

## &lt;講 座&gt;

## 貯穀害虫に関する諸問題と防除の現状と今後の展望

## — I. 貯穀害虫のもつ諸問題 —

中 北 宏\*・池 長 裕 史\*

Problems of Stored Product Insects in Japan, and Present and Future  
Views How to Control Them. I. Problems of Stored Product Insects

Hiroshi NAKAKITA and Hiroshi IKENAGA

## はじめに

有機農業のはしりともなった有吉佐和子の小説「複合汚染」は、その冒頭に、台所の米にそれまで当たり前に見られたコクゾウムシが湧かなくなってきたことを栽培中に用いる複数の農薬による相乗効果に帰趨すると述べ、インパクトのあるストーリーを展開した。その反響は「虫わかぬ米の恐さを知らすべし時代を担う子の母我ら」とその当時の投稿歌壇にも現れ、大きく社会問題化した。しかしその解釈は誤解でコクゾウムシの姿が台所で見られなくなったのは、当時全国の米倉庫でくん蒸剤による害虫防除が徹底的に行われたためである。くん蒸剤の使用は当時一般の人の知るところではなかったのので有吉さんの危惧に多くの人は同調した。しかし、小説が出版されてから約10年後の1984年に臭化メチルによる臭素米問題が食卓に暗い影を投げかけた。そして、1991年、わが国の貯蔵米にはくん蒸剤の使用が禁じられた。一方、わが国が高度経済成長の波に乗るに伴い米以外の食材の多くを海外に依存することとなった。そして、海外で貯穀害虫防除に用いる接触殺虫剤が1990年代始めポストハーベスト農薬問題として浮上することとなった。一方、貯穀害虫は一次農産物だけでなく乾燥食品全般を加害するので、食品産業でも問題となっており、特に本年7月に施行される製造物責任法（PL法）では害虫類の食品への汚染に関して製造者の責任は益々重

\* 食品総合研究所流通保全部貯蔵害虫研究室

くなる。飽食の時代にある現在、消費者是一片の虫の破片すら問題とする状況となっている。

本年からは、聖域ともいわれた米もその一部が恒常的に輸入されることとなる。また、日本の米行政の根幹であった食糧管理法は、本年11月より、**主要食糧の需給及び価格の安定に関する法律（新食糧法）**として施行される。新法では米の市場化と併せ備蓄の国策化が謳われている。米の長期貯蔵では当然ながら貯穀害虫対策がクローズアップされることとなる。貯穀害虫問題は古いテーマであるが、まだ、完全には解決されておらず、むしろ、今後の社会・経済的な動きに伴い新たに拡大の傾向にあると考えられる。そこで、ここでは、貯穀害虫について種々の角度から考察すると共に防除の現在と21世紀へ向けてのあり方を紹介する。

## I 貯穀害虫のもつ諸問題

## 1. 貯穀害虫の特徴

昆虫は全生物の2/3に当たる200万種を数え（ちなみに、は乳類5千種、鳥類9千種、魚類2万種）、それぞれが様々な環境に適応し、バラエティに富んだ食物を摂取し多様なスタイルで生活している。昆虫の中で、貯穀害虫とグループ分けされる昆虫は概ね図1に示したような特徴で括ることができる。

1) 低水分食料を加害する昆虫：貯穀害虫は、極めて乾燥している食物（水分含量15%以下）を摂

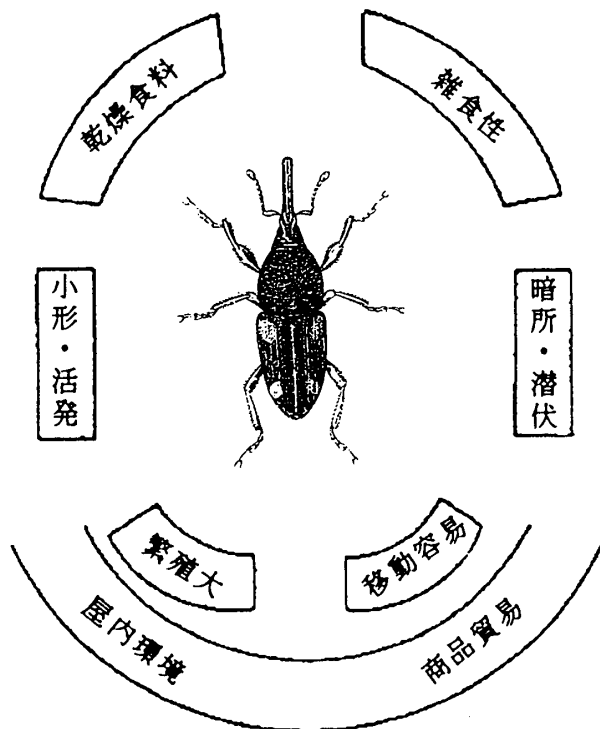


図1 貯穀害虫の諸特徴

取し、生育と繁殖ができる昆虫種である（図2）。言い替えば他の昆虫が貯穀害虫から区分されるリミッティングファクターとなるのは、食物中の水分含量である。一般の昆虫は、生命活動に必要な水分を、花蜜、果汁、樹液、緑葉、血液などの水分の豊富な餌を取ることで補っている。砂漠にすむ昆虫ですら最近テレビコマーシャルで有名になったナミブ砂漠のサカダチゴミムシダマシの例のように環境から巧みに水分を獲得している。また、食品工場の厄介者、ゴキブリ、ハエも乾燥物のみでは生育できないので、貯穀害虫には属さない。低水分食料を取る貯穀害虫であるが、彼ら自身の体水分は、高水分を摂取した昆虫と大差はなく、甲虫あるいは蛾類それぞれの範囲内の水分を保持している。その理由は、特殊な水分補給系が機能しているためである。詳細には解明されていないが、最も有力な水分補給系は、食物の酸化過程で生ずる代謝水の利用で、例えば1gの炭水化

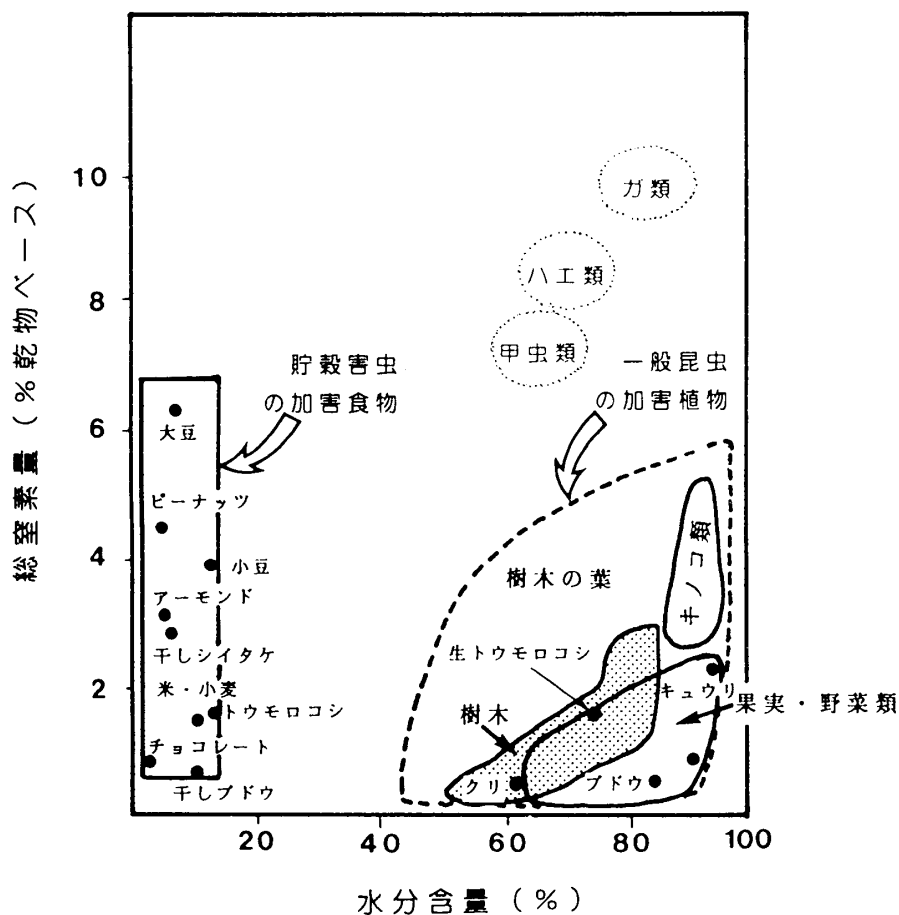


図2 低水分食料を加害する貯穀害虫（文献<sup>1)</sup>を修正）

物の燃焼で0.5g、脂肪1gから1gの水が生体内で生成されるので、これを効率的に利用していると考えられている。また、チャイロコメノゴミムシダマシとタバコシバンムシの幼虫では、大気中の水分を能動的に体内に取り込む機構のあることが実験で明らかにされている<sup>2,3)</sup>。チャイロコメノゴミムシダマシでは、レプトファグマタと呼ばれる細胞組織の働きで（高濃度KClの吸水作用と考えられている）大気水分を肛門から取り込むことができる<sup>2)</sup>。高水分食料は純栄養素の濃度が希釈されているので、多くの昆虫では、カイコに見られるように絶えず摂食活動を継続し大量の食物を取る必要がある。これに対し、低水分食料を摂取する昆虫は、摂食活動に要するエネルギーは軽減化されているはずで、その面からも、貯穀害虫は栄養必須物を効率的に獲得できる高度に発達し

た体制を持つ昆虫ともいえる。

2) 貯穀害虫の食物の消化：貯穀害虫の中には、高澱粉質の穀物を主食とするコクゾウ類や高蛋白質の動物質を食するカツオブシムシ類まで食性に広がりがある。これらの消化酵素を調べると、消化酵素活性と食性の間には整合性のある関係が見られ、高炭水化物を要求するコクゾウ類は澱粉消化酵素、アミラーゼの活性が高く、高蛋白食を好むカツオブシムシ類は、プロテアーゼ活性が高い（図3）。また、両方を食するコクヌストモドキはその中間に位置しており、糠層を好み、乾燥食品で大きな問題をもたらすノシメマダラメイガは生澱粉消化力は弱い。また、スジマダラメイガでは、消化酵素活性を変えることが知られており<sup>6)</sup>、食環境に応じ特定の範囲内で適応できることを示唆している。

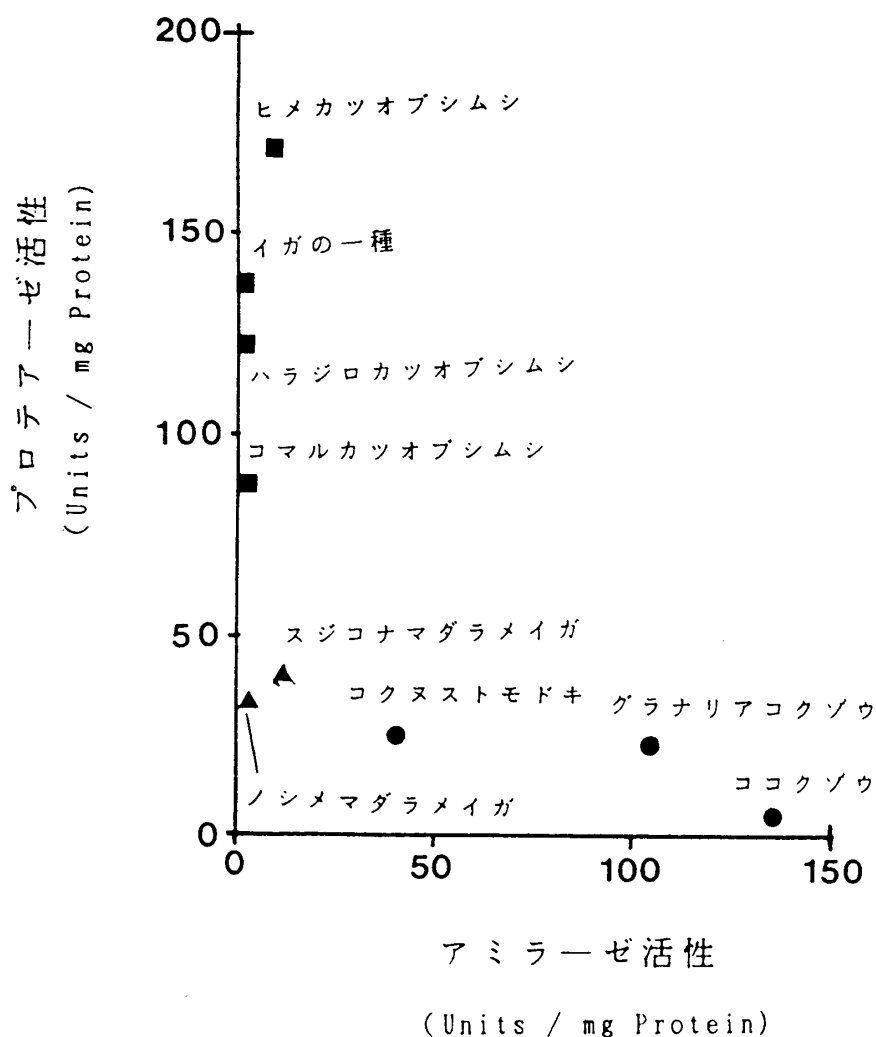


図3 貯穀害虫の消化酵素活性（文献<sup>4,5)</sup>より作成）

表1 各種貯穀害虫の最適条件下での生育と増殖（文献<sup>7)</sup>を修正）

| 和 名           | 発育期間(日)<br>(卵→成虫) | 成虫寿命<br>(日) | 生涯産卵数<br>1 ♀ | 幼虫期死亡率<br>(%) | 内的自然増加率<br>(r) | 増殖数※ |         |
|---------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|----------------|------|---------|
|               |                   |             |              |               |                | 1ヵ月後 | 3ヵ月後    |
| コクゾウムシ        | 30.8              | 126.9       | 208          | 10            | 0.0805         | 11   | 1,339   |
| ココクゾウムシ       | 28.0              | 119.4       | 344          | 10            | —              | —    | —       |
| コナナガシクイムシ     | 24.5              | 120         | 415          | 22            | 0.1089         | 26   | 16,647  |
| オオコナナガシクイムシ   | 24                | 100         | 430          | 40            | 0.1047         | 23   | 11,614  |
| コクヌストモドキ      | 32.9              | 134         | 1459         | 16.3          | 0.1271         | 45   | 92,041  |
| ヒラタコクヌストモドキ   | 28.1              | 250         | 742          | 5             | 0.0859         | 13   | 2,298   |
| カシミールコクヌストモドキ | 25.8              | 303.3       | 1009         | 12.7          | 0.0727         | 8    | 694     |
| ノコギリヒラタムシ     | 19.4              | 133         | 375          | 18            | 0.1047         | 23   | 12,369  |
| トルコカクムネヒラタムシ  | 29                | 73          | 102<         | 30            | 0.0590         | 6    | 202     |
| タバコシバンムシ      | 20                | 20          | 110          | —             | 0.0730         | 9    | 713     |
| アズキゾウムシ       | 22                | 6           | 83.2         | 19            | —              | —    | —       |
| バクガ           | 30.0              | 7.5         | 145.8        | 33            | 0.1318         | 52   | 120,571 |
| ノシメマダラメイガ     | 37.1              | 11.7        | 305          | 1             | 0.1125         | 29   | 19,930  |
| スジマダラメイガ      | 48.8              | 8.3         | 170          | 14            | 0.1008         | 21   | 8,103   |
| スジコナマダラメイガ    | 35.1              | 6.8         | 461.5        | 52.7          | 0.1292         | 48   | 110,194 |

※♀1頭からの増殖（N=Noertより求める）

3) 繁殖が旺盛でヒッチハイクする害虫：食物を乾燥化することは、微生物の繁殖を抑え腐敗を防ぐことから、人類は塩蔵と共に食物保存法として伝統的に活用してきた。乾燥物である穀物は、雨天を避け屋内に納めることで長期の貯蔵が可能となる。屋内に貯蔵される乾燥食物を生活場所とする貯穀害虫は、餌の枯渇や厳しい気象条件に曝される野外の昆虫とは異なり、成長と発育、繁殖に大変有利な環境に囲まれ、多くの害虫は30℃で、1ヵ月前後で卵—幼虫—蛹—成虫と化し、容易に生殖活動を行い短期間に幾何級数的な大繁殖が可能となる（表1）。

一方、貯穀害虫の特質は“ヒッチハイカー”とも言われ、熱帯地を起源とする多くの害虫が食料の中に入り込んで、人類の移動や貿易を通じて世界各地に分布を拡大し、現在、その多くはコスモポリタン種となっている。特に、最近の交通の発達と国際化は、食料の貿易量及び輸送網を拡大し、害虫の移動を加速化している。

4) 貯穀害虫の起源と食糧貯蔵環境への適応：最近では、ノシメマダラメイガやシバンムシ類のように貯穀害虫の中には第三世代の害虫（第一世代：ノミ、カ、ハエ、第二世代：ゴキブリ、ダニ）と呼ばれ、家庭内にも進出を始めている害虫もい

る。貯穀害虫の歴史は、人類の作った環境への飽くなき適応の連なりであり、家庭内で見つかることも不思議なことではない、貯穀害虫は、今は屋内を生活場所として種々の乾燥物を摂取しているが、元来は、野外で乾燥した種子、果実、朽木、動物の死体等を食していた（図4）。害虫の屋内への進出には、人類による農耕文化の確立と収穫物の大量貯蔵が引き金となったとされる<sup>8)</sup>。エジプトの麦貯蔵場所遺跡からはコクゾウムシやコクヌストモドキ類の遺骸が出土しており<sup>9)</sup>、この時代には既に害虫による経済的損失が始まっていたようである。19世紀には蒸気機関の発明で製粉業は石臼から大量生産の行えるロール式へと発展し、また、精米業も機械化が進み大量処理が行われるようになった。これに伴い、農家の納屋や土間にいた害虫あるいは野外で乾燥物を餌にしていた昆虫が粉碎小麦や糠、精米を狙って工場へ進出するようになった。さらに、第二次大戦後の食品産業の急激な発展により、貯蔵性の高い各種乾燥食品が大量に流通すると、原料を通じて、貯穀害虫の新天地へ向けての侵入が始まり問題を起こしている。また、後述するオオコナナガシクイやカシミールコクヌストモドキの例に見られるように、今でも野外から屋内あるいは新しい環境での

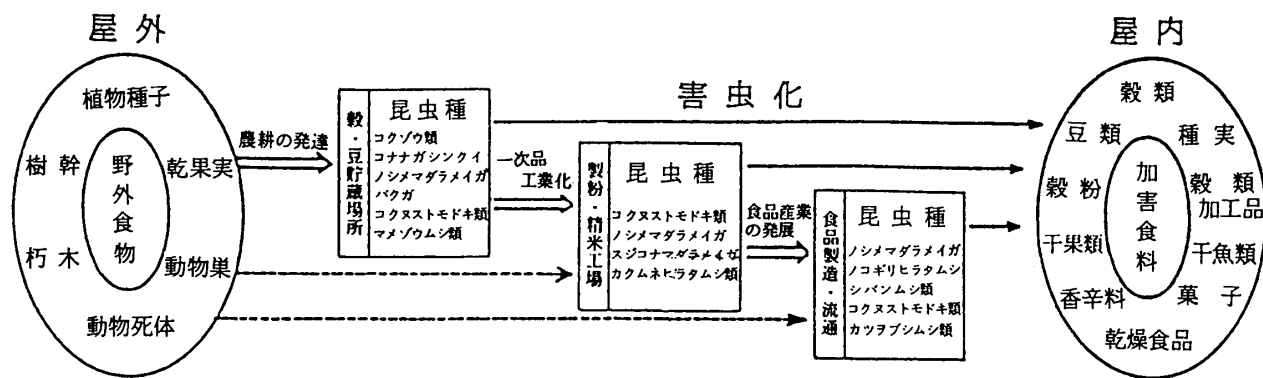


図4 貯穀害虫化へのプロセス

害虫化を試みている昆虫種がいる。

## 2. わが国における貯穀害虫の種類と問題の所在場所

1) 貯穀害虫の種類の変遷：米の大害虫コクゾウムシは七世紀末の藤原京の遺構からその遺骸が出土している<sup>10)</sup>。また、その名称（穀象）は江戸時代初期の「浮世物語」に載っているが、地域によって数多くの方言が使われていた。大正時代の調査では36の方言が確認されている<sup>11)</sup>（コメムシ、ホリ、コメカブト、コクヌスト等）。このことから、コクゾウムシはわが国に広く分布し、古い時代から収穫米を加害していたと推察される。わが国の貯穀害虫の本格的な研究は、大正6年(1917年)に農商務省が植物検査所に貯穀害虫の研究をスタートさせてからである。しかし、わが国最初の貯穀害虫の科学的記載は、佐々木忠次郎が明治32年(1899年)に出した日本農作物害虫編の貯穀の害虫の項での紹介<sup>12)</sup>と考えられる。そこには、後に高橋<sup>13)</sup>により世界に先駆けてコクゾウムシとコクゾウムシの二種分類を行う根拠となった内容—ヨツモンコクゾウ及びヨツモンコクゾウ—が示され、その他に5種の甲虫と2種の蛾が記載されている。表2は、佐々木氏の記載をわが国貯穀害虫分類の嚆矢として、その後、わが国で確認された定着害虫（甲虫と蛾類に関して）の変遷を時代に沿って和名の変更の動きとともに作成した。

2) 米の流通で問題となる害虫：貯穀害虫は米穀に大きな被害を与えることから、それを防止させるため、貯蔵法の研究もやはり大正6年農事試験場でスタートした。当時、年間6000万石の生産

米のうち150万石は害虫の被害を受け、4千500—6千万円の損失を被るとされた<sup>14)</sup>。その頃の貯蔵場所は木造の建物や土蔵で、床は土間が多く、また、包装には俵が使われており、害虫の繁殖にとって極めて好都合な条件となっていた。現在、貯蔵倉庫の建材はコンクリートを主体とし、密封度も高くなり、また包装も紙袋や時には合成樹脂袋をも使用しており、害虫の生息環境は一変している。さらに、低温倉庫が米貯蔵の中核となっており、昔日の流通経路とは違い、害虫の住み難い環境となっている。とはいえ、米を加害する害虫の種類は以前とそれほど変わらない。それは、貯穀害虫が加害できる食物は栄養的に十分な組成であっても、硬度、粒度、表皮の有無等の物性や構造の違いで、加害が制約されるためである。米を直接加害できる害虫は、わが国では、コクゾウムシ、コクゾウムシ、コナナガシクイの三種の甲虫とノシメダラメイガ、バクガの二種の蛾で、これらは米の一次性害虫と呼ばれる。一方、一次性害虫による破砕物や精米過程の碎米、その他塵芥には、粉状の食物を好むコクヌストモドキ類、ノコギリヒラタムシ、カクムネヒラタムシ類等の米の二次性害虫が環境に応じて多種類生息し、時には大繁殖し米を汚染する。

米の一次性害虫といえ米の貯蔵形態（粳、玄米、精米）で加害は大きく制約される。粳殻で一粒ずつパックされた粳は、加害害虫種は制約され、また被害も少ない。栄養分の豊富な胚芽部と糠層を有する玄米は加害害虫種は多く、被害も甚大である。昔日から粳は害虫に対し耐性があることが知ら

表 2 わが国への定着が記録された貯穀害虫と貯穀関連昆虫の名称とその変遷 (コウチュウ目及びチョウ目)

| 時代<br>区分         | 新たに定着が記録された昆虫名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 学名, 呼称等の変更                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 明<br>治<br>後<br>期 | <p>1. 米穀ノ白根蟲 [Tenebrioides mauritanicus (LINNE.)]<br/>3. ヨツモンコクゾウ [Calandra olivae var. minor]<br/>5. ノコギリコクゾウ [Silvanus surinamensis L.]<br/>7. アヅキムシ [Bruchus chinensis L.]</p> <p>2. ヨツモンコクゾウ [Calandra olivae L.]<br/>4. 貯麦ノ穿孔虫 [Hylesinus ?]<br/>6. カクムネコクゾウ [Cathartus gemellatus]<br/>8. シロアヅキムシ [Bruchus pisorum L.]</p>                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ①                | <p>I. 玄米ノ黒根蟲 [Aglossa micalaris]<br/>III. イッテンコクガ [?]</p> <p>II. バクガ [Sitotroga cerealea OLIVER]</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 大正               | 9. コクヌストモドキ [Tribolium ferrugineum FABRICIUS]<br>11. ヒメコクヌストモドキ [Caenocorse ratzeburgi WISSMAN]<br>13. コメノクゴシムシ [Tenebrio tenebrioides BEAUV.]<br>15. ガイマイゴシムシ [Alphitobius diaperinus (PANZER)]<br>17. ハラジロカツオブシムシ [Dermestes vulpinus F.]<br>19. セマルヒョウホシムシ [Gibbium psyllodes (CZERNINSKI)]<br>21. ニンジンムシ [Sitodrepa panicea L.]<br>23. クラノケシムシ [Carpophilus dimidiatus F.]<br>25. クラノホシカラムシ [Mormidius ovalis (BECK)]<br>27. アカクビホシカラムシ [Necrobia ruficollis (F.)]<br>29. ソハマメゾウムシ [Bruchus rufimanus BOHEMAN]                                                         | 1. オオコクヌスト [Tenebrioides mauritanicus (L.)]<br>2. コクゾウ [Calandra oryzae L.]<br>3. コクゾウ [Calandra sasaki TAKAHASHI]<br>4. コナナガシムシ [Rhizopertha dominica (F.)]<br>5. ノコギリコクヌスト [Silvanus surinamensis L.]<br>6. カクムネコクヌスト [Loemophloeus pusillus SCHON]<br>7. アヅキゾウムシ [Bruchus chinensis L.]<br>8. エンドウゾウムシ [Bruchus pisorum (L.)]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 昭和初期             | IV. カシノシメメイガ [Pyrrhis farinalis (L.)]<br>VI. スジコナマダラメイガ [Ephesia kuehniella ZELLER]<br>VII. ノシメコクガ [Plodia interpunctella (HUBNER)]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | I. コメノシメメイガ [Aglossa dimidiata (HAWORTH)]<br>III. イッテンコクガ [Aphomia gularis (ZELL.)]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 昭和中期             | 31. ルリホシカラムシ [Necrobia violacea (L.)]<br>33. コメケシムシ [Carpophilus obsoletus ERICHSON]<br>35. サビカラムシ [Cryptolestes ferrugineus (STEPHENS)]<br>37. フイリカツオブシムシ [Dermestes frischii KUGELANN]<br>39. ケアカカツオブシムシ [Dermestes tessellatollis MOT.]<br>41. シラホシヒメカツオブシムシ [Attagenus peltio (L.)]<br>43. シラホシマルカツオブシムシ [Anthrenus pimpinellae F.]<br>45. キイロコキノコムシ [Typhaea pallidula REIT.]<br>47. ヒメゴシムシ [Alphitobius laevigatus (F.)]<br>49. オオツノコクヌストモドキ [Gnathocerus cornutus (F.)]<br>51. ヒラタキイロシムシ [Lycatus brunneus (STEPH.)]<br>53. クシヒゲシムシ [Ptilinurus marmoratus (REIT.)] | 2. コクゾウ [Sitophilus zeamais (MOTSCHULSKY)]<br>3. コクゾウ [Sitophilus oryzae (L.)]<br>5. ノコギリヒラタムシ [Oryzaephilus surinamensis (L.)]<br>6. カクムネヒラタムシ [Cryptolestes pusillus (SCHON)]<br>7. アヅキゾウムシ [Callosobruchus chinensis (L.)]<br>9. コクヌストモドキ [Tribolium castaneum (HERBST)]<br>11. ヒメコクヌストモドキ [Palorus ratzeburg (WISSM.)]<br>12. コメノヒラタムシ [Ahasverus advena WALT.]<br>13. ゴシムシ [Tenebrio pictipes HERBST]<br>16. ヒメカツオブシムシ [Attagenus piceus OL.]<br>17. ハラジロカツオブシムシ [Dermestes maculatus DEGEER]<br>18. コメゴシムシ [Latheticus oryzae WATERH.]<br>20. ナガヒョウホシムシ [Pinus japonicus REIT.]<br>21. ジンサンシムシ [Stegobium paniceum (L.)]<br>22. タバコシムシ [Lasioderma serricorne (F.)]<br>23. コメノケシムシ [Carpophilus pilosellus (MOT.)]<br>24. クラノコキノコムシ [Typhaea stercora L.]<br>28. ワタノミヒゲナガゾウムシ [Aracocerus fasciculatus (DEGEER)]<br>30. コメノヒメメキムシ [Lathridius chinensis REIT.] |
| ④<br>⑤           | X. チャマダラメイガ [Ephesia elutella (HUB.)]<br>XI. コイガ [Tinea bisetella (HUMMEL)]<br>XI. イガ [Tinea pellionella L.]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | IV. コクガ [Nemapogon granella (L.)]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| 時代<br>区分       | 新たに定着が記録された昆虫名                                             | 学名, 呼称等の変更                                                    |
|----------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1900<br>年<br>代 | 55. クロチビエンマンムシ [ <i>Carcinops pumilio</i> (ERICHSON)]      | 1. コクヌスト [ <i>Tenebroides mauritanicus</i> (L.) ]             |
|                | 57. オビヒメカツオブシムシ [ <i>Attagenus fasciatus</i> (THUNBERG)] ※ | 2. コクゾウムシ [ <i>Strophilus zeemais</i> (MOT.) ]                |
| ⑥              | 59. カドムネカツオブシムシ [ <i>Dermestes coarctatus</i> HAROLD]      | 3. コクゾウムシ [ <i>Strophilus oryzae</i> (L.) ]                   |
|                | 61. ナガカツオブシムシ [ <i>Dermestes peruvianus</i> LAPORTE]       | 12. カドコブホソヒラタムシ [ <i>Ahasverus advena</i> (WALTL.) ]          |
| ⑦              | 63. ヒメマダラカツオブシムシ [ <i>Trogoderma inclusum</i> LeCONTE]]    | 13. クロゴミシダマシ [ <i>Neatus ventralis</i> (MARSEUL)]             |
|                | 65. ホソマムシ [ <i>Thorictodes heydeni</i> REIT.]              | 16. ヒメカツオブシムシ [ <i>Attagenus unicolor japonicus</i> (REIT.) ] |
| ⑦              | 67. ヒメヒョウホムシ [ <i>Pinus clavipes</i> PANZER]               | 19. ニセセマルヒョウホムシ [ <i>Gibbium aequinoctiale</i> BOELDIEU]      |
|                | 69. ホソチビコクヌスト [ <i>Lophocateres pusillus</i> KLUG] ※       | 24. チャイロコキノコムシ [ <i>Typhaea stercorea</i> (L.) ]              |
| ⑦              | 71. ガイマイアオキスィ [ <i>Carpophilus dimidiatus</i> (F.) ]       | 28. ウタミヒメマキムシ [ <i>Araecerus fasciculatus</i> (DEGEER)]       |
|                | 73. クリイロアオキスィ [ <i>Carpophilus marginellus</i> MOT.]       | 30. クビレヒメマキムシ [ <i>Cartodere constricta</i> (HUMMEL)]         |
| ⑦              | 75. トビイロアオキスィ [ <i>Monotoma picipes</i> HERBST]            | 33. コガチャアオキスィ [ <i>Carpophilus obsoletus</i> ERICHSON]        |
|                | 77. フタトゲホソヒラタムシ [ <i>Silvanus bidentatus</i> (F.) ]        | 36. チビセマルホソヒラタムシ [ <i>Monanus concinnulus</i> (WALKER)]       |
| ⑦              | 79. ヒメムクゲキスィ [ <i>Cryptophilus propinquus</i> REIT.]       | 43. シロオビマルカツオブシムシ [ <i>Anthrenus niponensis</i> KALK & N.O.]  |
|                | 81. ヒレロコキノコムシ [ <i>Mycetophagus hillertianus</i> REIT.]    | 46. チャイロコキノコムシダマシ [ <i>Tenebrio molitor</i> L.]               |
| ⑦              | 83. ホソツヤヒメマキムシ [ <i>Holoparamacus depressus</i> CURTIS]    | 48. フタオビツヤゴミシムシ [ <i>Alphitophagus bifasciatus</i> (SAY)]     |
|                | 85. ムネアヒメマキムシ [ <i>Dienerella ruficollis</i> (MARSHAM)]    | 50. コヒメコクヌストモドキ [ <i>Palorus subdepressus</i> (WOLL.) ]       |
| ⑦              | 87. ムナピロヒメマキムシ [ <i>Dienerella costulata</i> (REIT.) ]     | 54. カバハロヒョウホムシ [ <i>Pseudorostus hilleri</i> REIT.]           |
|                | 89. ヤマトオサムシダマシ [ <i>Blaps japonicus</i> MARSEUL]           | Ⅲ. イッテンコクガ [ <i>Paralipsa gularis</i> (ZELL.) ]               |
| ⑦              | 91. カクヒメコクヌストモドキ [ <i>Palorus cerylonoides</i> (PASCOE)]   | V. スジマダラメイガ [ <i>Ephesia cautella</i> (WALK.) ]               |
|                | 93. インゲンマムシ ( <i>Acanthoscelides obtectus</i> (SAY)] ※     | Ⅶ. ノシメマダラメイガ [ <i>Plodia interpunctella</i> (HUB.) ]          |
| ⑦              | 95. アトグロアリモドキ [ <i>Anihicus floralis</i> (C.) ]            | Ⅸ. コクマルハキバガ [ <i>Martynianga xeraula</i> (MEYR.) ]            |
|                | ⅩⅢ. ナガバヒロズコガ [ <i>Cepithinea colonella</i> (ERSCHOFF)]     | Ⅺ. イガ [ <i>Tinea translucens</i> MEYR.]                       |
| ⑦              | ⅩⅣ. ナガバヒロズコガ [ <i>Cepithinea colonella</i> (ERSCHOFF)]     |                                                               |
|                | ⅩⅤ. ガイマイツヅリガ [ <i>Coryra cephalbnica</i> (STANTON)] ※      |                                                               |

注) 1 ～95コウチュウ目, Ⅰ～ⅩⅣはチョウ目  
※印を付した種は沖縄県のみで定着が知られている

時代区分で参照した文献：

- ①佐々木忠次郎 (1900) 日本農作物害蟲篇第三版, 学海指針社, 東京, 520pp.
- ②農商務省農務局 (1924) 貯穀害蟲及其ノ驅除豫防ニ關スル調査研究成績第一報, 54pp.
- ③高橋 獎 (1931) 米穀の害蟲と驅除豫防, 明文堂, 東京, 201pp.
- ④桐谷圭治 (1959) 貯穀害蟲の研究における諸問題, 大阪植物防疫, 7(1/2)：1-44.
- ⑤原田豊秋 (1971) 食糧害蟲の生態と防除, 光琳書院, 東京, 526pp.
- ⑥渡辺 直・時広五朗・尊田望之 (1981) 本邦における貯穀関連甲虫類及び蛾類について, 植防研報, 17：9-17.
- ⑦吉田敏治・渡辺 直・尊田望之 (1989) 図説貯蔵食品の害蟲, 全国農村教育協会, 東京, 268pp.

れ、古文書には、「凶年飢餓の供えとするには粃にて蔵すれば、何時にて虫生せず、朽腐せず」と述べられており、明治以前の備蓄策として各地で土蔵の粃倉が活用された<sup>15)</sup>。米王国と言われるタイ国では粃貯蔵が伝統的に行われており熱帯の地でありながら意外に害虫の被害は少ない<sup>18)</sup>。わが国の米の流通経路を今後の輸入米と備蓄を考慮に入れ、米の形態と害虫種の加害関係を示すと図5のように描ける。玄米貯蔵が流通の中心となっているわが国では害虫対策がより必要なことを銘記すべきである。一方、今後、米が恒常的に輸入されることに伴い外国の米の害虫に関心が持たれると考えられる。東南アジアとインドの米には、ガイマイツヅリガとヒメアカカツオブシムシ *Trogoderma granarium* Everts が混入している危険がある。前者は、最近、沖縄に定着していることが確認された。ヒメアカカツオブシムシは激しい破壊力を持つこととくん蒸剤に耐性が強いことで温帯圏各国で侵入を非常に警戒している。また、北米やカナダの冷涼地で問題となるグラナリアコクゾウムシ *Sitophilus granarius* (L.) は大正以来、わが国の港湾部で、しばしば確認されているがまだ定着していないようである。

### 3) 輸入農産物と貯穀害虫：わが国は、四方を海

洋に囲まれ大陸部から隔離されており、また、江戸期の鎖国政策も相まって、明治前に侵入・定着していた害虫種は極めて少なかったものと考えられる。表2で示した佐々木の最初の貯穀害虫のリスト以降、貯穀害虫種が多数増加した背景には、最初の調査が十分でなかったことによる記載漏れよりも明治以降のわが国の貿易開放策で農産物と共に運ばれ新たに定着した種が増えたのが要因と考えられる。即ち、わが国への貯穀害虫の大半の伝播はもっぱら明治以降の輸入農産物を通じて行われており、その侵入の危険性は年間3000万トン近い穀物を海外に依存している現在に至るまで続いている。しかし、1950年以来、わが国に到着した農産物は植物防疫法により輸入検疫による害虫類の検査が義務づけられている。これにより、害虫が発見されると場合によっては廃棄されることもあるが、通常くん剤により消毒され、害虫を完全に殺滅した上で国内に流通される。最近においても輸入貨物の半分は害虫で汚染され消毒されている。検疫で発見された害虫種は記録され、毎年「植物検疫統計」に公表されるので、水際でせき止められる害虫の動向を知ることができる。1992年の穀類、豆類、趣向香辛料、漢方薬、乾燥食品等から発見記録された上位20種の貯穀害虫を図6

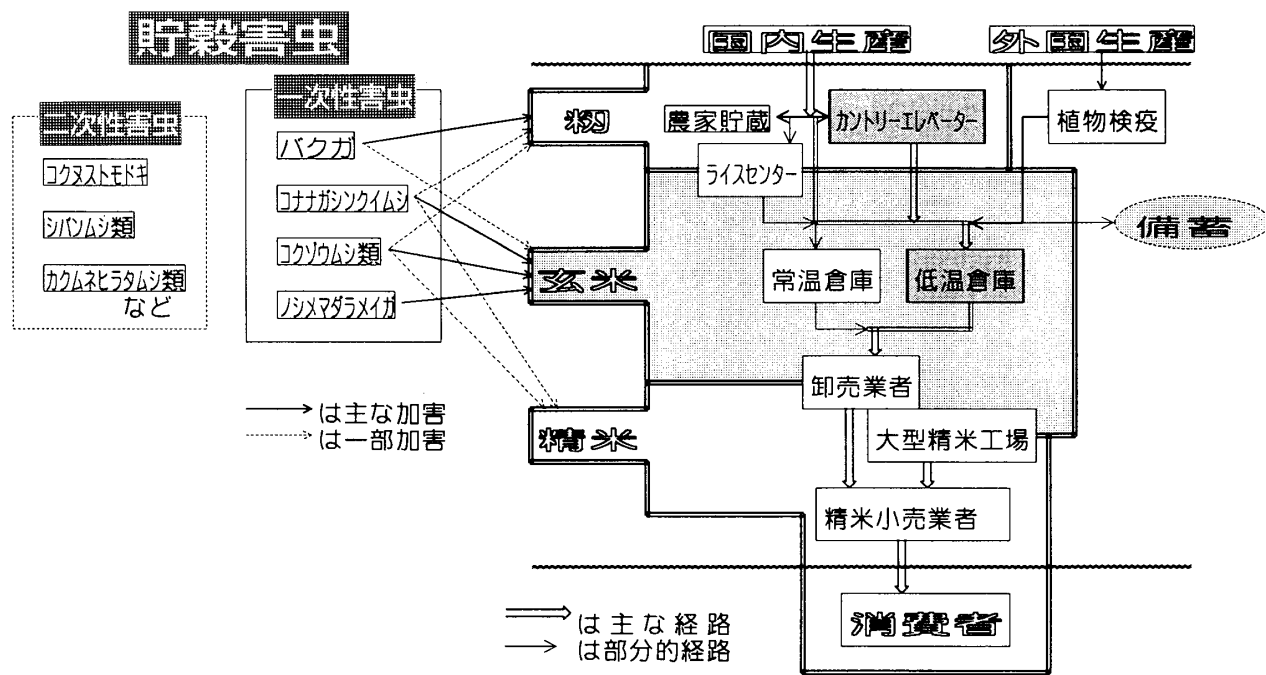
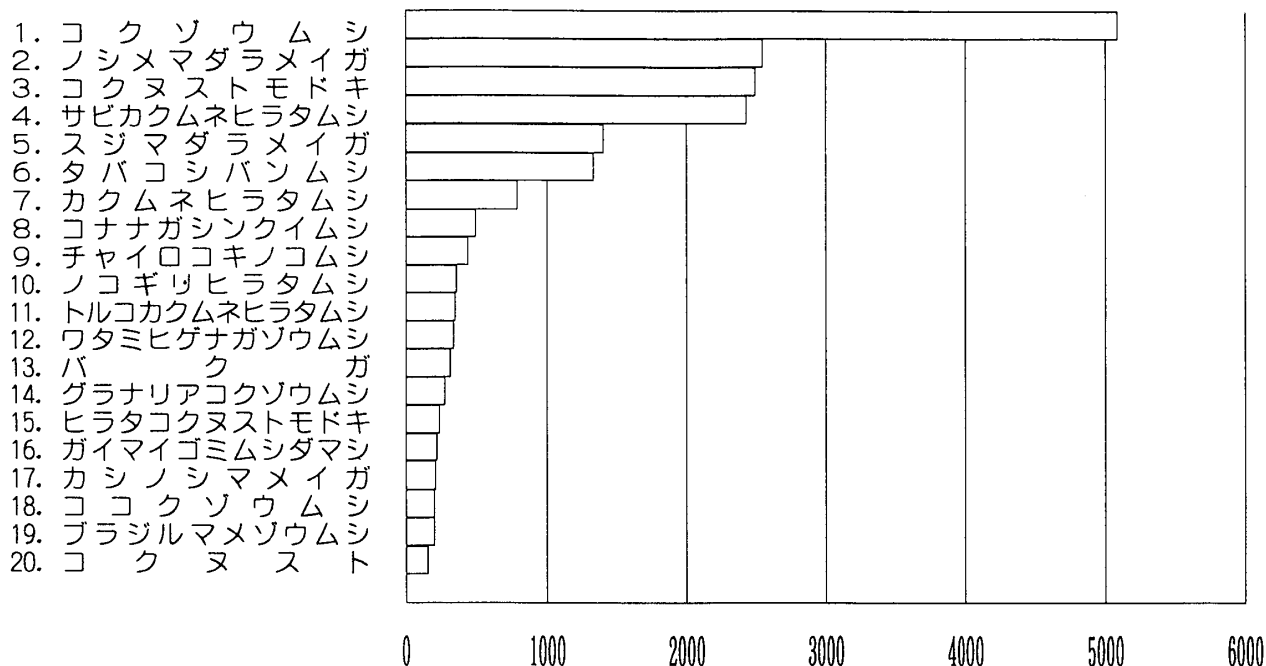


図5 我が国の米の流通経路と貯穀害虫の混入

## 害虫の種類



## 発見回数

注) この他にカクムネヒラタムシ類が1,440回記録されている。

図6 植物検疫で発見頻度の高い貯穀害虫種 (1992年度)

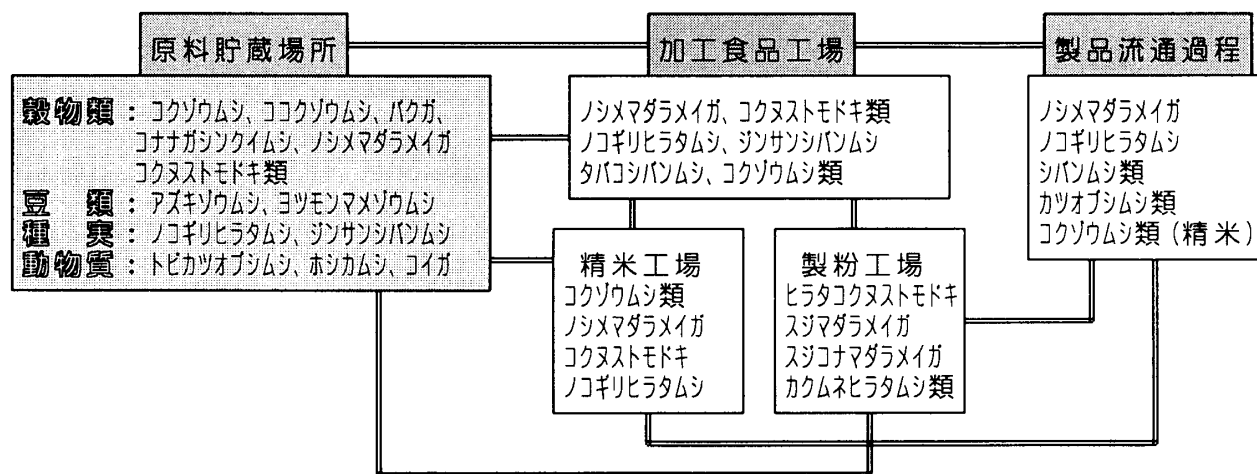


図7 原料から製品までの経路で問題となる貯穀害虫の種類

に示した。発見頻度の高い害虫は既に定着しているものであるが、表1に示したように、貯穀害虫は短期間の内に爆発的に増殖するので、検疫による侵入防止策は、輸入農産物を通じて国内での害虫の蔓延を未然に抑止する効果をもっている。しかし、最近、国際植物防疫条約の改正に伴い既に国内に定着している害虫の検疫を除外する可能性

がでており、製粉工場等原料供給企業では、今まで以上に害虫対策が必要となるであろう。

4) 食品産業と貯穀害虫: 最近では、貯穀害虫は農産物だけでなく加工食品での問題が大きくなっている<sup>19)</sup>ことから貯蔵食品害虫という名称が頻繁に使われている。シェルフライフが長く、また調理が簡便な数々の乾燥食品の生産量の伸びは、乾

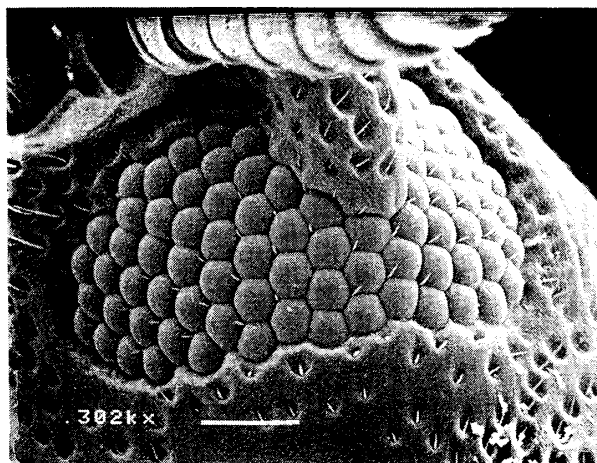
燥物を好む貯穀害虫にとって新しいニッチ獲得の機会が増えていることになる。美しい包装食品から害虫あるいはその欠片が消費者により発見されると、衛生と健全性を看板とする食品会社にとって、大きなイメージダウンとなり、時には経済的な大損失が起こる。貯穀害虫は原料と共に製造過程に入り込み（搬入害虫）製品を汚染する場合、あるいは原料保管場所から飛翔して製品保管場所で問題となる場合など、その侵入経路には様々なケースが考えられる。これらの問題解決には発生源の原料段階から製品の流通段階まできめの細かい監視体制が必要である<sup>20)</sup>。原料の種類、工場環境、製品の包装状況などで対象害虫は大きく変わるが、我々の研究室へ持ち込まれるトラブルから一般的な食品会社で問題となる害虫種を想定すると図7のようになる。食品会社で最も問題となるノシメマダラメイガは、最近では家庭内に住みつき、また、野外を相当の頻度で飛行しているので<sup>21)</sup>、混入防止への新たな視点からの害虫対策が必要となっている。

### 3. 最近話題となった貯穀害虫

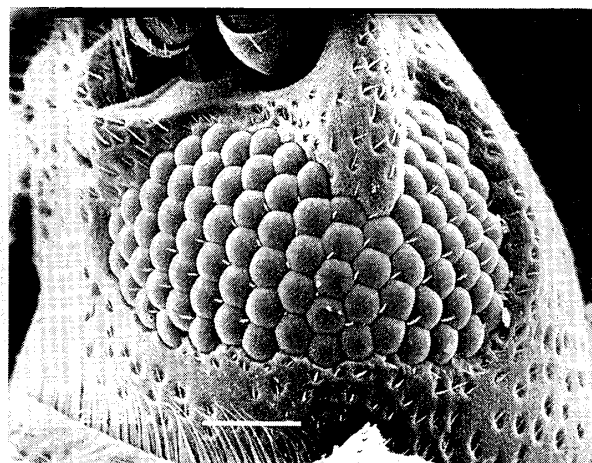
1) オオコナナガシクイ *Prostephanus truncatus* (Horn)：穀物を加害するメジャーな害虫の多くは、既に、コスモポリタン化しているが、1980年代のはじめ、アフリカで突然貯蔵トウモロコシに大被害をもたらすオオコナナガシクイが現れ、分布を拡大していることがわかり、貯穀害虫関係者を驚かせた<sup>22)</sup>。本種は、以前よりメキシコ等中南米地域で農家貯蔵のトウモロコシ害虫として知られていたが、加害程度は少なくマイナーな害虫に位置づけられていた。これが、恐らく1970年代に種子についてアフリカに侵入したものの子孫が、80年代の初期にタンザニアのタボラ地域で農家貯蔵の穂付きトウモロコシに深刻な加害を与えた（10—30%損失）。その後、ケニア、トーゴ等東西アフリカに急激に広がり、猛威を振るった。本種は形態的にコナナガシクイに類似しているが、大きさは3—4 mm（成虫）とコナナガシクイの2—3 mmより一回り大きく、活発に飛び回り、成虫寿命は40—60日で、雌は50—200の卵を産む。羽化までのライフサイクルはトウモロコシで32日

（27℃，70% rh），キャッサバで43日を要する。本種は強力な大顎でトウモロコシを粉々にし食用価値をなくす。トウモロコシ以外にもキャッサバと落花生で被害が確認されている。起源地の中南米で問題とされなかった種がアフリカで大害虫となった原因について、英国とドイツの研究者が精力的に天敵層、貯蔵様式等からの解明を進め、最近、捕食性のエンマムシ、*Teretrisoma nigrescens* Lewis が大きな役割を持つことが確認され放逐が始められた<sup>23)</sup>。

2) カシミールコクヌストモドキ *Tribolium freemani* Hinton：本種は、1893年頃、インドのカシミールの Hispar で雌一頭が採集され、それについて、その後約50年経て Hinton がコクヌストモドキ属のシノプシスの中で初めて紹介した<sup>24)</sup>。Hinton は鑑定した個体の形態に基づき、本種はコクヌストモドキの近縁種として位置づけ、サイズがやや大きいことと、複眼部の最も狭い所の個眼の数が2個を有する点でコクヌストモドキと異なることを述べている。しかし、生きた個体については、我々の研究室で1978年に偶然手に入れるまでは全く知られていなかった<sup>25)</sup>。我々の得た個体は Hinton が述べたようにサイズは5 mmを越え、コクヌストモドキの2.3—4.4 mmとは異なり、また狭い箇所の個眼数は2—3とコクヌストモドキの4—5個とは顕著に異なり（図8）、当時英国農漁業省にいた Halsted 氏の鑑定で、*T. freemani* であることが確認された。我々の得た個体は小麦のフスマで大量飼育する事に成功し、その後多くの生理・生態的情報を得ることができた<sup>26—32)</sup>。本種の最大の特徴は、コクヌストモドキとの間に不妊の雑種を容易につくることであり（図9）、両種は遺伝的に極めて近縁な兄弟種の関係にあることが判明した。性質の多くはコクヌストモドキに類似しており、貯穀害虫としてのポテンシャルも高い（表1）。今までに解明された性質で両種間の顕著な相異点としては、幼虫を高密度化した時の挙動で、カシミールコクヌストモドキは高密度下では蛹化しない<sup>28,29,32)</sup>。これは、内分泌学的にまた、本種の分化を考える上で興味ある特徴である<sup>33)</sup>。兄弟種でありながら世界に広く貯穀害虫として進出しているコクヌスト



左 カシミールコクヌストモドキ



右 コクヌストモドキ

図8 カシミールコクヌストモドキとコクヌストモドキの鑑定のポイント



図9 両種間の交配で生じた雑種個体 (いずれも不妊成虫)

モドキとは対照的にカシミールコクヌストモドキは希少種であるので、両者を比較することにより昆虫の害虫化を研究するのに貴重な材料となりそうである。既に、外国の研究者もいろいろの角度から研究を始めている<sup>31)</sup>。なお、我々の再発見後、1990年に中国のタクラマカン砂漠のオアシス都市ウルムチの漢方薬屋で本種の生息しているのが見つかり、最近では、中国各地に生息していることが判明した<sup>34)</sup>。さらにわが国でも、1992年に関東地方で生息が確認され<sup>35)</sup>、本種は急速に分布を拡大していると考えられ、現場での徹底的調査が必要な段階にきているようである。

## 文 献

- 1) Slansky Jr. Fr. and J. M. Criber (1985) Food consumption and utilization. In Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology Vol 4 : 88-163. Ed. G. A. Kerkut and L. I. Gilbert. Pergamon Press.
- 2) Machin J. (1979) Atmospheric water absorption in arthropods. Adv. Insect Physiol. 14 : 1-48.
- 3) Knulle, W. and R. R. Spadafora (1970) Occurrence of Water vapor sorption from the atmosphere in larvae of some stored-product beetles. J. Econ. Ent. 63 : 1069-1070.
- 4) Baker, J. E. (1986) Amylase/proteinase ratios in larval midguts of ten stored-product insects. En-

- tomol. exp. appl. 40 : 41-46
- 5) Baker, J. E. (1988) Dietary modulation of  $\alpha$ -amylase activity in eight geographical strains of *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus zeamais*. Entomol. exp. appl. 46 : 47-54.
- 6) Kamin-Belsky, N. and D. Wool (1991) Dietary Modification of digestive physiology in larvae of almond moth. J. Econ. Ent. 84 : 768-775.
- 7) Imura, O. (1989) Life Histories of Stored-Product Insects. 257-270. In Bruchid and Legumes, Ecology and Coevolution. Ed. K. Fuji et al. Kluwer Academic Publishers.
- 8) 吉田敏治 (1958) 貯穀害虫の起源とその害虫化生物学 10 : 60-68.
- 9) Chaddick, P. R. and F. Filce Leek (1972) Further specimens of stored product insects found in ancient Egyptian tombs. J. Stored Prod. Res. 8 : 83-86.
- 10) 宮武頼夫 (1993) 藤原京の便所遺構から出土した昆虫遺体 第37回日本応用動物昆虫学会大会 講演要旨 47p. 松本市
- 11) 農商務省農務局 (1924) 貯穀害虫及び其の駆除予防に関する調査研究成績 第一報 54pp. 大日本農会, 東京
- 12) 佐々木忠次郎 (1900) 日本農作物害虫編第3版 520pp. 学海指針社, 東京
- 13) 高橋 奨 (1931) 米穀の害虫と駆除予防 201pp. 明文堂, 東京.
- 14) 桐谷圭治 (1959) 貯穀害虫の研究における諸問題 大阪植物防疫 7 : 1-44.
- 15) 原田豊秋 (1971) 食糧害虫の生態と防除 526pp. 光琳書院, 東京
- 16) 渡辺 直, 時広五郎, 尊田望之 (1981) 本邦における貯穀関連甲虫類及び蛾類について植物防疫所調査研究報告 17 : 9-17.
- 17) 吉田敏治, 渡辺 直, 尊田望之 (1989) 図説貯蔵食品の害虫 628pp. 全国農林教育協会, 東京
- 18) Visarathanonth, P., H. Nakakita and P. Sittisuang (1994) Role of Natural Enemies in the Regulation of Stored-Product Insect Population in Rice Storages in Thailand. JIRCAS Journal 1 : 1-7.
- 19) 三井英三 (1990) 食品工業と害虫 240pp. 光琳, 東京
- 20) 中北 宏 (1986) 貯蔵食品の害虫防除技術と IPM. 植物防疫 40 : 307-315.
- 21) 平尾素一 (1994) 静岡県中部の一般住宅内外におけるフェロモントラップによるノシメマダラメイガの調査 ベストロジー学会誌 9 : 5-10.
- 22) Hodges, R. J. (1986) The biology and control of *Prostephanus truncatus* (Horn.) A destructive storage pest with an increasing range. J. Stored Prod. Res. 22 : 1-14.
- 23) Hodges, R. J. (1994) Recent advances in the biology and control of *Prostephanus truncatus* (Coleoptera : Bostrichidae). Proceedings of 6th International Working conference on Stored-product Protection. Vol 2. : 929-934.
- 24) Hinton, H. E. (1948) A synopsis of the genus *Tribolium* Macley with some remarks on the evolution of its species group. Bulletin of Ent. Res. 54 : 571-587.
- 25) Nakakita, H., O. Imura and R. G. Winks (1981) hybridization between *Tribolium freemani* Hinton and *Tribolium castaneum* (Herbst), and some preliminary studies on the biology of *Tribolium freemani* (Coleoptera Tenebrionidae). Appl. Ent. Zool. 16 : 209-215.
- 26) Imura, O. and H. Nakakita (1984) The effect of temperature and relative humidity on the development of *Tribolium freemani* Hinton (Coleoptera : Tenebrionides). J. Stored Prod. Res. 20 : 87-95.
- 27) Matsumura, M. and T. Yoshida (1988) Reproductive ability and the effect of biological conditioning of medium survivorship and oviposition of *Tribolium freemani* Hinton (Coleoptera : Tenebrionidae). Appl. Ent. Zool. 23 : 1-7.
- 28) Nakakita, H. (1982) Effect of larval density on pupation of *Tribolium freemani* Hinton (Coleoptera : Tenebrionidae). Appl. Ent. Zool. 17 : 269-276.
- 29) 小滝豊美, 中北 宏 (1993) カシミールコクヌストモドキの飼育密度による蛹化抑制 植物防疫 47 : 35-38.
- 30) Suzuki, T., H. Nakakita and Y. Kuwahara (1987) Aggregation pheromone of *Tribolium freemani* Hinton (Coleoptera : Tenebrionidae) I. Identification of the aggregation pheromone. Appl. Ento. and Zool. 22 : 340-347.
- 31) Sokoloff, A. *Tribolium* Information Bulletin Vol 31(1991)-32(1993).
- 32) Nakakita, H., P. Sittisuang and T. Suzuki (1994) A new bioassay detecting for IGR activity with larvae *Tribolium freemani* Hinton (Coleoptera : Tenebrionidae) Proceeding of 6th International Working Conference on Stored-product Protection. Vol. 2 : 824-827.
- 33) 中北 宏 (1987) カシミールコクヌストモドキの など 化学と生物 25 : 805-807.

- 34) Shengfang Zhang and Yongping (1992) Identification of four species of the Castaneum-species group of Tribolium. Abstracts of XIX International Congress of Entomology 608p. Beijing, Chaina.
- 35) 池長裕史, 中北 宏, 中元直吉 (1992) カシミール

ルコクヌストモドキの外部形態による識別と新たに判明した分布域 第36回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 109p. 弘前市

---

キーワード：貯穀害虫；米の貯蔵.

Keywords：Stored Product Insects；Rice Storage.