

Kontyú, 1973, 41 (3): 342-358.

ナミテントウおよびナナホシテントウの諸形質に及ぼす食物としての異種アブラムシの  
影響 (アブラムシ捕食性テントウムシの食生態に関する実験的研究 1)

岡本 秀俊・佐藤 美恵子<sup>1)</sup>

香川大学農学部応用昆虫学研究室

[HIDETOSHI OKAMOTO and MIEKO SATÔ. The influences of different aphids as  
food upon the ecological and morphological characters of the lady beetles  
*Harmonia axyridis* Pallas and *Coccinella septempunctata bruckii*  
Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) (Laboratory studies  
on food ecology of aphidophagous coccinellids 1)]

緒 言

昆虫とその天敵昆虫との間の関係は、捕食あるいは寄生という天敵の作用形態を区別しないまま、“食うものと食われるものの関係”としてまとめて扱われることが多い。これは被食者-捕食者関係と寄主-寄生者関係のいずれにおいても、昆虫と天敵昆虫の両者間には、相互作用的な関係が共通に存在するという理解によるものと考えられる。しかしながら、伊藤 (1963) の指摘にもみられるとおり、一個体の捕食者 (または寄生者) がたおす餌種 (または寄主) の量や、餌種 (または寄主) に到達する過程は、捕食と寄生とは異なる。このような指摘は、寄生者が寄主から受ける影響と捕食者が被食者から受ける影響では、捕食者が被食者から受ける影響の方が大きく、また、かかる影響の特質と、それに対する捕食者の対応のしかたを明らかにすることが、被食者-捕食者関係はもちろんのこと、広義の“食うものと食われるものの関係”の研究における重要課題の一つであることを示唆するように思われる。

“食われる”ことを媒介とする被食者の捕食者に対する影響が、被食者の質と量という二つの面をもつことについては異論はあるまい。被食者の質と量は被食者が捕食者によって探索され捕食されるまでと、捕食され体内にとりこまれた後という二つの過程で捕食者にその影響を及ぼすにちがいない。しかしながら、このような二つの過程における被食者の質および量の影響は、同じ性格のものとは考えにくい。したがって、被食者が捕食者に及ぼす影響は、質あるいは量という区別のしかただけでなく、捕食されるまでの過程のものと、捕食された後の過程におけるものに分けて研究し、それらを総合することによって明らかにされよう。

捕食までの過程における被食者の影響については、Ivlev (1959), Holling (1959 a, b) をはじめ、かなり多くの研究者によって実験的あるいは理論的な研究が行なわれている。しかしながら、捕食され体内にとりこまれた後の過程における被食者の影響については、研究の性格上、大量の餌種を必要とする (特に量的問題をとり扱う場合) という研究遂行上の困難性のためか、重要ではあっても十分な研究がなされているとは思えない。このような観点から筆者の一人岡本は、アブラムシとその捕食性テントウムシを材料に、捕食後の過程における被食者の質および量の影響を解明する一連の研究を行なって来た。本論文では餌アブラムシの種類がちがいを被食者の質がちがいの一つとしてとらえ、幼虫期に摂食したアブラムシの種がちがいがテントウムシの諸形質にどのような影響を及ぼすか、また被食者アブラムシに対する捕食者テントウムシの種特化性 Prey specificity がどのようなものかを明らかにするために行なった研究の一部を報告する。

本文に先立ち、常に適切な助言と鞭撻を賜わる松澤寛教授ならびに宮本裕三助教授 (香川大学農学部応用昆虫学研究室) に感謝する。また V. Landa 部長および I. Hodek 博士 (Institute of Entomology, Czechoslovak Academy of Science) は、国際シンポジウム Ecology of Aphidophagous Insects (1965年9月, Praha) において、筆者の一人岡本に本報に関連した報告とその討議を行なう特別の機会を与えられ、M. J. Way 教授 (Imperial College of Science and Technology, University of London) は、Prey specificity の生物学的意義に関し、有益な意見を寄せられた。ここに記して謝意を表す。

材料および方法

1. 供試昆虫

テントウムシ. 1963年5月、香川県木田郡三木町所在のキャベツ *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. の圃場で採集したナミテントウ *Harmonia axyridis* Pallas とナナホシテントウ *Coccinella septempunctata bruckii*

1) 旧姓、現在は市川美恵子、現住所：神戸市灘区将軍通1の9。

Mulsant (以下特別の場合を除き、両種をそれぞれナミ、ナナホシと略述する)の雌成虫を直径9 cmの普通型シャーレに1頭宛收容、キャベツ寄生のダイコンアブラムシ *Brevicoryne brassicae* L. を与えながら、25°Cの恒温、暗黒、関係湿度70ないし80%の条件下で飼育と採卵を行ない、この卵より孵化した幼虫を供試した。採卵用シャーレの濾紙片上に産下されたテントウムシの卵塊は、濾紙ごと2.2×9 cmのガラスチューブに収め、採卵と同一条件下で孵化するまで管理した。孵化後の幼虫は給餌アブラムシの種類が異なる6実験区にグループわけし、さらに孵化24時間後これらを個体飼育容器に移しかえ、定められた種類のアブラムシを餌種として与える飼育実験を開始した。この際、テントウムシの個体飼育に使用した容器は、卵塊を收容したものと同じ規格のガラスチューブで、10個のピンホールを設けたポリエチレンフィルムをチューブの開口部にゴムバンドでとめて蓋とした。

**アブラムシ.** テントウムシの餌種とした6種類のアブラムシとその寄主植物は第1表に示したとおりで、その選択に当っては、実験時に必要量を確保しやすい点を考慮した。アブラムシは寄主植物に寄生したままの状態で採集し、給餌に先立って小毛筆で植物体からとりはずし、所要以外の種類が混入している場合にはそれらの個体をとり除いた上でテントウムシの個体飼育容器に移し入れた。個体飼育容器には、別途に用意した、アブラムシの寄生をうけていない新

第1表. 供試餌アブラムシとその寄主植物。  
[Tab. 1. Aphids and their host plants used.]

餌アブラムシ [Aphid used as food]	寄主植物 [Host plant]
マメアブラムシ [Oriental pea aphid] <i>Aphis medicaginis</i> Koch	ニセアカシア [False acacia] <i>Robinia pseudoacacia</i> L.
ニワトコフクレアブラムシ [Japanese elder aphid] <i>Aulacorthum magnoliae</i> Essig et Kuwana	ニワトコ [Elder] <i>Sambucus sieboldiana</i> Blume
ダイコンアブラムシ [Cabbage aphid] <i>Brevicoryne brassicae</i> L.	キャベツ [Cabbage] <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> L.
モモコフキアブラムシ [Mealy plum aphid] <i>Hyalopterus arundinis</i> Fabricius	モモ [Peach] <i>Prunus persica</i> Bêtsch. var. <i>vulgaris</i> Maxim.
バラヒゲナガアブラムシ [Rose aphid] <i>Macrosiphum rosae ibarae</i> Matsumura	ノイバラ [Wild rose] <i>Rosa multiflora</i> Thunb.
キビクビレアブラムシ [Apple grain aphid] <i>Rhopalosiphum prunifoliae</i> Fitch	コムギ [Wheat] <i>Triticum sativum</i> Lam. var. <i>vulgare</i> Hack.

鮮な寄主植物を収め、餌植物不足と乾燥によるアブラムシの死亡の防止につとめた。なお餌アブラムシとして種類をとわず、有翅胎生雌成虫ならびに若虫と、無翅胎生雌成虫ならびに若虫の混合個体群を供試した。

## 2. テントウムシ幼虫の飼育管理と調査

個体飼育容器に收容したナミ、ナナホシ幼虫には、幼虫期間中、定められた種類の新鮮なアブラムシを1日1回、定時に与えたが、給餌量は幼虫の発育令期により若干異なっている。定量給餌法によらなかったため、給餌量を正確に表現することはできないが、毎回の給餌時に相当量の食い残しを認めたことから、給餌量はその必要量をみたしていたことだけは確かである。蛹化後は幼虫時に食い残したアブラムシを飼育容器内から完全に取り除き、羽化成虫がこれらのアブラムシを摂食することのないようにした。なお、幼虫、前蛹、蛹、羽化成虫の飼育は、25°Cの恒温、暗黒、関係湿度70ないし80%の条件下で行なった。但し、実験期間中毎日の、定時における餌の更新と各種の調査は照明下で実施し、供試テントウの生存あるいは死亡と、摂食行動における異常の有無、脱皮を指標とする幼虫令期の進行ならびに蛹化、羽化の状況を調べた。また発育を完了した個体の生存日数を羽化直後から絶食条件下において調査した。調査完了後成虫の性を同定し、同時に体の大きさを測定した。この場合、体の大きさを測定は右きやばねの最大幅と最大長部を、オキュラーマイクロメータを装填したビノキュラーで測定する方法により、また、性の判定は交尾器形状の剖見結果にもとづいて行なった。

## 実験結果

### 1. 発育期における死亡率

給餌アブラムシの種類が異なる6組の実験区を設けて個体飼育した両種テントウの発育状況は、実験区間でかなりちがっている。まず、ナミの発育期における死亡状況を示すと第2表のとおりで、第2表に示した死亡率の

第2表. 異なった種類のアブラムシで飼育したナミテントウの発育期間の死亡率.  
 [Tab. 2. Preimaginal mortality of *H. axyridis* reared with different aphid species.]

餌アブラムシ [Aphid used as food]	テントウムシ 供試幼虫数 [Number of coccinellid larvae reared]	発育段階 [Stage of development]							全発育期 [Total stage of deve- lop- ment]
		幼虫期 [Larval stage]				全幼虫期 [Total larval period]	前蛹期 [Pre- pupal stage]	蛹期 [Pupal stage]	
		1 令期 [1st inst.]	2 令期 [2nd inst.]	3 令期 [3rd inst.]	4 令期 [4th inst.]				
<i>R. prunifoliae</i>	37	2.7	2.7	2.7	0	8.1	0	0	8.1
<i>M. rosae ibarae</i>	37	5.4	0	2.7	0	8.1	0	0	8.1
<i>H. arundinis</i>	35	8.6	0	2.9	8.6	20.1	0	0	20.1
<i>B. brassicae</i>	36	16.7	2.8	8.3	22.2	50.0	0	0	50.0
<i>A. magnoliae</i>	38	7.9	7.9	26.3	18.4*	60.5*			60.5*
<i>A. medicaginis</i>	39	100				100			100

\* 餌アブラムシの不足により第4令後半期以後の飼育を中止したため、中止時の数値を示した。[Rearing was discontinued before the later period of the 4th larval instar because of a shortage of food aphids of this species; therefore, the value obtained in the period before that time is shown here.]

第3表. 第2表に示したナミテントウの発育期間の死亡率の餌種間差の2×2分割表法による有意性検定.  
 [Tab. 3. Statistical analysis of the preimaginal mortality of *H. axyridis* shown in Tab. 2 by the 2×2 split table method.]

比較アブラムシ [Aphids compared]	カイ自乗観測値 : $\chi_0^2$ [Chi-square observed: $\chi_0^2$ ]	自由度1, 危険率10%における カイ自乗理論値 $\chi^2=2.71$ と観測 値 $\chi_0^2$ の比較 [Comparison of $\chi_0^2$ with $\chi^2=2.71$ (theoretical value at $\phi=1, \alpha=0.10$ )]	有意性 [Significancy]
<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	0.18	$\chi_0^2 < \chi^2$	非有意 [insignificant]
<i>M. rosae ibarae</i> - <i>H. arundinis</i>	1.25	$\chi_0^2 < \chi^2$	非有意 [insignificant]
<i>H. arundinis</i> - <i>B. brassicae</i>	5.89	$\chi_0^2 > \chi^2$	有意 [significant]
<i>B. brassicae</i> - <i>A. magnoliae</i>	0.46	$\chi_0^2 < \chi^2$	非有意 [insignificant]
<i>A. magnoliae</i> - <i>A. medicaginis</i>	16.69	$\chi_0^2 > \chi^2$	有意 [significant]

うち全発育期間の死亡率（幼虫，前蛹，蛹の各期における死亡率の合計値）の餌種間差（餌種間変動）の有意性を百分率検定法（岡松，1966）によって検定すると第3表のようになる。すなわち，全発育期間の死亡率は，マメアブラムシ，ニワトコフクレアブラムシ，ダイコンアブラムシ，モモコフキアブラムシ，イバラヒゲナガアブラムシ，キビクビレアブラムシ（以下特別の場合を除き，マメ，ニワトコ，ダイコン，モモ，イバラ，キビと略述する）の順に高かった。特にダイコン，ニワトコ，マメの3区における死亡率は50%以上にも達した。但しニワトコ区の場合は，餌種の給源としたニワトコフクレアブラムシ野外個体群が，予測したよりも早い時期に絶滅し，第4令後半期以降の実験を中止せざるを得なかったため，第2表には第4令前半期までの数値を示してある。ナミ，ナナホシ両テントウのニワトコ区における第3令期までの死亡率を比較し，またナナホシの第4令期における死亡率の伸びを考慮し，ニワトコ区におけるナミの全発育期間の死亡率の推定値（最高値としての性格が強い）を求めると85%前後となり，50%以上の高死亡率を示した3区のうちマメ区における供試虫の全個体死亡が目立つ。第3表から明らかとなり，全発育期間の死亡率の区間差の全てが有意ではないので，前に示した死亡率の順位を検定結果にもとづいて整理しなおす必要がある。この場合ニワトコ区の死亡率は（第2表中の）最低限界を示したことにとどまるので，この区に関係した区間差の検定にはいくぶんか問題が残るが，検定結果にもとづく全発育期間の死亡率は，マメ $\geq$ ニワトコ $\geq$ ダイコン $>$ モモ $=$ イバラ $=$ キビという関係になる。

第4表. 異なった種類のアブラムシで飼育したナナホシテントウの発育期間の死亡率.  
[Tab. 4. Preimaginal mortality of *C. septempunctata bruckii* reared with different aphid species.]

餌アブラムシ [Aphid used as food]	テントウムシ 供試幼虫数 [Number of coccinellid larvae reared]	発育段階 [Stage of development]							全発育期 [Total stages of deve- lop- ment]
		幼虫期 [Larval stage]				全幼虫期 [Total larval period]	前蛹期 [Pre- pupal stage]	蛹期 [Pupal stage]	
		1 令期 [1st inst.]	2 令期 [2nd inst.]	3 令期 [3rd inst.]	4 令期 [4th inst.]				
<i>M. rosae ibarae</i>	40	0	2.5	0	0	2.5	0	0	2.5
<i>B. brassicae</i>	39	2.6	0	0	0	2.6	0	0	2.6
<i>A. medicaginis</i>	39	0	0	0	0	0	0	2.6	2.6
<i>H. arundinis</i>	39	5.1	0	2.6	0	7.7	0	0	7.6
<i>R. prunifoliae</i>	30	0	0	3.3	9.0	13.2	0	0	13.2
<i>A. magnoliae</i>	36	2.8	16.7	36.0	38.8	94.3	0	0	94.3

第5表. 第4表に示したナナホシテントウの発育期間の死亡率の餌種間差の2×2分割表法による有意性検定.  
[Tab. 5. Statistical analysis of the preimaginal mortality of *C. septempunctata bruckii* shown in  
Tab. 4 by the 2×2 split table method.]

比較アブラムシ [Aphids compared]	カイ自乗観測値 $\chi_0^2$ [Chi-square observed: $\chi_0^2$ ]	自由度1, 危険率10%における カイ自乗理論値 $\chi^2=2.71$ と観測 値 $\chi_0^2$ の比較 [Comparison of $\chi_0^2$ with $\chi^2=2.71$ (theoretical value at $\phi=1, \alpha=0.10$ )]	有意性 [Significancy]
<i>M. rosae ibarae</i> - <i>B. brassicae</i>	0.49	$\chi_0^2 < \chi^2$	非有意 [insignificant]
<i>B. brassicae</i> - <i>A. medicaginis</i>	0.49	$\chi_0^2 < \chi^2$	非有意 [insignificant]
<i>A. medicaginis</i> - <i>H. arundinis</i>	0.51	$\chi_0^2 < \chi^2$	非有意 [insignificant]
<i>H. arundinis</i> - <i>R. prunifoliae</i>	0.15	$\chi_0^2 < \chi^2$	非有意 [insignificant]
<i>R. prunifoliae</i> - <i>A. magnoliae</i>	44.23	$\chi_0^2 > \chi^2$	有意 [significant]

ナナホシにおける結果は第4表に示す。ニフトコ区においては供試幼虫のうち発育を完了したのは僅か2個体(雌雄各1個体)で、全発育期間の死亡率は94.3%と最も高かった。ニフトコ以外の区における死亡率はいずれもニフトコ区のそれに比較すれば殆んど問題にならぬ程低率であった。全発育期間の死亡率の区間差を検定した結果は第5表のとおりで、ニフトコ区を除いた他の5区相互間には有意な差は認められず餌種間における大小関係は、ニフトコ>キビ=モモ=マメ=ダイコン=イバラとなる。

死亡時期とアブラムシの種類との関係を第2表によってみるとナミのマメにおける死亡が初令期に集中していることが明らかである。これと異なり、ニフトコ区とダイコン区の幼虫の死亡は全令期にわたって連続的に発生し、また、幼虫期間の死亡率および全発育期間の死亡率が比較的低いキビ、イバラ、モモの3区におけるそれは散発的であった。

一方、ナナホシの場合、高い死亡率を示したニフトコ区では、幼虫期における死亡は連続的であるだけでなく、令の進行に伴って増加する傾向を示した。ニフトコ以外の区における死亡率はきわめて低く、死亡のあらわれ方も散発的なものとなった。

## 2. 発育速度

ナミの幼虫、前蛹、蛹の各期における経過日数の計を全発育期日数として示すと第6表のとおりである。但し、幼虫第1令期に全供試虫が死亡したマメ区と、餌アブラムシの不足により第4令後半期以降の実験を中止したニフトコ区の結果は除外した。雌の場合、標本平均値の区間最小値はキビの13.8日、最大値はダイコンの21.6

第 6 表. 異なった種類のアブラムシで飼育したナミテントウの全発育期間.  
[Tab. 6. Total duration of development of *H. axyridis* reared with different aphid species.]

テントウ ムシの性 別 [Sex of beetle]	餌アブラムシ [Aphid used as food]	テントウ ムシ観測個体 数 [Number of larvae observed]	最短および最 長発育日数 [Minimum and maxi- mum days of deve- lopment]	日単位の 標本平均 値 [Sample mean in days]	危険率 5% におけ る日単位母平均推 定値 [Population mean at $\alpha=0.05$ in days]	日単位の標準 偏差 [Standard deviation in days]	%単位の変 動係数 [Coefficient of variation in %]
♀	<i>R. prunifoliae</i>	19	13-15	13.84	13.58-14.10	0.53	3.83
	<i>M. rosae ibarae</i>	14	14-16	14.86	14.60-15.12	0.45	3.03
	<i>H. arundinis</i>	16	16-21	18.88	18.26-19.50	1.17	6.26
	<i>B. brassicae</i>	9	18-24	21.55	20.12-22.98	1.86	8.63
♂	<i>R. prunifoliae</i>	15	13-18	14.40	13.67-15.13	1.32	9.17
	<i>M. rosae ibarae</i>	20	13-17	14.80	14.29-15.31	1.08	7.30
	<i>H. arundinis</i>	12	18-20	18.42	18.00-18.84	0.67	3.64
	<i>B. brassicae</i>	9	21-30	23.33	20.93-25.73	3.11	13.33

第 7 表. 第 6 表に示した全発育期間の餌種間差の *t* 検定法による有意性検定.  
[Tab. 7. Statistical analysis of the total duration of development shown in Tab. 6 by the  
*t*-test method.]

テントウ ムシの性 別 [Sex of beetle]	比較アブラムシ [Aphids compared]	$t_0$ ( $t$ の観測値) と $t$ ( $\phi=n-2, \alpha=0.05$ における理論値) との対比 [Comparison of $t_0$ (observed value of $t$ ) with $t$ (theoretical value at $\phi=n-2, \alpha=0.05$ )]	有意性 [Significancy]
♀	<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0 = 5.815 > t_{0.05}^{3.1} = 2.942$	有意 [significant]
	<i>M. rosae ibarae</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0 = 12.081 > t_{0.05}^{2.8} = 2.048$	有意 [significant]
	<i>H. arundinis</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0 = 4.426 > t_{0.05}^{2.8} = 2.069$	有意 [significant]
♂	<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0 = 0.987 < t_{0.05}^{3.3} = 2.042$	非有意 [insignificant]
	<i>M. rosae ibarae</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0 = 10.431 > t_{0.05}^{2.9} = 2.045$	有意 [significant]
	<i>H. arundinis</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0 = 5.350 > t_{0.05}^{1.9} = 2.039$	有意 [significant]

日で、最小値に対する最大値の比率はほぼ 1.6 倍となり、雄の場合の変動も雌とほぼ同様であった。区間変動の有意性の検定結果は第 7 表に示すとおりで、変動の有意性は雌雄で部分的に異なり、雌の全発育期日数の標本平均値は、キビ、イバラ、モモ、ダイコンの順に小さく、高位区と次位区の間差は全て有意であった。したがって、発育速度はキビ、イバラ、モモ、ダイコンの順に大きいといえる。一方、雄ではキビとイバラの間差に有意性はないが、その他は全て雌と同様の傾向を示し、キビとイバラ、モモ、ダイコンの順に発育速度は大となっている。第 4 令後半期以降の実験を中止したニトコ区の第 1~第 3 の各令期間は 3.33, 2.64, 2.86 日で、その計は 9.83 日であった (性別によらない 14 個体についての数値)。これらの数値を全発育期日数の最も短かったキビ区の数値、2.11, 1.21, 1.79, 5.11 (雌)、2.27, 1.33, 1.60, 5.20 (雄) や、全発育期日数が最も長かったダイコン区の数値、3.44, 2.08, 2.33, 7.85 (雌)、3.67, 2.22, 2.67, 7.85 (雄) と比較すると、ナミのニトコ区における発育速度は第 1~第 3 の各令、または第 1~第 3 令の計のいずれの場合においても、キビ区より小さいことはもちろん (平均値の比は 1:1.9)、ダイコン区の数値より更に小となり (比の値は 1:1.2 前後)、ニトコ区においては幼虫初期から既に発育のおくれを生じているとみてよい。

つぎに、幼虫期に殆どどの個体が死亡したニトコ区の結果を除外した場合の、ナナホシの全発育期日数を第 8 表に示す。区間変動の有意性の検定結果は第 9 表のとおりである。両表から明らかなように、発育速度の大小関係は、キビ > イバラ > モモ = マメ = ダイコンとなるが、雄においては雌の場合と異なりキビとイバラ間の差に

第 8 表. 異なった種類のアブラムシで飼育したナナシテントウの全発育期間.

[Tab. 8. Total duration of development of *C. septempunctata bruckii* reared with different aphid species.]

テントウ ムシの性 別 [Sex of beetle]	餌アブラムシ [Aphid used as food]	テントウ ムシ観測個 体数 [Number of larvae observed]	最短および最 長発育日数 [Minimum and maxi- mum days of deve- lopment]	日単位の 標本平均 値 [Sample mean in days]	危険率 5% におけ る日単位母平均推 定値 [Population mean at $\alpha=0.05$ in days]	日単位の標準 偏差 [Standard deviation in days]	%単位の変 動係数 [Coeffici- ent of variation in %]
♀	<i>R. prunifoliae</i>	10	13-13	13	13	0	0
	<i>M. rosae ibarae</i>	24	13-14	13.46	13.28-13.64	0.42	3.12
	<i>H. arundinis</i>	24	13-15	14.04	13.68-14.40	0.85	5.65
	<i>A. medicaginis</i>	18	14-16	14.50	14.23-14.77	0.55	3.79
	<i>B. brassicae</i>	25	14-16	14.56	14.29-14.83	0.65	4.46
♂	<i>R. prunifoliae</i>	16	13-14	13.06	12.84-13.28	0.41	3.01
	<i>M. rosae ibarae</i>	15	12-16	13.47	12.95-13.99	0.95	7.05
	<i>B. brassicae</i>	13	14-16	14.54	14.81-14.90	0.59	4.06
	<i>A. medicaginis</i>	20	14-17	14.60	14.24-14.96	0.77	5.27
	<i>H. arundinis</i>	12	15-16	15.08	14.75-15.41	0.52	3.45

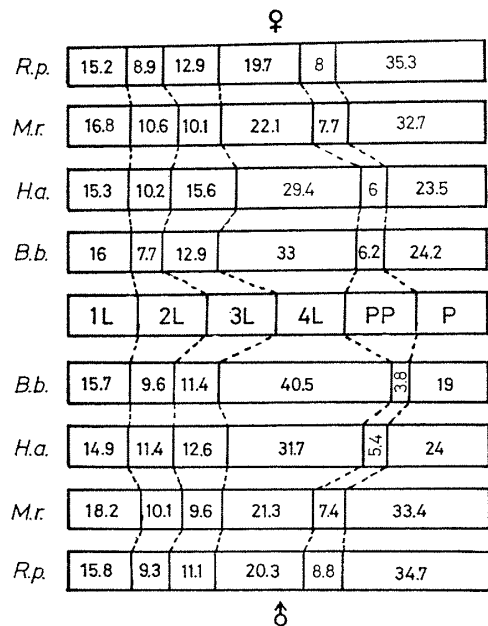
第 9 表. 第 8 表に示した全発育期間の餌種間差の  $t$  検定法による有意性検定.

[Tab. 9. Statistical analysis of the total duration of development shown in Tab. 8]

テントウ ムシの性 別 [Sex of beetle]	比較アブラムシ [Aphids compared]	$t_0$ ( $t$ の観測値) と $t$ ( $\phi=n-2, \alpha=0.05$ における理論値) との対比 [Comparison of $t_0$ (observed value of $t$ ) with $t$ (theoretical value at $\phi=n-2, \alpha=0.05$ ) ]	有意性 [Significancy]
♀	<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=2.525 > t_{0.05}^{32}=2.042$	有意 [significant]
	<i>M. rosae ibarae</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=2.966 > t_{0.05}^{46}=2.021$	有意 [significant]
	<i>H. arundinis</i> - <i>A. medicaginis</i>	$t_0=2.001 < t_{0.05}^{40}=2.021$	非有意 [insignificant]
	<i>A. medicaginis</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=0.317 < t_{0.05}^{41}=2.021$	非有意 [insignificant]
♂	<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=1.578 < t_{0.05}^{29}=2.045$	非有意 [insignificant]
	<i>M. rosae ibarae</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=3.510 > t_{0.05}^{26}=2.056$	有意 [significant]
	<i>B. brassicae</i> - <i>A. medicaginis</i>	$t_0=0.239 < t_{0.05}^{31}=2.042$	非有意 [insignificant]
	<i>A. medicaginis</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=1.906 < t_{0.05}^{30}=2.042$	非有意 [insignificant]

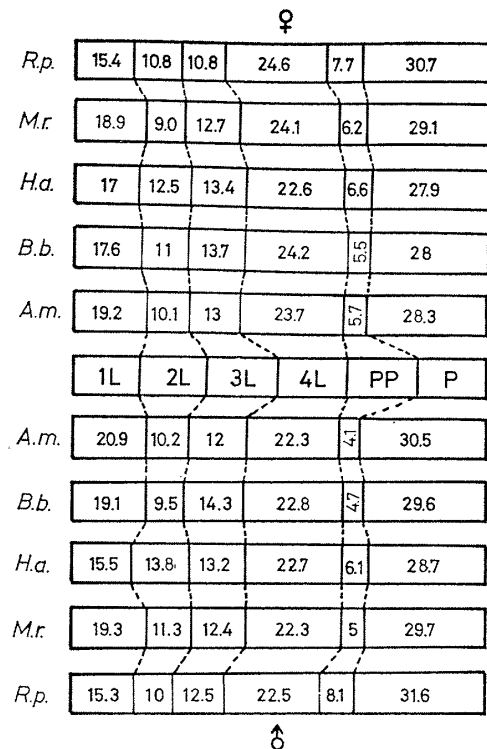
は有意性が認められず、キビ=イバラ>ダイコン=マメ=モモとなる。平均値における区間の最小値と最大値の比率は約 1.1 (雌) ないし 1.2 (雄) とかなり接近し、餌種のちがいによる変動はそれほど大きくない。第 8 表から除外したニフトコ区の発育速度は、第 1~第 3 令の計が 8.40 日で (この段階では 19 個体についてのデータを得ることができた)、キビ区の 4.80 (雌) および 5.05 (雄)、モモ区の雄における 6.41 日のいずれと比較しても発育がおそく、(比の値は 1:1.8, 1:1.3)、発育のおくれが幼虫初期からあらわれていることは明らかである。第 1~第 3 令の各令期間の発育速度には特にふれないが、前述の第 1~第 3 令の計の場合と結論的には全く同一である。なお、生き残った雌雄各 1 頭の第 4 令期間は、他のどの区の場合よりも長かったが、前蛹および蛹期における発育はキビ区よりも早かった。しかし全発育期日数は約 14.5 日で、ダイコンあるいはマメ区のそれに近く、全体としての発育速度はキビならびにイバラ区よりかなり小となっている。

ナミの全発育期日数を 100 とし、これに対する幼虫各令期ならびに前蛹、蛹の各期完了に要した日数の割合を



第1図. 異なった種類のアブラムシで飼育したナミテントウの全発育期間に対する発育各期の百分比.

[Fig. 1. Rate in per cent of each developmental period to the total duration of development of *H. axyridis* reared with different aphid species.]



第2図. 異なった種類のアブラムシで飼育したナナホシテントウの全発育期間に対する発育各期の百分比.

[Fig. 2. Rate in per cent of each developmental period of the total duration of development of *C. septempunctata bruckii* reared with different aphid species.]

第10表. 幼虫期に異なった種類のアブラムシを与えて [Tab. 10. Size of elytron of adult *H. axyridis* reared with

測定部位 [Parts measured]	テントウムシの性別 [Sex of beetle]	餌アブラムシ [Aphid as food]	テントウムシ測定 個体数 [Number of coccinellids measured]	最小および最大値, 単位, mm [Minimum and maximum value of size in mm]
さやばねの幅 [Width of elytron]	♀	<i>R. prunifoliae</i>	19	4.40-5.06
		<i>M. rosae ibarae</i>	14	4.29-4.95
	♂	<i>H. arundinis</i>	16	3.30-4.96
		<i>B. brassicae</i>	9	3.41-4.07
さやばねの長さ [Length of elytron]	♀	<i>R. prunifoliae</i>	15	3.41-4.51
		<i>M. rosae ibarae</i>	20	3.85-4.51
	♂	<i>H. arundinis</i>	12	3.30-4.07
		<i>B. brassicae</i>	9	2.86-3.63
さやばねの長さ [Length of elytron]	♀	<i>R. prunifoliae</i>	19	6.93-7.70
		<i>M. rosae ibarae</i>	14	6.49-7.48
	♂	<i>H. arundinis</i>	16	5.83-7.15
		<i>B. brassicae</i>	9	4.95-6.49
さやばねの長さ [Length of elytron]	♀	<i>R. prunifoliae</i>	15	5.61-7.26
		<i>M. rosae ibarae</i>	20	5.50-6.82
	♂	<i>H. arundinis</i>	12	5.17-6.49
		<i>B. brassicae</i>	9	4.73-5.61

示すと第1図のとおりで、餌種のちがいによる変動の著しいナミにおいては、全発育期間に対する各期間の比率は雌雄をとわず発育速度の小なるものほど幼虫第4令期の値が大きくなる。このことから発育の足ぶみが第4令期において顕著にあらわれることがわかる。

更に第2図に示すとおり、餌種のちがいによるナナホシの発育速度の変動はナミと若干異なり、他の区間との差に有意性を認めたキビ区の場合、前蛹ならびに蛹期に対する幼虫期の比率がキビ以外の4種のアブラムシの場合よりやや小さくなっているが、その他の点には明瞭な差は認められなかった。

### 3. 発育完了個体の体の大きさ

幼虫期に異なった種類のアブラムシを摂食して成虫となったナミテントウ成虫のさやばねの大きさを体の大きさの指標として測定した結果は第10表のとおりで、第10表に示した平均値の区間変動の有意性の検定結果は第11表のとおりである。さやばねの大きさの餌種相互間の関係は、幅と長さのいずれにおいても雌では、キビ>イバラ>モモ>ダイコンとなり、雄ではキビ=イバラ>モモ>ダイコンとなる。標本平均値の区間最小値に対する最大値の比率は、幅においては雌雄とも約1.3、長さでは雌が幅と同じく約1.3、雄はこれよりやや小さく約1.2であった。

ナナホシにおけるさやばねの測定結果は第12表のとおりで、また第12表に示した平均値の区間変動の有意性の検定結果は第13表に示すとおりである。これによると幅の場合、雌においては餌種相互間差の有意性を全く認めることができない。したがって餌種間関係はキビ=マメ=モモ=イバラ=ダイコンとなり、雄ではキビとモモの間の差は有意で、キビ>モモ=マメ=イバラ=ダイコンとなる。また、長さの場合、雌では幅同様、相互間差に有意性を認めることができず、キビ=マメ=モモ=イバラ=ダイコンとなるが、雄ではキビ=イバラ>マメ=モモ=ダイコンとなり、モモとイバラの大小関係が幅の場合とは異なっている。標本平均値の区間最小値に対する最大値の比率は、幅と長さのいずれにおいても雌ではほぼ1となるのに対し、雄ではこれより僅かに大きく約1.1である。なお、ニフトコ区における雌雄各1頭の測定値は、雌で4.75(幅)と7.42(長さ)、雄では4.34(幅)と6.76(長さ)で、ダイコン区のそれに近かった。

### 4. 発育完了個体の絶食に対する耐性

成虫の生活力の一指標としての絶食に対する耐性の程度と発育期における餌アブラムシの種類との関係をしらべた結果のうち、ナミに関する部分を示すと第14表および第15表のとおりである。すなわち、生存日数の区間相互における大小関係は、雌雄いずれの場合においても、キビ>イバラ=ダイコン=モモとなり、標本平均

飼育したナミテントウ成虫のさやばねの大きさ。  
different aphid species during larval period.]

標本平均値, 単位, mm, [Sample mean in mm]	$\alpha=0.05$ における母平均推定値, 単位, mm [Population mean at $\alpha=0.05$ in mm]	標準偏差, 単位, mm [Standard deviation in mm]	変動係数, 単位, % [Coefficient of variation in %]
4.75	4.64-4.86	0.23	4.93
4.46	4.35-4.57	0.19	4.34
4.13	4.02-4.24	0.20	4.79
3.74	3.59-3.89	0.20	5.24
4.21	4.05-4.37	0.29	6.85
4.15	4.06-4.24	0.20	4.79
3.75	3.59-3.91	0.25	6.63
3.30	3.05-3.55	0.32	9.67
7.45	7.35-7.55	0.21	2.88
7.07	6.88-7.26	0.32	6.49
6.52	6.32-6.72	0.38	5.82
5.92	5.60-6.24	0.41	6.95
6.37	6.14-6.60	0.42	6.49
6.25	6.09-6.41	0.35	5.60
5.85	5.66-6.12	0.37	6.34
5.22	5.11-5.33	0.32	6.22



第 11 表. 第 10 表に示したさやばねの大きさの有意性検定.  
 [Tab. 11. Statistical analysis of the size of elytron of adult *H. axyridis* shown in Tab. 10.]

測定部位 [Part measured]	テントウムシの性別 [Sex of beetle]	比較アブラムシ [Aphids compared]	$t_0$ ( $t$ の観測値) と $t(\phi=n-2, \alpha=0.05$ における理論値) との対比 [Comparison of $t_0$ (observed value of $t$ ) with $t$ (theoretical value at $\phi=n-2, \alpha=0.05$ )]	有意性 [Significancy]
さやばねの幅 [Width of elytron]	♀	<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=3.793 > t_{0.05}^{31}=2.042$	有意 [significant]
		<i>M. rosae ibarae</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=3.921 > t_{0.05}^{28}=2.048$	有意 [significant]
		<i>H. arundinis</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=3.938 > t_{0.05}^{30}=2.069$	有意 [significant]
	♂	<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=0.698 < t_{0.05}^{33}=2.042$	非有意 [insignificant]
		<i>M. rosae ibarae</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=5.058 > t_{0.05}^{30}=2.042$	有意 [significant]
		<i>H. arundinis</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=3.631 > t_{0.05}^{19}=2.093$	有意 [significant]
さやばねの長さ [Length of elytron]	♀	<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=4.117 > t_{0.05}^{31}=2.042$	有意 [significant]
		<i>M. rosae ibarae</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=3.375 > t_{0.05}^{28}=2.048$	有意 [significant]
		<i>H. arundinis</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=3.827 > t_{0.05}^{24}=2.064$	有意 [significant]
	♂	<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=0.905 < t_{0.05}^{33}=2.042$	非有意 [insignificant]
		<i>M. rosae ibarae</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=2.775 > t_{0.05}^{30}=2.042$	有意 [significant]
		<i>H. arundinis</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=4.304 > t_{0.05}^{19}=2.093$	有意 [significant]

値の区間最小値に対する最大値の比は雌の場合約 1.8, 雄ではこれよりやや小さく約 1.6 である。

ナナホシの生存日数とその検定結果は第 16 表ならびに第 17 表に示すとおりで、餌種相互間の関係は雌雄によって若干異なり、雌ではキビ>ダイコン=イバラ>モモ=マメとなる。雄の場合では、キビ>ダイコン=イバラ>マメ>モモとなった。また、標本平均値の比は雌の場合約 1.6, 雄では約 1.7 で、生存日数に関する限りナミにおける結果にかなり近い。なお、ここに表示しなかったニワトコ区の生き残り個体の生存日数は、雌雄いずれも 1 日にとどまった。

## 考 察

### 1. 餌種のちがいとテントウムシの形質の変化

(i) テントウムシの形質は餌アブラムシの影響をうけて変化する。実験結果が示すとおり、餌アブラムシの種のちがいは、供試テントウムシの全発育期間における死亡率に対してナミでは 8.1% から 100%, ナナホシでは 2.5% から 94.3% に及ぶ著しい変化を与えただけでなく、死亡の時期にも影響した。また、発育速度においては、ナミの場合、最高値は最低値の約 1.6 倍に達し、ナナホシでは 1.1 ないし 1.2 倍となり、発育のパターンにも或る程度の差を生じた。さらに、さやばねを指標とした体の大きさにおいても、ナミでは最低値の 1.2 倍 (長さ) および 1.3 倍 (幅) の範囲内で変化し、ナナホシの雌には有意差は認められなかったが、雄には若干の差を生じた。なお幼虫期における餌種のちがいは、発育完了後の絶食に対する耐性に対してもかなり大きな影響を及ぼしている。

Hodek (1956, 1957, 1962) はテントウムシの食物としてのアブラムシの容認性 Acceptability と適性 Suitability とは必ずしも一致するとは限らないこと、テントウムシの死亡率と発育速度がアブラムシの種類により変化することを報告した。著者の一人は本研究の予備的段階において、アブラムシの種類のちがいがテントウムシの個体および種族維持上の重要な生態的性質に対して影響する可能性があることを指摘した (岡本, 1961)。テントウムシとアブラムシの種類を追加して行なった本研究の概要は既に報告した (岡本・佐藤, 1964) が、その

結果は同時期あるいはそれ以後の関連研究 (Blackman, 1965 a, b, 1967; 福島・駒田, 1972; Iperti, 1965 a, b; Smith, 1965a, b; 武田ら, 1964; Hariri, 1966a, b) の諸結果と同様、餌アブラムシの種類がちがいがテントウムシの形質に影響する要因の一つであるとする Hodek や著者の一人による指摘を更に裏がきするものである。

(ii) テントウムシの形質の変化の程度はその形質の種類によって異なる。既に明らかにしたように、ナミ雌の発育日数と体の大きさの餌種間差が多くの場合有意であったのに対し、絶食下の生存日数は、1種類のアブラムシと他種との差にだけ有意性があった。また、ナミの全発育期間の死亡率の最低値と最高値の比は 1:12 と大きな値を示したが、体の大きさにおける比の値は 1:1.2 (さやばねの長さ) あるいは 1:1.3 (さやばねの幅) にすぎなかった。考察の当初において述べたとおり、テントウムシの形質は、明らかに餌アブラムシの影響を受けて変化するが、変化のおこりやすさとその程度は、指標とした形質の種類によって一様ではない。このことは、テントウムシの性質あるいは形質に対する餌アブラムシの影響の有無をたしかめる場合に、単一の形質のみを選択し問題とすることの危険性を暗示する。

(iii) テントウムシの形質の変化のしかたはテントウムシの種によって異なる。ナミの全発育期間の死亡率の餌種相互間における関係は、マメ $\geq$ ニワトコ $\geq$ ダイコン $>$ モモ $=$ イバラ $=$ キビとなった。このような関係から 6種類のアブラムシは 3グループ (2種, 1種, 3種という構成) ないし 4グループ (1種, 1種, 1種, 3種) に区分することができる。一方、ナナホシにおいてはニワトコを除く他の 5種相互間には有意差がなく、6種のアブラムシは 2区分 (1種, 5種という構成) されるにすぎない。したがって、餌アブラムシのちがいによる全発育期間の死亡率は明らかにナナホシよりもナミにおいて変化しやすいといえる。なお、ここで餌種相互間差の有意性による区分のおのおのにふれることはさけるが、発育速度ならびに体の大きさにおいてもナナホシよりナミの方がはるかに変化を生じやすいことがいえそうである。しかし発育完了個体の絶食に対する耐性は以上とその趣を異にし、ナミでは 4種が 2区分されるのに対して、ナナホシでは 5種が 3 (雄) ないし 4 (雌) 区分され、変化のしかたが両種間で逆になっている。このようなことから、全発育期間の死亡率をはじめとする形質の発現には、時間的な順序関係が考えられる。したがってナナホシの発育期における死亡、発育速度、体の大きさなどの形質、特に前二者の変化がおこりにくかったことが、上述の逆転結果をもたらしたものと解すべきで、形質の変動のおこりやすさがナナホシよりナミにおいて大であるとするはじめの結論を、絶食に対する耐性の結果を根拠に否定することは妥当でないように思われる。

餌種のちがいによるテントウムシの形質の変化のしかたが、テントウムシの種によって異なることは、生物学上の“種”の概念や、“異種”であることの意義を考えると当然のことといえる。アブラムシ捕食性テントウムシに関する限り、この種の研究はまことに少なく、わずかに Blackman (1965b, 1967) がヨーロッパ産ナナホシテントウ *Coccinella septempunctata* L. と他の 1種 *Adalia bipunctata* L. をモモアカアブラムシ *Myzus persicae* Sulz. およびその他数種のアブラムシで飼育し、両テントウの生態的性質に対する餌アブラムシの影響を述べた報告をみるにすぎない。これによると、餌種 (比較可能な種は 4種類) のちがいによる発育期間の死亡率、体の大きさ、摂食行動などの変化は両テントウ間で異なり、ヨーロッパ産ナナホシと *A. bipunctata* L. の関係は、著者らの研究における日本産ナナホシとナミの関係によく似ており、ヨーロッパ産ナナホシよりも *A. bipunctata* に変化がおこりやすい。イングランド地方における生息分布ならびに活動状況に関するヨーロッパ産ナナホシと *A. bipunctata* 両種間の関係は、著者らの日本産ナナホシとナミの日本での関係に類似する点がおもしろい。

## 2. テントウムシの食物としてのアブラムシの適性

(i) テントウムシの種類間に共通的 (非選択的) な適性を示すアブラムシと種固有的 (選択的) 適性を有するアブラムシ。餌アブラムシのちがいによるテントウムシの形質の変化から、テントウムシの食物としてのアブラムシの適性を明らかにすることができる。いま、ナミ、ナナホシ両テントウの発育期における死亡その他の形質の変化から、6種のアブラムシの適性を総合的に判定すると、ナミに対しては、キビ $>$ イバラ $>$ モモ $>$ ダイコン $\geq$ ニワトコ $\geq$ マメとなり、また、ナナホシに対しては、キビ $>$ イバラ $>$ マメ $=$ モモ $\geq$ ダイコン $>$ ニワトコとなる。

ナミ、ナナホシに対する 6種のアブラムシの適性順位は上述のとおりであるが、ここで気付くことは、これら 6種のアブラムシの中には、テントウムシの種類間に共通的な適性順位を示す種類と、これとは反対に、その順位が全く共通でないか、共通、非共通の別がはっきりしない種類のあることである。すなわち、キビは 6種のアブラムシのうちで最も良好な適性をナミ、ナナホシ両種に対して示し、イバラの適性はこれにやや劣るが、その順位はナミ、ナナホシのいずれに対する場合ともかわらず第 2位となっている。したがってこれらの種は両テントウに対して完全共通種といえることができよう。これと対照的に、マメはナミに対して最も適性をかけ、その順位は最下位であるが、ナナホシに対してはむしろ良好な (特に発育期の死亡率からみて) 適性を示すようである。このことから、本種のナミ、ナナホシに対する適性は完全に選択的であると考えられる。一方、ニワトコはナナホシにおいて最も適性をかくだけでなく、同時にナミに対しても相当高率の死亡をもたらしているから、や

第 12 表. 幼虫期に異なった種類のアブラムシを与えて  
 [Tab. 12. Size of elytron of adult *C. septempunctata bruckii*

測定部位 [Part measured]	テントウムシ の性別 [Sex of beetle]	餌アブラムシ [Aphid used as food]	テントウムシ測定 個体数 [Number of cocci- nellids measured]	最小および最大値, 単 位, mm [Minimum and maxi- mum value of size in mm]
さやばねの 幅 [Width of elytron]	♀	<i>R. prunifoliae</i>	10	4.40-5.17
		<i>A. medicaginis</i>	18	4.40-5.06
		<i>H. arundinis</i>	24	3.85-5.28
		<i>M. rosae ibarae</i>	24	3.85-4.95
		<i>B. brassicae</i>	25	4.62-5.06
	♂	<i>R. prunifoliae</i>	16	4.40-4.73
	<i>H. arundinis</i>	12	3.85-4.62	
	<i>A. medicaginis</i>	20	4.18-4.62	
	<i>M. rosae ibarae</i>	15	3.52-4.62	
	<i>B. brassicae</i>	13	4.07-4.62	
さやばねの長 さ [Length of elytron]	♀	<i>R. prunifoliae</i>	10	7.15-7.92
		<i>M. rosae ibarae</i>	24	6.82-8.03
		<i>A. medicaginis</i>	18	7.15-8.28
		<i>H. arundinis</i>	24	6.38-8.25
		<i>B. brassicae</i>	25	6.82-8.36
	♂	<i>R. prunifoliae</i>	16	6.93-7.70
	<i>M. rosae ibarae</i>	15	6.49-7.70	
	<i>A. medicaginis</i>	20	6.38-7.15	
	<i>H. arundinis</i>	12	6.38-7.48	
	<i>B. brassicae</i>	13	6.49-7.37	

や不完全な共通の適性を有する種であるといえよう。ダイコンはナミに対してやや適性をかくが、モモの適性はダイコンよりかなり良好である。しかし、ナナホシに対するダイコンとモモの優劣関係の判定はむずかしい。したがって、ダイコンとモモの適性のテントウムシ種間共通性の如何はにわかに結論を下すことが困難であるが、しいていえばダイコンは種固有的（選択的）であり、モモはニワトコ同様やや不完全共通的なもののように思われる。

最近、福島らは 10 種類のアブラムシを用い、これらのアブラムシがヒメカメノコテントウ *Propylaea japonica* Thunberg の生育および栄養に及ぼす影響をしらべた（福島・駒田, 1972）。このうちイバラ、モモ、マメ（福島らの報告では *Aphis craccivora pseudoacaciae*）、ニワトコ、およびダイコンの 5 種は著者らの供試種と共通しており、ヒメカメノコテントウに対する適性は、イバラ>モモ>マメ>ニワトコ>ダイコンの順となるようである。この結果と著者らのそれを総合すると、イバラ、モモ、はナミ、ナナホシ、ヒメカメノコの 3 種のテントウムシの食物として適しているようであり、マメはナナホシ、ヒメカメノコの 2 種類で、またニワトコはナミ、ヒメカメノコの 2 種によって共通的な適性を有する可能性（キビの結果が比較できないので断定することができない）が大である。

アブラムシの一群が、テントウムシの種類間に共通的（種非選択的）な適性と種固有的（種選択的）な適性を有する種によって構成されていることは、アブラムシ個体群密度の調節者としてのテントウムシの役割を多様化することになるものと思われ、応用的見地からも興味を感じさせられる。しかし本研究においては、最も普遍的な 2, 3 の種類について考察し得たにすぎない。したがって、ここに述べたテントウムシの役割の多様化を説明するためには、更に多くのテントウムシとアブラムシを供試する必要がある。この意味においていまのところ全く手がけられていないクサカゲロウ類、ショクガバエ科昆虫など、テントウムシ以外のアブラムシ捕食者の食性についても今後検討をすすめる必要があろう。

(ii) テントウムシに対する致死性アブラムシの存在。ナミの全幼虫はマメアブラムシを摂食することによって死亡し、ニワトコを摂食したナナホシの死亡率は 94.3% となり、同様にナミの死亡率もかなり高いものとなった。また、ダイコンアブラムシを摂食したナミの死亡率は 50% に達したから、程度の差はあるがこれらのアブラムシは、一応、致死性種と呼んでさしつかえなからう。既に材料ならびに方法の項で述べたとおり、供試テントウおよびアブラムシはいずれも普通な種類であり、飼育期間中 6 種のアブラムシに対する両種テントウの

飼育したナナホシテントウ成虫のさやばねの大きさ。  
reared with different aphid species during larval period.]

標本平均値, 単位, mm [Sample mean in mm]	$\alpha=0.05$ における母平均推定値, 単位, mm [Population mean at $\alpha=0.05$ in mm]	標準偏差, 単位 mm [Standard deviation in mm]	変動係数, 単位, % [Coefficient of variation in %]
4.86	4.71-5.01	0.21	4.32
4.83	4.75-4.91	0.17	3.51
4.83	4.71-4.95	0.28	5.97
4.76	4.65-4.87	0.26	5.44
4.74	4.72-4.76	0.04	0.80
4.56	4.50-4.62	0.12	2.70
4.41	4.37-4.45	0.06	1.50
4.39	4.38-4.40	0.03	0.75
4.32	4.18-4.52	0.31	7.18
4.32	4.23-4.41	0.15	3.46
7.70	7.55-7.85	0.26	3.41
7.60	7.49-7.71	0.25	3.28
7.59	7.45-7.73	0.28	3.68
7.59	7.42-7.76	0.41	5.54
7.41	7.25-7.57	0.38	5.01
7.22	7.09-7.35	0.24	3.26
7.09	6.90-7.28	0.35	4.98
6.90	6.80-7.00	0.21	3.10
6.77	6.61-6.93	0.25	3.70
6.74	6.59-6.89	0.24	3.46

摂食行動や摂食量の差異は、アブラムシの種のちがいに直結させて考えなければならない程顕著なものではなかった。このような事実にもかかわらず、前述のような致死性種がテントウムシの種類間に共通的または種固有的に存在することは注目すべきことである。

Hodek (1956, 1957a, b) はニワトコの1種 *Sambucus nigra* L. に寄生するアブラムシ *Aphis sambuci* L. が、ヨーロッパ産ナナホシ *C. septempunctata* L. に対して高度の致死性（幼虫に対しては100%の）を有すること、ソラマメ *Vicia faba* L. 寄生のマメアブラムシ *Aphis cracivora* Koch (原著では *Pergandeida medicaginis* Koch) がテントウムシ1種 *Semiadalia undecimnotata* Schneid. に対し同様の致死性を示すことを観察し、Blackman (1965 a, b, 1967) はソラマメ寄生のアブラムシ1種 *Megoura viciae* Buckt. が *Adalia bipunctata* L. を完全に死亡させることを明らかにした。同じ頃、Iperti (1965 a, b) はアブラムシ各種の自然個体群において、テントウムシの種類毎に幼虫、蛹、成虫の生息状況を調査し、ヒレアザミの1種 *Cardus* sp. に寄生する *Brachycaudus cardui* L. の個体群上ではヨーロッパ産ナナホシの、キョウチクトウの1種 *Nerium oleander* あるいはトウワタ *Asclepias curassavica* L. に寄生する *Aphis nerii* Kaltenbach では *Harmonia quatuordecimpunctata* L. (= *Propylea* q. L.) の、イラクサの1種 *Urtica dioica* に寄生する *Aphis urticae* Fab. では *A. bipunctata* L. の、また、ヨモギ *Artemisia vulgaris* L. に寄生する *Macrosiphoniella artemisiae* Boyer de Fonscolombe では *Adonia undecimnotata* Schneid. (= *Semiadalia* u. Schneid.) の幼虫および蛹が認められないことから、これらのアブラムシが上述したいずれのテントウムシ幼虫に対しても致死性を有するものと考えた。この報告には致死性の実験的証明が欠如するうらみはあるが、致死性アブラムシの存在（特にテントウムシの種固有的なかたちでの）はかなり一般的な現象であることを示唆し、同時にアブラムシの適性がテントウムシの種類間で選択的である場合があることを裏づけることにもなる。このことからいえば、“摂食する”ことを根拠にした Schilde ら (1928), Bulduf (1935) ならびに Fulmek (1957) の餌アブラムシのリストは、“餌として適当かどうか”という観点からの新たな検討が必要である。

武田ら (1964) は、ニセアカシア寄生のマメアブラムシの春季および夏季個体群でナナホシ（日本産）とヒメカメノコテントウ幼虫を飼育し、春季個体群による飼育では両テントウの個体が死亡するのに対し、夏季個体群によるものの大部分が発育を完了することを報告している。著者らの結果ではニセアカシアを寄主植物としたマメアブラ区におけるナナホシの死亡率は僅か2.6%に過ぎず、しかもこの死亡は蛹期に発生したものである。このちがいは、著者らがアブラムシを供試した時期が5月11日から6月2日までであり、武田らのいう春季個

第 13 表. 第 12 表に示したさやばねの大きさの有意性検定.  
 [Tab. 13. Statistical analysis of the size of elytron of adult *C. septempunctata bruckii* shown in Tab. 12.]

測定部位 [Part measured]	テントウムシの性別 [Sex of beetle]	比較アブラムシ [Aphids compared]	$t_0$ ( $t$ の観測値) と $t$ ( $\phi=n-2, \alpha=0.05$ における理論値) との対比 [Comparison of $t_0$ (observed value of $t$ ) with $t$ (theoretical value at $\phi=n-2, \alpha=0.05$ ) ]	有意性 [Significancy]
さやばねの幅 [Width of elytron]	♀	<i>R. prunifoliae</i> - <i>A. medicaginis</i>	$t_0=0.393 < t_{0.05}^{26}=2.056$	非有意 [insignificant]
		<i>A. medicaginis</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=0.087 < t_{0.05}^{40}=2.021$	非有意 [insignificant]
		<i>H. arundinis</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=0.887 < t_{0.05}^{41}=2.021$	非有意 [insignificant]
		<i>M. rosae ibarae</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=0.325 < t_{0.05}^{47}=2.021$	非有意 [insignificant]
	♂	<i>R. prunifoliae</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=0.3815 > t_{0.05}^{26}=2.056$	有意 [significant]
		<i>H. arundinis</i> - <i>A. medicaginis</i>	$t_0=0.827 < t_{0.05}^{30}=2.042$	非有意 [insignificant]
		<i>A. medicaginis</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=0.659 < t_{0.05}^{33}=2.042$	非有意 [insignificant]
		<i>M. rosae ibarae</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=0.256 < t_{0.05}^{26}=2.056$	非有意 [insignificant]
さやばねの長さ [Length of elytron]	♀	<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=1.007 < t_{0.05}^{32}=2.042$	非有意 [insignificant]
		<i>M. rosae ibarae</i> - <i>A. medicaginis</i>	$t_0=0.172 < t_{0.05}^{40}=2.021$	非有意 [insignificant]
		<i>A. medicaginis</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=0 < t_{0.05}^{40}=2.021$	非有意 [insignificant]
		<i>H. arundinis</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=1.628 < t_{0.05}^{47}=2.021$	非有意 [insignificant]
	♂	<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=1.180 < t_{0.05}^{29}=2.045$	非有意 [insignificant]
		<i>M. rosae ibarae</i> - <i>A. medicaginis</i>	$t_0=2.044 > t_{0.05}^{33}=2.042$	有意 [significant]
		<i>A. medicaginis</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=1.498 < t_{0.05}^{31}=2.042$	非有意 [insignificant]
		<i>H. arundinis</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=0.305 < t_{0.05}^{23}=2.069$	非有意 [insignificant]

第 14 表. 幼虫期に異なった種類のアブラムシを与えて飼育したナミテントウ成虫の絶食下での寿命.  
 [Tab. 14. Longevity under fasting condition of the adults of *H. axyridis* reared with different aphid species during their larval period.]

テントウムシの性別 [Sex of beetle]	餌アブラムシ [Aphid used as food]	テントウムシ観測個体数 [Number of coccinellids observed]	最短および最長寿命, 単位, 日, [Minimum and maximum longevity in days]	標本平均値, 単位, 日 [Sample mean in days]	$\alpha=0.05$ における母平均推定値, 単位, 日 [Population mean at $\alpha=0.05$ in days]	標準偏差 単位, 日 Standard deviation in days]	変動係数, 単位, % [Coefficient of variation in %]
♀	<i>R. prunifoliae</i>	19	7-14	9.42	8.34-10.50	2.25	23.89
	<i>M. rosae ibarae</i>	14	4-10	6.14	5.20-7.08	1.63	26.55
	<i>B. brassicae</i>	9	5-8	6.00	5.26-6.74	0.96	16.00
	<i>H. arundinis</i>	16	4-7	5.31	4.92-5.70	0.74	13.94
♂	<i>R. prunifoliae</i>	15	6-10	8.27	7.72-8.82	0.99	11.97
	<i>M. rosae ibarae</i>	20	5-7	5.75	5.53-5.97	0.47	8.17
	<i>B. brassicae</i>	9	5-6	5.67	5.35-5.99	0.41	7.23
	<i>H. arundinis</i>	12	4-7	5.25	4.73-5.77	0.82	15.62

第 15 表. 第 14 表に示したナミテントウ成虫の寿命の  $t$  検定法による有意性検定.  
 [Tab. 15. Statistical analysis of the longevity of adults of *H. axyridis* shown in Tab. 14 by the  $t$ -test method.]

テントウムシの性別 [Sex of beetle]	比較アブラムシ [Aphids compared]	$t_0$ ( $t$ の観測値) と $t$ ( $\phi=n-2$ , $\alpha=0.05$ における理論値) との対比 [Comparison of $t_0$ (observed value of $t$ ) with $t$ (theoretical value at $\phi=n-2$ , $\alpha=0.05$ )]	有意性 [Significancy]
♀	<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=4.621 > t_{0.05}^{33}=2.042$	有意 [significant]
	<i>M. rosae ibarae</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=0.065 < t_{0.05}^{21}=2.080$	非有意 [insignificant]
	<i>B. brassicae</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=2.012 < t_{0.05}^{23}=2.069$	非有意 [insignificant]
♂	<i>R. prunifoliae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=8.510 > t_{0.05}^{33}=2.042$	有意 [significant]
	<i>M. rosae ibarae</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=0.433 < t_{0.05}^{27}=2.052$	非有意 [insignificant]
	<i>B. brassicae</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=1.405 < t_{0.05}^{19}=2.093$	[insignificant]

第 16 表. 幼虫期に異なった種類のアブラムシを与えて飼育したナミテントウ成虫の絶食下での寿命.  
 [Tab. 16. Longevity under fasting condition of the adults of *C. septempunctata bruckii* reared with different aphid species during their larval period.]

テントウムシの性別 [Sex of beetle]	アブラムシ [Aphid used as food]	テントウムシ観測個体数 [Number of coccinellids observed]	最短および最長寿命, 単位, 日 [Minimum and maximum longevity in days]	標本平均値, 単位, 日 [Sample mean in days]	$\alpha=0.05$ における母平均推定値, 単位, 日 [Population mean at $\alpha=0.05$ in days]	標準偏差, 単位, 日 [Standard deviation in days]	変動係数, 単位, % [Coefficient of variation in %]
♀	<i>R. prunifoliae</i>	10	7-14	10.70	9.29-12.11	1.98	18.50
	<i>B. brassicae</i>	25	5-12	8.28	7.67- 8.89	1.49	18.00
	<i>M. rosae ibarae</i>	24	6-10	7.71	7.39- 8.03	0.75	9.73
	<i>H. arundinis</i>	24	5- 9	7.04	6.62- 7.46	1.00	14.20
	<i>A. medicaginis</i>	18	5- 9	6.83	6.28- 7.38	1.11	16.25
♂	<i>R. prunifoliae</i>	16	8-13	10.25	9.45-11.05	1.50	14.63
	<i>B. brassicae</i>	13	6-10	8.15	7.37- 8.93	1.31	15.76
	<i>M. rosae ibarae</i>	15	5-10	7.67	6.86- 8.48	1.47	19.17
	<i>A. medicaginis</i>	20	5- 8	6.66	6.25- 6.80	0.30	4.55
	<i>H. arundinis</i>	12	4- 7	6.00	5.50- 6.50	0.80	13.33

体群とは時期的に異なった個体群であったことによるものと思われる。アブラムシ捕食性テントウムシの生態的性質に及ぼす餌種の影響、あるいはテントウムシの食物としての餌種の適性の究明は、アブラムシならびにテントウムシの種以外に、アブラムシの寄主植物の種類をも要因とすべきことが Okamoto (1965) ならびに Smith ら (1966) によって指摘されているが、武田らの結果は、この他に更に寄主植物に対するアブラムシの寄生時期も要因として考慮する必要があることを示している。

アブラムシ捕食性テントウムシに関する Hodek (1965, 1967) や Hagen ら (1968) の綜説にみられるとおり、致死性アブラムシの存在と、これらの致死性種を何等拒絶することなく捕食するテントウムシの摂食習性は、寄主特異性あるいは寄主選択性の生物学的意義についての平野 (1960, 1971) や Way (1965) の見解と関連する面があり、応用的見地からも興味ある問題である。しかしながらこれに関する論議は、致死性の原因解明と同様に次報以降にゆずりたい。

第 17 表. 第 16 表に示したナナホシテントウ成虫の寿命の  $t$  検定法による有意性検定.  
 [Tab. 17. Statistical analysis of the longevity of adults of *C. septempunctata bruckii* shown in Tab. 16 by the  $t$ -test method.]

テントウムシの性別 [Sex of beetle]	比較アブラムシ [Aphids compared]	$t_0$ ( $t$ の観測値) と $t$ ( $\phi=n-2$ , $\alpha=0.05$ における理論値) との対比 [Comparison of $t_0$ (observed value of $t$ ) with $t$ (theoretical value at $\phi=n-2$ , $\alpha=0.05$ )]	有意性 [Significancy]
♀	<i>R. prunifoliae</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=3.952 > t_{0.05}^{33}=2.042$	有意 [significant]
	<i>B. brassicae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=1.684 < t_{0.05}^{47}=2.021$	非有意 [insignificant]
	<i>M. rosae ibarae</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=2.629 > t_{0.05}^{47}=2.021$	有意 [significant]
	<i>H. arundinis</i> - <i>A. medicaginis</i>	$t_0=0.657 < t_{0.05}^{42}=2.021$	非有意 [insignificant]
♂	<i>R. prunifoliae</i> - <i>B. brassicae</i>	$t_0=3.971 > t_{0.05}^{27}=2.052$	有意 [significant]
	<i>B. brassicae</i> - <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=0.904 < t_{0.05}^{26}=2.056$	非有意 [insignificant]
	<i>M. rosae ibarae</i> - <i>A. medicaginis</i>	$t_0=4.918 > t_{0.05}^{31}=2.042$	有意 [significant]
	<i>A. medicaginis</i> - <i>H. arundinis</i>	$t_0=3.347 > t_{0.05}^{30}=2.042$	有意 [significant]

### 摘 要

25°C, 関係湿度 70~80%, 無照明の実験条件下で 6 種類のアブラムシを餌種としてナミテントウおよびナナホシテントウ幼虫の個別飼育を行ない, テントウムシの形質に及ぼすアブラムシの影響をしらべた。

1. テントウムシ両種の形質は餌アブラムシの種類によって変化したが, その程度は, 形質, テントウムシの性別ならびに種類によって異なった。形質のうちで最も著しく変化したのは発育期間の死亡率で, 変化の程度の小さかったのはさやばねの大きさであった。この場合, ナミテントウにおける形質の変化はナナホシテントウにおけるよりも顕著であった。

2. キビクビレアブラムシはナミテントウの食物として最適で, イバラヒゲナガアブラムシはこれに次いで優良であった。モモコフキアブラムシも適性を示したが, イバラヒゲナガアブラムシよりも劣った。また, ダイコンアブラムシはニワトコフクレアブラムシより秀れているが, 或る程度有害性を有し, 適性はモモコフキアブラムシよりはるかに低かった。一方, マメアブラムシとニワトコフクレアブラムシの両種は, ナミテントウに対して有害で, 両者のうち前者の致死性は特に顕著なものがあつた。ナナホシテントウに対するキビクビレアブラムシとイバラヒゲナガアブラムシの適性は, ナミテントウに対する場合と同様であり, ダイコンアブラムシ, マメアブラムシならびにモモコフキアブラムシはナナホシテントウに対してかなり良好な適性を示したが, イバラヒゲナガアブラムシより劣り, ニワトコフクレアブラムシは極めて有害であった。

3. キビクビレアブラムシとイバラヒゲナガアブラムシの適性は両種テントウムシ間で共通的で, これとは対照的に, マメアブラムシとダイコンアブラムシの有害性はナミテントウに対して著しく選択的であった。適性の程度には著しい差がみられたが, モモコフキアブラムシとニワトコフクレアブラムシは両種テントウムシに対して多少不完全な共通適性を示す種類のように思われた。

4. 餌種に対するアブラムシ捕食性テントウムシの種特化性の生物学的意義, ならびにアブラムシ個体群密度の調節者としての役割を明らかにするため, 今後更に多種類のアブラムシとテントウムシ, その他のアブラムシ捕食性昆虫の研究を展開することの必要性が強調された。

### Summary

Larvae of the lady beetles *Harmonia axyridis* Pallas and *Coccinella septempunctata bruckii* Mulsant were reared individually with six species of aphids under the experimentally controlled condition of 25°C and 70~80% R.H., without lighting, and the influences of different aphids as food

upon some ecological and morphological characters of these beetles were studied. The results are summarized as follows:

1. The ecological and morphological characters of both species of beetles were varied greatly with the species of aphids given as food. But the degrees of influence were not even with the characters, the sex and the species of beetles. The degrees of influence among the characters were most conspicuous in the preimaginal mortality and were plain in the size of elytron. In comparison of *H. axyridis* with *C. septempunctata bruckii* the variation appeared in their characters were more remarkable in the former species.

2. Among prey aphids *R. prunifoliae* was the most suitable food for *H. axyridis*, and *M. rosae ibarae* followed the former. *H. arundinis* was also an excellent aphid, but inferior to *M. rosae ibarae*; *B. brassicae* was superior to *A. magnoliae* but somewhat harmful and less suitable than *H. arundinis*; *A. medicaginis* and *A. magnoliae* were both harmful species for *H. axyridis*, and the detrimental nature in the former species was especially outstanding. For *C. septempunctata bruckii*, the suitability of *R. prunifoliae* and *M. rosae ibarae* was similar to that for *H. axyridis*. Further *B. brassicae*, *A. medicaginis* and *H. arundinis* were considerably favorable, but inferior to *M. rosae ibarae*; *A. magnoliae* was strikingly harmful and no suitability was detected.

3. The suitabilities of *R. prunifoliae* and *M. rosae ibarae* were perfectly compatible between *H. axyridis* and *C. septempunctata bruckii*. In contrast with these species, the harmfulness of *A. medicaginis* and *B. brassicae* was highly exclusive with *H. axyridis*. In spite of marked difference in the degree of suitability, *H. arundinis* and *A. magnoliae* seemed to be the species that have more or less imperfect compatible suitability for both species of coccinellids.

4. The need of further studies extending over much more species of aphids, coccinellids and other insect species feeding on aphids is stressed in order to make clear the biological meaning of prey specificities of aphidophagous coccinellids and their role in controlling the natural population densities of aphids.

#### 引用文献

- Blackman, R.L. 1965a. The development and fecundity of *Adalia bipunctata* L. and *Coccinella septempunctata* L. feeding on various species of aphids. *Ecology of aphidophagous insects*: 41-43. Academia, Praha.
- Blackman, R.L. 1965b. Studies on specificity in Coccinellidae. *Ann. Appl. Biol.* **56**: 336-338.
- Blackman, R.L. 1967. The effects of different aphid foods on *Adalia bipunctata* L. and *Coccinella 7-punctata* L. *Ann. Appl. Biol.* **59**: 207-219.
- Bulduf, V.W. 1932. *The bionomics of entomophagous Coleoptera*. 220pp. John S. Swift Co. Inc., St-Louis.
- Fulmek, L. 1957. Insekten als Blattlausfeinde. *Ann. Nat. Hist. Mus. Wien* **61**: 110-227.
- Hagen, K.S. van den Bosch, R. 1968. Impact of pathogenes, parasites and predators on aphids. *Ann. Rev. Entomol.* **13**: 325-384.
- Hariri, El G. 1966a. Laboratory studies on the reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Ent. exp. appl.* **9**: 200-204.
- Hariri, El G. 1966b. Changes of metabolic reserves of three species of aphidophagous Coccinellidae (Coleoptera) during metamorphosis. *Ent. exp. appl.* **9**: 349-358.
- 平野千里. 1960. 食植性昆虫の寄主選好における化学物質の役割. *生物科学* **12** (3): 104-110.
- 平野千里. 1971. 昆虫と寄主植物. 202pp. 共立出版社, 東京.
- Hodek, I. 1956. The influence of *Aphids sambuci* L. as prey of the lady bird beetle *Coccinella 7-punctata* L., I. *Acta Soc. Zool. Bohemoslov.* **20**: 62-74.
- Hodek, I. 1957. The influence of *Aphis sambuci* L. as food for *Coccinella 7-punctata* L., II. *Acta Soc. Ent. Czechoslov.* **54**: 10-14.
- Hodek, I. 1962. Essential and alternative food in insects. *Verhandl. Intern. Kongr. Entomol. XI. Wien, 1960* **2**: 698-699.
- Hodek, I. 1965. Food ecology of aphidophagous Coccinellidae. *Ecology of aphidophagous insects*: 23-30. Academia, Praha.
- Hodek, I. 1967. Bionomics and ecology of predacious Coccinellidae. *Ann. Rev. Entomol.* **21**: 79-104.
- Holling, C.S. 1959a. The components of predation of the European pine sawfly. *Can. Ent.* **91**: 293-320.



- Holling, C.S. 1959b. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Can. Ent.* **91**: 385-398.
- 福島正三・駒田格知. 1972. 給餌アブラムシの相違がヒメカメノコテントウの生育ならびに栄養におよぼす影響. 関西病虫害研究会報, **14**: 7-13.
- Iperti, G. 1965a. Specificity of aphidophagous coccinellids in south-eastern France. *Ecology of Aphidophagous insects*: 31-34. Academia, Praha.
- Iperti, H. 1965b. Contribution à l'étude de la spécificité chez les principales coccinelles aphidophages des Alpes-Maritimes et des Basse-Alpes. *Entomophaga* **10**: 159-178.
- 伊藤嘉昭. 1963. 動物生態学入門. 394pp. 古今書院. 東京.
- Ivlev, V.S. 1961 (1959). *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale Univ. Press, 302pp.
- 岡松正泰. 1966. 推計学ノート. 154pp. オーム社. 東京.
- 岡本秀俊. 1959. 晩春のナタネ圃場におけるナナホシテントウおよびナミテントウ個体群に関する調査. 応動昆. **3**(3): 213-215.
- 岡本秀俊. 1961. キビクビレアブラムシとダイコンアブラムシで飼育したナナホシテントウの生態的性質の比較. 応動昆 **5**(4): 277-278.
- 岡本秀俊・佐藤美恵子. 1964. ナナホシテントウおよびナミテントウの食物としてのアブラムシの適性. 日本昆虫学会第24回大会講演要旨: 10-11.
- Okamoto, H. 1965. Three problems of prey specificity of aphidophagous coccinellids. *Ecology of aphidophagous insects*: 45-46. Academia, Praha.
- Schilder, F.A. & Schilder, M. 1928. Die Nahrung der Coccinelliden und ihre Beziehung zur Verwandtschaft der Arten. *Arb. Biol. Reichsanst. f. Land. u. Forstw., Berlin-Dahlem* **16**: 213-282.
- Smith, B.C. 1965a. Effects of food on some aphidophagous Coccinellidae. *Ecology of aphidophagous insects*: 75-82. Academia, Praha.
- Smith, B.C. 1965b. Growth and development of coccinellid larvae on dry foods (Coleoptera: Coccinellidae). *Can. Ent.* **97**: 760-768.
- Smith, B.C., Bérubé, J.A.C. 1966. Factors influencing survival of predators through effects on the number and weight of *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* **59**: 759-763.
- 武田享・福島正三・山田省三. 1964. 捕食性テントウムシの季節的消長. 岐阜大農研究報告, **19**: 55-63.
- Way, M.J. 1965. Summing-up of the section on food ecology of aphidophagous insects. *Ecology of aphidophagous insects*: 91-94. Academia, Praha.