

キボシカミキリのエステラーゼアイソザイムにおける  
地理的変異と遺伝様式

網代健一郎\*・森重 宏\*\*・井狩 徹\*\*\*・東 政明\*\*\*\*・小原隆三\*\*\*\*\*

平成7年6月23日受付

**Inheritance Mode and Geographic Variation of Esterase Isozymes  
in the Yellow-Spotted Longicorn Beetle, *Psacotha hilaris*  
(PASCOE) (Coleoptera : Cerambycidae)**

Kenichiro AJIRO\*, Hiroshi MORISHIGE\*\*, Tohru IKARI\*\*\*,  
Masaaki AZUMA\*\*\*\* and Ryuzo KOBARA\*\*\*\*\*

Geographic variation and inheritance mode of general esterase isozymes in the yellow-spotted longicorn beetle, *Psacotha hilaris*, was analyzed. The slowest-migrating esterase band (esterase A) showed variations depending on the collected areas of this insect, that is to say, only the eastern-type possessed this isozyme, but the western-type was deficient in this isozyme. The expression of esterase band A was investigated in the hybrids between the individuals with esterase band A and the individuals without it, and their progenies. Esterase A was controlled by one dominant gene and was inherited independently of sexes and the yellow-spotted pattern.

緒 言

キボシカミキリ (*Psacotha hilaris* PASCOE) は発生生態や前胸背縦条斑紋の違いから東日本型と西日本型の2

型のあることが報告されている<sup>6,8,11,12</sup>。一方,種の地理的変異,系統間の関係,種内の遺伝的変異ならびに農薬の抵抗性など多くの分野に電気泳動法が利用されている<sup>1,2,3,5,10,13,19</sup>。前報において澤村ら<sup>15</sup>は,キボシカミキリ

\*京都市役所

Kyoto City Office

\*\*山口県農業試験場

Yamaguchi Prefecture Agricultural Experiment Station

\*\*\*静岡県農林水産部

Shizuoka Prefecture Agri.,Forestry & Fishery Div.

\*\*\*\*鳥取大学農学部農林総合科学科生物資源科学講座

Department of Biochemistry and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Tottori University

\*\*\*\*\*鳥取大学農学部農林総合科学科生物生産学講座

Department of Agrobiolgy, Faculty of Agriculture, Tottori University

のエステラーゼバンドAが東日本型に多く発現するのに対して西日本型に発現しないという差異のあることを報告した。本研究では全国各地より採集したキボシカミキリ成虫を用いてそのエステラーゼザイモグラムに地理的変異がどのように見られるか、またザイモグラムと前胸背縦条斑紋との関連などについて調べた。さらに、エステラーゼバンドAの遺伝様式について室内で継代飼育している系統を用いて交雑実験を行った。それらの結果について報告する。

### 材料および方法

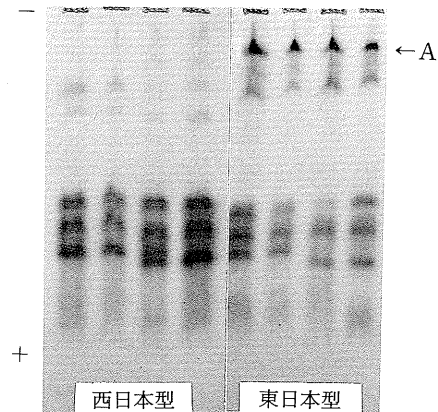
供試虫：1991, '92年鳥取市西部（鳥取市湖山町鳥取大学）、鳥取市東部（鳥取市滝山）、鳥取県中部（鳥取県東伯郡関金町）、出雲（島根県出雲市芦渡町島根県農業試験場）、徳島（徳島県麻植郡鴨島町徳島県蚕業試験場）、愛媛（愛媛県大洲市徳森愛媛県蚕業試験場）、群馬（群馬県前橋市元総社町群馬県蚕業試験場）、宇都宮（栃木県宇都宮市峰町宇都宮大学）、福島（福島県伊達郡梁川町福島県蚕業試験場）の各地より成虫を採集した。

アガロースゲル電気泳動法による分析からエステラーゼバンドAが東日本型に発現し、それは孵化直前より成虫期までどの段階でも見られる。そして、西日本型に発現しないことが判明している（第1図）。一方、成虫の前胸背縦条斑紋は連続型が東日本型に、分断型は西日本型に多いことが明らかにされている。これら成虫を用いて、バンドA発現の地理的変異ならびに前胸背縦条斑紋との関連など調査した。

次に、室内で継代飼育している東日本型として宇都宮、福島系統、西日本型として出雲、愛媛系統を用いて交雑実験を行った。

成虫の雌雄各組はプラスチック製の昆虫飼育箱内で、シャーレに水を入れ、それに桑葉をさして与え飼育した。採卵は桑の枝条（φ約2cm、長さ20cm）か、試験管に湿った濾紙と桑葉を重ね巻き付け、輪ゴムで止めて作った人工枝を用いて産卵させ数日ごとに取り替え行った<sup>7)</sup>。卵はシャーレ内で適度な水分を与えた濾紙をしき孵化させた。幼虫はプラスチックシャーレ（φ5.5cm、深さ1.3cm）を用いて人工飼料を2～3週間毎に交換して飼育した。卵ならびに幼虫は25°C、14時間明：10時間暗の条件で保護した。羽化後の成虫はシャーレ（φ9cm）に濾紙をしき桑葉を与え2週間以上飼育した。

人工飼料は、稚蚕用人工飼料（片倉工業）75g、セルローズパウダー75g、寒天10gにソルビン酸飽和液480mlを加えて良く混合し、オートクレーブで120°C、20分間殺菌し



第1図 アガロースゲル電気泳動法におけるエステラーゼザイモグラム成虫全個体

て作った<sup>10)</sup>。

交雑組合せ：1) 西日本型(♀)×東日本型(♂)および、東日本型(♀)×西日本型(♂)24組、西日本型(♀)×西日本型(♂)4組を作った。F<sub>1</sub>各組における孵化幼虫10匹程度を用いて電気泳動を行いエステラーゼバンドAの発現を調べた。西日本型と東日本型の交雑においてはバンドAの発現した組を、西日本型同士の交雑ではバンドAを発現しないことを確認して供試した。本実験(F<sub>1</sub>)では成虫まで飼育した。

2) F<sub>2</sub>ではF<sub>1</sub>で全成虫がバンドAを持つ系統でF<sub>1</sub>×F<sub>1</sub>を作った。

3) 戻し交雑として、F<sub>1</sub>世代において全成虫がバンドAを持つ個体と、持たない西日本個体との交互交雑を行った。

2, 3の実験では孵化幼虫は調査まで-20°Cに凍結保存し、エステラーゼバンドAの発現率を調べた。

なお、成虫の雌雄は触角の長さや体長の割合、腹部末端の環節の幅などから判別した。

試料の調製：凍結保存していた孵化幼虫は個体ごとに小型乳鉢に取り、脱イオン水1滴を加えガラス棒で磨砕し、キムワイブの薄片をおきそのうにレース糸を載せ液を直接吸収させた。これをアガロースゲルフィルムに軽く埋め込ませた後電気泳動に供した。

成虫は少なくとも羽化後2週間以上経たものを用い、体重比1:1.1の割合で脱イオン水を加え氷冷しながら磨砕し、15,000g10分間遠心し、その上清をレース糸に吸収させ電気泳動に用いた。

アガロースゲルフィルムの作成, 電気泳動ならびにエステラーゼ活性の検出は前報<sup>15)</sup>の方法に従って行った。

### 結 果

1991, '92年全国各地より採集したキボシカミキリ成虫のエステラーゼバンドAの発現率について調べた(第1表)。その結果, 採集した時期や個体数は各地で異なるが, バンドAの発現率は, 西日本の鳥取県中部, 出雲, 徳島, 愛媛ではいずれも0%であった。しかし, 鳥取市西部では'91年30.9%, '92年8.6%, 鳥取市東部で'92年12.5%の発現を見た。一方, 東日本では群馬'91年42.3%, 宇都宮'91年58.3%, '92年35.9%, 福島'91年33.3%, '92年52.5%の発現が見られた。このように年次や場所で変動はあるが, バンドAの発現率は西日本で鳥取市を除いて0%であるのに対して東日本で30%~60%となった。

1992年採集した個体について, 東日本型と西日本型に分けられる一つの指標である前胸背の縦条斑紋型とエステラーゼバンドA発現個体との関係について調べた(第2表)。その結果, 西日本の鳥取県中部, 出雲, 愛媛ではバンドAの発現が見られず, 斑紋も分断型がほとんどであることから関係は見られない。採集個体の斑紋型についてみると, 鳥取市西部では105個体中分断型64個体, 連続型9個体(8.6%), 鳥取市東部では分断型8個体のみであった。一方, 連続型は宇都宮で39個体中27個体(69.2%), 福島で59個体中31個体(52.5%)となり, 連続型を示す個体が西日本にほとんど発現しないのに対して東日本で多く発現した。

斑紋型とエステラーゼバンドA発現との関係についてみると, バンドAの発現率は鳥取市西部で斑紋が分断型の場合4.7%, 連続型で33.3%, 鳥取市東部の分断型で12.5%, 宇都宮の分断型で40.0%, 連続型で33.3%, 福島の分断型で40.0%, 連続型で54.8%となり, それぞれの斑紋型で同じような発現率を示し, 斑紋型とバンドA発現との関係は見られないものと考えられた。

また, 東日本(宇都宮, 福島)で採集した個体での雌雄別と斑紋型との関係を調べた結果(結果省略), 分断型が雄で34.1%, 雌で9.3%, 連続型が雄で54.5%, 雌で63.0%と分断型では雄が多く, 連続型では雌が多かった。

東日本型と西日本型を分ける一つの指標と考えられるエステラーゼバンドAの遺伝性について調べた。バンドAを持つ東日本個体(宇都宮, 福島系統)とそれを持たない西日本個体(出雲, 愛媛系統)を正逆交雑し, 各組の孵化幼虫約10匹づつ電気泳動した結果, 24組中9組でバンドAの発現が見られた。このF<sub>1</sub>9組は成虫まで飼育

第1表 アガロースゲル電気泳動法における  
エステラーゼバンドAの発現率

採集地	採集年月	供試個体数 (匹)	バンドA 発現個体数 (匹)	バンドA 発現率 (%)
鳥取市西部	1991.8~11	68	21	30.9
	1992.5~11	105	9	8.6
鳥取市東部	1992.7	8	1	12.5
鳥取県中部	1991.7	6	0	0.0
	1992.7	64	0	0.0
出雲	1992.7	37	0	0.0
徳島	1991.8	32	0	0.0
愛媛	1992.6	29	0	0.0
群馬	1991.9	26	11	42.3
宇都宮	1991.9	12	7	58.3
	1992.8	39	14	35.9
福島	1991.9	9	3	33.3
	1992.9	59	31	52.5

第2表 エステラーゼバンドAと斑紋との関係

採集地	斑紋型	供試個体数 (匹)	バンドA 発現個体数 (匹)	バンドA 発現率 (%)
鳥取市西部	分断	64	3	4.7
	中間	32	3	9.4
	連続	9	3	33.3
	小計	105	9	8.6
鳥取市東部	分断	8	1	12.5
	中間	0	0	0.0
	連続	0	0	0.0
	小計	8	1	12.5
宇都宮	分断	5	2	40.0
	中間	7	3	42.9
	連続	27	9	33.3
	小計	39	14	35.9
福島	分断	15	6	40.0
	中間	13	8	61.5
	連続	31	17	54.8
	小計	59	31	52.5

供試個体は1992年に採集。

第3表 F<sub>1</sub>世代におけるバンドAの分離

組合せ	F1 系統名	供試 個体数	分離		$\chi^2$ (1:1)	
			活性型	不活性型		
愛媛1×福島1	Z1	♀	33	33	0	—
		♂	21	21	0	—
	計	54	54	0	—	
出雲1×福島2	X1	♀	57	57	0	—
		♂	43	43	0	—
	計	100	100	0	—	
出雲2×福島3	O1	♀	38	21	17	0.421
		♂	42	17	25	1.521
	計	80	38	42	0.200	
出雲3×宇都宮1	O2	♀	36	17	19	0.111
		♂	30	14	16	0.133
	計	66	31	35	0.242	
出雲4×宇都宮2	O3	♀	44	21	23	0.091
		♂	51	23	28	0.490
	計	95	44	51	0.516	
出雲5×宇都宮4	O4	♀	21	11	10	0.048
		♂	7	6	1	3.571
	計	28	17	11	1.286	
出雲6×宇都宮4	O5	♀	12	7	5	0.333
		♂	20	10	10	0.000
	計	32	17	15	0.125	
宇都宮3×出雲7	P1	♀	31	20	11	2.613
		♂	24	10	14	0.667
	計	55	30	25	0.455	
福島4×出雲8	Q1	♀	36	18	18	0.000
		♂	22	10	12	0.182
	計	58	28	30	0.069	

しバンドAの分離および雌雄差を調べた(第3表)。以後、バンドAの発現したものを活性型、発現しなかったものを不活性型として表した。その結果、9組中2組でバンドAがすべての成虫に見られた。また、残りの7組では約半数の成虫でバンドAの発現が見られた。 $\chi^2$ 検定すると7組すべて、また雌雄別においても1:1の分離に適合した。その結果についてまとめたものが第4表である。西日本×東日本の2組では、雌90個体、雄64個体すべて

第4表 西日本個体・東日本個体間のF<sub>1</sub>世代におけるバンドAの分離

組合せ <sup>1)</sup>	供試 個体数	分離		$\chi^2$ (1:1)	
		活性型	不活性型		
西日本個体	♀	90	90	0	—
	♂	64	64	0	—
東日本個体	計	154	154	0	—
西日本個体	♀	151	77	74	0.060
	♂	150	70	80	0.667
東日本個体	計	301	147	154	0.163
東日本個体	♀	67	38	29	1.209
	♂	46	20	26	0.783
西日本個体	計	113	58	55	0.080

1) 出雲、愛媛系統を西日本個体、宇都宮、福島系統を東日本個体として取りまとめた。

バンドAの発現が見られた。西日本×東日本の5組では、活性型：不活性型は雌151個体で77:74に、雄150個体で70:80に分離した。そして、東日本×西日本の2組では、活性型：不活性型は雌67個体で38:29、雄46個体で20:26に分離した。これらは雌雄別においても合計においても、 $\chi^2$ 検定の結果1:1の分離に適合した。

F<sub>1</sub>成虫すべてにバンドAが発現した2組でF<sub>1</sub>同士の交雑を4組行つた(第5表)。その結果、F<sub>2</sub>の孵化幼虫で約75%にバンドAの発現が見られた。 $\chi^2$ 検定の結果、4組すべて3:1の分離に適合した。結果をまとめると、総数684個体中活性型：不活性型が498:186に分離し、 $\chi^2$ 検定において3:1の分離に適合した。

また、戻し交雑としてF<sub>1</sub>成虫すべてにバンドAが発現した2組と発現の見られない西日本個体を交互交雑した(第6表)。その結果、F<sub>2</sub>の孵化幼虫におけるバンドAはすべての組で1:1の分離に適合した。結果をまとめると、西日本×F<sub>1</sub>の4組では総数652個体中活性型：不活性型が330:322に、F<sub>1</sub>×西日本の2組では総数337個体中活性型：不活性型が167:170に分離した。 $\chi^2$ 検定の結果いずれも1:1の分離に適合した。

以上の結果より、エステラーゼバンドAは常染色体上に位置する優性遺伝子に支配されていることが明らかとなった。

第5表 F<sub>1</sub>個体間交雑後代におけるバンドAの分離

組合せ	供試 個体数	分 離		$\chi^2$ (3:1)
		活性型	不活性型	
X1×Z1	167	126	41	0.017
X1×Z1	228	158	70	3.958*
Z1×X1	104	83	21	1.282
Z1×X1	185	131	54	1.731
計	684	498	186	1.754

\*5%水準で有意。

第6表 西日本個体による戻し交雑後代におけるバンドAの分離

組合せ	供試 個体数	分 離		$\chi^2$ (1:1)
		活性型	不活性型	
出雲×Z1	181	93	88	0.138
出雲×Z1	99	51	48	0.045
出雲×X1	202	95	107	0.712
愛媛×X1	170	91	79	0.847
計	652	330	322	0.098
Z1×出雲	166	87	79	0.385
X1×出雲	171	80	91	0.707
計	337	167	170	0.027

## 考 察

全国各地より採集したキボシカミキリ成虫を用いてアガロースゲル電気泳動法によりエステルゼバンドAの検出を行った。その結果、供試個体数は場所や年次でかなり異なったが、バンドAは西日本（鳥取市を除く）で見られず、東日本で30数～60%の個体に発現するという地域差が見られた。鳥取市西部で、小原らが1988年孵化幼虫を用いて調べた時にはバンドAの発現は認められなかったが今回発現が見られた、その原因については不明である（未発表）。

新谷ら<sup>17)</sup>はポリアクリルアミドゲル電気泳動法により、キボシカミキリ卵のエステルゼアイソザイムについて調べ、A、B二つのバンド群を見出し、Bバンドの発現割合の違いから地理的変異を認めている。

本研究において、新谷らの報告とは実験方法や供試した個体の発育段階も異なるが、東日本でエステルゼバンドAの発現したことは地理的変異の指標となるものと考えられる。

前胸背縦条斑紋は西日本では分断型、東日本では連続型か中間型を示すといわれている<sup>9)</sup>。各地より採集した成虫で斑紋型を調べた結果、ほぼ同様な結果が得られた。斑紋型と東日本型の特性であるエステルゼバンドA発現との相関を見た結果関係は見られなかった。また、斑紋型の発現には性差が見られ、分断型は雄に多く、連続型は雌に多かった。

榊原ら<sup>14)</sup>はキボシカミキリ幼虫の休眠性と成虫の前胸背縦条斑紋との2形質を指標として選抜した関東型系統(非休眠・連続型)と関西型系統との正逆交雑ならびに戻し交雑を行い両形質の遺伝様式を検討した。その結果、性染色体上と常染色体上に休眠に関与する遺伝子がある。そして、前胸背黄条斑の発現は、雌では連続型が雄では分断型が多く見られた。また、新谷ら<sup>17)</sup>はキボシカミキリ卵のエステルゼアイソザイムにおける地理的変異と成虫の斑紋形態との直接的な相関は認められなかったと報告している。

キボシカミキリの斑紋型、幼虫の休眠性とエステルゼバンドは地理的変異の指標とされているがそれらの関連は明らかでなかった。

東日本型に特徴的であるエステルゼバンドAに関して、東日本型と西日本型の交互交雑、F<sub>2</sub>、戻し交雑を行って遺伝様式について調べた。その結果、常染色体上に位置する優性遺伝子に支配されていることが明らかとなった。

本研究に用いた原名亜種 (ssp. *hilaris*) は形態的ならびに生理生態的特性から東日本型と西日本型に分けられている。東日本型の起源については、昭和の初期頃台湾から人為的に移入されたか、あるいは中国北部から移入された可能性も指摘されている。そして、それらは戦後分布を拡大している<sup>4,11,12)</sup>。東日本にエステルゼバンドAを持つ個体が多いことは移入昆虫がその特性を持っていた可能性があり、それを確かめるためには原産地のキボシカミキリについてのより詳しい調査が是非必要である。

東日本でエステルゼバンドAの発現は50%前後となり、年次や場所により変動は見られたが有意差は見られなかった。本成虫の生存期間は長く、従って産卵期間も長く、交配の機会さえあれば分布拡大の可能性が考えられる。キボシカミキリの桑園内での移動は直線距離で50m以上の個体もあるが、平均12mと比較的行動範囲は狭い<sup>9)</sup>。従って、その拡散には桑の枝条の移動とか人為的役割があるかもしれない。また、本虫は多重交配行動をすることがよく知られている。横井<sup>18)</sup>はその交尾様式を研究

し精子置換のあることを報告している。このことは野外では同じ雌からいろいろな子孫ができることになる。そして、東日本型幼虫は非休眠性であるといわれている。生態的に生息環境へいかに適合するかが重要である。さらに、エステラーゼバンドAと斑紋型、幼虫の休眠性とは独立に遺伝することが明らかとなった。キボシカミキリの分布様式を考えるとき注意すべき点である。

### 総 括

キボシカミキリ (*Psacotha hilaris* PASCOE) 成虫を全国各地より採集し、アガロースゲル電気泳動法によってエステラーゼザイモグラムのバンドA発現について調査した。その結果、バンドAは西日本では鳥取市を除いては発現が見られず、東日本で年次や場所によりかなり変異はあるが30数~60%の個体に発現し地理的変異が認められた。このことはエステラーゼバンドAが東日本型と西日本型を分ける一つの指標になると考えられる。また、両型を分ける指標である成虫前胸背縦条斑紋の形態とエステラーゼバンドA発現との関連について調べた結果、斑紋型とバンドA発現との間に関連は認められなかった。次いで、エステラーゼバンドAの遺伝様式を調べるために、バンドAを持つ東日本型とそれを持たない西日本型の正逆交雑、F<sub>2</sub>、戻し交雑を行って調べた。その結果、バンドAは常染色体上に位置する優性遺伝子により支配されていることが明らかとなった。

### 謝 辞

本研究の一部は文部省科学研究費(課題番号02660057)の補助を得て行った。成虫の採集にご協力頂いた、荒川昭弘博士(福島蚕試)、管家英治助教授(宇都宮大学)、清水治氏(群馬蚕試)岸将八郎氏(島根農試)、平川文男氏(徳島蚕試)、密田和彦氏(愛媛蚕試)の諸氏に感謝申し上げます。

### 引用文献

- 1) ABID, H. S., KINDLER, S. D., JENSEN, S. G., THOMAS-COMPTON, M. A. and SPOMER, S. M. : Isozyme characterization of sorghum aphid species and greenbug biotypes (Homoptera : Aphididae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 82 303-306 (1989)
- 2) GOKA, K. and TAKAFUJI, A. : Enzyme variations among Japanese populations of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* KOCH. *Appl. Entomol. Zool.*, 27 141-150 (1992)
- 3) GOTOH, T. and ISHIKAWA, Y. : Separation of *Panonychus ulmi*, *P. thelytokus* and *P. bambusicola* (Acari : Tetranychidae) by esterase zymograms. *Appl. Entomol. Zool.*, 27 598-601 (1992)
- 4) 平山洋人・石原 廉 : 地理的変異から見たキボシカミキリの最近の蔓延に関する一考察。日本蚕糸学会, 第53回大会講演要旨 (1983)
- 5) HSIAO, T. H. : Estimation of genetic variability amongst Coleoptera In *Electrophoretic Studies on Agricultural Pests*. Edited by LOXDALE, H. D. and HOLLANDER, J. D. Clarendon Press, Oxford, (1989) pp. 143-180
- 6) 伊庭正樹 : キボシカミキリの生態学的研究4. 成虫の前胸背斑紋に見られる地理的変異。日蚕雑, 49 429-433 (1980)
- 7) 伊庭正樹 : キボシカミキリに対する桑葉および数種クワ科植物葉の産卵誘発。日蚕雑, 58 499-504 (1989)
- 8) 伊庭正樹・井上昭司・菊地 実 : キボシカミキリの生態学的研究1. 成虫の発生消長にみられる地方的差異。日蚕雑, 45 156-160 (1976)
- 9) 菊地 実・原田直国 : キボシカミキリの生態に関する研究10. 成虫の行動圏。日本蚕糸学会, 第50回大会講演要旨 (1980)
- 10) KUWAHARA, M., MIYATA, T., SAITO, T. and ETO, M. : Relationship between high esterase activity and *in vitro* degradation of <sup>14</sup>C-malathion by organophosphate-resistant and susceptible strains of the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* KISHIDA (Acarina : Tetranychidae), and their inhibition with specific synergists. *Appl. Entomol. Zool.*, 16 297-305 (1981)
- 11) 草間慶一・高桑正敏 : 日本産カミキリ大図鑑, 日本鞘翅目学会, 講談社, 東京 (1984) pp. 445-447
- 12) 榎原 寛 : 日本の昆虫 侵略と攪乱の生態学, 桐谷圭治編, 東海大学出版会, 東京 (1986) pp. 96-106
- 13) 宮ノ下明大・田付貞洋・草野忠治・藤井宏一 : スギマルカイガラムシのエステラーゼアイソザイム変異。応動昆, 35 317-321 (1991)
- 14) SAKAKIBARA, M. and KAWAKAMI, K. : Larval diapause inheritance mode in two ecotypes of the yellow-spotted longicorn beetle, *Psacotha hilaris* (PASCOE) (Coleoptera : Cerambycidae). *Appl. Entomol. Zool.*, 27 47-56 (1992)

- 15) 澤村信生・網代健一郎・小原隆三・甲斐英則・東 政明：キボシカミキリの各種アイソザイムの系統間ならびに雌雄間差異。鳥大農研報, 48 1-7 (1995)
- 16) 島根孝典・河上清：人工飼料によるキボシカミキリの大量累代飼育法。蚕糸昆虫研報, 2 65-112 (1991)
- 17) SHINTANI, Y., ISHIKAWA, Y. and HONDA, H. : Geographic variation in esterase isozymes of the yellow-spotted longicorn beetle, *Psacotheta hilaris* (PASCOE) (Coleoptera : Cerambycidae). Appl. Entomol. Zool., 27 57-64 (1992)
- 18) YOKOI, N. The sperm removal behavior of the yellow-spotted longicorn beetle *Psacotheta hilaris* (Coleoptera : Cerambycidae) Appl. Entomol. Zool., 25 383-388 (1990)
- 19) 吉武成美：日本産クワコのエステラーゼおよびホスハターゼ型の地域的差異。日蚕雑, 37 195-200 (1968)