

ロウカイガラムシ類の個体群動態の比較 : 1. 生存曲線と生命表

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: 大串, 龍一, 西野, 敏勝, Ohgushi, Ryoh-ichi, Nishino, Toshikatsu メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00029723

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



ロウカイガラムシ類の個体群動態の比較

1 生存曲線と生命表

大串 龍一*・西野 敏勝**

Ryoh-ichi OHGUSHI & Toshikatsu NISHINO

Comparative Studies on the Population Dynamics of
Wax Scales belonging to the Genus *Ceroplastes*

1. Survivorship Curves and Life Tables

まえがき

わが国に分布するカタカイガラムシ類のなかで、体表に厚いロウ物質を分泌しているロウカイガラムシには3種ある^{注)}。この3種つまりルビーロウムシ *Ceroplastes rubens*、ツノロウムシ *C. ceriferus*、カメノコロウムシ *C. japonicus* は、いずれも寄主植物の範囲がひろく、多くの果樹その他の有用植物に寄生する害虫であり、また、年間1世代で幼虫の発育期間もほとんど同時である等、よく似た生活様式を持っている。

しかしこれらの3種について、たとえばカンキツ園における害虫としての重要性をくらべてみると、大きなちがいがあがる。ルビーロウムシはミカンの大害虫として知られており、天敵ルビーアカヤドリコバチ *Anicetus beneficus* が各地に導入される以前には、毎年、甚大な損害をミカン産業に与えてきた。一方、ツノロウムシは各地のミカン園に散発的にみられるが、生息密度は低く、その被害は産業的にはほとんど問題にならない。カメノコロウムシは、ふつうの年はツノロウムシよりもさらに少なく、ミカン園ではほとんど見当たらないが、時たま、局地的に多発してミカン園でも大きな被害を生じることがある。

また、この3種のなかでも、ルビーロウムシは天敵のルビーアカヤドリコバチが定着するまでは各地で大きな被害を出していたのに、ルビーアカヤドリコバチが導入され定着すると、ほとんどの地域で経済的に問題にならないぐらいの低密度におさえられるようになり、天敵利用による害虫防除が大きな成功をおさめた好例とされている。

このように、非常によく似た形態および生態をもつ近縁種のあいだで、その自然状態における発

*金沢大学理学部生物学教室 Department of Biology, Faculty of Science, Kanazawa University

**長崎県庁農林部 Nagasaki Prefectural Government, Department of Agriculture

注) 日本産ロウカイガラムシ属の種類と分布については、なお、検討しなくてはならない問題が残っているようであるが、ここでは、いちおう3種としておく。

生のしかた，あるいは害虫としての重要性にいちじるしいちがいが見出されることや，ある種の天敵が大害虫にたいして非常に大きな効果を示す経過などは，昆虫の個体群動態を考えるものにとっては，とくに大きな興味ある問題のように思われる。このように，個体群動態にあらわれる種の特性を研究することは，作物害虫とくに重要害虫となるものの特異性を明らかにし，また，天敵による害虫防除というものの具体的な内容を知るために重要な資料を提供するものであろう。

著者らは1966年から，上述のような問題を解明する目的をもって，ミカンの木につくロウカイガラムシ類の個体群動態の比較研究をおこなってきた。ここではまず，その最初の4年間に明らかになってきた3種の個体群増殖のタイプと，その，種によるちがいをまとめて報告したい。

この研究の主体をなす実験は，当時著者らが在任した長崎県総合農林センター果樹部（現在，長崎県果樹試験場）においておこなわれた。実験ならびに調査にあたって種々協力頂いた果樹部病害虫科職員の方々にあつくお礼申し上げる。また，この原稿を読んで下さった上，ご批判，ご助言頂いた名古屋大学農学部巖俊一助教授ならびにカイガラムシの分類と分布の問題について種々ご教示頂いた北海道大学農学部高木貞夫助教授にあつくお礼申し上げる。

ロウカイガラムシ3種の一般生態

わが国に産する3種類の *Ceroplastes* 属ロウカイガラムシについて，現在のところ判明しているか，あるいは推測されている歴史，分布および一般生態についての要点をまとめて示すと第1表のようになる。

ここに示されていることを総合して考えてみると，害虫としての重要性はルビーロウムシ，カメノコロウムシ，ツノロウムシの順に低下している。そうして，害虫として重要なものほど栽培植物など人為的影響の強い環境に多く，ツノロウムシがもっとも野生的な性質を残しているように思われる。また，日本本土の気候などの自然環境条件への適応をみると，カメノコロウムシが最もよく適応し，ツノロウムシがこれにつき，ルビーロウムシがいちばん適応の程度が劣っているようにみえる。これに平行して分布の北限も，カメノコロウムシがもっとも北であり，ルビーロウムシがもっとも南にある。また，カメノコロウムシだけが雌成虫の秋の移動によって落葉による死亡を回避していることも，この種が温帯落葉樹林帯の自然に適応している1例と考えられる。このような適応は，日本の土地に定着してからの時間の長さに比例しているのではなからうかと推測することができよう。

このようにしてみると，ほとんど同じような生態的地位をもつと思われる同属のロウカイガラムシ3種のなかでも，寄主植物の選びかたや定着部位などに微妙なちがいがあって，種間のせりあいを緩和していることが推測される。とくに日本に古くから生息していたツノロウムシとカメノコロウムシの間では，この関係がいろいろな面において存在しているように思われる。しかし，これらの種間関係については，さらにくわしい検討が必要である。

第 1 表 日本産ロウカイガラムシ 3 種の比較

	ルビーロウムシ	ツノロウムシ	カメノコロウムシ
来歴	明治中期の侵入(1886年, 長崎ではじめて発見さる)	日米在来種あるいは古い歴史時代の侵入?	日本在来種?
国内の分布	東京・福井以南(年平均気温 14°C 線以南)	宮城・山形以南(年平均気温 11°C 線以南)	岩手・秋田以南(年平均気温 10°C 線以南)
寄主植物(日本における)	136種以上(栽培植物に多い)	31種以上(野生植物につく傾向あり)	37種以上(栽培植物につく傾向あり)
現在のおもな加害作物	カンキツ, チャ	カキ, ハゼ, チャ	カキ, ヒサカキ
カンキツにおける発生状況	一般には少ないが, 各地で一部の園や木に集中寄生していることがある。かつては大害虫であった。	ひろく見出されるが, 生息密度はごく低い。	ふつうは寄生していないが, ごくまれに局地的に多発して被害を出すことがある。
年間世代数	1	1	1
幼虫のふ化時期	7月	6~7月	6~7月
行動	幼虫定着後は動かない。	幼虫定着後は動かない。	雌成虫は秋になると葉から枝へ移動する。
性比	雌の比率がかなり高い。	ほとんど全部雌である。	雌の比率がやゝ高い。
害虫としての評価	かつては大害虫であったが, ルビーアカヤドリコバチが増えてからは被害は減少した。しかし現在でも時折り多発する。	どこにでも発生し, 大型で白色であるためよく目立つが, 実害は少ない。	平常はごく少なく実害はないが, 時折り局地的に多発し, 大きな被害を出すことがある。
報告されている天敵	寄生蜂 8種 捕食虫 1種	寄生蜂 3種	寄生蜂 5種 捕食虫 1種
葉面寄生のばあいの主脈選択傾向のつよさ	+	++	-

研 究 方 法

これら 3 種の個体群動態を比較する方法として, 同一条件下にある寄主植物上で生活している 3 種のロウカイガラムシの増殖能力と令別死亡状況を調査した。さらに若干の環境条件(とくに降水)を変えたばあいの状況についても調査した。

1) 増殖能力の調査方法

それぞれの種類のロウカイガラムシの越冬雌成虫を, その定着している木の枝または葉ごと切りとって, 1 個体ずつ別々のガラス管びんに入れ, ふ化してくる 1 令幼虫数をかぞえた。また, 一部の個体については, 体の大きさを測定してから, 幼虫がふ化しはじめる直前に虫体をそのついている枝葉から外し, 虫殻の内部の虫体の下にある卵の数をかぞえた。これによって体の大きさと産卵数の関係を求めた²⁾。虫体の大きさは, ロウ物質の外殻をかぶったままの大きさを測定し, 産卵数

注) この場合, 母虫の卵巣内にでき上っていても体外に産出されなかった卵はかぞえていない。

を調べた上でロウ物質の外殻をキシロールで溶解して虫体だけの大きさを測定した。

また、この個別産卵調査のさいに、越冬雌成虫で一見正常とみえるもののうちに、全然産卵しないで死亡する個体が若干含まれている。これから、越冬雌成虫のうちの産卵母虫率を算出した。

調査労力の関係で、産卵数調査のさいにはあまり多数の個体は調べられなかったので、増殖能力の個体変異などは、主として産仔数の調査結果から検討した。

2) 死亡状況の調査方法

(a) 卵のふ化率

前記の産卵数調査から、虫体の大きさと産卵数の関係を知り、また、産仔数調査をおこなった各個体の大きさから産卵数を推定して^{注)}、その推定産卵数と実際のふ化幼虫数との比をもって卵のふ化率とした。

(b) 歩行幼虫の定着率

あらかじめ準備した鉢植えのミカンの枝に、越冬して産仔直前のロウカイガラムシ雌成虫を糸で結びつけ、その虫殻からはい出してくる歩行幼虫が自然に枝葉に定着するのにまかせ、幼虫がすべて定着して後に定着した幼虫数をかぞえ、はじめに結びつけた雌成虫の個体数と体の大きさから推定される産出歩行幼虫数と、かぞえられた定着幼虫数との比から、歩行幼虫の定着率を出した。

(c) 幼虫生育中の死亡率

上記の定着幼虫を、その後ほぼ10日間隔で調査し、発育段階別に生存個体数をかぞえた。発育段階の判別のために、幼虫の外観から区別できる特長とくに体表のロウ物質の形を数段階にわけて記録し、別に同様の形をした発育段階の個体を解剖して *stigmatic spine* の状態から令期を判定した。この方法でかぞえた各調査日ごとの各令期の幼虫数を、それぞれの令期別に積算し、それに平均調査間隔の日数を乗じ、その積を別に調べたその令期の所要日数で除して、各令期の通過個体数とした。こうして算出した幼虫期間の各令個体数から死亡率（または生存率）を求めた。ただし、初期幼虫の時期には雌雄の判別が困難なので、いちおう区別せずに雌雄あわせての死亡率を出している。そのため、成虫になった雄の羽化が一般の死亡と区別できないことがある。

(d) 成虫の死亡率

わが国に産するロウカイガラムシ類は9月には成虫となる。そうして雄は羽化し、雌は定着したままの形で、翌年の産卵期まで生存する。そこで、この期間に3回、つまり9月（成虫になった直後）11月（越冬前）および6月（産卵開始直前）の3回に個体数をかぞえた。これにより、成虫となったもののうち実際に産卵期まで生存するものの比率がわかる。

結 果

1 越冬雌成虫の産仔

注) カメノコロウムシについては、虫体の大きさと産卵数の間に相関関係がみられなかったので、平均産卵数を用いた。

越冬したロウカイガラムシの雌成虫のうち、実際に産卵、産仔する個体の比率は第2表に示したとおりである。

第2表 ロウカイガラムシ3種の産仔母虫率

	調査虫数	産仔母虫率 %
ルビーロウムシ		
1968年	334	33.8
1969年	350	83.1
ツノロウムシ		
1968年	395	73.4
1969年	200	76.0
カメノコロウムシ		
1968年	109	54.1
1969年	233	94.8

第3表 ロウカイガラムシ3種の産仔数

	調査虫数	1雌当り産仔数
ルビーロウムシ		
1968年	113	287.0
1969年	291	388.4
ツノロウムシ		
1968年	289	1755.0
1969年	152	2325.4
カメノコロウムシ		
1968年	59	840.4
1969年	221	1347.3

この結果は1968年と1969年とでかなりちがっており、1968年は一般に産仔母虫率は低く、1969年は高くなっている。とくにルビーロウムシでは1968年には33.8%、1969年は83.1%、カメノコロウムシでは同じく54.1%と94.8%とかなり大きくちがっている。この原因はいまのところ明らかではない。

また、これらのロウカイガラムシの産仔数について調べた結果をまとめたのが第3表である。

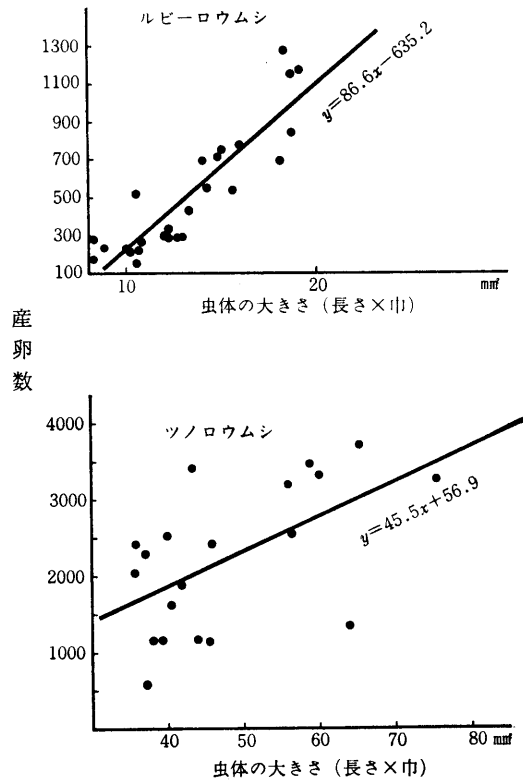
この結果をみても、1968年と1969年とでいくらかちがっているが、種類によってほぼ同じ傾向を示し、雌成虫1個体当たりの産仔数はルビーロウムシがもっとも少なく、カメノコロウムシはそれにくらべてやや多く、ツノロウムシがもっとも多い。

以上に示したのは雌成虫当たりの産み出された歩行幼虫数であったが、じっさいの産卵数を調査した結果を第4表に示す。この産卵数はさきに示した産仔数とほとんど同じか、ツノロウムシのばあいなどやや少ないこともあるが、これは調査した雌成虫の大ききのちがいなどの関係もあるので、サンプル数の多い産仔数調査のほうが自然個体群の実態を示しているものと考えられる。

第4表 ロウカイガラムシ3種の産卵数

	調査個体数	産卵数		
		最少	最多	平均
ルビーロウムシ	25	143	1,275	525
ツノロウムシ	20	595	3,720	2,247
カメノコロウムシ	26	544	2,595	1,638

ルビーロウムシとツノロウムシについて、雌成虫の大きさと産卵数の関係を第1図に示す。この例からみれば、ルビーロウムシとツノロウムシでは、体の大きさと産卵数との間にはかなりはっきりした相関がみとめられる。なお、カメノコロウムシでは体の大きさと産卵数との間には相関がみとめられなかった。



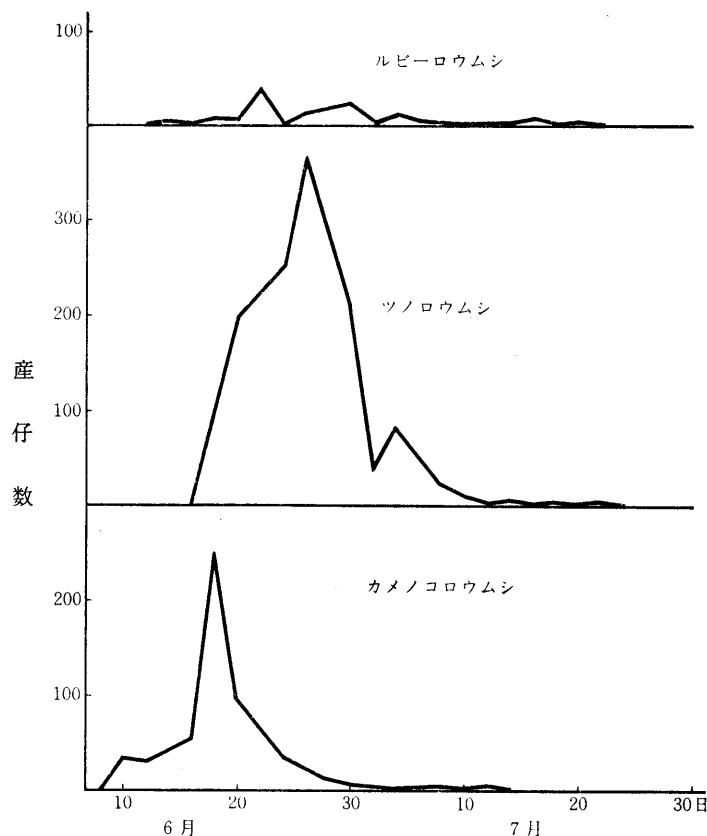
第1図 ロウカイガラムシ2種の雌成虫の虫体の大きさと産卵数の関係

卵のふ化率を各母虫ごとに調査した結果を第5表に示す。一般にふ化率は非常に高いが、その中でもとくにルビーロウムシでは、ほとんど全部の卵がふ化する。

ふ化した幼虫はただちに母虫の殻の下からはい出してくる。このふ化幼虫の出現状況を見ると、ふ化がはじまってから10~15日のうちにふ化のピークに達し、多数の幼虫が出てくる。その後はふ化幼虫数はしだいにへりながら、約1ヶ月にわたってふ化がつづいてやがて終息する。その状態は第2図に示すとおりである。

第5表 ロウカイガラムシ3種のふ化率

	調査 個体数	ふ化率		
		最低	最高	平均
ルビーロウムシ	25	96.0%	100.0%	99.2%
ツノロウムシ	20	84.9	99.5	96.7
カメノコロウムシ	26	88.9	100.0	96.6



第2図 ロウカイガラムシ3種の1雌あたり産仔数の消長
(1969年度 大村産個体)

2 歩行幼虫の定着

ふ化して母虫の殻からはい出した幼虫は、ただちに寄主植物体上をはいまわり、定着場所を求めて定着する。この歩行幼虫のうちの何パーセントが定着するかを調べたのが第6表である。この調査には、各種類とも24個体の母虫を用いたが、産卵前に死亡あるいは脱落したものが多く、じっさいにはルビーロウムシ11、ツノロウムシ4、カメノコロウムシ4個体しか残らなかった。

この生存した母虫の大きさと個体数から推定した産出幼虫数と、じっさいに定着しているのがみとめられた1令幼虫数から、定着率を算出した。

ただし、この定着幼虫数をかぞえるのは、定着直後にかぞえることが非常にむずかしかったので、定着後1週間前後経過した幼虫をかぞえているから、定着直後の死亡脱落も、定着の失敗としてかぞえられていることになる。

第6表 ロウカイガラムシ3種の歩行幼虫の定着率

	調査 個体数	推定 産仔数	定着 幼虫数	定着率 %
ルビーロウムシ	11	5,954	1,944	32.65
ツノロウムシ	4	9,918	968	9.76
カメノコロウムシ	4	6,329	1,619	25.58

これで見ると、もっとも定着率の高いのがルビーロウムシであり、それについてカメノコロウムシがよく定着し、ツノロウムシは定着率ははるかに低い。

3 生育中の死亡

生育中の死亡状況については、年度、飼育条件を異にしたいろいろな資料があるので、その中のひとつとして、1968年の野外条件下における、定着してから成虫となるまでの期間の各発育段階における生存虫数の減少状況を第7表に示す。その他の調査資料はまとめて、それぞれの条件下における生存曲線として示しておく。

この資料をみてわかることは、常にルビーロウムシの生存率ももっとも高く、カメノコロウムシがそれにつき、ツノロウムシの生存率ももっとも低いことである。それぞれの絶対値については年度や飼育条件によるちがいはあっても、この3種類の関係については、ほとんど例外なしにルビーロウムシがもっともよく生存し、ツノロウムシがもっとも高い死亡率を示している。

第7表 ロウカイガラムシ3種の成育中の減少状況

	生存個体数			
	定着 幼虫	2令 幼虫	3令 幼虫	成虫 (9月)
ルビーロウムシ	3,338	1,102	734	531
ツノロウムシ	2,379	1,047	523	3
カメノコロウムシ	15,454	6,491	1,855	357

4 成虫の産卵前死亡

ロウカイガラムシ類は、わが国ではだいたい9月に成虫となる。そうして雄は羽化して雌と交尾し、受精した雌は寄主植物体上で越冬し、翌年5～6月になると産卵する。この期間にもかなりの数の個体が死亡するため、ほんとうに次の世代の個体群増殖に貢献する成虫の数は、9月に成虫となった個体群の一部にすぎない。

この期間の個体数の減少には二つのちがったものが含まれている。ひとつは、9月から12月までの越冬に入る前の死亡によるものであり、また、雄の羽化による定着個体数の減少もこの中に入っている。もうひとつは12月から春までの真の越冬期の死亡による減少である。さらに、春になってから産卵開始までの死亡を別にしたほうがよいが、今回は12月の越冬開始から5～6月の産卵開始まで中間の調査を行っていないので、ここではいちおう5～6月まで一括して越冬期死亡とした。

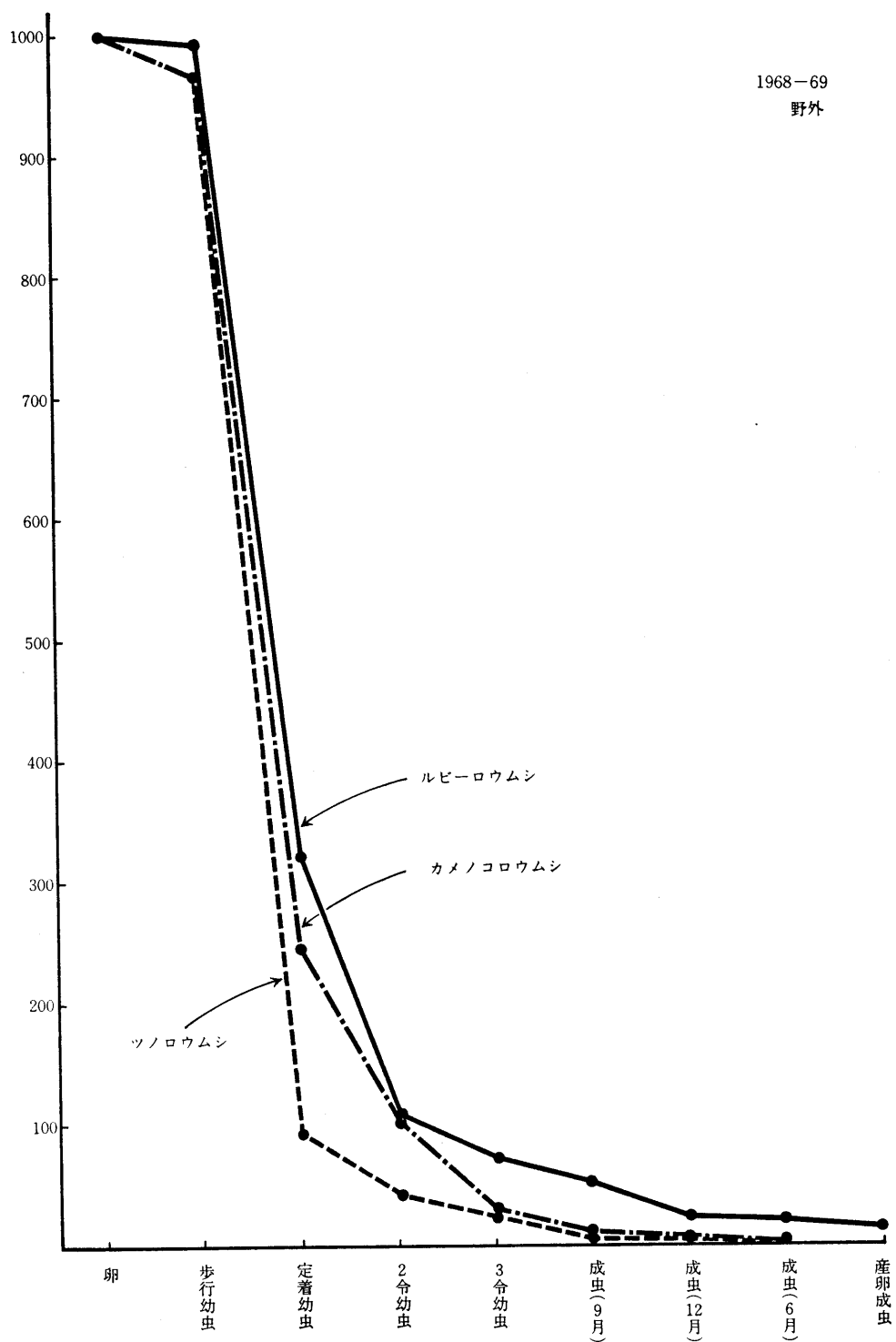
1968年秋から1969年春にかけての冬季のこの死亡状況を第8表に示した。ツノロウムシはこの段階で全個体が死んでしまっている所以死亡率の計算ができないが、1969～1970年度の越冬期調査の結果から考えてみても、この期間に成虫となった当初の個体数が、はじめの個体数の10パーセント以下になってしまうようである。

第8表 ロウカイガラムシ3種の成虫になってからの死亡状況

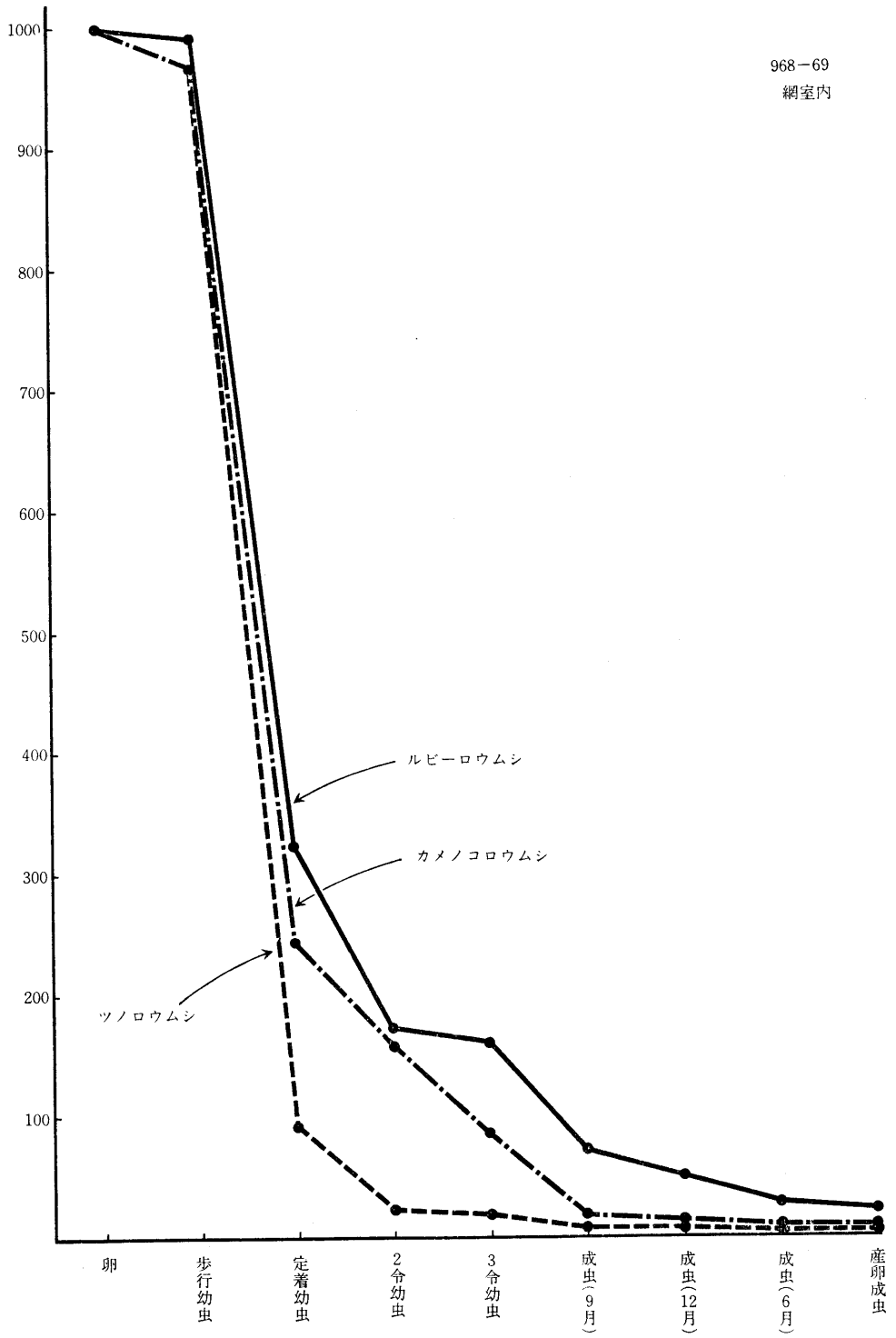
	生存成虫数		
	9月	12月	6月
ルビーロウムシ	531	209	195
ツノロウムシ	3	3	0
カメノコロウムシ	357	110	32

5 全期間を通じての生存曲線

以上のように、3種のロウカイガラムシの1968～1969年世代の野外での自然条件下においた個体



第 3 図 1968~69年世代の野外条件下における生存曲線

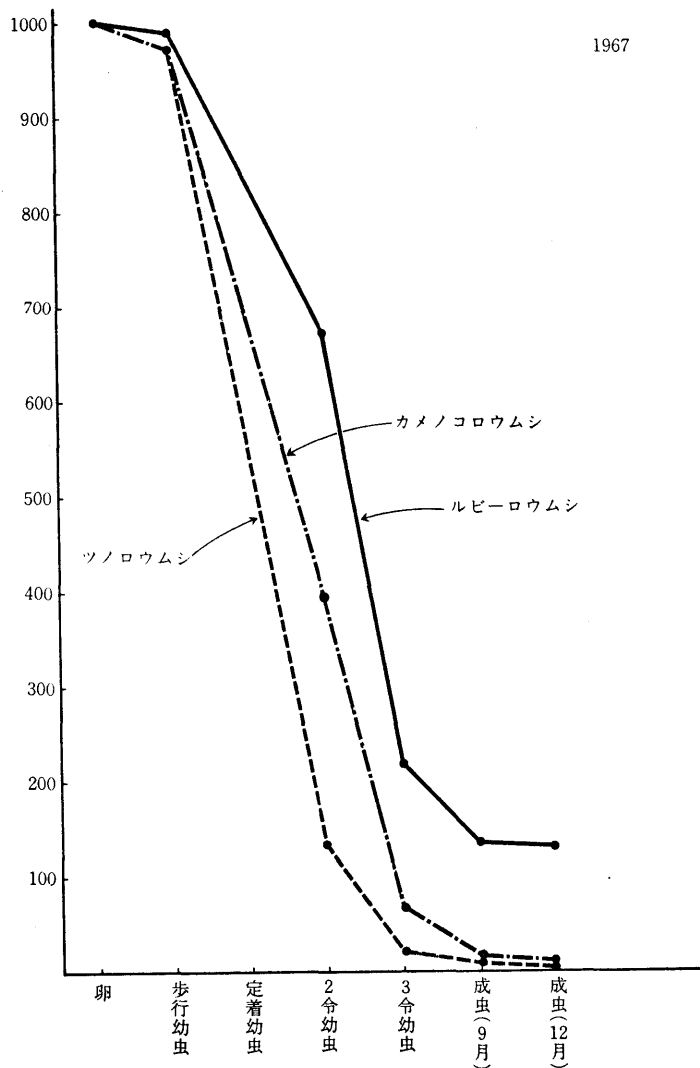


第 4 図 1968~69年世代の網室内における生存曲線

群について、卵から成虫の産卵までのほぼ全期間にわたる死亡状況の調査がおこなわれた。これは調査技術の関係上、卵—ふ化幼虫、ふ化幼虫—定着幼虫、定着幼虫—成虫、成虫期間（9月—翌年6月）にわけて調査した。これらの資料をつなぎ、さらに別に調べた同年度の産仔母虫率をも考慮した上で、卵から産卵母虫までの生存曲線をつくったのが第3図である。

この年度には雨のかからない網室（ガラス屋根）内において同様の調査を平行しておこなったので、その生存曲線を第4図に示す。ただしこの網室内では調査を定着幼虫から開始しているため、定着率の資料は野外条件のものと同じ実験の数値を用いた。

これらの生存曲線は3種とも割合によく似ており、ふ化率は高く、定着時の死亡が多い形を示している。そうして、生育中の全体としての死亡率はツノロウムシがもっとも高く、カメノコロウムシ

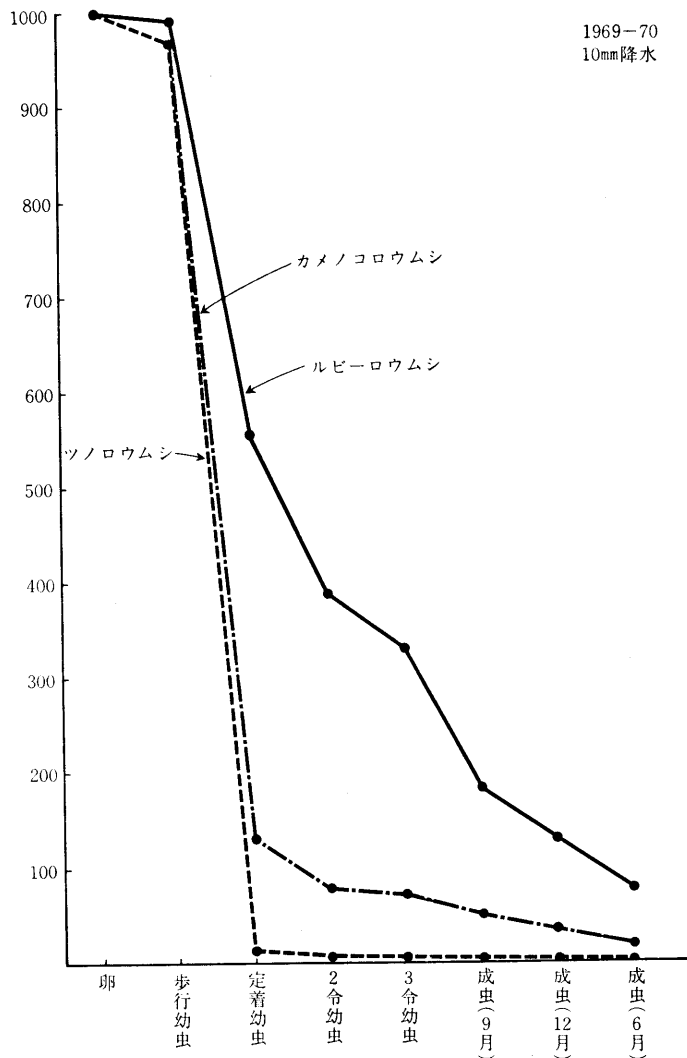


第5図 1967～68年世代の野外条件下の生存曲線

シはそれよりやや低くなり、ルビーロウムシはもっとも低い。

1967～1968年の世代と、1969～1970年の世代についても、これらの生育中の死亡状況の調査をおこなっている。ただし、1967～1968年の世代はふ化率および定着直後の1令幼虫の調査が欠けており、1969～1970年の世代にはふ化率の調査が欠けている。それで、ふ化率だけは1968年の資料で補なって、それぞれの年度の世代について生存曲線をえがいたのが、第5図および第6図である。

これらを見ると生存曲線の基本的なタイプは1968～1969年の世代と変わらず、また、3種のロウカイガラムシの、各種の死亡率の関係も、大体において同様である。これら3世代の資料を総合して考えると、ロウカイガラムシ類の中でルビーロウムシがもっとも生存率が高く、カメノコロウムシがそれに次ぎ、ツノロウムシがもっとも低いことは、ほぼ一般的な事実として認めてよいであろう

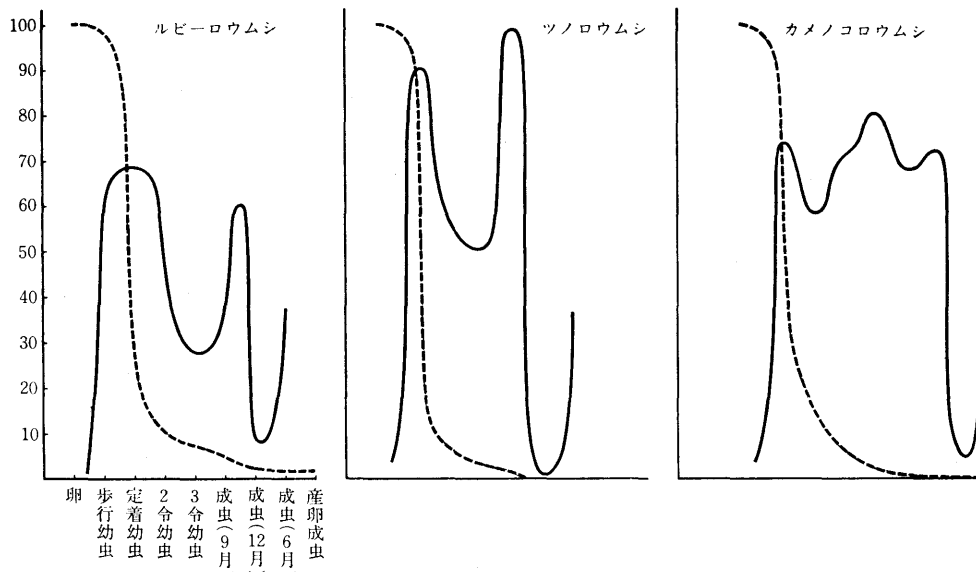


第6図 1969～70年世代の網室内人工降雨条件下における生存曲線

と考えられる。

6 死亡率曲線

前節の生存曲線の資料から、发育段階別の死亡率曲線をえがいたのが第7図である。



第7図 发育段階別死亡率曲線

(1968~69年世代 野外条件下)

点線：生存曲線 実線：死亡率曲線

横軸はツノロウムシ、カメノコロウムシとも、ルビーロウムシに準ずる。

縦軸は%を示す。

このように发育段階別の死亡率の分布をみると、種によってそれぞれのタイプがかなりはっきりとちがっていることが認められる。ルビーロウムシでは、幼虫初期と成虫初期（9月）および成虫の産卵時期（6月）に高い死亡率がみられる。この幼虫初期の死亡は定着の失敗によるものとみられ、成虫初期の死亡はルビーアカヤドリコバチの第2世代の羽化期に一致する。また、成虫の産卵直前の死亡は、ルビーアカヤドリコバチの第1世代の羽化期と一致する。つまり、これらの死亡は、ほとんどが定着の失敗と、ルビーアカヤドリコバチの寄生によるものと考えられる。ルビーアカヤドリコバチの天敵としてはたけがここに具体的に示される。ただし、成虫初期の死亡には、雄成虫の羽化による脱落もかなりまじっている可能性がある。

ツノロウムシでは、幼虫初期と成虫初期に高い死亡率の山が現われる。このはじめの死亡は定着の失敗であり、第二の死亡はツノロウアカヤドリコバチ *Anicetus ceroplastis* を主とする寄生蜂の羽化期とほぼ一致している。全体の生存曲線だけでは、このあとのほうの死亡の山がはっきりしないが、この发育段階別死亡率をみることによって、ツノロウムシにおいても寄生蜂が個体群変動にかなり大きな役割を持っているであろうことが推測できる。

カメノコロウムシは、前記2種のいずれともちがって、死亡率はあまり変動せず、幼虫初期、中

期, 成虫初期にいくらか死亡の多い時期があるようにみえる。この幼虫初期のものは定着の失敗であり, 中期のものは寄生蜂とくにカメノコロウヤドリバチ *Microterys clauseni* などによるものと推測されるが, まだ前記2種ほどにははっきりしていない。成虫初期はおそらく雄成虫の羽化による脱落を主とするものと考えられる。

7 生 命 表

1968~1969年の世代について, 歩行幼虫の発生から, 雌成虫の産卵までの調査をつうじて, 脱落あるいは死亡の原因についても, 観察あるいは種々の状況から推定できるかぎり記録してきた。しかし, 死亡要因を直接確認できたのは寄生蜂の羽化だけであり, また, 定着の失敗や越冬中の死亡は, 直接の原因は不明であるがいちおう他の死亡とは区別することができる。しかし, その他の, とくに2, 3令期の死亡脱落の原因の多くは, いまのところ不明である。

このようなわけで, 判明している死亡要因は少なくて非常に不十分ではあるが, 各種の生命表を, 野外条件下と網室内とについて作成してみた。それは第9表から第14表までに示す。

第9表 ルビーロウムシ (野外) の生命表

发育段階	l_x	Fd_x	d_x	q_x
卵	1000.0	ふ化せず	7.8	0.8
歩行幼虫	992.2	定着の失敗	668.2	67.3
1 令	324.0	不 明	217.1	67.0
2 令	106.9	不 明	35.6	33.3
3 令	71.3	雄の羽化および不明	19.8	27.8
成虫(9月)	51.5	寄生蜂 10.9 不 明 20.3	31.2	60.6
成虫(12月)	20.3	越冬 1.2 寄生蜂 6.6	7.8	38.4
産卵成虫	12.5			

第11表 カメノコロウムシ (野外) の生命表

发育段階	l_x	Fd_x	d_x	q_x
卵	1000.0	ふ化せず	3.4	0.3
歩行幼虫	966.6	定着の失敗	719.4	74.4
1 令	247.1	不 明	143.3	88.0
2 令	103.8	不 明	74.1	71.4
3 令	29.7	寄生蜂11.9 雄の羽化及び不明12.1	24.0	80.8
成虫(9月)	5.7	寄生蜂 0.1 越冬移動及び不明 3.5	3.9	68.4
成虫(12月)	1.8	越 冬	1.3	72.2
産卵成虫	0.5			

第10表 ツノロウムシ (野外) の生命表

发育段階	l_x	Fd_x	d_x	q_x
卵	1000.0	ふ化せず	3.4	0.3
歩行幼虫	966.6	定着の失敗	872.3	90.2
1 令	94.3	不 明	51.8	54.2
2 令	42.5	不 明	22.0	51.8
3 令	20.8	寄生蜂14.5 不 明 6.2	20.7	99.4
成虫(9月)	0.12		0	
成虫(12月)	0.12	越 冬	0.08	6.7
産卵成虫	0.03			

第12表 ルビーロウムシ (網室内) の生命表

发育段階	l_x	Fd_x	d_x	q_x
卵	1000.0	ふ化せず	7.8	0.8
歩行幼虫	992.2	定着の失敗	668.2	67.4
1 令	324.0	不 明	152.3	47.0
2 令	171.7	不 明	9.7	5.6
3 令	162.0	雄の羽化及び不明	90.7	56.0
成虫(9月)	71.3	寄生蜂 5.3 不 明17.4	22.7	31.8
成虫(12月)	48.6	越 冬	24.5	50.4
産卵成虫	24.1			

第13表 ツノロウムシ（網室内）の生命表

発育段階	l_x	Fd_x	d_x	q_x
卵	1000.0	ふ化せず	3.0	0.3
歩行幼虫	966.6	定着の失敗	872.3	90.2
1 令	94.3	不明	69.8	74.0
2 令	24.5	不明	6.6	26.9
3 令	17.9	不明	11.3	65.3
成虫(9月)	6.6	寄生蜂0.25 不明0.65	0.9	13.6
成虫(12月)	5.7	越冬	3.0	52.6
産卵成虫	2.7			

第14表 カメノコロウムシ（網室内）の生命表

発育段階	l_x	Fd_x	d_x	q_x
卵	1000.0	ふ化せず	3.4	0.3
歩行幼虫	966.6	定着の失敗	719.5	74.4
1 令	247.1	不明	84.0	34.0
2 令	163.1	不明	76.6	47.0
3 令	86.5	不明	69.2	80.0
成虫(9月)	17.3	寄生蜂0.1 越冬移動及 び不明4.8	4.9	28.3
成虫(12月)	12.4	越冬	4.0	2.3
産卵成虫	8.4			

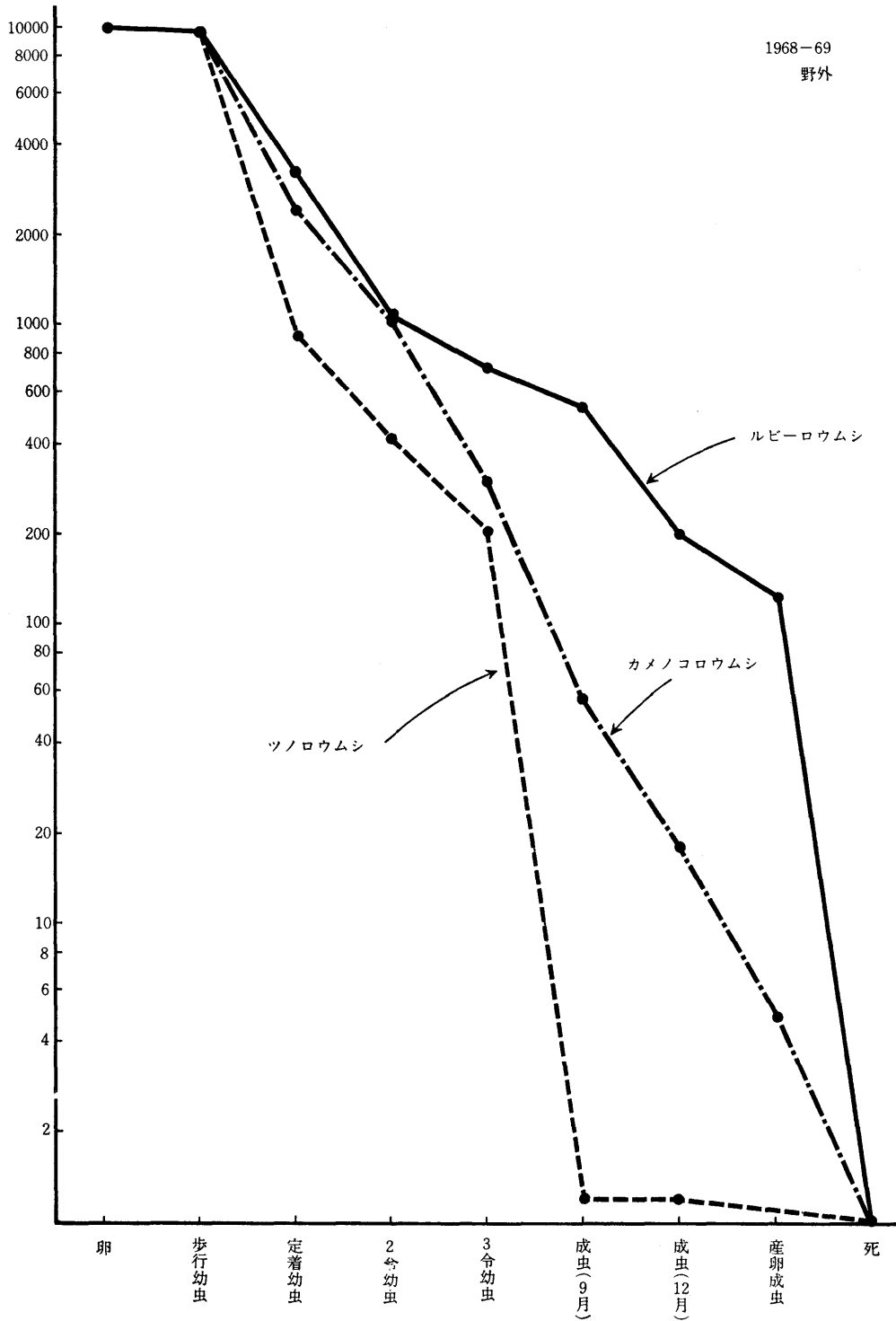
これによってみると、各種ともに死亡率の中でもとくに大きなものとしては実数の上では定着の失敗による歩行期幼虫の死亡があるが、成長してからの寄生蜂の影響もかなり大きい。秋季の寄生蜂の寄生はどの種も大差はないようだが、ルビーロウムシのばあい、その上に越冬後の寄生蜂による死亡（おもにルビーアカヤドリコバチの第1化期のものによる）が、死亡の実数は少なくとも、越冬後の少なくなった個体を殺すため個体群全体に大きな影響を与えるものと思われる。

考 察

1 ロウカイガラムシ類の生存曲線

昆虫類の中でも特殊な固着生活をしているカイガラムシ類の生存曲線にかんする研究は、これまでには非常に少ない。わずかに BLISS ら (1935) によるミカンマルカイガラムシ *Pseudaonida duplex* の死亡にかんする研究があるが、その結果は、非常に低い卵死亡率と、高い幼虫初期死亡率を示し、さらに成虫の産卵期間中にもう一度、いくらか高い死亡の時期があることが見出されている。この形は基本的には、今回われわれが明らかにしたロウカイガラムシ類3種の生存曲線の型と一致しており、カイガラムシという生活型の持つ特性のひとつではないかと思われる。

この生存曲線の型をさらに検討するため、タテ軸を対数として3種のロウカイガラムシの生存曲線をえがいてみたのが第8図である。これをみると、卵期の死亡を別とすれば（カイガラムシのばあい卵は母殻の内部で保護されているから、哺乳類の胎児と同様に、ふつうの外部環境の下における死亡とは別に考えてもよいであろう）、生存曲線は、カメノコロウムシでは歩行幼虫の発生から全個体群の死亡までは、ほとんど直線となる。DEEVEY (1947) の示した生存曲線の3型のうちのB型は、これと非常によく一致する。ほかの2種の生存曲線もB型に近いが、ルビーロウムシのばあいはよりA型の方へ寄っており、ツノロウムシでは反対にC型に近づく傾向を示している。つまり、ツノロウムシ、カメノコロウムシ、ルビーロウムシの順に、初期死亡がへってゆく。それだけ個体群の生育中の浪費が防止され、生存率が全体としても高まる傾向を示しているといえよう。



第8図 ロウカイガラムシ3種の生存曲線
(縦軸を対数としたばあい)

伊藤（1959）は、この生存曲線の3型を生物の進化とむすびつけて、進化の段階の低いものから高いものに向うについてC型からA型に変わってゆく傾向があることを、動物の大系統群の間で、また、個々の系統群の内部での多くの例から立証しようとした。それがまた生態学的にみて親による子の保護、養育の発達、栄養の乏しい環境への適応といった方向に沿うものであることを主張した。

ロウカイガラムシ3種のばあい、もっとも害虫として重要なルビーロウムシがA型に近く、実害の少ないツノロウムシがC型に寄っており、害虫としてもこの両者の中間に位置するカメノコロウムシの生存曲線がB型であることは、作物害虫の害の増大、つまり大害虫化というものがこの進化の方向と何らかの関係を持つのではなからうかという推測をいだかせる。つまり、広い意味でのwildなものからdomesticateされたものへの変化といういみで、害虫化は上記の生存曲線の進化の一面を表わしているものではなからうかとも考えられる。

2 繁殖能力と生存曲線

前節にのべたように、これら3種のロウカイガラムシの生存曲線は、おもな点では共通の性質を持ちながら、その死亡の型、全生育期間を通じての死亡率、幼虫の初期死亡率などの点で、いくらかの相違を示していることがわかった。

一方、この3種の繁殖能力を産卵、産仔数からみると、ツノロウムシがもっとも産仔数が多く、カメノコロウムシがこれにつき、ルビーロウムシがもっとも少ない。この産仔数の実数は年により、あるいは調査場所によっていくらかはことなっているが、3種の産仔数の多少のこの順位はほとんど変わらない。

さきの生存曲線とこの繁殖能力との関係を考えてみると、生育期間の死亡率ではルビーロウムシ、カメノコロウムシ、ツノロウムシの順に死亡率が高くなっているのに対して、繁殖能力をみると、同じルビーロウムシ、カメノコロウムシ、ツノロウムシの順に産仔数が多くなる。つまり、次世代個体数レベルを維持するうえで、この両者は相補うようなかたちになっているのである。ルビーロウムシは産仔数は少ないが生存率は高く、ツノロウムシは生存率は低いが、多い産仔数によってそれをカバーしている。カメノコロウムシはちょうどその中間である。この点でも、さきののべた生存率の進化のひとつの方向が推測できる。

記録として残っているものは少ないが、農業の現場におけるこれら3種のロウカイガラムシの個体群の変動を観察していると、ルビーロウムシは徐々に増えてゆくことが多く、はじめはごく低い密度ではあっても、少しずつ増えて3、4年で防除を必要とする密度に達することが多い（ただし農業散布などのためにルビーアカヤドリコバチの発生がごく少ない場所のばあいである）。それに対してツノロウムシはいつもごく少数であり、全くみられないときもあれば、ややに目につくときもあるが、いずれにしても防除の必要をみとめるほど増えることはない。ただし、この虫は虫体が大きく白色で、緑の樹葉の中では目につきやすいので実害がないのに防除の対象とされることがある（この場合、実害のあるなしは、すす病を誘発しているかどうかで決めることができる）。一

方、カメノコロウムシは平年はあまり増加せず低い密度を維持しつつづけているが、時折、局地的に多発し、富山県のカキにおける多発（望月，1952）、長崎県壱岐郡のミカン等における多発（大串，未発表）などのように集団防除を必要とすることも生じる。

これから考えると、実害の大きなルビーロウムシと、害がそれほど大きくないカメノコロウムシ、ツノロウムシの生存曲線と繁殖能力から、これらの関係を第15表のようにまとめることができよう。これからみて、大害虫は必ずしも繁殖能力が大きくはないということが、やや意外な結果として推論されるのである。この点は、さらに種々の重要害虫の大害虫化の問題と関連して、再検討されなくてはならない。

3 増加率と環境条件

さきへのべたような生存曲線あるいは生命表からみると、野外の自然条件下において卵から産卵雌成虫となるのは、ルビーロウムシで1.25%，カメノコロウムシで0.05%，ツノロウムシでわずか0.003%と推定される。これらの推定値に、各種ロウカイガラムシの産卵母虫の平均産卵数をくみあわせて、卵から次世代の卵までの増加率をまとめてみると、第16表のようになる。これは1966～1969年世代について、野外条件下のものと、雨のあたらない網室内飼育のものとの両者についてまとめた^{注)}。

これをみると、自然条件下では1世代（1年）のうちに、ルビーロウムシで4.7倍、ツノロウムシで0.1倍、カメノコロウムシで0.6倍となっている。

これによって考えると、ルビーロウムシは1年（1世代）に約5倍という率で増加する。これは昆虫としてはあまり高い増加率のように思えないが、しばしば大きな被害を出す重要な作物害虫であるこの虫の増加率がこの程度であることに留意する必要がある。カンキツ最大の害虫であるヤノネカイガラムシの増加率も、1世代ではこれと大差はない（大串ほか，未発表）。

さらに問題になるのはカメノコロウムシとツノロウムシである。この両種の野外条件下での増加率は1以下である。つまり、この状態では、世代をおって減少してゆくことになる。もし、この状態が1968～1969年世代だけの特別な事態でないとするれば、これら2種のロウカイガラムシは数年の

第15表 ロウカイガラムシ3種の害虫としての型と繁殖および死亡との関係

種名	害虫としての型	成虫までの生存率	繁殖能力
ルビーロウムシ	常発大害虫型	高	低
カメノコロウムシ	潜在大害虫型	中	中
ツノロウムシ	微害虫型	低	高

第16表 ロウカイガラムシ3種の増加率

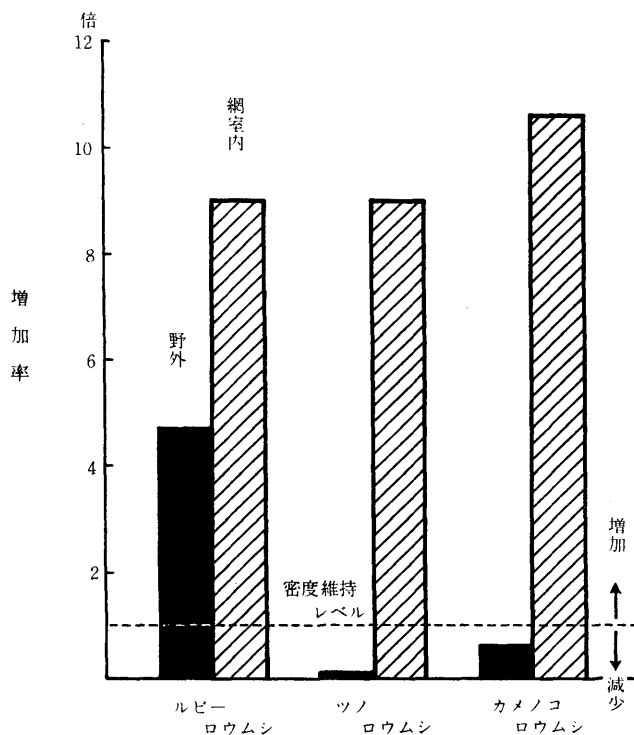
		1000 卵	1母虫	総産卵数	増加率
		当たり産卵成虫数	当たり産卵数		
ルビーロウムシ	野外	12.5	375.8	4697.5	4.7
	網室内	24.1	375.8	9057.0	9.0
ツノロウムシ	野外	0.03	3363.8	100.9	0.1
	網室内	2.7	3363.8	9082.3	9.0
カメノコロウムシ	野外	0.5	1258.3	629.2	0.6
	網室内	8.4	1258.3	10659.9	10.6

注) このばあい、生命表のなかに、雄成虫の羽化による死亡脱落を入れてあるから、性比によって産卵母虫数を補正する必要はない。

うちに絶滅するか、ほとんど発見できないほどの低密度になってしまう筈である。このようなことは、その野外条件下で個体群がある程度の密度レベルに維持されている生物のばあいとしては、非常に考えにくいことである。しかし、現在わかっている限りでは、1908～1969年度の気候条件は他の年にくらべて非常にちがっているとは思われず、また、この実験のさいの各種ロウカイガラムシの生息密度も、ふつうの野外の果樹その他寄主植物上でみられる密度とくらべて異常に高いかあるいは低いとは思われない。つまり、ふつうの年度あるいは生息密度からかけはなれた条件でえられた増加率とは考えられない。

この問題を考えるうえにひとつの暗示を与えるのは、このとき同時に実施した網室内における生存状況についての調査である。ほぼ同じ条件の寄主植物についている虫を、同じ方法で調査した結果では、3種のロウカイガラムシのいずれもが、野外のばあいにくらべてはるかに高い増加率を示した。しかも種間で大きな差があり、ルビーロウムシのばあいには網室内での増加率は野外のそれにくらべて約2倍にすぎなかったのに、カメノコロウムシでは約18倍、ツノロウムシに至っては90倍と、野外にくらべて非常に高い増加率を示している。

このことは、野外でもある種の環境条件が好適なばあいには、カメノコロウムシやツノロウムシも、ルビーロウムシと同様にいちじるしく増加する可能性があることを示している。そうして、ツ



第9図 ロウカイガラムシ3種の野外および網室内
(無降水)条件下における増加率

ノロウムシのようにふつうの野外条件では速やかに減少してゆくのではなからうかと思われる種類でも、何年かに一度、このような条件の年にめぐまれるか、あるいはその生息地域のうちのごく一部のところで好条件に会うならば、その地域個体群を維持し、ばあいによっては増加することもできるのではなからうか。地域個体群の維持なり安定というものが、必ずしも1年単位でその増減の収支がつぎなっていないからならないということはないであろう。このロウカイガラムシ類の個体群変動については、これらの点をも考えてさらに検討する必要がある。

また、これらの生活史も生活のしかたもよく似た3種の、網室内における増加率が9~10倍と、ほぼ同様であることは興味ある問題のひとつである。もし、網室内の条件がこれらの種にとって有利であって、生理的に可能な増殖率の限度、つまり BIRCH らの内的自然増殖率に近いものを示しているのなら、これらロウカイガラムシは、その形態、寄主の範囲、種形成の歴史などのちがいににかかわらず、種類として本来持っている増殖能力はほぼ同様であって、野外条件における生息密度や個体群変動の型、あるいは害虫としての重要性のちがいなどは々幼成虫の生存率を低めるようにはたらく環境要因の変化によっているということ、つまり個体群調節機構の変化によって支配されているということも考えられる。これもまた、害虫というものを考えるうえでの、ひとつのヒントとなりうるものであろう。

文 献

- 1) ANDREWARTHA, H.G. & L.C. BIRCH 1954: The distribution and abundance of animals. Chicago.
- 2) BIRCH, L.C. 1948: The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol., 17 (1): 15-26.
- 3) BLISS, C.I., CRESSMAN, A.W. & B.M. BROADBENT 1935: Productivity of the camphor scale and the biology of its egg and crawler stages. J. Agric. Res., 50 (3): 243-266.
- 4) 陳方浩 1974: 柑桔上蜡蚧属一新种. 昆虫学报. 17 (3): 325-328.
- 5) CRESSMAN, A.A. & L.T. KESSELS 1933: Winter mortality of the camphor scale and dictyosperma scale in 1933 at New Orleans, Louisiana. J. Econ. Ent., 26: 1177-1179.
- 6) CRESSMAN, A.W., BLISS, C.I., KESSELS, L.T. & J.O. DUMESTRE 1935: Biology of the camphor scale and a method for predicting the time of appearance of stages in the field. J. Agric. Res., 50 (3): 267-283.
- 7) DEEVEY, E.S. Jr. 1947: Life tables for natural populations of animals. Quart. Rev. Biol., 22: 283-314.
- 8) GIMPEL, W.F. Jr., MILLER, D.R., & J.A. DAVIDSON 1974: A systematic revision of the wax scales, genus Ceroplastes, in the United States (Homoptera; Coccoidea; Coccidae). Agric. Expt. Sta., Univ. Maryland, Miscellaneous Publ., 841. 1-88.
- 9) ISHII, T. 1923: Observations on the Hymenopterous parasite of Ceroplastes rubens MASK. with descriptions of new genera and species of the sub-family Encyrtinae. Dept. Agric. & Comm. Japan Imp. Plant. Quar. Sta. Bull., 3: 69-114.
- 10) 伊藤嘉昭 1966: 比較生態学 (増補版). 東京.
- 11) 加藤 勉 1964: カメノコロウカイガラムシの秋期の移動についての観察. 昆虫, 32(4): 512-516.
- 12) 是永龍二 1967: カイガラムシの生態. 植物防疫 21 (8): 315-318.
- 13) KUWANA, I. 1923: Descriptions and biology of new or little-known coccids from Japan. Dept. Agric. & Comm. Japan Imp. Plant. Quar. Sta., Bull., 3: 1-67.
- 14) 桑名伊之吉 1923: 矢根介殼虫及ルビー蠟虫ニ関スル研究. 病菌害虫彙報, 10: 1-88.
- 15) 松下友一・大串龍一 1598: ヤツデ葉上におけるルビーロウムシとカメノコロウムシのすみわけについて.

- 昆虫, 26 (4): 240—242.
- 16) 水野寿彦・村川龍之介 1953: ルビーロウカイガラムシの分布限界について. (1). 応用昆虫 9 (3): 97—101.
 - 17) 水野寿彦・村川龍之介 1954: ツノロウカイガラムシ並びにカメノコロウカイガラムシの分布北限と指標としての年平均気温の関係. 応用昆虫, 10 (3): 159—162.
 - 18) 西野敏勝・大串龍一 1965: カメノコロウムシの防除適期に関する研究. 応動昆., 13 (3): 135—141.
 - 19) 西野敏勝・大串龍一 1970: ロウムシ類の発育期間に関する調査. 九病虫研報, 16: 59—67.
 - 20) OHGUSHI, R. 1958: Studies on the Host selection by three species of *Anicetus* wasps (*Encyrtidae*) parasitic on *Ceroplastes* scales (*Coccidae*). Mem. Col. Sci. Univ. Kyoto, B., 25 (1): 31—38.
 - 21) 大串龍一 1961: アカヤドリコバチ群の寄主選択の研究——とくに寄主選択と種の分化の問題について——(1)~(2). 生物科学 13 (1): 9—14, 13 (2): 55—59.
 - 22) 大串龍一 1969: 柑橘害虫の生態学. 東京.
 - 23) 梅谷献二 1968: 日本における侵入害虫史. 植物防疫 22 (5): 183—188.
 - 24) 安松京三 1953: 本邦各地に放飼されたルビーアカヤドリコバチの活動状況に関する調査. 九大・農・学芸雑誌, 14 (1): 17—26.
 - 25) 安松京三・渡辺千尚 1964: 日本産害虫の天敵目録. 第2篇害虫・天敵目録. 福岡.