

昭和 37 年 度

7号

マツバノタマバエとその天敵の研究

第7号

島 根 県 林 業 試 験 場

松江市西川津町楽山

昭和 37 年 7 月

# 目 次

緒 言	1
第 I 章 種 名	3
第 II 章 マツバノタマバエの研究史	5
第 III 章 マツバノタマバエの形態	7
第 1 節 成虫の外部形態	7
第 1 項 頭 部 構 造	7
第 2 項 胸 部 構 造	7
第 3 項 腹 部 構 造	8
第 2 節 卵の外部形態	8
第 3 節 幼虫の外部形態	8
第 4 節 蛹の外部形態	8
第 IV 章 分 布 と 被 害	9
第 1 節 全国における分布と被害	10
第 2 節 島根、長崎、石川県の被害	14
第 V 章 生 活 史 の 概 要	20
第 VI 章 生 態 に 関 する 研 究	22
第 1 節 成 虫 の 生 態	22
第 1 項 羽化時刻と羽化習性	22
第 2 項 羽 化 時 期	25
第 3 項 羽化最盛日の推定	46
第 4 項 性比、交尾、産卵習性	52
第 5 項 雌の抱卵数および成虫の寿命	55
第 6 項 成 虫 の 活 動	56
第 2 節 卵および孵化幼虫の生態	60
第 1 項 卵塊の卵粒数、卵期間、卵化率	60
第 2 項 孵化幼虫の行動	62
第 3 節 幼 虫 の 生 態	63
第 1 項 針葉内における発育	65
第 2 項 虫えい内における幼虫数の変動	66
第 3 項 虫えい内における幼虫の密度と体の大きさ	70
第 4 項 幼虫の針葉脱出時期	75
第 5 項 幼虫の分散活動	79
第 6 項 幼虫の潜土行動におよぼす土性とその含水量の影響	85
第 7 項 潜土している幼虫に対する地表面からの水分の影響	85
第 8 項 幼 虫 の 超 湿 性	86
第 9 項 越冬幼虫の土壌内棲息深度および死亡率の変動	87
第 10 項 土壌の含水量が潜土幼虫の死亡率におよぼす影響	90
第 11 項 林分内における潜土幼虫の分布	91
第 12 項 幼 虫 の 耐 水 性	95

第 1 3 項	温度および湿度に対する低抗力	98
第 4 節	蛹の生態	102
第 1 項	蛹化時期	102
第 2 項	蛹化と羽化習性および蛹期間	103
第 VIII 章	被害の解析的研究	105
第 1 節	針葉の成長と産卵の関係	105
第 2 節	針葉の損傷経過	109
第 3 節	被害の表示	113
第 4 節	単木における虫食い形成率の枝階による差	117
第 5 節	林分における単木の被害差	119
第 6 節	単木における当年生枝の被害型	124
第 7 節	単木の成長にあらわれる被害	126
第 8 節	隠岐島における発生と林分環境	131
第 IX 章	マツパノタマバエの天敵、 <i>Platygaster</i> sp の生態と寄生効果に関する研究	134
第 1 節	生態に関する研究	134
第 1 項	生活史の概要	134
第 2 項	羽化時刻および羽化習性	134
第 3 項	羽化時期	136
第 4 項	性比	144
第 5 項	産卵および産卵習性	145
第 6 項	成虫の生存期間	146
第 7 項	林内における成虫の活動	148
第 8 項	蛹の期間	150
第 9 項	寄主当りの寄生蜂の蛹数および蛹の大きさ	151
第 2 節	寄生効果の実態	152
第 1 項	<i>Platygaster</i> sp の分布	153
第 2 項	島根県隠岐島における寄主と寄生蜂 <i>Platygaster</i> sp の勢力関係	153
第 3 項	寄生蜂の寄生効果	156
第 4 項	寄生蜂の飼育	157
第 5 項	寄生蜂 <i>Platygaster</i> sp の保護利用について	159
第 X 章	結    論	164
第 XI 章	摘    要	171
	参    考    文    献	176
	英    文    敵    要	182
	附    図	
	写    真	

# マツバノタマバエとその天敵に関する研究

三 浦 正

( 島根農科大学応用昆虫学研究室 )

## 緒 言

わが国の森林資源として、マツ類の重要性については著者が特筆するまでもない。オ二次大戦による森林の荒廃は松樹害虫、特に松喰虫類発生を増大を誘起し、この被害は全国的であつた。しかしながら松喰虫類以外に西日本一帯で近年非常に発生量を増加して被害激甚を極めている害虫にマツバノタマバエ *Thecodiplosis japonensis* UCHIDA et INOUE がある。この害虫は佐々木忠次郎博士によつて1901年に愛知県南設楽郡鳳来寺山(現在の鳳来町)で発見されているが、その後わが国では本種による被害はほとんど認められなかつた。しかしこの間に次々に分布地域を拡大し、発生量を増加してきたものらしく、近年特に西日本における被害面積の増大が目だつてきた。山陰地方における島根県隠岐島や、九州地方における長崎県対馬では時を同じくして大発生をなし、その被害は実に大きかつた。農林省は本種を法定害虫として取扱い、防除対策の樹立につとめた。1949年から1958年までの被害面積は実に1857196haにもおよび如何に短期間で猛威をふるうかをうかがうことができる。発生当時は本種に関する研究はほとんど皆無の状態では防除方法も確立されていないまゝ被害地域を拡大していつた。島根県隠岐島においては初発地の島前(図2参照)から島後(図3参照)に被害林をみるようになり、林業と漁業が主体である隠岐島の産業は非常に困窮状態に陥り、本種の防除対策が確立されない限り、林業経営を基本的に改めなければならぬ状態となつた。本種の被害発生地では幼令林、老令林を問わず伐採焼却(附図参照)がなされるなど国も県もあらゆる手段と方法を講じて対策に全力を注いだが、いずれもその効果は充分でなかつた。この原因はいろいろあると考えられるが、本種に関する基礎的な調査研究がなされないまゝ、応急的防除を施してきたことによるものとする。こゝにおいて島根県は本種に関する研究を島根農科大学に委託し、著者は1958年からこの研究を担当した。島根県隠岐島西郷町に現地調査林を設定して、九州大学教授安松京三博士に指導を仰ぎ、現地での野外生態を究明すると共に島根農科大学において基礎的な実験をなしてきた。隠岐島は日本海の離島であり、研究活動に制約を受けたが、一応本種の生態、被害解析、駆除法、特に有力なる天敵として寄生蜂を発見し、この寄生蜂についても生態ならびに寄生効果などに関して研究をなし、防除できる確信を得たので、1954年および1958年から1961年までの研究結果を取りまとめて公表する。この研究期間中に長崎県対馬にも渡り被害地域を調査する機会があたえられた。

本種に関する研究を企画され、研究を命じていただいた島根県ならびに島根農科大学学長竹崎嘉徳博士、研究の実施にあたり、試験設計、天敵の問題、更に本種に関する研究の為に研究員として留学を許可され、本文とりまとめの御指導をいただいた九州大学教授安松京三博士、本種の生態について御教示いただいた東京農業大学教授高木五六博士をはじめ、本学近木英哉助教授、京都大学教授内田俊郎博士、春川忠吉博士、東京大学日塔正俊教授、農林省林業試験場農林技官藍野祐久博士、農林省

林業試験場関西支場中原二郎技官には研究の途中で教をいただいた。タマバエ類の文献をいただいた農林省林業試験場北海道支場農林技官井上元則博士、島根県林業試験場大島清三郎場長、元林業課長女達実氏、成相光邦専門普及員、吉岡美城技師、元島根農科大学助手、現農林省北陸農業試験場大竹昭郎技官、タマバエ類の実態報告をしていただいた全国各府県の農林部および林業試験場の方々に謹みて感謝の意を表します。

隠岐島における現地試験に絶大な協力をいただいた島根県隠岐支庁林業課、元竹内三寿老課長、現酒井万之助課長、山田孝人、斉藤勇三、永海美登、山田富美雄の各技師、高井、野津、松原の諸氏、西郷町中条森林組合、島根県森林組合連合会大島六次郎会長の御厚意を受けたことを明記して厚くお礼を申し上げます。

第 I 章 種 名

本種は、双翅目、タマバエ科に属していて、佐々木(1902)は愛知県南設楽郡鳳来町で採集したものに *Thecodiplosis* (*Cecidomyia*) *brachyntera* SCHWAEGER? として日本樹木害虫編に記載し、和名をマツバノゴバイシバエと称した。その後、日高(1914)、高木(1929)、門前(1932)、小田、岩崎(1953)、三浦、近木(1955)の諸氏はいずれもこの種名を使用してきた。これは欧州産の *Thecodiplosis brachyntera* SCHWAEGER と同一種であらうとしての取りあつかいであつた。しかしながら、内田、井上(1955)の分類学的研究によつて、本種と欧州産の *Thecodiplosis brachyntera* とは全く別種であることが明らかにされた。本種と欧州産のものとは老熟幼虫の体の構造、特に腹色と胸片によつて完全に区別されることが判明し、*Thecodiplosis japonensis* UCHIDA et INOUE, 和名をマツバノタマバエ、またはマツノタマバエと名付けられた。

なお現在までに判明しているタマバエ類、特にマツの針葉に寄生して虫えいを形成して被害をあたえる主な種類と、それらの寄生となるマツの品種をあげると次のようである。

*Thecodiplosis* (*Cecidomyia*) *brachyntera* SCHWAEGER

*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.

*P. thunbergii* PARL.

*P. montana* MILL

*Thecodiplosis cockerelli* FELT

*Pinus cockerelli*

*P. edulis* ENGELM

*Thecodiplosis piniradiatae* SNOW et MILLS

*Pinus radiata* D. DON

*P. tuberculata* D. DON

*P. muricata* D. DON

*P. sabiniana* DOUGH

*P. coulteri* D. DON

*P. sylvestris* LINNAEUS

*Cecidomyia pinirigidae* PACKARD

*Pinus rigida* MILL

*Cecidomyia pinifoliae* FELT

*Pinus strobus* LINNAEUS

*P. sylvestris* LINNAEUS

*Cecidomyia baeri* PREL

*Pinus montana* MILL

*Janetiella coloradensis* FELT

*Pinus virginiana* MILL

*Mycodiplosis packardi* FELT

*Pinus strobus* LINNAEUS

*Retinodiplosis albitarsis* FELT

*Pinus strobus* LINNAEUS

などが知られている。

マツノタマバエ *Thecodiplosis japonensis* UCHIDA et INOUE の寄  
生するマツの品種は、

アカマツ *Pinus densiflora* S. et Z.,

クロマツ *P. thunbergii* PARL

※Red pine *.Pinus resinosa* AIT

※本種に寄生して虫えいを形成することは1959年著者の実験によつて明らかになった。

## 第 II 章 マツバノタマバエの研究史

マツバノタマバエのわが国における最初の発見は佐々木(1902)であり、才1章で述べたように、*Thecodiplosis* (*Cecidomyia*) *brachyntera* SCHWABEG? の種名で記載されている。その後わが国では九州地方における本種の被害について日高(1932)が熊本営林局発刊「管内における造林試験および調査の概要」後編本種の被害の発生状況について報告している。

高木(1929)は京城李王職秘苑内のアカマツにおいて被害を発見し、朝鮮山林会報に報告したがその後しばらく本種に関する報告はみられない。1940年から1943年頃に島根県隠岐島海土村の知々井岬の官行造林地に本種の大発生をみたが、この当時の島民や林業関係者は造林地のアカマツクロマツ、当時15年から20年生の林分が夏の終りから黄褐色に変化していくことを確認したが、潮風の影響によるものと解釈して放置していた。1948年に宮崎大学教授中島茂博士により、はじめてマツバノタマバエによる被害であることが明らかにされた。大島、小室、勝部(1951)は島根県隠岐島における被害を調査し、日本林学会関西支部大会で報告した。大島、勝部、原(1953)は島根県隠岐島の被害状況を森林防疫ニュースに発表した。酒井(1953)は島根県隠岐島における駆除の現況についての中間報告を日本林学会関西支部大会で報告した。小田、岩崎(1953)は九州地方における分布と生活史を究明し、農林省林業試験場熊本支場研究報告に発表した。高木(1954、'55)は本種の分布調査や、生態観察、薬剤試験などの研究結果を東京農業大学発刊の農業、林野庁発刊の森林防疫ニュースに発表した。酒井、山田(1954)は島根県隠岐島の被害面積を森林防疫ニュースに発表した。内田、井上(1955)は本種の分類学的研究をなし、

*Thecodiplosis brachyntera* と異なることを明らかにし、*Thecodiplosis japonensis* UCHIDA et INOUE と記載して、"INSECTA MATSUMURANA" に発表した。

三浦、近木(1955)は本種によるアカマツ針葉の損傷の実態を調査して島根農科大学研究報告に発表した。三浦、竹内、酒井(1959)は島根県隠岐島における分布、被害の実態、三浦、酒井(1959)は島根県隠岐島における生活史、三浦、島田(1959)は羽化曲線の解析、三浦(1959)は本種の寄生蜂 *Platygaster* sp. の羽化曲線について、三浦(1959)はマツバノタマバエ幼虫の耐水性について、三浦(1959)はマツバノタマバエ幼虫の虫えい内における棲息密度と体の大きさについて、三浦(1959)はマツバノタマバエ幼虫の越冬期間中の死亡率の変動などについて日本林学会関西支部大会で報告した。向本(1960)は石川県における本種の発生と薬剤駆除の結果を森林防疫ニュースに発表した。わが国のマツバノタマバエに関する研究で公表されたものは以上である。これらの内容をみるに、いずれも本種による被害面積や、発生経過の概要に関するものが多く、本種の発生地域の被害林分における生態、被害解析、駆除法、特に森林害虫の防除に有効な手段となりうることが多い天敵類の研究は全く実施されていなかった。1960年からタマバエ類の天敵に関する研究が、九州大学安松京三教授のもとで開始され、その成果が期待される本種は日本産アカマツ、クロマツ、外国産 Red Pine に寄生するが、外国における発生は現在のところおそらくないものと考えられる。

一方外国におけるマツの針葉に寄生して虫えいを形成するタマバエ類の研究は古い時代に盛んに研

究され公表されている。即ち、ALTUM (1891)の欧州に発生した *Thecodiplosis brachyntera* の被害状況や、KIEFFER (1917)のタマバエ類とその天敵に関する調査報告、FELT (E. P.) (1918)のColorado州の森林に発生した *Thecodiplosis cockerelli* *Mycodiplosis packardi* *Retinodiplosis allitaris* などについての報告、FELT (E. P.) & BROMLEY (1937)のConnecticutに発生した *Cecidomyia pinifolia* の被害報告、RATZEBURG (1844)、TUBEUF (1923, '32)、ESCHERICH (1925)の *Thecodiplosis brachyntera* に関する被害報告、BAGNALL & HARISON (1918)の欧州における分布、ECKSTEIN (1893, 1925)による生活史の観察、WOLFF & KRAUSSE (1926)の防除についての報告など数多い。

### 第 III 章 マツバナタマバエの形態

本種の形態については、井上、内田(1955)によつて詳細に報告されているので本文では著者の観察結果を簡単に述べる。

#### 第 1 節 成虫の外部形態

雌雄成虫の体の大きさを示すと表1のようである。

表一 1 マツバナタマバエ成虫の体の大きさ

性	大きさ	体 長	胸 幅	腹 幅
♀		2.9 0 0	5 5 0	7 0 0
♂		1.5 0 0	3 5 0	3 0 0

#### オ 1 項 頭 部 構 造

頭部：頭部の背面および側面は複眼で覆われて頭蓋の縫合線は顔面の基部で終っている。前額面および後頭部は黄褐色で後頭には褐色の長毛を出す。複眼は頭部の大半を占め黒褐色である。

口部：小鬚は4節からなり黄褐色である。小鬚のオ1、2、3節は円筒形、オ4節は中央部が肥大して先端かたがっている。オ1節が最も短かく、オ2、オ3節と順次長くなり、オ3節、オ4節の長さは殆ど同じである。小鬚の各節には黄褐色で短い毛を有する。

触角：雌の触角は基節、柄節、12の鞭節からなる。基節、柄節は黄褐色、鞭節は褐色である。基節は半円形で肥大し、柄節は基節より小さく、両者は縦に連結している。鞭節の円筒部の前端と後端の表面には多数の剛毛を輪生している。各鞭節には感覚毛を出す。鞭節後半は細くなり剛毛はなく、柄状となつて鞭節と鞭節をつなぐ。触角先端部の鞭節は先がすこしとがっている。

雄は雌同様に基節、柄節、12鞭節からなる。基節、柄節は黄褐色、鞭節は褐色である。触角は雌に比較して極めて長く、基節、柄節は雌同様であるが、鞭節の構造は非常に異なる。鞭節中央部は極端に細まり、両端が肥大して殆んど球形である。肥大部の基端には剛毛が1列に規則的に輪生する。各鞭節には感覚毛がある。

#### オ 2 項 胸 部 構 造

胸部背面は暗褐色で粗毛を密生する。背面中央に隆起板があり、その左右両縁に長毛を密生する。

翅：前翅は半透明灰白色である。翅の面積は雌が雄より広い。径脈は前縁にそつて走り、亜前縁脈と基部で合する。径分脈は明瞭で前縁脈と平行にはしり、前角の下方で前縁脈と合する。肘脈は先端部で分岐するが鮮明でない。翅の前縁には短毛を生じている。翅面には短毛と長毛が混生する。後翅はシヤクシ形の平均棍となり、先端部が広まる。

脚：脚は淡黄色で長短二種の毛を生じ、短毛は先がやゝ広まるが、長毛は先がとがっている。基節回転節には短毛はない。腿節および脛節の長さは殆ど等しい。節は5節からなり長い。節のオ1節は短くて矩形、オ2節は最も長く、3、4、5節は短かくて小さい。鉤爪は2本で腹面に向つて曲り、褥盤と殆ど同じ長さか、これより少し短い。

### 才3項 腹部構造

腹部は淡黄色で腹節の結合部には茶褐色の毛を密生する。雌の腹部は紡錘形で、雄の腹部は円筒形である。腹部は8節からなり、雄の腹部環節の結合部の毛は雌より特に長くて密生する。

生殖付属器：雌の産卵管は長く、上瓣は大きく下瓣は小さい。産卵管には短毛を密生している。

雄は把握器がよく発達し、基節と爪部からなり、爪部は基節の先端より内側に向かって牛角状に曲っている。成虫の外部形態を附図1に示した。

### 第2節 卵の外部形態

卵は長さ約0.4ないし0.6 mmで長楕円形で中央はすこし曲っている。卵の表面は光沢を有し、産下直後の卵色は無色透明であるが胚子が発育するにつれて黄色に変化する。卵の外部形態を附図2に示した。

### 第3節 幼虫の外部形態

幼虫の体色は発育中期までは黄白色であるが、中期を過ぎて成熟してくると黄色となる。胸部には胸片を有する。この胸片は発育初期の幼虫では観察できないが、発育中期の幼虫ではハート型となつて観察され、老熟幼虫でY字型となる。胸部、腹部各環節に1対宛の気門を体側に突出している。腹面各環節の結合部は非常に強じんな皮膚で小さな刺が密生する。尾部末端の気門は特に長く突出する。頭部には1対の触器を具えている。幼虫の外部形態を附図に示した。

### 第4節 蛹の外部形態

蛹の頭部および胸部は暗褐色、腹部は黄褐色である。化蛹当時の蛹は全体が黄色をしている。眼、翅鞘は暗褐色である。腹部は9節からなり、翅鞘の長さは才3腹節まで達する。脚は前、中、後脚と次才に長くなり、後脚は才4腹節に達している。各腹節背面には鋭い刺を密生する。頭部側面には1対の突起を有する。蛹の外部形態を附図に示した。

## 第 17 章 分布と被害

わが国における本種の分布については、高木(1953, '54)によつて調査されている。小田、岩崎(1953)は九州における分布地域と被害の概要を報告した。著者は1959年、北海道を除く全国各府県の農林部および林業試験場に調査を依頼して報告を受けた。林野庁は1950年から森林有害動植物被害調査報告を発刊し、この中で本種の被害面積を取りあつかつている。これらの資料を整理してみると、わが国で本種の被害が確認された最初の県は愛知県であり、以後熊本、大分、福岡県であるものと考えられる。

本種の分布地域を示すと図1となる。

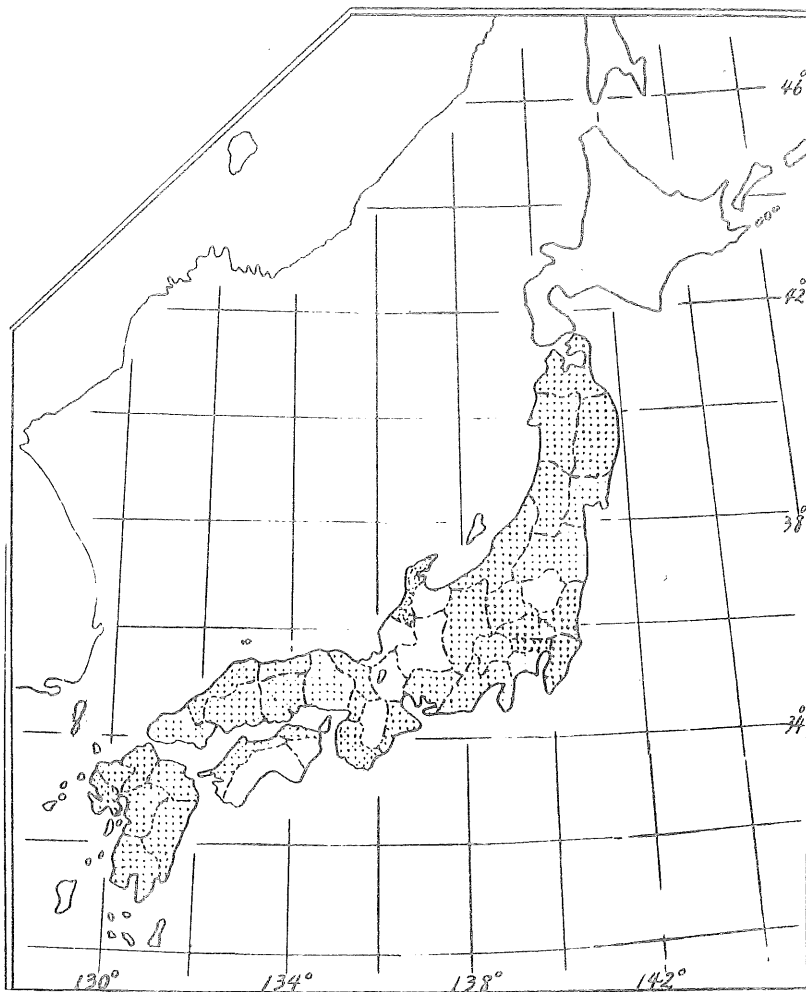




図-1 わが国における分布と被害地。  分布地  被害地

## 第 1 節 全国における分布と被害

### 青森県

東津軽郡西平町内のアカマツ幼令木、6~15年生(1953)に虫えい形成率5~10%を高木(1954)が報告している。

### 岩手県

花巻市の花巻駅附近のアカマツ20年生(1953)に虫えい形成率5~30%、花巻温泉裏手堂沢山のアカマツ壮令木の林縁に自生した幼、稚樹に20~30%の虫えい形成率を高木(1954)が確認している。

遠野市内に面積は僅かであるが1949年に発生していることを県農林部(1959)から著者に報告された。三浦(1960)。

### 宮城県

仙合市内八木山に自生するアカマツ稚樹および壮令木30年生(1953)に虫えい形成率30%石巻市日和神社の6~7年生(1953)クロマツが2~3%、市内の商業高校の多行松で5~20%、宮城郡松島町にも分布していることを高木(1954)が確認した。

名取郡下増田村内のアカマツ、クロマツ林10haに発生していることを1953年確認し林野庁(1954)が報告している。

### 秋田県

大館市外三根山にある20年生アカマツ林に自生する幼令アカマツに2~3%の虫えい形成率、本荘市内の海岸寄りのクロマツ防風林内に自生する稚樹に2~3%、アカマツ稚樹で20~30%の虫えい形成率を高木(1954)が確認した。

### 山形県

酒田市酒田営林署管内の海岸砂防林内に自生するクロマツ稚樹で3~20%の虫えい形成率のあることを高木(1954)が確認した。

鶴岡市内にある海岸砂防林の天然下種のクロマツ稚樹に0.2ha(1955)、山形市内で0.1~0.5haのアカマツ林の天然下種の稚樹に発生していることが、1956年に確認されていると著者に報告してきた。三浦(1960)。

東田川郡朝日村のヒメコマツ、キタゴヨウマツに発生していることが、1955年に確認され、林野庁(1957)が報告している。

### 福島県

福島市内で1956年に50haの発生林のあることが著者に報告された。三浦(1960)。

### 茨城県

水戸市内の公園で若干の被害と、東茨城郡大洗海岸で高木(1954)が分布を確認した。

那珂郡那珂町にあるタイワンアカマツ3年生0.1ha、アカマツ1haが被害を受けていることが1959年に確認され、県農林部および近藤秀明技師から著者に報告された。

### 新潟県

新潟市内の海岸沿いのクロマツ孤立木15年生に30~40%、3年生クロマツに40~50%の

虫えい形成、村上市内の鉄道砂防林クロマツ30年生に約30%程度の虫えい形成率を高木(1954)が報告した。

#### 群馬県

高崎市内にあるアカマツ、多野郡吉井町内でアカマツ幼令木で若干の被害を高木(1954)が報告した。

#### 埼玉県

鴻巣市鴻巣町および北足郡北本宿村で被害が発生していることを高木(1954)が報告した。

#### 千葉県

松戸市内の千葉大学園芸学部構内の多行松に若干の被害があることを高木(1954)が報告した。千葉市内で1958年、佐倉市内で1957年、成田市内で1957年に発生したことを県農林部が著者に報告した。三浦(1960)。

#### 東京都

新宿区新宿御苑、世田谷区東京農大構内同区玉川用賀町で若干の被害を高木(1954)が確認した。

八丈島人文町のクロマツ人口造林7~8年年生に0.04haの発生を林野庁(1957)が報告した。神奈川県

中郡大磯町内でクロマツ天然林、30年生0.29haに1958年、高座郡座間町で1959年確認され、比較的被害が大きい。

横須賀市で1959年、相模原市で1959年、横浜市で1959年に微害が確認されたことを県農林部から著者に報告された。三浦(1960)。

三浦市葉山のクロマツ人工造林、21~40年生に0.02haに1959年発生、厚木市三田のアカマツ、クロマツ人工造林、6~10年に0.02haに発生していることが1958年に確認され林野庁(1958)が報告している。

#### 山梨県

南巨摩郡身延町身延山でアカマツが約10%程度の虫えい形成率を示していることを高木(1954)が報告した。

#### 長野県

伊那市信州大学農学部附近のアカマツ壮令林の下木稚樹アカマツが30~50%の虫えい形成、上諏訪市内の雑木林内のアカマツ稚樹に2~5%の虫えい形成、上伊那郡大島村内で約25年生アカマツ2~5%の虫えい形成、片桐村、南箕輪村でも微害あり、諏訪郡富士見町、下伊那郡大鹿村、平岡村でも微害のあることを高木(1954)が確認した。

#### 静岡県

伊藤市内で多行松並木に30~40%の虫えい形成、田方郡修善寺町修善寺境内のアカマツ幼樹に30%程度、大仁町達摩山のクロマツ壮令木に20%程度の虫えい形成率を高木(1954)が報告した。伊藤市鎌田でクロマツ、アカマツ人工造林1~5年生が0.5haの被害を受けていることを林野庁(1958)が報告した。

## 愛知県

南設楽郡鳳来町鳳来寺山で1901年に佐々木忠次郎博士が記録した。同郡禰原地内でアカマツ幼令、壮令林に被害があることを1939年に高木五六博士も確認していた。

東加茂郡下山村内のアカマツ10haが被害を受けていることを1951年に確認され、更に1952年に200ha、旭村で200haの被害面積があることを林野庁(1952)が報告した。

## 和歌山県

東牟婁郡古座川町内のクロマツ8~10年生2haに1956年被害が確認された。更に1957年には3haに面積が拡大したことを林野庁(1956、'57)が報告した。

## 三重県

度合郡二見町で1953年に0.1haの被害林が確認され、多気郡明和町で1956年に0.1haの被害林が発生、その他、松坂市、伊勢市、鳥羽市、志摩郡などの海岸部のクロマツ幼令林に分布していることが1959年に県農林部から著者に報告された。三浦(1960)。

## 京都府

京都市内で1952年、桑田郡京北町弓削で1951年に3haの被害林があつたことを県農林部から著者に報告された。三浦(1960)。

## 大阪府

枚方市内でアカマツ稚樹、幼令、壮令木が10~50%の虫食い形成率を示していることを高木(1954)が報告した。林野庁(1951)に同市で3haの被害林を確認している。

## 兵庫県

加東郡龍野町、社町、来住町で1951年に発生していることを高木(1954)が報告した。1950年県農林部の調査によると神戸市、美嚙郡、有馬郡、加東郡、多可郡、加西郡、神崎郡、氷山郡、多紀郡、津名郡下のアカマツ、クロマツ林に発生していることが確認され、137haの被害林のあることを林野庁(1956)が報告した。

## 鳥取県

米子市を中心とする島根県寄りの海岸附近のアカマツ、クロマツ壮令林に発生しているが被害は極めて軽い。境港市の美保湾と中海に突出した夜見ヶ浜半島部一帯のクロマツ、アカマツ林に軽い被害があるのを著者が1955年に確認した。三浦(1960)。

## 山口県

萩市の如意獄水源地のアカマツ、クロマツ10~20年生、0.5haが1951年に軽い被害を受けた。同市目代水源地のアカマツ多行松も被害を受けていることを県農林部から著者に報告してきた。萩市椿東にあるクロマツ15~30年生が1951年に被害を受けている。三浦(1960)。

## 岡山県

笠岡市に1959年に0.01haの被害発生をみたと県農林部が著者に報告した。

倉敷市内でアカマツ天然林、5~40年生が30haほど1957年に被害を受けた。都窪郡早島町内でアカマツ天然林、5~10年生3haの被害、和気郡備前町内でアカマツ天然林、8年生が0.03haの被害を1957年に受けていることを林野庁(1957)が報告した。

## 広島県

佐伯郡宮島町内で天然生アカマツ、クロマツ稚樹が10%程度の虫食い形成率を示しているのを高木(1954)が確認している。

安佐郡安佐町内でアカマツ5~60年生に1956年に50ha発生していることを林野庁(1958)が報告した。

## 香川県

香川郡直島町、高松市女木島の海岸砂防林30~40年生のクロマツが被害を受けていることが1958年に確認され、県農林部から著者に報告された。三浦(1960)。

## 愛媛県

大州市内で高木(1954)が確認している。大州市北只で1953年に2ha、大州市菅田で1957年に微害があつたことを県農林部が著者に報告した。三浦(1960)。

## 福岡県

八女郡黒木町に分布していることを小田、岩崎(1953)が報告した。

## 佐賀県

唐津市に分布することを小田、岩崎(1953)が報告した。

## 熊本県

鹿託郡城山附近、金峰山、小萩、大谷、平山、木原山、大崎、木折平の各国有林に発生していることを小田、岩崎(1953)が報告した。

玉名郡腹赤村内の10~20年生の天然林2haに発生、上益城郡用佐町内の10~20年生の人口造林地3haに被害があることを林野庁(1952)が報告した。

熊本市内でアカマツ人工造林、3年生が29ha被害を受けた。天草郡松島町のクロマツ天然林、10~50年生が0.5ha被害を受けたことを林野庁(1957)が報告している。玉名郡長州町内でクロマツ30年生が0.4haの被害を受けていることが1950年に確認された。

荒尾市赤田でクロマツ8年生0.01haが1960年に被害を受けた。同町内でクロマツ林、30年生が2ha、1957年に被害を受けていたことが確認された。

人吉市<sup>再</sup>取りでクロマツ、6年生、0.01ha、1960年確認。

下益城郡豊野村の県行造林、クロマツ、4年生が22ha、1959年確認。

菊池市水源(東洋紡績所有林)クロマツ、6年生、0.74haが1960年被害を受けたことを県農林部から著者に報告された。三浦(1960)。

## 大分県

大分県内における本種の被害については、日高(1932)によつて報告された。それによると1927年には森平家山国有林、1929年には大分管林署部内蛇越岳国有林、九重山、瀬の本国有林に本種の被害が確認されている。日高(1932)小田、岩崎(1953)。

## 宮崎県

浜、明神山国有林に発生していることを、小田、岩崎(1953)が報告した。

## 鹿児島県

崩ヶ平、日添、万騰、新床、前目の国有林と、鹿屋および高山新城における被害が小田、岩崎（1953）により報告された。

日置郡郡山村内でクロマツ、2haが1952年に被害を受けた。

始良郡山田村内でクロマツ、9ha、清水村でクロマツ、9ha、福山村でクロマツ、12ha、噺吟郡財部町内でクロマツ、3ha、肝層郡百引村内でクロマツ、60ha、吾平町でクロマツ、5haの被害があつたことを林野庁（1952）が報告している。

## 第2節 島根、長崎、石川県の被害

### 島根県

島根県における分布は県下の殆どの地域にわたっているが、被害地として取りあつかう地域は、島根半島一帯と石見海岸部、隠岐島である。

中でも隠岐島は島根県における被害面積の大部分を占めている。

### 隠岐島における被害経過

隠岐島は島根半島の北方44kmの日本海にある大小約180の島からなる火山島である。地形は極めて複雑で耕地が少く、島の総面積3,471,071haのうち林野が約2,479,36ha、74%、耕地は1,479,32haで7%に過ぎない。島の地質は島前と島後の西部、東部で異り、島前では安山岩、オ3紀層花崗岩、粗面岩などの噴出岩が多くみられる。

表土が浅く土性がよくないのでクロマツを主とする針葉樹林が林地の約75%を占めている。島後の西部一帯は島前に類似しているが、東部はオ3紀層および玄武岩、安山岩、片麻岩で構成され、比較的土層も深く、雨量も多いからスギの適地が多い。隠岐島はこのように平地に乏しく山地が多いから産業の中で林業と漁業は実に重要視されている。この島の林野（民有林）の利用状態をみると、林野総面積2,497,176haで、針葉樹の林地が、1,470,635ha（約60%）、広葉樹の林地が962,870ha（約30%）、竹林が2,489,2ha（約1%）で、これらの合計が2,458,399haとなり、草地在り3,957,0haある。このように針葉樹林が林地の60%をしめ、島根県の平均23%より非常に高い。隠岐島民の個人の森林所有規模をみると、民有林総面積のうち個人所有林が70%、部落所有林が20%であり、0.5ha以下の森林所有者が実に総数の80%を占め、50ha以上の所有者は0.2%にすぎないという零細規模である。このように経営規模の小さい、しかも林業経営に重点を置いているのでアカマツ、クロマツの単純林が多く、本種の発生が隠岐島に集中的であつたことは被害面積の増加と共に島の林業経営を根本からくつがえそうとした。本種の被害発生と同時に悪質業者によつて林木の価格は下げられ林業家は実に大きな被害を蒙っている。

隠岐島で本種の発生を最初に確認したのは1940年頃で、当初は隠岐島海士村の知々井岬の官庁造林地におけるクロマツ林である。島の住民はこの被害が現れたことを知っていたが、針葉が夏から秋にかけて黄褐色に変化して落葉するが、春には再び緑色になることからみて、潮風による被害と信じて処置をしなかつた。その後年々この症状を示す森林は拡大される一方であり、1948年にはじめて虫害であることが明らかにされた。この虫害が明らかにされた年にはすでに島前の海士村は勿論西の島町、島後の西郷町岬のアカマツ、クロマツ林の大部分は被害を受けていた。

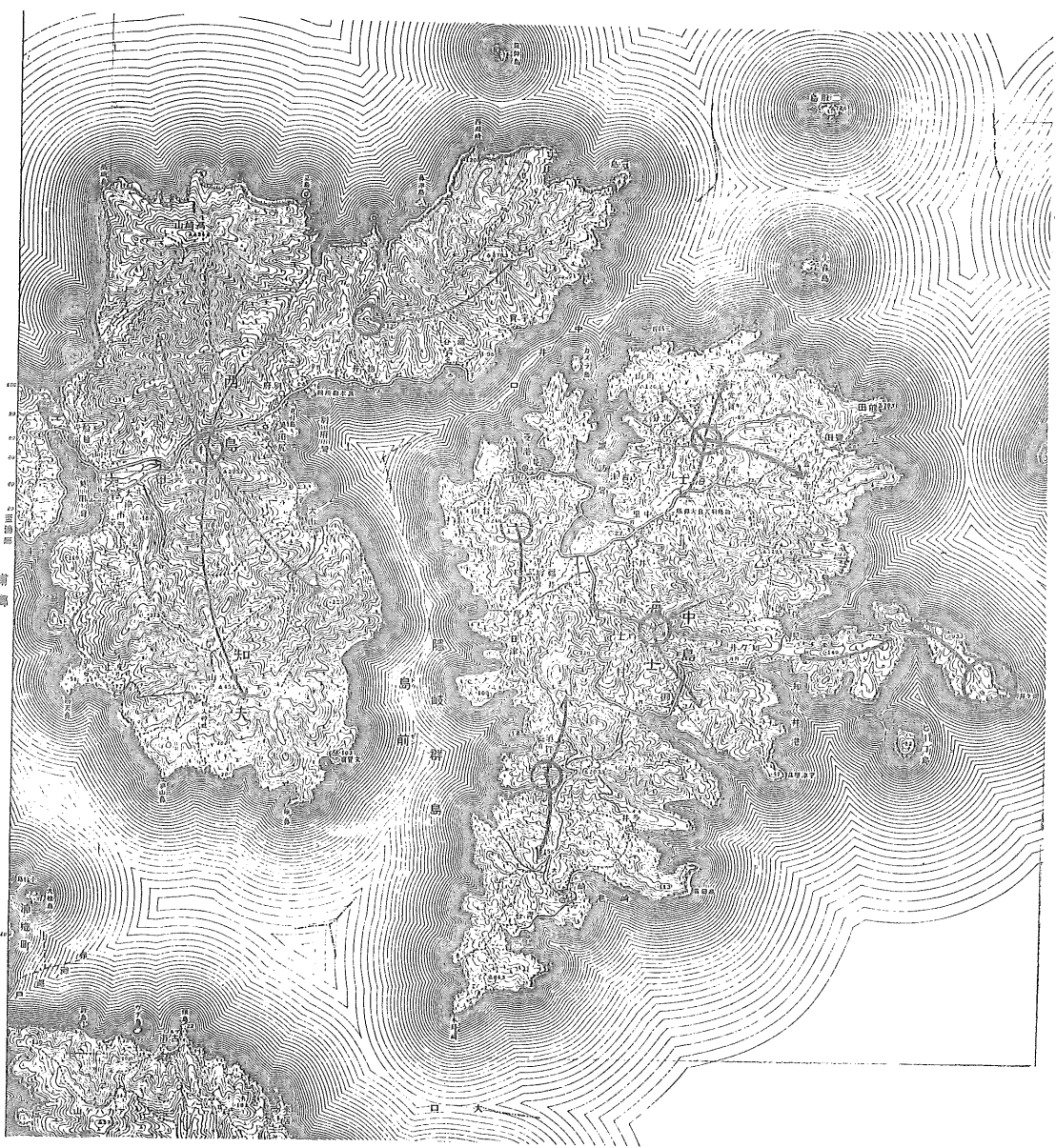
隠岐島の初発地および被害伝播経路を示すと図2、3のようである。

郡  
春が  
島

は極  
耕地  
岩、

後の  
比較  
から  
木野  
96  
とな  
より  
、部  
有者  
点を  
は被  
業者

官行  
から  
と信  
はじ  
勿論



第2図 隠岐島島前の初発地



才3図 隠岐島島後における発生中心地と被害林の伝播

これから数年間のうちに隠岐島の島前、島後のほとんどのアカマツ、クロマツ林の稚樹、幼令、壮令、老令木を問わず大被害を受けた。(附図参照)この被害林の多くは伐採焼却処分がなされた。(附図参照)

この島前に初めて発生をみて以来、各地の林分が被害を蒙つた経路を吟味してみると、発生初期には被害林は各地に点在しているが、それを中心に次々に被害地域とその面積を拡大している。

隠岐島における発生地域と被害林面積について、1948年から1959年にいたる11年間の推移の状態を調査した結果を表2に示した。

表一 2 高根県穂枝島における被害面積と材積 (1948年度から1958年まで)

年度 被書 町 村	1948		1949		1950		1951		1952		1953	
	ha	m <sup>3</sup>	ha	m <sup>3</sup>	ha	m <sup>3</sup>	ha	m <sup>3</sup>	ha	m <sup>3</sup>	ha	m <sup>3</sup>
西 郷	12.9	973.9	10.9	135.5	39.57	1,318.9	24.39	1,530.43	24.79	2,142.60	84.3	7,234.8
中	10.9	306.1									4.9	55.65
五 箇 万									59.5	1,029.56	29.7	3,339.1
都 海	297.5	19,199	344.1	10,312.3	10,190.1	6,678.24	142.80	1,330,083	175.53	1,427,474	69.42	6,956,90
西の島	15.9	2,226.1			9.9	2,504	84.3	55,652	91.2	7,234.8	69.4	6,956.5
知 夫	6.9	473.0										
計	344.1	58,990	3,650	104,478	15,957	68,351.7	175.62	1,538,778	2,153.9	18,170.38	882.5	9,766,659
年度 被書 町 村	1954		1955		1956		1957		1958			
	ha	m <sup>3</sup>	ha	m <sup>3</sup>	ha	m <sup>3</sup>	ha	m <sup>3</sup>	ha	m <sup>3</sup>	ha	m <sup>3</sup>
西 郷	7.44	612.17	39.6	417.39	34.3	8,627.0	79.3	417.39	59.6	3,478.3		
中	2.48	194.78	19.8	1,669.6	9.9	3,348	4.9	417.4	2.9	278.3		
五 箇 万					4.9	55.65	4.9	417.4	2.9	278.3		
都 海	2.98	3,339.1	19.8	19,478	19.8	11,130	14.9	8,348	4.9	278.3		
西の島	53.55	5,565.20	27.77	2,504.34	109.0	12,243.4	59.5	8,347.8	5.45	30,60.9		
知 夫	49.6	69,565	39.7	33,391	19.8	11,130	9.9	55.65				
計	714.1	74,017.1	396.6	3,617.38	2,477	24,487.7	173.4	14,747.8	124.8	7,374.1		

島根県本土における被害は隠岐島に比較して問題にならないが、本種の発生は島根半島部、石見地方の海岸部に多い。島根半島部の八束郡下や平田市における被害は、被害度にして、1~2程度である。被害面積は八束郡下で554ha、大原郡下で15ha、飯石郡下で2ha、簸川郡下で18ha、仁万郡下で47ha、邑智郡下で27ha、那賀郡下で36haの林分が被害を蒙っていることが、林野庁(1952)、三浦、近木(1955)によって報告されている。山陰地方の分布を図4に示した。

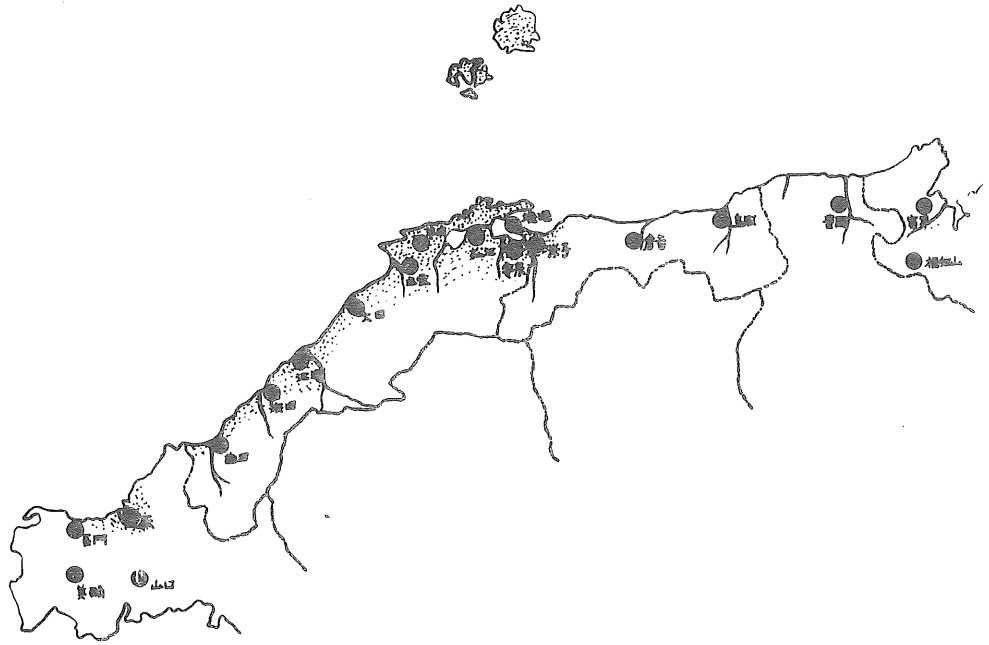



図-4 山陰地方における被害地  被害地

## 長崎県

長崎県の被害はそのほとんどが、対馬及び壱岐におけるものである。著者は1960年対馬の被害地を調査する機会を得た。

### 対馬および壱岐の被害

対馬における本種の発生は島根県隠岐島における大発生とほとんど同時であつた。著者が調査に渡つた時は対馬全域からマツの林分はほとんど伐採され、わずかに2~3年生の造林地があるに過ぎない状態で如何にこの島の被害が大きいものであつたかが推測された。本種の被害地は上県、下県郡下一帯であつて、1950年からの林野庁の調査によると、被害面積(民有林+国有林)をみると。

1950年	685ha
1951年	6345ha
1952年	500ha
1953年	1506ha
1954年	40ha
1955年	800ha
1956年	381ha
1957年	307ha
1958年	606ha

となつている。

これらの被害林分は伐採され、現在においては針葉樹林は極めて少く、本種の勢力も弱まりつつある。著者の調査結果は次のようであつた。

下原地区：アカマツ、クロマツ、10~15年生、被害度4、伐採の必要あり。

椎根地区：アカマツ、クロマツ、10~12年生、被害度0。

久根田舎地区：アカマツ、クロマツ、10~20年生、被害度1。

美津地区：アカマツ、6年生、被害度4、アカマツ、40年生、被害度1。アカマツ、クロマツ、4~5年生、被害度1。春季薬剤撒布が実施されていた。

小浦地区：クロマツ、7年生、被害度1。

樽ヶ浜地区：クロマツ、樹令不明、被害度2。

仁位地区：アカマツ、クロマツ、10~20年生、被害度0。

黒隅山地区：アカマツ、30~32年生、被害度1。

豊玉地区：アカマツ、クロマツ、15年生、被害度4、殆ど枯死状態。

アカマツ、クロマツ、5年生、人工造林地、アカマツ被害度3~4。クロマツ被害度1。

大星山地区：アカマツ、クロマツ、3~4年生、被害度1。

大增および舟志地区：アカマツ、25~27年生、被害度1。

古里地区：アカマツ、クロマツ、10年生、被害度2。

泉地区：クロマツ、20~30年生、被害度1。

鰐浦地区：クロマツ、20~30年生、被害度0。

1960年現在で以上のようであつたが、早急に防除対策を樹立しない限り造林施行が不安状態にあつた。1961年は島根県隠岐島より対馬に寄生蜂、*Platygaaster* sp. を大量に送付して放飼試験をなしているからその効果が期待される。

#### 石川県

石川県における被害は1959年に発見されたものであつて、それまではほとんど本種の発生は認められなかつた。

能美郡辰口町、1959年、70haの激害地と70haの被害中庸地、60haの微害地が出た。

能美郡寺井町、1960年、10haの激害地と15haの中庸地、15haの微害地を発見している。

加賀市山代のアカマツ、40～50年生、1ha、被害度4。

小松市遊泉寺の県行造林地、アカマツ、30年生、1ha、被害度4。

羽咋郡志雄町の県行造林地、アカマツ、20年生、1ha、被害度4。

羽咋市粟生でアカマツ、40～50年生、1ha、被害度4。

これらの地域はいずれも1960年に被害が発生し、県農林部から著者に報告された。

林野庁(1958)の報告によると、金沢市内のアカマツ天然林、6～10年生、150haの林分が被害を蒙っていることが明らかにされている。

以上は本種のが国の各府県における分布と被害状況であるが、1961年までに未確認として残された8県、即ち、栃木、奈良、富山、福井、岐阜、滋賀、高知、徳島の各県でも詳細な調査を実施することによつて分布が確認できるのではないかと考えられる。

各県における被害状態をみてわかるように本種の分布と被害は必ずしも一致するものではないが、島根県隠岐島や長崎県対馬、石川県におけるごとく、発生密度は環境の条件によつて急激に増加するから、各地域における個体数の変動には特別な注意が必要である。本種の発生に対する適切な処置はなるべく早期においてなすべきで、被害が林外から遠望できる時期の個体数は非常に増大している。この頃から2～3年後には林分の被害度は3～4に上昇する。このようになるとアカマツは枯死し、クロマツは生長量が極端に減少して枯死状態を呈する場合が非常に多い。

島根県隠岐島においては、本種の有力な寄生蜂の発生をみることができ、年々その勢力を増加して1960年においては、寄生蜂の高い林分では74%にも達して、その効果は顕著にあらわれている。

## 第 V 章 生活史の概要

本種の生活史は *Thecodiplosis brachyntera* に非常によく似ている。生活史については、小田、岩崎（1953）の熊本地方における調査結果がある。著者は鳥根県隠岐島において、1958年以來本種の季節的発生経過を調査し、その概要はすでに報告した。三浦（1960）。

成虫、幼虫、卵、蛹などに関する個々の生態は才VI章で詳述する。

生活史についての視察は、鳥根県隠岐島西郷町中町地区のアカマツ、クロマツ混交林、樹令20～25年生と、西郷町中条地区のクロマツ幼令林、樹令10年生、アカマツ幼令林、樹令10年生の3林分が主な対照林分である。

成虫の発生は早い年で5月上旬にはじまり、6月中旬、時として6月下旬に終る。発生の早い年は5月下旬から発生して6月下旬、時として7月上旬まで成虫がみかけられる。

羽化最盛期は5月下旬か6月上旬になることが多い。成虫の羽化開始日や発生期間の長短、終息日などは年により地域によつて異なる。松江市における野外飼育では4月下旬に羽化した個体も少数あった。小田、岩崎（1953）の熊本における調査では4月下旬から羽化期にはいつている。長崎県対馬でも少数個体は4月下旬に羽化している。これら羽化期の差は気候条件の年変化、地域的な差によるものである。

筒井（1956）はムギアカタマバエ *Sitodiplosis mosellana* ムギクロタマバエ *Contarinia* sp. の羽化期の早晩は、その年の3月から4月にかけての気温の高低と特に深い関係にあることを報告している。本種についても過去3年間の羽化最盛日と、2月、3月、4月の平均気温との関係を吟味してみた。調査年数が少ないので断定はできないが、2月から4月まで3箇月の平均気温の累積値との間に相間があるようにみられた。即ち、越冬後期の気温の高い年は早く、低い年は羽化最盛期が遅くなる。羽化した成虫は交尾、産卵を終つて死亡する。卵は針葉腹面の葉先から1～3mm位下方に卵塊として産みつけられる。孵化した幼虫は針葉の基部に潜入する。孵化直後の幼虫は極めて活動的である。幼虫は針葉の基部で栄養摂取をなして發育する。幼虫の針葉組織食害と發育に伴う分泌物の刺戟を受けて、針葉組織は異常肥大を起し、いわゆる虫えいを形成する。幼虫の寄生を受けた針葉は組織が侵害されるから次々に生理機能を低下して、針葉の生長が悪く、7月から8月になると寄生を受けている針葉と健全針葉は外部から明瞭に区別できるようになる。幼虫は11月上旬までは孵化食入した針葉の基部の虫えいの中で生活しているが、11月中旬になると、幼虫の棲息している針葉基部の組織は完全に空洞化し、針葉も萎凋を起すので虫えい内から林地に脱出する幼虫は針葉脱出にあたつては降雨などの刺戟を受けて活動的となると共に水滴そのものを利用して針葉腹面にできた溝をつたつて這い出し、胸片を利用して跳びおる。

（針葉は10月中旬から下旬になると基部の健全組織は殆どなくなり空洞化する。この頃虫えいの直上部がく虫えいは褐色）灰緑色になつて針葉全体が萎凋現象を起し、この時期に針葉が腹内面に向つて曲るので幼虫の虫えい脱出に都合よく溝ができる）

脱出時の幼虫の發育程度は一様でなく、幼虫の体色、大きさなどに非常に差がみられる。極端に發育の遅れた幼虫は針葉基部の虫えいの中で翌春まで残つている場合もある。例外として針葉中腹に虫

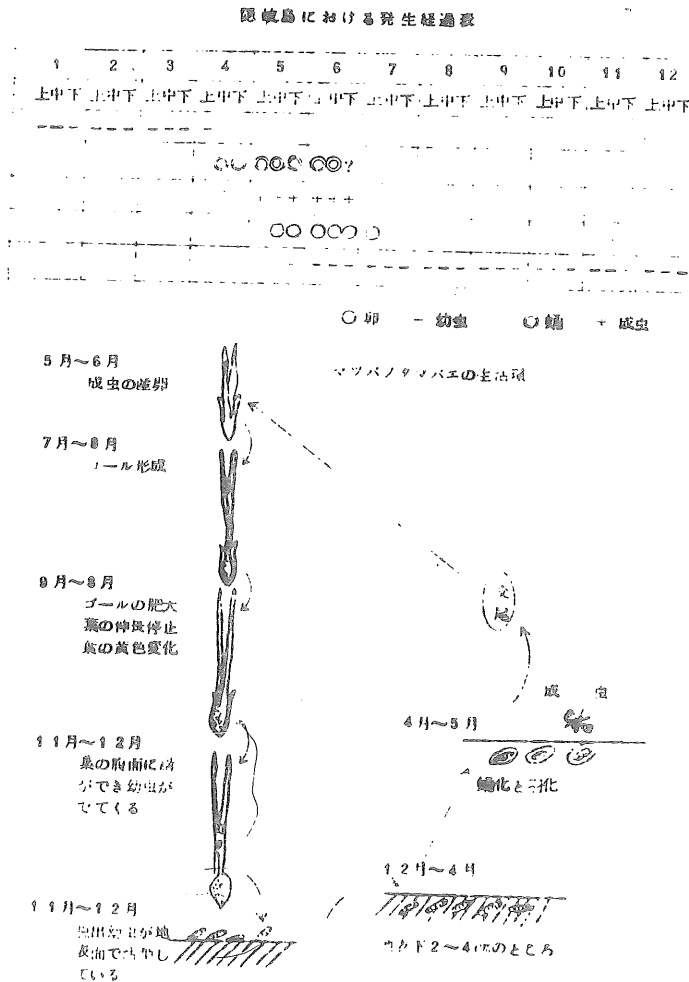
えいを形成してすみついた場合は発育途中で死亡するものが多い。幼虫が発育不完全で翌春まで針葉基部で生活する場合は虫えい内の棲息密度が低く、針葉の基部組織が完全に阻害を受けないで生理機能を保持している場合に多くみられる。

林地に落下した幼虫は集合、分散をなしつつやがて地下2~4cm位いの深さに潜って越冬体制にはいる。

越冬幼虫は3月下旬から4月にかけて、土粒をつづりあわせてその中にいる。幼虫は繭を作る場合もつくらない場合もあるが、繭をつくったものはその中で蛹化し、蛹は5月上旬から羽化体制をとる羽化する場合に蛹体を土壌表面に半分突き出してくる。羽化はほとんど夕方なされるが、これは照度に影響されるものと考えられる。即ち、天候や飼育環境によって羽化時刻は異なってくる。

隠岐島における生活史を表3に示す。

表一 3 島根県隠岐島における発生経過表



## 第 VI 章 生態に関する研究

### 第 1 節 成虫の生態

#### 才 1 項 羽化時刻と羽化習性

成虫の羽化脱出時刻および羽化習性について調査しておくことは、成虫の活動を理解し、羽化時期における本種の駆除対策を樹立するうえに非常に参考になるものと考えられる。

#### 研究方法

羽化時刻調査は 1958 年と 1959 年の 2 回実施した。1958 年は隠岐島西郷町の被害林土壌を大量に採取して、越冬幼虫を分離して使用した。1959 年は前年の秋に被害林内で虫えい形成針葉を採取し、灌水処理で虫えいから幼虫を脱出させて使用した。

幼虫の飼育は砂土の中に幼虫を混合し、木箱を野外の地中に埋め、箱の上に布地を張りガラスろ斗を逆さまに立て、ろ斗の円筒部大型試験管をかぶせて調査時刻毎に試験管を取替えるように設備したもので野外飼育をした。羽化個体は試験管に集合してくるが、死亡しても木箱の中に落下することなく、試験管とろ斗の円筒部との間に落下するから死亡虫は乾燥状態で採集できる。

#### 結果と考察

##### 1 羽化時刻

両年の調査結果を表 4、5 に示す。1959 年の時刻別羽化個体数の頻度分布を示したのが図 5 である。

表 4 マツパノタマバエ成虫の羽化時刻  
(表中の数字は 2 時間内の羽化個体数)  
於 1958、松江

調査時刻	羽化個体数 (5月26日)			羽化個体数 (5月27日)		
	♀	♂	計	♀	♂	計
8~10	0	0	0	0	0	0
10~12	0	0	0	0	0	0
12~14	0	0	0	0	0	0
14~16	1	0	1	1	0	1
16~18	2	3	5	0	1	1
18~20	4	2	6	3	1	4
計	7	5	12	4	2	6

表一五 マツバノタマバエ 成虫の羽化時刻  
 (表中の数字は1時間内の羽化個体数)  
 於 1959、松江

羽化個体数 調査時刻	羽化個体数 (5.20)			羽化個体数 (5.24)			羽化個体数 (5.25)			羽化個体数 (5.26)		
	♀	♂	計	♀	♂	計	♀	♂	計	♀	♂	計
6~7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7~8	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	0	1
8~9	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9~10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10~11	2	0	2	0	0	0	1	0	1	1	0	1
11~12	1	0	1	1	0	1	2	1	3	1	3	4
12~13	1	2	3	1	0	1	1	0	1	5	0	5
13~14	2	0	2	0	0	0	1	2	3	0	1	1
14~15	25	7	32	8	5	13	10	8	18	11	9	20
15~16	20	12	32	16	9	25	12	21	33	18	15	33
16~17	10	4	14	21	2	23	28	8	36	20	17	37
17~18	2	0	2	11	5	16	4	0	4	8	3	11
18~19	5	1	6	3	2	5	0	1	1	4	3	7
計	71	27	98	62	24	86	59	41	100	69	52	131

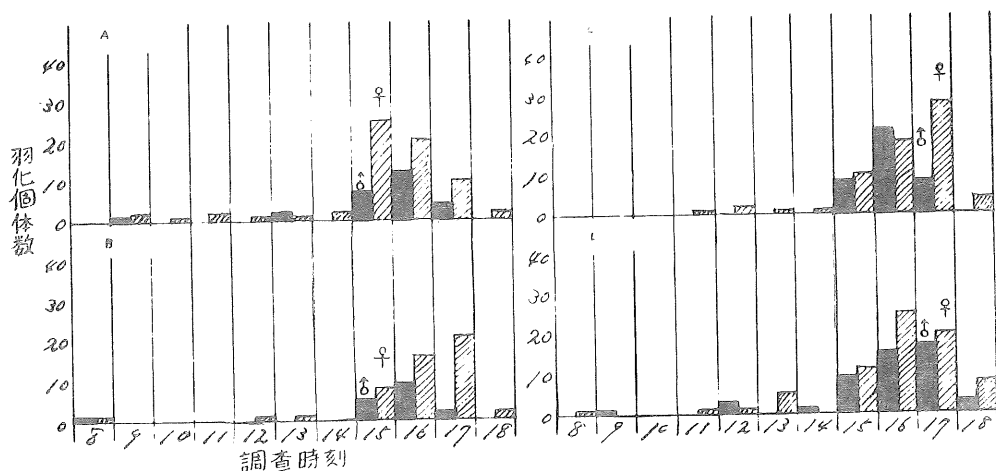


図-5 時刻別羽化個体数の頻度分布(1959.松江) A: 20/V B: 24/V  
C: 25/V D: 26/V

表や図に示したように、兩年の調査結果ではいずれも羽化脱出の時刻は午後に片寄っている。羽化最盛時刻は15時から17時の2時間内にみられた。午前中でも稀に羽化脱出してくる個体もある。この兩年の調査はいずれも晴天の日を選んだが、羽化日の天候によって羽化脱出の時刻は変化していることが、他の実験で観察された。即ち曇天とか雨天の日は羽化脱出が非常に不規則になつてくる。

小田、岩崎(1953)の論文の図をみても16時から19時までの3時間内に羽化最盛時刻があるように推定される。筒井(1956)のムギアカタマバエ *Sitodiplosis mosellana* ムギクロタマバエ *Contarinia* sp の羽化時刻をみると、午前5時から12時までと、13時から19時までで2回にわたって羽化個体数の頻度分布曲線のピークがみられる。しかしながらこの場合も、雨天および曇天の日はいずれも午前中のピークが12時頃に片寄つてきている。これらの現象は先にも述べたように、気象条件、特に照度の影響による結果と考えられる。実際に隠岐島の被害林内でも夕方非常に多くの個体が林内で活動している。午前中とか日中における成虫の採集では

殆んど捕獲できないが、16時から18時前後には多数個体が捕獲される。

## 2 羽化習性

本種は羽化直前に地表面に蛹体を半分位い突出してきて、羽化行動を起す。地表面に蛹体全部が露出する場合も見られるが一般に羽化作用には蛹体が地中に幾分か残つていて土壤で蛹体を支えていることが必要であるらしく、地表面に露出して横になつた蛹の羽化作用は極めて不正常である。即ち、羽化にあつて蛹殻を土壤で固定しているという物理的な条件が最も正常な羽化動作を起させる。

羽化にあつては蛹体が非常に活潑な動作を起して、蛹殻に破裂を生じ成虫体が完全に殻を脱出するまでの時間を雌3個体について観察した結果、平均羽化所要時間は18分間であつた。筒井(1956)がムギアカタマバエ *Sitodiplosis moseellana* で観察した結果では雌16分雌14分で雄の方が短時間で羽化脱出を終るといふ結果が知られている。

羽化した成虫はしばらくの間は、その位置で触角を微動させながら翅の正常な展開をまつ動作をしているが、やがて活潑な歩行や飛翔を開始する。羽化にあつては土壤の水分が或る程度必要で土壤が乾燥状態にある場合は羽化してくる個体数は非常に少ない。

## 才2項 羽化時期

成虫の羽化時期を正確に把握することは、生活史究明の資料になるだけでなく、直接には本種の羽化期における駆除に役立つ。従来から本種の発生地では薬剤による駆除が15年間も実施されている薬剤の撒布時期は12月から1月における幼虫の虫えい脱出の時期とされてきて、BHC粉剤をha当り30K<sub>g</sub>の撒布が標準とされていた。著者はこの冬期撒布の効果はあまり期待できないとして、春期撒布を提唱してきたが、春期は水稻その他の農繁期に当り十分な撒布がなされていない。この羽化期に薬剤を撒布する場合に問題になるのは、羽化開始日、羽化最盛日、羽化終熄日、羽化期間である。これらの観点から1958年以来3年間にわたり、隠岐島と松江市の2地域で羽化消長について調査した。この資料について考察をなす。

## 研究方法

### 調査場所の概況

#### 1 隠岐島

林分：島根県周吉郡西郷町

林分面積：1ha(この林分の一部)

傾斜林：北西20°

人工造林：アカマツ *pinus densiflora* G. et Z.,  
クロマツ *P. thunbergi* PARL

樹令：20~23年生

樹高：約8~9m

胸高直径：10~15cm

植栽密度：密植

生長度：中程度

地床および下層木の状態：附図参照

※ 被害度：1958年	アカマツ、	2～4
	クロマツ	0～2
1959年	アカマツ	2～3
	クロマツ	0～2
1960年	アカマツ	1～2
	クロマツ	0～1

※ 被害度については被害解析の項参照

## 2 松江

松江における調査は島根農科大学構内の畑地（マツ苗圃）で行った。

### 調査方法

隠岐島における羽化調査用採集枠の設置は林分の麓から頂上までの50m、幅20mの範囲内に10個設置した。採集枠は附図9に示した。

調査期間は毎年5月1日から成虫が採集できなくなるまでとした。平年6月末には全個体が羽化を終る。調査は毎日実施した。

松江における調査は前年の秋に隠岐島の被害林から被害針葉を大量に採集して、水処理で幼虫を脱出させ木箱に土壌と共にに入れて、野外の畑地の中に埋め、羽化脱出をまつた。

調査期間は5月1日から成虫が羽化し終るまで毎日調査した。

両地区とも採集個体は80% Alcohol 液で保存し、雌雄、寄生蜂を分類して記録した。

### 結果と考察

毎年5月1日から調査して記録してある。松江における飼育個体群および隠岐島の林分でえた資料から羽化個体数の頻度分布曲線をえがき、これに羽化期間中の気温、湿度、降水量などを併せて示したのが、図6～11である。

図-6 羽化時期及び羽化曲線

$T(^{\circ}C)$ : 気温     $H(\%)$ : 湿度     $P(mm)$ : 降水量  
 羽化個体数 - ♂    羽化個体数(T): 雌雄合計  
                   - ♀

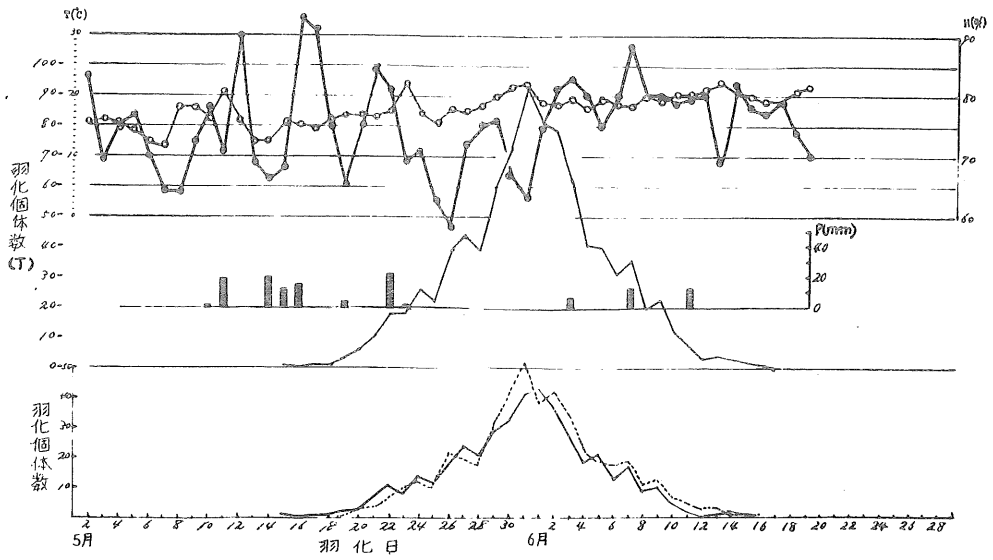
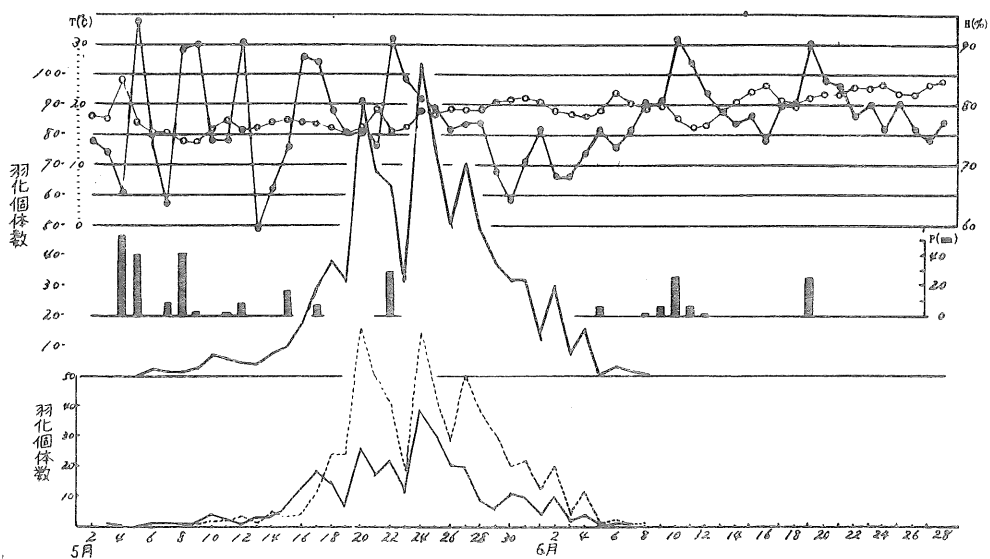
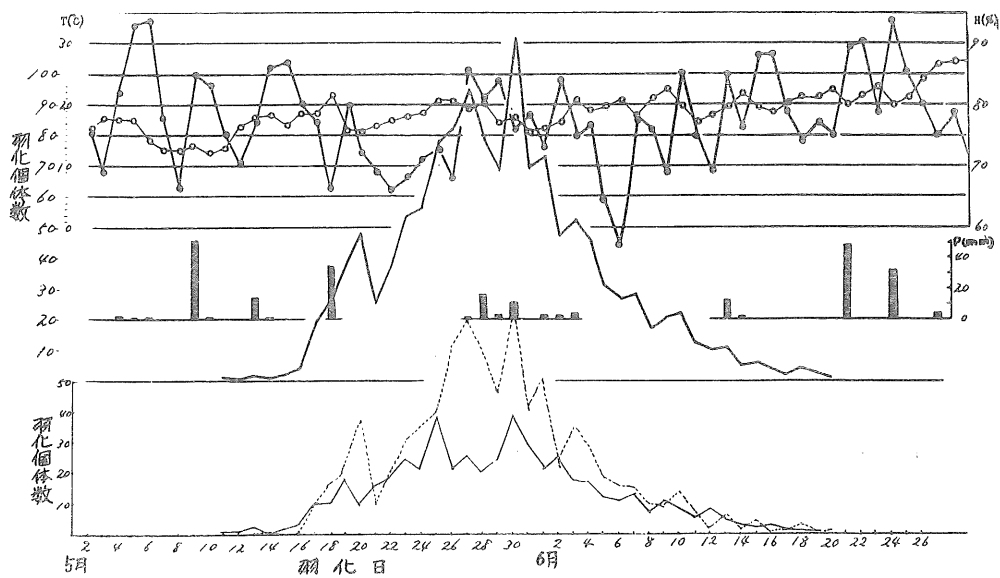


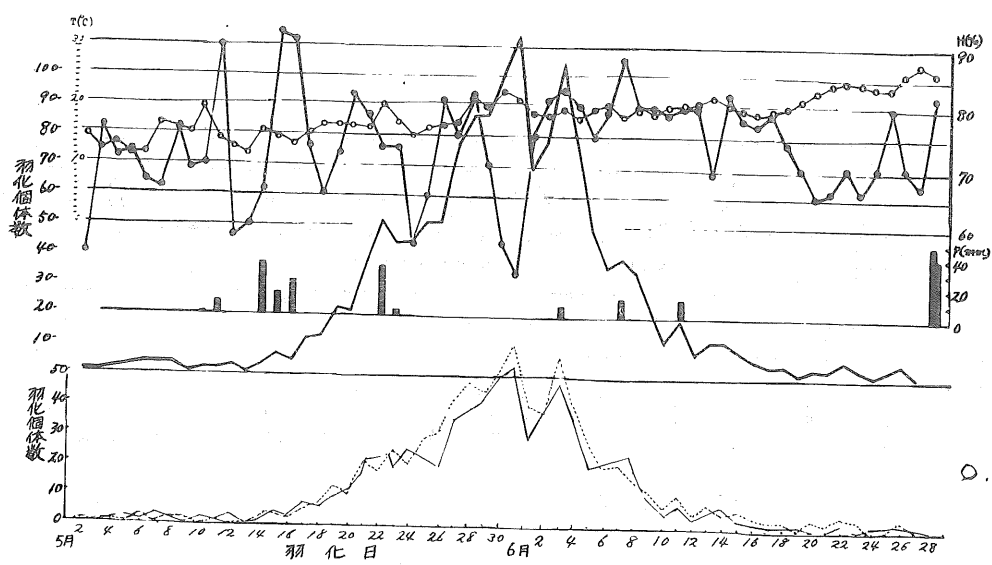
図-6 松江 1958



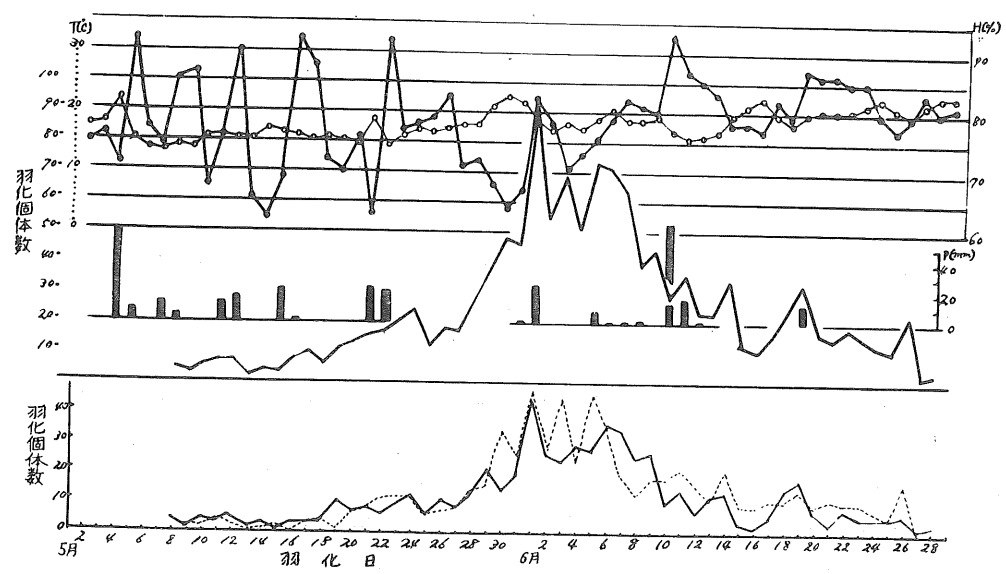
四-7 松江 1959



四-8 松江 1960



回-9 隠岐島 1958



回-10 隠岐島 1959

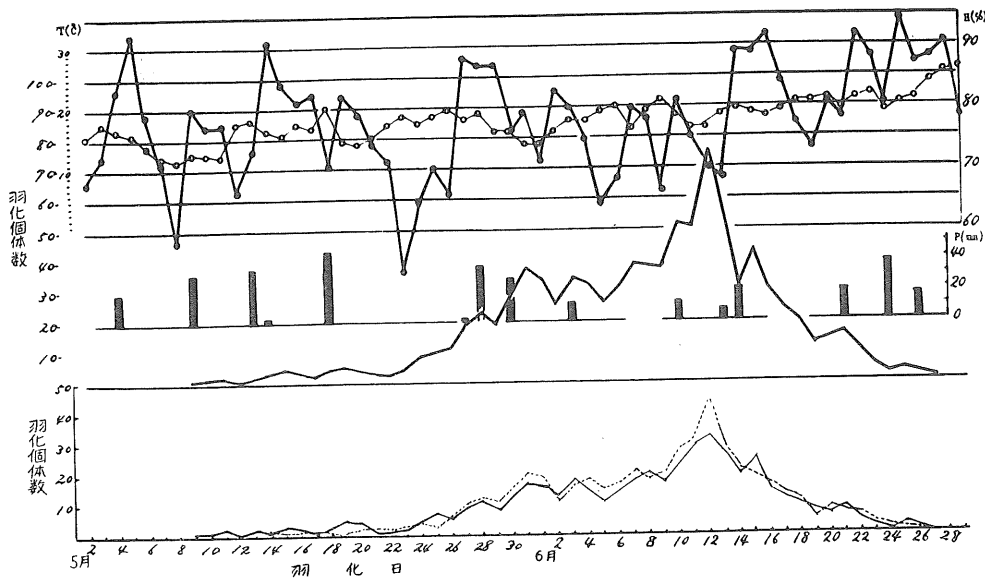


図-11 隠岐島 1960

図-11 隠岐島 1960

### 1) 羽化曲線

野外飼育(松江)の場合: 昆虫の羽化曲線が実験的条件下(非常に均質化された環境条件下)では羽化曲線そのまゝが正規曲線に非常に近くなることが、吉田(1952)のアズキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* とヨツモンマメゾウムシ *C. quadrimaculatus* の実験で知られている。しかしながら、一般には羽化曲線が曲線のピークを中心に左右相称ではなく、しばしば時間の長い方にすそを引く場合が多いとされている。野外飼育でえた本種の羽化曲線をみると、1958年の羽化曲線はほとんど曲線のピークを中心に左右相称と思われる曲線をえることが出来た。1959年は曲線のピークを形成すると考えられる期日に谷ができていたが、それでもやゝ右にすそを引いた曲線をえ、更に1960年の羽化曲線は従来から一般に多く認められているような時間の長い方にすそを長く引いた曲線がえられた。しかしながら大体羽化曲線のピークを中心に比較的まとまった曲線で示される。1958年の初発日は5月15日であり、羽化終熄日は6月15日とな

つていて、この曲線の分布の幅は30日間であつた。1959年は5月6日から6月8日にいたる34日間、1960年は5月11日から6月20日にいたる41日間となつてきて、年々曲線の分布の幅が広まつてきた。

隠岐島（被害林内）の場合：1958年は比較的、曲線のピークを中心に左右に長いすそを引いたいわゆる相称に近い型の曲線がえられた。1959年の曲線は不相称な曲線を示し、羽化個体数の変動が非常に大きい。1960年は更に曲線が乱れ、羽化個体数の頻度分布曲線のピークが時間の長い方に片寄つている。

1958年は5月2日に初発日がみられ、6月27日にいたる57日間の分布幅を示した。これは松江の飼育個体群の約2倍にあたる。1959年は5月8日から6月28日にいたる52日間、1960年は5月9日から6月26日にいたる49日間であり、松江の場合とは逆に年々分布幅がせまくなつてきている。この分布幅を左右する要因として個体変異があげられる。この原因の一つとして、松江の飼育個体群は年々飼育個体数が増加しているのに反して、隠岐島の被害林では年々個体数が減少してきた結果が曲線の分布幅を広くしたり、狭くしたりする結果となつて示されたものと考えられる。

かつて西川（1939）はキスジノミハムシ *Phyllotreta vittata* ウリミバエ *Chaetodacus cucubita*、アズキゾウムシ *Callasobruchus chinensis* などの羽化曲線を吟味して、羽化曲線の時間軸を逆数変換すれば正常分布曲線をなすという事実をみいだした。同氏の結論は発育時間の個体変異は正常分布を示さないが、発育時間の逆数正規性、つまり比較発育速度は正規分布を示すとした。著者等が野外の個体群を研究対象として取りあつかひ。そしてこれからえる羽化曲線は、吉田（1952）の如き均質化された環境下の個体群の曲線に比較すれば非常に乱された型のものである。この点からしても、内田（1959）も指摘している如く、西川の強調している発育時間の逆数正規性の分布曲線を一応モデルと考へた方が有利に思われる。しかしながら吉田（1952）の実験で示された如き曲線に近づくことは比較的容易で、著者の松江における野外飼育の場合が隠岐島における自然個体群より、同氏の実験環境下における曲線に近いことを示している。これに反して自然条件下の個体群、特に森林環境下における個体群では、水田や畑地に棲息する害虫個体群と異つて非常に複雑な環境条件に支配されているから、隠岐島の羽化曲線が非常に不正常的な曲線の型を示すのも当然といえる。

内田（1959）は羽化曲線を環境の生態的条件、特に温度、湿度の物理的要因と、棲息密度について考察している。これによると温度や湿度の物理的要因で曲線の平均値は左右いずれかに移動するが、曲線の型そのものは殆ど変化しないと、棲息密度と曲線の平均値の關係では、或る最適密度を中心に低くなつても、高くなつても時間の長い方に移動すること、更に曲線の型自体も変化するとした。即ち、低密度で曲線のピークを中心に左すそを引き、高密度で左右相称型に近ずき、ピークを中心に両すそを長く引くとした。これらの羽化曲線の吟味は発育期間を通じての個体変異の有り様を羽化と云う生態環の一断面でとらえての論議であるから、本種の場合には示された羽化曲線の型そのものが、どのような環境の影響を受けて変化してきたものであるかを論議することは出来ないが、松江の飼育個体群の羽化曲線が比較的モデル曲線に近い理由として、

イ 自然的条件下（隠岐島）における発育の個体変異を（供試虫として採集する場合に）消失させてはいないか

ロ 飼育環境が比較的均質であつた。

大きな原因をこの点にしぼつてよいと考える。即ち、幼虫の採集は前年の秋に針葉の虫えいを採集して灌水処理で幼虫の脱出をはかっているが、この時に発育の比較的順調な個体が灌水処理で脱出してはいないかと云うことである。

今一つは、飼育箱が一個であつて限られた面積内で各個体は同じような人為的、物理的条件の取りあつかいを受けている点である。このような要因がもし影響して羽化曲線の型を変化させ、また正常化しているとすれば、吉田（1952）の均質化された場合に近づくのは当然といえる。

これに反して森林環境では水田や畑地と異つて如何に複雑であるかを考えねばならない。隠岐島調査では林分面積  $50m \times 20m$  の中に10個の採集枠を林分内のあらゆる場所を代表する如く設置してあるから、枠の位置によつて、環境条件も異なるし、幼虫密度も非常にちがう。比較的早期に全個体が羽化してくる枠や長期間にわたつて羽化してくる枠などがみられた。このような森林環境下における羽化曲線が乱れを生ずるのも当然であるように思われる。個体密度が高くなると、曲線のピークを中心に分布幅が広くなつてくることも理解できる。

羽化曲線の統計値を表一6に示す。

表一六 松江及び隠岐島におけるマツバナタマバエの羽化時期  
(1958-1960年まで)

発生地 及び 年 度	性	羽化初発日	羽化終了日	羽化期間	羽化個体数	羽化曲線の平均 値とその月日 (5月1日から起算)	標準偏差
松 江 1958	♀	5. 月 19 日	6. 月 16 日	29 日間	466	318.3(5月31日)	4.97
	♂	5. 15	6. 15	30	434	310.6(5月31日)	5.07
	♀+♂	5. 15	6. 16	33	900	314.6(5月31日)	5.03
松 江 1959	♀	5. 6	6. 8	34	604	243.8(5月24日)	4.98
	♂	5. 6	6. 7	33	319	230.7(5月23日)	5.60
	♀+♂	5. 6	6. 8	34	923	239.8(5月23日)	5.03
松 江 1960	♀	5. 14	6. 20	38	818	289.8(5月28日)	6.20
	♂	5. 11	6. 19	40	504	291.3(5月29日)	7.16
	♀+♂	5. 11	6. 20	41	1322	290.4(5月29日)	6.58
隠 岐 1958	♀	5. 3	6. 27	56	787	30.77(5月30日)	7.70
	♂	5. 2	6. 26	56	693	30.01(5月30日)	7.68
	♀+♂	5. 2	6. 27	57	1480	30.41(5月30日)	7.70
隠 岐 1959	♀	5. 9	6. 27	50	669	36.69(6月 5日)	9.68
	♂	5. 8	6. 28	52	589	35.08(6月 4日)	10.04
	♀+♂	5. 8	6. 28	52	1258	35.94(6月 5日)	9.88
隠 岐 1960	♀	5. 14	6. 26	44	492	39.00(6月 8日)	7.75
	♂	5. 9	6. 26	49	462	37.98(6月 6日)	8.86
	♀+♂	5. 9	6. 26	49	954	38.50(6月 7日)	8.41

この表をみて理解できるように、松江の野外飼育では羽化期間が30日から40日となつているが、隠岐島では50日から60日前後と期間が長くなり、したがつて羽化曲線の分散や標準偏差が大きくなつている。

羽化曲線の羽化個体数を累積して百分率になおし、羽化率を Probit 変換して直線性の検討をしてみると、かなりよく直線性を満足させていることがわかつた。図-12に示す。

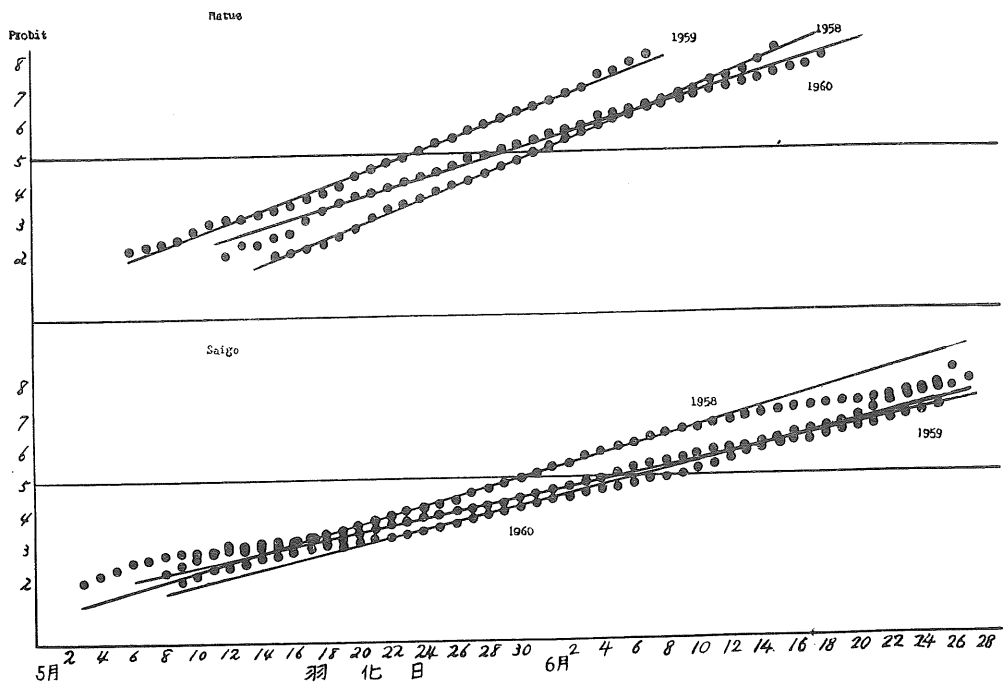


図-12 累積羽化率の Probit 変換による直線と 50%羽化日の比較

隠岐島の1960年の羽化曲線だけは非常に適合度の悪いことを示している。

## 2) 雌雄の羽化消長

多くの昆虫では一般に雌雄の羽化消長には多少の差異を生じてくる。本種の雌雄は比較的容易に肉

眼で判定できる有利な点があるので、羽化調査の結果はすべて雌雄別に整理した。雌雄の羽化曲線の平均値はさきに示したが、更に羽化個体数の累積百分率を求め、累積百分率曲線の50%に当る日と百分率の Probit 変換による直線が Probit 5の点を通る日などを検討して、雌雄による羽化最盛日や羽化の個体変異などについて吟味を行なつてみると、いずれの場合も雄が雌より早く羽化してくる傾向がある。羽化最盛日、即ち、羽化曲線のピークが時間の短い方に寄つてくる。そして羽化終息日は雌より早いし、羽化期間も短かくなつてゐる。調査した毎々が1日か2日ほど雄が早い結果を示している。羽化最盛期を中心にしてみると、最盛期の前半で雄が比較的多く、後半で雌が多いことになる。累積羽化曲線や Probit に変換した直線、これらの統計値を、図13-18と表7に示す。

図-13~18 松江及び隠岐島における羽化個体数の累積羽化率曲線と羽化率の Probit 直線による雌雄の羽化日の比較

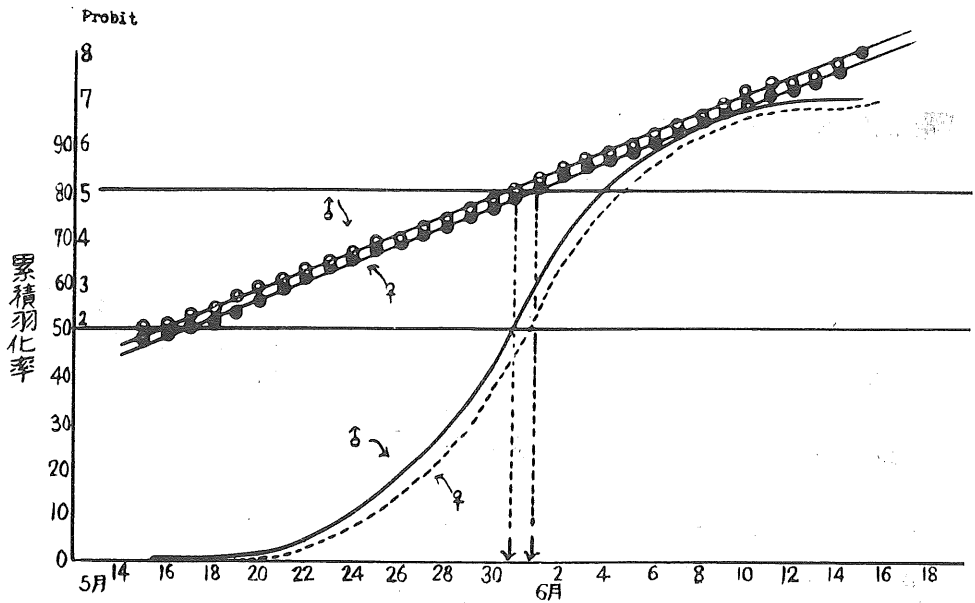


図-13 松江 1958

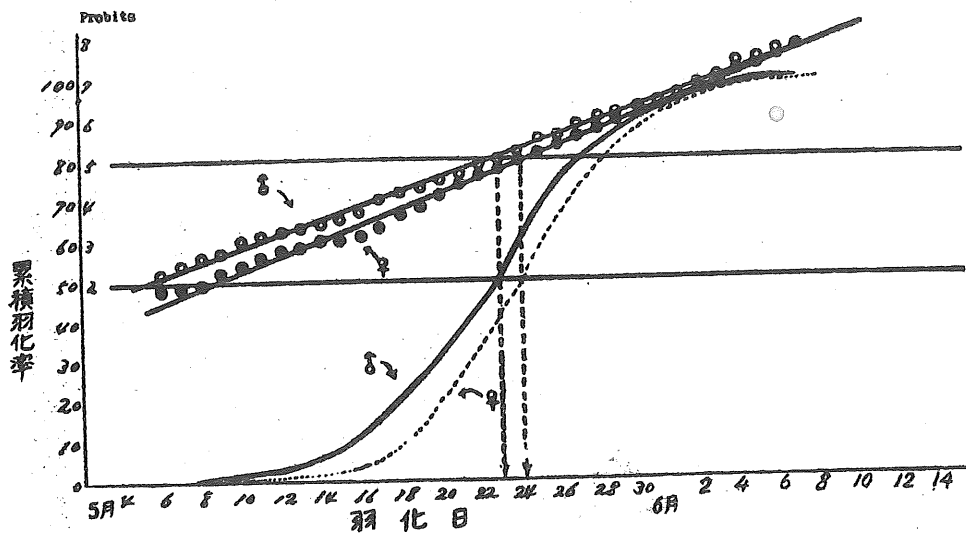


图-14 松江 1959

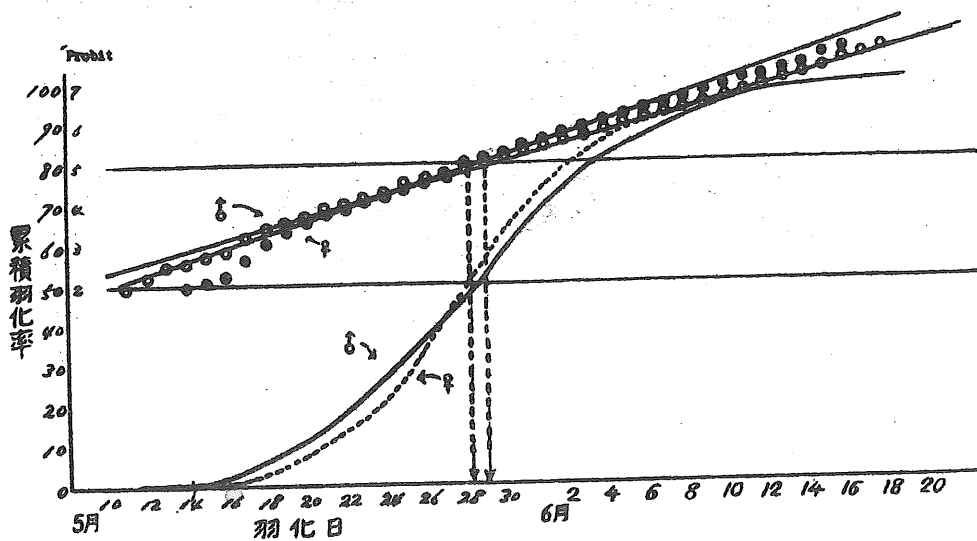


图-15 松江 1960

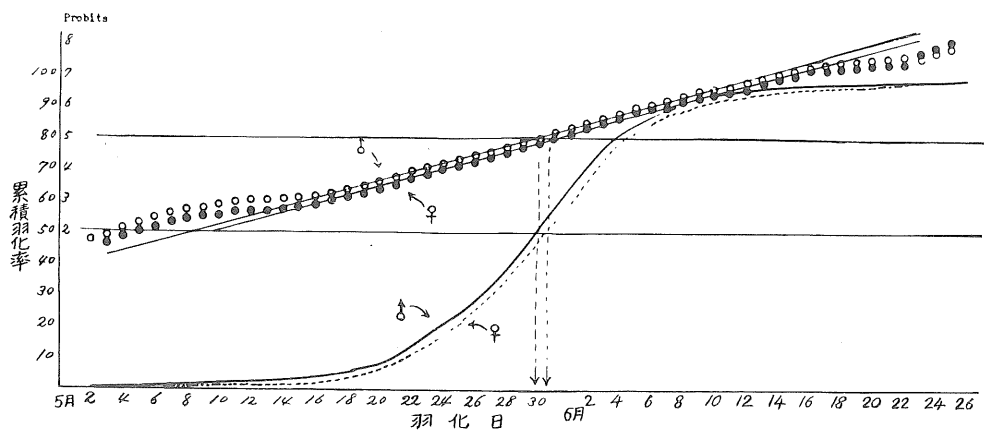


圖-16 隱岐島 1958

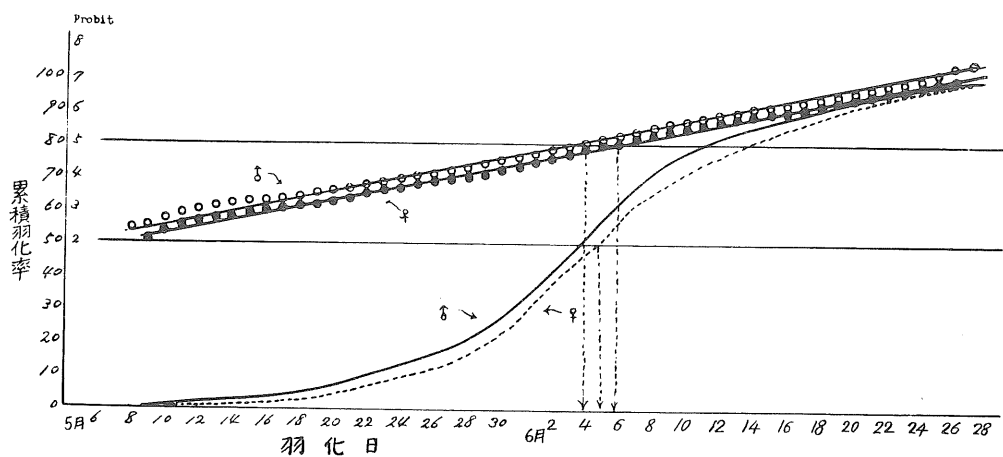


圖-17 隱岐 1959

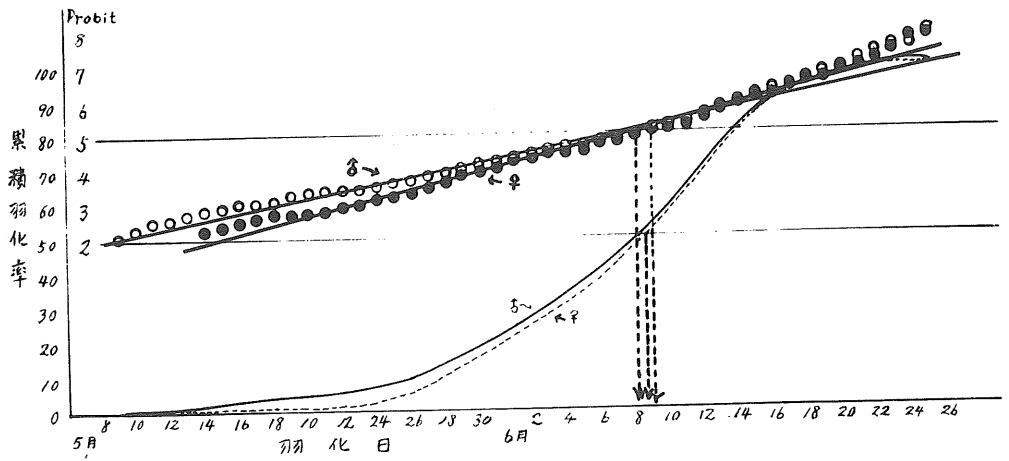


图-18 德岐 1960

表-7 累積羽化率曲線の Probit 変換による雌雄の羽化率  
50%日の比較

調査地 及 び 年 度	性	※ Probit直線 から求めた羽 化率50%の 日	※ 累積羽化率の 50%の日	Probit から 求めた50%羽 化日までの実際 の羽化個体数	Probit から 求めた50%羽 化日までの累積 羽化率
松江 1958	♂	5月 31日	5月 31日	226	52.07
	♀	6. 1	6. 1	267	57.29
1959	♂	5. 23	5. 23	151	47.33
	♀	5. 24	5. 24	320	52.98
1960	♂	5. 29	5. 29	263	52.18
	♀	5. 28	5. 28	410	50.12
隠岐 1958	♂	5. 30	5. 30	359	51.80
	♀	5. 31	5. 31	446	56.67
1959	♂	6. 4	6. 4	302	51.27
	♀	6. 5	6. 5	369	55.15
1960	♂	6. 7	6. 8	204	45.02
	♀	6. 8	6. 9	228	46.34

※ 小数1位を四捨五入して計算した

### 3) 林分内における場所的ならが

羽化曲線が飼育個体群の場合は比較的モデル曲線に近い型で示されたが、実際の森林内における場合はしばしば曲線のピークが左右いずれかに片寄るとか、またはすそを長く引いたりする傾向がみられたことはすでに述べた。更にその原因が林内の調査枠の設置場所による個体数の変動からくるもの

であらうと推論したが、この林分内の場所的変動についての調査を1960年の5月から6月にいたる2ヶ月間、5林分で調査した。1林分に10個の採集枠を設置して各枠毎に羽化消長を検討した。この調査林を5、6、7、8、9号地と呼ぶ。この調査林の略図と枠の設置場所、その枠の羽化個体数を示したのが、図19～21である。5号、9号地は省略した。

図-19 林分内における羽化個体の場所による差異  
(1)(2)...(10):採集枠の番号

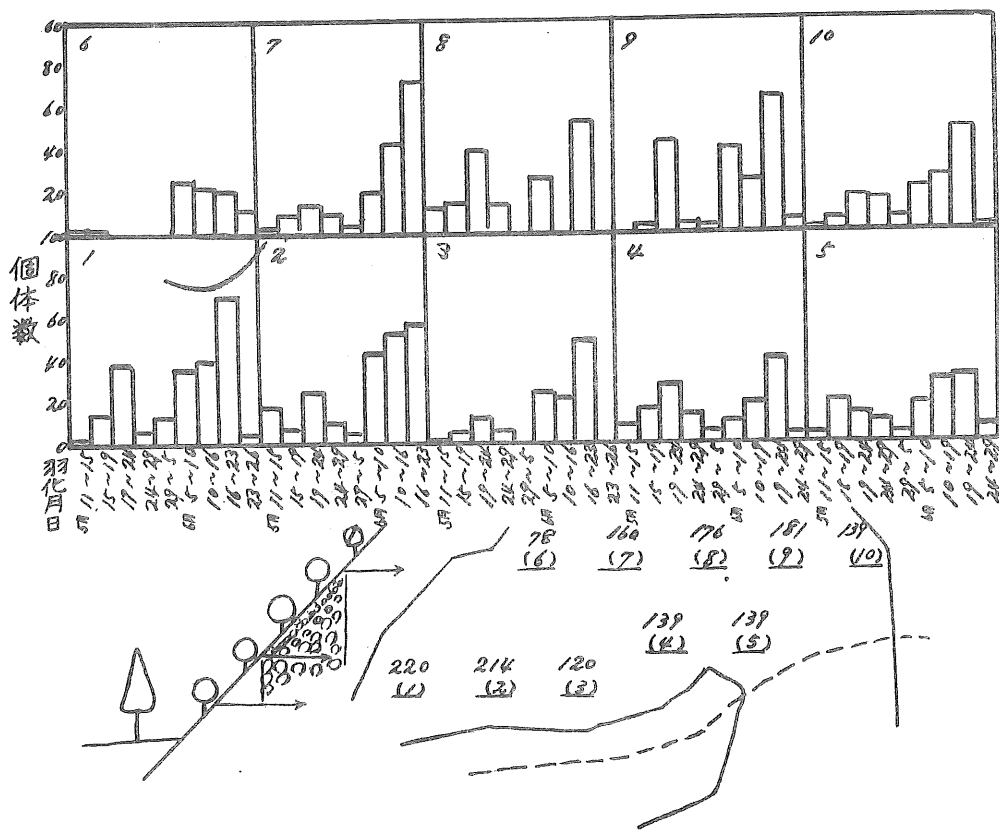


図-19 6号地

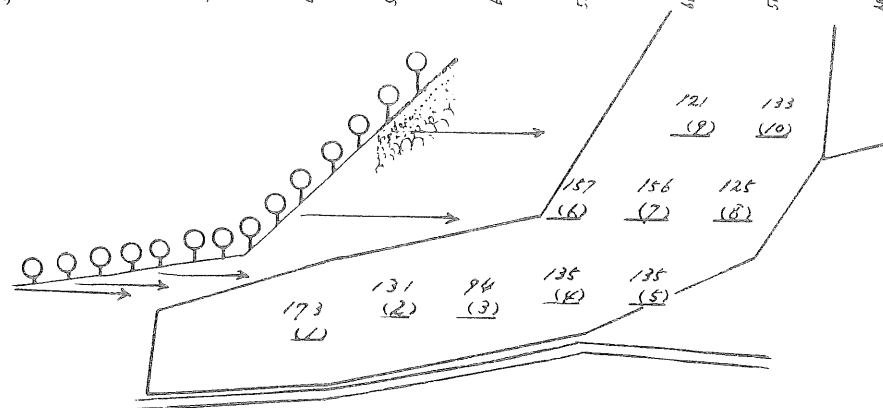
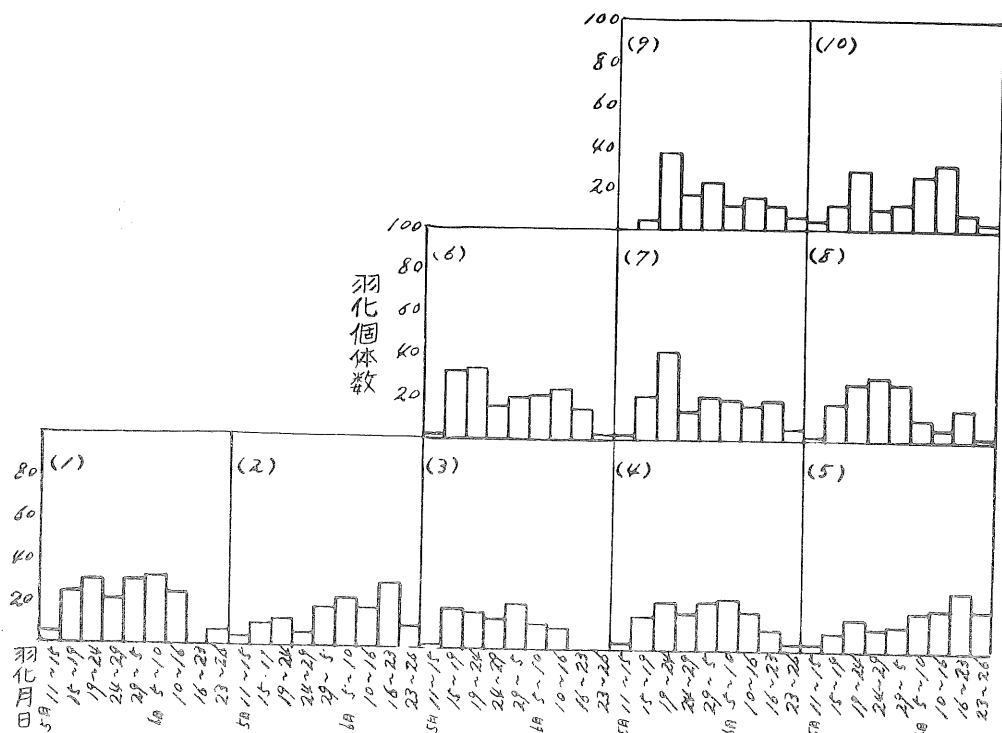


図-20 7畧地

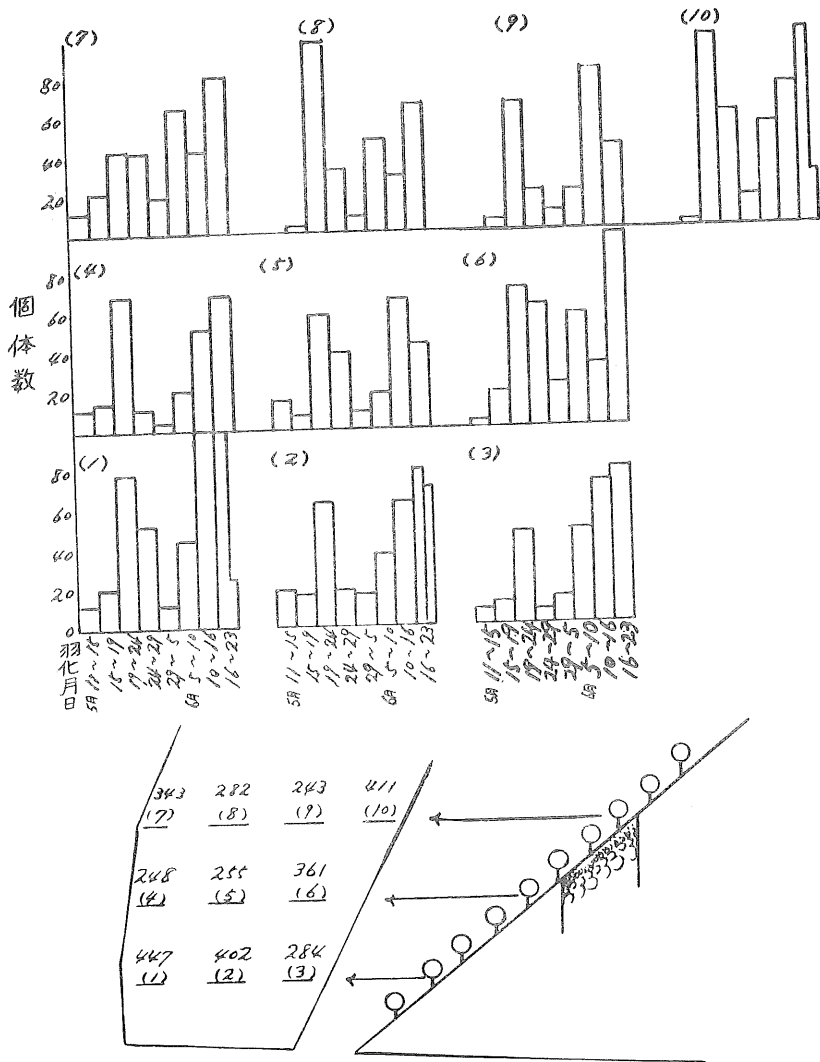


図-21 8号地

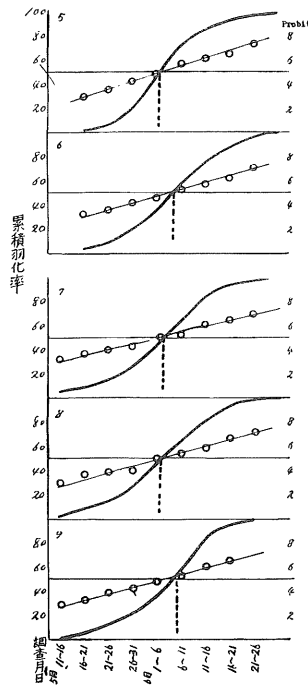
この調査からわかるように、林内の柵の設置場所によつて、羽化個体数や羽化曲線のピークが左右に動いているもの。羽化曲線の中央附近に谷のみられるものなど様々である。これらの柵が綜合されて、1林分の羽化曲線を構成するのであるから複雑な林分環境下でえた曲線が正常分布曲線の型から次才にはずれてくるのが理解できる。この調査結果から云えることは、羽化曲線の型を少しでもモデル曲線に近い型で得ようとするならば、調査林分内における柵の設置場所については充分な注意を払い、更に調査柵の数をなるべく多く使用することが望ましい。これらの注意と設計によつて羽化曲線の構成に介入してくる柵による誤差を僅少にとどめる必要がある。この場所的な差、即ち羽化個体

数の多少は林内の被青木の分布状態と局部的な地形の差から起る問題であり、羽化期日の差は棲息場所の微細環境から起っている。即ち、土壌の状態、落葉層の多少、日射との関係などがあげられる

#### 4) 林分による羽化消長の差異

同一林分内でも場所によつて羽化個体数や羽化個体数の頻度分布曲線が異なつてくるように、各地の林分によつて羽化期が多少とも異なつてくる。この羽化消長のちがいについて、西郷町地区の林分で調査した。5, 6, 7, 8, 9号地の資料で得た羽化曲線を累積百分率になおし、更にProbit変換で直線にして羽化率50%日の比較をしてみると、図-22に示すようになる。

図-22



隠岐島西郷町地区内の各林分における羽化率50%日のちがい

5, 7, 8号地における羽化率50%の日は6月1日から6日の間にみられるが, 6, 9号地は6月6日から11日の間に50%日がみられ, 約7日から10日間もちがっているこれらの羽化率50%日(理論的には羽化最盛日に一致する)が差を生ずるのは林分の位置や林分の植栽密度, 地形, 林分内の土じょう, 地床植物, 落葉層の多少などによつてそれぞれ異なつてくるものと考えられる。

#### 5) 地方による羽化消長の差異

さきにのべたように, 松江と隠岐で羽化曲線の平均値に差を生じているように, 地方によつては非常に異なつてくるものと考えられる。

小田, 岩崎(1953)が報告した熊本の調査では, 5月上旬が羽化初期で中旬が最盛期, 5月下旬が終熄期となつている。高木(1954)は朝鮮における結果を説明しているが, 京城では6月上旬が最盛期であるが, 全羅南道木浦では5月下旬が最盛期であつたとしている。このことなどからしても地方によつて7日から15日間も差異があるが, この羽化期の早晩を支配しているものに気象環境, 特に気温があげられる。

#### 6) 気象環境と羽化期の関係

地方による羽化期のちがいは気象環境に影響されているものと考えられるから, 松江と隠岐の2地域の調査資料と気温, 降水量をとりあげて吟味してみる。

幼虫は冬期を土壌中で過しているから地温の変動は幼虫, 蛹に直接影響をおよぼすことになる。著者は地温に関する資料をもたないが, 地温は気温の変化と同じ経過を示すものと考えて便宜上気温について吟味を進める。

幼虫は12月に針葉を脱出して林内の地下に潜入するが, 1月になつても針葉の脱出はみられるから, すくなくとも羽化期の早晩に関係してくる気温は2月以降であることは間違いない。そこで松江と隠岐の2月から5月までの気温と, 羽化曲線の平均値とを吟味してみた。その結果は毎月の平均気温の累積値と羽化曲線の平均値との間に相関関係が認められるようである。図-23に示す。

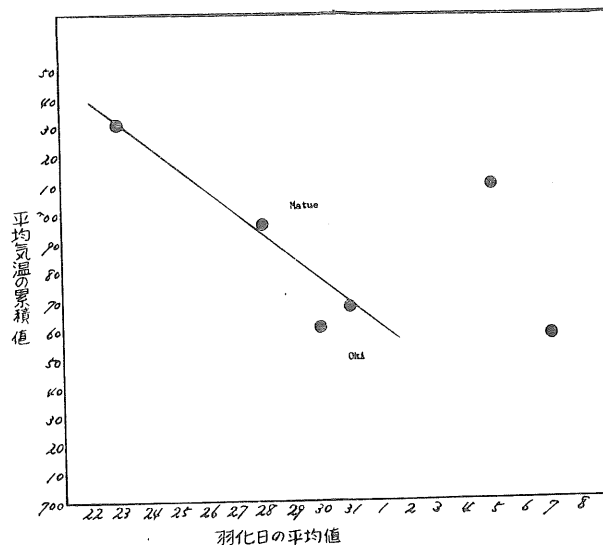


図-23

2月3月4月5月の平均気温の累積値と羽化曲線の平均値との関係

○ 松江  
● 隠岐

調査した回数が少ないのでこれから漸定することはできないが、気温が一般に高い年には羽化最盛日が早くなる傾向がみられる。この図で示されているように松江の場合は問題なく高い相関があるが、隠岐島の場合は非常に不規則な状態を示した。しかしながら本種の羽化期の早晩に気温が関係していることは松江の結果からみて間違いないと思われる。しかしながらこのことは羽化体制にはいつた蛹において云えることであつて、羽化最盛期を大きく変化させる要因とはならない。本種の幼虫や蛹が活動を起す3月から6月までの3箇月間の松江、隠岐の旬別降水量を示すと表8のようである。

表一八 松江、隠岐におけるマツバノタマバエの化蛹期から羽化期までの降雨量  
(松江、隠岐測候所調査)

地域及び年度	月別	3月				4月			
		1~10	11~20	21~31	計	1~10	11~20	21~30	計
1958	松江	26.0	33.0	40.9	99.2	15.8	54.1	153.6	223.5
	隠岐	43.1	27.4	38.3	100.8	11.3	59.8	162.0	233.1
1959	松江	53.9	3.6	36.2	93.7	63.4	28.4	64.7	156.5
	隠岐	68.4	9.8	5.5	133.7	89.5	44.7	55.1	189.3
1960	松江	1.4	33.6	25.6	104.8	18.2	84.4	16.1	118.7
	隠岐	2.0	45.4	118.6	166.0	22.2	103.3	16.3	141.9

地域及び年度	月別	5月				6月			
		1~10	11~20	21~31	計	1~10	11~20	21~30	計
1958	松江	1.7	71.1	24.4	97.2	20.2	13.1	114.0	147.3
	隠岐	1.9	82.3	37.2	121.5	11.3	12.3	44.3	67.9
1959	松江	145.8	43.4	41.8	231.0	42.8	33.1	5.7	81.6
	隠岐	82.5	51.1	43.7	177.3	104.4	30.4	45.2	182.0
1960	松江	74.9	52.1	32.8	159.8	9.7	13.2	108.5	131.4
	隠岐	62.6	82.0	73.1	217.9	12.8	34.8	130.1	177.7

表に示した降雨が羽化に関係していることは事実で、さきに示した羽化曲線からも明らかである。即ち、羽化曲線のピークを形成する前数日中には必ずいくらかの降雨がみられている。このことは松江、隠岐の各年を通じていえることであり、初発日の前にも必ず降雨がみられる。

筒井(1956)はムギアカタマバエ *Sitodiplosis moseellana* の発生と気温の関係を吟味し、3月の平均気温と羽化初発期の間には-0.735の相関を認め、2月および4月の気温とは相関はないとした。羽化最盛期も3月の平均気温と-0.885の極めて高い相関係数をえている。このように冬期土壤中に棲息するタマバエ類幼虫の蛹化、羽化までの生態的推移からみて越冬後期の気温ないし地温が高い相関を示すのも当然である。

WALLNGREN, H. (1935) は Sweden における *Contarinia tritici* および *Sitodiplosis moseellana* について羽化期と気象との関係を調査し、成虫の羽化期日かその年の5月の地温と空気中の湿度に關係していることをのべ、5月下旬に気温が高くなり、降雨があ

ると地表面が緩むため蛹が地表面に達しやすくなり、羽化し易いとのべている。同氏の観察はタバコ類一般に共通している問題であつて、羽化に降水を必要とすることは著者等が常に観察している。このことは、WALLINGREN, H. (1935) も指摘しているように、蛹が羽化するために土壌表面に移動するが、これには土壌が水分を保持してやわらかくなつてゐることが絶対的要素であると考えられる。

### オ3項 羽化最盛日の推定

羽化最盛日を事前に予知することは薬剤散布などを実施する場合に非常に重要なことである。農業害虫では発生予察の研究が非常に発展してゐて、害虫防除に貢献している。

一方森林害虫の予察はそれほど進展してゐない。この原因は環境解析の困難性にもよると思われる。林野庁は1959年から森林害虫の発生活長調査を全国で実施しているから今後の発展が期待されるが、現在では予察が事業化されたものは殆どない。鳥居(1959)はクリタバチ *Dryocosmus ruriphilus* とその寄生蜂の羽化期と羽化率をLogit法と定差図法を使用して75%の羽化日を事前に予察し、極めて高い利用性を示し、これらはすでに農業害虫でも検討され利用されている。本種の羽化曲線は累積羽化率のProbit変換で直線性を示した。しかしProbit法使用に当つては羽化個体数が羽化率で示されることが前提条件であるから本種のように地下の棲息個体数が不明の場合や、寄生蜂の羽化などには不適當である。(勿論供試虫を規定しておき毎日の羽化個体を記録してこれから羽化率を算定する手段もある。)この点鳥居(1959)の使用したLogit法はProbit法ほど羽化曲線の正規性も要求しないし、曲線が対称性を示す場合に累積率曲線に単純Logistic curveを仮定した変換法であるから非常に便利である。羽化数日間の個体数(n)の推移をみて、累積曲線の極限值Nを定差図法によつて求め、Nを使用して羽化率を求めてLogitに変換して直線化し、羽化率50%ないし75%、90%日を算出することができる。この方法を用いて羽化率50%日を求め、更に実際の羽化曲線のピークや累積百分率50%日との関係を検討した。

### 結果と考察

実際に野外で羽化した個体数の頻度分布曲線はそのピークを中心に左右相称を示している場合とそうでない場合がある。前項で示した如く、Probit変換による直線化されたものをみても最初と最後のいずれかの数日間がしばしば直線からはずれていた。このような場合に時間軸を対数変換などすれば、ある程度羽化曲線に対称性にすることは可能である。これらをそのままProbit法で直線化しても羽化曲線のピークや、累積羽化率50%日などが完全に一致する場合は少ない。このことはすでに多くの人によつて認められていることである。こゝで便宜的ではあるが、羽化曲線の初期の極めて不安定期日を、ある基準を定めて除外して累積値や累積率を求め、Probit法に変換する方が実用的とされている。著者は羽化個体数が1日に5個体以上記録された日を起点として、定差図を用いて累積極値Nを推定し、Logit法の適用を試みた。まず最初に、実際に観測した資料の累積羽化率をLogitに変換し、直線化した。参考までに累積羽化率のProbit変換による直線も示し、更に累積羽化率曲線との関係も図に示した。松江における羽化曲線から求めたLogit直線を図24~26に示す。

図-24~26 累積羽化率のLogit及びProbit変換による  
50%羽化日と累積羽化率50%日との関係

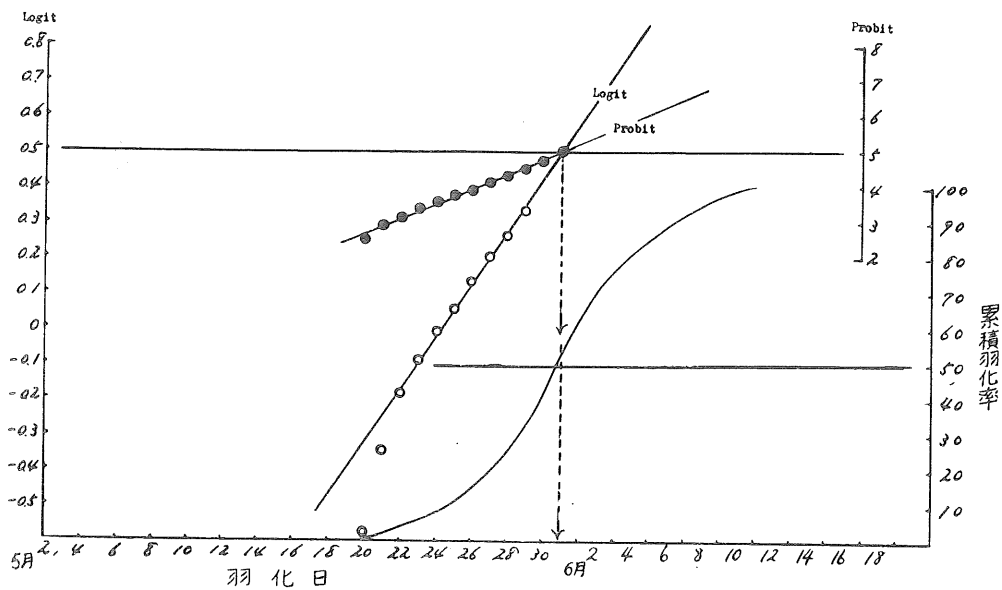
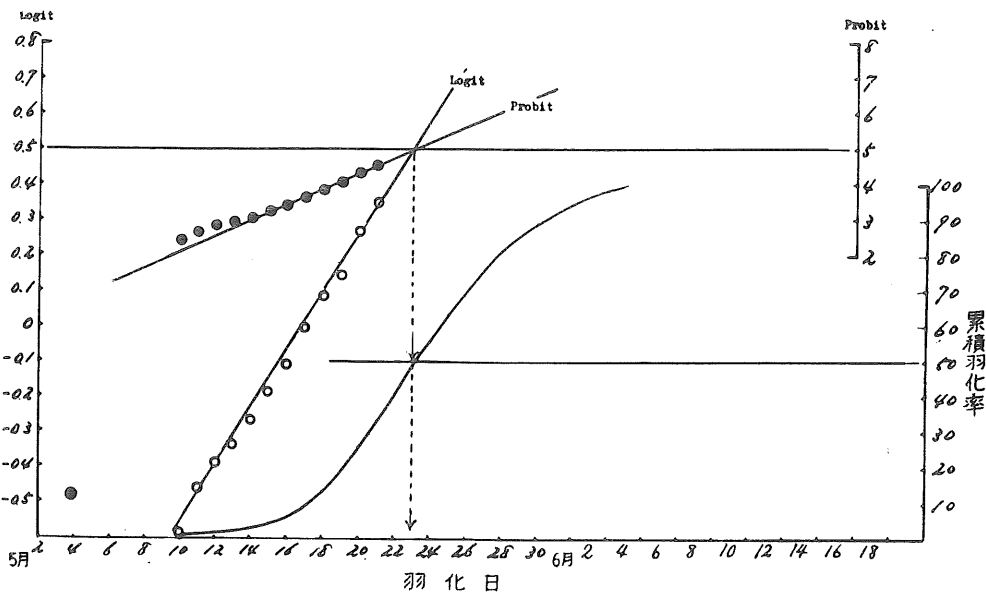


図-24 松江 1958



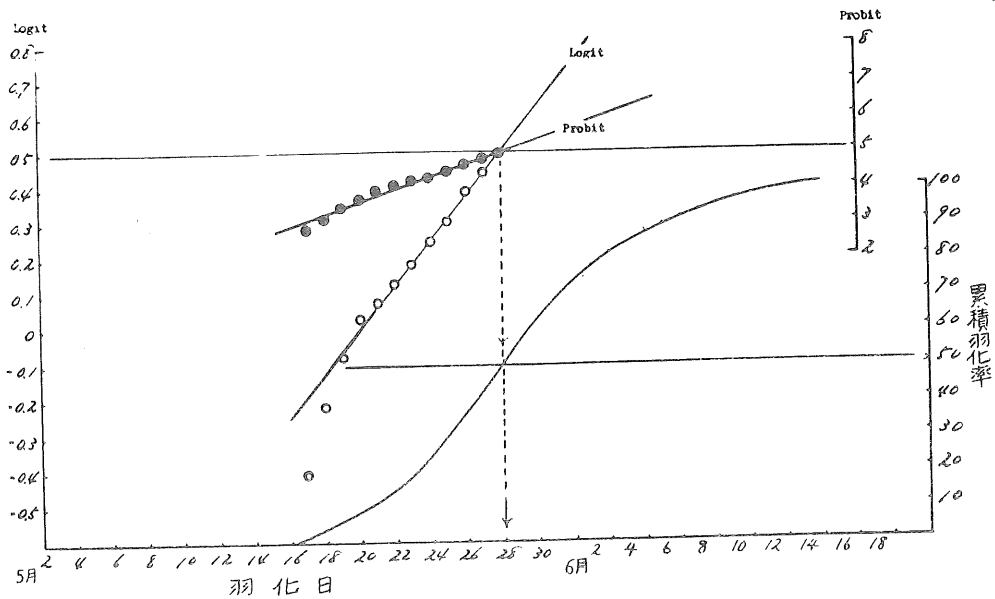


図-26 松江 1960

この図に示した如く、羽化曲線の初期数日間の不定期を除外した累積羽化率曲線のLogit 変換およびProbit 変換による直線は非常によく適合度を示し、これらの直線からえられる羽化率50%日と、累積羽化率曲線の50%日は非常によく一致した。

更に羽化曲線の最初の数日間の累積値を利用して定差図を作製し、理論的な羽化個体数の累積極値Nを推定して、このNを基礎に羽化率を求め、Logit 変換して観測値との間の関係を示したのが図27~29と表9である。

定差図で求めた羽化個体数の累積極値Nは1958年900個体となり、観測値881個体より19個体過大評価したことになった。1959年は理論値893に対して観測値は910で17個体の過少評価、1960年は理論値1250に対して観測値は1298となり、48個体過少評価された

図-27~29 松江における羽化開始日から数日間の羽化個体数の  
 累積値を利用して作製した羽化個体数の累積極値  $N$   
 推定のための定差図

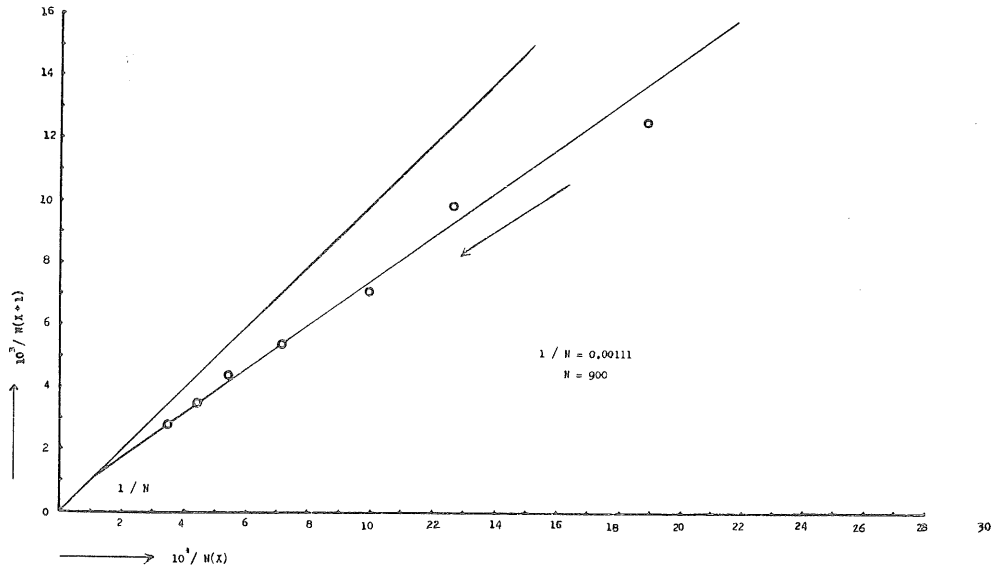


図-27 松江 1958

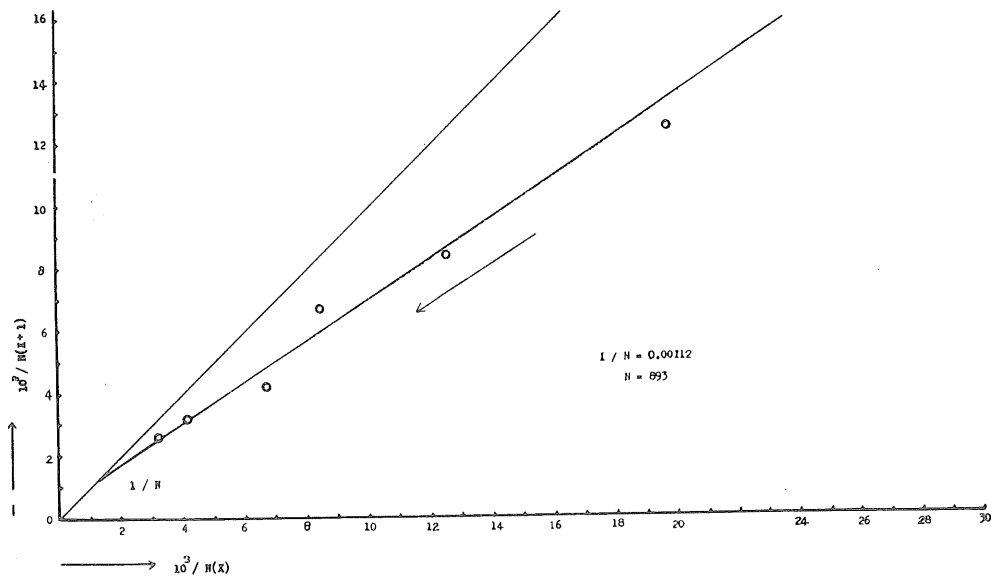


图-28 松江 1959

图-28 松江 1959

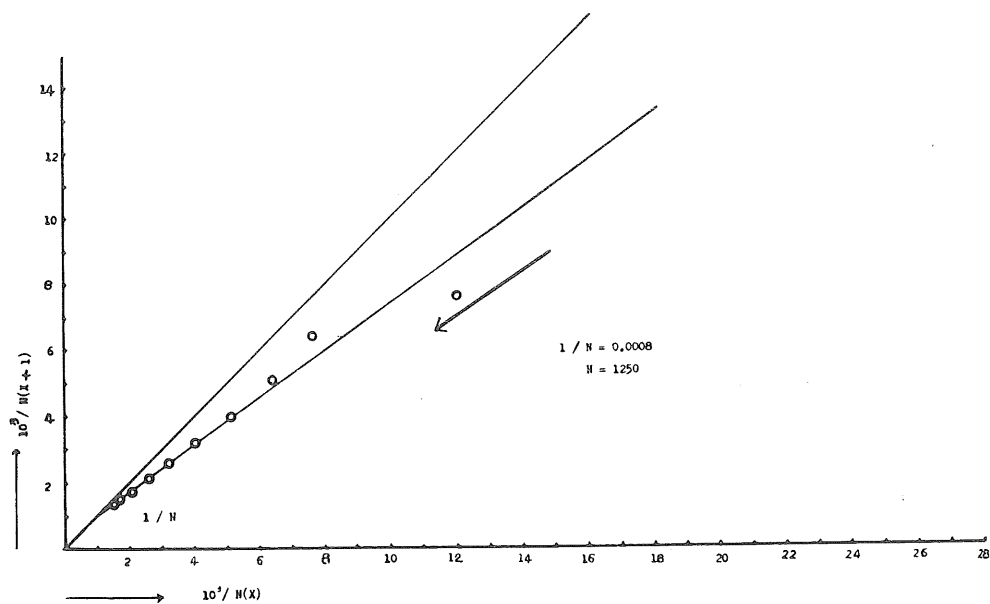


图-29 松江 1960

表一9 羽化個体数の累積率曲線の Logit 変換値と定差関法によつて理論的に求めた  
羽化個体数の極値Nによる累積率曲線の Logit 変換値の比較

松江	1958	5月 20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	定差関による推定値N	観測値 N		
	$10^3/n$	1428	588	285	188	126	99	71	54	44	35	900	881		
	理論 Logits	-0.590	-0.559	-0.197	-0.102	-0.008	0.005	0.132	0.200	0.257	0.330				
	観測 Logits	-0.583	-0.554	-0.192	-0.097	-0.003	0.005	0.138	0.205	0.264	0.336				
松江	1959	5月 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	定差関による推定値N	観測値N
	$10^3/n$	1666	909	666	526	384	285	196	125	84	67	41	32	893	910
	理論 Logits	-0.586	-0.453	-0.386	-0.332	-0.262	-0.195	-0.109	-0.003	0.093	0.150	0.277	0.360		
	観測 Logits	-0.593	-0.458	-0.389	-0.336	-0.266	-0.199	-0.113	-0.008	0.088	0.145	0.278	0.354		
松江	1960	5月 7	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	定差関による推定値N	観測値 N	
	$10^3/n$	520	222	120	76	64	51	40	32	26	21	17	1250	1298	
	理論 Logits	-0.406	-0.212	-0.074	0.034	-0.076	0.131	0.196	0.253	0.301	0.385	0.458			
	観測 Logits	-0.418	-0.223	-0.084	0.024	0.067	0.122	0.186	0.242	0.309	0.391	0.459			

この結果をみると観測値と理論値の差は非常に小さく、したがってLogit 変換値の差も小さくなり、実測値と観測値の直線はほとんど一致することがわかった。このLogit 法適用性の検定は松江における羽化曲線を基礎にして実施したものであるが、鳥居(1959)の実験でもみられるように羽化個体数の多少にかかわらず比較的よく羽化最盛日の推定や羽化個体数の推定ができるから、この方法は極めて応用範囲が広い。隠岐島の被書林でも設置枠数を増加して、羽化曲線の歪みをなくするように羽化調査を実施すれば本法の適用は充分できるし、この結果を利用すれば成虫駆除や天敵との関係、天敵の保護の面にまでその効果を期待できると考える。

オ4項 性比、交尾、産卵習性

性比、交尾、産卵習性についての観察結果を述べる。

#### 研究方法

成虫の性比は羽化調査でえた個体群について実施した。交尾、産卵習性に関する観察は野外に設置した大型飼育箱の中に成虫を放飼して観察した。この大型飼育箱の内にはアカマツ、クロマツ3年生が植栽されている。

#### 結果と考察

##### 1) 性比

この調査結果を表10に示す。

表-10 マツバノタマバエの性比

隠岐採集	採集個体数			性 比 ♂ : ♀	松江採集	採集個体数			性 比 ♂ : ♀
	♂	♀	計			♂	♀	計	
1958	693	787	1480	47 : 53	1958	434	446	900	48 : 52
1959	589	669	1258	47 : 53	1959	319	604	923	35 : 65
1960	462	492	954	48 : 52	1960	504	818	1322	38 : 62
計	1744	1948	3692	47 : 53	計	1257	1888	3145	40 : 60
総計	♂ 3001	♀ 3836	6837		♂ 44%	♀ 56%			

この調査個体数は6,837個体で、そのうち雄が3,001、雌が3,836個体であり、両者の割合は約4:6であった。

## 2) 交尾, 産卵習性

交尾は羽化脱出後まもなくなされる。晴天の日は夕刻、曇天の日は少し早くから林内の下層木や草叢の上を盛んに飛翔して交尾するのがみつけられる。飼育箱内でも周囲の金網にそつて非常に活潑に飛翔し交尾をするのが観察された。

雌は雄誘引物質をもつていて多数の雄を誘引する。雌の羽化直後の個体を多数あつめて腹部をつぶし、布に塗布してマツの葉上に置くと多数の雄が誘引されてくる。

雨天には成虫の活動は殆ど停止状態にある。雨が止むと活動は再び活潑になつてくる傾向がみられた。曇天の日は日中でも林内で交尾している個体がみかけられる。飼育箱内の観察では雄は何回も交尾するのがみられた。

産卵は晴天の日は夕刻なされる。曇天の日は産卵時刻が少し前の方によるか、あるいは不規則になつてくる。

雌は産卵に当つて当年生枝の針葉上を上下に歩行しているが、適当な針葉をみつけると産卵管を挿入して、3~5分間は静止している。この時間中体の方向をかえて同じ位置に産卵しているのが見かけられた。

産卵に当つて選択する針葉は長さが1.5~2.5 cm位までのものが最も適当であるように観察された。この産卵葉選択と云うことは一見本種の羽化時期と針葉の伸長の時間的な関係であると解されやすいが、そうではなくして成虫の選択能力は相当高い。(針葉の生長経過については被害解析の項参照)

産卵対照葉の長さは、針葉が葉鞘から0.5~1 cm位の緑の部分がのぞいている長さである。アカマツとクロマツでは葉鞘の長さが異なり、クロマツの葉鞘が長い。即ち、アカマツで葉鞘は1 cm位、クロマツで1.5 cm位あるのが最も普通である。産卵の対照はこの葉鞘からのぞいた部分、即ち針葉先端部の長さである。(針葉の長さとの産卵の関係は更に被害解析の項で詳細にのべる)

S MOLAK (1933)もこの傾向をThecodiplosis brachypterで認めている。

卵は針葉の腹面で葉先から0.5 cm位の位置に産み付けられる場合が多い。産卵に当つては1本の針葉に対する重複産卵はできるだけ避ける様子であるが、これは林分における成虫の密度によつて異なる。高密度林分では1本の針葉に何卵塊も産下される場合が起るが、低密度林分ではこの傾向はあまりみられない。1雌の産卵数ならびに羽化後の産卵経過について観察した結果では、次のような傾向がみられた。

♀A = 1日目5卵塊45卵, 2日目3卵塊21卵。B = 1日目7卵塊73卵, 2日目5卵塊42卵  
O = 1日目2卵塊18卵を産んで死亡した。D = 1日目4卵塊38卵, 2日目2卵塊7卵を産下した  
O個体の死亡原因は自然死ではなく、飼育箱のガラス内面の水滴のために死亡した。

観察回数がか少ないが、大体雌当り50~100粒位の卵を産下するものと考えられる。羽化後の経過日数と産卵の関係を示すと、図30のようである。

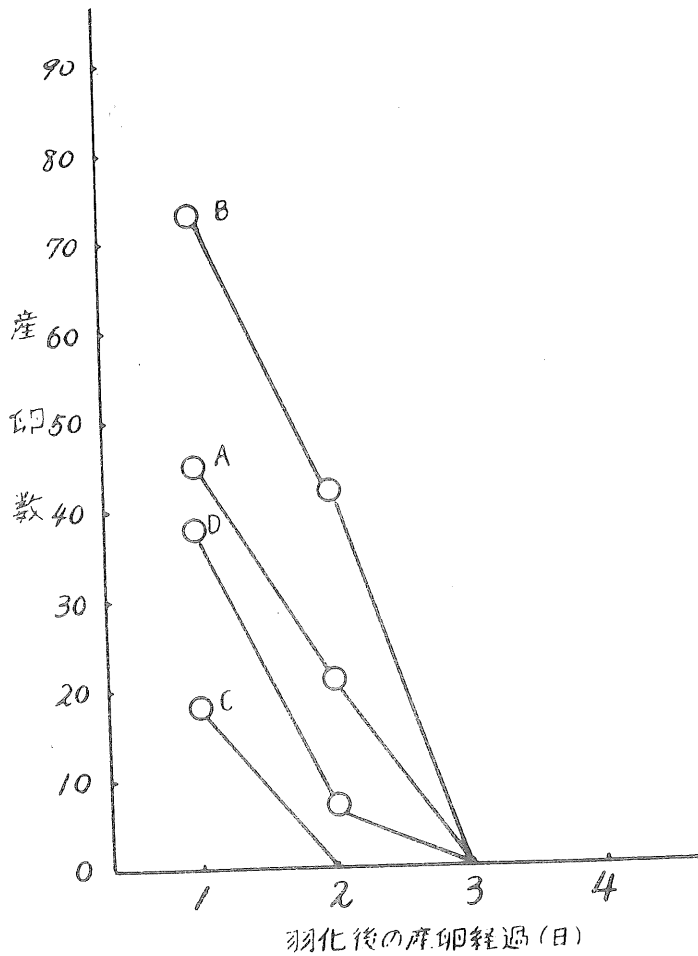


図-30 雌の産卵経過

図に示した如く、雌の産下する卵の大部分は羽化当日になされることがわかった。産下された卵塊をみると、卵は一定の方向に並列されている場合と不規則に置かれている場合とがある。並列されている場合は比較的卵塊が大きく、不規則な場合は卵塊が小さい。このことは雌の産卵時における周囲の環境状態、特に音、風などの影響によるものではないかと思われる。小さな卵塊の場合は卵と卵の距離がかなりあつて散在した状態を示す。

卵塊の大小による卵の大きさはあまり変化はないようである。

第5項 雌の抱卵数および成虫の寿命

雌の抱卵数および成虫の寿命について調査した。

研究方法

雌の抱卵数に関する調査は羽化箱で採集した未産卵の成虫の腹部を解剖して顕微鏡下で卵粒数を数えた。

寿命については自然状態で羽化した個体をガラス張り飼育箱（中に当年生針葉が枝と共に細口瓶に入れて立ててあるもの）と、羽化直後にガラス試験管（大型）に入れて綿栓したものについて観察した。

結果と考察

1) 雌の抱卵数

雌の抱卵数の調査結果を図-31に示す。

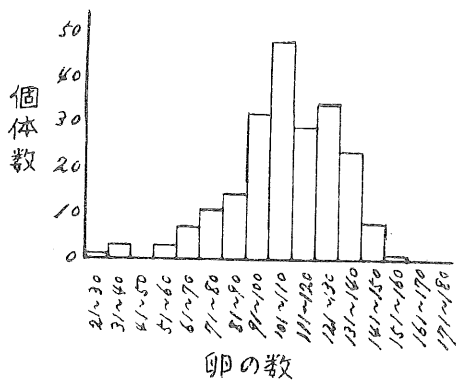


図-31

雌の抱卵数の頻度分布  
(調査個体 215)

この頻度分布の平均値、標準偏差、変異係数を表11に示した。

表-11 雌の抱卵数の調査結果

測定個体数	平均値	標準偏差	変異係数
215	106.9	22.24	0.208

雌215個体の調査結果では平均1頭当り106.9卵となり、約100粒前後とみてよい。

## 2) 成虫の寿命

成虫の寿命は非常に短く、2日から3日で殆ど100%死亡する。雌雄による生存日数も殆ど変化がない。あまりにも短期間であるために雌雄差があつても明瞭でなかつた。産卵している成虫と未産卵の成虫では産卵活動をなした成虫が早く死亡するのは勿論である。飼育の条件、即ち、産卵できる状態にマツの針葉をあたえた場合とガラス試験管に放置して空気湿度の変化にまかせておいたものとは、針葉を挿入してある状態のものが長命であつた。これは乾燥状態による差がでているものと考えられる。即ち、或程度の水滴が成虫の生命の保持に役立つものと考えよう。

筒井(1956)のムギアカタマバエ *Sitodiplosis mosellana* の寿命は比較的長く、雌が平均7日間、雄が平均6日間も寿命があることが知られている。

本種の場合は羽化当日にほとんど交尾、産卵を終り翌日か、3日目には死亡する極めて短い寿命である。

## 第6項 成虫の活動

被害林内にでかけても日中は殆ど成虫の姿をみかけないが、夕刻になると非常によく成虫を発見することが出来る。この成虫の日週活動を野外の大型飼育箱内で観察し、更に実際の被害林でも時刻別採集を実施して解析した。

## 研究方法

野外の飼育箱における観察方法：畑地に植付けてあるアカマツ3年生、3本の上に大型飼育箱を覆い成虫を10個体放飼し、2時間毎に飼育箱内に入って成虫の行動を記録し、成虫は毎日いれかえた。

隠岐島における調査方法：被害林内の採集場所を下層木の中、日蔭、日当りの3つに大別して捕虫網をもつて時間を45分と規定して一定の通路にしたがつて採集した。

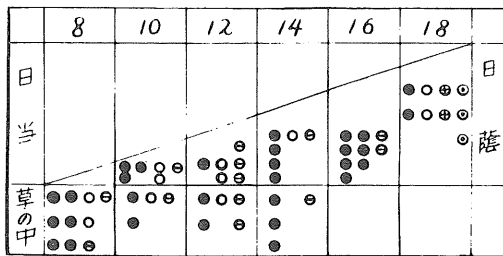
## 結果と考察

### 1) 飼育箱内における日週活動

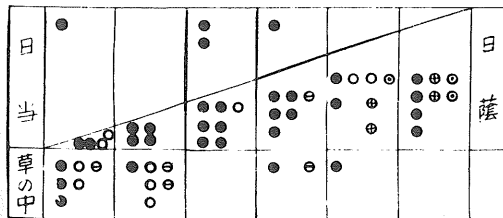
観察に当つては便宜上成虫の行動を5段階に区別して記録した。この調査結果を示すと、表12および図-32のようであつた。

表-12 成虫の日週活動の解析

察 月 日	観察 時刻	草 叢 の 中					日 蔭					日 当 り				
		F	P	W	M	E	F	P	W	M	E	F	P	W	M	E
6月1日	8	6	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	2	1	1	-	-	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-
	12	2	1	2	-	-	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-
	14	3	-	1	-	-	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	7	-	2	-	-	-	-	-	-	-
	18	-	-	-	-	-	2	2	-	2	3	-	-	-	-	-
6月2日	8	3	2	1	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	1	3	2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	6	1	-	-	-	2	-	-	-	-
	14	1	-	1	-	-	5	-	1	-	-	1	-	-	-	-
	16	1	-	-	-	-	2	1	1	2	1	-	-	-	-	-
	18	-	-	-	-	-	4	-	-	2	2	-	-	-	-	-



F=飛翔  
P=静止  
W=歩行  
M=交尾  
E=産卵



● 飛 翔  
○ 静 止  
⊖ 歩 行  
⊕ 交 尾  
⊙ 産 卵

図-32

成虫の日週活動特に  
時刻と活動場所の関係

時刻別にみると午前8時頃は飛翔，歩行，静止の個体が非常に多いが，いずれも樹木や草叢の中，日蔭の場所で活動している。それが10時頃になると樹冠附近か，草叢の中の日蔭の場所で活動する。12時頃になると，少数個体は日当りの場所を飛翔するものもあるが大部分の個体はやはり日蔭の場所を選んでゐる。この観察中に交尾と産卵行動も観察されたが，いずれも16時から18時の間であつた。

## 2) 隠岐島の被害林における成虫の時刻別活動場所

隠岐島の被害林内における時刻別に採集した結果を示すと表13のようである。この調査林分は成虫密度が非常に高く，採集個体数も多いが，採集時刻別にみると，17時から18時の間に個体数の約80～90%が採集され，午前中や日中は殆ど採集されなかつた。17時から18時に採集虫が多い理由としては，成虫の羽化脱出時刻に當つていたものと思われる。

表-13 隠岐島のマツバノタマバエの発生林内における時刻別採集による成虫の活動解析 (採集時間は各回45分間)

採集月日	採集時刻	採 集 場 所					採集個体数
		林内の 下層木の中	林内の 日 蔭	林内の 日 当 り	♀	♂	
5月25日	9～10	2	0	0	2	0	2
	13～14	0	0	0	0	0	0
	17～18	5	3	1	5	4	9
	計	7	3	1	7	4	11
5月26日	9～10	4	2	0	2	4	6
	13～14	1	2	0	1	2	3
	17～18	11	18	4	13	20	33
	計	12	20	4	14	22	36
5月27日	9～10	3	2	0	2	3	5
	13～14	7	0	1	2	6	8
	17～18	24	28	7	27	32	59
	計	34	30	8	31	41	72
5月28日	9～10	1	4	0	3	2	5
	13～14	6	8	0	9	5	14
	17～18	35	41	12	53	35	88
	計	42	53	12	65	42	107

この飼育箱内の観察と被害林内における時刻別採集の結果を総合してみると，成虫の活動は特に夕刻に盛んであることがわかる。事実日中の被害林内においては成虫密度の高い林分でも殆ど採集はできなかつた。これは羽化時刻が夕方である関係と，成虫の生存期間が極めて短く，生存個体があつても日蔭の場所に棲息している関係上，午前中から14時頃までは林内の成虫密度が極端に減少してい

るものと考えられる。

しかしながら曇天の日は日中でも成虫の採集がある程度出来るが、これは照度などの影響によつて羽化時刻が早くなつたり、日蔭に棲息している必要がないから日中でも林内の密度が高くなつてあらわれるものと思われる。小田、岩崎(1953)が観察したところによると、成虫の産卵活動は最初下枝の部分でみられるが、太陽が西傾して林地に被陰を受けると活動は最盛となり、樹冠の中間から

頭部におよぶことがわかつた。雨天の日は成虫は草叢や下層木、樹幹などの比較的雨水のかゝらない場所に棲息している。成虫の歩行能力は非常に高く、成虫の活動の中で飛翔活動と歩行活動が相当な比重をもっている。成虫の趨光性反応は小田、岩崎(1953)ものべているように全くみられなかつた。このことは、ムギアカタマバエ *Sitodiplosis moseellana* の場合も同様であることが、筒井(1956)によつても報告されている。

成虫の飛翔活動は被害伝播と非常に密接な関係をもつものであるが、本種の寿命などが推意して成虫自体の飛翔分散はあまりないのではあるまいか。筒井(1956)のムギアカタマバエ *Sitodiplosis moseellana* の飛翔による分散能力の実験では、10~15mが限度ではないかとしている、しかし本種の場合の飛翔能力はムギアカタマバエ以上に高いことは事実で、相当な樹高を有する老令木の先端部の枝などが被害を受けていることからみても推意できる。

隠岐島の被害発生当初から被害林の拡大の経過を吟味してみると、被害林の拡大方向が成虫の発生期間における風力や風向を無視しては考えられない様に思われる。本種はある地域の林分に集団的に大発生する傾向をもち、この大発生の林分を中心に年々被害地域を広げていく状態がみられている。成虫のおずかな飛翔能力も林分から林分へと移動分散に役立つことは見落せない。SVARDSON(1940)は Sweden における *Oontarinia tritici* および *Sitodiplosis moseellana* の風力による伝播についてのべ雌は産卵すべく小麦の穂を求めて移動するが、飛翔力は小さく、風による移動が大きく、静穏の日は低い位置を飛翔しているが、強風の日には高い位置を飛翔し、風による移動を強調している。Webster(1902)は微細な昆虫、特に本種のようなタマバエ類などの分散について述べ、色々な実例をあげて風力による移動分散を強調し注意を喚起している。

このように飛翔能力のあまり高くない本種の被害回避の一方法として、他の樹種との混交林を設けることもよい。このようにすると天敵類の種類や活動力も増してくると考えられる。隠岐島のようにマツの単純林地域では成虫の飛翔能力だけでも非常に広い林分間は分散できる。

## 第2節 卵および孵化幼虫の生態

### オ1項 卵塊の卵粒数，卵期間，孵化率

産下された卵塊の卵粒数，卵期間および卵塊内の卵の 化率を調査した。

#### 研究方法

卵塊の卵粒数は隠岐島の被喜林から産卵針葉を採集して調査した。卵期間および孵化率は松江で野外飼育で産卵させたものについて調査した。卵粒数調査は1959年，卵期間および孵化率調査は1960年に実施した。

#### 結果と考察

##### 1) 卵塊の卵粒数

この調査結果は図3および表14に示す。

卵粒数は少ないもので1粒から，多いもので30粒にもおよぶが，最も普通にみかけられるのは12粒以下5粒位までであり，平均値は1卵塊8粒となっている。前節でものべたように大きい卵塊の卵は比較的まとまって並列されているが，卵塊が小さい場合は極めて不規則に産下されている場合が多い。

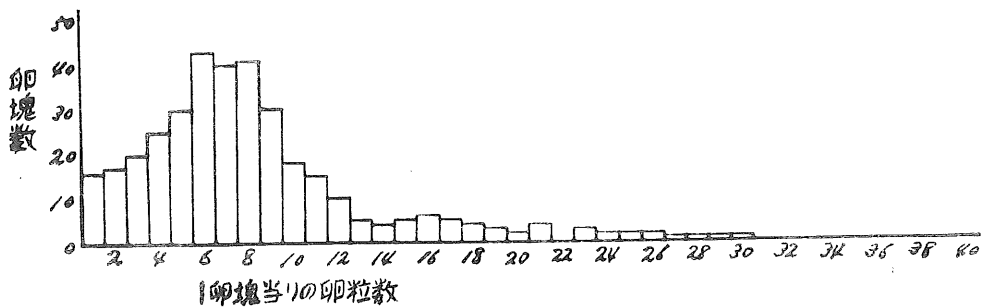


図-33 卵塊の卵粒数の頻度分布

表-14 卵塊当りの卵粒数

測定卵塊数	平均卵粒数	標準偏差	変異係数
357	8.25	5.42	0.65

2) 卵期間および孵化率

調査卵塊数が僅かであつて危険性があるがその結果を示すと表15のようである。

表-15 卵期間および孵化率

卵塊番号	産卵月日	孵化月日	卵期間	卵塊の卵粒数	孵化卵数	孵化率
1	5月25日	5月29日	5	12	12	100
2	5. 25	5. 30	6	17	16	94.1
3	5. 25	5. 29	5	8	8	100
4	5. 26	6. 1	7	11	9	81.8
5	5. 26	5. 31	6	5	5	100
6	5. 26	5. 31	6	7	4	57.1
7	5. 26	5. 30	5	13	12	92.3
8	5. 26	5. 30	5	6	6	100
9	5. 27	5. 30	4	5	5	100
10	5. 27	5. 30	4	7	5	71.4

5月下旬における松江地方の気温の下では、卵期間は4日から7日間の範囲で平均5~6日であつた。昆虫の発育期間の長短は気温の高低に支配されることが大きいから、5月中旬では少し長く、6月に入ると4~5日位に短縮される可能性が高い、TUBEUF (1932)は Thecodiplosis

Brachynter の卵期間を3〜4日としている。

孵化率は非常に高く、714%から100%の孵化率を示した。

#### オ2項 孵化幼虫の行動

卵は孵化直前になると黄色を呈してくる。孵化に当つては卵殻を破つて這い出し、針葉の腹面をつたつて針葉基部の二葉間に潜入する。潜入時に経食をはじめ、針葉基部腹面の表皮組織をまず破綻し、次才に厚膜組織も傷つけて虫房を作り、その中で栄養を摂取して生育する。孵化直後の幼虫は特に匍匐力に富んでいて直射日光を避けて速かに針葉基部に降下する。最も普通にみられるのは針葉の基部潜入であるが、稀には基部に潜入しないで途中1本の針葉の組織内に潜入する場合もある。特に神奈川県から送付を受けたタイワンアカマツにはこの様なものが非常に多かつた。これは針葉基部まで完全に降下しないで葉鞘内の二葉の間に停止し潜入をなしたために、潜入後針葉が伸長し葉鞘より上に虫えいが形成された状態になつたものである。このような不正常的な位置に虫えいを形成した場合、多くは針葉脱出期まで发育を完了しないで死亡するようである。

1本の針葉に1卵塊の卵粒数が30卵も産下されたり、卵塊の卵粒数は少くとも、重複産卵がなされたりして非常に多くの卵がみられる場合があるが、これらの卵はすべて同一場所に向かつて孵化潜入する。孵化幼虫が他の針葉に移動することはないらしい。このように針葉における孵化幼虫の密度の高い場合は发育途中で死亡する個体が多いことがわかつた。(幼虫の生態の項参照)

### 第 3 節 幼虫の生態

#### 才 1 項 針葉内における発育

卵は産下後 5~6 日で殆ど孵化し、孵化幼虫は針葉の基部に潜入して舐食をはじめ、表皮組織と厚膜組織附近に虫房をつくつて栄養を摂取し、発育をなす。幼虫の食入当時は針葉の基部組織も正常なものと変らず外部にも症状は現れないから、寄生、非寄生の針葉を判定することは困難である。7 月になると大体判別できる程度に針葉基部も膨みをもつてくる。この当時針葉内の幼虫は 0.3mm 位の大きさをもっているが、針葉脱出までに 2.6mm 位にまで発育し、虫えい内は全く空洞になっている。この 7 月から針葉脱出時までの幼虫の発育を 3 回にわたつて測定した。これについてのべる。

#### 研究方法

7 月、9 月、11 月の 3 回にわたつて虫えいを採集して幼虫を取り出し、80% Alcohol に浸漬しておき、随時幼虫を取り出して体長を測定した。Alcohol 液に侵すと体を伸ばして固定状態になるから測定に便利である。

#### 結果と考察

3 回にわたつて体長の測定をなした結果を図-34 および表 16 である。

図-34

針葉内における  
幼虫の發育  
(体長)

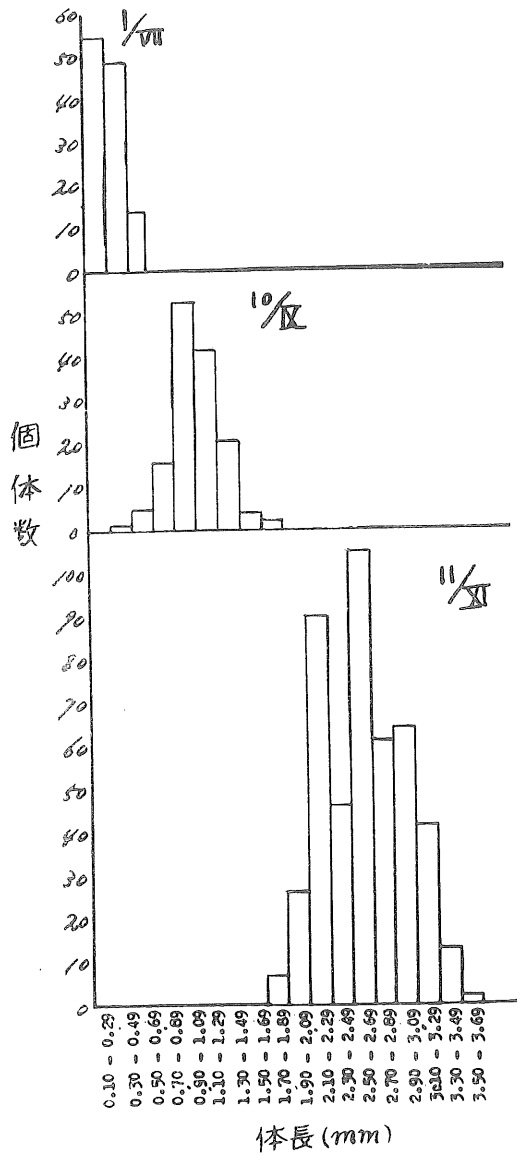


表-16 虫えい内における幼虫の発育調査結果

調査月日	測定個体数	平均値 ( <i>cm</i> )	標準偏差	変異係数
7月 1日	118	0.396	0.136	0.343
9月10日	144	1.099	0.236	0.214
11月11日	466	2.614	0.382	0.146

7月における体長は0.4mm前後で非常に小さく、従って針葉基部もあまり肥大を示さない。この時期は針葉の伸長の盛んな時期で組織の被害も殆どない。7月下旬から8月になると幼虫が寄生している針葉は生長量が減少するから健全針葉にくらべて長さに差を生ずる。

9月になると外部から一見して幼虫の寄生している針葉は判別できる。虫えいもコルク化してくる。内部の幼虫は体長約1.09mm位で、虫えい内の組織は非常に害されている。この頃も虫えいの大きさはめだつほどではない。10月にはいると、虫えいは非常に肥大して極度に達する。針葉基部の組織はほとんど空洞となる。この時期から幼虫の成熟した個体が多く、体色は黄味を帯び胸片が明瞭にみられるようになる。

11月にはいると幼虫は虫えいから脱出できる体制になつてくる。幼虫の体長は2.6mm前後である虫えいは茶褐色を呈し、虫えいの上の溝ははつきりしてきて、針葉は灰緑色となつてくる。

幼虫の発育についてみると、9月は7月の体長の2.5倍、11月は9月の体長の2.6倍大きくなつていて、成長速度はほとんど等しい。

## 才2項 虫えい内における幼虫数の変動

成虫の産み付ける卵塊の卵粒数は多い場合は30粒にも達する。1本の針葉に産み付けられる卵塊の数は、その林分における成虫の密度、林分の大きさ、針葉の伸長、針葉の量などに関係をもつて変化している。成虫の密度の高い林分では一般に針葉当りの卵塊数も卵粒数も増加するが、密度の低い林分では針葉当りの卵塊数や卵粒数が減少してくる傾向がみられる。低密度の場合は問題はないが、密度の高い林分における虫えい当りの幼虫数は非常に高いことになる。しかしながら秋期に虫えい内の幼虫数を調査してみると、密度の高低にかかわらず、虫えい当り6~7個体の幼虫数を示している。これは発育途中で死亡する個体があることを意味するから、この発育期間中における虫えい内の個体数の変動を調査し、若干の考察を加える。

### 研究方法

隠岐島の被書林の中で最も成虫の羽化個体数の多い林分（高密度林分と称する）と羽化個体数の少ない林分（低密度林分と称する）を選定し、定期的に虫えいを採集して、虫えい当りの幼虫数を記録した。

### 結果と考察

卵塊の卵粒数は多い場合は30粒にも達する。しかし卵塊の卵粒数は少なくても、同じ針葉に何卵塊も産み付けられた場合は虫えい内幼虫数は増加する。このように針葉基部に棲息する個体数が増加すれば、基部の組織は短期間の中に食害されて空洞化する。一般に組織の空洞化が起ると針葉の生理作用は全く停止状態になるから幼虫の発育は不完全になる。両林分における調査の結果は図-35、36に示す

7月の調査では、高密度林分では虫えい当りの幼虫数の頻度分布曲線は右に長いすそをひいている。虫えい当り33個体も棲息している場合もあつた。これが9月10月と時期的な経過にしたがつて右すそが短縮されて、10月の調査では22個体が最大のものであつた。

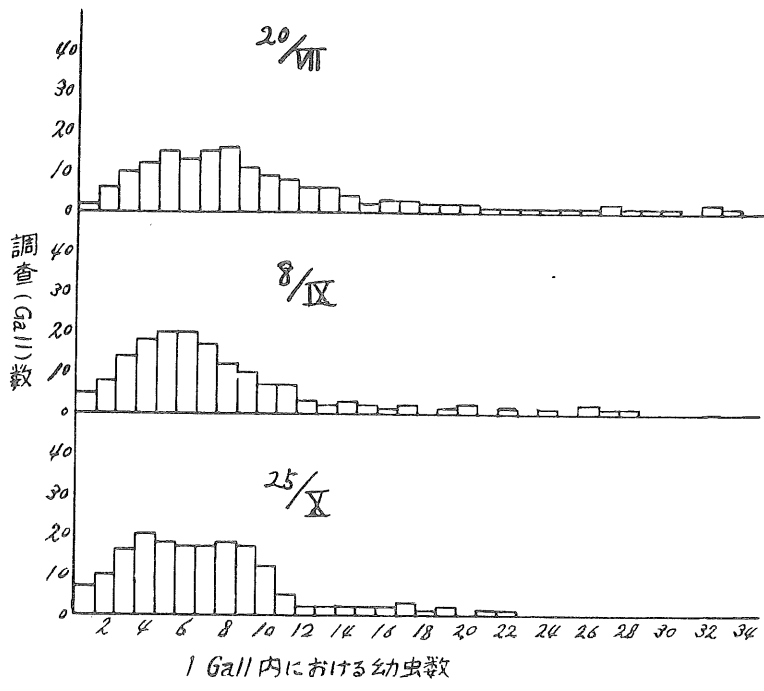


図-35

高密度林分における Gall 当りの幼虫個体数の頻度分布曲線

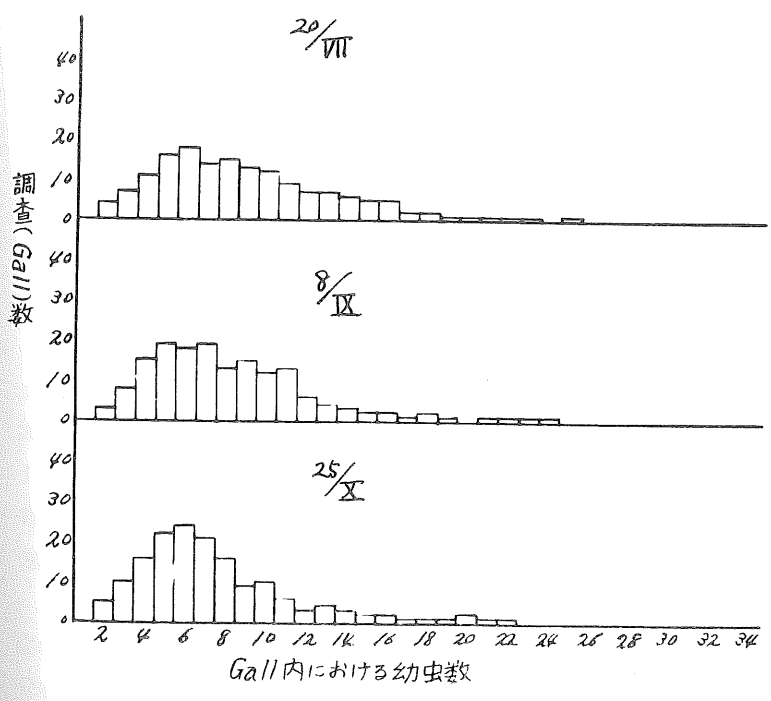


図-36

低密度林分における Gall 当りの幼虫個体数の頻度分布曲線

この高密度林分に比較して、低密度林分では、7月における頻度分布曲線の右すそは高密度林分に比較して非常に短かく、虫えい当りの個体数は最も多いもので25個体であった。このように成虫の発生密度によつて針葉に産下される卵塊数や卵粒数が異なつて、低密度になるほど虫えい当りの幼虫個体数の頻度分布曲線は左右同様に近づく。低密度林分においてもやはり時期的な経過にしたがつて右すそが短縮されてくる傾向がみられた。この統計値を表17に示す。

表-17 成虫(羽化個体数)密度の高い林分と低い林分における Gall 内の幼虫数の時期的変化

羽化成虫の密度	調査月日	測定 Gall 数	Gall 内の幼虫数の平均値	標準偏差	変異係数
成虫密度の高い林分	7月20日	160	9.74	6.76	0.694
	9月8日	160	7.51	5.21	0.693
	10月25日	160	6.83	4.24	0.621
成虫密度の低い林分	7月20日	162	9.28	5.35	0.576
	9月8日	160	8.23	6.98	0.848
	10月25日	160	7.55	3.97	0.525

表をみると、高密度林分も低密度林分も7月の虫えい当りの平均幼虫数には殆ど差がみられない。しかし頻度分布の右すそを長く引いているから標準偏差や変異係数は両林分で異つている。9月になると高密度の林分では虫えい当り75個体となり7月の場合より約2個体減少しているのに反し、低密度林分では1個体の減少にとどまる。10月の平均値は高密度林分が6.8個体で、9月上旬より1個体減少している。この月の調査では低密度林分でも1個体が減少し、同じ傾向を示した。この両林分の個体数の変動をみるに高密度では最初の個体数は低密度より多いが、11月までの死亡率は低密度より高く、11月の平均虫えい当りの個体数は約1個体ほど高密度林分が少なくなつている。

これらから考えられることは、成虫密度の高い林分では、特に産卵に當つて雌の産下する卵塊の卵粒数が多くなるか、或いは他の雌の重複産卵によつて針葉当りの卵粒数が増加する。一方低密度林分

では雌の産卵が安定していて産下卵粒数も少く、重複産卵もあまりない様子である。

高密度林分も低密度林分も7月頃、即ち、針葉食入初期の虫えい当り平均幼虫数は変わらないが、高密度林分においては虫えい当りの棲息密度の高いものでは、棲息個体数の何%かが死亡してゆくために頻度分布曲線は時期的な経過とともに正常分布に近づいてゆく。生物個体の数量的変動の原因に、気候要素、生物的要素の影響があることが考えられるが、本種の場合にみられるがごとき死亡率の原因は、SMITH(1935)、内田(1948, '49)などが力説している如く、棲息密度に依存した現象、つまり密度効果によるものであると考えられる。

い。  
こな  
, 低  
り 1  
両林  
低密  
の卵  
林分

### 才3項 虫えい内における幼虫の密度と体の大きさ

虫えい内幼虫数の多い場合は発育期間中における個体数の減少が起つていることが明らかになり、この減少が起る原因は密度効果であると考えられるから、密度によつて幼虫の発育は変化をきたしているものと考えて、虫えい当りの幼虫密度と体の大きさについて調査をした。

#### 研究方法

隠岐島から10月に採集した虫えいを分解して幼虫数を調査し、80% Alcohol溶液に浸漬しておき、後日これを取り出して顕微鏡下で体の長さ<sup>※</sup>と幅(最大幅)を調査した。

#### 結果と考察

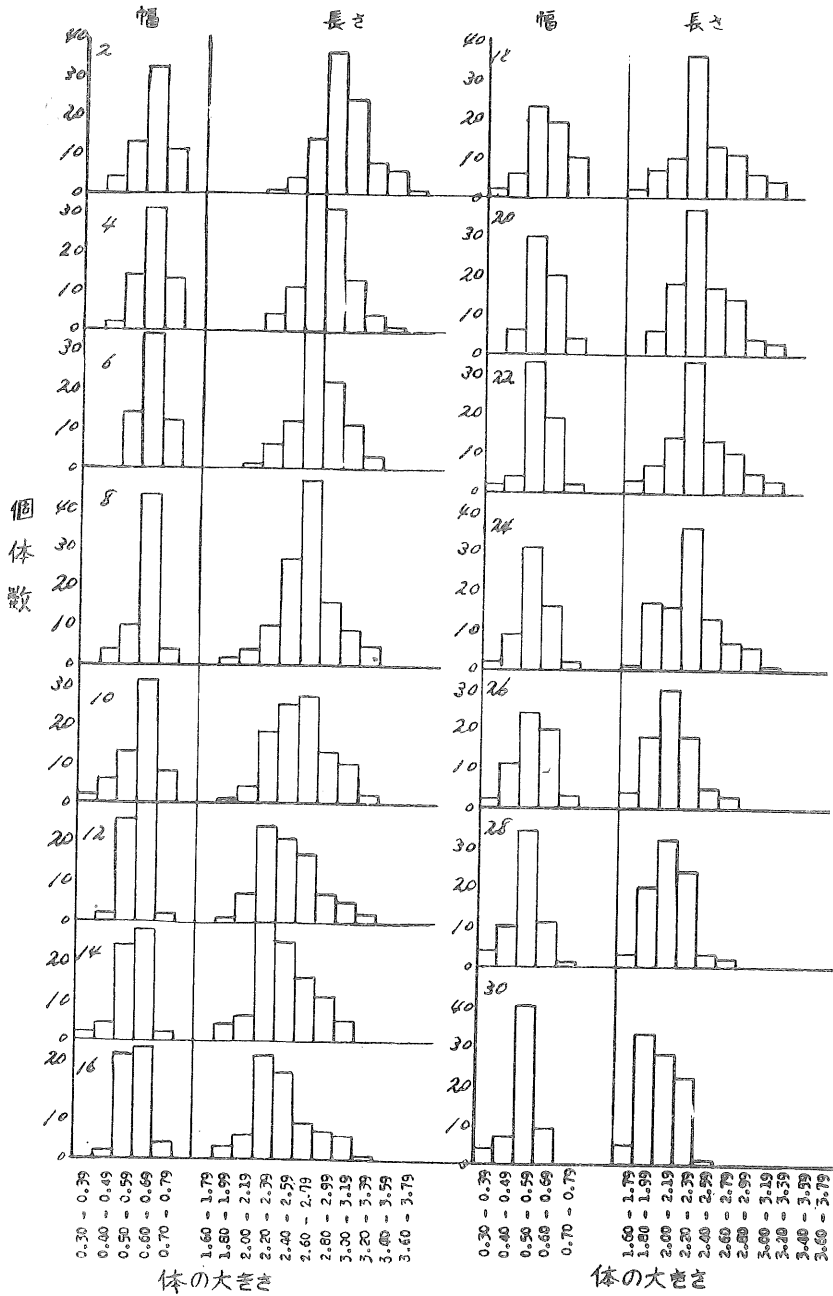
従来から昆虫の棲息密度<sup>※</sup>と個体の大きさの関係は実験的に究明され、密度の高低によつて個体の形態的形質に大小を生ずることが知られている。即ち、密度と大体逆比例の関係をしめすことがたしかめられていた。ALLEE(1931), ADOLPH(1931), TITSCHACK(1936), LANDOWSKI(1938), 内田(1941, '43), SANG & ROBERTSON(1949), などがあつた。また一方、体の大きさはある密度のときに最大で、それ以上密度が高くなつた時は勿論それ以下に密度が減少しても体の大きさは小型になつてくることが報告されている。HIGENBRODT(1925), ALLEE(1931), WARDZINSKI(1936), 森(1941)などがあつた。マツパノタマバエ幼虫は生活場所を針葉基部の虫えい内においでいるから、発育途中で外部への移動は出来ない。密度が増すにつれて利用空間の面でも栄養補給の面でも大きな影響を受ける。この影響は幼虫の体の大きさにあらわれてくる。

虫えい内の幼虫密度と幼虫の体長および体の幅を測定してこの体の大きさの変異の状態を度数分布で示してみると、図-37のようになつた。

※ 広義にいわれる大きさであつて、体重、体長、頭の幅など測定数値で示される個体の形態学的表現をいう。

図-37 虫えい当りの棲息密度と体の大きさの関係

図中の2・4・・・30の数字は虫えい当りの幼虫密度を示す



体の長さや幅は、虫えい当りの密度が変化するにしたがつて増減している。大体低密度から高密度にむかうにつれて次才に小さくなってゆく。長さや幅の変異の分布曲線は、ほぼ正規分布の型をとつていて、分布曲線のピークと算術平均とは大体一致しているようである。しかしながら体の長さの分布曲線をみると、低密度で変異の幅はせまく、8個体から10個体になると分布の幅が広くなり、26個体位から次才にせまくなっている。これは標準偏差や変異係数をみると一層明らかである。体の幅にはこのような傾向はみられず、むしろ密度が増すにつれて変異係数は大きくなってゆく傾向がみられた。この虫えい当りの幼虫密度と体の大きさの平均値、標準偏差、変異係数を表18A、Bに示す。

表-18 Ga11内における幼虫密度と体の大きさの関係

A. 体の幅の測定値

Ga11内の 幼虫密度	体の幅の 平均値	標準偏差	変異係数
2	632.8 <sup>u</sup>	80.6	0.127%
4	639.5	66.8	0.104
6	652.8	66.3	0.102
8	629.5	63.2	0.100
10	611.2	95.8	0.157
12	602.8	62.3	0.103
14	589.5	80.6	0.137
16	606.1	67.3	0.110
18	597.8	99.9	0.167
20	586.1	75.8	0.129
22	574.5	113.6	0.198
24	561.1	82.5	0.147
26	567.8	91.1	0.160
28	557.8	82.9	0.148
30	549.5	72.9	0.132

※ 測定幼虫数は100個体

表-18 Gall内における幼虫密度と体の大きさの関係

B. 体の長さの測定値

Gall内の 幼虫密度	体長の 平均値	標準偏差	変異係数
※			
2 (94)	2978	254.2	0.085
4 (100)	2804	236.8	0.084
6 (90)	2757	25.6	0.096
8 (120)	2670	277.6	0.103
10 (100)	2624	343.6	0.130
12 (84)	2530	293.2	0.115
14 (97)	2497	285.0	0.114
16 (80)	2495	412.4	0.165
18 (89)	2387	311.8	0.130
20 (99)	2378	273.6	0.115
22 (88)	2352	309.8	0.131
24 (97)	2307	291.4	0.126
26 (78)	2127	224.8	0.105
28 (84)	2123	203.6	0.095
30 (89)	1915	184.4	0.096

※ ( ) 内数字は測定幼虫数を示す

さきにのべたように、多くの研究者によつて密度と体の大きさの逆比例の関係が認められているが、一方では低密度と高密度で小さく中庸な密度で大きくなるという場合も指摘されている。著者の測定した幼虫の場合では、体の長さは密度に逆比例の関係を示し、体の幅では極端な低密度で小さく、次に大きくなり、再び減少しはじめて高密度で小さくなる。測定平均値と虫えい当りの幼虫密度の関係を示すと、図-38、39のようになった。

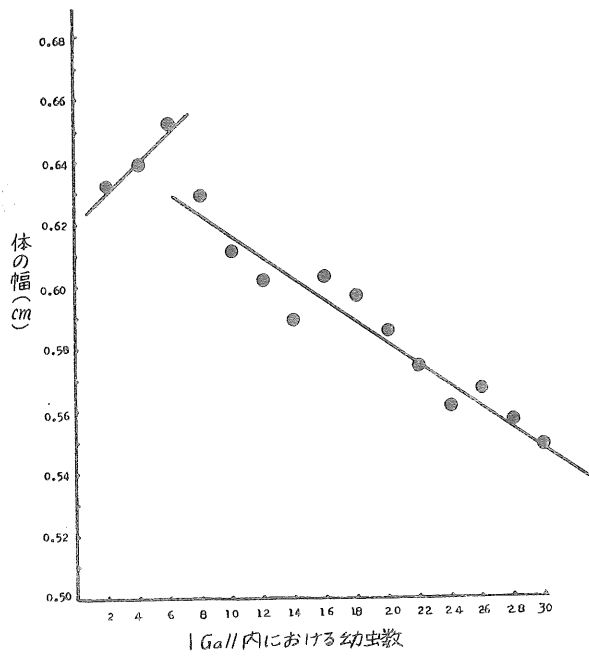


図- 38

虫えい当りの幼虫密度と体の幅の関係

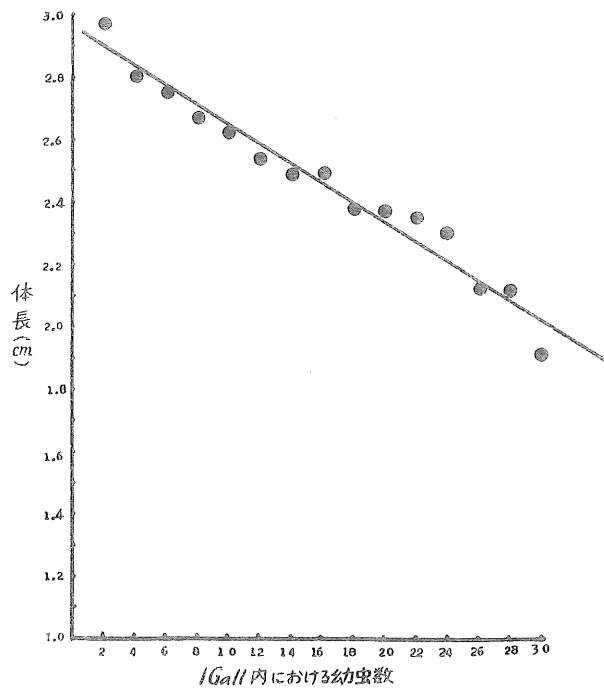


図- 39

虫えい当りの幼虫密度と体の長さの関係

長沢(1952)はアズキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* の親虫の棲息密度と次代羽化成虫の体の大きさとの関係を吟味し、密度が増加するにつれて、次々に羽化成虫の体の大きさも小さくなるとした。この場合も或る密度以上になると再び低密度の場合に近い大きさを示すようになる。これらの実験でも証明されているように、親虫→卵→幼虫→蛹と当初の棲息密度効果は次代の成虫にまでもおよぶ。このような研究は藤田(1953)、吉原(1952)、藤田、内田(1952)、石田(1952)、高橋(1953)などがある。

マツパノタマバエの幼虫の虫えい内における棲息密度は発育の差(個体の大小)となつて現れ、発育途中の死亡率を起し、更には冬期の針葉脱出時期の早晩に関係してくる。虫えい内の低密度棲息幼虫は針葉基部の組織の損傷が割合軽いので、針葉はおそくまで生理作用を営むことができるから、虫えい内の幼虫も比較のおそくまで発育をつづけることができるが、密度が高い場合は個体の発育が不完全なうえに、針葉基部は空洞化し、針葉は早く生理作用を消失する関係で、早期に針葉脱出を計らねばならない結果をまねく。早い時期に林内に落下した幼虫は、体色が白色をしているものが多いが、この幼虫の胸片をみると発育不完全な場合が多い。これらの幼虫は越年中の死亡率も高く、死亡しないまでも、蛹化、羽化、その他の生活能力が低下してくるものと考えられる。特に本種のように短期間のうちに非常に個体数の増加を示す昆虫では、個体数の数量的な変動に密度効果が関与することは大きいと考えられる。

#### 才4項 幼虫の針葉脱出時期

針葉基部の虫えいの中で発育した幼虫は、11月から12月、1月にかけて針葉の虫えいの中から脱出して、林地に落下してくる。針葉脱出の原因は、幼虫の発育にともなう針葉組織の破壊のために針葉が枯死し、栄養の摂取ができなくなることで、越冬場所への移動とが、この現象を起させるように思われる。虫えい当りの密度が低く、針葉が生理作用を行つている間は、幼虫は脱出をしないように見かけられる。即ち、虫えいの形成された部分が変色を起さないものでは、そのまま針葉内で越冬している個体もある。これらは例外で、殆どの幼虫は脱出して地下で越冬する。この針葉脱出の時期について1958年から1960年の3年間落下幼虫の採集と気象との関係を調査した。

#### 研究方法

林分内に落下幼虫採集箱を2箇から10箇設置して、11月から12月の2箇月間落下幼虫を採集記録した。

#### 結果と考察

虫えいの中にいる幼虫は、秋までに殆ど成熟し、虫えい内も空洞になつて茶褐色に変色し、針葉腹面が萎凋して内面に向つて彎曲し、針葉腹面に溝ができる。この時期に降雨があり、針葉が水分を含んでくると、内部の幼虫は水分の刺戟によつて活動的となり、針葉腹面の溝に這い出してくる。幼虫はこゝで反撥跳躍して林地に落下する。この針葉脱出には、水分が不可欠な条件であり、晴天が続く場合には、針葉が乾燥状態にあるから幼虫の脱出はみられない。1958年と1959年の調査結果を示すと、図-40、41のようである。

1958年には11月22日から脱出個体が増加し、12月上中旬にかけて脱出がみられた。この脱出個体数の多少と降雨量が極めて深い関係にある。

図-40~41 隠岐島における幼虫の針葉脱出時期  
 P: 降水量 T: 気温 H: 湿度

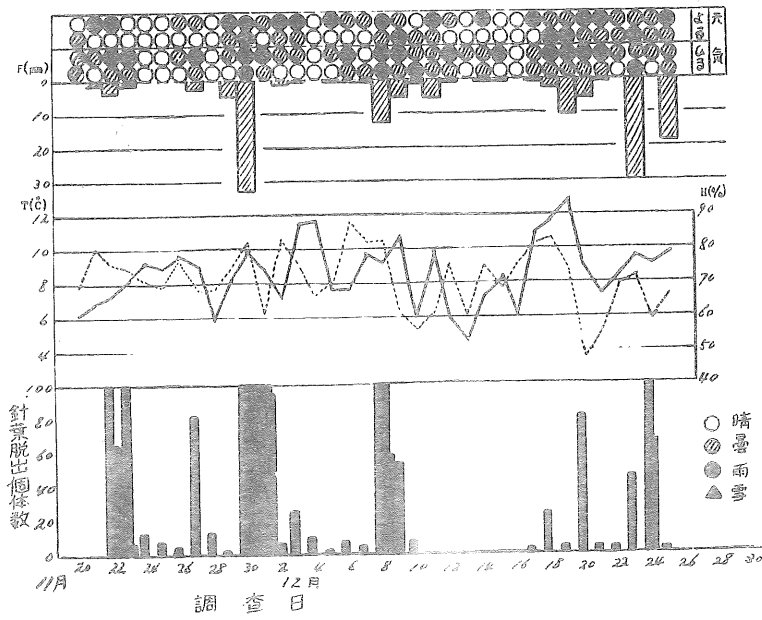


図-40 1958

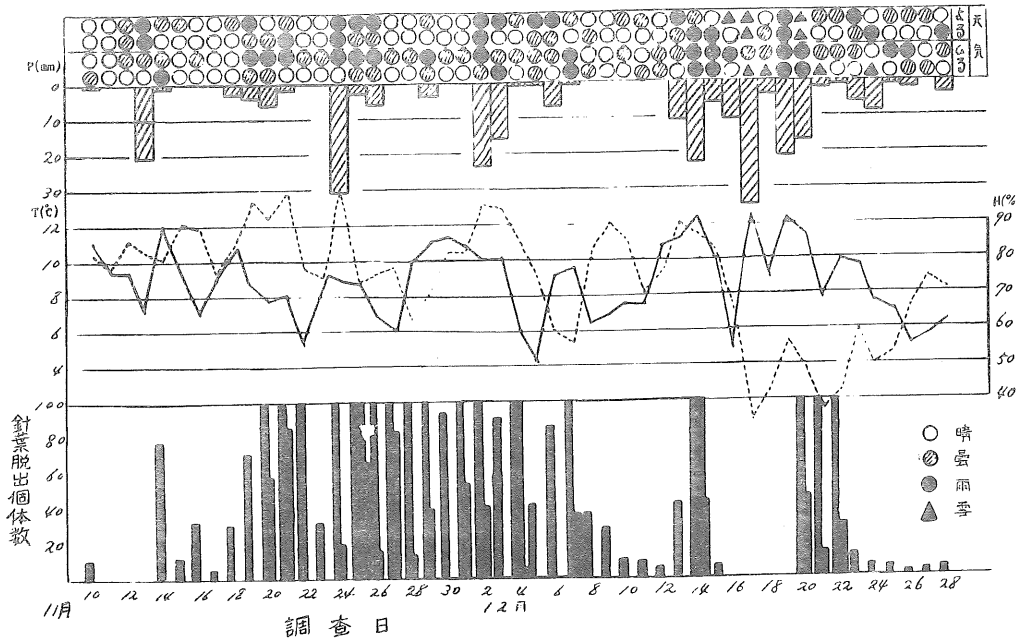


図-41 1960

1959年は11月10日過ぎから脱出がみられたが、11月中旬から12月上旬にかけて脱出個体数は極めて多かつた。島根県隠岐地方は、11月から12月にかけては雨量が多く、殆ど2日目毎に降雨がみられる。1959年12月17日は非常に激しい降雨および降雪があつて調査が不能であつた。

このように幼虫の針葉脱出と降雨は密接な関係にあつて、晴天で空気湿度の低い日には幼虫は虫えいの中から針葉腹面に出来た溝に体を半分出した状態で静止している。

幼虫が大量に林内に脱出した場合は地表面は黄粉を撒布した如き状態を呈する。こゝに示した2年間の各年の落下幼虫数を累積百分率になおし、累積率50%の日を比較して示したのが、図-42である。

これによると、1958年は調査個体数の半分が落下した期日は、11月21日から25日であつたが、1959年は11月26日から30日までの期間となり、約1週間おくらせている。

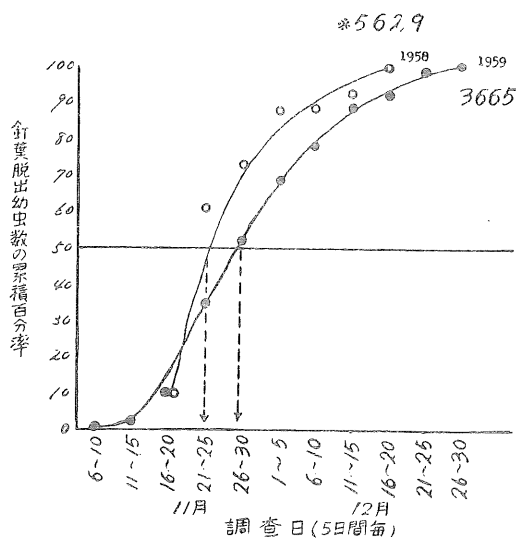


図-42 隠岐島における1958年と1959年の幼虫の針葉脱出時期の比較

この脱出時期の早晩は、年により、場所によつて異なり、しかも降雨の有無、多少に支配されているから、一定の脱出時期をつかむことは出来ない。

1960年に隠岐島の5林分で落下幼虫数を調査し、林分による脱出時期の差があるか否かを検討した。その結果を図-43に示す。

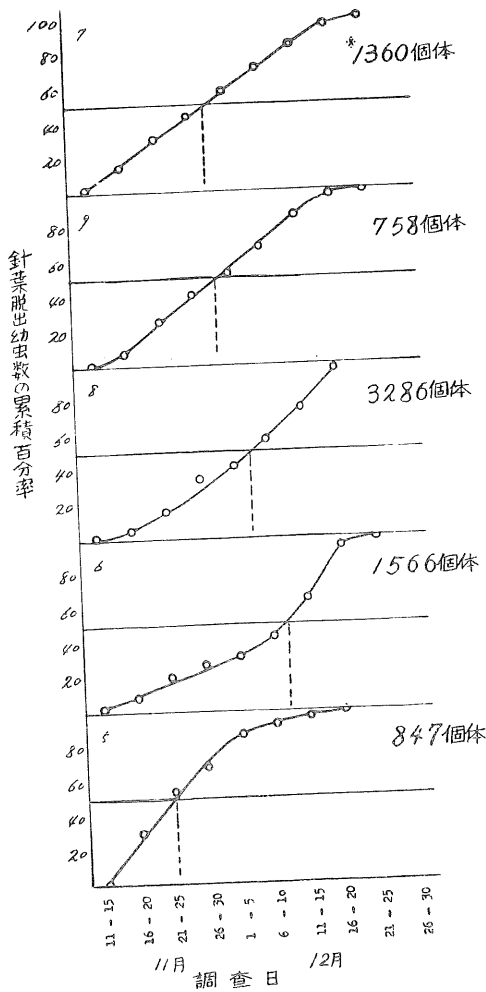


図-43

隠岐島の各林分  
における幼虫の  
針葉脱出時期の  
ちがひ

この場合も比較的便宜上、落下幼虫数の累積率曲線の50%にあたる日をもって脱出時期の早晩の比較をした図に示されているように林分によつて脱出時期に非常に差を生じている。これらのことから考えられることは、脱出には降雨以外に幼虫の針葉脱出に關係している要因があることがわかる。即ち、成虫密度の問題、幼虫の發育の問題、林分の地理的條件なども關係しているものと推定される。

このように幼虫の針葉脱出と氣象條件ははつきりした關係を示しているが、丁度脱出最盛日は雨の日が多いから、この時期において幼虫の駆除に殺虫粉剤を撒布しても殆ど効果はあげられない。このことが本虫が発生して以来15年も経過しても殆ど駆除効果をあげられず、個体数の増大をほしいまゝにした大きな原因でもある。

### オ5項 幼虫の分散活動

林地に落下した幼虫は直ちに地下に潜入することはない。林内の地表面を這いまわったり、跳躍したりして分散行動を示す。幼虫の針葉脱出に降雨は非常な役割りを果すが、これと共に幼虫の移動、分散をも引きおこしている。即ち、降水量が多いと、林内の頂上から中腹、山麓へ、上流の被害林から下流へと、分散範囲を拡大している状態である。幼虫は流水で押し流されてよく一箇所に大きな集団をつくっている場合がある。この幼虫の集団は跳躍と匍匐でもつていつの間にかみられなくなり、その附近一帯に幼虫が拡がっているのが普通である。この幼虫の跳躍と匍匐による分散能力を実験的に調査した。

#### 研究方法

実験室内において、 $90\text{ cm} \times 120\text{ cm}$ 、深さ $10\text{ cm}$ の水板の中に、 $3\text{ cm}$ の厚さに砂を敷き、含水量を $100\%$ 近くに保ち、その砂の上に $5\text{ cm}$ の区画の線を引いて、中央の1点に幼虫の密度をかえて放置しておき、1時間毎に区画内の個体数を記録して分散距離を測定した。砂の含水量が $100\%$ 近くになると、盛んに活動はするが地下には潜入しない。

#### 結果と考察

林内における幼虫の行動を詳細に観察してみると、極めて高い趨湿性を有することと、或る照度に対して陽の反応を示すことがわかった。これらの反応を示した結果として幼虫が或る場所に集中して大きな幼虫集団を形成する。この集団は決して長くそのままの状態ではない。

この分散活動の時間的経過と集団の大きさ(個体数を示す)について調べた。その時間分散について調査した一例を図-44に示す

図に示したのは集団の個体数が $200$ であるが、この場合でも実験開始後4時間も経過すると、殆ど区画全面に拡がりをもつてくる。この分散活動は集団の個体数が $400$ 、 $600$ に増加すると、更にはつきりした傾向を示す。

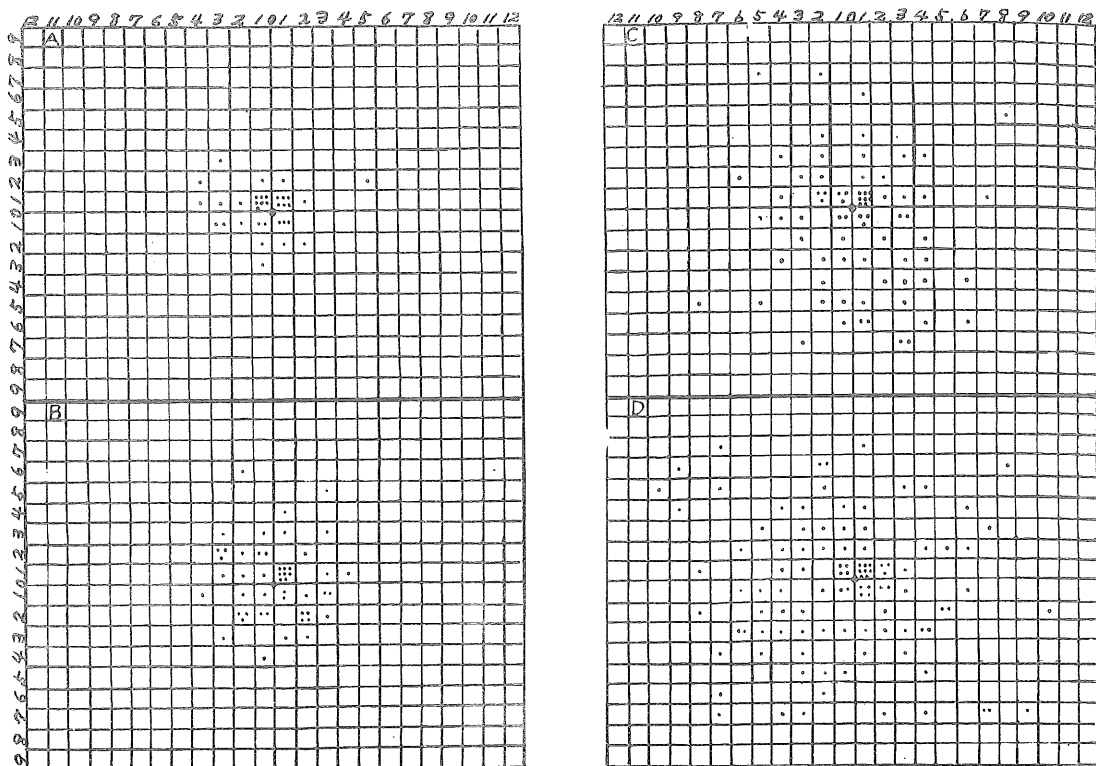


図-44 幼虫の分散活動の実験。中央の黒丸の場所に幼虫を200, 400, 600 個体放し、時間経過と分散状態を観察した。この図は個体数200の場合

A: 放飼1時間後 B: 放飼2時間後  
C: 放飼3時間後 D: 放飼4時間後

この時間の経過にもなう分散距離の統計値を求めてみると、時間の経過にもなう分散距離の平均値は大きくなってゆく。200 個体の場合をみると、放飼1時間後の平均分散距離は、集団が最初に置かれた位置から約9 cmの距離にまで個体は移動した。更に2時間後には約12 cmであり、この1時間のうちに前の分散範囲より約3 cm大きくなり、更に次の時間には6 cm大きく、最後は4 cm大きくなっている。時間を横軸にとり、分散距離を縦軸にとつて、この関係を吟味すると、集団の個体数が小さい場合は殆ど直線的に、時間の経過にしたがって分散距離は大きくなる。集団の個体数が大きい場合は、最初の分散距離が非常に大きくないがその割合にはその後の距離は大きくならない。

集団の個体数と分散距離をみると、個体数が200の場合より400の場合の分散距離ははるかに大きく、約2倍の値を示してはいるが、分散距離は個体数に比例して大きくなるということはなく、600 個体の分散距離は400 個体の分散距離よりやゝ小さくさへなっている。これらの関係を見ると、集団の大きさによつて、集団内に個体の相互干渉が起る結果、最初の分散活動は活潑であるが、その後は個体が独立するから、自体の跳躍、匍匐による移動以外に活動を刺戟する条件はないので、

これらの分散距離が大きくなるものと思われる。この分散距離の統計値を表 19 に示す。

表-19 実験的条件下における幼虫の分散活動  
特に密度と時間分散距離

幼虫密度	測定時間	平均分散距離	標準偏差
200	60	9.11	5.43
	120	11.83	5.65
	180	17.90	10.20
	240	21.15	11.84
400	60	18.84	7.40
	120	26.21	11.81
	180	29.32	12.85
	240	30.53	14.59
600	60	17.47	10.51
	120	23.81	12.89
	180	28.77	13.96
	240	29.79	8.84

幼虫の集団が、幼虫個々の分散活動によつて解消されていくが、この現象を集団内の個体相互の干渉によつて起るものと考えた。これを裏付ける資料として、各区画内にある幼虫数を時間毎に調査し、区画内の平均幼虫数を算定したのが表 20 である。

表-20 実験的条件下における幼虫の分散活動  
特に1区画内における密度の時間的経過

幼虫密度	測定時間	1区画内の 平均幼虫数	標準偏差
200	60	1.78	1.75
	120	1.58	1.40
	180	1.29	1.03
	240	1.26	0.94
400	60	2.29	2.20
	120	1.83	1.44
	180	1.69	1.24
	240	1.52	1.12
600	60	1.17	3.20
	120	1.96	1.76
	180	2.16	1.25
	240	2.01	1.12

集団の個体数が、200から400の場合は、最初は分離範囲が比較的せまいから1区画内にみいだされる平均幼虫数も多いが、時間の経過にしたがつて、区画内個体数は減少し均等に分布しようとする傾向がみられる。個体数600の場合は、これとは逆に最初においては区画内幼虫数が少いが3時間も経過した頃になると区画当り2個体となり、この区画内密度を最後まで保持していた。

渡辺、内田、吉田(1952)はアツキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* を材料にして、昆虫の分散の実験的研究をなし分散と分布型の変化を追求して、分布型の変化する状態を表現する方法を検討した。中心から分散してゆく状態は、双変正規分布であらわせるとした。同氏等の実験でも分散は初期に急激で次第にゆるやかになることを認め、分散状態は常にat randomになろうとする方向に向うとした。河野(1952)はコクゾウ *Calandra oryzae* を材料にして、昆虫の時間分散曲線を解析し、分散過程を初期分散と後期分散に区別した。初期分散は分散速度が早く、後期分散は速度がおそいとのべている。この他にも昆虫の分散の研究はKETTLE(1951)のヌカカの1種 *Culicoides impunctatus* についてのものや、WADLEY & WOLFENBARGER(1944)のニレの木くい虫 *Scolytus multistriatus* についてのものなどがある。これらの研究結果からもうかがわれるように、昆虫の分散が密度や環境、異質な個体群などによつても起るし、更に分散行動に関しては個体間の相互における干渉関係の強さによつて定まる。

この強弱の度合は更に昆虫の群棲に対する適応性によつて異つてくるものであろう。

幼虫の分散実験で示されたように 時間的経過にしたがつて 分散距離は大きくなるが その活動力に限界があるから 林分内における分布は幼虫の分散活動だけによつて起るものではないと考えられる。この林分内における分布を決定する要因に気象条件 特に降雨や風力があげられる。これらの2つの要素は微細な幼虫を林分内で、あるいは林分と林分の間で幼虫の運搬作用をなしているものであることは見逃がせない。

#### 才6項 幼虫の潜土行動におよぼす土性とその含水量の影響

針葉脱出幼虫はしばらくの間は、林内の地表面で集合や分散活動をなしているが 適当な場所を選択して地下に潜入する。本種の潜土は冬の期間の外敵からの避難場所あるいは生活場所(土壤中の水分の変化が少いことによる)と蛹化の為であると思われる。(勿論試験管内でも適当な湿度を与えて飼育すれば蛹化するが 非常に蛹化率が悪い)この潜土にあつて 潜土すべき土壌の性質とその含有水分量の影響が 幼虫の潜土行動にどのような関係をもっているかについて実験した。

#### 研究方法

日本農学会法によつて土性を調整し その含水量を調節して各区を設けた。容器は大型腰高シャーレを使用し 重量を測定してその含水量の変化を補正した。供試虫は各区100個体 腰高シャーレは水分の蒸散を防止するために罐に入れて密閉した。

#### 結果と考察

土性と含水量を調節した各区に幼虫を放飼し 2日 4日 6日目における幼虫の潜土個体数を調査した結果は図-45および表21のようであつた。

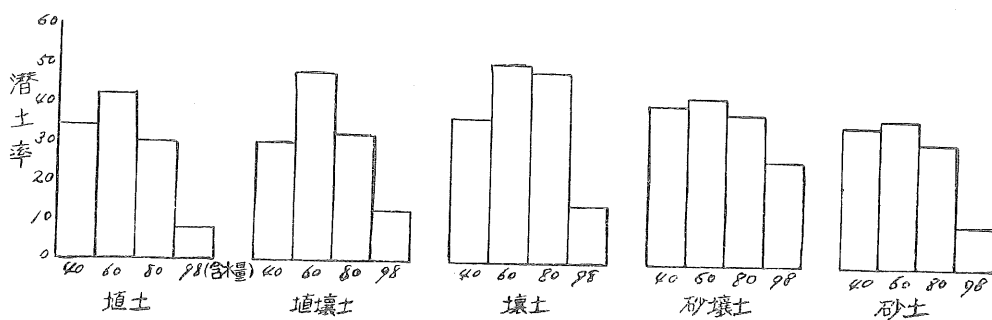


図-45 土性およびその含水量と幼虫の潜土経過(潜入した個体数の百分率で示してある)6日目の調査

表-21 土壌の性質及び土壌含水量の多少が越冬の  
ための幼虫の潜土に及ぼす影響  
(表中の数字は潜土個体数を示す。供試個体各100頭)

土性 測定日	埴土			埴壤土			壤土			砂壤土			砂土		
	処理後(日目)	処理後(日目)	処理後(日目)	処理後(日目)	処理後(日目)	処理後(日目)	処理後(日目)	処理後(日目)	処理後(日目)	処理後(日目)	処理後(日目)	処理後(日目)	処理後(日目)	処理後(日目)	
40%	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6
60	18	25	34	21	28	30	20	31	37	25	31	41	22	32	36
80	20	31	42	27	31	48	25	36	51	19	25	43	25	29	38
98	9	13	30	16	21	32	21	23	49	20	27	39	17	21	32
98	0	1	8	0	10	13	6	9	15	13	18	27	2	8	11

この図表をみてわかることは、土壌の含水量があまり高い場合は、土性の如何にかかわらず潜土する個体数が少ないことである。即ち6日目の調査結果で比較するならば、砂壤土の27%を最高に殆ど各区は10%前後を示した。最も潜土率の高いのは壤土の含水量80%の区であり、殆ど半数の49%が6日目に潜土している。幼虫の潜土率の推移をみると、日数の経過につれて地下に潜入する個体数は増加するが、一般的な傾向として土壌の含水量が低い程早く地下に潜入する。含水量が殆ど100%に近い状態では土性にかかわらず地表面で活動している個体数が非常に多い。

土性と潜土の関係を見ると、各含水量区とも埴土や埴壤土における潜土率は概して低い。これは土壌の粘調度が高く、幼虫の潜土にとってはあまり好条件ではないらしい。この点からみると、壤土や砂壤土、砂土では土壌の粘調度も低く、幼虫の潜土に好条件であるようにみうけられる。含水量は60%~80%程度の場合が各土性とも一番早く多くの個体が潜土している。一般に幼虫が潜土するに当つては、胸骨breast-boneによる跳躍と頭部を土壌内に突込んで伸縮運動を繰り返すから潜土する。林(1928, '36)はモンクロシヤチホコ *Phalera flauescens* の老熟幼虫が、蛹化のために潜土する場合について観察し、この幼虫の行動は一種の趨触性であると説明し、更にヨトウムシ *Barathra brassicae* の潜土も同様に解されるとした。加藤(1935)はクリギゾウムシ *Curculio dentipes* の幼虫の潜土について報告し、胴部の接触刺戟によるらしいとした。本種の場合も殆どこれとかわりなく、胴部の接触刺戟による伸縮運動で潜土するように観察した。

幼虫の活動は水分の刺戟作用によつて起るらしいから、この実験で示されている如く、土壌の含水量や空気湿度の高い状態では潜土行動はあまり示さないが、土壌の含水量や空気湿度が低くなつて

きて、幼虫の体表面に水分が少 くなつてくると潜土行動を開始するように思われる。秋において幼虫が 針葉脱出後 しばらく林内の地表面に活動しているのがみかけられるが これは降雨などによる林内土壌の含水量が高まっている理由によつて潜土しないのかもしれない。いずれにしても幼虫が潜土しない間に 林内の地表面に薬剤などの撒布を実施して効果をあげることができればよいのであるが この地表面に幼虫が存在する期間内は降雨があつたり 土壌の含水量が非常に高い状態にあるから撒布薬剤そのものが殺虫力を半減する理由にもなる。

#### オ7項 潜土している幼虫に対する地表面からの水分の影響

前項では土性およびその含水量が幼虫の潜土におよぼす影響についてのべたが 一度地下に潜入した幼虫は 外部から伝わる刺戟に対してどのような反応を示すであろうか 特に越冬期における降雨や降雪によつて、土壌の含水量は常に変化するが これに対して幼虫の示す行動を観察しておく必要がある。1959年の2月に松江地方は降雪量が非常に多かつた。この融雪日において、野外飼育をしていた幼虫が、土壌表面の落葉上に殆ど全個体脱出してきて 跳躍運動をなすのが観察された。この現象を明らかにするため 潜土幼虫に対して地表面から水分をあたえ これに対する幼虫の反応を調査した。

#### 研究方法

大型シャーレーの底部に砂を敷き その上に濾紙にのせた幼虫100個体を置き 砂を2cmほどかぶせて 幼虫が潜土している状態をつくり シャーレーの片端から静かに水を注入して 容器内の砂が一定の含水量を保つ如くし 重量を測定しながら水分量を規定した。このようにして表面に脱出してくる個体数を調査した。

#### 結果と考察

実験開始後2, 4, 6日目における表面に脱出した幼虫および地下に潜土したまゝの幼虫数を百分率で示したのが、図-46である。

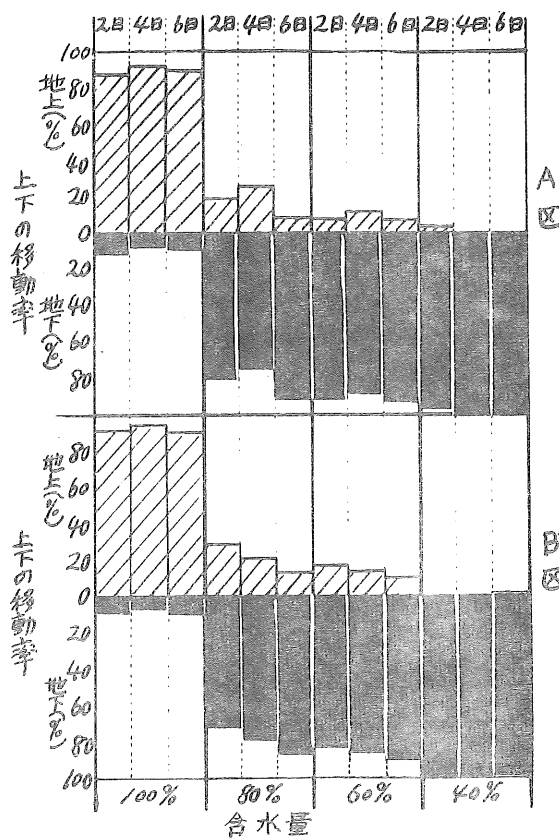


図-46

土壤中に潜入している幼虫に対して外部から潜伏土壤の水分を調節した場合における幼虫の反応

= 地表面に脱出した幼虫の率  
 = 地下にいる幼虫の率

この実験結果からみて、冬の期間中でも土壤の含水量が殆ど飽和の状態にまで達すると潜土している幼虫は地表面に脱出してきて活動することがわかった。含水量が80%以下の場合には外部から水分をあたえた直後は脱出個体も観察されるが、これらは日数の経過とともに再び地下に潜入していった。100%の含水量ではこの傾向はみられず、調査期間内では殆ど潜土する個体はなかった。

このことから推定するに、野外の林内においても、土壤の含水量の変化にしたがって地下の幼虫は常に垂直移動をなしているものではないかと考えられる。この現象がみられるのは、おそくとも3月上旬頃まで、あつて3月に入ると地下潜入幼虫を外に出して色々な刺戟をあたえても非常に活動力が鈍くなっている。

#### オ8項 幼虫の趨湿性

林内においても実験室の飼育の場合でも常に観察されることは、幼虫が極めて強い趨湿性をもっていることである、これについて実験した。

#### 研究方法

30cm×30cm 深さ15cmの木箱4箇を組合せ、A、B、C、Dとし、Aは土壤含水量を30~40%とし、Bは55~65% Cは75~85% Dは95~100%を保つように調節して4箱の合擦する中心部に200個体の幼虫を濾紙ののせて放置して48時間後に幼虫の移動を調査し

た。4箇の箱の上には細目の金網を張つて 幼虫が箱より外部に脱出しないようにした。

#### 結果と考察

幼虫に趨湿性があることは 高木(1954) 小田 岩崎(1953)も認めている。この実験の結果を表22に示す。

表一22 土壌含水量の異なる条件下における幼虫の趨湿性  
反応実験の結果

土壌含水量	実験Ⅰ 反応個体数	反 応 率	実験Ⅱ 反応個体数	反 応 率
30~40%	23	11.8%	15	7.6%
55~65	42	21.5	35	17.8
75~85	48	26.4	44	22.3
95~100	82	42.1	103	52.3
反応個体数計	195		197	
未反応個体数	5 (行方不明)		3 (行方不明)	

48時間後における結果では 反応総個体数は実験Ⅰで195個体、実験Ⅱで197個体であった。この実験の結果をみると含水量が高くなるほどこれに対する反応個体数も多くなってくる前項の潜土行動でも理解された如く、土壌の含水量の高い場所を好んで集合してくるが 水分量が100%にも近い状態では潜土行動はとらず、土壌の水分量が潜土に適当な状態になるまで跳躍や集合、分散活動を繰返している。この実験結果で示したことは 林内でも観察され 林内の水溜り附近や 日蔭になつて土壌の含水量が高いと思われる場所や 落葉層の多い水分の発散の少ない場所で幼虫を多くみることができる。

#### 才9項 越冬幼虫の土壌内棲息深度および死亡率の変動

冬の期間中における幼虫の潜土位置およびこの期間内における死亡率の変動について調査した。

#### 研究方法

15cm×15cm 深さ20cmの木箱の中に幼虫を500個体ずつ收容して、野外の畑の中に埋め、毎月2箱ずつ掘りあげて、箱の片側を開き、表面から2cm毎に土壌を切り取りその中にいる幼虫数蛹数を記録した。

#### 結果と考察

12月に針葉を脱出した幼虫は、大体1月には殆ど適当な場所に潜土して冬を過ごす。この1月から羽化期の5月までにおける幼虫数、蛹数などの変化の状態を実験的に調査した結果を示すと表23

に示すようであつた。

表-23 越冬期間中における幼虫の土壌内棲息深度及び死亡率の変動

生息深度 個体数死亡率	調査月日			1月28日			2月27日			3月27日			4月28日			5月28日		
	A区	B区	平均	C区	D区	平均	E区	F区	平均	G区	H区	平均	I区	J区	平均			
落葉層	0	0	0	2	0	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0 ~ 2 cm	372	401	386.5	294	315	304.5	268	285	276.5	262	278	270.0	7	10	8.5			
2 ~ 4	30	52	41.0	8	10	9.0	10	9	9.5	5	7	6.0	0	0	0			
4 ~ 6	5	2	3.5	0	0	0	0	0	0	0	1	0.5	0	0	0			
6 ~ 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8 ~ 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
生存幼虫数	407	455	431.0	304	325	314.5	278	294	286.0	57	65	61.0						
生存蛹数										210	221	215.5	7	10	8.5			
羽化成虫数													195	212	203.5			
死亡個体数	93	45	69.0	196	175	185.5	222	206	214.0	233	214	223.5	298	278	288.0			
死亡率(%)	18.6	9.0	13.8	39.2	35.0	37.1	44.4	41.2	42.8	46.6	42.8	44.7	59.6	55.5	57.6			

1). 幼虫の棲息深度

林地でも一般にみられることであるが 林分内の落葉層は 幼虫の越冬生活にとって必要欠くことのできない被覆物である。この落葉層の厚さや 有機的組成は一般に幼虫の冬期間の棲息深度を決定する重要なものである。

即ち、落葉層の厚い場合は比較的地表面に近い深度で棲息し、薄い場合は地下深く棲息しているように観察した。これらは降雨で流されたり 日照りで乾燥したりする外界条件の影響を少なくすることに役立つ。

針葉樹と広葉樹の混交林の林地は一般に保水力に富み、幼虫の越冬には好都合である反面 針葉樹の単純林で しかも幼令林分などでは 気象条件の如何は、たゞちに地下の越冬幼虫に影響する。このような林分における幼虫の潜土している深度は深い。著者が実験的に調査した棲息深度をみると落葉層の中に棲息していた個体は2月の調査で2個体いただけで、他のいずれの場合もみいだせなかつた。これはさきにも述べたように 落葉層は水分の保有力少く、外圍の条件で容易に変化するから長い間の棲息場所としては適当でないものと思われる。しかしながら針葉樹と広葉樹の混交林や 北向きの密植林などでは 時としてこの中に棲息しているものがある。土壌の表面下2cm以内に棲息している個体数がこの実験でも各月を通じ多かつた。これについて2~4cmの深さとなり、8cm以上地下に潜入した例はみられなかつた。幼虫の棲息深度は、大体2~4cm以内(但し落葉層がある場合)

と考えてよいと思うが、林分の地床植物の種類や落葉層の質や量はこの棲息深度を支配するものである。この他に土壌の土性も深度に影響をおよぼしている。即ち 粘質土壌は水分の保有力が大きいので、幼虫にとっては好都合に見えるが 反面粘質土壌では潜土行動がとり難いこともあり このような林分では一般に表面近くに棲息する。一方砂土や砂壤土などで構成される林分では深い位置に潜土している。このような関係は他の昆虫でもみかけられ、牧(1920)のミカンコミバエ *Ohaetodacus ferrugineus dorsalis* の蛹についての観察では この蛹は砂土では4.5 cmも潜るが 粘質土壌においては1.5 cmにしか達しなかつたとしている。台湾総督府の殖産局(1933)の報告では タイワンオホコホロギ *Brachytrupes portentosus* の巣孔は砂土においてはその深さ最大170 cmにも達するが 粘質土壌では27 cmにすぎなかつたとしている。この他に 野津 園山(1926)のダイコンサルハムシ *Phaedon brassicae* に関する観察や 神谷(1937)のヒメコガネ *Anomala rufocuprea* の産卵においても同じことが認められている。このように砂土では深く 重粘土壌では浅く潜る原因について 柴田(1932, 33)はウリミバエ *Ohaetodacus cucurbitae* の老熟幼虫の潜土状況を種々の条件下で調査し、潜土深度は土壌の含水量 土壌粒子の直径 土壌の粗密状態など 即ち 土質によつて支配されると結論した。

高木(1954)は朝鮮における本種の発生地 の状況をのべている中に 幼虫が地下に潜んでいる時期に林内での落葉が非常に多く 有機質の多く生産される林分では被害が多いことを指摘し この時期に林内の下草刈払いなどで地表を乾燥させている林分には発生が少いと のべている。このことは本種の防除にとって非常に重要なことである。隠岐島でも林分内の下草木を刈払つた林分では翌年の被害が軽減された。

## 2) 死亡率の変動

幼虫の潜土期間中における死亡率の変動を調査した結果 1月における死亡率が極めて低く 平均13.8%であつた。この原因を考察するに 1月は針葉脱出までもない幼虫が地下に潜つた直後であり 降雨や降雪があれば針葉脱出時と殆ど同じ活動状態を示す。針葉脱出の遅い林分ではまだこの時期に林内の地表面に多くの個体のみかけられるから、潜土した幼虫の死亡率が高くなるということは考えられない。これが2月になると極端に死亡率が高くなり 平均37.1%を示した。3月が42.8%、4月が44.7%、5月が57.6%と、月がたつにつれて死亡率は増加し 当初放飼した個体数の半数以上が死亡した。本種の幼虫(越冬期)の死亡率が高いことは この実験だけでなく野外飼育で常に経験していることであるが 2月以降の死亡率が急激に増加する原因について考えてみると その一つに降水量や降雪量の影響を受ける場合があげられる。幼虫の耐水性は非常に強いから水分そのものの影響で死亡率が高まるとは考えられないが、水分の刺戟で幼虫は活動的になり 地中における垂直移動や 地表面に脱出して再度地下に潜入できなかつた幼虫など自体の活動によるエネルギーの消費や 地表面に脱出した場合の乾燥などの為死亡する場合が考えられる。次いで冬期の死亡率を高める原因に病原性微生物がある。本種の幼虫が冬期に非常に寄生され易い或る種の糸状菌や細菌があつて飼育中の殆どの死亡個体はこの菌類によることがある。この他に寄生蜂 *Platygaster* sp の寄生している幼虫などが 死亡個体の中に多いのではないかと推定される。4月から5月にかけて

死亡する原因の中にはクモ類の捕食によるものもあり この場合 特にドクグモ類によるものが多かった。更には幼虫の發育不完全（幼虫の体色が乳白色をしている）個体の死亡も目だっていた。

才10項 土壤の含水量が潜土幼虫の死亡率におよぼす影響

野外における幼虫の越冬期間中の死亡率の変動については前項で述べた。この期間中の死亡率の高い原因として 幼虫が気象条件に反応して活動を起し 自体のエネルギーの消費や、病原性微生物捕食動物 寄生蜂の寄生結果などであらうと説明した。この項では越冬期間中の棲息地の土壤およびその含水量の多少が潜土幼虫の死亡率におよぼす影響について考察する。

#### 研究方法

土壤の調製は日本農学会法に準拠した土壤および幼虫は大型腰高シャーレーに入れて蓋をなし、室内に置き 時々重量を測定して含水量を補正して羽化脱出をまつて死亡率を算出した。

#### 結果と考察

潜土性昆虫の棲息場所の土壤およびその含水量が昆虫の生活にとつて重要な意義をもっていることは明らかである。本種の幼虫にみられる如く 極めて強い趨湿性を示すものにとつては、潜土期間中の土壤の含水量の多少は死亡率を高め、更に発生の有無にまで影響するのではないかと考える。事実高木（1954）の朝鮮における観察や著者の隠岐島の実験がこれを証明している。これについて実験的に明らかにした結果は表24である。

表-24 越冬期間中における幼虫の死亡率におよぼす土性および含水量の影響

土 性	含水量死亡率	土 壤 含 水 量	死 亡 率
植 土		30 ~ 45 %	8.6 %
		60 ~ 80	4.2
		85 ~ 95	3.0
壤 土		30 ~ 45	9.1
		60 ~ 80	4.8
		85 ~ 95	2.8
砂 土		30 ~ 45	10.0
		60 ~ 80	4.5
		85 ~ 95	3.2

## 1) 土性の影響

実験に使用した土性区は埴土、壤土、砂土であつたが、土性と死亡率の関係は明瞭でなく、含水量が30~45%区における死亡率が、埴土、壤土、砂土と次第に高くはなつてはいるが、その差は殆どない。他の含水量で比較しても差をみい出すことはできなかつた。この実験は常に含水量を殆ど一定に保つてあるから、土性そのものの特性があらわれずにこのような結果を示したものと考えられる。

## 2) 含水量の影響

土性と死亡率の関係は実験条件下では明瞭でなかつたが、含水量の多少と死亡率の関係は極めてはっきりした差を示している。即ち、土性の如何にかゝらず、含水量が少い程死亡率は高く死亡率と土壌の含水量とは極めて高い(+)の相関がある。含水量が30~45%では砂土の100%死亡率をはじめ、殆ど90%前後の高い死亡率を示した。

含水量が60~80%では各区とも40%台の死亡率を示し、85~95%の高い含水量区では、30%前後の死亡率がみられたに過ぎない。

このように本種は越冬期間中における潜伏場所の土壌の含水量の多少は直接発生個体数を左右する大きな要素である。土壌含水量の高い場所を好適とする害虫の例として、名和(1916)はクハノシントメタマバエ *Diplosis mori*, 春川、熊代(1937)のキリウジカガンボ *Tipula aino*, 柳原(1935)のクロマルコガネ *Alssonotum impressicolle*, 福井農試(1935)のイネネクヒハムシ *Donacia prouosti*, 松本、斎藤(1929)のトビムシモドキ *Onychiurus spp.*, などが知られている。これらの害虫はいずれも野外状態の下では潜土場所として、土性を選択することが必要であつて、潜土期間中の温度、保水力、空気の流通、腐植の多少、などはいずれも土壌の性質のちがいで異つてくるものである。高木(1954)が朝鮮で観察したように本種の発生は林分環境で非常に差を生じている。(詳細は被害解析の項)特に土壌の含水量をとりだしてみると、島根県隠岐島の林相は島前、島後でその林相を異にする。(附図 参照)島前は輪転牧畑などで知られている如く、林内いたるところに和牛の放牧がなされ、林相は非常に単純で下層木は殆どなく、冬期間は概して林地は乾燥状態を示す。この島前において本種が大発生したが、比較的短期間のうちに勢力は減少した。一方島後の林相は複雑であつて、下層木や落葉層も多く、本種の発生に好適であり、発生以来の勢力も長期間にわたつて衰えずに現在にいたつた。両島における勢力の消長のちがいが、林相のちがによるものであるとは断定できないが、林内土壌の乾燥性のちがいが、勢力消長に影響している要素であることはまちがいない。

### 才11項 林分内における潜土幼虫の分布

針葉脱出後における幼虫の林内における分布を左右するものに、幼虫の趨湿性、趨光性、風、降水などがある。これらは林分の方角、傾斜、林分内の構造などによつて異なつてくるが、本項ではこれらの条件と、林内における幼虫の分布との関係について考察する。幼虫の林内の分布状態と林分内構造などの関係を明らかにしておくことは、成虫の発生消長調査(林野庁が1960年から全国的に実施している。)や、薬剤駆除などを実施する場合の参考資料となる。

### 研究方法

調査は1959年3月、隠岐島西郷町地区内のクロマツ単純林(A)とアカマツ、クロマツ混交林(B)の

林分で実施した。林分を測量してA林分では4m×4m, B林分では10m×10mの範囲の中でそれぞれ50cm×50cmで、深さ15cmの土壌を採取し、その中の幼虫数を調査した。

結果と考察

調査林A

- 概況 1 傾斜林, 南西35°
- 2 人工林, 樹令13年, クロマツ  
樹高約3.5m  
植栽密度粗
- 3 地床植物多し

結果

調査結果を示すと図-47のようであつた。

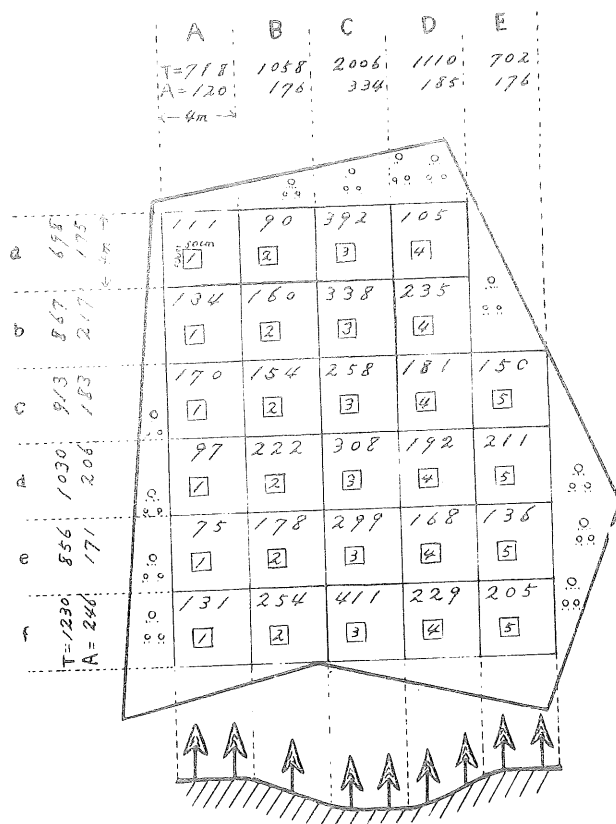


図-47

A 林分における潜土幼虫の分布

- 1 調査樹目の番号
- 111 大きな樹目の中の数字は調査幼虫数
- AB a b 調査林の縦横の柵目を示す
- T 縦横各帯の合計
- A 縦横1柵の平均幼虫数

図に示したように、林分内に潜土している幼虫の個体数をみると場所的なむらを生じている。この林分では0帯に非常に幼虫数が多い。0帯で合計2006個体が発見された。1箇所平均334個体を示している。最も幼虫数の少ないのはA帯で合計718個体、平均120個体であつた。林分を横断

## 1) 土性の影響

実験に使用した土性区は埴土、壤土、砂土であつたが、土性と死亡率の関係は明瞭でなく、含水量が30~45%区における死亡率が、埴土、壤土、砂土と次々に高くはなつてはいるが、その差は殆どない。他の含水量で比較しても差をみい出すことはできなかつた。この実験は常に含水量を殆ど一定に保つてあるから、土性そのものの特性があらわれずにこのような結果を示したものと考えられる。

## 2) 含水量の影響

土性と死亡率の関係は実験条件下では明瞭でなかつたが、含水量の多少と死亡率の関係は極めてはつきりした差を示している。即ち、土性の如何にかゝらず、含水量が少い程死亡率は高く死亡率と土壤の含水量とは極めて高い(-)の相関がある。含水量が30~45%では砂土の100%死亡率をはじめ、殆ど90%前後の高い死亡率を示した。

含水量が60~80%では各区とも40%台の死亡率を示し、85~95%の高い含水量区では、30%前後の死亡率がみられたに過ぎない。

このように本種は越冬期間中における潜伏場所の土壤の含水量の多少は直接発生個体数を左右する大きな要素である。土壤含水量の高い場所を好適とする害虫の例として、名和(1916)はクハノシントメタマバエ *Diplosis mori*, 春川、熊代(1937)のキリウジカガンボ *Tipula aino*, 柳原(1935)のクロマルコガネ *Alssonotum impressicollis*, 福井農試(1935)のイネネクヒハムシ *Donacia prouosti*, 松本、齊藤(1929)のトビムシモドキ *Onychiurus* spp, などが知られている。これらの害虫はいずれも野外状態の下では潜土場所として、土性を選択することが必要であつて、潜土期間中の温度、保水力、空気の流通、腐植の多少、などはいずれも土壤の性質のちがいで異つてくるものである。高木(1954)が朝鮮で観察したように本種の発生は林分環境で非常に差を生じている。(詳細は被害解析の項)特に土壤の含水量をとりだしてみると、島根県隠岐島の林相は島前、島後でその林相を異にする。(附図 参照)島前は輪転牧畑などで知られている如く、林内いたるところに和牛の放牧がなされ、林相は非常に単純で下層木は殆どなく、冬期間は概して林地は乾燥状態を示す。この島前において本種が大発生したが、比較的短期間のうちに勢力は減少した。一方島後の林相は複雑であつて、下層木や落葉層も多く、本種の発生に好適であり、発生以来の勢力も長期間にわたつて衰えずに現在にいたつた。両島における勢力の消長のちがいが、林相のちがひによるものであるとは断定できないが、林内土壤の乾燥性のちがいが、勢力消長に影響している要素であることはまちがいない。

### オ11項 林分内における潜土幼虫の分布

針葉脱出後における幼虫の林内における分布を左右するものに、幼虫の趨湿性、趨光性、風、降水などがある。これらは林分の方角、傾斜、林分内の構造などによつて異なつてくるが、本項ではこれらの条件と、林内における幼虫の分布との関係について考察する。幼虫の林内の分布状態と林分内構造などの関係を明らかにしておくことは、成虫の発生消長調査(林野庁が1960年から全国的に実施している。)や、薬剤駆除などを実施する場合の参考資料となる。

### 研究方法

調査は1959年3月、隠岐島西郷町地区内のクロマツ単純林(A)とアカマツ、クロマツ混交林(B)の

林分で実施した。林分を測量してA林分では4 m × 4 m, B林分では10 m × 10 mの範囲の中でそれぞれ50 cm × 50 cmで、深さ15 cmの土壌を採取し、その中の幼虫数を調査した。

結果と考察

調査林A

- 概況 1 傾斜林, 南西35°
- 2 人工林, 樹令13年, クロマツ  
樹高約3.5 m  
植栽密度粗
- 3 地床植物多し

結果

調査結果を示すと図-47のようであった。

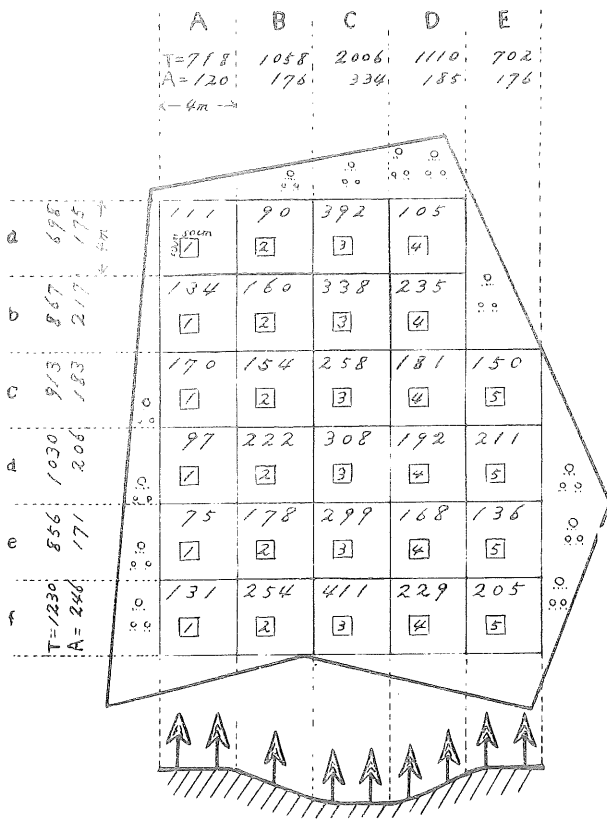


図-47

A 林分における潜土幼虫の分布

- 1 調査樹目の番号
- 111 大きな樹目の中の数字は調査幼虫数
- AB a b 調査林の縦横の樹目を示す
- T 縦横各帯の合計
- A 縦横1樹の平均幼虫数

図に示したように、林分内に潜土している幼虫の個体数をみると場所的なむらを生じている。この林分ではC帯に非常に幼虫数が多い。C帯で合計2006個体が発見された。1箇所平均334個体を示している。最も幼虫数の少ないのはA帯で合計718個体、平均120個体であった。林分を横断

してもこのように分布の密度には差を生じている。即ち、f帯で合計1230個体、平均246個体を示して最高であつた。最も少ないのはe帯の856個体、平均171個体であつた。

#### 林内における分布のむらを生ずる原因

この林分におけるむらを生ずる原因を吟味してみる。林分を縦断したA、B……E帯の中で最も幼虫が密集していたD帯についてみることにする。

幼虫の活動には限界があり、移動能力も大きくないことは分散実験で明らかであつた。しかしながら林分内で局部的に谷間ができて降雨、降雪時の水路となり、過剰の水量が流失する場所があると、山頂附近で針葉を脱出して潜土していた幼虫や地表面で活動していた幼虫が流されて谷間の場所に集合してくる。このことは林分を横断したf帯にもいえることであつて、頂上や中腹から流された幼虫が山麓のf帯に集つたものと考えられる。一般にA、E帯、即ち、林縁にあたる場所の幼虫密度が低いが、図に示したように、林縁が高く林分の中央部が谷間になっているこの林分では、雨量や風力による作用と、水路にあたる場所の土壌含水量が高いことから幼虫自体の趨湿性行動によつて谷間に集合してきたものと考えられる。本種による林木の被害度は概して林分の頂上附近が高いのであるから、ここに示したa帯一帯に潜土している幼虫密度が高くてよいわけであるのに、このような関係はみられなかつた。林分の傾斜や下層木、地床植物の影響で幼虫の密度にむらを生ずる場合も多く、この調査林でも、禾本科植物の根本などに林分の頂上から流されて集合したと思われる幼虫集団をみかけることができた。

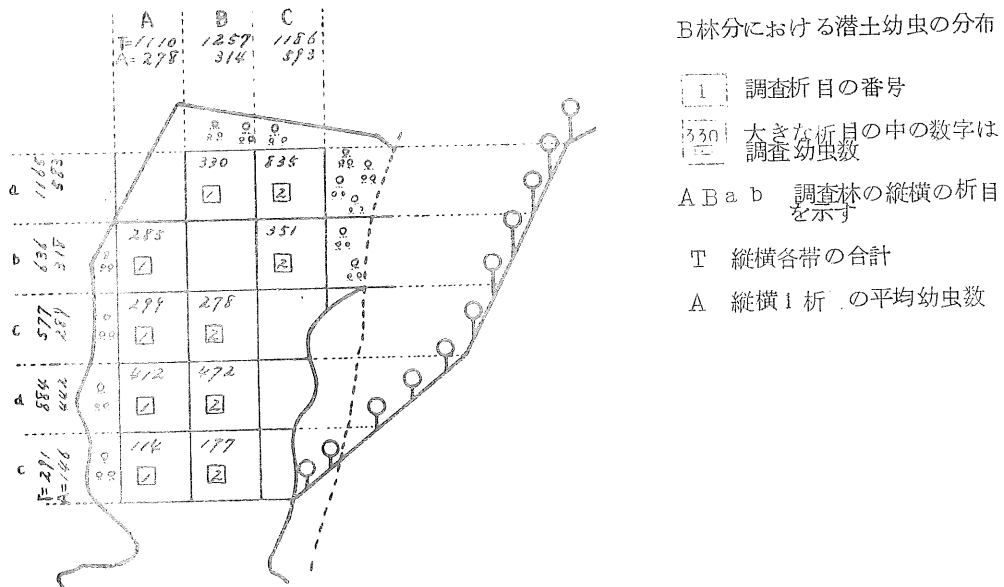
#### 調査林B

- 概況 1 傾斜林 西18°
- 2 人工林、樹令18~20年  
アカマツ、クロマツ  
樹高8~10m  
植栽密度密
- 3 地床植物多し

#### 結果

調査結果を示すと図-48のようであつた。

図-48



この林分は頂上附近にアカマツが非常に多く、中腹から山麓にかけてクロマツが多い。林分を縦断したA帯より左端は広葉樹林、C帯から右は更にこの林分がはずれている。この林分の調査結果をみると、C帯の密度が高く、1186個体、平均1析593個体と非常に個体数が多かった。次いでB帯の1257個体、平均314個体となっている。林分を横断した場合はa帯が非常に多く、1165個体、平均583個体となっている。この個体数の密集しているC帯およびB帯は、調査林Aにおけると同様に、降雨の場合の水路となっている。a帯、即ち、頂上附近に多かつた原因として考えられることは、アカマツが非常に多く、このアカマツの被害度が非常に高かつたから、針葉脱出幼虫がこの附近に棲息していて、このような高密度を示したものと考える。林分を横断したc、e帯の個体数が少ない原因としては、林分の傾斜度がこの附近で変つてきていることによるものと考えた。a、b帯から流された幼虫が、d帯附近で一応停止し、その附近で潜土したものであろう。e帯に少ない原因は、調査林Aと異なつて林分の傾斜度も緩やかであるし、この附近のクロマツが殆ど無被書木であつたことからみても落下幼虫数が少なくこの附近における幼虫の殆どは頂上や中腹附近から移動してきたものと考えてよい状態であつた。

以上2つの林分、即ち、単純林と混交林における冬期潜土している幼虫数の分布のむらについて調査し、そのむらの起つてくる原因と林内の状態との関係を吟味した。この結果からいえることは、針葉脱出幼虫は被書木からの落下点と思われるような位置からかなり移動した場所で潜土していること

が多く、分布のむらの生ずる原因に、林分内の局部構造、地床植物の有無などは流水による幼虫の移動に非常に大きな関係を示し、植物の根ぎわなどに多く集中してくる。更には樹木の被害度の場所的な差から幼虫の分布密度に差を生ずるし、幼虫の趨湿性、趨光性による分散移動もある。この他に、落葉層の多少、土壌の物理学的性質なども関係してくるものと考ええる。

このように冬期における林内の幼虫は分布のむらを生じているから、本種の発生活長調査や駆除法の検討にあたっては、対照林分の構造を充分調査して成虫採集枠などを設置する必要がある。

#### 才12項 幼虫の耐水性

幼虫の活動と水分の有無とが非常に深い関係をもっていることはすでに明らかにした。冬期林分内で観察されることごとに、降雨のために幼虫が流されて、水路の水の中に多数の個体が棲息していることがある。これからみても幼虫の耐水性が強いことがうかがわれるが、このことを実験的に明らかにした。

#### 研究方法

実験は1959年の1月から3月上旬にかけて実施した。水を入れたガラス容器に幼虫100個体ずつ入れ、所定の温度に調節した定温器に保存し、2日目毎に幼虫の生死を鑑別した。幼虫が死亡した場合はそのほとんどは体が長くなり、体の幅はせまく、硬直状態を示すから判定は容易である。生きている幼虫は体関節のしわが非常に深く、体の幅は広いし、水中で体を伸縮させている。生死の鑑別はすべて顕微鏡下でなした。

#### 結果と考察

筒井(1956)はムギアカタバエ *Sitodiplosis mosellana* 幼虫の水に対する抵抗力を調べた結果、50日前後の浸漬では相当高い羽化能力を示し、135日では5%、266日では1個体が羽化したと報告した。高木(1954)は本種の幼虫を水に入れて30日目で96%の生虫をみたと報告したが水温については記録していない。これらからみてもタバエ類の幼虫が非常に耐水能力をもっていることは容易に理解できる。しかしながら水中における幼虫の抵抗力を左右するものは水温であると考えられるからこの実験をなした。この結果を表25に示す。

実験は60日間で中止したが、水温の低い区においてはその後も非常に長い間生虫個体がみられた。水の温度と死亡個体の頻度分布を示したのが、図-49である。

表一 25

幼虫の水中における生在日数，特に水温との関係

水温	日数		死亡率 %
	1	0	
2	4	6	40
3	6	2	
4	2	2	
5	1	4	
6	8	10	
7	12	14	
8	16	18	
9	20	22	
10	24	26	
11	28	30	
12	32	34	46
13	36	40	
14	40	44	
15	44	48	
16	48	52	
17	52	56	
18	56	58	
19	60		
20			
21			
22			52
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			98
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			100
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			100
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			

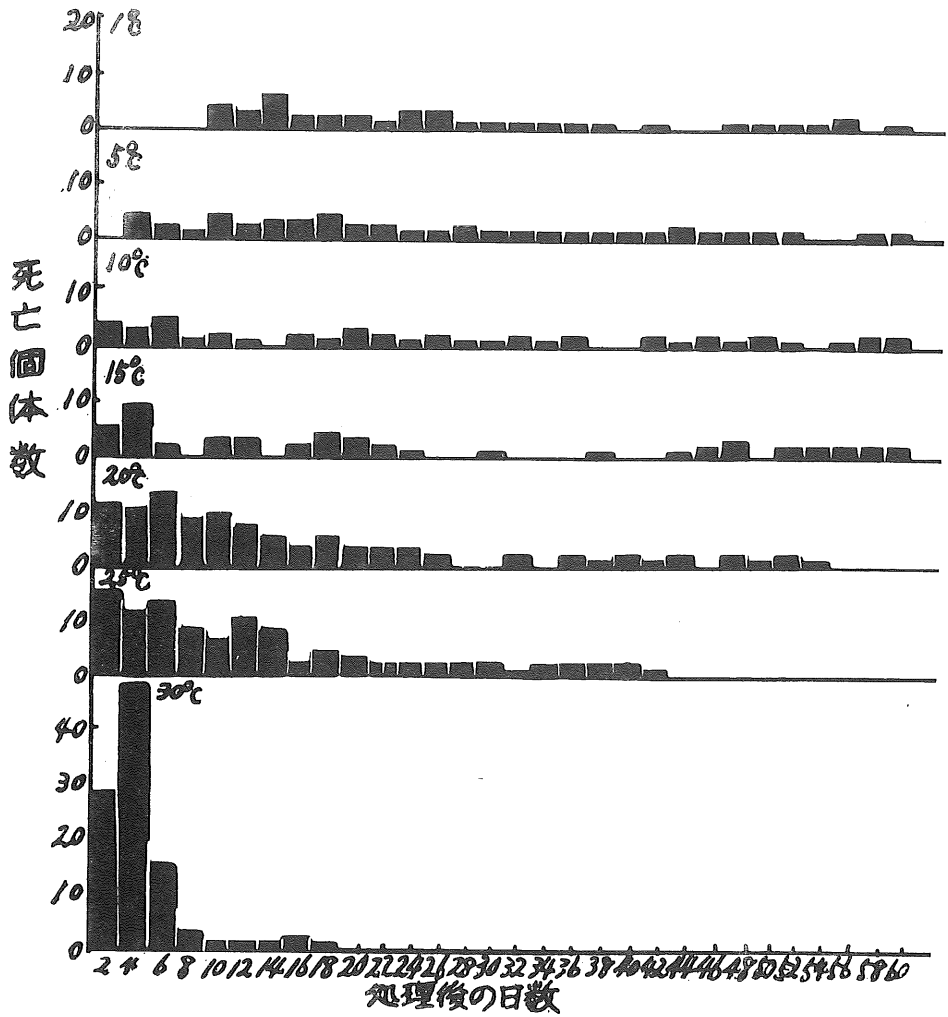
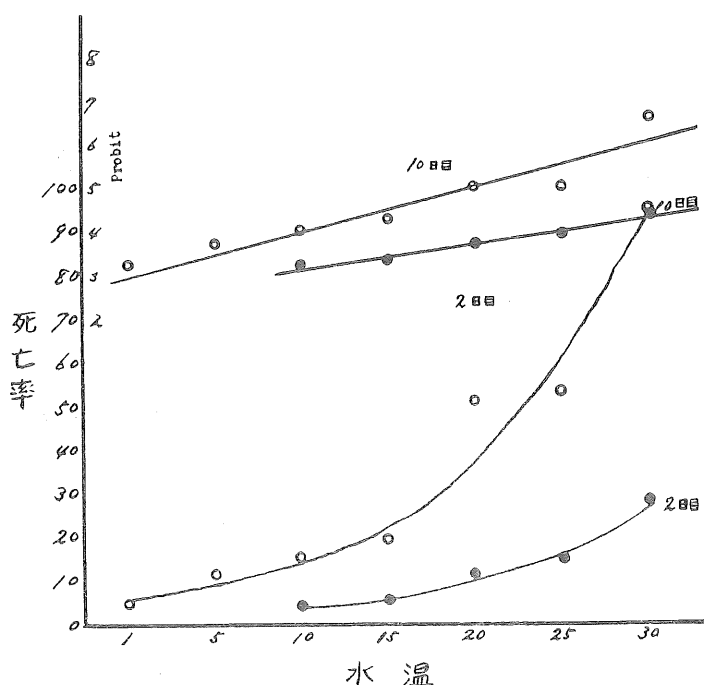


図-49 水温と死亡個体数の頻度分布(各水温区とも供試虫100)

死亡個体数の頻度分布をみると、各水温区とも曲線のピークは左に片寄り、耐水能力の個体変異の様子がうかがはれる。この実験で示したように、水温が高くなるにつれて耐水能力は減少し生在期間が短くなる。しかも頻度分布の幅が非常にせまくなり、 $30^{\circ}\text{C}$ の水中では18日以内で全個体が死亡した。頻度分布曲線のピークは処理後4日目にみられる。

この実験結果からみて、水の温度 $15^{\circ}\text{C}$ 附近を限界に、それ以上の水温では耐水能力は非常に弱まり、全部の個体が54日目以内に死亡したが、 $15^{\circ}\text{C}$ 以下の水では調査期間60日以内に死亡したものは、 $1^{\circ}\text{C}$ で40個体、 $5^{\circ}\text{C}$ で46個体、 $10^{\circ}\text{C}$ で48個体、 $15^{\circ}\text{C}$ で52個体となり、60日以内

の死亡率はわずかに40%から52%の範囲に過ぎなかつた。この水の温度と死亡率の関係は処理後数日間では Probit 変換で直線関係で示される。この関係を図-50に示す。



実際の野外における幼虫と水との関係を考察するに、1月から4月にかけての野外の水の温度は、本実験で認められた抵抗力の強弱の分岐点となる水温15°C以上には上昇しえないことからみても、環境適応性が如何によくできているかがうかがえる。前項でのべたように、幼虫の林内における局所的な移動や、林分から林分、地域から地域への地理的な移動は、単に成虫の分散能力や、風力、人力によるだけでなく、雨水の流れ、河川の水流による幼虫の地域的移動ということも考えられる。

#### 第13項 温度および湿度に対する低抗力

幼虫が非常に耐水能力をもつことについてはすでにのべたが、これとは逆に乾燥に対して非常に弱いことは、前項の潜土期間中の死亡率と土壌の含水量の関係で説明した。この項では温度と湿度を組合せた実験環境下で幼虫の低抗力を調査した。

#### 研究方法

ガラス瓶に幼虫を入れ、布で蓋をして、湿度を調節した広口瓶の中に糸でつるし、広口瓶の口をビニールと輪ゴムで密封し、定温器に入れて2日毎に生死鑑別をした。

#### 結果と考察

実験の結果を示すと図-51のようになつた。死亡個体数の頻度分布をみると、各温度とも湿度が高くなるにつれて死亡個体数の分布曲線の幅が広がる。即ち湿度が高くなればなるほど幼虫の生存日数は長くなり、低抗性の個体変異も大きくなつてあらわれる。

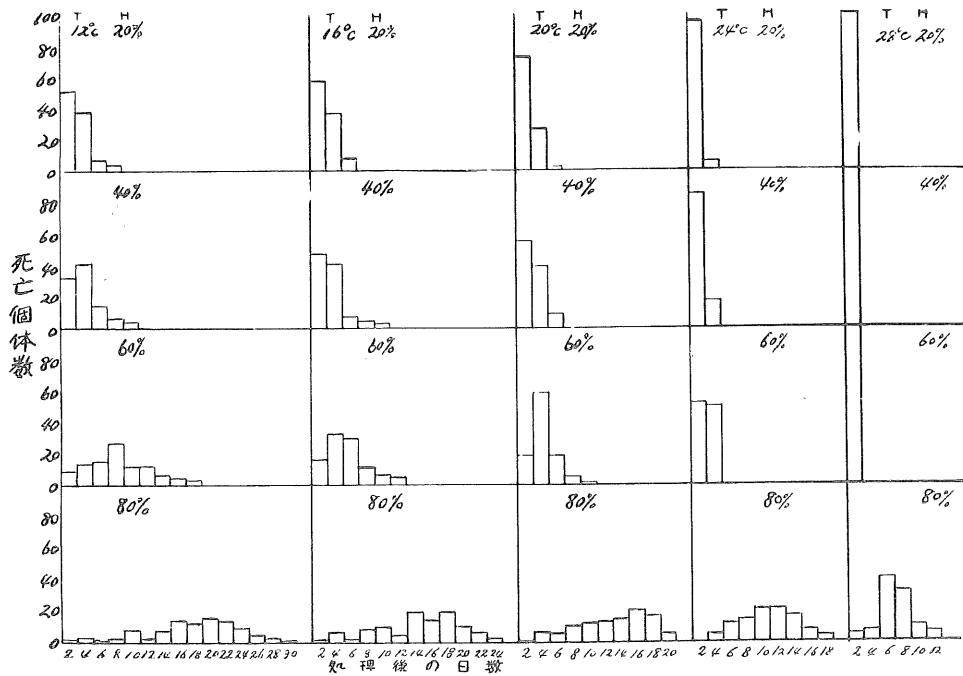


図-5 1 温度および湿度と死亡個体の頻度分布

図をみてわかるように各温度とも湿度の低い場合は死亡個体の分布曲線のピークが時間の短い方に片寄り、一般に自然状態でみられる発育の個体変異の分布曲線に近い型を示している。しかしながら湿度が高くなつて、死亡個体の分布曲線の幅が広くなるにつれて、曲線のピークはやゝ時間の長い方に寄つてきて、左すそを長く引く曲線に変つてくる。この傾向は12℃から20℃の3つの温度区でみられ、24℃、28℃の高温区ではほとんど正常分布に近い型を示した。

これらの分布曲線の統計値を表2 6に示す。

表-26 温度および湿度と幼虫の生存日数の関係

温度 (°C)	関係湿度 (%)	平均値 (日)	標準偏差	変異係数 (%)
12	20	3.64	0.71	0.196
	40	4.07	1.04	0.255
	60	8.56	1.92	0.224
	80	17.89	2.98	0.166
16	20	3.50	0.62	0.177
	40	3.78	0.92	0.243
	60	5.76	1.32	0.229
	80	14.30	2.60	0.181
20	20	3.30	0.50	0.151
	40	3.54	0.64	0.180
	60	4.13	0.79	0.191
	80	11.47	2.27	0.197
24	20	2.10	—	—
	40	2.32	—	—
	60	2.98	—	—
	80	10.19	1.90	0.186
28	20	1.00	—	—
	40	1.00	—	—
	60	1.00	—	—
	80	6.53	1.12	0.171

1) 温度と生存日数の関係

死亡個体数の頻度分布曲線から求めた、平均生存日数と温度の関係を示すと図5.2.のようになる

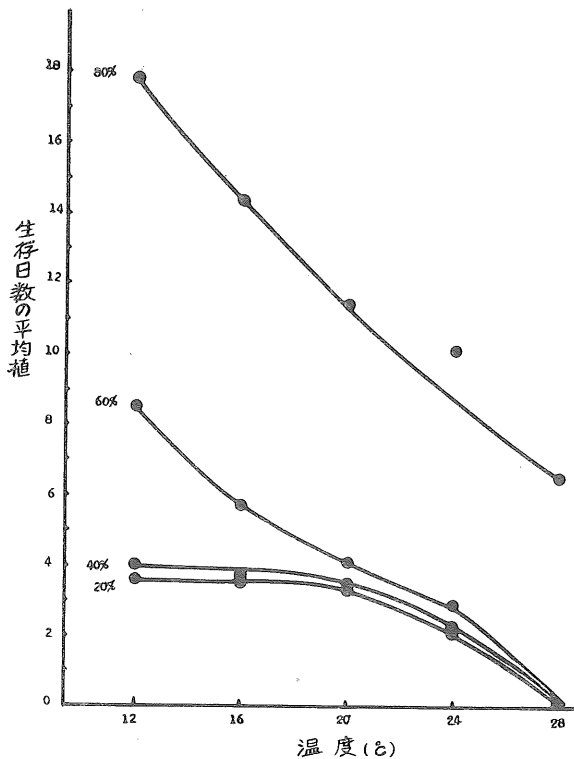


図-52  
温度と生存日数の  
平均値との関係

平均生存日数についてみると、温度が低くなるほど生存日数は長くなるが、これは湿度によつて非常に変化し、湿度が20%から40%と極端に低い場合には、生存日数に対する温度の影響はあまりあられず、12°Cから20°Cまでの範囲では殆ど差がみられなかつたが、これ以上温度が高くなるとやはり生存日数は短くなってゆく。28°Cでは処理翌日において湿度60%以下の個体は全部死亡した。湿度が60%になると、温度の影響は明瞭になつてきて、温度が高くなるにつれて平均生存日数は短縮されてゆく。そして平均生存日数と温度の関係は双曲線類似の傾向を示す。湿度が80%になるとこの関係は一層明らかになる。

このように幼虫は高温に対して極めて弱いが、この低抗力の強弱は湿度との関係で変化する。

## 2) 湿度と生存日数の関係

湿度についても温度の場合と同様に死亡個体の頻度分布から平均生存日数を求め、湿度との関係を示したのが、図-53である。

湿度と生存日数の場合の曲線は、温度の場合の曲線より更に型のととのつた双曲線がえられた。

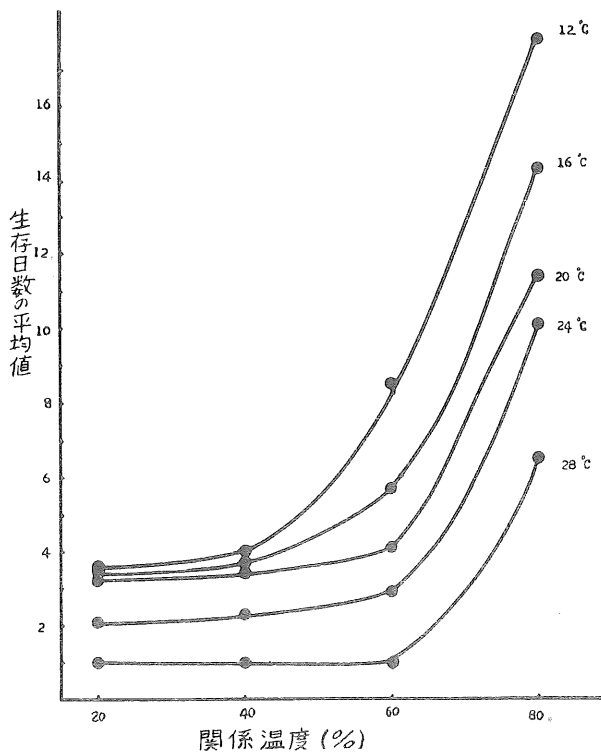


図-53  
関係湿度と生存日数  
の平均値との関係

これをみると幼虫の生存日数に対する湿度の影響は温度の如何にかかわりなく、一定の双曲線でもつて示され、湿度が高くなるほど生存日数は長くなる。

このように幼虫は湿度に対して極めて敏感で、湿度の高低は直接死亡に関係してくる。

幼虫が比較的長期間生存できる空気湿度の限界は、温度によつて異なり、低温環境では60%以上の湿度になるとかなり長く生存でき、80%では更に長くなるが、蛹化、羽化にはいたらない。湿度が100%になると自然状態のものとかわりなく幼虫期間を過して蛹化、羽化にいたる。

#### 第4節 蛹の生態

##### 才1項 蛹化時期

幼虫は土壌の中で蛹化する。この蛹化時期について、1958年および1959年に調査した。

##### 研究方法

前年の秋に隠岐島の被害林から採集した幼虫を野外の壇塚土で飼育して、4月から6月までの期間、大体10日目毎に土壌を採取し、水洗によつて幼虫と蛹を調査した。

##### 結果と考察

調査結果を示すと、表27のようであつた。1958年は4月1日の調査で、蛹化率1.6%を示し1959年には4月11日調査で2.4%の蛹化率であつた。この両年を比較してみると、1958年

は冬の間の気温が高く、化蛹も早くみられたが、1959年は約10日位おくられている。これらの蛹化開始期の差は羽化曲線にもあらわれている。

1958年の蛹化率が大体50%を示したのは4月30日であつたが、翌年の50%を示した日は5月10日前後になる。

幼虫が殆どみられなくなり、蛹が調査個体の大部分をしめているよになつた日は、1958年の5月30日調査で96.6%、1959年は6月上旬になつた。

表-27 松江における蛹化時期

年 度	調査月日	幼 虫 数	蛹 化 数	合 計	蛹 化 率
1958	4月1日	59	1	60	1.6
	10日	83	3	86	3.4
	21日	64	14	78	21.8
	30日	25	26	51	50.9
	5月9日	10	32	42	76.1
	20日	6	37	43	86.0
	30日	1	29	30	96.6
1959	4月2日	61	0	61	0
	11日	79	2	81	2.4
	20日	62	11	73	15.0
	30日	42	16	58	27.5
	5月10日	14	22	36	61.1
	21日	11	41	52	78.8
	30日	7	30	37	81.0
	6月10日	2	21	23	91.3
	20日	0	3	3	100

このようにして蛹化状態を調査し、蛹化率を求めれば、羽化期の早晩を推定する資料ともなり得る。隠岐島においては松江地方よりおそく、この調査結果より10日から15日くらい蛹化時期がずれる。小田、岩崎(1953)は熊本地方の結果を示しているが、それによると松江地方より蛹化時期が早くなつている。この蛹化時期の早晩が気温、地温の変化によつて決定されることは、羽化時期の場合に説明したと全く同じものと考えられる。

#### 才2項 蛹化と羽化習性および蛹期間

蛹化、羽化時の習性と蛹の期間を調査した。

#### 研 究 方 法

この調査は松江における野外飼育虫でなした。蛹期間の調査は砂土で飼育した幼虫を使用した。

## 結果と考察

### 1) 蛹 化

虫えいの中で発育した幼虫は林地に落下し、潜土して冬を越すが、時には虫えいの中で越冬するものもある。地下に潜入した幼虫の殆どは、2月下旬頃になると土粒をつざりあわせてその中に棲息している。土塊を作らないものもみかけられ、その割合は約50%にもおよぶ。この頃幼虫の中には脱皮する個体もみられる。土塊は極めて不完全で水洗などをするとうすぐ崩壊する。そして更に3月下旬から4月にかけて化蛹のために繭をつくる。この頃の幼虫は体の幅が広く、体長が縮んできて化蛹近くなつたことが判別でき、活動も極めてにぶい。この繭を造つた幼虫はこの中で蛹化するが、繭を造らない幼虫は裸蛹となる。蛹化当時は黄白色であり、時間が経過すると、触角、複眼などが褐色に変化してくる。

### 2) 羽 化

蛹が羽化するに当つては繭を造つていたものはこれを脱出し、裸蛹はそのまゝの形で土壤の表面まで移動してくる。羽化にあつて、土壤表面に蛹体を出した姿勢で羽化する。この羽化時には適当な土壤の水分が必要であつて、土壤が乾燥状態にある場合は羽化を中止するか、又は死亡する個体が多い。羽化脱出が夕刻なされることについては成虫の生態の項で述べた。

### 3) 蛹 期 間

蛹の期間は個体によつて非常に差がある。毎日飼育虫を調査して、蛹化した当日に試験管の中に土壘と共に入れて個体飼育をなし、蛹期間を調査した。調査虫は全部裸蛹であつた。

蛹期間は短いもので17日、長いもので28日間であつた。雌雄差については個体数が少なく明瞭でないが、概して雄が短いようである。この調査結果を表28に示す。

表-28 蛹 期 間

蛹の番号	蛹 化 日	羽 化 日	蛹 期 間	性
1	V 15	VI 5	22 日	♀
2	15	V 31	17	♂
3	15	VI 2	19	♂
4	15	8	25	♀
5	15	11	28	♀
6	15	1	18	♂
7	18	8	22	♀
8	18	12	26	♂
9	18	10	24	♀
10	22	13	23	♂
11	22	15	25	♀

## 第Ⅷ章 被害の解析的研究

本種はアカマツ *Pinus densiflora*、クロマツ *Pinus thumbergii* の針葉に寄生することはすでに述べた。この他に著者の実験では、Red Pine, *Pinus resinosa* にも寄生する。針葉腹面に産下された卵塊から孵化した幼虫は、針葉基部に食入して虫えいをつくり、11月までこの中で生活するから、針葉基部の組織は食害され全く生理作用を失い、針葉は早期に変色を起して落葉する。このために樹体の生活能力は減退し生長量は非常に落ちる。殆ど伸長および肥大成長を停止するか、またわ枯死する。特にアカマツは被害に対する低抗力が弱く、長崎県対馬、島根県隠岐島における被害激基地では殆ど枯死した。枯死しなかつた被害木は衰弱している関係から、二次的害虫(キクイムシ類)の絶好の繁殖場所となるのでその損失は極めて大きい。

従来本種によるマツの被害について、小田、岩崎(1953)、高木(1954)、三浦、近木(1955)の研究がある。しかしいずれの報告も、被害の断片的な観察や調査に終り、被害を解析的に研究し、まとめたものはない。著者と共同研究者は1955年に本種によるアカマツ針葉の損傷について一部の調査を公表したが、著者は更に1958年から1961年の春までに島根県隠岐島の被害林で本種によるマツの被害を詳細に調査したので、この結果を述べる。

### 第1節 針葉の成長と産卵の関係

成虫は産卵にあつて林内を飛翔し、当年生枝にとまつて針葉上を上下に歩行しながら適当な針葉を選択して産卵する。この産卵活動は羽化後2日位継続するが、産卵を終つた成虫は死亡してゆく。この産卵にあつて選択される針葉は大体一定の長さをもつていることがわかつた。当年生枝や針葉の成長は地域的に異なるから隠岐島における調査結果について説明する。

#### 1. 当年生枝および針葉の成長経過

島根県隠岐島は殆どが本種の被害を受けた林分であつて最も正常な林分を選択するのが非常に困難である。1955年頃に隠岐西郷町磯で被害木を伐採焼却し、その跡地に造林されたクロマツ林分は現在無被害で正常な成長を示していることがわかつたので、この林分で標準木を設定し、調査すべき当年生枝および針葉を指定しておき、成長経過を調査した。

この調査結果を示したのが、図-54である。

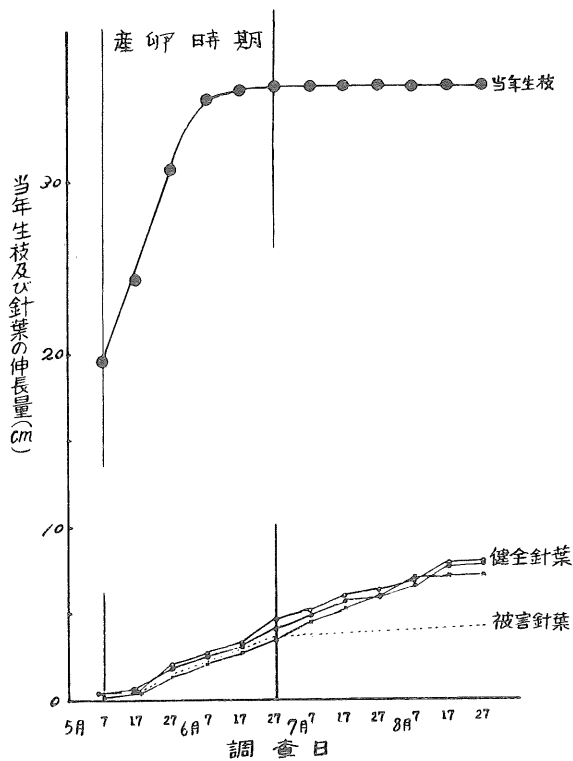


図-54

島根県隠岐島における当年生枝  
枝および針葉の成長経過  
(1959年5月~8月)

- : 当年生枝の基部附近の針葉
- : 中央部附近の針葉
- ×— : 先端部附近の針葉

A) 当年生枝の成長経過

当年生枝の主軸の成長経過をみると、調査開始の5月7日にはすでに20 cmも伸長していた。これが6月7日頃までは直線的な伸長成長を示すが、6月7日から17日頃には非常に成長量が小さくなり、以後は殆ど伸長成長はみられない。

B) 針葉の成長経過

当年生枝の伸長成長は6月7日頃に殆ど停止するが、針葉の伸長成長は8月17日頃までみられる。そしてこの伸長成長量は初期から後期まで直線的増加を示す。

この当年生枝および針葉の伸長成長をみると、当年生枝の伸長が殆ど停止する6月7日頃には針葉の長さは約2 cm前後である。

C) 産卵の関係

成虫が産卵にあつて選択する針葉の長さは、1.3 cmから1.9 cm位の長さのものが最も適しているらしい。即ち2本の針葉の先があまり分離しないで、葉鞘から0.5 mmから1 cm程度緑の部分が突出している状態である。

1959年5月27日に被害林で調査した結果は表29のようであつた。

表-29 産卵に適当な針葉の長さに関する調査

針葉の長さ	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	計
産卵された 針葉数	2	2	8	12	30	38	10	18	4	124

隠岐島の被害林(クロマツ11年生)で調査した場合をみると、124卵塊の観察で、針葉の長さが、1.5cmから1.6cmのものに非常に多く産卵されていた。地方により、また同じ地域でも林分の方  
位、樹令、樹種、林分の過去における被害歴などで当年生枝や針葉の伸長成長には時期的な差がみら  
れる。暖地は早く、北面より南面に向かった林分が早く、幼令林は老令林より早く、アカマツはクロ  
マツより早い。過去において被害を受けている林分は成長時期がおくれる。これらの要因によつて、  
当年生枝において産卵された針葉の着生位置が異なっている。

産卵の対象となる針葉は1.5cm前後の長さに限定されたものではなく、成虫の発生密度によつて異  
なり、密度の高い場合は多少長いもの、短いものにも産卵される。針葉基部の葉鞘はクロマツがアカ  
マツより長いから、同じ程度の針葉の長さをしていても、葉鞘から突出した緑の部分はアカマツが長  
い。

SMOLÁK (J) (1933) は *Thecodiplosis brachynter* の産卵について観察し、産卵  
される針葉はある長さをもつていて、この両者には深い関係があるとした。

#### D) 当年生枝の先端、中央、基部における針葉の伸長生長

成虫の産卵が針葉の長さとの関係があることがわかつたから、この関係を明確にしておいて、被害を  
受けている林分の被害型の類別を試みた。(被害型の分類の項参照)

こゝで検討しておきたいことは、当年生枝でも非常に長さが異なつているが、産卵時期の5月から6  
月のある時期をとつてみると、1本の枝において、先端、中央、基部附近では針葉の伸長量が異なり  
針葉の長さの成長は当年生枝の先端部にゆく程おそくなつている。1961年5月28日にアカマツ  
クロマツの色々な長さの当年生枝を採取し、基部から先端までを2cm間隔に切断し、針葉の長さを  
測定したのが、図-55(A)である。

この図をみてわかるように当年生枝の基部から先端にゆくにしたがつて針葉の長さの成長がおくれ  
ていることがつきりする。この針葉の長さを指数で示したのが、図-55(B)である。

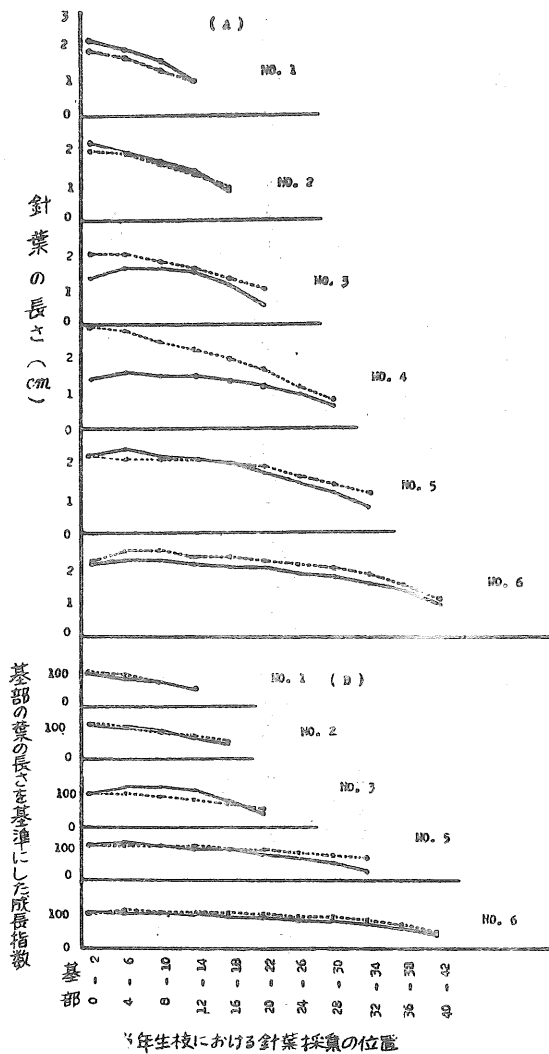


図-55

当年生枝の基部、中央部、先端部附近における針葉の長さの成長量

○—○ : クロマツ

○...○ : アカマツ

(A) : 測定実数

(B) : 基部の葉を100とした時の指数

図をみると、アカマツもクロマツも一定の割合で先端部にゆくに従つて成長がおくれている。アカマツはクロマツより一般に成長が早い時期に開始される傾向がみられる。

成虫は産卵に当つて針葉の二葉の間に産卵管を挿入し、脚を開いて針葉で体を支える姿勢をとる関係から、二葉の開いた角度が狭いか広いかは産卵に関係してくる。

成虫の発生時期におけるアカマツとクロマツの針葉で二葉の開き角度を調査してみると、アカマツの角度が広く、クロマツは狭い。針葉の長さが1.5 cmのもので比較してみると、クロマツは約1度、アカマツは2度から3度も開いている。この角度があまり狭いと産卵管の挿入に不便らしく、2~3度の角度が最適とみられた。二葉の開角の程度は産下された卵塊を保護し、産卵時には成虫体の安定

にも役立つている。

## 第2節 針葉の損傷経過

孵化 幼虫は針葉の腹面をつたつて基部に食入し、こゝで發育する。この幼虫の食入から虫えい脱出期までの針葉の損傷経過を観察した。

### 1. 針葉組織の損傷

#### A) 6月における損傷

6月は成虫の發生期であり、針葉の伸長成長も旺盛な時期である。この6月は産卵期であるし、孵化幼虫の食入によつても針葉基部腹面の表皮組織と厚膜組織がわずかに傷を受ける程度で、内部的にも外部的にも健全針葉と殆ど生理作用や成長量に差がみられない。附図一参照

#### B) 7月における損傷

7月になると孵化幼虫の食入後20日から30日も経過しているから、幼虫は棲息場所として、針葉基部腹面の皮層細胞を虫房形成のために破る。この場合内皮組織位まで食害する。このために幼虫が棲息している皮層細胞の葉緑体は消失する。この時期においても殆ど外部から寄生針葉を判定することはできない。針葉の伸長量はこの時期から減少してくる。

#### C) 8月における損傷

8月にはいと、寄生されている針葉は外部から区別ができる。これは針葉の長さの差と、虫えいの肥大が起ることによる。この時期に針葉の内部組織は表皮、皮層、内皮、木層部まで破壊され組織細胞は幼虫の体で押しつぶされて、葉緑体は針葉背面の表皮組織附近にのみ存在する。虫えいの内部は黄褐色を呈している。葉鞘から二葉を抜くと針葉基部は褐色に変色しコルク化している。

#### D) 9月における損傷

9月になると幼虫は非常に發育が進み、針葉基部腹面の表皮、皮層、内皮、木質部を通過して針葉背面の皮層細胞まで破壊する。この附近の葉緑体も殆ど消失して Gall の部分は褐色となり、虫えいは非常に肥大している。

#### E) 10月における損傷

10月になると幼虫の發育は殆ど終り、針葉基部の組織は完全に破壊され、背面の皮層細胞がところどころ葉緑体を含有している程度である。虫えいの中は幼虫の体が接しあつて針葉内組織は殆どない。この時期の被害針葉の葉鞘は乾燥状態になつて開いてくる。(附図一参照)

#### F) 11月における損傷

針葉基部の組織は完全に破壊されて、針葉基部は褐色に変化してくる。針葉は枝から離れやすくなり、被害針葉は全体が黄緑色を呈し、針葉腹面に向つて縦に萎縮して、虫えいの直上部に溝ができる虫えいの附近の組織は灰緑色となつて縞模様が入ってくる。幼虫はこの時期から降雨があれば脱出できる体制になり、降雨によつて針葉内の水分が多くなり、虫えいの中に水が入つてくると幼虫は上の溝に這い出す。

### 2. 針葉の成長に及ぼす影響

調査は1954年11月に樹令40年生のもので行なつた。

1) 針葉の長さ

調査木から採取した針葉を被害葉と健全葉に分けて長さを測定した。その結果を表30に示す。

表-30 針葉の長さの測定結果

針葉の区別	測定針葉数	平均値	標準偏差	変異係数
健全針葉	302	8.78 <sup>cm</sup>	1.32	0.15
被害針葉	333	5.72	1.39	0.24

2) 針葉の幅および長さ

針葉の大きさを示す数値は長さだけではなく、針葉の幅や針葉の厚さなども考えなければならぬので、これについて測定した。

その結果を表31に示す。

表-31 針葉の幅と厚さの測定結果

形質	針葉の区別	測定針葉数	平均値	標準偏差	変異係数
針葉の幅	健全針葉	207	1.027	562	0.54%
	被害針葉	204	948	627	0.66
針葉の厚さ	健全針葉	224	663	482	0.72
	被害針葉	198	576	347	0.60

3) 針葉の中心柱の幅および厚さ

内部的形質の大きさについても測定した。

その結果は表32のようである。

表-32 針葉の中心柱の幅と厚さの測定結果

形質	針葉の区別	測定針葉数	平均値	標準偏差	変異係数
針葉の中心柱の幅	健全針葉	225	495	375	0.75%
	被害針葉	198	433	326	0.75
針葉の中心柱の厚さ	健全針葉	225	287	81	0.28
	被害針葉	198	241	60	0.24

4) 針葉内の樹脂溝数

被害針葉と健全針葉の樹脂溝数について調査した結果は表33のようである。

表一 3 3 針葉の樹脂溝数の測定結果

針葉の区別	測定針葉数	平均値	標準偏差	変異係数
健全針葉	216	10.5	1.21	0.11
被害針葉	198	7.4	1.44	0.19

※ 針葉中央部の樹脂溝数

針葉の樹脂溝数は針葉内の位置によつて、針葉背面に位置するもの、腹面に位置するものに分け調査することが出来る。この表に示したものは針葉の長さの中央部の断面で調査した背腹面の樹脂溝数である。針葉内の樹脂溝数は針葉の先端部と針葉の基部附近は数が少ない。被害針葉における樹脂溝数は針葉基部の虫えいのために全数が破壊され消失している

考 察

1) 針葉の長さ、幅、厚さ

調査の結果から健全針葉と被害針葉の間には平均値に差があることが認められる。被害針葉では伸長成長が著しく阻害されているのであつて、このことが幼虫の食入による組織の破壊から生理機能の減衰をきたした結果であることは明白で、針葉の成長初期は幼虫の食入まもない時期で、表に示したように針葉も幾分成長しているが、幼虫の発育にともなつて針葉の成長阻害度が高くなつてくる。

針葉の幅についても長さの成長と同様に被害針葉は成長が阻害されるように考えたが、必ずしもそうではなく、針葉の幅についての分散の均一性の検定をなし、更に平均値の差を検定した結果では危険率5%で差はないことがわかつた。針葉の幅は健全針葉も被害針葉も同じように成長を示していることになる。

針葉の厚さについて、健全針葉と被害針葉の等分散の検定をした結果では危険率が5%で分散が異なることが判明した。即ち厚さの成長は健全針葉と被害針葉で成長量に差を生じていることがわかつた。

この針葉の幅および厚さの成長が長さの成長ほど差を生じない原因として、針葉の幅および厚さは長さの成長開始当時すでにある程度成長していることによるものと考えられる。また同時に成長速度に差があることも考えられる。

マツ葉という一つの形をつくつているからには、針葉の長さ、幅、厚さの間に規則的な関係があるものと考えられるから、測定した形質相互を組合せ、相関関係を分析することにより、形質相互の関係を把握しようとし、係数を求めて吟味してみると、表34のようであつた。

表一 3 4 針葉の外部形質相互の関係

形質の組合せ	針葉の区別	相関係数	95%の信頼度で 相関係数の含まれる範囲	2つの係数の有意差
針葉の長さ 針葉の幅	健全針葉 被害針葉	0.689 0.668	0.772 > P > 0.587 0.714 > P > 0.415	0.099 < P <sub>0.5</sub> 1.95
針葉の長さ 針葉の厚さ	健全針葉 被害針葉	0.653 0.505	0.741 > P > 0.543 0.628 > P > 0.392	2.294 > P <sub>0.5</sub> 1.96
針葉の幅と 針葉の厚さ	健全針葉 被害針葉	0.683 0.662	0.764 > P > 0.582 0.752 > P > 0.547	0.412 > P <sub>0.5</sub> 1.96

この表で明らかなように、針葉の各々外部の形質間には深い関係があるが、針葉の長さとの相関係数において、健全針葉と被害針葉の係数間には統計的に有意差が認められない。このことからすれば、針葉の長さとの関係は被害の有無に関係なく、一定の規則性をもつて成長してゆくことになる。

針葉の長さとの関係においては、相関係数の差がみられた。即ち被害を受けることによつて長さとの関係が破られてゆく傾向がうかがえる。

針葉の幅と厚さの係数間には有意差はなかつた。

2) 針葉の中心柱の幅および厚さ

中心柱の幅および厚さについて、健全針葉と被害針葉の分散の均一性の検定結果は有意差5%で分散が等しくないことがわかつた。

即ち、両針葉の中心柱の幅および厚さは異なるものと考えられ、幼虫の寄生によつて、成長が阻害されている。

針葉内部と外部の形質相互の関係を相関係数で検討した。その結果を表35に示す。

表一 3 5 針葉の外部形質と内部形質相互の関係

形質の組合せ	針葉の区別	相関係数	95%の信頼度で 相関係数の含まれる範囲	2つの係数の有意差
針葉の幅と 針葉の中心 柱の幅	健全針葉 被害針葉	0.986 0.850	0.990 > P > 0.980 0.893 > P > 0.791	2.242 > P <sub>0.5</sub> 1.96
針葉の厚さと 針葉中心柱の 厚さ	健全針葉 被害針葉	0.710 0.690	0.785 > P > 0.613 0.774 > P > 0.583	0.387 < P <sub>0.5</sub> 1.96

表に示したように、針葉外部の幅と中心柱の幅との間には非常に高い相関があり、これらの相関係数の間には有意差が認められた。

針葉外部の厚さと中心柱の厚さの係数については健全針葉と被害針葉の間の差はなかつた。即ち、

針葉外部の幅と中心柱の幅との密接さの関係は、被害を受けるとある程度小さくなるが、厚さの関係には殆ど影響していない。

### 3) 樹脂溝数

健全針葉と被害針葉の樹脂溝数は危険率5%で差を生じている。被害を受けた針葉は数が少ない。針葉内の位置的变化をみるに針葉の先端と基部で数が少なく、中央部附近は変動が少ない。

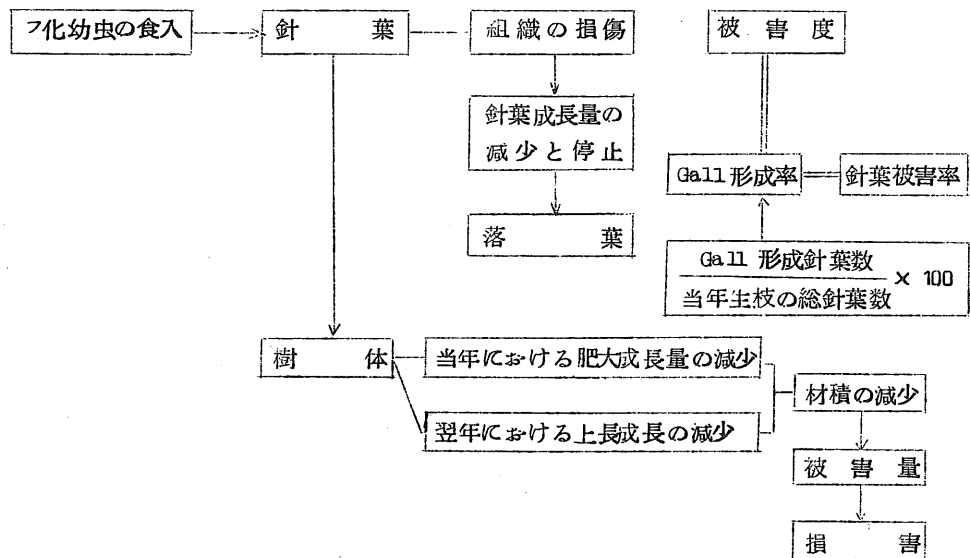
針葉の長さとの関係を見ると、健全針葉で0.640、被害針葉で0.592の相関係数がえられた。両針葉の相関係数の差を検定してみると、危険率5%で差は認められない。

針葉の幅と樹脂溝数との関係は、健全針葉で0.787、被害針葉で0.768の相関係数がえられ、両針葉の係数間にも危険率5%で差はない。樹脂溝数は針葉の長さとの関係よりも針葉の幅との関係が深いことが相関係数からうかがわれる。

以上は本種の幼虫が針葉基部に食入することによつて起る針葉の形質の成長について健全針葉と被害針葉を比較考察したが、幼虫の食入は針葉の成長量を減少させ、同化作用の減退をまねき、樹体の成長量に悪影響をおよぼしている。

### 第3節 被害の表示

本種によるマツの最終的な被害は、幼虫が針葉基部の組織を破壊するために針葉が枯死し、同化作用の減退によつて樹体の成長量が減少するか、あるいは樹体が枯死する結果をみる。本種によるマツの被害過程を示すと、次のようになる。



この被害とか損害などの用語使用については異論もあると考えられるが、著者はこゝで示した意味で使用することを明示しておく。

この被害量は材積の計画生産との比較における減少量や枯死した場合にえられる値で、これは地域差、林令、樹令、樹種、施業などあらゆる複雑な条件が介入してくるから、この被害尺度を規定する

ことは殆ど不可能である。そこで比較的他の影響を受けなくて害虫の発生量の多少にのみよつて起る現象で、しかも最終的にはマツの被害量と直接深い関係をもつ当年生枝における虫えい形成率をもつて、マツの被害量を表わす尺度とする方法が最もよいと考えられる。

この当年生枝の虫えい形成率は、林分におけるマツパノタマバエの個体群の密度に従属して起るものであるし、一方では樹体の成長量を支配する点が有利である。

この虫えい形成率（針葉被害率）は林分条件や地域的な条件の影響を受けないから、どのような場合でも、この数値を比較検討することができる。虫えい形成率（針葉被害率）は当年生枝における総針葉と虫えい形成針葉の百分率で示される。

1) 虫えい形成率（針葉被害率）を針葉被害度という言葉で示すこともできる。

虫えい形成率は林分や単木における被害の程度を数値で正確に示される点有利である。

しかしこの調査には相当な時間と経費を必要とするし、野外で広範囲にわたる林分調査では非常に困難な場合が多い。広範囲な地域における林分調査で比較的客観的に被害程度を把握することの必要な場合、（例えば害虫防除地域などの決定）に被害度の単位を一定の基準をもつて規定しておけば、実際面では非常に役立つ。

著者は島根県隠岐島や、長崎県対島における被害調査の結果から、虫えい形成率を幾つかのクラスに分けて、被害度の基準を定めた。

この試案を示すと次のようになる。

#### 被害度 I

虫えい形成率が1～10%の範囲

この範囲に入る林分又は単木は島根県でも長崎県でも非常に多い。虫えい形成針葉も当年生枝を高範囲に調査してはじめて発見できる程度である。林分や単木は一見して健全なものと変らない。

#### 被害度 II

虫えい形成率が11～30%の範囲

虫えい形成針葉はすぐ目につく。林分や単木の上層部が遠くからみて黄緑色をしている程度。被害度 I について多い。

#### 被害度 III

虫えい形成率が31～50%の範囲

島根県隠岐島や長崎県対島の被害中心地附近でみられる程度。林分や単木は遠くから黄色にみえるこの程度が2～3年続くと、アカマツは殆ど枯死する。クロマツは枯死をまぬがれるが成長量が非常に減少する。翌年は殆ど伸長しない。

#### 被害度 IV

虫えい形成率は61%以上。

アカマツは殆ど枯死し、クロマツも枝枯れを起し、樹型は叢生状となる。この状態では当年生枝の針葉の殆どが虫えいを形成した観がある。林分や単木は遠くから茶褐色にみえる。島根県隠岐島でも1958年頃まではみられた。長崎県対島下県郡下で1960年に1林分がこの状態にあつた。

#### 2) 当年生枝の着生針葉数

虫えい形成率の算定に当つて時間を要するのは当年生枝の着生針葉数の調査である。これを簡単に算出する方法について検討した結果、当年生枝の長さとは着生針葉数の間には一定の直線関係があるこ

とがわかつた。この調査は島根県隠岐島のアカマツ、クロマツの10年生の林分で調査したものである。この関係を示すと、図-55、56である。

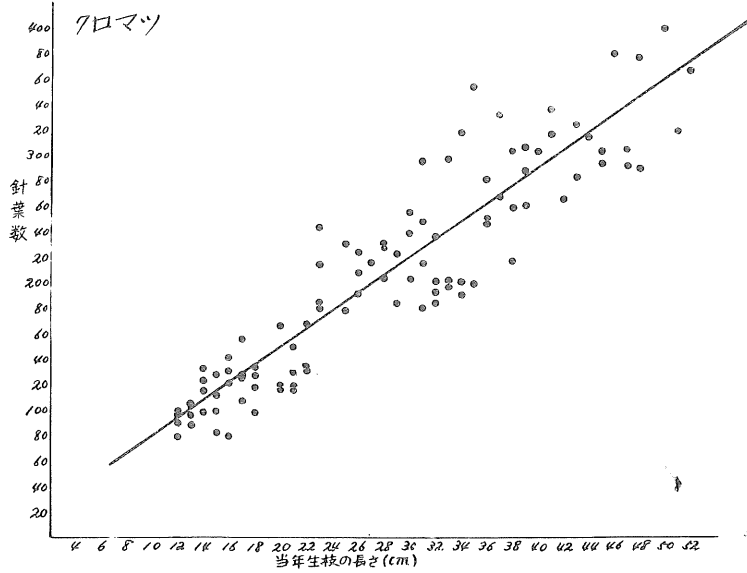
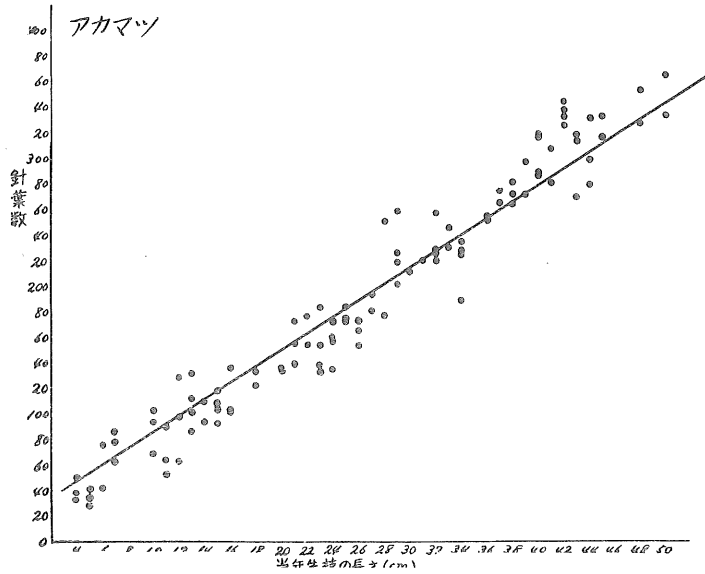


図-55、56、当年生枝の長さと着生針葉数との関係

図に示したように、当年生枝の長さとは着生針葉数の間には極めて高い相関がある。

これらの回帰直線の係数を算定してみると

$$\text{アカマツ } Y = 2.4258 + 6.331 X$$

$$\text{クロマツ } Y = -9.042 + 7.586 X$$

X : 当年生枝の長さ

がえられた。この実験式の精度を知るために野外で実測してみたが非常によく理論値と観測値が適合することがわかった。

野外で当年生枝の長さを測定してX項に代入して総針葉数を求めれば比較的高い精度で使用できる

これを使用することによつて時間が節約できるから、それだけ多くの当年生枝を調査することができ、したがつて虫えい形成率の林分間の変動の誤差を小さくすることができる。

3) 当年生枝の針葉着生密度は当年生枝の基部、中央、先端部で異なる。

1本の当年生枝に着生している針葉の密度は、当年生枝の基部、中央、先端部付近で非常に異なつている。即ち基部付近は密度が低く着生針葉数は少ないがこれが中央部、先端部にゆくに従つて着生密度が高くなつている。

この関係を先に示したアカマツで調査した結果を示すと、図-57のような関係にある。

調査は、当年生枝の着葉部分を3等分して針葉数を測定した。当年生枝の長さ (cm) は当年生枝の全長を示している。

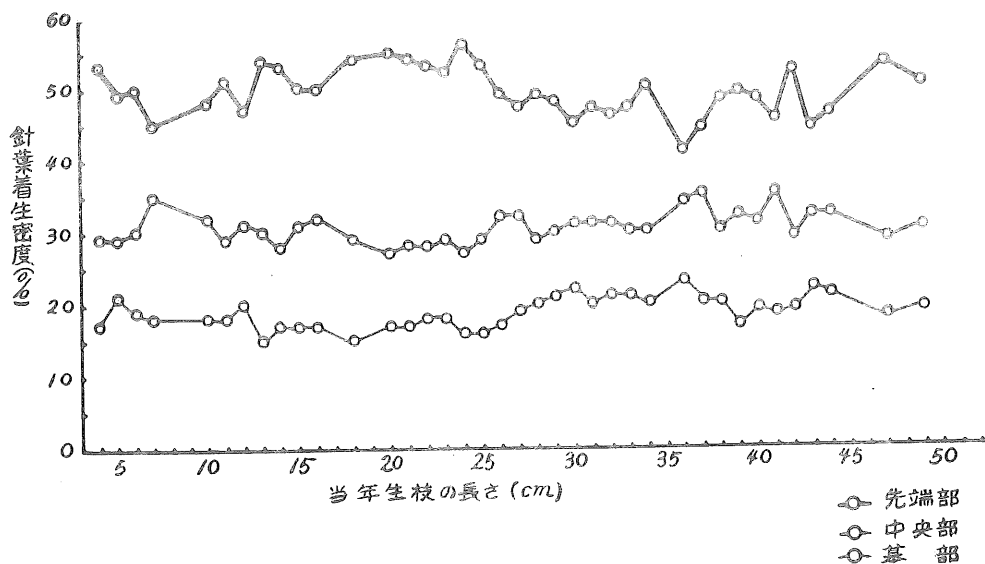


図-57 当年生枝の基部、中央部、先端部における針葉の着生率

この図でわかるように、当年生枝の長さには殆ど関係なく着生針葉数の密度は基部、中央、先端部になるにしたがつて高くなる。

基部の着生率は全体の針葉数の約20%、中央部は30%、先端部が50%の針葉を着生している。このことは本種の被害との関係で非常に重要な事柄であり、後で述べる被害型と関連して樹体の成長量の減少の割合を変化させる。

#### 第4節 単木における虫えい形成率の枝階による差

単木の枝階によつて虫えい形成率に差を生ずるかどう、即ち、成虫が産卵に當つて枝階を選択しているかどうかについて調査した。

##### 研究方法

調査は3回にわたつて実施した。

調査1：1954年島根県八束郡秋鹿村の林分、樹令約40年生、アカマツ

調査2：1958年島根県隠岐島西郷町の林分、樹令6年生、クロマツ。

調査3：1960年島根県隠岐島西郷町の林分、樹令11年生、アカマツ、クロマツ。

##### 結果と考察

##### 調査1。

調査に當つて標本木3本を林内で選定し、先端部の枝から枝階番号をつけ、枝を伐採して当年生枝を採取し、その枝に虫えい形成針葉が1本でもあれば被害枝として虫えい形成針葉を着生しない当年生枝と區別した。これから枝階別に虫えい形成針葉を着生する枝の百分率を求めたのが、表36である。

表-36 単木における被害針葉 (Gall形成針葉) の分布

(Gall形成針葉の有無によつて当年生枝を区分した)

※ 枝階	Gall形成針葉 着生しない枝	Gall形成針葉 を着生した枝	計	Gall形成針葉を 着生した枝の割合
1	317	150	467	32.11
2	121	105	226	46.46
3	522	219	741	29.55
4	226	117	343	34.11
5	161	73	234	31.19
6	236	102	338	30.17
7	449	76	525	14.47
8	763	164	927	18.23

※枝階番号は調査の便宜上先端部から下部に1.2.3.....8とした。

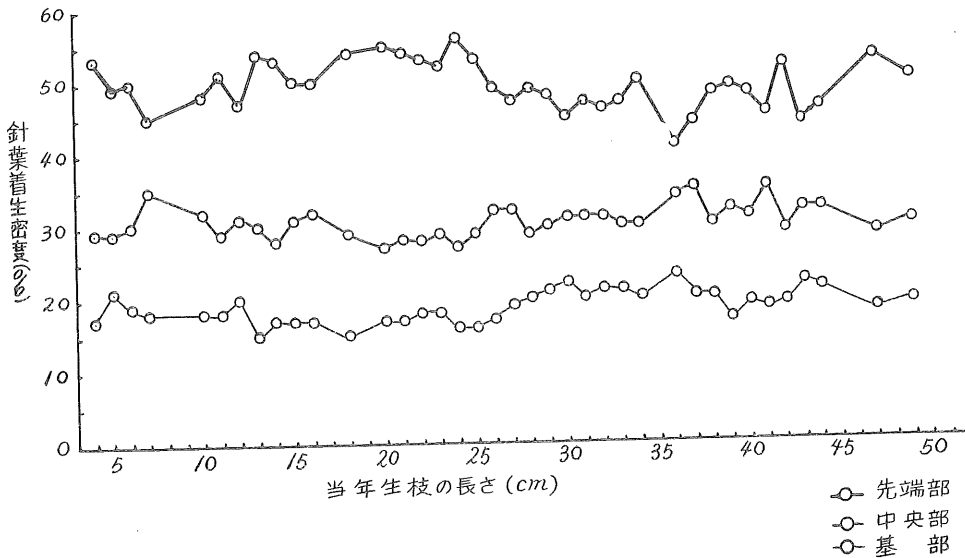
この調査木は林内の中央附近で選択したものである。調査結果をみると、枝階1(先端の枝)から8までの虫えい形成針葉を着生した枝の百分率をみると、多少木の先端部附近の枝の虫えい形成率が高くなっている。順次木の下枝になるに従つて形成率は減少し、枝階7~8になるとこれが明瞭になつてくる。

この調査林における結果では、単木の先端部附近の枝の針葉に多く産卵していたことが明らかになった。

### 調査2

この調査は標本木4本を選定して、枝階別に当年生枝の全部について、枝の長さを測定し、虫えい形成針葉数を調査した。(当年生枝の長いものには針葉が多いというたてまえから)

結果を示すと図-58のようであった。



この結果をみると枝階による差は殆どみられなかつた。この理由は樹令6年生で調査木が非常に若く、そのうえにこの林分の成虫密度が低いので、枝階による条件のちがいがあまりなく、成虫の産卵が機会的になされていることを示している。

### 調査3

この調査は樹令10年生のアカツ、クロマツ林分の中腹附近で標本木を選定し、単木の当年生主軸、上部の枝、中央部の枝、下部の枝の4段階に枝の位置を区分し当年生枝の虫えい形成率を調べた。その結果は表37、38に示す。

表-37 単木における当年生枝の位置と針葉のGall形成率の関係(クロマツ)

当年生枝の位置	調査総針葉数 (当年生枝4本)	健全針葉数	Gall形成針葉数	Gall形成率
当年生主軸	1084	1001	83	7.6
先端部の当年生枝	720	682	38	5.2
中央部の当年生枝	718	684	34	4.7
下部の当年生枝	622	596	26	4.1

表一 38 単木における当年生枝の位置と針葉の Gall 形成率の関係 (アカマツ)

当年生枝の位置	調査総針葉数 (当年生枝千本)	健全針葉数	Gall 形成針葉数	Gall 形成率
当年生主軸	593	463	130	21.9
先端部の当年生枝	461	375	86	18.6
中央部の当年生枝	379	301	78	20.5
下部の当年生枝	283	218	55	19.4

この調査は同一林分のアカマツ、クロマツについてなしたが、いずれも当年生主軸における虫えい形成率が高く、クロマツでは主軸から下部の枝まで順次形成率が低くなっている。アカマツでは主軸と中央部の枝の形成率が高かった。

以上3回の調査で考えられることは、

調査Ⅰの壮令木で成虫の密度もあまり高くなく、しかも林分の中央附近では成虫の産卵が、単木の上層部から中央部附近における当年生枝の針葉が産卵の対象として選択される傾向がみられる。これは壮令木における当年生枝の伸長や針葉の伸長の時期的な経過と成虫の発生期との関係、そして林内における成虫の産卵活動の習性から、単木の上層ないし中央部附近の枝の針葉が選択されたものと思う。

調査Ⅱの場合はさきにも述べたように、虫えい形成針葉は枝階による差は殆どなく、当年生主軸においてのみ高かった。この林分は樹高も2mに満たないものであるから、当年生枝の伸長経過も殆ど枝階によつて差を生じておらず、成虫の産卵時刻においても気象的環境のむらを生じないから枝階による産卵に差を生じなかつたものである。

調査Ⅲの場合はいずれも当年生主軸の虫えい形成率が高く、下層部の枝にゆくにしたがつて虫えい形成率の低くなることは、調査Ⅰの場合と同様である。

このことは調査Ⅱではみられなかつたが、樹令が10年生以上にもなると、単木の枝階によつて針葉の伸長成長の時期的経過が多少異なつてきていて、成虫の産卵時期と単木の上層部の枝における針葉の長さがよく一致するため、先端部あるいは中央部附近の枝の針葉が産卵対象となるものと考えられる。

同一林分にありながら、アカマツとクロマツとの虫えい形成率が異なつているのも、成虫の産卵時期とアカマツの針葉の伸長時期との関係で説明ができる。

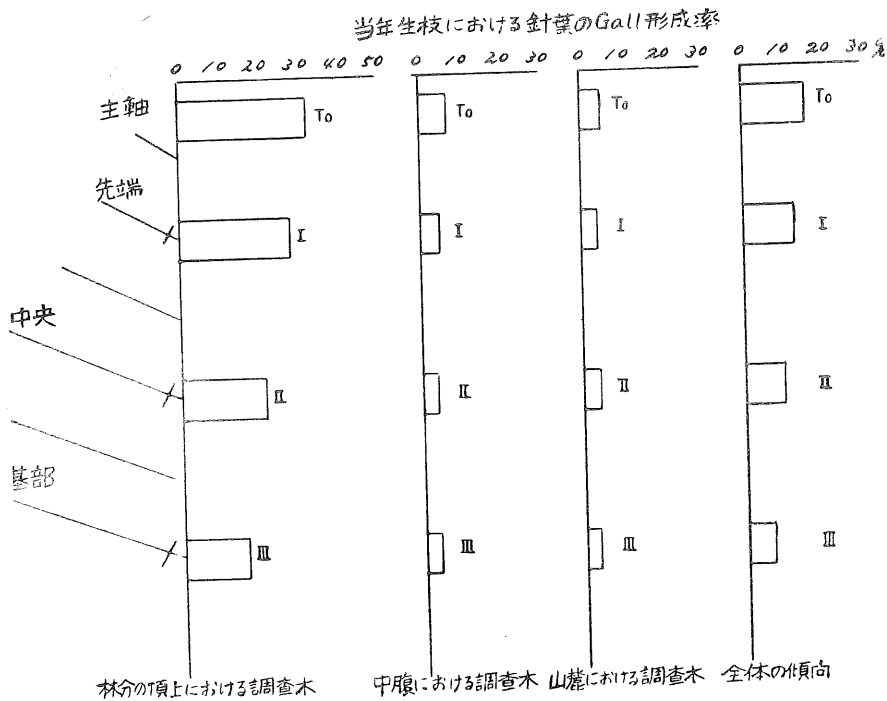
## 第5節 林分における単木の被害差

同一林分においても、場所により、樹種により、樹令などのちがひによつて単木の被害度は一様ではない。この被害差は、その林分における成虫密度の低い場合ほどはつきり現れてくる。これらの事柄は本種の発生地における共通した事実であるから、この現象を明らかにすることにより、本種の防除対策、即ち、林業的防除法を考察する場合の重要な参考資料になるものと考えられる。

### 1. アカマツ単純林における被害差

1960年10月、島根県隠岐島西郷町地区内のアカマツ、11年生で調査した。調査にあつて

林分の頂上附近、中央部附近、山麓と林分を3つの場所に分けて、各場所で2本の調査木を選定し、調査木の当年生主軸とその側枝、先端部の当年生枝、中央部の当年生枝、下層部の当年生枝の虫えい形成率を求めて示したのが、図一59である。



図一59 林分の頂上、中腹、山麓における虫えい形成率のちがい、ならびに単木の当年生主軸、先端枝、中央枝、基部の枝における虫えい形成率のちがい。

この調査林では林分の頂上附近の調査木における虫えい形成率が非常に高く、林分の中腹、山麓になるにしたがつて虫えい形成率は低い。

単木における虫えい形成率も、先端部の枝において高く、下層部の枝になるにしたがつて低くなっている。

一般に本種の発生初期における、アカマツ、クロマツの単純林ではこの傾向が特によくあらわれている。この現象は成虫の発生密度が低い場合に限りあらわれるものであつて、密度が高いと殆ど単木の枝階や、林分の場所的な差がなくなる。

林分の頂上附近における虫えい形成率が高くなるから、針葉の変色は頂上附近が特によく目立ち、本種の被害を受けはじめたことに気付く場合が多い。島根県や長崎県対島における被害林でも全く同様な現象であつた。

この傾向は林分の地理的条件によつても多少は異なるであろうが、成虫の産卵活動の習性（特に活動と照度）と、春期の成虫産卵期におけるマツの成長経過が林分の場所によつて異なり、頂上附近の針

葉の伸長程度が、産卵の対象葉としての長さを示していたことによるものと考えられる。

## 2. アカマツ、クロマツの混交林における被害差

### 調査林 1

1958年10月、島根県隠岐島西郷町地区内の林分、樹令20~23年で調査した。

この調査林では山麓から頂上に向つて50m、幅20mの面積を毎木調査で、被害度を調べた。調査結果を図60に示す。

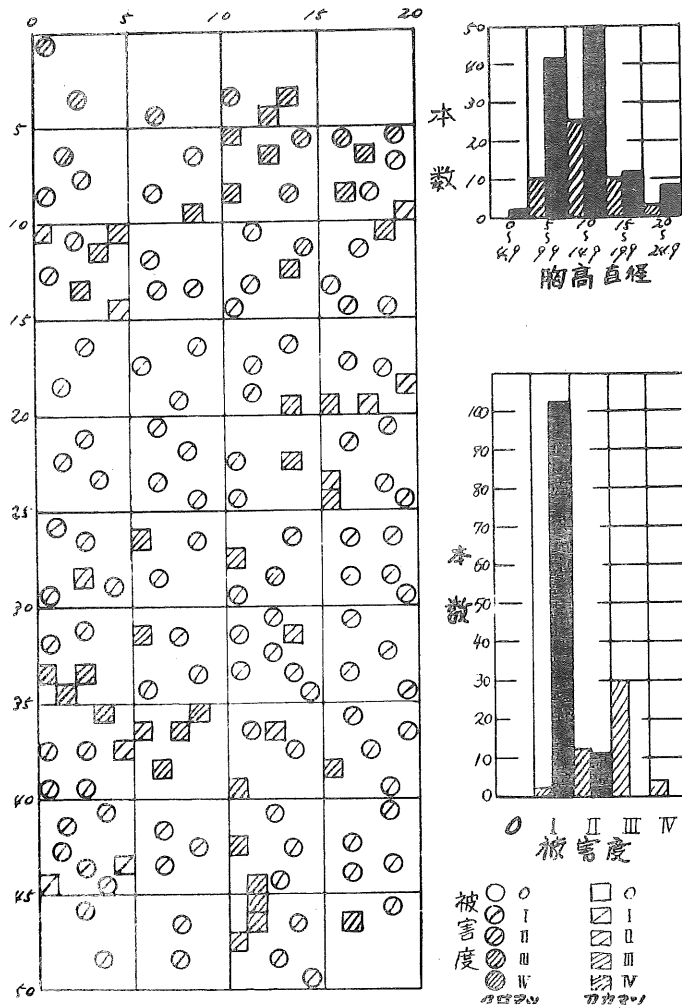


図-60  
アカマツ、クロマツの  
混交林分における被害  
差

調査林分は調査面積内の殆ど全域にわたつて、アカマツとクロマツが混じりあつた状態である。林分内のどのような場所、即ち頂上や山麓における被害度をみても、アカマツがクロマツより高い結果を示している。アカマツだけの被害度をみると、場所による差は殆どみられない。クロマツの被害度は林分の頂上附近が多少高くなつている。

この調査で示しているように、アカマツ、クロマツの混交林においては、常にアカマツの被害度がクロマツより高いことがわかる。このような混交林では林分頂上のクロマツの被害度よりも、山麓附近にあるアカマツの被害度が高くあらわれる。そして被害度の低いクロマツでは林分の頂上附近の被害度が、山麓附近の被害度より高くなる傾向がみられた。

これからみても、アカマツ、クロマツの同令混交林ではアカマツがクロマツよりも成虫の産卵の対象になりやすく、クロマツでは林分の頂上附近の単木の伸長度が産卵時期とよく一致した成長経過をたどつたものと考察される。

調査2

1958年10月、調査Iと同じ地域内のアカマツ、クロマツ混交林、樹令16~21年生で調査した。この調査林は林分の頂上附近にアカマツが非常に多く、中腹、山麓はクロマツが多い状態の混交林である。調査面積は頂上に向つて、50m、幅20mである。調査結果を示すと、図-61のようである。

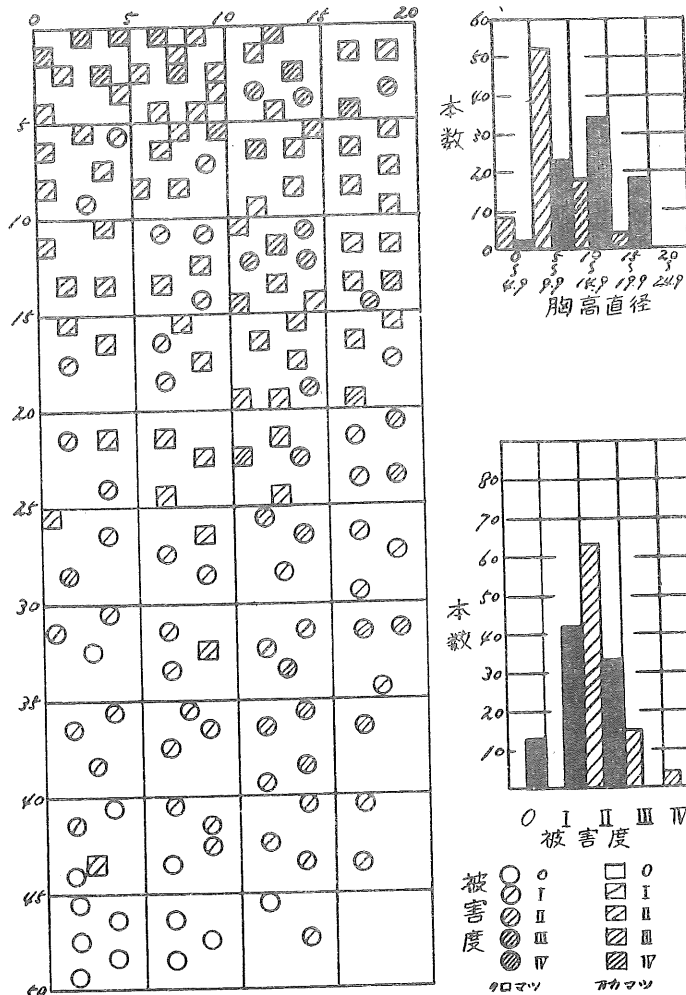


図-61  
アカマツ、クロマツの  
混交林分における被害  
差

▨ = アカマツ  
□ = クロマツ

3. 単純林における樹令と被害差

アカマツでもクロマツでも単純林における被害差は次の順序に従っている。

幼令木>壮令木>老令

4. 混交林における樹種、樹令と被害差

混交林分でも単純林と同様に樹令の若いものほど被害度が高くなる。

アカマツ幼令木>クロマツ幼令木>アカマツ壮令木>クロマツ壮令木>アカマツ老令木>クロマツ老令木

5. 虫えい形成率が低い林分ほど被害差の変動が大きい。

林分における被害の査定にあたって、林分内で虫えい形成率の調査を当年生枝のどれ位の数についてすればよいかが問題になってくる。正確な被害度を把握するためには調査木が多いほどよいのは勿論である。ここでは林分内の単木80本から当年生枝を採取して、虫えい形成率を調べた結果を考察する。

調査した虫えい形成率を0、1~5%、6~10%と5%間隔のクラスに分けて、虫えい形成率の頻度分布を示してみる。この結果が図-62である。

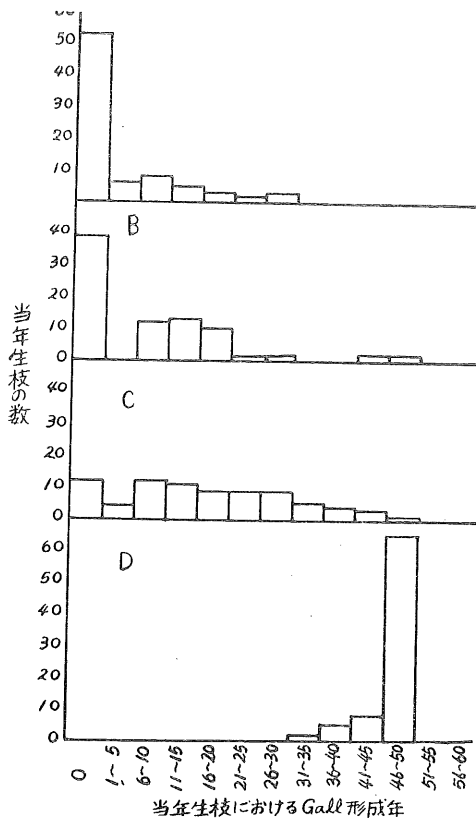


図-62

被害程度の異なる4林分で各々

80本の木の当年生枝の虫えい形成率の頻度分布

A=平均虫えい形成率 8.93%

B=平均虫えい形成率 10.05%

C=平均虫えい形成率 18.11%

D=平均虫えい形成率 48.14%

調査木は林分の場所的なむらを生じないように注意して、山麓から頂上までのいたる所で選定し、調査木の当年生主軸の側枝を採取して虫えい形成率を算出した。4林分は殆ど同じ面積を示していた。

調査A林は調査木80本の虫えい形成率平均8.93%であつたから、虫えい形成0の単木が非常に多かつた。調査B林、C林、D林と虫えい形成率は高くなつてゆく。この頻度分布をみると、虫えい形成率の低い林分ほど分布曲線の幅が広くなり、単木の虫えい形成率の変異が大きいことを示している。このことは林分内にみられる単木の被害差でのべたが、成虫の発生密度の低い林分ほど林分における成虫の産卵場所に差を生じてくることによるのであつて、密度が高くなるにつれて、この傾向はみられなくなり、単木の被害差が少なくなつていく。

この傾向からして、被害調査を実施する場合に虫えい形成率の低い林分ほど調査木を多くとる必要があることを示すものである。

以上は林分内における単木の被害差とその原因についてのべた。この結果からして、アカマツ、クロマツの同令単純林では林分の頂上附近の単木が成虫の産卵の対象になりやすく、アカマツ、クロマツの同令混交林ではアカマツが、異令林では樹令の若い木ほど産卵対象になる。しかしながらこれは林分内の場所的な被害程度の差からみられる傾向で、クロマツや老令木に全然産卵されないと云うわけではない。従来からよく知られている犠牲植物、あるいは、日塔(1943)のマツの穿孔虫の餌木誘引や、中野(1949)のマツノキクイムシ *Myelophilus piniperda* の餌木誘殺などと方法は異なるが、林分の頂上や林縁にアカマツ幼令木の植栽によつて林分の発生密度をある程度抑制できるものと考えられる。この犠牲植物としてのアカマツの枝条の伐採時期は8月以前になすべきでそれ以後に伐採しても犠牲木としての効果はない。

## 第6節 単木における当年生枝の被害型

単木の枝階によつて、虫えい形成針葉の数が異なるように、1本の当年生枝についてみても虫えいを形成した針葉の着生場所に差を生じている。林分でみられることは、当年生枝の基部から先端まで殆ど全体にいきわたつて、虫えい形成針葉がみられる場合、先端部に密集する場合、中央部に密集する場合、基部に密集する場合があり、大別して4つの型に分類できる。これは成虫の産卵時期と当年生枝の針葉の伸長度との関係から生ずるものと考えられ、針葉の伸長成長や当年生枝の伸長成長の遅速は、林分の樹種、樹令、気象環境、前年までにおける被害経歴などによつて異なつてくる。こゝでは林分でみられる被害型を分類し、その型のおこる原因について説明する。

### 1) 混在型

この型は当年生枝の基部から先端部までの殆ど全体に虫えい形成針葉が健全針葉とまじりあつて着生しているものである。

害虫関係：1) 発生初年度によくみられる。

2) 成虫の密度が低く、羽化期間が長い場合

林分関係：1) 当年生枝や針葉の成長経過は普通

2) 比較的広面積の単純林に多い。

### 2) 先端部集中型

この型は当年生枝の先端部附近に非常に虫えい形成針葉が密集している場合。

害虫関係：1) 発生密度は低いか、中程度

2) 羽化期間が短かく、時期がおそい場合。

林分関係：1) 成長経過は良好な林分で、当年生枝や針葉の成長の早い林分。

2) アカマツ林分で、幼令木に多い。

3) 虫えい形成率は非常に高い。

### 3) 中央部集中型

この型は当年生枝の中央部附近に非常に虫えい形成針葉が密集している場合。

害虫関係：1) 成虫密度は中程度で、発生期間が短かくて一様な場合。

2) 前年度も発生し、次々に個体数が増加してくる傾向のある場合。

林分関係：1) 林木の成長経過は普通かまたは少しおくらしている場合。

2) 幼令樹で前年度被害を受けた林分の場合。

3) クロマツ林分に多い。

### 4) 基部集中型

この型は当年生枝の基部附近に集中する型で被害を連年受けた林分に多い。

害虫関係：1) 成虫密度は非常に高い。

2) 発生時期は普通か、少し早い。

林分関係：1) 前年度から非常に大きい被害を受けて成長が悪くなっている林分。

2) 北向か又は日当りの悪い林分。

3) 幼令、壮令、老令林いずれでもみられる。

以上が被害の型として基本になるものである。中央部集中型と基部集中型、中央部集中型と先端部集中型が混合された型で示される場合もある。

一般に本種の発生林における被害型の変化の様子をみると、混在型→中央部集中型→基部集中型を経過する場合が多い。稀には先端部集中型→中央部集中型→基部集中型の順か、中央部集中型→基部集中型となる場合もみられる。

いずれにしても普通状態の林分では基部集中型を示すのは大発生の後であつて、樹木の生活能力の減少から春季の成長が非常に悪く、そしておくらしている場合に、この型が生ずる。

これらの被害型と針葉の虫えい形成率や当年生枝の受ける被害、樹体の成長量におよぼす影響などを考察するに、混在型の虫えい形成率はそれ程高いことはない。先端部集中型の虫えい形成率は非常に高い場合が多い。これは前節でも説明したように、当年生枝を先端部、中央部、基部の3つに分けて、着生針葉を調査してみると、先端部は全葉数の50%にあたる針葉を着生している。この結果先端部集中型を示している林分の生長は極端に悪くなつてゆくことに注意すべきである。

中央部集中型は先端部について虫えい形成率が高くなつている場合が多く、樹体にもかなりの悪影響をおよぼしている。

基部集中型は被害の最後にあられる型で虫えい形成率もあまり高くない。これらの被害型で特に注意しなければならない型は、先端部集中型および中央部集中型の二型である。これらは樹体の

成長量をも直接左右するが、この型があらわれてから基部集中型になるまでは年々発生を繰り返し被害の激しい場合は枯死する。

### 第7節 単木の成長にあらわれる被害

針葉の損失は樹体の成長量の減退をまねき、被害度の高い年が2年から3年も続くと、アカマツは殆ど枯死し、クロマツは枯死状態となつて成長を殆ど停止する。この成長量の減少について樹幹析解によつて調査した。

#### 研究方法

クロマツ樹令11年生(1960年)2本を選定(この調査林分では殆ど心枯状態を示し正常な木が少ない。)して地際部より枝階間の伸長量を測定し、枝階と枝階の中央部で円盤を採り年輪によつて肥大成長量を測定した。

同じ地域にある他の無被害木クロマツ樹令8年生(1960年)10本を選定して伸長成長量を測定して比較考察した。

#### 結果と考察

調査林分の被害度の推移状態をみると、この林分は1956年までは健全な幼令林であつた。この当時に隣接のアカマツ、クロマツ混交林の被害が非常に高く、1957年に伐採した。隣接の被害林が伐採されたことによつて、殆ど無被害であつた調査林の被害度は年々高くなつていつたが、幸いに他の林分で本種の寄生蜂を発見し、九州大学安松京三教授に同定を依頼して、*Platygaster* sp.との解答を得たので、本格的な調査を開始するとともに、この調査林にも成虫を移殖した。その結果、1960年には、マツバノタマバエの発生数は非常に少なくなり、寄生蜂の勢力がこれにかわつてきたことがわかつた。

このような被害歴をもつ林分で単木の成長量を測定した結果を示したのが、表38である。

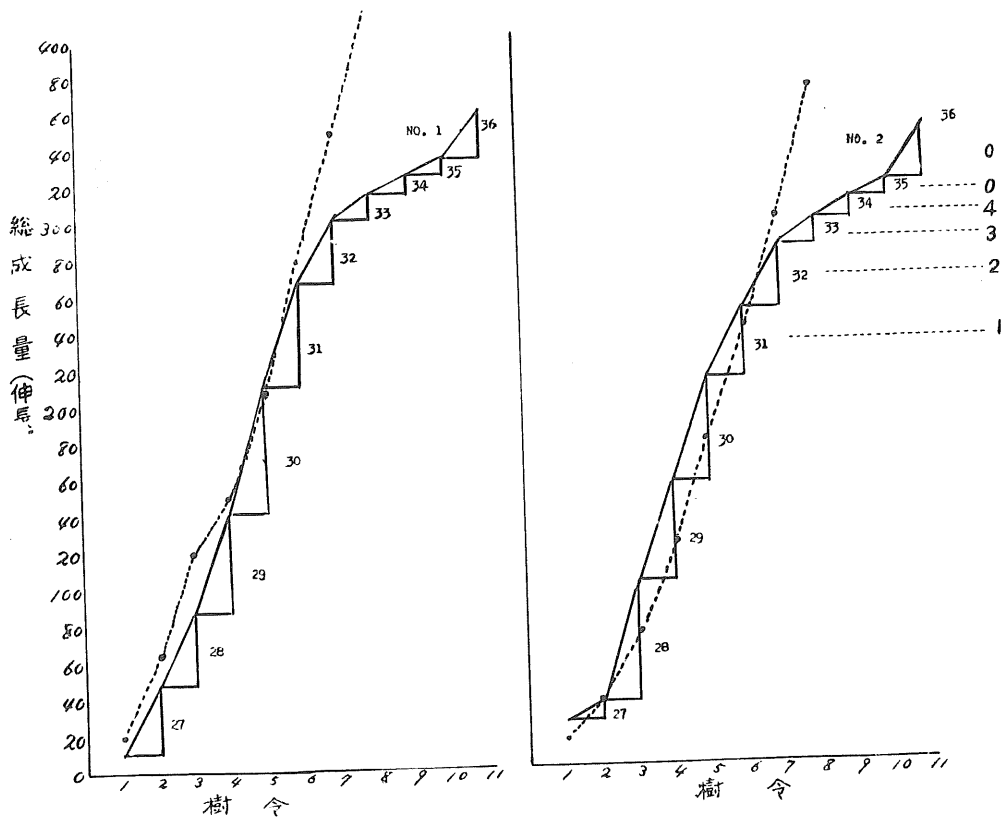
上長成長についてみると、調査木№.1では、1954年から1956年までは、連年成長量が50 cmから70 cmを示している。№.2では、40 cmから60 cmの成長量がみられ、非常に成長経過は良好であつた。しかしながら、本種の被害度2を示した1957年においては、成長量は僅かに減少し、№.1で34 cm、№.2で34 cmを示したが、1958年には、№.1で14 cm、№.2で14 cmと急激に減少した。この間に寄生蜂の勢力が高まり、1961年は回復して30 cmも成長している。

表一三 八 マツバノタマバエによる針葉の損傷が単木の成長に及ぼす影響

年 度	上 長 成 長			肥 大 成 長		
	総成長量 (cm)	連年成長量 (cm)	平均成長量 (cm)	総成長量 (cm)	連年成長量 (cm)	平均成長量 (cm)
1951	No.1 11	11	11.0	0.10	0.10	0.10
'52	49	38	24.5	0.37	0.27	0.18
'53	87	38	29.0	0.82	0.45	0.27
'54	142	55	35.5	1.42	0.60	0.35
'55	210	68	42.0	2.07	0.65	0.41
'56	266	56	44.3	2.74	0.67	0.45
'57	300	34	42.8	2.91	0.17	0.41
'58	314	14	39.2	2.98	0.07	0.37
'59	324	10	36.0	3.04	0.06	0.33
'60	334	10	33.4	3.31	0.27	0.31
* '61	364	30	33.0	—	—	—
1951	No.1 24	24	24.0	0.20	0.20	0.20
'52	34	30	17.0	0.50	0.30	0.25
'53	100	46	33.3	0.90	0.40	0.30
'54	154	54	38.5	1.37	0.47	0.36
'55	210	56	42.0	1.85	0.48	0.37
'56	247	37	41.1	2.42	0.57	0.40
'57	281	34	40.1	2.62	0.20	0.37
'58	295	14	36.8	2.75	0.13	0.34
'59	306	11	34.0	2.82	0.07	0.31
'60	315	9	31.5	3.17	0.35	0.31
* '61	345	30	31.3	—	—	—

\* 1961年の上長成長量は同一林分内の10本の調査木の平均値を使用した。

肥大成長についてみると、本種の被害度2を示した1957年に、No.1もNo.2も前年の成長量の約半分にも満たない成長を示し、それ以後次第に減少したが、1960年には再び回復して、1959年の約5倍の成長量を示した。これらの関係を図示すると、図63、64、65、66のようになる

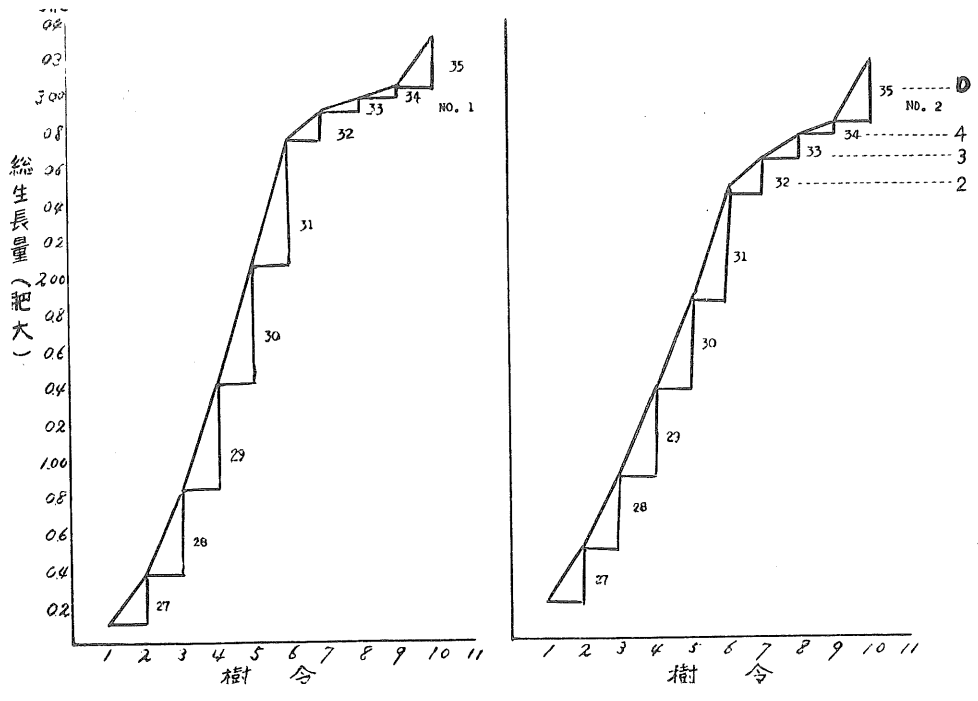


図一六三 調査木No.1およびNo.2における上長成長(総成長量)

点線は健全木、実線は被害木

27~36は年度、0~4は被害度

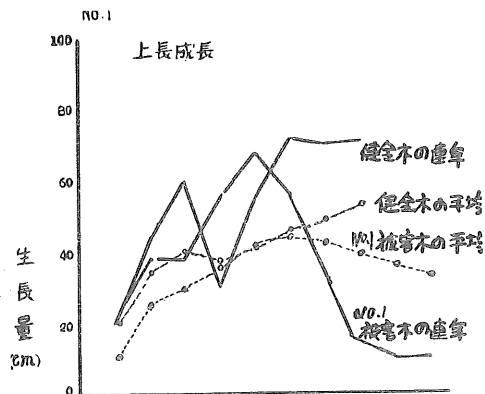
図をみてわかるように、本種が針葉に寄生する結果が、樹体の上長成長にあらわれてくるのは、寄生した翌年であつて、寄生を受けた年には、上長成長には殆ど影響がない。このことは、第VIII章第1節に示した如く、当年生枝の伸長は成虫の産卵期間中に殆ど成長を終るためである。



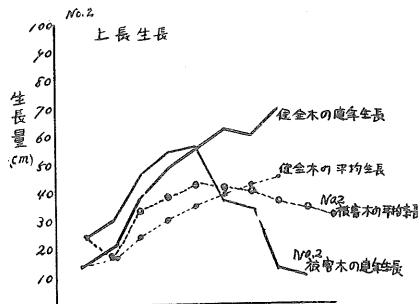
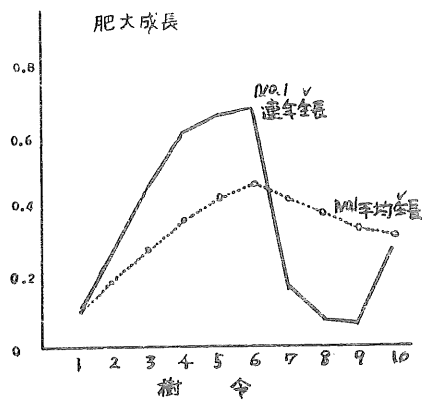
図一六四 調査木、No. 1 及び No. 2 における肥大成長  
27~35は年度、0~4は被害度

図に示したように、肥大成長は被害を受けたその年に成長量が減少してくる。このことは、マツの成長経過が、伸長成長期と肥大成長期の二期に分かれてなされていることを示すものである。即ち、伸長成長期間はおよそ6月下旬までであり、肥大成長期はそれ以後になるから、幼虫が針葉基部に食入して、虫えいをつくり、針葉の枯死、落下を起させることが、その年の肥大成長に大きく影響するのである。

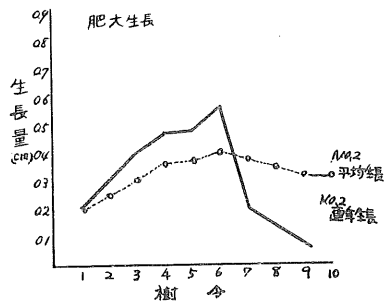
次に連年成長量、平均成長量曲線を図に示す。



図一65  
連年成長、平均成長量  
曲線 (No.1)



図一66  
連年成長、平均成長量  
曲線 (No.2)



図に示したように、健全木の連年成長量曲線も平均成長量曲線も、樹令が10年生位では、下降線をたどる時期ではないが、本種の被害を受けることによつて、これらの曲線は非常に不正常な形を示し、成長量の減少を示している。

### 第8節 隠岐島における発生と林分環境

島根県隠岐島における被害発生地を、1958年から1960年までの3年にわたつて調査した。隠岐島島後における本種の発生地域は、西郷町八尾川を中心とする一帯に特に多い。都万村、中村、五箇村の一部にも発生地はある。

#### 結果と考察

調査結果を表39に示す。調査地域を図-67に示した。

調査地域内の林分では、アカマツ、クロマツに関係なく発生しているが、アカマツ、クロマツ混交林では、アカマツの被害度がいずれの林分でも高い。

この調査方法では、発生量の多少と、林分環境要素との間の相関を求めることはできないが、下層木の有無、落葉層の多少、林分の植栽密度と被害度の高低とは関係があるようにみかけられる。これらの林分要素は、幼虫の潜土期間中の土壌の保水力や、地温較差、林地表面の乾燥性などに関係してくるから、当然の結果と考えられる。

本種は地域的に大発生をなし、年々その発生林を拡大する傾向を示す。

表-39 隠岐島島後における被害林の林分環境と被害経過

(1958~1960年まで)

林分番号	アカマツ	クロマツ	樹令	林分方向	林分傾斜	天然人工林	表土の深さ	下層木	落葉層	植栽密度	成長度	被害度及び被害型		
												1958	1959	1960
1	○	⊙	25~30	SW	20	天	+	++	++	++	++	3 混	2 混	1 混
2		⊙	5 ~ 6	EN	29	人	++	++	++	+	++	1 混	1 混	0
3		⊙	20~25	SW	20	天	+	++	++	+	+	1 混	0	0
4		⊙	15~20	SW	20	天	+	+	+	++	+	1 混	0	0
5		⊙	25~30	WS	25	天	+	+	+	+	++	1 混	0	0
6		⊙	30~35	WS	20	天	+	+	+	+	++	1 混	0	0
7	○	⊙	18~20	ES	18	天	++	++	++	++	++	ア3中 ク2中	2 基 2 基	1 基 0
8		⊙	20~25	WS	25	天	+	++	++	++	++	2 中	1 基	1 基
9		⊙	10~13	ES	20	人	++	-	+	+	++	1 混	0	0
10		⊙	21~23	NW	20	人	++	++	++	++	++	2 中	1 基	1 基
11		⊙	25~30	WS	17	人	++	++	++	++	++	2 混	1 中	1 中

林分番号	アカマツ	クロマツ	樹令	林分方向	林分傾斜	天然人工林	表土の深さ	下層木	落葉層	植栽密度	成長度	被害度及び被害型		
												1958	1959	1960
12		○	30~35	W S	30	人	卅	一	+	+	+	1 混	1 混	0
13		○	10~13	S W	15	人	卅	卅	卅	+	卅	2 混	2 中	1 中
14		○	30~35	S W	17	天	卅	卅	卅	卅	+	3 中	2 基	1 基
15	○	●	30~33	W N	15	天	卅	卅	卅	卅	卅	3 基	2 基	1 基
16		○	20~25	E S	20	人	+	卅	卅	卅	+	3 中	2 基	1 基
17		○	20~25	E N	20	人	+	卅	卅	卅	+	3 中	2 基	1 混
18	○	○	30~35	E N	17	天	+	一	+	卅	卅	ア2中 ク1混	1 基	0
19	○	○	13~16	E N	17	人	+	一	+	+	卅	ア2混 ク1混	1 混	0
20	○	●	10~13	S E	15	人	卅	+	+	+	卅	ア2混 ク1混	2 中	1 基
21	○	●	20~23	S E	20	人	卅	+	+	+	卅	ア1混 ク0	1 混	0
22	○	●	15~20	S W	22	人	卅	卅	卅	+	卅	ア3混 ク2混	2 中	1 基
23		○	5 ~ 8	W N	17	人	卅	一	+	+	卅	1 混	0	0
24	○	○	10~15	W S	19	人	+	卅	卅	+	+	ア4混 ク2混	枯3	死中
25		●	20~25	E S	20	人	+	卅	卅	卅	+	2 中	1 基	1 基
26		●	10~13	W S	25	人	卅	卅	卅	卅	+	3 中	4 中	1 基
27		●	8 ~11	N W	30	人	卅	卅	卅	卅	卅	2 混	2 中	2 基
28		○	8 ~12	S W	32	人	卅	卅	卅	卅	+	2 中	2 中	2 基
29	○	●	10~13	W S	5	人	卅	卅	卅	卅	+	ア4基 ク4基	枯2	死基
30		●	15~20	W S	10	人	卅	卅	卅	卅	卅	1 混	1 混	0
31		●	18~21	E N	18	人	卅	卅	卅	卅	卅	1 混	0	0
32		●	15~20	E N	10	人	卅	+	卅	卅	卅	1 混	1 混	1 中
33		●	20~25	E N	12	人	卅	+	+	卅	卅	1 混	0	0
34		○	25~30	E N	17	人	卅	卅	卅	卅	卅	1 混	0	0
35		○	15~20	W N	20	人	卅	+	+	卅	卅	1 混	1 混	0
36		○	10~15	E S	18	人	卅	+	卅	卅	卅	0	1 混	0
37		○	15~20	E S	15	人	卅	+	+	卅	卅	1 混	1 中	1 中
38		○	10~15	S E	15	人	卅	+	卅	卅	卅	1 混	1 混	0

十、卅、卅：は程度を示す

型  
60  
中  
基  
基  
基  
混  
基  
基  
中  
基  
基  
基  
基  
混  
中  
中

筒井(1956)はムギアカタマバエ *Sitodiplosis mosellana* の発生地と土壌の関係を調査し、一般に第4紀層、古層壤土および埴土地帯に発生が多く、第4紀層壤土および埴土地帯に少ないとした。また、平坦広潤で冬季より春季にわたつて風当りが強く、地表面の土壌が風で飛散するような地域には発生が少ないが風当りが、弱くて冬季あまり乾燥しないような所に発生が殊に多いと述べている。本種の場合、下層木が多くて、落葉層が厚く、林分の植栽密度の高い林分は被害度が特に高いことと、共通点があると思われる。

高木(1954)は朝鮮における本種の被害についてのべ、李朝年代における林政の失政から荒廃している民有林では燃料不足や、土建資材に対する消費のために、林木の過伐濫伐がなされ、地表面の乾燥が甚だしいので本種の発生が少なく保護管理の充分な李王家秘苑内の林分は、林内の湿気も高く、棲息に好適とみえて被害が大きかつたとしている。

これらの事柄を総合するに、一般に幼令林分で、密植され、下層木や地床植物が多く、落葉層の深い、秋から春にかけて林内の土壌の含水量が高いような地域の林分で本種の発生が多く、老令林や粗植、下層木や落葉層の少ない光線投下量の多い林分は、冬から春にかけて地表面が乾燥しやすく、本種の発生量が少ないのであろう。

## 第 IX 章 マツバノタマバエの天敵、*Platygaster* sp. の生態と

### 寄生効果に関する研究

島根県隠岐島、長崎県対島、壱岐にマツバノタマバエの発生をみて以来、本虫の駆除は冬期間における、幼虫の針葉脱出時期に、BHC 粉剤を林地に撒布する方法がとられてきた。しかしながら、この薬剤駆除の効果も充分あがらず、被害林の拡大をみるばかりであった。

マツバノタマバエの研究が充分なされていない状態であるから、環境抵抗などについて研究したものは全くない。森林害虫の薬剤駆除は労力や経費の割合に効果があがらないのが実状である。著者は 1958 年に島根県隠岐島にマツバノタマバエの試験地を設定し、天敵類の発見につとめた結果、1958 年 6 月、マツバノタマバエの寄生蜂として、*Platygaster* sp. を発見し、その後、この寄生蜂の生態について若干の調査をした。

#### 第 1 節 生態に関する研究

##### 第 1 項 生活史の概要

島根県隠岐島および松江地方における羽化期は、5 月の上旬から 6 月下旬である。年によつて、4 月下旬に成虫を発見する場合もあるが、これは極めて稀である。

羽化成虫は、直ちに産卵活動を開始し、産卵にあつては、針葉の腹面に産下されているマツバノタマバエの卵塊を探索して、これに産卵する。産付された本種の卵は寄主卵の孵化とともに幼虫体内に寄生して、寄主体内で発育する。寄生を受けた寄主幼虫は、寄生を受けない幼虫と何等異なることなく、針葉に虫えいを形成して発育し、11 月下旬から針葉脱出をなす。寄主の越冬期間中体内で発育していた寄生蜂幼虫は、寄主体内で蛹化し、寄主の羽化時期とほとんど同じか、少し早く羽化脱出する。

成虫は日中産卵活動をなし、夜間は林内の下層木、あるいは地床植物の葉裏などに静止している。本種は寄主より気温の変化に対して敏感で、気温が高くなると、羽化脱出期は非常に早くなる。

本種は島根県隠岐島のマツバノタマバエの発生地に広く分布し、マツバノタマバエの極めて有力な寄生蜂である。

##### 第 2 項 羽化時刻および羽化習性

成虫の羽化脱出時刻および羽化習性について、1960 年に観察した。

##### 研究方法

天敵採取箱ガラス張りのを用意し、その中に前年の秋に島根県隠岐島の被害林で、虫えい形成針葉を採取し、灌水処理でマツバノタマバエ幼虫の脱出を促し、幼虫を細い砂をもつて飼育しておいて、4 月下旬から羽化調査を開始した。こゝで述べる観察は 5 月 20～23 日の間にした。

##### 結果と考察

観察期間は 4 日間、調査は毎時間をした。この結果は表-40、図-68 に示すようになる。

\* 九州大学安松京三教授の同定による。

表-40 マツバノタマバエの寄生蜂 *Platygaster* sp の成虫の羽化脱出時刻

羽化時刻 調査月日	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	計
5月20日	6	15	18	10	5	4	4	6	5	2	0	75
5月21日	5	18	21	13	11	5	2	5	0	3	0	83
5月22日	11	22	19	21	15	7	5	2	1	1	0	104
5月23日	7	15	28	25	18	9	4	2	0	1	0	109
計	29	70	86	69	49	25	15	15	6	7	0	371

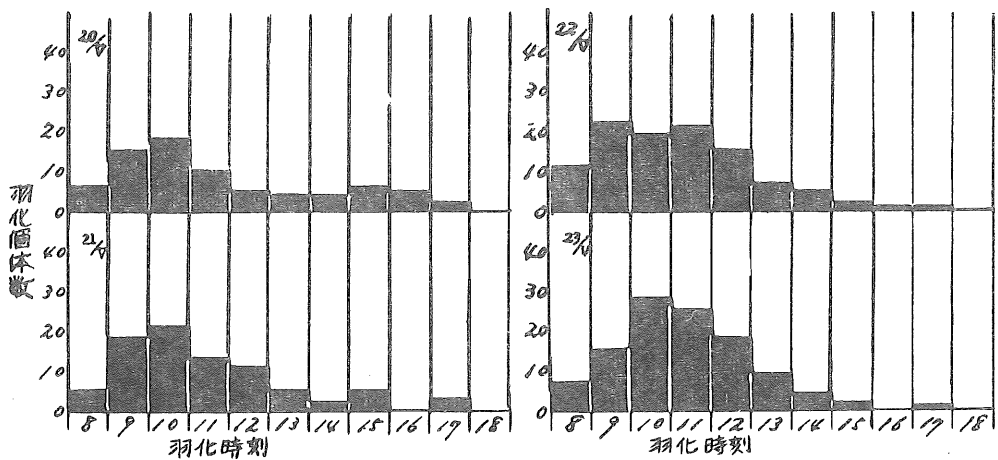


図-68 寄生蜂 *Platygaster* sp の羽化時刻  
(松江 1960)

図や表をみると、羽化時刻は寄主の羽化時刻に比較して極めて対称的に、8～13時の間に羽化脱出する個体数が多い。勿論これ以外の時刻でも羽化する個体はあるが、個体数は非常に少ない。

成虫は、かなり土壌が乾燥していても羽化するが、夜間降雨などがあつて翌日天候がよければ、羽化個体数は非常に多い。

羽化成虫は光に対して敏感で、明るい場所を好んで集合する性質がある。

羽化する前は土壌の表面に蛹体を突出している場合が多いが、場合によつては、土壌の中で羽化し脱出してくる個体もある。

羽化する時は、蛹殻を破壊して脱出し、しばらく静止状態にあつて、触角、翅、脚などを微動して体を整えているが、やがて活潑な歩行を開始する。

### 才3項 羽化時期

1958年6月上旬に本種を採集し、直ちに九州大学安松京三教授に標本を送付すると同時に、島根県隠岐島西郷町地区内の被害林分を調査して採集した。翌年の春から羽化時期に関する調査をマツバナタマバエと同時に実施した。1959年と1960年の資料によつて、本種の羽化時期を検討してみる。

### 研究方法

羽化調査はマツバナタマバエの羽化調査と全く同じである。

### 結果と考察

調査2年間の隠岐島および松江における、本種の羽化時期を示すと、図-69、70、71、72のようであつた。

図-69~72 松江及び隠岐島における *Platygyaster* sp. の羽化時期

T (°C) : 気温 H (%) : 湿度 P (mm) : 降水量

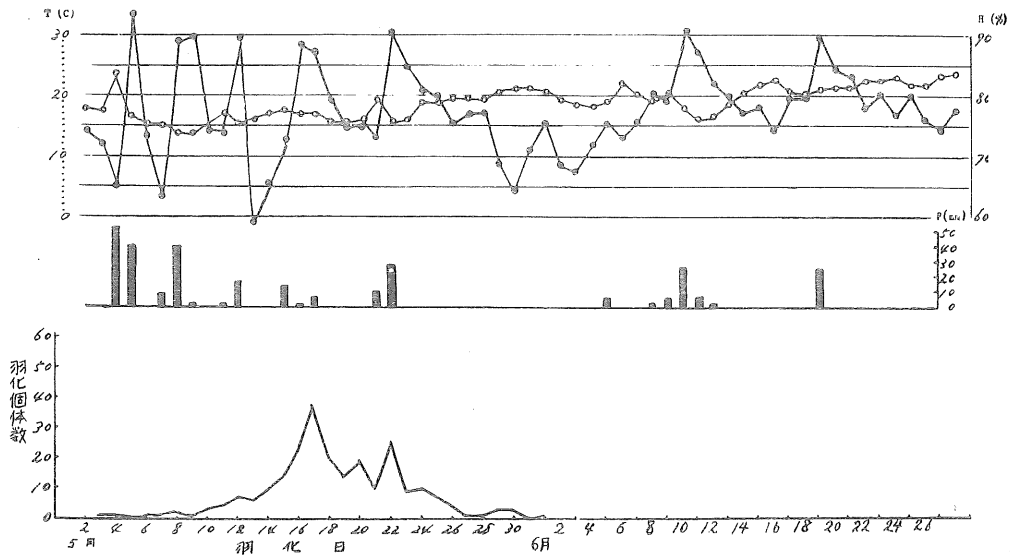


図-69 松

中で

して

島  
マツ  
討し

72

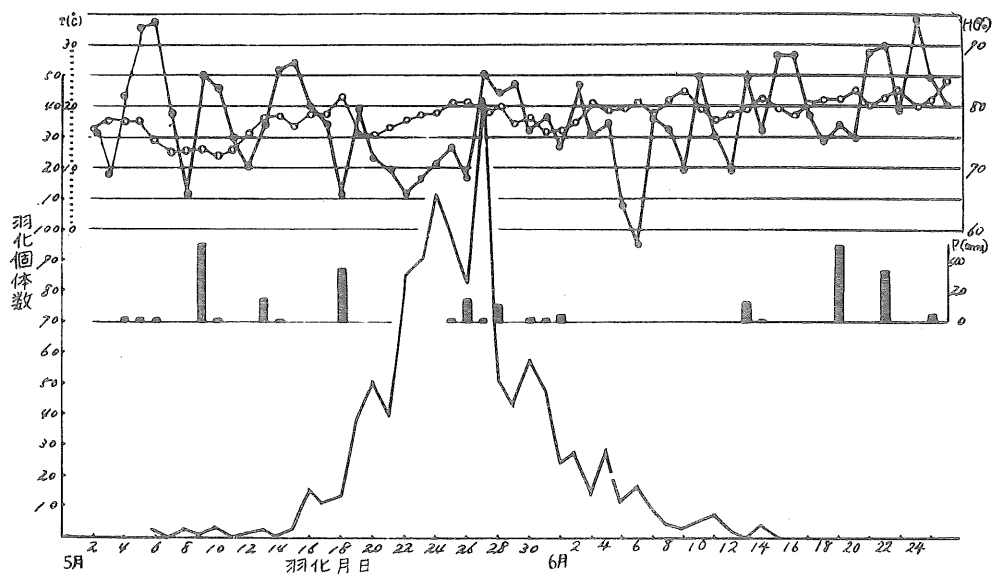


図-70 松江1960

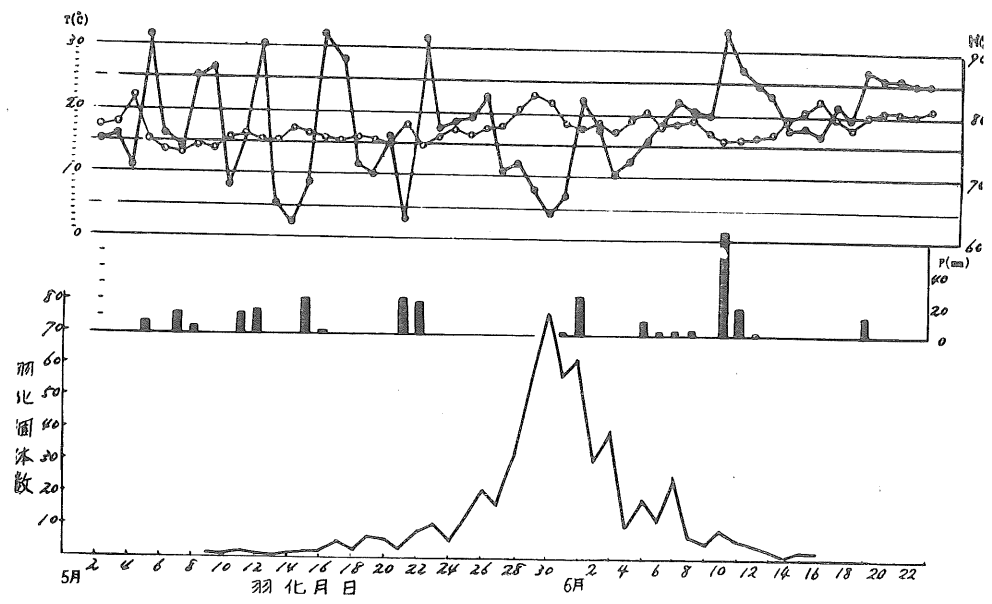


図-71 隠岐1959

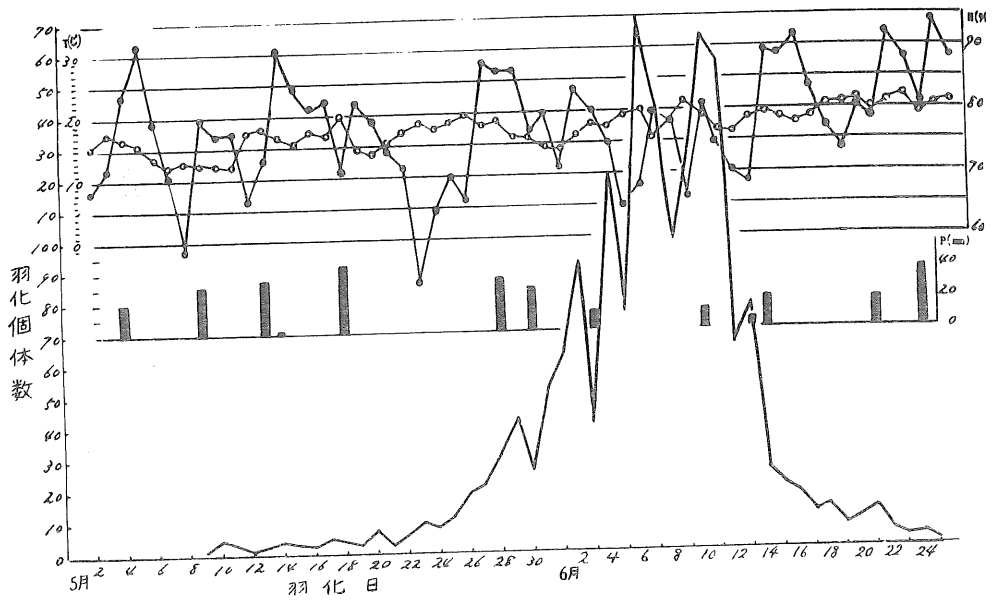


図-72 隠岐 1960

1 羽化曲線

松江の場合

1959年は羽化個体数が少なく、羽化曲線の頻度分布も歪みをもっている。羽化開始日が、5月3日で終息日が、6月1日であつた。

1960年は、寄生蜂の寄生率が前年度に高くなっているから、個体数も1959年に比較して非常に多く、羽化曲線も殆ど左右相称と思われる曲線を示し、羽化開始日が、5月6日で終息日は、6月16日であつた。

隠岐島の場合

1959年の羽化個体数は松江の場合の約2倍を示し、個体数も多かつた。羽化曲線はやゝ時間の短い方へすそを引いている。羽化開始日が、5月9日で、終息日は6月16日となつた。

1960年は、松江と同様に羽化個体数は前年の3倍以上にもなつて、隠岐島の寄生蜂の勢力が高くなっていることがわかる。羽化開始日は、5月9日、終息日は6月26日であつた。この兩年とも羽化曲線のピークは右寄りの傾向を示した。

以上の地域から得た、羽化曲線の統計値を示したのが、表44である。

表-44 松江及び隠岐島におけるマツバノタマバエの寄生蜂  
*platygaster* sp成虫の羽化時期

調査地	年度	羽化 初発日	羽化 終了日	羽化 期間	羽化 個体数	羽化曲線の平均値とその月 日(5月1日から起算)	標準偏差
松	1959	5. 3	6. 1	30	242	18.44 (5月18日)	4.62
	1960	5. 5	6. 11	42	1144	26.10 (5月26日)	5.38
隠 岐	1959	5. 9	6. 16	39	585	30.88 (5月30日)	5.19
	1960	5. 9	6. 26	49	1864	38.36 (6月7日)	6.18

表でわかるように、松江地方での羽化時期は隠岐島より一般に早くなっている。これは本種の寄主の羽化時期についても同様であつた。羽化曲線から求めた、平均羽化日についてみると、松江地方において、1959年のマツバノタマバエの平均羽化日は、5月23日であつたが、本種はこれより少し早く、5月18日となり、約1週間位の寄主より寄生蜂が早く羽化している結果となる。隠岐島では寄主が6月5日、寄生蜂が5月30日となつて約5日早く羽化している。

1960年の松江地方では、寄主が5月29日、寄生蜂が5月26日となり、約3日早い。隠岐島では寄主が6月7日であるのに対して、寄生蜂も6月7日となり、この年の両種の差はあまりみられなかつた。

この兩年の結果からしてみると、寄主と寄生蜂の羽化時期は、殆ど同じか、または寄生蜂が少し早く羽化を開始し、羽化最盛日にはあまり差はないが、多少寄生蜂が早い傾向がみられる。

本種の生態からして、寄主の羽化時期と時を同じくして羽化してくるのは勿論であり、成虫の生存期間と、寄主の卵期間を検討してみると、羽化最盛日より、少し早くても充分本種の産卵活動はできることになる。

筒井(1956)はムギアカタマバエ *Sitodiplosis mosollana* の寄生蜂の羽化消長を調べた結果では、著者の場合とは逆に、約10日位おくれて羽化してくると報告している。勿論種類によつて羽化時期も相当異なつてくるが、ムギアカタマバエの卵期間は平均5日間であり、7日から10日間の羽化時期のずれは、寄生効果からみても非能率的とも考えられる。

本種の場合は、寄主の羽化曲線のピークに非常に接近している点からみても、寄生効果が非常に高くなるものと考えられる。

羽化時期は寄主と同様に、地域により林分の状態によつて異なつてくる。寄主より比較的乾燥状態に抵抗力を有し、土壌表面が少し乾燥しても死亡する個体は少ない。羽化前の多少の降雨は羽化脱出を促進させる。毎年羽化曲線のピークが形成される前数日間のうち降雨があることは、寄主と同様にみのがせないことである。

## 2 羽化最盛日の予察

寄主と全く同様に、羽化最盛日を予察できるか否かについて、実際に採集した個体数を累積し、累積羽化率をLogitに変換するとともに、比較の便宜上Probit変換値も求めた。この場合も、寄主で行つたように、羽化初期と、終熄期の不安定期の個体数(4個体以下)を除いて計算をした。

1960年の羽化個体数から求めた、Logit および Probit 直線を示すと、図-73、74 のようになる。

図-73 松江における *Platygaster* sp の累積羽化率の Logit 及び Probit 直線

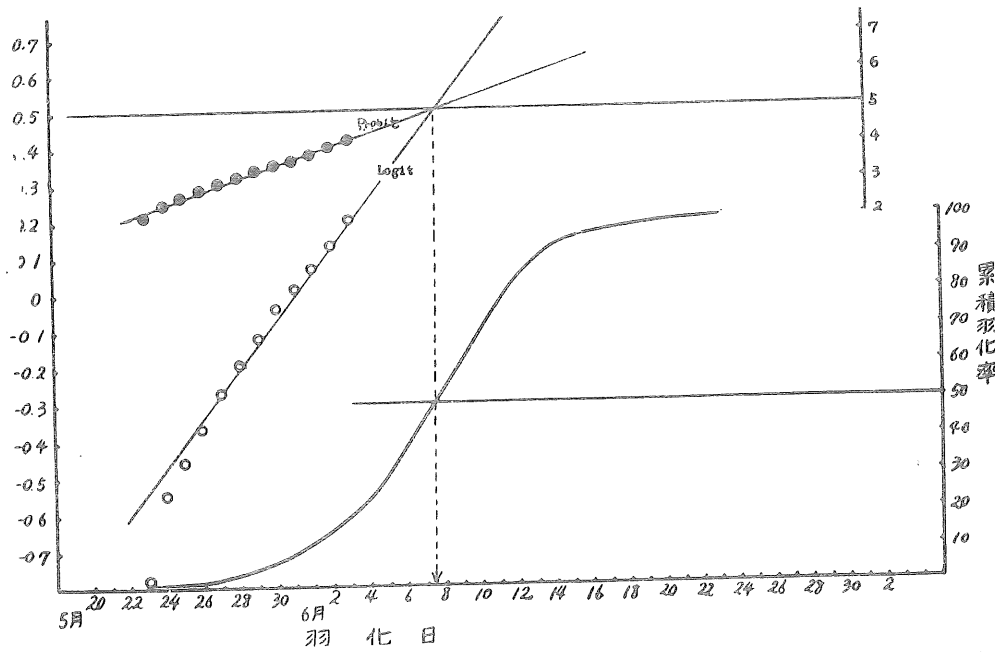
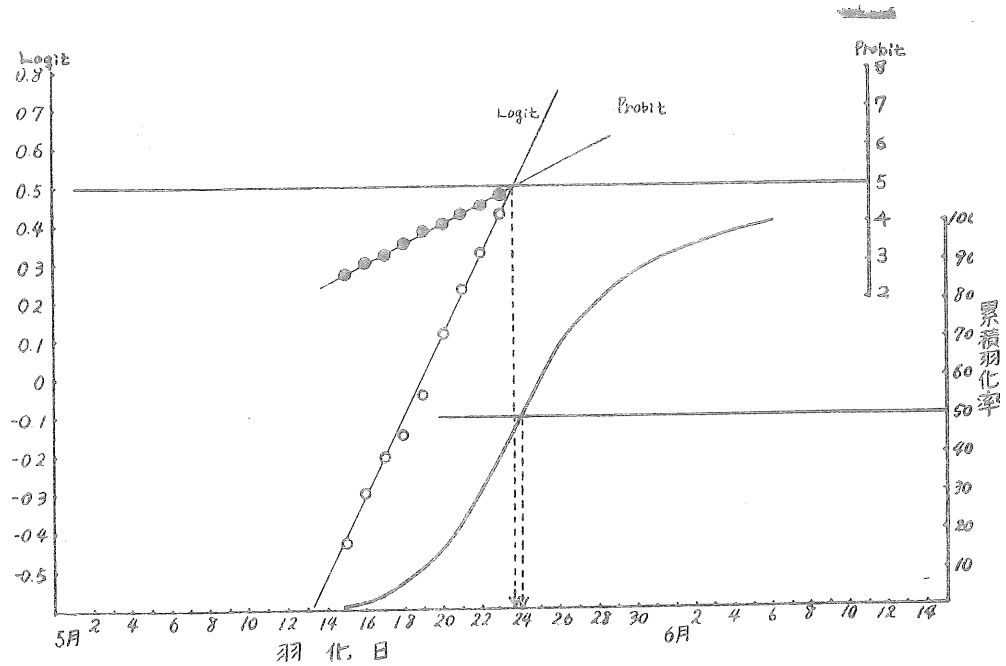


図-74 隠岐島における *Platygaster* sp の累積羽化率の Logit 及び Probit 直線

図に示したように、累積羽化率曲線の50%に当る日は、松江では5月24日、隠岐島では6月8日である。この両地の累積羽化率の Logit および Probit 直線の50%の日も全くこれと同じ日に当り、極めてよく一致した。これは実測値から求めたものであるし、羽化曲線の両すその不安定な日を除いてあるから、羽化曲線はピークを中心に左右相称型になつていて、Logit 変換や Probit 変換で得た直線の50%の点が、累積羽化率50%や、羽化最盛日に一致するのが当然といえる。

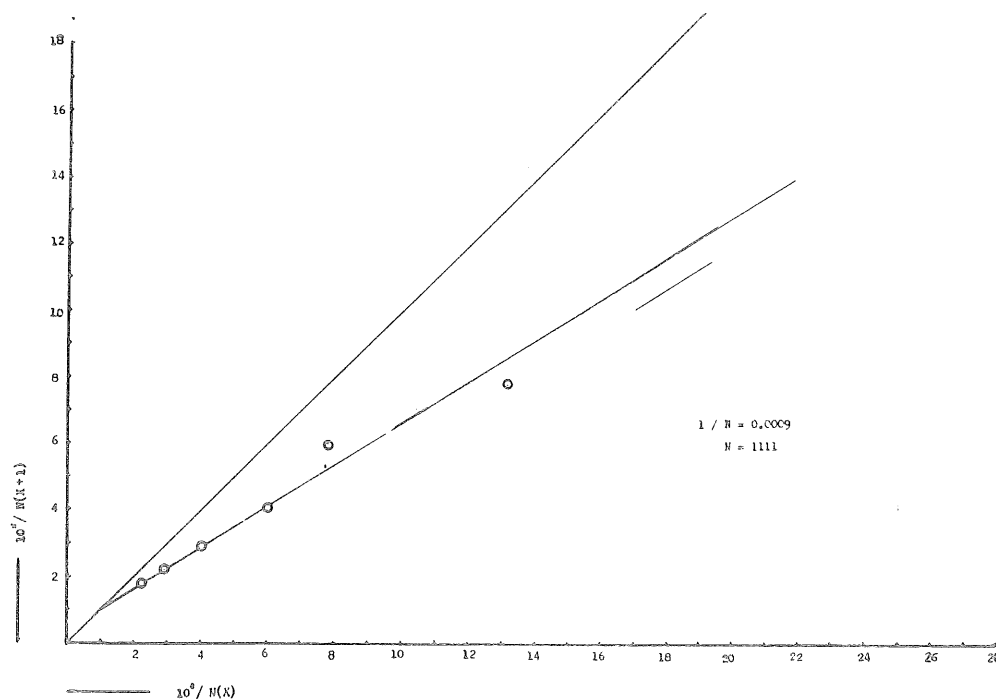
#### 定差図による推定

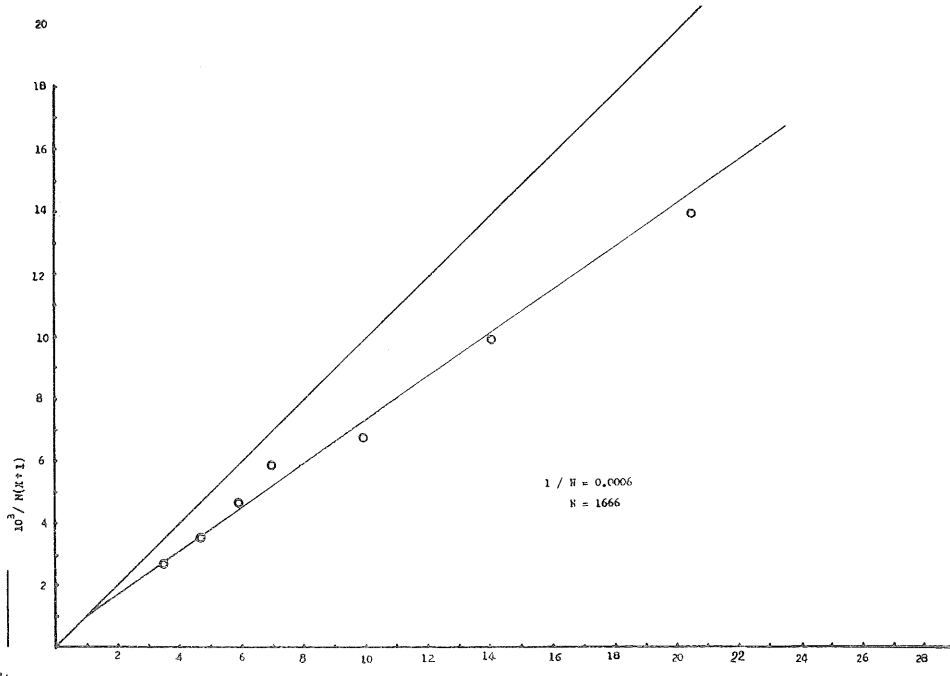
さきに示した Logit および Probit 直線は実際に羽化した総個数から求められたものであるが、本種の如き寄生性の昆虫では、測定個体数を比率で得ることはできない。そこで、Logit 法も Probit 法も累積曲線が比率で与えられることが必須条件であるから、数日間の羽化個体数の調査で累積極値を推定し、この極値から理論上の羽化率を求めることができる定差図を使用して、さきに示した実測値の Logit 変換値と比較して、定差図法の応用の可能性を検討してみる。

1960年の松江と隠岐島の資料を利用して定差図を作り、理論的な羽化個体数の累積極値を推定した。この定差図を、図75、76に示す。

更に理論的に求めた羽化個体数の累積極値から毎日羽化率を求め、さきに示した実測値との比較をなしたのが、表45である。

図-75~76





12.76 2.2.1960

表-45 マツバノタマバエの寄生蜂 *Platygaster sp.* の羽化個体数の累積率曲線の Logit 変換値と  
定差関法によつて理論的に求めた羽化個体数の極値 N による累積率曲線の Logit 変換値の比較

松江 1960	5月	15	16	17	18	19	20	21	22	23	定差関による推定値 N			観測値 N (1105)
	$10^3/n$	66.6	58.4	25.6	13.1	7.8	6.0	4.0	2.9	2.2	(1111)			
理論 Logits		-0.433	-0.510	-0.220	-0.067	0.055	0.122	0.251	0.322	0.418				
観測 Logits		-0.433	-0.309	-0.214	-0.179	0.056	0.123	0.232	0.323	0.420				
鷹岐 1960	5月	23	24	25	26	27	28	29	30	31	定差関による推定値 N			観測値 N (1816)
$10^3/n$	200.0	71.4	47.6	31.2	20.4	14.0	9.9	6.9	5.9	4.7	35 2.6			
理論 Logits		-0.761	-0.557	-0.448	-0.354	-0.255	-0.176	-0.095	-0.013	0.024	0.059	0.154	0.230	
観測 Logits		-0.784	-0.556	-0.467	-0.375	-0.274	-0.196	-0.115	-0.034	0.004	0.068	0.132	0.206	

松江における実際の羽化個体数の総数と、定差図から求めた累積極値は非常によく一致し、6個体の差にとどまつた。隠岐島でのそれはかなり相違を示し、150個体の差を生じている。しかしながら両地区の Logit 変換値は割合近似していて、この程度の誤差の範囲内における相違なら、実際には役立つものと考えられる。

これらのことから本種の発育の個体変異が正常分布に近いというだけでなく、応用上の見地からも非常に有利なことである。

本種の羽化最盛日を事前に予察することにより、寄主の羽化最盛日に薬剤使用などを考えた場合の寄生蜂の保護策も講じられるし、寄生蜂の活動能力を高めるような積極的な面にも有利な利用性をもつものと考えられる。

#### 第4項 性 比

本寄生蜂の性比について、1958年から1960年における採集虫を材料に検討した。

#### 研 究 方 法

本種の雌雄は、成虫の尾部の形態と、生殖器、触角で明らかに区別できる。各個体を顕微鏡(150倍)で検査して類別した。

#### 結 果 と 考 察

##### 1. 雌雄の区別

雌：1) 触角の第2鞭節の幅が非常にせまく、小さい。

2) 鞭節の毛が小さくて短かく、密生する。

3) 尾部が細長い。

雄：1) 触角の第2鞭節の幅が広く、大きい。

2) 鞭節の毛が、太くて長く、粗生する。

3) 尾部はまるみをなして、腹面に向つて湾曲する。

(附図 参照)

##### 2. 性 比

本種に近いものに、米国における Hessian fly, *Phytophaga destructor* の重要な寄生蜂であるところの、*Platygaster herrickii* がある。HILL (1937) の研究によると、*Platygaster herrickii* の性比は、雌102個体に対して、雄98個体であつた。(雌51%、雄49%の割合になる)、また Hessian fly の同じく寄生蜂である

*Platygaster hiemalis* の性比について、CHARLES C, & HILL (1926) が、成虫8476個体について調査した結果、雌66%、雄34%になつている。

著者が本種について調査した結果を表41に示す。

表-41 マツバナタマバエの寄生蜂 *Platygaster* sp の性比

性 別	測定個体数	性 比
♀	866	81.47%
♂	197	18.53
計	1063	—

表に示したように、1063個体の調査では、雌が81.47%、雄が18.53%となり、8:2の割合で雌が非常に多かつた。このことは、本種の天敵価値を決定する重要な事柄であると思う。

抱卵数について、多くの雌を解剖して検鏡したが、卵が未成熟であつたり、成熟していても極めて卵数が多く、計算が不可能であつた。HILL (1926) は Hessian fly の寄生蜂、*Platygaster hiemalis* の雌の卵巢内の卵の数を調査し、10個体の平均抱卵数が3322卵であつたとしている。

1頭の寄主幼虫の中からでてくる寄生蜂の蛹の数は1~5個体であるが、1個体の場合が非常に多かつた。

才5項 産卵および産卵習性

成虫の産卵および産卵習性に関する調査をした。

研究方法

調査は1961年6月、島根県隠岐島のマツパノタマバエの発生林内で実施した。林内の被害木のまわりに立っていると、本種は産卵のために、針葉の上を非常に活潑に活動している。観察すべき当年生枝をマークして産卵行動をとっている成虫を、ルーペで追跡すれば、必ず寄主の卵塊がみられる成虫1回の産卵所要時間を測定し、産卵針葉を採集して、Alcohol に侵漬し、室内で顕微鏡検査をした。

結果と考察

1) 産卵習性

成虫は産卵にあつて、極めて敏捷に行動する。当年生枝の長さ、30cm位(着生針葉数、約230本位)に着生している針葉を、殆ど全部にわたつて寄主卵塊を探索し、卵塊がみつからなければ飛び去り、他の枝に移つて活動する。寄主の卵塊がみつかり、産卵管を針葉腹面の寄主卵に挿入して排卵する。

産卵に要する時間を調査した結果を、表42に示す。

表-42 マツパノタマバエの寄生蜂*Platygaster* sp 成虫の産卵

所要時間と寄主の卵塊の卵粒数

寄主の卵塊の卵粒数	寄生蜂の産卵に要した時間(秒)
8	11
12	15
5	4
10	17
7	8
4	5

この表に示した時間は、寄生蜂が卵塊を発見してから産卵姿勢をとり、産卵管を挿入して、産卵を終るまでの時間である。卵塊当り、4~17秒位その時間を必要としている。産卵を終れば次の針葉

に移つて何回でも産卵を継続する。

## 2) 産卵

寄主卵に産下された卵を、その直後に観察した結果（寄主卵外に附着していた卵）では、卵の長さ約65 位、幅約27 であつた。

卵の形は西洋梨形で、一方が細くなつている。寄主卵が透明であるから、外部から観察（600倍）した結果では、寄主卵の内部に挿入されたもの、卵外に附着しているものなどからみられ、寄主1卵に内外をあわせて4 卵位産下されているものもあつた。

HILL (1926) は *Platygaster hiemalis* の寄主当りえの平均産下卵数は4.2 卵としてゐる。一般に *Platygasteridae* に属する *Polygnotus* や *Platygaster* のものは多胚生殖をすることが知られている。LEIBY & HILL (1923, 24) は Hessian fly に寄生する *Platygaster hiemalis* の卵は単胚子的にも多胚子的にも發育すると述べ、同じく、Hessian fly の寄生蜂 *Polygnotus minutus* は多胚生殖をすると述べ、寄主幼虫に産下された卵は、10~12 個の胚子を生ずると報告している。

本種の生殖については観察が不充分であり、今後の研究に残された問題であるが、*Platygaster hiemalis* と同様に単胚子的にも多胚子的にも發育できるのではないかと考えられる。

## 3) 雌の産卵数

成虫の産卵数を調査することは極めて困難であつて、正確な調査はできなかつた。野外から採集してきた当年生枝に寄生蜂成虫を放して、産卵行動を自由にらせ、産卵針葉をすぐ採集して、Alcohol に浸す方法により、雌の当年生枝の上における産卵回数を記録した。

観察個体は2例で、非常に信頼度が落ちるが、Aの場合、産卵動作21回、針葉における寄主の卵粒数は105卵であつた。Bの場合、産卵動作32回、針葉における寄主の卵粒数は192卵であつた。寄主卵の各々の卵に産卵したかどうかは不明である。

観察時間中においても非常に能率的に活動していて、その後3日目に両個体が死亡したことから推定しても、成虫の産卵能力はおそらく非常に高いものと思われる。野外において観察するに、ほとんど日中は針葉上で終始産卵活動をしていることからみても、産卵能力の高いことは肯定される。

HILL (1926) は *Platygaster hiemalis* の産卵数を調べたが、それによると、雌が平均675卵位を産下していると報告している。

## 才6項 成虫の生存期間

成虫の生存期間について調査した。

## 研究方法

実験は1961年5月にした。口径2cmの試験管に羽化直後の成虫を約10個体ずつ入れ、各々所定の環境下において生存日数を調査した。

処理1：試験管の中にはなにも入れないで成虫だけ入れて綿栓してある。

処理2：試験管内にマツの当年生枝を針葉をつけたまま挿入して綿栓がしてある。

処理3：試験管の綿栓のすぐ内側に濾紙（1×5cm）に砂糖液1%を浸してはりつけてあり、綿栓がしてある。

処理4：同様に4%液が施してある。

処理5：同様に10%液が施してある。

これを室内に置いて観察した。マツの当年生枝および砂糖液は毎日交換し、試験管も殺菌したものと2日毎に交換した。

#### 結果と考察

雄の個体数が非常に少ないので実験に使用することができなかつた。この調査結果を示すと、表43のようであつた。

表-43 マツバノタマバエの寄生蜂 *Platygaster* sp 成虫の生存日数

環境状態	個体数 ( )	生存日数		
		最短	最長	平均
A	10	2日	5日	3.1日
B	18	3	8	5.1
C	10	3	8	5.5
D	12	6	10	7.6
E	11	7	13	10.0

A：ガラス試験管(2×18cm)に入れて綿栓をなして室内に置く。

B：試験管の中にアカマツ当年生枝を入れ、成虫を放して綿栓をなし室内に置く。

C：1%砂糖水をろ紙(幅1cm、長さ5cm)に浸して試験管に入れ、成虫を放して綿栓をなし室内に置く。

D：4%砂糖水をC区同様にす。

E：10%砂糖水をC区同様にす。

表に示したように、水も砂糖液も供給しない場合には、2日から5日間で、平均3.1日の生存しかできなかつた。しかし試験管の中に針葉を入れると、3日から8日となり、平均5.1日を示し、何も入れない乾燥状態より2日位長く生存した。砂糖液を供給すると生存期間は長くなり、砂糖水1%で平均生存日数が5.5日、4%で7.6日、10%で10.0日となり、実験範囲の濃度では、濃度が濃くなる程、生存期間は長くなつた。

雌雄によつて生存期間は異なると考えられるが、実験ができなかつたので、他の寄生蜂などの報告を参照するに、一般に雄が雌より短命であることが多い。

即ち CHARLES C & HILL (1926) は *Platygaster himalis* の成虫を、乾燥状態に置いた場合、水を与えたもの、砂糖水を与えたものと3区をつくつて雌雄の生存期間を調査した結果、いずれも、雄が雌より約1日位短くなつてゐる。実験の条件(水や砂糖液を供給)による差異についてみると、雌雄平均日数では、乾燥状態の下で、2日と8時間、水を供給した場合で、4日と11時間、砂糖液の供給で、11日と2時間になつてゐる。この実験は環境温度 16<sup>o</sup> でなされたものである。しかし HILL (1926) は自然状態における *Platygaster hiemalis*

の成虫の平均生存日数は雌12日、雄11日としている。

松沢(1958)がコマユバチの1種 *Apanteles glomeratus* における生存期間の雌雄差について実験したところ、雌は雄より平均2日位長くなっていると報告した。同氏は更に、成虫に Glucose, Fructose, Mannose, Galactose, Lactose, Maltose, Saccharose Refined sugar, Honey の20%液で飼育して、精製白糖が最も成績がよく、蜂蜜や Saccharose もこれに劣らない結果を得ている。このコマユバチの飼育では10%から20%の濃度の精製白糖液、蜂蜜液を使用するのが最適であろうとしている。これらからしても、著者の砂糖液10%はよいとしても、1%や4%は濃度がかなり低くかつたものと考えられる。それにしても、試験管の中に、針葉や、砂糖液1%を供給しただけで2日間も生存期間が長くなっている。隠岐島で寄生蜂の勢力の高い林分は、下層木、地床植物がよく繁茂していることなどから考えて、植物葉上の水滴や、下層木に寄生している各種カイガラムシなどの分泌物を利用して、野外状態では割合生存期間は長いのではないかと推定される。寄生蜂の生存期間を長くして、産卵能力を充分発揮させるためには、林分内の下層木や地床植物に砂糖水などの撒布を実施することも、寄生蜂の寄生効果を更に高めるのではないかと考える。

#### 第7項 林内における成虫の活動

成虫が昼間活動性であることはすでに述べたが、成虫の活動(産卵活動を指す)が、1日のうちでどのような時刻になされるか、そしてこの活動は天候とどんな関係をもっているかについて調査した

#### 研究方法

調査林はクロマツ幼令林、採集方法は80cm×80cmのネットで beating method によつた。採集時間は毎時刻内40分とし、林分内の採集場所を単木の針葉上と下層木の上の2つに区分した。採集経路は毎回同じにとつた。

#### 結果と考察

成虫は朝方は林内の下層木の枝葉にいて、8~10時頃太陽が林分に直射する時刻になると、針葉上に飛来して寄主探索行動を起す。10時から14時、16時頃までが最も活動最盛時刻であり、夕方になると針葉上の個体数は減少し、下層木に移行してくる。

この関係を採集個体によつて示すと表46のようになった。

表一46 時刻別採集による寄生蜂 *Platygaster* sp 成虫の活動の解析

(於1959.5月 隠岐島)

採集月日 および時刻	当年生枝の針 葉上での採集	林分内の下層 木の上での採集	計	当年生枝の針葉 上での採集率
1959.22/V 8 ~ 10	17	46	63	26.9%
10 ~ 12	57	22	79	72.1
12 ~ 14	93	3	96	96.8
14 ~ 16	33	24	57	57.8
16 ~ 18	1	50	61	1.6
1959.23/V 8 ~ 10	13	52	65	25.0
10 ~ 12	69	18	87	79.3
12 ~ 14	112	11	123	91.0
14 ~ 16	38	26	64	59.3
16 ~ 18	5	77	82	6.0
1959.26/V* 8 ~ 10	1	12	13	7.6
10 ~ 12	3	24	27	12.5
12 ~ 14	4	18	22	18.1
14 ~ 16	1	15	16	6.2
16 ~ 18	0	24	24	0

\*雨のち曇り

下層木に移動してきた成虫は、枝条や葉裏を盛んに歩行している。この下層木に夜間は静止しているものと考えられる。

天候状態と成虫の産卵活動は深い関係があり、一般に雨模様の日には針葉の上で産卵活動をしている個体は殆どない。下層木の葉裏や、樹幹の樹皮の間、地表面の落葉層の間などで成虫が採集できる曇天の日の活動は極めて弱いが、それでも針葉の上で少数個体が産卵行動をしているのをみかける雨天の日には寄主の産卵活動もなく、寄生蜂も活動していないから、両種の活動は全く停止状態になる成虫は非常に水滴を必要とするが(生存期間が長くなる)、また一面水滴に翅面や脚を吸着され、これから脱出しようとして死亡する個体数も多い。雨天の日の林内の棲息場所は降雨の直接かゝらないような所が選ばれるらしい。

安松(1953)はルビーアカヤドリコバチ *Anicetus beneficus* の産卵能力について研究し、この種の活動について述べ、天候の悪い場合は葉の下面に移行して静止し、暴風雨にも薬剤散布にも活動能力が高いから難をさけるとしている。

松沢(1958)はモンシロチヨウの寄生蜂 *Apanteles glomeratus* の圃場における日過活動を調査し、活動が9時から15時まで最も旺盛であつたことを報告している。更に曇天、雨天の日についても調査した結果、曇天日の活動は晴天日の活動と殆ど変化しないが、雨天日の個体数は殆どないとした。

#### 第8項 蛹の期間

本種の蛹期間の正確な調査はできなかつたが、寄主を室内で砂土飼育をなし、毎日適当量の砂を採取して水洗し、蛹を採集して個体別に羽化調査をなして、蛹期間とした。

#### 研究方法

飼育土壌を毎日適当に採取して水洗し、蛹を採集して顕微鏡で蛹体を検査し、蛹体内部の発育過程を3つに区別して個体別に保存して羽化調査をまつた。

#### 蛹体の発育過程の区分

- A) 蛹体が淡黄色で、蛹の尾部に濃黄色の層がある。
- B) 複眼が黒色となり、触角、脚などが判別できる。尾部の濃黄色の層に成虫の尾部が連絡されている。
- C) 成虫体が黒色となつてみられ、蛹殻尾部の濃黄色の層は消失している。

これらについて、A→B、B→C、などの日数を求めて蛹期間を計算した。

#### 結果と考察

蛹の発育過程を3つに区別して、羽化日までの所要日数を求めたのが、表47である。

表-47 寄生蜂の蛹期間

期 環境条件	発育過程	観察個体数	期 間 (日)		
			最短	最長	平均
平均気温 17°Cの室内	A → B	13	1	~ 2	1.23
	B → C	23	9	~ 12	10.73
	A → C	43	10	~ 14	12.02
	C → E*	28	4	~ 11	7.57
14°C恒温	C → E	10	6	~ 10	8.30
20°C恒温	C → E	6	3	~ 6	5.00
室内状態	蛹 期 間	—	—	—	19.59

\* Eは羽化

蛹の内部は淡黄色で、尾端に濃黄色の層がある時期から、蛹殻内で成虫体が形成され、複眼が黒色になつてくるまでの期間は非常に短かく、平均1.23日であつた。複眼が黒色になつてきてから、触角、脚などが黒色に変化し、成虫体が完全に外部から識別できるまでには、10.7日を要した。即ちAからCまでの過程に要する日数は12.02日を要している。

蛹殻内で成虫体が形成されて黒色となり、実際の羽化(E)日までには、7.57日を要している。この期間を温度の異なる条件下で調査してみると、室温平均17°Cで7.57日、14°Cの恒温下で、8.30日、20°Cの恒温下で、5日となり、温度によつて変化してくる。この温度処理は発育がC

過程で処理しているが、これを発育のA過程で処理していれば更に大きな差を生ずるものと考えられる。

これらの各発育過程を総合して全蛹期間を求めてみると、表に示したように、平均17℃の室温状態の下では、19.5日となり、約20日間を要することがわかった。

第7項 寄主当りの寄生蜂の蛹数および蛹の大きさ

マツバノタマバエ幼虫から出てくる蛹数と蛹の大きさを調査した。

結果と考察

1. 蛹化数

寄主1頭当りから出てくる寄生蜂の蛹数を調査してみると、表-48のようであった。

表-48 寄主1頭から脱出してくる寄生蜂の蛹数

寄主当りの寄生蜂の蛹数	観察個体数
1	268
2	192
3	28
4	16
5	7
計	511
平均蛹数	1.43

表に示したように、寄主1頭当りから出てくる寄生蜂の蛹数は、平均1.43個体となった。

野外で実際寄主、寄生蜂の羽化個体数を調査して、寄生蜂の寄生率を計算する場合には、すべて、次のようにして計算した。

$$\frac{\text{寄生蜂個体数}}{\text{寄主個体数} + \frac{\text{寄生蜂個体数}}{1.43}} \times 100$$

2. 蛹の大きさ

寄主当りの寄生蜂の蛹の密度と蛹体の大きさについて測定した結果は表-49のようであった。

表-49 寄主1頭当りの寄生蜂の蛹密度と体の大きさ

寄主当りの寄生蜂の蛹数	蛹の大きさ 観察個体数	蛹の体長		蛹の体の副		蛹の体の幅	
		最短	最長	最短	最長	平均	平均
1	10	1450	2125	1865	675	875	758
2	16	1125	1625	1350	550	750	664
3	9	1150	1200	1175	600	650	625

この結果は、密度の低いほど蛹体は大きくなるということを示し、間接的に成虫体の大きいことを示している。

本種の寄主当りの蛹数調査における頻度からみると、1個体の場合が非常に多い点からみても、卵の発育法が Hessian fly の寄生蜂 *Platygaster hiemalis* にみられるような多胚子の発育にも単胚子的にも発育をなすものではないかと考えられる。

いずれにしても、寄主当りの寄生密度が低い場合には、蛹の体が大きくなるから、実際には成虫体も大きく、このことが、成虫の産卵能力にも関係してくる。

安松、山本(1955)はルビーローカイガラムシの有力なる天敵、ルビーアカヤドリコバチ *Anicetus beneficus* の体の大きさについて実測し、1化期の成虫は2化期のものより大型個体となることを報告し、本種を放飼する場合は1化期の大型個体を放飼すべきであると力説して大型個体は小型個体よりすべての能力に優るものとしている。

## 第2節 寄生効果の実態

この寄生蜂 *Platygaster* spの島根県隠岐島における存在を確認したのは、1958年であり、以来4年間の調査結果から天敵価値を決定づけるのは早計のように考えられるが、本種は比較的短期間のうちに、種本来の非常に旺盛な繁殖力で寄生率を高め、寄生効果があらわれてくる。現在までの隠岐島における調査結果では、マツバノタマバエに寄生する唯一のしかも有望な寄生蜂であることは断定できる。*Platygasteridae* に属するものには、一般にタマバエ科の昆虫を寄主とするものが多いが、中でも、米国における Hessian fly に寄生する *Platygaster hiemalis* や *Platygaster herrickii*, *Platygaster vernalis* や、わが国におけるムギアカタマバエ *Sitodiplosis mosellana* に寄生する *Platygaster komugi* などは、ムギタマバエ類の最も有力な寄生蜂であり、特に Hessian fly の寄生蜂 *Platygaster hiemalis* や *P. herrickii* などについては研究がされている。

欧州に産する *Thecodiplosis brachyntera* の天敵として、TUBEUF(1929)は Bavaria 地方で有力なものとして、*Calliceras (Ceraphron) brachyntera* および *Misocyclops pini* の両種をあげている。HASEMAN & MCLANE(1941)はムロノキのタマバエ *Contarinia juniperina* の唯一の天敵として、*platygaster pini* があるとし、MILLER(1924)は *Permidge*, *Perrisia pyri* の卵に *Platygaster* sp が寄生すると報告した。RAMACHANDRA(1925)はポプラに寄生するタマバエ一種の幼虫に *Platygaster* の或る種が寄生するとしているし、HADDOW(1941)は南部オンタリオ州の Red pine の *Thecodiplosis brachyntera* の被害林に *Platygaster filicornis* が発生しているが、これが一次寄生蜂か否かは不明であるとのべている。この他にも、タマバエ類と *Platygasteridae* の昆虫について記載されたものは多い。

わが国でも最近熊本地方のスギタマバエ *Contarinia inouyei* の有力な寄生蜂としてスギタマヤドリヒメコバチ *Tetrastichus sugitamabae* が、安松、吉井(1959)に

よつて発見記載され、更に吉井（1959）は本種の生態について研究して、熊本地方のスギタマバエの勢力抑制に非常な効果をあげていることが報告された。

マツパノタマバエの寄生蜂 *Platygaster* sp も決してさきくのべた種類に劣らない高い寄生率と繁殖能力をもっている。本節では隠岐島における寄主と寄生蜂の勢力の関係、寄生率などについての調査結果を吟味する。

#### 第1項 *Platygaster* sp. の分布

本種の分布については、九州大学 安松京三教授によつて、1960年から全国調査がなされているので詳細は後日発表されると考える。本項ではとりあえず著者が確認した地域について記述する。

##### 島根県隠岐島西郷町一帯の被害発生林

島根県松江市大角山演習林	♀	2	10/V	1959	著者飼育
神奈川県逗子市桜山	♂	1	12/VIII	1960	東京農大 石渡 裕之
熊本県荒尾市赤田	♀	1	30/V	1961	著者飼育

以上の地域における分布を確認した。なお石川県、熊本県、山口県におけるマツパノタマバエの幼虫と被害林の土壌を多数送付していただいて、松江で飼育したが、熊本県荒尾市産のもの以外からは本種に限らず、寄生性の昆虫類は全たく羽化しなかつた。

#### 第2項 島根県隠岐島における寄主と寄生蜂 *Platygaster* sp. の勢力関係

寄主とその寄生蜂の数量的な変動を解析することは、天敵の取扱上非常に重要な事柄であり、安松（1956'60）によつても強調されている。この数量的な変動の解析は、内田（1952'53）によつて非常に詳細な研究がなされている。しかしながら、実験個体群と異なつて、野外の自然状態下における寄主、寄生蜂相互の数量的な変動と、これに関与する環境条件を正確に分析することは非常に困難なことである。そこで互々に出来る可能な手段としては、各地における寄主、寄生蜂の調査時における羽化個体数の比率を求め、この寄生率によつて両者の勢力の変動を分析する以外に方法がない。このような手段を用いて、隠岐島における3カ年の調査結果を吟味する。

#### 研究方法

羽化個体数調査は林分内に羽化採集枠を設置した方法と、前年の秋に虫えい形成針葉を採集して幼虫を脱出させ、土壌とともに天敵羽化箱に入れて飼育する方法を用いた。

個体数調査の方法が異なるから、林分相互の羽化個体数は厳密には比較できないことになるが、調査個体数の多少は林分における両種の個体数の多少を示していることは間違いない。

調査個体数から寄主と寄生蜂の個体数の比率および寄生率を算定した。

#### 結果と考察

1959年から1961年までの調査各林分の寄主、寄生蜂の相互の個体数変動を示したのが、表50である。この調査林の地域を示したのが、図77である。

表-50 隠岐島におけるマツバノタマバエと寄生蜂 Platygaster sp. の勢力の消長

地図 番号	(1959) 羽化個体数			1958 年の寄生 蜂の比率			(1960) 羽化個体数			1959 年の寄生 蜂の比率			(1961) 羽化個体数			1960 年の寄生 蜂の比率		
	寄主	寄生 蜂	計	寄主 %	寄生蜂 %	計	寄主	寄生蜂 %	計	寄主 %	寄生蜂 %	計	寄主	寄生 蜂	計	寄主 %	寄生蜂 %	計
中町 1	348	98	446	78.00	2.20	164.4	50	58	108	49.29	50.71	111	298	409	2.713	72.87	65.23	
中町 2	1258	584	1842	68.29	3.171	2.450	934	1864	2798	35.38	66.62	138	545	683	1.961	80.39	73.41	
中町 3	132	45	177	74.57	2.543	1.921	80	100	180	44.44	55.56	65	182	247	2.631	73.69	66.18	
中町 4	98	21	119	82.35	17.65	12.96	65	88	153	42.48	57.52	49	115	164	2.987	70.13	62.13	
東郷 5	42	2	44	95.45	5.55	3.00	10	4	14	71.42	28.58	32	44	76	42.10	57.90	57.89	
池田 6	19	0	19	100	0	0	42	33	75	56.00	44.00	25	39	64	3.906	60.94	52.10	
池田 7	5	0	5	100	0	0	22	21	43	51.16	48.84	13	12	25	52.00	48.00	36.89	
国分寺 8	13	2	15	86.66	13.34	9.07	30	26	56	53.57	46.43	21	45	66	3.181	68.19	59.92	
国分寺 9	22	3	25	88.00	12.00	8.55	13	11	24	54.16	45.84	18	32	50	3.600	64.00	55.33	
国分寺 10	45	5	50	90.00	10.00	7.02	26	19	45	57.77	42.23	13	21	34	3.823	6.177	5.289	
中条 11	6298	1534	7832	80.41	19.59	14.55	485	1058	1543	3.143	68.57	60.40	119	495	614	1.939	80.61	74.71
中条 12	18	2	20	90.00	10.00	6.73	22	15	37	59.45	40.55	32.09	45	131	176	2.556	74.44	67.05
中条 13	24	3	27	88.88	11.11	7.69	82	94	176	4.659	53.41	44.69	38	102	140	2.714	72.86	65.25
中条 14	49	8	57	85.96	14.04	10.09	96	123	219	4.383	56.17	47.25	43	138	181	23.75	76.25	69.17
中条 15	592	213	806	73.54	26.46	20.09	323	789	1112	40.93	59.07	63.07	98	448	546	17.94	82.06	74.35
上西 16	4	0	4	100	0	0	7	2	9	7.77	22.23	15.66	13	9	22	5.909	40.91	32.29
上西 17	—	—	—	—	—	—	3	5	8	3.750	62.50	53.12	8	6	14	57.14	42.86	33.88
下西 18	38	10	48	79.16	20.84	15.36	73	80	153	47.71	52.29	43.36	53	123	176	30.11	69.89	61.87
御崎 19	—	—	—	—	—	—	8	2	10	80.00	20.00	15.97	5	0	5	100	0	0
御崎 20	—	—	—	—	—	—	2	2	4	50.00	50.00	3.939	—	—	—	—	—	—

調査地2、1は羽化個体数採集時10個で採集した個体数

既に述べた如く、調査個体数の多い林分は、被害度も高く、寄主の密度も高いと考へても大きな誤りはない。調査地（地図番号2および11）の2号林は林内に採集枠10個を設置して採集した個体数を示している。他の林分は虫えい着生針葉を採集して、幼虫を灌水処理で脱出させたものを飼育箱で羽化させた個体数である。

1959年の調査結果をみると、中町2号林（以下何号林と称す）の羽化個体数の比率は、寄主=68.29%、寄生蜂=31.71%を示していた。この羽化個体から、前年の寄生率を算出すると、24.50%を示す。

これは調査林中の最高であつた。次いで15号林の寄生率が高く、羽化個体数の比率が寄主=73.54%、寄生蜂26.46%で、前年の寄生率が、20.09%となつた。この15号林は1958年に本種を発見した林分であるから寄生率は高いものと予想されていたが、2号林の寄生率がこれよりも高く寄生蜂の個体数の増加に林相が好適であつたとみられる。1958年春に、2号林および15号林で寄生蜂を定期的に採集して、11、13、14号林分に放飼し、その増加の状態は、11号林で調査した。調査表をみてわかるように、1958年の寄生率は他の林分では殆ど10%前後の値を示していたことからみても、本種が1957年頃から個体数を増加しつゝあつたことが推定できる。1960年に調査した結果では、2号林は、寄主33.38%、寄生蜂66.62%の割合で羽化し、前年度の寄生率は58.28%となり、1958年の寄生率の約2倍以上に急激に高くなつている。このことは1958年の寄生率が非常に低かつた林分で更に明瞭にあらわれている。即ち、7~10%の寄生率を示していた林分が、1959年には、大体30%位の寄生率を示した。

特に寄生蜂を放飼した、11、13、14号林をみると、11号林が1958年に14.55%を示していたものが、60.40%に急増、13号林は1958年の寄生率、7.69%が、44.69%に増加し、14号林は、10.09%であつたものが、47.25%に、それぞれ増加している。

1959年の寄生率は、各林分とも平均30%前後となり、高い林分は60%、低い林分でも15%位であつた。

1960年の寄生率を、1961年の羽化個体数から算出してみると2号林、11号林、15号林では実に70%を示し、羽化個体数の殆どが寄生蜂であるという現象を呈した。他の林分でも、低いもので30%、平均50~60%の寄生率を示した林分が大部分であつた。

特に寄生蜂を放飼した、11、13、14号林の状態をみると、11号林が、74.71%、13号林が65.23%、14号林は69.17%を示し、寄生蜂の放飼効果はあつたものとうかがはれる。

各調査林の寄生率の増加の傾向をみると、1958年の寄生率が、約7~20%であつたものが、1959年には13~60%となり、更に1960年には30~70%に増加した。この寄生率の増加によつてもわかるように、寄主と寄生蜂の勢力の関係は、1959年から1960年において入替つてゐる。内田（1956）はアズキゾウムシとその幼虫寄生蜂 *Heterospilus prosopidis* の個体数の長期変動を研究し、長期間にわたる両種の個体数の減衰振動においては初期振動が大きく、中期は安定状態を示し、後期に再び振動が大きくなるとしている。隠岐島におけるマツバノタマバエの寄生蜂は発生以来まもない状態で、寄主の豊富さに伴つて個体数の急激な増加を示す時期、いわゆる減衰振動の極く初期にあるものと考えられる。隠岐島におけるマツバノタマバエとその寄生

蜂の相互間の個体数の変動をみるに、比較的短期間のうちに非常に個体数の変化がみられた。このような極めて能力の高い寄生蜂と寄主の間に数量的に安定期が示されるかどうかは極めて興味ある問題で、今後の調査によつて明らかにしたい。

## 2) 寄生蜂の勢力と林分環境

寄主、寄生蜂の個体数は、過去における寄主の密度の多少によつて変化しているが、寄生率は個体数の多少によつて餘り変化を受けていない。調査地の16号林から20号林までの林分はマツバナタマバエの被害が比較的軽い林分で、虫えい着生針葉も非常に少なく、羽化個体数も少ないが、1960年における寄生蜂の寄生率は30~60%を示し、1~15号林における寄生率と殆ど差がみられない。この地域内の林分は西郷町八尾川を中心として東北と南西に分かれていて、マツバナタマバエの発生量も異なっている。このマツバナタマバエの発生量の多少と林分内の環境との関係については、被害解析の項で述べたが、寄生蜂の寄生率を支配している林分環境としては特別なものはなくマツバナタマバエの発生に好適な林分は、寄生蜂の勢力増強にも好適条件であるように観察された。特に寄生蜂の勢力の増加している林分は、寄主の密度が高いことは勿論であるが、林分内に広葉樹の灌木やシダ類、禾本科の植物が非常によく繁茂していることはみのがせない。

以上のように、1961年の春における調査では、各地域の林分殆どが、寄主の個体数より寄生蜂の個体数が多く、寄主、寄生蜂個体群の勢力は完全にいれかわり、従つて、林分における単木の成長も回復してきて、前年までの成長量の約3倍を示しており、隠岐島におけるマツバナタマバエの勢力も、発生以来15年にしてやうやく終熄期となつた。

### 才3項 寄生蜂の寄生効果

前項では、島根県隠岐島における寄主と寄生蜂の個体数ならびに寄生率の変動について、マツバナタマバエの被害林20林分の調査から吟味した。しかしながら、寄生蜂の寄生率が高まるにつれて、単木の被害はどのように軽減されていくか、これは最も重要な問題であつて、マツバナタマバエの防除対策上の鍵である。1959年以来寄生蜂の活動によつて、被害林の面積や被害度は非常に減少してきて、被害回復期に入つている状態である。この害虫の勢力を抑制できた唯一のものは、本種、即ち *Platygaster* sp. の活動であつたことは明白である。1958年、著者がマツバナタマバエの研究のために隠岐島に調査林を設定してからは、前項で示した調査林は勿論、殆どの被害発生林では薬剤撒布を中止して、天敵類の発見と増殖につとめた。1958年および1959年は寄生蜂の勢力も増加の初期であり、マツバナタマバエの被害もかなり高かつた。それ以来年々に寄生蜂の勢力が高まり、1961年には、両種の個体数は完全に逆転して、寄生蜂が多く、寄主の羽化個体数が少ないから、針葉に対する産卵も極度に減少し、肥大成長、伸長成長量にその結果があらわれてきた。

こゝで寄生蜂の寄生効果について調査した一例を示し、若干の考察を加える。

調査林分は前項記載の中条地区11号林である。この林分における近年の被害経過と、3年間の寄主、寄生蜂の個体数の変動を示すと、表52のようであつた。

表一五二 クロマツ幼令林におけるマツバノタマバエ、寄生蜂の個体数の変動と単木の成長量の減少及び増加の1例

項目 年度	上長 連年成長量 (No. 1) cm	上長 連年成長量 (No. 2) cm	肥大 連年成長量 (No. 1) cm	肥大 連年成長量 (No. 2) cm	当年生枝に おける虫 形成率	羽化個体数比 寄主：寄生蜂	寄生蜂の 寄生率
1955	6.8	5.6	0.65	0.48			
56	5.6	3.7	0.67	0.57			
57	3.4	3.4	0.17	0.20			
58	1.4	1.4	0.07	0.13	48.23%		14.55%
59	1.0	1.1	0.06	0.07	75.86	8041：1959%	60.40
60	1.0	9	0.27	0.35	8.17	3143：6857	74.71
61	3.0	3.0				1939：80.61	

表をみると、1955年と1956年は殆ど被害を受けていないので、上長成長は5.6cmから6.8cmもの成長量を示していた。1957年に被害を受けたことは肥大成長をみればわかる。成長量の関係からみると、上長成長は被害解析の項で述べたように、針葉が被害を受けた年には影響されないが肥大成長は幼虫の食入、虫えい形成、落葉現象によつてその年に影響を受ける。

1955年と1956年に約0.5cmから0.7cmも成長していたものが、1957年のマツバノタマバエの寄生によつて、0.17cmという、約5～7倍も成長量が減少した。

1958年から寄主と寄生蜂の数量的な変動や、虫えい形成率が調査してあるから、この関係が一層正確にわかる。1958年の虫えい形成率は、48.23%であり、翌年春の羽化調査からこの年の寄生蜂の寄生率を算定してみると、14.55%となつた。1958年の上長成長は前年のマツバノタマバエの寄生によつて左右されるから別問題として、1959年の成長量は1.0cmから1.1cmとなり肥大成長は0.07cmから0.13cmと前年より更に減少している。

1959年には、虫えい形成率が75.86%の高率を示し、被害度は最高になつた。この春の羽化個体数をみると、マツバノタマバエが8.041%、寄生蜂が19.59%の割合で羽化した。寄生蜂の密度もまだ低く、成長量も上長成長(1960年調査)が1.0cmから9cm、肥大成長は0.06cmから0.07cmであつた。寄主の増加は寄生蜂の寄生能力を最高度に発揮させるが、事実その通りで、翌年の羽化個体数から寄生率を求めると、60.40%の高率を示した。

1960年は前年度において、寄生蜂の活動があるから羽化個体数の比率はいれかわり、マツバノタマバエが3.143%に、寄生蜂が68.57%であつて、マツバノタマバエの産卵数も急激に減少し虫えい形成率は実に8.17%となり、前年度の $\frac{1}{9}$ までに低下した。

この年には肥大成長量は前年の約5倍、上長成長も1961年の調査では約3.0cmも伸長し、前年の約3倍の成長量を示した。1960年の寄生蜂の寄生率は実に74.71%となり、羽化個体数の殆どが寄生蜂であつた。

以上は調査地11号林の被害ならびに回復経過であるが、他の林分でもこれと全く同一な状態が

観察される。

才4項 寄生蜂の飼育

本種の寄生効果については前項で例をあげて解説した如く、天敵価値は高く評価してもよい。しかし島根県隠岐島では寄生蜂の自然増殖によつて被害は殆どなくなつたが、石川県などの如く、新しい地域でも大発生をなし、被害面積が増加しつつある現状から、寄生蜂の保護増殖、移動が可能になれば一層有効であると考え、1959年から寄生蜂の簡易代用寄主の探索につとめたが、現在までに発見することができなかつた。1959年にマツバノタマバエの野外飼育を行ない、これに寄生蜂を放飼して寄生せしめ、翌年その羽化個数若干得た。この寄主と寄生蜂の野外飼育の結果についてのべる。

研究 方法

野外に2~3年生のアカマツを植栽して、飼育箱をおおい、その中に寄主と寄生蜂を放飼した。

結果と考察

飼育結果を表51に示す

表-51 寄主、寄生蜂の野外飼育結果

寄 主 ♀ : ♂	寄生蜂 Platygaster sp	区	Gall形 成針葉数	寄主の羽 化個体数	寄生蜂の 羽化個体数	寄主寄生蜂 の羽化個体数	寄生蜂の 寄生率
5 : 3 5月18日 放飼	2 5月19日 放飼	1	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0
		3	1	3	0	3	0
		4	0	0	0	0	0
		5	2	5	0	5	0
10 : 5 5月20日 放飼	5 5月21日 放飼	1	2	1	0	1	0
		2	1	0	0	0	0
		3	4	11	2	13	10.56
		4	5	13	4	17	17.19
		5	7	15	3	18	11.76
20 : 10 5月21日 放飼	10 5月22日 放飼	1	13	28	7	35	15.00
		2	9	17	3	20	10.52
		3	21	34	11	45	18.26
		4	18	22	15	37	31.25
		5	14	19	8	27	22.44
30 : 15 5月23日 放飼	15 5月24日 放飼	1	18	24	14	38	28.78
		2	23	39	25	64	30.85
		3	21	22	18	40	36.23
		4	15	24	11	35	24.05
		5	17	27	15	42	27.80

この結果からして、マツバノタマバエを飼育すれば、寄生蜂の飼育が可能であることは判明したが表でもわかるように、寄主の放飼個体数が少ない場合は産卵させることが殆ど不可能であり、寄生蜂も寄生させることはできなかつた。これは飼育条件(環境の整備)が悪かつたことにも原因があつた即ち、野外飼育箱の上面と、両側面をガラス張りにしていたこと、飼育箱の大きさが、80cm×40cmの大きさでは小さ過ぎたことの二点であつた。

ガラス張りにしておく観察は容易であるが、昼夜の温度較差のためにガラス面に水滴を生じ、この水滴に接近して死亡する個体が非常に多かつた。飼育箱は少なくとも大きさ1m×1m位のものでないと、成虫の活動範囲を非常にせばめ、自由な産卵を行はせることはできない状態であつた。

この狭い条件の下においても、寄主、寄生蜂の密度が高くなると、産卵をする個体もあつて、寄主20に対して寄生蜂5個体の場合寄生率は10%程度、寄主30に対して寄生蜂10個体では15%から20%の寄生率を示し、寄主45に対して寄生蜂15個体では30%前後の寄生率を示した。この寄生率が放飼個体数の増加(寄主、寄生蜂の兩種)するにつれて高くなつてはいるが、寄主の羽化個体数は、寄主50個体の場合も45個の場合も殆ど差がないことからみて、寄主の放飼個体数が増加すれば、それだけ多く産卵がなされたという結果にはならない。寄生率の増加は寄主の豊富さではなくして、寄生蜂そのもの、個体数が多いことからこのような現象がみられたものと考えられる。

いずれにしても、この実験から、環境を整備して野外でマツバノタマバエを飼育すれば、寄生蜂の飼育は比較的容易であることがわかつた。

#### 第5項 寄生蜂 *Platygaster* sp の保護利用について

害虫の駆除にあつて、天敵利用の研究は古い。これらの研究業績も非常に数にのほつている。古くは、ハワイにおける Avocado mealybug, *Pseudococcus nipae* の防除に、OSBORN (1922) はトビコバチの一種 *Pseudaphycus utilis* をメキシコから輸入して介殻虫の駆除をおこない、2年後には全く被害がなくなつたことや、アハヨトウ *Cirphis unipunctata* およびヨトウムシの一種 *Spodoptera maurita* の天敵としてメキシコからヒメバチの一種 *Euplectrus platyhypenae* とヤドリバエの一種 *Archytas Cirphis* が輸入されて成功した例、カリフォルニアにおけるイセリヤガイガラムシの防除に、KOEDELE (1892) がオーストラリアからツマアカオテントウ *Cryptolamus montrouzieri* を輸入して成功したこと。森林の害虫については、ユーカリを害するカイガラムシの一種 *Eriococcus coriaceus* の防除にオーストラリアからニュージーランドにテントウムシの一種 *Rhizobius ventralis* を輸入して成功した。カナダにおけるヨーロッパ産のハバチの一種 *Lygaeonematus erichsoni* は森林に大被害をあたえていたが、英国からハバチの繭を輸入した結果、ヒメバチの一種 *Mesoleius tenthradinis* が定着し、毎年その寄生率が高くなり、約10年後には寄生率が88%にも達した地方があることを CRIDDLE (1928) は報告している。近年における諸外国における天敵利用の現状を安松 (1960) が詳細に紹介している。

これらは外国における天敵昆虫の輸入によつて害虫防除が成功した一例であるが、一方既存の天敵昆虫の保護利用によつて害虫の駆除に成功した主なものに、安松 (1946, '51, '53 a, b, '55)

のルビーロウカイガラムシ *Ceroplastes rubens* の寄生蜂、ルビーアカヤドリユバチ *Anicetus benificus* の研究がある。この寄生蜂は従来ツノロウムシに寄生していたものであるが、近年ルビーカイガラムシに寄生する新しい系統が九州各地に出現したのもらしいといわれている。

この寄生蜂は九州一帯の柑橘栽培地帯で増殖利用されていることは一般に知られるところである。九州の柑橘栽培地帯から更に本州、四国にまで移植され、ルビーロウムの駆除に成功している。同氏の研究は原産種を発見し、積極的な保護増殖と移植によつて生物的防除の目的を完全に達成された場合である。わが国のクリの大害虫、クリタマバチ *Dryocosmus kuiphilus* とその寄生蜂の研究も近年大成功をおさめた研究である。即ち、クリタマバチおよびその天敵類の研究は安松 (1951, 55) によつて分類学的研究がなされ、鳥居 (1959) によつて応用的研究がなされて、全国各地の発生地に移植されている。また熊本地方のスギタマバエの寄生蜂、スギタマヤドリヒメ ヌコバチ *Tetrastichus sugitamabae* は、安松、吉井 (1959)、吉井 (1959) の両氏によつて研究され熊本地方のスギタマバエの被害地では、他の駆除法を不必要とするまでに勢力を増加してしることが報告されている。

以上がわが国における最近の研究であり、このような大成功をおさめた例はあまりない。この先学者の過程や結果を参考にしながら、隠岐島における *Platygaster* sp の保護利用について、著者の研究結果と観察を総合して若干の考察をなしてみる。

#### 1) 既存地における保護

##### A 既存勢力を保護するには

隠岐島における被害林の殆ど全域にわたつて、*Platygaster* sp は生存している。従来マツバノタマバエの防除は薬剤撒布を実施してきたが、薬剤による本虫の駆除は殆ど効果がなかつたことからみてもできるだけ薬剤使用を避けることが必要である。特に隠岐島島後などの林相では薬剤の撒布は経済的効果があがらない。マツケムシなどに対する薬剤撒布は寄生蜂の羽化時期をできるだけ避けてなすべきである。

##### B 林分環境の整備

寄生蜂は日中針葉上で活発な産卵活動をなしているが、夜間は林内の下層木や地床植物の上に棲息するから、下層木や地床植物を整備してやる必要がある。特に林分内に点々と常緑樹の群落をつくり、夜間の棲息、食物の摂取などが容易にできるようにしてやる。

##### C 食物の補給

本種は乾燥状態では非常に短命であるが、水や砂糖水を供給すれば生存期間が長くなるから、非常に乾燥状態が続く場合には、常緑樹の群落にこれらを夕方灌水してやることも成虫の生存期間を長くし、産卵活動を旺盛にするものと考えられる。

#### 2 利用について

寄生蜂の飼育が現在ではマツバノタマバエを寄主として飼育する以外にない状態では、積極的な大量生産は望めないが、一地方に対する本種の移植や、個体数の増加にはまにあうだけの個体数を常に保存することができる。

#### A 寄生蜂の密度の高い林分における虫えい形成針葉の採集

寄主と寄生蜂の勢力関係をそれぞれの地域で調査し、その林分における寄主、寄生蜂の個体数の割合を調べ、寄生蜂の寄生率が非常に高い林分では、寄主の不足をきたし、寄生蜂の死亡率を増加するから、秋に虫えい形成針葉を大量に採集し、羽化箱に放飼しておけば、翌春の羽化成虫が利用できる

寄主と寄生蜂は羽化時刻が異なるから、採集には熟練を要しない。取扱いによる死亡は寄主の方が寄生蜂よりはるかに高い。この羽化成虫を寄生蜂の勢力の低い林分に放飼する。

この寄主と寄生蜂の分離はできれば、蛹時代にやるのがよい。蛹時代分離を容易にするためには虫えい形成針葉を採集して灌水処理し、幼虫を脱出させたものを砂の中で越冬させる。

虫えい形成針葉から幼虫を脱出させる方法

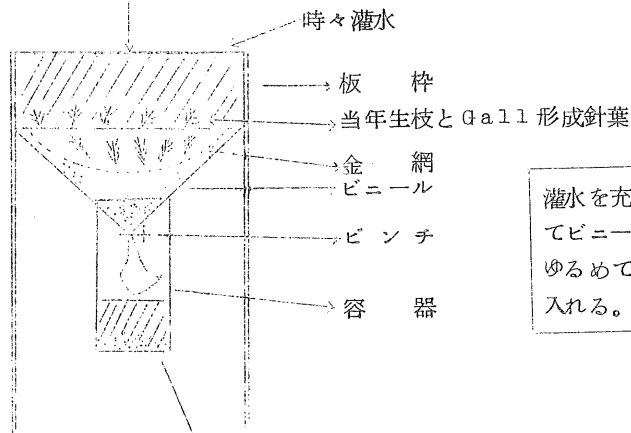
イ) 虫えい形成針葉の採集は10月下旬から11月中旬までがよい。

ロ) 虫えい形成針葉は当年生枝のまゝでよいから、幼虫が通る程度の網目以上の金網を張つた枠を作り、その下に更にビニールを張つて時に針葉の枝に灌水して幼虫を脱出させる。この灌水は3~4日毎でよい。(針葉や枝の量によるし、置場所によつて異なるが、乾燥を防ぐこと、カビ類の繁殖を防止すること)

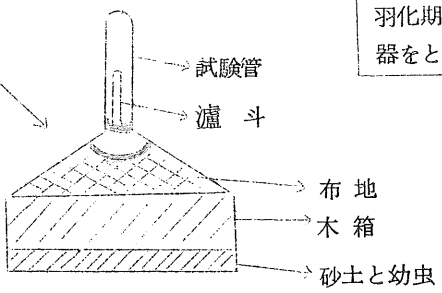
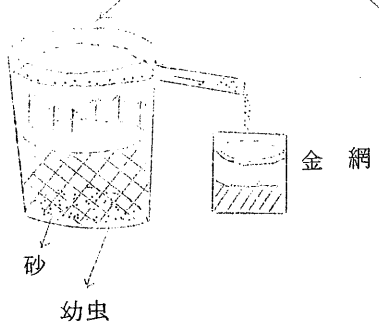
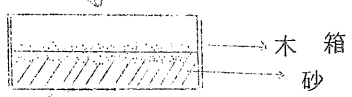
落下した幼虫を箱に入れて砂に混ぜ、含水量を60~80%に保つて翌春の蛹化、羽化をまつ。

この採集方法を図解すると次のようになる。

Gall 形成針葉の採集



灌水を充分すると脱出幼虫が水に流されてビニールの底部に集まるからピンチをゆるめて幼虫と水を容器に受けて木箱に入れる。



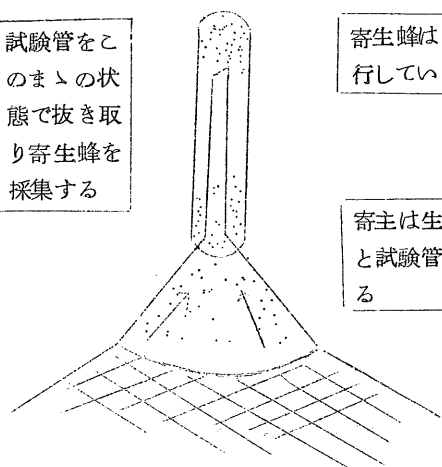
羽化期になつたら採集器をとりつける

蛹は水面に浮くから水面が水道の口の高さになるようにし、蛹を流して金網で受ける。この場合に幼虫と砂は沈下する。最後に蛹を集めて保存する

試験管をこのまゝの状態で抜き取り寄生蜂を採集する

寄生蜂は試験管の上部で歩行している

寄主は生存期間短かく漏斗と試験管の間で殆ど死亡する



図に示したような方法を採用すれば時間も労力も節約できるし、目的とする蛹や成虫だけがとり出せるし、羽化してきたものが、寄生蜂であるという確証がえられる。

#### B 寄生蜂の飼育

野外にマツの苗（2～3年生）を植付けておき（なるべく密植する）大型飼育箱をその上にかぶせて、寄主と寄生蜂を大量に放飼し、これをできるだけ毎年繰返せば寄生蜂の保存はできる。

以上が、隠岐島における *Platygaster* sp の現在の段階でき得る保護と利用の方法であるが、更に本種の増殖と保存については本格的な研究を実施する予定である。

## 第Ⅴ章 結 論

日本に産するマツバノタマバエとその天敵に関して、著者が本報において論及したものは次の諸項目である。

1. 日本におけるマツバノタマバエの研究史、形態、分布と発生および被害状況
2. マツバノタマバエの経過習性
3. マツバノタマバエの成虫、卵、幼虫、蛹の実験および野外生態
4. マツバノタマバエによるマツの被害
5. マツバノタマバエの天敵 *Platygaster* sp の生態
6. *Platygaster* sp の寄生効果の実態
7. *Platygaster* sp の保護利用の問題

マツバノタマバエは1901年に佐々木忠次郎博士によつて愛知県下で発見され、欧州産の *Thecodiplosis brachyntera* と同一種とみなされていた。その後わが国では、九州の熊本、大分県下の国有林に分布していることが確認されたが、被害は軽微な問題ではなかつた。

1940年頃島根県隠岐島に突発的大発生をみて、非常に大面積の林分が枯死した。これとほとんど同じ頃に、長崎県対馬、壱岐にも大発生し、以来各地に本種の被害は蔓延し、1949年から1958年までの被害面積は実に1857196haにおよび、わが国のアカマツ、クロマツの分布地域のほとんど全域で本種を確認することができた。本種に関する研究が当時全くなされていなかったため防除手段の不明のまま被害林を伐採焼却した。本種の駆除対策の樹立について、林業関係者は県や国に要望し、法定害虫の取り扱いのもとに、薬剤による応急処置を講じたがその効果は期待できなかった。島根県は本種の被害激甚地であるだけに、1958年から県費で本種の防除対策に関する基礎的研究を企画し、研究の成果如何によつては、林種転換もやむをえないとして、島根農科大学に研究を委託し、著者はこれを担当した。この研究結果によると、本種の分布は本州、四国、九州の各県下に分布し、被害をあたえていることが判明した。特に、島根、長崎、石川県の被害は激しく、発生中心地のアカマツのほとんどは枯死した。

本種は5月上旬から6月下旬までが成虫の発生期であり、卵は針葉に産下され、フ化幼虫は針葉の基部組織に食入して虫えいを形成して11月中旬まで发育し、11月下旬から1月にかけて林地に落下し、地下に潜入して越冬する。これらの生態と環境との関係について究明し、次のようなことを明らかにした。

本種の羽化時刻は晴天の日においては、16時から20時の間であり、羽化は照度に支配されている。曇天日は羽化時刻は不規則になり、雨天は全く羽化しない。羽化にあたっては、蛹体を地表面に突き出して羽化行動をとる。羽化前における土壌の含水量の多少は非常に大きな意義をもち、降雨は蛹の地表面脱出や羽化能力を高くする。羽化時期は年と場所によつて異なるが、大体5月上旬から6月下旬の期間である。この羽化期間中の毎日の羽化個体数の頻度分布曲線はほとんど左右相称か一方にすそを引いた曲線であらわれる。雌雄の羽化消長をみると雄が早い。羽化曲線は同一林内においても局所的に差を生ずるが、これは林内の微細気候の影響を受けているものと考えられる。羽化最盛日

の早晚と2月から5月までの平均気温の累積値との間には相関があるように考えられた。羽化最盛日は羽化曲線を解析することにより事前に予察できる。著者は定差図法とLogit法を併用して極めて高い精度で理論値と実測値の一致をみたから、各地の発生地で利用すれば、本種の発生の予察の見地から極めて有効な方法であると考えらる。

本種の雌雄の割合は6:4で、雌が多いことが判明した。

交尾や産卵活動は羽化直後に行なわれ、この最盛時刻は16~20時の間にみられる。雌は3日以内に産卵を終つて死亡する。雌は1頭当たり平均106個の卵を抱いている。

成虫は夕刻活動するが、日中は林内の日蔭の場所に棲息している。成虫の飛翔能力には限界があるが、島根県隠岐島や長崎県対島における被害林の蔓延経路を調査してみると、風力による分散移動をなしていると考えられる。即ち、羽化時期における風向、風速と被害林の蔓延経路はよく一致する。

雌の産卵する卵塊の卵粒数は平均8個である。この卵の期間は5月中旬では5~6日であつた。

フ化幼虫は針葉基部に潜入し、表皮組織や厚膜組織を破壊して虫えいを形成してその中で発育する幼虫の発育は、7月から11月まではほとんど等しい速度で大きくなり、針葉脱出時には平均2.6mmにも達する。虫えいの中で発育している幼虫は、虫えい内の幼虫密度の多少によつて死亡現象を起すが、虫えい内の幼虫の棲息密度は林分における成虫の発生密度によつて異なり、成虫の密度が高いと卵塊当りの卵粒数の増加と、1本の針葉に産下される卵塊数が増える傾向を示し、虫えい内の幼虫密度が高くなる。この幼虫密度が高い場合にはその中の幼虫数の何割かが発育不良で死亡する。針葉から脱出する時期には高密度林分も低密度林分も虫えい当りの平均幼虫数はほとんど等しくなつている。この現象は、SRULTH(1935)、内田(1948、'49)が力説しているように密度効果によるものと考えられる。更に虫えい内の幼虫の棲息密度と体の大きさには深い関係があり、幼虫密度が高いと小形個体があらわれ、体の幅は低密度で小さく、密度中庸で大きく、高密度で再び小さくなる傾向がみられた。この虫えい当りの幼虫密度は体の大きさを変化させるばかりでなく、針葉の脱出時期や、越冬中の死亡率、羽化成虫の産卵能力などに関係し、高密度で体の小形な個体は環境に対する適応性が低くなり、自己中毒死をまねく結果となるであろう。このことは本種のみに限らず、非常に短期間に個体数を増加する昆虫類では発生週期にまで影響すると考えられる。

幼虫は針葉の虫えいの中から11月中旬から1月にかけて脱出する。脱出最盛期は12月上旬になることが多いが、脱出時には降雨の助けをかりるから、長期間にわたつて雨のない場合は脱出期はおくれる。脱出期の早晚は降雨の有無、林分の地理的条件、成虫の産卵期の早晚、虫えい内の幼虫密度による発育の不揃いなどで変化してくる。

幼虫は針葉上から落下してしばらく林地表面で集合、分散活動を示すが、幼虫の活動による分散力は大きくない。林分内における幼虫の分布を決定するのは、幼虫の分散能力、降水、風力であり、微細な幼虫は針葉脱出時に風力で飛散させられ、降雨で流され、林分内の山麓や河川の下流に運搬される場合がみられる。

幼虫が林内の地下に潛土する場合、土性と含水量は幼虫の潛土行動に影響をおよぼす。土壌の含水量が高いと土性の如何にかかわらず潛土する個体数が多い。これは幼虫体に水分が刺戟作用をあたえるために地表面での活動が誘起されるためである。土壌の粘調度が高い埴土、埴土は潛土する幼虫

が少ないが、壤土、砂壤土、砂土では多い。これは土壌の物理的性質によるものと考えられる。一度地下に潜した幼虫でも外部から水分が幼虫の棲息位置に達すると、地表面に脱出して再び活動を起す。80%以下の含水量ではこの現象はみられない。このことからみて、越冬初期の降雨や降雪による土壌の含水量の変化に応じて地下の幼虫は常に垂直移動をするものと考えられる。

幼虫は非常に趨湿性が強く、常に土壌の含水量の高い場所を選好する。林内における幼虫の分布のむらもこの趨湿性によることが多い。

越冬期間中における幼虫の地下棲息深度を調査した結果、地下2~4cmの範囲内に棲息している個体が最も多かつた。この棲息深度は林分で異なり、針葉樹と広葉樹の混交林では一般に落葉層が厚く保水力が高いから棲息深度は浅いが、針葉樹の単純林などでは、下層木や地床植物の豊富な林分は別として一般に棲息深度が深い。越冬期間中の幼虫の死亡率の変動をみると、2月以降に死亡率は急になり、羽化期までには50%に達する。この死亡率の原因は冬期間の幼虫の垂直移動や地表面の乾燥、病原性微生物、寄生蜂の寄生結果、捕食性動物などによつて死亡する個体が多い。更に死亡率におよぼす要素として、土壌の含水量がある。この実験結果によると、土壌の含水量が低い場合は粘調度の高い土壌における死亡率が低く、土壌含水量が高くなると土性の影響はみられなかつた。即ち幼虫の死亡率を高める要因として、土壌の含水量は非常に大きな役割を果している。

越冬期間中における林分内の潜土幼虫は林内の場所によつて棲息密度にむらを生じている。これは林内の地形に左右されていることが多く、降雨時の水路、地床植物の根際などは特に密度が高くなる。

越冬期の幼虫は非常に耐水能力に富み、15℃を限界として水中における生存日数が非常に異なつてくる。20℃では短期間で死亡するが、15℃以下では60日間で死亡率は50%以下であつた。越冬期間中の自然状態の水温は15℃以上にはならないことからみて、河川の流水、山麓の水田などにはいつている幼虫も、この不利な環境から解放されれば蛹化、羽化する能力を有する。

幼虫の耐水能力が高いのに反して、乾燥状態には非常に弱く、温湿度組合せの実験では、温度が低いほど生存日数は長くなるが、これは湿度によつて変化し、湿度が低いと温度の高低と生存日数の関係は明らかでなくなる。湿度が高い場合にだけ温度の影響があらわれてくる。湿度の高低は直接生存日数を変化させ、80%以下の湿度環境下では生存できない。温度及び湿度と生存日数の関係は双曲線で示される。

幼虫は地下で蛹化する。この蛹化時期は4月上旬から5月上旬である。この蛹化時期の早晩は越冬後期の気温や地温の変化によつて異なり、気温や地温の高い年は早く、低い年は蛹化期が遅れる。蛹の期間は17日から28日の間にある個体が非常に多い。

以上が主としてマツバノタマバエの生態と環境の関係であるが、これらの研究結果から本虫の駆除について考察すると次のような方法が最良だと考えられる。即ち、対象林分に天敵類がほとんどない場合には、幼虫が非常に乾燥に対して低抗力が弱いから、密植林分の間伐や下層木、地床植物類を冬季間に刈取つて、林内通風よく、地表面の乾燥をはかる方法、羽化最盛日を羽化初期数日間の調査から定差図法とLogit法を利用して予察し、できるだけ夕方に林内にBHC粉剤を数回撒布する方法などが適当で効果が期待される。従来実施してきた幼虫に対する針葉脱出時期の薬剤撒布は、著者の幼虫の生態調査から明らかになつたように、耐水能力は強く、針葉脱出は降雨日になされる関係で

林地内の水分は非常に高く、このような環境下で殺虫粉剤を使用しても効果はみられないから再考を要する。本種の成虫は自体の飛翔能力は弱いが風力によつて分散するから特に発生地付近では注意して被害発生を早期に発見することである。幼虫は林内において越冬場所にむらを生じてくるから、林野庁が実施している本種の発生活長調査には林分の環境を詳細に調査した後発生活調査方法を決定すべきである。マツバナタマバエの生態上からみた駆除法の要点は以上の諸項目である。

本種によるマツの被害を解析した結果、次のようなことが判明した。

本種はアカマツ、クロマツの他に外国産の Red pine, *Pinus resinosa* にも寄生する。マツの受ける被害は、当年生枝の針葉が産卵を受けることによつてはじまる。幼虫は伸長初期の針葉基部に食入して組織を破壊して虫えいを形成し、その中で栄養を摂取して発育するから、針葉の成長は減少し更には枯死落葉する。このために単木の成長量は減少する。特にアカマツはクロマツに比較して低抗力が弱く、被害が甚だしい場合は枯死する。枯死しない林木は衰弱しているから二次的害虫の攻撃を受ける結果になる。成虫は産卵に当つて適当な針葉を選択して産卵するが、選択される針葉はほとんど一定の長さを有することがわかつた。島根県隠岐島で当年生枝の伸長経過と針葉の伸長経過を時期的に調査した結果、当年生枝の伸長成長は5月下旬から6月上旬にはほとんど成長を終つていてそれ以後は伸長しないが、針葉は8月下旬まで伸長成長をしていた。この針葉の伸長初期に産卵し、産卵の対象になる針葉の長さは1 cmから2 cmまでのものであることがわかつた。このことは、SMOLAK (1933) も *Thecodiplosis brachyntera* の産卵についても同じことを観察している。

この産卵対象葉の長さは、樹種や樹令では変化されない。当年生枝の中においても、先端部と中央部、基部附近で針葉の伸長程度が異なり、基部から先端にいくに従つて伸長度がおくれる。この針葉の伸長度と成虫の羽化期が合致している場合に産卵葉が選択されるから、当年生枝の虫えい形成針葉の着生位置はそれぞれ林分によつて異なってくる。

幼虫による針葉組織の損傷経過は6月にはフ化直後の発育不完全な微小な幼虫であるから、針葉は表皮組織と厚膜組織をわずかに傷つける程度であるが、7月、8月、9月と針葉内部の幼虫の発育にともなつて、組織の受ける損傷は大きく、8月になると、針葉の伸長成長は停止して基部に虫えいが形成され、褐色に変化してくる。10月になると、針葉組織はほとんど破壊され、背面の皮層組織内にわずかに葉緑体が残る程度となる。11月には虫えいの中は空洞化し、幼虫だけが棲息している。この頃は針葉は萎縮して内面に曲がる。針葉の色は灰緑色から褐色となり幼虫の脱出後に落葉する。

幼虫に寄生された針葉は、短かく、幅がせまく厚さも小さい。この外部的な形質の大きさは内部的な形質の大きさをも示している。

また幼虫が寄生すると樹脂溝数が減少する。

本種によるマツの被害の表示法を統一しておく必要があるので、著者の試案を示した。被害は樹体の成長量で示すのが正しいが、最も便利で、しかも樹体の成長量と深い関係にあり、環境によつて差を生ずることなく、害虫の発生量によつてのみあらわれる、当年生枝の針葉の虫えい形成率でもつて林分や単木の被害程度を示すことを提案した。更に虫えい形成率を幾つかのクラスに分けて被害度で示せば、実際野外で広面積の被害調査や、その調査結果を比較検討する場合に便利であると考えた。

単木における虫えい形成率の算定は当年生枝の着生針葉数を計算しなければならない不便から、この調査の労力を節約できるように、アカマツ、クロマツの当年生枝における総針葉数を実験式で求める方法を示した。

当年生枝における針葉の着生密度は、基部、中央、先端でそれぞれ異なり、当年生枝を  $\frac{1}{3}$  に切断して調査してみると、当年生枝の基部では全針葉数の20%、中央部が30%、先端部は50%の割合で針葉の着生密度に差を生じている。このことは林分や単木における本種の針葉に対する産卵位置と関係していて、樹体の成長量におよぼす程度に差を生ずる結果となつていることがわかつた。

虫えい形成率は単木の枝階によつて異なつていて、一般に先端部の枝の針葉は産卵の対象になりやすい。これは当年生枝や針葉の成長経過と成虫の羽化期との関係から生じている。虫えい形成率は林分でも場所的に差を生じている。即ち、アカマツ、クロマツの単純林では林分の頂上附近が産卵されやすく、中腹、山麓になるにしたがつて成虫の産卵対象からはずれてくる傾向がみられた。

アカマツ、クロマツの混交林では、アカマツが産卵されやすく、したがつて虫えい形成率も高い。クロマツについてみると虫えい形成率は林分の頂上附近が高くなつていいる。

単純林における樹令による虫えい形成率の差を検討してみると、若い木ほど産卵されやすく虫えい形成率が高い。アカマツ、クロマツの混交林でも樹令の若いもの、そしてアカマツの虫えい形成率が高くなることわかつた。

この虫えい形成率は林分内の単木によつて非常に差を生じている場合と、そうでない場合がある。これは成虫の発生密度によつて起るものであり、林分の成虫密度の高い場合は、単木間の虫えい形成率の変動は非常に少ないが、密度が低い林分では林内の単木間の虫えい形成率の変動が大きいから、被害調査では特にこの点に注意しなければいけない。

成虫の産卵選択性と当年生枝の針葉の伸長経過との関係で、当年生枝内の虫えい形成針葉の着生位置は、林分の樹種、樹令、気象環境、前年までの被害歴によつてほとんど一定の型をそなえる傾向がみられる。この型を4つに区分した。即ち、混在型、先端部集中型、中央部集中型、基部集中型である。発生林における被害型の推移の状態をみると、混在→中央→基部型に進行するが、先端→中央→基部型または中央→基部型に進行する。これらの型の中で最も樹木の成長量に悪影響をおよぼす型は先端部集中型や中央部集中型であり、基部集中型は被害の末期にみられる型である。

本種の寄生を受けて虫えいを形成した針葉は生理作用を失つて落葉するから、この結果樹体の成長は極度に悪くなる。即ち、樹体の上長成長にあらわれる被害木は翌年の枝の伸長停止の形でみられるが、肥大成長は寄生を受けた当年に成長量を減少する。これはマツの成長経過が、伸長成長は春においてなされ、肥大成長は初夏から秋にかけてなされる結果である。

本種の発生と林分環境を調査してみると、林分における発生量の多少と下層木の有無、落葉層の多少、林内の植栽密度、樹種、樹令などと深い関係があり、下層木が多く、落葉層が厚く、植栽密度が大で、アカマツ幼令林などでは発生量が多いことが明らかになつた。これは幼虫の越冬中の林内土壌の保水力や、地温較差、林地表面の乾燥などの関係から説明がつく。

以上の被害の解析的研究から、本種の駆除を林業的に実施しようとするならば、密植を避けて林内を乾燥状態にするように施業する他に、成虫の産卵対象になりやすい。いわゆる幼令樹を林分の頂上

や林縁に植栽して犠牲樹として産卵させ、夏季伐採を施行する方法や、樹令の異なる林分をつくつて被害の集中される若い単木を間伐する方法などが適当である。

林分の被害調査にあつては林内の単木による被害程度の変動を除去するように注意せねばならない。

マツバノタマバエの生態や被害の解析から得た本虫の駆除法はいずれも発生以前、あるいは発生初期の個体数の少ない期間は相当効果があるものと考えられるが、本種の個体群を完全に駆除することはほとんど不可能であるので、最も有効な生物防除法を発見すべくつとめた結果、1958年6月、島根県隠岐島西郷町のアカマツ、クロマツ幼令林でマツバノタマバエの寄生蜂として *Platygaster* sp. を発見することができた。それ以来この寄生蜂の生態、寄生効果などについて研究し、寄生蜂の天敵価値を評価した。この研究結果で次のような点が明らかになつた。

寄生蜂成虫の羽化時期はマツバノタマバエ（以下寄主と称する）の羽化時期とほとんど一致している。成虫は寄主の卵に産卵し、寄主卵の孵化とともに幼虫体内に移住し、寄主体内で蛹化して羽化脱出する。

寄生蜂成虫の羽化時刻は寄主とは対称的に午前中にて羽化最盛時刻がある。夜間に降雨があつた翌日の羽化個体数は非常に多い。

羽化時期は寄主の場合と全く同様に羽化曲線は左右ほとんど対象型になるから、羽化最盛日は定差図法とLogit法をもちいて事前に予察することができる。この羽化最盛日の予察は、本種の林内における勢力の消長や、寄主との関係、保護利用の面で非常に役立つものである。

本種の性比について、1063個体を調査した結果では、雌が81.47%、雄が18.53%であり、非常に雌の個体が多かつた。

雌の抱卵数は正確な調査が不可能であつたが極めて多数の卵を抱いているのを観察した。産卵に当つては、当年生枝の針葉上を活潑に歩行し、寄主卵塊を探して産卵する。この1回の産卵に当つての所要時間は5~17秒であつた。

卵は寄主卵に産下する。寄主卵当り1~4卵を産下している。

成虫の生存期間は環境の条件によつて異なつてくるが、乾燥状態では平均3.1日、針葉や砂糖水1%をあたえただけで5.5日、4%の砂糖水で7.6日、10%の砂糖水で10日生存した。安松(1951)、松沢(1958)両氏などの実験からみて、更に濃度の高い砂糖水や蜂蜜をあたえれば生存期間は長くなるものと推定される。

成虫は林内においては、朝夕は下層木や地床植物の葉裏などに棲息しているが、昼間は針葉上で産卵活動をなす。雨天の日は活動しない。

蛹の期間を調査してみると、平均気温17°Cの条件下では19.59日であつた。

寄主幼虫1頭当りから蛹化してくる個体数は1~5頭の範囲で、1頭でてくる頻度が非常に高く、平均1.43個体であつた。この数字を基礎にして寄生蜂の寄生率を計算した。このように寄主当りの蛹化数をみると、本種の卵が多胚生殖をするものであることがわかつた。寄主当りの寄生蜂の蛹数とその体の大きさは密度に逆比例の関係を示す。安松、山本(1955)も指摘しているように、大型

個体の活動力は高いから、この寄生蜂の利用にあつては、この点に注意する必要がある。

島根県隠岐島の被害林20林分について、寄主と寄生蜂の勢力の関係を調査してみると、非常に短期間のうちに個体数が増加した。1958年の寄生蜂の寄生率が平均10%前後であつたのが、1960年の寄生率は30%から70%となり、隠岐島における寄生蜂の勢力の強さがうかがわれる。

寄生蜂の勢力と林分の環境をみると、寄主が豊富で林内に下層灌木や地床植物の多い林分、即ち、寄主の繁殖に好適な林分では寄生蜂の勢力も増加している傾向がある。

寄生蜂の寄生効果を実例をもつて示したが、本種の増殖能力は非常に高く、2~3年間で寄生効果があらわれてくる。

このように寄生効果が非常に高い天敵昆虫を如何にして増殖させ、利用するかは極めて重要な面であるが、現在の研究段階ではマツバノタマバエの飼育による寄生蜂の飼育と、発生林における既存勢力の保護と利用をする以外に方法がない。

以上の研究から隠岐島およびマツバノタマバエの発生地における駆除対策として最も有効で短期間に最大の効果をあげることのできるのは、この *Platygaster* sp を利用する生物的防除法を採用することである。その効果は隠岐島の現状から充分期待される。

## 第 XI 章 総 要

この論文は、わが国におけるマツバノタマバエの防除法を確立するための基礎的研究の結果を取りまとめたものである。この研究の内容は、マツバノタマバエの分布、形態、生態、マツの被害解析、天敵に関する研究である。研究は1954年および1958年から1961年にいたる5年間、主として島根県隠岐島および島根農科大学で実施したものである。その結果の概要は次のようである。

### 1. わが国における分布と被害

わが国のアカマツ、クロマツの産地にはほとんど本種が分布している。本種の分布が未確認の府県は、栃木、奈良、富山、福井、岐阜、滋賀、高知、徳島の8県である。

被害の大きい県は島根、長崎、石川県であり、この3県の被害面積は実に大きい。

### 2. 生活史

成虫は5月上旬から6月下旬に発生し、当年の針葉に産卵する。フ化幼虫は針葉の基部に食入して虫えいを形成し、その中で秋まで发育する。11月下旬から降雨の日には虫えいの中から林地に落下して地下に潜つて越冬する。翌春4月から蛹化し5月に羽化脱出する。

### 3. 生 態

#### 1) 成虫の生態

成虫は1日のうちで、16時から20時までの間に羽化する個体が非常に多い。曇天日はこの羽化時刻が不規則になり、雨天の日は羽化しない。羽化時刻は照度と深い関係にある。

羽化する場合は、蛹が地表面まで垂直的に潜土していた位置からあがってきて、蛹体を半分地表に出した姿勢で羽化する。羽化前に降雨があると好条件である。

羽化時期は5月から6月であり、羽化時期の早晚と2月から5月までの気温とは深い関係にあつて気温が高い年は高く、低い年は遅くなる。

羽化曲線は左右相称型か、一方にすそを長く引いた型を示す。

雌雄の羽化消長を検討した結果、雄が少し早く羽化する。

羽化曲線の型や羽化期間、羽化最盛日は、同一林分の場所的なががい、林分の地域的なががいでも多少変化してくる。

羽化最盛日は、定着図法およびLogit法を使用して予察ができる。

羽化開始日や羽化最盛日の前後にはよく降雨がみられるが、これは蛹の羽化に好都合な条件である雌雄の割合は、雌56%、雄44%であつた。

成虫の交尾は羽化直後からみられる。産卵活動は夕刻をす。活動は雨天にはみられない。

成虫は産卵を羽化直後からはじめ、3日以内に死亡するが、羽化当日最も多く産卵する。雌は平均106個の卵を抱いている。

成虫は日中林内の下層木や地床植物の中の日蔭に棲息しているが、夕方になると針葉上で交尾、産卵する。

#### 2) 卵およびフ化幼虫の生態

雌の産下した卵塊の卵粒数は平均8.25粒であつた。卵期間は松江における5月の気温下で5~6

日であつた。卵塊のフ化率は非常に高い。

フ化した幼虫は直ちに針葉の腹面をつたつて基部に食入する。

### 3) 幼虫の生態

針葉基部の虫えいの中における幼虫の発育は、7月0.4 mm、9月1 mm、11月2.6 mmの大きさを示した。

虫えいの中における幼虫数は時期的に変動している。成虫の発生密度が高い場合は、産下卵塊の卵粒数が多くなり、針葉当りの産下卵塊数も増加する傾向がみられた。このような林分では虫えい当りの幼虫の棲息密度が高くなり、死亡個体が増加する。11月の針葉脱出時期においては、成虫の発生密度の低い林分も高い林分も虫えい当りの在虫数はほとんど同数になる。

虫えい内における幼虫の棲息密度と幼虫の体の大きさは深い関係があり、密度と逆比例している。

幼虫の虫えい脱出の時期は、11月中旬か下旬にかけてはじまり、1月にほとんど終る。脱出時には降雨があることが必要で、雨のない日の脱出個体数は少ない。中には針葉を脱出しないで越冬する個体もある。虫えいから脱出する時期は林分や地域によつて多少異なつてくる。

幼虫は虫えいから脱出した後、しばらく林地表面で分散活動を示すが、分散力は小さい。

幼虫が潜土する場合の速さは、土壌の性質と含水量で異なつてくる。土壌の含水量が高い場合は土性の影響はあらわれないが、含水量が低くなると、土性によつて潜土の速度が異なつてきて、植生土の粘質土壌ではおそく、壙土、砂壙土、砂土などでは速くもぐる。

潜土している幼虫は外部から水分の刺戟を受けると反応を示し、土壌の含水量が飽和に近づくとき土壌表面に脱出して活動を示す。土壌の含水量が80%以下では反応は示さない。この結果から冬期の越冬幼虫は常に垂直移動をしているものと考えられる。

幼虫の趨湿性は非常に強く、含水量の多い土壌に集合してくる。

越冬期間中における幼虫の地下における棲息深度は2~4 cmの深さにいる場合が非常に多い。この棲息深度は林分の状態で異なり、林地の減葉層などが多く、冬の期間中に乾燥しないような林分では浅く、保水力がなく、乾燥性の林分では一般に深い位置に棲息している。

越冬期間中の幼虫の死亡率は50%前後にも達する。この原因は土壌の乾燥に起因する場合、病原性微生物、寄生性昆虫、捕食性動物などによるものが多い。この死亡率に影響する土壌の含水量の問題を実験的に解明した結果、土性の如何にかかわらず、50%以下の含水量では死亡率が非常に高い。

林分内における越冬幼虫の分布構造を調査した結果、非常に場所的に幼虫数のむらを生じている。この原因は幼虫の趨湿性、趨光性、風力、降水などによつて生ずる。一般に林内の谷間や山麓、地床植物の根際などでは幼虫の密度が高い。

幼虫は非常に強い耐水能力を有する。この耐水能力は水温で異なり、水中における生存期間の長短は、水温が15℃附近を限界点として、15℃以下では60日間の浸水状態における死亡率は50%以下であつたが、20℃以上では短期間のうちに全個体が死亡した。

幼虫は乾燥に対して極めて弱い。空気湿度が80%以下では生存期間の長短はあるが全個体死亡する。温度が低くなるほど生存日数は長くなるが、湿度が40%以下では温度の高低にかかわらず生存

日数には差がみられない。温度や湿度と幼虫の生存日数の関係は双曲線で示される。

#### 4) 蛹の生態

蛹化時期はその年の気温や地温の高低によつて異なってくるが、平年4月上旬から5月下旬の期間である。

幼虫は土壌の中で繭をつくつてその中で蛹化するか、裸のまま蛹化する

蛹の期間は個体変異が非常に大きい、17日から28日間の期間内でほとんど羽化した。

#### 5) マツの被害解析

本種によつて被害を受けるマツ類は、アカマツ、クロマツ、Red pine である。

針葉の長さの成長と産卵とは深い関係があり、成虫が産卵に当つて選択する針葉の長さは、1~2 cmの成長量を示している葉が多い。

マツの当年生枝は6月下旬までに伸長成長を終るが、針葉の成長経過はほとんど直線的である。

当年生枝内における針葉の伸長成長は一様ではなく、枝の基部附近が早く、先端部にいくにしたがつて成長がおくれている。これによつて、その林分における成虫の産卵針葉の位置が変化してくる。

針葉の損傷は6月は幼虫が食入まもない時期でほとんどないが、7月、8月と幼虫の発育にしたがつて針葉の損傷は大きくなり、8月になると、虫えいが肥大し、長さも短かくなってくる。この時期には外部から健全針葉と被害針葉の区別がつく。9月になると針葉の内部組織はほとんど破壊され、10月から11月になると、虫えいの中は空洞化し、降雨があれば幼虫は脱出できる状態になつている。この時期に虫えいの直上部に溝ができ幼虫が這い出すのに好適となる。針葉は黄褐色に変色して落葉する。

本種の寄生を受けた針葉は健全針葉に比較して成長が非常に悪い。針葉内の樹脂溝数が減少している。

マツの被害は樹体の成長量で示すのが正しいが、便宜的に針葉の虫えい形成率をもつて示し、この虫えい形成率を幾つかのクラスに分けて被害度であらわせば、実用的であるとした。

虫えい形成率の算定は、当年生枝における総針葉数を測定しなければならぬので、この労力を節約できるように、当年生枝の長ささと着生針葉数の回帰直線を利用してこの係数を求め、実験式を示した。

当年生枝の長さを  $\frac{1}{3}$  に切り、基部、中央部、先端部の針葉の着生数を求め百分率で示してみると、基部に20%、中央部に30%、先端部に50%の割合で針葉は着生していた。

虫えい形成率が、単木の枝階によつて異なるかどうかを調査した。その結果枝階によつて差を生じ単木の先端部附近の枝ほど被害を受けやすく、虫えい形成率も高かつた。

林分内でも頂上、中腹、山麓附近で虫えい形成率は異なり、単純林では林分の頂上附近が高くなるアカマツ、クロマツの混交林ではアカマツにおける虫えい形成率が高く、クロマツについてみると林分の頂上附近が高かつた。単純林では樹令の若い木が、混交林ではアカマツについて樹令の若い木ほど虫えい形成率が高かつた。

虫えい形成率は林分の被害が軽いほど単木間の変動が大きく、林分の被害が重くなるとこの変動が小さくなる。これは成虫の発生密度と産卵の関係から生じていることがわかつた。

当年生枝の中における虫えい形成針葉の着生場所は、林分の環境や成虫の発生期の早晚、過去における被害歴などによつて一定の傾向を示している。これを4つに区分して、被害型の基礎となる、混在型先端部集虫型、中央部集虫型、基部集中型とした。

単木の成長量と針葉の被害度との関係を、樹幹切解で解析した。その結果、針葉に虫えいが形成され秋に落葉することによつて、樹体の成長量は極端に減少することがわかつた。本種が針葉に寄生した年には肥大成長が減少し、上長成長はその翌年に減少することがわかつた。

隠岐島における本種の発生量の多少と林分の環境との関係を調査した結果、発生量の多い林分は、密植林で下層木や落葉層が多く、保水力のある林分ほど発生量が多い。即ち、幼虫の越冬期間中に林内が乾燥するような林分では被害が少ないことがわかつた。

## 5) 寄生蜂 *Platygaster* sp. の生態

### 1) 生活史および生態

寄生蜂（以下単に寄生蜂と称する）は5月上旬から6月下旬に羽化し、マツバノタマバエ（以下寄主と称する）寄主の羽化時期と一致している。成虫は直ちに産卵を開始するが、卵は寄主の卵に産下する。寄主卵の中に挿入されている卵は、寄主の卵のフ化によつて幼虫の体内に移住する。このまま翌春まで寄主幼虫の体内で發育しているが、4月下旬から蛹化し、5月に羽化脱出する。

羽化時刻は午前中から山があり、ほとんどの個体がこの時刻内に羽化してくる。夜間の降雨は羽化によつて好都合である。

羽化時期の早晚は寄主の場合と全く同様に越冬後期の気温や地温の高低と密接な関係があり、気温や地温の高い年には羽化期が早くなる。

羽化曲線はほとんど左右相称型を示すので定差関法とLogit法で羽化最盛日の予察ができる。

寄生蜂の雌雄の区別は、触角と腹部で明瞭に判定できる。

性比について調査した結果、雌81.47%、雄18.53%であつた。

雌は産卵にあつて非常に活潑に行動する。1回の産卵所要時間は5~17秒間であつた。

寄主卵に対する産卵数は、寄主卵の表面に附着していた卵数を加えると1~4卵であつた。

本種の卵は単胚子の發育と多胚子の發育の両方をするか、あるいは多胚子發育の過程で胚子が死滅するかのいずれかである。

成虫の生存期間を実験条件下で調査した結果、乾燥状態（室温17℃）では3.1日、マツ葉や砂糖水1%で5.5日、砂糖水4%で7.6日、砂糖水10%で10日となつた。

成虫は日中は針葉上で終日産卵活動をなしているが、夜間は林内の下層灌木の葉裏に棲息している。針葉上の産卵活動は10時頃から16時頃までが最盛時刻である。雨の日は活動する個体はみられない。蛹の期間は環境温度で異なり、17℃の室温下では19.57日であつた。

寄主の体内からでてくる寄生蜂の蛹数と、この蛹の体の大きさを調査した結果、寄主当り寄生蜂は1~5個体の範囲でできた。しかし頻度分布は非常に左に片寄つていて、平均1.43個体を示した。したがつて寄生蜂の寄生率の計算には1.43を使用した。蛹の体の大きさと密度は逆比例の関係にある。

### 2) わが国における分布

本種の分布については、安松（1960）や著者の調査では、島根県、石川県、神奈川県、鹿児島県

熊本県下に分布しているが、島根県下の本種の勢力が非常に高い。

#### 6 寄生蜂の寄生効果の実態

島根県隠岐島における寄生蜂の勢力の実態を20地域の林分で調査した。その結果、1958年は平均10%前後の寄生率を示していたが1960年の寄生率は最低30%から最高74%の高い寄生率を示した。各林分における寄主と寄生蜂の個体数は1960年から寄主の個体数を上回り、現在においてはマツバノタマバエの防除について他の方法を用いる必要はなくなつた。したがつて被害林は回復期にはいり、1961年の林木の成長量をみると、1960年の成長量に比較して、肥大生長で約5倍、上長成長で約3倍の成長量を示した。

寄生蜂の勢力の高い林分は、林内に下層灌木が多く繁茂しているような林では特に勢力が高かつた。この条件は寄主の発生に好適な林分に全く一致している。

寄生蜂の保護利用について考察を加え、更にマツバノタマバエを飼育することによつて寄生蜂の増殖ができることを実験結果で示した。

## 参 考 文 献

- (1) Alpatov, W. W. & R. Pearl (1929) Amer. Nat., 63: 37-67.
- (2) Allee, W. C. (1931) Animal aggregations, Chicago.
- (3) Adolph, E. F. (1931) Biol. Bull., 61: 350-375.
- (4) Andrè, M. (1934) R. A. E., A, 27: 347-349. (1939)
- (5) Albert, H. (1938) R. A. E., A, 27: 347-349. (1939)
- (6) Barnes, H. F. (1932) R. A. E., A, 20: 484-489. (1932)
- (7) Barnes, H. F. (1935) R. A. E., A, 23: 491-492. (1935)
- (8) Barnes, H. F. (1937) R. A. E., A, 25: 743. (1937)
- (9) Barnes, H. F. (1940) R. A. E., A, 28: 536. (1940)
- (10) Barnes, H. F. (1942) R. A. E., A, 30: 612-613. (1942)
- (11) Barnes, H. F. (1951) Gall mides. V: 39-68.
- (12) Belanovskii, I. D. (1940) R. A. E., A, 29: 618-619. (1940)
- (13) Callan, E. McC. (1940) R. A. E., A, 28: 632-633. (1940)
- (14) Callan, E. McC. (1940) R. A. E., A, 28: 533. (1940)
- (15) Caltagirone, Z. L. (1951) Agr. Technical. 11(1): 20.
- (16) Criddle (1928) Canad. Ent. 9: 51.
- (17) Daniel (1952) Tech. Bull. N. Y. Agr. Exp. Sta. 187.
- (18) Doeksen, J. (1938) R. A. E., A, 27: 268-269. (1939)
- (19) Dombrovskaya, E. V. (1937) R. A. E., A, 25: 603. (1937)
- (20) Eigenbrodt, H. J. (1925) Ph.D. thesis in University of Illinois Library.
- (21) Emery, W. T. (1935) Jour. Econ. Ent. 28(1): 249.
- (22) Felt, E. P. (1911) Jour. Econ. Ent. 4: 451-475.
- (23) Felt, E. P. (1912) Jour. Econ. Ent. 5: 368-369.
- (24) Felt, E. P. (1913) Jour. Econ. Ent. 6: 331.
- (25) Felt, E. P. (1915) Bull. Brooklyn. Ent. Soc. 10: 75.
- (26) Felt, E. P. (1928) New York State Museum Bull. 274: 89-90.
- (27) 福井農試 (1935) 福井農試 20.
- (28) 深谷昌次 (1950) 作物害虫の天敵.
- (29) 藤田博、内田俊郎 (1952) 个体群生態学の研究 I: 1~14.
- (30) 藤田博 (1953) 个体群生態学の研究 II: 1~7.
- (31) Gillanders, A. T. (1912) Forest Entomology, 352-375.
- (32) Ghesquière, J. (1933) R. A. E., A, 28: 295 (1940)
- (33) Hill, C. C. (1926) R. A. E., A, 14: 279-280. (1926)

- (54) Hill, C. C. (1926) Jour. Agr. Res. 32(3): 261-275.
- (55) Hill, C. C. (1923) Jour. Agr. Res. 25 : 31-42.
- (56) Hill, C. C. (1937) R. A. E., A, 26: 121. (1938)
- (57) Hill, C. C. (1939) R. A. E., A, 28: 238-239. (1940)
- (58) Hill, C. C. & W. T. Emery (1938) Jour. Agr. Res. 55(3): 199-213.
- (59) Hill, C. C. (1940) Tech. Bull. 715: 580.
- (60) Hseman, L. & S. R. McLane (1940) R. A. E., A, 29: 432-433. (1941)
- (41) 林 泉 (1928) 動 雜 40 (480): 387-406.
- (42) 林 泉 (1936) 動物趨性学
- (43) 春川忠吉、熊代三郎 (1937) 農 研 28: 305-331.
- (44) 日高 義 実 (1914) 熊本営林局報告, 63-66.
- (45) Haddow, W. R. (1941) R. A. E., A, 30: 115-114. (1942)
- (46) 原田 泰 (1951) 森林気象学.
- (47) 平田 貞 雄 (1956) 応 動 21(4): 186-192.
- (48) 福島 正 三 (1960) 日生態誌 10(1): 15-22.
- (49) 石田 裕 (1952) 個体群生態学の研究 I: 25-35.
- (60) 井上 元 則 (1959) 林試報告 116: 1-19.
- (51) 井上 元 則 (1953) 林試報告 15: 1-19.
- (52) 井上 元 則 (1952) 林試札幌支場報告 2: 21-22.
- (53) 巖 俊 一 (1956) 日生態誌 5(3): 130-135.
- (54) 巖 俊 一 (1959) 生理、生態 8(2): 107-116.
- (55) 石井 卓 爾 (1956) 応 昆 12(2): 93-94.
- (56) 伊藤 正 春 (1956) 日生態誌 5(3): 101-104.
- (57) Jancke, O. (1934) R. A. E., A, 22: 385. (1934)
- (58) Johansson, E. (1937) R. A. E., A, 26: 231. (1938)
- (59) Jourdan, M. L. (1938) R. A. E., A, 26: 340. (1938)
- (60) 川村 多実二 (1930) 動物生態学
- (61) 加藤 陸奥雄 (1935) 東北大理科報告 (生物学) 10(3): 515-533.
- (62) 神谷 一 男 (1937) 応 動 9 (3, 4): 149-150.
- (63) 川村 一 水 (1948) 農林土壌学
- (64) Kettle, D. S. (1951) Bull. Ent. Res. 42: 239-291.
- (65) 河野 達 郎 (1952) 個体群生態学の研究 I: 109-118.
- (66) 河野 達 郎 (1953) 個体群生態学の研究 II: 85-94.
- (67) 河野 達 郎, 他 (1952) 個体群生態学の研究 I: 65-82.
- (68) 小島 圭三, 他 (1956) 応 昆 12(3): 112-115.
- (69) 小林 四 郎 (1960) 日生態誌 10(4): 154-160.

- (70) 小林四郎 (1960) 日生態誌 10(6):233-238.
- (71) Loeb, J. & J. H. Northop (1917) Jour. Biol. Chem, 32:103-121.
- (72) Leby & Hill (1923) Jour. Agr. Res. 15:337.
- (73) Lal, K. B. (1934) R. A. E., A, 22:602-603 (1934)
- (74) Landowski, J. (1938) Biol. Zentrbl, 58:512-515.
- (75) 牧 茂三郎 (1920) 台湾総督府殖産局 262:304.
- (76) Miller, D. (1926) R. A. E., A, 14:523-524 (1926).
- (77) Muesebeck & Dohanian (1927) U. S. Dep. Agr. Bull. 1487.
- (78) Melis, A. (1938) R. A. E., A, 27:296-297. (1937)
- (79) 森下正明 (1941) 生態学研究 7(2):63-73.
- (80) 森 主一 (1941) 動 雜 60:106-109.
- (81) 松下真幸 (1943) 森林害虫学
- (82) 村上 巖三 (1953)
- (83) 前田 理 (1955) 応 昆 11(4):139-143.
- (84) 松沢 寛 (1958) 香川大農学紀要 3.
- (85) 向本 歆 覚 (1960) 森林防疫 = ヌース
- (86) 三浦 正、近木英哉 (1955) 島根農大研報 3:63-72.
- (87) 三浦 正、竹内三寿老、酒井万之助 (1959) 日林関西支部講演集 9:34.
- (88) 三浦 正、酒井万之助 (1959) 日林関西支部講演集 9:36-37.
- (89) 三浦 正、島田 為道 (1959) 日林関西支部講演集 9:38.
- (90) 三浦 正 (1959) 日林関西支部講演集 9:39.
- (91) 三浦 正 (1959) 日林関西支部講演集 9:40.
- (92) 三浦 正 (1959) 日林関西支部講演集 9:40-42.
- (93) 三浦 正 (1959) 日林関西支部講演集 9:42-44.
- (94) 三浦 正 (1960) 島根農大研報 8:72-78.
- (95) 三浦 正 (1960) 島根農大研報 8:79-80.
- (96) 名和 梅吉 (1916) 昆 世 20 (229):355-365.
- (97) 野津六兵衛、園山 功 (1926) 島根農試報告
- (98) Nelson, R. H. (1936) Jour. Econ. Ent. 29(2):306-312.
- (99) Noble W. B. (1940) R. A. E., A, 29:215. (1941).
- (100) 野村 健一 (1948) 農業気象 4(1):20.
- (101) 西川 彌三郎 (1949) 植 動 8:1487.
- (102) 日塔 正俊 (1943) 林試 報 54.
- (103) 中野 博正 (1949) 林試浅川業務報告 11.
- (104) 長沢 純夫 (1952) 個体群生態学の研究 I:136-142.
- (105) 中北 喜太 (1953) 応 動 17 (3, 4):191-198.

- (106) 日本植物防疫協会 (1956) ニカメイチュウの発生予察
- (107) 日本植物防疫協会 (1959) 昆虫実験法
- (108) 大島清三郎他 (1951) 日林関西支部講演集 I:44-45.
- (109) 大島清三郎他 (1953) 森林防疫ニュース 14:3-5.
- (110) 小田久五、岩崎厚 (1953) 林試報告 59:67-79.
- (111) Prøll, H. (1931) R. A. E., A, 19:327-328. (1931)
- (112) Parkøer, R. L. & O. E. Wenger (1940) R. A. E., A, 25:547. (1940)
- (113) Ramachandra, R. Y. (1924) Nadr. Agr. Dept. Year. Book. 21-23.
- (114) Rockwood, L. P. & M. M. Reeher (1933) R. A. E., A, 11:459-460.  
(1933)
- (115) Reinhard, H. J. (1940) Jour Econ. Ent. 33(3): 572-579.
- (116) Reeher, M. M. (1945) R. A. E., A, 34:251. (1946)
- (117) 林野庁森林保護課 (1950-1959) 森林有害動物被害調査報告
- (118) Smith, H. S. (1929) Bull. Ent. Res, 20:141-149.
- (119) 佐々木 忠次郎 (1901) 日本樹木害虫編 (上) 107-109
- (120) Snow, W. A. & H. Mille. (1900) Ent. New, 11:489-494.
- (121) 進士 織平 (1944) 瘧虫を虫 昆虫
- (122) Schread, J. C. et al (1933) Cann. Agr. Exp. Sta. Bull. 353-691.
- (123) Stanley, J. (1946) Ecology, 27:303.
- (124) Svardson (1940) R. A. E., A, 34:36. (1946)
- (125) Smolák, J. (1932) R. A. E., A, 21:216. (1933)
- (126) 柴田 喜久雄 (1932) 台博報 22 (118, 119): 50-65.
- (127) 柴田 喜久雄 (1933) 台博報 23 (128, 129): 335-351.
- (128) Sang, J. H. & F. W. Robertson (1949) Physical zool.  
22: 185-202.
- (129) 松本鹿蔵、斉藤太一 (1929) 岡山農試臨時報告 35:44.
- (130) 素木 得一 (1930) 昆虫と気候
- (131) 酒井 万之助 (1953) 日林関西支部講演集 3:68.
- (132) 斉藤 考蔵 (1959) 樹木生理
- (133) Tubøuf, C. von (1930) R. A. E., A, 18:334. (1930)
- (134) Tubøuf, C. von (1932) R. A. E., A, 20:312. (1932)
- (135) Tubøuf, C. von (1933) R. A. E., A, 21:84. (1933)
- (136) Taylor, R. L. (1929) Ent. Amer. 10:46-83.
- (137) Titschack, E. (1936) Z. Ang. Ent, 25:1-64.
- (138) 台湾総督府殖産局 (1933) 台湾農作物害虫防除要覧 1-4.
- (139) 高橋 史樹 (1953) 個体群生態学の研究 II: 27-54.

- (140) 高橋 史樹 (1959) 日生態誌 9(5):169-172.
- (141) 高橋 史樹 (1959) 日生態誌 9(3):101-107.
- (142) Takahashi, F. (1959) Jap. Jour. Ecol. 9(2):88-93.
- (143) 田村市太郎、氣賀沢和男 (1959) 日生態誌 9(2):65-68.
- (144) 辻 英明 (1959) 応動昆 3(1):34-40.
- (145) 筒井 喜代治 (1956) ムギタマバエ類に関する研究
- (146) 高木 五六 (1929) 朝鮮山林会報 53:43-44.
- (147) 高木 五六 (1954) 農業 855:2-6.
- (148) 高木 五六 (1954) 農業 856:10-18.
- (149) 高木 五六 (1955) 農業 857:18-24.
- (150) 高木 五六 (1955) 農業 858:26-27.
- (151) 高木 五六 (1954) 森林防疫ニュース 26:4-5.
- (152) Torii, T. (1959) Faculty of Agricultural Shinshu  
University. 2(2)
- (153) Utida, S. (1941) Mem Coll. Agr, Koto Imp Univ 48:1-30
- (154) 内田 俊郎 (1943) 生態学研究 9:173-178.
- (155) 内田 俊郎 (1949) 応昆 5:55.
- (156) 内田 俊郎 (1954) 応昆 10:3-10.
- (157) Utida, S. (1959) Jap. Jour. Ecol. 9(5):172-178.
- (158) 内田 俊郎 (1959) 日生態誌 9(4):139-143.
- (159) Uchida, T. & M. Inoue (1955) Insecta Matsumurana. 19 (1-2)  
:44-50
- (160) Walker, Jnr. F. H. (1936) R. A. E., A, 24:216-217. (1936)
- (161) Williams, F. X. (1909) Ent. New. 20:1-8.
- (162) Wallengren, H. (1935) R. A. E., A, 24:347-348. (1936)
- (163) Wardzinski, K. (1936) Z. Ang. Ent. 25:478-486.
- (164) Wadley, F. M. & O. Wolfenbarger (1944) Jour Agr. Res  
69:299-308.
- (165) Wehrle, L. P. (1946) R. A. E., A, 35:408. (1947)
- (166) 渡辺 昭二 他 (1952) 個体群生態学の研究 I:94-108
- (167) 矢野 宗幹 (1922) 害虫及び益虫
- (168) 吉原 友吉 (1952) 個体群生態学の研究 I:
- (169) 柳原 政之 (1935) 台湾糖試報告 II:111-136.
- (170) 吉田 敏治 (1952) 個体群生態学の研究 I:152-155.
- (171) 山田栄一、酒井万之助 (1954) 森林防疫ニュース 24:19-21.
- (172) 安松 京三 (1951) 紺橘 研究 12:27-35.

- (173) 安松京三 (1952) 応 昆 8:75-76.
- (174) 安松京三 (1952) 農業技術研究 6(6):9-10.
- (175) 安松京三、山本慎二郎 (1953) 九大農学部学芸雑誌 14:27-33.
- (176) 安松京三 (1953) 九大農学部学芸雑誌 14:17-26.
- (177) 安松京三 (1953) 九大農学部学芸雑誌 14:7-15.
- (178) 安松京三 (1953) 農業技術 8:18-21.
- (179) 安松京三 (1953) 植 防 7:249-250.
- (180) 安松京三 (1955) 農及園 30:167-170.
- (181) 安松京三 (1955) 森林防疫ニュース 4:100-102.
- (182) 安松京三 (1955) 農業技術研究 9:20.
- (183) 安松京三、山本慎二郎 (1955) 九大農学部学芸雑誌 15:187-193.
- (184) 安松京三 (1956) 天敵の話
- (185) 安松京三 (1957) 農業研究 4:54-58.
- (186) 安松京三、中尾舜一 (1957) 九大農学部学芸雑誌 16:205-219.
- (187) 安松京三、吉井宅男 (1959) 九大農学部学芸雑誌 17(2):167-170.
- (188) 安松京三、中尾舜一 (1959) 九大農学部学芸雑誌 17(2):129-146.
- (189) 安松京三、中尾舜一 (1959) 九大農学部学芸雑誌 17(2):147-166.
- (190) 安松京三 (1960) 植 防 14(11):467-470.
- (191) 安松京三 (1960) 果樹栽培技術の問題点 IV:63-65.
- (192) Yasumatsu, K. (1956) Proceedings Tenth International  
Congress of Entomology. 4.
- (193) 安松京三 (1960) 針葉樹のタマバエ類害虫の天敵に関する調査報告
- (194) 吉井宅男 (1959) スギタマバエの天敵について

Studies on *Thecodiplosis japonensis* UCHIDA et INOUE  
and its important parasite, *Platygaster* sp

By

Tadashi MIURA

Laboratory of Applied Entomology

Shimane Agricultural College

*Summary*

This report is a result of the fundamental researches concerning *Thecodiplosis japonensis* UCHIDA et INOUE. This work has been conducted by the writer for three five years in the Oki Islands and Shimane Agricultural College, Shimane Prefecture, to find a preventive measure against this gall fly causing a serious damage to pine-trees.

It consists of three parts :

1. Ecological researches on the insect
2. Analytical researches on the damage caused by the insect
3. Ecology of *Platygaster* sp. and its parasitic effects upon the host insect

The results may be summarized in the following lines

1 Ecological researches on the insect

- 1) The first discovery of this species in Aichi Prefecture was made by Dr. SASAKI in 1901. Since then the distribution of this species in our country has been investigated by Dr. TAKAKI, Tokyo Agricultural College, ODA and IWASAKI, technical officials, Kumamoto Branch of National Forestry Experiment Station, and the writer.

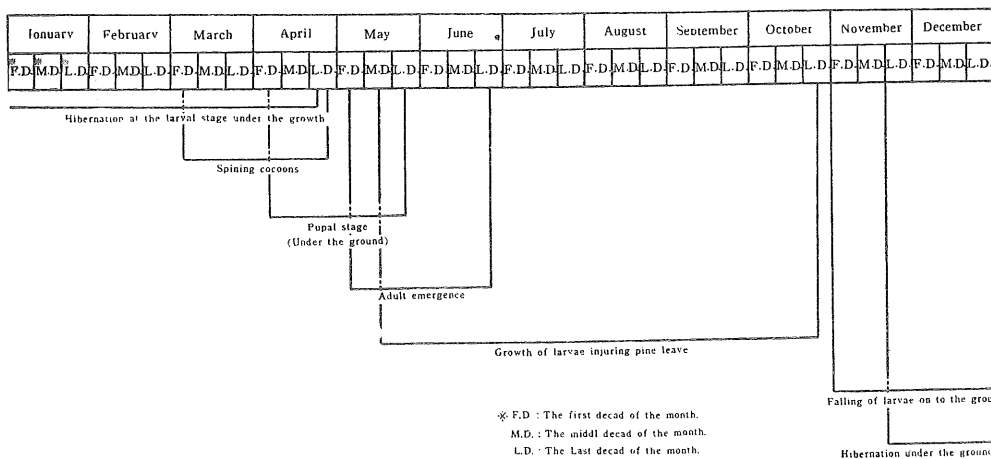
Thus it has become clear that the distribution of this pest covers nearly all over the pine producing areas in the Mainland, Shikoku and Kyushu.

- 2) The districts suffering most severe damage by this pest are Shimane, Nagasaki and Ishikawa Prefectures. For ten years from 1949 to 1958 the total infested area has amounted to 185,71% acres in our country.
- 3) The emergence and other activities of adults are all seen in the evening, though they are not active in rainy days. Their activities have a close connection with the intensity of light.
- 4) The emergence period is from the beginning of May to the end of June. It bears a close connection with the temperature of the three preceding months of the soil where the pest insect hibernates in the pupal stage. A high temperature in those months accelerates the emergence period.

The maximum date of emergence can be predicted by the Logit method.

The life history of this species is shown in the following table:

Life cycle of *Thecodiplosis japonensis*.



- 5) From counts made on 6837 adult flies brought in from the field and on those raised in the laboratory, it was found that the proportion of females was 56 %.

The average number of ovarian eggs was 104.9. Adults do not survive more than three days on an average.

- 6) Eggs are laid between young needle leaves. After five or six days (in May), they hatch, and the larvae bore into the base of the leaves, where the larvae form a gall and grow.

The lengths of larvae measured are 04 mm long in July, 1.0mm in September., and 2.6mm in November.

- 7) The number of larvae in a single gall has a close connection with the size of their bodies. The more larvae in a gall, the smaller are their bodies.

The number of larvae in a gall changes with the lapses of time. The more larvae in a gall, the higher is their mortality.

- 8) Larvae come out from their gall and drop to the ground during the period from the end of November to the beginning of January.

This emergence has a close bearing on the presence or absence of water or rain.

The larvae do not come out until it rains.

- 9) Larvae cannot remove very far owing to their locomotion activity by springing.

- 10) The velocity of larvae burrowing into the soil is closely related to the quality

and the moisture content of the soil.

If the soil is in the condition of excess moisture, the larvae begin to go far deep in the soil.

- 11) Usually larvae assemble in a place of much moisture.
- 12) The overwintering larvae occur at the depth of 2~4cm in the soil. This depth varies according to the types of soil. They go deeper where the soil is apt to get arid.
- 13) The mortality of the overwintering larvae amounts to 50%, due mainly to their natural enemies.

The rate still more increases when the soil is in the condition of less moisture.

- 14) If the water temperature remained 15°C throughout the experiment, the dipping of the larvae in the water during sixty days caused the mortality less than 50%.

They survive very shortly in the water at the temperature of more than 15°C.

- 15) The soil condition of dryness seems fatal to the larvae. The larvae cannot live in the soil where the humidity is less than 80%.
- 16) The pupation and emergence periods are closely connected with the soil humidity.
- 17) The larvae pupate in the soil during the period from the beginning of April to the end of May.
- 18) The length of pupal stage varies greatly, showing the frequency of from 17 to 28 days.

## 2. Analytical researches on the damage caused by the insect

- 1) Adults seek to lay eggs on young pine needle-leaves of 1~2cm long. The damaged leaves are smaller than the non-infested ones, and the colour turns to brown, and finally the leaves fall in November.
- 2) The degree of injury caused by this species may be measured by the damage of the larvae on the leaves on new shoots.
- 3) In this investigation, for convenience' sake, the following empirical formulæ were used to count the total number of leaves on new shoots:

$$\text{Japanese red pine} \dots\dots\dots Y = 2.4258 + 6.331 X$$

$$\text{Japanese black pine} \dots\dots\dots Y = -20.42 + 7.586 X$$

where, X is the length of the new shoots

Y is the total number of leaves

- 4) The degree of injury caused to the needle leaves is often higher on the shoots near the crown of a tree.
- 5) Japanese red pines are less resistant to this species than to Japanese black pines.
- 6) The writer observed the relation between the growth of an infested tree and the injured leaves. As a result, it was shown that the damage of leaves checked the

thickness-growth of the tree that year, while the length-growth was not hampered until the following year.

7) The pine forests which are liable to suffer from the attack of this species are as follows:

1. Young forest
  2. Forest of Japanese red pine
  3. Forest with undergrowth
  4. Forest with fallen leaves piled up and not dry in winter
3. The ecology of *Platygaster* sp. and its parasitic effects upon the host insect

The period of emergence of adults is from the beginning of May to the end of July, corresponding with that of *Thecodiplosis japonensis*. Immediately after emergence, adults begin to lay eggs on the eggs of *Thecodiplosis japonensis*.

When the eggs of the latter (the host) hatch, the parasites invade the larvae and feed on the contents.

The life history of the parasite is shown in the following table:

Life cycle of *Platygaster* sp.

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
F,M,L	F,M,L	F,M,L	F,M,L	F,M,L	F,M,L	F,M,L	F,M,L	F,M,L	F,M,L	F,M,L	F,M,L
*** LLL	LLL	LLL	LLL	L							
			PP	PPP	PP						
				AAA	AAA						
				EEE	EEE	E?					
					LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL

\*F : The first decade of the month

M : The Middle decade of the month

L : The Last decade of the month

\*\*\*L : Larva

P : Pupa

A : Adult

E : Egg

- 1) Adults emerge in the morning. There is a close relation between the period of emergence and the temperature of the preceding three months. A high temperature during the months in question accelerates the period of emergence, which can be predicted by the Logit method.
- 2) We can distinguish the sexes by observing their antennae and abdomens. From counts made on 1,063 adult wasps raised in the laboratory, it was found that the proportion of females was 81.47%.
- 3) A time required to complete oviposition was 4~17 seconds. They lay 1~4 eggs on a host.
- 4) Adults live three days long in an arid condition, but given pine-needles or sugar-red water they survive longer. For example, they could survive for ten days when supplied with 10% sugar water.
- 5) Adults are in full activity in the daytime, while they repose on the undergrowth in the night. The most vigorous egg-laying activity is seen during the hours from 10 a.m. to 5 p.m. They do not move in a rainy day.
- 6) Larvae pupate in the body of the host. The duration of pupal stage was measured to be 19.57 days in the shady soil at the temperature of 17°C.
- 7) The number of pupae found in a single host was 1~5. The more pupae in a single host, the smaller was their size.
- 8) The population of *Platygaster* sp. in Oki Islands, Shimane prefecture, surpassed that of its hosts in 1960. The percentage of parasitism by *Platygaster* sp. was 30% in minimum or 70% in maximum, the average being over 50%.
- 9) The kind of trees that shows a higher percentage of parasitism was characterized by one more combinations of the following conditions:
  1. High density of hosts
  2. Lack of aridity
  3. Presence of more shrubbery
- 10) The parasitism by this species becomes effective after two or three years.
- 11) Severe infestations of forests by *Thecodiplosis japonensis* in the Oki Islands have been reduced to such an extent by the activity of its natural enemy, *Platygaster* sp., that no preventive measures are necessary against the pest.
- 12) This species can be propagated by breeding its host, *Thecodiplosis japonensis*.
- 13) The writer gave his opinions concerning the protection and utilization of this species, and explained with some examples that the species is of high value as a natural enemy of *Thecodiplosis japonensis*.



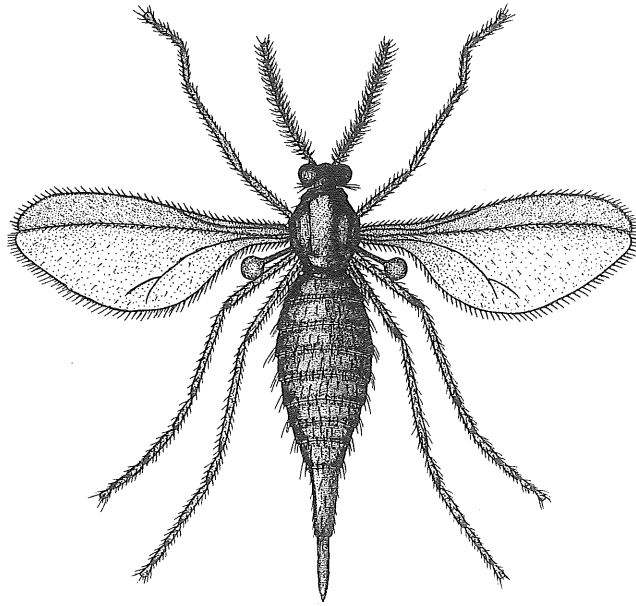
發生と林分環境



隠岐島における寄主と寄生中年の勢力調査  
 図中の番号は調査林を示す

図 版 説 明

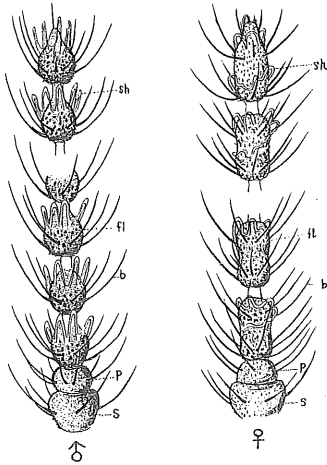
オ 1 図 マツバノタマバエの形態



1. 成 虫 (雌)

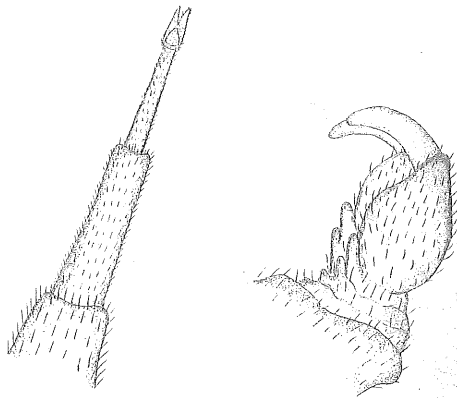
2. 触 角

S, 基 節 P, 柄 節 b, 剛 毛  
sh, 感 覚 毛 fl, 鞭 節

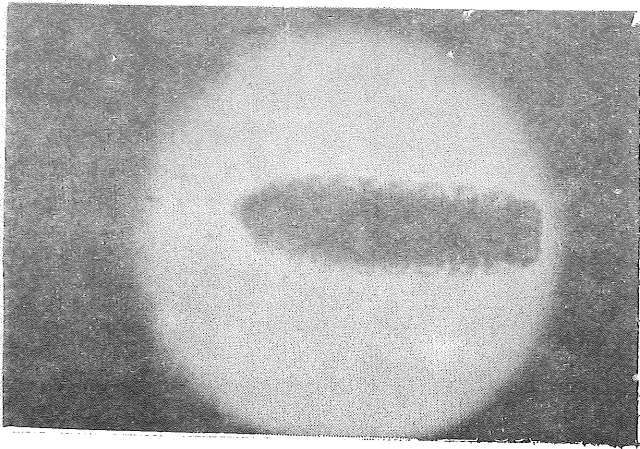
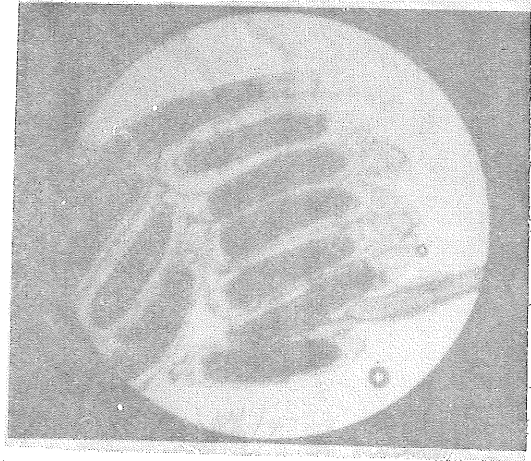


3. 雌雄成虫の生殖器

A 雌 B 雄



4. 卵塊



5. 幼虫

(針葉脱出後)

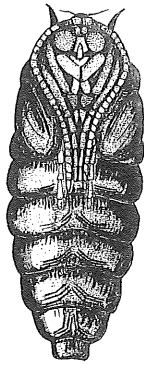


5. A 幼虫の頭部

5. B 幼虫の胴部



5. C 幼虫の尾部

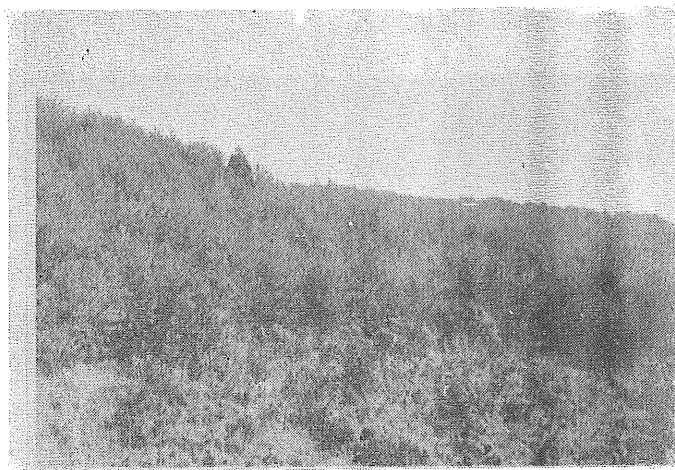
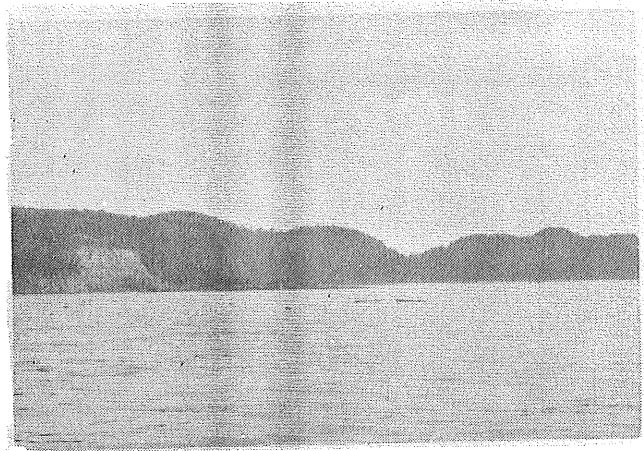


才 2 図版

マツバノタマバエによるマツの被害

6. 蛹

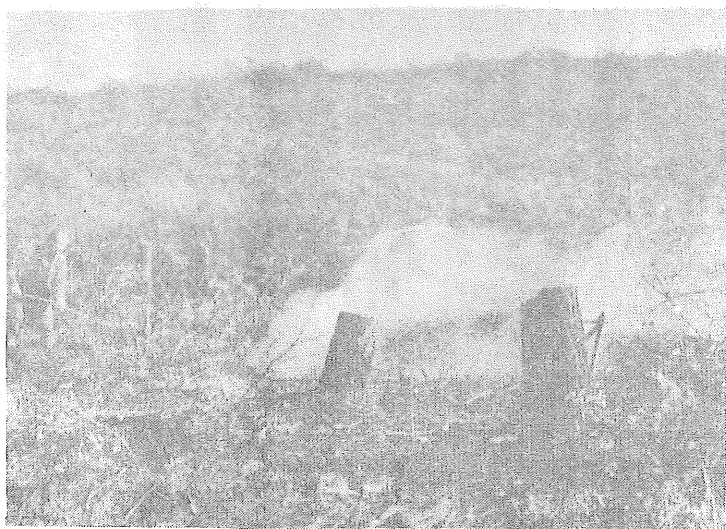
1. 島根県隠岐島における  
初発地  
隠岐島海士村の知々井  
岬の官行造林地（アカ  
マツ、クロマツ林）の  
遠望



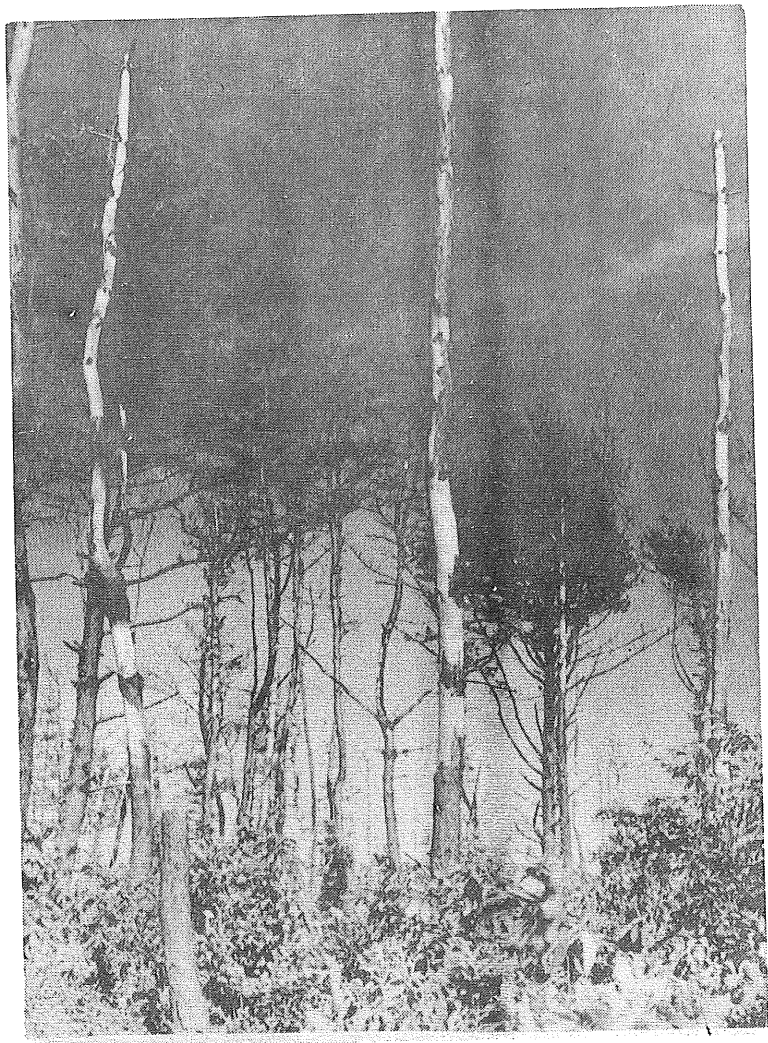
2. 隠岐島海士村の知々  
井岬の官行造林地の  
林分



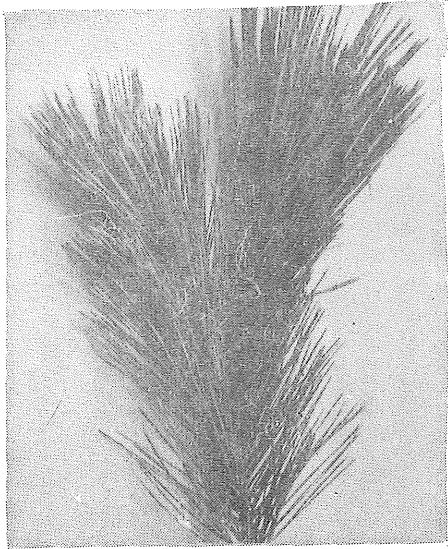
6. 被害激基地は伐採されていた。



7. 伐採後は焼却していた



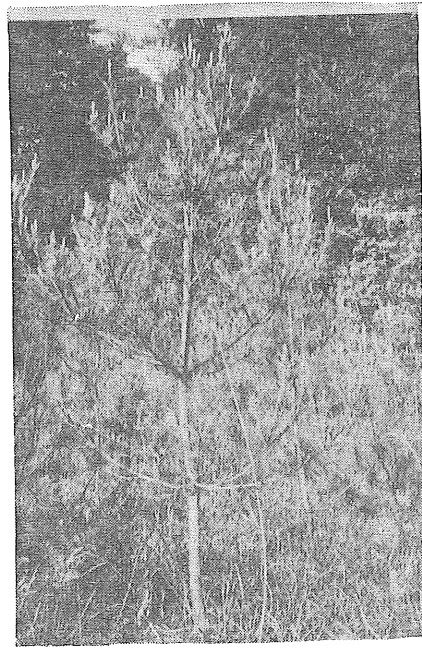
8. 林内に放置されている被害木  
枯死しているものはアカマツ、前方に針葉をつけている  
のはクロマツ



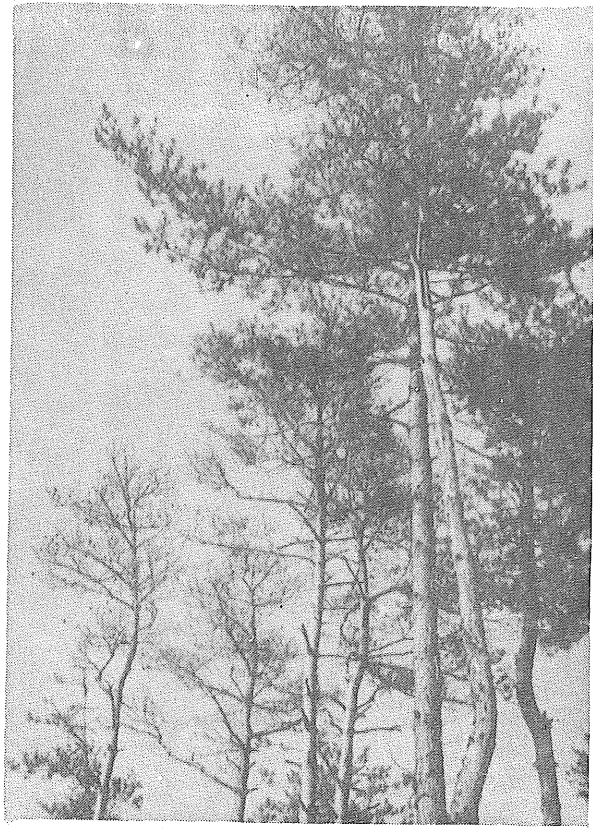
9. 健全な当年生枝とその針葉



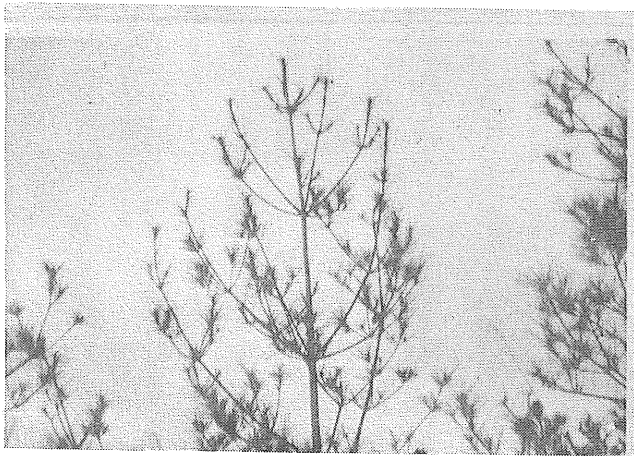
10. 被害を受けている当年生枝とその針葉



11. 被害を受けている幼令林



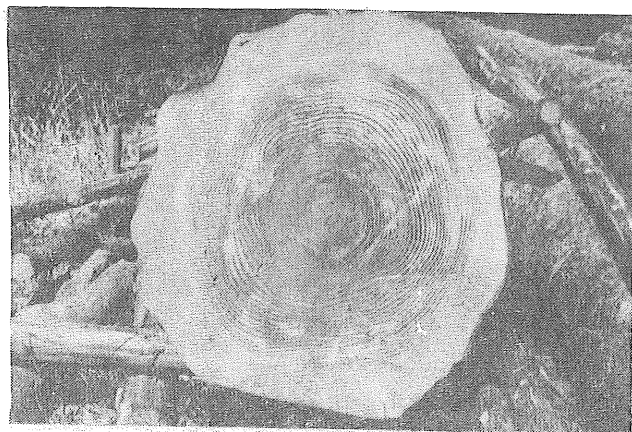
12. 被害を受けている壮令林



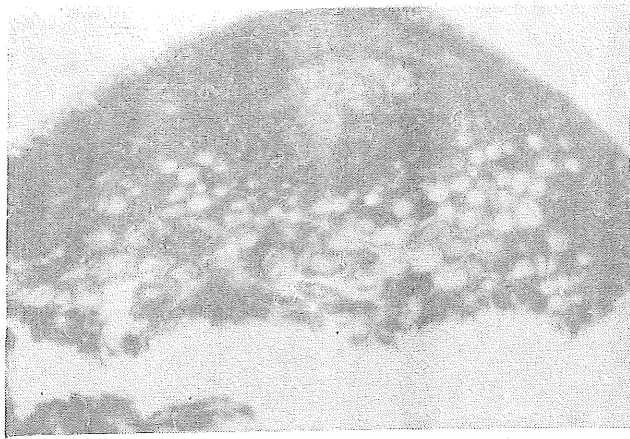
13. 健全な針葉がほとんど無いために肥大成長は当年、伸長成長には習年に成長量に被害があらわれる



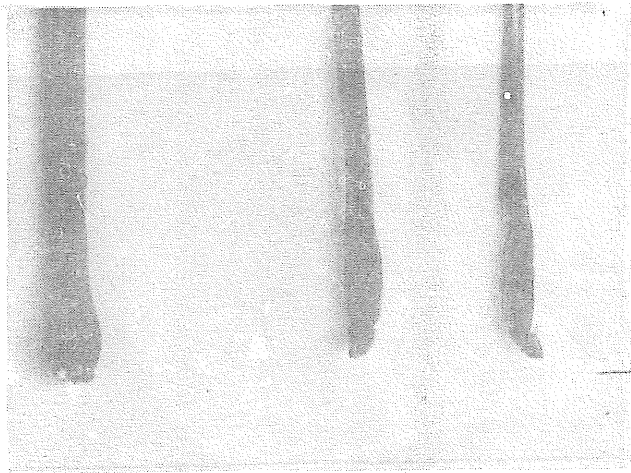
14. 前年度は少数の健全な針葉がみられていたが、今年はほとんど全部にタマバエが寄生している。



15. 幼令、壮令林のみでなく老令林にも被害がでる  
(被害を受けて伐採された老木)



16. 幼虫の寄生を受けて木質化した針葉組織



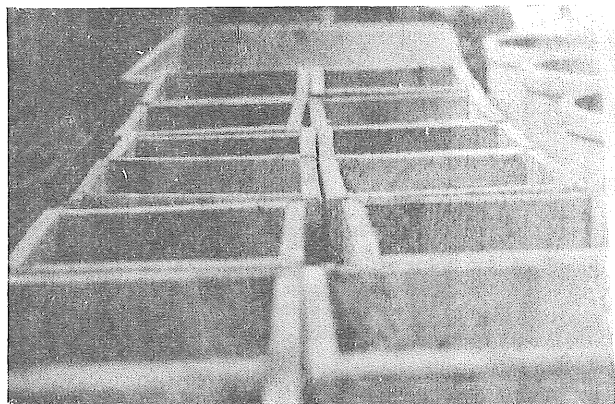
17. 幼虫の寄生を受けた針葉の基部

才3 図 マツバノタマバエとその寄生蜂 *Platygaster* sp. の飼育



1. A 針葉脱出後の  
幼虫の飼育

1. B

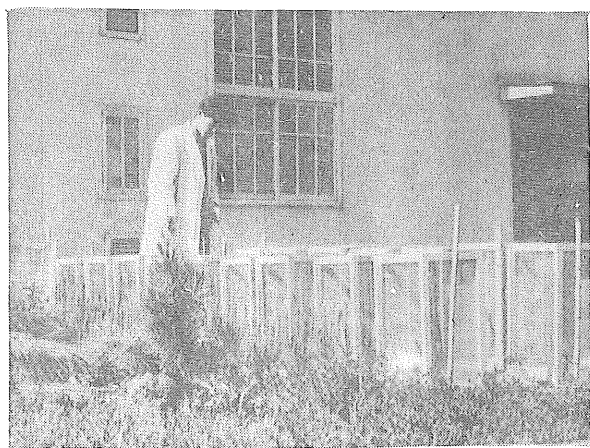


1. C



2. 林内におけるマツバノタマバエ  
およびその寄生蜂羽化成虫の採  
集状況

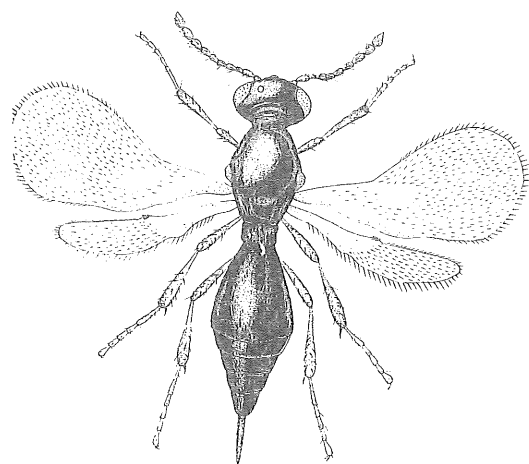
3. 寄生蜂  
*Platygaster* sp.  
羽化成虫の採集箱



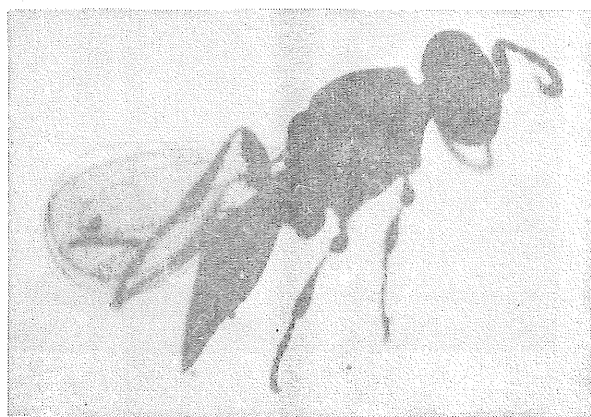
4. マツバノタマバエとそ  
の寄生蜂 *Platygaster*  
sp. の飼育状況

オ 4 図版 マツバノタマバエの寄生蜂 *Platygaster* sp. の形態

1. マツバノタマバエの寄生蜂 -  
*Platygaster* sp. の雌  
成虫

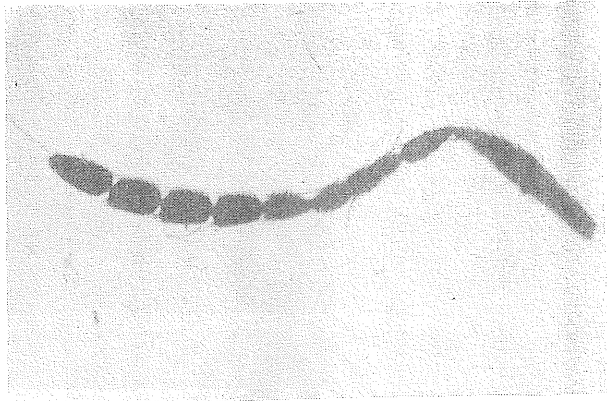


2. *Platygaster*  
sp. 雌成虫



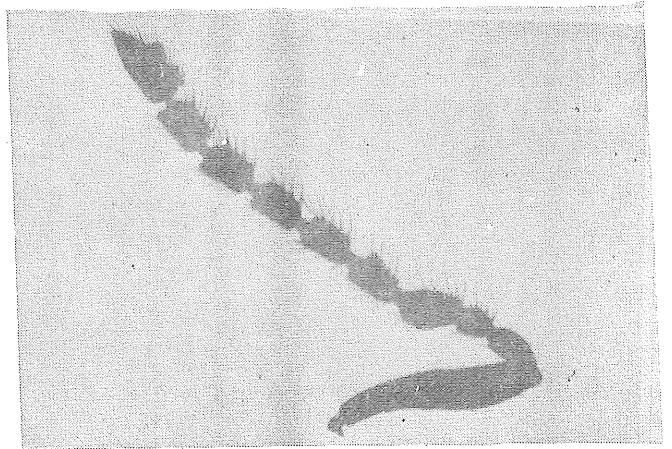
3. *Platygaster*  
sp. 雄成虫





4. *Platygaster* sp.  
雌成虫の触角

5. *Platygaster* sp.  
雄成虫の殖角



6. *Platygaster* sp.  
の増殖によつて成長が  
回復した被害木