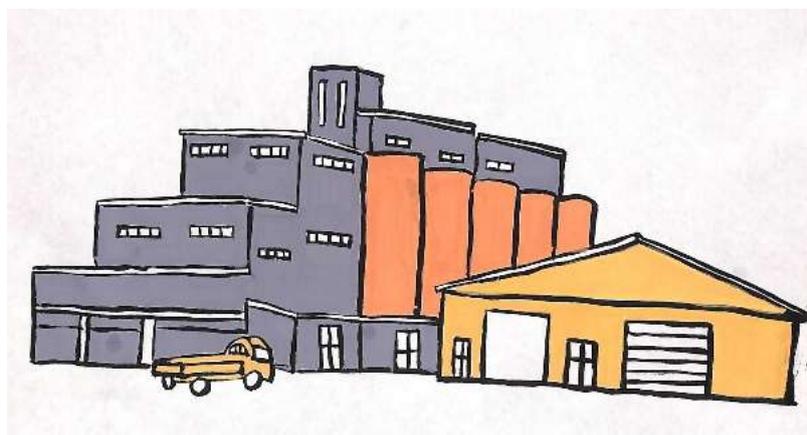


玄米貯蔵倉庫における コクゾウムシ管理の手引き 標準作業手順書

- 公開版 -



目次

はじめに	1
免責事項	2
I. 玄米貯蔵倉庫の管理	3
1. 本手引きのねらい	3
2. 玄米貯蔵倉庫の害虫とは	4
3. なぜ管理する必要があるか	5
(1) 異物混入による質的な被害	5
(2) フードチェーンにおける害虫管理	5
(3) 一般衛生管理	6
(4) 衛生管理とモニタリング	6
4. 玄米貯蔵倉庫における害虫モニタリング	7
5. コクゾウムシとは	8
(1) コクゾウムシの生態	8
(2) 玄米貯蔵倉庫におけるコクゾウムシの発生状況について	10
コラム：コクゾウムシと温度の関係	11
6. コクゾウムシのモニタリング	13
(1) 実際の作業手順	13
(2) フェロモントラップを用いたコクゾウムシのモニタリングの実施例	18
7. 玄米貯蔵倉庫におけるコクゾウムシの制御	21
参考：コクゾウムシ用フェロモントラップで捕獲されるコクゾウムシ成虫以外の昆虫	24

Ⅱ. 普及に関する情報	.....	28
1. 普及対象	.....	28
2. 経済効果	.....	28
用語解説	.....	29
参考資料	.....	31
担当窓口、連絡先	.....	32

はじめに

米などの穀物は、栽培・収穫後、カントリーエレベーター・ライスセンターで調製されたあと、倉庫に保管されます。その後、随時、精米所に移されて、精米され、小売店へと運ばれます。その際、精米工程の前後や小売店においても一時的な保管が行われます。穀物は、このような収穫後の貯蔵流通におけるすべての段階で、貯蔵食品害虫と呼ばれる害虫に加害される可能性があるため、害虫の発生を抑えるように管理する必要があります。農研機構では、玄米貯蔵倉庫における最大の害虫であるコクゾウムシ用に、2015年に発売されたフェロモントラップについて、その捕獲性能を複数の玄米貯蔵倉庫の現場において評価して有効性を確認するとともに、実際の倉庫現場における同害虫の発生動向の変化を調査しました。

本書は、現場調査の成果を活かし、貯蔵食品害虫の中でも特に玄米の大害虫であるコクゾウムシに焦点をあて、フェロモントラップを用いた発生モニタリングにより、倉庫の管理状態を向上させ、コクゾウムシの玄米貯蔵倉庫における発生を抑制し、玄米へのコクゾウムシ混入の頻度を下げるための具体的な手順を示しています。

まず、玄米貯蔵倉庫の害虫と、害虫管理の必要性について解説します。その後、トラップを使用した玄米貯蔵倉庫でのコクゾウムシのモニタリングの具体的手順について説明します。そして、モニタリング結果の評価に基づいた玄米貯蔵倉庫におけるコクゾウムシ管理について解説し、その際に利用していただけるチェックリストを掲載しましたので、ご活用ください。

■ 免責事項

- 本手順書に紹介されているコクゾウムシの管理方法は、フェロモントラップを用いたモニタリングをもとに実施する対策技術の一例です。本手順書に紹介された技術を利用したこと、あるいは何らかの理由で本技術が利用できないことによりもたらされる結果について、農研機構が責任を負うものではありません。

I. 玄米貯蔵倉庫の管理

1. 本手引きのねらい

玄米貯蔵倉庫では現在でも様々な害虫が捕獲されます。図 I -1 は玄米貯蔵倉庫での調査で捕獲された貯蔵食品害虫の頻度を示しています。コクゾウムシは玄米貯蔵倉庫での発生頻度が最も高い害虫です。

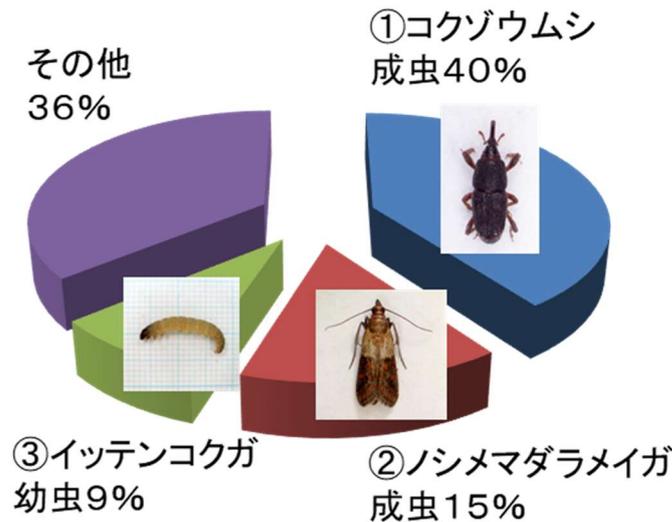


図 I-1 玄米貯蔵倉庫での害虫の発生頻度（松坂ら，2009 より作図）

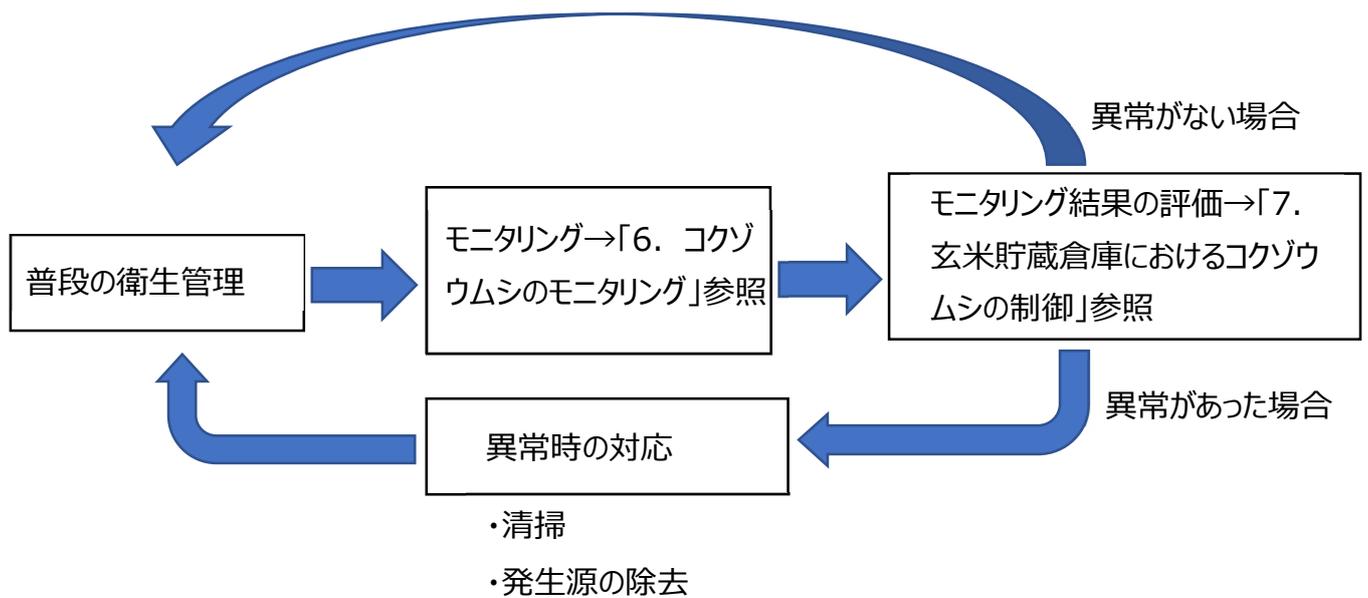


図 I -2 衛生管理とモニタリングのサイクル

本手引きでは、玄米貯蔵倉庫における最大の害虫であるこのコクゾウムシを対象に、GAP や HACCP のようなフードチェーンでの管理方法・指針が欠落している玄米貯蔵のステップにおいて、モニタリングおよび管理手順を説明します（図 I -2）。普段から衛生管理を行い、その効果をモニタリングによって評価し、異常があった場合はその対応を行い、普段の衛生管理に戻るといった流れになります。

2. 玄米貯蔵倉庫の害虫とは

玄米貯蔵倉庫や精米所など、穀物を扱うところでは様々な昆虫が発見されます。これらの場所は食品を扱うところですから、昆虫が見つければそれを害虫とする考え方があります。そして、これらの害虫は、発見場所である穀物の取り扱い場所で穀物を食べて発生を繰り返す定住害虫、そのような場所で穀物を加害することもあるが発生場所は異なる来訪害虫、穀物を加害せず、偶発的に侵入してくる迷入害虫に分けることができます（表 I -1）。定住害虫は乾燥食品を食べて繁殖ができる種類であり、貯蔵食品害虫と呼ばれるグループが該当します。来訪害虫はゴキブリやハエなどであり、衛生害虫と呼ばれるグループにあたります。迷入害虫は前の2つ以外の全ての昆虫です。

この中で、貯蔵食品害虫は玄米貯蔵倉庫や精米所で繁殖するため大きな問題となります。その多くは小さな（体長 1cm 以下）甲虫類と蛾類です。これらの貯蔵食品害虫

表 I -1 食品を扱う場所で見られる害虫

害虫群	特徴	具体例
定住害虫	穀物を食べて発生を繰り返す （貯蔵食品害虫）	コクゾウムシ、ノシメマダ ラメイガなど
来訪害虫	穀物を加害することがあるが、発 生場所は異なる（衛生害虫）	イエバエ、クロゴキブリな ど
迷入害虫	穀物を加害せず、偶発的に侵 入する	オニヤンマ、アゲハチョウ など

は、①低水分の穀物・乾燥食品を加害する、②体サイズが小さく、世代交代が早い、③多くは熱帯、亜熱帯起源である、などが共通する特徴です。

3. なぜ管理する必要があるか

(1) 異物混入による質的な被害

玄米貯蔵倉庫で貯蔵食品害虫が増殖した場合の被害は2種類考えられます。一つは量的な被害です。害虫が穀物を食害すると、人間が利用できる穀物の量が減ってしまいます。これを量的な被害と呼び、特に熱帯地域では現在でも大きな問題です。

もう一つは質的な被害です。害虫が製品に混入することにより、異物混入としてクレームが発生することがあります。たった1匹の混入であっても、それによって返品されることになり、また、混入の頻度によってはロットごと、もしくは全品回収が必要になってしまいます。このように、害虫によって製品が製品としての品質を保てなくなることを質的な被害と呼びます。現在の日本では、こちらが大きな問題となっています。

(2) フードチェーンにおける害虫管理

食品やその材料の生産から消費までの過程は繋がっており、フードチェーンと呼びます（図 I-3）。そして、フードチェーンの安全性・信頼性を確保するためには、各段階すべてにおいて安全性を向上させる取り組みが必要です。玄米など穀物では、生産・収穫の過程は GAP（ギャップ；農業生産工程管理）、精米・加工の過程は HACCP（ハサップ；危害分析・重要管理点）が導入されています。玄米貯蔵倉庫やライスセンター・カントリーエレベーターに対応した管理手法は現在のところ制度化されていません。この過程においても衛生管理は重要であり、害虫混入防止

策を向上させる必要があり、本書ではこの管理手法について述べます。

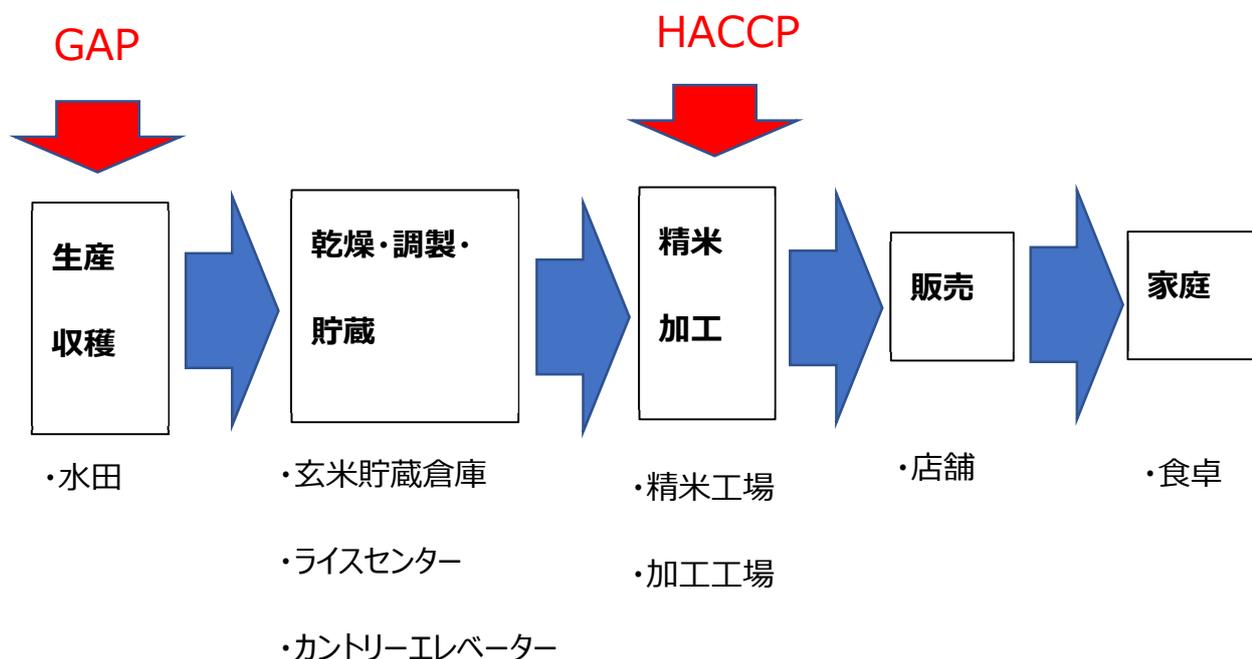


図 I -3 玄米におけるフードチェーンと導入されている管理手法

(3) 一般衛生管理

玄米貯蔵倉庫や精米所は食品を扱う場所ですから、害虫が大量に繁殖している状況は清潔さの観点から考えればふさわしくありません。この一般衛生管理の視点からも、食品を扱うのにふさわしい清潔さを保つことが重要であり、このことが玄米貯蔵倉庫や精米所での害虫の発生を抑え、その被害を軽減することにもつながって、結果的に全体的な食品の品質に対する信頼性を向上させることができます。

(4) 衛生管理とモニタリング

この衛生管理を行うためには、図 I -2 のサイクルのように、日常的な管理の効果を、モニタリングによって評価し、異常があった場合はその対応を行うことで原因を取り除き、再び、普段の衛生管理に戻るといふ、地道な作業の継続が必要になります。

4. 玄米貯蔵倉庫における害虫モニタリング

害虫の発生や消長を調べることをモニタリングといいます。モニタリングはその場所における害虫発生の特性（捕獲数の変動、発生場所など）を知り、害虫駆除のタイミングを決めるためにとても重要です。

**表 I-2 フェロモントラップが入手可能な貯蔵食品害虫
(2021年12月現在)**

分類群	種名	富士フレーバー社製	Trécé社製
蛾類	ノシメダラメイガ	○	○
	チャマダラメイガ	○	○
	スジマダラメイガ		○
	スジコナマダラメイガ		○
	ホシブドウマダラメイガ		○
	ガイマイツツリガ	○	
	バクガ		○
	コクガ		○
	イガ		○
	コイガ		○
	甲虫類	タバコシバンムシ	○
ジンサンシバンムシ		○	
コクヌストモドキ		○	○
ヒラタコクヌストモドキ		○	○
ノコギリヒラタムシ		○	○
オオメノコギリヒラタムシ			○
カクムネヒラタムシ		○	
ヒメアカカツオブシムシ		○	○
キマダラカツオブシムシ			○
ヒメマルカツオブシムシ		○	
コナナガシンクイムシ		○	○
オオコナナガシンクイムシ			○
コクゾウムシ		○	

富士フレーバー（株）¹⁾および Trécé Inc.²⁾ウェブサイトの情報をもとに作成

1) <https://www.fjf.co.jp/jp/>

2) <https://www.trece.com/>

モニタリングには害虫を捕獲するためのトラップ（わな）を用いるのが一般的です。昆虫は同種間で交信するためにフェロモンと呼ばれる物質を分泌します。このうち、交尾をするために雌が放出し、雄を誘引する性フェロモン、あるいは、同種の昆虫が集合するために放出する集合フェロモンをトラップに利用すれば、広い空間に散在する害虫を効率的に捕獲することができます。通常は粘着板とこれらのフェロモンを組み合わせたフェロモントラップをモニタリングに用います。

フェロモン以外の誘引源として、光を用いたライトトラップ、餌を用いたベイトトラップ、水を用いた水盤トラップ（粘着板を使用せず、水自体にトラップされます。水は誘引源であるとともに粘着板の代わりとしても機能します）などがありますが、フェロモントラップは誘引力が強く、対象とする害虫のみが主に捕獲されるという利点があるため、フェロモントラップが利用可能なもの（表 I -2）に関しては、フェロモントラップを用います。

一方、対象を絞らない場合、もしくは利用可能な誘引源がない場合は、誘引源を用いない粘着トラップを用います。本手引きでターゲットとしているコクゾウムシの場合、日本では 2015 年に集合フェロモンを利用したフェロモントラップが発売され、利用可能になりました。このコクゾウムシ用フェロモントラップは、農研機構の調査によると粘着トラップと比較して、平均 4.4 倍の捕獲能力があります。

5.コクゾウムシとは

（1）コクゾウムシの生態

コクゾウムシはコウチュウ目（甲虫類）オサゾウムシ科に属する昆虫であり、米、麦などのイネ科の貯蔵穀物を加害します。成虫の体長は 2.3–3.5mm 程度であり、象の鼻のような長い口吻を持ちます（図 I -4）。体色は茶褐色～黒褐色で、2 対の淡色の斑点があることが多いです。口吻で穀物に穴をあけて産卵し、孵化した幼虫はそのまま穀物

の粒の中で発育して蛹になり、成虫となって粒から出てきます（図 I -5）。繁殖の適温である 25-30℃では産卵から成虫の出現までの 1 サイクルは約 1 か月です。25℃では 1 雌当たりの産卵数は 200 個以上になります。15℃以下ではほとんど繁殖ができません。春から秋にかけては、餌となる穀物が貯蔵されている倉庫などで世代を繰り返しますが、秋になると倉庫を脱出し（関東地方では 10, 11 月頃）、屋外の木片やブロック、石の下などで越冬し、春になると倉庫に戻ってくる（関東地方では 3, 4 月頃）という生態を持



図 I -4 左から順に、玄米から脱出するコクゾウムシ成虫、玄米にたかるコクゾウムシ成虫、玄米中のコクゾウムシ幼虫（「農研機構・食品研究部門：食品害虫サイト」より）

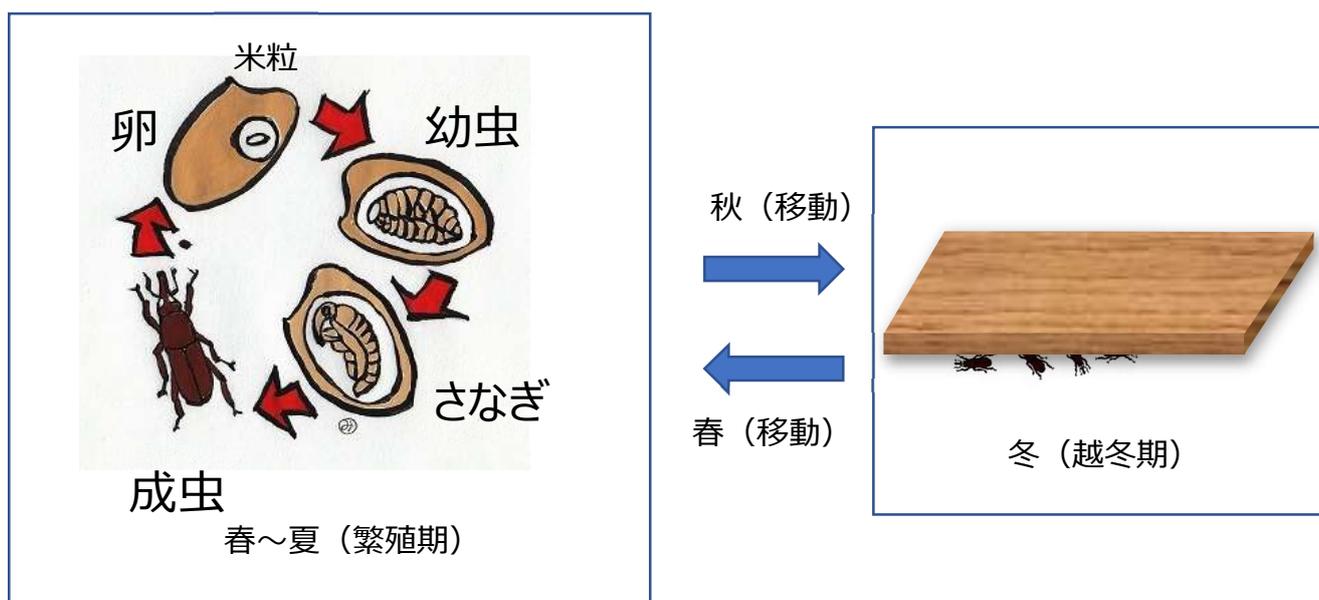


図 I -5 コクゾウムシの年間発育サイクル

ちます。コクゾウムシは飛行能力を持ちますが、倉庫内では主に徘徊している様子が観察されます。

(2) 玄米貯蔵倉庫におけるコクゾウムシの発生状況について

玄米貯蔵用の倉庫としては、現在は低温倉庫が普及しています。この玄米貯蔵用の低温倉庫は、通常、虫害を防ぎ、品質を保つために、庫内温度が 15℃以下になるように設定されている本庫と、仮置き・荷捌きスペースである下屋で構成されます。

本庫内の温度管理が正常であればコクゾウムシはほとんど増殖できませんが、15℃以下でもコクゾウムシは死滅せず、移動可能です。下屋は通常は空調設備がないために、春～秋に穀物の入った袋が放置されていたり、穀物がこぼれたままになっていたりした場合、これらを餌としてコクゾウムシは増殖します。下屋で増殖したコクゾウムシは、穀物ごと本庫内に持ち込まれたり、自ら移動して本庫内に侵入することもあり、持ち込まれる量によっては本庫内で大発生する（持ち込まれた大量のコクゾウムシが穀物から這い出して、本庫内を徘徊する）こともあります（表 I -3）。

表 I -3 本庫と下屋の温度環境の違いによるコクゾウムシの動態

	本庫	下屋
温度環境	15℃以下	外気温とほぼ同じ
増殖	ほぼ不可能	可能（春～秋）
移動	可能	可能
大発生の危険性	有り（庫外からの持ち込み）	有り

コラム：コクゾウムシと温度の関係

コクゾウムシの繁殖温度についての研究は古く、その試験は第 2 次世界大戦前に実施されています。河野らの文献を元に、10℃、15℃、20℃、30℃におけるコクゾウムシの増殖を長期間に渡って調査した結果を示します（図 C-I, 河野, 1951¹⁾）。この研究によると、コクゾウムシは 10℃では全く繁殖せず、15℃において、4 か月後までは新しい成虫が出現しませんが、6 か月後にはわずかな出現が見られ、20℃と 30℃では大量に増殖することがわかります。15℃では全く繁殖できないわけではありませんが、実用上では問題にならない程に、きわめて繁殖が抑えられています。

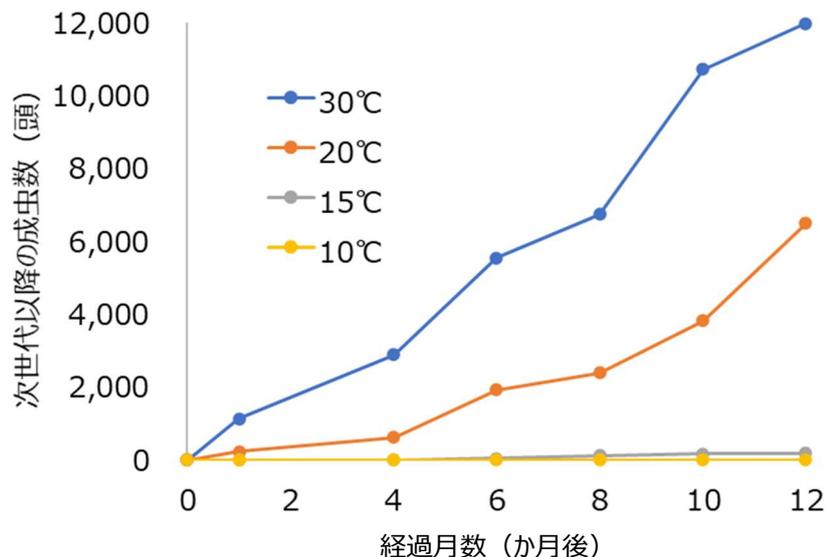


図 C-I 各温度におけるコクゾウムシの次世代以降の成虫数
河野 (1951) より作図

試験に用いた成虫数は 15℃のみ 100 頭で、他は 50 頭である

コクゾウムシの発育ゼロ点（理論的にこれ以下の温度で発育しなくなる温度）は、試験に用いられたコクゾウムシの系統によって異なるものの 11.3～15.1℃の範囲であると報告されています（桐谷, 1997²⁾）。この観点からも、15℃ではほとんど発育できず、10℃では完全に発育ができないと考えることができます。

一方、様々な温度でのコクゾウムシ成虫の移動能力も調べられています (Nakakita and Ikenaga, 1997³⁾)。これによると、コクゾウムシ成虫の歩行速度は、25℃では毎秒 17mm 程度であるのに対し、15℃では毎秒 9mm 程度、5℃では毎秒 2mm 程度になります。温度が低くなるにつれて歩行速度が落ちるものの、5℃でも歩行能力を失わないことが分かっています。

- 1) 河野常盛 (1951) 米麦貯蔵の理論と実際. 382 pp. 河出書房, 東京.
- 2) 桐谷圭治 (1997) 日本産昆虫, ダニ, 線虫の発育零点と有効積算温度. 農業環境技術研究所資料 21: 1-72.
- 3) Nakakita, H. and Ikenaga, H. (1997) Action of low temperature on physiology of *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) in rice storage. *J. Stored Prod. Res.* 33: 31-38.

6.コクゾウムシのモニタリング

(1) 実際の作業手順

具体的に玄米貯蔵倉庫でのコクゾウムシのモニタリング法を解説します。玄米貯蔵用の低温倉庫でのモニタリングを想定しています。

①トラップの入手

コクゾウムシ用フェロモントラップを入手します（図 I -6）。なお、2021 年現在入手可能なトラップは富士フレイバー（株）製のみです（表 I -2）。

トラップ本体とルアー（誘引剤）、粘着紙のセットで、価格は 1 箱（50 個セット）が 6 万円程度です。フェロモンの有効期限は、製造出荷後、未開封で 1 年、開封後は 1 か月です。

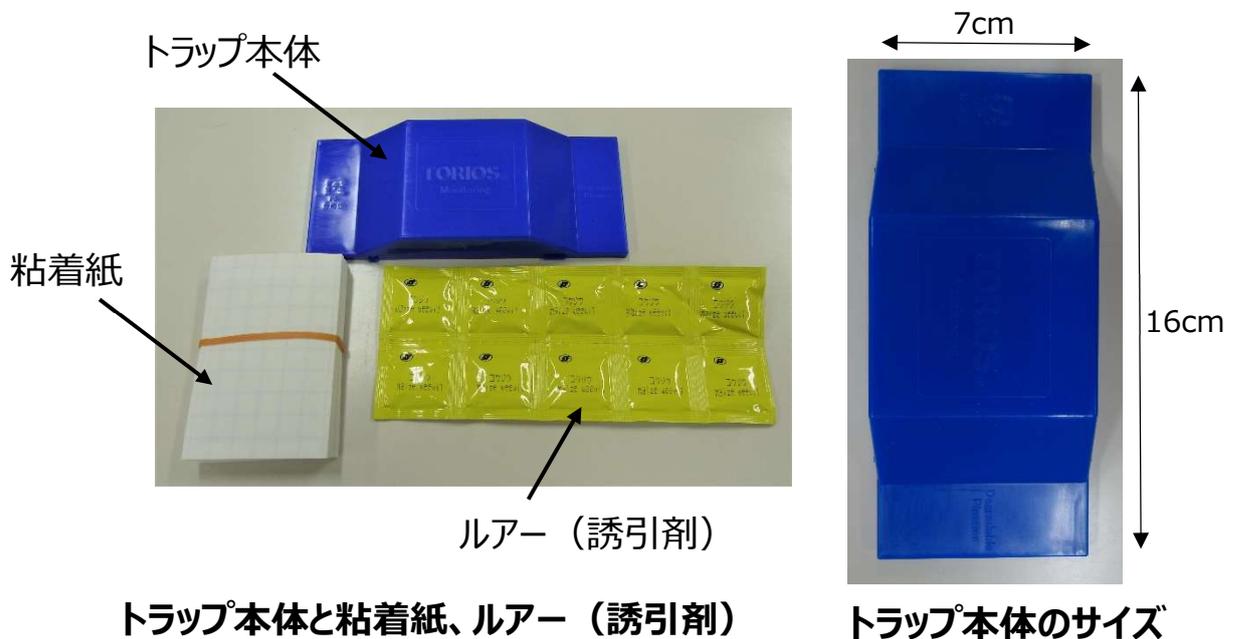


図 I -6 コクゾウムシ用フェロモントラップ

②トラップの組み立てとトラップの仕組み

本体を開き、はく離紙をはがした粘着紙を底蓋のつめに差し込んで装着します。袋から取り出したルアー 1 個を粘着紙中央付近に貼り付けます（図 I -7）。粘着紙とルアーを装着後、底蓋を閉じます。

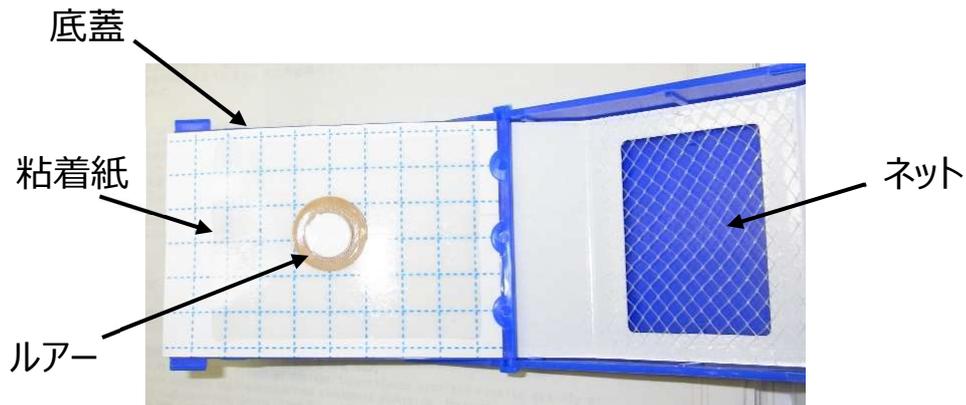


図 I -7 粘着紙とルアーを装着したトラップ本体
(底蓋を開けた状態)

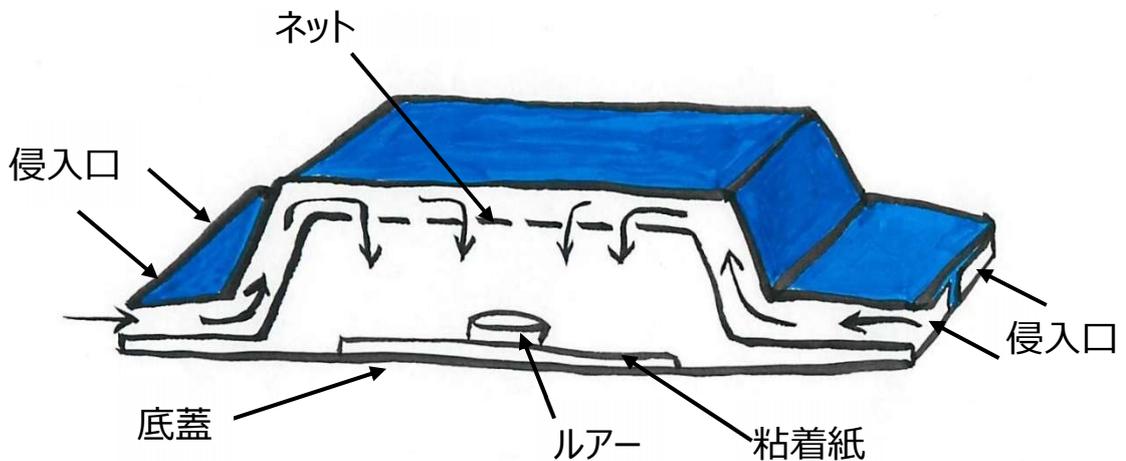


図 I -8 トラップの仕組み

図 I -8 はトラップの仕組みです。トラップ本体の短辺側に昆虫が侵入するための開口部があります。ルアーに誘引されて開口部から侵入したコクゾウムシ成虫は、紙製の坂を上り、上部のネットから下の粘着紙へと落ち、粘着紙に捕らえられます。

③倉庫への設置

倉庫に設置します。フェロモンの誘引力の有効範囲は 5m 程度なので、5～10m おきに格子状に倉庫に設置すれば、倉庫全体がモニタリングできますので、このような設置が推奨されています。しかしながら実際のところは、倉庫内には時期によっては大量の穀物が運び込まれて倉庫いっぱい保管され、また、搬入用のフォークリフトが倉庫内を幾度となく移動しますので、このようなトラップの設置スペースを確保できないケースが一般的です。ですから、低温倉庫の場合は、下屋と本庫間の扉の両側で、本庫側と下屋側の両方に設置するのが最低限の設置数になります（図 I -9）。加害された玄米の本庫内への持ち込みなどにより、本庫内でもコクゾウムシの発生が見られますので、本庫側にも設置するのが望ましいです。また、本庫－下屋間の扉が複数ある場合、すべての扉で同様に設置することが望ましいです。つまり、倉庫当たりの望ましい最低限設置数は扉の数×4になります。本庫内への虫の呼び込みを防ぐために、出入り口から 10～20m 離すことが推奨されますが、これだけの距離がとれない場合は可能な程度で離すようにします。経時的な変動をみることが大切ですので、できる限り毎回同じ場所に設置します。

④トラップの交換

フェロモンの開封後の有効期限は 1 か月なので、設置してから 1 か月で新しいものと交換するのが望ましいです。倉庫に設置したフェロモントラップを毎月新しいものと交換します。

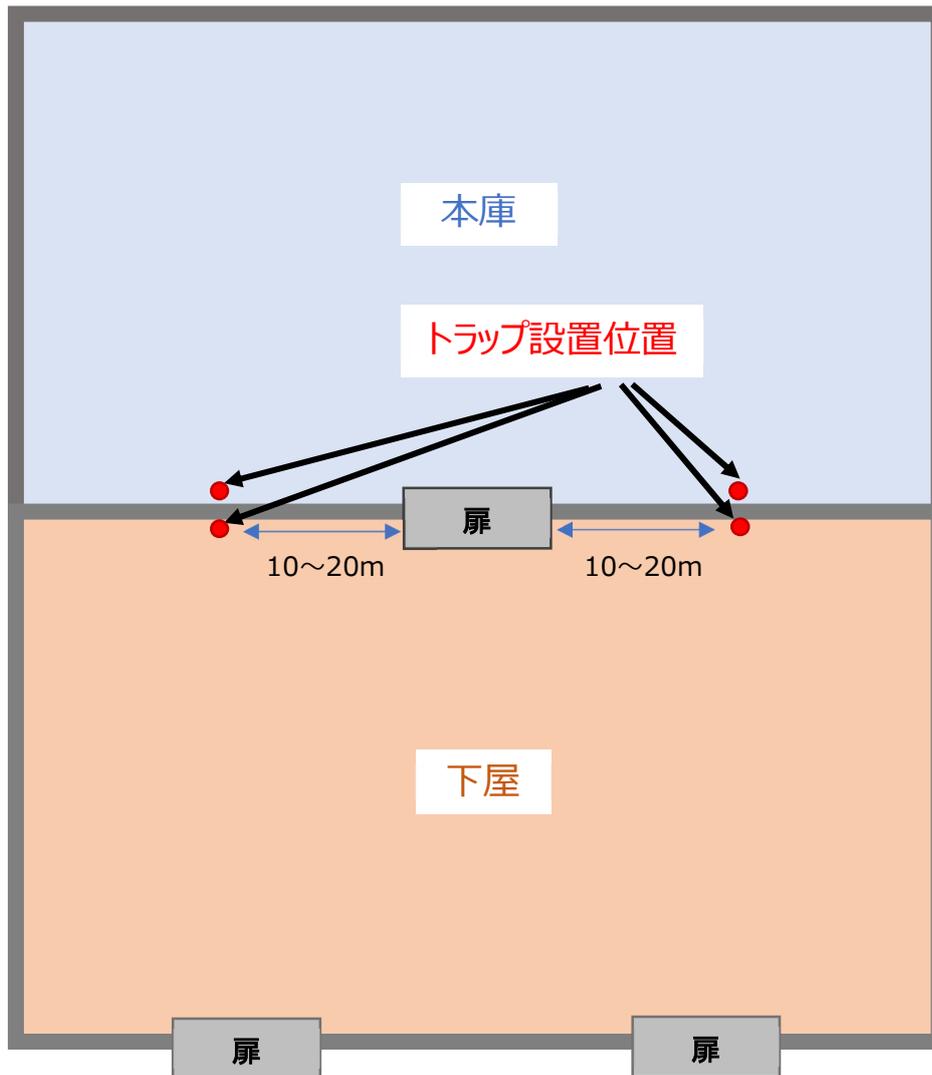


図 I - 9 倉庫の模式図とトラップ設置箇所

- ・上図は必要最低限のトラップの配置を示した例
- ・可能であれば 5~10m おきに配置する
- ・トラップの長辺を壁に沿わせる方向に設置する
- ・経時的变化を知ることが重要であり、毎回同じ場所に設置することが望ましい

⑤捕獲数の評価

回収したトラップに捕獲されたコクゾウムシの数を数えることによりモニタリングが行えます。コクゾウムシの場合はフェロモントラップに成虫のみが捕獲されます（図 I - 10）。1 個のトラップには、最大で 400 頭程度が捕獲できます。このように多くの個

体が捕獲されたトラップで正確に数を数えたい場合はデジタルカメラで写真撮影し、それを印刷して数えた虫体をマークしながら数えると良いですし、その画像を PC のアプリケーションで画像解析することにより半自動的に計数することもできます（曲山ら, 2017）。数えた結果を表計算ソフトにまとめ、図 I -11 のようなグラフを作成し、各倉庫でのコクゾウムシの発生の傾向を把握します。また、これにより急激な大発生などにも気づくことができます。



図 I -10 粘着紙に捕獲されたコクゾウムシ成虫

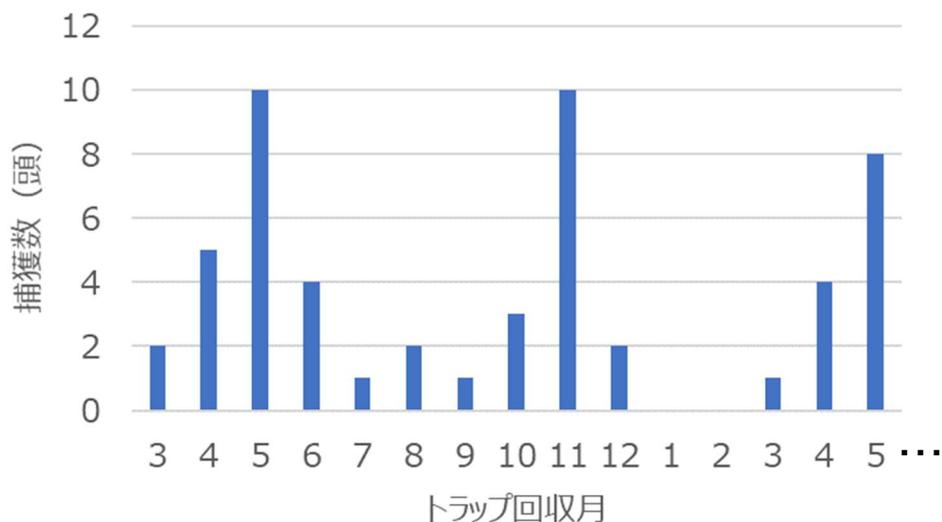


図 I -11 捕獲数のグラフ化の例

・このようなグラフを作成して発生時期や発生数の変動を把握する

(2) フェロモントラップを用いたコクゾウムシのモニタリングの実施例

2016年4月から30か月にわたり、関東地方の5箇所¹⁾の玄米貯蔵倉庫にコクゾウムシ用フェロモントラップを設置し、その発生活動を調べました。トラップの設置箇所は図 I - 9 に示したように、低温倉庫の本庫と下屋の間の扉の両側で、本庫側と下屋側の両方に設置しました。その中の2つの倉庫の結果を示します(図 I - 12)。

コクゾウムシは秋に倉庫から屋外へと脱出して越冬し、越冬後、春に倉庫に戻ってくる生活史を持っています。春と秋がコクゾウムシの移動性が高まる時期であり、これら2つの倉庫では4～6月頃と11、12月頃にコクゾウムシが多く捕獲されています。これらの時期以外にも、コクゾウムシが繁殖しやすい夏季に捕獲数が多くなることがあります。また、倉庫①、②ともにモニタリング開始直後は捕獲数が多いものの、丁寧な清掃が実施されることにより倉庫の管理状態が改善したことによって、捕獲数は減少しています(図 I - 13)。しかし、調査した5箇所の倉庫の中で、年間の捕獲数がきわめて低いレベルまで減少した倉庫(図 I - 12, 13の倉庫①および他1箇所の倉庫)と減少の傾向が不明瞭な倉庫(図 I - 12, 13の倉庫②および他2箇所の倉庫)がありました。捕獲数がきわめて低いレベルまで減少した2箇所の倉庫では、冬季にはほとんど倉庫内でコクゾウムシが捕獲されず、倉庫周辺でのコクゾウムシの越冬も見られなかったのに対し、そうでなかった3箇所の倉庫では冬季にも倉庫内でコクゾウムシが捕獲され、また倉庫周辺のコンクリートブロック下などでのコクゾウムシの越冬も見られるという特徴がありました。立地条件(地域や周辺の環境など)、建物の構造、穀物の搬入時期・頻度などによって、捕獲数の変動は異なるので、その倉庫で見られる変動の範囲内で、捕獲数が低く抑えられていることが大切です。

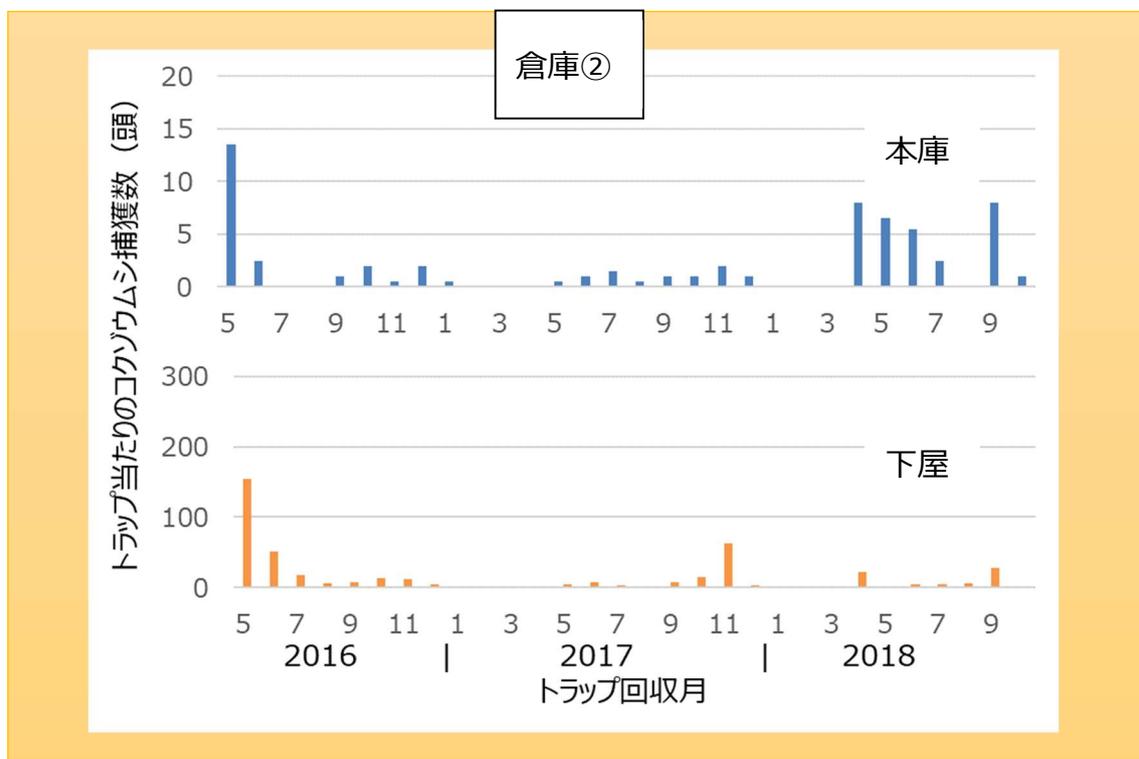
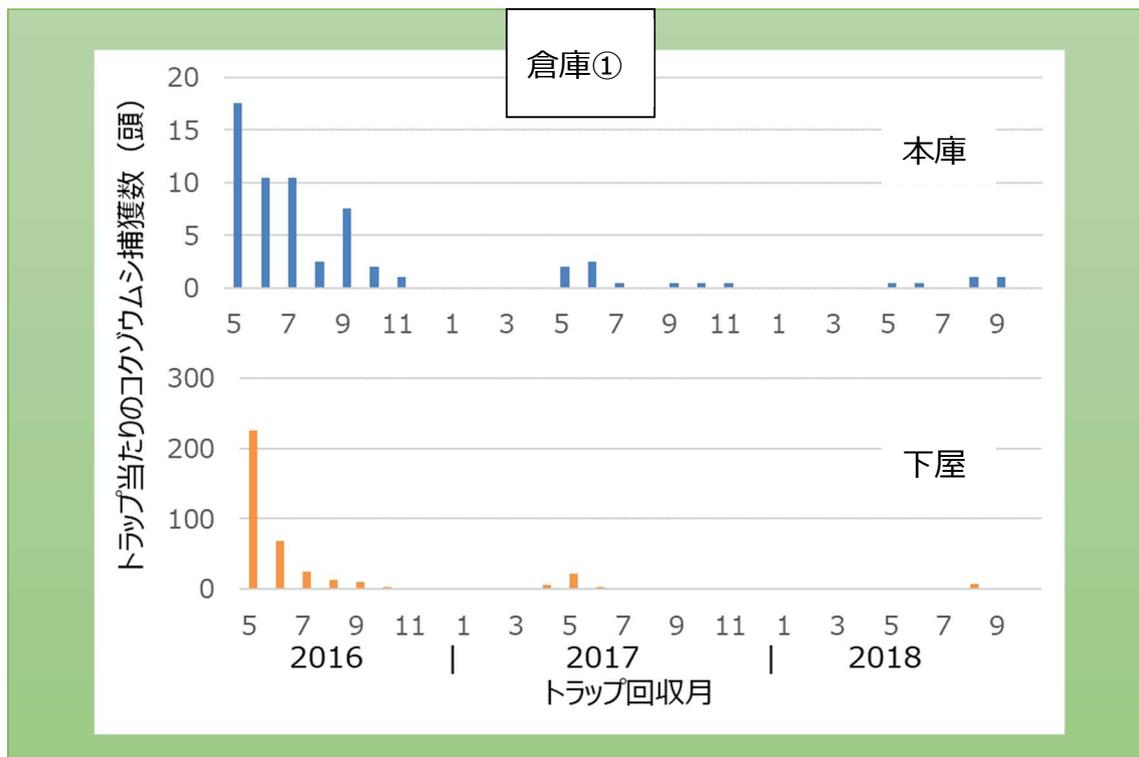


図 I -12 トラップ当たりのコクゾウムシ成虫捕獲数（それぞれ 2 個の平均）の変動（今村ら，2020 より作図）

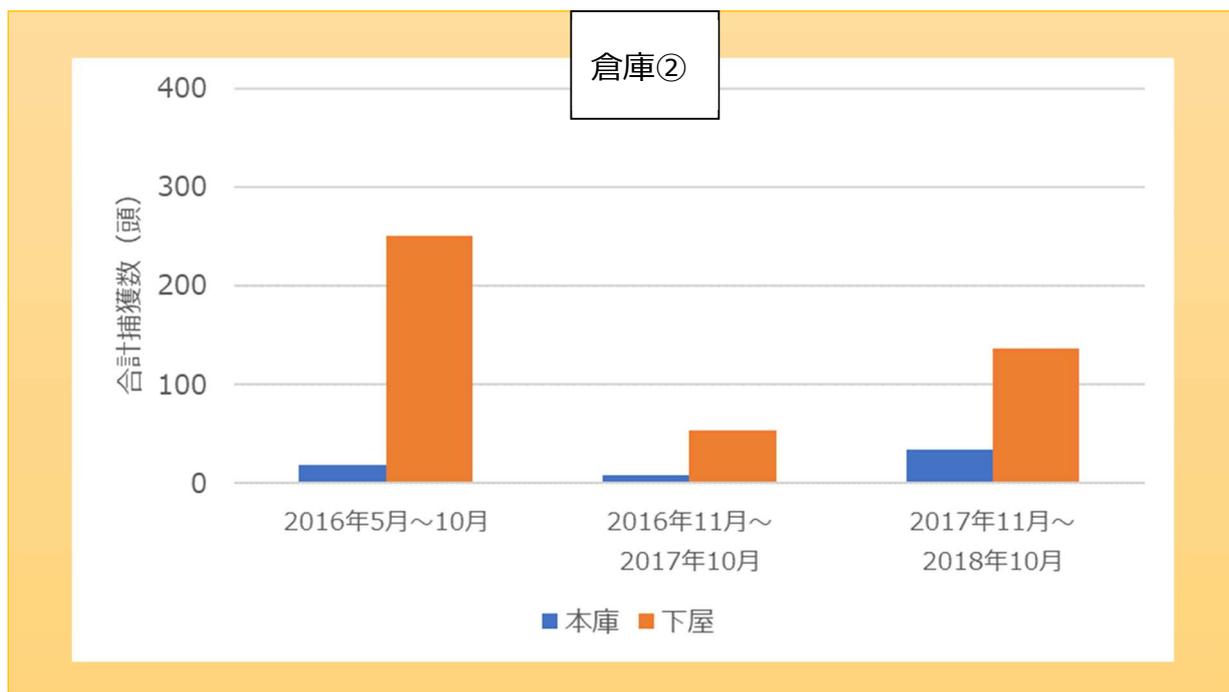
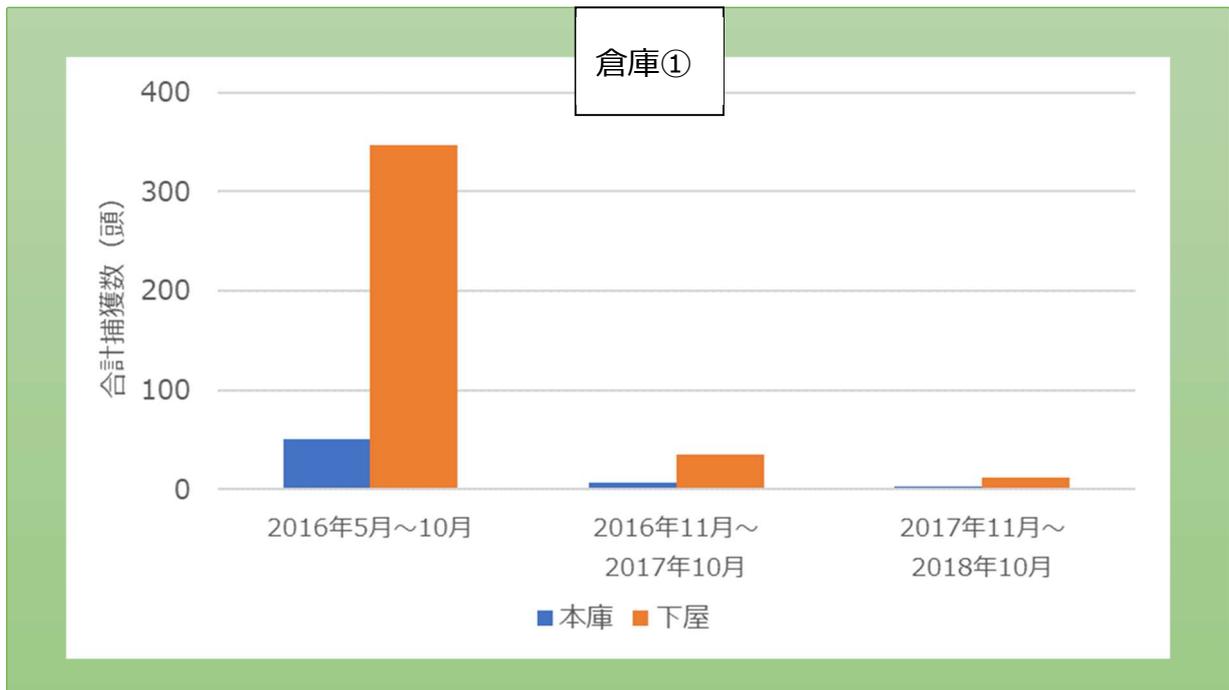


図 I -13 トラップ当たりコクゾウムシ成虫捕獲数の年ごと（11月から翌年10月まで、初年度のみ5月から10月）の合計（今村ら，2020より作図）

* 調査を行った各倉庫では2016年夏ごろから倉庫内の清掃の徹底などによる倉庫管理改善の取り組みが行われてきた

7. 玄米貯蔵倉庫におけるコクゾウムシの制御

倉庫内でコクゾウムシなどの害虫の発生を制御する、すなわち倉庫内のコクゾウムシなどの発生量を低く抑えるためには、食品工場で衛生管理の際に用いられる「5S」という考え方が大切です。その 5S とは「整理・整頓・清掃・清潔・習慣（もしくはしつけ）」をローマ字表記した際のイニシャルをとったものです。それぞれ、「不要なものを捨てる」、「使いやすく配置する」、「環境をきれいにする」、「良い環境を継続する」、「教育・訓練する」ことをあらわしています。

この中で、玄米貯蔵倉庫における害虫管理で最も重要なことは「清掃」です。コクゾウムシは発生源がなければ発生しませんから、その発生源となりうる穀物由来のゴミ（こぼれた米、麦、糠、穀粉など）を取り除くことによって倉庫の環境は大きく改善します。

コクゾウムシをはじめとする主要な貯蔵食品害虫の卵から成虫までの発育期間は、温度に依存しますが、早くて 1 か月弱です。ですから 1 か月以上、発生源となりうる米袋、こぼれた玄米、掃除後のゴミなどが放置されていると、貯蔵食品害虫が大発生する可能性があります。多くの玄米貯蔵倉庫には、カントリーエレベーター、ライスセンターなどが併設されています。これらの施設にも当然コクゾウムシの発生の可能性がありますので、その清掃も行います。清掃の際に、設置されたモニタリング用トラップをゴミと一緒に捨ててしまったり、設置場所が移動してしまったりすることが起こり得ますので、そのようなことがないように注意します。

倉庫管理はモニタリングから出発します。前項で述べたように、コクゾウムシの経時的な定点モニタリングを行い、それぞれの倉庫での捕獲数の変動を把握します。普段からの 5S の徹底により、倉庫でのコクゾウムシ発生量が低く抑えられていることをモニタリングによって確認します。その上で、毎年の傾向から外れて多く捕獲されていた場合や、極端に多く捕獲された場合には、更に清掃を行うとともに、放置されて発生源となっている穀物がないか

をチェックし、これを発見した場合には廃棄します。

コクゾウムシの季節的な生態に対応した注意点としては、春は越冬場所から倉庫に戻ってくる時期、夏は発育のスピードが速くなる時期ですので、これらの時期には放置された玄米やその他の穀物の袋などに特に注意が必要です。また、コクゾウムシは 15℃以下では発育ができないので、低温倉庫内が 15℃以下に温度に保たれていることが重要です。秋は倉庫から越冬場所へ移動する時期、冬は越冬している時期ですので、倉庫周辺の越冬場所となるブロック、木片、木パレットなどに注意が必要で、倉庫の敷地内においてはこれらが取り除かれていることが望ましいです。

以上のことを踏まえて、表 I -4 に玄米貯蔵倉庫におけるコクゾウムシ管理のチェックリストを、表 I -5 に記載例を示します。通常の米穀の保管環境点検と重複する部分がありますが、コクゾウムシを対象とした場合に特に気を付けるべき点として、活用してください。

表 I-4 玄米貯蔵倉庫におけるコクゾウムシ管理のチェックリスト

項目		具体的内容	チェック (○×)	コメント
施設管理	施設周辺	施設周辺にブロック、木片、木パレットなどが放置されていないか。		
	空調	低温倉庫内は常に低温(15℃以下)に保たれているか。		
	出入り口	施設の出入り口、下屋・本庫間の出入り口は必要などきのみ開放するようにしているか。		
清掃管理	清掃用具と設置場所	清掃用具は正常か。また、定められた場所に整理整頓されているか。		
	清掃の実施	日常的に清掃を行っているか。		
	ゴミの処理	清掃後のゴミはすぐに適切に処理をしているか。		
	清掃計画と手順	清掃計画、清掃手順書が備わっており、これに沿った清掃作業が行われているか。		
	不要品の整理	放置されたままの米袋などはないか。		
	併設された施設	併設された施設(カントリーエレベーター、ライスセンターなど)も同様に清掃されているか。		
モニタリング	トラップの準備			
	トラップの種類	必要数のコクゾウムシ用フェロモントラップ(トラップ本体+粘着紙+ルアー)を用意したか。		
	使用期限	フェロモントラップ用ルアーの使用期限を守っているか。		
	トラップの状態	破損のないトラップを正しく組み立てているか。		
	トラップの設置			
	トラップの設置場所	最低限、本庫と下屋間の扉の両側(できれば扉から10~20m離す)で、本庫側と下屋側の両方にトラップを設置しているか。		
		毎月、同じ場所にトラップを設置しているか。		
	毎月の交換	トラップを毎月、新しいものと交換しているか。		
	記録	毎月、捕獲数を確認し、記録しているか。		
	データの管理と対応			
	データの管理	毎月の捕獲数を捕獲数の記録後すぐにグラフにしているか。		
	捕獲数レベルの確認	前年同時期と比べて捕獲数は同程度もしくは少ないか。		
		前月と比べて捕獲数は同程度もしくは少ないか。		
	異常な捕獲数があった場合の対応	前年同時期や前月よりも捕獲数が多かった場合、施設内の点検、清掃を行っているか。		

表 I -5 チェックリストの記載例

項目	具体的内容	チェック (○×)	コメント
施設管理	施設周辺	×	倉庫裏に不要な木パレットが放置されている。
	空調	○	
	出入り口	○	
清掃管理	清掃用具と設置場所	×	ほうきが破損している。
	清掃の実施	○	

参考：

コクゾウムシ用フェロモントラップで捕獲されるコクゾウムシ成虫以外の昆虫

コクゾウムシ用フェロモントラップは徘徊性の昆虫用に設計され、粘着紙で害虫を捕獲するので、コクゾウムシよりは捕獲される数が少ないものの、その倉庫に発生している他の害虫もコクゾウムシに混ざって捕獲されます。その主なものを紹介します（図 I -14 の右以外の写真はすべて「農研機構・食品研究部門：食品害虫サイト」より転載）。1. コクゾウムシ成虫は細長い口吻を持つ、2. コクゾウムシの幼虫は玄米の粒の中で発育するためにフェロモントラップでは捕獲できない、という点がこれらとの主な見分け方になります。幼虫の写真を載せたものもありますが、ここで紹介した4種は主に成虫がトラップで捕獲されます。

①コクヌストモドキ

成虫の体色は茶褐色、体長 3.0–4.0mm でやや扁平です。幼虫は褐色で細長い円筒形で

す。成虫、幼虫ともに徘徊性で主に穀粉を食べ、玄米貯蔵倉庫などで見られます。



図 I -14 コクヌストモドキ成虫（左）と幼虫（右）

②ノギリヒラタムシ

成虫は体長 3mm 前後で、平たく、前胸の側縁はのこぎり状になっています。幼虫も扁平で細長く、薄い褐色をしています。成虫、幼虫ともに徘徊性で主に穀粉を食べ、玄米貯蔵倉庫などで見られます。



図 I -15 ノギリヒラタムシ成虫（左）と幼虫（右）

③タバコシバンムシ

成虫は体長 2-3mm の卵型で、体色は褐色で表面に細かな毛が生えています。幼虫は穀粉中で発育し、徘徊性でないためトラップには捕獲されません。穀物粉、香辛料、ペットフード、菓子類などの乾燥動植物質を加害し、食品工場での発生が多いですが、玄米貯蔵倉庫、精米所などでも見られます。

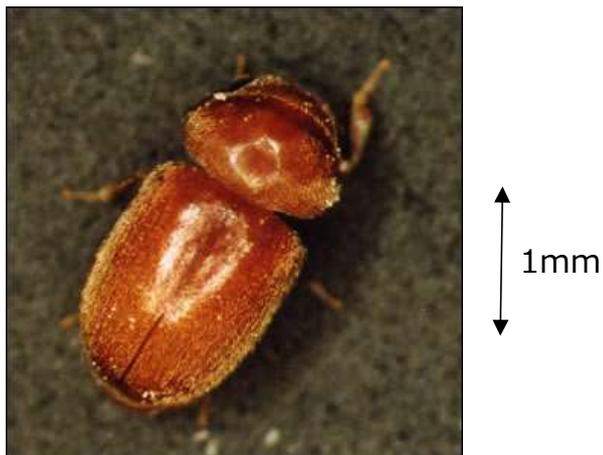


図 I -16 タバコシバンムシ成虫

④ノシメマダラメイガ

成虫は体長 7-8mm の蛾であり、前翅の基半分は淡黄色、灰褐色で仕切られたあと半分は赤褐色をしています。幼虫は十分に発育した幼虫で体長 10-12mm であり、頭部は茶褐色、



図 I -17 ノシメマダラメイガ成虫 (左) と幼虫 (右)

腹部は系統や環境により黄白色、淡赤色、淡緑色などさまざまです。幼虫は穀物や乾燥食品を食べますが、玄米の場合は表面の糠層を主に食べます。その際に糸を張り、その糸で食品の表面が覆われてしまうことがあります。成虫は穀物を加害しません。玄米貯蔵倉庫ではコクゾウムシの次に発生数が多いです。成虫は飛翔性ですが、時折、コクゾウムシ用フェロモントラップなど徘徊性昆虫用トラップでも捕獲されます。

Ⅱ. 普及に関する情報

1. 普及対象

本管理方法は、玄米貯蔵倉庫の他に、コクゾウムシが発生する場所、つまり、他の穀物用の貯蔵倉庫、穀物乾燥調製施設、精米所で利用可能です。しかし、これらの施設の立地条件（地域や周辺環境など）、建物の構造、搬入される穀物の種類、穀物の搬入時期・頻度などによって、捕獲のパターンは異なると推測されます。実際に管理の対象となる倉庫で、モニタリングを実施してその倉庫での捕獲パターンを把握するとともに、チェックリストを活用しながら衛生管理を行い、大発生が起こらないように作業を継続することが重要です。

2. 経済効果

食品に対する昆虫の混入被害の例として、カップ焼きそばに虫が混入したケースでは、数十億円をかけた施設の刷新が検討され、ツナ缶に混入したケースでは、下請け業者に対し、約9億円の損害賠償を求める訴訟が発生しました。一般に、食品への害虫の混入によって食品の品質が損なわれ、商品の回収や施設の改修などが必要になり、ときには巨額の損失が出る場合があります。玄米に対するコクゾウムシの混入でも同様の経済被害が起こり得ます。

用語解説

○GAP（ギャップ）

Good Agricultural Practice（農業生産工程管理）の略。農業において、食品安全、環境保全、労働安全などの持続可能性を確保するための生産工程管理の取り組みのこと。

○HACCP（ハサップ）

Hazard Analysis and Critical Control Point（危害分析・重要管理点）の略。原材料の受入から製品の出荷までの工程ごとに、微生物による汚染、金属の混入などの潜在的な危害の予測（HA：危害要因分析）に基づいて、危害の発生防止につながる特に重要な工程（CCP：重要管理点）を継続的に監視・記録する「工程管理システム」。2018年の食品衛生法一部改正により、2021年6月1日からすべての食品等事業者にHACCPに沿った衛生管理が求められるようになった。収穫後の玄米の乾燥・調製・貯蔵の過程はHACCPに沿った衛生管理の制度化の対象外であるが、これらの過程においても一般衛生管理プログラムの実施による害虫の管理が求められている。

○カントリーエレベーター・ライスセンター

穀物を乾燥・調製するための施設。大型で貯蔵のためのサイロを備えているものを通常カントリーエレベーターと呼び、貯蔵のためのサイロを備えていないものを通常ライスセンターと呼ぶ。

○貯蔵食品害虫

穀物・乾燥食品を食べて繁殖できる害虫群。多くは小さな（体長 1cm 以下）甲虫類と蛾類であり、低水分の穀物・乾燥食品を加害する、体サイズが小さく、世代交代が早い、多くは熱帯・亜熱帯起源である、という特徴を持つ。

○低温倉庫

本書では、貯蔵食品害虫の繁殖を抑えるために庫内が 15℃以下になるように設定された倉庫（本庫）と温度管理の無い仮置き・荷捌きスペース（下屋）から構成される貯蔵施設を指す。

○トラップ

昆虫を捕獲するためのわなのこと。昆虫を捕獲するための粘着板と昆虫をおびき寄せる誘引源を組み合わせたものが主に用いられる。玄米貯蔵倉庫用としては、誘引源として、性フェロモンや集合フェロモンを用いたフェロモントラップ、光を用いたライトトラップ、餌を用いたバイトトラップ、水を用いた水盤トラップ（粘着板を使用せず、水自体にトラップされる。水は誘引源であるとともに粘着板の代わりとしても機能する）などが知られている。対象を絞らない場合、もしくは利用可能な誘引源がない場合は、誘引源を用いない粘着トラップを用いる。

○モニタリング

害虫の発発生消長を調べること。通常、トラップを定期的に設置、回収し、捕獲された害虫の種類と数を記録することによって行う。

参考資料

1. 成果情報：穀物貯蔵低温倉庫におけるフェロモントラップによるコクゾウムシのモニタリングシステム（食品研究部門 2019 年度の成果情報）
https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/nfri/2019/nfri19_s16.html
2. 穀物貯蔵低温倉庫におけるフェロモントラップによるコクゾウムシ成虫の捕獲調査
今村太郎、鈴庄則之、古井聡、曲山幸生、宮ノ下明大 都市有害生物管理 10 巻 1 号、1-7、2020
https://www.jstage.jst.go.jp/article/urbanpest/10/1/10_1/_article/-char/ja/
3. 農研機構・食品研究部門：食品害虫サイト
<http://www.naro.affrc.go.jp/org/nfri/yakudachi/gaichu/index.html>
4. 玄米貯蔵倉庫における貯穀害虫の季節的変動について 松坂守、石向稔、坂本新一郎、宮ノ下明大、今村太郎、中北宏 家屋害虫 31 巻 1 号、27-36、2009
<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/10508004>
5. フェロモントラップに捕獲されたコクゾウムシの ImageJ を用いた半自動計数法の開発 曲山幸生、今村太郎、古井聡、宮ノ下明大 農研機構研究報告 食品研究部門 第 1 号、9-17、2017
https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/nfri_report01-3.pdf

担当窓口、連絡先

外部からの受付窓口：

農研機構 食品研究部門 研究推進部 029-838-7991



「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。