

長野県伊那地方におけるオオニジュウヤホシテントウ群の生態 IV. ジャガイモを寄主とする 2 種個体群のジャガイモと野生植物における増殖率¹⁾

白 井 洋 一²⁾

信州大学農学部

Ecological Studies on Phytophagous Lady Beetles, *Epilachna vigintioctomaculata* Complex (Coleoptera: Coccinellidae) in the Ina Area, Nagano Prefecture. IV. Reproductive Ability on Potato or Wild Plants of Two Species of *Epilachna* Beetles. Yoichi SHIRAI³⁾ (College of Agriculture, Shinsyu University, Ina, Nagano 399-45, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* **34**: 199-204 (1990)

E. vigintioctomaculata and *E. yasutomii*, which feed on potato plant in the field, were reared on potato (*Solanum tuberosum*) leaves or wild native host plants in this laboratory study. Reproductive ability (number of females produced by an overwintered female) of *E. vigintioctomaculata* reared on potato was about 14-fold greater than that of individuals reared on a wild plant, deadly nightshade (*Scopolia japonica*), due to a greater number of eggs laid per female and survival rate in immature stages. Reproductive ability of *E. yasutomii* reared on potato was about 3-fold and 10-fold greater than those of individuals reared on deadly nightshade and blue cohosh (*Caulophyllum robustum*), respectively, due to the greater numbers of eggs laid per female. There were no differences in survival rates of immature stages of *E. yasutomii* reared on the three food plants. When these results were compared with those of the non-pest populations feeding on wild plants in the field, there were no clear differences in host plant adaptation between the pest and non-pest populations in both *E. vigintioctomaculata* and *E. yasutomii*.

緒 言

オオニジュウヤホシテントウ群 (以下 Ev 群 とする) は、オオニジュウヤホシテントウ *Epilachna vigintioctomaculata* (以下 Ev とする)、ヤマトアザミテントウ *E. niponica* (以下 En とする)、ルイヨウマダラテントウ *E. yasutomii* (以下 Ey とする) およびエゾアザミテントウ *E. pustulosa* の 4 種によって構成されている (KATAKURA, 1981)。長野県伊那地方では、Ev は同地方一帯で、Ey は愛知・静岡県境の南部地域でジャガイモ・ナスなどナス科作物の害虫となっている (後者はこれまで「東京西郊型エピラクナ」と呼ばれていたが (安富, 1976), 本報では片倉 (1988) に従い、一括して Ey として扱った)。一方、野生植物を寄主とする非害虫個体群として、Ev (寄主植物はハシリドコロ *Scopolia japonica* (ナス科)), En

(*Cirsium* 属のアザミ (キク科)) および Ey (ルイヨウボタン *Caulophyllum robustum* (メギ科) とハシリドコロ) が局所的に分布している (白井, 1987)。著者 (1987) は先に、野生植物を寄主とする、これら 3 種個体群を材料として、それぞれの寄主である野生植物とジャガイモを与えたときの増殖率を室内実験によって比較した。この結果、Ev と Ey ではジャガイモを食草としたとき、野生植物を与えたときに比べて、1 雌あたり産卵数の増加により個体群増殖率が上昇し (未成熟期生存率は変化しない)、En ではジャガイモを食草としたとき、産卵数、未成熟期生存率とも低下することが明らかになった。

本報では、ナス科栽培植物を寄主として害虫化している Ev と Ey の 2 種個体群にジャガイモと野生植物を与えて飼育し、それぞれの増殖率を求め、野生植物を寄主としている非害虫個体群 (白井, 1987) との間に食草に

1) オオニジュウヤホシテントウ群の分類方法は KATAKURA (1981) に従い、属名は黒澤ら (1985) に従い、従来の *Henosepilachna* から *Epilachna* に改めた。

2) 現在 農業環境技術研究所

3) Present address: National Institute of Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

1989 年 6 月 19 日受領 (Received June 19, 1989)

1990 年 2 月 10 日登載決定 (Accepted February 10, 1990)

対する適合性に違いが見られるかを比較した。

本報のとりまとめにおいて、ご助言をいただいた農業環境技術研究所昆虫行動研究室長・法橋信彦博士に謝意を表す。

材料と方法

1. 供試材料

実験に用いた Ev と Ey の越冬成虫は、それぞれ 1981 年 5 月中旬に出芽直後のジャガイモ畑から採集した (Table 1)。採集当日、ジャガイモ畑では産卵がごく少数しか確認されなかったため、採集した雌成虫は産卵活動前の個体とみなした。両種とも春から夏まではおもにジャガイモを寄主とし、新成虫出現後の夏から秋にはナスやトマトなどを寄主としていた。なお En では、ジャガイモなど栽培植物を主要な寄主とする害虫化した個体群は、伊那地方からはこれまでに発見されていない。以下の実験は、1981 年に信州大学農学部応用昆虫学実験室で室温・自然日長条件下で行った。1981 年の実験期間中 (5~9 月) の月別平均気温 (信州大学農学部農場観測値) は、白井 (1987) を実施した 1980 年との間に有意差はなかった。

4 月 5 月 6 月 7 月 8 月 9 月

1981 年 — 13.3 17.6 22.2 21.5 16.8 (°C)

1980 年 8.0 14.1 19.2 20.3 21.2 17.3

2. 雌成虫の産卵と孵化率

採集した越冬成虫を雌雄 1 対ずつ、ポリエステルゴースでふたをしたプラスチックシャーレ (直径 9 cm, 高さ 4 cm) に入れ、ジャガイモか野生植物のいずれかの葉を与えた。野生植物は、Ev ではハシリドコロ、Ey ではハシリドコロカレイヨウボタンで、ジャガイモは大学構内圃場で栽培した「男爵」を用いた。供試数は各植物に対しそれぞれ 20 とした。シャーレは毎日点検し、成虫の生存と産卵数を記録した。食草は 1~2 日おきに交換し、雄成虫が死亡したときは補充し、雌成虫が死亡した時点で実験を打ち切り、供試虫が生存していた場合も 9 月 30

Table 1. Origin of the adult beetles examined

Species (abbreviation)	Locality (elevation, m)	Host plant	Date of collection
<i>E. vigintioctomaculata</i> (Ev)	Nakaya, Takatoh, Nagano (800)	Potato	May 20, 1981
<i>E. yasutomii</i> (Ey)	Ugusu, Tenryu, Nagano (300)	Potato	May 11, 1981

日で実験を終了した (9 月に産卵した雌はなかった)。卵塊あたり卵粒数 (以下卵塊サイズとする) と孵化率は、産卵された全卵塊のうち、ポリエステルゴースか食草上に産卵し、成虫にともぐいされなかった卵塊を対象にして調べた。産卵雌率は供試雌 20 匹のうち、少なくとも 1 卵塊以上産卵した雌の割合とした。

3. 未成熟期の発育

上記実験で得た孵化幼虫を、1 卵塊集団から 8~10 匹ずつ、ポリエステルゴースでふたをしたプラスチックシャーレ (直径 15 cm, 高さ 6 cm) に入れ、それぞれ成虫と同じ食草を与えて、生存数を毎日数え、生存率と発育日数を調べた。供試 (卵塊集団) 数は 8~12 で、それぞれ異なる雌が産卵した卵塊を用いた。食草は 3 齢期までは 1~2 日おき、4 齢期は毎日、新鮮な葉と交換し、幼虫が新葉に移動してから古葉を取り除き、幼虫の損傷を防いだ。

4. 世代あたり増殖率

食草に対する適合性を、親世代の産卵から次世代の羽化期までを通して評価するため、世代あたり増殖率 (1 匹の雌成虫が産出する次世代雌成虫数) を以下のように定義した (羽化成虫の性比は 1:1 とみなした)。

$$\text{世代あたり増殖率} = (\text{1 雌あたり産卵数}) \times (\text{孵化率}) \\ \times (\text{幼虫} \cdot \text{蛹期生存率}) \times 0.5$$

結 果

1. 産卵雌率・産卵数・卵塊サイズ

Table 2 にジャガイモと野生植物を与えたときの、産卵雌率、1 雌あたり産卵数および卵塊サイズを示した。

Ev: 産卵雌率はジャガイモ区では 100% であったが、ハシリドコロ区では 60% であった。1 雌あたり産卵数

Table 2. Ovipositional traits in the two *Epilachna* species reared on potato or wild plant leaves

Species	Food plant ^{a)}	Females ^{b)} oviposition (%)	No. of eggs ^{b,c)} laid per female ($\bar{X} \pm \text{SD}$)	Egg-mass size ($\bar{X} \pm \text{SD}$) (No. of replications)
Ev	Potato	100.0	257.0 ± 160.0 a	20.8 ± 4.3 (20)
	DN	60.0	25.5 ± 25.1 b	17.2 ± 6.2 (12)
Ey	Potato	100.0	168.3 ± 101.9 a	16.7 ± 4.9 (21)
	BC	55.0	17.0 ± 21.1 b	13.4 ± 5.5 (11)
	DN	100.0	57.4 ± 41.9 c	13.2 ± 5.2 (21)

^{a)} DN: deadly nightshade, BC: blue cohosh.

^{b)} Twenty females were examined.

^{c)} No. of eggs laid per females examined.

Means followed by the different letters in the same species are significantly different at 5% level (by *t*-test).

Table 3. Duration of immature stages in the two *Epilachna* species reared on potato or wild plant leaves

Species	Food plant	No. of replications	Immature stage (days)						Total ($\bar{X} \pm SD$)
			L-1	L-2	L-3	L-4	Pre-P	Pupa	
Ev	Potato	12	5.5	3.4	3.9	5.5	2.6	6.1	27.1 \pm 1.4
	DN	8	5.3	5.1	2.6	5.5	2.6	6.7	27.4 \pm 3.0
Ey	Potato	9	6.2	3.6	4.4	5.2	2.7	7.3	29.4 \pm 1.5
	BC	8	7.0	4.6	4.1	5.6	2.8	7.2	31.2 \pm 1.6
	DN	8	6.1	3.7	4.6	6.4	2.8	7.1	30.7 \pm 1.4

Table 4. Survival rate during immature periods and reproductive rates in the two *Epilachna* species reared on potato or wild plant leaves

Species	Food plant	Survival (%) ($\bar{X} \pm SD$) (No. of replications)			Reproductive rate ^{a)}
		Egg	Larva and Pupa	Total	
Ev	Potato	97.7 \pm 4.9 (20)	77.9 \pm 20.4 (12)	76.1	97.8
	DN	88.2 \pm 30.6 (12)	60.6 \pm 13.9 (8)	53.5	6.8
Ey	Potato	95.8 \pm 8.1 (21)	75.5 \pm 27.6 (9)	72.3	60.8
	BC	98.2 \pm 5.2 (11)	72.0 \pm 17.0 (8)	70.7	6.0
	DN	89.0 \pm 24.7 (21)	82.5 \pm 10.8 (8)	73.4	21.1

^{a)} Estimated number of females produced by an overwintered female = (no. of eggs laid per female) \times (total survival rate) \times 0.5.

もハシドリコロ区はジャガイモ区の約 10 分の 1 であった。卵塊サイズには有意差がなかった。

Ev: 産卵雌率は、ジャガイモ区とハシドリコロ区では 100% であったが、ルイヨウボタン区では 55% であった。1 雌あたり産卵数は、ジャガイモ区 > ハシドリコロ区 > ルイヨウボタン区の順で、いずれの区間にも有意差があった。卵塊サイズは各区間に有意差がなかった。

2. 未成熟期の生存率と発育日数

Table 3 にジャガイモと野生植物を与えたときの、幼虫・蛹期(卵期は未調査)の発育日数を、また Table 4 に卵から羽化期までの生存率を示した。

Ev: 幼虫・蛹期の発育期間は、ジャガイモ区とハシドリコロ区の間有意差がなかった (Table 3)。孵化率、幼虫・蛹期生存率は別々に検定すると、どちらもバリエーションが大きく有意差が認められなかったが、未成熟期を通して見た生存率は、ジャガイモ区 (76.1%) がハシドリコロ区 (53.5%) よりかなり高かった (Table 4)。

Ey: 幼虫・蛹期の発育期間は、いずれの区間でも有意差がなかった (Table 3)。また孵化率、幼虫・蛹期生存率も、いずれの区間でも有意差がなく、未成熟期を通して見た生存率はほとんど等しかった (Table 4)。

3. 世代あたり増殖率

Table 4 に、世代あたり増殖率(親世代の産卵から次世代の羽化までの増殖率)を示した。

Ev: ジャガイモ区の世代あたり増殖率 (97.8) はハシドリコロ区 (6.8) の約 14 倍であった。これはジャガイモ区の 1 雌あたり産卵数と未成熟期生存率が、いずれもハシドリコロ区より高かったためで、Ev では世代を通してハシドリコロ区よりもジャガイモに対する適合性が高かった。

Ey: ジャガイモ区の世代あたり増殖率 (60.8) は、ハシドリコロ区 (21.1) の約 3 倍、ルイヨウボタン区 (6.0) の約 10 倍であった。三つの食草間の差はいずれも 1 雌あたり産卵数の差によるもので、未成熟期の適合性はいずれの食草区でも高く、Ey では食草に対する適合性の差は産卵期にだけ認められた。

考 察

著者 (1987) は、伊那地方で野生植物を寄主として個体群を維持していると考えられる Ev (オオニジュウヤホシテントウ) と Ey (ルイヨウマダラテントウ) について、本報と同様の方法で個体群増殖率を求めた。ここでは、本報の害虫個体群の結果と合わせて、食草(栽培植物と野生植物)に対する適合性を比較する。

まず Ev について、産卵雌率、1 雌あたり産卵数、幼虫・蛹期生存率、世代あたり増殖率および幼虫・蛹期発育日数の 5 項目を比較した。害虫、非害虫の両個体群とも産卵雌率、1 雌あたり産卵数および世代あたり増殖率はジャガイモ区のほうが高く、幼虫・蛹期の生存率と発

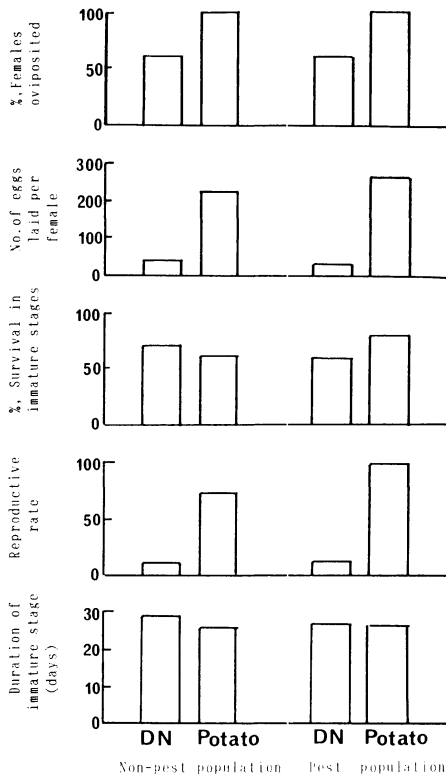


Fig. 1. Comparison of population parameters between non-pest and pest populations of *Epilachna vigintioctomaculata* (Ev) reared on potato and deadly nightshade (DN) leaves. Source for non-pest population: SHIRAI (1987).

育日数はジャガイモ区、ハシリドコロ区でほとんど差がないことから、二つの食草に対し同じような適合性を示していると考えられた (Fig. 1)。次に *Ey* で、同様に5項目を比較した場合も、害虫個体群のルイヨウボタン区の産卵雌率だけがジャガイモ区とハシリドコロ区より低いものの、両個体群とも、1雌あたり産卵数と世代あたり増殖率はジャガイモ区>ハシリドコロ区>ルイヨウボタン区の順であり、幼虫・蛹期の生存率と発育日数も3種の食草間でほとんど差がないことから、ジャガイモと2種の野生植物に対しほぼ同様の適合性を示していると考えられた (Fig. 2)。すなわち、*Ev*、*Ey* とも、害虫、非害虫両個体群の間で、食草に対する適合性に顕著な違いはないといえる。これは、野生植物 (ハシリドコロルイヨウボタン) を食草としたときは、現在これらを寄主として利用している非害虫個体群でも個体群増殖率が抑制され、一方、ジャガイモを食草としたときは、いままで

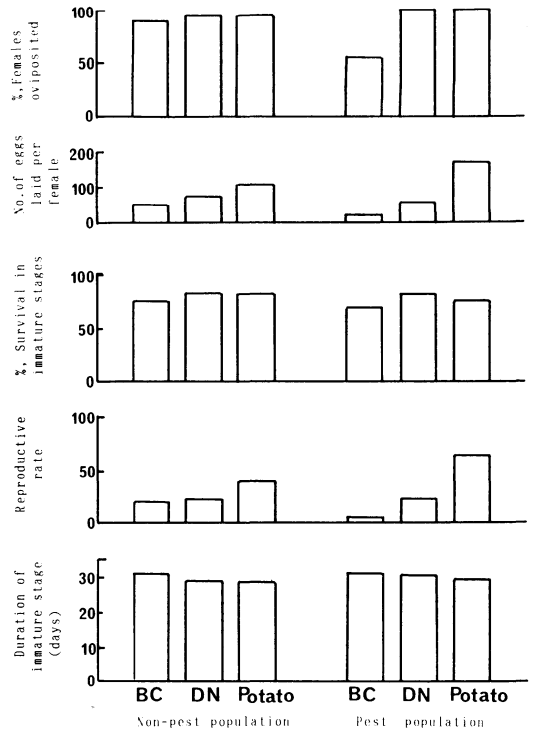


Fig. 2. Comparison of population parameters between non-pest and pest populations of *E. yasutomii* (Ey) reared on leaves of potato or wild plants, blue cohosh (BC) or deadly nightshade (DN). Source for non-pest population: SHIRAI (1987).

ジャガイモを食草とした経験がないと考えられる非害虫個体群でも、害虫個体群と同様の高い増殖率が得られた結果である。したがって今回供試した3種類の食草に限ってみれば、*Ev* および *Ey* 個体群の食草に対する適合性は、その植物を寄主として利用してきた前歴の影響を受けていないといえる。本報と白井 (1987) の実験では、*Ev*、*Ey* とも、供試したすべての成虫は、増殖率の低かった野生植物区でも、それぞれの食草をよく摂食し、少なくとも30日以上生存したことから、ハシリドコロとルイヨウボタンは、両種成虫の摂食行動や生育を阻害することなく、繁殖行動のみを抑制していると考えられる。また、非害虫個体群がジャガイモに対し初めから高い増殖率を示したのは、ジャガイモに対し生理的に前適応していた結果か、ジャガイモ葉には野生植物の葉のような産卵数を抑制する働きがないためと考えられる。

NAKAMURA (1983) は、アザミ、ルイヨウボタンおよびハシリドコロなど野生植物を寄主とする *Ev* 群テント

ウムシは、局所的に分布する植物上で小規模な個体群を維持していると考えた。本報の結果は、野生植物（および栽培植物）を寄主とする植食性昆虫個体群の増殖率の決定には、寄主植物の分布様式や現存量だけでなく、寄主植物成分の質的影響も大きいことを示唆している。野生植物は栽培植物に比べて、アルカロイド類、タンニン類など昆虫の摂食、産卵および発育に対し抑制的に働く2次物質を多量に含むものが多く（HARBORNE, 1977; BRATTSTEN, 1986）、Ev, Eyの寄主植物であるナス科やメギ科の野生植物には、強い有毒作用をもつアルカロイド類（atropin, magnoflorin など）を含むものが多い（木島ら, 1978）。これらの植物を食草とする昆虫は摂食量の抑制や消化・解毒に多くのエネルギーを費やすことによって、種本来の増殖力が低く抑えられていると考えられる。今後、Ev群の増殖力（とくに産卵数）に影響する植物成分の解明は、作物の虫害抵抗性に関する基礎研究としても重要と考えられる。

ところで、害虫個体群と害虫化以前の個体群の食性（本報では食草に対する適合性とした）を比較するには、害虫個体群の起源を含めて二つの個体群間の関連を明らかにしなければならない。SCHAEFER (1983) は、世界各地の *Epilachna* 属テントウムシの寄主植物を列挙し、北・中央アメリカでインゲン、ダイズなどマメ科作物の重要害虫である Mexican bean beetle *E. varivestis* の野生の寄主植物として、マメ科の *Desmodium* (ヌスビトハギ) 属、*Crotalaria* (タヌキマメ) 属を挙げた。しかし、本種の野生植物における個体群の食性や生活史特性は詳しくわかっていない。わが国では、巖 (1959) が京都の山間部の2地域から採集したコブオオニジュウヤホシテントウ（現在のヤマトアザミテントウ）のジャガイモに対する成虫の摂食率と幼虫生存率を比較し、アザミだけを寄主としている地域より、アザミとジャガイモを同時に寄主としている地域の個体群のほうが、ジャガイモに対し高い寄主植物適合性を示すと報告した。さらに巖・町田 (1961) は、成虫のジャガイモ摂食率は羽化直後の条件付け効果によって上昇したことから、ジャガイモに対する適合性は淘汰によって個体群レベルで上昇する可能性を指摘したが、その後詳しい研究がなされていない。

このように害虫化の過程についての研究が進行しない理由として、害虫個体群とその起源となる非害虫個体群の関連性を証明するのが困難であることと、現在ではまとまった集団を維持している非害虫個体群が発見されにくいことなどが考えられる。本研究でも、非害虫個体群（白井, 1987）と害虫個体群（本報）を直接関連させて害

虫化の過程を論ずるには、いくつかの問題がある。Evでは、伊那地方でもハシリドコロを寄主とする個体群はわずかししか発見されておらず、さらにハシリドコロがEvの発生消長に比べてひじょうに早く枯死することから（白井, 1988）、現在、広い分布域と発生量を示す害虫個体群が、ジャガイモの栽培開始以前にハシリドコロを寄主としていた個体群からすべて食草転換したのとは考えにくい。つまり、ジャガイモ以前の主要な寄主植物として、ハシリドコロ以外の野生植物が存在する可能性が考えられ、害虫化の過程を論ずるには、この点を明らかにしなければならない。北海道では、ジャガイモ以前の野生の寄主植物として、KATAKURA (1981) の詳細な調査により、オオマルバノホロシ *Solanum megacarpum* (ナス科) とミヤマニガウリ *Schizopepon bryoniaefolius* (ウリ科) が確認されている。片倉 (1988) は、本州では、ハシリドコロよりもむしろイガホウズギ *Physalisstrum japonicum* (ナス科) の可能性をあげているが、現在のところ、はっきりした結論は得られていない。またEyでは、地域個体群間の食性に著しい地理的変異があるため（KATAKURA, 1981; 片倉, 1988）、現時点では、本報の害虫個体群（下伊那郡天竜村）と約50 km離れた伊那市に分布する非害虫個体群（白井, 1987）を同じ起源の個体群として扱うことはできないだろう。そのためEyでは、害虫個体群と非害虫個体群を比較し、害虫化の過程を論ずる場合には、近接した個体群を対象としなければならない。

摘 要

1) 長野県伊那地方に分布するオオニジュウヤホシテントウ群のうち、ジャガイモやナスなどナス科作物を寄主とし害虫化しているオオニジュウヤホシテントウ(Ev)とルイヨウマダラテントウ(Ey, これまで「東京西郊型エピラクナ」と呼ばれていた)の2種個体群に、ジャガイモと野生植物を別々に与えて飼育し、産卵雌率、1雌あたり産卵数、卵塊サイズ、未成熟期の生存率と発育日数、および世代あたり増殖率を比較した。

2) Evではジャガイモを食草とすると、ハシリドコロを食草としたときに比べ、1雌あたり産卵数と未成熟期生存率が増加し、世代あたり増殖率は約14倍に増加した。卵塊サイズと未成熟期発育日数には食草間の差がなかった。

3) Eyではジャガイモを食草とすると、世代あたり増殖率はハシリドコロを食草としたときの約3倍、ルイヨウボタンを食草としたときの約10倍に増加した。こ

れは1雌あたり産卵数の差だけによるもので、未成熟期生存率には食草間の差がほとんどなかった。卵塊サイズと未成熟期発育日数にも食草間の差がなかった。

4) 以上の結果を、野生植物を寄主としている非害虫個体群の食草に対する適合性と比較したところ、Ev, Eyとも、害虫化した個体群と非害虫個体群の間に顕著な差はなかった。いずれの個体群もジャガイモを食草とすると、野生植物(ハシリドコロカルイヨウボタン)を食草としたときに比べて、おもに1雌あたり産卵数の増加によって、個体群増殖率が高くなった。

引用文献

- BRATTSTEN, L.B. (1986) Fate of ingested plant allelochemicals in herbivorous insects. In: Molecular Aspects of Insect-plant Association (L. B. BRATTSTEN and S. AHMAD eds.), New York: Plenum Press, pp. 211—256.
- HARBORNE, T.B. (1977) Introduction to Ecological Biochemistry. New York: Academic Press, 243 p.
- 巖 俊一 (1959) 京都付近のコブオオニジュウヤホシテントウの食草選好性, 特にその個体変異について. 生態昆虫 **8**: 10—21.
- 巖 俊一・町田明哲 (1961) 京都付近のコブオオニジュウヤホシテントウの食草選好性 (第2報). 生態昆虫 **9**: 9—16.
- KATAKURA, H. (1981) Classification and evolution of the phytophagous ladybirds belonging to *Henosepilachna vigintioctomaculata* complex. J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. VI, Zool. **22**: 301—378.
- 片倉晴雄 (1988) オオニジュウヤホシテントウ (日本の昆虫⑩), 東京: 文一総合出版, 159 p.
- 木島正夫・柴田承二・下村 孟・東 丈夫 (1978) 薬用植物大辞典 (第5版), 東京: 廣川書店, 468 p.
- 黒澤良彦・久松定成・佐々治寛之 編 (1985) 原色日本甲虫図鑑 (III). 大阪: 保育社, 500 p.
- NAKAMURA, K. (1983) Comparative studies on population dynamics of closely related phytophagous lady beetles in Japan. Res. Popul. Ecol. Suppl. **3**: 46—60.
- SCHAEFER, P.W. (1983) National enemies and host plants of species in the Epilachninae (Coleoptera: Coccinellidae). A world list. Agric. Exp. Stn. Univ. Del. Bull. **445**: 1—42.
- 白井洋一 (1987) 長野県伊那地方におけるオオニジュウヤホシテントウ群の生態 I. 野生植物を寄主とする3種個体群のジャガイモ受容性の比較. 応動昆 **31**: 213—219.
- 白井洋一 (1988) 長野県伊那地方におけるオオニジュウヤホシテントウ群の生態 III. ハシリドコロを寄主とするルイヨウマダラテントウの個体群動態と生活史特性. 日生態会誌 **38**: 111—119.
- 安富和男 (1976) 東京西郊型 *Epilachna* の分布地域と食性について. 昆虫 **44**: 111—114.