

Effects of Ants on the Guild Structure of Herbivorous Beetles

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Nakamura, koji メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/48274

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



食葉性甲虫類のギルド構造に およぼすアリの役割

(課題番号 63540515)

平成2年度科学研究費補助金(一般研究C) 研究成果報告書

平成3年3月

研究代表者 中 村 浩 二

(金沢大学理学部生態学研究室)

まえがき

本書は文部省科学研究費補助金による「食葉性甲虫類のギルド構造におよぼすアリの影響」（一般研究C・課題番号63540515・昭和63年度－平成2年度）の報告書である。

本研究では、石川県の白山山麓に生育するハクサンアザミの葉を、餌資源として優占的に利用している食葉性甲虫5種（ヤマトアザミテントウ、ルリクビナガハムシ、アザミカミナリハムシ、アオカメノコハムシ、キベリトゲトゲハムシ）の「種間の相互作用」と「共存機構」を明らかにすることを目的とした。

そのために、(1)これら5種について同時平行的に、個体群生態学的フィールド調査（産卵・摂食の時間－空間分布、生命表作成、成虫のマーキング）をおこなうとともに、(2)このアザミを訪れるアリ類の一般生態（種類相、アリマキなど甘露提供者との関係など）を調べ、(3)アリ類が、上記の甲虫類におよぼす、捕食者としての直接的役割、および甘露提供者、寄主植物を通しての間接的役割を定量的にしめそうとした。また(4)食葉性甲虫類のアリ類に対する化学防衛行動についても野外および室内での予備実験を行った。

さらにアザミをめぐる食葉性甲虫類の共存機構についてのより一般的理解をめざすため、恒温条件での室内飼育により、(5)アザミ食葉性甲虫類の生存－繁殖スケジュールの比較、(6)各種のアザミおよびアザミ以外の食草に対する選択実験をおこなった。

本研究をとりまとめるにあたり、多くの方々にお世話になったが、特に常に助言と激励をいただいた大串龍一教授（金沢大学・理学部・生態学研究室）、野外調査および室内実験に協力された天野薫樹、溝入真治、要永太一郎の諸君（同研究室）にお礼申し上げる。

研究組織： 研究代表者 中村浩二（金沢大学理学部生態学研究室）

研究経費：

昭和63年度 1100千円

平成元年度 500千円

平成 2年度 200千円

計 1800千円

研究発表：

(1)口頭発表

①発表者名：中村浩二

講演名：マダラテントウ類(*Epilachninae*)の種分化と生活史
戦略

学会名：平成元年度（第36回）日本生態学会

年月日：平成元年(1989)8月25日

場所：釧路

②発表者名：中村浩二

講演名：アザミの食葉性甲虫類の生存—繁殖スケジュールの
比較：室内飼育

学会名：第34回日本応用動物昆虫学会

年月日：平成元年(1990)4月7日

場所：京都

③発表者名：中村浩二

講演名：Population dynamics and evolutionary biology of
herbivorous lady beetles in Japan

学会名：The 5th International Congress of Ecology

(INTECOL)（第5回国際生態学会）.

年月日：平成2年（1990）8月28日

場所：横浜

④発表者名：中村浩二

講演名：Population dynamics and guild structure of
leaf-eating beetles on the thistle *Cirsium*
matumurae (Compositae) in Japan

学会名：The 5th International Congress of Ecology
(INTECOL) (第5回国際生態学会)

年月日：平成2年(1990)8月29日

場所：横浜

目次：食葉性甲虫類のギルド構造におよぼすアリの役割

まえがき	1
摘要	7
1.アザミ食葉性甲虫類のギルド構造	8
はじめに	
調査方法	
1.調査地	
2.調査方法	
(1)アザミ株内での季節消長と空間分布	
(2)アザミ群落間での季節消長と出現個体数の比較	
結果と考察	
(1)ハクサンアザミの株内における卵の分布様式	
(2)成虫および卵の季節消長と環境選択	
まとめ	
II.アリと食葉性甲虫類の相互作用	15
はじめに	
II-1.アザミおよびその他の植物群落上でのアリの生態	15
調査方法	
(1)調査場所	
(2).調査法	
①アリの種類相	
②ハクサンアザミ上のアリとアリマキ	
③イタドリとアリの相互関係	
④その他の植物上のアリの個体数変化	
⑤エゾノギシギシでのアリの除去実験	
結果と考察	
(1)アリの種類相の季節変化	
(2)ハクサンアザミ上でのアリマキの増殖とアリ個体数	
①ハクサンアザミの生長	
②アリマキの増殖	

- ③アリの種類相と個体数の変化
 - (3)イタドリとアリの相互関係
 - ①イタドリの生長
 - ②アリ数の季節変化
 - ③日周変化
 - ④イタドリの被食度とアリ数の関係
 - (4)その他の植物でのアリマキの増殖とアリの個体数変化
 - (5)エゾノギシギシでのアリの除去実験
- まとめ

11-2.アリに対するアザミ食葉性甲虫類の防衛行動—化学防衛に
 ついての予備実験 22

はじめに

材料と方法

結果と考察

- (1)ヤマトアザミテントウ
- (2)アオカメノコハムシ
- (3)アザミクビボソハムシ
- (4)アザミカミナリハムシ
- (5)キベリトゲトゲ

まとめ

111.アザミ食葉性甲虫類の生存・繁殖スケジュールの比較 32

はじめに

材料と方法

- 1.湯涌の食葉性甲虫類
- 2.芦生のヤマトアザミテントウ

結果と考察

- 1.湯涌の食葉性甲虫類
- 2.芦生のヤマトアザミテントウ

まとめ

IV. アザミ食葉性甲虫類のアザミ選好性

36

はじめに

材料と方法

実験1：湯涌のヤマトアザミテントウ

実験2：芦生のヤマトアザミテントウ

実験3：鳩ヶ湯のヤマトアザミテントウ

実験4：湯涌のアオカメノコハムシ

実験5：湯涌のアザミカミナリハムシ

結果と考察

まとめ

V. 引用文献

43

図表

摘要

①食葉性甲虫類によるハクサンアザミへの食害度は高く、これらの種の成虫のアザミ株内での分布や、産卵部位には、はっきりした種間の分離はなかった。

②これらの食葉性甲虫類の繁殖期間の長さや分散力には、大きな差があった。ヤマトアザミテントウは、産卵期間が最短で、分散力が弱く、環境許容幅も狭く、溪流沿いの限られたハビタートしか利用できなかった。これに対して、アオカメノコハムシ、アザミカミナリハムシ、アザミクビボソハムシ、キベリトゲトゲは、長期間にわたり産卵し、分散力も強く、生息環境も広がった。

これらの種間差は、室内飼育による生存・繁殖スケジュールの比較によって確認された。

③イタドリ、ススキ、エゾノギシギシなど5種類の植物では、アリとアリマキには緊密な関係があった。それに対しハクサンアザミでは、2種類のアリマキが毎年高密度に発生するにもかかわらず、アリはアリマキに随伴しなかったし、アザミの上のアリ個体数は、極めて低かった。

④ヤマトアザミテントウ、アザミクビボソハムシ、アザミカミナリハムシは、アリに対する化学防衛手段をもっていること、またアオカメノコハムシやアザミクビボソハムシ幼虫が背負っている糞は、アリに対して有効な防護の役割をはたすことがわかった。

⑤アザミ群落上では、アリの密度が極めて低いこと(③)と幼虫がアリに対する防衛力(④)をもつことからみて、アザミ食葉性甲虫類は、アリによってあまり影響されていないと思われる。

⑥食草選好性実験により、湯涌産のヤマトアザミテントウは、かなりはっきりしたハクサンアザミ選好性を示し、他のアザミへの選好性は高くなかった。これに対して、アオカメノコハムシはカガノアザミを最も好み、アザミカミナリハムシはノアザミを好むが、他のアザミもほぼ同等に受け入れることができアザミ選択幅が広がった。

I. アザミ食葉性甲虫類のギルド構造

はじめに

食葉性昆虫類の生態と進化：

地球上には150-200万種の動物，植物が生息しているといわれる（菌類，藻類，バクテリアを除く）。その約75%は，昆虫によって占められている。鞘翅目（いわゆる甲虫類）は，100万種類近い種類をもち，昆虫綱の約半分近くを占める最大のグループである。昆虫類の食性は，肉食（寄生を含む），植物食，腐食などに分かれる。植物を餌とする植食性昆虫は，昆虫全体の26%，鞘翅目の34.5%にのぼる。鳥類が8500種，哺乳類が4500種しかないことを考えると，鞘翅目を含む植食性昆虫の種多様度の高さがわかる。植食性鞘翅目は地球上でもっとも多様に分化したグループであるといえる。

このような食葉性昆虫類の多様性は，寄主植物の防衛戦略の進化に昆虫類が対応する過程を通じて，生み出されてきたと考えられている。しかし，その「共進化」の過程自体については，必ずしも定説があるわけではない（Ehrlich and Raven, 1964; Jermy, 1976）。この多様性の結果，食葉性昆虫の群集構造の特色の一つは，多数の種が同一資源（植物体）をめぐって共存していることにある。近年盛んな食葉性昆虫ギルドによる資源の分割様式，餌資源レベルに対するこれらの種の生息密度の高さ，種間競争の相対的重要性などをめぐる論争は，食葉性昆虫のみならず，動物群集の構造をめぐるより一般的議論に重要な役割をはたしている。

金沢周辺のアザミ類とその食葉性昆虫相：

金沢周辺の低山帯には，ハクサンアザミ *Cirsium matsumurae*，カガノアザミ *C. kagamontanum*，サワアザミ *C. yezoense*，ノアザミ *C. japonicum* がごく普通に入り混じって生えている。これらのアザミの葉は，多種多様な昆虫類の餌となっている。これまでに昆虫相の詳しい調査はないが，甲虫類では，食葉性テントウムシであるヤマトアザミテントウ *Epilachna niponica* のほかハムシ類のうちアオカメノコハムシ *Cassida rubiginosa*，アザミカミナリハムシ *Alstica cirsicola*，アザミクビボソハムシ *Lema cirsicola*，キベリトゲトゲ *Dactylispa masoni* な

どが高密度で生息し、低密度ではあるがペーリマルノミハムシ *Argopus punctipennis* やアザミオオハムシ *Galeruca vicina* もいるし、ゾウムシ類も多い(表I-1)。甲虫以外には、鱗翅目と膜翅目(ハバチ類)の幼虫、半翅目(カメムシ、アリマキ、キジラミ、カイガラムシ類)にも餌として利用されている。

筆者は、これまで京都府北桑田郡にある京都大学芦生演習林などで、アザミを食草とするヤマトアザミテントウの個体群動態調査をしてきた。その際には、ヤマトアザミテントウのみを調査し、これと共存しているハムシ類には、特別な注意を払わなかった(Nakamura and Ohgushi, 1979, 1981, 1983; Nakamura, 1983)。しかし、1981年から金沢市湯涌でヤマトアザミテントウを調査し始めたところ、食草であるハクサンアザミには、ヤマトアザミテントウのみならず、ハムシ類が同様に高密度で生息し、激しく食害していることに気づいた。そこでこれら食葉性甲虫類の資源分割と共存機構の解析のために、これまでヤマトアザミテントウのみを対象にしていた個体群生態学的調査を、これらハムシ類にも拡大することにした。

ハクサンアザミと甲虫類の生活史：

ハクサンアザミは多年性の大型草本で、雪解けとともに越冬した地下茎から出芽し急速に成長する(図I-3,4)。株あたりのシュート数は様々であるが、年数を経たものでは、30本以上から構成される。草丈の最大値は、2メートルを越え、6月中旬まで(これ以降分枝する)に展開する1シュートあたり葉数は、最大30枚以上に達する。これ以降には鱗翅目幼虫(未同定、おそらくメイガ科と思われる)が、頂芽に穿孔するために草丈の伸長が阻止されたり、分枝することが多い。7月中旬以降、つぼみが形成され、開花は8月末から10月まで長期間続く。

ヤマトアザミテントウは、年1化性である。越冬成虫は、雪解け直後に出芽したアザミに飛来する。5月から6月にかけて産卵し、新成虫は6-7月に羽化する(Nakamura, 1983)。今回調査したハムシ類もすべて年1化性であった。これらの甲虫類は、キベリトゲトゲ幼虫が潜葉性である以外は、すべて成虫、幼虫とも葉の表面で摂食する。

湯涌のヤマトアザミテントウ：

ヤマトアザミテントウは、テントウムシ科(Coccinellidae)のマダラテントウ亜科(Epilachninae)に属する。この亜科では、幼虫・成虫

とも植物の生きた葉を食べ、テントウムシ科の約20%を占める。このグループは、肉食性から食植性へと二次的に転じたグループで、ナス科、ウリ科、マメ科などの重要な害虫を多く含む。分布の中心は熱帯・亜熱帯で、温帯には少数の種が進出しているにすぎず、日本には合計8種類だけが分布する（片倉，1988）。

日本のマダラテントウ類のうち最もよく知られているのは、ナスやジャガイモの害虫であるニジュウヤホシテントウとオオニジュウヤホシテントウである。前者は南西日本の温暖な地域に分布し、後者はそれよりも冷涼な地域に分布し、どちらも極めて普通にみられる。Kono (1937)は、北海道からアザミを食草とするオオニジュウヤホシテントウと近縁なテントウムシを記録した。それ以来日本各地から、形態や食草に変異を持つ近縁のテントウムシ個体群が多数発見されている。これらのテントウムシの多くは、アザミやルイヨウボタンなど野生植物を食草としており、地域個体群ごとに、単純な種内変異から完全な独立種に至るまでの、様々なレベルの変異がみられる。

これらのテントウムシの分類学的取扱いについては、これまで色々な議論があり混乱していた。Katakura(1981)は、これらをグループAとBからなる「オオニジュウヤホシテントウ群」として扱うことを提案し、これが今では広く受け入れられている。この群は食性、形態のみでなく、生活史や産卵数、増殖率、死亡要因など個体群動態の特性にも大変変異に富んでおり、個体群生態学や進化生物学の興味深い対象として注目を集めてきた（Nakamura,1983）。

ヤマトアザミテントウは、グループBに属し、北海道南部の渡島半島から本州西部まで分布する。ヤマトには、大沼型（渡島半島から東北地方）、本州型（本州南部）、伊吹型の3つのタイプがあり、今回調査した湯涌の個体群はこれに属する。いずれも自然個体群の食草はアザミ類である。これまで北海道に分布するエゾアザミテントウについて、多くの情報（例えば、Katakura, 1981）が集積されているのに比べると、ヤマトについての情報は極めて限定されており（例えば、Nakamura, 1983; Nakamura, and Ohgushi, 1979, 1981, 1983; 新保, 1974, 1988）、地域個体群の形態および食性の変異の実態についても不明な点が多い。

調査方法

1. 調査地

石川県金沢市湯涌地区の小溪流である湯の川に沿った地域でおこなった(図I-1)。湯涌は、金沢市内より南東15kmに位置する山おくの小さな温泉町である。海拔160m、年平均気温13.3℃、年平均降水量3079.1mmで、冬期には1～数mの積雪となる(金沢地方気象台に保存された芝原中学校での1959年から1968年までの記録による)。

調査地では、環境条件の異なるハクサンアザミの群落を選んだ。(図I-2)には、これらの群落の位置と微地形をしめした。以下にそれぞれの特色を以下に簡単に記す。

S:湯ノ川の溪流の砂防ダムによってできた砂州。この付近の湯の川の川幅は2mほど、東西を斜面にはさまれ南北に流れている。砂防ダムにより砂が堆積し、砂州を作っているが、砂州には 1980年ころには、砂が堆積したばかりで、アザミはほとんどは得ていなかったが、現在は、砂が土に変わりつつあり一部木本もみられる。すでにハクサンアザミやカガのアザミが多数進出し、大きな株に成長している。斜面に囲まれているため日照時間は、1日3時間程度であるが直射日光にさらされ高温になる。

A:砂州のすぐ前にある岸辺の小道沿いに生えたアザミ。1980年頃までは、小道がよく使われていたので、明るくアザミには好適であったが、その後廃道となり、草や木が生い茂りはじめ、アザミには次第に不適になりつつある。日射は、2-3時間あたるが木漏れ日で弱い。

B:山腹にきり開かれた小道沿いのアザミ。日射はやはり2-3時間程度である。谷底にあるA、Bよりは乾燥している。毎年6月には道の整備のために、雑草とともにアザミも切り倒される。そのために大きな株はない。

C:調査地の北端にある玉泉湖の周辺の開けた場所。日射時間は4-5時間、もっとも乾燥し高温になる。毎年繰り返しアザミは切り払われる。

2. 調査方法

(1) アザミ株内での季節消長と空間分布

Aでは、1982, 1983年には、約100株のアザミを選び、シュートのみならず葉にも番号をうち、センサスごとに成長を詳しく記録した(図I-3, 4)。またアザミの草丈、根ぎわで茎の直径、株あたりシュート数、密生度合い、葉数、アリマキの発生状況などもとときどき記録した。食葉性甲虫類5種それぞれの成虫の発見位置、産卵数とその位置、摂食・食害状況を、葉を単位として、7-10日ごとに記録した。

(2) アザミ群落間での季節消長と出現個体数の比較

1989, 1990年には、調査地(A, B, C, S)のハクサンアザミの株に番号をうち、株あたりシュート数、密生度合い、草丈を記録した。7-10日おきに食葉性甲虫類の成虫数と産卵数を株単位に記録した。1990年には、Sに2mx2mのコドラートを張った(後述)。

結果と考察

(1) ハクサンアザミのシュート内における卵の分布様式

ハクサンアザミの株立ちしたシュートのうちの1本についての葉あたりの食葉性甲虫類の卵の分布パターンの実例をしめした(図I-3, 4)。1枚の葉には多数の卵が産卵され、しかも同じ葉を複数種が利用することも多かった。

(図I-5)には、卵の産みつけられた葉の位置の垂直分布を示した。種による産卵部位の垂直的分割は見られないようであった。アザミの成長につれて新しい葉が展開し、古い葉が枯れ落ちてゆき、より上部の葉が産卵に利用された。

(2) 成虫および卵の季節消長と環境選択

アザミ群落A(1982年)での各種の成虫数の変化(図I-6)と産卵数(図I-7)の季節変化をしめした。ヤマトアザミテントウの越冬成虫は、もっとも早く4月末から急激に出現した。つづいてアオカメノコハムシがあらわれ、アザミカミナリハムシの越冬成虫個体数のピークは6月に入ってからであった(図I-6)。ヤマトアザミテントウの産卵期は、多種よりも早く始まるが、短期間(5月)で終了した。これに対して、ア

オカメノコハムシ、アザミカミナリハムシ、キベリトゲトゲの産卵期は、5月から7月までの長期間にわたった（図I-7）。7月から8月にかけては、ヤマトアザミテントウとアザミカミナリハムシの新成虫数のピークがみられた。

（図I-6）では、アザミカミナリハムシは、1982年にはこの群落Aでは高密度であったが、1983年には、成虫も卵も、ほとんど出現しなかった。この種の広分布性と分散力の強さ（おそらく）からみて、このことは不思議である。さらに1989、1990年には、アザミクビボソハムシの密度は非常に低かった。しかし、アザミカミナリハムシの密度は、再び高密度に復した。ヤマトアザミテントウやアオカメノコハムシの密度は、これらの期間（1982、83、89、90年）には、常に安定していた。

（図I-8）には、アザミ群落B、Cでの各種の成虫数（累積発見数）と産卵数を種類ごとにしめした。これらの場所では、アオカメノコハムシ、アザミカミナリハムシ、キベリトゲトゲの成虫と卵が、多かった。それに対してヤマトアザミテントウの個体数は非常に低かった。これらのハビタートは溪流沿いにある群落SやAよりも、ずっと乾燥しており、Bはより高温で日当たりもよかった。どちらも5月末から6月にかけて、アザミが切り倒されるので、これら甲虫類の増殖は困難であろう。したがって翌春これらのアザミに飛来する越冬成虫は、付近のアザミ群落からの再移入により維持されているにちがいない。このことから、ハムシ3種は、環境選択の幅が広く、分散力に富んでいるが、ヤマトアザミテントウは、溪流沿いの多湿な場所にもみ出現し分散力も弱いことがわかった。

まとめ

①5種類の食葉性甲虫類によるハクサンアザミへの食害度は高く、これらの種の成虫のアザミ株内での分布や、産卵部位には、はっきりした種間の分離はなかった。異なる空間スケール（群落、株、シュート、葉など）でえられている分布様式のデータの数理的分析（平均値－平均こみあい度の回帰分析や種間こみあい度分析）をとおして、今後、産卵や卵、幼虫の死亡などの諸過程にはたらく種内および種間の相互作用を分析できるであろう。

②これらの食葉性甲虫類の繁殖期の長さや分散力には，大きな差がある．ヤマトアザミテントウは，産卵期間が最短で，分散力が弱く，環境許容幅も狭く，溪流沿いの限られたハビタートしか利用できなかった．これに対して，アオカメノコハムシ，アザミカミナリハムシ，アザミクビボソハムシ，キベリトゲトゲは，長期間にわたり産卵し，分散力も強く，生息環境も広がった．これらの特色は，室内飼育による生存・繁殖スケジュールからも示された（III．参照）．

③群落Aでは，年ごとの個体群サイズの安定度にも種間差が大きかった．ヤマトアザミテントウとアオカメノコハムシは安定度が高く，アザミカミナリハムシとアザミクビボソハムシの安定度は低かった．しかし，これらの2種は，産卵期間が長く，分散力も強いので，ハビタートの変化に対応して移動して，他の場所でも繁殖可能であろう．そうだとすれば，より大きな空間スケールでの個体群サイズは，安定しているのかもしれない．

II. アリと食葉性甲虫類の相互作用

はじめに

アリ類は、すべての種類が真社会生活を行うことや、他の昆虫、植物との複雑な相互関係を持つことなど、他の昆虫グループにはみられない特色をもつ。例えば、熱帯ではアリによる植物防御がしばしば見られ、温帯でもアリマキとの共生関係が、よく知られている。また、アリ誘引物質を付けた(エライオゾームと呼ばれる)種子をアリが運び、種子分散を助ける例もある。(Beattie 1985)

このようにアリ類は、多くの興味深い特徴をもつにもかかわらず、日本国内では、普通種にすら学名の決らない種が多数存在し、地理分布や国内の総種類数も、いまだ不明である。アリ類の研究は、たいへん遅れていると言える(松本 1983)。

本研究では、ハクサンアザミの葉を餌とし共存する甲虫類5種類の種間相互作用にたいして、アリ類がはたしている捕食者としての直接的な作用と甘露提供者、他の植食性昆虫類を通しての間接的作用の有り様を明らかにしようとした。アザミとその食葉性甲虫類とアリを含む相互作用系は、たいへん複雑であり、今回の調査では、上記の目的を十分に果たすことはできなかった。しかし、調査場所でのアリ類の一般生態、特にアザミやその他の植物体上にきているアリ類とその甘露提供者の種類相、個体数、空間分布、日周性、季節性など、今後の調査のための基礎的知見を多数えることができた。

II-1. アザミおよびその他の植物群落上でのアリの生態

調査方法

(1)調査場所

湯の川の砂州(S)で行なった(図I-1)。調査地付近の湯の川の川幅は2mほど、東西を斜面にはさまれ南北に流れている。調査地の北端にある砂防ダムにより砂が堆積し、砂州を作っているが、砂州には草が生え、砂が土に変わりつつあり一部木本もみられる。その砂州と、それ

に続く斜面を調査地とした。砂州には12×20mにわたり一辺2mのコドラートを張った。砂州と斜面の境界にはえた杉には、ムネアカオオアリが営巣していた。(図II-1)。

(2). 調査法

①アリの種類相：砂州(S)に、薄めたハチミツを塗ったトタン板(約8×8cm)を配置し(図II-2)、誘引されたアリの種類を調べた。また、この砂州でみられたアリ類についてはできるだけ採集、記録するように努めた。ハチミツによる採集は4月に1回、5月・6月に4回、7月・9月に1回行い、アリ相の季節変化を調べた。

②ハクサンアザミ上のアリとアリマキ：このコドラート内にあるハクサンアザミのうち27株と対岸の溪流沿いの小道沿いに生えていた25株について、1989年と1990年の兩年とも5月から6月にかけて約10日おきに、アザミ上にいるアリの種類と個体数、アリマキについては、種類と感染状態を記録した。これらのアザミでは、ヤマトアザミテントウやハムシ類などの個体群生態学的調査も同時に行った。

③イタドリとアリの相互関係：イタドリには、花外蜜腺がありアリ類を誘引することがよく知られている(河野・日高, 1987)。花外蜜腺をもたないアザミと比較するため以下の方法で詳しく調査した。

(1)シュートへの番号つけ：このコドラート内出現した59本のイタドリのうち、9本のシュートに番号をつけた(図II-3)。その際、比較しやすいように、直径の等しいものを、できるだけ選んだ。また、出芽時期の違いによる生態の違いを見るため、観察開始時に草丈の低いシュート(Lと呼ぶ)を5本と、高いシュート(Hと呼ぶ)を4本選んだ。

(2) イタドリの生長：マークしたイタドリの草丈(L1)、各節間の長さ(L2)、およびシュートの根ぎわでの直径を週にほぼ2回記録した。なお、草丈は地表からシュートの最上部までとした。

(3) イタドリに集るアリ数：イタドリの蜜腺は、シュートの節ごとに一個から数個ある。側枝の節にも蜜腺はあるが、その数は普通一

個であった。その節ごとに訪れるアリの数と種類を記録した。測定は、1990年4月19日から2ヶ月間は週に2度ほどのペースで行い、その後は週に1度ほどとした。測定は主として9時、12時、15時に行った。

またアリ数の日周変化をみるため、4月19日、27日に、調査時間を延ばして、早朝から夕方までのアリ数の変化を調べた。

(4) イタドリの被食度：6月13日時点での、L-1～L-5、H-1～H-4の葉1枚ごとの被食度を被食面積(目測)から計算し、各シュートごとの平均値で表した。

④その他の植物上のアリの個体数変化：ハクサンアザミの周辺に生えているヨモギ、ススキ、エゾノギシギシ、キク科sp. (同定依頼中)についてもアリとアリマキの個体数を、1990年5月18日～6月29日の46日間にわたり調べた。測定は、毎回13時からとした。

これらの植物は、いずれもパッチ状に分布する。数パッチを選び、1ヶ所につき3シュート(キク科sp.、ヨモギ、ススキ)または1シュート(エゾノギシギシ、ハクサンアザミ)を調査した。調査したパッチ数は、次のとおりである。エゾノギシギシ(15ヶ所、図II-4)、ヨモギ(7ヶ所、図II-5)、キク科sp. (未同定 5ヶ所、図II-6)、ススキ(9ヶ所、II-7)。

⑤エゾノギシギシでのアリ除去実験：④で調査したエゾノギシギシでは、以下の3つの実験的操作を行いアリのアリマキの増殖に対する役割を調べた。

1. 自然状態で放置したコロニー(対照区と呼ぶ)
2. タングルフットを塗って、アリがアリマキと接触できないようにしたコロニー(除去区と呼ぶ)
3. 昆虫捕虫網をかぶせて、すべての昆虫が入れないようにしたコロニー(網かけ区と呼ぶ)

結果と考察

(1) アリの種類相の季節変化

調査地内では、16種(2亜科9属)を確認した(表II-1,2)。同定は

帯広畜産大学の小野山敬一博士にお願いした。本報告でのアリ学名は、森下ら(1988)にしたがった。なおアシナガアリ属の2種(アシナガアリ、ヤマトアシナガアリ)は、採集時に区別できず、採集地点を分けることが出来なかった(以後まとめてアシナガアリ属と呼ぶ)。また、調査地内のトビイロケアリ亜属は、少なくとも三種(ヒメトビイロケアリ、ハヤシケアリ、トビイロケアリ)を含むが、これも同じ理由で分けられなかった。以後このトビイロケアリ亜属三種のことをまとめてLasiusと呼ぶ。

ハチミツによる採集(表II-3)では、Lasiusがコドラート内の全域で集ったが、斜面では全くとれなかった。逆にミツに土をかぶせるアシナガアリ属は、斜面でのみえられ、コドラート内ではとれなかった。また、ムネアカオオアリとアメイロアリは、コドラート内と斜面に共通してよく集った。

クロヤマアリも川よりで数回みられた。クロオオアリは、調査地の斜面の上部平地には普通に見られるが、調査地内では一度も見られなかった。ケブツヤメオオアリは、国内では稀な種であるが(小野山敬一私信)本調査地では5~7月を通じて数回観察された。

(2)ハクサンアザミ上でのアリマキの増殖とアリ個体数

①ハクサンアザミの生長：ハクサンアザミは多年性の大型草本で、雪解けとともに越冬した地下茎から出芽し、急速に成長する(1.はじめに一アザミと甲虫類の生活史の項、図I-3,4,参照)。

②アリマキの増殖：アザミには、多種類のアリマキがつくことが知られており、森津(1983)は、アザミを寄主にする8種をあげている。本調査地では、黒色のアザミヒゲナガアブラムシ *Dactynotus giganteus* (以後ヒゲナガとよぶ)と白色のアザミアミナシヒゲナガアブラムシ *Acyrtosiphon cirsicola* (アミナシとよぶ)が、毎年多数発生した。これらの両種は、大型で大きなコロニーを形成した。

砂州のアザミ(図II-8上、図II-9上)：1989,1990年とも、アミナシが先に5月上旬から発生し始め、6月まで発生し続けた。感染率のピークは5月末から6月はじめにかけてであり、シュートの50%位に発生が拡大した。ヒゲナガは、アミナシよりも遅れて密度が上昇し、ピークは6月上旬以降であった。両種ともコロニーは大きく成長したが、シュー

トの上部を覆いつくすほどの高密度になった割合は、後から発生したヒゲナガの方が多かった（シュートの30%）、アミナシもそのような極端な高密度になることがあったが、その割合は全シュートの数%にすぎなかった。

アミナシもヒゲナガも、先端部の新しく展開した葉と茎にのみ発生した。両種のコロニーは、しばしば同じ部位に発生したが、ヒゲナガのコロニーが先端部を覆いつくすほど発生すると、それ以前からあったアミナシのコロニーは低密度になったり、消失したりした。感染率のみで見ると、6月以降も高い数値であるが、個体群密度は季節につれて明らかに低下した。

川岸(A)のアザミ（図II-8下，図II-9下）：アミナシは5月はじめにはシュートの数パーセントに発生していたにすぎなかったが、その後拡大し続け、6月には80%以上になり、そのうちシュートの上部全体を覆うほどに多発した割合は、全シュートの20%以上であった。これに対して、ヒゲナガの発生量は低く、6月にのみ数%のシュートに発生したにすぎなかった。この傾向は兩年とも共通していた。川岸のハクサンアザミでは、砂州よりもアミナシが優先していた。

今回の調査は、6月末までしか継続しなかったが、アリマキの密度は、毎年6月中旬以降は低下した（定量的ではないが1981年から記録している）。アリマキの密度が高くなると、肉食性テントウムシ、ヒラタアブ、クサカゲロウなどの天敵類が集中してくること、アリマキの食害によりアザミの状態が悪くなるうえに、このころ梅雨にはいり雨により洗い流されることが重なって密度が低下するのであろう。梅雨明け以降は、高温になりすぎて増殖に適さないのではないかと思われる。

③アリの種類相と個体数の変化：すでにのべたように、ハクサンアザミでは、2種類のアリマキが高密度に発生したが、アリの密度は、砂州でも川岸でも、また調査した2年間とも、時期に関わりなく極めて低く、シュートあたり1匹未満（0.01-0.6匹）にすぎなかった。これらのアリは、アザミの上を歩き回るのみで、アリマキに随伴して甘露をもとめたり、防衛する行動はまったくみられなかった。

これらのアリのほとんどは、トビイロケアリで（延べ発見数の83.2%）、ごく稀にムネアカオオアリ（4.2%）、クロヤマアリ（4.2%）、アシナ

ガアリ(6.3%)がみられた。

(3)イタドリとアリの相互関係

①イタドリの生長：4月中，下旬に出芽し，6月上旬にはほとんど生長は止った(図II-10)。つねにシュートの先端部のみが生長し，太さは出芽時からほとんど変わらなかった(図II-11)。太さと草丈の間には，相関がみられた(図5-4)。

②アリ数の季節変化：花外蜜腺には，ムネアカオオアリとトビイロケアリが集まった。ほとんどのシュートで，出芽時(4月下旬)と開花時(6月中旬～7月中旬)にアリ数のピークがみられたが，二つのピーク間にはアリが全く来なくなる時期があった(図II-12a, 12b)。

7月下旬から8月上旬にかけて，いくつかの株ではイタドリオマルアブラムシ*Macchiatiella itadori*という大型のアリマキが高密度に発生し，それに多数のムネアカオオアリが随伴した。このアリマキによって地上部が枯死するイタドリもあった。

指でアリマキの発生しているイタドリの葉に触れて，ムネアカオオアリを攪乱すると，逃げ出す個体もあるが，噛んで攻撃をしてくる個体も多くみられた。この行動は，巣穴にペン先などを入れた時の，噛んだり蟻酸をかける等の防衛行動に類似していた。それに対し花外蜜腺と花に集まったムネアカオオアリとケアリ属は，人為的に攪乱されてもまったく反撃しなかった。これはアリが花外蜜腺や花にたいしては，アリマキに対するほどには，強く防衛していなかったことを示しているのかもしれない。

③日周変化：(図II-13)に，アリが多く集まった4月19日について示した。どのシュートでも3～6時の間にアリ数のピークがみられ，太いシュートほど多くのアリを集めることもわかった。

④イタドリの被食度とアリ数の関係：6月13日までのイタドリの被食度と，各シュートの葉1枚あたりののべアリ数(6月13日までに計測したアリ数の合計)の関係を示す(図II-14)。アリの来訪数が多いシュートの方が被食度が低く，アリ数の少ないものは被食度が高い傾向があった。

イタドリに集まるアリ数は出芽と開花の時期にピークとなった。アリ数がイタドリにとって重要なこれらの時期に多いことと、④から判断すると、アリがイタドリの防衛に役立ってようであるが、イタドリオマルアブラムシの大発生を助け、イタドリの地上部を枯れさせることが珍しくないという事実②も含めて考えると、本当にイタドリのプラスになっているかどうかは、はっきりしないともいえる。今後さらに定量的な調査を続ける必要がある。

(4) その他の植物でのアリマキの増殖とアリの個体数変化

ハクサンアザミの周辺に生えているヨモギ、ススキ、エゾノギシギシ、キク科sp.についてもアリとアリマキの個体数の季節変化を調べた。アリマキ（種名は現在同定依頼中である）は、どの植物でも5月から6月あるいは7月にかけて増加し、感染したシュートの割合が増えた（図II-15）。エゾノギシギシのアリマキ感染率が、6月に低下しているのは、この時期には繁殖を終了し枯死し始めるからである。

（図II-16）には、アリマキが調査中に増加した株の位置を示した。アリマキが定着して数の増えたのは川沿いのコロニーに限られており、た（図12）。アリマキにとって川沿いに何か良好な条件があったものと思われる。

アリマキの発生したシュートとアリマキがつかなかったシュートの間で、アリ数の季節変化を比較したところ、どの植物でも前者でアリ数をはっきりと多くなった（エゾノギシギシ図II-17上、ヨモギ図II-17下、キク科sp.図II-18上、ススキ図II-18下）。これらの植物を観察したところ、どの植物でも、アリマキにたいするアリの随伴行動がみられ、アリマキはアリにとって重要な蜜源であると思われる。

(5) エゾノギシギシでのアリ除去実験

対照区で10例（図II-19）、除去区で15例（図II-20）、網かけ区で4例（図II-21）調査した。対照区のうち3例ではアリマキが高密度に発生したが、除去区ではアリマキの密度は高くならなかった。これはアリに随伴されなかったからとも解釈できるが、除去区では、タンゲルフットにアリマキがついてしまう場合が多く、その影響によるものかもしれない。網かけ区では、4例のうち2例でアリマキが多く発生したので、アリマキにとって好適な環境だったと思われる。例数を増やしてさらに実験する必要がある。

(6)まとめ

調査したアザミ以外のイタドリなどの5種類の植物では、アリとアリマキには緊密な関係があることがわかった。それに対しハクサンアザミでは、2種類のアリマキが、毎年高密度に発生するにもかかわらず、アリはアリマキに随伴しなかったし、アリ数は他の植物よりもずっと少なかった。このことと次のII-2でしめすように、アザミ食葉性甲虫類の幼虫が、アリに対してかなり有効な化学防衛行動をもっていることを考え合わせると、アリがこれら甲虫類のギルド構造におよぼす影響は、大きくないといえよう。

II-2.アリに対するアザミ食葉性甲虫類の防衛行動—化学防衛についての予備実験

はじめに

食葉性昆虫類は、一般的にみて捕食の危険性に特にさらされやすいといえる。葉の表面という天敵の目につきやすいところで摂食せねばならないうえに、葉はタンパク質などの栄養分に乏しいので、大量に、すなわち長時間摂食し続けねばならないからである。このような宿命をもった食葉性昆虫類は、捕食者に対する実に様々な対抗手段を進化させてきた。それには、物理的、行動的、化学的、形態的などの手段が含まれており、かれらは、それらをいくつか組み合わせて身の安全をはかっているのである。

化学的防衛は、アザミ食葉性甲虫類の属するマダラテントウ（テントウムシ科）やハムシ科の昆虫でこれまでに多く報告されている。以下には、①これまでに集積されている化学防衛を中心にした防衛戦略の知見をまとめるとともに、②筆者自身がおこなったアリに対する防衛行動についての予備観察の結果をのべる。

テントウムシおよびハムシ類の防衛戦略

①マダラテントウ類（テントウムシ科）：肉食性を含むテントウムシの多くは、刺激を加えられると特有の臭いのある液体を、脛節と腿

節の連結部から分泌する。これは「反射出血reflex bleeding」としてよく知られている。幼虫・成虫ともこの分泌をするが、テントウムシ類は、これ以外の分泌腺はもたない。反射出血は、分泌後すぐに凝固し、アリなどの小型捕食者の口器や肢に付着すると、捕食行動を物理的に妨げる(Happ and Eisner, 1961)。肉食性テントウムシの反射出血には、コシネリンcoccinelline, プレコシネリンprecoccinelline, アダラインadalineなどと呼ばれる種ごとに異なるアルカロイドがふくまれ、これらの物質がアリや鳥類に対する化学的防衛作用をもつことも知られている(Pasteels, et al., 1973)。

マダラテントウムシについては、Eisnerら(1986)が、大豆などの大害虫であるMexican bean beetle (*Epilachna varivestis*)の血液には、homotropane alkaloidが含まれ、ハエトリグモやアリに対する化学的防衛作用をもつことを明らかにした。このマダラテントウの血液に含まれるアルカロイドを、オーストラリア産の*Euphorbia atoto*という植物とテントウムシの*Cryptolaemus montrouzieri* (どちらもオーストラリア産)にも同じ物質が含まれていることにちなみ、かれらはeuphococcinineと名付けた。このアルカロイドは、羽化直後の成虫には含まれていないが、羽化後数日すると外敵を撃退する濃度になる。卵や幼虫はこのアルカロイドをもたなかった(Eisnerら, 1986)。このアルカロイドは食草から由来するのではなく、テントウムシが体内で合成することもわかった。また肉食性テントウムシでも、餌であるアリマキからアルカロイドが転移するのではなく、体内で合成されることと共通している。

②ハムシ科：ハムシ類には、接触刺激によって、防御物質を分泌するものが多い。その分泌方法には、①反転腺による分泌(ハムシ亜科の幼虫)、②反射出血(ヒゲナガハムシ科の幼虫)、③成虫分泌。多くのハムシ類の成虫にみられ前胸背板および鞘翅の分泌孔から分泌する(松田, 1982)。以下では、今回扱っているグループについてまとめた。

ジンガサハムシ亜科(Cassidinae)：アオカメノコハムシはじめ、ジンガサハムシの幼虫は、尾端から1対の尾突起が背面に向かってのび、そこに脱皮殻や糞を付着させて背負う奇習がある。Eisnerら(1967)は、米国のアオカメノコハムシ(今回調査したものと同種)をもちいて、

興味深い実験をしている。この種の幼虫は、刺激の方向に尾突起につけたおおきな糞塊を差し向ける。接近したアリは、それに気を取られたり、さえぎられるために攻撃できなかった。糞を人為的に取り除かれた個体は、簡単に食いつかれた。排泄直後の濡れた糞は特に有効であった。Eisnerら（上記）は、アリが清潔好きで汚れを掃除しないと攻撃できないために、ジンガサハムシの糞によるカムフラージュが成功すると考えている。幼虫の背中の糞の役割に付いては、すでに述べた天敵防御説のほか、乾燥や雨を防ぐとか、食草の汚染を避けるという説もあるが、実証はされていない。

ノミハムシ亜科(Alticinae)：成虫は、後肢の腿節が非常に発達し、跳躍力に優れており、このことにより捕食者から逃れていると思われる。成虫には、化学防衛物質を分泌するものがあることが知られているが、幼虫についての研究例はない(Pasteels, et al., 1988a,b)。

クビボソハムシ亜科(Criocerinae)：Lema属やCrioceris属の幼虫は、背中にほとんど体が隠れてしまうほど大量の糞を背負う習性をもつ。この糞は水分が多くドロドロである。この糞は物理的防衛であろうが、同時に寄主植物からの毒素を含んでいる可能性もあるという説もある(Pasteels, et al., 1988b)が、詳しい研究はない。

材料と方法

方法1：金沢大学丸の内キャンパス内のテニスコート横にあるクロヤマアリ *Formica japonica* の巣をもちいて観察した。このコロニーは、よく発達した大きなもので、毎年ほぼ同じ位置に営巣する。調査は1990年7月10, 11, 25, 27日の午後おこなった。この調査時点には、多数の巣穴が密集し、無数の職アリが地表を徘徊していた。巣穴から10-30cmの地表にアザミの葉を置き、食葉性甲虫類の成虫、幼虫を1匹ずつ放して、近寄ってくるアリの行動を見た。

方法2：エゾアカヤマアリ *Formica yessensis* の室内飼育コロニーによる観察。エゾアカヤマアリをプラスチック水槽（直径25cm, 高さ12cm）に砂を入れて、金沢大学生態学研究室内において室温・自然光で飼育した。このコロニーは、1990年7月2日に北海道石狩浜で採取したもので、複数の女王と数百匹の職アリが含まれていた。この水槽の傍ら

に、コニカルビーカー(300cc,高さ13cm)に活けたアザミ(葉を2-3枚つけている)を置き、アリがアザミへ行き来できるように、ボール紙で橋を架けた。アザミまたはボール紙上に食葉性甲虫類の幼虫を一匹ずつ放し、アリの反応を観察した。実験は、1990年7月10, 11, 28, 29日午後におこなった。実験開始に先立ち7月8日から2日間、ボール紙やアザミに砂糖や小昆虫の死体をおき、多数のアリがボール紙やアザミを徘徊するように条件づけた。

方法1,2とも、1例あたり10分間ずつ観察することを標準とした。アザミのハムシ類やヤマトアザミテントウの成虫や幼虫(攻撃対象という)をセットすると、直ちに多数のアリが、そのまわりにあつまり、かみついたり、触角で探ったりした(それぞれ”アタック”, ”チェック”と記録した)が、それらのアリは、しばしば突然弾かれたように退いたり、逃げ去った。このよう攻撃対象から離れたアリは、動けなくなり体を丸めて痙攣したり、うずくまって触角を掃除したり、フラフラになって歩き去ったりした(以下これを”撃退された”と述べる)。この原因は、攻撃対象から放出された何らかの化学物質によると思われる。アリの受けたダメージは、数十秒から数分すると解消し、再び歩き去った。アリのダメージは、攻撃対象に接触直後に現れるだけでなく、対象から離れてから10秒位してから初めて現れることもあった。

攻撃対象をセットしてからの時間経過につれて集まるアリの数と行動を記録したが、その時には、新たに攻撃に加わったアリとダメージから回復して再び攻撃に参加したアリを区別できなかった。

また各実験日とも調査開始の直前には必ず、調査中にも時々、シロアリや小昆虫類(バッタや鱗翅目, 双翅目, 膜翅目の成虫など)を与えて、アリがこれらを攻撃することを確認した上で実験を行った。クロヤマアリでは常に、またエゾアカヤマアリでもほとんどの場合、アリはこれらの餌を直ちに攻撃し巣穴に運び去った。エゾアカヤマアリが、攻撃性を発揮しなくなったときには(この原因は不明である)、実験を中止した。

今回は、予備実験であり繰り返し数が少ないので、調査日を区別せずまとめて結果を示す。

結果と考察

(1)ヤマトアザミテントウ

方法1

①3齢幼虫：4例を観察した。どの場合もアリの巣穴の前に置かれた幼虫には、すぐに多数のアリが群がり、アタックしたりチェックした。その内の1例の経過を以下に示す。

0分（セット）-2分：アタック4匹，チェック4匹。すべて撃退された。

2分-5分：アタックした9匹のうち，8匹が撃退された。チェックした1匹も撃退された。3分40秒後に砂粒をもってきて埋ようとする個体が現れ，その後も砂粒が運ばれた。

5分-：4匹がアタックし，3匹が撃退された。これまでにアタックした13匹のうち12匹，チェックした5匹のすべてが撃退された。

7分後：巣に運び込まれた。

上記以外の3例では，それぞれ7分，8分，8分30秒後に巣に運び込まれたが，それまでにアタックしたりチェックした50-100匹のアリを撃退した。

②4齢幼虫：巣穴から10cmのところセットし，20分間観察した1例を以下に示す。

0分-2分：アタックした8匹，チェックした3匹がすべて撃退された。

2分-5分：アタックした20匹のうち15匹が撃退された。

5分-10分：アタックした15匹のうち10匹が撃退されたが，チェックしただけの7匹はダメージを受けなかった。

7分後くらいから，アリは幼虫に砂をかぶせる行動をみせ，5匹が砂粒を運んできた。

10分-15分：12匹がアタックし，4匹が撃退された。しかし，

チェックした17匹は、ダメージを受けなかった。21匹が砂粒を運んだ。

15分-20分：アタックした4匹のうち3匹，チェックした6匹のうち1匹が撃退された。18匹が砂粒を運んだ。

結局，延べ45匹が撃退され，20分たっても巣穴に運び込むことはできなかった。

これ以外に6例を観察したが，いずれも10分間の観察時間内に，50-70匹のアリを撃退し巣穴には運び込まれなかった。

③成虫：1例だけしか観察していない。7分間アリの攻撃を撃退し続けた（アリ個体数不明）が，7分後10cm離れた巣穴に運び込まれた。

方法2

①3齢：1個体を5分間のみ観察した。9匹のアリがチェックしたが，アタックした個体はいなかった（したがって撃退された個体もなかった）。

②4齢：(1)2日間にわたりアザミの上に，1個体を放したままにしたが，まったく攻撃されず葉の裏で摂食し続けた。(2)ボール紙上に放し，5分ずつ2個体を観察したが，まったくアタックされなかった（チェックしたアリ数は，それぞれ3匹および9匹であった）。

③蛹：5分間近くをアリが通るが，まったく注意を喚起しない。

④4齢の反射出血を塗り付けたシロアリ(1匹)には，アリは，近くを通過してもチェックしたりアタックしたりはしなかった。2分後に1匹のアリが，かじり始めたがすぐに放した。

(2)アオカメノコハムシ

方法1

①4齡幼虫：1個体のみ10分間観察した。背中の糞を近づいたアリ（延べ4匹）に指し向ける。アリはそれに気を取られ、まったく攻撃しなかった。

②蛹：近くを通るアリはあったが、10分間まったく注目されなかった。

方法2

①3齡：1個体を6分間観察した。近く多くのアリが通過したが注目しなかった。

②4齡：(1)糞を背中に背負った1個体のみ観察した。5分30秒間の観察中に、14匹のアリがチェックしたが、攻撃しなかった。(2)人為的に糞を取り除いた2個体を観察した。1個体は、延べ12匹のアリに攻撃され、12分30秒後に巣に運び込まれた。もう1個体は、10分間に9匹にチェックされ、10匹にアタックされたが、持ちこたえた。

(3)アザミクビボソハムシ

方法1

①3齡幼虫（糞つき）：合計5例を観察した。

（例1）5分間の観察中に、14匹のアリにチェックされたうち4匹、アタックした4匹のうち3匹を撃退して持ちこたえた。

（例2）10分間の観察中に、14匹にチェックされうち3匹を撃退し、持ちこたえた。3.5分後からアリが砂粒で埋めようとした。

その他の3例では、2分ずつしか観察しなかったが、それぞれアタックした3匹、チェックした6匹、チェックした2匹を撃退して、観察中には巣に運び込まれなかった。

②3齡幼虫（人為的に糞を除去した個体）：合計5例を観察した。

（例1）チェックした7匹のうち5匹、アタックした8匹のうち3匹を撃退したが、9分10秒後に巣に運び込まれた。

(その他) 4例とも約4分後に巣に運び込まれた。撃退したアリ数は、0(接近したアリは多数), 1(5匹チェック, 2匹アタック), 1(チェック3匹, アタック3匹), 19匹(接近したアリは多数)であった。

方法2

①3齢幼虫：以下の3例を観察した。

(例1) 糞をつけたままの3齢幼虫に対して、5分間に44匹のアリがチェックしたが撃退された。その後、糞をとりのぞいたところ、それから2分30秒間に8匹を撃退した後、運び去られた。糞を取り除くと、それまでチェックするだけだったアリが、かみつき始めた。

シロアリ1匹にこの個体の糞を塗り付けたが、アリは平気で運び去った。

(例2) 糞をつけたままの3齢幼虫に、5分間にアリ15匹がチェックしたが、糞に気を取られているようで、攻撃されなかった。そこで糞を取り除いたところ、アリ2匹にくいつかれ、糞をとってから2分後に運びさられた。

(例3) たっぷり糞を背負った3齢幼虫に対して、5分間にアリ16匹が接近(チェックとアタック)したうち、糞にかみついた7匹は、撃退されうずくまった。糞を取り除いたところ、次の5分間にアリ8匹にチェック、5匹にアタックされたが、そのうち3匹を撃退し、もちこたえた。さらにもう5分間観察し続けたところ、チェックした10匹、アタックした2匹をしのいで持ちこたえた(うち1匹を撃退した)。

この個体の糞を塗り付けたシロアリ(3匹)は、すぐにアリに運び去られた。

②前蛹および蛹：繭から取り出した前蛹(5個体)や蛹(1個体のみ)は、セットしたとたんに運びさられた。

(4)アザミカミナリハムシ

方法1

①2齡幼虫：3例観察したが，それぞれ5秒（最初のアリ），1分30秒（チェックした7匹のうち2匹撃退），50秒（最初のアリ）で運び去られた。

②3齡幼虫：32例の観察がある．20例は，セットした直後に，最初に接近したアリに運び去られた．7例は，1分以内に運び去られた（そのうち3例では，運び去られる前にそれぞれ2,3,8匹のアリを撃退した）．残り5例のうち3例では，1.5分（8匹撃退），4分10秒（12匹撃退），5分（3匹撃退）後に運び去られ，あと2例では，3.5分,2分後に運び去られたが，それまでに数匹のアリを撃退した．

方法2

3齡幼虫（2匹）について，5分間の観察をした．

（例1）21匹のアリにチェックとアタックされたが，5匹を撃退し，運び去られなかった．

（例2）アリ2匹にアタック，13匹にチェックされたが，それらの3匹を撃退し，5分間持ちこたえた．

（5）キベリトゲトゲ

本種は，これまでに述べた4種が，アザミ葉の表面で摂食するのに対し，葉の内部に産卵され，幼虫は潜入して摂食する潜孔性である．調査地のハクサンアザミでは，生息密度は極めて高かった．詳しい生活史は不明であるが，終齡幼虫と見られる個体を用いて実験した．

方法1

終齡幼虫，蛹（それぞれ1個体）を与えたところ，最初に遭遇したアリによって，直ちに運び去られた．

方法2

終齢幼虫（2個体）を与えたところ、最初に遭遇したアリによって、直ちに運び去られた。

まとめ

①ヤマトアザミテントウ（成虫，3齢，4齢）アザミクビボソハムシ（3齢），アザミカミナリハムシ（3齢）は何らかの化学防衛手段をもっているらしい。これに対して，（糞を取り除いた）アオカメノコハムシ（4齢）やキベリトゲトゲ（終齢）には，化学防衛がないようだった。キベリトゲトゲは，無防備であるが潜葉習性によって身を守っているのであろう。

②アオカメノコハムシやアザミクビボソハムシ幼虫の背中の糞は，アリに対して有効な防護の役割をはたした。後者の糞をシロアリに塗り付けても有効ではなかったので，糞自体には毒性はないらしい。

③アザミカミナリハムシの防衛力には，ムラがあり簡単にありに食われる場合（個体）と撃退できる場合（個体）があった。これに対し，ヤマトアザミテントウでは，どの個体も常に反撃できた。

④エゾアカヤマアリ（方法2）は，非常に攻撃的であるが，アザミ上にいるエピラクナ幼虫のすぐ近辺を通過しても，まったく気づかないように見えることがあった。それに比べて攻撃的ではないと思えるクロヤマアリ（方法1）が，前者よりも攻撃的の攻撃するように見えた。これは，室内コロニーと非常によく発達した野外コロニーの差なのか，アザミの植物体上と地表の差によるのか，今後確かめてみたい。

⑤今回は老熟幼虫しかテストできなかったが，若齢幼虫についても調べる必要がある。

III. アザミ食葉性甲虫類の生存・繁殖スケジュールの比較

はじめに

個体群が世代から世代へと再生産 (reproduction) されていく過程は、個体の齢 (age) の進行にともなう死亡過程と次世代の子孫の産出過程の2つの組み合わせで表せる。前者を生命表 (life table)、後者を繁殖表 (fertility table) とよび、まとめて生存・繁殖スケジュール ($l_x \cdot m_x$ スケジュール) ともいわれる。これは、生物種の生態的特性を示す最重要パラメーターのひとつである。このスケジュールを、野外個体群を対象にして調べることは、ふつう困難で大きな労力を要する。室内の一定の飼育条件のもとで作成された生存・繁殖スケジュールが、野外個体群のそれとは異なるのが当然であるが、それぞれの種の性質を反映しているだけではなく、①精密な定量化ができること、②同一の条件下で、複数の種、あるいは異なる地域個体群を比較できること、③天敵や病気の影響を受けないので、その物理条件下での個体群増殖の最大ポテンシャルがえられるなどの利点があり、これまでに多くの研究例がある (たとえば、Birch, 1948)。

今回野外で調査したハクサンアザミにつく食葉性甲虫類のそれぞれの種の個体群動態の性質や種間相互作用のあり方には、それぞれの種の生存・繁殖スケジュールの特性が反映しているにちがいない。本章では、これらの種の生存・繁殖スケジュールを室内飼育で比較し、野外調査の結果とあわせて考察する。

また湯涌のヤマトアザミテントウの繁殖・生存スケジュールの解明は、「オオニジュウヤホシテントウ群」の繁殖戦略の比較研究にも寄与するであろう。

材料と方法

①生存・繁殖スケジュール：

1989年4月末に、湯涌のハクサンアザミから越冬直後の成虫 (ヤマトアザミテントウ、アオカメノコハムシ、アザミカミナリハムシ、アザミクビナガハムシ) を採集し、実験室内 (20°Cの恒温条件、光条件は制御せず) で、5月2日から9月5日まで、1対ずつ、蓋付きプラスチック

カップ（高さ6cm，直径11cm）を用いて飼育した。9月5日には，まだ多数の個体が生き残っていたが，すべての飼育を打ち切った。プラスチックカップには，乾燥を防ぐために湿らせた濾紙を敷き，成虫を食草のハクサンアザミの上に放した。アザミは萎れないように，切り口に水を含ませた脱脂綿でおおった。成虫の生存と産卵数のチェックは2日に1回おこない，その際にアザミと濾紙を取り替えた。アオカメノコハムシの卵は，卵鞘に覆われているので，あとからカミソリで切開し，ピノキユラーの下で卵数を数えた。卵鞘内に産卵ペアのどちらか一方が死亡した場合にも，同性の個体を補充せず実験を続けた。

京都大学芦生演習林内のカガノアザミから，1989年5月末に採集したヤマトアザミテントウについても，5月31日から9月5日まで，湯涌産の甲虫類と同じ手法で飼育した。飼育には，湯涌のハクサンアザミを用いたが，芦生産のテントウムシは，このアザミをよく受容した。芦生産のヤマトアザミテントウは，湯涌のカガノアザミは，まったく受け入れなかった（後述）。

結果と考察

1. 湯涌の食葉性甲虫類：

（図III-1，2，3）に種ごとの生存—繁殖スケジュールを示し，（表III-1）に繰り返し数，平均寿命，雌あたり産卵数をしめした。

①成虫の平均寿命：

ここでは飼育開始後の生存日数を平均寿命とした。この際飼育終了時点まで生きていた個体の寿命は125日として扱った。ヤマトアザミテントウでは雄58.0日，雌58.4日，アオカメノコハムシでは，雄100.1日，雌95.9日，アザミクビボソハムシでは，雄116.3日，雌119.9日，アザミカミナリハムシでは，雄79.5日，雌93.1日であった。ヤマトアザミテントウは短命であったが，それ以外の種は長命で，さかんに産卵した後も，多数の個体が飼育打ち切り時点でも生存していた。特にアオカメノコハムシとアザミクビボソハムシでは，50%から70%の個体が生存していた。

②1雌あたり産卵数：

ヤマトアザミテントウ251.3，アオカメノコハムシ382.6，アザミク

ビボソハムシ 831.7, アザミカミナリハムシ 565.4(Ac)であった。アザミクビボソハムシは、卵を飼育カップの中に一粒ずつばらまいたが、特にアザミの切り口にあてた、湿った脱脂綿に産みつける傾向があった。それ以外の種はアザミの葉に卵を産みつけることが多かった。

③産卵パターン：

ヤマトアザミテントウでは、初期にはっきりしたピークを示したが、アザミカミナリハムシ、ルリクビナガハムシは、飼育終了の直前まで、長期間にわたり一定のペースで、多数の卵を産卵し続け、しかも生存したまま飼育を終了することが多かった。8月末からは、産卵はなくなり、カップ内での活動性が減少したように感じられた。野外での成虫へのペイントによる標識調査で、アオカメノコハムシでは、(少なくとも)2回越冬する個体が、かなりある(数十パーセント)ことが確認されている。今回の結果は、この種のみならず、アザミクビボソハムシ、アザミカミナリハムシなどでも2回越冬する個体があることを示唆している。

2. 芦生のヤマトアザミテントウ

(図III-5)には、芦生のヤマトアザミテントウの生存・繁殖スケジュールを湯涌(上述)のものと比較してしめした。芦生個体群の雌雄とも11匹のうち7匹(63.6%)が、9月5日まで生存しており、平均寿命(飼育終了時点まで生きていた個体の寿命は97日として計算した)は、雄91.3日、雌85.5日であった。

産卵スケジュールには、はっきりしたピークはなく、産卵数も少なかった(雌あたり78.9)。このように湯涌のものとは明瞭に異なる生存-繁殖スケジュールをしめした。

湯涌と芦生の野外個体群の越冬成虫の平均寿命と産卵期間については、すでにNakamura and Ohgushi (1979)とNakamura (1983)が報告している。これらによれば、芦生の越冬雌成虫の平均寿命は、26-53日であったのに対し、湯涌では、11-16日にすぎなかった。産卵期間も芦生では3カ月におよんだが湯涌では、わずか1.5カ月にすぎなかった。芦生の個体群では、1回以上越冬する個体がある(数パーセント)ことが、野外での標識調査で確認されている(Nakamura and Ohgushi, 1979)。飼育でも寿命が長かったことはこのことと符合するのであろう。

今回の飼育実験の結果は、野外で調査された湯涌と芦生の両個体群の調査結果とよく合致しており、野外個体群の寿命や産卵パターンの

差には、環境差だけではなく、遺伝的要素も関与していることが確認された。

まとめ

湯涌の食葉性甲虫類では、ヤマトアザミテントウの生存・繁殖スケジュールは、短かったが、他の3種では長期間におよんだ。特にアザミクビボソハムシは、多産卵性で長期間にわたり産卵し続け、寿命も長かった。ヤマトアザミテントウでは、湯涌個体群と芦生個体群の生存・繁殖スケジュールに明瞭な差があった。それは野外個体群の調査結果とよく一致した。

IV. アザミ食葉性甲虫類のアザミ選好性

はじめに

湯涌のハクサンアザミの葉は、様々な昆虫の餌となっており、今回対象とした5種が優占している以外にも、ペーリマルノミハムシや、アザミオオハムシなども低密度で生息している（表I-1）。これまでの章では、これらの甲虫類が、ハクサンアザミの葉をどの様に「資源分割」しているかという問題を扱ってきた。

湯涌には、今回個体群調査の対象にしたハクサンアザミ以外にも、同じCirsium属のカガノアザミ、サワアザミ、ノアザミも生えている。このように湯涌では、複数のアザミ食葉性甲虫類が、複数のアザミ属植物のあるハビタートで共存している。したがって、アザミ食葉性甲虫類のギルド構造を考えるとときには、すでにみてきたように①1種類のアザミ（たとえばハクサンアザミ）を共存種が、（季節的あるいは空間的に）どの様に「資源分割」して餌資源として利用しているかという側面とともに、②食葉性甲虫類のアザミの種類による選好性のちがいが、資源利用パターンにどの様に反映しているかという問題についても検討せねばならない。

以下ではこの問題の第一歩として、湯涌産のヤマトアザミテントウ、アオカメノコハムシ、アザミカミナリハムシを用いて、湯涌産のハクサンアザミ、カガノアザミ、サワアザミ、ノアザミにたいする選好性の差を室内飼育により明らかにしようとした。

今回は、ヤマトアザミテントウについては、湯涌産のもの以外にも、京都府芦生、福井県鳩ヶ湯から採集した個体についても湯涌産アザミの選好性を検討したので、あわせて報告する。芦生、鳩ヶ湯の両個体群もヤマトアザミテントウのいわゆる「伊吹型」に属する（片倉，1988）。これらの個体群は、湯涌のものにくらべると鞘翅形態やサイズにちがいがあがる（Nakamura, 1983）が、この詳細については別の機会にゆずる。

湯涌のアザミの生態に関する予備調査

1. フェノロジー

湯涌では、これらすべてのアザミは、雪解け直後に出芽し、急速に生育する。しかし、開花期はノアザミと他の3種でははっきり異なっている。ハクサンアザミ、カガノアザミ、サワアザミの開花は、9月はじめ頃から始まり、11月はじめ頃までにおよぶ。地上部は越冬前まで枯れ上がることはない。これに対してノアザミは、初夏（5月末から6月いっぱい）に開花し、その後地上部は枯れ、根ぎわからロゼット状に出葉する。

2. 生育環境と現存量

調査地内では、ハクサンアザミがもっとも多く生えていた。溪流のかたわらの開けた場所なら、砂州にも道沿いにも、どこにでも大きな群落をなしていた。山の斜面の道ぞいの、木や灌木の生えていないところにもよくみられた。

カガノアザミの群落も、ハクサンアザミよりは少なかったがいくつも見られた。両者の株や群落は、しばしば数メートルの距離内にも混在したが、カガノアザミは、水が滲みでているような非常に多湿な環境に生えていた。

サワアザミの群落は、玉泉湖の東斜面の下部の10メートル四方の場所に大きな群落が1つあったが、それ以外には、玉泉湖の周囲と湯ノ川が玉泉湖に流れ込むあたりの砂州に散発的にみられる程度であった。このアザミのみは、4,5月には山菜採りの対象になるために現存量が少ないのかどうかは不明である。

ノアザミは比較的乾いて、開けた場所のみ生え、溪流沿いの湿った場所にはほとんど見られなかった。玉泉湖のまわり（図I-2,C）や、山腹をとおる道沿い（図I-2,B）にみられるが、量は多くなかった。

3. 被食量

湯涌での野外調査の際に予備的に観察したところ、ハクサンアザミがもっともよく食われ、カガノアザミや、サワアザミ、ノアザミの被食量は少ないようにみえた。なかでもハクサンアザミと近接して生えているカガノアザミの被食量の少なさは印象的であった。アザミの種

類による被食量の差に、葉の化学成分、フェノロジー、生育環境のちがいがどの様に関与しているのか興味深い。

材料と方法

以下の食草選択実験は、すべて日長16L 8D、気温条件20°Cで行なった。摂食量は摂食面積でのみあらし、葉の厚みによる誤差は無視した。野外から採取してきたヤマトアザミテントウには採取地での食草を与えて4日間実験条件に慣らしてから実験を開始した。以下の飼育実験1,2,3と実験4,5の概要をそれぞれ(表IV-1)と(表IV-5)にまとめた。

実験1: 湯涌のヤマトアザミテントウ

プラスチックカップ(高さ6cm×直径11cm)の底に、乾燥を防ぐために湿った濾紙を敷き、それぞれ面積(約40平方センチメートル)が大体等しくなるように切り取った4種類のアザミ葉を、カップの底に円周上に配置した(図IV-1)。この実験ではアザミの葉は多めにあり、餌不足が起きなかった。この中に、カップあたり1匹の越冬成虫を中心点(O)に放し、そのまま1日おいて摂食量をみた。次の1日間はハクサンのみを与えて、実験個体が飢餓による悪影響を受けないようにした。第3日目には、前回もっとも摂食量の多かったアザミを取り除いた3種類のアザミの新しい葉を配置し、同じ成虫を再び放し1日間摂食させた。第4日目には、再びハクサンのみを与えた。この様に毎回一番多く摂食されたアザミを取り除いてゆき、最後の1種になるまで続けた。以上の一連の操作を1組とし、3回繰り返した。第1回目を9個体で1990年4月14日から4月21日、第2回目を15個体で4月22日から5月6日、第3回目を12個体で5月8日から5月19日にかけて実験した。

実験2: 芦生のヤマトアザミテントウ

芦生には、カガノアザミ以外のアザミはほとんど生えておらず、ヤマトマダラテントウは、自然状態ではカガノアザミのみを利用している(Nakamura & Ohgushi, 1979)。本実験では、芦生のヤマトアザミテントウと湯涌産のアザミ(ハクサン、カガ)・芦生での食草である芦生産カガノアザミを使って、1990年5月6日から5月10日にかけて実験した。

角型プラスチックケース（高さ8cm×縦17cm×横22.5cm）の底に、乾燥を防ぐために湿った濾紙を敷き、それぞれ面積（約200平方センチメートル）が大体等しくなるように切り取った3種類のアザミを、（図IV-4）のように配置した。この中に、越冬成虫15個体を特定のアザミに偏らないように、均等に放して1日後結果をみた。今回のテストでは本来の食草である芦生産のカガノアザミが含まれていたため、毎日アザミの葉を新しいものと取り替えて同じ作業を5回繰り返した。

実験3：鳩ヶ湯のヤマトアザミテントウ

鳩ヶ湯ではサワアザミとハクサンアザミが生えていて、ヤマトアザミテントウは主としてサワアザミを利用している。本実験では、鳩ヶ湯のヤマトアザミテントウに湯涌産のアザミ（ハクサン、サワ）と鳩ヶ湯での食草である鳩ヶ湯産のサワアザミを選択させた。1990年5月6日から5月10日にかけて、実験2と同様の方法で試行を5回繰り返した。

実験4：湯涌のアオカメノコハムシ

湯涌のハクサンアザミ、ノアザミ、カガノアザミ、サワアザミを使った。プラスチックカップの大きさは、高さ6cm×直径11cmを使った。

実験5：湯涌のアザミカミナリハムシ

湯涌のアザミ（実験4と同じ）を使った。プラスチックカップの大きさは、高さ4.5cm×直径8.5cmを使った。

結果と考察

実験1：

結果を（表IV-2、図IV-2、3）にまとめた。選好性の評価は、選好順位の高いものから4点、3点、2点、1点をつけ、各テスト、各アザミごとに集計して、1匹あたりの選好度を計算した。

一番選好性の高かったのはハクサンアザミ（3.51点）で、ついでカガノアザミ（2.60点）、ノアザミ（2.31点）が続き、一番低かったのはサワアザミ（1.13点）であった。一番選好性の高かったハクサンアザミは、湯涌で現存量が最も多く、被食度も高い種である。他の3種はハクサンアザミに比べると、湯涌では、現存量が少ないが、選択実

験で、量を等しくして与えても、4種間に選好性の差が見られた。ハクサンアザミは、初回をのぞき最高スコア、サワアザミは、3回の実験とも、最低スコアであった。カガノアザミとノアアザミは、ハクサンアザミとサワアザミの間であった。しかし、1回目から3回目へと実験回数をすすめるにつれて、カガノアザミは選好性が3.89点から1.58点へと落ちて行き、逆にノアアザミは1.67点から3.08点に上昇したことは興味深い。

5月6日から開始した実験2では、湯涌のカガアザミがまったく受け入れられなかったことも考えると、季節の進行につれてカガノアザミの葉の化学成分に変化が起き、それが原因で選好性が低下した可能性もある。もっと早い時期の湯涌のカガノアザミを使って実験2をしておれば、選好性の順位は変わっていたかもしれない。このような事実があるとすれば、食物選択実験の結果は、アザミを採取した季節によって大きく左右されるかもしれない。

選好性が回をへて変化した原因のもう一つの可能性として、季節の進行についてのヤマト越冬成虫の生理的变化ということも考えられる。これを証明するには、それぞれ異なった時期のアザミの葉を保存しておき、それを使った食物選択実験をやってみる必要があるだろう。

実験2：

結果を（表IV-3）に示した。最初の2日間は湯涌のハクサンアザミが最もよく選択されたが、3日目には芦生のヤマトアザミテントウの主な食草である芦生産のカガノアザミは、湯涌のハクサンアザミと同じくらい食べられた。それ以後は湯涌のハクサンアザミを全く摂食せずに、芦生のカガノアザミのみを食べた。何故、最初に湯涌のハクサンアザミを好み、途中でそれを全く食べなくなったかは、興味深いはその原因はよくわからない。

芦生ではカガノアザミが食草であるにもかかわらず、湯涌のカガを全く摂食しないことも興味深い。このことは芦生と湯涌の季節のずれや、土壌成分に由来するカガの葉の化学成分の違いが関与するのかもしれないが、今回の結果だけからは結論を下せない。しかし、既に実験1で述べたように、湯涌のカガの選好性が試行回数をおって落ちてきた事実から、季節のずれによる成分の違いの可能性もある。

実験3：

結果を（表IV-4）に示した。4回目は、鳩ヶ湯のサワが腐ってしまったので、データは取れなかった。また、5回目が終わった時点で、鳩ヶ湯のサワアザミの状態が悪くなり、以後、実験ができなくなったので、4回しか試行できなかった。

鳩ヶ湯のヤマトアザミテントウの主な食草である鳩ヶ湯のサワアザミと同等かそれ以上に湯涌のハクサンアザミが、選好されたことは、非常に面白い。先の実験2でも、芦生のヤマトアザミテントウは、芦生のカガノアザミよりも、最初は湯涌のハクサンアザミを好んでいた（表IV-3）。湯涌のハクサンアザミは、今回調査した3か所のヤマトアザミテントウの越冬成虫にとって、非常に受け入れられやすい食草であると結論できる。これに対して、鳩ヶ湯での主な食草である鳩ヶ湯のサワアザミと、湯涌のサワアザミがあまり好まれておらず、選好順位は一番低かった。しかし実験2のカガノアザミと比べると選好性の程度の差は小さく、これは、サワアザミの質には地域差が少ないことを示しているのかもしれない。

実験4：

結果を（表IV-6，図IV-5，6）にまとめた。選好性の評価方法は、実験1と同じである。カガノアザミの選好順位は、3回とも最高であった。湯涌および各地のヤマトアザミテントウの湯涌のカガノアザミ選好性が低かったことと対照的である（図IV-2，3，表IV-2，3）。実験1では、湯涌のヤマトアザミテントウのカガノアザミ選好性が、試行につれて低下したが（図IV-2，3），今回は一定していた（図IV-6）。残りの3種のアザミについては、あまり選好性に違いがみられず、アオカメノコハムシは4種類のアザミをどれでも摂食できるようであった。

実験5：

結果を（表IV-7，図IV-7，8）に示した。選好性の上位3種は、ノアザミ，ハクサンアザミ，カガノアザミの順に高かった。この順位は、3回とも変わらなかったが、2回目，3回目にはハクサンとノアの選好性が接近した。これらの3種の選好度は、かなり高いといえる。ノアザミの選好性は非常に高かったが、試行につれて低下し、かわりにハクサンアザミのスコアが上昇した。

サワアザミだけが、非常に低いスコアであった。実験1-4では、湯涌のアザミは、すべて多かれ少なかれ摂食されたが、この実験でのアザミカミナリハムシのサワ選好性はきわめて低く、サワアザミを食べたのは3回目の1個体のみであり、それ以外の個体は、サワアザミを全く摂食しなかった。湯涌で自然状態でもサワアザミが、アザミカミナリハムシに、まったく摂食されていないかどうか確認する必要がある。

まとめ

①実験1,2,3をまとめると、湯涌のハクサンは、最もよく受け入れられる。また、芦生や鳩ヶ湯ではカガやサワは食草となっているが、湯涌産のカガやサワは、全く受け入れられないか、選好性が低くなっていた。

②湯涌のヤマトアザミテントウ、アオカメノコハムシ、アザミカミナリハムシを比較すると、ヤマトアザミテントウは、かなりはっきりしたハクサンアザミ選好性を示し、他のアザミへの選好性は高くなかった。それにたいし、アオカメノコハムシは、カガノアザミをもっともよく選択するが、他のアザミもほぼ等しく受け入れることができた。アザミカミナリハムシは、ノアザミをもっともよく選び、サワアザミ以外ならば、他のアザミもよく受け入れる。したがって、アザミ選好性の幅の広さは、アオカメノコハムシ、アザミカミナリハムシ、ヤマトアザミテントウの順であった。

③湯涌産と芦生産のカガノアザミに対するヤマトアザミテントウ（芦生と湯涌）の選好度を比較すると、前者は非常に低いが、後者はよく受け入れられた。湯涌のヤマトアザミテントウに湯涌のカガノアザミと芦生のカガノアザミを選択させたところ、芦生のカガノアザミのみが選択されたが、湯涌のカガノアザミは、餓死するで受け入れられなかった（中村，未発表）。両産地のカガノアザミの葉の成分には大きな差があり、湯涌のものには、摂食を阻害因子があるにちがいない。

V1. 引用文献

(邦文)

片倉晴雄 (1988) オオニジュウヤホシテントウ. 文一総合出版.

河野昭一・日高敏隆 (1987) 植物の論理と戦略. 平凡社.

松田一寛 (1982) ハムシ類の情報化学物質. 植物防疫 36:
266-272.

松本忠夫 (1983) 社会性昆虫の生態. 培風館.

森下正明・久保田政雄・小野山敬一・緒方一夫・寺山守・近藤正樹・
今井弘民・山内克典・増子恵一 (1988) 日本産アリ類和名一覧.
日本アリ類研究会.

森津孫四郎 (1983) 日本原色アブラムシ図鑑. 全国農村教育協会.

新保友之 (1974) 伊吹型オオニジュウヤホシテントウの発生分布
について. 滋賀県立短大学術雑誌 15: 80-82.

新保友之 (1988) コブオオニジュウヤホシテントウの本州における
地理的分布. 滋賀県立短大学術雑誌 33: 11-17.

白井洋一 (1987) 長野県伊那地方におけるオオニジュウヤホシテン
トウ群の生態. I. 野生植物を寄主とする3種個体群のジャガイモ
に対する受容性の比較. 応動昆 31: 213-219.

(英文)

- Beattie, A.J. (1985) The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms. Cambridge University Press. 182pp.
- Birch, L.C. (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol. 17: 15-26.
- Ehrlich, P. R. and P. H. Raven (1964) Butterflies and plants a study in coevolution. Evolution 18: 586-608.
- Eisner, T., E. van Tassell and J. E. Carrel (1967) Defensive use of a "fecal shield" by a beetle larva". Science 158:1471-1473.
- Happ, G. M. and T. Eisner (1961) Hemorrhage in a coccinellid beetle and its repellent effect on ants. Science 134: 329-331.
- Jermy, T. (1984) Evolution of insect/plant relationships. Am. Nat. 124: 609-630.
- Katakura, H. (1981) Classification and evolution of the phytophagous ladybirds belonging to *Henosepilachna vigintioctomaculata* complex (Coleoptera, Coccinellidae). Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. VI, Zool. 22: 301-378.
- Kono, H. (1937) Eine neue *Epilachna*-Arten. Insecta Matumurana 11: 99.
- Nakamura, K. (1983) Comparative studies on population dynamics of closely related phytophagous lady beetles in Japan. Res. Popul. Ecol. Suppl. 3: 46-60.
- Nakamura, K. and T. Ohgushi (1979) Studies on the population dynamics of a thistle-feeding lady beetle, *Henosepilachna pustulosa* (Kono) in a cool temperate climax forest. I. Estimation of adult population parameters by the marking and recapture method. Res. Popul. Ecol. 20: 297-314.

- Nakamura, K. and T. Ohgushi (1981) Ditto. II. Life tables, key-factor analysis and detection of regulatory mechanisms. Res. Popul. Ecol. 23: 210-231.
- Nakamura, K. and T. Ohgushi (1983) Ditto. III. The spatial dynamics and analysis of dispersal behaviour. Res. Popul. Ecol. 25:1-19.
- Ohgushi, T. and H. Sawada (1981) The dynamics of natural populations of a phytophagous lady beetle, *Henosepilachna pustulosa* (Kono) under different habitat conditions. I. Comparison of adult population parameters among local populations in relation to habitat stability. Res. Popul. Ecol. 23:94-115.
- Ohgushi, T. and H. Sawada (1984) Inter-population variation of life history characteristics and its significance on survival process of an herbivorous lady beetle, *Henosepilachna niponica* (Lewis) (Coleoptera: Coccinellidae). Kontyu 52: 399-406.
- Pasteels, M. J., J.-C. Braekman and D. Daloze (1988a) Chemical defense in the Chrysomelidae. 233-252. In: P. Jolivet, E. Petitpierre and T. H. Hsiao (eds.) Biology of Chrysomelidae. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
- Pasteels, M. J., M. Rowell-Rahier and M. J. Raupp (1988b) Plant-derived defense in Chrysomelid beetles. In: B. Barbosa and D. K. Letourneau (eds.) Novel aspects of insect-plant interactions. John Wiley & Sons, New York.

表I-1 湯涌のハクサンアザミにつく食葉性甲虫類.

Coccinellidae

Epilachninae

Epilachna niponica Lewis (Ep)

Chrysomelidae

Cassidinae

Cassida rubiginosa Muller (Ca)

Criocerinae

Lema cirsiicola Chujo (Lm)

Alticinae

Altica cirsiicola Ohno (Al)

Argopus punctipennis Motschulsky (Ap)

Hispinae

Dactylispa masoni Gestro (Dm)

Galerucinae

Galeruca vicina Solsky (Ga)

表11-1 湯涌の調査地で確認したアリ。
2 亜科 9 属 16 種が含まれていた。

ヤマアリ亜科 (Formicinae)

- オオアリ属 ケブカツヤオオアリ Camponotus nipponensis
ムネアカオオアリ Camponotus obscripes
(ウメマツオオアリ亜属 sp.) Camponotus (myrmamblys) sp.
- ヤマアリ属 クロヤマアリ Formica japonica
- ケアリ属 ヒメトビイロケアリ Lasius alienus
クロクサアリ Lasius fuliginosus
ハヤシケアリ Lasius hayashi
トビイロケアリ Lasius niger
キイロケアリ Lasius flavus
- アメイロアリ属 アメイロアリ Paratrechina flavipes

フタフシアリ亜科 (Myrmicinae)

- アシナガアリ属 アシナガアリ Aphaenogaster famelica
ヤマトアシナガアリ Aphaenogaster japonica
- シリアゲアリ属 テラニシシリアゲアリ Crematogaster teranishii
- オオズアリ属 アズマオオズアリ Pheidole fervida
- アミメアリ属 アミメアリ Pristomyrmex pungens
- ウメマツアリ属 ウメマツアリ Vollenhovia emeryi

表11-2 調査地でみられたアリの種類相の季節変化。

(見取り調査+ハチミツトラップ)

とれた種類を次の記号で表す。Lasius△、ムネアカオアリ●、
 アメイロアリ◎、アミナガアリ厩⊖、ケヅカツヤオオアリ×、クロ
 ヤマアリ▲、アミメアリ⊗、アズオオオオアカアリ□、ウメマツ
 リ◆、テラニシリアゲアリ★。

	4月			5月			6月			7月			8月		9月
	上旬	中旬	下旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	中	上	
1	△		●	△●◎		△●◎	△◎	△●	●						
2			●	△		△◎		◎					△		
3			△	△◎	△	△◎	⊗	△●◎							
4		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△●⊗	△●⊗			
5				△	△	△●	△	△●	△◎						◎
6		△	△●	△●	△●	△◎	△★	△●◎	◆	△	△●	△			●
7			△●	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
8			△	△	△	△	△◎	△	△		●◎	●			△
9				△	△	△	△×	△●	△	△	△●	△			●
10	△			△	△	△●×	△●	●	△×◆	△					
11			△	△	△×	△×	●	△	△×	×					
12			△	△	△▲	△▲	△▲⊗	△	△		△	△			◎
エノキの巣			●	●	●	●	●◆★	●	●★	●	●	●	●	●	●
杉の巣			●	●	●	●	●◆★	●	●★	●	●	●	●	●	●

表 III-1 湯涌のアザミ食葉性甲虫類4種の室内条件における生存・繁殖スケジュール。

Species	<i>Epilachna niponica</i>	<i>Cassida rubiginosa</i>	<i>Lema cirsiicola</i>	<i>Altica cirsiicola</i>
No. of replications	12	14	7	11
Longevity (days)	♂ 59.1 ± 15.5 (0) [*] ♀ 59.4 ± 14.1 (0)	101.1 ± 23.3 (9) 96.9 ± 20.4 (6)	117.3 ± 21.3 (5) 120.9 ± 8.1 (4)	80.5 ± 34.1 (3) 94.1 ± 29.2 (4)
No. of eggs laid per ♀	251.3 ± 80.2 ^{**}	382.6 ± 127.5	831.7 ± 95.3	565.4 ± 217.4

(^{*}) No. of individuals survived the rearing period.

(^{**}) Mean ± 95% confidence limits.

表IV-1 実験1～3に使用したヤマトアザミテントウとアザミの採集地，
実験の組み合わせ，繰り返し数（実験に使った延べ個体数）および
実験期間．

実験番号	ヤマトアザミテントウ採集地	アザミ採集地	種名	繰り返し数 (個体数)	期間
1	湯涌	湯涌	ハクサンアザミ サワアザミ ノアザミ カガノアザミ	36回 (15匹)	1990年 4月14日～4月21日 4月22日～5月6日 5月8日～5月19日
2	芦生	湯涌 湯涌 芦生	ハクサンアザミ カガノアザミ カガノアザミ	75回 (15匹)	1990年 5月6日～5月10日
3	鳩ヶ湯	湯涌 湯涌 鳩ヶ湯	ハクサンアザミ サワアザミ サワアザミ	60回 (15匹)	1990年 5月6日～5月10日

表IV-2 実験1における，ヤマトアザミテントウのアザミ選択実験の結果
 （実験は3回繰り返した）．選好の順位は点数に換算した（本文参
 照）．

アザミの 種類 セット回数	ハクサンアザミ	サワアザミ	ノアザミ	カガノアザミ
1	3.11	0.89	1.67	3.89
2	3.67	1.53	2.20	2.33
3	3.75	1.17	3.08	1.58
合計 (平均)	10.53 (3.51)	3.59 (1.19)	6.95 (2.31)	7.80 (2.60)

表IV-3 実験2で、芦生産のヤマトアザミテントウが示した食草選好性。
数字は順位，×は無摂食を示す。

アザミ(採集地) \ 実験開始後の回数	1	2	3	4	5
カガノアザミ(湯涌)	×	×	×	×	×
ハクサンアザミ(湯涌)	1	1	1	×	×
カガノアザミ(芦生)	2	2	1	1	1

表IV-4 実験3で示された鳩ヶ湯のヤマトアザミテントウの食草選好性。
 数字は順位を示す。4回目は、鳩ヶ湯のサワアザミが腐ってしまったのでデータが利用できない。また、鳩ヶ湯のサワアザミの状態が悪化したので5回で実験を打ち切った。

アザミ(採集地) \ 実験開始後の回数	1	2	3	4	5
サワアザミ(湯涌)	2	2	2	—	2
ハクサンアザミ(湯涌)	2	1	1	—	1
サワアザミ(鳩ヶ湯)	1	3	2	—	1

表IV-5 実験4, 5に使用したハムシ2種と, アザミの採集地. 及び, 実験の組み合わせと, 繰返し数と期間(繰返し数は, 使った延べ個体数である).

実験番号	甲虫の種類	餌植物	採集場所	繰返し数 (個体数)	期間
4	アオカメノコ ハムシ	ハクサンアザミ	湯涌	23回 (9匹)	1990年 4月14日 ~5月17日
		サワアザミ			4月22日 ~5月6日
5	アザミカミナリ ハムシ	ノアザミ		24回 (8匹)	5月8日 ~5月17日
		カガノアザミ			

表IV-6 実験4におけるアオカメノコハマシのアザミ選択実験の結果
 (実験は3回繰り返した)。選好の順位度は点数で示す(実験1
 本文参照)。

アザミ セット回数 \ 種類	ハクサンアザミ	サワアザミ	ノアザミ	カガノアザミ
1	2.40	2.80	1.80	3.00
2	1.89	2.11	2.78	3.22
3	3.00	1.56	2.33	3.11
合計 (平均)	7.29 (2.43)	6.47 (2.16)	6.91 (2.30)	9.33 (3.11)

表IV-7 実験5における，アザミカミナリハムシのアザミ選択実験の結果
 （実験は3回繰り返した）．選好の順位度は点数で示す（実験1
 本文参照）．

アザミ の種類 セット回数	ハクサンアザミ	サワアザミ	ノアザミ	カガノアザミ
1	2.57	0	4.00	2.43
2	2.75	0	3.75	2.62
3	3.00	0.5	3.13	2.50
合計 (平均)	8.32 (2.77)	0.5 (0.17)	10.88 (3.63)	7.05 (2.35)

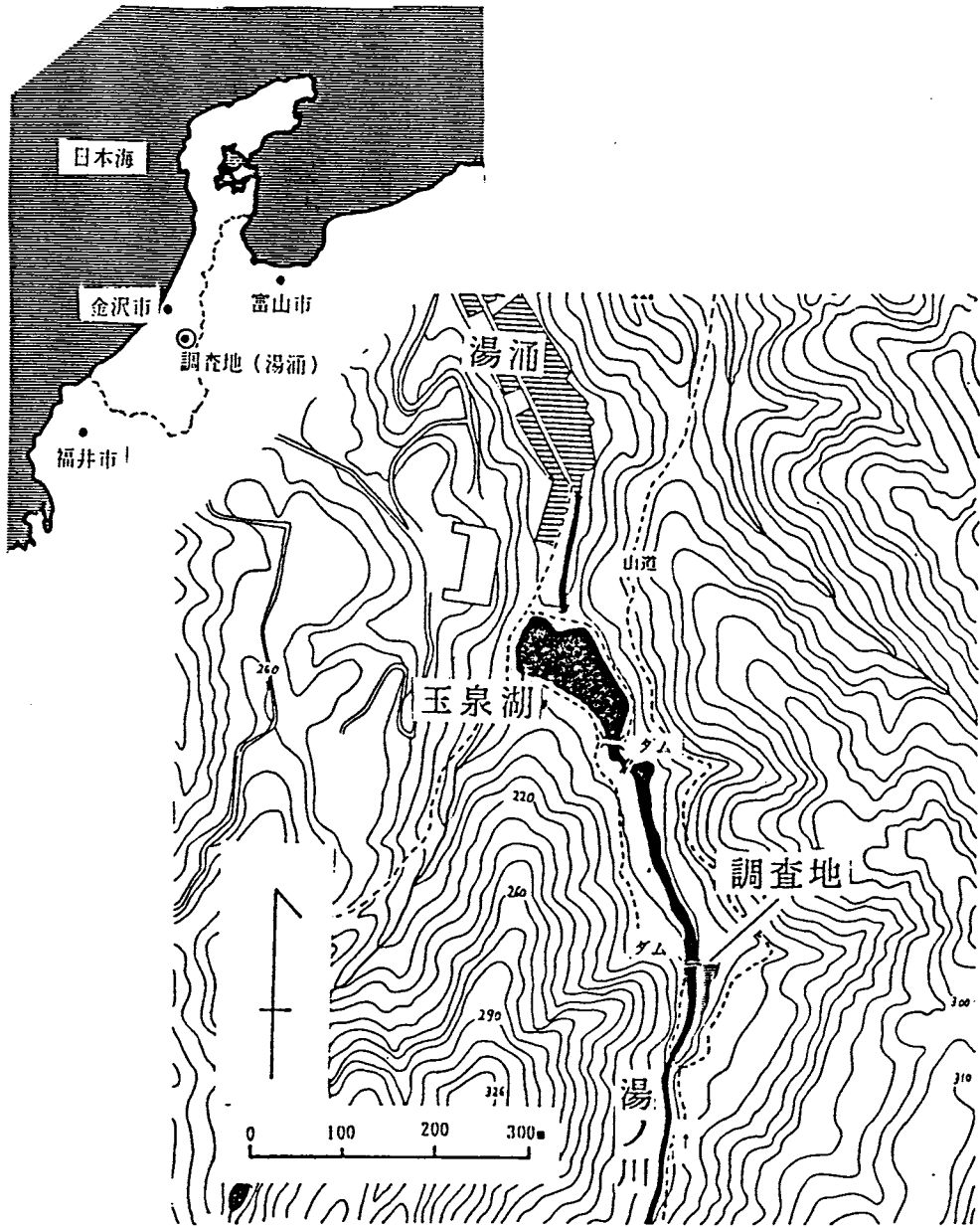
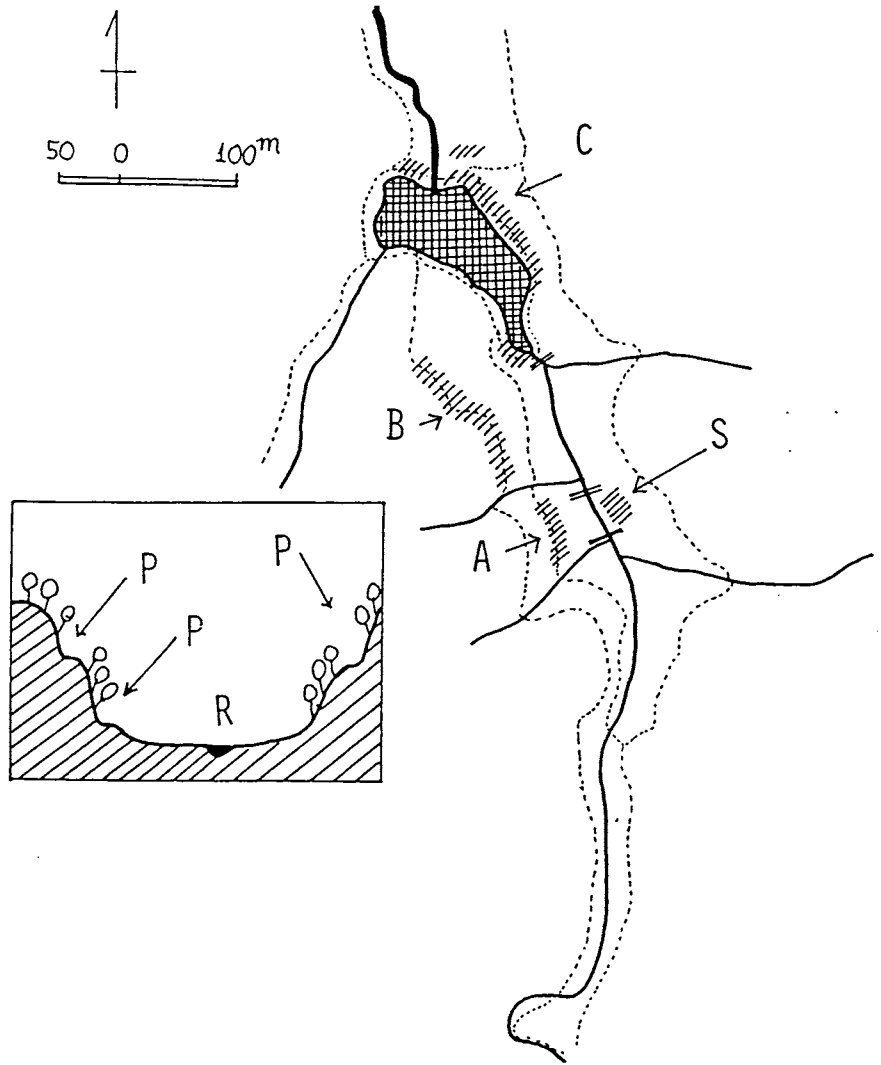


図1-1 湯涌の調査地.



図I-2 湯涌の調査地におけるハクサンアザミ群落の位置。
 斜線は調査したハクサンアザミの群落を表す。
 挿入図は地形の断面を示す。P:道。R:湯ノ川。

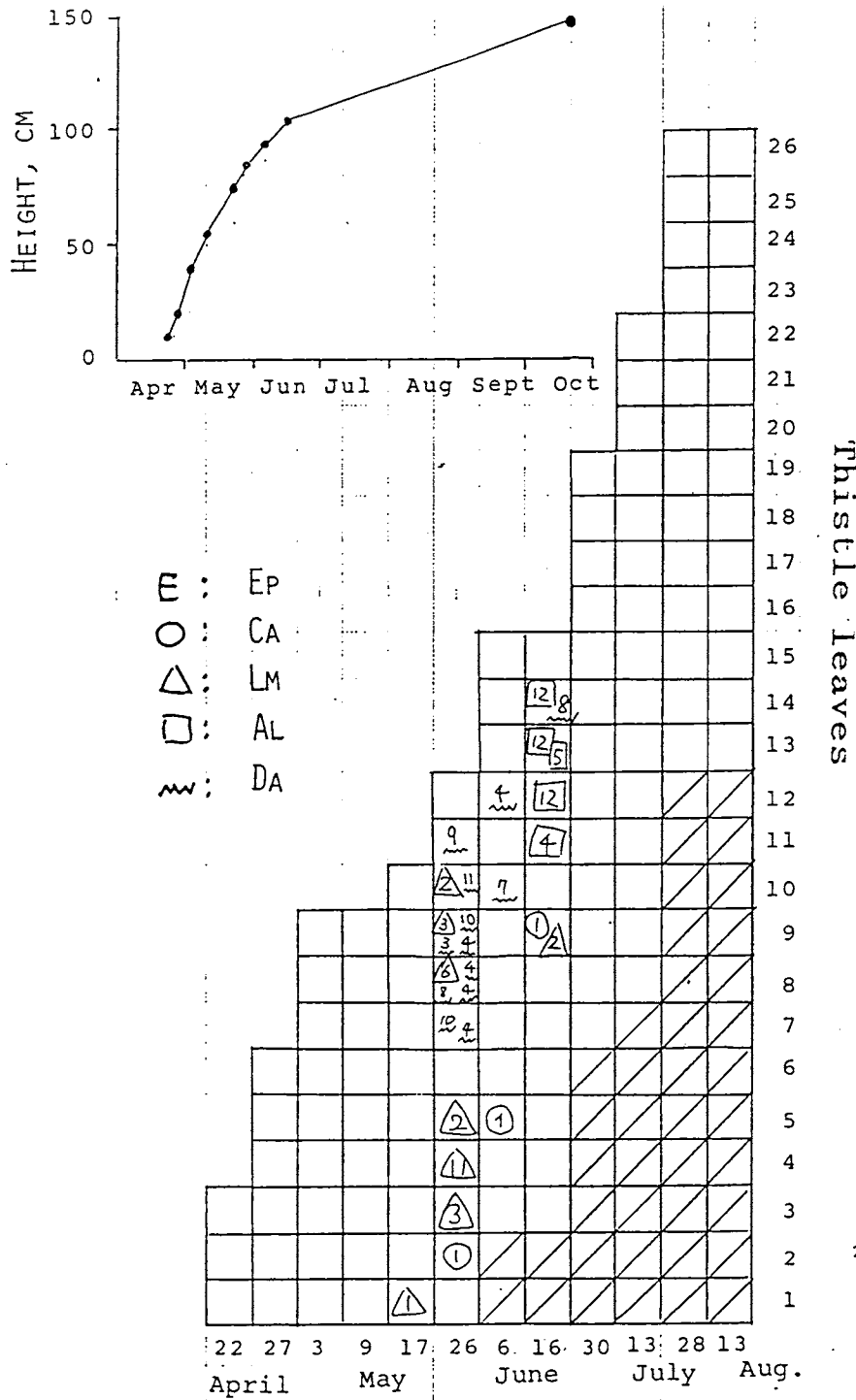
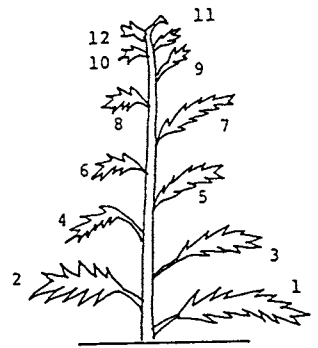
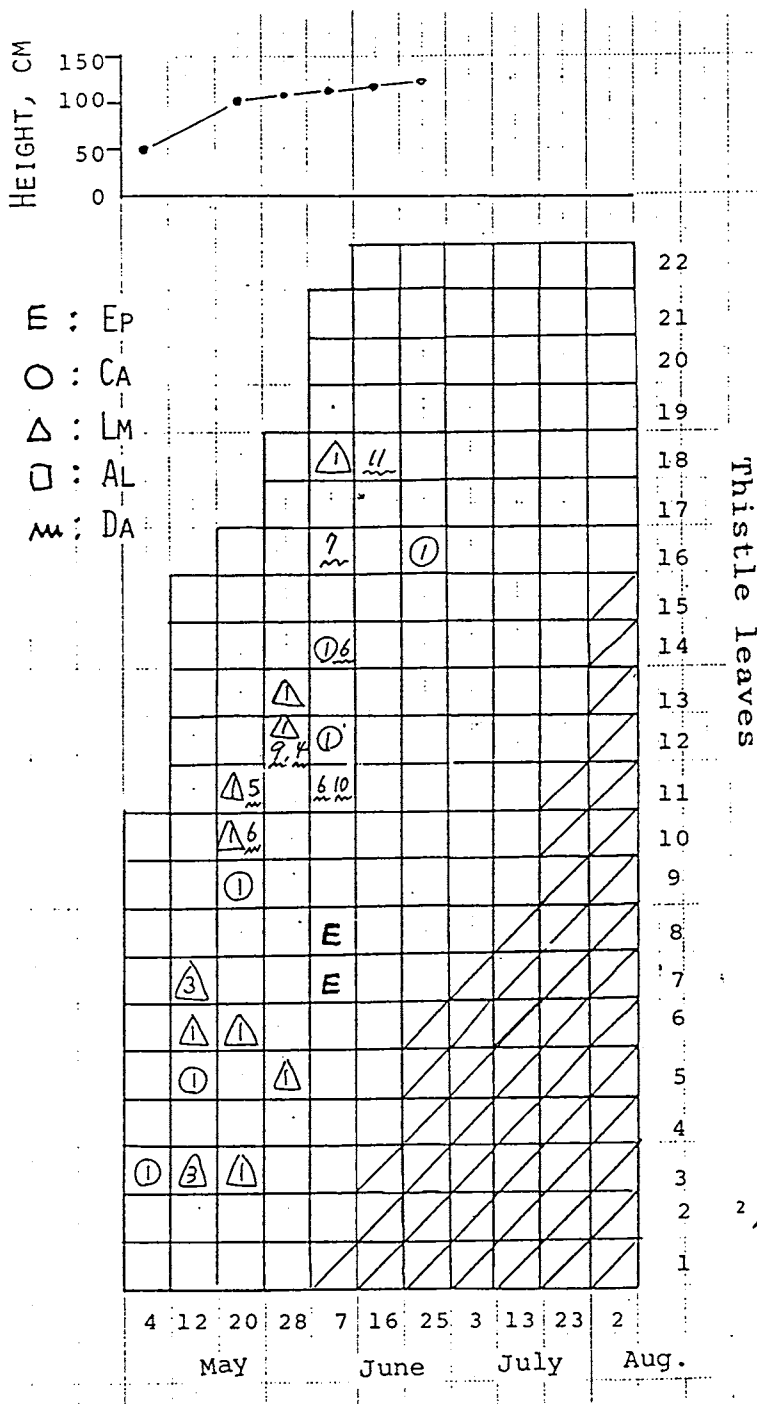


図1-3 ハクサンアザミのシュート1本に産みつけられた食葉性甲虫類の卵の葉あたり分布例。E: ヤマトアザミテントウ, CA: アオカメノコハムシ, LM: アザミクビボソハムシ, AL: アザミカミナリハムシ, DA: キベリトゲトゲ。左上図: アザミの高さの生長。



図I-4 ハクサンアザミのシュート1本に産みつけられた食葉性
 甲虫類の卵の葉あたり分布例。E: ヤマトアザミテントウ,
 CA: アオカメノコハムシ, LM: アザミクビボソハムシ,
 AL: アザミカミナリハムシ, DA: キベリトゲトゲ。
 左上図: アザミの高さの生長。

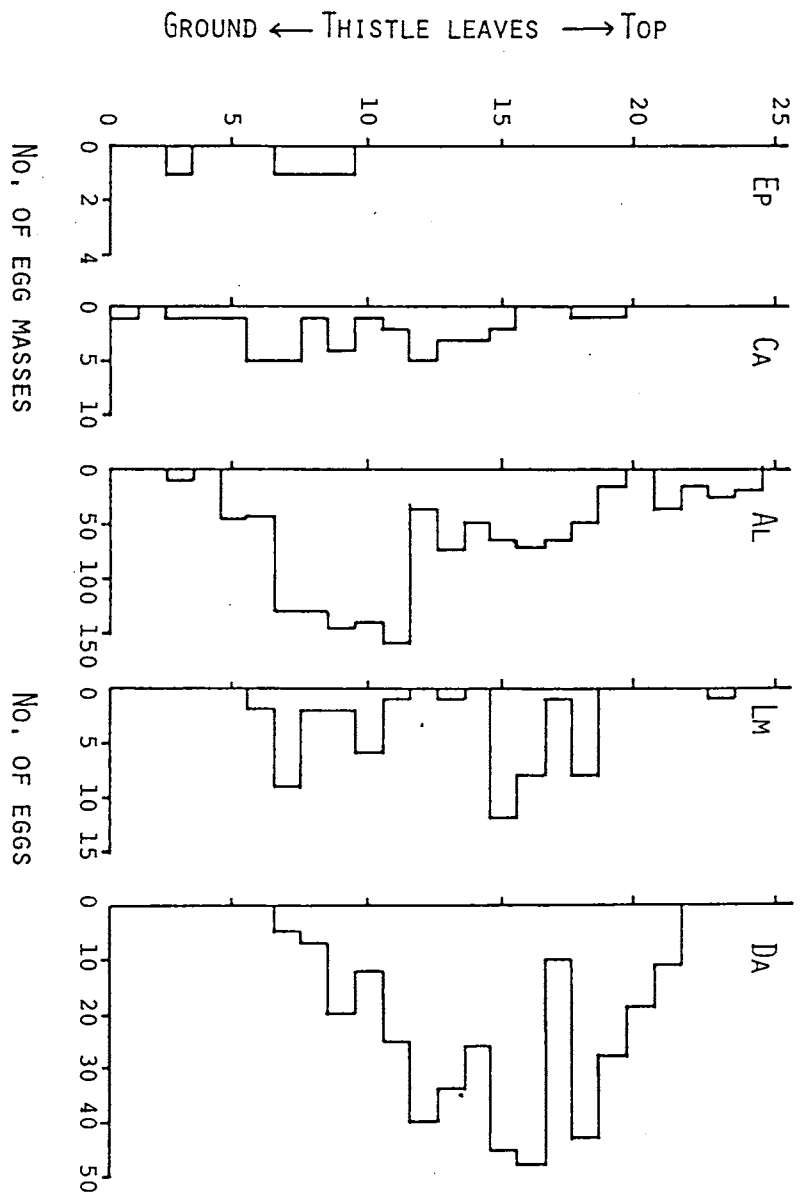
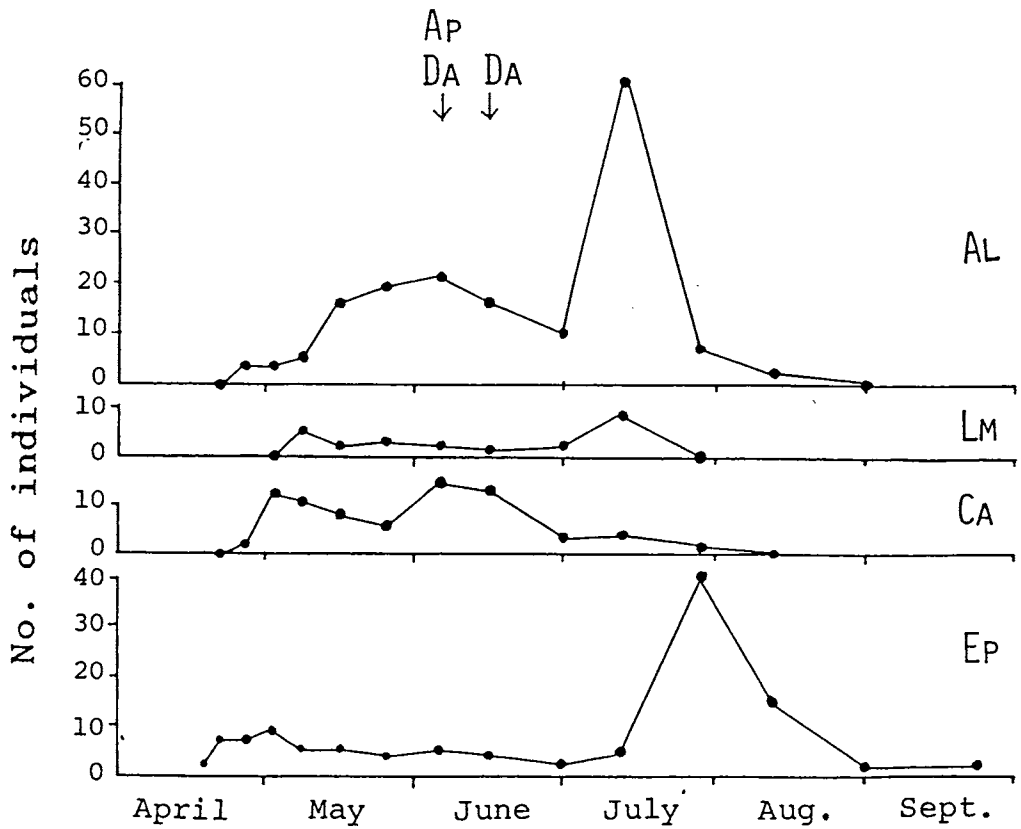
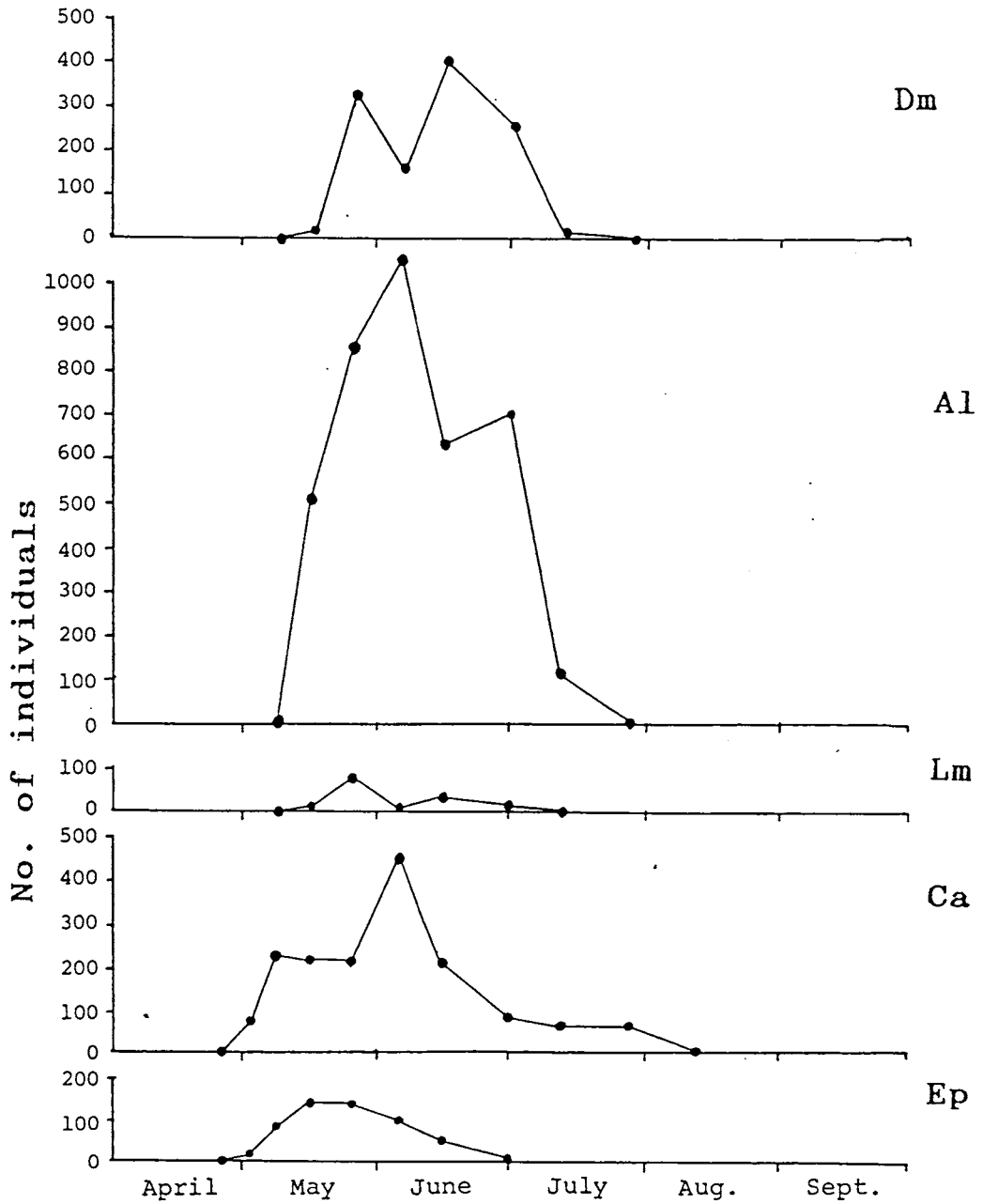


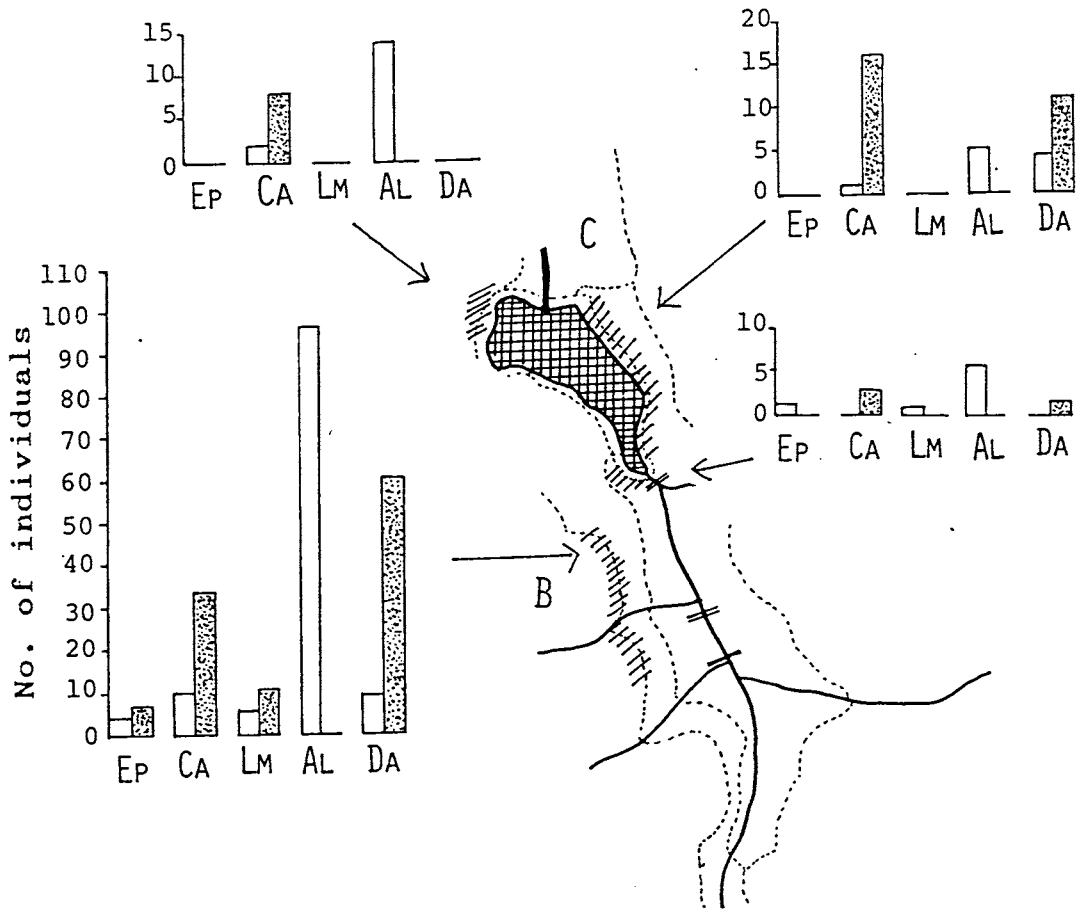
図1-5 ハクサンアザミのシュート内でのアザミ食葉性甲虫類の卵の垂直分布. EP: ヤマトアザミテントウ, CA: アオカメノコ
 ハムシ, LM: アザミクビボソハムシ, AL: アザミカミナリ
 ハムシ, DA: キベリトゲトゲ. ここでは1982年のデータから,
 シュートあたり20-25枚の葉をもつもののみを選んで整理した.



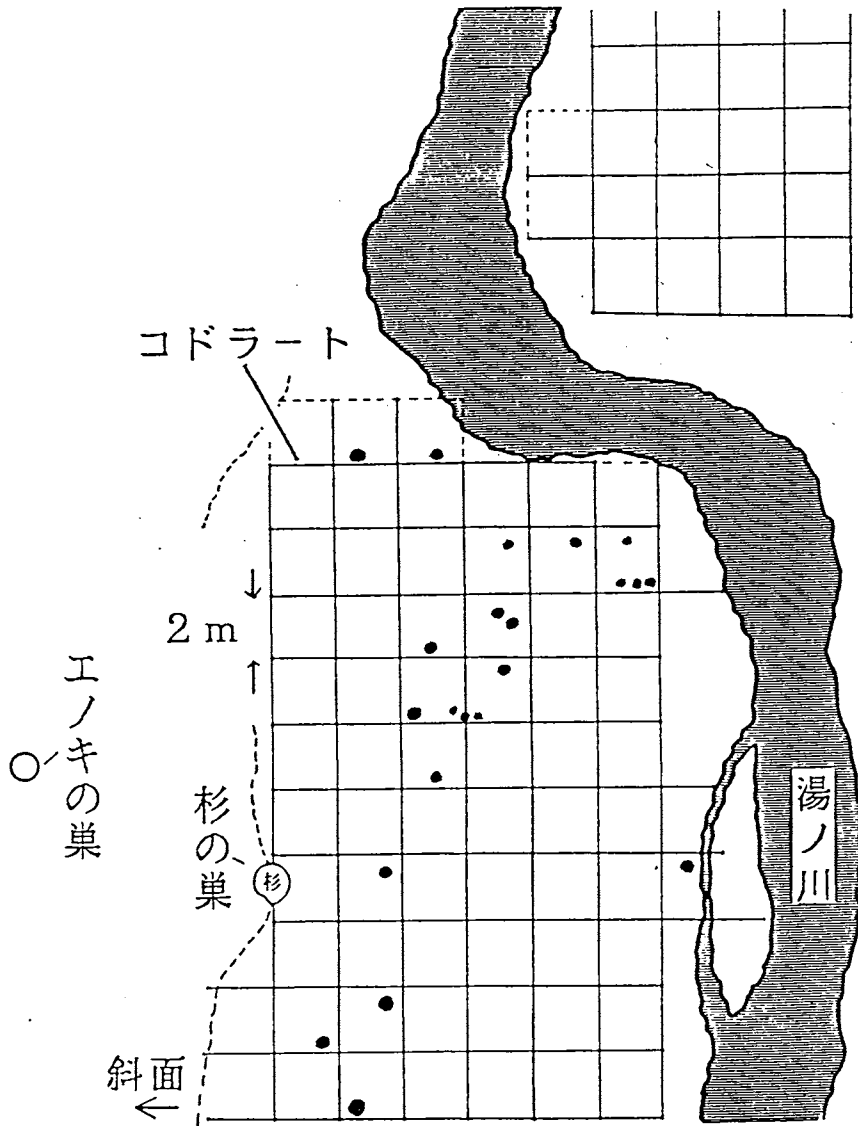
図I-6 溪流の岸辺のハクサンアザミ群落(A)でのアザミ食葉性甲虫類の成虫個体数変化(1982). EP: ヤマトアザミテントウ, CA: アオカメノコハムシ, LM: アザミクビボソハムシ, AL: アザミカミナリハムシ, DA: キベリトゲトゲ, AP: ベーリーマルノミハムシ.



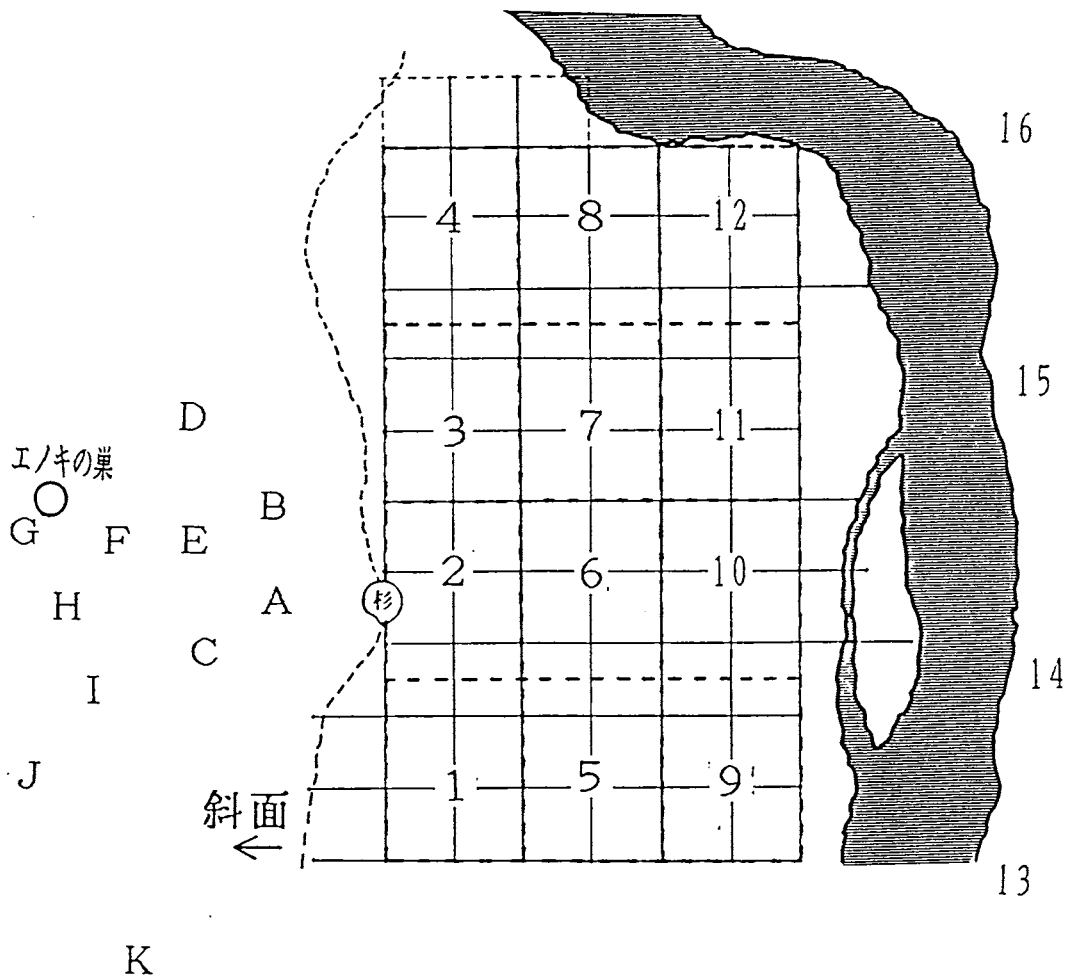
図I-7 溪流の岸辺のハクサンアザミ群落(A)でのアザミ食葉性
 甲虫類の卵数の変化(1982). EP: ヤマトアザミテントウ,
 CA: アオカメノコハムシ, LM: アザミクビボソハムシ,
 AL: アザミカミナリハムシ, DA: キベリトゲトゲ.



図I-8 玉泉湖周辺(C)および山腹の道沿い(B)のハクサンアザミ群落でのアザミ食葉性甲虫類の越冬成虫数(白抜きヒストグラム)と卵数(点ヒストグラム)の変化(1989)。EP: ヤマトアザミテントウ, CA: アオカメノコハムシ, LM: アザミクビボソハムシ, AL: アザミカミナリハムシ (XXXは卵が多数であったことを示す), DA: キベリトゲトゲ。

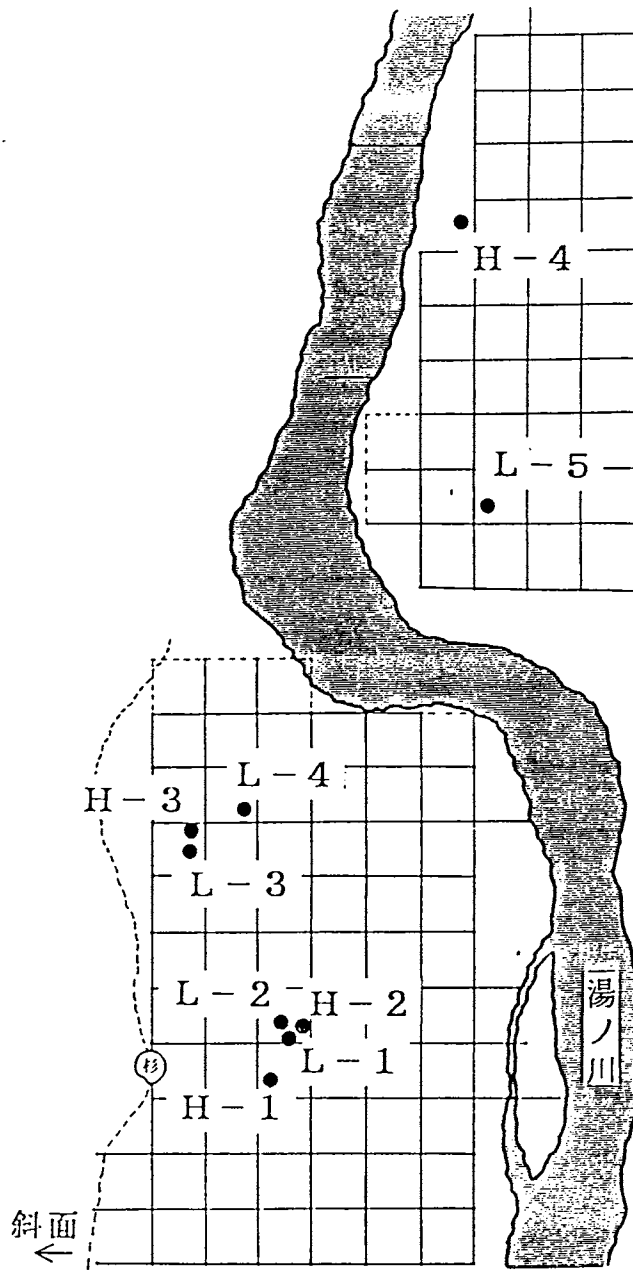


図II-1 砂州(S)に張ったコドラートの見取り図。湯ノ川が中央をながれ、両側は急斜面である。アザミの位置を点で表した。杉とエノキには、ムネアカオオアリが営巣していた。



図II-2 トタン板をおいた位置。

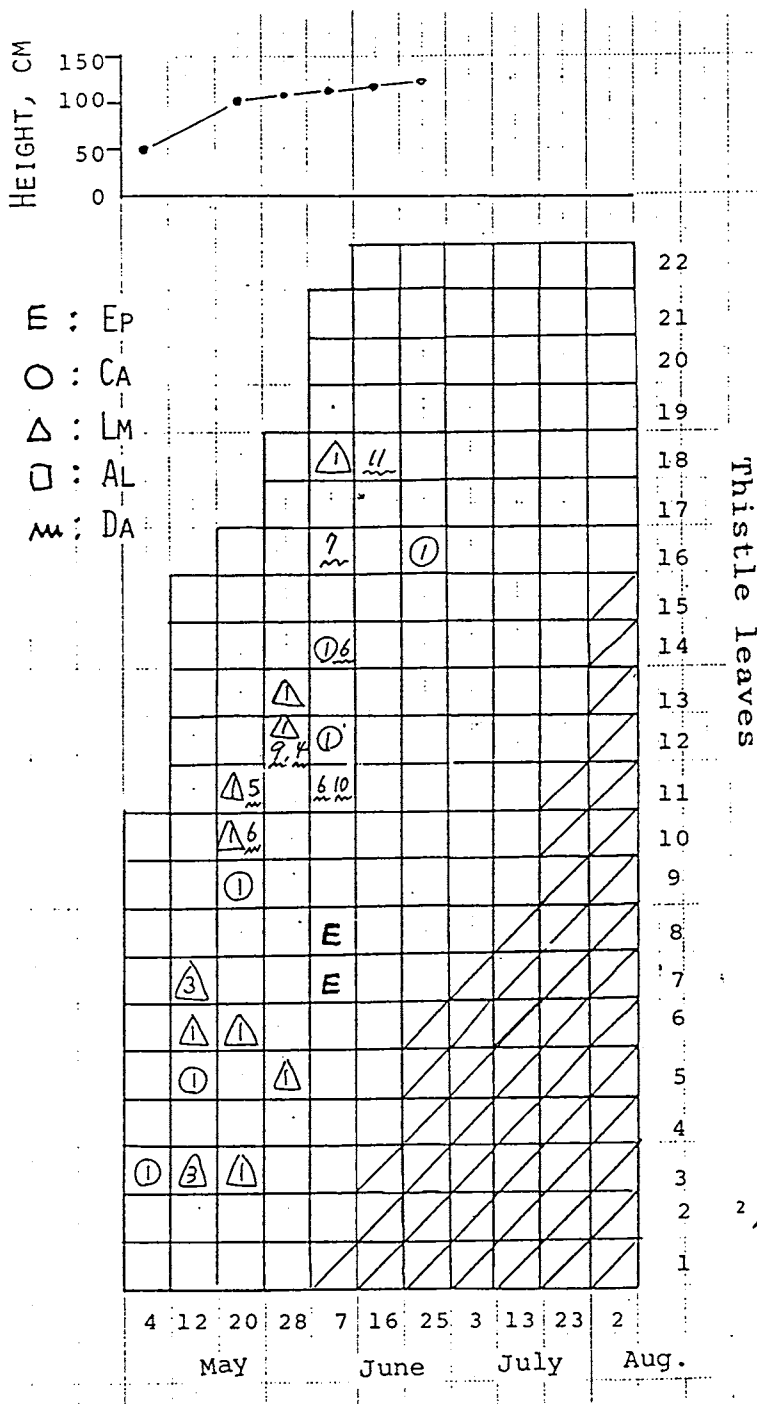
コドラート内と川の対岸でトタンを置いた所は1~16の番号で表し、斜面上のトタン板は、A~Kで表した。



図II-3 調査したイタドリの位置。

L-1 ~ L-5 は、観察開始時に、草丈の低かった茎。

H-1 ~ H-4 は、草丈の高かった茎。いずれもできるだけ茎の太さの等しいものを選んだ。



図I-4 ハクサンアザミのシュート1本に産みつけられた食葉性甲虫類の卵の葉あたり分布例。E: ヤマトアザミテントウ, CA: アオカメノコハムシ, LM: アザミクビボソハムシ, AL: アザミカミナリハムシ, DA: キベリトゲトゲ。左上図: アザミの高さの生長。

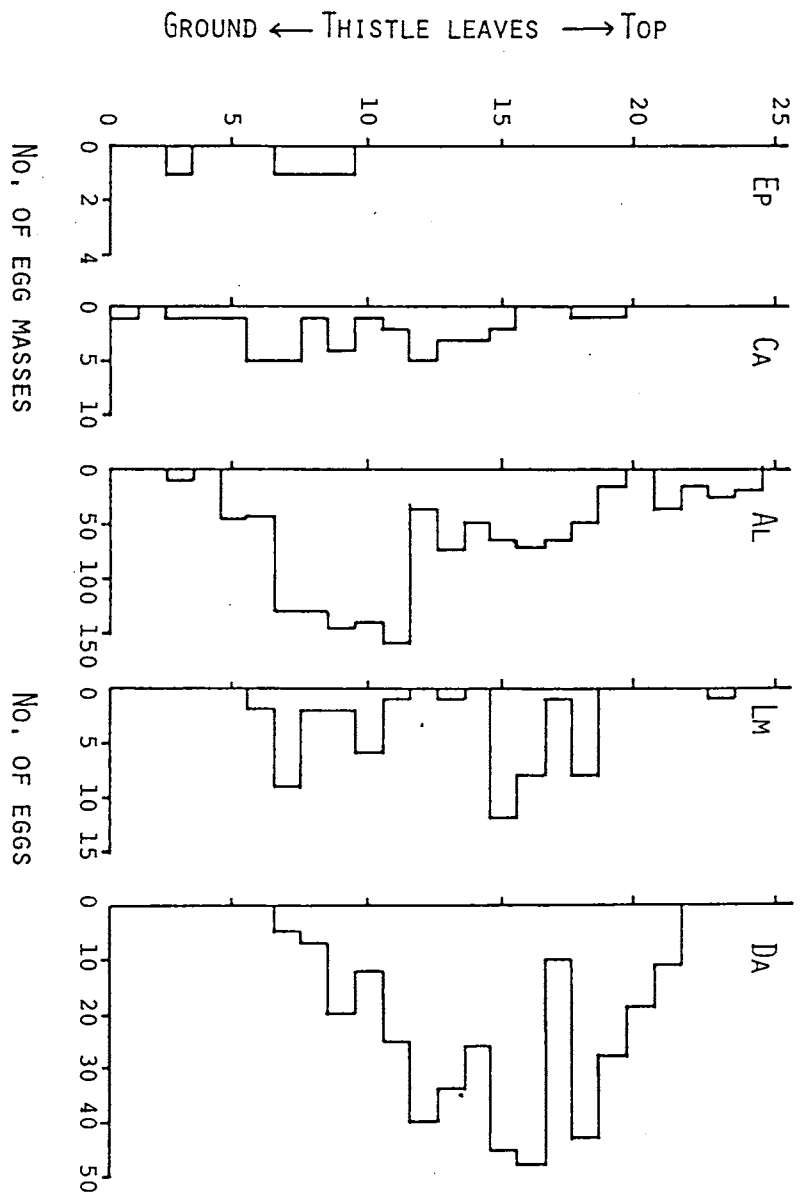
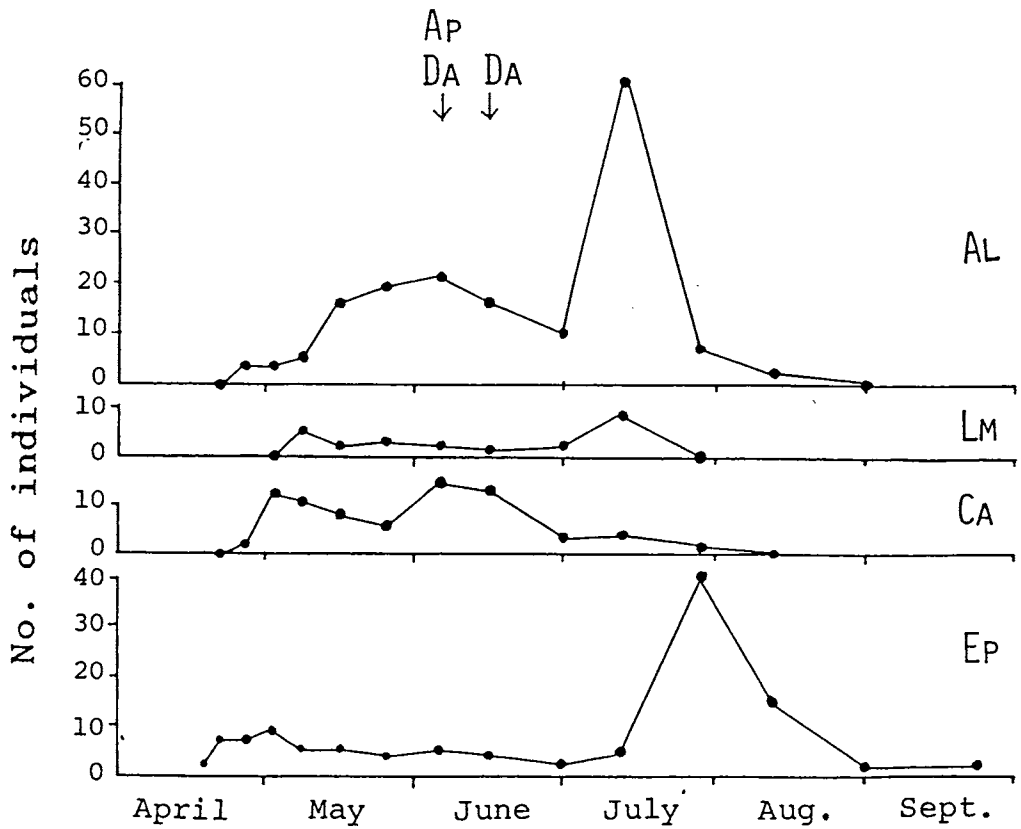
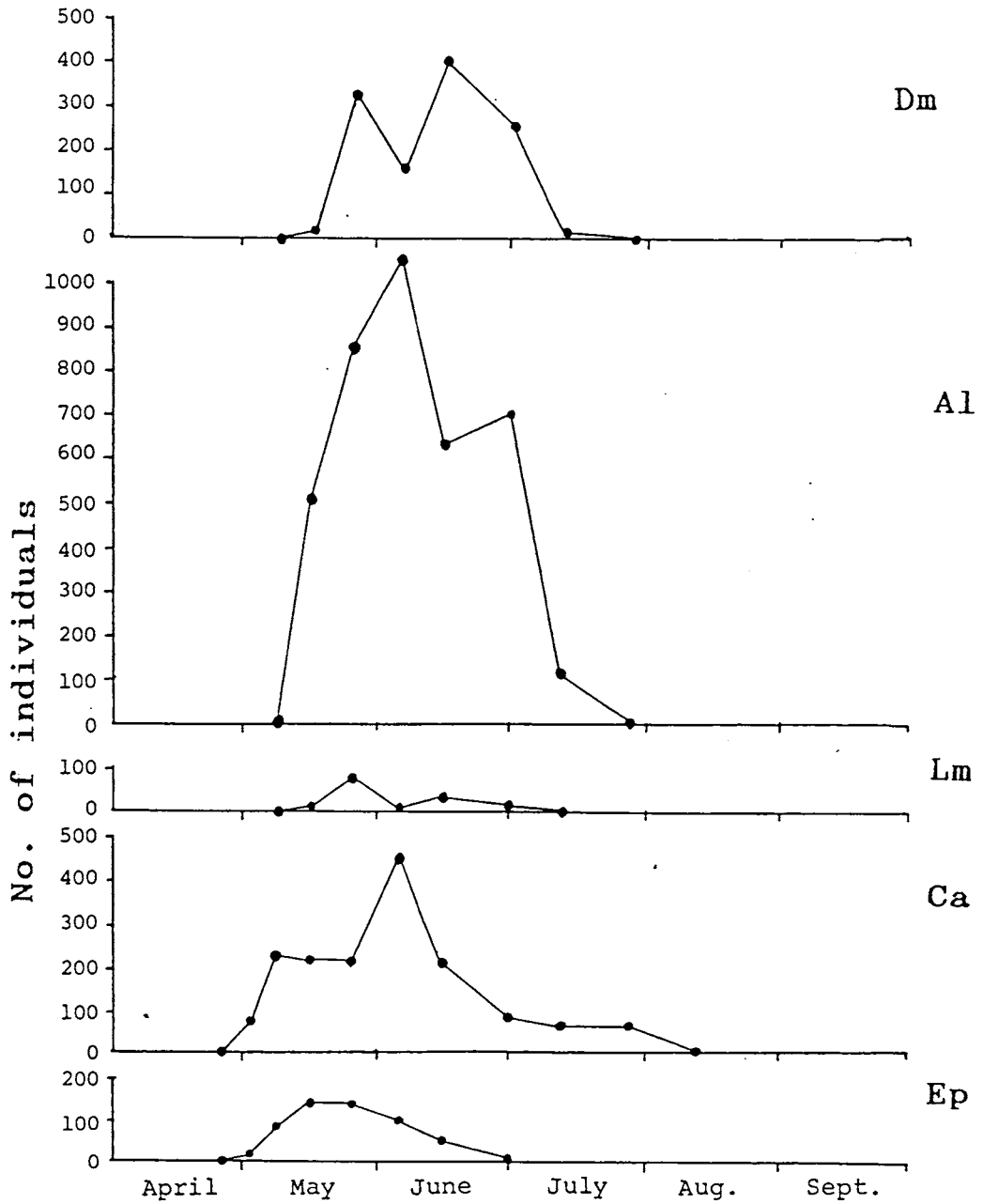


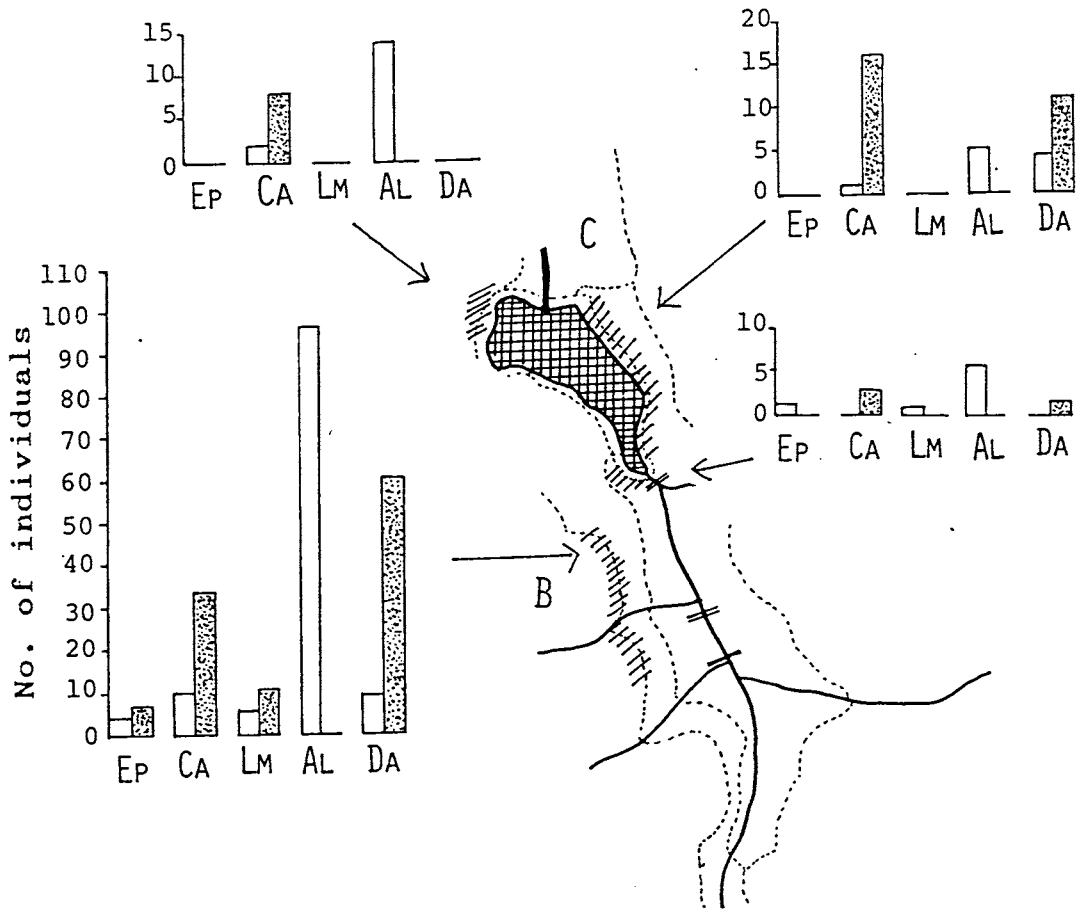
図1-5 ハクサンアザミのシュート内でのアザミ食葉性甲虫類の卵の垂直分布. EP:ヤマトアザミテントウ, CA:アオカメノコ
 ハムシ, LM:アザミクビボソハムシ, AL:アザミカミナリ
 ハムシ, DA:キベリトゲトゲ. ここでは1982年のデータから,
 シュートあたり20-25枚の葉をもつもののみを選んで整理した.



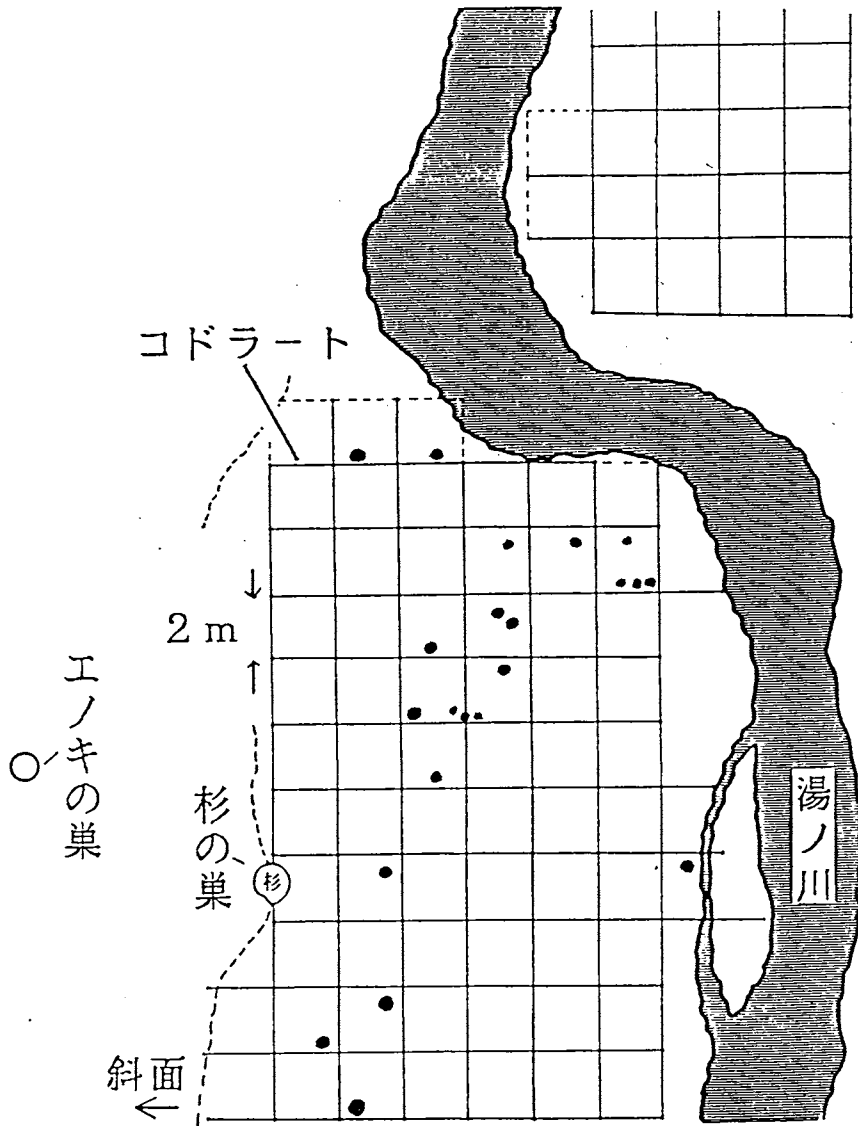
図I-6 溪流の岸辺のハクサンアザミ群落 (A) でのアザミ食葉性
甲虫類の成虫個体数変化(1982). EP: ヤマトアザミテントウ,
CA: アオカメノコハムシ, LM: アザミクビボソハムシ, AL:
アザミカミナリハムシ, DA: キベリトゲトゲ, AP: ベーリー
マルノミハムシ.



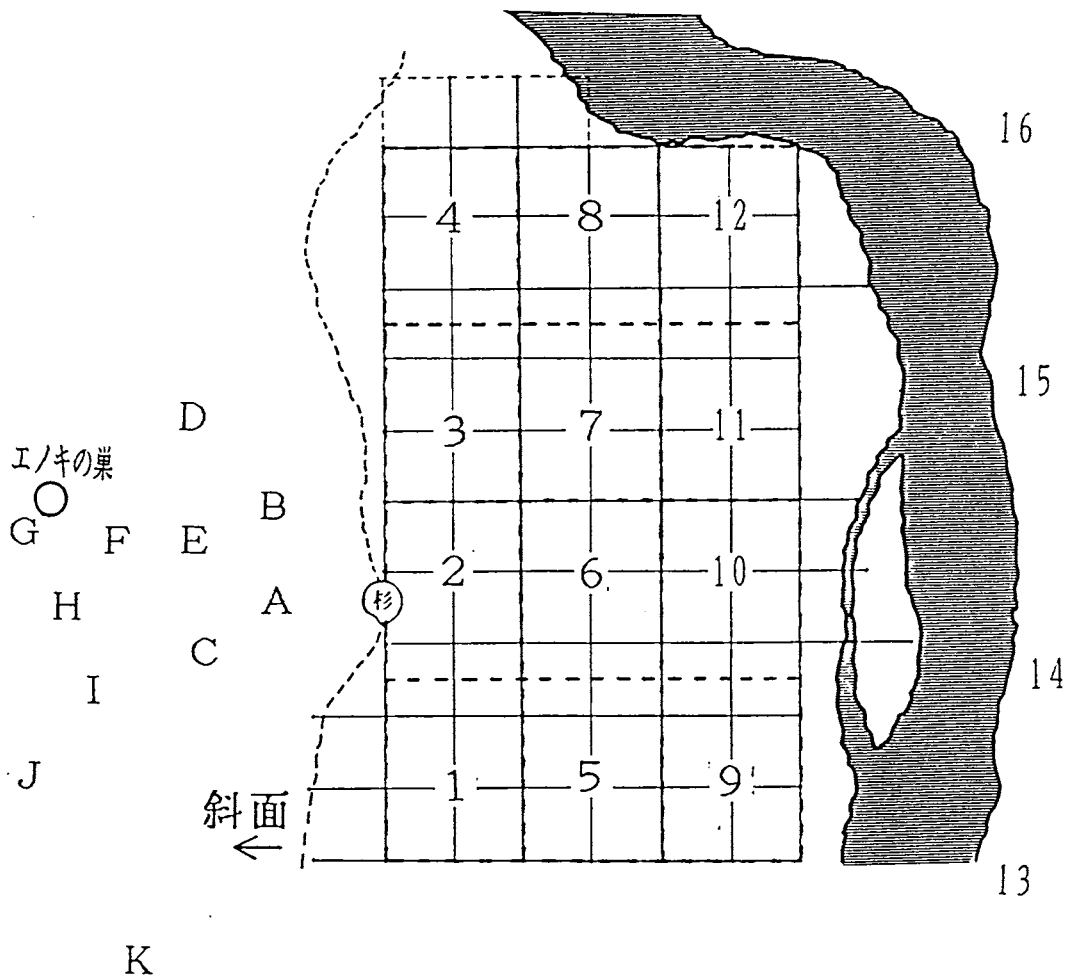
図I-7 溪流の岸辺のハクサンアザミ群落(A)でのアザミ食葉性
 甲虫類の卵数の変化(1982). EP: ヤマトアザミテントウ,
 CA: アオカメノコハムシ, LM: アザミクビボソハムシ,
 AL: アザミカミナリハムシ, DA: キベリトゲトゲ.



図I-8 玉泉湖周辺(C)および山腹の道沿い(B)のハクサンアザミ群落でのアザミ食葉性甲虫類の越冬成虫数(白抜きヒストグラム)と卵数(点ヒストグラム)の変化(1989)。EP: ヤマトアザミテントウ, CA: アオカメノコハムシ, LM: アザミクビボソハムシ, AL: アザミカミナリハムシ (XXXは卵が多数であったことを示す), DA: キベリトゲトゲ。

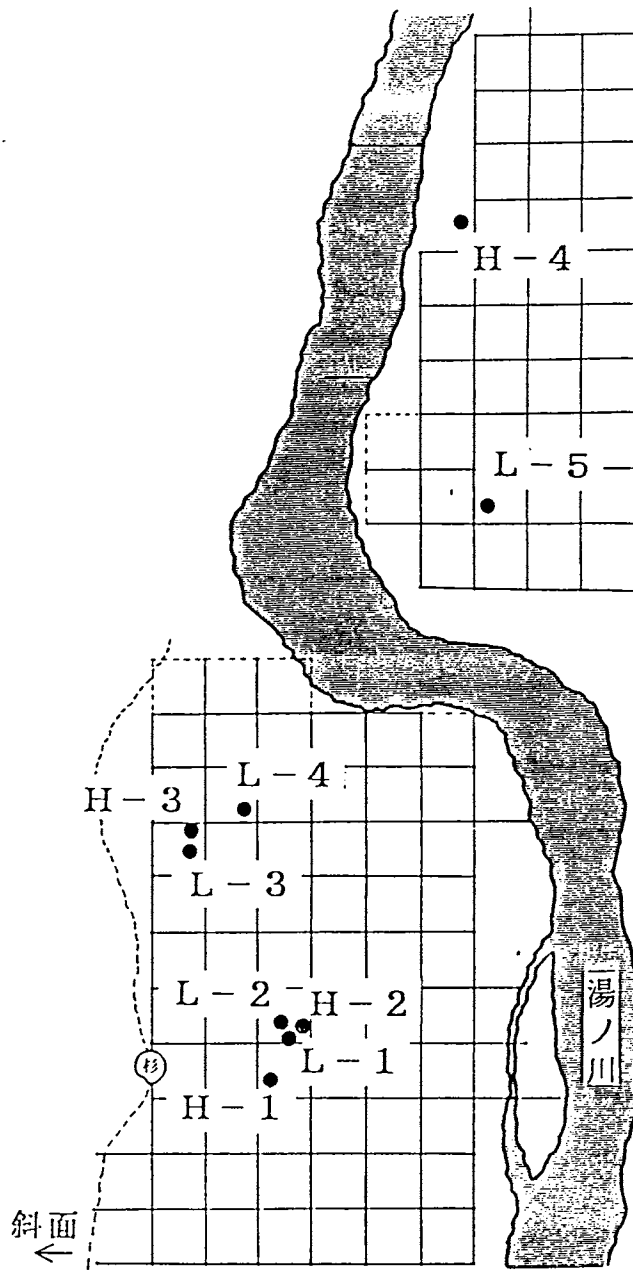


図II-1 砂州(S)に張ったコドラートの見取り図。湯ノ川が中央をながれ、両側は急斜面である。アザミの位置を点で表した。杉とエノキには、ムネアカオオアリが営巣していた。



図II-2 トタン板をおいた位置。

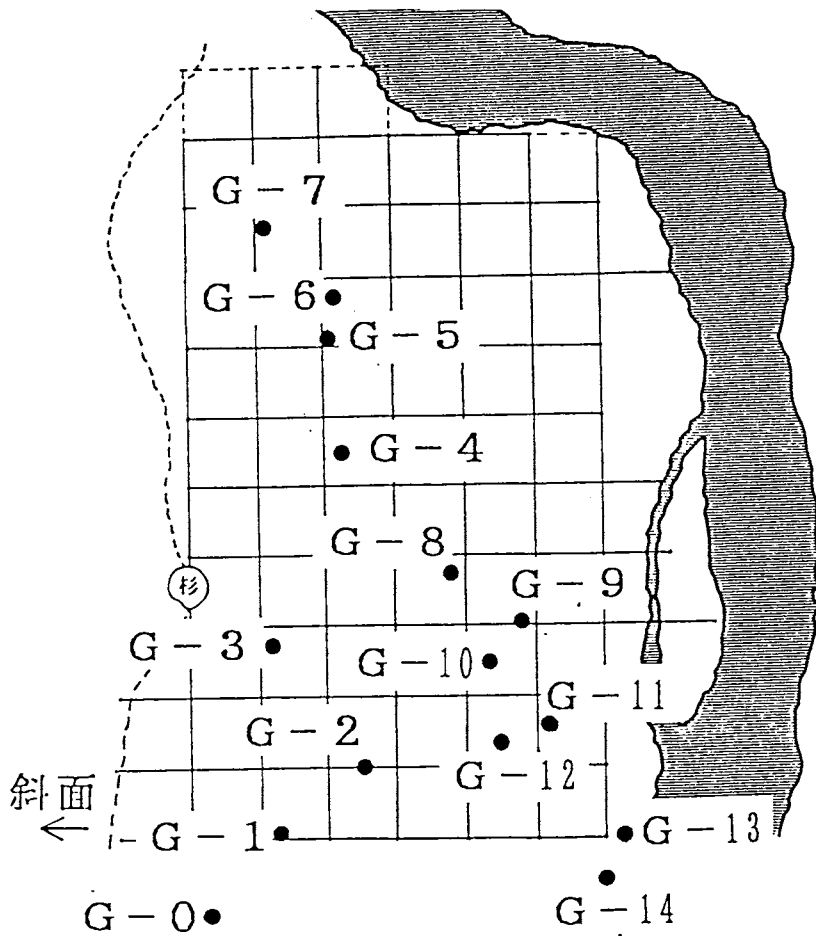
コドラート内と川の対岸でトタンを置いた所は1~16の番号で表し、斜面上のトタン板は、A~Kで表した。



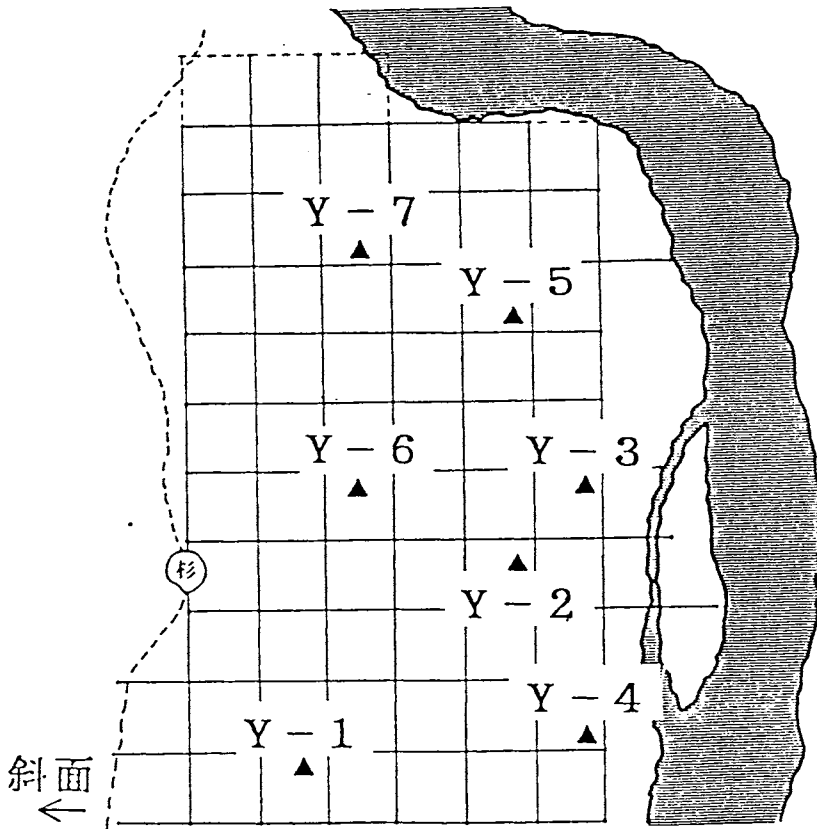
図II-3 調査したイタドリの位置。

L-1 ~ L-5 は、観察開始時に、草丈の低かった茎。

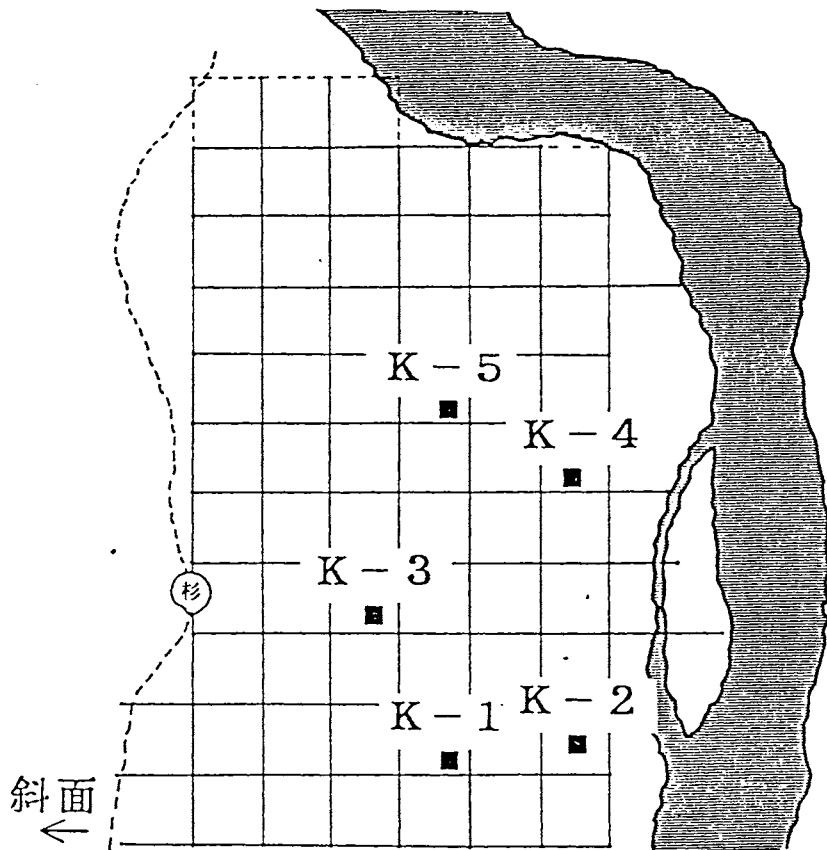
H-1 ~ H-4 は、草丈の高かった茎。いずれもできるだけ茎の太さの等しいものを選んだ。



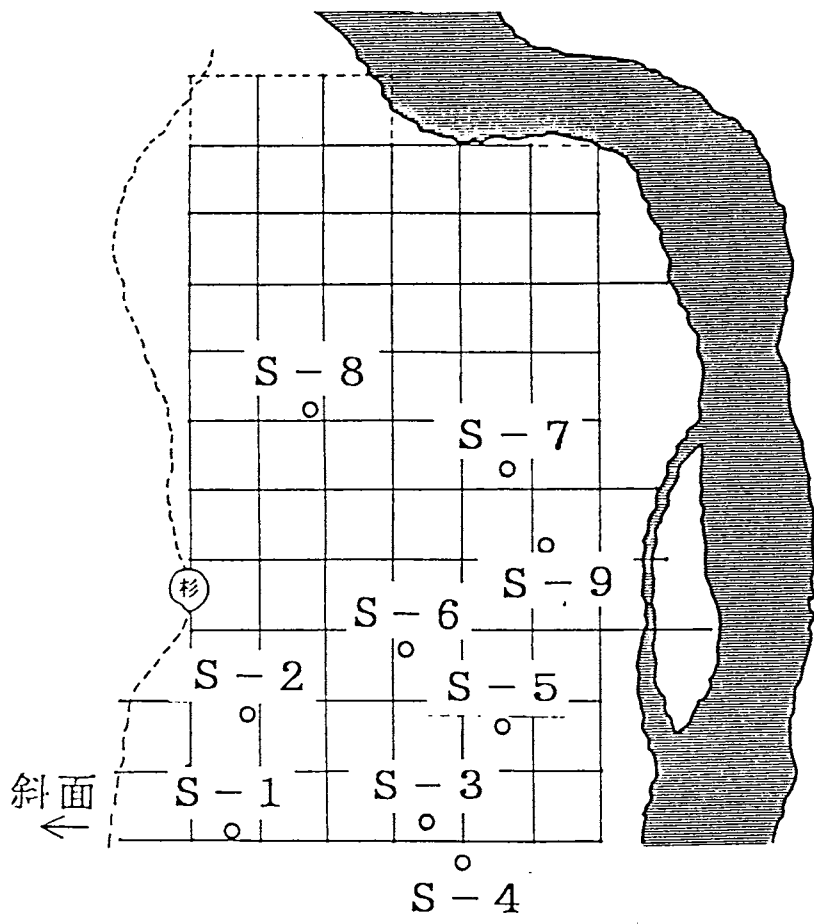
図II-4 調査したエゾノギシギシの位置。
1ヶ所あたり、1茎づつ調べた。



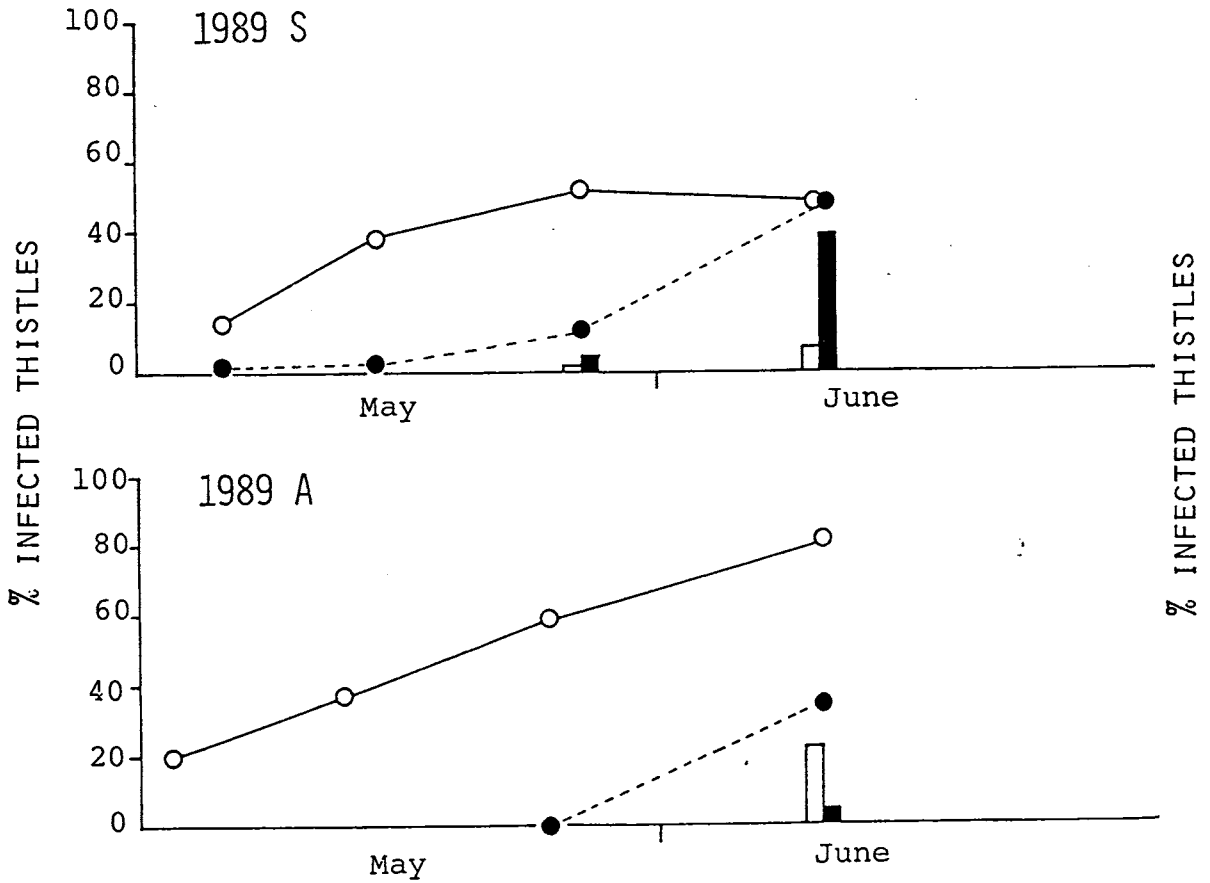
図II-5 調査したヨモギの位置。
1ヶ所あたり、3茎ずつ調べた。



図II-6 調査したキク科sp.の位置。
 1ヶ所あたり、3茎ずつ調べた。



図II-7 調査したススキの位置。
1ヶ所あたり、3茎ずつ調べた。



図II-8 砂州（上，S）と溪流沿いのハクサンアザミ（A）でのアリマキの増殖（1989）。折れ線：アリマキに感染したシュートの割合。ヒストグラムは，シュートの上部が覆われるほどの大発生したシュートの割合を示す。白抜き：アザミアミナシアブラムシ。黒つぶし：アザミヒゲナガアブラムシ。

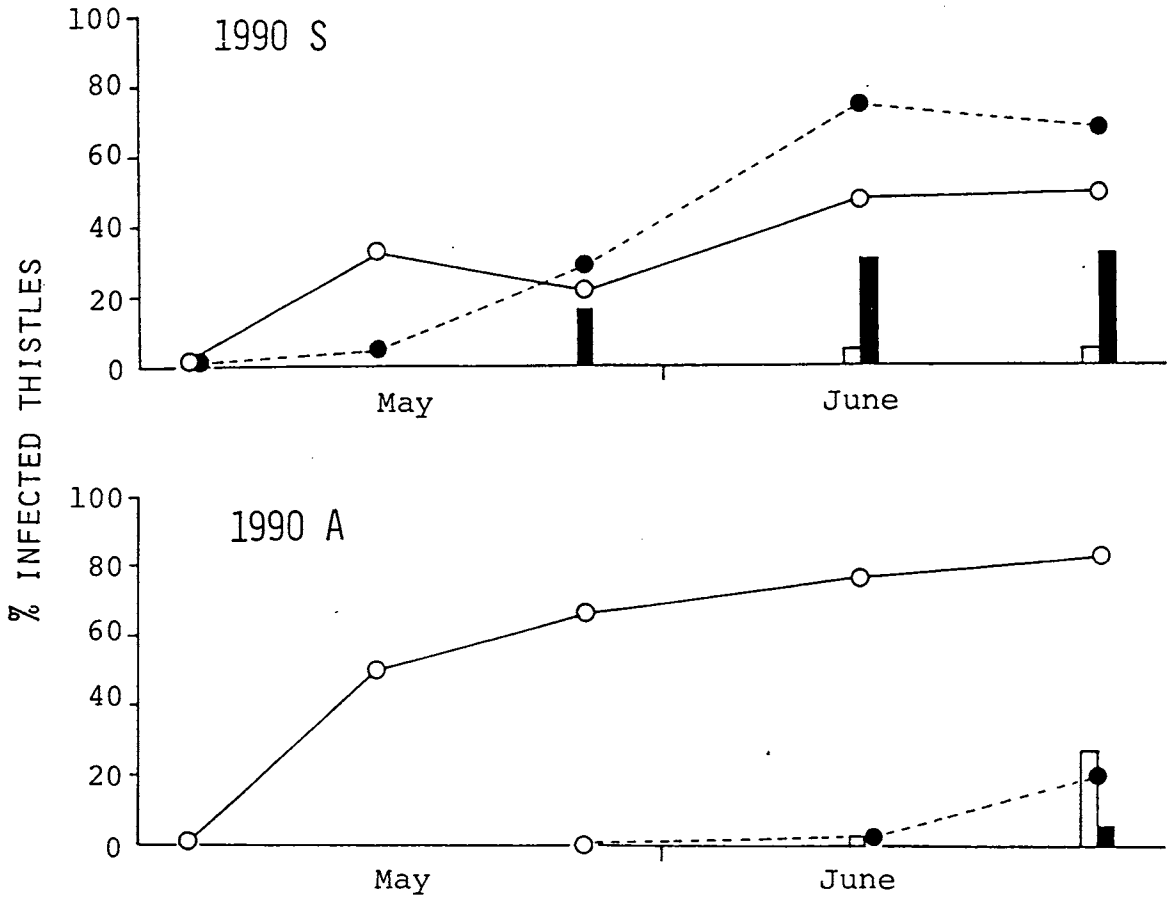
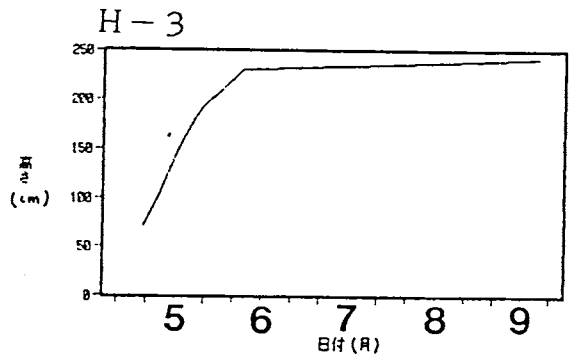
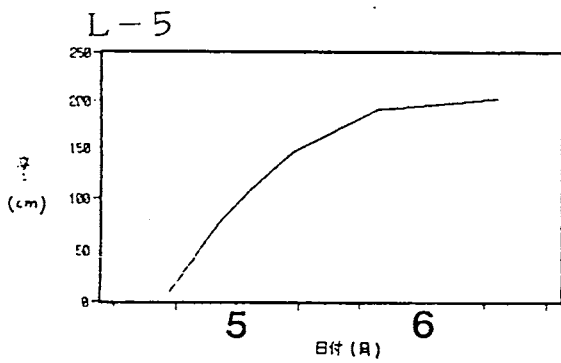
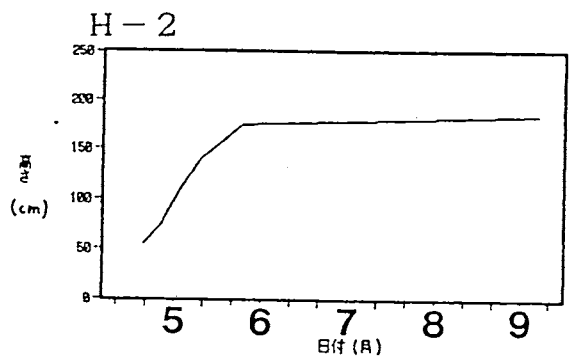
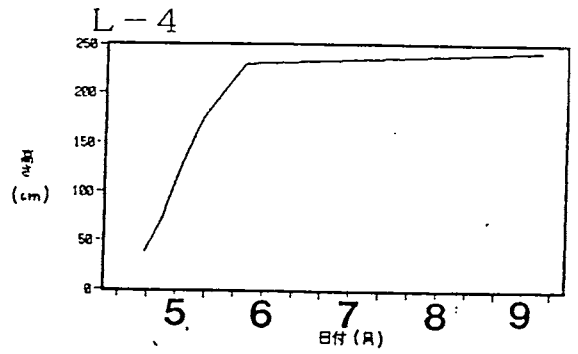
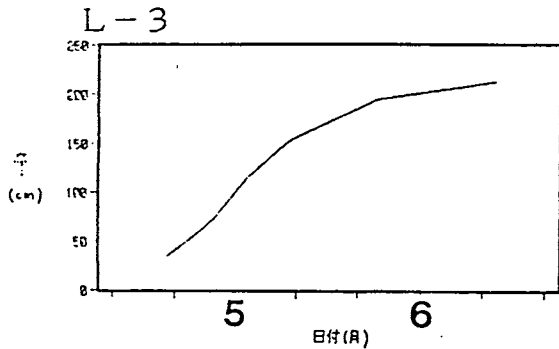


図11-9 砂州（上，S）と溪流沿いのハクサンアザミ（A）でのアリマキの増殖（1990）。折れ線：アリマキに感染したシュートの割合。ヒストグラムは、シュートの上部が覆われるほどの大発生したシュートの割合を示す。白抜き：アザミアミナシアブラムシ。黒つぶし：アザミヒゲナガアブラムシ。



図II-10 イタドリの草丈(L₁)の生長

上図の右側の3茎以外は、9月以前に折れるか枯れるかした。

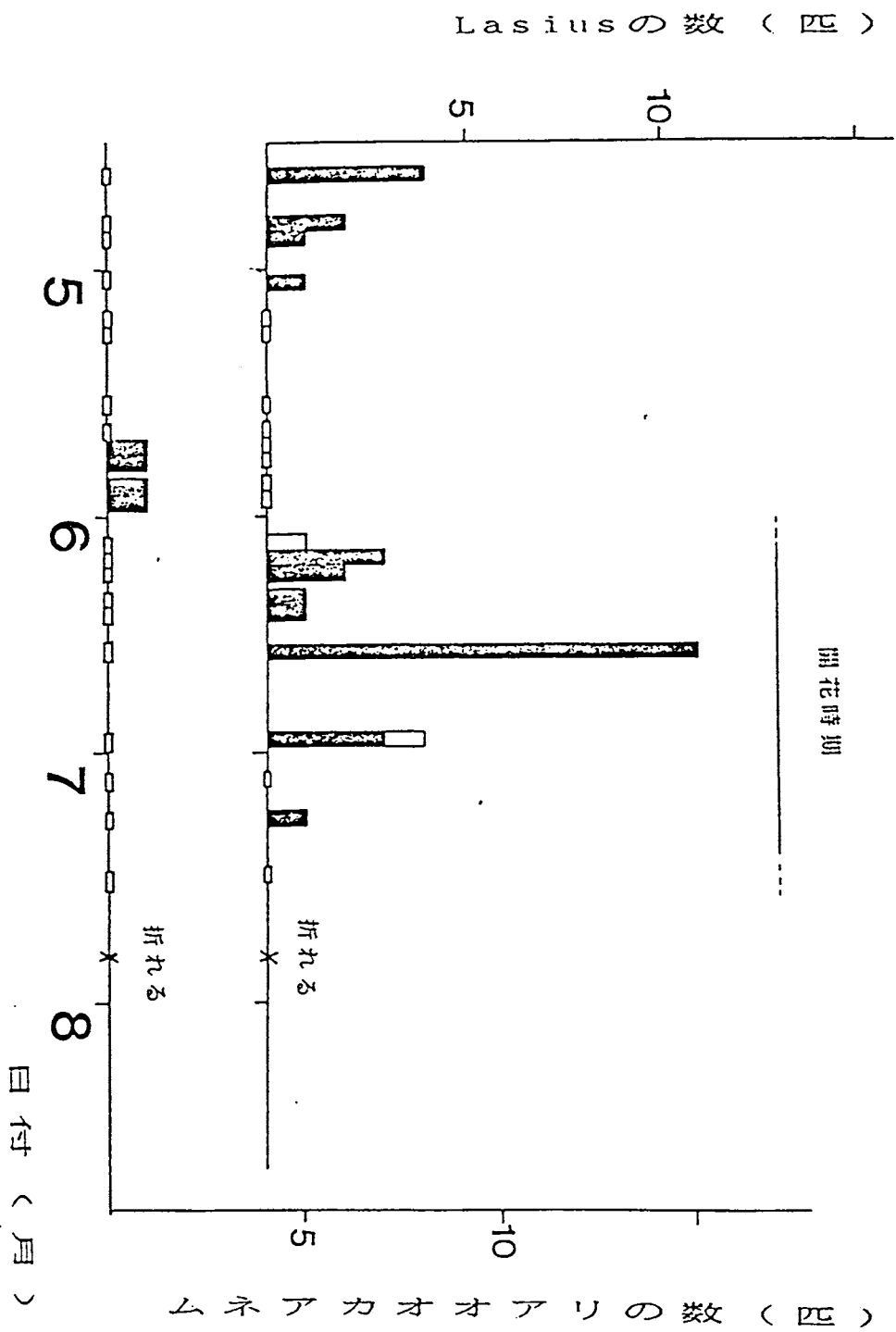
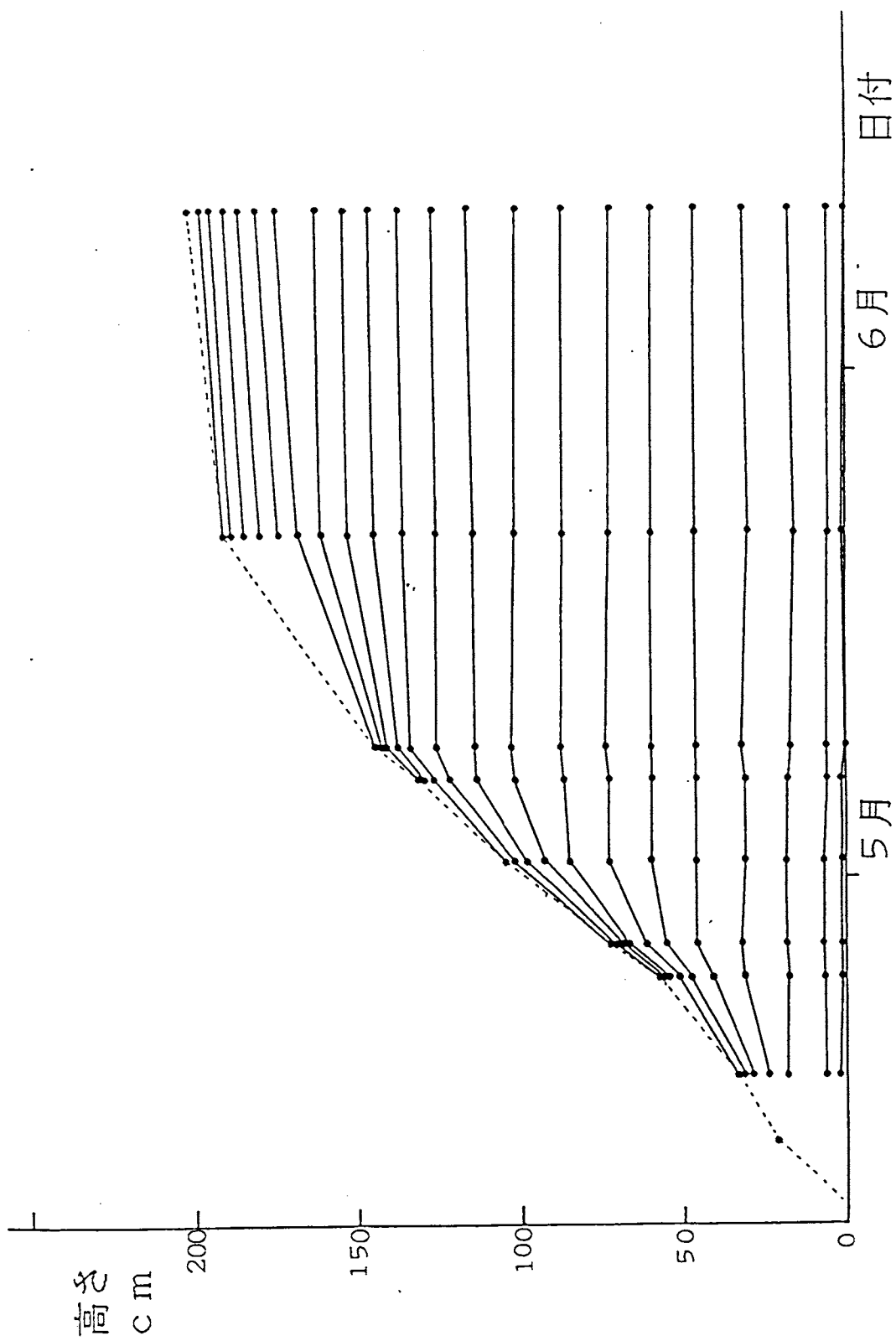


図11-12a イタドリ基上でみられたアリ数の季節変化

L-1の結果で、12時の測定値を使った。上段がLasiusの数であり、下段がムネアカオオアリの数である。白抜きの棒がアリマキに来たアリ数で、黒塗りは蜜腺や花などアリマキ以外に来た数である。Y軸上の白抜きは、測定したがアリがいなかったことを表す。

目付(月)



図II-111 イタドリ各節間の長さ(L₅)の生長。
L-5を使った。実線は、各節までの高さ、破線は、草丈を表す。

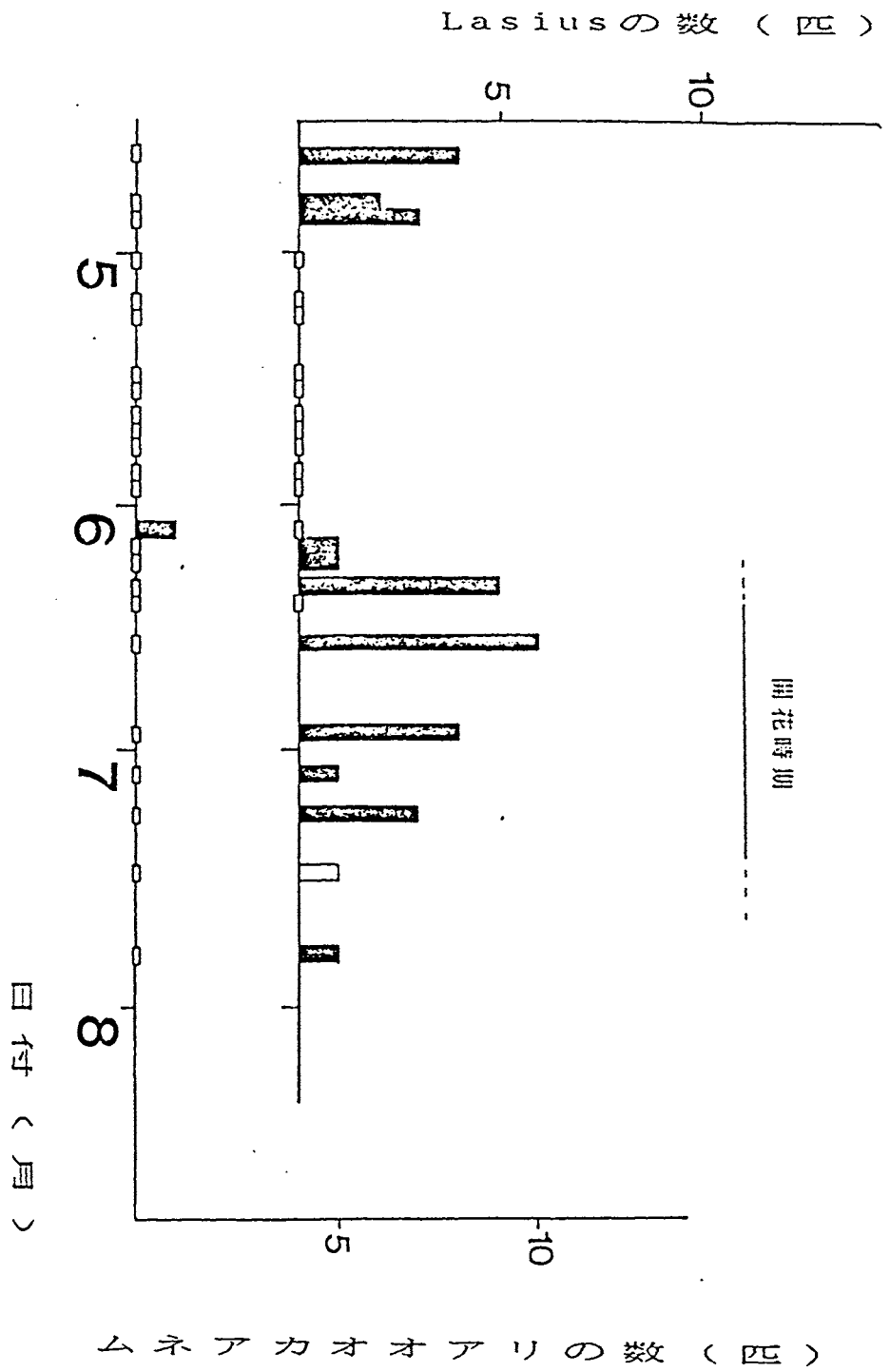


図11-12b イタドリ茎上でみられたアリ数の季節変化
L-2の結果。以下前図に同じ。

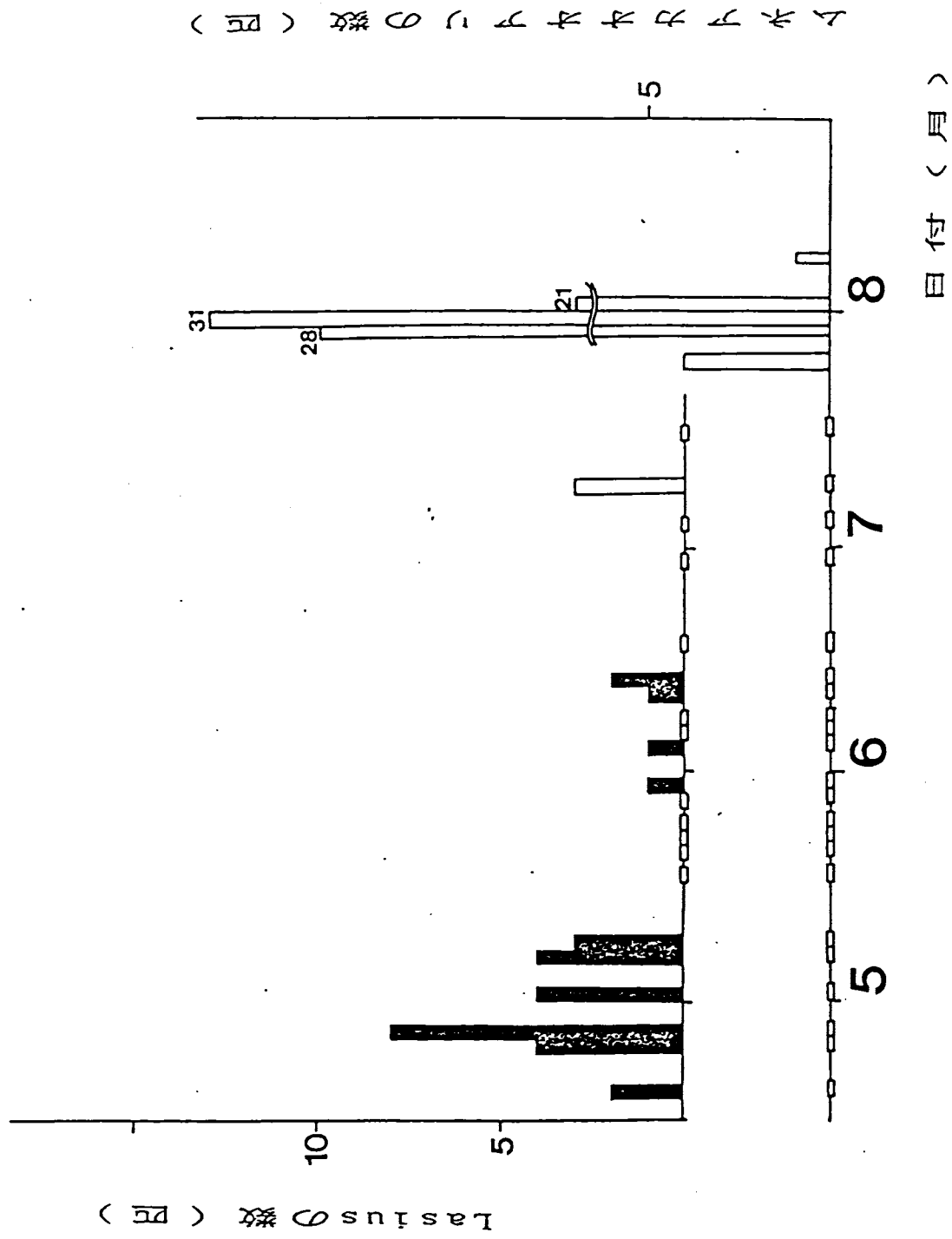


図11-12c イタドリ基上でみられたアリ数の季節変化
L-3の結果。以下前図に同じ。

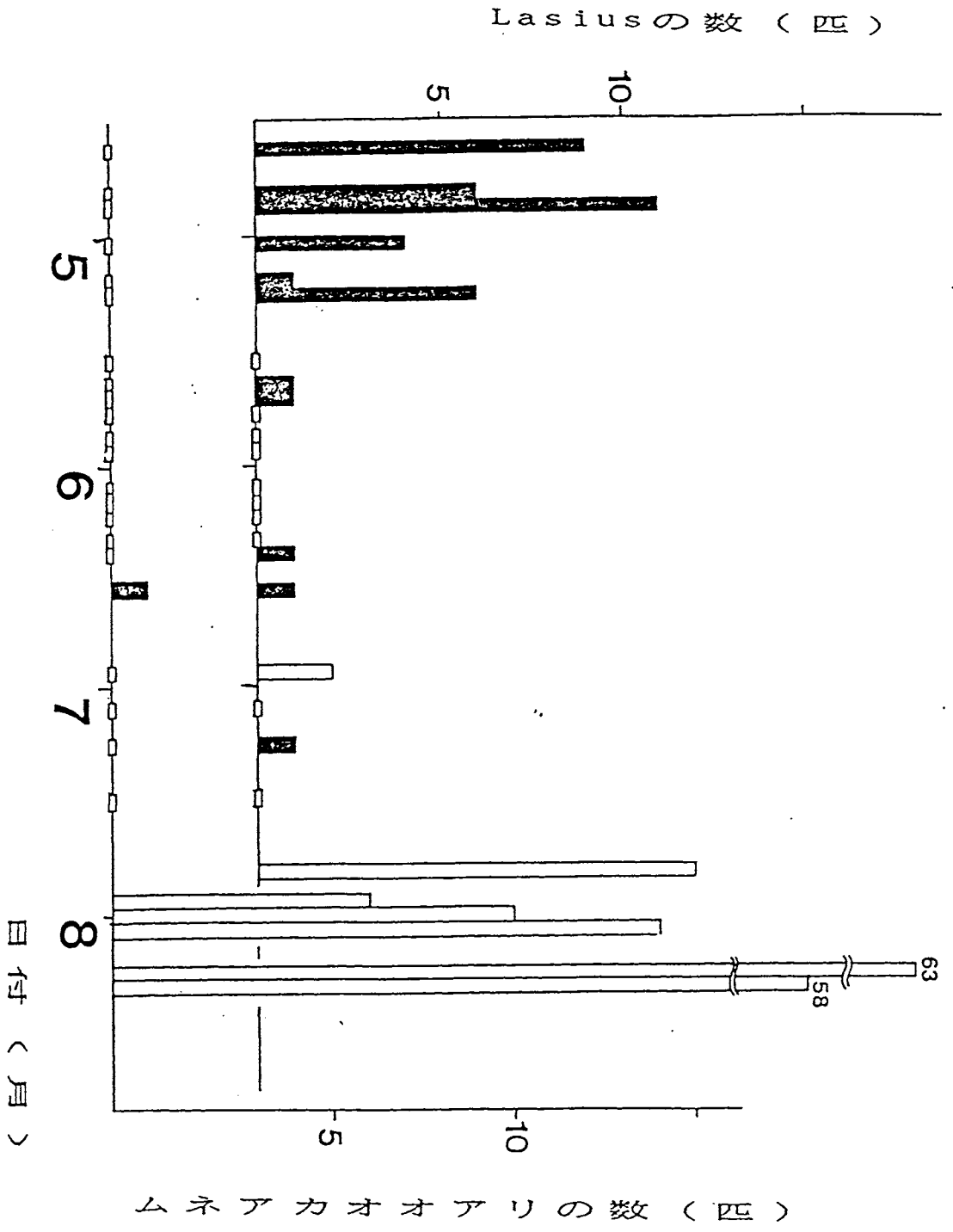


図 11-12d イタドリ基上でみられたアリ数の季節変化
L-4の結果。以下前図に同じ。

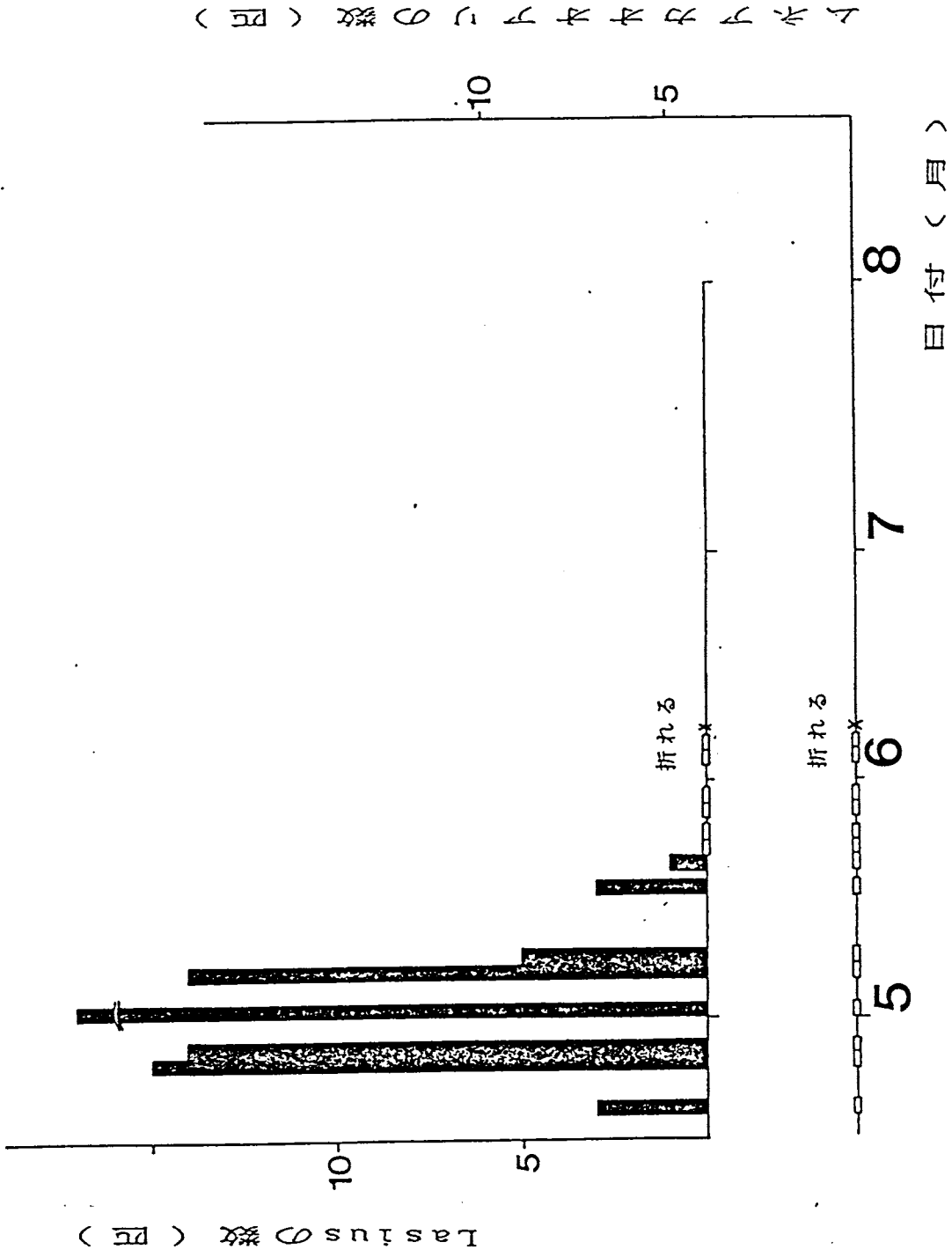
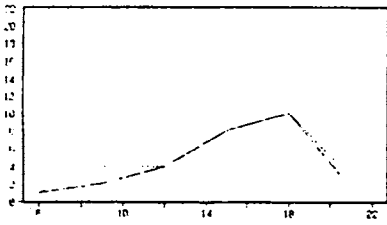
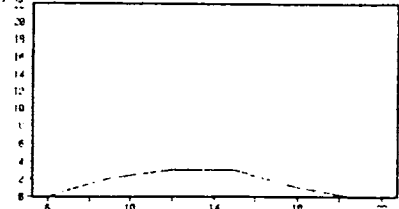


図11-12e イタドリ基上でみられたアリ数の季節変化
L-5の結果。以下前図に同じ。

L-1

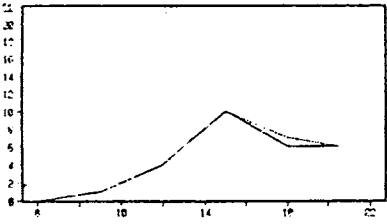


(匹) H-1

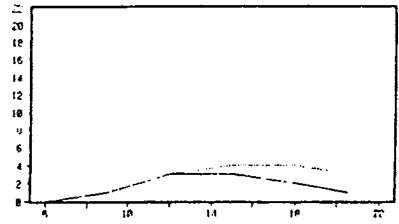


(時)

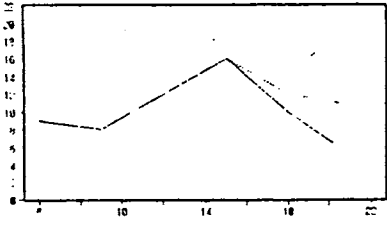
L-2



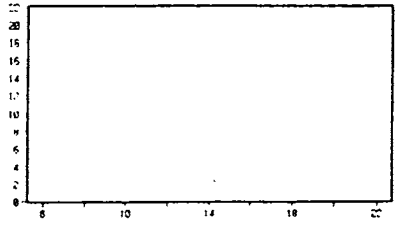
H-4



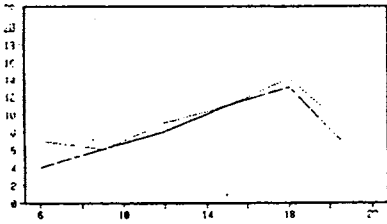
H-3



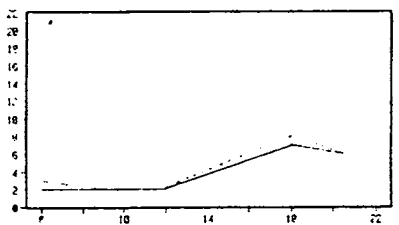
H-2



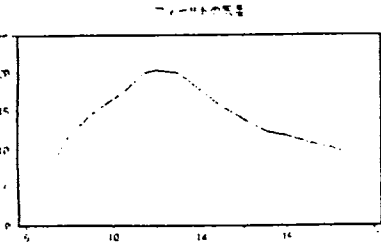
L-4



L-3

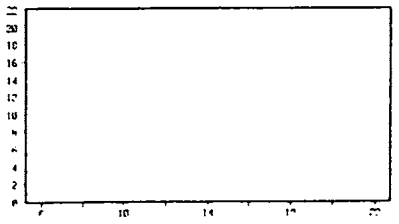


(匹)



(時)

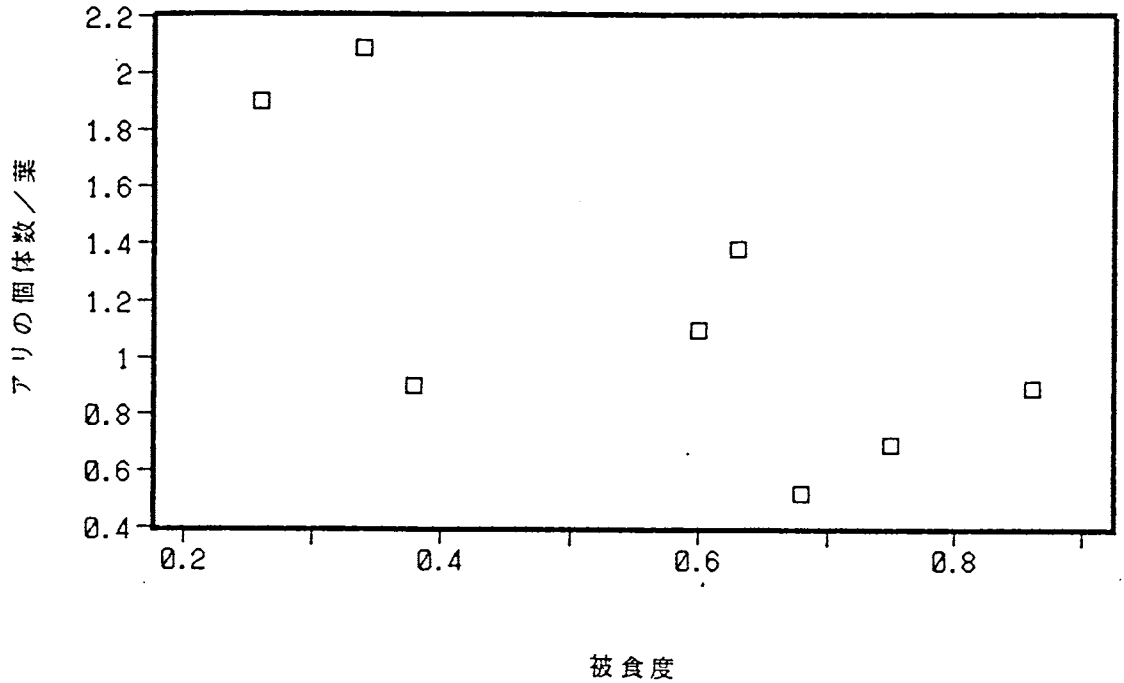
L-5



図II-13 イタドリ茎上でみられたアリ数の日周変化(気温)

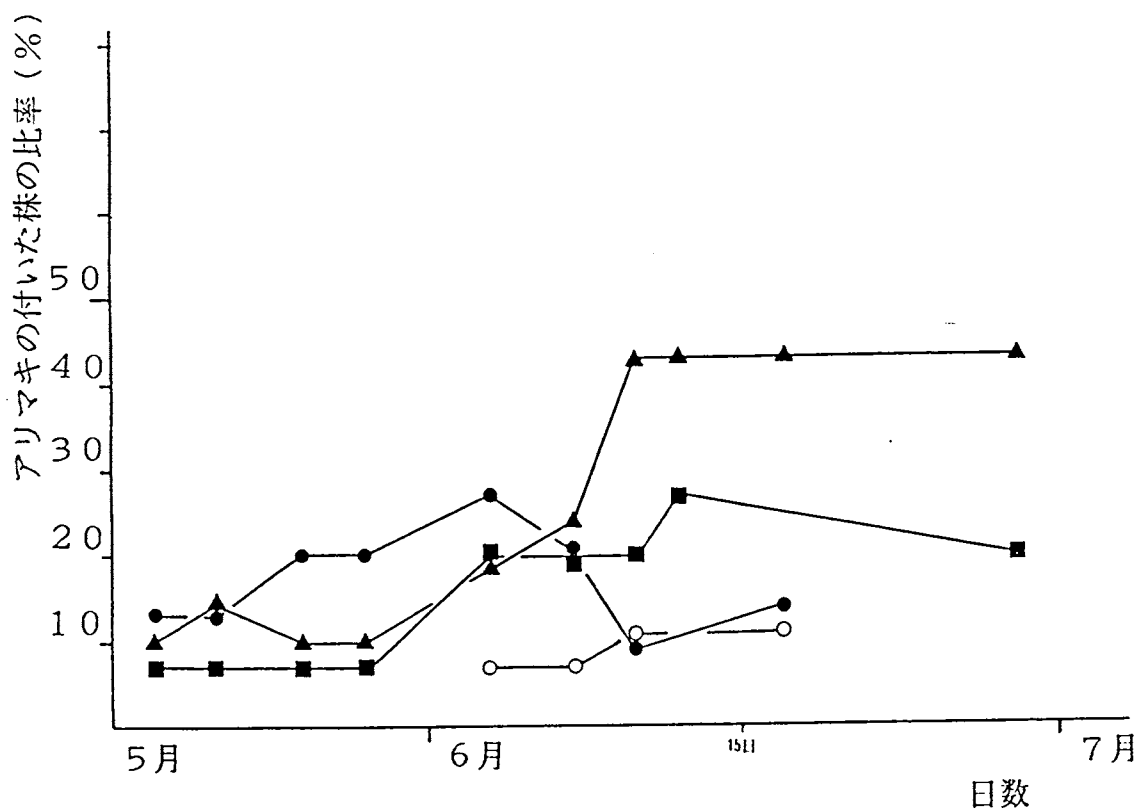
4月19日の測定値で、測定時間は6、9、12、15、18、19時の6回。図は、右上から右下へ行き、続いて左上から左下の順序で、細い茎から太い茎へと並んでいる。実線は蜜腺に来たアリ数で、破線は蜜腺以外の処にいた数と合せたもの。

6月13日調査

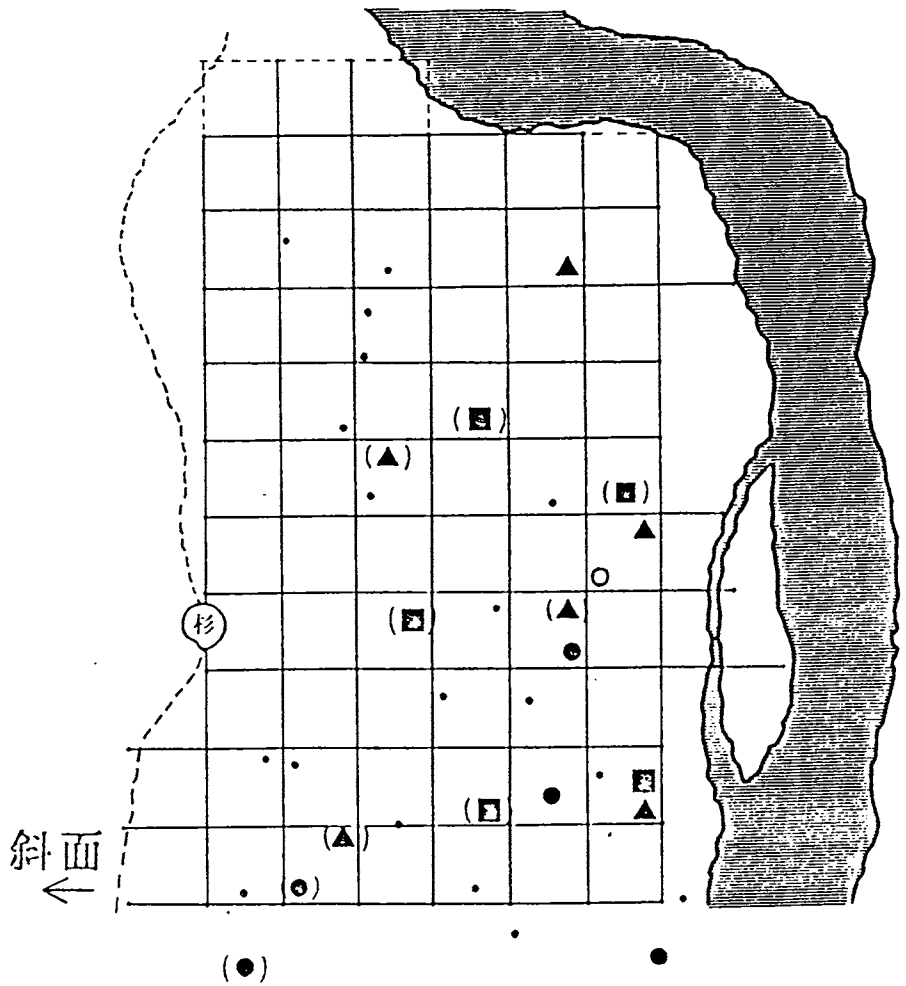


図II-14 イタドリへのアリの来訪数と被食度

縦軸に葉1枚あたりのアリの、のべ来訪数を取り(6月13日の調査までの数)、横軸に被食度をとった。被食度は10%までが値1で、100%では値10である。



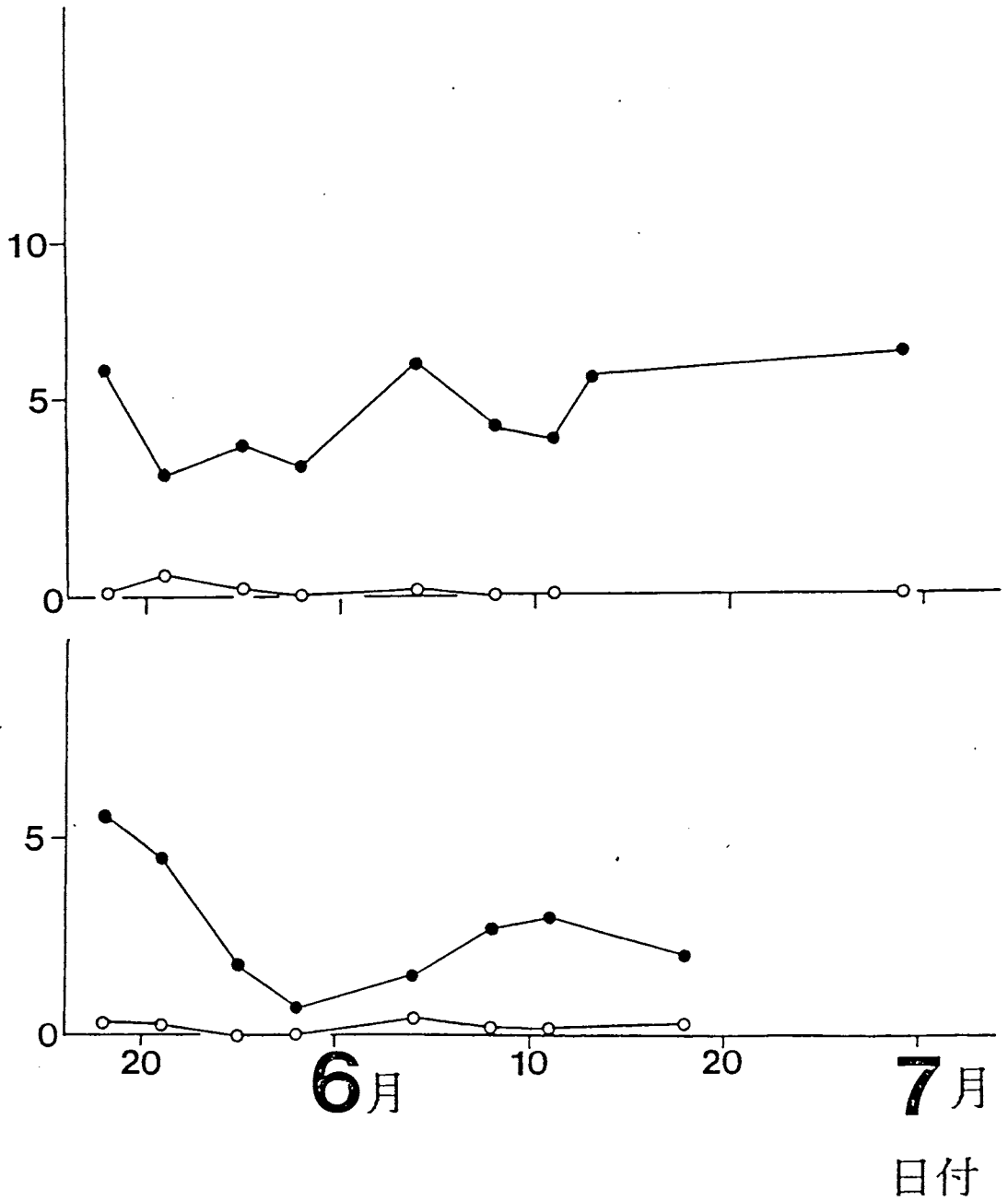
図II-15 アリマキに感染した茎の割合の季節変化
 エゾノギシギシ(●)、ヨモギ(▲)、キク科 sp.(■)、ススキ(○)



図II-16 アリマキによる感染をうけた植物の分布

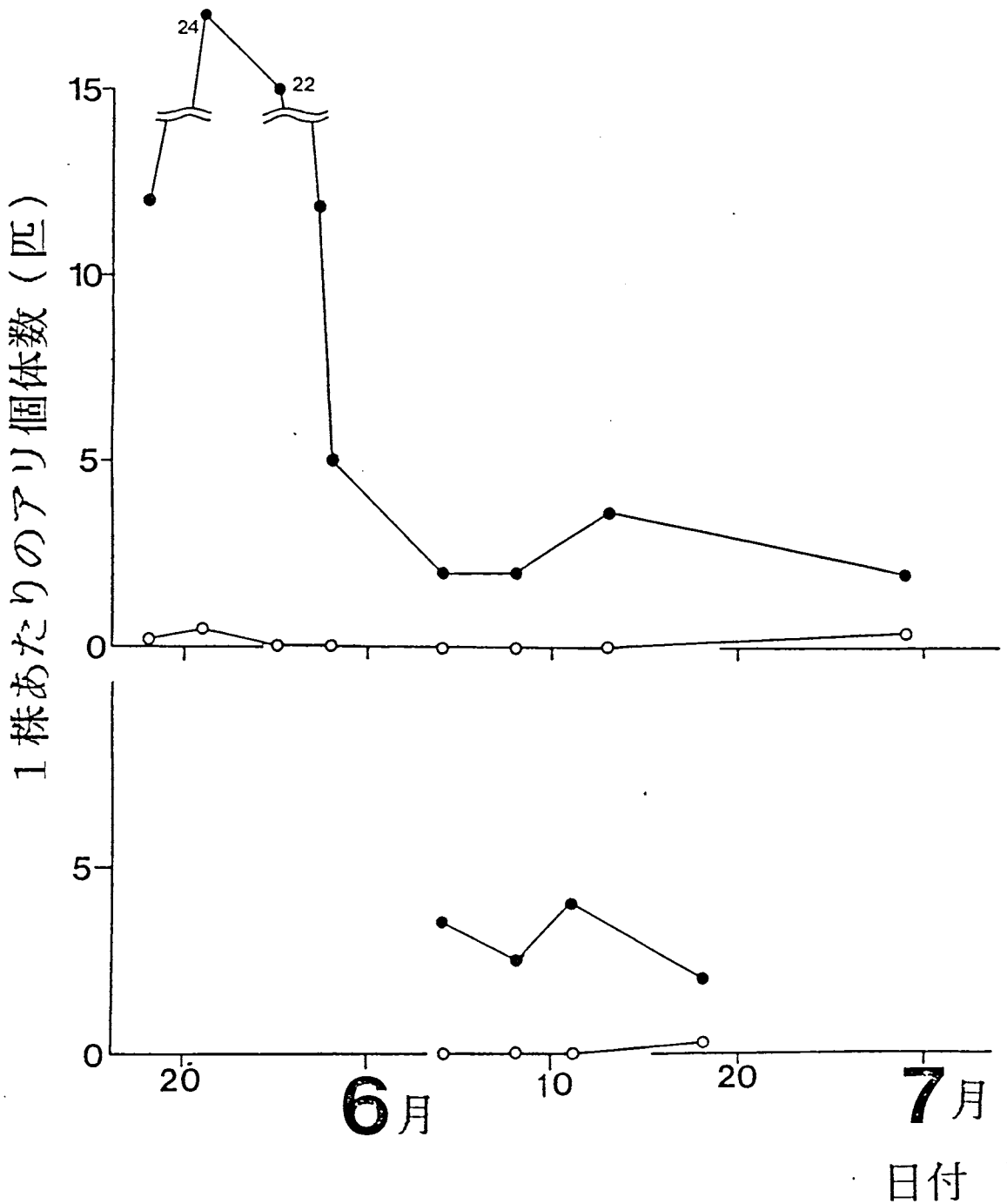
・は、アリマキのつかなかった茎で、●はエゾノギシギシ、▲はヨモギ、■はキク科sp.、○はススキのアリマキのついた茎を表す。かっこは、アリマキが1回のみしか確認できなかったコロニー。

1株あたりのアリ個体数（匹）



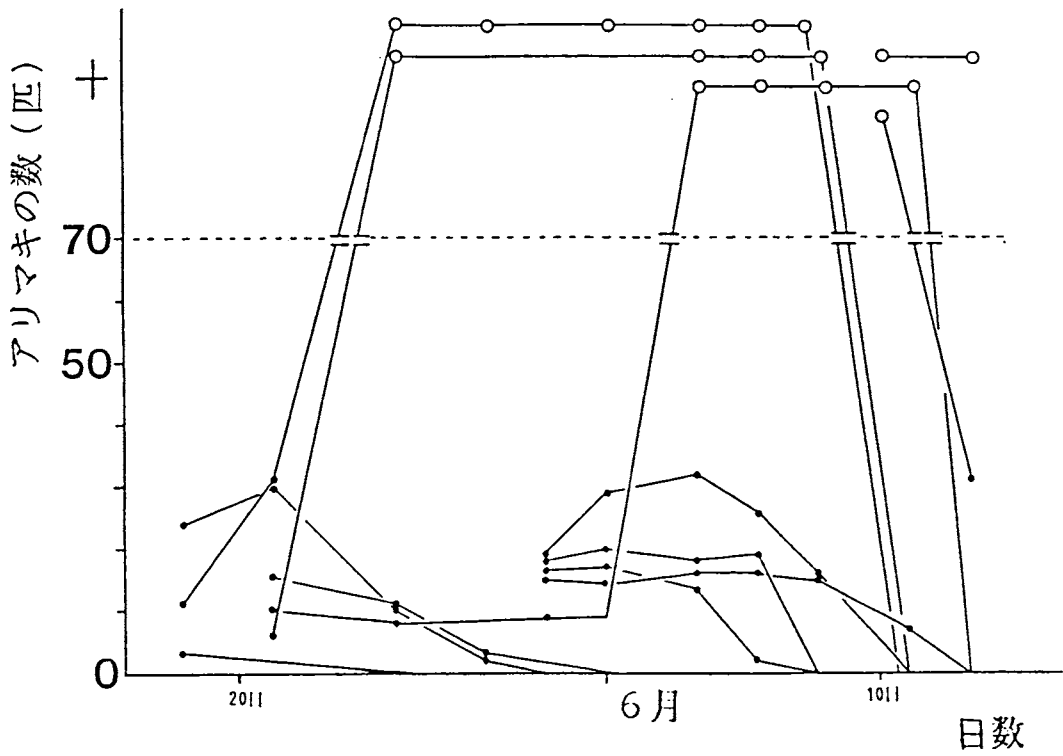
図II-17 エゾノギシギシ(上図)とヨモギ(下図)の、1株あたりのアリ数とアリマキによる感染の有無。

エゾノギシギシとヨモギに来たアリ数を、アリマキのついた茎と、ついていない茎に分けて表した。黒点は、アリマキのついた茎1本に来るアリ数の平均値で、白点は、つかない茎でのアリ数の平均。

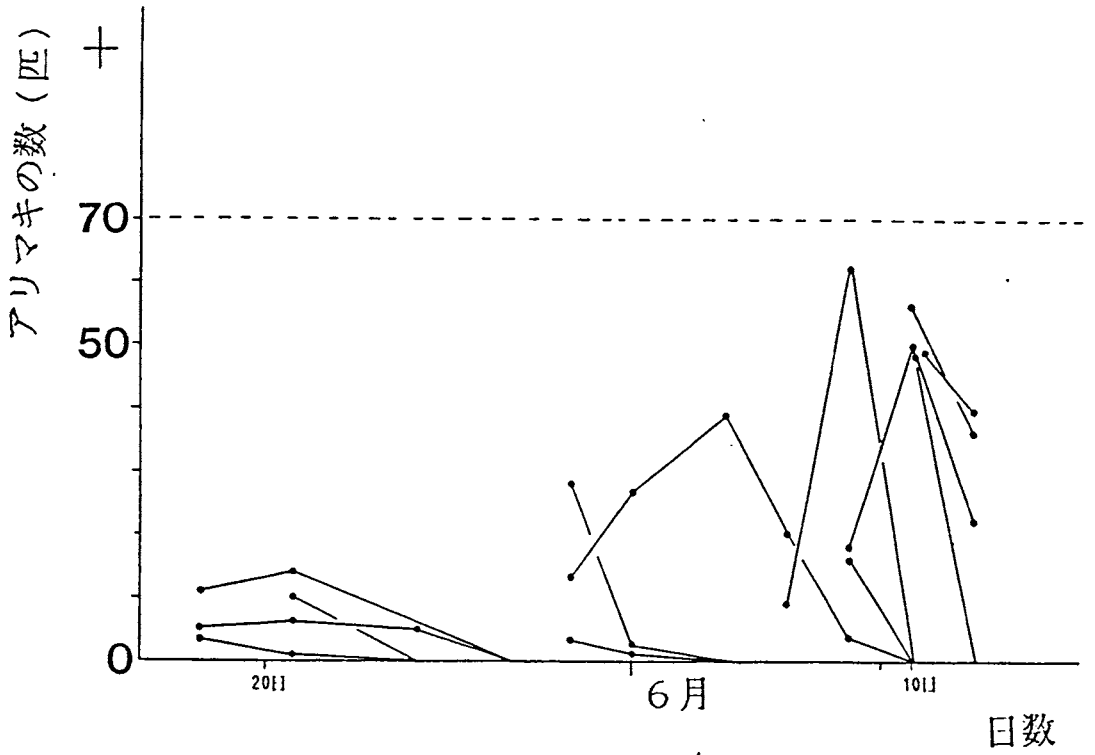


図II-18 キク科sp.(上図)とススキ(下図)の、1茎あたりのアリ数とアリマキによる感染の有無。

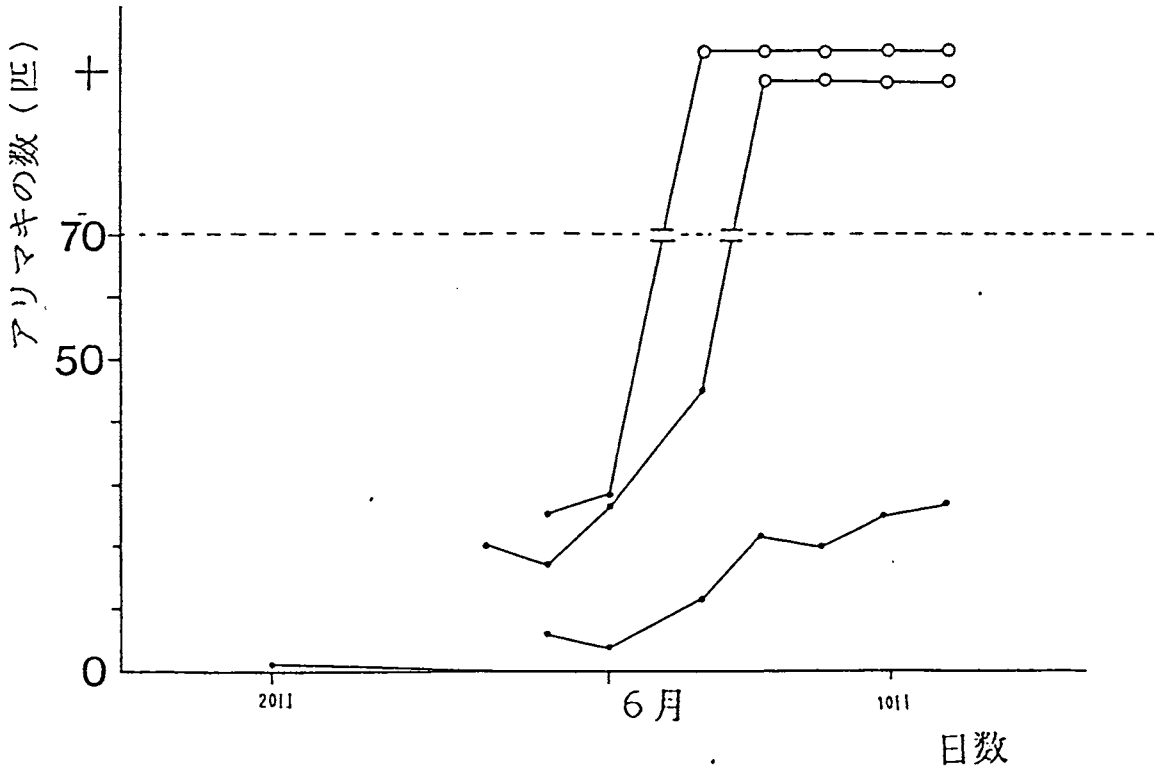
キク科sp.とススキに来たアリ数。以下、前図と同じ。



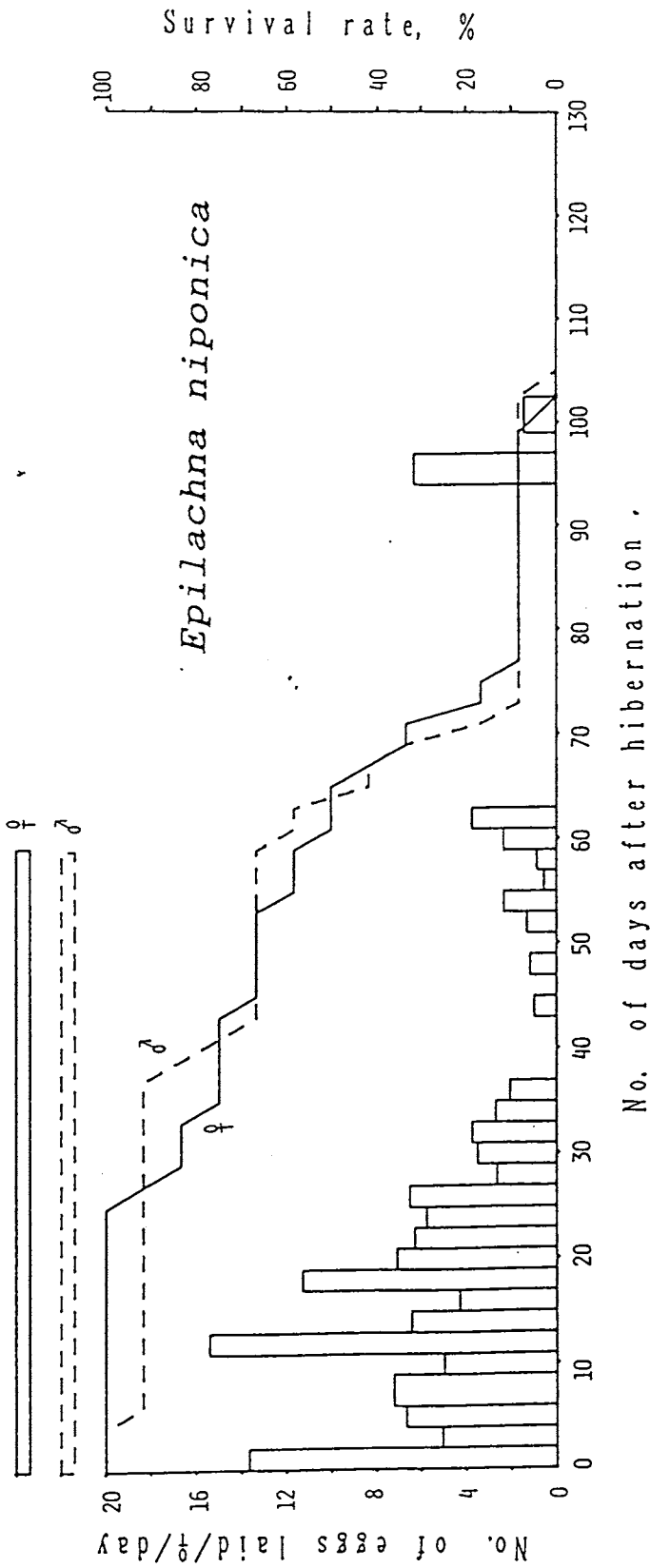
図II-19 エゾノギシギシでのアリマキ数の季節変化(対照区)
 観察した10例の結果。別々の線で表した。70匹以上は+として表した。



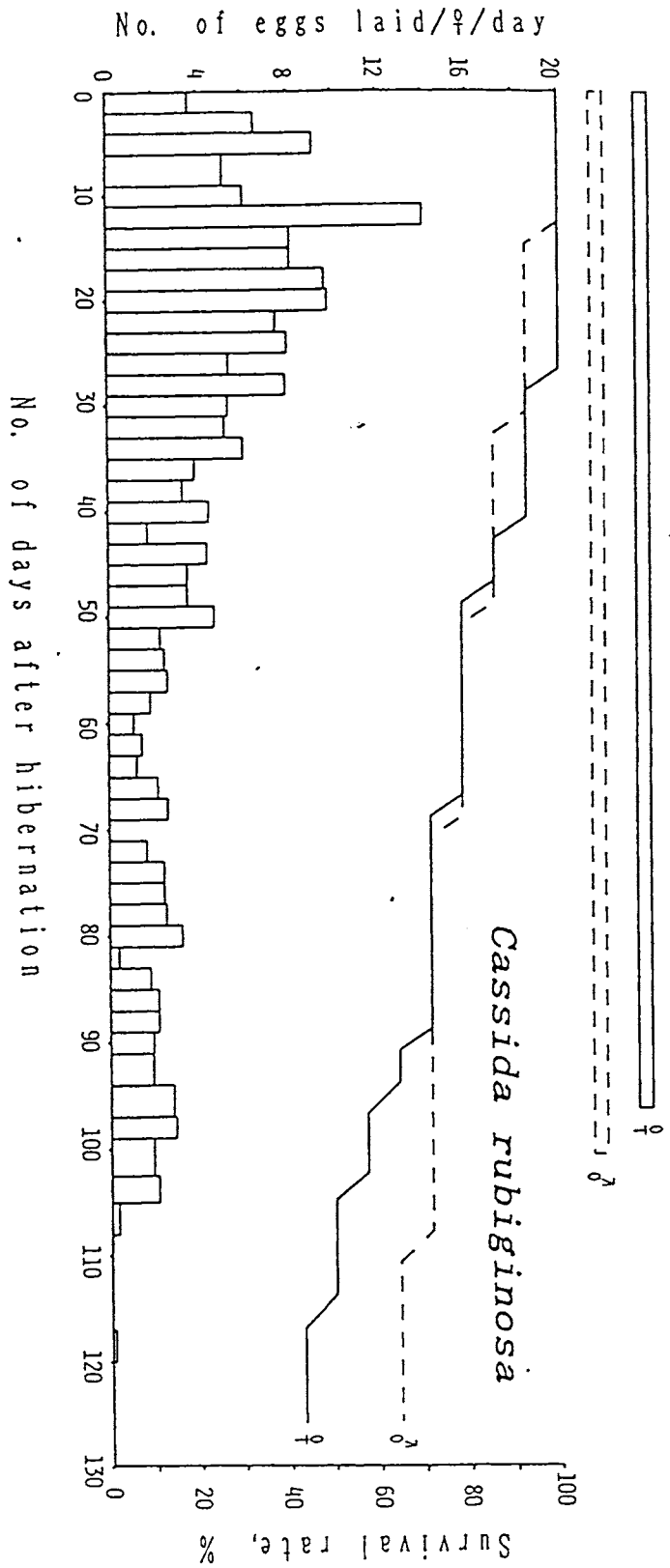
図II-20 エゾノギシギシでのアリマキ数の季節変化(除去区)
 観察した15例の結果。別々の線で表した。



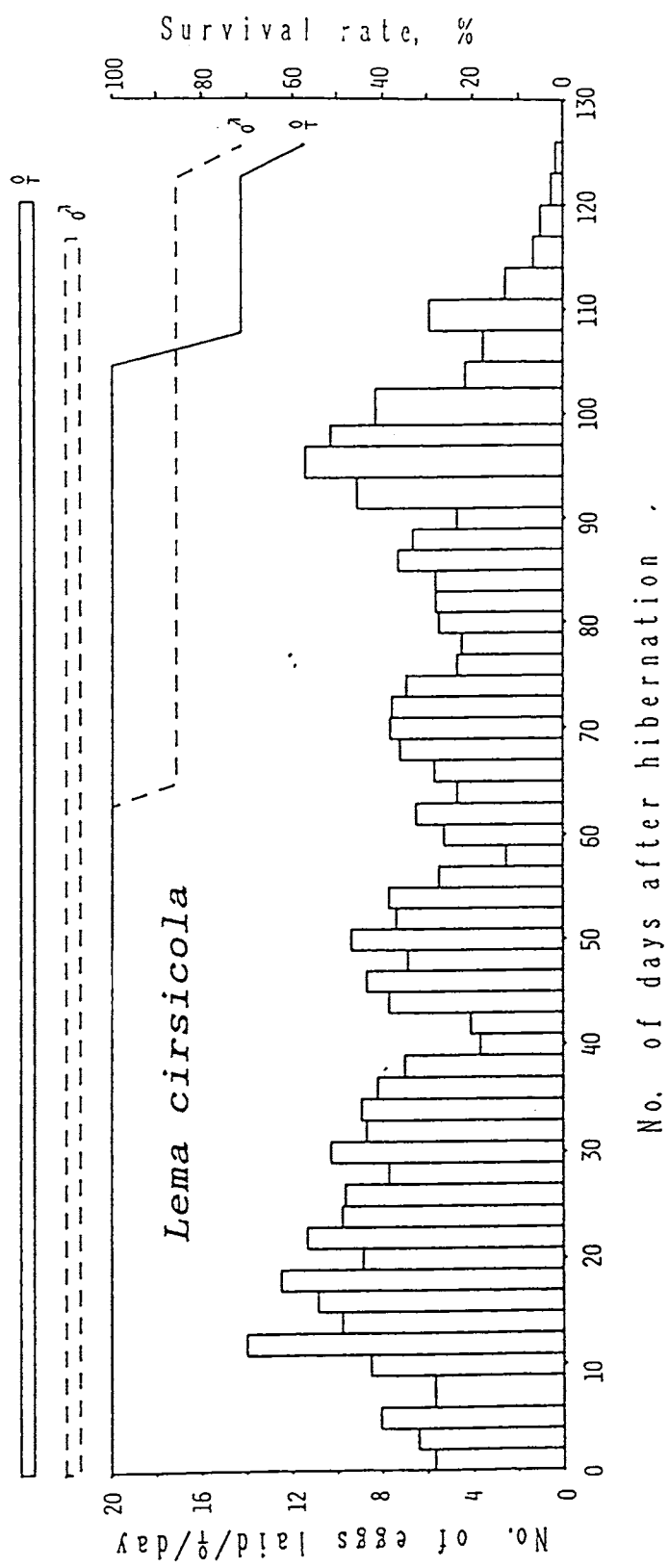
図II-21 エゾノギシギシでのアリマキ数の季節変化(網かけ区)
 観察した4例の結果。別々の線で表した。70匹以上は+として表した。



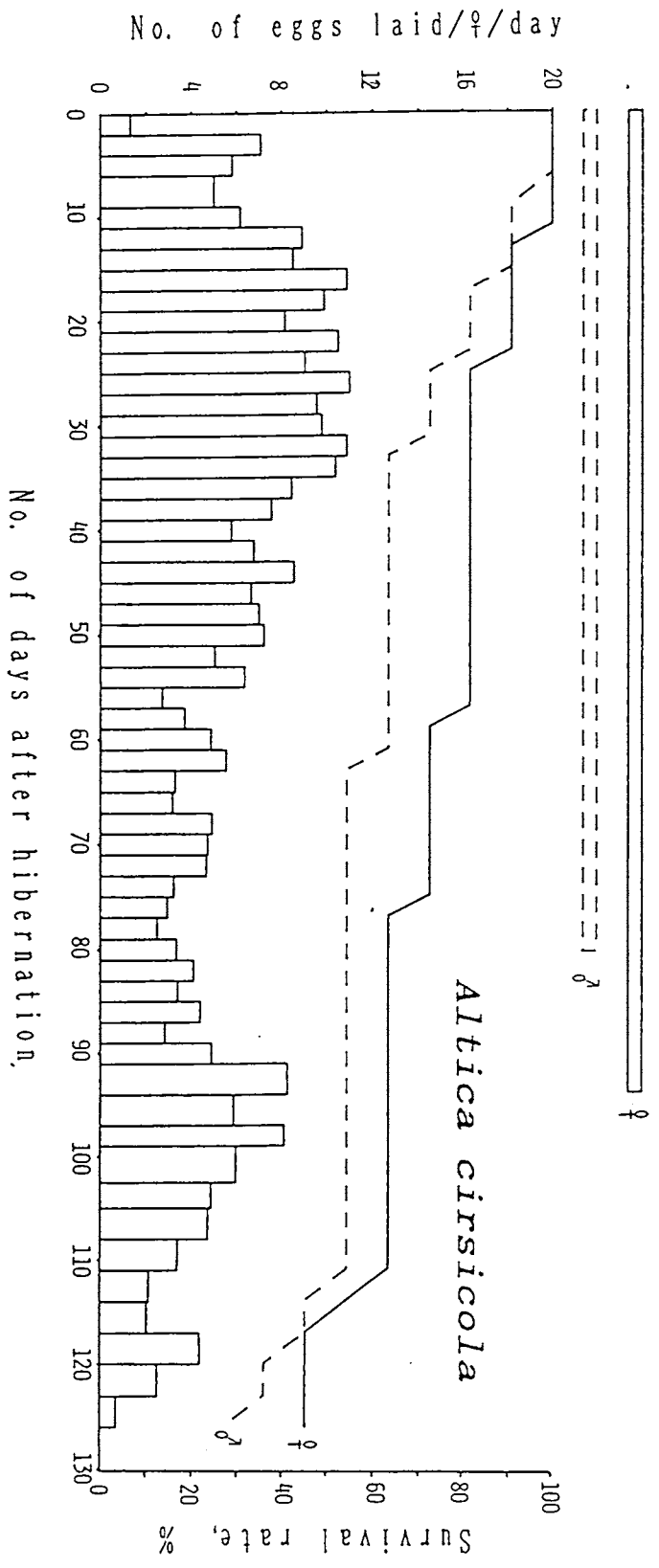
図III-1 湯涌のヤマトアザミテントウの室内飼育における
 生存・繁殖スケジュール、ヒストグラムは1雌1日あたり
 産卵数、折れ線は生存曲線、上部の横線は平均寿命を示す。



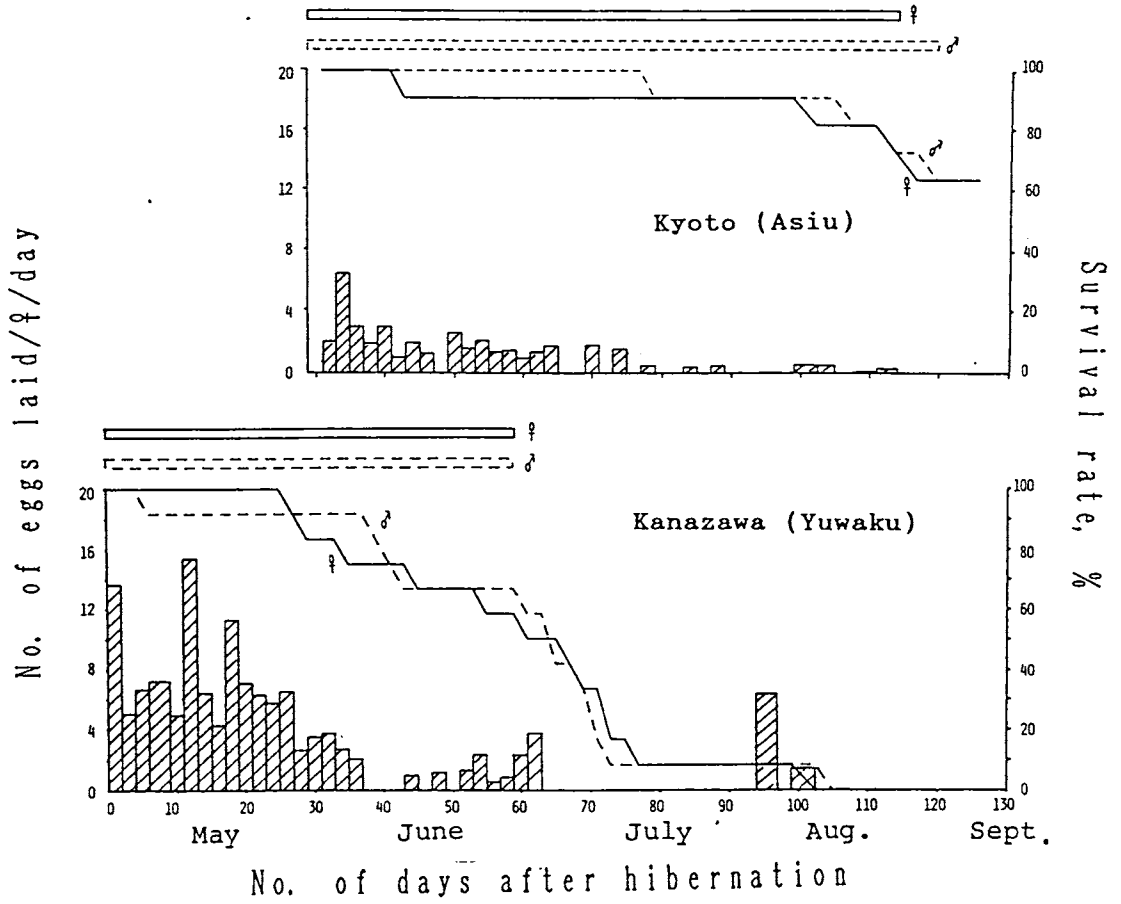
図III-2 湯涌のアオカメノコハムシの室内飼育における生存・繁殖
 スケジュール。ヒストグラムは1雌1日あたり産卵数、
 折れ線は生存曲線，上部の横線は平均寿命を示す。



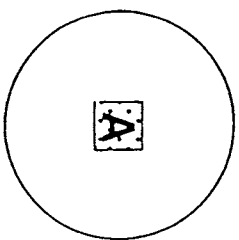
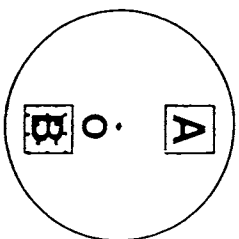
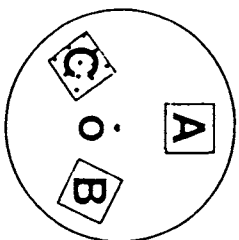
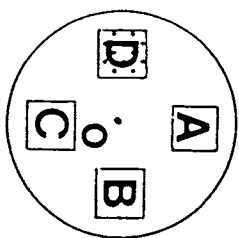
図III-3 湯涌のアザミクビボソハムシの室内飼育における生存・繁殖スケジュール。ヒストグラムは1雌1日あたり産卵数、折れ線は生存曲線、上部の横線は平均寿命を示す。



図III-4 湯涌のアザミカミナリハムシの室内飼育における生存・繁殖スケジュール。ヒストグラムは1雌1日あたり産卵数、折れ線は生存曲線、上部の横線は平均寿命を示す。



図III-5 湯涌（下）と芦生（上）のヤマトアザミテントウの室内飼育における生存・繁殖スケジュールの比較。ヒストグラムは1雌1日あたり産卵数，折れ線は生存曲線，上部の横線は平均寿命を示す。



試行 1回目 2回目 3回目 4回目 終了

開始後日数 1 2 3 4 5 6 7


図 IV-1 食草選択, 実験 1 の模式図 (本文参照).

各試行 (奇数日) で 1 日間アザミを選択させたあと, 次回までの

1 日間 (偶数日) にハクサンアザミのみを与えた.

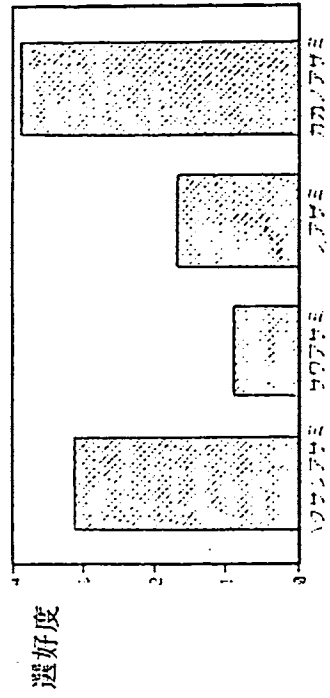
4 回の試行を 1 組として, 3 回繰り返し返した.

A. B. C. D : それぞれ異なる種類の異なるアザミ.

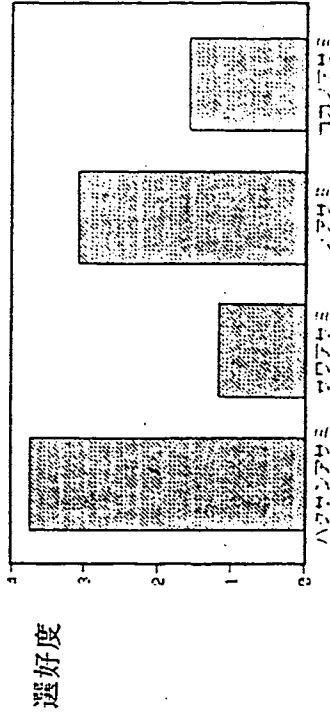
 : 一番多く摂食されたアザミ, 次回は取り除く.

○ : 実験個体を放す位置

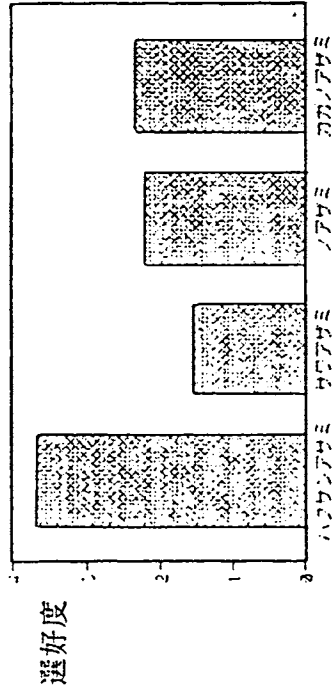
1回目



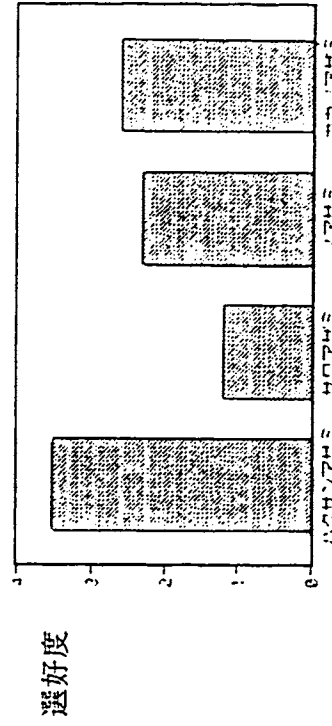
2回目



3回目

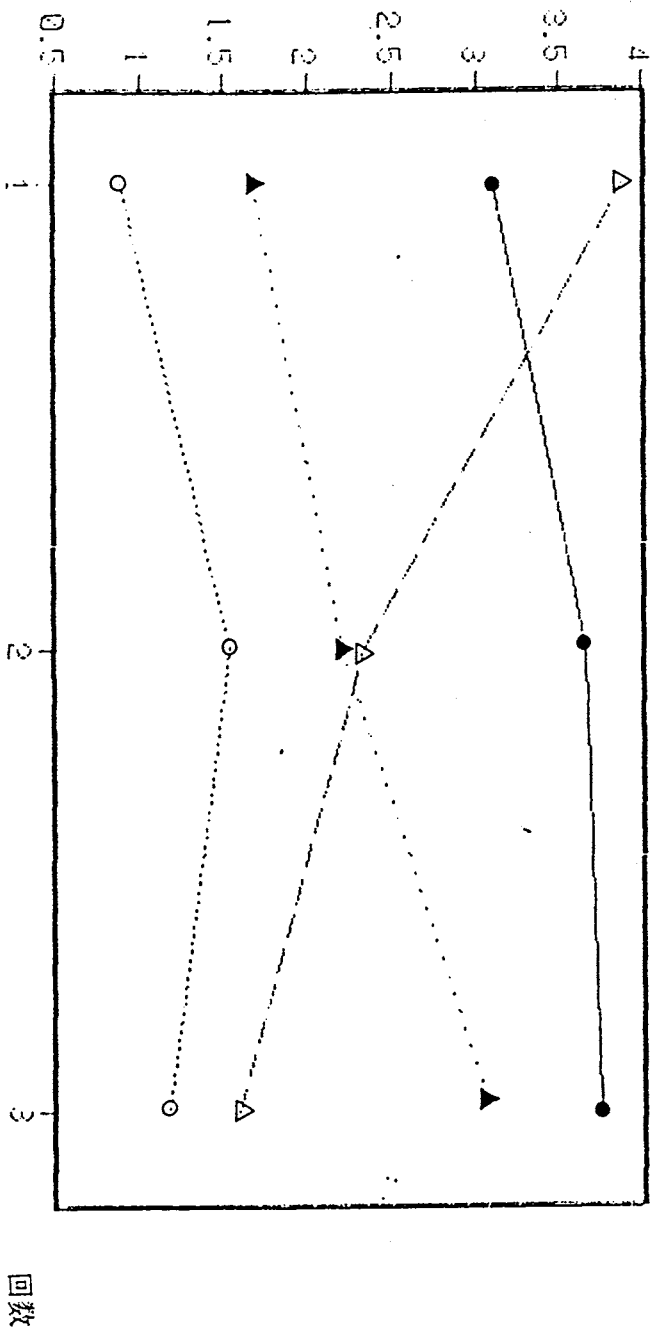


平均



図IV-2 ヤマトアザミテントウのアザミ選択実験1の結果。

アザミの選好順位度



図IV-3 ヤマトアザミテントウのアザミ選択実験1の、選好の順位度の推移。

- ハクサンアザミ
- サワアザミ
- ▲ ノアザミ
- △ カガノアザミ

実験 2

実験 3

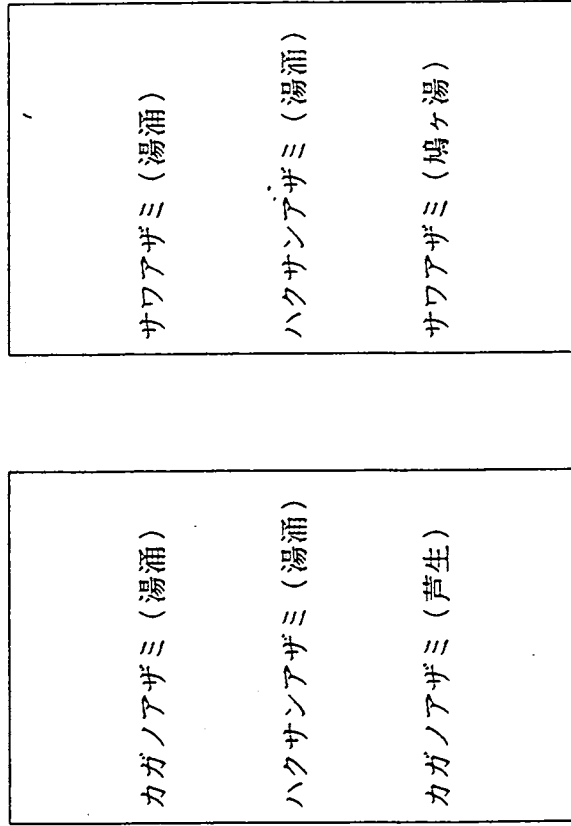
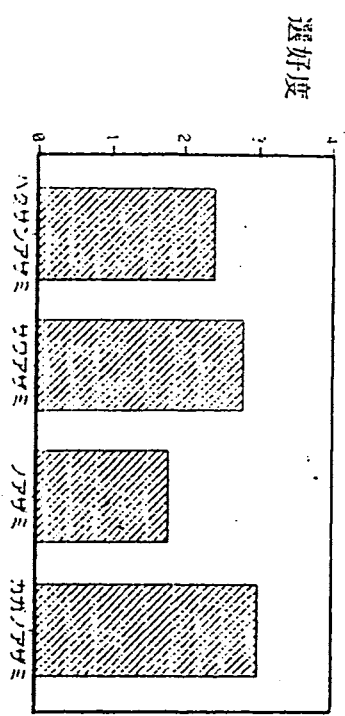
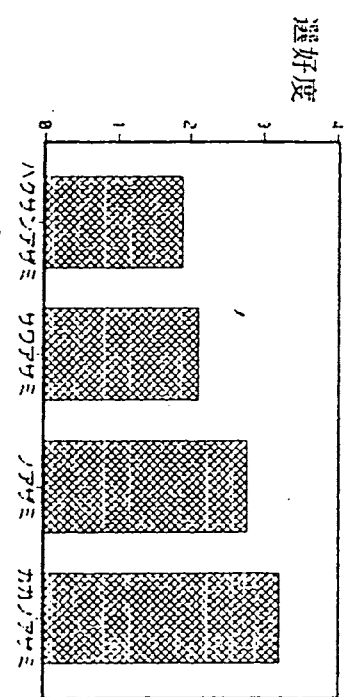


図 IV-4 実験 2、実験 3 の食草選択の模式図 (本文参照)。
ケースの中に、図のようにアザミを配置した。アザミ 3 種類は常に
図の位置に配置した。

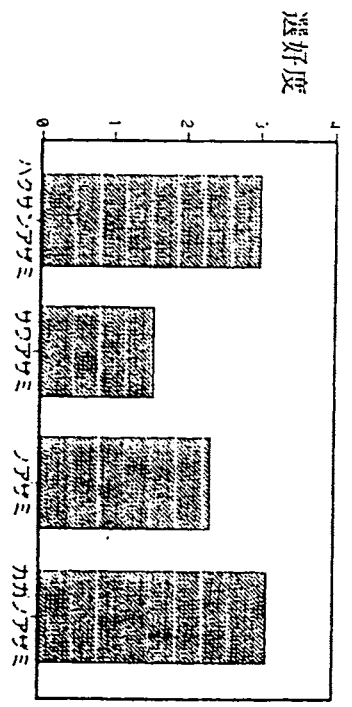
1回目



2回目



3回目



平均

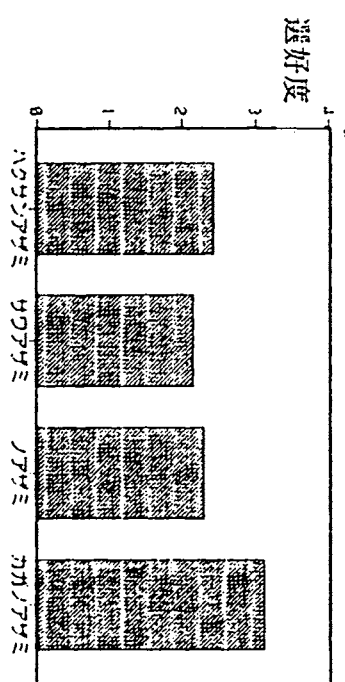
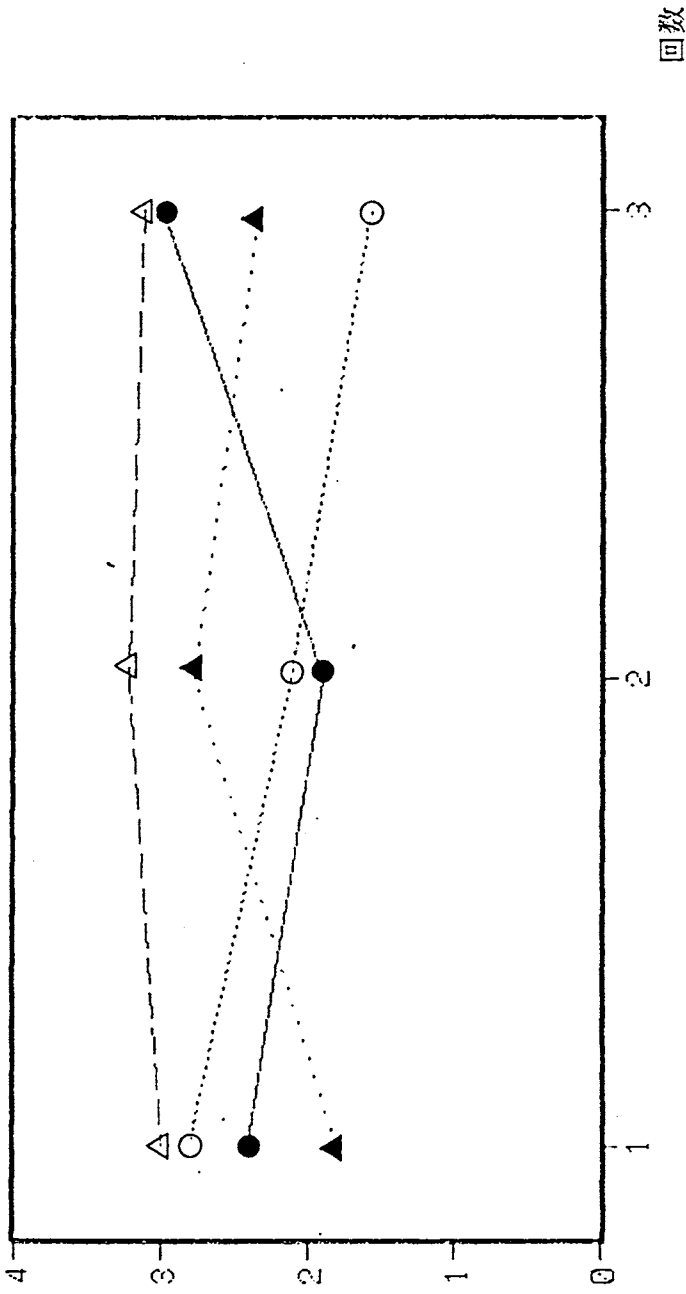


図 IV-5 実験 4 における、アオカメノコハムシのアザミ選択実験の結果。

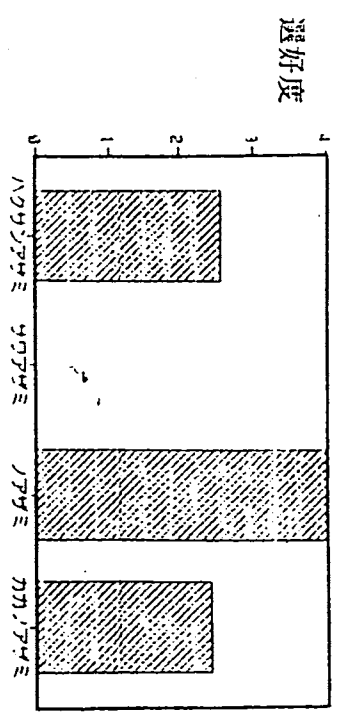
アザミの選好順位度



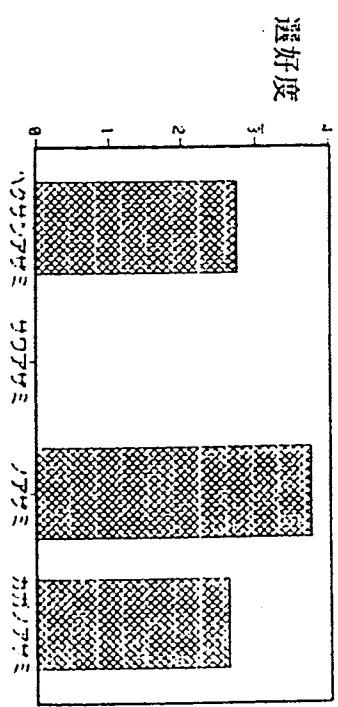
図IV-6 実験4における、アオカメノコハムシの選好順位の推移。

●ハクサンアザミ ○サワアザミ ▲ノアザミ △カガノアザミ

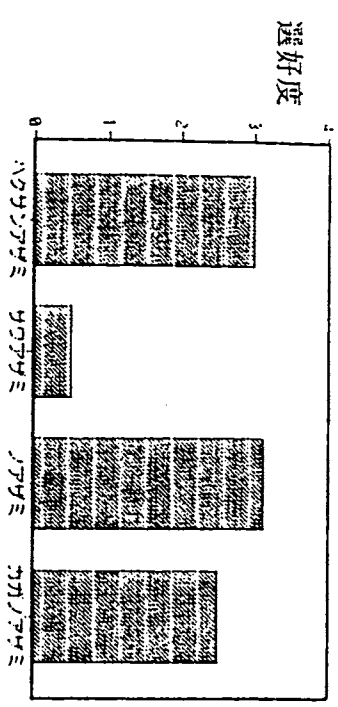
1回目



2回目



3回目



平均

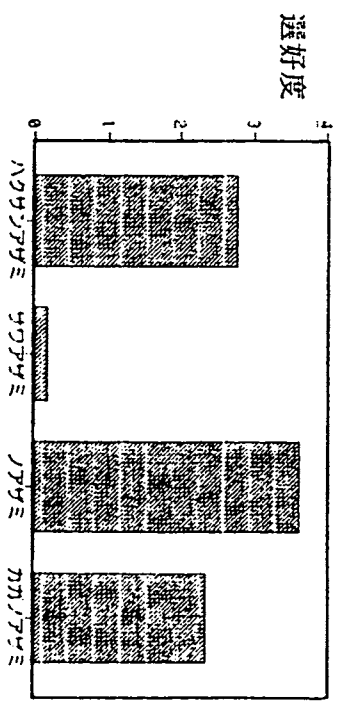
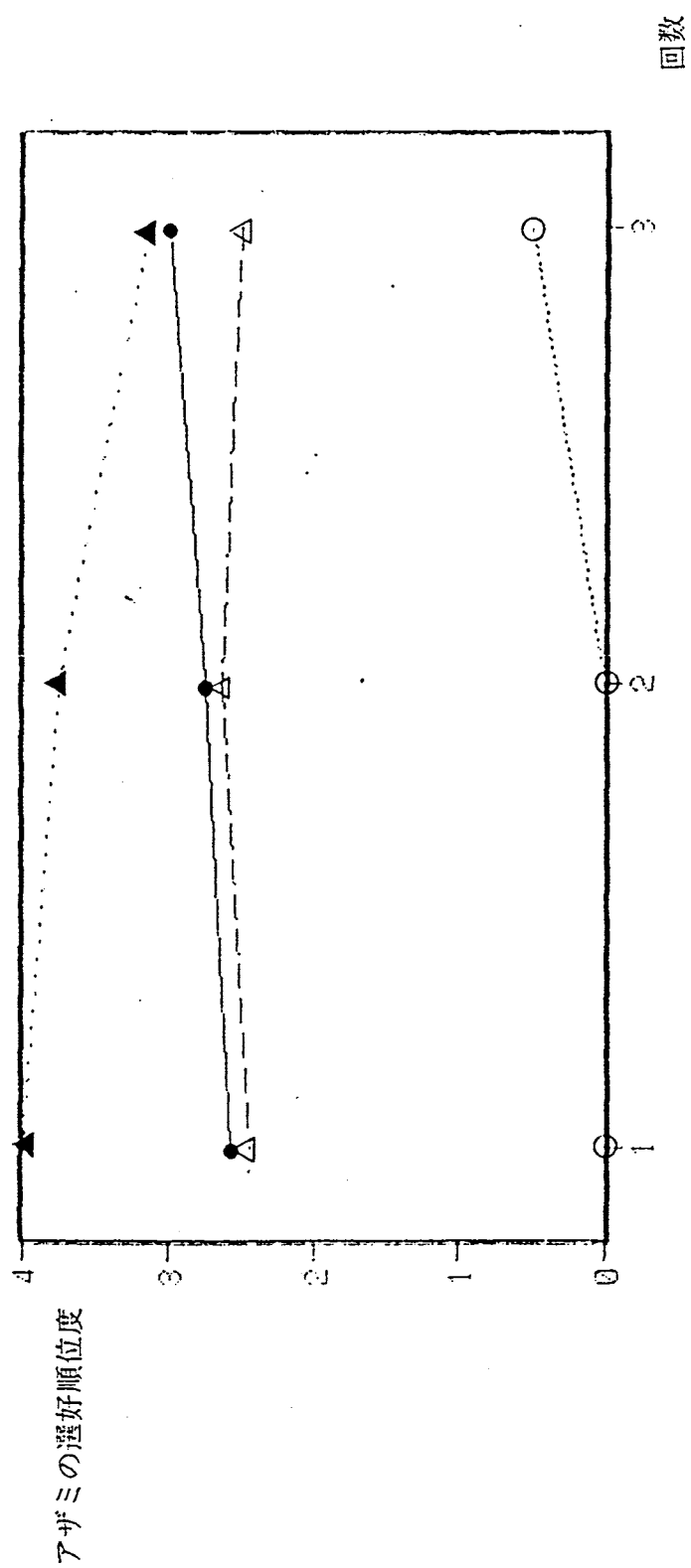


図 IV-7 実験 5 におけるアザミカミナリハムシのアザミ選択実験の結果.



図IV-8 実験5における、アザミカミナリハムシの選好順位の推移。

● ハクサンアザミ ○ サワアザミ ▲ ノアザミ △ カガノアザミ