

香 川 大 学 農 学 部 紀 要

第 32 号

1978年3月

MEMOIRS OF FACULTY OF AGRICULTURE
KAGAWA UNIVERSITY

No. 32, March 1978

テントウムシの摂食の生態に関する実験的研究

岡 本 秀 俊

香 川 大 学 農 学 部

香川県木田郡三木町

FACULTY OF AGRICULTURE, KAGAWA UNIVERSITY

Miki-tyô, Kagawa-ken, Japan

香川大学農学部紀要

- 第1号 幡 克美：アカマツ材の成分並びにパルプ化に関する研究（1955年3月）
- 第2号 内 藤 中 人：植物成長ホルモンに関する植物病理学的研究 特に植物病原菌に及ぼす影響について（1957年10月）
- 第3号 松 沢 寛：アオムシコマユバチの生態に関する研究（1958年3月）
- 第4号 梶 明：和紙原料の醗酵精練に関する研究（1959年3月）
- 第5号 森 和 男：傾斜地蜜柑園経営の構造分析（1960年3月）
- 第6号 玉 置 鷹 彦：ガラク並びに池泥の研究（1960年3月）
- 第7号 上 原 勝 樹：傾斜地開発利用に関する物理気象的研究（1961年3月）
- 第8号 桑 田 晃：オクラとトロロアオイとの種間交雑およびそれらより育成された種々の雑種ならびに倍数体に関する研究（1961年9月）
- 第9号 中 潤三郎：甘藷の生育過程に関する作物生理学的研究（1962年3月）
- 第10号 斉 藤 実：香川県及び北愛媛県の地質について（1962年3月）（英文）
- 第11号 小 杉 清：グラジオラスの生産と開花に関する研究（1962年9月）（英文）
- 第12号 吉 良 八 郎：貯水池の滞砂に関する水理学的研究（1963年2月）
- 第13号 野 田 愛 三：禾穀類の根鞘に関する研究（1963年3月）
- 第14号 川 村 信一郎：豆類のデンプンの研究（1963年3月）（エスペラント文）
- 第15号 浅 野 二 郎：種子の耐塩性を中心とした海岸地帯におけるアカマツおよびクロマツ林の成立に関する研究（1963年3月）
- 第16号 山 中 啓：乳酸菌のペントース・イソメララーゼに関する研究（1963年8月）（英文）
- 第17号 葦 沢 正義：香川県における葡萄の早害に関する研究（1964年3月）
- 第18号 谷 利 一：カキ炭疽病の病態生理学的研究、とくに罹病果実の病徴発現にあずかるペクチン質分解酵素の役割（1965年3月）
- 第19号 樽 谷 隆 之：カキ果実の貯蔵に関する研究（1965年3月）
- 第20号 狩 野 邦 雄：ラン種子の発芽培地に関する研究（1965年3月）（英文）
- 第21号 山 本 喜 良：コモンベッチおよびその近縁種の雑種に関する研究（1966年3月）
- 第22号 中 広 義 雄：鶏における飼料の消化率測定法に関する研究（1966年10月）
- 第23号 井 上 宏：ナツダイダイの果実発育に関する研究、とくに水腐病の発生機構を中心として（1967年3月）
- 第24号 宮 辺 豊 紀：異常乳の生成と塩類均衡とくにカゼイン磷酸カルシウムに関する研究（1967年8月）（英文）
- 第25号 十 河 村 男：樹皮リグニン及び樹皮フェノール類に関する研究（1971年9月）
- 第26号 大 島 光 昭：赤クローバーサイレージ中の窒素栄養源に関する研究（1971年11月）（英文）
- 第27号 辰 己 修 三：林木葉部中におけるカルシウムの化合形態とその生理に関する基礎的研究（1974年11月）
- 第28号 樽 谷 勝：ブドウの葉脈黄変による早期落葉の研究（1974年12月）
- 第29号 倉 田 久 男：カボチャ・スイカの性の分化におよぼす日長および温度の影響に関する研究（1976年3月）
- 第30号 鎌 田 萬：中小河川治水計画に適用する計画降雨の合理的算定法に関する研究（1976年6月）
- 第31号 山 本 弘 幸：エンバク冠さび病の抵抗性発現機構に関する研究（1978年3月）
- 第32号 岡 本 秀 俊：テントウムシの摂食の生態に関する実験的研究（1978年3月）

テントウムシの摂食の生態に関する実験的研究

岡 本 秀 俊

Laboratory Studies on Food Ecology of Aphidophagous
Lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae)

Hidetoshi OKAMOTO

目 次

第1章 序 論	1
第2章 アブラムシ捕食性テントウムシの諸形質に及ぼす餌アブラムシの種類の影響	2
第1節 テントウムシの幼虫期における餌アブラムシの種類とテントウムシの諸形質との関係 (I) 幼虫期における特定アブラムシの連続捕食の場合について	3
第1項 緒 言	3
第2項 研究材料ならびに方法	3
第3項 研究結果	4
第4項 考 察	14
第5項 摘 要	17
第2節 テントウムシの幼虫期における餌アブラムシの種類とテントウムシの諸形質との関係 (II) 単一令期における捕食の場合	18
第1項 緒 言	18
第2項 研究材料ならびに方法	18
第3項 研究結果	19
第4項 考 察	26
第5項 摘 要	26
第3節 成虫期における餌アブラムシの種類とテントウムシの諸形質との関係	27
第1項 緒 言	27
第2項 研究材料ならびに方法	27
第3項 研究結果	28
第4項 考 察	32
第5項 摘 要	33
第4節 食物としての価値の高いアブラムシと低いアブラムシに対するテントウムシの食物選択性	33

第1項 緒 言	33
第2項 研究材料ならびに方法	33
第3項 研究結果	34
第4項 考 察	37
第5項 摘 要	38
第5節 アブラムシの寄主植物の違いがそれを捕食するテントウムシの諸形質に及ぼす影響	39
第1項 緒 言	39
第2項 研究材料ならびに方法	39
第3項 研究結果	39
第4項 考 察	42
第5項 摘 要	43
第3章 アブラムシ捕食性テントウムシの諸形質と餌量	44
第6節 テントウムシの諸形質と幼虫期の餌量	44
第1項 緒 言	44
第2項 研究材料ならびに方法	44
第3項 研究結果	45
第4項 考 察	50
第5項 摘 要	52
第7節 テントウムシの諸形質に及ぼす幼虫各期捕食量の影響	52
第1項 緒 言	52
第2項 研究材料ならびに方法	52
第3項 研究結果	54
第4項 考 察	61
第5項 摘 要	62
第8節 成虫期における捕食量がテントウムシの諸形質に及ぼす影響	63
第1項 緒 言	63
第2項 研究材料ならびに方法	63
第3項 研究結果	64
第4項 考 察	69
第5項 摘 要	70
第9節 成虫の生存、生殖、捕食に及ぼす成虫各期捕食量の影響	71
第1項 緒 言	71
第2項 研究材料ならびに方法	71
第3項 研究結果	71
第4項 考 察	79
第5項 摘 要	80
第4章 総 括	80
引用文献	85
英文要約	88

第1章 序 論

害虫とその天敵昆虫との関係は、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との関係」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、害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、1個体の捕食者（または寄生者）が一生の間にたおす被食者（または寄主）の個体数や、捕食者が被食者（または寄主）に到達する過程は、被食者-捕食者関係と寄主-寄生者関係とは異なる。かような指摘は、寄生者が寄主から受ける影響よりも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との関係」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は被食者の質と量にもとづくものと考えられ、被食者の質と量は被食者が捕食者に捕食されるまでの過程と、捕食された後の過程で捕食者に影響を及ぼすにちがいない。しかし、この二つの過程における被食者の質及び量の影響は、同一性格のものとは考えにくい。したがって、「食われる」ことによる被食者の捕食者に対する影響は、被食者の質、量何れの面での影響であるかを区別するだけでなく、捕食されるまでの過程におけるものと、捕食された後の過程のそれとに分けて検討すべきであろう。

捕食される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その理論的あるいは実験的な研究が行なわれている。これに対し、捕食さ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）ことや、大部分の捕食性昆虫が「共食い」の習性を持つために、個別別飼育の手法による実験を強いられ、飼育管理にかなりの労力を要するという研究遂行上の困難性のためか、現在のところ充分に研究されているとは思えない。

殺虫剤中心の害虫防除法に対する批判の声のたかまりとともに、天敵昆虫に寄せられる関心と期待は近時とみに増大した。害虫密度の自然的制御要因の一つとして天敵昆虫を位置づけ、この要因の活用を図ることに異を唱えるつもりはない。しかしここで留意すべきは、害虫と天敵との関係は相互作用的な関係であり、捕食者は被食者を「食う」ことで被食者個体群密度の消長を一方的に規定するのではなく、同時に、「食われる」ことによる被食者の規定作用を受けることを忘れないことである。捕食者に対する被食者の規定作用を軽視し、その研究を欠如させることは害虫制御に果す天敵の役割を過大視する傾向を生み、生物的防除についての認識を誤らせることにもなる。

以上の観点から、著者は農林業上の重要害虫であるアブラムシ類とその天敵として著名な捕食性テントウムシ類を材料に、テントウムシの諸性質に及ぼすアブラムシの被食後の過程における質的及び量的影響を解明する一連の実験的研究を実施した。これらの結果を次章以下に述べる。

謝 辞

恩師、元香川大学教授松澤寛博士（農学部応用昆虫学研究室）は二十数年の長きにわたって著者を激励され、御導き下さった。京都大学教授内田俊郎博士（農学部昆虫学研究室当時）は本論文の作成を直接御指導下さった。宮本裕三助教授（香川大学農学部応用昆虫学研究室）は研究着手当初から種々御援助下さった。河野達郎部長（農林省農業技術研究病所病理昆虫部）は、常々、著者を激励下さった。本論文の第3章に記述した部分は、文部省科学研究

費(特定研究・昭和42年度~47年度)の交付を得て行なった。九州大学教授安松京三博士(農学部昆虫学室・当時)ならびに北海道大学教授森樊須博士(農学部応用動物学教室)はこの特定研究「生物的防除に関する研究」の研究代表者として種々な御指導と御援助を賜わった。V. LANDA 博士ならびに I. HODEK 博士(Institute of Entomology, Czechoslovak Academy of Science)は国際シンポジウム(1965年9月, Praha)において, 本研究第2章の一部を報告する特別の機会を与えられ, また, 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。

佐藤(現姓市川)美恵子さん, 津田和美, 小川 宏両氏は専攻学生(香川大学農学部応用昆虫学研究室)として在学中, 種々実験に協力された。前の研究補佐員植村(現姓安倍)美佐子さん, 日笠(現姓出井)富子さん, 石川律子さん, 現在の補佐員横山民恵さんには, 実験, データ整理, 論文のとりまとめに力を借していただいた。

これらの方々の御力添えを心から感謝し, 厚く御礼申し上げます。

なお, 本論文は京都大学審査学位論文を印刷に付したものである。

第2章 アブラムシ捕食性テントウムシの諸形質に及ぼす餌アブラムシの種類の影響

アブラムシ類は昆虫の中ではきわめて古い歴史をもつグループで, 約3億年前に地球上に出現したといわれている(ADAMS・VAN EMDEN, 1972)。そして, 長い進化の過程で多くの種とさまざまな適応的形質を発達させて来たものようである。現存種はアブラムシ科 Aphididae に属するものだけでも3700種近くに及ぶ(EASTOP・VAN EMDEN, 1972)。これらのアブラムシは草本と木本の別を問わず, 高等植物の殆どどの種に寄生し, 時間的ならびに空間的に幅広い生活を営んでいる(田中, 1967; 小川, 1972)。ごく僅かの種においては, アブラムシ捕食性テントウムシ(以下の文中では, 特別の場合を除き, テントウムシと略述する)の攻撃, 捕食を回避, 防御する機能をもつことが確認されているが(DIXSON, 1958, 1959; KADDOU, 1960; KLINGAUF, 1967), 大多数の種はテントウムシの攻撃, 捕食に抗しきれない。

他方, テントウムシは幼虫期ならびに成虫期の二つの発育段階で, 生存, 発育, ならびに増殖のエネルギー源として大量のアブラムシを捕食しながら生活する。捕食の際テントウムシは特定の種のアブラムシを選択することはあまりないようである(この点については第1節ならびに第4節で詳述する)。幼虫は脚を, そして成虫は脚および翅を使用して活潑に動きまわり, 餌あるいは好適生息環境を探索する。幼虫は雌成虫によって産下された卵から孵化し, しばらくすると孵化した場所の周辺で餌アブラムシを探索し捕食する。雌成虫の産卵はアブラムシのコロニーの近くで行なわれることが多いが(HODEK, 1973), この場合, コロニーを構成するアブラムシの種類を特に選択することはないようである。

アブラムシならびにテントウムシが上述した特性をもつために, 同じ種類のテントウムシであっても幼虫期あるいは成虫期に異種類のアブラムシを餌として捕食し生活する個体あるいは個体群が, ごく普通に出現することになる。一方, アブラムシでは, 同種類のアブラムシが異種類のテントウムシの攻撃, 捕食を受ける場合が出現することになる。本章ではこうした場合, 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もたらすかを明らかにし, また, アブラムシ個体群密度の自然制御機構におけるテントウムシの位置, 役割についても若干の検討を加える。

第1節 テントウムシの幼虫期における餌アブラムシの種類とテントウムシの諸形質との関係

(I) 幼虫期における特定アブラムシの連続捕食の場合について

第1項 緒 言

テントウムシの諸形質に及ぼす餌アブラムシの種類の影響は、テントウムシによるアブラムシの捕食が幼虫期におこなわれる場合と成虫期の場合とは異なる面がある。また、同じ幼虫期における捕食においても、孵化以降から前蛹にいたる幼虫の全期間中特定のアブラムシを捕食する場合と、捕食が或る期間に限られる場合で異なることが予測される。本節では幼虫期における餌アブラムシの種類の影響のうち、幼虫の全期間中連続的に特定のアブラムシの捕食が行なわれた場合のテントウムシの諸形質とアブラムシの種類との関係について述べる。

第2項 研究材料ならびに方法

1. 供 試 昆 虫

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* 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頭宛収容して、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。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、テントウ幼虫の個体飼育に使用した容器は、卵塊を収容したものと同一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。テントウ幼虫の餌種とした6種類のアブラムシとその寄主植物は第1表のとおりで、その選択に当たっては、実験時に必要量を確保しやす

Table 1. Aphids and their host plants used

Aphids	Host plants
Oriental pea aphid (Mameaburamushi) <i>Aphis medicaginis</i> KOCH	False acacia (Niseakashiya) <i>Robinia pseudoacacia</i> L.
Japanese elder aphid (Niwatokofukure-aburamushi) <i>Aulacorthum magnoliae</i> ESSIG et KUWANA	Elder (Niwatoko) <i>Sambucus sieboldiana</i> BLUME
Cabbage aphid (Daikonaburamushi) <i>Brevicoryne brassicae</i> L.	Cabbage (Kyabetsu) <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> L.
Mealy plum aphid (Momokofukiaburamushi) <i>Hyalopterus arundinis</i> FABRICIUS	Peach (Momo) <i>Prunus persica</i> BETCH. var. <i>vulgaris</i> MAXIM.
Rose aphid (Barahigenagaaburamushi) <i>Macrosiphum rosae ibarae</i> MATSUMURA	Wild rose (Noibara) <i>Rosa multiflora</i> THUNB.
Apple grain aphid (Kibikubireaburamushi) <i>Rhopalosiphum prunifoliae</i> FITCH	Wheat (Komugi) <i>Triticum sativum</i> LAM. var. <i>vulgare</i> HACK.

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にて採集し、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取り除いた上でテントウ幼虫の個体飼育容器に移し入れた。個体飼育容器には、別途用意した、アブラムシの寄生をうけていない新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。なお餌アブラムシはその種類をとわず、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

個体飼育容器に収容したナミ、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、給餌量が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とり除き、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、体の大きさの測定は右さ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。

第3項 研究結果

1. 発育期における死亡率

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うち全発育期間の死亡率

Table 2. Preimaginal mortality of *H. axyridis* reared with different aphid species

Aphids used as food	Number of coccinellid larvae reared	Stage of development						Total stages of development	
		Larval stage					Prepupal stage		pupal stage
		First instar	Second instar	Third instar	Fourth instar	Total larval period			
<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>Aul. magnoliae</i>	38	7.9	7.9	26.3	18.4*	60.5*	—	—	60.5*
<i>A. medicaginis</i>	39	100				100			100

* : Rearing was discontinued before the later period of the fourth larval instar because of a shortage of food aphid of this species; therefore; the value obtained in the period before that time is shown here.

(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

Table 3. Stochastic analysis of the preimaginal mortality of *H. axyridis* shown in Table 2 by the 2×2 split table method

Aphids compared	Chi-square observed x_0^2	Comparison of x_0^2 with $x^2 = 2.71$ (theoretical value at $\phi=1, \alpha=0.01$)	Significancy
<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	0.18	$x_0^2 < x^2$	insignificant
<i>M. rosae ibarae</i> — <i>H. arundinis</i>	1.25	$x_0^2 < x^2$	insignificant
<i>H. arundinis</i> — <i>B. brassicae</i>	5.89	$x_0^2 > x^2$	significant
<i>B. brassicae</i> — <i>Aul. magnoliae</i>	0.46	$x_0^2 < x^2$	insignificant
<i>Aul. magnoliae</i> — <i>A. medicaginis</i>	16.69	$x_0^2 > x^2$	significant

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, キビと略記) 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総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. ナナホシにおける結果は第4表に示す. ニワトコ区においては供試

Table 4. Preimaginal mortality of *C. septempunctata bruchii* reared with different aphid species

Aphids used as food	Number of coccinellid larvae reared	Stage of development						Prepupal stage	Pupal stage	Total stages of development
		Larval stage					Total larval period			
		First instar	Second instar	Third instar	Fourth instar	Total larval period				
<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	7.7	
<i>R. prunifoliae</i>	30	0	0	3.3	9.0	13.2	0	0	13.2	
<i>Aul. magnoliae</i>	36	2.8	16.7	36.0	38.8	94.3	0	0	94.3	

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. ニワトコ以外の区における死亡率はいずれもニワ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, ニワトコ区を除いた他の5区相互間には有意な差

Table 5. Stochastic analysis of the preimaginal mortality of *C. septempunctata bruckii* shown in Table 4 by the 2×2 split table method

Aphids compared	Chi-square observed x_0^2	Comparison of x_0^2 with x^2 =2.71 (theore- tical value at $\phi=1, \alpha=0.01$)	Significancy
<i>M. rosae ibarae</i> — <i>B. brassicae</i>	0.49	$x_0^2 < x^2$	insignificant
<i>B. brassicae</i> — <i>A. medicaginis</i>	0.49	$x_0^2 < x^2$	insignificant
<i>A. medicaginis</i> — <i>H. arundinis</i>	0.51	$x_0^2 < x^2$	insignificant
<i>H. arundinis</i> — <i>R. prunifoliae</i>	0.15	$x_0^2 < x^2$	insignificant
<i>R. prunifoliae</i> — <i>Aul. magnoliae</i>	44.23	$x_0^2 > x^2$	significant

は認められず、餌種間における大小関係は、ニワトコ>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マ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、ニワ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ワトコ区では、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。ニワ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、

Table 6. Total duration of development of *H. axyridis* reared with different aphid species

Sex of beetles	Aphids used as food	Number of larvae observed	Min. and max. days of deve- lopment	Sample mean in days	Population mean at $\alpha=0.05$ in days	Standard deviation in days	Coefficient of variation in percent
Females	<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
Males	<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

幼虫第1令期に全供試虫が死亡したママ区と、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ワ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表のとおりで、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、

Table 7. Stochastic analysis of the total duration of development shown in Table 6 by the t -test method

Sex of beetles	Aphids compared	Comparison of t_0 (observed value of t) with t (theoretical value at $\phi=n-2$, $\alpha=0.05$)	Significancy
Females	<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0 = 5.815 > t_{0.05}^1 = 2.942$	significant
	<i>M. rosae ibarae</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0 = 12.081 > t_{0.05}^{23} = 2.048$	significant
	<i>H. arundinis</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0 = 4.426 > t_{0.05}^{23} = 2.069$	significant
Males	<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0 = 0.987 < t_{0.05}^{23} = 2.042$	insignificant
	<i>M. rosae ibarae</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0 = 10.431 > t_{0.05}^{29} = 2.045$	significant
	<i>H. arundinis</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0 = 5.350 > t_{0.05}^{19} = 2.039$	significant

イバラ、モモ、ダイコンの順に小さく、高位区と次位区との差は総て有意であった。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の差に有意性はないが、その他は総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ワトコ区の第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、全発育日数が最も長かったダイコン区, 3.44, 2.08, 2.33, 7.85 (雌), 3.67, 2.22, 2.67, 7.85 (雄)と比較すると、ナミのニワ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)、ダイコン区のもより更に小となり(比の値は1:1.2前後)、ニワ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、幼虫期に殆んど個体が死亡したニワ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、餌種のちがによる変動はそれ程大きくない。第8表から除外したニワトコ区が発育速度は、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

Table 8. Total duration of development of *C. septempunctata bruckii* reared with different aphid species

Sex of beetles	Aphids used as food	Number of larvae observed	Min. and max. days of development	Sample mean in days	Population mean at $\alpha=0.05$ in days	Standard deviation in days	Coefficient of variation in per cent
Females	<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
Males	<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

Table 9. Stochastical analysis of the total duration of development shown in Table 8 by the *t*-test method

Sex of beetles	Aphids compared	Comparison of t_0 (observed value of t) with t (theoretical value at $\phi=n-2, \alpha=0.05$)	Significancy
Females	<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=2.525 > t_{0.05}^{32}=2.042$	significant
	<i>M. rosae ibarae</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=2.966 > t_{0.05}^{46}=2.021$	significant
	<i>H. arundinis</i> — <i>A. medicaginis</i>	$t_0=2.001 < t_{0.05}^{40}=2.021$	insignificant
	<i>A. medicaginis</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=0.317 < t_{0.05}^{41}=2.021$	insignificant
Males	<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=1.578 < t_{0.05}^{29}=2.045$	insignificant
	<i>M. rosae ibarae</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=3.510 > t_{0.05}^{26}=2.056$	significant
	<i>B. brassicae</i> — <i>A. medicaginis</i>	$t_0=0.239 < t_{0.05}^{31}=2.042$	insignificant
	<i>A. medicaginis</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=1.903 < t_{0.05}^{30}=2.042$	insignificant

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。

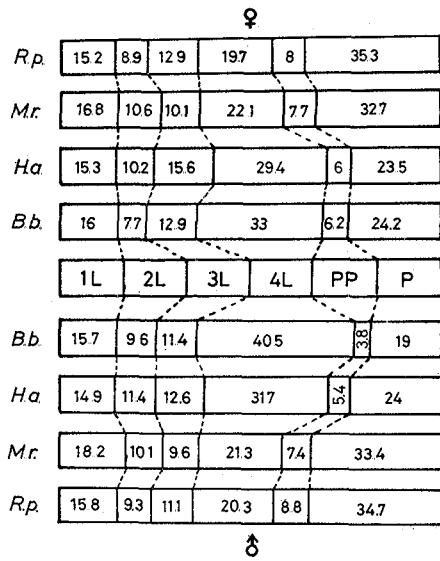


Figure 1. Rate in per cent of each developmental time to the total duration of development of *H. axyridis* reared with different aphid species.

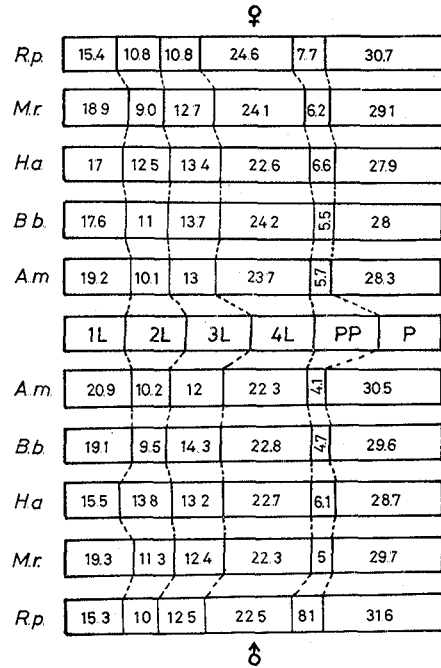


Figure 2. Rate in per cent of each developmental time to the total duration of development of *C. septempunctata bruckii* reared with different aphid species.

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。

Table 10. Size of elytron of adult of *H. axyridis* reared with different aphid species during the larval period

Parts measured	Sex of beetles	Aphid as food	Number of coccinellids measured	Min and max. value of size in mm	Sample mean in mm	Population mean at $\alpha=0.05$ in mm	Standard deviation in mm	Coefficient of variation in per cent
Width of elytron	Females	<i>R. prunifoliae</i>	19	4.40-5.03	4.75	4.64-4.86	0.23	4.93
		<i>M. rosae ibarae</i>	14	4.29-4.94	4.46	4.35-4.57	0.19	4.34
		<i>H. arundinis</i>	16	3.30-4.96	4.13	4.02-4.24	0.20	4.79
		<i>B. brassicae</i>	9	3.41-4.07	3.74	3.59-3.89	0.20	5.24
	Males	<i>R. prunifoliae</i>	15	3.41-4.51	4.21	4.05-4.37	0.29	6.85
		<i>M. rosae ibarae</i>	20	3.85-4.51	4.15	4.03-4.24	0.20	4.79
		<i>H. arundinis</i>	12	3.30-4.07	3.75	3.59-3.91	0.25	6.63
		<i>B. brassicae</i>	9	2.86-3.63	3.30	3.05-3.55	0.32	9.67
Length of elytron	Females	<i>R. prunifoliae</i>	19	6.93-7.70	7.45	7.35-7.55	0.21	2.88
		<i>M. rosae ibarae</i>	14	6.49-7.48	7.07	6.88-7.26	0.32	6.49
		<i>H. arundinis</i>	16	5.83-7.15	6.52	6.32-6.72	0.38	5.82
		<i>B. brassicae</i>	9	4.95-6.49	5.92	5.60-6.24	0.41	6.95
	Males	<i>R. prunifoliae</i>	15	5.61-7.26	6.37	6.14-6.60	0.42	6.49
		<i>M. rosae ibarae</i>	20	5.50-6.82	6.25	6.09-6.41	0.35	5.60
		<i>H. arundinis</i>	12	5.17-6.49	5.85	5.65-6.12	0.37	6.34
		<i>B. brassicae</i>	9	4.73-5.61	5.22	5.11-5.33	0.32	6.22

3. 发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右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

Table 11. Stochastic analysis of the size of elytron of adult of *H. axyridi* shown in Table 10

Parts measured	Sex of beetles	Aphids compared	Comparison of t_0 (observed value of t) with t (theoretical value at $\phi=n-2$, $\alpha=0.05$)	Significancy
Width of elytron	Female	<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=3.79 > t_{0.05}^{31} = 2.04$	significant
		<i>M. rosae ibarae</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=3.92 > t_{0.05}^{28} = 2.05$	significant
		<i>H. arundinis</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=3.94 > t_{0.05}^{33} = 2.07$	significant
	Male	<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=0.70 < t_{0.05}^{33} = 2.04$	insignificant
		<i>M. rosae ibarae</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=5.06 > t_{0.05}^{30} = 2.04$	significant
		<i>H. arundinis</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=3.67 > t_{0.05}^{19} = 2.09$	significant
Length of elytron	Female	<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=4.12 > t_{0.05}^{31} = 2.04$	significant
		<i>M. rosae ibarae</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=3.38 > t_{0.05}^{28} = 2.05$	significant
		<i>H. arundinis</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=3.83 > t_{0.05}^{24} = 2.06$	significant
	Male	<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=0.91 < t_{0.05}^{33} = 2.04$	insignificant
		<i>M. rosae ibarae</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=2.78 > t_{0.05}^{30} = 2.04$	significant
		<i>H. arundinis</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=4.30 > t_{0.05}^{19} = 2.09$	significant

>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 a および b 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。したがって餌種間の関係はキビ=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、ニワ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

Table 12. Size of elytron of adult of *C. septempunctata bruckii* reared with different aphid species during the larval period

Parts measured	Sex of beetles	Aphids as food	Number of coccinellids measured	Min. and max. value of size in mm	Sample mean in mm	Population mean at $\alpha=0.05$ in mm	Standard deviation in mm	Coefficient of variation in per cent
Width of elytron	Females	<i>R. prunifoliae</i>	10	4.40-5.17	4.85	4.71-5.01	0.21	4.32
		<i>A. medicaginis</i>	18	4.40-5.06	4.83	4.75-4.91	0.17	3.51
		<i>H. arundinis</i>	24	3.85-5.28	4.83	4.71-4.95	0.28	5.97
		<i>M. rosae ibarae</i>	24	3.85-4.95	4.76	4.65-4.87	0.26	5.44
		<i>B. brassicae</i>	25	4.62-5.06	4.74	4.72-4.76	0.04	0.80
	Males	<i>R. prunifoliae</i>	16	4.40-4.73	4.56	4.50-4.62	0.12	2.70
		<i>A. medicaginis</i>	12	3.85-4.62	4.41	4.37-4.45	0.06	1.50
		<i>H. arundinis</i>	20	4.18-4.62	4.39	4.38-4.40	0.03	0.75
		<i>M. rosae ibarae</i>	15	3.52-4.62	4.32	4.18-4.52	0.31	7.18
		<i>B. brassicae</i>	13	4.07-4.62	4.32	4.23-4.41	0.15	3.46
Length of elytron	Females	<i>R. prunifoliae</i>	10	7.15-7.92	7.70	7.55-7.85	0.26	3.41
		<i>A. medicaginis</i>	24	6.82-8.03	7.60	7.49-7.71	0.25	3.28
		<i>H. arundinis</i>	18	7.15-8.28	7.59	7.45-7.73	0.28	3.68
		<i>M. rosae ibarae</i>	24	6.38-8.25	7.59	7.42-7.76	0.41	5.54
		<i>B. brassicae</i>	25	6.82-8.36	7.41	7.25-7.57	0.38	5.01
	Males	<i>R. prunifoliae</i>	16	6.93-7.70	7.72	7.03-7.35	0.24	3.26
		<i>A. medicaginis</i>	15	6.49-7.70	7.09	6.90-7.28	0.35	4.98
		<i>H. arundinis</i>	20	6.38-7.15	6.90	6.80-7.00	0.21	3.10
		<i>M. rosae ibarae</i>	12	6.38-7.48	6.77	6.61-6.93	0.25	3.70
		<i>B. brassicae</i>	13	6.49-7.37	6.74	6.59-6.89	0.24	3.46

Table 13 a. Stochastic analysis of the width of elytron of the adult of *C. septempunctata bruckii* shown in Table 12

Sex of beetles	Aphids compared	Comparison of t_0 (observed value of t) with t (theoretical value at $\phi=n-2$, $\alpha=0.05$)	Significancy
Females	<i>R. prunifoliae</i> — <i>A. medicaginis</i>	$t_0=0.39 < t_{0.05}^{26} = 2.06$	insignificant
	<i>A. medicaginis</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=0.09 < t_{0.05}^{40} = 2.02$	insignificant
	<i>H. arundinis</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=0.89 < t_{0.05}^{41} = 2.02$	insignificant
	<i>M. rosae ibarae</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=0.33 < t_{0.05}^{47} = 2.02$	insignificant
Males	<i>P. prunifoliae</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=3.82 > t_{0.05}^{26} = 2.06$	significant
	<i>H. arundinis</i> — <i>A. medicaginis</i>	$t_0=0.83 < t_{0.05}^{30} = 2.04$	insignificant
	<i>A. medicaginis</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=0.66 < t_{0.05}^{33} = 2.04$	insignificant
	<i>M. rosae ibarae</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=0.26 < t_{0.05}^{26} = 2.06$	insignificant

Table 13b. Stochastical analysis of the length of elytron of the adult of *C. septempunctata bruckii* shown in Table 12

Sex of beetles	Aphids compared	Comparison of t_0 (observed value of t) with t (theoretical value at $\phi=n-2$, $\alpha=0.05$)	Significancy
Females	<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=1.01 < t_{0.05}^{32} = 2.04$	insignificant
	<i>M. rosae ibarae</i> — <i>A. medicaginis</i>	$t_0=0.17 < t_{0.05}^{40} = 2.02$	insignificant
	<i>A. medicaginis</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=0 < t_{0.05}^{40} = 2.02$	insignificant
	<i>H. arundinis</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=1.63 < t_{0.05}^{47} = 2.02$	insignificant
Males	<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=1.18 < t_{0.05}^{29} = 2.05$	insignificant
	<i>M. rosae ibarae</i> — <i>A. medicaginis</i>	$t_0=2.04 = t_{0.05}^{33} = 2.04$	significant
	<i>A. medicaginis</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=1.50 < t_{0.05}^{31} = 2.04$	insignificant
	<i>H. arundinis</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=0.31 < t_{0.05}^{23} = 2.07$	insignificant

(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。

Table 14. Longevity under fasting condition of the adults of *H. axyridis* reared with different aphid species during the larval period

Sex of beetle	Aphids as food	Number of coccinellids observed	Min. and max. longevity in days	Sample mean in days	Population mean in days at $\alpha=0.05$	Standard deviation in days	Coefficient of variation in per cent
Females	<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
Males	<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

Table 15. Stochastic analysis of the longevity of adults of *H. axyridis* shown in Table 14 by the *t*-test method

Sex of beetles	Aphids compared	Comparison of t_0 (observed value of t) with t (theoretical value at $\phi=n-2$, $\alpha=0.05$)	Significancy
Females	<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=4.62 > t_{0.05}^{33} = 2.04$	significant
	<i>M. rosae ibarae</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=0.07 < t_{0.05}^{21} = 2.08$	insignificant
	<i>B. brassicae</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=2.01 < t_{0.05}^{23} = 2.09$	insignificant
Males	<i>R. prunifoliae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=8.51 > t_{0.05}^{33} = 2.04$	significant
	<i>M. rosae ibarae</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=0.43 < t_{0.05}^{21} = 2.05$	insignificant
	<i>B. brassicae</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=1.41 < t_{0.05}^{19} = 2.09$	insignificant

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。

Table 16. Longevity under fasting condition of the adults of *C. septempunctata bruckii* reared with different aphid species during the larval period

Sex of beetles	Aphids as food	Number of coccinellids observed	Min. and max. longevity in days	Sample mean in days	Population mean at $\alpha=0.05$ in days	Standard deviation in days	Coefficient of variation in per cent
Females	<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
Males	<i>R. prunifoliae</i>	16	8—13	10.25	9.45—11.50	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

Table 17. Stochastic analysis of the longevity of adults of *C. septempunctata bruckii* shown in Table 16 by the *t*-test method

Sex of beetles	Aphids compared	Comparison of t_0 (observed value of t) with t (theoretical value at $\phi=n-2$, $\alpha=0.05$)	Significancy
Females	<i>R. prunifoliae</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=3.95 > t_{0.05}^{33} = 2.04$	significant
	<i>B. brassicae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=1.63 < t_{0.05}^{47} = 2.02$	insignificant
	<i>M. rosae ibarae</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=2.63 > t_{0.05}^{41} = 2.02$	significant
	<i>H. arundinis</i> — <i>A. medicaginis</i>	$t_0=0.66 < t_{0.05}^{42} = 2.02$	insignificant
Males	<i>R. prunifoliae</i> — <i>B. brassicae</i>	$t_0=3.97 > t_{0.05}^{27} = 2.05$	significant
	<i>B. brassicae</i> — <i>M. rosae ibarae</i>	$t_0=0.90 < t_{0.05}^{26} = 2.06$	insignificant
	<i>M. rosae ibarae</i> — <i>A. medicaginis</i>	$t_0=4.92 > t_{0.05}^{31} = 2.04$	significant
	<i>A. medicaginis</i> — <i>H. arundinis</i>	$t_0=3.35 > t_{0.05}^{30} = 2.04$	significant

第4項 考 察

1. 餌種のちがいとテントウムシの形質の変化

(1) 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) はそのアブラムシがテントウムシに捕食されるか否かということと、食物としての十分な価値を有するか否かということは別問題であること、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は既に報告した（岡本・佐藤, 1964, 1972）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, 1965 a, b; 武田ら, 1964; HARIRI, 1965 a, b）の諸結果と同様、餌アブラムシの種類の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 や著者による指摘を更に裏がきするものである。

(2) 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つた。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1:1.13(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うけて変化するが、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ちがいはない。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。

(3) 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)でないし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おのにおの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やすかったことが、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しら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 *Adalia bipunctata* 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 *Adalia 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* L. 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

(1) テントウムシの種類間に共通の(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的でないか、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うことができよう。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、シヨ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る。

(2) 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の種類であり、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, 1957 a, b) はニワトコ的一种 *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 *Coccinella 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. 寄生のメメアブラムシ *Aphis cracivora* KOCH (原著では *Pergandeida medicaginis* KOCH) がテントウムシ 1 種 *Semiadalia undecimnotata* SNEID. に対し同様の致死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、IPERII (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 種である *Oleander*, あるいはトウワタ *Asclepias crassavica* L. に寄生する *Aphis nerii* KALTENBACH 上では *Harmonia quatuordecimpunctata* L. (= *Propylea* sp. L.) の、イラクサの 1 種 *Urtica dioica* に寄生する *Aphis urticae* FAB. では *Adalia 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類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 SCHILDER 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メ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メ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体群とは定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の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 (1968) など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。

第 5 項 摘 要

25°C, 関係湿度 70~80%, 暗黒の実験条件下で 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体別飼育を行ない、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結果を要約すると次のとおりである。

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。その程度は、テントウムシの形質、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つた。

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つた。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。

第2節 テントウムシの幼虫期における餌アブラムシの種類とテントウムシの諸形質との関係(Ⅱ) 単一令期における捕食の場合

第1項 緒 言

第1節では幼虫の全期間をとおして同種のアブラムシを連続的に捕食させる方法で、アブラムシの種類とテントウムシの諸形質との関係を検討し、餌アブラムシの種類とテントウムシの諸形質との間に、密接な関係があることを明らかにした。特に、マメアブラムシはナミテントウ、ニワトコフクレアブラムシはナナホシテントウの幼虫に対して致死作用を及ぼし、発育期に100%あるいはそれに近い高率の死亡をもたらすことで、これらのテントウムシ幼虫の生存と発育の完了に決定的ともいえる影響を及ぼすことがわかつた。本節では、ナミテントウとナナホシテントウ幼虫によるマメアブラムシあるいはニワトコフクレアブラムシの捕食が、幼虫の総ての期間ではなく、そのうちの一つだけの令期に限っておこなわれる場合においても、第1節で明らかになったのと同種の影響が、テントウムシの形質に及ぼされるかどうか、いいかえれば、短期間における捕食によつても、マメアブラムシあるいはニワトコフクレアブラムシの劣悪適性の影響がテントウムシの形質に影響を与えるか否かを検討する。

第2項 研究材料ならびに方法

1. 供試昆虫

(1) テントウムシ

供試テントウムシは第1節に述べたのと同じナミテントウならびにナナホシテントウで、前者は1967年6月、後者は1967年3月に香川大学農学部構内で採集した雌成虫が25°C 恒温、関係湿度80~85%、人工日長16時間の条件の実験室内で産下した卵から孵化した個体である。採卵のために構内圃場で採集した雌成虫は、ナナホシテントウの場合にはエンバク寄生のキビクビレアブラムシ、ナミテントウの場合はバッコヤナギ *Salix bakko* KIMURA

寄生のヤナギフタオアブラムシ *Cavariella bicaudata* Essig et Kuwana を給餌した。

(2) アブラムシ

供試アブラムシはニセアカシア寄生のママアブラムシ、ニワトコ寄生のニワトコフクレアブラムシ、バッコヤナギ寄生のヤナギフタオアブラムシ、エンバク寄生のキビクビレアブラムシの4種であった。これらのアブラムシのうち、ママアブラムシはナミテントウに対する、ニワトコフクレアブラムシはナナホシテントウに対する適性の低い餌アブラムシとして供試した。ヤナギフタオアブラムシとキビクビレアブラムシはナミテントウ、ナナホシテントウに対しての適性の高い種として供試した。これらのアブラムシの発育段階ならびに翅型は第1節記載のそれと全く同じである。テントウムシに給餌する際には予めテントウムシの飼育容器内に生鮮な寄主植物を入れておいた。

(3) 実験区の設定

ナミテントウの諸形質に及ぼすママアブラムシの影響をみるためには次のような4種類の実験区と1種類の対照区、すなわち、幼虫の第1令期にママアブラムシを給餌し、これを捕食させ、第2令到達以降はヤナギフタオアブラムシを捕食させる区(第1令時ママアブラムシ給餌区)、第2令期にママアブラムシを給餌し、第1令期ならびに第3令と第4令期にヤナギフタオアブラムシを捕食させる区(第2令時ママアブラムシ給餌区)、第3令期にママアブラムシを捕食させ、第1令期と第2令期ならびに第4令期にヤナギフタオアブラムシを捕食させる区(第3令時ママアブラムシ給餌区)、第4令期にママアブラムシを与え、第1、第2、第3の各令期にヤナギフタオアブラムシを給餌する区(第4令時ママアブラムシ給餌区)、総ての令期にヤナギフタオアブラムシを捕食させる区(対照区)を設定した。ナナホシテントウへのニワトコフクレアブラムシの影響を明らかにするための実験区も今述べたナミテントウの場合と同じやり方で、これと異なる点は、ママアブラムシのかわりにニワトコフクレアブラムシを、ヤナギフタオアブラムシのかわりにキビクビレアブラムシを給餌したことである。したがって、第1令時ニワトコフクレアブラムシ給餌区、第2令時ニワトコフクレアブラムシ給餌区、第3令時ニワトコフクレアブラムシ給餌区、第4令時ニワトコフクレアブラムシ給餌区の4実験区と1対照区(全期間キビクビレアブラムシ給餌区)の5区となった。

(4) 実験中におけるテントウムシの飼育管理と調査

各区に割当てたテントウムシ幼虫は個別飼育を行ない、所定令期到達24時間内に、きめられた種類の餌アブラムシの給餌を開始し、その令期終了24時間内にこれらのアブラムシの給餌を停止した。テントウムシ幼虫に対する新鮮な餌アブラムシの給餌と食い残した餌の除去は、所定令期到達前、所定令期中、所定令期終了後のいずれの場合とも、毎日1回、定時に実施した。餌アブラムシは毎回、翌日に食い残が出る程の充分な数をテントウムシ幼虫に与えた。毎日定時に実施したアブラムシ給餌の際、テントウムシ幼虫の生存、あるいは死亡の判定、脱皮を基準とする令期の更新、前蛹化、蛹化、羽化などの発育進行の状況を調査し記録した。第1節記載のそれと同様に、テントウムシ幼虫が前蛹ならびに蛹になった後は、テントウムシ幼虫の飼育容器から餌アブラムシを完全にとりのぞき、蛹から羽化した成虫がアブラムシを捕食することがないようにした。羽化後の成虫について実施した絶食条件下における生存日数、性別別、体の大きさ(右前翅長)の測定は総て、第1節記載のそれと同じ方法で行なった。

第3項 研究結果

1 発育期死亡率

(1) ナミテントウの場合

第1令～第4令の4段階に区分される幼虫期のうちの単一の令期にのみマメアブラムシを与えて飼育したナミテントウの発育期死亡率を示すと第18表のとおりである。また、マメアブラムシ給餌開始日を起点とした生存率曲線

Table 18. Preimaginal mortality of *H. axyridis* reared with *A. medicaginis* during a fixed instar period

Species of aphids supplied as food	Larval instar period of beetles fixed	Number of larvae of beetles examined	Mortality in each stage (%)						Mortality in total stage of development (%)
			Larval stage				Prepupal stage	Pupal stage	
			First instar	Second instar	Third instar	Fourth instar			
<i>A. medicaginis</i> (as treatment)	First instar	20	100	—	—	—	—	—	100
	Second instar	19	0	63.2	10.5	0	0	10.6	84.3
	Third instar	20	0	0	83.3	0	0	0	83.3
	Fourth instar	19	0	0	0	100	—	—	100
<i>Cavariella bicaudata</i> (as control)	Total larval period (unfixed)	20	0	0	0	0	0	5	5

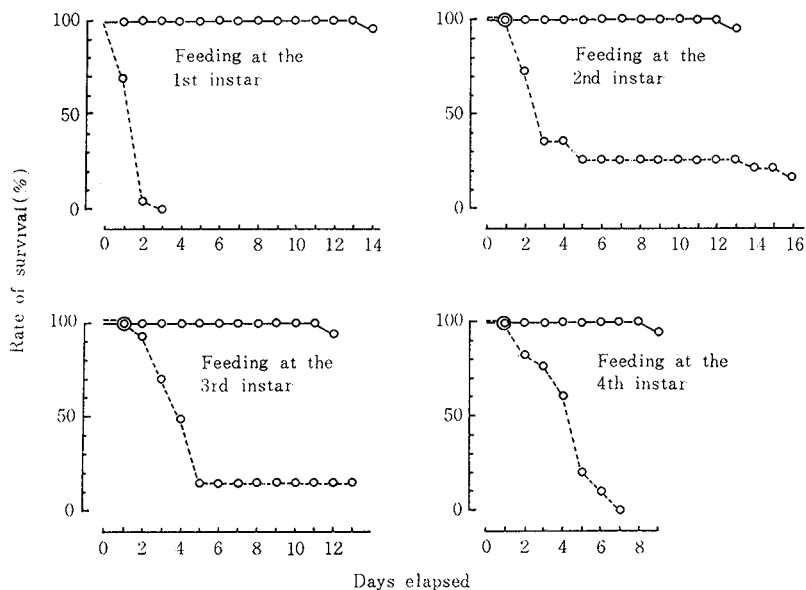


Figure 3. Survivorship curve of *H. axyridis* reared with *C. bicaudata* (solid line) or *A. medicaginis* (dotted line).

を第3図として示す。マメアブラムシは第1節に述べた実験の場合だけでなく、本節における実験においてもナミテントウの発育期に高い死亡率をもたらす、発育完了を顕著に阻害した。第18表の結果から明らかごとく、発育期死亡率はマメアブラムシを捕食した幼虫の令期によって異なり、初令期と終令期ではきわめて高く、第2令あるいは第3令といった中間令期における捕食の場合はやや低い。しかし、この場合においても、発育を完了した個体の割合は15%前後でしかなく、したがって、大部分の個体が発育途中で死亡することになるわけで、注目

すべき現象であるといわねばならない。マメアブラムシ捕食開始後の死亡のおこり方（緩急あるいは遅速といった）は、第3図から読みとれるとおり、若い令期で捕食する程急激であった。第18表に示したとおり、死亡は殆んどがマメアブラムシ捕食令期（当令期）内で集中的におこり、他の令期に尾をひくことは少なかった。

(2) ナナホシテントウの場合

ナナホシテントウの発育期死亡率は第19表に、また、捕食開始後の生存率曲線は第4図に示す。第1令～第4令

Table 19. Preimaginal mortality of *C. septempunctata bruckii* reared with *Aul. magnoliae* during a fixed instar period

Species of aphids supplied as food	Larval instar period of beetles fixed	Number of larvae of beetles examined	Mortality in each stage (%)						Mortality in total stage of development (%)
			Larval stage				Prepupal stage	Pupal stage	
			First instar	Second instar	Third instar	Fourth instar			
<i>A. magnoliae</i> (as treatment)	First instar	21	14.3	4.7	14.3 (9.8)	28.6 (10.8)	0 (0)	0 (0)	61.9 (41.4)
	Second instar	24	0	12.5	4.2 (0)	20.8 (1.0)	12.5 (7.9)	8.3 (3.5)	58.3 (35.8)
	Third instar	21	0	0	4.8 (0)	14.2 (0)	14.3 (9.8)	19.6 (15.4)	52.9 (22.2)
	Fourth instar	21	0	0	0 (0)	52.4 (40.5)	4.7 (0)	14.3 (9.8)	71.4 (56)
<i>R. prunifoliae</i> (as control)	Total larval period (unfixed)	20	0	0	5	20	5	5	35

The data in parentheses show the mortality corrected by Abbott's correcting method.

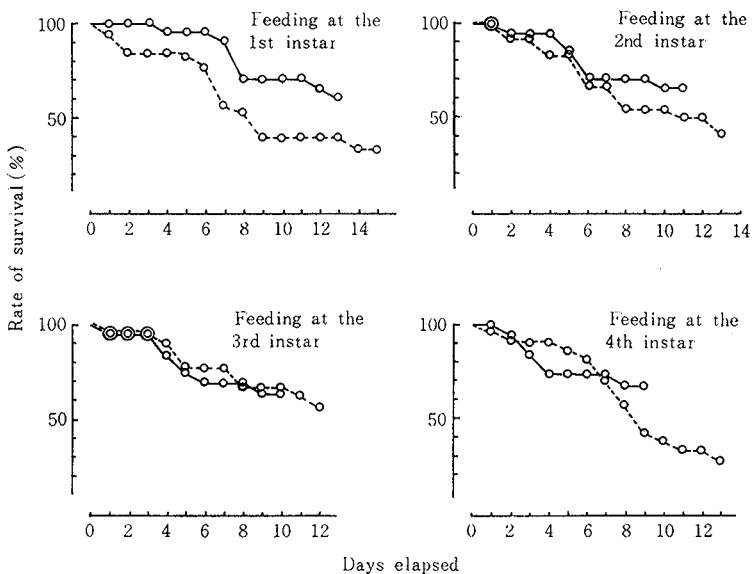


Figure 4. Survivorship curve of *C. septempunctata bruckii* reared with *R. prunifoliae* (solid line) or *Aul. magnoliae* (dotted line).

のどの場合とも、ニワトコフクレアブラムシの捕食はナナホシテントウの発育期における生存と発育の完了にかなりの影響を及ぼすことがうかがわれる。発育期死亡率はナミテントウーマメアブラムシの組み合わせの場合と

同様、中間令期よりも初令期と終令期における捕食において著しい。しかし、全般的に、発育期死亡率はナミテントウ-マメアブラムシの組み合わせのそれよりも低く、また、第1節に述べた連続捕食における値に比較してもこれよりは低いという特色を示した。死亡率は、どの令期における捕食の場合も、捕食当令期でもっとも高い値をとる。しかし、ナミテントウ-マメアブラムシの場合とちがって、死亡が当令期に集中することは少なく、ニフトコフクレアブラムシの捕食が停止された後の令期、あるいは発育段階においても、なお、これらの死亡が継続的に発生する。

2. 発育速度

(1) ナミテントウの場合

異なった幼虫令期にマメアブラムシを捕食したナミテントウの発育速度に関する数値は第20表ならびに第21表に示したとおりである。前の部分に述べたとおり、第1令時あるいは第4令時にマメアブラムシを捕食したナミ

Table 20. Days of development of *H. axyridis* taken to complete the growth in a fixed instar period which reared with *A. medicaginis* (Showing the data obtained with the individuals emerged)

Larval instar	Sex of beetles	Number of individuals emerged		Days of development (Mean and mean error at 95% of confidence)		Stochastical analysis of the difference between treatment and control by the <i>t</i> -test	
		Reared with <i>A. medicaginis</i> (Treatment)	Reared with <i>C. bicaudata</i> (Control)	Treatmnt	Control	<i>t</i> ₀ and P for <i>t</i> ₀	Significancy
First instar	Female	0	7	—	1	—	—
	Male	0	12	—	1	—	—
Second instar	Female	1	7	2	1.42±0.49	<i>t</i> ₀ =0.98, P:0.3-0.4	insignificant
	Male	2	12	2	1.15±0.20	<i>t</i> ₀ =4.85, P:<0.001	significant
Third instar	Female	1	7	2	2.00±0.54	<i>t</i> ₀ =0, P:>0.9	insignificant
	Male	2	12	2	2.04±0.22	<i>t</i> ₀ =0.19, P:0.8-0.9	insignificant
Fourth instar	Female	0	7	—	3.38±0.44	—	—
	Male	0	12	—	3.37±0.31	—	—

Table 21. Days of development of *H. axyridis* taken to complete the growth in the remaining period which reared without *A. medicaginis* (Showing the data obtained with the individuals emerged)

Larval instar	Sex of beetles	Number of individuals emerged		Days of development (Mean and mean error at 95% of confidence)		Stochastical analysis of the difference between treatment and control by the <i>t</i> -test	
		Reared with <i>A. medicaginis</i> (Treatment)	Reared with <i>C. bicaudata</i> (Control)	Ireatment	Control	<i>t</i> ₀ and P for <i>t</i> ₀	Significancy
First instar	Female	0	7	—	11.13±0.51	—	—
	Male	0	12	—	11.36±0.46	—	—
Second instar	Female	1	7	12	10.00±0.67	<i>t</i> ₀ =2.77, P:<0.05	significant
	Male	2	12	12	10.66±0.40	<i>t</i> ₀ =3.77, P:<0.01	significant
Third instar	Female	1	7	13	8.00±0.67	<i>t</i> ₀ =6.95, P:<0.001	significant
	Male	2	12	10.50±0.64	8.50±0.33	<i>t</i> ₀ =6.46, P:<0.001	significant
Fourth instar	Female	0	7	—	4.66±0.51	—	—
	Male	0	12	—	5.08±0.18	—	—

テントウ幼虫は総ての個体が死亡し、また、第2令時あるいは第3令時における捕食の場合も、大部分の個体が死亡したため、発育完了個体の発育所要日数に関する数値は、ごく限られた例数になってしまった。第20表に示した当令期発育所要日数(マメアブラムシを捕食した令期を完了するのに要した日数)は、対照区との間に明瞭な差が認められる場合は少なく、僅か、第2令期にマメアブラムシを捕食した雄個体の場合にのみ対照区との差は有意で、発育日数の増加が認められるに過ぎなかった。発育の遅延あるいは加速に及ぼす影響に令間差があるかどうかは、あまりはっきりしない。第21表に示したマメアブラムシ給餌停止以後の発育所要日数は第2令、第3令のいずれの場合にも捕食区では有意な増加が認められた。この場合、第2令期よりも第3令期における捕食の方がかかる結果は著しい。

(2) ナナホシテントウの場合

ナナホシテントウにおける当令期発育所要日数は第22表に示す。第1令期における捕食では当令期を完了するのに要する日数が増加する。しかし、第2令、第3令ならびに第4令期の場合、かかる増加はなかった。ニワトコ

Table 22. Days of development of *C. septempunctata bruckii* taken to complete the growth in a fixed instar period which reared with *Aul. magnoliae* (Showing the data obtained with the individuals emerged)

Larval instar	Sex of beetles	Number of individuals emerged		Days of development (Mean and mean error at 95% of confidence)		Stochastical analysis of the difference between treatment and control by the <i>t</i> -test	
		Reared with <i>Aul. magnoliae</i> (Treatment)	Reared with <i>R. prunifoliae</i> (Control)	Treatment	Control	<i>t</i> ₀ and P for <i>t</i> ₀	Significancy
First instar	Female	5	9	1.60±1.11	1	<i>t</i> ₀ =3.79, P:<0.01	significant
	Male	2	3	2	1	<i>t</i> ₀ =0, P:<0.001	significant
Second instar	Female	7	9	1.57±0.49	1.88±0.25	<i>t</i> ₀ =1.46, P:0.1-0.2	insignificant
	Male	3	3	2	1.33±0.62*	<i>t</i> ₀ =2.03, P:0.1-0.2	insignificant
Third instar	Female	6	9	2.33±0.51	1.22±0.32	<i>t</i> ₀ =4.58, P:<0.001	significant
	Male	6	3	1.83±0.77	1.66±1.42	<i>t</i> ₀ =0.69, P:0.5-0.6	insignificant
Fourth instar	Female	4	9	3.50±0.92	3.33±0.39	<i>t</i> ₀ =0.55, P:0.5-0.6	insignificant
	Male	1	3	4	3.33±1.42	<i>t</i> ₀ =1.02, P:0.4-0.5	insignificant

* The value at 80% level of confidence

Table 23. Days of development of *C. septempunctata bruckii* taken to complete the growth in the remaining period which reared without *Aul. magnoliae* (Showing the data obtained with the individuals emerged)

Larval instar	Sex of beetles	Number of individuals emerged		Days of development (Mean and mean error at 95% of confidence)		Stochastical analysis of the difference between treatment and control by the <i>t</i> -test	
		Reared with <i>Aul. magnoliae</i> (Treatment)	Reared with <i>R. prunifoliae</i> (Control)	Treatment	Control	<i>t</i> ₀ and P for <i>t</i> ₀	Significancy
First instar	Female	5	9	12	11.11±0.25	<i>t</i> ₀ =10.58, P:<0.001	significant
	Male	2	3	12.50±0.64	9	<i>t</i> ₀ =9.63, P:<0.001	significant
Second instar	Female	7	9	10.42±0.99	9.22±0.32	<i>t</i> ₀ =5.05, P:<0.001	significant
	Male	3	3	10.00±2.49	9.66±1.42	<i>t</i> ₀ =1.48, P:>0.2	insignificant
Third instar	Female	6	9	8.50±0.57	8.00±0.39	<i>t</i> ₀ =2.20, P:<0.05	significant
	Male	6	3	7.83±0.41	8	<i>t</i> ₀ =0.95, P:>0.3	insignificant
Fourth instar	Female	4	9	4.60±0.67	4.66±0.39	<i>t</i> ₀ =0.19, P:>0.8	insignificant
	Male	1	3	4	4.66±1.42	<i>t</i> ₀ =1.01, P:>0.4	insignificant

フクレアブラムシ給餌停止以後の発育所要日数は第23表に示したとおりである。第1令期の場合、停止後の発育所要日数は対照区のそれに比較して有意に増加し、当令期においてみられた発育遅延は停止後の時期においてもなお回復不能のまま持続するようである。第2令あるいは第3令といった中間令期の場合、雌では有意な遅延が認められるが雄ではそうではない。最終令期の場合には発育の遅延は全く認められなかった。

3. 発育完了個体の体の大きさ

(1) ナミテントウの場合

羽化成虫の体の大きさを、右前翅長を指標として測定した結果を第24表に示す。第2令期における捕食では雄の

Table 24. Size of elytron of adult of *H. axyridis* reared with *A. medicaginis* during a fixed instar period in the larval stage (Expressed in micrometer scale units One unit of the scale is equivalent to 0.089 mm)

Larval instar	Sex of fixed beetles	Number of individuals emerged		Length of elytron (Mean and mean error at 95% of confidence)		Stochastical analysis of the difference between treatment and control by the <i>t</i> -test	
		Reared with <i>A. medicaginis</i> (Treatment)	Reared with <i>C. bicaudata</i> (Control)	Treatment	Control	<i>t</i> ₀ and P for <i>t</i> ₀	Significancy
First instar	Female	0	7	—	62.71±1.81	—	—
	Male	0	12	—	57.75±1.70	—	—
Second instar	Female	1	7	62	62.71±1.81	<i>t</i> ₀ =0.32, P:>0.7	insignificant
	Male	2	12	51	57.75±1.70	<i>t</i> ₀ =4.32, P:<0.001	significant
Third instar	Female	1	7	55	62.71±1.81	<i>t</i> ₀ =3.42, P:<0.02	significant
	Male	2	12	51.00±12.38*	57.75±1.70	<i>t</i> ₀ =3.69, P:<0.01	significant
Fourth instar	Female	0	7	—	62.71±1.81	—	—
	Male	0	12	—	57.75±1.70	—	—

* The value at 80% level of confidence

場合には前翅長の値が有意に小さくなった。雌では差が認められない。第3令期における捕食では雌の場合は明らかに、雄の場合は雌程の精度ではないが前翅長の値が小さくなった。

(2) ナナホシテントウの場合

ナナホシテントウにおける結果は第25表に示したとおりである。実験区だけでなく、対照区としたキビクビレア

Table 25. Size of elytron of adult of *C. septempunctata bruckii* reared with *Aul. magnoliae* during a fixed instar period in the larval stage (Expressed in micrometer scale units One unit of the scale is equivalent to 0.089 mm)

Larval instar	Sex of fixed beetles	Number of individuals emerged		Length of elytron (Mean and mean error at 95% of confidence)		Stochastical analysis of the difference between treatment and control by the <i>t</i> -test	
		Reared with <i>Aul. magnoliae</i> (Treatment)	Reared with <i>R. prunifoliae</i> (Control)	Treatment	Control	<i>t</i> ₀ and P for <i>t</i> ₀	Significancy
First instar	Female	5	9	67.60±0.67	64.00±3.05	<i>t</i> ₀ =3.56, P:<0.01	significant
	Male	2	3	57.00±5.09	58.33±5.72	<i>t</i> ₀ =0.39, P:>0.7	insignificant
Second instar	Female	7	9	58.85±4.31	64.00±3.05	<i>t</i> ₀ =6.26, P:<0.001	significant
	Male	3	3	57.00±6.03	58.33±5.72	<i>t</i> ₀ =0.61, P:>0.5	insignificant
Third instar	Female	6	9	55.72±2.72	64.00±3.05	<i>t</i> ₀ =4.67, P:<0.001	significant
	Male	6	3	57.16±3.47	58.33±5.72	<i>t</i> ₀ =0.54, P:>0.6	insignificant
Fourth instar	Female	4	9	54.25±4.39	64.00±3.05	<i>t</i> ₀ =4.61, P:<0.001	significant
	Male	1	3	47	58.33±5.72	<i>t</i> ₀ =4.30, P:=0.05	significant

ブラムシ捕食区においても、雄の個体数が少なかった。このことが原因となって差の有意性の検定がきびしくなったこともあってか、雄の場合には第4令における捕食においてのみ前翅長が小さかった。一方、雌個体では、いずれの令期における捕食の場合にも前翅長の大きさは対照区より小さな値を示した。しかも、このような大きさの差は進んだ令期ほど大きかった。

4. 発育完了個体の絶食に対する耐性

(1) ナミテントウの場合

発育を完了し、羽化した成虫の絶食下生存日数を調査した結果は第26表のとおりである。前に述べた理由によ

Table 26. Longevity under fasting condition of the adult of *H. axyridis* reared with *A. medicaginis* during a fixed instar period of larval stage

Larval instar fixed	Sex of beetles	Number of individuals emerged and examined		Longevity in days (Mean and mean error at 95% of confidence)		Stochastical analysis of the difference between treatment and control by the <i>t</i> -test	
		Reared with <i>A. medicaginis</i> (Treatment)	Reared with <i>C. bicaudata</i> (Control)	Treatment	Control	<i>t</i> ₀ and P for <i>t</i> ₀	Significancy
First instar	Female	0	7	—	4.14±0.32	—	—
	Male	0	12	—	4.08±0.79	—	—
Second instar	Female	1	7	4	4.14±0.32	<i>t</i> ₀ =0.06, P:>0.9	insignificant
	Male	2	12	3.50±1.09*	4.08±0.79	<i>t</i> ₀ =0.84, P:>0.4	insignificant
Third instar	Female	1	7	3	4.14±0.32	<i>t</i> ₀ =0.51, P:>0.6	insignificant
	Male	2	12	3	4.08±0.79	<i>t</i> ₀ =1.51, P:>0.1	insignificant
Fourth instar	Female	0	7	—	4.14±0.32	—	—
	Male	0	12	—	4.08±0.79	—	—

* The value at 80% level of confidence

り、第2令ならびに第3令における捕食に限ってしかデータがないが、これらの令期の場合、標本数の少なさもあってか、いずれも対照区との間には有意な差は認められなかった。

(2) ナナホシテントウの場合

ナナホシテントウ羽化成虫についての結果は第27表に示す。雄個体では何れの場合も対照区との間に有意な差

Table 27. Longevity under fasting condition of the adult of *C. septempunctata bruckii* reared with *Aul. magnoliae* during a fixed instar period of larval stage

Larval instar fixed	Sex of beetles	Number of individuals emerged and examined		Longevity in days (Mean and mean error at 95% of confidence)		Stochastical analysis of the difference between treatment and control by the <i>t</i> -test	
		Reared with <i>Aul. magnoliae</i> (Treatment)	Reared with <i>R. prunifoliae</i> (Control)	Treatment	Control	<i>t</i> ₀ and P for <i>t</i> ₀	Significancy
First instar	Female	5	9	6.40±1.11	4.77±1.63	<i>t</i> ₀ =3.40, P:<0.01	significant
	Male	2	3	5.50±0.64	5.33±2.84	<i>t</i> ₀ =0.20, P:>0.8	insignificant
Second instar	Female	7	9	3.85±0.83	4.77±1.63	<i>t</i> ₀ =2.81, P:<0.02	significant
	Male	3	3	4.33±3.78	5.33±2.84	<i>t</i> ₀ =1.11, P:>0.3	insignificant
Third instar	Female	6	9	4.00±0.67	4.77±1.63	<i>t</i> ₀ =1.92, P:>0.05	insignificant
	Male	6	3	4.66±0.85	5.33±2.84	<i>t</i> ₀ =0.55, P:>0.6	insignificant
Fourth instar	Female	4	9	3.25±0.80	4.77±1.63	<i>t</i> ₀ =2.72, P:<0.02	significant
	Male	1	3	3	5.33±2.84	<i>t</i> ₀ =1.52, P:>0.2	insignificant

はなかった。一方、雌個体においては、第1令期の場合ニワトコフクレアブラムシ捕食区の方が生存日数が増加した。第2令ならびに第4令期の捕食の場合は、生存期間に有意に短縮する結果となった。この場合、第4令期における捕食の方が、第2令期におけるそれよりも、短縮の程度がやや著しい。第3令期での捕食の場合、生存期間の短縮は第2令ならびに第4令の場合ほど明瞭ではなかった。

第4項 考 察

ナミテントウならびにナナホシテントウの諸形質が、マメアブラムシあるいはニワトコフクレアブラムシの短期間捕食によってどのように変化するかを実験した結果は第2項に述べたとおりである。単一の令期という比較的短い期間の捕食であっても、ナミテントウあるいはナナホシテントウは、それぞれの種にとって食物としての適性が低いと考えられたマメアブラムシあるいはニワトコフクレアブラムシの捕食によって、発育の途上で死亡する個体が相当高率で出現した。また、発育期死亡率以外の形質においても、捕食令期のちがいによる差はあるにしても、対照区と実験区の結果には有意な差がある場合が多かった。したがってマメアブラムシならびにニワトコフクレアブラムシは比較的短期間の捕食によっても、これらのテントウムシの形質に、低い適性にもとづく影響を及ぼすことが明らかである。

かかる影響がどの令期における捕食においてもっとも顕著となるかは、形質の種類、アブラムシとテントウムシの種類を組み合わせてによって多少異なるが、発育期死亡率にその典型をみるとおり、両テントウとも中間令期よりも初令期と最終令期の方が影響を受けやすいように思われる。

第5項 摘 要

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マメアブラムシならびにニワトコフクレアブラムシの短期間捕食の影響を明らかにするため、単一令期にのみこれらのアブラムシをテントウムシ幼虫に捕食させ、発育期死亡率、発育所要日数、羽化成虫の前翅長の大きさならびに絶食条件下での生存日数を調べた。その結果を要約すると次のとおりである。

1. 単一幼虫令期にマメアブラムシを捕食したナミテントウとニワトコフクレアブラムシを捕食したナナホシテントウの発育期死亡率は、これらのアブラムシを捕食した令期の如何にかかわらず、対照区よりも高い値を示した。
2. ナミテントウの場合、マメアブラムシを捕食した令期を完了するのに要した日数は、第2令期に捕食した雄の場合だけ対照区より増加した。第1令期および第4令期における捕食の場合は、マメアブラムシ捕食による供試幼虫の顕著な死亡のため、発育所要日数に関するデータは入手出来なかった。ニワトコフクレアブラムシを捕食した令期を完了するのに要したナナホシテントウの発育所要日数は、第1令期における捕食の場合は雌雄とも、第3令期における捕食では雌の場合に増加した。マメアブラムシ給餌停止後のナミテントウの発育日数は第2令期と第3令期のいずれの令期における捕食の場合にも増加した。第1令期ならびに第4令期における捕食の場合は、前述した理由でデータを入手出来なかった。ニワトコフクレアブラムシ給餌停止後のナナホシテントウの発育所要日数は、第1令期に捕食した場合の雌雄、第2令期ならびに第3令期の捕食における雌の場合のみ増加した。
3. ナミテントウ羽化成虫の前翅は第2令期にマメアブラムシを捕食した雌、第3令期捕食の雌、雄の場合に小さくなった。第1令期ならびに第4令期における捕食の場合のデータは2に述べた理由で入手出来なかった。ナナホシテントウ羽化成虫の前翅はどの令期における捕食の場合にも対照区より小さかった。雄の前翅は第4令期捕食の場合だけ小さかった。
4. 羽化成虫の絶食条件下での生存期間は、ナミテントウの場合、第2令期ならびに第3令期における捕食の場

対照区との間に差はなかった。第1令期ならびに第4令期のそれは、2に述べた理由でデータを入手出来なかった。ナナホシテントウ雌成虫では第2令期、第3令期および第4令期における捕食の場合短縮した。雄ではいずれの場合とも短縮は認められなかった。

5. 1~4に述べた結果から、第一に、短期間捕食された場合でもマメアブラムシはナミテントウの諸形質に、また、ニワトコフクレアブラムシはナナホシテントウのそれに、低い適性に由来する影響を及ぼすこと。第二に、これらのアブラムシの影響度は、かかるアブラムシを捕食するテントウムシ幼虫の令期によって異なるが、初令期ならびに最終令期の場合に顕著であるように思われること、が結論された。

第3節 成虫期における餌アブラムシの種類とテントウムシの諸形質との関係

第1項 緒 言

第1節ならびに第2節ではテントウムシの諸形質に及ぼす餌アブラムシの種類の影響を、テントウムシの幼虫期における捕食を中心に検討し、テントウムシの諸形質が幼虫期に捕食した餌アブラムシの種類によって変動することを明らかにした。特に、第1節ならびに第2節の実験に供試したマメとニワトコの両アブラムシは、幼虫期における捕食をとおしナミとナナの両テントウの諸形質に重大な影響を及ぼすことがわかった。本節ではこれらのアブラムシが成虫期における捕食をとおして両テントウの諸形質にどのような影響を与えるかについて述べる。

第2項 研究材料ならびに方法

1. 1965年採集のナナホシテントウ成虫における実験

供試したナナホシテントウ成虫は、1965年4月19日香川県木田郡三木町所在の雑草地で採集した越冬を終えた個体である。採集した成虫は最終腹板上に存在する性徴を指標に性別を判定し、雌雄各1個体からなる交尾対をつくった。これらの交尾対は直径9cmの普通型シャーレにアブラムシの寄主植物を入れた飼育容器に収容し、所定のアブラムシを給餌しながら個体別飼育を行なった。ナナホシテントウ成虫に給餌し捕食させたアブラムシは、実験区の場合にはニワトコ寄生のニワトコフクレアブラムシ、対照区の場合はエンバク寄生のキビクビレアブラムシであった。餌アブラムシは毎日1回、定時に与えた。給餌量はテントウムシが翌日に食い残す程の充分量を確保した。飼育容器は毎日新しいものと取り替えた。調査は毎日1回、餌アブラムシの更新直前に行ない、生存状況、産卵数を調査した。飼育容器内に産下された卵は、食い残しのアブラムシをとり除いた後、容器に入れたままの状態に幼虫の孵化を待ち、孵化率を調べた。飼育ならびに調査は25°C恒温、関係湿度80~85%、人工日長16時間の定温室内で実施した。飼育ペア数は実験区5組、対照区6組である。飼育実験は4月19日から5月4日までの15日間実施した。

2. 1966年採集のナナホシテントウにおける実験

供試したナナホシテントウ成虫は、香川県木田郡三木町所在の香川大学農学部付属農場エンバク圃場で、1966年4月20日に採集した越冬を終えた個体である。これらの成虫を供試した実験は、性別別、雌雄対のつくり方、飼育容器、区の設定、餌アブラムシの種類、アブラムシの寄主植物、給餌法、飼育ならびに調査時の温湿度および日長条件は前記した1965年採集個体におけるのと同様であった。また、毎日定時に実施した生存状況、産卵数、産下卵の孵化率の調査は前記1のそれと同様であったが、交尾状況を新たな調査項目として加え、その調査を実施した点が異なる。供試ペア数は実験、対照の両区とも11組であった。飼育実験の実施期間は4月20日から5月27日までの37日間である。

3. 1966年採集のナミテントウにおける実験

供試テントウムシは1966年5月14日、前記2に記述したと同じ香川大学農学部附属農場近接地のバッコヤナギ上で採集した越冬を終えた個体である。ナミテントウの場合、性別判定を外形態指標によって行なうことには問題がありそうに思えた。このため、直径9cmの腰高シャーレに10個体前後のテントウムシ成虫を放って自由に交尾させ、そこで形成された交尾対をとりだして供試ペアとした。実験区の餌アブラムシとしてはニセアカシア寄生のマメアブラムシを、対照区のそれには、ガラス室栽培のエンバク上で増殖させたキビクビレアブラムシを用いた。飼育容器、給餌法、飼育ならびに調査時の温湿度、日長条件、調査項目ならびに方法は前記2のナナホシテントウの場合と同様であった。当初の供試ペア数は実験区15、対照区16であったが、実験区の1ペアがヤドリバチの寄生により2日後に死亡したのでこのペアは除外した。したがって各区のペア数は最終的には14組と16組になった。飼育実験は5月14日から7月7日までの55日間実施した。

第3項 研究結果

1. 生存日数

(1) ナナホシテントウの場合

1965年採集個体の場合、ニワトコフクレアブラムシを捕食した実験区の成虫は5、6日位から行動が不活発になる個体が観察されるようになり、12日以降になると死亡個体が出現し、15日までには総ての個体が死亡した。一方、対照区の成虫は正常性を失なうことなく、15日まで全個体が生存した。これらの結果は第28表に示したとおり

Table 28. Longevity of the adult of *C. septempunctata bruckii* reared with different aphid species during the maturing period (Individuals collected at the middle of spring in 1965 were examined)

Aphids used as food	Sex of beetles	Number of individuals examined	Longevity				
			Minimum and maximum value in days	Sample mean in days	Population mean at $\alpha=0.05$ in days	Standard deviation in days	Coefficient of variation in per cent
<i>Aul. magnoliae</i>	Female	6	13-15	14	12.49-15.08	1.03	7.35
	Male	6	12-15	14.0	12.60-15.40	1.33	9.50
<i>R. prunifoliae</i>	Female	5	16-	>16	—	—	—
	Male	5	16-	>16	—	—	—

である。第28表に示した生存日数に関する数値が次に示す1966年採集個体のそれとは異なる表示になったのは、1965年採集個体での実験が実験開始15日後に打ち切られた(対照区の餌アブラムシの確保が困難になったため)ことによる。第28表の結果ならびに実験打ち切り時における対照区成虫の活力からみて、1965年採集のナナホシテントウ成虫の生存日数がニワトコフクレアブラムシを捕食することで短縮されたことはほぼ明らかであろう。

1966年採集個体における結果は第29表に示した。死亡する個体ははじめて見られた時期は両区ともあまり変りではなく、2~4日後であった。しかし、実験区雌成虫の場合、4日以後も死亡する個体が続出し、10日後には総ての個体が死亡してしまった。検定を行なうまでもなく、雌成虫の生存日数は実験区と対照区の間でかなり大きな差が認められ、ニワトコフクレアブラムシ捕食によって生存期間が短縮する。雄成虫の生存日数は近似的な値を示し、検定の結果、有意な差は認められなかった。

Table 29. Longevity of the adult of *C. septempunctata bruckii* reared with different aphid species during the maturing period (Individuals collected at the middle of spring in 1966 were examined)

Aphids used as food	Sex of beetles	Number of individuals examined	Longevity				
			Minimum and maximum value in days	Sample mean in days	Population mean at $\alpha=0.05$ in days	Standard deviation in days	Coefficient of variation in per cent
<i>Aul. magnoliae</i>	Female	11	4-10	8.18	6.51- 9.85	1.98	24.20
	Male	11	2-38	10.45*	2.39-18.51	9.62	92.01
<i>R. prunifoliae</i>	Female	11	4-37	20.09	13.89-26.29	9.23	45.49
	Male	11	4-25	11.09*	5.72-16.46	6.41	57.79

* Insignificant difference of longevity was recognized. ($t_0=0.18$, P: 0.9-0.8)

(2) ナミテントウの場合

ナミテントウ成虫の生存日数に関する結果は第30表に示したとおりである。実験区における死亡のおこりはじ

Table 30. Longevity of the adult of *H. axyridis* reared with different aphid species during the adult stage

Aphids used as food	Sex of beetles	Number of individuals examined	Longevity				
			Minimum and maximum value in days	Sample mean in days	Population mean at $\alpha=0.05$ in days	Standard deviation in days	Coefficient of variation in per cent
<i>A. medicaginis</i>	Female	16	1- 6	3.75	3.17- 4.33	1.06	28.27
	Male	16	2- 5	3.12	2.65- 3.59	0.88	28.21
<i>R. prunifoliae</i>	Female	14	9-54	29.92	21.58-38.26	14.45	48.29
	Male	14	9-50	26.21	19.02-33.40	12.45	47.50

めは、雌雄をとわず対照区のそれよりもずっと早く、また5~6日という短期間内に総ての個体が死亡してしまった。マメアブラムシ捕食によるナミテントウ成虫の生存期間の短縮は、前述したニトコフクレアブラムシを捕食したナナホシテントウのそれより、もっと明白である。

2. 交尾能力

(1) ナナホシテントウの場合

ナナホシテントウの交尾能力と餌アブラムシの種類との関係を調べた結果は第31表に示した。交尾個体率(交尾確認ペア数/供試ペア数×100)は両区間で大きな差が認められ、ニトコフクレアブラムシを捕食することによって低くなる。表には示さなかったが、ニトコフクレアブラムシ捕食区における交尾はいずれも初日に見られただけで、2日以降には全く観察されなかった。また、実験区における低率の交尾個体率は、雄の接近拒絶(雄からの逃避を含む)、うづくまりに見られる雌成虫の異常な行動に起因するものであることを行動の観察によって確認することが出来た。他方、キビクビレアブラムシ捕食区の成虫では交尾対のうちの雌あるいは雄のいずれか一方が死亡するまで、交尾は長い期間にわたってくり返し行なわれた。交尾頻度は第31表に掲げたとおりで、対照区に比較した場合、実験区ではきわめて低かった。

Table 31. Mating activity of the adult of *C. septempunctata bruckii* reared with different species of aphid during the maturing period (Individuals collected at the middle of spring in 1966 were examined)

Items inspected	Aphids used as food	
	<i>Aul. magnoliae</i>	<i>R. prunifoliae</i>
Rate of pair copulated (%)	18.2	100
Frequency of copulation (%) (Copulative days observed/Days kept pair)	7.2	36.3
Number of pairs examined	11	11

(2) ナミテントウの場合

ナミテントウの交尾能力に関する結果は第32表に示した。交尾個体率、交尾頻度の何れもが、実験区では低かった。また、実験区の場合、交尾は殆んど初日に集中して行なわれた。これらの結果から実験区成虫はきわめて不活

Table 32. Mating activity of the adult of *H. axyridis* reared with different species of aphid during the mating period

Items inspected	Aphids used as food	
	<i>A. medicaginis</i>	<i>R. prunifoliae</i>
Rate of pair copulated (%)	12.5	100
Frequency of copulation (%) (Copulative days observed/Days kept pair)	4.3	44.7
Number of pairs examined	16	14

滞な交尾を示すに過ぎないことが明白であるが、交尾行動不活滞の原因はナナホシテントウの場合とは異なり、雌雄双方の行動の鈍化によることが観察結果から明らかにされた。

3. 産卵能力

(1) ナナホシテントウの場合

産卵に関する結果は第33表ならびに第34表に示したとおりである。産卵経過は表に示さなかったが、実験区と対

Table 33. Fecundity of the adult of *C. septempunctata bruckii* reared with different species of aphid during the maturing period (Individuals collected at the middle of spring in 1965 were examined)

Items inspected	Aphids used as food	
	<i>Aul. magnoliae</i>	<i>R. prunifoliae</i>
Rate of individuals laid eggs (%)	66.7	100
Total number of eggs laid (Per female)	17	131.2
Daily number of eggs laid (Per female)	20.5	25.6
Number of individuals examined	6	5

Table 34. Fecundity of the adult of *C. septempunctata bruckii* reared with different species of aphid during the maturing period (Individuals collected at the middle of spring in 1966 were examined)

Items inspected	Aphids used as food	
	<i>Aul. magnoliae</i>	<i>R. prunifoliae</i>
Rate of individuals laid eggs (%)	9.1	63.6
Total number of eggs laid (Per female)	11	201.1
Daily number of eggs laid (Per female)	11	25.2
Number of individuals examined	11	11

照区では著しく異なった。すなわち、実験区では産卵は初日にはほぼ集中し、7日以後の産卵は全くなかった。また、この間に2回以上産卵した個体は産卵雌4個体の中の僅か1個体に過ぎず、産卵雌の大部分が1回だけ産卵して死亡した。対照区の場合は、産卵は実験打ち切り日まで連続して行なわれ、また、大部分の個体が反復産卵した(平均回数は5.8)。産卵雌の割合は対照区では100%に達したが、実験区ではこれよりはるかに低い。総産卵数(産卵雌1個体当りの)は実験区では対照区の1/8にも及ばない。産卵日における平均産卵数(総産卵数/産卵日数)も実験区の方が少なかった。1966年採集個体の場合、実験区で産卵した個体は僅かに1個体で、しかもこの個体は第1日に産卵しただけであった。対照区の産卵雌は調査期間中反復産卵し、産卵経過は実験区と対照区間で大いに異なった。産卵個体率、総産卵数、産卵日における平均産卵数は第34表に見られるとおり、実験区と対照区間には大きな差があり、この差は1965年採集個体で見られた差より更に顕著である。

(2) ナミテントウの場合

実験区産卵雌による産卵はナミテントウの場合第1日と第2日の2日間に行なわれただけで、3日以後の産卵は全くなかった。またこの間2回産卵は1例観察されたにとどまり、大部分が1回だけ産卵して死亡した。一方、対照区では産卵は相当長期にわたって行なわれ(最大は51日)、この間の平均産卵回数(平均産卵日数)は18.5回であった。今述べた産卵経過以外の産卵に関する諸数値は第35表に示すとおりである。詳述するまでもなく、マメ

Table 35. Fecundity of the adult of *H. axyridis* reared with different species of aphid during the maturing stage

Items inspected	Aphids used as food	
	<i>A. medicaginis</i>	<i>R. prunifoliae</i>
Rate of individuals laid eggs (%)	31.3	92.9
Total number of eggs laid (Per female)	21	614.5
Daily number of eggs laid (Per female)	18	31.0
Number of individuals examined	16	14

アブラムシを捕食した実験区の結果はいずれにおいても対照区のそれにはるかに劣ることが明白である。

4. 卵の孵化率

(1) ナナホシテントウの場合

前にも多少述べたことであるが、1965年の採集個体について行なった実験の場合、実験区における雌成虫の産卵はごく1部の個体で見られただけで、しかも、実験開始直後の短期間で少数回の産卵が行なわれたに過ぎなかった。また、1966年採集個体の場合は、僅か1個体が第1日に産卵したに留まった。したがって、これらの結果から孵化率に及ぼすニトコフクレアブラムシ捕食の直接的な影響を対照区のそれと比較検討することは多少問題があるかもわからない。1965年採集個体の場合、実験区産卵雌は4個体で、このうちの2個体は第1日にだけ、そして他の1個体は第6日にだけ産卵した。残りの1個体は第1日、第2日、第6日に産卵した。第1日にだけ産卵した2個体の産下卵の孵化率はいずれも100%を示し、対照区と殆んど差がなかった。第6日にだけ産卵した個体による産下卵の孵化率は0%で、対照区のこの時期における産下卵の孵化率100%の値を大きく下まわった。第1、第2、第6日の3回にわたって産卵した個体による産下卵の孵化率は100、100、0%であった。また、1966年採集個体の産卵雌（1個体だけであった）による産下卵（第1日にしか産下しなかった）の孵化率は100%であった。これらの結果を総合すると、ニトコフクレアブラムシ捕食後の時期には認められないが、捕食日数が重ねられた段階では影響が出るように思われる。

(2) ナミテントウの場合

ナミテントウ実験区の産卵雌は5個体で、このうちの4個体は第1日にだけ産卵し、残りの1個体は第1日と第2日に産卵した。4個体の産下卵の平均孵化率は約48%で、残り1個体の卵の孵化率は第1日が81%、第2日が11%であった。この時期における対照区の孵化率は、97%と98%である。前述したナナホシテントウの場合とは異なり、ナミテントウではマメアブラムシの捕食は、捕食直後の時期においても孵化率に大きな影響を与えるものと考えられる。

第4項 考 察

緒言にも述べたとおり、アブラムシ捕食性テントウムシは幼虫期と成虫期の両ステージでアブラムシを捕食するが、成虫期に捕食する餌はテントウムシにとって幼虫期のそれとはちがった特別の意味を持っている。それは成虫期の餌が成虫自らの生命を維持する上に必要なだけでなく、成虫だけが持つ固有の機能、すなわち、生殖の完遂、に不可欠な物質とエネルギーの重要な供給源となっているからである。対照餌としたキビクビレアブラムシを捕食した場合に比べ、マメアブラムシを捕食したナミテントウ成虫と、ニトコフクレアブラムシを捕食したナナホシテントウ成虫の生存ならびに増殖力（交尾、産卵、卵の孵化率）が著しく低下したことを第3項に述べたが、これらの結果からみて、テントウムシの諸形質が成虫期における餌アブラムシの種類による影響を受けることはきわめて明白で、ここで特に議論する必要はなからう。

ところで、テントウムシ成虫の諸形質が成虫期に捕食した餌アブラムシの種類によって変動させられることは、テントウムシの自然個体群にとってどのような意味を持つことになるだろうか。著者はかなり以前に、ダイコンアブラムシの生息する晩春期のナタネ畑で、ナミテントウとナナホシテントウの生息密度を比較調査し、ナミテントウ成虫の生息密度がナナホシテントウのそれより格段に低く、幼虫にいたっては殆んど生息を確認できないという結果を得た（岡本、1959）。この時期にはナミテントウは越冬地から各所への移動（主として飛翔によると思われる）を終え、アブラムシの生息環境で成虫、卵、幼虫、蛹の混合個体群が形成されているのが常で、当時はこのような結果を解釈することが出来なかった。其後の研究において、幼虫期にダイコンアブラムシを捕食したナミテントウの発育期死亡率が50%であるのに対し、同じアブラムシを捕食したナナホシテントウの発育期死亡率は2.6%に過ぎず、ナミ、ナナホシ両テントウ幼虫に対するダイコンアブラムシの適性がナミテントウで特異的に低いことを見出した（岡本・佐藤、1964、1973）。ナミテントウ成虫に対するダイコンアブラムシの適性（生存と増

殖についての), ダイコンアブラムシに対するナミテントウ成虫の食物選択性などが不明な現段階で, 今ただちに, ナタネ畑におけるナミテントウ成虫あるいは幼虫の生息密度の低さが, 本実験で明らかにしたのと同様な成虫の生存とか生殖力の低下によるとするのはいささか問題であるが, その可能性を全面的に否定することも妥当ではない. このことは本実験で明らかにされた成虫期における餌アブラムシの種類によるテントウムシの形質の変動が, 今述べた調査結果のようなかたちでアブラムシの生息環境におけるテントウムシ個体群の形成と発展にとって重要な問題を提起する場合がありますと示唆するようになる.

第5項 摘要

成虫期に捕食する餌アブラムシの種類とテントウムシ成虫の諸形質との関係を明らかにするため, 産卵期のナミテントウ成虫にマメアブラムシ, ナナホシテントウ成虫にニワトコフクレアブラムシを捕食させ, これらの成虫の生存期間, 交尾ならびに産卵能力, 産下卵の孵化率などをキビクビレアブラムシ捕食の場合と対照した.

ナミならびにナナホシ両テントウ実験区成虫においては, 生存期間の顕著な短縮, 交尾能力ならびに産卵力の急激な低下, 産下卵の孵化率の減少がみられ, これらの結果から, テントウムシ成虫の諸形質は成虫期に捕食する餌アブラムシの種類の影響を受けて変化することが明らかとなった.

第4節 食物としての価値の高いアブラムシと低いアブラムシに対するテントウムシの食物選択性

第1項 緒言

第1節第3項で詳しく述べた如く, アブラムシ捕食性テントウムシの餌となるアブラムシの中には, テントウムシが個体ならびに種族を確持するのに必要な栄養源としての価値を著しく欠如する種が存在する. ところが, かかるアブラムシであってもその種が単独に与えられる限り, テントウムシはこれらのアブラムシを殆んど拒絶せずに捕食する (HODEK, 1956, 1957; 岡本・佐藤, 1964, 1973). このようなことから, アブラムシの栄養的価値とテントウムシに捕食されるか否かとは別個の問題であり, テントウムシは餌アブラムシの栄養的価値とは無関係に捕食の可否を決定すると考えられている (HODEK; 岡本, 佐藤, 何れも前出). このことはテントウムシの餌アブラムシに対する捕食に選択性がないか, あったとしてもそれはアブラムシの栄養的価値とは直接の関係のない別の要因によるものであることを示唆するようになる. しかしながら, 栄養的価値と被食の有無との独立的な関係を指摘するもとなった HODEK や岡本ら (いずれも前出) の研究では, アブラムシの単独種給餌によって実験がすすめられているので, 選択性の存否や, 仮に選択性があるにしてもその場合栄養性が要因たり得るか否かについては充分なことはいえない. 本節では相反する栄養性をもつ2種類の餌アブラムシをテントウムシに自由同時に選択させた場合, テントウムシがアブラムシを選択捕食するか否か, また, 選択捕食をするとすれば, その場合栄養性が要因となるか否かを実験した結果について述べる.

第2項 研究材料ならびに方法

1. 供試テントウムシの種類ならびに発育段階

食物 (餌種) 選択反応をみるために供試したアブラムシ捕食性テントウムシは, ナミテントウとナナホシテントウの2種 (以下の文中でも特別の場合を除き両種をナミ, ナナと略述する) で, いずれも1965年4月, 香川県木田郡三木町内のキャベツ畑で採集した成虫の後代を用いた. 供試テントウムシの発育段階は, ナミの場合は幼虫第1令期のみで, ナナでは幼虫第1令期と成虫期の2段階であった.

2. 供試前の期間におけるテントウムシの飼育と管理

供試したナミの第1令幼虫は前述の母虫が実験室内で産下した卵塊に由来するもので、孵化後は水分を含有させた濾紙片を収めた3.5×7 cmのプラスチック容器で個体飼育したものである。孵化から供試までの24時間内には餌アブラムシは全く与えなかった。ナナの1令幼虫もこれと同じやり方で飼育管理を行なった。ナナの成虫は、孵化から蛹化までの期間、前述の容器でヤナギフタオアブラムシを給餌して飼育したもので、蛹化後は容器内のアブラムシを完全にとり除き、羽化から供試までの24時間内には水以外の餌は全く与えなかった。供試した成虫は雌のみであった。飼育はすべて25°C、湿度75~80%の恒温室内で、16時間の長日人工照明下で実施した。

3. 供試アブラムシの種類と発育段階ならびに寄主植物の種類

ナミテントウの食物選択実験に供試したアブラムシはキビクビレアブラムシ（以下の文中ではキビと略記）とマメアブラムシ（以下の文中ではマメと略記）である。ナナの実験にはキビとニワトコククレアブラムシ（以下の文中ではニワトコと略記）の2種を供試した。ナミ、ナナにおけるキビは適性の秀れたアブラムシの代表種として、ナミにおけるマメとナナにおけるニワトコは、栄養的価値が極度に劣る餌アブラムシの代表的なものとしてとり扱ったのであるが、かかる価値の判断はこれまでの研究結果（岡本・佐藤, 1964, 1973）を根拠とした。

第1令幼虫における実験に供試したキビ、マメの発育段階は第1令若虫期であった。ナナ第1令幼虫の場合、キビ、ニワトコの発育段階は第1令若虫期、第2令若虫期および第3令若虫期の3段階で、ナナ成虫におけるそれは第2令若虫期であった。キビ、マメ、ニワトコ3種類のアブラムシはそれぞれ野外のエンバク、ニセアカシア、ニワトコに寄生していた母虫を実験室に持ち帰り、別途に用意した寄主植物上に産仔させた仔虫を9×12 cmの腰高ジャーレの中で所定の令期に到達するまで集合飼育したものである。アブラムシの翅型の別は特に考慮しなかった。供試アブラムシの飼育はテントウムシの場合と同様の温湿度および日長条件下で実施した。

4. テントウムシの食物（餌種）選択実験

成虫、幼虫の別をとわず、テントウムシの餌種選択実験は9×12cmの腰高ジャーレを実験容器に用いて行なった。まず、ジャーレの中に所定の発育段階に達した2種類のアブラムシを寄主植物からとりはずして移し入れ、ジャーレ内面に2種類のアブラムシが十分に混じり合って位置する頃（アブラムシを移し入れて約1時間後）をみはからってテントウムシをジャーレ中に導入し、一定時間自由に2種類のアブラムシを捕食させた。ジャーレに導入したテントウムシの個体数はどの実験の場合もジャーレ当り1個体であった。ジャーレ当りのアブラムシ数は実験の種類によって多少異なった。すなわち、ナミ第1令幼虫にキビ、マメの第1令若虫を選択させる実験、ならびにこれと平行的に実施したナナ第1令幼虫におけるキビ、ニワトコ第1令若虫選択実験では、ジャーレ当りのアブラムシ数はアブラムシ1種につき15個体であった。この実験とは別途に行なったナナ第1令幼虫のキビ、ニワトコ第1令若虫、同じく第2令若虫、同じく第3令若虫に対する実験ではアブラムシ1種につき10個体をジャーレ当りの供試数とした。ナナ成虫にキビ、ニワトコ第2令若虫を与える実験ではアブラムシ1種につき50個体をジャーレ当り供試数とした。ジャーレ中のテントウムシの捕食時間はどの実験においても20時間とした。テントウムシは導入20時間後にジャーレからとり出し、捕食されずに残存したアブラムシの個体数をアブラムシの種を区別しながら数え、はじめに移し入れたアブラムシの個体数と20時間後の残存数との差をしらべた。実験はすべて25°C恒温、湿度75~80%の恒温室内で連続照明下で実施した。

第3項 研究 結果

キビならびにマメ第1令若虫のナミ第1令幼虫による被食数と被食数の種間差を χ^2 法によって検定した結果を第36表に示す。キビの被食数とマメのそれとの間には多少の差があり、栄養的価値の高いキビの方がより多く選択

Table 36. Food preference of the first instar larvae of *H. axyridis* for the first instar nymphs of *R. prunifoliae* and *A. medicaginis*

Individual number of coccinellid larvae examined	Number of aphids preferred and eaten		
	<i>R. prunifoliae</i>	<i>A. medicaginis</i>	Total
1	8	10	18
2	6	8	14
3	9	8	17
4	11	11	22
5	11	8	19
6	13	7	20
7	12	11	23
8	10	11	21
9	12	9	21
10	13	7	20
Total	105	90	195
Stochastical analysis of difference of the number of aphids preferred and eaten by the χ^2 -test	insignificant (P for $\chi^2(1.15) : 0.3-0.2$)		

されるように見えるが、検定結果が示すとおり、選択数に差がないとする帰無仮説は棄却できず、栄養的価値の高いキビをマメより選好して捕食するとはいい難い。

ナミ第1令幼虫における実験と平行的に実施したナナ第1令幼虫のキビ、ニワトコ第1令若虫に対する捕食実験の結果を第37表に示す。供試した15個体のナナ第1令幼虫は、第37表から明らかな如く、すべての個体が栄養的価値の劣悪なニワトコに対して選好性を示した。10個体のテントウムシによるニワトコの被食数合計値はキビの

Table 37. Food preference of the first instar larvae of *C. septempunctata bruckii* for the first instar nymphs of *R. prunifoliae* and *Aul. magnoliae* (Results of the first experiment)

Individual number of coccinellid larvae examined	Number of aphids preferred and eaten		
	<i>R. prunifoliae</i>	<i>Aul. magnoliae</i>	Total
1	7	8	15
2	2	4	6
3	4	9	13
4	1	10	11
5	2	7	9
6	6	8	14
7	1	9	10
8	4	8	12
9	5	8	13
10	2	5	7
Total	34	76	110
Stochastical analysis of difference of the number of aphids preferred and eaten by the χ^2 -test	insignificant (P for $\chi^2(16.04) > 0.001$)		

2倍以上にも達し、 χ^2 検定の結果は両アブラムシの被食数間に高度に有意な差が存在し、栄養的価値の秀れたキビよりも、価値の低いニワトコを嗜好することが明らかである。再度ナナ第1令幼虫のキビ、ニワトコ第1令若虫に対する選択性を実験した結果は第38表に示すとおりである。供試した5個体のナナ第1令幼虫はすべてニワトコ

Table 38. Food preference of the first instar larvae of *C. septempunctata bruckii* for the first instar nymphs of *R. prunifoliae* and *Aul. magnoliae* (Results of the second experiment)

Individual number of coccinellid larvae examined	Number of aphids preferred and eaten		
	<i>R. prunifoliae</i>	<i>Aul. magnoliae</i>	Total
1	3	10	13
2	6	9	15
3	6	8	14
4	4	6	10
5	4	9	13
Total	23	42	65
Stochastical analysis of difference of the number of aphids preferred and eaten by the χ^2 -test		insignificant [P for $\chi_0^2(5.52) : 0.02-0.01$]	

をより多く捕食し、両アブラムシに対する嗜好性には有意な差をみとめることができる。ナミ第1令幼虫における実験と平行的に行なったナナ第1令幼虫のキビ、ニワトコ第1令若虫に対する前述の実験とは独立に行なったナナ第1令幼虫のキビ、ニワトコ第2令若虫に対する捕食実験の結果を第39表として示す。この場合も供試テントウ

Table 39. Food preference of the first instar larvae of *C. septempunctata bruckii* for the second instar nymphs of *R. prunifoliae* and *Aul. magnoliae*

Individual number of coccinellid larvae examined	Number of aphids preferred and eaten		
	<i>R. prunifoliae</i>	<i>Aul. magnoliae</i>	Total
1	2	8	10
2	2	6	8
3	2	3	5
4	2	5	7
5	1	7	8
Total	9	29	38
Stochastical analysis of difference of the number of aphids preferred and eaten by the χ^2 -test		insignificant [P for $\chi_0^2(10.52) : 0.01-0.001$]	

ムシの総てがニワトコの方を選択捕食することが明らかで、第37表に示した結果を更に裏書きする結果が得られたといえよう。

ナナ第1令幼虫によるキビ、ニワトコ第3令若虫の被食数の差を検定した結果は第40表のとおりである。第3令の餌種に対する場合の結果は第1令ならびに第2令のそれに対する場合とは異なった結果となった。すなわち、適性の秀れた餌アブラムシの方が被食数が多い。両種の被食数には2倍の開きがある。しかしながら検定結果が示

Table 40. Food preference of the first instar larvae of *C. septempunctata bruckii* for the third instar nymphs of *R. prunifoliae* and *Aul. magnoliae*

Individual number of coccinellid larvae examined	Number of aphids preferred and eaten		
	<i>R. prunifoliae</i>	<i>Aul. magnoliae</i>	Total
1	2	2	4
2	2	1	3
3	3	1	4
4	2	3	5
5	7	1	8
Total	16	8	24
Stochastical analysis of difference of the number of aphids preferred and eaten by the χ^2 -test		insignificant (P for $\chi^2_0(2.67) : 0.2-0.1$)	

すとおりの差は有意ではない。

ナナ雌成虫によるキビ、ニワトコ第2令若虫に対する捕食実験の結果を示すと第41表のとおりである。キビ、ニワトコ両種の被食数の差はあまり大きいものではなく、何れかの一方の種に対するナナ雌成虫の選好性をみとめることはできない。

Table 41. Food preference of the female adult of *C. septempunctata bruckii* for the second instar nymphs of *R. prunifoliae* and *Aul. magnoliae*

Individual number of coccinellid adults examined	Number of aphids preferred and eaten		
	<i>R. prunifoliae</i>	<i>Aul. magnoliae</i>	Total
1	36	40	76
2	36	36	72
3	48	48	96
4	48	48	96
5	36	46	85
Total	207	218	425
Stochastical analysis of difference of the number of aphids preferred and eaten by the χ^2 -test		insignificant (P for $\chi^2_0(0.20) : 0.7-0.5$)	

第4項 考 察

食物の摂取を可能にし、促進する要因にはいろいろなものがあり、これらの要因の作用のしかた、相互間の関係は決して単純ではなく(浜村, 1960; 平野, 1960)本実験で採用した試験法が食物選択性を明らかにするための試験法として妥当か否かについてはそこに論議の余地がないわけではない。しかしながら、本実験における試験法に選択反応を本質的にゆがめる程の大きな欠陥があるとは思えないので、かかる論議は省略し、ここでは得られた結果をもとにナミおよびナナホシテントウのアブラムシ選択性の存否ならびに選択性と餌アブラムシの適性との関係について考察を行なうことにする。

緒言で述べたとおり、本研究において設定した問題は二つである。その第一は、テントウムシが種を異にする何

種類かの餌アブラムシを同時的、かつ自由に選択できる条件下におかれた場合、これらのアブラムシに対して選択的な捕食反応を示すか否かということである。ナミの第1令幼虫は1種類の令期のアブラムシの場合において、ナナの第1令幼虫は3種類の令期のアブラムシにおいて、またナナの雌成虫は1種類の令期のアブラムシを対象に選択反応が実験されたのであるが、推計学的に有意な選択反応を示したのはこれらのうち、ナミ第1令幼虫における実験とナナ第1令幼虫における三つの実験においてであった。ナナ雌成虫における実験とナナ第1令幼虫における残りの一つの実験では選択性の存在は認められなかった。供試したテントウムシの種類、その発育段階のちがいが、選択対象となったアブラムシの種類とその発育段階などのどの一つをとってみても、本実験の規模はきわめて小さいものでしかない。しかしながら、この程度の規模の実験においてさえ、選択性の存在が、ある場合には肯定され、他のある場合には否定されたということは、テントウムシの餌アブラムシ選択性が、決して一様なものではあり得ないことを示唆するもののように思われる。

第2の問題はテントウムシが餌アブラムシを選択捕食する場合、餌アブラムシの価値がかかる選択の要因になるか否かということである。本実験の場合、明確な選択捕食が認められたのは前にも述べたとおり、ナミ第1令幼虫の場合とナナの第1令幼虫での三つの実験においてである。これらの場合、テントウムシが選択したのはナミ、ナナ何れの場合にも栄養的価値が低いアブラムシの方である。したがってこのような価値がナミ、ナナのアブラムシに対する選択性の要因であるとは到底考えられない。

BLACKMAN (1967) は、テントウムシの一種 *Adalia bipunctata* L. 幼虫の摂食行動について、栄養性が極度に低い種類を含む4種類のアブラムシをそれぞれ単独に与えて実験し、栄養的価値と摂食行動との関係を研究した。その結果、単位時間内にテントウムシ幼虫が探しあてたアブラムシの個体数はアブラムシの栄養的価値とあまり関係がないことを見出した。BLACKMAN による実験と本実験のそれとの間には方法上大きく異なる点があるにせよ、BLACKMAN の得た結果は、餌アブラムシの栄養的価値がテントウムシのアブラムシに対する選択性の要因とは考えにくいことを示唆するもののように思われる。

第5項 摘 要

相反する栄養的価値をもつ2種類のアブラムシに対するナミテントウムシならびにナナホシテントウの食物選択性について実験した。その結果を要約すると次のとおりである。

1. ナミテントウ第1令幼虫は栄養的価値の高いキビクビレアブラムシの第1令若虫よりも価値の低いマメアブラムシ第1令若虫を選択捕食した。
2. ナナホシテントウ第1令幼虫は栄養的価値の秀れたキビクビレアブラムシ第1令ならびに第2令若虫よりも、価値の低いニワトコフクレアブラムシ第1令ならびに第2令若虫を選択した。
3. アブラムシの令期が第3令である場合、両アブラムシに対するナナホシテントウ第1令幼虫の選択性には明瞭な差が認められなかった。
4. ナナホシテントウ雌成虫も栄養的価値の低いニワトコフクレアブラムシ第2令若虫と価値の高いキビクビレアブラムシ第2令若虫のいずれか一方を多く選択するような選択性は示さなかった。
5. 上述の結果から、アブラムシ捕食性テントウムシは餌アブラムシに対して選択反応を示す場合があるが、この場合、アブラムシの栄養的価値はテントウムシのアブラムシ選択性の要因ではないことが推論された。

第5節 アブラムシの寄生植物の違いがそれを捕食するテントウムシの諸形質に及ぼす影響

第1項 緒 言

テントウムシの餌となるアブラムシには広食性の種が数多く存在しており、同一種がちがった種類の植物を寄主として生活することとか、ちがった種類のアブラムシが同一の植物を寄主として生活することは決して稀なことではない。こうしたことから、第4節までの部分で述べたテントウムシの諸形質と餌アブラムシとの関係は、アブラムシの寄主植物と独立無関係には論議できない場面が生ずる。本節では、テントウムシの諸形質に及ぼす餌アブラムシの影響を、アブラムシの寄主植物の種類と関連させて述べる。

第2項 研究材料ならびに方法

1. 供試昆虫

(1) テントウムシ

テントウムシはナミテントウ1種類であった。1965年4月25日に香川県木田郡三木町所在のキャベツ畑で採集した母虫が実験室内で産下した卵から孵化した幼虫を供試した。

(2) アブラムシならびにアブラムシの寄主植物

供試したアブラムシはマメアブラムシとキビクビレアブラムシ、ソラマメヒゲナガアブラムシ *Megoura viciae* Buckt (他の2種の学名は既出のため省略)の3種である。このうちのマメアブラムシは寄主植物の種類が異なる場合のアブラムシとして選定したもので、ニセアカシア寄生、ソラマメ寄生、カラスノエンドウ *Vicia Sativa* L. 寄生の個体群を供試した。ソラマメヒゲナガアブラムシはマメアブラムシとともにソラマメに寄生する別種のアブラムシの1種として選定した。この場合、ソラマメヒゲナガアブラムシは、マメアブラムシと同一部位に寄生中の個体群を供試し、マメアブラムシとの間には、アブラムシの種を異にする以外、餌としての条件のちがいが無いと考えられる個体群であった。エンバク寄生のキビクビレアブラムシは標準的な餌アブラムシとして供試した。

2. テントウムシ幼虫の飼育管理と調査

設定した4実験区、すなわち、ソラマメ寄生のマメアブラムシ区、ニセアカシア寄生のマメアブラムシ区、カラスノエンドウ寄生のマメアブラムシ区、ソラマメ寄生のソラマメヒゲナガアブラムシ区と1標準区におけるナミテントウ幼虫の飼育実験は、すべて個別飼育の手法にしたがって実施した。個別飼育の容器には、餌アブラムシの第1令若虫が脱出しない程度の大きさの小孔を10箇所程設けた、押し込み蓋つきのスチロール製棒瓶を使用した。これらの容器には所定の種類のアブラムシを寄主植物と一緒に入れ、テントウムシの餌として与えた。餌アブラムシの更新は毎日1回、定時に行なった。調査は餌の更新直前に実施し、テントウムシ幼虫の生存状況、脱皮を指標とする令期の進行、蛹化ならびに羽化を観測した。また、発育を完了し羽化した個体については、体の大きさの指標の一つと考えられる右さやばねの最大長部の長さを、ビノキュラー装着のマイクロメータで測定した。性別は解剖による外生殖器の観察結果によって判定した。

飼育ならびに調査における無機的環境の諸条件は第2節以降第4節までのそれと全く同様であった。

第3項 研究結果

1. 発育期死亡率

4実験区ならびに1標準区におけるナミテントウの発育期死亡率は第42表に示すとおりである。マメアブラムシを捕食した場合、ナミテントウは幼虫期に総ての個体が死亡し、発育期死亡率には寄主植物のちがいによる差は全

Table 42. Preimaginal mortality of *H. axyridis* reared with different species of aphid feeding on different host plants

Aphids used as food	Host plants of aphid	Number of individuals examined	Number of individuals died	Mortality in per cent
<i>A. medicaginis</i>	<i>V. fava</i>	13	13	100
	<i>R. pseudoacasia</i>	12	12	100
	<i>V. sativa</i>	17	17	100
<i>M. viciae</i>	<i>V. fava</i>	23	2	8.7*
<i>R. prunifoliae</i>	<i>A. sativa</i>	20	5	25*

Difference between the mortality asterisked was only insignificant stochastically

$$(x^2_{\alpha=0.10} = 2.71 > x^2_0 = 2.08).$$

く認められない。一方、100%の発育期死亡率をもたらしたマメアブラムシと同一のソラマメに寄生していたソラはマメヒゲナガアブラムシを捕食した場合、ナミテントウ幼虫は大部分の個体が正常に発育を完了した。死亡率8.7%という低率で、第1、第2ならびに第3節において、ナミテントウの食物としての秀れた適性が指摘されていたキビクビレアブラムシ捕食区のそれとの間に有意な差を認めることができなかった。

各区における死亡のおこり方をみるために、発育期における生存率曲線を求めて示すと第5図のとおりである。

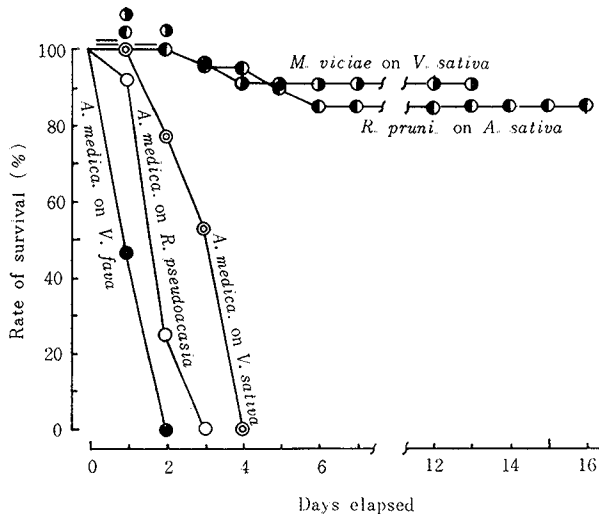


Figure 5. Survivor-ship curves of *H. axyridis* reared with different aphid species fed on different host plants.

キビクビレアブラムシならびにソラマメヒゲナガアブラムシの両区では、中間令期前後に軽度の死亡があるだけで、曲線は高いレベルのところで横ばいとなる。一方、マメアブラムシ捕食区では、急激な死亡が中間令期までに発生するが、その強度は寄主植物の種類によって異なり、寄主植物がソラマメの場合が最大で、ニセアカシア、カラスノエンドウの順となった。ソラマメ、ニセアカシア、カラスノエンドウの3者間での死亡のおこり方のちがいをもってはつきり捉えるために、死亡するまでの日数(別のいい方をすれば生存日数)を比較すると第43表のとおり

Table 43. Longevity of the larvae of *H. axyridis* reared with *A. medicaginis* feeding on different host plants

Host plants	Number of larvae examined	Longevity				
		Min. and max. value in days	Sample mean in days	Standard deviation in days	Population mean at $\alpha=0.05$ in days	Coefficient of variation in per cent
<i>V. fava</i>	13	1-2	1.46	0.51	1.16-1.76	34.9
<i>R. pseudoacasia</i>	12	1-3	2.16	0.57	1.81-2.51	26.4
<i>V. sativa</i>	17	2-4	3.20	0.84	2.78-3.62	26.3

りとなる。生存日数の差を検定した結果は第44表に示したとおり、高度の有意性が3者間で認められ、ソラマメ、ニセアカシヤ、カラスノエンドウの順に致死的作用の強度が大であることがわかる。

Table 44. Stochastic analysis of the longevity shown in Table 43 by the *t*-test method

Host plants compared	t_0 (Observed value of <i>t</i>)	P for t_0	Significancy of difference of the longevity
<i>V. fava</i> - <i>R. pseudoacasia</i>	3.18	0.01-0.001	significant
<i>R. pseudoacasia</i> - <i>V. sativa</i>	17.40	<0.001	significant

2. 発 育 速 度

ソラマメならびにニセアカシヤ寄生のマメアブラムシを捕食したナミテントウは幼虫第1令期の、しかも短時日のうちに総ての個体が死亡したことから、発育速度を示す数値を得ることが出来なかった。カラスノエンドウ区の幼虫の一部は第1令期を終え、第2令期に達した後に死亡したが、これらの個体の第1令期における発育所要日数は、ほぼ3日で、ソラマメヒゲナガアブラムシ区の2.04日、ならびにキビクビレアブラムシ区の2.15日より大きく、発育の遅延が認められた。

ソラマメヒゲナガアブラムシ区におけるテントウムシの全発育所要日数(幼虫、前蛹、蛹の各期日数の合計値)を標準区のそれとの比較で第45表に示す。両区における全発育日数の差の検定結果は雌雄とも有意であった。した

Table 45. Total duration of developmental time of *H. axyridis* reared with different species of aphid

Aphids used as food	Sex of beetles	Number of individuals examined	Duration of development				
			Min. and max. value in days	Sample mean in days	Standard deviation in days	Population mean at $\alpha=0.05$ in days	Coefficient of variation in per cent
<i>M. viciae</i>	Female	10	12-13	12.20	0.41	11.91-12.49	3.36
	Male	8	12-13	12.62	0.50	12.20-13.04	3.96
<i>R. prunifoliae</i>	Female	7	13-16	14.85	0.89	14.02-15.68	5.99
	Male	4	14-16	15.00	1.15	13.16-16.84	7.66

Differences of the total duration of developmental time between aphid species were significant without the sexuality of beetles (Females: $t_0=5.89$, $P:<0.001$
Males: $t_0=6.43$, $P:<0.001$).

がって、発育速度はソラマメヒゲナガアブラムシ区の方がキビクビレアブラムシ区より大であるといえる。

3. 羽化成虫の体の大きさ

ソラマメヒゲナガアブラムシ区とキビクビレアブラムシ区の羽化成虫について、さやばねの大きさを測定した結果を第46表に示す。大きさの区間差は雌雄とも高度の有意性が認められ、ソラマメヒゲナガアブラムシ区の方がキ

Table 46. Length of elytron of the adults of *H. axyridis* reared with different species of aphid during the larval period (Expressed in micrometer scale units One unit of the scale is equivalent to 0.13mm)

Aphids used as food	Sex of beetles	Number of individuals examined	Length of elytron				
			Min. and max. value	Sample mean	Standard deviation	Population mean at $\alpha=0.05$	Coefficient of variation in per cent
<i>M. viciae</i>	Female	10	55--66	60.00	5.33	56.18--63.82	8.88
	Male	8	52--66	57.00	4.20	53.15--60.85	7.36
<i>R. prunifoliae</i>	Female	7	54--59	57.85	4.97	53.24--62.46	8.59
	Male	4	49--67	55.00	7.17	46.10--63.90	13.03

Differences of the length of elytron between feeding group were significant wholly without the sexuality of beetles (Female: $t_0=5.97$, $P<0.001$, male: $t_0=3.33$, $P<0.01$).

ビクビレアブラムシ区より大きく、1ならびに2の結果と総合すると、キビクビレアブラムシよりもソラマメヒゲナガアブラムシの方が食物としての適性は高いといえよう。

第4項 考 察

第3項に述べたとおり、ソラマメ寄生のママアブラムシを捕食することによって、ナミテントウ幼虫は総ての個体が第1令期のきわめて早い時期に死亡した。一方、このアブラムシと同一の寄主植物に寄生したソラマメヒゲナガアブラムシを捕食した場合、テントウムシは正常に発育を遂げただけでなく、死亡率はキビクビレアブラムシ区と差がなく、発育速度ならびに羽化個体の体の大きさはキビクビレアブラムシ区より大であった。本実験の場合、テントウムシの餌としてのソラマメヒゲナガアブラムシの条件は、ソラマメ寄生のママアブラムシと同等のちがいのないわけであるから、被食によるソラマメ寄生のママアブラムシとソラマメヒゲナガアブラムシの影響の差は、寄主植物のちがいということでは説明することができない。

ナミテントウにおける顕著な死亡は、ママアブラムシがニセアカシアを寄主植物とする場合に限らず、今述べたソラマメ寄生の場合や、また、カラスノエンドウ寄生の場合にも発生した。

ここに述べた、寄主植物が同じでアブラムシの種類が異なる場合の結果と、アブラムシの種類が同じで寄主植物の種類がちがう場合の結果からすると、被食による影響(本実験の場合でいえば致命的な)は寄主植物の種類ではなく、アブラムシの種に依存的なもののように思われる。しかし、ただちにこのような結論を出すことには問題がある。ソラマメ、ニセアカシア、カラスノエンドウの各寄主植物に寄生したママアブラムシを捕食したテントウムシは、いずれの場合においても100%の個体が死亡し、テントウムシの発育期死亡率は寄主植物の種類による差が全くなかった。ところが、死亡のおこり方、特にその遅速を表わす生存期間の長短は、寄主植物の種類によってちがいがあった。高い死亡率をもたらすこととなった強度の致死的作用によってマスクされそうになっているが、そこには同一のアブラムシが複数の寄主植物に寄生する場合、被食による捕食者への影響が寄主植物の種に

よって変化する場合があることの可能性がかくされていることを否定することはできない。

著者は本実験の予備的段階において、ニセアカシアと同じマメ科に属するソラマメに寄生したマメアブラムシが、その被食によって、ニセアカシア寄生の場合と同様にナミテントウ幼虫に対し致死的影響を及ぼすことを知った。そして、このことから、テントウムシに対する餌アブラムシの影響は、テントウムシとアブラムシの種相互間の問題としてだけでなく、餌アブラムシの寄主植物相互間の系統分類学的位置とも関連させて研究すべきであることを提唱した(OKAMOTO, 1965)。その後 HUKUSHIMA ならびに KAMEI (1970) は、マメ科5種、アブラナ科3種、キク科1種、計9種の植物を供試し、寄主植物の種類をちがえた場合のナミテントウに対するマメアブラムシの影響を詳しく研究し興味ある結果を得た。この結果によると、寄主植物の種類によっては、餌アブラムシがマメアブラムシであっても、それがナミテントウに致死的作用を及ぼさぬ場合があること、マメ科の寄生植物であっても必ず致死的作用を及ぼすとは限らぬこと、マメ科以外の植物に寄生した場合にも強度の致死的作用を及ぼす場合があること、強度の致死的作用を有する寄主植物においても、植物の種のちがいによって影響がちがう(例えば死亡するまでの日数の差)ことがわかった。

著者ならびに HUKUSHIMA ら(前出)の結果を総合すると、テントウムシに及ぼす餌アブラムシの影響はアブラムシの種とアブラムシの寄主植物の種のいずれか一つに完全依存적であるといった単純なものではないようである。

最後になるが、ここでカラスノエンドウに寄生したマメアブラムシのナミテントウに対する致死的作用についてふれておきたい。茂木(1969)はナミテントウ幼虫の餌密度に対する反応の研究で、HUKUSHIMA ら(1970)は前述の研究で、カラスノエンドウ寄生のマメアブラムシを餌アブラムシとして供試したが、いずれの場合ともマメアブラムシの捕食によるテントウムシの死亡はおこらず、著者の得た結果との間に大きな差異がある。しかしながら、この差異が何によるものかは現段階では不明であり、今後究明すべき問題であると考えられる。

第5項 摘 要

ニセアカシア、ソラマメ、カラスノエンドウ寄生のマメアブラムシ、ソラマメ寄生のソラマメヒゲナガアブラムシ、エンバク寄生のキビクビレアブラムシをナミテントウ幼虫に給餌する飼育実験を行ない、テントウムシの諸形質に及ぼす餌アブラムシの影響とアブラムシの寄主植物との関係を研究した。

1. ニセアカシア、ソラマメ、カラスノエンドウに寄生したマメアブラムシを捕食したナミテントウ幼虫は、いずれの場合とも100%の個体が幼虫の初期段階で死亡した。一方、ソラマメ寄生のソラマメヒゲナガアブラムシを捕食したナミテントウ幼虫は、標準区として供試したエンバク寄生のキビクビレアブラムシ捕食の場合同様、発育期死亡率はきわめて低く、正常な発育を遂げた。

2. ニセアカシア、ソラマメ、カラスノエンドウ寄生のアブラムシを捕食したナミテントウ幼虫の生存期間はソラマメ、ニセアカシア、カラスノエンドウの順に短かった。

3. ソラマメ寄生のソラマメヒゲナガアブラムシを捕食したナミテントウの発育速度、羽化成虫の体の大きさ(さやばねの大きさ)はキビクビレアブラムシを捕食したナミテントウのそれよりも大であった。

4. 他の研究者による同種の研究の結果と本実験の結果の総合的な考察を行ない、テントウムシの諸形質に及ぼす餌アブラムシの影響は、アブラムシの種類あるいは寄主植物の種類のうちいずれかの一方に完全に依存するような単純なものではないという結論を得た。

第3章 アブラムシ捕食性テントウムシの諸形質と餌量

アブラムシの個体群動態を扱った HAFETS (1961), HUGHES (1963), ÔTAKE (1966) らの報告に明らかなとおり、自然条件下でのアブラムシの生息量は、他の昆虫の場合と同様にきわめてダイナミックな変動を示す。アブラムシ生息量調節の一要因としてのテントウムシの価値は、テントウムシが餌種の生息量の変動に対応しつつアブラムシの生息量を制御する能力を有するか否かによって評価されるといっても過言ではない。

このような能力は、まず、餌量そのものがちがうことでテントウムシの諸形質がどのように変化するかということと無関係ではあるまい。本章ではこのような問題について述べる。

第6節 テントウムシの諸形質と幼虫期の餌量

第1項 緒 言

第1節のはじめ、ならびに第3節第3項に述べたとおり、テントウムシにとって、幼虫期における餌と成虫期のそれとは餌そのものの意味にちがいがあ、り、テントウムシの諸形質と餌量との関係は、発育段階を区別して研究する必要があるように思われる。そこで著者はまず初めに幼虫期の問題をとり上げ、幼虫期の餌量とテントウムシの諸形質との関係を研究した。その概要は既に報告した(岡本, 1969)が、本節ではこの研究を詳述する。

第2項 研究材料ならびに方法

1. 供試昆虫

1968年5月15日に高松市内のニセアカシア(街路樹)上で採集したタンダラテントウムシ *Menochilus sex-maculatus* FABRICIUS で既に交尾済みの雌成虫が定温室内で産下した卵から孵化した幼虫(第1回実験)ならびにその後代幼虫(第2回実験)を供試した。

テントウムシの餌として用いたアブラムシはキビクビレアブラムシである。試験管当たり約3mlの Kinetin 10 p. p. m. 水溶液を入れた3×20cmの大型試験管にエンバク生鮮葉を収め、このエンバク葉上でアブラムシを飼育増殖する方法(岡本・小川, 1970)で増殖させた日令1~4日の個体(生体重0.04~0.42 mg)を供試した。

2. 実験区の設定

餌量は最大捕食量からゼロの範囲内で1日当りのアブラムシ給与数を定める方法(定量給餌法)または24時間からゼロ時間の範囲内で1日当りの食物摂取時間を定める方法(時間給餌法)で任意に設定できる。本実験では幼虫の発育に伴う捕食量の変化を考慮した結果、時間給餌法が実際的であると判断し、この方法により餌量をちがえた。設定した日当り給餌時間は第1回実験の場合が0, 2, 4, 8, 10, 24時間の6段階、第2回実験では、0, 4, 6, 8, 10, 12, 24時間の7段階であった。テントウムシ供試個体数はいま記述した時間区の順に、15, 30, 33, 18, 17, 14個体(第1回実験)ならびに10, 28, 34, 23, 17, 15個体(第2回実験)であった。

3. 供試テントウムシの飼育管理と調査

テントウムシ総て個別に飼育した。飼育容器には第5節記述同様のスチロール樽瓶を使用した。

給餌は毎日午前9時を始点に開始し、所定時間の経過とともに終了した。テントウムシは、エンバク葉片とアブラムシを入れた個体飼育容器の中で、給餌時間中自由にアブラムシを捕食させ、時間終了とともに、エンバク葉片

のみを入れた別の個体飼育容器に移しかえた。テントウムシ幼虫をとり去った容器からは食い残しのアブラムシを取り出して残存数をかぞえ、給与数から残存数を減じて捕食数を求めた。この数に給与直前時のアブラムシの平均体重を乗じ、捕食重量を算出した。アブラムシの平均体重は10個体をまとめて直示天秤で測定して算出した。

羽化成虫に対する給餌は第1回実験の場合には実施しなかった。第2回実験の場合は、幼虫期の餌量レベルと無関係に、1日当たり24時間の給餌を行い、捕食量の調査は幼虫期のそれと全く同じ方法で実施した。

調査は第1回実験の場合、発育期においては今述べた毎日のアブラムシ捕食量の他、発育の進行、生存状態について実施した。成虫期においてはアブラムシを給与しなかった関係で、右さやばね最長部の大きさの測定だけを行った。第2回実験の場合には、発育期における捕食量の調査は行なわず、生存ならびに発育に関する調査だけを実施した。成虫期においては、毎日のアブラムシ捕食量、産卵と生存に関する諸事項、右さやばねの大きさを調査した。第2回実験の場合、雌成虫は、別途に用意した雄成虫と交尾させたが、第1回目の交尾は羽化後24時間から48時間の間に、その後はこの日を起算日として7日毎に、毎回30~60分間行なわせた。性別は頭楯の色彩によって判定した。飼育実験時の温湿度および日長条件は第1章第2節から第5節までの部分に記述したのと同じである。第1回の飼育実験は1968年5月24日から7月3日までの40日間に、第2回実験は9月2日から1969年2月23日までの174日間に実施した。

第3項 研究結果

1. 実験区テントウムシ幼虫の捕食量

日当りの捕食量をちがえるために、一日の給餌時間を0, 2, 4, 8, 10, 24時間とした6種類の設定実験区幼虫の捕食量は第6図に示すとおりである。ごく一部の例外を除き、各区幼虫の捕食量は、令期捕食量(その令期に

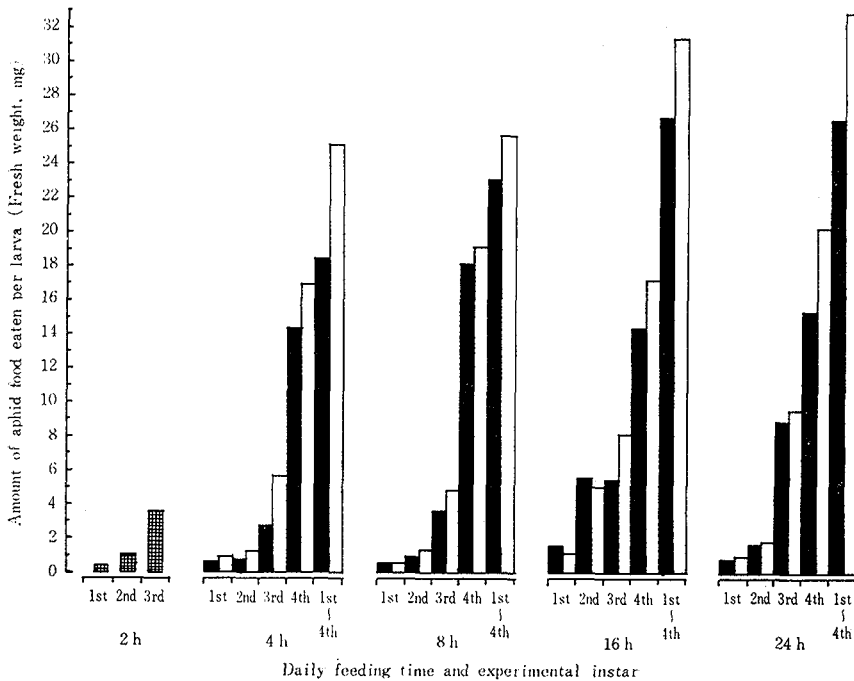


Figure 6. Amount of aphid food eaten by *M. sexmaculatus* in the larval stage. Each column of empty, black, and sectioned represents the amount eaten by female, male, and individual uncleared sexually.

における日捕食量の合計値), 全期間捕食量(幼虫全期間の日捕食量の合計値=令期捕食量の合計値)のどちらもが, 雄よりも雌において大であった. 令期捕食量は幼虫令期の進行にともなってほぼ対数的な増大を示した. 全期間捕食量を100とした場合の令期捕食量は, 24時間区雌では第1令が2.7%, 第2令5.5%, 第3令29.2%, 第4令が62.6%となり, 雄ではそれぞれ2.6, 6.0, 33.6, 57.8%であった. 一方, 給餌時間が短かった4時間区の場合には, 雌が2.4, 5.2, 22.7, 69.7%, 雄が4.4, 3.8, 14.7, 76.6%となった. 8時間区および10時間区の結果は記述を省略するが, 一日の給餌時間が短い4時間区および8時間区は, 給餌時間が長い10時間区および24時間区よりも第4令期の令期捕食量の比率が高かった. 給餌時間がもっとも短かった2時間区では, 第4令期の途中までの時期に総ての個体が死亡したため, この点については全く言及できない.

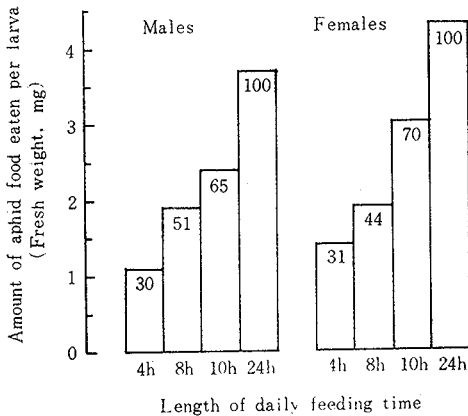


Figure 7. Daily amount of aphid food (average in the total larval period) eaten by the larvae of *M. sexmaculatus* reared under different daily feeding time. Figures at the inside of columns show the rate in per cent of the amount of aphid food eaten by the individuals of controlled feeding group to the amount eaten by not controlled individuals.

1回と第2回の何れの実験においても, 給餌時間と死亡率の間にはいずれも逆向きのS字型曲線で示される関係が認められた.

死亡のおこり方をみるために第1回実験における生存率曲線を求めて示すと第9図のとおりである. 第2回実験のそれは第1回の結果と同一傾向であったので

省略する. 第9図にみられるとおり, 死亡のおこる時期は給餌時間の長短あるいは日当り平均捕食量の多少と密接な関係があった. すなわち, 給餌時間が短かく, 日当り平均捕食量が少ない場合程若令期における死亡が顕著である. しかし, 給餌時間が短かく, 捕食量が僅少な場合においても, 短期間に総ての個体が死亡することは全くなく, かなりの個体が相当期間生存しつづける(これらの個体の大部分は最終的には発育途中で死亡するが)ことは注目すべき結果である.

全期間捕食量を幼虫期日数で除算し, 幼虫全期間の日当り平均捕食量を算出して第7図に示す. 第7図の結果からは給餌時間と幼虫全期間の日当り平均捕食量との間に, 上限を有する指数曲線で示し得る比例関係が成立することを推定できる.

2. 発育期における死亡

時間給餌法によって日当り平均捕食量を種々な程度に制限した場合の日当り平均捕食量と発育期死亡率との関係は第1回実験の結果を第8図に示した. 死亡率の値そのものは実験回次によって多少異なったが, 第

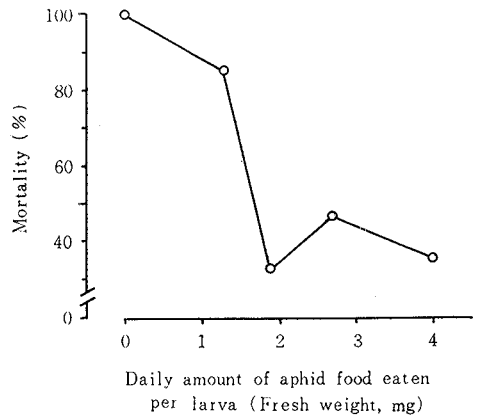


Figure 8. Relationship between the daily amount of aphid food (average during the total larval period) eaten by the larvae of *M. sexmaculatus* and their mortality in the larval stage.

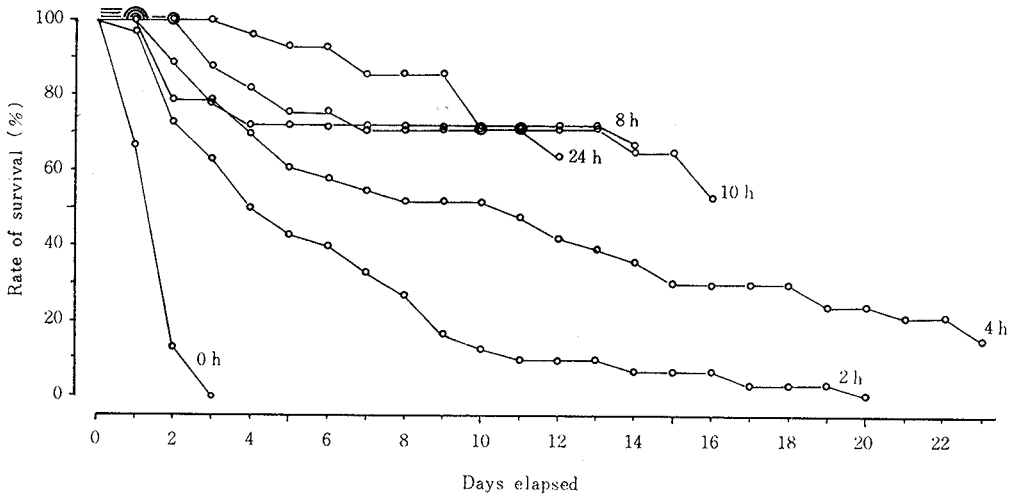


Figure 9. Survivorship curves of the larvae of *M. sexmaculatus* reared under different daily feeding time during the larval period.

3. 発 育 速 度

テントウムシの全発育所要日数（飼育実験開始から羽化までの所要日数）を調査した結果のうち第1回実験における実験値を第10図に示す。第2回実験のそれは、傾向的に全く同様であるので省略した。全発育所要日数は雌雄いずれにおいても日当たり捕食量のちがいによって相当変化し、捕食量が少ない場合程発育完了に多くの日数を要した。日当たり平均捕食量と発育所要日数との間には双曲線な関係が認められる。

4. 発 育 パ タ ー ン

幼虫、前蛹および蛹の各期日数の相対比、あるいは幼虫各令期日数の相対比で示される発育パターンの調査結果（第1回実験における）を示すと第11図のとおりである。発育全期間に占める幼虫期と前蛹および蛹期の長さの割合は、雌個体の場合、日当たり捕食量が多くなるにしたがって幼虫期間の割合が小さくなる傾向が認められる。雄の場合、この関係は2.4 mg区蛹期の数値が1.9 mg区のそれに比較して小さいため、雌の場合程はっきりしないが、傾向的には近似している。

幼虫各期日数の相対比についていえば、雌雄いずれにおいても、第1令期の値は日当たり捕食量が多くなる程大となった。第2令期ではこのような関係ははっきりしない。第3令期の値は第1令期とは逆に捕食量が多くなる程小さくなる傾向があった。第4令期の値も、多少、第3令期の場合に近い傾向を示すもののように思われる。

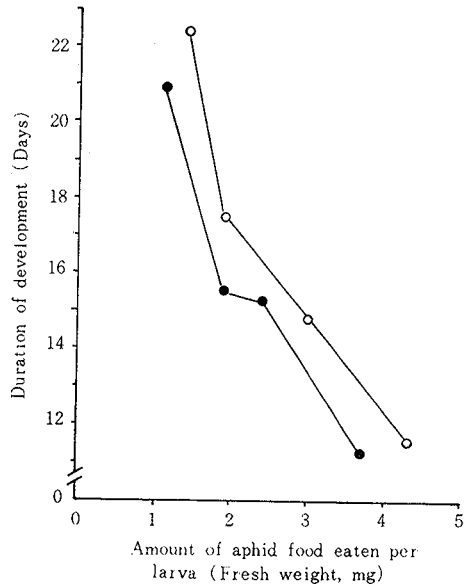


Figure 10. Relationship between the daily amount of aphid food (average during in the total larval period) eaten by the larvae of *M. sexmaculatus* and their total duration of development.

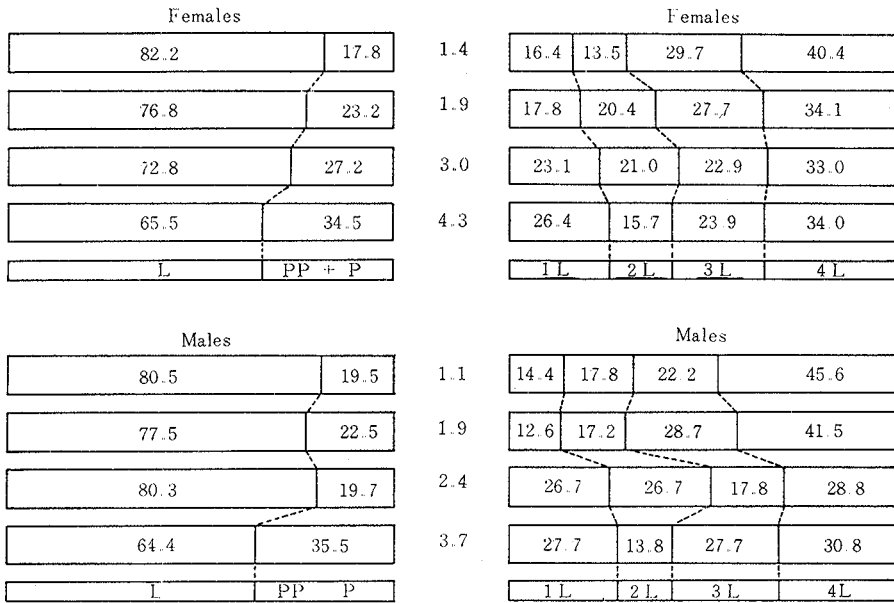


Figure 11. Rate of the duration in per cent of each larval or pupal period to the duration of total developmental time (left) and the duration of each instar period to the total larval period (right) of *M. sexmaculatus* reared with different amount of aphid food. Figures in the outside of each rectangle indicate the daily amount of aphid eaten (average during the total larval period, fresh weight in mg per larva) in each feeding group.

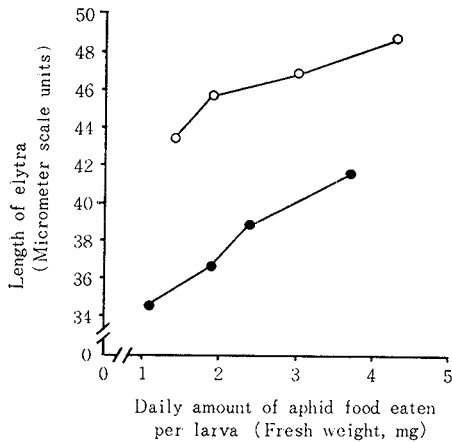


Figure 12. Relationship between the daily amount of aphid food (average during the total larval period) eaten by *M. sexmaculatus* during the larval stage and the length of elytra of the males (solid circles) and females (empty circles).

5. 羽化成虫の体の大きさ

羽化成虫の体の大きさの指標として、さやばねの長さを測定した結果を示すと第12図のとおりである。いずれの実験回次においても、雌ならびに雄成虫のさやばねの長さは日当たり捕食量が多い程大きな値を示した。第12図にみられるとおり、日当たり平均捕食量とさやばねの大きさとの間には、直線的な関係が認められる。

6. 羽化成虫の捕食量

各区の发育完了個体について、成虫期における捕食量(24時間連続給餌条件下での)を調査した結果は第13図に示した。发育完了個体の成虫期における総捕食量は雌の場合3.0mg区を頂点とした単項曲線的な変化を示した。これは7で後述する生存日数の大小との関係によるものと思われる。雄の総捕食量は幼虫期の日当たり捕食量のちがいにによる変化が殆んどなかった。成虫期における日当たり平均捕食量は雌の場合、3.0mg区と1.9mg区との関係に逆転がみられたが、全体的には幼虫期の日当たり捕食量が多くなる程

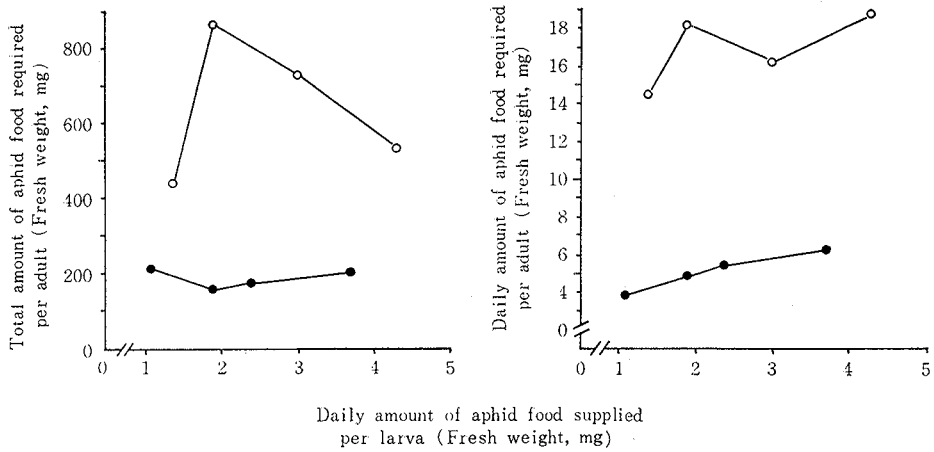


Figure 13. Relationship between the amount of aphid food of *M. sexmaculatus* supplied in the larval stage and the amount of aphid food required by male (solid circles) and female (empty circles) adults developed.

捕食量が増大する傾向があるように思われる。雄の場合は雌の場合よりもっと判然としていた。但し、いずれの場合においても、幼虫期の給餌時間と成虫期捕食量との関係は上限を有する指数曲線的関係で、直線関係ではない。

7. 羽化成虫の生存日数

生存日数についての結果は第14図に示した。幼虫期における日当り給餌時間と生存日数との関係は雌雄により異なった。雌の場合は6で前述した総捕食量の場合と同様、10時間区を頂点とした単項曲線的な関係が認められた。これに対し、雄の場合は、8時間区で最大となり、日当り給餌時間が長くなるにつれ、双曲線関係を保ちながら小さくなった。

8. 羽化成虫の産卵力

(1) 産卵前期間

産卵前期間は第15図に示すとおりで、幼虫期の日当り捕食量のちがいによる変化はあまり明瞭ではなかった。

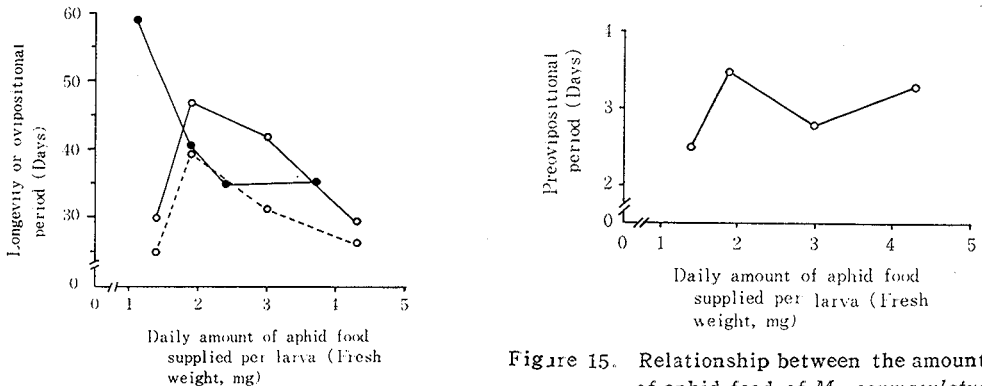
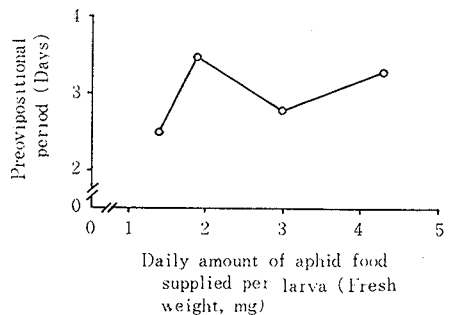


Figure 14. Relationship between the amount of aphid food of *M. sexmaculatus* supplied during the larval stage and the longevity, length of ovipositional period of the adults developed. Solid line indicates the longevity of males (solid circles) and females (open circles). Dotted line indicates the length of ovipositional period.

Figure 15. Relationship between the amount of aphid food of *M. sexmaculatus* supplied during the larval stage and the length of preovipositional period of the adults developed.



(2) 産卵日数

産卵日数の調査結果は、生存日数の結果と併せて第14図に示した。実験区相互間の関係は7で前述した生存日数の場合に似通った傾向を示した。しかし、図からうかがえるとおり、生存日数に対する割合は4.3mg区で最大で、この区の羽化成虫は羽化から死亡するまでの期間のうち、産卵前期を除いて殆んど毎日産卵し続けた。他の3区では産卵前期間以外の時期においても産卵しない日何日もあり、3.0mg区ではこのような現象がもっとも顕著であった。

(3) 産卵数

産卵数の調査結果は第16図に示す。幼虫期の日当り捕食量と総産卵数との間に3.0mg区を頂点とする単頂曲線的な関係が認められた。

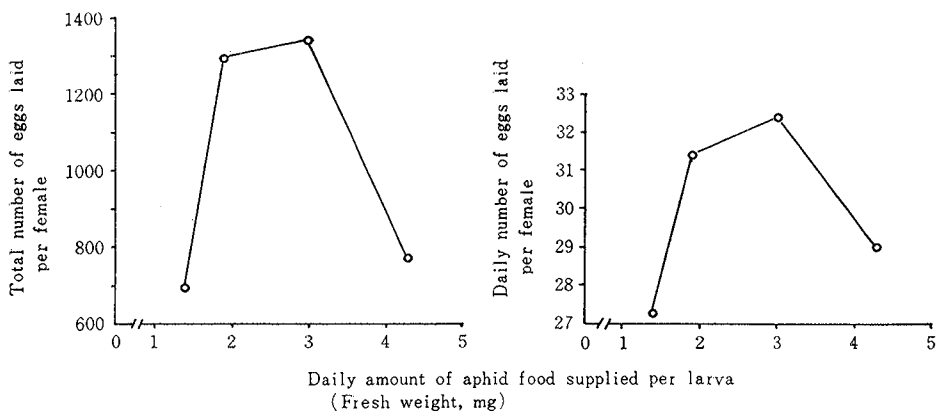


Figure 16. Relationship between the amount of aphid food of *M. sexmaculatus* supplied during the larval stage and the fecundity of females developed.

産卵日における日当り平均産卵数も総産卵数のそれと同じような関係が幼虫期の日当り捕食量との間に認められた。

第4項 考 察

捕食性テントウムシの幼虫期捕食量と諸形質との関係については、ナナホシテントウムシ(原種)(HODEK, 1957; SUNDBY, 1966), *Hippodamia quinquesignata* (KIRBY) (KADDOU, 1960), *Anatis mali* AUCI. および *Coleomegilla maculata lengi* TIMBERLAKE (SMITH, 1965), ナミテントウ(茂木, 1969, HUKUSHIMA・OHWAKI, 1972), ヒメカメノコテントウ(河内, 1971), ナナホシテントウ(河内, 1972), (以上の種類はいずれもアブラムシ捕食種), カイガラムシ捕食性の *Pharoscyrnus numidicus* (KEHAT, 1968) を対象とした研究がある。そして、これらのテントウムシでは発育期生存率, 発育所要日数(あるいは発育速度), 羽化成虫の体の大きさが幼虫期における捕食量のちがいでによって著しく変化することが明らかにされている。ダングラテントウムシを供試した本実験の場合も、テントウムシの発育期生存率, 発育所要日数, 羽化成虫の体の大きさは、幼虫期捕食量のちがいでによって明らかに変化した。これらの結果から考えて、幼虫期捕食量が発育期生存率, 発育速度, 羽化成虫の体の大きさを規定する重要な要因であることはまず間違いないと思われる。

生存ならびに発育の進行を保障する捕食量がどの程度であるかを知ることは、その種がどの程度の餌密度に耐え得るかを考える上に重要であると思われる。従来の研究によると、かかる最低捕食率 Minimal rates of feeding

for survival はナナホシテントウ (原種) では飽食量の40~55% (HODEK, 前出), 33% (SUNDBY, 前出), ハダニ捕食種の *Stethorus picipes* で20% (FLESCHNER, 1950), カイガラムシ捕食種の *Pharoscyrmus numidicus* では約14% (KEHAT, 前出) という値が得られている。本実験の場合, 幼虫全期捕食量から算出するとその値は約29%となる。本実験の場合を含め, アブラムシ捕食種の最低捕食率は, ハダニあるいはカイガラムシ捕食種のそれを上まわる傾向があるように思われる。これが果して食物の利用のしかたからみたアブラムシ捕食種とそうでない種の性質のちがいかどうかは興味あるところである。

発育のパターン (発育全期間の長さに対する発育各期の長さの割合) と幼虫期捕食量との関係についてはこれまでに論議された例が少ない。ただ HUKUSHIMA ら (前出) のデータからは比較のための数値の算出が可能だったので検討してみたところ, ナミテントウでは発育のパターンと幼虫期捕食量の間特別な関係はないように思われた。発育のパターンが, 幼虫期捕食量の影響を受けるか否かについては, 今後更に種をちがえた研究が必要であると考えられる。

羽化成虫の諸形質, 特に生存, 捕食, 生殖力などが幼虫期の捕食量によってどのように影響されるかについては, これまでのところ研究された例が殆んどない。したがって, 本実験の結果と他によるそれとをここで比較考察することが出来ない。ここでは本実験における結果の主要な点について一, 二の論議を行なうにとどめる。

羽化成虫の生存日数, 捕食量, 産卵日数, 産卵数は結果の項で述べたとおり, いずれも実験区のちがいによって変化がみられた。この変化が幼虫期における捕食量のちがいによることについては疑いをはさむ余地は殆んどないといつてよい。

第6図ならびに第13図に示した結果からも明らかとおり, 成虫の捕食力は幼虫のそれよりはるかに大きい (第4令幼虫の日当たり平均捕食量と成虫のそれとの比は1:2.7, 幼虫全期間捕食量と成虫のそれとの比は1:28である)。また, 成虫は大量の餌アブラムシを捕食するだけでなく, 大量の卵を産出し, これらの卵から孵化した幼虫は成虫とともにアブラムシ捕食に参加する。幼虫とは異なるこのような特性を成虫が持つだけに, 成虫の生存, 捕食, 生殖などの基本的形質が幼虫期の捕食量の影響を強く受けることは, アブラムシ生息量制御上の役割からみてきわめて重要であるといわなければならない。

本実験で明らかにされた羽化成虫の諸形質と幼虫期捕食量との関係で注目を要する第二の点として, 雌成虫の生存日数, 産卵日数, 産卵数などと幼虫期捕食量との関係がある。成虫の他の形質, 例えば, 体の大きさあるいは捕食量と幼虫期捕食量との間には直線的な関係が認められたが, 今述べた生存日数などと幼虫期捕食量との間の関係は, 単項曲線で示される関係で, 直線関係ではなかった。雌成虫の生存, 生殖力が幼虫期捕食量の影響を受けることはよいとしても, 幼虫期における捕食量がある値以上であると発育を完了した雌成虫の生存日数, 産卵数が, かえって減少するという本実験の結果は, きわめて特異的であるようにも思われる。このような関係は一般には想定し難いものではあるが, 雌成虫の生存と生殖に必要とされるエネルギーと体の大きさとの間の二つの関係, すなわち, 羽化雌成虫の体の大きさとエネルギーとり込み量 (成虫の捕食量) の関係と, 体の大きさと基礎代謝ならびに生殖 (卵生産と産下) に支出されるエネルギーの関係との関係がパラレルでない場合にはあり得ることと考えられる。このような関係が一般的かどうかについては, 今後更に検討が必要であろう。雄成虫の場合, 生存日数と幼虫期捕食量との間には雌成虫におけるそれとはちがった, 双曲線的な関係が認められた。これがどのようなことによるのかは今のところよくわからないが, 1.1mg区あるいは1.9mg区の雄成虫の動きが鈍いことが飼育時にしばしば観察されたことから推して, 幼虫期捕食量が羽化雄成虫の活動性, 例えば雌個体探索に影響を及ぼし, これが雄成虫におけるエネルギー支出の差をもたらしたことが考えられる。

第5項 摘 要

テントウムシにおける幼虫期捕食量と諸形質との関係を明らかにするため、捕食量のレベルをちがえてダンダラテントウムシ幼虫を飼育し、発育期における死亡、発育所要日数、発育のパターン、羽化雌雄成虫の体の大きさ、捕食量、生存日数、雌成虫の産卵日数ならびに産卵数を調査した。

1. 発育期死亡率は幼虫期捕食量のレベルが多くなるにつれて低下し、日当たり平均捕食量と発育期死亡率の間には逆むきのS字型曲線で示し得る関係が認められた。死亡のおこる時期と捕食量との間には密接な関係があり、捕食量が少ない場合程令期における死亡が顕著であった。
2. 全発育所要日数は捕食量が多い程小さな値をとった。日当たり平均捕食量と全発育所要日数との間には双曲線で示し得る関係が認められた。
3. 幼虫期捕食量は全発育所要日数に対する幼虫、蛹各期日数の割合ならびに全幼虫期日数に対する幼虫各令期日数の割合で示される発育のパターンに影響を及ぼした。
4. 羽化成虫のさやばねは幼虫期における捕食量の増加に伴なって長くなった。幼虫期の日当たり平均捕食量と羽化成虫のさやばねの長さの間には直線的な関係が認められた。
5. 幼虫期の日当たり平均捕食量と羽化成虫の成虫期における日当たり平均捕食量との間には飽和曲線的な関係が認められた。これに対し、幼虫期の日当たり平均捕食量と総捕食量との間には雌成虫の場合、単頂曲線的な関係が認められた。雄成虫では両者間に特別な関係はないように思われた。
6. 幼虫期捕食量と羽化成虫の生存日数との関係は性によって異なった。雌成虫の場合、生存日数と幼虫期の日当たり平均捕食量との間の関係は単頂曲線的であったが、雄成虫では双曲線的な関係であった。
7. 幼虫期の捕食量と雌成虫の産卵前日数との間には特別な関係は認められなかった。
8. 幼虫期の日当たり平均捕食量と雌成虫の産卵日数との関係は生存日数におけるそれと類似した関係であった。
9. 幼虫期の日当たり平均捕食量と羽化雌成虫の産卵数との間には、日当たり平均産卵数と総産卵数の何れの場合とも単頂曲線的な関係が認められた。

第7節 テントウムシの諸形質に及ぼす幼虫各期捕食量の影響

第1項 緒 言

第6節においては、幼虫期捕食量がテントウムシの発育期生存率、発育速度、発育のパターン、羽化成虫の体の大きさ、生存ならびに生殖力などに顕著な影響を及ぼすことを明らかにした。本節では令期別に日当たり捕食量を種々な程度に制限し、諸形質に及ぼす日当たり捕食量の影響が、幼虫の発育段階によってどのように異なるかを調べた結果を述べる。

第2項 研究材料ならびに方法

1. 供 試 虫

テントウムシは第6節に記述したのと同じダンダラテントウムシで、1967年9月5日に高松市内で採集した雌成虫の後代を供試した。所定の令期に到着するまでの間、25°C 恒温、湿度80~85%、16時間明、8時間暗の人工日長下で、次に述べるキビクビレアブラムシを給餌しながら個別飼育を行なった。

テントウムシの餌に用いたアブラムシも、第1節に記述したのと同じキビクビレアブラムシで、Kinetin 水溶液

法（前出）によって飼育したものである。

2. 飼育実験区の設定

実験区としては、幼虫第1令期の日当り捕食量を種々な程度に制限し、第2令期以降は何等捕食制限をしない区（第1令実験区）、第2令期の日当り捕食量のみを制限する区（第2令実験区）、第3令期のそれを制限する実験区（第3令実験区）、第4令期の日当り捕食量を制限する区（第4令実験区）の4実験区を設定した。これらの実験区には、いずれも捕食量を全く制限しない飽食区と、日当り給餌量を飽食量以下の数段階のレベルで制限する制限捕食区を設けた。これらの区における日当り給与アブラムシ数その他の諸条件は、第47表に示すとおりである。餌として与えたアブラムシの大きさはテントウムシ幼虫の大きさに見合うよう配慮した。テントウムシ幼虫が若令の

Table 47. Explanation of the experimental plots set in the quantitative feeding experiments

Instar period fixed for quantitative feeding	Condition of supplying food	Daily number of aphids supplied as food	Number of coccinellid larvae examined	Daily amount of aphids eaten by coccinellid larvae (Per larva, fresh weight, mg)	Rate of food supplied in per cent (Daily amount of aphids eaten by single individual in each controlled feeding group / Daily amount of aphids eaten by single individual in not controlled feeding group)		
					Female	Male	
First instar	Controlled	0	10	0	0	0	
		1	10	0.03	5	5	
		3	18	0.09	15.5	15.5	
		4	5	0.12	20.7	20.7	
		5	10	0.15	25.9	25.9	
		8	11	0.24	41.4	41.4	
		10	10	0.30	51.7	51.7	
		Not controlled	20	5	0.58 (Female)	100	—
				5	0.58 (Male)	—	100
	Second instar	Controlled	0	14	0	0	0
1			13	0.05	2.8	3.6	
2			13	0.10	5.6	7.2	
4			11	0.20	11.2	14.4	
6			11	0.30	16.8	21.6	
8			11	0.40	22.4	28.8	
		10	16	0.50	28.0	36.0	
		12	15	0.60	33.6	43.2	
		Not controlled	40	5	1.81 (Female)	100	—
				5	1.40 (Male)	—	100
Third instar	Controlled	0	10	0	0	0	
		1	9	0.18	5.6	7.4	
		2	8	0.36	11.2	14.8	
		4	9	0.72	22.4	29.6	
		8	10	1.44	44.8	59.5	
		12	10	2.16	66.7	89.3	
		Not controlled	35	5	3.24 (Female)	100	—
				5	2.42 (Male)	—	100
	Fourth instar	Controlled	0	10	0	0	0
			5	9	0.62	6.3	8.3
10			11	1.24	12.6	16.6	
20			11	2.48	25.2	33.2	
40			10	4.96	50.4	66.4	
60			9	7.44	75	98.1	
		Not controlled	80	5	9.92 (Female)	100	—
				5	7.58 (Male)	—	100

場合、餌アブラムシが大きすぎると、アブラムシの体の一部分だけを摂食することがあり、捕食量の調査が困難な状況が生ずるからである。餌アブラムシの概略の大きさは、テントウムシ第1令幼虫の場合は0.03 mg, 第2令幼虫では0.05 mg, 第3令ならびに第4令幼虫の場合が0.12~0.18 mgであった。

3. 実験実施順ならびに期間

餌アブラムシの供給能力、捕食量調査所要時間などの関係で、すべての実験区についての実験を同時平行的に実施することが困難であったため、飼育実験は第1令実験区から順次実施した。実験期間は、第1令実験飽食区が11月5日~11月15日、制限区が11月8日~12月9日、第2令実験飽食区11月19日~11月30日、同制限区11月27日~12月28日、第3令ならびに第4令実験飽食区12月21日~1月1日、第3令実験制限区12月6日~12月26日、第4令実験制限区12月11日~12月31日である。

4. 供試虫の飼育管理と調査

供試テントウムシは孵化24時間後から羽化までの期間、すべて第6節に記述したのと同じ飼育容器を用い個別に飼育した。幼虫期間中給餌は毎日1回定時に実施した。所定令期では2に述べた方法にしたがって、毎日きまった数のアブラムシを与えた。捕食量を種々な程度に制限したが、その以前ならびに以後の令期では必要数を上まわる量のアブラムシを与えた。飼育期間中は生存と発育状況(脱皮を指標とする幼虫令期の進行ならびに蛹化、羽化)の調査観察はもちろん、幼虫期における日捕食量の調査を行なった。捕食量の調査法は第6節のそれと全く同様であるのでここでの記述を省略する。羽化し成虫となった個体については性別、絶食下での生存日数、右さやばねの大きさの調査ならびに測定を行なった。これらについても第6節のそれと同様の方法であったので記述を省略する。

第3項 研究結果

1. 発育期死亡率

ダンダラテントウムシ幼虫の日当たり捕食量を単一令期に限って種々な程度に制限し、それ以外の令期では餌アブラムシを飽食させて発育期死亡率を調査した結果は第17図のとおりである。

発育期死亡率と制限実施令期間の日当たり平均捕食量(制限実施令期間の総捕食量/制限実施日数、以後の文章中では制限期日当たり平均捕食量と略述する)あるいは制限実施令期間の日当たり平均捕食充足率(飽食区における当該令期間の日当たり平均捕食量に対する制限区の制限実施令期間の日当たり平均捕食量の割合をパーセントで示した値、以後の文章中では制限期捕食充足率或は単に捕食充足率と略記する)との間には第17図にみられるとおりの明瞭な関係が認められた。第2~第4令の各実験区では制限期捕食充足率0において死亡率は最高値を示し、捕食充足率の上昇に伴って死亡率は低下した。第1令実験区の場合、死亡率は捕食充足率0ならびに5%の2制限区において最高値を示した他は、他の実験区同様、捕食充足率の上昇とともに低下した。死亡率が100%を下まわりはじめ捕食充足率は、個体群の生存にとっての最低度の捕食充足率で、生存限界充足率とも呼ぶべきであろうが、このような充足率は第1令実験区では5%近傍、第2令実験区0%、第3令ならびに第4令の各実験区の場合は0%以上6%以下と推定され、実験区相互間では第2令、第3令ならびに第4令、第1令の順に値が小さい。

死亡率はどの実験区の場合にも、制限期捕食充足率が或る値に達すると0或はこれに近い値となり、それ以上に捕食充足率が上昇してももはや変化しなかった。このような捕食充足率を仮に死亡率安定捕食充足率と呼ぶと、各実験区の死亡率安定捕食充足率は第17図の結果から、第1令実験区の場合は50%近傍、第2令実験区40%前後、第3令実験区では約30%、第4令実験区20%近傍と推定され、若令期の場合程その値が大きい。

最高死亡率は第1令、第3令ならびに第4令の各実験区においてはいずれも100%であったが、第2令実験区で

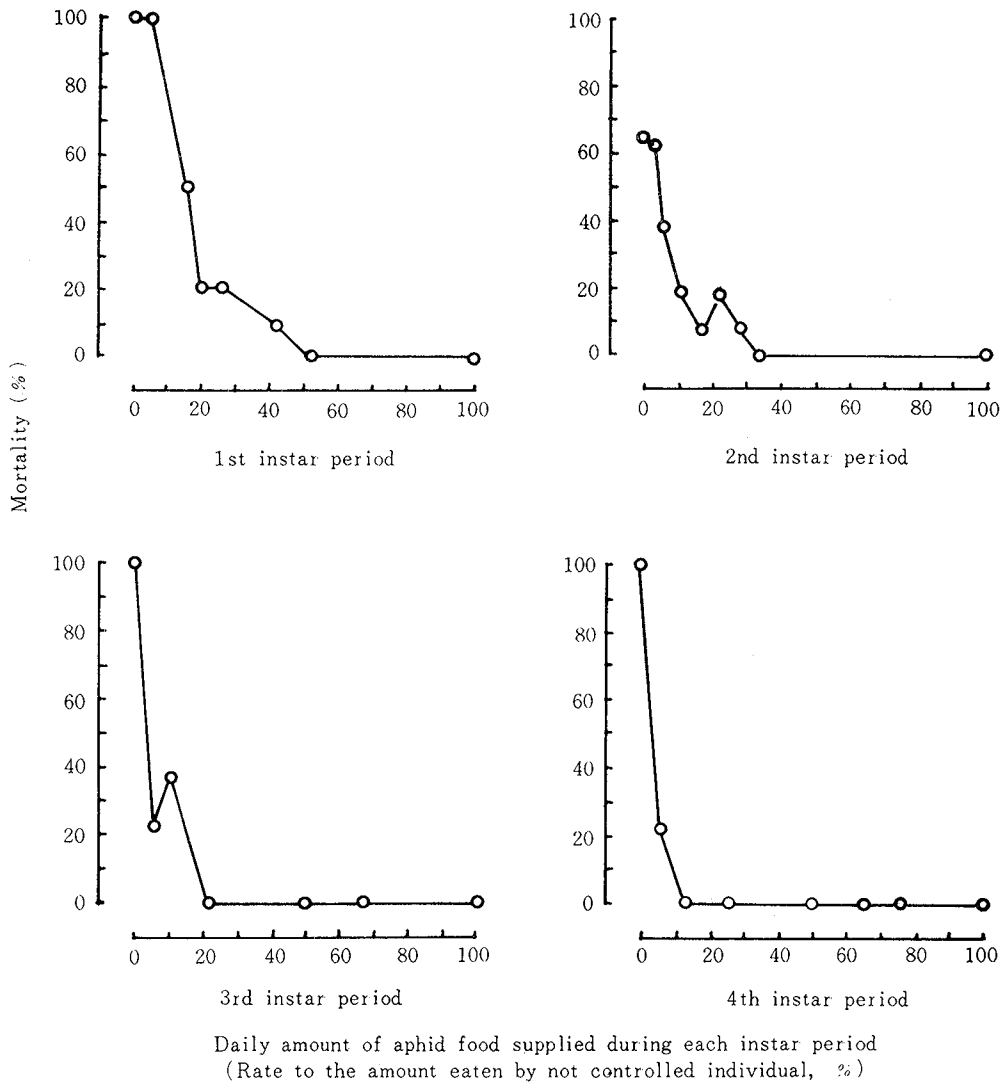


Figure 17. Relationship between the amount of aphid food supplied during the respective larval instar and the preimaginal mortality of *M. sexmaculatus*.

は他の実験区よりも低く、65%に達しなかった。

各実験区における制限区死亡個体の死亡時期は、いずれも制限令期に集中し、制限終了後（解除後）の時期には殆んど死亡がなかった。

2. 発育所要日数

捕食量制限令期完了に要した日数（捕食制限令期発育所要日数、或は単に制限期発育日数と略述）、制限終了から羽化までの所要日数（制限解除後の発育所要日数、或は単に制限解除後発育日数と略記）ならびに全期間の発育所要日数（制限前期の発育日数、制限期発育日数、制限解除後発育日数の3者の合計値で、全発育所要日数または単に全発育日数と略記する）と捕食充足率との関係を調べた結果は第18図に示すとおりである。

制限期発育日数の値は捕食制限令期、性別をとわず、多くの場合捕食充足率が低い程大となり、捕食充足率ある

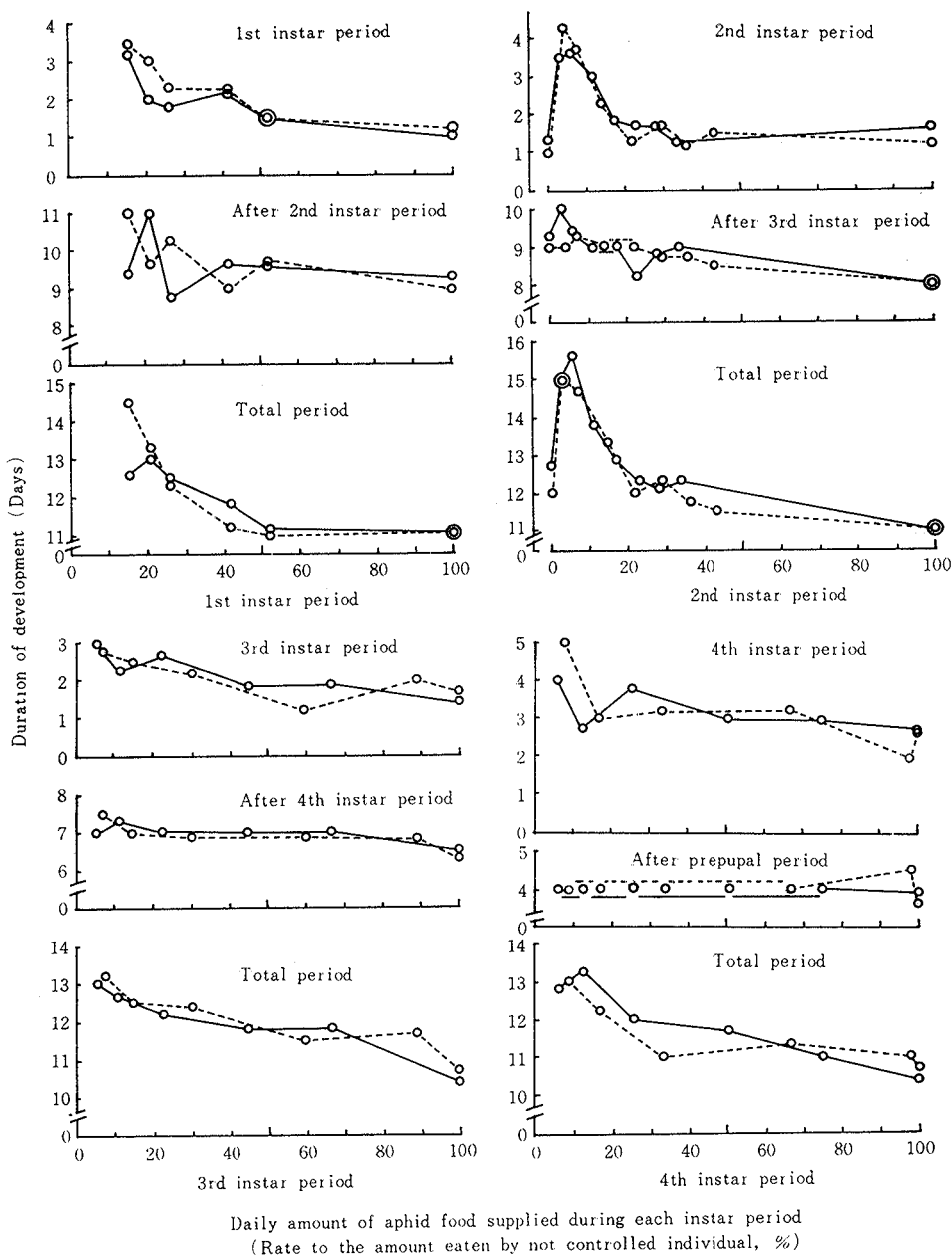


Figure 18. Relationship between the amount of aphid food supplied during the respective larval instar and the duration of development of *M. sexmaculatus*.

いは制限期日当り平均捕食量と制限期発育日数との間には第6節に述べたのと同種の逆比例的な曲線の関係が認められた。しかし、幼虫第2令期に捕食を制限した場合は、発育所要日数と捕食充足率との関係が他の場合とは異なり、両者間の関係を一本の双曲線で記載するのは困難であった。捕食充足率のちがいで生じた発育日数の差は、第1令期ならびに第2令期の場合の方が第3令期或は第4令期の場合よりも大きかった。第3令期と第4令期の比較では第4令期の方が大きい。

制限解除後発育日数と捕食充足率との関係は第1令、第2令などの若令期の場合と第3令ならびに第4令とい

った高令期の場合とでは違いがあった。若令期の場合には先に述べた制限期発育日数の場合同様の双曲線的な関係が認められる。第3令期の場合、捕食充足率のちがいによる発育日数の変化は微弱で、双曲線というよりむしろ緩傾斜の直線で記載可能な関係に近い。第4令期の場合、制限解除後の発育期間は幼虫期が含まれず、前蛹ならびに蛹期（以後、一括して蛹期として扱う）のみであるが、捕食充足率のちがいによる発育日数の変化は殆んど皆無に近く、両者間に特別の関係は認められない。

全発育日数と捕食充足率との間には制限期発育日数の場合と同種の関係が認められる。これは、制限前期発育日数に制限区間差（同一実験区における）があまりなかったこと、解除後発育日数が制限期発育日数と捕食充足率との間の関係を消去する方向には変化しなかったことによるものである。捕食充足率のちがいによる日数の変化は第2令実験区が最も顕著で、次いで第1令区、第4令区、第3令区の順であった。

第1令、第2令ならびに第3令の各実験区では、今述べたとおり制限区の発育期間は飽食区のそれより長かった。これは制限期日当り平均捕食量が飽食区のそれを下まわったための発育のおくれによるものである。データ提示を省略したが、このような発育のおくれによる発育期間の延長は、制限令期直後の令期、例えば、第1令実験区の場合は第2令期、第2令実験区であれば第3令期、で最も顕著にみられた。蛹期間の延長はどの実験区においてもみられなかった。

3. 捕食量

各実験区におけるテントウムシ幼虫の捕食量制限令期間、制限解除後幼虫期間、全幼虫期間（制限令期間、制限解除後幼虫期間、制限前期間の合計）のそれぞれについて総捕食量を調査した結果を示すと第19図のとおりである。

制限期間総捕食量は各実験区とも捕食充足率にほぼ比例する変化を示し、飽食区で最大となった。しかし、発育所要日数の部分に述べたとおり、制限区においては、発育期間の延長がみられたため、制限区と飽食区との間の総捕食量の差はこれらの区の捕食充足率のちがいとの関係でみればかなり小さく、制限区によっては飽食区と同等量の場合もあった。制限区総捕食量と飽食区のそれとの差は、同一実験区内で比較した場合、捕食充足率の値が大なる程縮小した。制限区全体としての（同一実験区の）差の縮小度を実験区相互間で比較すると、第1令実験区が最高で、第3令ならびに第4令の各実験区がこれに次ぎ、第2令実験区が最低となり、実験区による違いが認められる。

制限解除後幼虫期間の総捕食量の場合、制限区との間の総捕食量の差は更に小となり、第3令実験区の1.44mg区雄個体にみられるとおり、制限区の値が飽食区のそれを上まわることもあった。制限区と飽食区との間の総捕食量の差を同一実験区の各制限区間で比較してみると、差の大きさと捕食充足率との間に明瞭な関係は認め難い。差の縮小度は第1令実験区が最高で、次いで第3令実験区、第2令実験区の順となる。制限解除後幼虫期における日当り平均捕食量の調査結果は表示を省略したが、飽食区と制限各区との間に有意と思われる程の差はなかった。したがって飽食区と制限区との間の総捕食量の差の縮小は、制限解除後幼虫期における日当り平均捕食量の増大によるものではなく、発育日数の増加によるものと考えられる。

全幼虫期間総捕食量のうち、第2令ならびに第3令の各実験区の総捕食量は、制限前期間、制限期間、制限解除後期間の各期間総捕食量を合計したものである。しかしながら、どの実験区の場合とも、制限前期間総捕食量は同一実験区における飽食区ならびに制限各区相互間差は小さく、近似的に等しかった。したがって、各実験区における飽食区ならびに制限区の全幼虫期間総捕食量の相互間差は、これらの区における制限期間と制限解除後期間の総捕食量の合計値の相互間差と近似する結果となった。第4令実験区の場合、制限解除後期間が蛹期で、この期間の捕食はあり得なかった。したがって全幼虫期間総捕食量は、制限前期間と制限期間の各総捕食量を合計したも

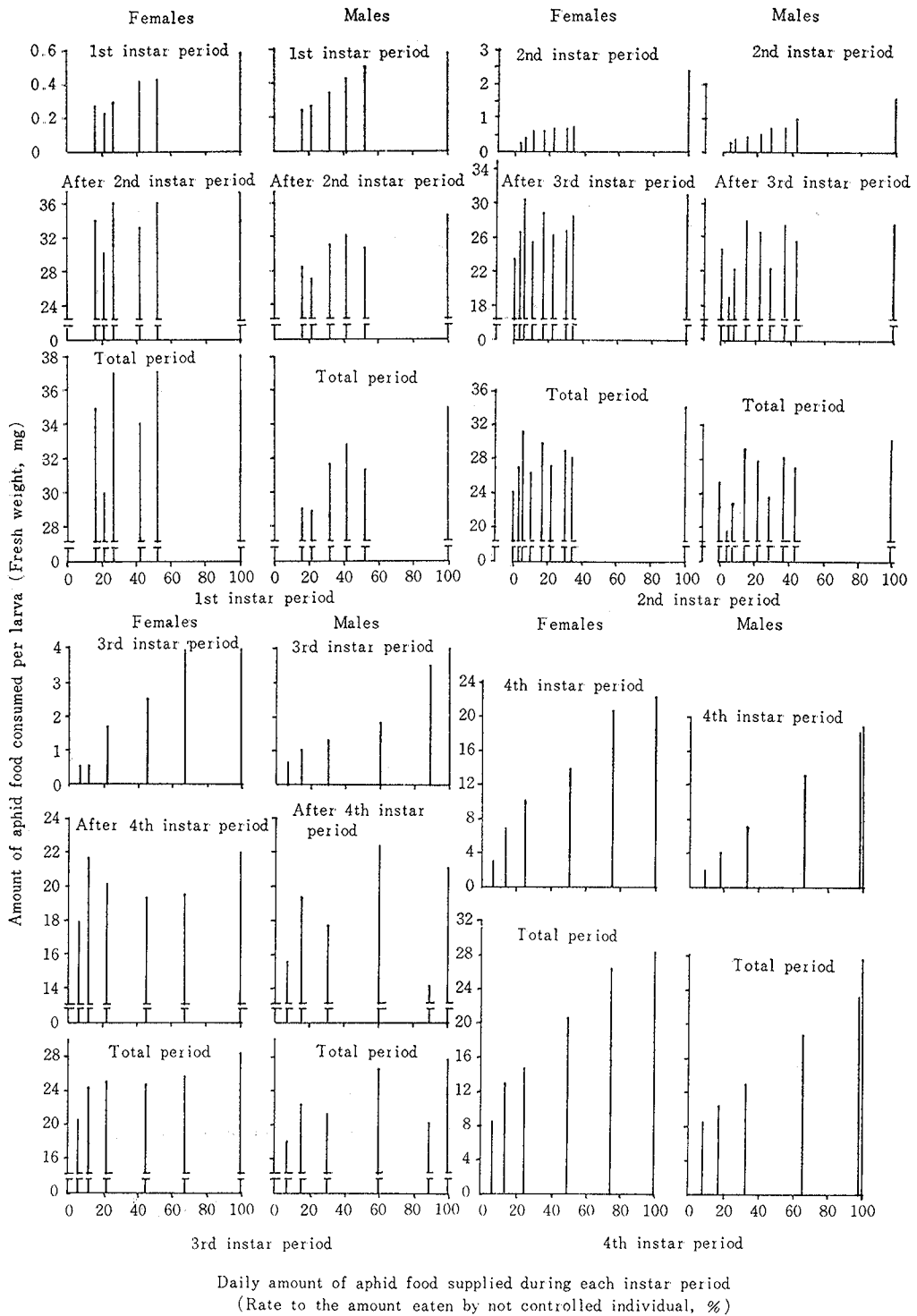


Figure 19. Relationship between the amount of aphid food of *M. sexmaculatus* supplied during the respective larval instar and the amount of aphid food consumed during the period defined.

のとなり、第2令ならびに第3令の場合について、先程述べたのと同じような理由で、全幼虫期間総捕食量の飽食区ならびに制限各区相互間差は、制限期間総捕食量のそれと近似する結果になった。第1令実験区の場合の全幼虫期間総捕食量が制限期間総捕食量と制限解除後期間のそれとを合計したものと同一になることについては説明を要しないと思われるので省略する。

第1令～第4令のどの実験区の場合も、制限各区の全幼虫期間総捕食量は飽食区のそれには及ばなかった。しかしながら、第1令～第3令の各実験区の場合、制限各区の全幼虫期間総捕食量と飽食区のそれとの差は、あまり大きくなく、かなりの程度に差の縮小がみられる。縮小の程度は雌雄不同の場合もあって解析が容易ではないが、第2令実験区よりは第1令ならびに第3令の各実験区の方が多少高いように思われる。第1令～第3令の各実験区について、飽食区と制限各区との差の大小とこれらの制限区の捕食充足率との関係を見ると、両者間に明瞭な関係の存在は認められない。つまり、制限期日当り平均捕食量の多い区程、飽食区との間の総捕食量の差が小さくなるとはいいい切れないうである。一方、第4令実験区では、制限期総捕食量の場合同様、捕食充足率70%以下の制限区においては、制限各区の総捕食量と飽食区のそれとの間に相当大きな差を生じた。また、このような差の大小と捕食充足率の間には、きわめて明瞭な関係があることがわかり、捕食充足率が高い場合程差は小さい。

4. 羽化成虫のさやばねの大きさ

発育を完了し羽化した成虫のさやばねの大きさを測定した結果は第20図として示す。第1令～第4令の各実験

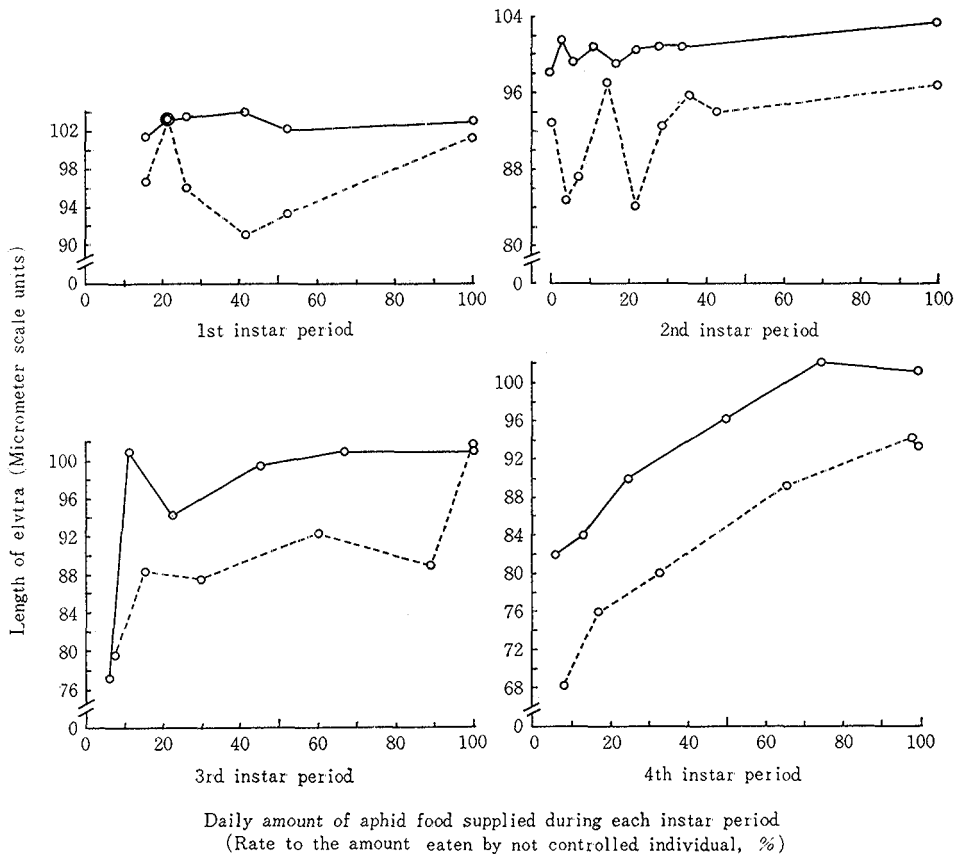


Figure 20. Relationship between the amount of aphid food supplied during the respective larval instar and the length of elytra of the males (dotted line) and females (solid line) of *M. sexmaculatus* developed.

区のうちで、さやばねの大きさと捕食足率との間に或る程度判然とした関係が認められたのは第3令ならびに第4令実験区だけであった。これらの実験区の場合、さやばねの長さは雌雄いずれにおいても、捕食充足率との間に飽食区における長さを上限とした飽和曲線的な関係が認められ、捕食充足率の値が大きい区程さやばねの長さが長かった。捕食充足率の上昇に伴うさやばねの長さの増大率は第4令区において特に大であった。第1令ならびに第2令実験区の場合、さやばねの長さと捕食充足率の間には特別な関係が認められなかったが、これは捕食量の部分に述べたとおり、制限解除後の期間はもちろんのこと、制限期間の総捕食量さえも制限各区相互間であまり大した差が認められなかったことと関係があるように思われる。

5. 羽化成虫の絶食下生存日数

羽化成虫の絶食下生存日数の調査結果は第48表において示した。絶食下生存日数と捕食充足率の上昇に伴な

Table 48. Longevity under fasting condition of the adults of *M. sexmaculatus* reared with the various rates of amount of aphids during a fixed instar period of larval stage

Instar period fixed for quantitative feeding	Sex of beetles	Rate of food Supplied in per cent*	Number of individuals examined	Longevity (Mean and mean error in days)
First instar	Female	15.5	5	3.80±1.64
		20.7	1	4
		25.9	4	3.50±1.00
		41.4	6	2.33±1.51
		51.7	6	4 ±1.10
	100	3	4	
	Male	15.5	4	3.50±0.58
		20.7	3	5 ±1.00
		25.9	3	3.67±1.15
		41.4	4	2.50±1.00
51.7		2	4.50±0.71	
100	5	4 ±1.73		
Second instar	Female	0	3	3.33±0.58
		2.8	2	3.50±0.71
		5.6	5	3.20±0.45
		11.2	5	3.20±0.45
		16.8	7	3.71±0.49
		22.4	3	4 ±1.00
		28.0	9	4.17±1.28
		33.6	9	3.44±1.51
	100	3	4	
	Male	0	2	3.50±0.71
3.6		3	4.33±0.58	
7.2		3	5.33±1.15	
14.4		3	4.67±0.58	
21.6		3	4.33±0.58	
28.8		6	3.67±1.08	
36.0		5	4.25±0.86	
43.2		6	4 ±0.89	
100	5	4 ±1.73		
Third instar	Female	5.6	3	3.33±0.58
		11.2	3	4 ±1.73
		22.4	4	3.75±0.96
		44.8	6	3.17±0.41
		66.7	6	3.33±0.52
	100	7	3.29±0.49	
	Male	7.4	4	4 ±0.82
14.8		2	3.50±0.71	
29.6		5	4.20±0.45	
59.5		4	4.25±0.96	
89.3	4	3.25±0.50		
100	3	3.67±0.58		

(Continued part of Table 48)

	6.3	4	2.25±0.50
	12.6	7	2.71±0.76
	25.2	5	2 ±0.71
	50.4	6	2.67±0.52
	75	3	3.67±2.08
Fourth instar	100	7	3.29±0.49
	8.3	3	2.67±0.58
	16.6	4	3 ±0.82
	33.2	5	3
	66.4	4	3.25±0.96
	98.1	6	4 ±0.89
	100	3	3.67±0.58

* See Table 47.

って生存日数は概ね増加することが明らかである。

第4項 考 察

捕食充足率が死亡率安定捕食充足率を下まわると発育期死亡率は捕食充足率あるいは制限期日当り平均捕食量の影響を受けて大きく変化した。死亡率に及ぼす幼虫期捕食量の影響は、各実験区における最高死亡率、生存限界捕食充足率、死亡率安定捕食充足率などの値を実験区相互間で比較した結果からみて、幼虫の発育段階によってかなり異なるものと考えられる。総合的にみて第1令期の幼虫は日捕食量の影響を最も強く受けるように思われる。

本実験に供試したダンダラテントウムシ同様、アブラムシ捕食性テントウムシの1種である *Adalia decempunctata* (L.) では、第1令幼虫の餌種探索ならびに捕食能力が発育の進んだ幼虫に較べて劣ることが DIXON(1959) によって指摘されている。ダンダラテントウムシの第1令幼虫もこれと同様で、餌種の探索ならびに捕食の能力の低さが原因となり、捕食のためのエネルギーの支出率が他の令期の幼虫より大きく、エネルギー収支のバランスの異常(支出が収入を超過する方向での)を招きやすいのではないかと考えられる。第1令幼虫同様に若令期である第2令期幼虫についてもこれと同じことが考えられるが、第1令期を飽食条件で経過しているため、エネルギーのストックがあること、第6節に述べたとおり、第2令は令期間が第1令のそれよりかなり短いことなど、第1令幼虫とは異なる点があり、これらが死亡率の違いをもたらしたのかもわからない。死亡率に及ぼす捕食量の影響は、ダンダラテントウの場合第4令期が最も小であると考えられる。これはエネルギーのストックが他のどの令期の場合よりも大であることが関係するものと思われ、捕食性カメムシの1種である *Podisus maculiventris* SAY の最終令(第5令)若虫が低捕食量で発育を完了し得るという HOKYO・KAWACHI (1975) の報告とも一致する。

捕食制限期、制限解除期、全発育期の各期発育日数は、第4令実験区の制限解除期の場合を除けば、いずれも捕食充足率のちがいによる変化が認められた。このような結果から捕食充足率がダンダラテントウムシの発育所要日数に影響を及ぼすことが明白であるが、捕食充足率の影響は制限期発育日数と制限解除期発育日数の場合とでは程度の違いがあり、後者に対してはあまり強くはなかった。しかしながら、捕食充足率が前者だけでなく、後者に対しても影響を及ぼすことは、全発育日数の変化を大きくはしても決して縮小することにはならないだけに注目を要する点の一つである。

制限期の日当り平均捕食量或は捕食充足率のちがいによる各期発育所要日数の変化は、捕食制限時の幼虫の発育段階と密接な関係があるように思われる。第1令或は第2令といった若令期の幼虫の方が第3令或は第4令といった高令期幼虫よりも変化が著しい。

結果の項に述べたとおり、捕食充足率と発育所要日数との間には、第2令実験区の制限期発育日数の場合を除

き、双曲線的な関係が認められた。第2令実験区の制限期発育日数と捕食充足率との間の関係が他と異なったのは、充足率0の制限区個体の発育日数が他の低率区のそれと著しく異なり、飽食区個体のそれより更に小さな値を示したことによる。この場合、他の低率区の発育日数との差は単なる実験誤差として説明することは困難である。何によるのかは今のところよくわからない。

TURNBULL (1962) はサラグモの1種 *Lymphia triangularis* CLERCK の発育期における日当たり捕食量を種々な程度に、そして連続的に制限する実験を行い、クモの発育と捕食量との関係を詳細に研究した。その結果、発育各期の総捕食量が日当たりの捕食制限率とは無関係であること、いいかえれば、ある発育期の総捕食量は期間中の日当たり捕食量が多かろうが少なかろうが同じになることを明らかにした。ダンダラテントウムシを材料とする同種の実験については第6節に述べたとおりで、幼虫各期の総捕食量は TURNBULL の結果とは異なり、捕食制限率との間に一定の関係が認められた。本節の実験は捕食制限の方法が TURNBULL ならびに第6節の場合と異なっており、幼虫全期間(捕食全期間)にわたる定率連続制限ではなく、単一令期間の定率制限であった。したがって、制限によって生じた捕食量の減少は前述の2実験の場合よりも回復が容易であると考えられる。しかしながら、制限解除後の期間においてもその回復は完全ではなかった。第6節に述べた結果と本節のそれとを併せて考えると、テントウムシの場合、減少した捕食量(自然条件の下でこのような減少をもたらす第一の要因は餌密度の低下であろう)が十分に回復しないまま発育が完了することになるわけで、TURNBULL が示したクモの場合とは明らかながいがあることがわかる。このちがいが、両種の捕食様式のちがいが、例えば一方がかなりの移動能力をもち、積極活発に餌種を探索捕食するのに対し、他方は移動力が小で、捕食者に自ら近接する餌種しか捕食しないといったことによるのかどうかは今のところよくわからないが、興味ある問題の一つである。捕食者の食生態についてはこのような観点からの比較研究を今後発展させる必要がある。

今述べたとおり、制限個体の総捕食量は完全にはその回復がみられなかったが、その一方、非制限個体のそれに近接したこともたしかである。このような回復は制限当令期においては令期間を延長することによる以外に方法はない。他方、制限解除後期間の場合は、日当たり捕食量の増大(非制限個体のそれに比較して)、令期間の延長、日当たり捕食量の増大および令期間延長、の三つが考えられる。本実験の結果からみると、ダンダラテントウムシでは令期間延長によることが明らかである。なぜこれ以外の方法をとらないのか、なぜ日当たり捕食量の増大がみられないのか、この点も今後明らかにする必要がある。

第2項に述べたとおり、幼虫各令期の制限期日捕食量あるいは捕食充足率と羽化成虫のさやばねの大きさとの結びつきは、第1令期ならびに第2令期の場合が微弱であるのに対し、第3令期ならびに第4令期の場合はきわめて密接で、さやばねの大きさは第3令期ならびに第4令期の捕食充足率に比例して変化した。このような変化は第4令期の場合特に顕著であった。幼虫期捕食量が羽化成虫のさやばねの大きさ(羽化成虫の体の大きさの指標としての)に大きな影響を及ぼすことは第6節で既に述べたことであるが、本実験の結果からはこのような影響が幼虫の発育段階によって異なること、高令期、特に最終令期の捕食量の影響が最も大であることが明らかである。幼虫の発育段階による影響のちがいは、さやばねの大きさの決定期が第4令期であること、したがって第4令期の捕食量が重要な意味を持つこと、第1令期ならびに第2令期の制限期日捕食量或は捕食充足率は第4令期の捕食量にあまり変化を生じさせないのに対し、第3令期のそれは若干の変化を第4令期の捕食量にもたらすことによるものと考えられる。

第5項 摘 要

ダンダラテントウムシの諸形質に及ぼす捕食量の影響が幼虫の発育段階によってどのように異なるかを明らか

にするため、第1令～第4令の各令期において、単一令期間の日当たり捕食量を種々な程度に制限し、諸形質の変化と制限令期の日当たり捕食量或は捕食充足率との関係を制限令期相互間で比較した。

1. 発育期死亡率に及ぼす日当たり捕食量の影響は、幼虫の発育段階によって異なり、若令期程日当たり捕食量のちがいがよる死亡率の変化が顕著であった。

2. 制限令期発育所要日数に及ぼす日当たり捕食量の影響は、第1令＝第2令>第4令>第3令となり、制限解除後の発育日数に及ぼす影響のそれは第1令＝第2令>第3令、また、全発育日数への影響のそれは、第2令>第1令>第4令>第3令となった。

3. 制限令期、制限解除後の幼虫期、全幼虫期などの各期総捕食量は、日当たり捕食量制限によって、非制限個体のそれを下まわる場合が多かったが、捕食制限による幼虫期間の延長がおこり、第4令期における制限の場合を除き、その差は相当程度縮小した。差の縮小率は幼虫の発育段階によって異なり、制限令期総捕食量の場合は、第1令>第3令>第2令>第4令、制限解除後の幼虫期総捕食量では第1令>第3令>第2令となり、全幼虫期総捕食量の場合には第1令＝第3令>第2令>第4令となった。

4. 第3令期ならびに第4令期の日当たり捕食量は羽化成虫のさやばねの大きさに影響を及ぼしたが、第1令期ならびに第2令期のそれは殆んど影響を及ぼさなかった。第3令期と第4令期の比較では第4令期の日当たり捕食量の影響の方がはるかに大きかった。

5. 羽化成虫の絶食下生存日数に対しては第4令期日当たり捕食量のみが影響を及ぼした。

第8節 成虫期における捕食量がテントウムシの諸形質に及ぼす影響

第1項 緒 言

アブラムシ捕食性テントウムシは、他のアブラムシ捕食者、例えばシヨクガバエ類とちがって、成虫期においてもアブラムシを捕食する。第6節に述べたとおり、その捕食量は幼虫期のそれに数倍する。成虫期における活潑な捕食が、成虫自体の生命の維持上はもちろんのこと、この時期にはじめて展開される固有機能というべき生殖の完遂にとって不可欠なことは、第3節においても述べたとおりである。本節では成虫期における捕食量の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を明らかにするため、テントウムシ成虫の日当たり捕食量を種々な程度に、そして連続的に制限し、日当たり捕食量と成虫の生存ならびに生殖力との関係を研究した。その結果の概要は既に報告した(岡本, 1970)が、本節ではこれを詳述する。

第2項 研究材料ならびに方法

1. 供試昆虫

(1) テントウムシ

第6節に記述した実験に供試したダングラテントウムシの後代を実験室内で増殖させ、幼虫期にキビクビレアブラムシを給餌して飼育し羽化させた雌および雄成虫を用いた。

(2) 餌アブラムシ

テントウムシ成虫の餌としては、第7節記述のそれと同じ Kinetin 水溶液法によって室内で飼育増殖したキビクビレアブラムシの第3令および第4令若虫を用いた。

2. 餌量の設定と設定実験区のテントウムシ成虫供試个体数

日当たり捕食量を種々の段階に設定するため、第6節に記述したのと同じ時間給餌法を採用した。これによる設定実験区は、1日の給餌時間を0時間とする0時間区(無給餌区)、1日に4時間給餌する4時間区、6時間給餌の

6時間区, 8時間給餌の8時間区, 12時間給餌の12時間区, 14時間給餌の14時間区, 給餌時間を全く制限しない24時間区(非制限飽食区)の7実験区であった。テントウムシ供試成虫数は, 8時間雌区が3個体, 同雄区が2個体, 12時間雌区が3個体, 14時間雌区が5個体, 24時間雄区が3個体でその他の実験区はいずれも4個体であった。

3. 実験期間中のテントウムシ成虫の飼育管理と調査

テントウムシ成虫の飼育は雌雄いずれの場合とも, 総て個体別飼育の手法によって実施した。飼育容器には前節記述同様のスチロール棒瓶を使用した。給餌は毎日午前9時を始点にし, 所定時間の経過とともに終了した。テントウムシ成虫は, エンバク葉片と予め計数したアブラムシを収めた給餌飼育容器の中で所定の給餌時間を経過させた後容器から取り出し, エンバク葉片のみを収めた別の飼育容器に移しかえ, 翌日の給餌を開始するまではこの容器の中で飼育した。テントウムシを取り出した後, 給餌飼育容器からは食い残しのアブラムシを取り出してその数をかぞえ, 給餌開始時の数から残存数を減じて所定時間内のアブラムシ捕食数を求めた。この数に給餌時のアブラムシの平均体重を乗じ, 捕食重量を算出した。アブラムシ平均体重の求め方は第6節記述のそれと同様なので省略する。時間給餌法による飼育実験は羽化翌日から開始し, 死亡確認とともに終了した。雌成虫には交尾専用を用意した雄成虫を飼育第3日目に配し, 1時間を限度に交尾を行なわせた。この初回の交尾日を起算日として, それ以後は2週間間隔で同様な方法にしたがって交尾を行なわせた。交尾にはいつも若い雄を用いた。交尾中は給餌を全く行わず, また, 交尾に費した時間は所定の給餌時間に算入しなかった。調査は各個体の生存状況はもちろんのこと, さきに述べた捕食量の他, 雌成虫においては産卵の有無および日産卵数, 産下卵の孵化率について実施した。雄成虫では生存状況, アブラムシ日捕食量の他, 別途に用意した雌成虫を収容した容器中での雌探索ならびにマウントとペニスの突出などの交尾動作の正常性を, 10日間隔で調査した。交尾動作の調査は殆んどの場合1, 2分を要するのみであったので, 給餌終了時刻の延長はしなかった。

4. 飼育実験期日

時間給餌法による飼育と調査はどの実験区とも1968年11月20日に開始した。終了期日と, 実験に要した日数は, 0時間区が11月23日までの3日, 4時間区は翌年2月22日までの95日, 6時間区は5月13日までの175日, 8時間区は5月23日までの185日, 12時間区は3月22日までの123日, 14時間区は5月5日までの167日, 24時間区は4月20日までの152日であった。

5. 実験時の温湿度ならびに日長条件

前節記述のそれと同様なので省略する。

第3項 研究結果

1. 捕食量

各区供試個体の捕食経過の概略をみるために, 生存日数が区内の平均値にもっとも近かった個体を各区1個宛抽出し, これらの個体における累積捕食量を示すと第21図ならびに第22図のとおりとなる。両図から読みとれるとおり, 日当り捕食量は, 同一個体であっても日によって多少変化し, 完全な直線性を示すとはいいい切れない。全期間捕食量の調査結果は第23図に示した。全期間捕食量と給餌時間との間には普通ならば比例的な関係が期待されるのであるが, 第23図の結果が示すように, 概略的, 全体的には比例的であっても, 雌の場合, 6時間区と8時間区ならびに12時間区の間で, また, 14時間区と24時間区との間でも逆転が認められる。一方, 雄の場合, 比例的な関係は8時間区までに限定されるという特色がある。本実験の目的は日当り捕食量がテントウムシの諸形質にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることにあった。そのためには日当り捕食量を異にする実験区を設定する

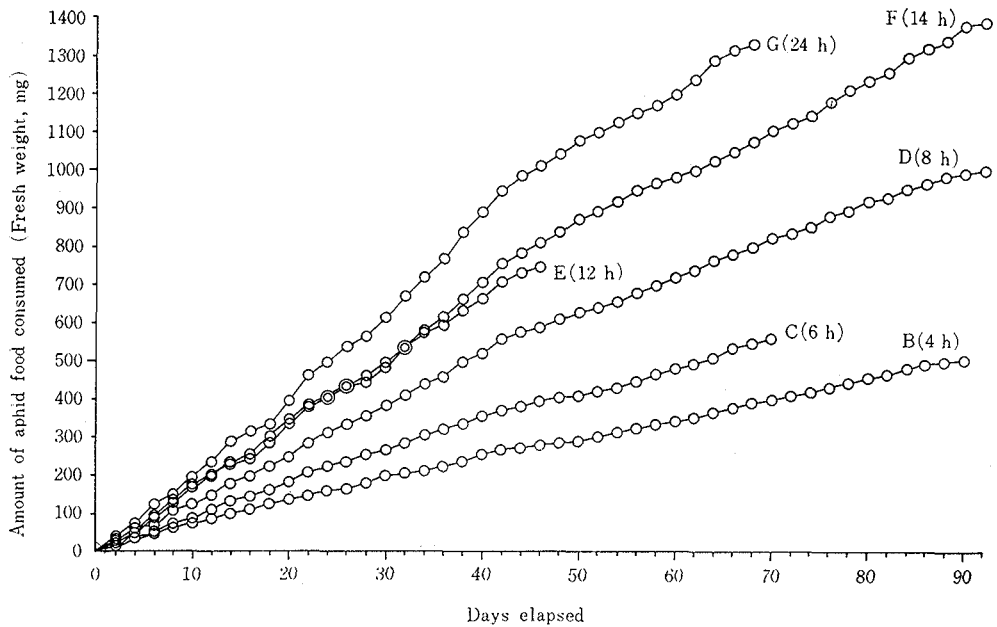


Figure 21. Accumulative curves of food consumption by single larva of the female (sampled randomly from each feeding group) of *M. sexmaculatus*.

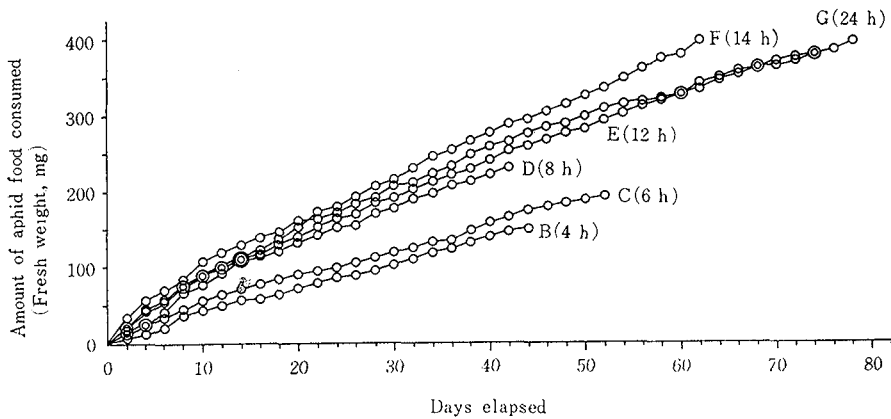


Figure 22. Accumulative curves of food consumption by single larva of the male (sampled randomly from each feeding group) of *M. sexmaculatus*.

必要があり、目的遂行に合致した実験区を得る方法として、本実験においては時間給餌法を採用した。したがって、このような方法がかかる実験区を得ることに役立ったかどうかをここで確かめておく必要がある。いま、第23図(A)に示した全期間捕食量を生存日数で除算し、全期間の日当たり平均捕食量を求めて示すと第23図(B)のとおりである。図からは日当たり給餌時間と日当たり平均捕食量との間に比例的な関係(曲線関係ではあるが、近似的には直線関係ともいえるような)を読みとることができよう。したがって、日当たりの捕食量を異にするいくつかの実験区を設定するという目的からみた場合、本実験における時間給餌法の採用に特に問題があるとは思えない。ただ、雄の場合、8時間以上の給餌時間は、日当たり捕食量のレベルを高くすることにはならなかった点は注意を要しよう。

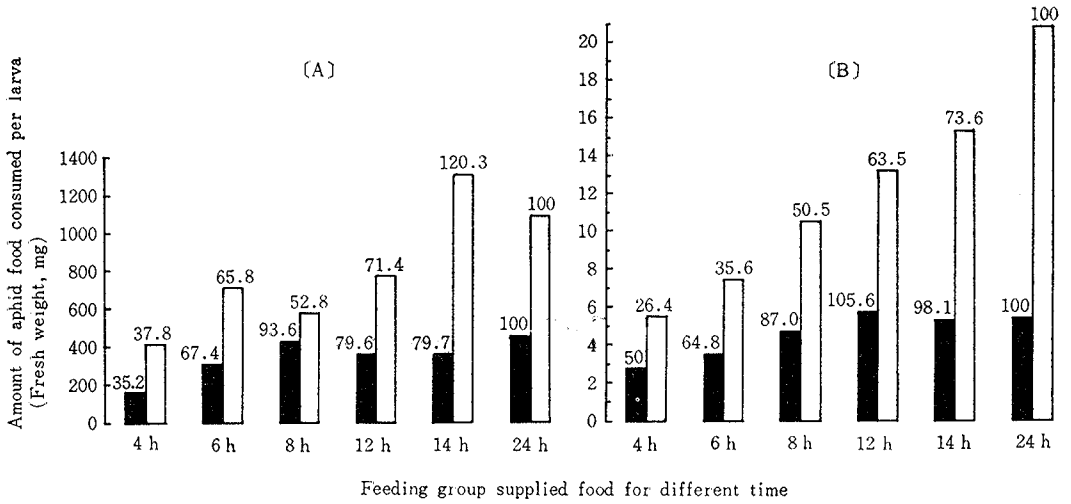


Figure 23. Total [A] and daily [B] amount of aphid food consumed by males (solid columns) and females (open columns) of *M. sexmaculatus* during the larval period. Figures at the upper outside of columns represent the rate of amount in each feeding group to the amount of group supplied food for twenty four hours per day.

2. 生存日数

生存日数の調査結果は第24図に示す。日当たり平均捕食量と生存日数との関係には、雌雄によるちがいが認められる。雄の場合、両者間には3.5 mgの生存日数をほぼ上限とするごく単純な飽和曲線で示し得る関係が認められる。

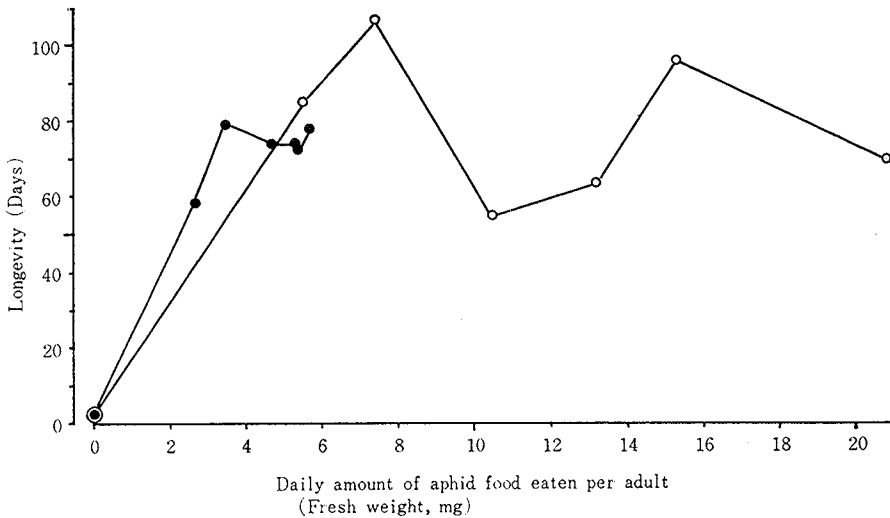


Figure 24. Relationship between the daily amount of aphid food eaten during the adult stage and the longevity of males (solid circles) and females (open circles) of *M. sexmaculatus*.

一方、雄における両者間の関係は雄のそれ程単純ではなかった。10.5 mg区と13.2 mg区の生存日数は15.3 mg区のそれより小さな値を示した。かかる結果から、雌成虫の生存日数と日当り平均捕食量との間に成立する関係は、双峰曲線的な関係であると思われる。

3. 産卵前期間

飼育第3日目を実施した初回交尾日を起算日として調査した産卵前期間の調査結果は第25図に示す。第25図の

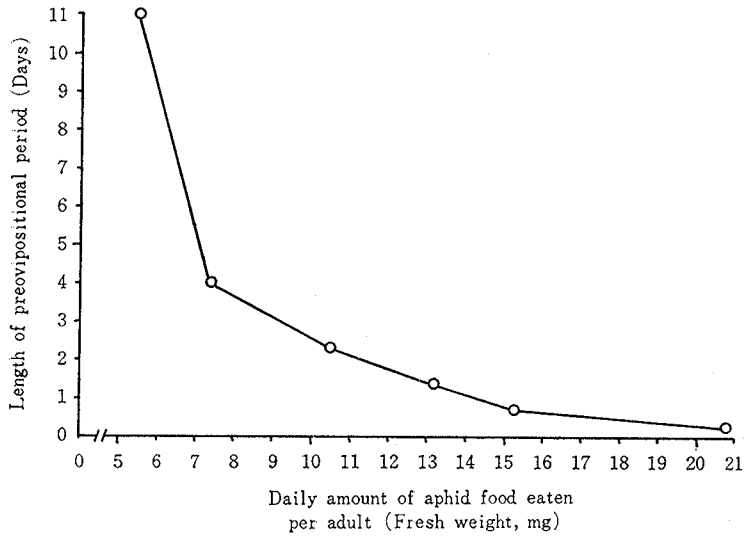


Figure 25. Relationship between the daily amount of aphid food eaten during the adult stage and the length of preovipositional period of *M. sexmaculatus*.

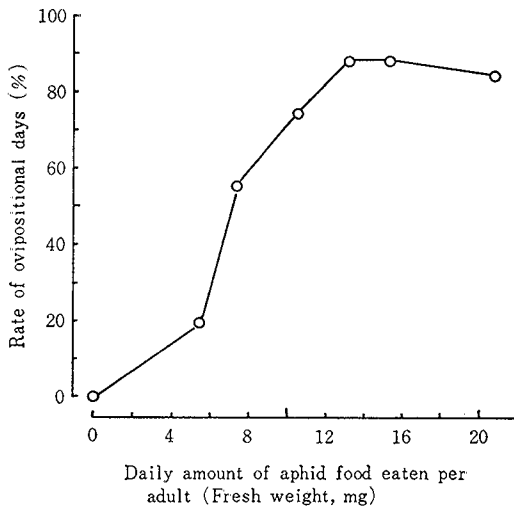


Figure 26. Relationship between the daily amount of aphid food eaten during the adult stage and the rate of ovipositional day of *M. sexmaculatus*.

結果から明らかとなっており、日当り平均捕食量と産卵前期間（日数）との間には直角双曲線的な関係が認められる。

4. 産卵日率

初回交尾日から死亡までの期間の産卵日日数をこの期間の全日数で除算し、その値を100倍して求めた産卵日率を示すと第26図のとおりである。日当り平均捕食量が0～13.2 mgの範囲では、捕食量が多くなる程産卵日数は上昇し、日当り捕食量と産卵日率との間には、13.2 mg～20.8 mgの値、すなわち85%近傍を上限值とするS字型曲線によって示し得る関係が認められる。

5. 産卵数

各区の雌成虫は第27図に示した推移をたどり

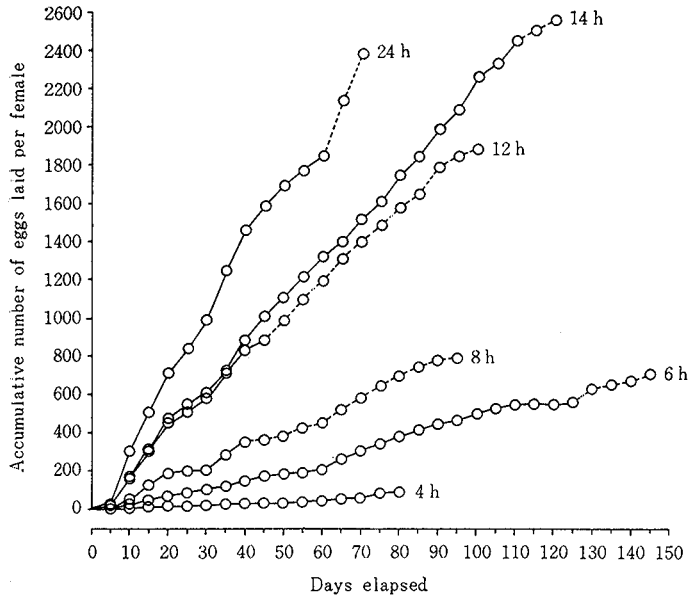


Figure 27. Progress of laying eggs of *M. sexmaculatus*. Each part of line dotted shows the result obtained with the last single individual.

ながら産卵し、死亡した。第27図からうかがえるとおり、産卵数は日によって多少変化した。総産卵数（全期間産卵数）の調査結果は第28図に示す。総産卵数を産卵日数で除算することによって日当り平均産卵数を求め第29図に示す。第28図から明らかとなお、総産卵数と平均捕食量との間には傾斜の急なS字型曲線的な関係が認めら

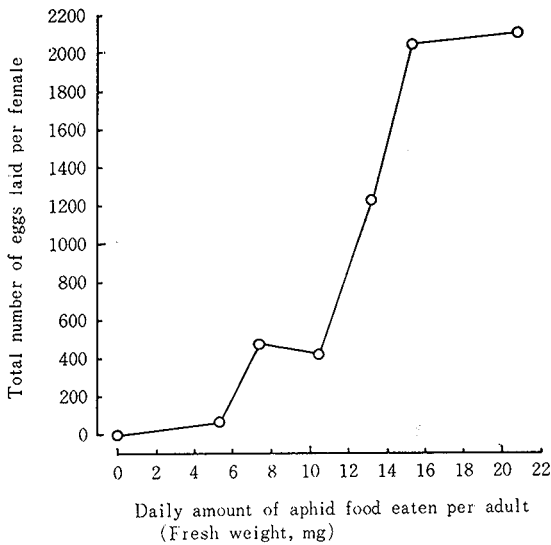


Figure 28. Relationship between the daily amount of aphid food eaten during the adult stage and the total number of eggs of *M. sexmaculatus* laid.

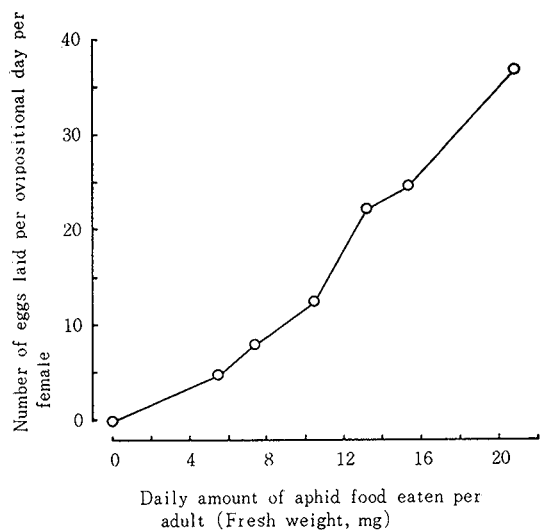


Figure 29. Relationship between the daily amount of aphid food eaten during the adult stage and the number of eggs of *M. sexmaculatus* laid per ovipositional day.

れる。日当り平均産卵数は、日当り平均捕食量の増大に伴って増加した。しかし、この増加は総産卵数の場合とは異なり、両者間には傾斜のゆるやかなS字型曲線で表現し得る関係が認められる。

6. 卵の孵化率

孵化率の調査結果についてはその表示を省略するが、どの個体によって産下された卵であっても、孵化率が85%を割ることはなく、各区における平均孵化率は95%前後の高率を示し、日当り捕食量のちがいによる孵化率の変化は認められなかった。

7. 雄成虫の交尾能力

雄成虫における交尾動作の正常性を調査した結果についても、その表示は省略するが、交尾調査開始以前に死亡した無給餌区の個体は別として、給餌区個体の総てが死亡直前期まで雄を探索してマウントし、ペニスを突出する動作を正常に行なうことを確認した。

第4項 考 察

IBRAHIM (1955) はアブラムシ捕食性テントウムシ1種 *Coccinella undecimpunctata aegyptiaca* REICHE の生存日数ならびに産卵数と成虫の捕食量との間に、茂木 (1969 a, b) はナミテントウの産卵と成虫期の捕食量との間に、いずれも密接な関係があることを報告している。ダンダラテントウムシを供試して行なった本実験の結果は第3項に述べたとおりで、生存日数と産卵日数に限らず、産卵前期間、産卵日の割合などにおいても、日当り捕食量のちがいによる顕著な変化を生じた。テントウムシ成虫の生存ならびに生殖力が成虫期捕食量の影響を強く受けることは、今述べた IBRAHIM および茂木による報告ならびに本実験において得られた結果から、きわめて明白であるといえよう。

諸形質に及ぼす捕食量の影響のうちで特に注目を要すると考えられるのは生存日数に及ぼす影響である。日当り捕食量と生存日数との関係は雌雄によって大きく異なり、雄では単純な飽和曲線関係が認められたのに対し、雌の場合は双峰曲線によって表現される関係となり、しかも双峰曲線におけるピークの高さは第1の山の方が高かった。このような関係は雌成虫の固有機能というべき卵の形成と産下を考慮しない限り理解することが困難である。

第3項に述べたとおり、雌成虫の日当り平均捕食量と日当り平均産卵数との間にはゆるやかな傾斜のS字型曲線で示される関係があり、日当り平均産卵数の増加率は第29図の結果から読みとれるとおり、捕食量7.4 mg~13.2 mgの範囲において最大であった。ところが、日当り捕食量の増加率は、第23図〔B〕から推測されるとおり、日当り平均産卵数の増加率と完全に平行であるとはいえない。いうまでもなく、卵の形成と産下には物質あるいはエネルギーが必要とされるが、今述べた捕食量では捕食による物質あるいはエネルギーの取り込み量の増加率を上まわる増加率で産卵が行なわれることによって、物質あるいはエネルギー収支のバランスがマイナス側に傾き、雌成虫の死亡期が早められるのではないだろうか。同様な生存日数の減少は15.3 mg~20.8 mgの捕食量においても生じたが、この原因も、第23図〔B〕に示した結果から推測される日当り捕食量の増加率と、第29図に示した日当り平均産卵数の結果から読みとれる日当り平均産卵数の増加率との対応関係からみて、この捕食量域での物質あるいはエネルギー収支の悪化によるものと考えられる。

吉田 (1974) はオオシロカネグモ *Leucauge magnifica* 成虫を種々な餌量で飼育し、餌量と卵のうの生重(卵数の別表現ともいえる)、卵のうの数(産卵回数と関係が深い)、生存日数との関係を調べ、卵のうの平均生重は餌量が多い程大であるが、生存日数は餌量の少ない場合よりも減少するという、本実験の結果に類似する興味ある結果を報告している。さきに述べた IBRAHIM の結果も、最大捕食量区あるいはそれに近接する捕食量区においては、

微弱ではあるが生存期間の短縮傾向をよみとることができる。これらの結果から考えると、成虫期に餌種を捕食しながら産卵をつづけるタイプの捕食者では、飽食条件下の生存日数が制限条件下の場合よりもかえって短くなるという現象はかなり一般的な現象であるのかもわからない。

生存日数と日当たり捕食量の関係の論議で更にふれたいこととしては、捕食量のかなり少ない場合におこると考えられる生存期間延長の問題がある。本実験の結果では、5.5mg 区あるいは7.4 mg 区の日当たり捕食量は飽食区(20.8mg 区)のその1/4から1/3に過ぎず、15.3 mg 区との対比においても、その値は1/3あるいは1/2に満たなかった。ところが、これら5.5 mg 区ならびに7.4 mg 区雌成虫の生存日数は、今述べた日当たり捕食量の対比結果からはその予測が困難な程の大きな値となった。このような結果が、両区における日当たり産卵数の少なさと、産卵日率の低さと無関係に生じたと考えるのはいささか無理であろう。餌種捕食が何等かの原因、例えば餌種密度の低下、によって制限され、物質のとり込み量がひどく少ない状況が生ずると、卵の形成と産出に向けられる物質あるいはエネルギーの量が抑えられ、それらの大部分が成虫自体の生命維持に優先的に配分利用されることを可能にする機構がテントウムシの体内に存在しており、この機構の働きによって産卵が抑制され、代償的に生存期間の延長がおこるのではないだろうか。5.5 mg 区ならびに7.4 mg 区の個体では、飽食の場合の半量にも満たない捕食量制限によって、このような機構が作動したのではなからうか。

乏しい餌条件下でおこる産卵抑制と、その代償ともいうべき生存期間の大幅な延長は、第1に、新たな幼虫の出生を少なくすることによって、成虫をも含めたテントウムシ個体群密度の上昇を抑え、餌不足によって死亡する個体の出現を最少限にとどめる。第2に、雌成虫が長期間生き続けることによって、後代の産下と、かかる後代の生存と発育が可能な豊富な餌条件に遭遇するチャンスを増加させることを可能ならしめる。また、第3に、アブラムシ捕食量(総捕食量)を増大させる結果を生むだけにきわめて興味深い。

第5項 摘 要

テントウムシ成虫期の捕食量と生存ならびに生殖力との関係を明らかにするため、ダンダラテントウムシ雌および雄成虫を、時間給餌法によって日当たりの捕食量をちがえた7実験区を設定し、ダンダラテントウムシ雌および雄成虫を湿度80~85%、温度25°C恒温、人工照明による16時間の長日条件で、羽化24時間後から死亡までキビクレアブラムシを給餌して個別別に飼育し、捕食量、生存日数、産卵数、産下卵の孵化率、交尾能力などを調べた。

1. 雄成虫の生存日数は日当たり捕食量が増大するにしたがって、飽和曲線的な増加を示した。雌成虫においては、両者の関係は雄の場合と異なり、日当たり捕食量が7.4 mgである区と15.3 mgである区の値をピークとする双峰曲線で表現可能であった。
2. 日当たり捕食量と総捕食量との間には、日当たり捕食量と生存日数との関係に類似した関係が雌雄いずれにおいても認められた。
3. 雌成虫の産卵前期間は、日当たり捕食量の増大にともなって双曲線的に短縮した。
4. 日当たり捕食量と産卵日率との間には、S字型曲線的な関係が認められた。
5. 日当たり捕食量と産卵日の日当たり平均産卵数との間には、ゆるやかな傾斜のS字型曲線で表現可能な関係が存在した。
6. 日当たり捕食量と総産卵数との間には、日当たり平均産卵数の場合より傾斜の急なS字型曲線で示し得る関係があることがわかった。
7. 卵の孵化率は日当たり捕食量の影響を受けなかった。

8. 雄成虫が交尾対象を探索し、これに対して交尾姿勢をとる能力には、日当り捕食量のちがいによる変化は認められなかった。

第9節 成虫の生存、生殖、捕食に及ぼす成虫各期捕食量の影響

第1項 緒 言

前節においては、成虫期の日当り捕食量のレベルがテントウムシの生存ならびに生殖力に影響を及ぼすことを明らかにした。本節では羽化後の種々な時期に日当り捕食量を一定期間、種々な程度に制限し、成虫の生存、生殖、捕食力がどのように異なるかを実験した結果について述べる。

第2項 研究材料ならびに方法

1. 供 試 虫

(1) テントウムシ

実験室内で継代的に飼育中のダンダラテントウムシの中から、交尾を終えた雌成虫を1個体選んで産卵させ、この卵から孵化した幼虫をキビクビレアブラムシを餌として個体別に飼育して得た雌ならびに雄成虫を用いた。

(2) アブラムシ

供試テントウムシ成虫の餌種としたアブラムシは前節第1項記述のそれと同じ方法で増殖したキビクビレアブラムシ第3令および第4令若虫である。

2. 実験区の設定ならびに供試個体数

実験区は捕食制限を実施するテントウムシ成虫の日令と制限の程度(制限期間中の日当り捕食量)を交絡させて設定した。すなわち、羽化2日後から4日後までの3日間の捕食量を制限する区(第2日～第4日制限区)、5日後から7日後までを制限する区(第5日～第7日制限区)、13日後から15日後までを制限する区(第13日～第15日制限区)、20日後から22日後までを制限する区(第20日～第22日制限区)、ならびに、どの時期にも制限を実施しない区(非制限区=各区共通の対照区)の計5区を設け、対照区を除く各区は、制限期間中の日当りアブラムシ給与数をそれぞれ0, 3, 6, 12, 24, 48個体とする6区に分割した。テントウムシ供試個体数は対照区のみが雌雄各4個体で、分割区は雌雄各1個体であった。対照区のアブラムシ給与数は70個体であった。

3. テントウムシ成虫の飼育管理と調査

供試テントウムシ成虫は羽化から死亡までの間、総て前節第2項記述のそれと同様のスチロール棒瓶を飼育容器として個体別に飼育した。調査は成虫の生存状態、アブラムシ捕食数、産卵の有無と数量(但し雌成虫の場合)について毎日定時に実施した。調査法は前節記述のそれと同様なのでここでの記述は省略する。雌成虫は羽化2日後に、別途に用意した交尾用の雄成虫を配し、1時間を限度に交尾を行なわせた。飼育実験中の温度、日長などの諸条件は前節の実験の場合と同様であった。

4. 実験実施期間

実験は1968年2月21日に開始し、4月21日に終了した。

第3項 研 究 結 果

成虫の日令をちがえ、3日間種々の程度に捕食量を制限して飼育したダンダラテントウムシ雌成虫の生存日数、産卵数、捕食量の調査結果を第49表に、雄成虫の生残日数ならびに捕食量のそれを第50表に示す。

Table 49. Longevity, food consumption, and fecundity of the adult females of *M. sexmaculatus* reared with various feeding practice during a fixed period of adult stage

Age of females fixed for quantitative feeding (Days after emergence)	Rate of food supplied in per cent*		Longevity in days	Amount of aphids consumed in each period (Fresh weight, mg)			Number of eggs laid in each period		
	A	100		Before period of the quantitative feeding	After period of the quantitative feeding	Total period	Before period of the quantitative feeding	After period of the quantitative feeding	Total period
—	A	100	27	—	—	481.09	—	—	1240
	B	100	24	—	—	358.97	—	—	817
	C	100	30	—	—	530.85	—	—	1089
	D	100	13	—	—	224.21	—	—	559
	Ave.	100	23.5	—	—	398.78	—	—	926.3
2-4	A	0	39	—	378.42	378.42	—	382	382
	B	5.8	3	—	0	2.82	—	0	0
	C	11.6	16	—	200.31	205.95	—	461	461
	D	23.1	12	—	68.84	80.12	—	77	77
	E	42.0	54	—	536.74	557.24	—	397	425
	F	80.7	31	—	456.44	495.78	—	1264	1356
5-7	A	0	58	52.28	614.67	666.95	13	1199	1212
	B	4.7	39	48.04	519.38	570.09	13	1228	1250
	C	9.4	21	49.82	238.26	293.42	7	633	681
	D	18.8	14	42.60	88.16	141.44	4	176	182
	E	38.5	15	47.56	154.24	223.64	16	492	566
	F	77.0	23	47.33	279.68	370.69	32	661	779
13-15	A	0	16	211.53	0.75	212.28	491	0	491
	B	5.1	21	163.68	45.89	212.92	284	8	292
	C	10.1	20	155.76	65.36	226.40	223	89	312
	D	19.8	20	106.16	51.38	166.94	161	80	241
	E	38.9	57	196.12	514.59	731.11	428	793	1244
	F	76.0	34	190.92	343.80	574.62	447	960	1409
20-22	A	0	28	311.74	89.51	401.25	822	176	998
	B	4.4	31	313.08	146.80	462.01	810	423	1233
	C	8.8	44	311.68	378.11	694.05	686	693	1382
	D	17.7	40	268.33	298.08	574.93	774	754	1528
	E	36.8	33	336.10	157.46	511.32	762	218	976
	F	68.5	28	297.29	108.19	444.39	580	211	843

* See Table 47.

Letters alphabetized (A~F) indicate each individual beetle examined.

Table 50. Longevity and food consumption of the adult males of *M. sexmaculatus* reared with various feeding practice during a fixed period of adult stage

Age of males fixed for quantitative feeding (Days after emergence)	Rate of food supplied in per cent*		Longevity in days	Amount of aphids consumed in each period (Fresh weight, mg)		
				Before period of the quantitative feeding	After period of the quantitative feeding	Total period
—	A	100	45	—	—	197.00
	B	100	46	—	—	189.90
	C	100	36	—	—	149.44
	D	100	21	—	—	95.28
	Ave.	100	37	—	—	157.91
2— 4	A	0	35	—	146.57	146.57
	B	7.2	5	—	4.5	6.38
	C	14.3	49	—	179.62	183.38
	D	28.7	61	—	200.22	207.74
	E	57.2	49	—	163.20	178.24
	F	67.8	31	—	128.13	145.94
5— 7	A	0	35	—	146.57	146.57
	B	7.2	5	—	4.5	6.38
	C	14.3	49	—	179.62	183.38
	D	28.7	61	—	200.22	207.74
	E	57.2	49	—	163.20	178.24
	F	67.8	31	—	128.13	145.94
13—15	A	0	11	53.23	—	53.23
	B	15.8	16	59.12	6.60	67.62
	C	31.6	31	41.79	68.53	114.28
	D	63.2	44	59.24	147.03	214.19
	E	69.6	35	45.45	64.22	118.41
	F	83.7	57	51.83	163.12	225.49
20—22	A	0	21	78.08	—	78.08
	B	12.4	23	86.02	5.36	92.96
	C	24.2	22	79.05	—	79.05
	D	40.4	55	79.24	172.08	256.48
	E	62.7	29	62.78	16.02	86.80
	F	64.1	26	75.40	22.04	111.70

* See Table 47.

Letters alphabetized (A~F) indicate each individual beetle examined.

1. 生存日数

第49表ならびに第50表に示した生存日数から制限終了当日までの経過日数を差し引いた値を、制限終了後の生存日数とし、制限時の成虫の日令毎に示すと第30図ならびに第31図のとおりである。両図にみられる如く、供試雌

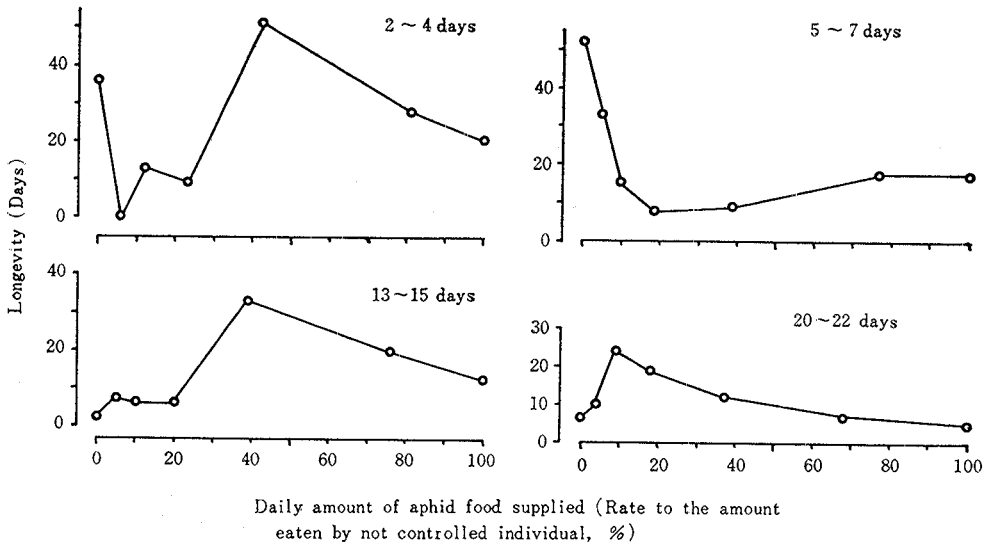


Figure 30. Relationship between the adult age (in days) at the reductive feeding and the longevity of females of *M. sexmaculatus*.

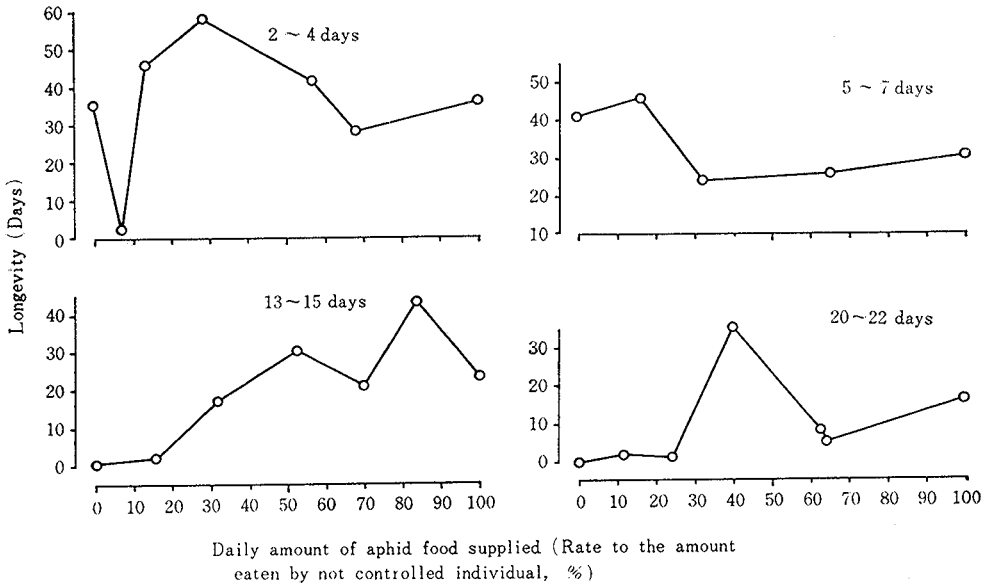


Figure 31. Relationship between the adult age at the reductive feeding and the longevity of males of *M. sexmaculatus*.

ならびに雄成虫の生存日数は、捕食制限期間中の日当り平均捕食充足率のちがいにより変化した。日当り平均捕食充足率のちがいによる生存日数の変化は、成虫の性別、捕食制限時の成虫の日令などによって、その様相がかなり異なる。雌成虫の場合、日令の差によるちがいは、0~40%の低い捕食充足率域でもっとも顕著である。すなわち、この充足率域での生存期間の変化は、もっとも若い日令の第2日~第4日区の場合が、充足率の増大にともなって延長から短縮、そして延長という動きを示したが、この区より日令のすすんだ第5日~第7日区では延長→やや短

縮, 第13日～第15日区では短縮→延長, この区より更にすすんだ日令の第20日～第22日区の場合は延長(促進方向の)→延長(抑制方向の)というパターンとなった. 40%以上の充足率の範囲では, 第5日～第7日区を除く他を充足率の増大と逆比例的に, 延長の度合いは低下し, 対照区との差が縮まった. 一方, 第5日～第7日区では, 充足率の増大ともなって短縮の程度が低下するかたちで, 対照区との差が縮まった.

雄成虫の場合, もっとも若い日令の第2日～第4日区では短縮→延長, 第5日～第7日区ではやや延長→やや短縮, 第13日～第15日区では短縮→やや短縮, もっとも日令のすすんだ第20日～第22日区の場合は短縮→延長というパターンが低充足率域での変化のパターンとして認められる. これ以上の充足率の範囲でのパターンは, 第2日～第4日区と, 第20～22日区においては延長の程度が, また, 第5日～第7日区と第13日～第15日区とでは短縮の程度が, 充足率の増大ともなって逆比例に低下し, 対照区との差が縮まる傾向が認められた.

2. 捕食力

3日間の捕食制限によって成虫の捕食力がどのような影響を受け, それがまた, 成虫の日令とどのような関係にあるかを明らかにするため, 第50表の結果から捕食制限終了後の期間における日当たり平均捕食量を算出して第32図ならびに第33図に示す. 雌の場合, 一, 二の分割区の値が隣接する他の分割区のそれから大きくはずれる場合がどの日令においても生じたが, 大まかにいえば, 制限終了後の期間の日当たり平均捕食量と捕食制限期間の捕食充足率との間には一種の増加曲線で表現し得る関係が成立するように思われ, 制限終了後の捕食力は捕食制限の影響を受けて変化するものと考えられる. しかし, 日令ごとの増加曲線の形状のちがいが示すとおり, 捕食量の変化の程度(捕食量の大小の幅ならびに変化を生じさせた充足率の範囲)は日令によってかなりちがいが認められる. すなわち, 捕食量の大小の幅は第13日～第15日区が最大で, 変化を生じさせた充足率の範囲は第2日～第4日区がもっとも広い. これらの2点を総合した場合, もっとも影響の程度が小さかったのは第20日～第22日区である.

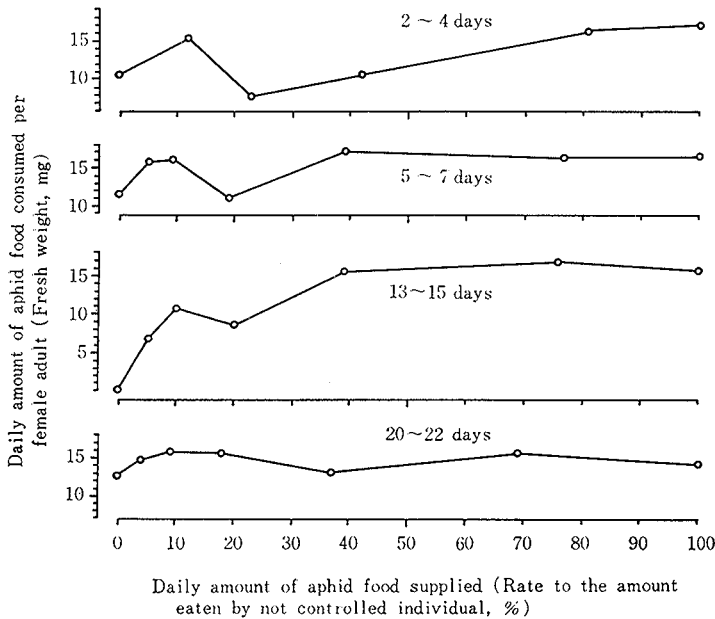


Figure 32. Relationship between the adult age of females of *M. sexmaculatus* at the reductive feeding and the daily amount of aphid food consumed during after period of that feeding.

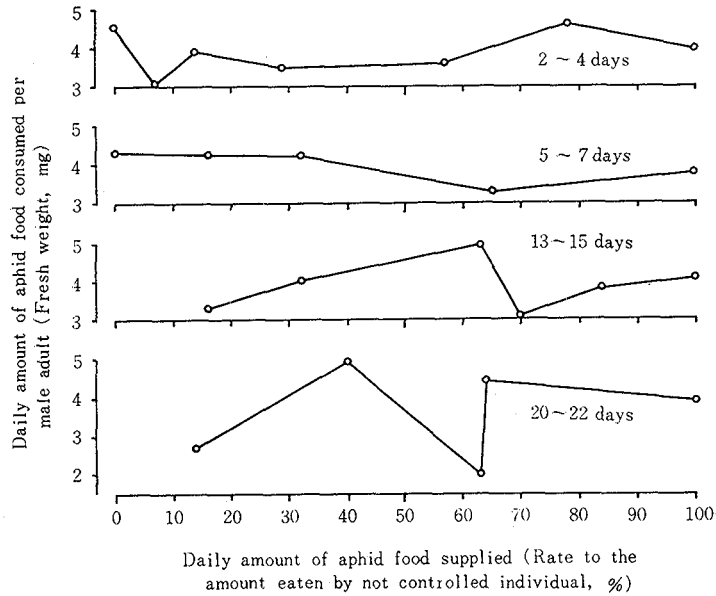


Figure 33. Relationship between the adult age of males of *M. sexmaculatus* at the reductive feeding and the daily amount of aphid food consumed during after period of that feeding.

一方、雄の場合は、第13日～第15日区や第20日～第22日区にみられる大きな変動とか、制限終了直後の死亡による充足率0の分割区のデータ欠落などがあり、結果の解析が困難で、制限終了後の期間の捕食力が捕食制限によってどのような影響を受け、その影響の程度が制限時の日令のちがいによって異なるかどうかをはっきりさせることが出来ないように思われる。

3. 産 卵 力

(1) 捕食制限中の産卵数

捕食制限期間中の総産卵数を制限実施日数で除算し、期間中の日当り平均産卵数を求めて第34図に示す。ただし、本実験においては、羽化第3日に交尾を実施したため、第2日～第4日区の日当り平均産卵数は羽化第4日の産卵数をそのまま示した（交尾以前の期間には餌条件が充分であっても本種は正常な産卵をしない）。

図から明らかとなり、制限区個体の産卵数は、日令の如何を問わず非制限個体のそれに比較し顕著に減少した。産卵数のこのような減少のしかたは日令のちがいによってかなりな変化がみられる。捕食制限の影響がもっとも顕著であったのは第2日～第4日区で、第20日～第22日区がこれに続き、次いで第13日～第15日、第5日～第7日の順となった。

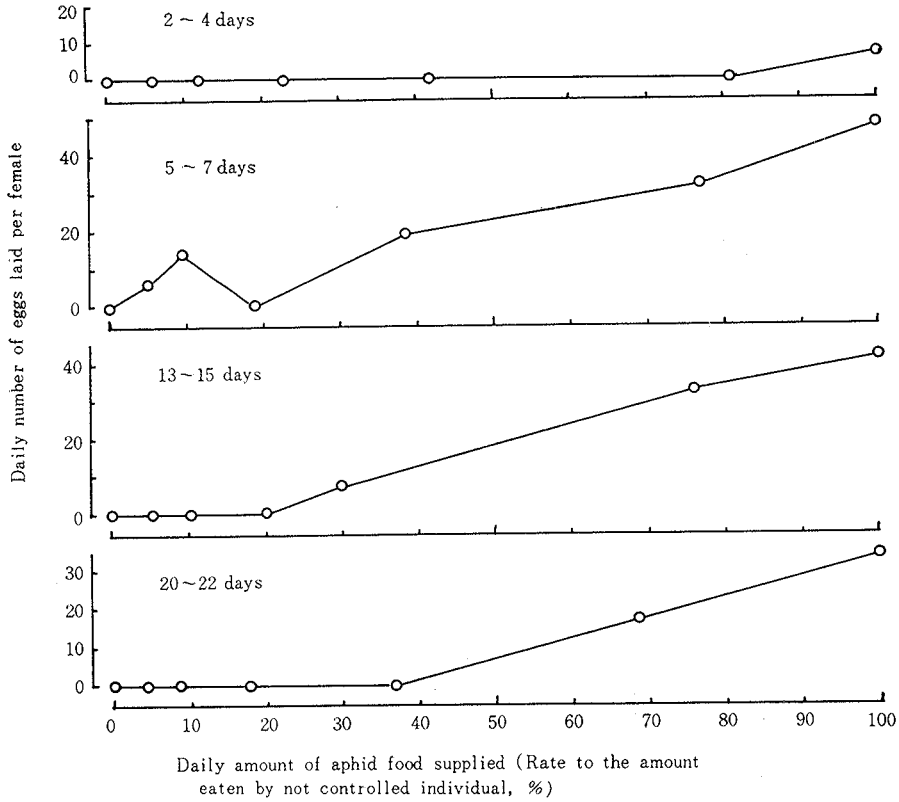


Figure 34. Relationship between the adult age of females of *M. sexmaculatus* at the reductive feeding and the daily number of eggs laid during the period at that feeding.

(2) 産卵再開所要日数

捕食制限によって産卵活動が停止あるいは微弱な状態にあった雌成虫は、捕食制限解除後再び産卵を開始した。捕食の制限を解除してから産卵を再開するまでに要した日数、すなわち産卵再開所要日数（第2日～第4日区については再開という語は厳密にいえば不適当であるが）を示すと第35図のとおりである。

どの日令の場合とも産卵再開所要日数は捕食制限の影響を受けて変化した。影響の程度は第2日～第4日区が最大で、第13日～第15日区がこれに次いで大きかった。第5日～第7日区と第20日～第22日区はこれらの両区よりは影響の程度が小さかった。

(3) 制限終了後の産卵日当り平均産卵数

制限解除後の産卵力に及ぼす捕食制限の影響を日令相互間で比較するために、第50表に示した制限終了後の総産卵数を産卵日数で除算し、産卵日当り平均産卵数を算出して示すと第36図のとおりである。

第2日～第4日区の場合、充足率11.6%の個体の産卵数が異常に大きな値を示すものの、その他の低充足率個体の産卵数は、非制限個体のそれに比較し極度に減少することがわかる。また、第13日～第15日区の場合も40%未満の低充足率個体では、第2日～第4日区同様に産卵数の減少がみられる。一方、第20日～第22日区では、充足率36.8%の個体の産卵数がかなり少なかった他は、どの個体とも非制限個体のそれとあまり大きなちがいはない。第5日～第7日区では充足率18.8%および0%の個体の値が小さい他は総て非制限個体のそれに近い。このような結果からみて、産卵力に及ぼす捕食制限の影響は、明らかに制限実施時のテントウムシの日令のちがいによ

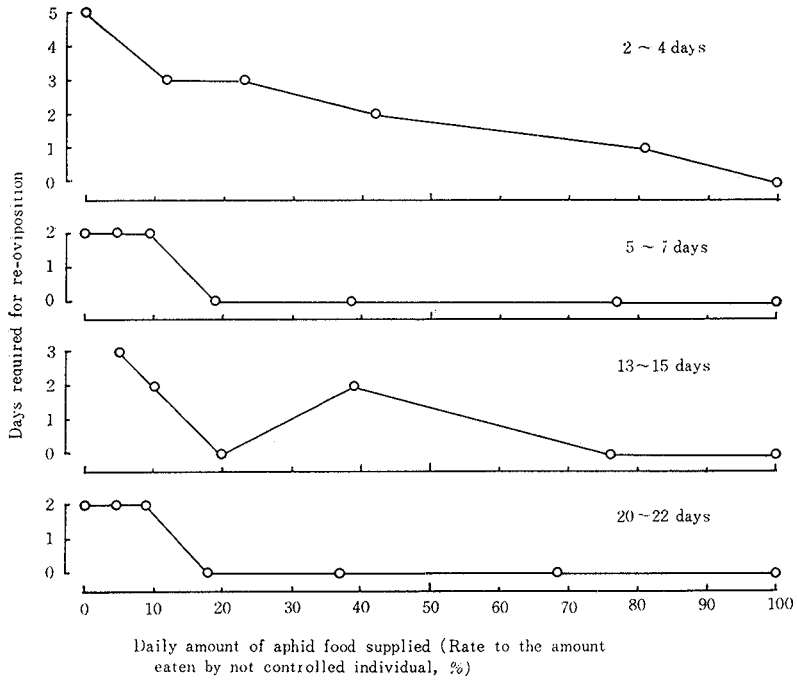


Figure 35. Relationship between the adult age of females of *M. sexmaculatus* at the reductive feeding and the length of duration set lay eggs during after period of that feeding.

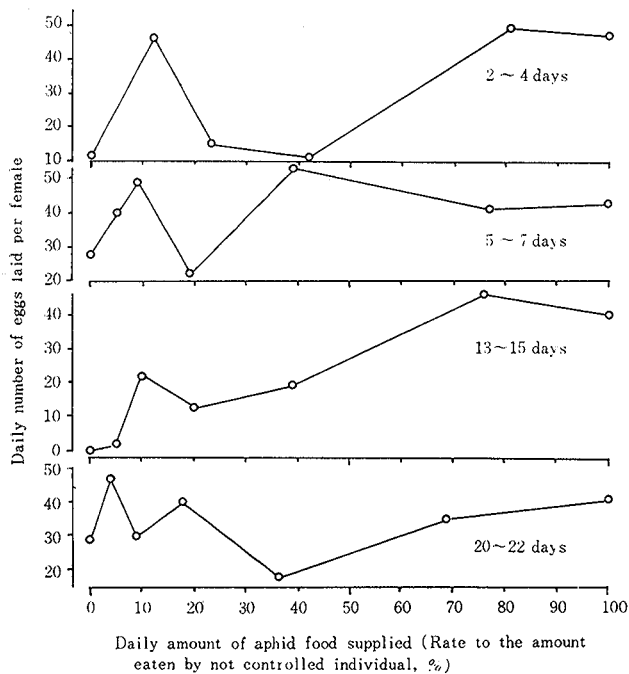


Figure 36. Relationship between the adult age of females of *M. sexmaculatus* at the reductive feeding and the daily number of eggs laid during after period of that feeding.

て異なるものと思われる。

第4項 考 察

アブラムシ捕食性テントウムシの1種 *Adalia bipunctata* (L.) の産卵消長に関する HARIRI (1966) の研究結果や、前節に述べたダンダラテントウムシの捕食ならびに産卵経過に示されているとおり、アブラムシ捕食性テントウムシの捕食あるいは産卵力は成虫の全期間を通して同一の水準のまま維持するものではない。これはテントウムシの生理的状态が羽化から死亡するまでの間、時間の経過とともに、或る傾向をもって変化することによるものと考えられる。このようなことから、成虫の生存と生殖、あるいはこれらを支える捕食力に対する捕食量の影響が、成虫の日令の進行にともなって変化することが推測される。本実験はかかる変化の存否を明らかにするために行なったものであるが、4段階の日令についての実験を平行的に進める便宜上、それぞれの日令段階の分割区供試個体数を極度に少なくして実施した。そのために供試個体数の少なさに由来する偶然変動を消去できず、捕食限度と各調査形質との間に認められた関係がどのような関係であるかを厳密に記載できない欠点もっている。

しかしながら、第3項に述べた結果からみて、成虫の生存、生殖(産卵)、捕食に及ぼす捕食量の影響が成虫の日令によって変化するものであることは明らかになし得たと考えられる。

本実験においては、第2日～第4日、第5日～第7日、第13日～第15日、第20日～第22日の4段階の日令区を設定した。非制限区雌成虫の産卵消長を基準に考えると、これらの日令はそれぞれ産卵前期、産卵最盛前半期、同後半期、産卵力低下期にはほぼ相当するが、4段階のうちどの日令がもっとも捕食量の影響を受けやすいかは、どの形質を問題にするか、あるいは雌雄の何れかによって結論に多少のちがいが生じよう。しかしながら、雌についていえば、調査した3種類の形質への影響を総合した場合、もっとも顕著な影響を受けるのは産卵前期に相当する日令であると考えても大きく誤ることはなからう。非制限個体の各段階における3日間の日当たり平均捕食量は第32図ならびに第33図に示したとおりであるが、雌の場合、第1日～第4日では16.24、第5日～第7日は18.89、第13日～第15日は17.49、第20日～第22日では16.09mgであった。雄の場合はそれぞれ8.76、4.10、4.18、4.04mgである。雌雄とも、第2日～第4日の値を100とすると、日令間の関係は雌の場合、100、116、103、99、雄では100、47、48、46となる。雌の捕食力は産卵最盛前半期相当の第5日～第7日で最大であり、第2日～第4日の捕食力は第5日～第7日はもちろんのこと、第13日～第15日の個体のそれに劣り、第20日～第22日の個体の値に近い。このように産卵前期での捕食量は他の日令に比較するとかなり少ないのであるが、この時期における餌種捕食は、テントウムシの雌成虫にとって、他の時期とはちがった特別の意味を持つことが明らかであり興味深い。産卵前期に次いで産卵最盛後半期が影響を受けやすい日令であるように思われる。この時期になると、それまでに連続した大量の卵の形成と産出によるエネルギー蓄積量の減少があり、このことが関係するのではないかと考えられる。産卵力低下期相当の日令が、今述べた産卵最盛後半期相当の日令よりも影響が軽微であったことは、意外とも思えることであるが、これには産卵最盛後半期での活発な捕食活動によるエネルギーの蓄積が関係しているのではないだろうか。産卵最盛前半期は捕食量の影響がもっとも軽微な日令であると考えられるが、産卵前期における捕食による蓄積エネルギーが大きく関係しているものと思われる。

雄の場合は生存力への影響の大小関係からしか日令のちがいによる影響を論じ得ない。生存力への影響からいえば、どの日令の場合とも、雌程の大きな影響は受けなかったが、日令間で比較すると、進んだ日令程影響が大となる傾向がみられ、雌の場合とかなりちがうようである。さき程述べた非制限個体における日令別捕食量からわかるとおり、第2日～第4日といった若い日令の捕食量に比較し、これより進んだ日令での捕食量はその50%にも達しないし、また、日令によるちがいが殆んどない。雄成虫のエネルギー消費が雌のそれより少ないことをあ

わせて考えると、第2日～第4日より進んだ日令においては、第2日～第4日の日令での大量の捕食による蓄積エネルギーの利用が可能である。この場合、進んだ日令程蓄積エネルギーの利用可能量は少なくなる筈であるから、影響の度合いがさき程述べた順になるものと考えられる。第2日～第4日の日令ではこのようなエネルギーの利用は不可能であるが、捕食制限前日における捕食で得たエネルギー（捕食量は8.76 mgに近いが、或はそれを上まわるものと思われる）の利用が可能であったことが関係するのではなからうか。

第5項 摘 要

テントウムシ成虫の生存、産卵、捕食に及ぼす成虫の日令別の捕食量の影響を明らかにするため、ダンダラテントウムシ雌ならびに雄成虫を5群にわけ、湿度80～85%、25°C恒温、明16時間の人工日長下でキビクビレアブラムシを給餌して飼育し、第1群は羽化後第2日～第4日（ステージⅠ）、第2群は第5日～第7日（ステージⅡ）、第3群は第13日～第15日（ステージⅢ）、第4群は第20日～第22日（ステージⅣ）の各3日間、種々なレベルの捕食制限を行ない、第5群は非制限の状態、制限期間中ならびに制限終了後の生存日数、産卵数、捕食量を個体別に調査した。その結果は次のように要約される。

1. 生存日数に及ぼす捕食量の影響は雌の場合、ステージⅠ>ステージⅢ>ステージⅣ>ステージⅡとなった。雄の場合は捕食量の影響はあまり大きくなかったが、ステージ間の比較結果はステージⅣ>ステージⅢ>ステージⅡ>ステージⅠとなった。
2. 制限終了後の期間における日当たり平均捕食量への影響は、雌の場合、ステージⅢ>ステージⅠ>ステージⅣ>ステージⅡとなった。雄では影響が不明確であった。
3. 捕食制限中の日当たり産卵数への影響は、ステージⅠ>ステージⅣ>ステージⅢ>ステージⅡとなった。
4. 捕食制限終了後の産卵再開所要日数への影響は、ステージⅠ>ステージⅢ>ステージⅣ>ステージⅡとなった。
5. 制限終了後の期間における産卵日当たり平均産卵数への影響は、ステージⅠ>ステージⅢ>ステージⅣ>ステージⅡとなった。

第4章 総 括

アブラムシ捕食性テントウムシとアブラムシの間には、「食う」と「食われる」ことから生ずる相互規定的な作用関係が成立することが知られている。したがって、アブラムシ防除におけるテントウムシの能力の評価や有用性の論議を行なうためには、テントウムシがアブラムシに及ぼす作用と、アブラムシがテントウムシに及ぼす作用の双方が十分に解明されなくてはならない。本研究は、これら二つの作用のうち、従来解明が不十分であったテントウムシに対するアブラムシの作用をとりあげ、テントウムシの基本的形質に対し、アブラムシの質ならびに量がどのような影響を及ぼすかを実験考察したものである。

アブラムシ捕食性テントウムシの場合、メニューの中核をなすのはもちろんアブラムシである。しかしながら、これらのメニューを構成するアブラムシの種類は、テントウムシのどの種をとっていても通常複数であり、しかも多数である。そこでテントウムシの形質に及ぼすアブラムシの質的影響の研究においては、アブラムシの種類のちがいでテントウムシの形質にどのような変化が生ずるかを先づ第一の研究課題とした。そして、ナミ、ナナホシ両テントウムシのメニューに含まれる6種類のアブラムシを種類別にテントウムシ幼虫に与え、これらのアブラムシを捕食したテントウムシの形質の変化について実験し、テントウムシの発育期死亡率、発育所要日数、発育完了時の体の大きさおよび絶食下生存日数のそれぞれがアブラムシの種類がちがいでより顕著な差を生ずる結

果を得た。

この結果をもとに、アブラムシの種がちがいによるテントウムシの形質の変化について考察し、テントウムシの形質が発育期に捕食するアブラムシの影響をうけて著しく変化すること、各形質の変化の程度は形質の種類によって異なること、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ことを明らかにした。また諸形質の変化のしかたを根拠に、テントウムシの餌となるアブラムシが、食物としての適性からみてどのように区分されるかについても論議し、適性が極めて高い種（優良種）と極度に低い種（不良種）、これらの中間に位する適性を示す種（中間種）が存在すること、適性を異にする種がテントウムシ同一種のメニューに混在すること、適性を著しく欠く不良種の中にはテントウムシに対する顕著な致死性を有する種があり、このような種の存在はアブラムシ防除におけるテントウムシの有用性を考える上での問題点の一つであることを明らかにした。

幼虫初令期からの連続捕食の場合、マメアブラムシとニワトコフクレアブラムシは、ナミ、ナナホシ両テントウの発育期個体の生存を阻害し、形質を極度に劣化させる作用を及ぼすことがわかったが、このような適性不良種の阻害或は劣化作用は、テントウムシがこれらの種を捕食する期間の長さや捕食時におけるテントウムシの発育の進み具合によって変化することが考えられる。そこで、ナミ、ナナホシ両テントウ幼虫に、マメアブラムシならびにニワトコフクレアブラムシを単一令期間に限って捕食させ、両テントウの発育期死亡率、発育所要日数、発育完了時の体の大きさおよび絶食下の生存日数を調べ、適性不良種の単一令期間捕食による形質劣化、生存阻害の存否、形質劣化および生存阻害の影響をもっとも強く受ける幼虫令期について検討した。その結果、単一令期間の捕食によっても適性不良種はテントウムシ発育期個体の生存を阻害し、形質を劣化させること、生存阻害ならびに形質劣化の影響はテントウムシの初令期ならびに最終令期において最も顕著であることが明らかとなった。

幼虫初令期からの連続捕食と単一令期における短期間捕食の2実験の結果、マメアブラムシはナミテントウの、そして、ニワトコフクレアブラムシはナナホシテントウの食物としての適性を著しく欠如するアブラムシであることが判明した。そこで、これらのアブラムシがナミ、ナナホシ両テントウの成虫の形質にどのような影響を及ぼすかをテントウムシの形質に及ぼすアブラムシの質的影響を究明する第3の課題とし、産卵期のナミテントウ成虫にマメアブラムシ、ナナホシテントウ成虫にニワトコフクレアブラムシを捕食させ、これらの成虫の生存期間、交尾および産卵力、産下卵の孵化率を、適性優良種であるキビクビレアブラムシ捕食個体のそれと比較実験した。この実験では、適性不良種を捕食したナミ、ナナホシ両テントウムシ成虫では適性優良種を捕食した場合に比較し、生存期間の顕著な短縮、交尾および産卵力の極度の弱化、産下卵孵化率の低下を生ずる結果が得られ、発育期個体に対する適性不良種は、成虫の生存を著しく阻害し、形質を極度に劣化させることがわかった。

食物としての適性の程度を識別し、適性の秀れたアブラムシを選択捕食する能力をテントウムシがもつとすれば、既に明らかにした適性不良種捕食によるテントウムシの生存率の低下や形質劣化の悪影響は、かなりの程度回避軽減されることになる。そこでナミ、ナナホシ両テントウの食物として高度に優良な適性を示したキビクビレアブラムシと、これと逆に、極めて劣悪な適性を示したマメアブラムシ及びニワトコフクレアブラムシを、ナミ、ナナホシ両テントウの幼虫およびナナホシテントウ成虫に同時に与え、優劣相反する適性をもつアブラムシに対するテントウムシの餌種選択性を実験した。ナミテントウがキビクビレアブラムシとマメアブラムシを捕食する割合、ナナホシテントウがキビクビレアブラムシを捕食する割合は、いずれもキビクビレアブラムシを捕食する割合の方が有意に高くなることはなかった。この結果から、アブラムシ捕食性テントウムシは、食物としての適性の程度を識別し、適性の高いアブラムシを選択捕食する能力をもつとは思えないことがわかった。

テントウムシの餌となるアブラムシは広食性の種が多数存在し、同種のアブラムシが植物の種をちがえて寄生することや、種類の異なるアブラムシが同種の植物に寄生するのは、ごく一般的な現象である。したがって、テン

トウムシの形質に及ぼすアブラムシの質的影響を考察する場合には、アブラムシの寄生植物がこの問題にどのように関与するかを明らかにする必要がある。そこで同種のアブラムシが寄主植物を異にして寄生する場合と異種のアブラムシが同種の植物に寄生する場合に、テントウムシの形質に対するアブラムシの影響がどのようになるかを実験した。

ニセアカシア、ソラマメ、カラスノエンドウ寄生のマメアブラを捕食したナミテントウの幼虫は、これらの寄主植物の種のちがいとは無関係に総ての個体が死亡したが、生存期間の長さには寄主植物のちがいによる有意な差を生じた。一方、ナミテントウ幼虫に対するソラマメ寄生のマメアブラムシとソラマメヒゲナガアブラムシの影響を比較した実験では、マメアブラを捕食した幼虫が短期間中に総て死亡したのに対し、ソラマメヒゲナガアブラムシを捕食した幼虫の生存率は極めて高く、また、発育速度、発育完了時の体の大きさなどの形質は、捕食によって全く劣化しない結果を得た。これらの結果から、テントウムシの形質に及ぼすアブラムシの影響には寄主植物の種類が関与することも確かであるが、それよりも、アブラムシの種そのものが極めて大きく関与することが明らかとなった。

テントウムシの形質に及ぼすアブラムシの量的影響は、テントウムシが幼虫期に捕食したアブラムシの量の影響と成虫期に捕食した量の影響と成虫期に捕食した量の影響にわけて研究した。

幼虫期の捕食量の影響については、はじめに、幼虫期の日当たり捕食量を種々な程度に制限してダンダラテントウムシを飼育し、捕食量と発育期における死亡の発生、発育所要日数、発育進行のパターン（発育各期日数の相対比）、発育期総捕食量、羽化成虫の大きさ、捕食量、生存日数、産卵前日数、産卵日数、産卵数との関係を調べた。

テントウムシの発育期死亡率、発育所要日数の値は、日当たり捕食量が多くなる程小さくなったが、幼虫期総捕食量、羽化成虫の大きさ、生存日数、産卵前日数、産卵数の値はこれらとは逆に大きくなった。日当たり捕食量の多少はテントウムシの発育各期日数の相対比にも部分的な変化をもたらし、また、発育期死亡個体の死亡時期を前後させた。

これらの結果から、調査したどの形質の場合とも、幼虫期の日当たり捕食量とテントウムシの形質の間には極めて密接な関係があることがわかり、幼虫期の捕食量はテントウムシの形質に顕著な影響をおよぼすこと、その影響は単に発育期個体の生存と発育の諸機能に対するだけでなく、発育完了後に発動される成虫の生存ならびに増殖の諸機能にも及ぶ広範かつ強度なものであること、発育期における個体の生存と発育及び発育完了後における生存と増殖の諸機能は捕食量が少ない程阻害悪化されることを明らかにした。

幼虫期の捕食量について行ったはじめの研究で、幼虫期の日当たり捕食量がテントウムシの形質に重大な影響をおよぼすことを明らかにしたが、このような捕食量の影響は捕食時期のちがいによって変化することが予測される。この点を明らかにするため、ダンダラテントウムシの各令期（第1令～第4令）において、単一令期間の日当たり捕食量を種々な程度に制限し、テントウムシの発育期死亡率、発育所要日数、総捕食量、羽化成虫の大きさ、絶食下生存日数に及ぼす捕食量の影響が、捕食時期によってどのように変化するかを実験した。

日当たり捕食量のちがいによる発育期死亡率の変化は、日当たり捕食量をちがえた時期が若令である程大であった。発育所要日数の変化も死亡率の場合に類似し、捕食量をちがえた時期が第1令期及び第2令期の場合に顕著であったが、第3令期では、捕食量のちがいによる変化が殆んど生じなかった点が異なった。

第4令期における実験を除く他の実験では、日当たり捕食量の制限による幼虫期間の延長を生じ、この延長は制限の程度が大なる程著しかったため、日当たり捕食量のちがいによる総捕食量の変化は全体として軽微であったが、第1～第3の各令期間の比較では第2令期が第1ならびに第3令期よりもやや大きかった。第4令期の場合は、幼虫

期間の目立った延長がなかったため、日当り捕食量のちがいはただちに総捕食量のちがいとなり、変化は最も大であった。

成虫の大きさ(さやばねの長さ)は第4令期における日当り捕食量のちがいによつて最も大きく変化し、第3令期におけるちがいによる変化はこれをかなり下回った。第1令期ならびに第2令期における捕食量のちがいによつては成虫の大きさの変化は殆んど生じなかった。

羽化成虫の絶食下生存日数の変化は第4令期における日当り捕食量のちがいによって変化したが、他の令期における捕食量のちがいによつては殆んど変化しなかった。

日当り捕食量のちがいによる発育期死亡率、発育所要日数、総捕食量、羽化成虫の大きさならびに絶食下生存日数の変化と捕食量をちがえた令期との関係を示すこれらの結果によつて、テントウムシの形質に及ぼす幼虫期日当り捕食量の影響は幼虫の令期によつて異なること、発育期死亡率ならびに発育所要日数は若令期、特に第1令期における捕食量の影響が大であること、総捕食量、羽化成虫の大きさならびに絶食下生存日数は高令期、特に第4令期における捕食量が最も密接な関係をもつと考へた。

アブラムシ捕食性テントウムシ成虫の捕食力は幼虫のそれよりはるかに強大である。しかし、アブラムシの個体数の制御に果すテントウムシの役割は、成虫がアブラムシを直接捕食することによるだけでなく、生殖の完遂によつて、アブラムシ捕食に参加する個体数を飛躍的に増加させることにもある。成虫の捕食力ならびに生殖力の枠組みは幼虫期の捕食量によつて決定されているとしても、その展開の程度は成虫期に捕食するアブラムシの量の影響を強くうけることが予測される。この点を明らかにするため、成虫期の捕食量をちがえてダンダラテントウムシを飼育し、テントウムシ成虫の生存、生殖ならびにこれらに關与する他の形質の変化を実験した。

ダンダラテントウムシ成虫の生存日数は日当り捕食量のちがいによつて大きく変化したが、変化のしかたは雌雄の別で異なり、雄では日当り捕食量の増大にともなつて生存日数はほぼ直線的に増加した。一方、雌成虫では、生存日数と日当り捕食量との間には双峰曲線的な關係が認められ、捕食量が多くなる程生存日数が増加するという単純な変化は示さなかった。

総捕食量の変化は生存日数の変化に類似し、雄では日当り捕食量の増大にともなつてほぼ直線的に増大した。雌では生存日数の場合程顕著ではなかったが、双峰曲線的な変化を示した。雌成虫の産卵前期間は日当り捕食量の増大によつて短縮し、両者間には双曲線で表わし得る關係が認められた。雌成虫の産卵日率は日当り捕食量の増大にともなつて飽和曲線的に上昇し、産卵日の日当り産卵数は緩傾斜のS字型曲線的な、総産卵数はこれよりも傾斜の急なS字型曲線的な増加を示した。他方、卵の孵化率、雄成虫の交尾能力には日当り捕食量のちがいによる何等の変化も生じなかった。

成虫形質のこのような変化を考察した結果、成虫期の日当り捕食量がダンダラテントウムシ成虫の生存、生殖(但し、雄の交尾力、卵の孵化率を除く)に顕著な影響を及ぼすこと、日当り捕食量の増大は捕食ならびに生殖(雄の交尾力、卵の孵化率を除く)を増進させ、捕食量の減少はこれらを低下させる作用を及ぼすことが明確になった。

雌成虫の生存に及ぼす日当り捕食量の影響について得られた本研究の結果は、これまでに殆んどその例をみない特異なものであった。本研究では卵の形成と産出という雌成虫の固有機能を考慮することによつてこのような關係の成立を説明した。しかしながら、生存日数の変化は総産卵数ならびに総捕食量の変化にも影響を及ぼすだけに、本研究で得られた生存日数と日当り捕食量との關係が成虫期に捕食活動を行なう種において広く認められるものかどうか、今後更に検討すべき問題であると考えた。

アブラムシ捕食性テントウムシ成虫は相当長期間生存し、この間活潑にアブラムシを捕食する。本研究の一部で

明らかにした如く、成虫の生存、捕食、生殖の営みは成虫期における日当り捕食量の顕著な影響をうけるが、この影響が成虫の羽化後の経過日数によってどのように変化するかについては従来全く解明されていなかった。成虫の形質に及ぼすアブラムシの量的影響についての第2の研究では、この点を明らかにするためダンダラテントウムシを用い、羽化後の種々な時期の日当り捕食量を一定期間、種々な程度に制限して飼育し、これらの個体の生存日数、制限期後の日当り捕食量、制限期の日当り産卵数、制限期後の産卵再開所要日数、制限期後の産卵日当り産卵数を調べた。

実験日令を、若い順に、ステージⅠ、ステージⅡ、ステージⅢ、ステージⅥとすると、日当り捕食量のちがいによるダンダラテントウムシ成虫の生存日数の変化は、雌の場合、ステージⅠ、ステージⅢ、ステージⅥ、ステージⅡの順に大きく、雄では雌とはかなり異なり、Ⅵ、Ⅲ、Ⅱ、Ⅰの順となった。制限期後の日当り捕食量は、雌では、Ⅲ、Ⅰ、Ⅳ、Ⅱの順に大きかったが雄では順位が不明確であった。制限期日当り産卵数の変化の大きさは、Ⅰ、Ⅵ、Ⅲ、Ⅱの順となり、制限期後の産卵再開所要日数ならびに産卵日当り産卵数の変化は、Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅱの順に大きかった。

日当り捕食量のちがいによる生存日数、制限期後の日当り捕食量、制限期の日当り産卵数、制限により一時的に停止した産卵が再開されるまでの日数、制限期後の産卵日当り産卵数などの変化の大きさと日当り捕食量をちがえた時期とについてのこれらの結果を考察し、テントウムシ成虫の生存、捕食、生殖に及ぼす成虫期の日当り捕食量の影響は成虫の日令によって著しく異なること、どの日令が最も影響をうけるか（あるいはうけないか）は雌雄の別によって異なること、雌成虫の場合は形質の如何を問わず産卵前期に当る最も若い日令が影響を最も受け、産卵最盛前半期に当る第2番目に若い日令は影響を最もうけない時期であること、産卵最盛後半期相当の第3番目に若い日令と、産卵力低下期相当の最も進んだ日令は、影響を中程度にしかうけない時期であることを明らかにした。

引用文献

- ADAMS, J. B. and H. F. van EMDEN (1972) Aphid Technology, p. 47, Academic Press, London.
- 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, pp. 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, pp. 76-79, John S. Swift Co. Inc., St-Louis.
- DIXON, A. F. G. (1958) The escape response shown by certain aphids to the presence of the coccinellid *Adalia decempunctata* (L.). *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 110: 319-334.
- DIXON, A. F. G. (1969) An experimental study of the searching behaviour of the predatory coccinellid beetle *Adalia decempunctata* (L.). *J. Anim. Ecol.*, 28: 259-281.
- EASTOP, V. F. and H. F. van EMDEN (1972) Aphid Technology, pp. 12-13, Academic Press, London.
- FLESCHNER, C. A. (1950) Studies on searching capacity of the larvae of three predators of the citrus red mite (*Paratetranychus citri*) (*Stethorus picipes*, *Conwentzia hageni*, *Chrysopa californica*). *Hilgardia*, 20: 233-265.
- FULMEK, L. (1957) Insekten als Blattläusefeinde. *Annln. naturh. Wien*, 61: 110-227.
- HAFEIZ, M. (1961) Seasonal fluctuations of population density of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.), in the netherland and the role of its parasite, *Aphidius (Diaeretiella) rapae* (CURTIS); *Tijdschr. Plziekt.*, 67: 445-548.
- HAGEN, K. S. and R. van den BOSCH (1968) Impact of pathogenes, parasites and predators on aphids. *Ann. Rev. Entomol.*, 13: 325-384.
- 浜村保次 (1960) 蚕児摂食の機構とその刺戟物質, 日本応用動物昆虫学会第4回シンポジウム講演・討論要旨 pp. 52-55.
- HARIRI, G. (1966a) Laboratory studies on the reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Ent. exp. Appl.*, 9: 200-204.
- HARIRI, 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: 104-110.
- 平野千里 (1971) 昆虫と寄主植物, p. 191, 共立出版社, 東京.
- HODEK, I. (1956) The influence of *Aphis 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 insect. *Verhandl. Intern. Kongr. Entomol.* XI. Wien, 1960, 2: 698-699.
- HODEK, I. (1965) Food ecology of aphidophagous Coccinellidae, Ecology of aphidophagous insects, pp. 23-30, Academia, Praha.
- HODEK, I. (1967) Bionomics and ecology of predacious Coccinellidae. *Ann. Rev. Entomol.*, 21: 79-104.
- HODEK, I. (1973) Biology of Coccinellidae, p. 76, Academia, Prague.

- HOKYO, N. and S. KAWAUCHI (1975) The effect of prey size and prey density on the functional response, survival, growth and development of a predatory pentatomid bug, *Podisus maculiventris* SAY. *Res. Popul.*, 16 : 207—218.
- HOLLING, C. S. (1959a) The components 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.
- HUGHES, R. D. (1963) Population dynamics of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). *J. anim. Ecol.*, 32 : 393—424.
- HUKUSHIMA, S. and M. KAMEI (1970) Effects of various species of aphids as food on development, fecundity and longevity of *Harmonia axyridis* PALLAS (Coleoptera: Coccinellidae). *Res. Bull. Fac. Agric. Gifu Univ.*, 29 : 53—66.
- 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及ぼす影響, 関西病虫害研究会報, 14 : 7—13.
- HUKUSHIMA, S. and T. OHWAKI (1972) Further notes on feeding biology of *Harmonia axyridis* PALLAS (Coleoptera: Coccinellidae). *Res. Bull. Fac. Agric. Gifu Univ.*, 33 : 75—82.
- IBRAHIM, M. M. (1955) Studies on *Coccinella undecimpunctata aegyptiaca* REICHE., 2., Biology and life history. *Bull. Soc. ent. Egypte.*, 39 : 395—423.
- IPERTI, G. (1965a) Specificity of aphidophagous coccinellids in south-eastern France. *Ecology of Aphidophagous Insects*, pp. 31—34, Academia, Praha.
- IPERTI, G. (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, p. 223, 古今書院, 東京.
- IVLEV, V. S. (1961) *Experimental Ecology of the Feeding of Fishes*. pp. 1—307, Yale Univ. Press.
- KADDOU, I. K. (1960) The feeding behaviour of *Hippodamia 5-signata* (KIRBY) larvae. *Univ. Calif. publ. Ent.*, 16 : 181—230.
- 河内俊英 (1971) ヒメカメノコテントウムシの捕食者としての能力, 日本昆虫学会第31回大会講演要旨, p. 1.
- 河内俊英 (1972) 異なる餌密度がナナホシテントウの捕食, 発育および生存に及ぼす影響, 日本昆虫学会第32回大会講演要旨, p. 6.
- KEHAT, M. (1968) The feeding behaviour of *Pharoscyrnus numidicus* (Coccinellidae), predator of the date palm scale *Parlatoria blanchardi*. *Ent. exp. appl.*, 11 : 30—42.
- KLINGAUF, F. (1967) Abwehr- und Meideraktionen von Blattläusen (Aphididae) bei Bedrohung durch Räubern und Parasiten. *Z. angew. Ent.*, 60 : 269—317.
- 茂木幹義 (1969) 捕食者ナミテントウ幼虫の餌密度のちがいに對する反応, 応動昆, 13 : 9—16.
- 茂木幹義 (1969) ナミテントウの産卵に及ぼす捕食量の影響, 日本応用動物昆虫学会大会講演要旨, p. 41.
- 茂木幹義 (1969) アブラムシ捕食性テントウムシ類の増殖に及ぼす捕食量の影響, 個体群生態学会会報, 16 : 19—20.
- 小川 宏 (1972) アブラムシの「はね型」分化, I., ミチューリン生物学研究, 8 : 38—41.
- 岡松正泰 (1966) 推計学ノート, pp. 97—100 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 : 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 : 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, pp. 10—11.
- OKAMOTO, H. (1965) Three problems of prey specificity of aphidophagous coccinellids. *Ecology of*

aphidophagous insects, pp. 10—11, Academia, Praha.

岡本秀俊 (1969) アブラムシ捕食性テントウムシの幼虫期における食物制限がテントウムシの個生態学的性質に及ぼす影響について, 日本昆虫学会第29回大会講演要旨, p. 6.

岡本秀俊 (1970) アブラムシ捕食性テントウムシの成虫期における食物制限がテントウムシの個生態学的性質に及ぼす影響について, 日本応用動物昆虫学会昭和45年度大会講演要旨, p. 9.

岡本秀俊・小川 宏 (1970) Kinetin を応用したアブラムシの飼育法について, 日本昆虫学会第30回大会講演要旨, p. 4.

岡本秀俊・佐藤美恵子 (1973) 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), 昆虫, 41 : 342—358.

ÔTAKE, A. (1966) Studies on aphid populations. pp. 1—108 Takada, Niigata.

SCHILDER, F. A. and M. SCHILDER (1928) Die Nahrung der Coccinelliden und ihre Beziehung zur Verwandtschaft der Arten. Arb. biol. Reichsanst. Land-u. Forstw., 16 : 213—232.

SMITH, B. C. (1965a) Effects of food on some aphidophagous Coccinellidae. Ecology of aphidophagous insects. pp. 75—802. Academia, Praha.

SMITH, B. C. (1965b) Difference in *Anatis mali* Auct. and *Coleomegilla maculata lengi* TIMBERLAKE to changes in the quality and quantity of the larval food. Can. Ent., 97 : 1156—1166.

SMITH, B. C. and J. A. C. BERUBE (1966) Factors influencing survival of predators through effects on the number and weight of *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphidae). Ann. Entomol. Soc. Am., 59 : 759—763.

SUNDBY, R. (1966) A comparative study of the efficiency of three predatory insects - *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae), *Chrysopa carnea* St. (Neuroptera, Chrysopidae), and *Syrphus ribesli* L. (Diptera, Syrphidae) at two different temperature. Entomophaga, 11 : 395—404.

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, 岐阜大農研報, 19 : 55—63.

田中 正 (1967) アブラムシにおける生活様式の進化と翅型, 植物防疫, 21 : 249—254.

TURNBULL, A. L. (1962) Quantitative studies of the food of *Linyphia triangularis* CLERCK (Araneae; Linyphiidae). Can. Ent. 94 : 1233—1249.

WAY, M. J. (1965) Summing-up of the section on food ecology of aphidophagous insects. Ecology of aphidophagous insects, pp. 91—94, Academia, Praha.

吉田 真 (1974) オオシロカネグモの産卵に及ぼす餌量の影響, 東亜蜘蛛学会1974年度大会講演要旨, p. 8.

Laboratory Studies on Food Ecology of Aphidophagous Lady Beetles (Coleoptera: Coccinellidae)

Hidetoshi OKAMOTO

Summary

It is known that an interacting relationship caused by “to feed on” and “to be fed on” exists between aphidophagous lady beetles and aphids. In order to make a proper assessment of the ability and usefulness of the lady beetles in controlling aphid populations, therefore, both actions of the lady beetles on aphids and aphids on the lady beetles must be made clear. In these two actions, the action of aphids on the lady beetles has not been sufficiently clarified so far. The present study was conducted to experiment and consider on what kinds of influence the quality and quantity of aphids exert on the basic characters of the aphidophagous lady beetles.

It is clear that the aphidophagous lady beetles feed on aphids as their main menu. However species of aphids composing the menus are generally plural for any species of the beetles and moreover they are large in number. Therefore in the studies of the qualitative influence of aphids upon the characters of the lady beetles, the primary interest of the study was focused on the influence of the different species of aphids upon the characters of the lady beetles.

The method and procedure of the investigation were as follows. Six species of aphids contained in the menus of *Harmonia axyridis* and *Coccinella septempunctata bruckii* were respectively fed to the larvae of beetles and that larvae which fed on these aphids were inspected as to the variations in their characters. As a result, there were conspicuous differences among the species of prey aphids in the preimaginal mortality, days of development, length of elytron and longevity under fasting condition of the beetles. From these results it was clarified that the characters of the beetles vary remarkably with the species of prey aphids and the degree of the variation among characters is different according to the characters, and the appearances of the variation are also different by the species of the beetles. Furthermore, on the basis of the appearances of variation in various characters it was investigated how aphids as food should be classified in the suitability as food and the following conclusions were obtained:

Some species show very high suitability (superior species), some very low suitability (inferior species) and others medium suitability (median species). Species with different suitability are found mixed in the menu of the beetles of the same species. Among the inferior species considerably lacking suitability there are also species which are highly destructive to the beetles and the existence of these species is one of the important problems in the study of the usefulness of the beetles in controlling aphids. [Table 1~17 and Figure 1~2]

In the case that the lady beetles continuously feed on the single species of aphids during the total instar period, it was proven that *Aphis medicaginis* and *Aulacorthum magnoliae* inhibit the survival of individuals of *H. axyridis* and *C. septempunctata bruckii* during the developmental period and extremely decay their characters. It is considered that this inhibitory action or decaying action by the species of aphids with inferior suitability would be variable in accordance with the length of duration for feeding on these species of aphids and the rate of progress of larval development at the time of feeding on these aphids. So *A. medicaginis* and *Aul. magnoliae* were fed to *H. axyridis* and *C. septempunctata bruckii* for the single instar period and the preimaginal mortality, days required for development, length of elytron and longevity of developed adult under fasting condition were observed, and then the investigation was made with regard to the existence of the decay of characters and inhibition of survival and the instar period of the beetles to be strongly influenced by feeding on unsuitable species of aphids.

As a result it was made clear that the species of inferior suitability inhibited the survival of individuals at the developmental stage of the beetles and decayed their characters, and such influences of aphid species as character decaying and inhibition of survival of the beetles were the most conspicuous at the first and the last instar periods of the larvae of beetles. [Table 18~27 and Figure 3~4]

As the results of the two previous experiments, namely the continuous feeding of prey aphids during the total larval period and the short-term feeding at the single instar period, it was proven that *A. medicaginis* was highly unsuitable as food for *H. axyridis*, and *Aul. magnoliae* was also unsuitable for *C. septempunctata bruckii*. By way of clarifying the qualitative influence of aphids on the lady beetles, here comes up our third inquiry as to how these two aphid species influence the characters of the adults of beetles. For that purpose *A. medicaginis* was fed to the adults of *H. axyridis* and *Aul. magnoliae* was supplied to the adults of *C. septempunctata bruckii* during the ovipositional period of the both species of beetles and the longevity of these adults of beetles, ability of copulation and oviposition and hatch ability of eggs laid were examined in comparing with those of the beetles fed on *Rhopalosiphum prunifoliae* which was the species of the superior suitability for both beetles.

In these experiments it was resulted that the adults of both *H. axyridis* and *C. septempunctata bruckii* which fed on the species of aphids with inferior suitability showed extremely shortened longevity and reduced ability of the copulation and oviposition and decreased hatch ability of the eggs laid in comparison to those of the adults which fed on the suitable species of aphids.

From these results it was made clear that the species of aphids with inferior suitability for the larvae of beetles also exert the similar influence on the adults of beetles of the two species such as to inhibit and decay their survival and characters strikingly. [Table 28~35]

Supposing that the lady beetles have an ability to discriminate the degrees of suitability of aphids as food and to feed selectively on suitable aphids, then the vicious influence of aphid food such as shortened life or decayed characters caused by feeding on the inferior

species would be fairly avoided or reduced. In order to clarify the ability of beetles, *R. prunifoliae* which showed superior suitability as food for *H. axyridis* and *C. septempunctata bruckii* and on the contrary, *A. medicaginis* and *Aul. magnoliae* which showed extremely inferior suitability as food for both beetles were simultaneously fed to the larvae of both *H. axyridis* and *C. septempunctata bruckii* and also to the adults of *C. septempunctata bruckii* and the preference of the beetles for aphids was observed.

In this research on the beetles' preference to *R. prunifoliae* and *Aul. magnoliae* in terms of ratio, there was no significant difference between the ratios with which the lady beetles feed on *R. prunifoliae* and the other species of aphids.

From the results obtained, it was concluded that aphidophagous lady beetles seem to have no ability to discriminate the degree of suitability of aphids as food and to feed selectively on the suitable aphids. [Table 35~41]

There exist many of the omnivorous species among aphids which are the preys of the lady beetles and, it is generally observed that the same species of aphids are parasitic on the different species of plants and the different species of aphids are parasitic on the same species of plants. Consequently, in the consideration of the qualitative influence of aphids on beetles it is necessary to prove how host plants for aphids participate in this matter. Thus, it was experimented as to how prey aphids influence the characters of the beetles when the same species of aphids are parasitic on the different species of plants and the different species of aphids are parasitic on the same species of plants.

In the case of the larvae of *H. axyridis* which fed on *A. medicaginis* parasitic on *Robinia pseudoacasia*, *Vicia fava* and *V. sativa*, all of individuals of *H. axyridis* died regardless of the different species of the host plants. However, there was a significant difference in the longevity resulted from the different species of the host plants. According to the comparative experiments for the influences exerted on *H. axyridis* by *A. medicaginis* and *Megoura viciae* which fed on *V. fava*, it was resulted that the larvae of the beetles which fed on *A. medicaginis* all died in a short period, but the rate of survival of the larvae which fed on *M. viciae* was very high and the characters such as the velocity of development and the length of elytron of individuals developed were not decayed at all by feeding on those aphids.

It was made clear from these experimental results that the species of the host plants also participates in the influence upon the characters of the lady beetles, but more than that, the species themselves of prey aphids significantly contribute to that influence.

[Table 42~46 and Figure 5]

The study on the quantitative influence of aphid food upon the characters of beetles was conducted separately, i. e. on the influence of the quantity of prey aphids on which the beetles fed during the larval period and during the adult period. In regard to the influence of the quantity of aphid food during larval period, *Menochilus sexmaculatus* was reared by controlling the daily amount of prey aphids at various degrees during the larval period. And the preimaginal mortality, length of the duration of development, patterns in developmental progress (the relative ratio of each developmental period), total amount of aphid food eaten during the total developmental period, daily amount of food con-

sumed, sizes of the adults developed, length of preovipositional period, number of eggs laid by developed adults were observed in comparison to the quantity of prey aphids supplied.

The preimaginal mortality and developmental time of the beetles decreased as the daily amount of aphid food supplied increased. The total amount of aphid food consumed, sizes and longevity of the adults developed, number of eggs laid increased as the daily amount of aphid food supplied increased. The daily amount of aphid food supplied resulted in a partial variation on the relative ratio of the duration of each developmental instar or stage of beetles and also a gap in the time of death for the individuals that die at developmental period.

From the results obtained, it was proven that there is a very close relation between the quantity of aphid food per day and characters of the beetles observed and the following conclusion was made :

The quantity of aphid food during the larval period exerts a remarkable influence on the characters of the beetles. That influence is extensive and strong not only on the survival and various functions for development of individuals but also on the survival and reproductive functions of the adults developed. The smaller the quantity of aphid food is, the more inhibited and deteriorated the survival and development of individuals at developmental period and the survival and various functions for reproduction of the adults developed. (Figure 6 ~16)

In the first study on the quantity of aphid food during larval period, it was made clear that the quantity of aphid food per day exerted an important influence upon the characters of beetles. Thus, it is expected that this influence will vary at different periods of feeding on aphids. In order to clarify this matter the influence of quantity of aphid food on the preimaginal mortality, time of development, total amount of aphid food consumed, sizes and the longevity of developed adults under fasting condition were examined while controlling the daily amount of aphid food eaten during a single instar period in various degrees at each period of the instar (from the first instar to the fourth instar) of *M. sexmaculatus*.

The younger the instar period at which different quantity of aphid food was given per day was, the larger the variation of the preimaginal mortality by the different quantity of prey aphids was. Similarly, the variation of the time of development was conspicuous when the periods of feeding different quantity of prey aphids were the first and second instar, but in the case of the third instar there was almost no variation caused by the different quantity of prey aphids. In the other experiments, except that of the fourth instar period, there was an extension of the larval period by means of controlling the quantity of aphid food per day. The higher the degrees of the control was, the longer the extension of the larval period was, so the variation of the total amount of aphid food consumed by the different quantity of prey aphids per day was small as a whole. However, in the comparison of each experimental instar period from the first to the fourth instar, the variation of the second instar period was slightly larger than those of the first and third instar periods. In the case of the fourth instar, since there was not conspicuous

extension of the period, the different quantity of prey aphids per day resulted in the difference of the total amount of aphid food consumed and the variation was the largest. The length of elytra extremely varied with the different quantity of aphid food per day at the fourth instar period and the variation at the third instar period was considerably less than that at the fourth instar period. At the first and second instar periods it scarcely varied with the daily amount of aphid food supplied. The longevity of developed adults under fasting condition varied with the different daily amount of aphid food supplied at the fourth instar period, but it did not vary with the controlled feeding at the other instar periods.

In accordance with the results which show the relation between each instar period under controlled feeding and the variations in the preimaginal mortality, length of the developmental time, total amount of aphid food consumed, sizes and longevity of developed adults under fasting condition, the following was concluded :

The influence of the quantity of aphid food on the characters of the beetles seems to be age specific. The preimaginal mortality and length of developmental time were most influenced at the younger instar period, especially at the first instar period by the quantity of aphid food supplied. The total amount of aphid food consumed, sizes and longevity of developed adults under fasting condition were closely related to the quantity of aphid food at an older instar period, especially at the last instar period. [Table 47~48 and Figure 17~20]

The adults of lady beetles show a much higher ability of feeding on aphids than larvae. However, the impact of the adult beetles on aphids not only lies in directly feeding on aphids, but also in increasing a vast number of individuals to participate in feeding on aphids through the completion of their reproductive lives. Even though the framework of the feeding and reproductive ability of adults has already been determined by the quantity of prey aphids eaten during larval period, the degrees of progress and realization of that ability would be strongly influenced by the quantity of aphid food during the period of adult stage. In order to clarify this matter, *M. sexmaculatus* was reared under different quantity of aphid food during adult period and the variation of survival, reproduction and related characters were observed.

The longevity of adults varied with the daily amount of aphid food supplied and its condition was different according to sex. In males, the longevity increased almost rectilinearly in proportion to the increase of the amount of aphid food supplied. In females, on the other hand, there was a hyperbolic relation between the length of longevity and the daily amount of aphid food and there was no simple and proportional variation as in males. The variation of the total amount of aphid food was similar to the variation in the longevity and increased almost rectilinearly in proportion to the increase of the daily amount of aphid food in males. In females it was not so conspicuous as in the case of longevity, but there was also a hyperbolic variation. The duration of preovipositional period was shortened by increasing the daily amount of aphid food supplied and it seemed that there was a relation indicated by a hyperbola between the both. The rate of ovipositional day of females ascended saturated-curvilinearly in proportion to the increase

of the daily amount of aphid food supplied. The daily number of eggs laid on the ovipositional days increased with a gentle sloped sigmoid curve and the total number of eggs laid increased with a sharper sloped sigmoid curve by increasing the daily amount of aphid food supplied. On the other hand, there was no variation in the hatch ability and copulating ability for males by the different quantity of aphid food per day. From the results obtained, the following was concluded :

The daily amount of aphid food supplied during the period of adult stage exerts conspicuous influence on the longevity and reproduction (except copulating ability of males and the hatch ability of eggs laid) of the adults of *M. sexmaculatus*. The increase of the daily amount of aphid food promotes the abilities to feed on aphids and to fecundate (except the copulation ability of males and hatch ability of eggs laid) and decrease of the amount of aphid food supplied deteriorates them. [Figure 21~29]

The results of this study attained concerning the nature of the influence exerted on the longevity of adult females by the amount of aphid food was unique in that there had hardly been any preceding research. In this study, the establishment of the above relation was explained by considering the proper function of adult females, that is, oögenesis and oviposition. However, a further investigation should be made as to whether the relation between the longevity and quantity of prey aphids evidenced by the present study can be extensively applied to the species which feed on aphids during the period of adult stage, because the variation of the longevity also influences the total number of eggs laid and total amount of aphid food eaten.

The adults of lady beetles survive for a long period and actively feed on aphids in this period. As a part of this study made it clear, the survival, feeding amount on aphids and reproduction were conspicuously influenced by the amount of aphid food supplied during the period of adult stage. But, in any of the previous studies, it was not proven how this influence varied with the number of days after emergence. As the second study pertaining to the quantitative influence exerted on the adult characters by aphids, *M. sexmaculatus* was reared by controlling the daily amount of aphid food supplied at various periods after emergence, and the observation was made with regard to the longevity, amount of aphid food per day after the control period, number of eggs laid during the control period, days required for re-oviposition after the control period and number of eggs laid per day after the same period.

Installing the control period in the order of closeness to emergence as stage I, stage II, stage III and stage IV, the variation of the length of longevity caused by the different quantity of aphid food supplied was large in the order of stage I, stage III, stage IV and stage II in females, and in males it was considerably different from females, in the order of stage IV, stage III, stage II and stage I. The quantity of aphid food consumed per day after the control period was large in the order of stage III, stage I, stage IV and stage II in females, but it was unclear in males. The variation of the number of eggs laid during the control period was large in the order of stage I, stage III, stage IV and stage II.

Considerations and discussions were made as to the variation of the longevity, quantity

of aphid food per day after the control period, number of eggs laid per day during the control period, days required for re-oviposition from which the oviposition was temporarily suspended by controlling the quantity of aphid food supplied, number of eggs laid per day and the following was made clear :

The influence on the survival, feeding on aphids and reproduction of the adults of beetles by the quantity of aphid food per day during the period of adult stage is considerably different by the period. It is also different by sex. In the case of females, the earliest period corresponding to the beginning period of oviposition is most influenced and the second earliest period corresponding to the first half period of the oviposition peak is least influenced, and the third earliest period corresponding to the second half period of the oviposition peak and the latest period which is equivalent to the declined period of the ovipositional activity is medially influenced. [Table 49~50 and Figure 30~36]

香川大学農学部紀要

第 32 号

1978年3月発行

各研究室の業績を発表するため、本学部は“香川大学農学部学術報告”を発行しており、本年度(1977—78年)は第29巻となっている。この“紀要”は、研究の完成した比較的長い論文を発表するために発行されている。既刊の標題は表紙第2および第4頁に記載されている。“学術報告”および“紀要”の交換または寄贈については、香川県木田郡三木町 香川大学農学部(〒761-07)あて照会されたい。

Memoirs of Faculty of Agriculture, Kagawa University
No. 32, March 1978

The Faculty of Agriculture, Kagawa University is publishing “Technical Bulletin” (Gakuzyutu Hōkoku) (Vol. 1 in 1949-50 to Vol. 29 in 1977-78) as well as “Memoirs” (Kiyō), which contains more or less extended treatises. The titles of each number of “Memoirs” are printed on cover pages 2 and 4. Correspondence concerning the exchange of publications should be directed to Faculty of Agriculture, Kagawa University, Miki-tyō, Kagawa-ken, Japan, 761-07.

昭和53年3月15日印刷 昭和53年3月20日発行

香川県木田郡三木町

香川大学農学部

印刷所 新日本印刷株式会社

高松市木太町4区2158

電話 (0878) 31-8161 (代)

Memoirs of Faculty of Agriculture, Kagawa University

- No. 1 Katsumi HATA : Studies on the Constituents and Pulping of "Akamatsu" (*Pinus densiflora* SIEB et ZUCC) Wood (March, 1955)
- No. 2 Nakato NAITO : Phytopathological Studies Concerning Phytohormones with Special Reference to Their Effect on Phytopathogenic Fungi (October, 1957)
- No. 3 Hiroshi MATSUZAWA : Ecological Studies on the Braconid Wasp, *Apanteles glomeratus* (March, 1958)
- No. 4 Akira KAJI : Studies on the Retting of Plant Fiber Materials for Japanese Paper Manufacture (March, 1959)
- No. 5 Kazuo MORI : An Analytical Study on the Structure of the Mandarin Orange Growing Orchard Farm in a Sloping Land Region (March, 1960)
- No. 6 Takahiko TAMAKI : Studies of Garaku Paddy Soil and Reservoir Deposits (March, 1960)
- No. 7 Masaki UEHARA : Physical and Meteorological Studies on the Cultivation and Utilization of Slope Land (March, 1961)
- No. 8 Hikaru KUWADA : Studies on the Interspecific Crossing between *Abelmoschus esculentus* MOENGH and *A. Manihot* MEDIC and the Various Hybrids and Polyploids Derived from the Above Two Species (September, 1961)
- No. 9 Junzaburo NAKA : Physiological Studies on the Growing Process of Sweet Potato Plants (March, 1962)
- No. 10 Minoru SAITO : The Geology of Kagawa and Northern Ehime Prefectures, Shikoku, Japan (March, 1962) (in English)
- No. 11 Kiyoshi KOSUGI : Studies on Production and Flowering in Gladiolus (September, 1962) (in English)
- No. 12 Hachiro KIRA : Hydraulical Studies on the Sedimentation in Reservoirs (February, 1963)
- No. 13 Aizo NODA : Studies on the Coleorhiza of Cereals (March, 1963)
- No. 14 Sin'itiro KAWAMURA : Studoj pri Ameloj de Legumenoj (March, 1963) (in Esperanto)
- No. 15 Jiro ASANO : A Study on the Formation of Pine Forests on Seaside Areas, giving due Consideration to the Salt Resistance of the Seeds (March, 1963)
- No. 16 Kei YAMANAKA : Studies on the Pentose Isomerases of Lactic Acid Bacteria (August, 1963) (in English)
- No. 17 Masayoshi ASHIZAWA : Studies on the Drought Damage of Grape Trees in the Region of Kagawa Prefecture (March, 1964)
- No. 18 Toshikazu TANI : Studies on the Phytopathological Physiology of Kaki Anthracnose, with Special Reference to the Role of Pectic Enzymes in the Symptom Development on Kaki Fruit (March, 1965)
- No. 19 Takayuki TARUTANI : Studies on the Storage of Persimmon Fruits (March, 1965)
- No. 20 Kunio KANO : Studies on the Media for Orchid Seed Germination (March, 1965) (in English)
- No. 21 Kiyoshi YAMAMOTO : Studies on the Hybrids among the *Vicia sativa* L. and its Related Species (March, 1966)
- No. 22 Yoshio NAKAHIRO : Studies on the Method of Measuring the Digestibility of Poultry Feed (October, 1966)
- No. 23 Hiroshi INOUE : Studies on the Fruit Development of Natsudaidai (*Citrus Natsudaidai* HAYATA), with Special Reference to Water Spot Injury (March, 1967)
- No. 24 Toyoki MIYABE : Studies on the Production and the Salt Balance in Relation to Calcium Phosphocaseinate of Abnormal Milk (August, 1967) (in English)
- No. 25 Murao SOGO : Studies on the Bark Lignin and Bark Phenolic Compounds (September, 1971)
- No. 26 Mitsuaki OHSHIMA : Studies on Nutritional Nitrogen from Red Clover Silage (November, 1971) (in English)
- No. 27 Shuzo TATSUMI : Fundamental Studies of the Chemical Forms of Calcium and Their Metabolisms in the Tree Leaves (November, 1974)
- No. 28 Masaru KURETANI : Studies on the Early Summer Defoliation of Grape Vines Caused by Vein-yellowing (December, 1974)
- No. 29 Hisao KURATA : Studies on the Sex Expression of Flowers induced by Day-length and Temperature in Pumpkin and Watermelon (March, 1976)
- No. 30 Takashi KAMADA : Studies on the Rational Estimatin of Rainfall for Design Flood (June, 1976)
- No. 31 Hiroyuki YAMAMOTO : Study on the Mechanism of Resistance Expression in the Crown Rust Disease of Oat (March, 1978)
- No. 32 Hidetoshi OKAMOTO : Laboratory Studies on the Food Ecology of Aphidophagous Lady Beetles (Coleoptera: Coccinellidae) (March, 1978)