

クサギカメムシのフェロモン分析と防除に関する研究

Pheromonal analysis of *Halyomorpha mista* and their control

代表研究者 東京大学農学部害虫学研究室教授 池庄司 敏 明
Prof., Appl. Entomology, Univ. of Tokyo
Toshiaki IKESHOJI

協同研究者 富山県衛生研究所ウイルス研究部研究員 渡 辺 護
Researcher, Toyama Pref. Inst. of Public Health
Mamoru WATANABE

富山医科薬科大学寄生虫学教室助手 荒 川 良
Res. Assoc., Parasitology, Toyama Med. & Pharm. Univ.
Ryo ARAKAWA

Recent population surge of the sting bug, *Halyomorpha mista* (Hem.: Pentatomidae) probably due to expanded forestation of acerose trees causes extreme annoyance to the people who spend their leisure time in resort hotels and farmers' houses built on mountain sides and in canyons. Massive intrusion of hibernating bugs into housing occurs in late fall throughout the northern parts of Japan. The wide application of insecticides to such clean natural environment is objectionable. To find an alternative, environmentally benign control method, the following research was conducted, and an appropriate sterile-release control scheme is proposed.

1) Ovipositional pheromone and alarm pheromone

Synthetic assembling pheromone of *Nezara viridula*, α -bisabolene plus 1,2-epoxy- α -bisabolene at a ratio of 22:78 showed 5 times attractancy at 0-6 days and 2.5 times at 7-12 days after 40 μ g treatment for oviposition of *H. mista* in the lab tests.

A freshly dissected abdominal alarm-pheromone glands which are known to secrete E-2-hexenal and E-2-hexenol acetate induced dropping of 90% bugs from a twig and 10% knockdown when exposed. The activity of the glands lasted about 3 hours. Further exploration of the pheromone may be useful, as the treatment of a mosquito repellent deet MC to the window slits and crevices proved to reduce the intrusion rate to 17%.

2) Sterilization by γ -ray irradiation

Ten krad irradiation with ^{137}Cs to females and 15 krad to males caused complete sterility of the eggs laid by the females treated or mated with treated males. However, the inherited sterility of descendants of the treated could not be confirmed.

3) Tagging with rubidium

Adults and laid eggs and larvae were tagged as long as 30 days after 4 days provision of 0.5% rubidium sulfate. The antennae among different body parts contained the highest rate of 0.14% (0.58 μ g) of rubidium. Females mated with the treated males were also tagged.

4) Residual and fumigating toxicity of insecticides

When five OP, carbamates and pyrethroids were compared for residual and fast-acting toxicities in houses, thiofenothrin was the best and lasted a few months after treatment.

5) Panel trap for population assessment and control

The panel trap consisted of a pile of few 90 \times 180 cm plywood sheets. Six traps set on the roof of a selected house beside the Kurobe river in Toyama Pref. caught 1854 hibernating bugs in 1988, 709 in 1989, 995 in 1990 and 2785 in 1991. The last catch reduced intruders so significantly that the house inhabitants felt little annoyance.

Based on the present findings and our previous informations on the eco-biology, we propose

the following control scheme of the sterile-release of naturally trapped bugs.

Autosterilization of the trapped bugs is done by treating the insides of trap panels with a chemosterilant or IGR. We figure over 50% of the hibernating ones can easily be trapped. To raise the ratio of sterilized to unsterilized, the intruders should be killed or repelled by topical application of a pyrethroid to window frames of selected houses. Or, let them intrude without the insecticide treatment, then the captives are sterilized by r-ray radiation to release to the field in spring.

Decrease of the population density can be estimated from the ratios of Rb-tagged adult and eggs in samples after release of certain tagged numbers. However, decrease of the annual trap numbers should show the most reliable result of control.

研究目的

日本人の余暇が増えるにともなって、山林で過ごす時間は長く、溪谷に入り込んだ温泉郷のホテル、人家の建設は増大している。そこでは人工針葉樹林が広がりカメムシ類が著しく増殖している。なかでもクサギカメムシは全国的にナシ、モモ、カキなどの果樹の大害虫であるばかりでなく、東日本では毎年越冬のため人家に大量に侵入し、防衛物質であるアルデヒドの悪臭を放ち、大変な不快害虫となっている（被害地域については、渡辺 護、富山県環境衛生課報告、1992を参照）。しかし、このような人間と自然が調和した空間では広範な殺虫剤の散布による防除は危険である。本研究は、フェロモン分析やカメムシの行動生態について基礎的な知験を得、環境に優しい新防除技術の可能性について検討することを目的とした。

研究経過と成果

1. 防除に関する基礎的研究

1) 集合フェロモン、警報フェロモンに関する研究

カメムシの放出する悪臭は、トリヤアリなどの天敵の捕食を回避する防衛カイロモンであり、また仲間に危険を知らせる警報フェロモンの役割を示す。これらの物質は短鎖のアルデヒドや、 C_9 - C_{21} のケトンである。一方、カメムシの幼虫や成虫は集合習性を示すが、これに対する物質的な裏付けは行われていなかった。

最近、守屋（植物防疫 39, 161~164, 1985）は近縁種であるチャパネアオカメムシ *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae) の発消長、雄の誘

引性について解説し、特に雄が分泌し雌雄、幼虫を誘引する集合フェロモンの存在を示唆している。外国では、世界的な害虫であるミナミアオカメムシ *Nezara viridula* (Hem.: Pentatomidae) (日本ではイネの害虫、米国ではワタの害虫) について、Aldrich *et al.* (*J. exp. Zool.*, 244, 171~175, 1987) が集合フェロモンを化学分析し、 α -bisabolene, 1,2-epoxy- α -bisabolene であると同定した。しかし本研究の標的種であるクサギカメムシ *Halyomorpha mista* (Hem.: Pentatomidae) については、研究報告がなく集合フェロモンの存在も確かめられていない。そこで本実験では、分泌器官の存在を確認し、これらの情報物質の有効性について検討した。

(1) 合成 bisabolene の誘引実験

Tomioke, H. and K. Mori (*Biosci. Biotech. Biochem.*, 56, 1001, 1992) に基づき合成された、 α -bisabolene (Z/E: 89/11) と 1,2-epoxy- α -bisabolene (Z/E: 91/9) の混合物（混合比 22:78）を東大農芸化学科有機化学教室（森教授）から入手し効力試験した。秋期家屋に侵入したカメムシ成虫を捕獲し、7°C 暗黒条件の冷蔵庫の中で2カ月間越冬させた後、雌雄各 20 匹を 30×30×30 cm のケージにいれ、生落花生とサヤエンドウ、水を与え、28°C, 14L:10D の条件下で飼育した。

a) 産卵誘引性

産卵選択実験には 6 cm 幅の各色塩ビ板を折り、一辺 6 cm の三角屋根を作り、内面に合成フェロモン 40 μ g または 100 μ g を塗布し、無処理の対照三角屋根とともに、ケージ内に設置した。毎日、処理面へ産下された卵塊数（雌は 1 回

28 卵の塊として産卵する)を、対照面への卵塊数と比較した。ただし産卵は消燈前 2 時間 (16 時-18 時) に集中する。実験結果は、40 μg 処理の白色三角屋根は対照屋根に対して、処理後 6 日間で総数 10/2 で 5 倍の誘引比を、さらに処理後 7-12 日の 6 日間で 5/2 で 2.5 倍の誘引比を示した。100 μg 処理では、処理後 6 日間で 6/1 で 6 倍の誘引比を示した。

40 μg 処理した各色塩ビ板 (白色を除く) の比較では、処理後 6 日間で黄色板で 6.5/1.5 (4.3 倍)、赤色板で 3/0、青色板で 2/2、黒色板で 3/3 であった。

以上の結果から、合成 (α -bisabolene + 1,2-epoxy- α -bisabolene) は産卵誘引性があると結論される。ただし、実験中ケージ壁や食餌にも多数産卵するので、ここでの誘引性は比較的なものである。誘引性を最大限に発揮させるためには、さらに他の産卵要因を検討する必要がある。

b) 集合誘引性

幼虫や産卵前の雌雄カメムシの集合性を、40 μg 処理した各色偏光塩ビ板三角屋根の下に隠れている数で比較した結果、6 回の任意時間観察で、黄色板では無処理屋根に対して 4/3、赤色板で 4/2、青色板で 5/3、黒色板で 2/6 であった。すなわち色の間では差がなかった。そこで色とは無関係に 20 μg 処理/無処理で比較したところ、集合比は雌 26.9%/14.4%、雄 17.8%/14.9%、幼虫 14.9%/14.9% であった (全反応数 67 匹)。同様に 80 μg 処理では、雌 30%/17.5%、雄 25%/25%、幼虫 2.5%/0% であった (全反応数 40 匹)。

富山県宇奈月町で越冬のため家屋に侵入するカメムシを対象に集合を試験した。90×180 cm のベニヤ板隙間トラップの内壁に約 10 mg 処理したところ、無処理面よりやや多くのカメムシ (雌雄は判定しなかった) が集合した。

以上の結果から、合成フェロモンは雌に対して若干の集合誘引性と、顕著な産卵誘引性を示すと結論される。

(2) 警報フェロモンに対する反応

ミナミアオカメムシでは E-2-hexenal, E-2-hexenol acetate が中胸、腹部臭腺から分泌され

ることが知られており、これらの物質が警報フェロモン、防衛カイロモンとして働いている。本研究のクサギカメムシでも第 2, 第 3 胸背板の間に分泌口が 1 対みられ、その下に 1 mm ほどのオレンジ色の 1 対の袋状の分泌腺が確認された。さらに腹背板をはがし腹腔内に 4 mm の 1 対のオレンジ色の分泌腺があり、中胸の根本に開口していた。この腹部臭腺がカメムシ特有の強烈な臭い分泌器官であることを確かめた。

この腹部臭腺の臭い物質を濾紙片に付着させ、止り木のカメムシに近づけ反応を経時的に観察したところ、0 時間で 90% が落下し、10% が仰転した。30 分後には 65% が落下し、30% が仰転し、5% 逃避した。3 時間後にはそれぞれ 5%、5%、50% となり、40% は無反応であった。すなわち警報フェロモンは数時間有効であった。

(3) 忌避剤 deet による家屋侵入阻止

前記の警報フェロモン hexenal などは気化しやすく持続性がなく悪臭なので、そのままでは実用化はできない。しかし、無臭の忌避剤の使用がカメムシの家屋侵入を阻止し、ある程度有効な防除手段となることを、以下の実験で示した。

アルミサッシ窓枠の鉄筋コンクリートホテルや家屋では、窓枠以外にカメムシの侵入口がなく、蚊の忌避剤 deet などの窓枠重点処理により侵入を阻止できる。すなわち deet MC (マイクロカプセル) 5% 液処理により、2 週間後 (越冬のための侵入期間は数週間である) わずか 4 匹しか侵入しておらず、無処理ホテルでの 23 匹に対して、わずか 17% の侵入率であった。他の忌避剤 isobutyltoluamide 5% 液では 17 匹侵入し、無処理に対して 74% の侵入率を示した。しかし、一般のアルミサッシ窓枠で木造立て家屋では、窓枠以外の侵入口があり、deet MC の窓枠処理でも 31 匹侵入し、無処理の 55 匹に対して 55% の侵入率を示した。

2) γ 線による不妊化実験

大量飼育した害虫を γ 線照射し不妊化後、野外へ放飼し害虫を駆除する方法を不妊虫放飼法といい、増殖率が低く個体群密度の低い害虫種では成功する確立が高い。しかし大量飼育や放飼に莫大

な設備と運用費用を要する欠点がある。特にクサギカメムシの場合は、大量飼育は技術的にも不可能である。ところが、好都合にも積雪のある北陸、東北、北海道では、越冬のため大量に家屋に集中侵入する。富山県下での状況から推定して、侵入率は屋外越冬率の10倍以上である。すなわち、侵入個体を採集すれば個体群の90%が容易に捕獲できる。捕獲虫を γ 線照射で不妊化し放飼すれば、捕獲虫の殺滅法より、効率的なことはKnipling (1979)の説のとおりである。

有効照射線量を決定するため、越冬前個体と越冬後個体を宇奈月町から採集し、東大原子力センターで ^{137}Cs を放射線源として照射した。照射個体を非照射異性個体と個別飼育し、致死率や産卵率を調べた。低線量照射では、鱗し目や半し目昆虫では不妊性は遺伝し駆除に有利となるが、本実験では F_1 世代の飼育が困難で遺伝的不妊効果は観察できなかった。

越冬前個体を15 krad照射したとき、雌雄致死率はそれぞれ63%、50%、また産卵塊数は各々0.5個で、孵化率は0であった。10 krad照射では、致死率0%、50%、産卵塊数0個、50個、孵化率0%、59%で、5 krad照射では、致死率17%、17%、産卵塊数0.8個、2.7個、孵化率28%、43%であった。一方、非照射個体では、致死率17%、50%、産卵塊数2.7個、2.7個、孵化率75%、75%であった。すなわち、卵の孵化率を0にするには、雌では10 krad、雄では15 kradの照射が必要である。

越冬後個体は弱く、照射非照射にかかわらず致死率は、86-43%と高く、産卵塊数も0.5-1.3個と少ない。孵化率は10 krad照射で雌雄平均14%、5 krad照射で31%、非照射で77%であった。すなわち、越冬前個体と同様10-15 kradの照射が必要である。

結論として、越冬直前は越冬直後より大量の個体数が採集確保でき、しかも温度管理された冷蔵庫の中で人工越冬できるので、死亡率が低く大量の強健な不妊虫が得られるので、越冬前個体の γ 線照射不妊化の方が有利である。

3) ルビジウムによる個体標識

不妊虫放飼法による完全な駆除のためには、自然個体数の9倍の放飼個体数が必要とされ、その比率をモニターすることは必須である。そこで一定数の標識個体を放飼する必要がある。放飼個体の標識には、古くはアイソトープや各種染料が使用されてきた。アイソトープは野外実験では使用不可能で、染料は長期間では脱落し、また数万匹単位の標識には不適當である。ところが、ルビジウムは地球表面には非常に少ない(分析にさいしバックグラウンドが非常に低い)アルカリ金属で、安価で危険性がなく、標準法も簡単である。

そこでルビジウム標識法を検討した。まずカメムシに0.5%硫酸ルビジウム溶液を4日間与え、その後のルビジウム含量の推移を原子吸光分析器で定量した。その結果、カメムシ乾体重あたりのルビジウム含量の平均は、0日後に雌雄それぞれ、0.23%、0.18%が、5日後には0.06%、0.14%、20日後には0.04%、0.1%、30日後には0.01%、0.09%へ減少した。すなわち、雄では生物的半減期が30日以上であるのに反し、雌では5-25日後の第1-2回産卵で1/4に減少し、30日後の第3-4回産卵で、バックグラウンドに近い0.01%へと1/23に減少した。ルビジウムは、雌では大量に卵へ、雄では少量精液とともに排出することが示された。

標識雌親から産まれた若令幼虫の含量は、親処理後9日後で平均0.4%、親処理20日後で0.1%、30日後で0.01%であった。すなわち、親の処理時期と産卵時期の間隔が長いほど若令幼虫の含量は減少し、30日後産卵の幼虫ではほとんど検出できなかった。親の含量に対して若令幼虫の含量が高いのは、標本体重の違いによる化学分析の溶液希釈差に起因するものと考えられる。いずれにしろ標識成虫、産下卵、若令幼虫ともに30日程度の標識が可能である。

前実験のようにカメムシ成虫は大きく、全体を分析すると逆に分析感度が低下する恐れがある。そこでルビジウムが濃縮された体の一部分を、少量分析した方が有利と考えられる。また標識雄と交尾した雌へのルビジウム移転量も定量することとした。前記の0.5%硫酸ルビジウム溶液摂取後

3日目の雌雄個体の各体部の含量を定量した結果、触角でそれぞれ0.14% (0.58 μg), 0.23% (0.48 μg), 頭部で0.06% (2 μg), 0.1% (2.26 μg), 胸部で0.04% (11.34 μg), 0.01% (2.4 μg), 腹部で0.04% (11.87 μg), 0.02% (2.82 μg), 羽1対で0.07% (1.68 μg), 0.04% (1.73 μg), 脚3対で0.04% (2.38 μg), 0.03% (1.63 μg), また標識雄と交尾した雌生殖器すなわち精液に0.02% (0.27 μg)含まれていた。すなわち、触角には高濃度にルビジウムが存在していた。触角には感覚毛が局在し、感覚毛には K^+ が高濃度に存在し生理機能しているため、 K^+ と同類元素である Rb^+ の蓄積は当然である。結論として、ルビジウム標識元素の分析には触角が適している。また標識雌と交尾した雄も交尾器の分析で検出可能である。

2. 殺虫剤による防除実験

コミュニティによるカメムシの広域駆除ではなく、個人ですぐに適用できる方法は、殺虫剤の窓枠塗布による侵入忌避法と、室内煙霧による侵入個体の殺滅法である。そこで現在使用され、あるいはこれから使用される可能性のある低毒性、速効性の有機燐剤やカーバメイト剤、ピレスロイドの殺虫効力や忌避性を検討した。

1) 数種殺虫剤の殺虫効力

(1) 接触による殺虫効力

WHOの蚊殺虫剤感受性判定器具を用いた。すなわち、口紙に0.1%乳剤を50 ml/m^2 塗布し、カメムシを30分間接触させた後、通常の飼育に戻して24時間後の死亡率を調べた結果、ダイアジノンで20%、フェントロチオンで33%、フェンチオンで33%、パーメスリンで100%、フェノスリンで100%の死亡率を得た。

さらに速効性を検討するため、サランネットに殺虫剤を50 ml/m^2 散布し、乾燥後1辺20 cmの袋とし、そのなかにカメムシをいれ殺虫効力を調べた。その結果、100%仰転時間はサイフェノスリン0.5%乳剤で60分、フェノスリン0.5%乳剤で90分、パーメスリン0.5%乳剤で120分、プロボキサー1%油剤で60分であった。また1カ月後の残効性は変わらず、サイフェノスリンとプロボキサーは数カ月後まで速効性を示し

た。

(2) 室内煙霧試験

宇奈月町の民家、ホテル、宿泊所で、既知数のカメムシをいれたケージを部屋の各所に設置し、市販の蒸散剤(アースレッド、パーメスリン1.26 g含有)または薫煙剤(バルサンジェット、パーメスリン3 g含有)を噴出させた。その結果、いずれの大きさの部屋でも、部屋中央、部屋隅、押入のなか、鴨居で100%の仰転率を得た。

2) 殺虫剤の重点処理による家屋侵入阻止

アルミサッシ窓枠の木造家屋で、カメムシの室内への侵入、および1次潜伏場所である窓枠の隙間へ、極細のノズルを使って、重点残留処理を行った。その結果、サイフェノスリン懸濁液1.7%液処理では、処理部屋内外で1日あたり57.6匹死亡し、侵入数(残存数)は1.5匹であった(処理1.5カ月後、部屋をフェノスリンで噴霧し落下カメムシ数を侵入数とした)。プロボキサー1%では45.7匹死亡し、1.2匹侵入した。またサイフェノスリン塗布シート(懸濁液をポリエチレンシートに塗布し窓枠に貼る)では15.8匹死亡し、16匹侵入した。無処理では死亡数0で、侵入数は32匹であった。

以上、低毒性のピレスロイド殺虫剤の窓枠重点処理は、カメムシの家屋侵入を防ぎ、また既に侵入したカメムシは、室内蒸散薫煙で殺滅できる。

3. 隙間トラップによるカメムシ飛来数の測定

クサギカメムシは10月中旬から11月上旬の温暖な日に、川沿い湾曲部のめだつた家屋に飛来し、窓枠や天井裏などの隙間に隠れて越冬する。そこで90×180 cmのベニヤ板を数枚重ね、飛来しやすい場所に設置すると、ベニヤ板の隙間に多数集合する。宇奈月町のある宿泊所の屋上に設置したトラップ6個への最大集合数は(飛来当初、外気温の変化に応じて、カメムシはトラップから出入りするので集合数は変動する)、1988年度には1,854匹、1989年度には709匹、1990年度には995匹、1991年度には2,785匹であった。ただし、1991年度には屋上の6トラップに92匹、軒下に新設した90×90 cmトラップ3個に2,693匹であった。この結果から次のような大切

な結論が得られる。観測年数が少ないが集合数には年々数倍の違いがある。トラップの設置場所によって集合数は、大きく異なり1991年度のように2,785匹も捕集すると、家屋侵入数は実感されるほど減少する。集合個体はシーズン当初トラップからの出入りを繰り返し、集合数は変動する。結論として、隙間トラップは個体数推定だけでなく、駆除方法の安価で有効な手段として利用できる。

今後の課題と発展

クサギカメムシの生物生態学に関する研究情報は、すでにある程度蓄えられており(渡辺 護, 富山県環境衛生課, 1992), 本研究の成果とあわせて、次のようなコミュニティ規模での駆除システムが提唱できる。

自然生息個体の不妊化放飼法による駆除

自然界でクサギカメムシが最高密度に集合するのは、越冬潜伏場所以外に存在しない。したがって駆除にはこの時期を利用することが省力的で最も効率的である。隙間トラップには、10月中旬頃から1カ月間放置するだけで、1戸あたり数千匹のカメムシが集合し、屋内侵入が減少するほどの効果を示す。このことは、飛来数の多い家屋と設置場所を選定すれば、著しい駆除効果をあげうることを示唆している。ここでは、隙間トラップの殺虫剤処理による大量致死を目的とするより、化学不妊剤(あるいは不妊性を示す昆虫成長制御剤IGR)による生殖操作の方が有利である。カメムシは越冬初期隙間トラップからの出入りを繰り返すので、見かけ以上の数が不妊化でき、また越冬虫は未交尾で休眠覚醒後交尾する点も、不妊化法に適している。

一方、自然界での不妊虫の比率を増加させるため、家屋に侵入する健全虫数を極力減少させる。それには二つの方法がある。第一の方法はピレスロイド殺虫剤の窓枠重点処理によって、カメムシの侵入を忌避するか殺滅する。この際、侵入阻止されたカメムシは、近接の隙間トラップへの集合率を高めめるであろう。第二の方法は、窓枠処理を行わず全家屋への侵入をみとめ、侵入虫を捕集し冷蔵庫で休眠覚醒後、 γ 線照射で不妊化し再放

飼する。ここで家屋侵入虫は1匹数円で買い上げる方式を導入すると、より効率的であろう。

防除にあたっては、おおよその現存数を推定し、放飼数を決定する必要がある。たとえば富山県宇奈月町では、黒部川添いに音沢から下流4kmの鐘釣温泉までの湾曲点に位置する数10軒の家屋に侵入が集中している。また侵入数の多い家屋では、音沢の木造瓦葺木造窓の民家で1,500匹、木造瓦葺アルミサッシ窓の民家で500匹、立山町の民族家屋では1,000匹、密閉度の高いホテルでも1部屋あたり3-30匹である。したがって単純に計算しても、 $1,000 \times 30$ 軒=30,000匹程度のカメムシが黒部川添いの家屋に集合すると推測できる。一方、冬期に野外深雪の下で越冬するカメムシは、死亡率も高く、越冬成功数は非常に少ないと考えられるので、家屋侵入虫以外は考慮する必要はないであろう。

コミュニティ規模の防除プログラムで効果を期待するには、標的個体群が半隔離していることが必要である。ところが、夏期繁殖期のカメムシの分散範囲については研究報告がない。富山県では急峻な7河川の溪谷で構高500mの地域でだけ越冬し、それぞれ河川は、10kmの距離で、高い山で隔離されているので、個体群は割に独立していると推測される。

防除効果の判定には、標識放飼虫の比率の増大と、隙間トラップへの集合数の年消長の測定による。越冬成虫は5月頃屋外へ出て分散する。越冬家屋周辺で1-2週間、木草の新芽やつばみを吸汁して生活し、それ以後は広く分散し、発見不可能となる。そこで、 γ 線照射個体をルビジウム標識し、5月下旬の分散直前までの個体を捕集し、標識虫と非標識虫の比率を観察する。また自然界での卵塊の採集も困難であるが、不妊卵率の調査にも努力する。ここでは産卵誘引フェロモンの活用が考えられるが、実用的な誘引剤は未開発である。結局、最も信頼できる判定法は、1988年以来継続されている、隙間トラップへの集合数を基礎にして防除プログラム施行後の集合数の減少を測定することによる。

発表論文リスト

渡辺 護 (1992): 家屋などに侵入するクサギカメムシの駆除に関する基礎的研究. クサギカメムシの駆除に関する調査報告書, 富山県環境衛生課. 71 頁.

学会発表

池庄司敏明, 渡辺 護, 荒川 良 (1991): クサギカメムシ駆除に関する 2, 3 の基礎実験. 43 回日本衛生動

物学会東日本支部大会, 筑波大学.

渡辺 護 (1991): クサギカメムシの卵巣発育におよぼす明るさの影響. 46 回日本衛生動物学会西日本支部大会, 福井医大.

渡辺 護, 品川保弘, 荒川 良, 岡沢孝雄, 池庄司敏明 (1992): クサギカメムシの家屋侵入阻止の考え方. 44 回日本衛生動物学会大会, 横浜県衛生研究所.