

研究ノート

精米工程が異なる米に対するコクゾウムシの選択性と産卵選好性

古井 聡[§], 今村 太郎, 宮ノ下 明大

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所

Selectivity and oviposition preference of the maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) for brown rice, polished rice and rinse-free rice

Satoshi Furui, Taro Imamura, Akihiro Miyanoshita

National Food Research Institute, NARO, 2-1-12 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki, Japan, 305-8642

Abstract

The selectivity and the oviposition preference of the maize weevils for brown rice, polished rice and rinse-free rice (the superior rice made by removing the bran, surface starch and residue from the polished rice that does not require rinsing, Musenmai) were evaluated. These indexes showed the same tendency in the following orders : brown rice > polished rice > rinse-free rice. Thus, the rinse-free rice was found to be the smallest risk for weevil infestation, in this study.

緒言

コクゾウムシ *Sitophilus zeamais* Motschulsky (コウチュウ目: オサゾウムシ科) はデンプンの貯蔵庫である穀類およびその加工品を食害する昆虫であり, 世界各国で被害が報告されている。貯穀害虫に食害された穀類を摂取して健康被害に及んだ事例はほとんどないが, 被害の程度により本来の食味や食感が大きく損なわれる例が報告されている¹⁾。法的な側面では, 食品衛生法 第6条4号において, “不潔, 異物の混入又は添加その他の事由により, 人の健康を損なうおそれのあるもの” が食品に混入してはならないことが定められており, 動物性異物もこの範疇にある²⁾。また,

一般消費者は食品に混入した昆虫に対して不快感や嫌悪感を示すため, クレーム件数の多い異物とされている³⁾。従って, 貯穀害虫の食害リスクを軽減するためには, まず誘因・繁殖に係る習性を明らかにすることが極めて重要となる。

我が国で主食として位置づけられている米は, 通常収穫期である秋に刈り取られた籾を乾燥後, 籾殻部分を取り除いた玄米の形態で貯蔵や移送を行う⁴⁾。食用米の小売り販売形態は, 玄米や, 玄米を搗精して米糠部分を取り除いた白米が代表的であるが, これらのうち白米には精米時に残った糠が周りに付着しているため, 食味を良くする目的で糠を水洗・除去して炊飯する。近年, 白米から糠を取り除く処理を行ったいわゆる無洗米も販売されており, 糠成分の酸化による食味

[§] 連絡先, satfurui@affrc.go.jp

低下が抑えられるだけでなく、水洗の手間が省ける、とぎ汁として糠を下水へ流すことによる環境負荷を抑えられるなどの利点があるため利用拡大が進んでいる^{5,6)}。コクゾウムシが白米よりも玄米を良く選択し、産卵することは既に報告されている⁷⁻⁹⁾が、無洗米に関しては報告がない。

そこで本研究では、精米工程が異なる玄米、白米、無洗米を用いてコクゾウムシ成虫の選択性を調べると共に、産卵選好性について明らかにすることを目的とした。

実験材料及び方法

1. 供試虫と飼育条件

供試虫は（独）農研機構 食品総合研究所において20年以上玄米で継代飼育されている系統を使用した。精米工程が異なる米として、市販の平成23年度産 茨城県産コシヒカリの玄米、白米、無洗米をそれぞれ購入し、本試験に供した。飼育には、通気性を確保するため、全てフタの上部に70メッシュの真鍮製通気網

を設けたポリスチレン製飼育容器を使用した¹⁰⁾。本試験に供試したコクゾウムシは玄米を試料として温度25℃、湿度70%、全暗（立ち入り時のみ点灯）の条件で飼育し、成虫出現後1～2週経過した個体を、選択試験に供する前日までに実体顕微鏡下で雄と雌に分けた。分けた個体は玄米を少量入れた飼育容器でそれぞれ飼育した。

2. 選択試験および産卵選好性試験

選択試験の概要は、図1. に示した。選択試験および産卵選好性試験は、温度27℃、湿度70%、明暗条件16時間点灯8時間消灯の条件で行った。

コクゾウムシの選択試験を実施する前に、飼育時に用いた玄米の影響を抑える目的で、試験1回あたり雄と雌に分けたコクゾウムシ成虫をそれぞれ25頭ずつ無作為に選択し、直径60 mmの円筒形飼育容器に入れ（計50頭）、1時間静置した。1時間静置後、無洗米、白米、玄米の組み合わせを1組として、直径60 mmの選択試験用円筒形容器に各20 g入れ、コクゾウムシが移動できるように直径11 mmの穴を開けたフタをして

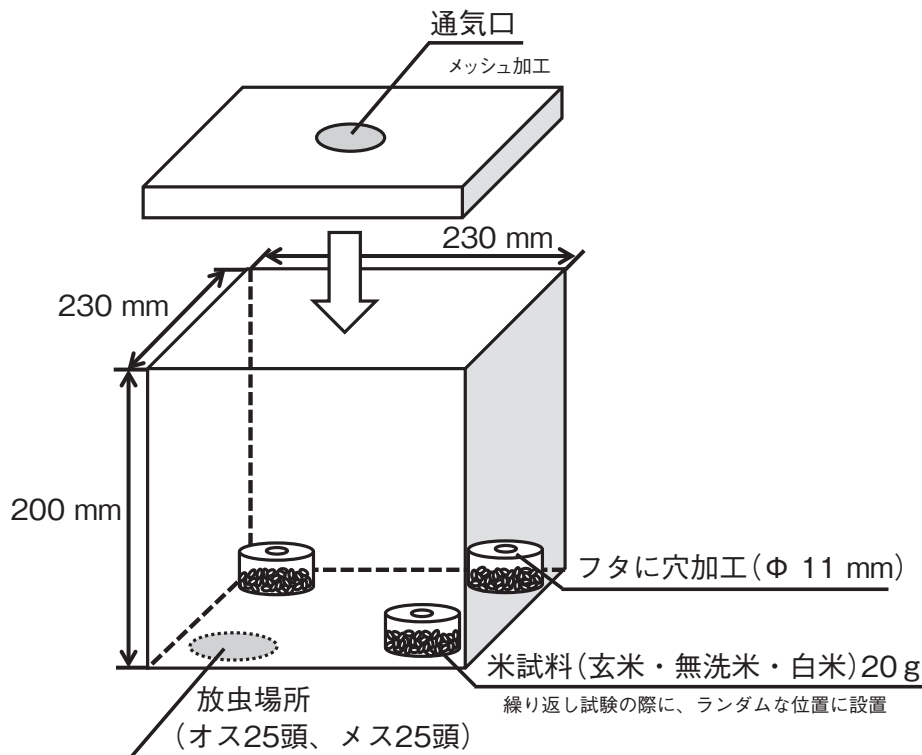


図1. コクゾウムシ選択試験の方法

縦・横230 mm, 高さ200 mmの直方体容器の3隅にランダムに静置した。容器を設置しない隅から、コクゾウムシ50頭を放虫し、48時間後に直方体容器からコクゾウムシの選択試験用容器を回収して存在する成虫数を調べた。試験は25回反復実施した。

産卵選好性試験は、選択試験でコクゾウムシを回収した後、無洗米、白米、玄米の入った選択試験用の円筒形容器の穴が空いたフタを飼育容器のフタに代え、温度27℃、湿度70%、明暗条件16時間点灯8時間消灯の条件で約2ヶ月間飼育し、それぞれの試料から羽化した成虫の数を調べた。

選択性試験・産卵選好性試験で得られたコクゾウムシの頭数は、共にTurkeyの多重比較検定法を用いて検定した。

結果と考察

選択試験

選択試験の開始から24時間後までは、選択試験用容器の隅に固まっていずれの米も選択しないコクゾウムシも数多く認められたが、放虫後48時間後にはほとんどがいずれかの米を選択した。その結果を表1. に示す。25回行った反復試験において、無洗米を選択したコクゾウムシは1試験あたり平均6.9頭が認められ、最少で0頭、最多で23頭であった。同様に、白米を選択したコクゾウムシは平均15頭で、0~42頭の範囲であり、玄米を選択したコクゾウムシは平均26頭で、3~45頭であった。平均値で単純比較すると玄米を選択

したコクゾウムシは無洗米の約3.8倍、白米の約1.7倍であった。また、コクゾウムシの総数から計算すると、過半数以上の個体(52%)が玄米を選択していた。Turkey法による多重比較検定を実施したところ、無洗米と白米との間では有意水準5%で有意差が認められ、無洗米と玄米、白米と玄米の間には、1%、5%で有意差が認められた。

白米と玄米のみを選択試験に用いた際には、玄米がコクゾウムシの被害を受けやすいことが既に明らかにされている¹¹⁾。本実験でも同様の傾向が示されたが、一部については、無洗米や白米を玄米よりも多く選択した結果も見られた。無洗米と白米に対する誘引効果については玄米ほど顕著でなかったが、無洗米よりも白米を選択することに有意差が認められた。無洗米は、白米から糠を除去したものであるため、コクゾウムシの誘引物質である低級脂肪酸、ラクトン、フェニルメチルアルコールを含む糠が白米に若干付着しているが¹²⁾、糠成分は最も選択性の高い玄米の表層部分を削り取ったものである。このため、玄米に特有の画分に由来する誘引成分が残存している白米が無洗米よりも選択されやすかった可能性がある。

産卵選好性試験

コクゾウムシ成虫は卵を米の内部に産むため、試験試料から卵を回収して生まれた卵の数を比較することは困難である。そこで、産卵された米から羽化した成虫数を調べることで産卵選好性試験を実施した。その結果を表2. に示す。

表1. 精米工程の異なる米に対するコクゾウムシ成虫の選択性

	無洗米	白米	玄米	未選択
平均頭数±標準誤差	6.9±1.5 ^a	15±2.6 ^b	26±2.8 ^c	1.5±0.37
(最少頭数・最大頭数)	(0-23)	(0-42)	(3-45)	(0-7)

選択性試験は25回の反復で実施した。記号a/b及びb/c間には、Tukeyの多重比較検定で有意水準0.05で有意差が認められた。記号a/c間には、有意水準0.01で有意差が認められた。

表2. 精米工程の異なる米に対するコクゾウムシの産卵選好性

	無洗米 ^a	白米 ^a	玄米 ^b
平均頭数±標準誤差	2.1±1.4	4.1±1.2	58±7.0
(最少頭数・最大頭数)	(0-30)	(0-19)	(8-124)

産卵選好性試験は25回の反復で実施した。異なる記号間には、Tukeyの多重比較検定により有意水準0.05で有意差が認められた。同じ記号間には有意差が認められなかった。

無洗米から羽化したコクゾウムシは、0～30頭であり、平均は2.1頭であった。白米から羽化したコクゾウムシは0～19頭であり、平均は4.1頭であった。玄米から羽化したコクゾウムシは8～124頭であり、平均値は58頭であった。得られた平均値で比較すると、コクゾウムシの玄米に対する産卵選好性は無洗米の約28倍、白米の約14倍であった。選択試験と同様に、Turkey法で多重比較検定を行ったところ、無洗米と白米との間では有意差が認められず、無洗米と玄米、白米と玄米の間には、共に5%で有意差が認められた。

コクゾウムシの産卵選好については、新垣らが同様の封じ込め実験を行って、白米よりも玄米を選好することが示され¹³⁾、胚芽部に含まれる産卵選好物質として、フェルラ酸エステル、リノレン酸、パルチミン酸、ステロール類が報告されている¹⁴⁾。本研究においても、玄米からの羽化の頻度や発生数は白米より明瞭に多いことが統計学的にも確認された。加えて、白米は無洗米よりも平均で約2倍高い発生頭数が認められると共に、発生頭数0の頻度も少なく、産卵選好性が若干高い傾向が認められた。これは、表1. で示した選択試験の結果と同様に、白米には玄米の胚芽部分を多く含む糠がコクゾウムシの産卵選好物質として若干付着しているために白米の産卵選好性が高い結果が得られたのではないかと考えられるが、データに有意な差は確認できなかった。

選択性と産卵選好性の相互関係

コクゾウムシの選択性と産卵選好性を比較したところ、より多くコクゾウムシが選択した米からは、より多くの成虫が得られる傾向が認められた。しかしながら、コクゾウムシが比較的多く無洗米や白米を選択した際にも、これらの産卵選好性は低いため、羽化したコクゾウムシは少なくなる傾向が認められた。また、これとは逆に、玄米を選択したコクゾウムシが比較的少ない場合においても、玄米の産卵選好性が高いためか、成虫の発生数が多い傾向が認められた（データは示さない）。白米、無洗米については玄米のように高い産卵選好性が認められないため、例えコクゾウムシがこれらを選択したとしても、玄米よりも次世代の加害を受けにくいと考えられた。

要 約

精米工程の異なる無洗米、白米、玄米について、コクゾウムシの選択性および産卵選好性を閉鎖系の試験

で調べたところ、加害リスクは共に玄米>白米>無洗米の順であった。本試験の結果から、コクゾウムシの加害リスクは無洗米が最も低いことが明らかとなった。

引用文献

- 1) Smith, L. W. Jr., Pratt, J. J. Jr., Nii, I. and Umina, A. P., Baking and taste properties of bread made from hard wheat flour infested with species of *Tribolium*, *Trogoderma* and *Oryzaephilus*., J. Stored Prod. Res., 6, 307-316, (1971)
- 2) 食品衛生法。(昭和二十二年十二月二十四日法律第二百三十三号)最終改正：平成二一年六月五日法律第四九号。http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S22/S22HO233.html
- 3) 加藤敦之, 笹岡秀毅, 秋田大助. 食品混入非金属異物の検出技術の開発. Sanitation Review, 23, 48-54, (2005)
- 4) 米の品質と貯蔵, 利用. 農林省 食糧研究所 食糧技術普及シリーズ, 7, p. 75-77, (1969)
- 5) 鈴木敬子, 無洗米, 普通米の製造・利用におけるライフサイクルCO₂排出量, 日本調理科学会誌, 42, 342-348, (2009)
- 6) 鈴木敬子, 米の加工利用 (4) 無洗米, 食料と容器, 52, 667-673, (2011)
- 7) 高橋 奨, 米穀の害虫と駆除予防, 明文堂, p. 202, (1931)
- 8) 原田豊秋, 食糧害虫の生態と防除, 光琳書院, p. 526, (1971)
- 9) Takahashi, F., and Mizuno H., Infestation of rice weevils in rice grain in relation to drying procedures after harvest and the form of the at different stages in the milling process., Environ. Control in Biol. 20, 9-16, (1982)
- 10) 今村太郎, 宮ノ下明大., 貯蔵食品を加害する蛾類の飼育法, ペストロジー, 24, 71-73, (2009)
- 11) Honda, H., Yamamoto, I. and Yamamoto, R., Attractant for rice weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera:Rhynchophoridae), from rice grains I. Bioassay method for the attractancy of rice grains to rice weevils., Appl. Entomol. Zool., 4, 23-31, (1982)
- 12) Honda, H., Yamamoto, I. and Yamamoto, R., Attractant for rice weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky

- (Coleoptera:Rhynchophoridae), from rice grains II. Fractionation of rice and the nature of the crude attractive fraction., *Appl. Entomol. Zool.*, **4**, 32-41, (1982)
- 13) 新垣則雄, 高橋史樹., コクゾウの白米と玄米に対する産卵選好., *日本応用動物昆虫学会誌*, **26**, 166-171, (1982)
- 14) Maeshima, K., Hayashi, N., Murakami, T., Takahashi, F. and Komae, H., Identification of chemical oviposition stimulants from rice grain for *Sitophilus zaamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae)., *J. Chem. Ecol.*, **11**, 1-9, (1985)