ガ、ニジウヤホシテントウは EPSP 抑制に対するグルタミン酸濃度の IC_{50} が $9.6 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-4} M$ であり、昆虫間でそれほど大きな差は見られず、これらの種において同じようにグルタミン酸が神経伝達物質として働いていると考えられ、昆虫一般では神経筋シナプスにおける興奮性神経伝達物質がグルタミン酸である可能性をさらに裏付けるものとなる。

グルタミン酸リセプターのサブタイプには NMDA 型とキスカル酸型とカイニン酸型の 3 種類のタイプが知られており、昆虫の場合はキスカル酸型と言われている(篠崎, 1990)。筆者の報告(USUI and FUKAMI, 1984)でも IC_{50} がキスカル酸は $2.3 \times 10^{-5} M$ 、アスパラギン酸は $1.2 \times 10^{-3} M$ 、カイニン酸(未発表)は $3.5 \times 10^{-3} M$ で、キスカル酸が最も低濃度で膜の脱分極と EPSP の抑制効果がみられた。他の昆虫についてもキスカル酸タイプである可能性が高いことが考えられるので検討する必要がある。

引用文献

CULL-CANDY, S.G. (1983) *Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol.* **48**: 269-278.

服部 誠・阿津沢新二 (1980) 応動昆 **24**: 36-38.

KURIHARA, M., S. TATSUKI, S. SUTRISNO and J. FUKAMI (1987) *Appl. Entomol. Zool.* **22**: 232-234.

SEPULVEDA, M.I. and D.B. SATEELE (1991) *Neurochem. Int.* **18**: 341-346.

SHINOZAKI, H. and I. SHIBUYA (1974) *Neuropharmacology* **13**: 665-672.

篠崎温彦 (1990) 日本農薬学会誌 **15**: 605-611.

USHERWOOD, P.N.R. and P. MACHILI (1968) *J. Exp. Biol.* **49**: 341-361.

USHERWOOD, P.N.R., P. MACHILI and G. LEAF (1968) *Nature* **219**: 1169-1172.

USUI, T. and J. FUKAMI (1984) *Appl. Entomol. Zool.* **19**: 151-158.

VYSKOCIL, F., L. VYKICKY, V. VLACHOVA and E. UJEC (1984) *Mol. Physiol.* **74**: 143-154.

YAMAMOTO, D. and H. WASIO (1979) *Comp. Biochem. Physiol.* **63C**: 75-80.

YAMAMOTO, D. and H. WASIO (1980) *J. Insect Physiol.* **26**: 253-256.

数種昆虫病原糸状菌のチャバネアオカメムシに対する病原性¹⁾

津田勝男*・吉岡哲也*²⁾・堤 隆文*

山中正博*³⁾・河原畑勇**

* 福岡県農業総合試験場

** 九州大学農学部

Pathogenicity of Some Entomogenous Fungi to Brown-Winged Green Bug, *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae). Katsuo TSUDA, Tetsuya YOSHIOKA,⁴⁾ Takafumi TSUTSUMI, Masahiro YAMANAKA⁵⁾ (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818, Japan) and Takeshi KAWARABATA (Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* **40**: 318-321 (1996)

Abstract: The pathogenicity of 25 isolates of entomogenous fungi to the Brown-Winged Green bug, *Plautia stali*, was investigated. Eight isolates of *Beauveria bassiana* obtained from *P. stali* and 5 isolates of *B. bassiana* obtained from other insects showed pathogenicity. However,

another 5 isolates of *B. bassiana* obtained from other insects showed no pathogenicity. Two isolates of *Paecilomyces farinosus* also showed two type of pathogenicity. No isolates of *Beauveria brongniartii* and *Nomuraea rileyi* showed pathogenicity.

Key words: *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Nomuraea rileyi*, *Paecilomyces farinosus*, *Plautia stali*

チャバネアオカメムシは、果樹園外のヒノキヤスギ等で繁殖し、そこから果樹園に飛来し、商品となる果実を直接加害する。このため、発生の予測および防除が非常に困難で、発生が多い場合には薬剤による防除だけでは被害を完全には防止できない。そこで著者らは、チャバネアオカメムシを生物的に防除する素材として昆虫病原糸状菌の探索を行ってきた。チャバネアオカメムシからは *Cordyceps nutans* (青木, 1957) および *Beauveria bassiana* (堤, 未発表) が分離された例があるが、防除素材としての検討はされていない。他のカメムシにおいては、森本 (1952) がイネクロカメムシから *Metarhizium anisopliae* および *Paecilomyces lilacinus* を分離した後、しばらく報告がなく、RAMOSKA (1984) に

1) 本研究の一部は第 37 回日本応用動物昆虫学会大会 (1992 年 10 月, 青森県弘前市) で発表した。

2) 現在 福岡県八女地域農業改良普及センター

3) 現在 農林水産省果樹試験場

4) Present address: Yame Farm Agent Office, Yame, Fukuoka 834, Japan.

5) Present address: National Institute of Fruit Tree Science, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

日本応用動物昆虫学会誌 (応動昆) 第 40 巻 第 4 号: 318-321 (1996)

1996 年 5 月 9 日受領 (Received 9 May 1996)

1996 年 6 月 5 日登載決定 (Accepted 5 June 1996)

よるナガカメムシの一種からの *B. bassiana* の報告と ROMBACH et al. (1986) によるナンヨウイネクロカメムシからの *Metarhizium anisopliae* および *Paecilomyces lilacinus* の報告があるのみで、ほとんど調査されていない。

本研究では、チャバネアオカメムシおよび各種昆虫より分離された昆虫病原糸状菌のチャバネアオカメムシに対する病原性を検討した。

本文に入るに先立ち、各種昆虫の野外病死個体の採集に協力いただいた熊本県農業研究センターの行徳 裕氏および大分県柑橘試験場の植原 稔氏に厚くお礼申し上げる。

材料および方法

1. 供試糸状菌

1) チャバネアオカメムシから分離した菌株

福岡県内の生息地において採集した成虫から 8 菌株の *B.*

bassiana を分離して供試した (Table 1)。E-9102 株および E-9104 株は福岡県筑紫野市の福岡県農業総合試験場内において灯火に飛来した個体およびカンキツの花に飛来した個体を飼育し、飼育中に死亡した個体から分離した。また、E-9202 株および E-9203 株、E-9204 株、E-9205 株は、越冬調査の際に得られた個体を飼育して、飼育中の死亡個体から分離した。他方、E-9108 株および E-9201 株はそれぞれヤマモモおよびヒノキの樹上で得られた死亡個体から分離した。

2) 各種昆虫から分離された菌株

福岡県農業総合試験場の保有する 4 種 17 菌株の昆虫病原糸状菌を供試した (Table 2)。*B. bassiana* の 10 菌株および *Beauveria brongniartii* の 4 菌株、*Nomuraea rileyi* の 1 菌株は野外で菌糸を叢生していた死亡個体から分離した菌株であるが、*P. farinosus* の 2 菌株はいずれもカミキリムシの食樹内死にごもり個体から分離した菌株である。

2. 病原性の検討

各菌株は、プラスチックシャーレ (直径 90 mm, 高さ 200 mm) を用いて SDAY で 23°C, 20~30 日間培養して分生子を形成させた。分生子を形成した糸状菌をプラスチックシャーレのまま塩化ビニル製カップ (直径 10 cm, 高さ 10 cm) の底部に設置し、チャバネアオカメムシ成虫を 5~10 頭ずつ 5 日間放飼して菌叢上を歩行させた。体表に分生子の付着が認められた個体をプラスチックシャーレで個体飼育した。各個体は守屋 (1986) の方法に準じ、餌として生ラッカセイを与えて 23°C で 30 日間飼育を行い、毎日経過を観察した。死亡個体は、湿室に入れて糸状菌の生育を促進し、虫体内外の菌糸および分生子の形態により、接種した糸状菌と同一であることを確認した。

Table 1. Origins of *Beauveria bassiana* isolates obtained from *Plautia stali*

Isolate number	Geographic location ^a	Source or comment
E-9102	Chikushino	Light trapped
E-9104	Chikushino	On flower of orange
E-9108	Kasuya	On wax myrtle ^b
E-9201	Koga	On hinoki cypress ^b
E-9202	Amagi	Wintering adult
E-9203	Akaike	Wintering adult
E-9204	Haki	Wintering adult
E-9205	Shounai	Wintering adult

^a All locations are in Fukuoka Prefecture.

^b The stinkbug was already dead.

Table 2. Origin of fungal isolates used for the initial screening of virulence to *Plautia stali*

Isolate number	Species	Original host (order)	Geographic location
E-9301	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Scotinophara lurida</i> (Hemiptera)	Tsuiki, Fukuoka
E-9105	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Xenicotela pardalina</i> (Coleoptera)	Kunisaki, Oita
E-9103	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Hypera postica</i> (Coleoptera)	Chikushino, Fukuoka
E-9107	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>A chrysomelid beetle</i> (Coleoptera)	Chikushino, Fukuoka
E-9206	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Allomyrina dichotoma</i> (Coleoptera)	Chikushino, Fukuoka
E-9212	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Anoplophora malasiaca</i> (Coleoptera)	Hiji, Oita
E-9106	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Agrilus aurivebtris</i> (Coleoptera)	Kunisaki, Oita
E-9111	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Eusilpha japonica</i> (Coleoptera)	Chikushino, Fukuoka
E-9209	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Polistes chinensis</i> (Hymenoptera)	Chikushino, Fukuoka
E-9210	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Leucania compta</i> (Lepidoptera)	Chikushino, Fukuoka
E-9101	<i>Paecilomyces farinosus</i>	<i>Zoodes japonicus</i> (Coleoptera)	Kouyama, Kagoshima
E-9001	<i>Paecilomyces farinosus</i>	<i>Phymatodes maaki</i> (Coleoptera)	Hinoemata, Fukushima
E-9110	<i>Beauveria brongniartii</i>	<i>Anoplophora malasiaca</i> (Coleoptera)	Munakata, Fukuoka
E-9207	<i>Beauveria brongniartii</i>	<i>Pterolophia caudata</i> (Coleoptera)	Soeda, Fukuoka
E-9208	<i>Beauveria brongniartii</i>	<i>Psacothus hilaris</i> (Coleoptera)	Ozu, Ehime
E-9215	<i>Beauveria brongniartii</i>	<i>Anoplophora malasiaca</i> (Coleoptera)	Mizukami, Kumamoto
E-9214	<i>Nomuraea rileyi</i>	<i>Spodoptera litura</i> (Lepidoptera)	Tachiarai, Fukuoka

Table 3. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* isolates obtained from *Plautia stali* to adult of *Plautia stali*

Isolate number	No. of stinkbugs ^a	No. of infected stinkbugs
E-9102	10	10
E-9104	10	10
E-9108	10	10
E-9201	10	10
E-9202	10	10
E-9203	10	10
E-9204	10	8
E-9205	10	10

^a The stinkbugs were allowed to walk on the fungi surface for 5 minutes and were then reared individually.

Table 4. Pathogenicity of fungal isolates to adult of *Plautia stali*

Isolate number	Species	No. of stinkbugs ^a	No. of infected stinkbugs
E-9301	<i>Beauveria bassiana</i>	10	10
E-9105	<i>Beauveria bassiana</i>	5	3
E-9103	<i>Beauveria bassiana</i>	5	2
E-9107	<i>Beauveria bassiana</i>	5	5
E-9206	<i>Beauveria bassiana</i>	10	10
E-9212	<i>Beauveria bassiana</i>	10	0
E-9106	<i>Beauveria bassiana</i>	5	0
E-9111	<i>Beauveria bassiana</i>	10	0
E-9209	<i>Beauveria bassiana</i>	10	0
E-9210	<i>Beauveria bassiana</i>	10	0
E-9101	<i>Paecilomyces farinosus</i>	5	2
E-9001	<i>Paecilomyces farinosus</i>	4	0
E-9110	<i>Beauveria brongniartii</i>	10	0
E-9207	<i>Beauveria brongniartii</i>	10	0
E-9208	<i>Beauveria brongniartii</i>	10	0
E-9215	<i>Beauveria brongniartii</i>	10	0
E-9214	<i>Nomuraea rileyi</i>	10	0

^a The stinkbugs were allowed to walk on the fungi surface for 5 minutes and were then reared individually.

結 果

1. チャバネアオカメムシから分離された *B. bassiana* のチャバネアオカメムシに対する病原性

チャバネアオカメムシから分離された 8 菌株の *B. bassiana* は、いずれの菌株ともチャバネアオカメムシに対して病原性を有し、E-9204 株を除いて、接種 20 日後には接種個体のすべてが死亡した (Table 3)。

2. 各種昆虫から分離された昆虫病原糸状菌のチャバネアオカメムシに対する病原性

チャバネアオカメムシ以外の昆虫から分離された昆虫病原糸状菌のチャバネアオカメムシに対する病原性を検討した結果を Table 4 に示した。

B. bassiana の各菌株では、イネクロカメムシから分離された

E-9301 株が、チャバネアオカメムシに対して病原性を有することが確認された。また、鞘翅目昆虫から分離された菌株では、チャボヒゲナガカミキリ (*Xenicotela pardalina*) およびアルファルファタコゾウムシ (*Hypera postica*)、ハムシの一種、カブトムシ (*Allomyrina dichotoma*) から分離された 4 菌株 (それぞれ E-9105 株、E-9103 株、E-9107 株、E-9206 株) はチャバネアオカメムシに対する病原性を示したが、ゴマダラカミキリ (*Anoplophora malasiaca*) およびミカンナガタムシ (*Agilus aurivebtris*)、オオヒラタシデムシ (*Eusilpha japonica*) から分離された 3 菌株 (それぞれ E-9212 株、E-9106 株、E-9111 株) は病原性を示さなかった。また、フタモンアシナガバチ (*Polistes chinensis*) およびアトジロキヨトウ (*Leucania compta*) から分離された 2 菌株 (E-9209 株、E-9210 株) も病原性を示さなかった。

P. farinosus の 2 菌株では、クロモンキイロイエカミキリ (*Zoodes japonicus*) から分離した E-9101 株は病原性を示したが、E-9001 株は病原性を示さなかった。また、*B. brongniartii* および *N. rileyi* は、供試した菌株のいずれも病原性を示さなかった。

考 察

本研究では、チャバネアオカメムシ成虫に分生子を形成した菌叢上を歩行させることによって糸状菌を接種して病原性を検討した。この方法で病原性を示さなかった菌株でも接種方法を変えれば、病原性を示す可能性が考えられるが、他の方法では検討しなかった。しかし、同一菌株で菌叢上の歩行による接種と浸漬接種を比較した場合、感染率および死亡するまでの日数は、 1.0×10^9 分生子/ml の分生子懸濁液に 10 秒間浸漬接種した場合とほぼ同じであった (津田, 未発表) ことから、同程度の接種効果があるものと考えられる。このことから、歩行による接種は、多数の菌株の病原性を簡便かつ確実にスクリーニングする方法として極めて有効と考えられる。

これまでチャバネアオカメムシに対し、他種の昆虫から分離された昆虫病原糸状菌を含めて、病原性を検討した事例はない。本研究ではチャバネアオカメムシから 8 菌株の *B. bassiana* を分離し、いずれの菌株ともチャバネアオカメムシに対して病原性を有することを確認した。ある昆虫から分離された菌株は、当該昆虫に対する病原性をもっとも強いと考えられている (FERRON et al., 1972) ことから、これらの菌株はチャバネアオカメムシの生物的防除素材として有望である。一方、他種昆虫から分離した *B. bassiana* 10 菌株の病原性を検討したが、このうちの 5 菌株が病原性を有することを確認した。*B. bassiana* は多くの目にわたる各種昆虫から分離され、分離例も多いため、昆虫病原糸状菌の中でももっとも普遍的に存在すると考えられているが、FARGUES (1976) は各菌株の宿主範囲は異なり、その範囲も広くないと言っている。また、本研究で明らかにしたように、分離元の昆虫種によって対象種への病原性が異なるという事実は、生物的防除素材として昆虫病原糸状菌を探索するうえで、有益な示唆を与える。

また、*P. farinosus* は供試した 2 菌株のうち 1 菌株が病原性を示したが、長谷川・小山 (1941) がナシカメムシから分離した例がある。*N. rileyi* については、供試した菌株は病原性を示さなかったが、イネクロカメムシから分離された報告 (立石ら, 1954) があり、いずれもチャバネアオカメムシに病原性を示す菌株が存在する可能性は高いと考えられる。

一方、*B. brongniartii* は、鞘翅目昆虫から分離される例が多く、各菌株の宿主特異性が高いと考えられている。本研究で供試した菌株はいずれもカミキリムシから分離された菌株で、チャバネアオカメムシに対する病原性は認められなかった。これらの菌株は、キボシカミキリおよびゴマダラカミキリに対する病原性についてもそれぞれ異なっており (津田, 未発表), 宿主特異性が高いと考えられる。*B. brongniartii* では、チャバネアオカメムシに病原性を示す菌株が分離される可能性は低いと考えられる。

本研究では、*B. bassiana* とともに昆虫病原糸状菌としては普遍的に存在すると考えられている *Metarhizium anisopliae* についての検討を行っていない。*M. anisopliae* は、チャバネアオカメムシに病原性を示す菌株が分離される可能性が高いと考えられるが、分離されていない。今後も探索を継続する必要がある。

チャバネアオカメムシに病原性を示した菌株は、生物的防除素材として利用できる可能性があるが、このためには、病原力が強いこととともに宿主範囲が狭く有用昆虫に悪影響を及ぼさないことが求められる。今後はこれらの菌株の病原力および宿主範囲等を検討することにより、特性を明らかにして有効な菌株を選抜することが必要である。

引用文献

- 青木 清 (1957) 昆虫病理学, 東京: 技報堂, 467 p.
FARGUES, J. (1976) *Entomophaga* **21**: 313-315.
FERRON, P., B. HURPIN and P.-H. ROBERT (1972) *Entomophaga* **17**: 165-178.
長谷川孝三・小山良之助 (1941) 林試報 **4**: 1-74.
森本徳右衛門 (1952) 高知大学学術研究報告 **2**: 79-89.
守屋成一 (1986) 植物防疫 **40**: 195-199.
RAMOSKA, W.A. (1984) *J. Invertebr. Pathol.* **43**: 389-394.
ROMBACH, M.C., R.M. AGUDA, B.M. SHEPARD and D.W. ROBERT (1986) *J. Invertebr. Pathol.* **48**: 174-179.
立石 磐・村田 全・久野荘司 (1954) 福岡県農試研究時報 **8**: 49-56.