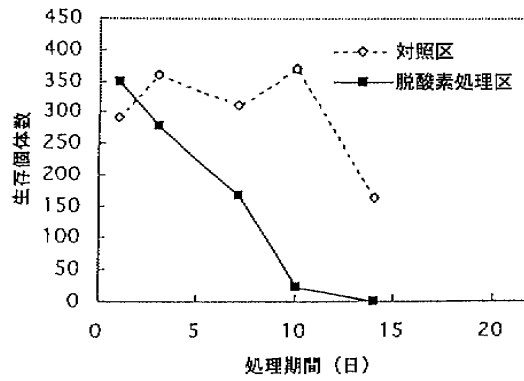
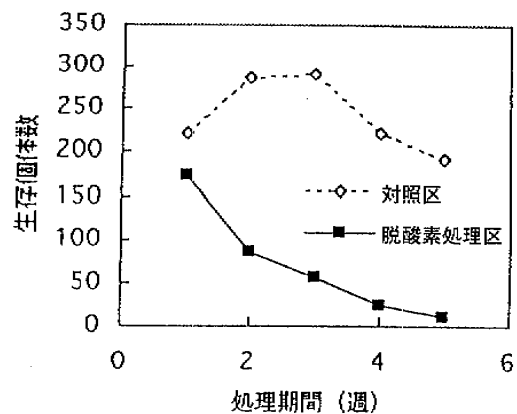


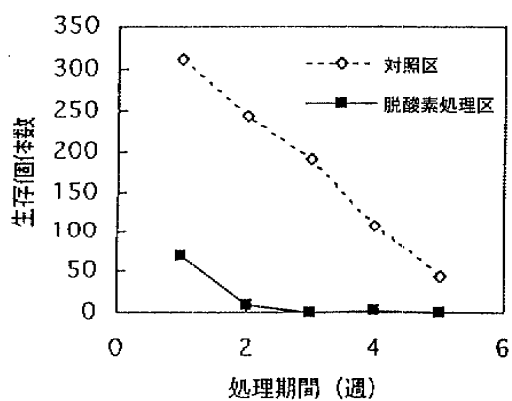
図1. コクゾウの卵・幼虫・蛹の各処理温度における生存個体数*(1)

*ただし、脱酸素処理終了後7週間に羽化した個体数で示した。

20°C



25°C



30°C

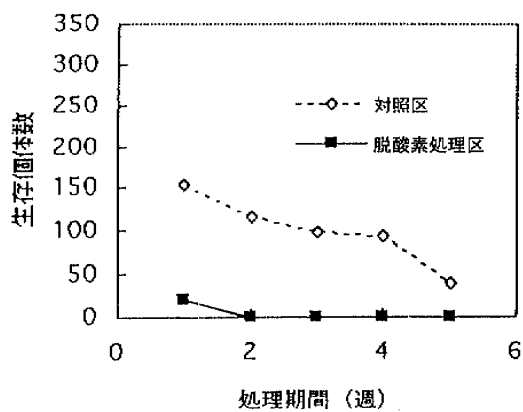


図2. コクゾウの卵・幼虫・蛹の各処理温度における生存個体数*(2)

*ただし、脱酸素処理終了後7週間に羽化した個体数で示した。

引用文献

- 1) Rust, M. K. and Kennedy, J. M. "The Feasibility of Using Modified Atmospheres to Control Insect Pests in Museums.", GCI Scientific Program Report, The Getty Conservation Institute (1993)
- 2) Gilberg, M., "The Effects of Low Oxygen Atmosphere on Museum Pest." *Studies in Conservation*, **36**, 93-98 (1991)
- 3) Bailey, S. W. and Banks, H. J., "A Review of Recent Studies of the Effects of Controlled Atmospheres on Stored Product Pest." in Shejbal, J. [ed.], *Controlled Atmosphere Storage of Grains.*, pp.101-118. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam. (1980)
- 4) Valentin, N., "Comparative Analysis of Insect Control by Nitrogen, Argon and Carbon Dioxide in Museum, Archive and Herbarium Collections." *International Biodeterioration & Biodegradation*, **32**, 263-278, (1993)
- 5) Selwits, C. and Maekawa, S. "Inert Gases in the Control of Museum Insect Pests.", Getty Conservation Institute (1998)
- 6) 木川りか, 宮沢淑子, 朽津信明, 佐野千絵, 山野勝次, 三浦定俊: 脱酸素剤の文化財顔料等に及ぼす影響, *保存科学* **37**, 23-33 (1998)
- 7) Gilberg, M. "Inert Atmosphere Disinfestation Using AGELESS Oxygen Scavenger." in ICOM Committee for Conservation 9th Triennial Meeting, Dresden, 812-816, (1990)
- 8) Newton, J., Abey-koch, A. and Pinniger, D.B. "Controlled Atmosphere Treatment of Textile Pests in Antique Curtains Using Nitrogen Hypoxia-A Case Study." International Conference on Insect Pests in the Urban Environment (ICIPUE), 2nd, Edinburgh, U.K., ICIPUE. 329-339. (1996)
- 9) Smith, C.P. "Developments in Large Scale Anoxia Treatments with Nitrogen. A Case Study: Oil Paintings Marseilles, France." in Proceedings of Meeting of ICOM Working Group on Icons, Athenes, Greece (in press)(1995)
- 10) 木川りか, 山野勝次, 三浦定俊, 前川 信: 窒素等不活性ガスによる文化財殺虫処理装置の試作と処理例, *保存科学* **38**, 1-8 (1999)

Effect of Temperature on *Sitophilus zeamais* Mortality in Low Oxygen Treatment

Rika KIGAWA, Ai NAGAYAMA* and Katsuji YAMANO

Several reports showed higher temperature decreases an exposure time to the low oxygen atmosphere for complete insect mortality. But the mortality data at room temperature below 20°C is mentioned only in few ones.

Since many museums store objects around 20°C, it is important to know the difference of insect mortality between at 20°C and at 25°C/30°C and to decide more suitable and applicable temperature for insect eradication.

We used all the stages of *Sitophilus zeamais*, one of the very resistant insects for low oxygen atmosphere, for examination. At 30°C, all the stages of *Sitophilus zeamais* were 100% killed within two weeks, but neither within three weeks at 25°C nor within five weeks at 20°C.

This data suggests a treatment at 30°C or at least at 25°C would be recommended against insects resistant to the low oxygen atmosphere, and that temperature control would be very critical to insect mortality, which is consistent with previous reports.

* Japan Womens University