

カラマツ球果の害虫

カラマツタネバエ *Hylemya laricicola* KARL

(Diptera : Muscidae) に関する研究

山田 房 男⁽¹⁾・小林 一 三⁽²⁾山崎 三 郎⁽³⁾・小 沢 孝 弘⁽⁴⁾F. YAMADA, K. KOBAYASHI, S. YAMAZAKI, and T. OZAWA: Studies on the
Larch Cone Maggot, *Hylemya laricicola* KARL (Diptera : Muscidae)

要 旨 : 1964 年から 1967 年にわたり、カラマツ球果の害虫について調査した。その結果、5 種の害虫を確認したが、最も著しい害を与えるものはカラマツタネバエ *Hylemya laricicola* であることが判明した。本種はヨーロッパ、シベリア、朝鮮半島北部に分布し、SEITNER (1929), ZONOVA (1935), 細谷 (1943) らにより記録されているが、日本本土における分布は今回の調査によって、はじめて明らかにされた。本種は *Larix* 属の球果のみに寄生し、本州中・北部および北海道のカラマツ球果の結実がみられる地域に分布し、その寄生をうけた球果ではほとんどの種子が被害されるため、寄生率の高い場合は種子の収量が著しく減ずる。寄生率は前年にくらべ球果の結実量が多い年にはひくく、逆に前年より結実量の少ない年にはきわめて高くなる。通常 1 世代の完了に満 1 年を要するが、一部のものは 2 年かかる。成虫は早春から出現し、産卵は 4 月中、下旬から始まるが、この時期はカラマツ花粉飛散の終了期と一致する。産卵は若球果の表面が苞りんにおおわれている間は若球果の下にある芽りんの間に、種りんが表面をおおうようになると種りんの間隙に行なわれる。卵期間は約 11 日、幼虫は春から夏のはじめまでみられ、夏期以降翌春までは、大部分のものは地中で、一部のは加害球果の中で蛹の状態で経過する。卵期の死亡率はきわめて低い。幼虫期の死亡率も一般的には低い、高密度の場合には若齢幼虫期の死亡率は相当に高まる。蛹の死亡率は高い。本種の個体数は当年結実の球果数によってその上限をおさえられており、このことが個体数の変動に大きく働いているようである。

本研究においては、日本本土において新しく記録されたカラマツタネバエについてその形態の概略を記したほか、分布、加害状況、生活史、行動等の概要を明らかにしたが、その中でとくにその幼虫が特異の発育過程をたどる点は注目される。

目 次

I まえがき	16
II これまでの研究	17
III 分類学上の位置・形態	18
1. 成 虫	18
2. 卵	20
3. 幼 虫	20
4. 蛹	22
IV 生 態	22
1. 分 布	22
2. 加害樹種	22
3. 被害状況	39
4. 生活史の概要	42

1972年4月22日受理

(1) (2) (3) 林業試験場保護部 (4) 木曽分場

5. 羽化時期	{ 室内……………43
	{ 野外……………44
6. 羽化の時刻とその行動……………45	
7. 成虫の生存期間・抱卵数・産卵前期間・性比……………45	
8. 産卵開始時期と産卵期間……………46	
9. 産卵場所……………48	
10. 1 球果当たりの産卵数……………49	
11. クローネ内の球果の着生部位と寄生率……………50	
12. 卵 期 間……………51	
13. ふ化幼虫の行動……………51	
14. 脱 皮……………52	
15. 幼虫の摂食行動……………52	
16. 食害量と 1 球果内の幼虫数……………53	
17. 老熟幼虫の落下と蛹化までの日数……………54	
18. 蛹化場所と蛹の密度……………56	
19. 球果の結実量と被害率……………57	
20. 死亡要因の概要……………60	
文 献……………64	
図版説明……………65	
Summary……………66	
Plate……………1~6	

I ま え が き

近年、林木育種事業の進展にともない、自然結実をまっけて林木の種子を採取するだけでなく、形質のすぐれた優良林分を採取林に指定し、量的、質的に結実を向上させるような処理を施し、よいタネを大量にとる試みが行なわれる一方、採種園の造成が着々とすすめられている。このような状況から、花芽、球果、種子等に加害する昆虫が林業技術者の注意を引くようになってきた。

カラマツはほぼ数年の間隔において種子の豊作の年があり、その年に大量に種子を採取し、次の豊作年まで貯えながら消費する方策がとられてきた。ところが、最近はやや豊作といわれた1956年以来、10年間以上も凶作続きで、カラマツ苗木の生産地では種子の不足に悩まされている。このカラマツ種子の不足を補い、また、林木育種上の成果を高めるために、施肥、間伐、環状剥皮などの結実促進処理が研究され、一部ではすでに事業的にも実施されつつある。また、カラマツ採種園も各地に造成されており、種子の採取が可能な採種園もあるといわれている。

ところで、このように自然結実の豊作を待って種子を得た段階から、人為的に結実を促進させる段階に発展してきた結果、これまでには気がつかなかったいろいろの虫害があきらかになってきた。そして、促進処理を行なって結実させた球果や、局部的に自然結実した球果には虫害のために種子の収量歩止りが非常に悪くなっている例がしばしばみられるようになり、各関係機関において大きな問題にされるようになった。このため、1964年から1967年まで、農林省林業試験場昆虫第一研究室および木曽分場保護研究室が共同して、カラマツ球果の害虫の調査研究を行なうことになった。

現在までにカラマツマダラメイガ、カラマツヒメハマキなどのカラマツの食葉性害虫として知られている小蛾類の幼虫が若い球果をも食害すること、また、タマバエ科の幼虫1種、および小蛾類の一種である *Lobesia* sp. が球果や種子を食害していることが確かめられたが、それにもまして主要な害をなすものはカラマツタネバエ (*Hylemya laricicola* KARL) であることがわかった。カラマツ球果の虫害を防除することは、地域によっては緊急かつ重要であると考えられるので、まだ不明な点も多いが、ここでは1964～1967年にわたる試験研究の結果をとりまとめて報告する。

この調査を行なうにあたり、関東林木育種場長野支場長以下場員の方々、特に百瀬経営課長（現林試木曾分場）、山手原種係長（現九州林木育種場）、および長野営林局、上田営林署、臼田営林署、ならびに長野県庁の関係者からは多大のご協力と便宜をたまわった。ここに謹んで厚くお礼を申し上げる。カラマツタネバエの同定については農林省農業技術研究所の福原樗男技官の労をわずらわした。同氏は形態について終始、懇切なご教示を与えられたほか、とくに成虫の記載については筆者らの原稿を全面的に校閲してくださった。衷心より感謝の意を表する次第である。図版の作成にあたっては保護部の中川道夫技官、西野トシ子技官の協力を得た。また、林業試験場野淵 輝技官、森本 桂技官、浜 武人技官には調査およびとりまとめに際し有益なご助言をいただいた。これらの方々にあわせて心からお礼を申しのべる。

II これまでの研究

カラマツタネバエ *Hylemya laricicola* KARL は Otto KARL によって、*Chortophila laricicola* KARL として1928年に Tierwert Deutschland にはじめて記載された⁷⁾。そして、同氏に標本を送って同定を依頼したオーストラリアの昆虫学者 Prof. M. SEITNER が翌1929年に、この昆虫がカラマツ球果に与える被害状況、生活史、寄生蜂について、かなりくわしい報告を出した²⁴⁾。

1935年にはソ連の E. V. ZONOVA が、バイカル湖に近い地方の *Larix sibirica* と *L. dahurica* からなるカラマツ林で、カラマツ種子の収穫の減少の主な原因になっているものが *Chortophila (Phorbca) laricicola* KARL であることを明らかにし、その形態と生態について記述するとともにカラマツ母樹の環境条件と被害率との関係などについてのべている²⁹⁾。以上の報告が今日までのこの害虫に関する研究の基礎となっており、その後フィンランド、ブルガリア、ソ連、ドイツの各地においてもこの虫がカラマツ球果を害することが報告されているが、生活史の研究では前記の2つの報告の域を脱していない。日本に近い地域における報告としては、1943年に細谷達雄が北朝鮮の白頭山麓でチョウセンカラマツ (*L. Koreana* NAKAI) の種子を食害する3種の害虫のひとつとしてタネバエ類の幼虫をあげ、これが、*Hylemya laricicola* KARL に相当するものと思われると述べ、これにカラマツタネバエという和名を仮称として与えている⁶⁾。われわれもその幼虫の形態や加害様式の記述から、これが現在の *Hylemya laricicola* KARL に相当するものに間違いのないと思うので、カラマツタネバエという和名を使用することにした。

また、Z. ang. Ent. (1968) にのった抄録によると、PETRENKO, E. S. が東部シベリアにおけるダフリアカラマツの種子害虫についての報告で、*Hylemya laricicola* がその重要害虫であるとして、その生活史と、薬剤の林床散布による防除法をのべている³⁾。

III 分類学上の位置・形態

農業技術研究所の福原植男技官によれば、カラマツタネバエの分類学上の位置は次のとおりである。

Muscidae イエバエ科, Anthomyiidae ハナバエ亜科の *Hylemya* ROBINEAU-DESVOIDY に属し、亜属については *Pegohylemioc* SCHNABL を用いるのが妥当のように考えられる。日本産の標本について形態を詳しく調べると、細部において原記載とわずかながら一致しない点が見い出される。しかし、これらの点については、将来内外の資料がそろった時には亜種に関する問題を考慮せねばならぬ可能性もあるが、種内の問題と認められる。

次に形態の概要を記す。

1. 成虫 (Plate 1)

(♂): 体長 4.5~5 mm, 翅長: 4.5~5.5 mm, 黒色, 鈍いつやがある。頭部は大型, 剛毛は長く, 傾斜度および湾曲度は小, *H. Vetula* ZETTERSTEDT ケバクロバエに類似するが, より小型で, 腹部は細長く, 剛毛や毛はこれほど顕著ではない。

頭部: 頭は胸よりも幅広く, 幅/高さ/長さ = 10/8.7/6.3, 側顔, 亜側顔は黄灰色粉で密におおわれ, 額帯は褐色, 顔, 触角, 小髭鬚その他は黒色。複眼は無毛, 合眼的で側顔内縁は互いに接する。側方から見た亜側顔の最大幅は頬高とほぼ等しく, 触角第 3 節の幅よりは狭い。口孔前縁は中央部においてほとんど前方へ凸弧をなさず, 髭角 (ribbrissal angle) は複眼前縁まで突出する。触角は頭部 1/2 よりわずかに高く生じ, 前口縁から第 3 節の幅の 1/2 の位置に終わる。第 3 節は末端丸く, 幅は第 1 + 2 節長よりわずかに大, 長さは幅よりわずかに大。触角棘毛の第 2 節は比較的長く, 第 3 節は基部の 1/3 で顕著に太い。微毛を生じ, 細長部では粗生し, その長さは触角棘毛の最大幅の 1/2~1/3 (Pl. 1-F)。後頭部は, 黒色, 非常にうすく黄灰色粉を有し, 後頭剛毛は細くて比較的長くかつ長短交互にはならない。上半部においては後後頭毛列の一行を生じる。口吻および小髭鬚は比較的短く, 後者は細毛を適度に有し, 吸器 (haustellum) は黒色で光るが, うすく粉をよそおう。

胸部: 黒色, 黄灰色を粗布する。正中, 背中剛毛列の間に粉による黄灰色縦条がみとめられるが, 横溝以後においては翅内剛毛内側で弧状をなす縦条紋とともに不明瞭。肩, 背側翅上および腹胸側の各部は比較的顕著に灰色粉でおおわれる。背中剛毛は 2 + 3 で細長く, おおのこの前後にほぼ 1 本の長毛を生じるが, 最後の 1 本は最長で列の外側に位置する。正中剛毛は 2 列, ほぼ 5 + 7, はなはだ長く, 前小楯板の 1 対は顕著。前翅上剛毛は翅上剛毛の約 1/7, 第 1 背中剛毛とほぼ等長。腹胸側剛毛は細く 2 : 2, ただし前下部剛毛は発達せず事実上 1 : 2 に見える。前胸腹板, 前胸側板平坦部, および下側板と翅側板の中間の節片 (barrett) は無毛。小楯板の先端に近い腹面には直立した, 黒色細毛を少数有する。

腹部: 扁平, 頭・胸部よりもわずかに短く, 幅は長さの約 1/2 で, 両側縁はかなり平行的, 交尾器はかなり大型。全体, 黒色で腹背は狭い側縁部と背中部の斑紋を除いて, うすく青灰色および黄灰色粉でおおわれる。後方から見ると正中にやや細い黒色縦紋をあらわし, これは各背板の後縁では狭く切断されるが前縁のごく近くでは急に幅広くなる。被毛 (vestiture hairs) はかなり細長く, 第 3~5 背板の後縁剛毛も細長い。腹面は黒色, 長毛に富むがとくに側縁部において顕著。第 1 交尾器節 (第 6~8 背板) および第 2 交尾器節 (epandrium) は黒色, 淡褐色のきわめて短い微毛を生じる。後者を側方から見ると基部において薄く末端が厚くなってやや三角形を呈し, 生じている黒色細毛は比較的短い (Pl. 1-C)。缺子

(forceps, surstylus) は約 340μ 。暗褐色で第2交尾器節の約 $3/4$ 長、基部および中部で狭くなり先の $1/3$ はゆるく腹方（上方）へ湾曲し、この部分に1個の内歯を有する。尾毛 (cercus mesolobus) は栗の実状で背面（下面）は扁平、長毛を欠き多少とも縁どられた内側は淡褐色の伏した微軟毛でおおわれ、末端は、黒色で尖るが背方（下方）へ厚みを増して先に向かう少数の細毛を生じる (Pl. 1-D)。挿入器 (aedeagus) は暗褐色、はなはだ細長く鋏子よりやや長い (Pl. 1-C)。第5腹板 (V sternite) は基部寄りの外側に約3本の長剛毛を生じ、基部 $4/5$ にわたる内側には内腹方（内下方）に向いた細剛毛の列を有し、その後急に背方（上方）に細まって鈍頭に終わる (Pl. 1-E)。

脚：黒色、やや短い。剛毛も比較的短く、脛節の端前剛毛は弱い。跗節は通常。前脚脛節は後腹面剛毛列および末端 $1/2$ に後背面剛毛列を、前脚脛節は弱い（脛節の幅程度の）1～2後面剛毛とし後腹面剛毛を生じる。中脚脛節は中央部で弱くなった前腹面剛毛列、基部 $1/2$ に前面剛毛列、基部 $2/3$ に後腹面剛毛列を、中脚脛節には弱い1前背面剛毛と3後背面剛毛を生じる。後脚基節は前面および背面（側面）には細毛を生じるが、後面（内面）は無毛、後脚脛節は前面剛毛列、末端 $1/3$ に前背面剛毛列、末端 $1/4$ に3後背面剛毛、末端で長さを増す前腹面剛毛列、弱い後腹面剛毛列を有する。後脚脛節は6～7前腹面剛毛、約10の長短の前背面剛毛、長い3～4後背面剛毛（事実上背面に生じる）、基部 $1/2$ に5～7の不明りょうかつ不規則な列の後腹面剛毛を有する。

翅：本属としては通常の形状。縦横比は $2.52\sim 2.65$ 、翅頂の位置は前よりの $2/5$ 。全体にごくうすく暗褐色をおびるが基部近くではやや顕著。翅脈は黒褐色、翅肩片 (epaulet) は黒色。翅頂は第5節分のごく基部に、翅長の $1/2$ は第2節分内にあり、前横脈 (r-m または ta) はこれを越えるが第2節分内にある。第2縦脈の末端直前における前方への湾曲は非常に弱く、第3縦脈では後方へは湾曲せずむしろ前方へ曲がる。第4縦脈の末端節分は直線的、第3径室 (R_{4+5}) は末端 $1/2$ においてほとんど等幅か、わずかにせばまる傾向がある。後横脈の内方への屈曲は弱い。第5縦脈は翅縁に達する直前に終わり、第6縦脈は末端は痕跡となって翅縁に終わる。第7縦脈 (2a) はゆるく弧をえがき第6縦脈に近づきながら消失する。第1節分の末端剛毛は発達が悪く、前縁脈の細剛毛は比較的長い。前縁の小剛毛列は第4節の $1/3$ に達する。鱗弁 (squamae) は灰白色、基部は白色、上部鱗弁の縁はやや濃色、縁毛は灰白色、または黄灰色。下部鱗弁は上部鱗弁を後方へ越えない。平均棍は褐色、柄部の基部 $1/2$ は黒褐色。

(♀)：灰黒色。♂に比して体表の粉が多く、その色はより黄味が少ない。胸背の剛毛は♂ほど顕著ではないが本属の♀としては頭部、胸部その他の剛毛はいずれも細長い。頭幅は胸部よりわずかに狭く、側額、亜側額は下方ほど密に黄灰～灰色粉で、顔、頬、後頭はいくぶん密に灰色粉でおおわれるが、頭蓋帯および亜頭蓋帯は粉がうすく、帯褐色。複眼間隔は頭幅の $1/2.3\sim 1/2.5$ 、額帯は黒色、前部では帯褐色、複眼間隔の約 $2/3$ の幅で側縁はほぼ平行する。単眼瘤は黒色、その周辺部（単眼三角区の前端を除く部分）は暗灰色粉を有し、前端はきわめて鈍頭、単眼剛毛の間隔は広く、ほぼ後単眼の内縁よりも外側に生じる。亜側額の最大幅は頬高と同等かわずかに広く、触角第3節はこれらよりやや幅広い (Pl. 1-B)。側方から見た複眼前縁と顔縁との距離は触角第3節の幅のほぼ $1/3$ 。額縁剛毛は比較的長く、 $3+3\sim 4$ 、額帯の交差剛毛は1。胸背は黄灰色粉をかなり密に、肩瘤、背側板はより密に灰色粉をよそおう。粉がうすいためにあられる暗色紋はつぎのようである。正中帯（左右融合）、背中帯は前端で明りょう、横溝後では不明りょう（とくに正中帯）、内側の後肩剛毛と横溝前剛毛の間を背中帯に合する横溝、横溝帯、翅内～翅上瘤、翅後瘤、小楯板周縁においては不明りょう。前下部腹胸側剛毛は♂よりも顕著で、上部剛毛の $3/4$

～4/5 長。腹部はるよりも幅広く、卵円形で本属の♀として通常。第 5 背板は背面に後縁剛毛以外にかなり長く、かつ立ち気味の剛毛を生じる。産卵管は側扁することなく、伸長すると第 3 背板 1/2～第 5 背板後縁の長さに匹敵する。第 6, 7, 8 板はほぼ等長、キチン化は弱く、背中で分裂する傾向は弱く、側縁を越えて腹面に達する。間膜は背板の約 2/3 長、微小突起でおおわれる。第 6, 7 背板は後縁剛毛を、第 8 背板は縦横はほぼ等長、左右に 2 分し、前方に狭いが後方ではほとんど合し、後側縁は丸く、後縁は中央で小さく凹陷する。後縁および後縁前剛毛を有する。第 9 腹板は前縁不明りょう、形は第 9 背板にほぼ等しく、少数の剛毛を生じる。受精嚢は 3 個、約 $150 \times 85 \mu$ 、卵円形で、中央部ややくびれる傾向を有する。前脚脛節は後縁剛毛を欠き、中脚脛節には前背面に 2 (～1)、後背面に 5～8 (先端に向かって後面に列が乱れる)、後脚脛節には前腹面に不明りょうな約 4、前背面には列の乱れた 4～7、後背面には長い 3 本の各剛毛を生じる。前縁脈腹面の細剛毛は第 2 節分の末端部から第 3 節分の中部にわたる。

2. 卵

長径 1.4～1.6mm、短径 0.5～0.6mm の紡錘形、前方（ふ化幼虫の脱出する側）の先端の湾曲は鈍く、その端頂はわずかに凹み精孔がある。後方は円錐状に細まる。色はやや透明な光沢のある白色であるが、ふ化時期が近づくにつれてわずかに褐色を帯びた不透明な乳白色になる。

3. 幼虫

ZONOVA (1935)²⁹⁾によれば *Hylemya laricicola* の幼虫はふ化後 5～8 日で体長約 3 mm に達し、第 1 回目の脱皮を行ない 2 齢幼虫となり、さらに第 1 回脱皮後 5～9 日すぎると第 2 回目の脱皮を行ない 3 齢幼虫になると記されている。また、幼虫後気門の裂口数は、1 齢幼虫では 1 個、2 齢幼虫では 2 個、3 齢幼虫は 3 個であると図示されている。

しかし、われわれが長野県下で採取した多くの個体について調べたところ、ふ化直後の幼虫でも後気門の裂口数が 1 個である個体は全く見当たらず、小型の幼虫は 2 個、大型の幼虫は 3 個の裂口をもっていた。また、ふ化後の脱皮は幼虫の体長が 3.0～3.5mm に達した時の 1 回だけであり、この際、後気門の裂口数は 2 個から 3 個に変わることがわかった。この脱皮を行なう以前の幼虫は、ふ化途中の体長 1.5mm 程度の幼虫から脱皮直前の 3 mm 程度の大きさの幼虫まで、すべて、咽頭骨格、前気門および後気門の形状や大きさがほとんど同じである。ふ化後に脱皮を行なった後の幼虫は、脱皮直後のものから老熟幼虫までその咽頭骨格、前気門および後気門の形状や大きさにほとんど変わりがなかった。したがって、ZONOVA にしたがえば、この脱皮を境にして、その前が 2 齢幼虫、その後が 3 齢幼虫に相当するものと考えべきものであった。次に卵殻を透して、卵内幼虫の黒色の mandibles をはっきりと見ることのできるふ化直前の卵から幼虫をとり出して、その咽頭骨格、前気門および後気門を調べてみたところ、それらは上記の 2 齢幼虫のものと全く同じ形状と大きさをしていて、さらに卵内をよく調べたところ、卵殻内に付着している幼虫の脱皮殻（皮層、咽頭骨格、後気門）を見ることができた。また、卵内で脱皮途中の個体を見ることもできた。以上のことから ZONOVA (1935) により 齢期を分けると長野県下で採集した *Hylemya laricicola* の幼虫は卵内で 1 齢から 2 齢への脱皮を行ない、2 齢幼虫となってから卵から出てきて、その後摂食を行ない、体長 3.0～3.5mm 程度に成長してから脱皮を行ない 3 齢幼虫になるものと考えられる。なお、H. A. TRIPP (1954) は White spruce (*Picea glauca*) の球果を食害する *Pegohylemyia* sp. の幼虫について同様のことを記している²⁵⁾。

i) 1 齢幼虫

卵内に存在し、体長約1.2mm、体幅約0.5mm。透明な淡白色。咽頭骨格はキチン化が弱く褐色、全長約0.12mm(120 μ) (Pl. 3-A)。後気門は最尾端体節にある大きな一對の隆起の先端に開口する。気門裂口は2個 (Pl. 3-F)。気門気管 (spiracular trachea) の幅 (太さ) は約 0.006mm。前気門は2齢や3齢幼虫のような形では存在しない。おそらく1齢幼虫のうちは後気門式幼虫で、2齢以後に双気門式幼虫になるであろう。各体節の縫合部には2齢、3齢幼虫にみられるような歩行のための微突起列群はないが、後気門の周囲の隆起には先端の2分した褐色の微突起が群生している。

ii) 2 齢幼虫

体長1.4mm、体幅0.5mmの小形のものから脱皮直前の体長3.0~3.5mm、体幅1.0mm程度の大形のものまである。やや透明な白色。咽頭骨格は全長約0.5mm、最大幅 (高さ) は約0.18mm。Dorsal wing plate の上辺および下辺は3齢幼虫のそれにくらべてかなり直線的 (Pl. 3-B) で、前気門は前胸節に1対あり、14~22個の背状突起が扇状に並んでいる (Pl. 3-D)。この指状小突起の数は同一個体でも左右の前気門で異なることがしばしばある。全体の幅は約0.1mm。気門気管 (spiracular trachea) の太さ (幅) は約0.15mmでやや透明な淡黄色を呈する。後気門はダ円形 (長径約0.03mm、短径約0.025mm) でその中に卵形 (長径約0.015mm、短径約0.0075mm) の裂口が2個開口している (Pl. 3-G)。裂口と気門境界線の間はほとんどキチン化していない。気門気管 (spiracular tracher) の幅 (太さ) は約0.15mm。

iii) 3 齢幼虫

十分成熟するときは体長6mm内外に達し、円錐状を呈し、前端はしだいに細まり、後端は截断状に傾斜している。ただし、蛹化が近づくとき体長は5mm内外に縮み、円筒状を呈するようになる (Pl. 2-A)。体色は3齢の初期は白色であるが、しだいに黄白色となり、老熟するにつれて黄味を増す。

頭部は小さく、胸部に陥入し、背面からは見えないことが多い。大顎の前方には2対の感覚突起を有し、上方の突起は円錐状に長く突出し、下方の突起は内部が陥没し、その中に数個の微小突起がある。上方突起の間隔は下方突起の間隔よりもごくわずかにせまい。上方突起と下方突起の間隔は下方突起の間隔の約1/2で、下方突起の直径の約3倍。腹面には一對の鋭くとがった大顎の先端が下向きに湾曲して突出している (Pl. 2-B, C)。

胸部は3節あり、前胸部の後縁から一對の前気門が前方を向いて突出しており、14~22個の背状小突起が扇状に分岐している (Pl. 2-B)。ひろがりの最大幅は約0.155mmで気門気管の幅 (太さ) の約3倍。指状小突起の幅は約0.003mm、色は体色よりかなり濃く、黄褐色である。

腹部は8節からなり尾端節には1対の後気門があり、これをかこむようにして6対の明りょうな肉状突起があり、さらに腹面にも1対の突起がある (Pl. 2-E)。後気門はわずかに隆起して開口しており、左右後気門板の間隔は後気門板の横直径の4.5~5.5倍、気門板のキチン化は非常に弱く、境界線がわかるだけである。裂口は3個で、中央の横向きの裂口をはさんで上方と下方に放射状に配列されている (Pl. 3-H)。珠球を欠く。後気門をとりまく口の突起の配置は次のようである。左右後気門のほぼ真上の背面に1個ずつ、左右後気門を横にむすんだ線の上下にかかなり接近して側面の上部に左右2個ずつ、その下方頭部より左右1個ずつ左右後気門の下方やや正中線より先端の2分した大きな突起が左右接近して突出し、体の最末端を形成しており、さらにこの外側にもう1対の突起がある。腹面にある突起は肛門のすぐ後に位置し、左右突起の間隔は先端の2分した大きな突起の間隔と等しい。これらを側面からみると、Plate 2-D のようになる。

咽頭骨格は全長約0.85mm, 最大幅(高さ)約0.2mm, dorsal wing plate と pharyngeal plate の後半部をのぞく部分は強くキチン化されている。Dorsal bridge にかこまれて半月形の 付属骨片を有する(ただし3 齢初期の幼虫では未発達)(Pl. 3-C)。

胸部各体節の前縁および、腹部各体節の前縁と後縁には微小な棘状突起の不規則な列をそなえる。棘状突起の形は円錐型であるが、腹面および尾端体節ではまれに先端の2 分した棘状突起がまじる。また胸部体節の棘状突起は腹部体節のものよりもやや小型である。体節の前縁にあるものは前方に傾き、後縁にあるものは後方にかたむく。

4. 蛹

長さ4.2~4.8mm, 幅(太さ)1.4~1.8mm の長楕円形, 赤褐色。蛹殻の両端は厚くやや黒色を帯びる(Pl. 4-A)。先端には幼虫時の前気門が角状に突出し, 14~22 個の指状突起に分かれている(Pl. 4-B)。また, 前端の腹面には幼虫時の咽頭骨格が蛹殻壁に付着して黒くすけてみえる。尾端には幼虫時と同様に7 対の突起がある(ただし先端の2 分している大きな突起は蛹では2 対の突起にわかれてみえるので実際には8 対の突起が数えられる)(Pl. 4-C)。後気門は筒状に突出して開口し, 3 つの裂口を有する。左右後気門の間隔は幼虫時よりやや狭く, 後気門の横直径の約4 倍。

IV 生 態

1. 分 布

筆者らのひとり小沢はカラマツ球果害虫の分布および被害程度を知る目的で, 1964年に長野県内について, また, 1965年と1966年には長野県およびそれ以外のカラマツ球果が結実すると思われる地方の営林署や県関係各機関に依頼して, 毎年5~8 月ころ, カラマツ球果を30~60 個程度を目標に採取して送付してもらい, すべての球果について鱗片をはがし, 球果を食害する昆虫の種類および被害の有無について調べた(表1, 2, 3)。このデータにわれわれが直接観察したものを加えて, カラマツタネバエの生息を確認した地点を図示すると図1 のようになる。すなわち, 分布範囲は北海道, 岩手県, 栃木県, 群馬県の一部, 長野県全域, 岐阜県, 山梨県, 静岡県の一部にわたっている。このほかにも, 従来からカラマツ球果の結実がみられる地域には当然分布するものと思われる。ただし, 中国地方の大山山麓のように, ごく最近, わずかにカラマツ球果が結実するようになった 場合においては, カラマツタネバエは全くみられなかった。長野県下においても, 道路沿いなど周囲に大きなカラマツ林がない所で, 幼齡木がたまたま結実したような場合にはカラマツタネバエの被害は認められない場合があった。

わが国におけるカラマツタネバエの分布域はカラマツの天然分布域よりはるかに広い。北海道には *Larix* 属の天然分布がない(ただし, 北海道の泥炭地からグイマツ *Larix Gmelini* GOLDON の花粉が検出されることから知られるように, 過去においては *Larix* 属が天然に存在していた)¹¹⁾にもかかわらず, カラマツタネバエは広く分布している。カラマツの造林地の拡大にともなって分布域を広げていったものであろう。わが国以外ではヨーロッパ²⁴⁾, シベリア²⁹⁾, 北朝鮮⁶⁾に分布することが知られている。*Larix* 属はこれらの地域以外に北米大陸, カラフト, ヒマラヤ地方に分布するが, これらの地域からは *Hylemya laricicola* の分布はまだ報告されていない。なお, 北米大陸では *Picea* 属(*Picea glauca* など)の球果に *Hylemya* (*Pegohylemyia*) *anthracia* が加害することが知られている⁶⁾。

表 1. 1964年のカラマツ球果害虫の長野県下被害分布調査表

地域別	採集場所	採集月日	採集者名	採集木の状況			球果の着生状況		人工・天然別	標高(m)	被害状況							備考	
				樹齢(年)	樹高(m)	胸高直径(cm)	着生木	着生数			球果調査数	健全球果数	被害球果数	被害球果の内訳			被害率(%)		
														カラマツ タネバエ	タマバエ 科	その他			
北	飯山営林署木島山国有林 152	39.6.12	原畑	42	15	30	単木	少々	人	1,500	15	2	13	13				87	ツタによる衰弱木
	“ 内山国有林 141と	6.9	宮田	48	19	24	4.79ha中 30本	“	“	960	47	4	43	43	4		91		
	飯山市旭公有林	6.14	伊藤	40	16	30	2ha中 70本	“	“	500	20	12	8	8	5		40		
	下水内郡栄村横倉私有林	6.9	小林	25	17	26	単木	“	“	350	28	18	10	10	9		36		
	飯山市旭	6.2	海辺	50	15	30	“	“	“	400	16	1	15	15	6		90		
	下水内郡豊田村永江	5.28	上野	50	22	35	“	“	“	600	30	19	11	11	2		37		
	上高井郡高山村牧	6.24	鈴木	25	15	15	1ha中 2本	“	“	720	30		30	30			100		
	長野営林署飯綱山国有林 41	5.28	宮下	23	13	16	単木	“	“	1,050	19		19	19			100		
	“ 42	5.28	宮下	45	22	24	“	“	“	1,100	17		17	17			100		
	上高井郡仁礼公有林	6.11	丸山	10	7	6	“	“	“	1,300	20		20	20	11		100		
信	下水内郡鬼無里村口影	5.21	下野戸	10	8	8	1ha中 30本	沢山	“	650	30	25	5	5			17		
	“	5.21	下野戸	25	15	25	単木	少々	“	650	26	23	3	3			12		
	埴科郡坂城町	8.19	浜村	20	35	28	1ha中 20本	“	“	800	35	10	25	25			71		
	東	上田営林署奈良尾山国有林 27	5.23	村橋	62	25	34	8ha中 数本	“	“	1,200	10		10	10			100	1級採種林
上田営林署北山国有林 4		5.25	原	26	10	14	単木	“	天	1,900	12	10	2	2			17		
“ 和山山国有林 125		5.26	鈴木	43	25	42	20ha中 20本	“	人	1,350	16		16	16			100		
“ 傍陽国有林 63		5.21	半田	39	15	20	単木	沢山	“	1,020	30	8	22	22			73		
“ 傍陽国有林隣接民地		5.22	岩下	20	13	16	単木	少々	“	950	12		12	12			100		
信																			

表 1. (つづき)

地域別	採 集 場 所	採集月日	採集者名	採集木の状況			球果の着生状況		人工・天然別	標 高 (m)	被 害 状 況							備 考
				樹齡 (年)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	着 生 木	着生数			球 果 調査数	健 全 球果数	被 害 球果数	被害球果の内訳			被害率 (%)	
東	上田営林署和山国有林24	5.28	宮田	37	21	34	100本 (50本)	少々	人	1,080	50		50	50			100	結実促進処理
	“ “ 22 は	5.28	宮田	60	23	32	12ha中 200本	“	“	1,080	43	1	42	42			98	1級採種林
	“ 青木村奈良本林地	5.29	古沢	30	14	30	単 木	“	“	1,000	8		8	8			100	
	小 県 郡 真 田 町 長 管 平	5.27	上田	12	10	14	“	沢山	“	1,300	30	1	29	29			97	
	“	5.27	上田	45	16	22	“	少々	“	1,350	30	3	27	27			90	
	“	5.27	上田	45	18	35	2ha中 5本	“	“	1,140	30	13	17	17			57	
	“	5.27	上田	18	12	18	4ha中 4本	“	“	1,360	43	14	29	29			68	
	“	5.27	上田	45	18	34	2ha中 30本	“	“	1,200	30		30	30			100	
	“ 丸子町腰越深山	5.28	池沢	15	8	12	単 木	“	“	650	30	6	24	24	10		80	
	白田営林署立科国有林 113	6. 3	牧野	54	17	32	“	“	“	1,200	25	3	22	22	2		88	
	“ 八ヶ岳国有林 83	5.26	大沢	60	15	40	約10本	“	天	1,800	30	14	16	16			53	
	“ “ 76	5.29	平井	46	25	38	30本 (12本)	“	人	1,500	30	5	25	25			83	結実促進処理
	“ 川端長尾国有林	5.29	新井	100	15	40	約20本	“	天	1,450	40	35	5	5			13	
信	佐 久 市 内 山 苦 水	5.26	小林	30	17	32	単 木	“	人	900	27	19	8	8			30	
	南佐久郡南相木村公有林	5.28	桂川	40	20	30	単 木	少々	天	1,500	30	7	23	23			77	
	白田営林署南相木山国有 林	5.28	桂川	270	18	32	1ha中 30本	沢山	“	1,500	40	32	8	8			20	
	“ 屋敷入奥国有林89	5.26	小山	80	20	48	単 木	少々	“	1,440	43	18	25	25			58	
	南佐久郡小海町小海県有 林	5.29	宮川	30	16	28	100本 (4本)	沢山	人	1,250	30	7	23	23			77	結実促進処理
	“ 北相木村坂上	5.27	井出	35	18	30	0.05ha中 6本	“	“	1,300	30		30	30			100	

東	南佐久郡川上村組合林	5.20	小沢	40~70	—	—	500木 (約300本)	沢山	天	1,600	180	109	71	71			39	結実促進処理
	“ 八千穂村村有林	6.3	小沢	40~70	—	—	904本 (260本)	“	“	1,500	69	16	53	53	5		77	結実促進処理
	“ 民地	6.3	小沢	30	16	25	単 木	“	人	1,200	11		11	11			100	
	佐久市前山	6.2	尾沼	30	18	28	“	“	“	800	40	19	21	21	4		53	
	小諸市野馬取	5.28	尾沼	60	18	35	“	“	天	1,500	5	1	4	4			80	
	北佐久郡立科町芦田	5.29	荒井	20	15	24	290木 (150本)	“	人	800	35	30	5	5			14	結実促進処理
	岩村田営林署浅間山国有林	8.26	小沢	35	16	27	単 木	“	“	1,300	50		50	50	7		100	
	関東林木育種場採種林18	5.21	小沢	12	8	15	約300本 (約100本)	“	“	1,000	59	11	48	48			81	結実促進処理
	“ 26 (a)	6.23	小沢	42	18	25	約150本 (約30本)	“	“	1,000	73	2	71	71	14	3	97	結実促進処理
	“ 26 (b)	6.1	小沢	16	10	18	10本 (5本)	“	“	1,000	30	5	25	25			83	結実促進処理
中	小諸市高峰民有林	6.2	小沢	40	18	25	単 木	“	“	1,500	36		36	36			100	
	“ 高峰高原	6.2	小沢	70	20	45	“	少々	天	2,000	25	3	22	22			88	
	大町営林署高瀬入国有林 36㍎	5.28	起	80	20	46	単 木	少々	人	950	46		46	46			100	
	北安曇郡松川村	5.26	竹内	40	18	26	3ha中 15本	“	“	820	30		30	30			100	
	“ 小谷村中土	5.28	三宅	45	17	40	単 木	“	“	530	10	1	9	9			90	
	“ 白馬村北城	5.28	田原	20	8	15	“	“	“	820	4		4	4		1	100	
	“ 美麻村尼子	5.22	白沢	30	15	25	“	“	“	940	13		13	13			100	
	大町市平小熊平私有林	5.22	北沢	35	15	25	0.03ha中 2本	“	“	850	40	21	19	19			48	
	“ 平鹿島	5.22	北沢	35	15	25	単 木	“	“	960	30		30	30			100	
	松本営林署波田村	5.29	新井	80	23	45	“	“	“	690	35	35					0	ヨーロッパカ ラマツ
信	松本営林署金松寺山公有林	5.26	高畑	20	10	16	1.5ha中 20本	“	“	1,000	28	15	13	13	2		46	
	東筑摩郡波田村淵東 奈良井営林署奈良井国有林 41	5.30	占瀬	6	6	11	単 木	“	“	680	20	16	4	4	1		20	
		5.29	占畑	42	21	30	“	“	“	1,420	15	2	13	13			87	

表 1. (つづき)

地域別	採集場所	採集月日	採集者名	採集木の状況			球果の着生状況		人工・天然別	標高 (m)	被害状況							備考
				樹齡 (年)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	着生木	着生数			球果調査数	健全球果数	被害球果数	被害球果の内訳			被害率 (%)	
中 信	奈良井営林署奈良井国有林16い	5.29	古畑	40	17	26	0.5ha中 3本	少々	人	1,290	30		30	30	1		100	結実促進処理 (林試験木)
	鍋掛官造42	5.29	" "	32	17	24	単木	"	"	1,320	13		13	13	1		100	
	福島営林署三岳村小奥	6.15	一	30	14	30	"	"	"	1,250	43		43	43	9	10	100	
	日義村渡沢	6.19	奥村	30	17	40	"	"	"	1,000	10		10	10	1		100	
	" 民有地	6. 8	小沢	70	22	45	2本 (2本)	沢山	"	1,000	50		50	50		4	100	
	王滝営林署王滝村八海山	5.28	小島	30	24	32	単木	少々	"	1,450	30	5	25	25	3		83	
	"	5.28	小島	30	25	30	"	"	"	1,450	30	10	20	20	1		67	
" 王滝国有林447い	5.27	小島	70	25	50	"	"	天	1,600	17	5	12	12	2		71		
南 信	諏訪営林署本郷広原国有林 319た	5.25	植松	60	18	34	30本 (約20本)	少々	天	1,800	25		25	25	4		100	結実促進処理
	"	5.25	植松	60	18	36	30本 (約20本)	"	"	1,860	30	12	18	18			60	結実促進処理
	" 332い	5.25	植松	60	17	36	単木	"	"	1,500	40	13	27	27			68	
	"	5.25	植松	60	16	36	"	"	"	1,540	33		33	33			100	
	" 319た	5.25	小池	60	17	38	"	沢山	"	1,700	30	10	20	20			67	
	" 332に	5.25	小池	60	16	34	"	"	"	1,600	30	9	21	21			70	
	" 金沢山国有林 428	5.21	丸山	50	20	30	"	少々	人	1,100	30		30	30			100	
	" 429	5.21	丸山	40	16	28	"	"	"	1,000	20	1	19	19			95	
	" 424	5.21	丸山	45	18	26	"	"	天	1,580	30		30	30			100	
	諏訪営林署金沢山国有林 407	5.21	丸山	35	16	24	"	"	人	1,150	33		33	33			100	
" 430	5.21	丸山	40	10	22	"	"	"	1,300	30		30	30			100		

南	諏訪営林署東岳国有林 2563	5.26	上原	80	14	36	単 木	少々	天	1,800 2,000	30	11	19	19		63
	“	5.26	上原	80	14	34	“	“	“	“	30	17	13	13		43
	“	5.26	上原	80	15	38	“	“	“	“	30	3	27	27		90
	“ 西岳国有林 305い	5.25	小池	60	15	38	“	“	“	1,840	36	18	18	18		50
	“ “ 306	5.25	小池	60	16	38	“	“	“	1,720	30	4	26	26		87
	“ 東侯国有林 162	5.27	析橋	40	18	26	“	“	“	1,020	35		35	35	2	100
	“ 冷山国有林 248	5.26	上原	110	19	46	“	“	“	1,700	8	3	5	5		63
	“	5.26	上原	110	20	34	“	“	“	1,740	30		30	30		100
	“ 編笠国有林 319	7.22	矢沢	60	15	38	“	“	“	1,700	21		21	21	1	100
	“ 本郷広原国有林332	7.23	矢沢	60	16	48	“	“	“	1,440	43		43	43	2	100
	茅野市 泉野私有林	8.13	今岡	18	12	15	“	“	人	1,180	24		24	24		100
	伊那営林署浦国有林 64	5.26	清水	120	23	50	“	“	天	1,640	24	20	4	4		17
	“ 黒河内国有林 206	5.27	小林	25	12	16	“	沢山	“	1,300	35	11	24	24		69
	“ “ 220	5.28	長沢	58	18	32	0.5ha中 5本	“	“	1,700	35	10	25	25		71
	“ 伊那市手良区私有 林	5.21	荒井	20	16	22	単 木	少々	“	810	33	11	22	22	2	67
	駒ヶ根営林署 大鹿官造	6. 1	亀山	50	17	30	3ha中 30本	“	人	1,700	30	4	26	26		87
	“ 鹿塩国有林 5	6. 1	亀山	30	14	26	3ha中 数本	“	“	1,500	30	5	25	25		83
	“ 黒川山国有林 123	6. 2	大林	37	42	19	0.3ha中 5本	“	“	1,670	35	5	30	30		86
信	上伊那郡辰野町横川	5.22	春日	50	27	40	0.2ha中 10本	“	“	1,080	42		42	42	2	100
	伊 那 市 伊 那 町	6. 1	浦野	40	21	36	5 ha中 20本	“	“	950	40		40	40	3	100
	飯田営林署松川町生田官 造	5.26	内堀	32	20	22	単 木	“	“	1,500	35		35	35		100
	下伊那郡浪合村蘭平	5.22	水上	25	20	30	“	“	“	1,100	15	1	14	14		93
	“ 平 谷 村	5.26	水上	20	10	15	“	“	“	700	8		8	8		100
	飯 田 市 上 飯 田	6. 1	小椋	8	6	11	“	沢山	“	1,100	30	6	24	24		80

治山工事によ
る傷あり

表2. 1965年のカラマツ球果

採集地	採集月日	採集者	調査木			球果の着生状況
			樹齡	樹高	直径	
北海道・十勝支庁・広尾郡広尾町(民有林)	8.24	金子	25	10	16	少
" 石狩 " 札幌市滝野(民地)	9.2	堀	28	18	31	少(単木)
" 上川 " 空知郡中富良野町(")	9.16	草 薨	21	17	21	" (")
" " 中川郡美深町(")	9.17	"	23	19	15	" (1ha中 20本)
栃木県・宇都宮営林署・奥日光国有林1056	9.30	—	23	9	12	" (12ha中約150本)
群馬県・草津営林署・熊四郎山国有林85は	8.10	大 桃	90	21	80	多(単)
" " 水の登国有林 121 に	"	"	90	15	45	" (")
山梨県・富士山県有林・御庭	6.15	—	100	4		中(5ha中250本)
" " "	7.6	小 沢				"
" " "	8.2	高 橋				"
" " "	9.20	"				"
" " 古御岳	6.15	—	120	11	40	多(1ha中200本)
" " "	7.6	小 沢				"
" " "	8.2	高 橋				"
" " "	9.20	"				"
" " 小富士	6.23	—	100	8	18	中(2ha中400本)
" " "	7.6	小 沢				"
" 御坂山地・三ツ峠	6.22	—	50	16	40	" (1ha中60本)
" 富士山県有林・天神峠	7.5	小 沢				" (約30本)
" " 奥庭	7.5	"				" (約200本)
岩手県・岩手営林署・岳神山国有林64	7.16	—	40	23	38	多(単)
" 岩手郡岩手町江刈内(民地)	7.22	—	45	22	49	" (")
長野県(北信)・飯山営林署・栗時山国有林 130へ	6.24	—	43	16	26	少(単)
" 上水内郡豊野町中割(民有林)	7.21	塚 田	6	25	3	" (")
" " 思無里村日影(")	7.28	下野戸	26	15	25	" (0.3ha中3本)
" " 戸隠村シナノ木(")	8.11	林	25	13	20	" (0.2ha中3本)
" 長野市芋井・大座法師池(")	"	"	33	18	25	" (1ha中15本)
長野県(東信)・上田営林署・和山国有林22は	6.19	宮 田	65	19	42	" (17ha中30本)
" " " 24へ	6.10	小 沢	40	18	26	多(5.30ha中約80本)
" " " "	7.16	宮 田	40	18	28	" (")
" " 焼山国有林 162に	7.12	岩 下	50	22	50	少(単)
" " 大門山国有林 114は	7.17	山 辺	48	16	26	" (25ha中60本)
" " " 118に	7.19	岩 下	7	24	12	多(単木)
" " " 107ほ	7.9	竹 内	50	16	30	少(")
" " 北山国有林 1い	6.22	田 中	120	13	36	" (")
" 小県郡長門町大門弓張(民地)	7.19	竹 内	28	18	30	" (小集団)
" 上田営林署・和田山国有林 147ほ	7.6	山 崎	46	22	36	" (単木)
" " " 142は	"	"	42	21	28	" (")
" " 北山国有林 4は	7.3	—	130	14	20	中(")
" 小県郡丸子町腰越(民地)	6.17	池 沢	40	14	26	多(")
" " (")	6.18	"	35	12	26	" (")
" " 真田町菅平(民有林)	6.17	佐 藤	25	14	20	少(2ha中2本)
" " (")	"	"	25	14	22	" (単)

害虫被害状況調査表

人工林・ 天然林別	標 高	被 害 状 況				被 害 内 訳			備 考
		球果数	健	被害	被害率 %	タネバエ	タマバエ	小蛾	
人	m 30	35	24	11	31	7	5		直径は胸高直径
〃	250	23	1	22	95	22	3		○前年結実処理、以下同じ
〃	190	35		35	100	35			○
〃	140	38	8	30	71	30			○
天	1,400	35	5	30	86	27	3	3	○日光カラマツ
〃	1,800	36	10	26	72	25	26	2	
〃	1,900	23	9	14	61	12	10	1	
〃	2,300	30	29	1	3			1	○ハイマツ型
〃	2,300	25	23	2	8	2			(タマゴ、フ化)
〃	2,300	30	27	3	10	3			(中齢幼虫)
〃	2,300	50	27	23	46	17	12		
〃	2,500	29	29		0				○
〃	2,500	31	29	2	6	2			(タマゴ)
〃	2,500	45	11	34	76	28	30		(中齢幼虫)
〃	2,500	50	15	35	70	31	15		
〃	1,900	24	15	9	38	9			(若～中齢幼虫)
〃	1,900	54	43	11	20	11			(老熟幼虫)
人	1,450	11	7	4	36				(中齢幼虫)
〃	1,400	45		45	100	44	40		(老熟幼虫)
天	2,200	36	29	7	19	5	2		(若齢幼虫)
人	300	58	57	1	2	1			○
〃	350	87	70	17	20	17			通称大実カラマツ
〃	1,250	37		37	100	36	7	8	
〃	400	9	9		0				
〃	650	12	1	11	91	10	1		
〃	940	15	8	7	46	7	1		
〃	1,030	15		15	100	14	4	2	
〃	1,160	35	19	16	45	15	2	2	1級採種林
〃	1,100	69	10	59	86	55	2	2	○
〃	1,100	43	9	34	79	33	6		○(一部薬剤散布)
〃		5		5	100	4		1	
〃	1,350	9	6	3	33	3			
〃	1,300	4	4		0				
〃	1,400	9	6	3	33	3			
天	1,700	29	15	14	48	14		1	
人	1,000	28	3	25	89	23	6	2	○
〃	1,330	15	1	14	93	11	6	2	
〃	1,450	18	1	17	94	16	5	2	
天	2,050	15	1	14	93	14			
人	700	35		35	100	21	35	9	
〃	700	32	17	14	44	8	8		
〃	1,300	40	4	36	90	34		5	
〃	1,300	20	1	19	95	17	3	5	

表 2. (つづき)

採 集 地	採集 月日	採集者	調 査 木			球果の着生状況
			樹齡	樹高	直径	
長野県(東信)・小県郡真田町菅平(民有林)	6.17	佐 藤	30	16	24	中(2ha中2本)
“ 岩村田営林署・浅間山国有林38と	6.29	田 中	52	21	34	少(単木)
“ “ “ 27い	“	“	72	20	34	“ (1ha中4本)
“ “ “ 長倉山国有林115い	7.26	“	61	22	26	中(2ha中約20本)
“ 林木育種場・浅間山国有林26試108	5.14	小 沢	43	18	26	“ (10本の集団)
“ “ “ 試34	6.29	“	43	18	30	多(“)
“ “ “ “	8.4	“	43	18	30	“ (“)
“ “ “ 試 3	“	“	17	9	17	少(単)
“ “ “ 18試184	6.29	“	13	8	15	多(約10本)
“ “ “ “ 試227	8.4	“	13	8	14	“ (“)
“ 佐久市北沢(民地)	6.18	宮 川	35	18	30	“ (単)
“ “ 笹倉(“)	6.19	“	23	14	18	少(“)
“ 北佐久郡立科町芦田(民有林)	6.22	“	20	12	25	“ (1ha中20本)
“ 小諸市野馬取(“)	5.27	小 沢	50	20	35	中~多(約60本)
“ 臼田営林署・八ヶ岳国有林34り	6.28	大 沢	50	15	30	多(1ha中10本)
“ “ “ “	“	“	50	18	30	“ (“)
“ “ “ “ 76よ	6.29	平 井	45	19	32	“ (2ha中50本)
“ “ “ 立科国有林 117に	6.29	牧 野	130	17	52	“ (1ha中50本)
“ “ “ 神山国有林14を	6.29	下 平	8	4	6	少(単)
“ 南佐久郡北相木村西上親(民有林)	7.13	前 島	60	24	36	中(10ha多10本)
“ “ 小海町県有林	7.12	“	35	17	14	“ (20ha中約25本)
“ “ “ 八千穂村八郡(民有林)	7.1	小 林	50	15	40	“ (50ha中約100本)
“ “ “ “ 与志本(“)	“	“	50	19	50	“ (50ha中約80本)
“ “ “ 川上村秋山組合林	6.7	丸 山	60			“ (80ha中約500本)
“ “ “ “	6.30	丸 山	60	14	32	多(80ha中約500本)
“ “ “ “	7.28	“	60			“ (“)
長野県(中信)・北安曇郡松川村村有林	6.22	古 畑	30	14	18	“ (3ha中2本)
“ 大町営林署・高瀬入国有林50に	6.30	坪 井	120	20	30	少(単)
“ 大町市二ツ屋(民地)	6.22	北 沢	20	13	21	“ (0.2ha中3本)
“ “ “ 小熊平(“)	“	“	15	12	20	“ (0.1ha中2本)
“ “ “ “ (“)	“	“	37	16	26	“ (0.2ha中2本)
“ “ “ “ 長畑(“)	“	“	15	10	15	“ (単)
“ 北安曇郡池田町日影(“)	6.23	竹 内	20	15	14	“ (0.05ha中10本)
“ “ “ “ 足沼(“)	“	“	25	17	17	中(0.05ha中12本)
“ 松本営林署・梓官行造林 5	6.16	高 畑	55	18	44	少(2.1ha中5本)
“ “ “ “ 波田苗畑	6.22	新 井	80	23	45	“ (単)
“ 東筑摩郡四賀村七尚	6.18	小 林	15	8	12	多(“)
“ 奈良井営林署・奈良井国有林24い	7.30	清 水	43	22	40	少(“)
“ “ “ “	“	“	43	24	36	“ (“)
“ “ “ “	“	“	43	22	32	“ (“)
“ “ “ “ 16い	“	“	44	18	22	“ (“)
“ 蕨原営林署・黒川国有林28に	7.24	土 屋	35	12	24	“ (2ha中15本)
“ 西筑摩郡新開村熊沢(民地)	7.25	田 口	10	4	4	“ (単)

人工林・ 天然林別	標 高	被 害 状 況				被 害 内 訳			備 考
		球果数	健	被害	被害率 %	タネバエ	タマバエ	小蛾	
人	m								
	1,300	33		33	100	33		1	
"	1,400	30		30	100	30	16	7	熊による剥皮
"	1,100	40	5	35	87	32	5	10	○
"	1,250	100		100	100	97	57	1	○
"	1,000	37	17	20	54	20			○(卵)採種木
"	1,000	52	24	28	54	25	15	2	○(幼虫) "
"	1,000	62	11	51	82	45	30	3	○ "
"	1,000	21	5	16	76	15	3		○ "
"	1,050	35	2	33	94	30	10	5	○ "
"	1,050	35	1	34	97	28	18		○ "
"	800	30	1	29	96	28	1	8	
"	960	21		21	100	20	12	3	
"	800	27	1	26	96	24	12		○
"	1,600	28	14	14	50	14		2	○
天	1,800	30	26	4	13	4			
"	1,800	33	19	14	42	14			
"	1,500	26	25	1	4	1			
"	1,930	30	30		0				
人		6	6		0				
天	1,500	52	25	27	52	21	10		○採種木
人		50	34	16	32	15		2	○
天	1,700	50	40	10	20	10			○採種木
"	1,750	60	49	11	18	10		1	○ "
"	1,500	50	46	4	8	1		3	○母樹林
"	1,500	58	49	9	16	9			○母樹林
"	1,500	38	33	5	13	3	5		○ "
人	900	33		33	100	33	2	1	
天	1,500	26	12	14	53	14		1	
人	825	17		17	100	17	17	3	
"	850	14	14		0				
"	850	19	4	15	78	14	4		
"	720	26	14	12	46	12	1		
"	910	21		21	100	17	10	2	
"	890	26	18	8	31	8			
天	1,300	30	5	25	83	25			
人	690	11	8	3	27			3	ヨーロッパカラマツ
"	1,000	26	22	4	15	3	1		藤づるがまきつく。
"	1,400	10	3	7	70	6	1		
"	1,400	28	3	25	89	24	5	1	
"	1,400	25		25	100	25			
"	1,300	27		27	100	24	10	3	
"	1,600	9	6	3	33	3			
"	1,250	40	4	36	90	36	18		

表 2. (つづき)

採 集 地	採集 月日	採集者	調 査 木			球果の着生状況
			樹齡	樹高	直径	
長野県(中信)・西筑摩郡三岳村倉本(民地)	7.10	岩 原	年	m	cm	少(単)
" 福島営林署・黒沢御岳国有林358	"	"	60	22	40	"(〃)
" " 新高国有林	7.9	一	36	16	30	多(〃)
" 西筑摩郡日義村渡沢	5.18	小 沢	70	22	44	中(〃)
" " "	6.15	"	70	22	44	"(〃)
" " "	7.15	"	70	22	44	"(〃)
" 王滝営林署・御岳国有林						
" " "						
" 西筑摩郡王滝村村有林						
" " 開田村西野(民地)	6.17	木 下	80	25	40	中(単)
長野県(南信)・諏訪営林署・本郷広原国有林 331 は	6.5	矢 沢	55	18	36	多
" " "	"	"	40	15	24	"
" " "	"	"	50	17	34	少
" " "	"	小 池	55	20	46	"
" " "	6.18	矢 沢	60	20	46	"(集団)
" " 西岳国有林 299い	6.5	"	60	21	40	"(単)
" " "	"	"	58	20	42	"(〃)
" " " 305い	"	"	60	18	38	"(小集団)
" " " 298い	6.18	"	50	18	36	"(単)
" " 冷山国有林 246い	"	下 田	70	13	26	中(20ha中60本)
" " " 248	"	"	100	15	34	"(単)
" " 東俣国有林 162い	6.19	折 橋	40	16	36	少(〃)
" " " 136ろ	6.22	"	40	15	34	"(〃)
" " 東岳国有林 256	6.18	下 田	110	13	30	中(14ha中約50本)
" 伊那営林署・東春近官造 1い	6.17	中 村	41	16	24	少(単)
" " 黒河内国有林 225	7.6	長 沢	49	15	24	多(大集団)
" " " 221	"	"	54	18	26	少(小集団)
" " " 277い	6.25	小 林	30	10	14	多(単)
" " " 278い	"	"	30	14	24	少(〃)
" " 浦国有林 122り	7.8	伊 東	20	13	24	"(〃)
" " 平良沢山官造	7.2	土 屋	15	12	16	多(〃)
" 駒ヶ根営林署・黒川山国有林 123い	5.26	三 沢	39	15	40	"(21ha中約15本)
" 下伊那郡上郷村野雁(民地)	7.3	水 上	25	20	25	"(0.1ha中4本)
" " " 大久保(〃)	"	"	12	10	8	"(単)

人工林・ 天然林別	標 高	被 害 状 況				被 害 内 訳			備 考
		球果数	健	被害	被害率 %	タネバエ	タマバエ	小蛾	
天	1,000	23		23	100	22	9	4	
"	1,300	49	2	47	96	44	7		
人	1,500	50	29	21	40	21			林道工事により傷
"	1,100	50	14	36	72	36			○林試木曾分場試験木
"	1,100	46	4	42	91	41		7	○ "
"	1,100	60		60	100	55	32	27	○ "
天		30	24	6	20	6			
"		40	35	5	13	5			
人		31	7	24	77	23	4		
天	1,200	30	8	22	73	16	7	2	○
"	1,650	33	23	10	30	10			○
"	1,650	25	4	21	84	21			○
"	1,650	30	13	17	57	17			○
"	1,650	30	25	5	17	5			○
"	1,650	28	19	9	32	9			○
"	1,700	23		23	100	23			
"	1,700	30		30	100	30			
"	1,750	23	23		0				
"	1,800	40	7	33	82	33			
"	1,800	35	24	11	31	11			
"	1,600	15	4	11	73	11			
"	1,000	36	3	33	91	32	1	1	
"	1,200	40	13	27	68	25	2	1	
"	1,900	40	37	3	8	3			
人	1,050	18	10	8	44	8			
"	1,900	50	37	13	26	12		2	
"	1,820	50	28	22	44	22		1	
天	1,200	26	16	10	38	10	2	1	
"	1,240	26	12	14	54	11	7		
人	1,400	50	5	45	90	41	12		(以上、営林署・県機関に 依頼した材料による。)
"	1,430	29	22	7	24	7			
"	1,700	35	34	1	3	1			
"	650	51	17	34	67	33	4		
"	600	50	28	22	44	22			

表 3. 1966年のカラマツ

地域別	(管 轄) 場 所	採集 月日	採集者	採集木の状況			球果の着生状況	
				樹齡	樹高	胸高径	着 生 木	着生数
北海道	網走営林署・網走市ニツ岩町	6.15	大 野	年	m	cm	0.3ha中7本	普通
"	" 美幌町登栄	6.15	川 上	36	24	32	単 木	少
"	旭川営林局・神楽営林署 ①	6.20	森	35	16	35	0.4ha中150本	多
"	" ②	6.20	"	38	18	30	"	中
"	" ③	6.20	"	38	20	32	"	中
"	夕張営林署・登川国有 286	7.15	藤 村	29	12	20	0.05ha中10本	少
"	北見営林局・斜里営林署	6.23	佐 藤	15	10	—	8.45ha中10本	多
"	" 北見営林署	6.23	相 馬	14	11	12	9ha中240本	少
"	旭川営林局・幾寅営林署	6.24	角 田	13	5	13	6ha中50本	"
"	北見営林局・枝幸営林署	6.25	清 水	38	19	22	単 木	"
"	稚内営林署・稚内市大字声間村	6.23	松 本	36	17	24	"	"
"	室蘭営林署・室蘭事業区 418	6.28	田 形	37	16	36	"	普通
"	北見営林局・置戸営林署	6.29	青 木	36	8	11	3 本	"
"	" 遠軽営林署	7.26	西 村	42	22	30	7ha中20本	少
"	小清水営林署・斜里郡小清水町	7.26	西 村	40	20	45	小 集 団	"
"	札幌営林局・余市営林署	6.28	豊 岡	27	14	26	単 木	"
"	北見営林局・流上営林署	7. 4	佐 藤	16	10	12	"	"
"	" 佐呂間営林署	7. 2	坂 下	10	6	8	"	"
"	" 津別営林署	7. 7	坂 川	37	25	34	20 本	"
"	帯広営林局・標津営林署	7. 5	—	37	20	21	5~6本	"
"	札幌営林局・札幌営林署	8. 5	小日向	36	20	32	1.6ha中5本	"
"	" "	7.14	芳 賀	54	20	36	50 本	普通
"	" "	8. 1	岩 名	51	23	36	120 本	"
"	上川支庁・空知郡中富良野町	6.11	斉 藤	28	10	15	0.6ha中50本	"
"	" 士別東町(私有林)	6.13	"	25	13	18	2ha中30本	"
"	網走支庁・網走郡女万町	6.15	飯 田	19	15	16	単 木	多
"	" 東藻琴村字新富	6.14	"	26	14	17	3 本	"
"	" 美幌町字報徳	6.15	"	20	19	18	単 木	普通
"	十勝支庁・中川郡藩別町	6.26	田 畑	45	17	51	"	多
"	" 広尾郡広尾町	6.22	荒 関	30	17	21	"	普通
"	" 大樹町	"	鎌 田	26	23	22	10ha中15本	多
"	" 河東郡音更町	6.27	松 村	15	8	15	数 本	普通
"	" 河西郡芳室町	"	前 田	18	15	16	"	多
関 東								
(栃木県)	宇都宮営林署・奥日光国有林	6.18	野 田	23	9	12	12ha中約10本	少
(埼玉県)	秩父営林署・大滝奥国有林	6.23	山 中	120	25	50	単 木	"
(山梨県)	甲府営林署・諏訪の森国有林	6.17	秋 山	40	18	30	"	"
(静岡県)	静岡営林署・富士山国有林172へ	6.23	稲 葉	70	10	24	2 ha	普通
"	" 122	"	"	80	13	28	5 ha	多
"	" 201	"	"	60	11	38	2 ha	普通
"	" 172い	"	"	100	42	15	0.2ha	少
"	" 123	"	"	150	17	56	単 木	多
中部1.								
(岐阜県)	久々野営林署・相桃島国有林	6.13	清 水	45	23	38	18ha中 約100本	少

球果害虫被害調査表

人天別	標 高 (m)	結実促進処理	被 害 状 況						備 考	
			球 果 調査数	健全	被害	内 訳				被害率 (%)
						タネバエ	タマバエ	小蛾		
人	200		13	6	7	7			54	防風垣 チョウセンカラマツ "

表 3. (つづき)

地域別	(管 轄) 場 所	採集 月日	採集者	採集木の状況			球果の着生状況	
				樹齡	樹高	胸高径	着 生 木	着生数
(岐阜県)	久々野営林署・相桃島国有林	6.13	清水	45	23	38	18ha中 約100本	少
"	" "	"	"	45	23	44	"	"
"	" "	"	"	45	24	42	"	"
"	" "	"	関	45	24	42	"	"
"	" "	"	"	45	23	36	"	"
"	小坂営林署・落合国有林	6.23	荒井	52	26	42	単 木	"
"	莊川 " ・一色国有林	6.15	—	—	—	—	"	"
中部2.								
(長野県)	長野営林署・保科山国有林70	6.30	洞口	12	6	12	単 木	少
"	上田 " ・大門山国有林103	6.25	山 辺	80	23	50	"	"
"	" " 114	6.21	滝 沢	50	16	30	10 本	"
"	" 真田町大字長	6.17	"	20	14	20	単 木	普通
"	" 上田市新屋町	6.28	岩 下	14	7	12	"	多
"	" 和山国有林24へ	7. 7	小 沢	40	20	30	"	少
"	埴科地方事務所	7. —	—	—	—	—	—	—
"	岩村田営林署浅間山国有林31	6.22	田 中	39	18	30	単 木	少
"	関東林木育種場採種林18	7. 6	小 沢	14	8	16	"	"
"	" 26	"	"	44	19	30	"	"
"	北佐久地方事務所佐久市大字常和	6.30	宮 川	28	17	22	2 本	"
"	" 小諸市野馬取	"	荒 井	20	15	20	単 木	"
"	臼田営林署岩板久保官造	7. 5	小 林	31	17	26	"	"
"	南佐久地方事務所・川上村梓山	—	—	—	—	—	—	—
"	" "	—	—	—	—	—	—	—
"	大町営林署鹿島山国有林103	6.24	関 谷	40	20	34	単 木	普通
"	北安曇地方事務所白馬村大字北城	6. 7	竹 内	30	14	15	12 本	少
"	" " 神城	6. 9	"	32	16	20	4 本	"
"	" 大町大字常盤	6. 9	北 沢	45	23	46	単 木	多
"	" 松川村天狗岩	"	"	40	18	36	"	少
"	" 池田町大字広津	"	"	45	20	38	30 本	"
"	松本営林署波田苗畑	7. 2	新 井	80	23	45	単 木	"
"	福島 " 日義国有林137	6.14	徳 繁	17	10	10	"	"
"	" " 141	"	"	50	20	40	"	"
"	" 日義村野上民有地	6. 9	"	45	25	40	"	"
"	西筑摩地方事務所・開田村字地越	6.29	佐 藤	46	19	33	3 本	"
"	" 日義村渡沢No.3	5.16	小 沢	70	22	41	単 木	"
"	" " No.6	6. 8	"	70	20	45	"	"
"	諏訪営林署・東俣国有林1624	6.22	岩 屋	50	18	40	単 木	"
"	" 本郷広原 " 29は	6.29	生 駒	60	19	36	"	"
"	" " "	"	"	50	18	36	"	"
"	" " "	"	"	55	22	34	"	"
"	" " "	"	"	50	18	34	"	"
"	" " "	"	"	65	20	46	"	"
"	" " 331は	"	"	60	18	40	"	"

人天別	標 高 (m)	結実促進処理	被 害 状 況						被害率 (%)	備 考
			球 果 調査数	健全	被害	内 訳				
						タネバエ	タマバエ	小蛾		
人	1,560		46		46	46		2(イト ヒキ)	100	熊の噛みあと
"	1,560		1		1	1			100	
"	1,560		28		28	28		5(イト ヒキ)	100	
"	1,560		14		14	14			100	
"	1,560		12	1	11	11			92	
"	970		4		4	4			100	
—	—		15		15	15			100	
人	1,000		52		52	52	7		100	試 験 地
"	950		9		9	9			100	
"	1,250		2		2	2			100	
"	1,000		30		30	30	1		100	
"	420		16	14	2	2			13	
"	1,100	有	32		32	32	7	10	100	
—	—		18		18	18			100	
人	1,000		7	6	1	1			14	{ニホン×ヨーロッパ 交雑種 塩野苗畑 試 験 木
"	1,050	有	15		15	15	3		100	
"	1,000	"	32		32	32	5	3	100	
"	—		15		15	15			100	
"	1,200		37		37	37	13		100	
"	1,600		22	12	10	10			45	
—	—	有	13		13	13	7		100	
—	—	"	8	1	7	7	2		88	前年度球果
人	1,050		20	3	17	17			85	
"	711		13		13	13			100	
"	720		17		17	17	3		100	
"	710		25		25	25	3		100	
"	820		21	1	20	20	2		95	
"	700		25		25	25		1	100	
"	690		30	30					0	ヨーロッパカラマツ 前年度球果
"	1,400		24	5	19	19			79	
"	1,400		10	7	3	3			30	
"	1,400		26		26	26			100	
天	1,200	39.3本実施	52		52	52		7	100	
人	1,100	有	26		26	26			100	
"	1,100	"	26		26	26		10	100	
天	1,000		3		3	3	2		100	木曾分場試験木
"	1,500	有	26	1	25	25			96	
"	1,500	"	26	1	25	25			96	
"	1,500	"	26		26	26			100	
"	1,500	"	26		26	26			100	
"	1,500	"	26		26	26			100	
"	1,600	"	14		14	14	1		100	

表 3. (つづき)

地域別	(管 轄) 場 所	採集 月日	採集者	採集木の状況			球果の着生状況	
				樹 齢	樹 高	胸高径	着 生 木	着生数
中部2. (長野県)	諏訪営林署・本郷広原国有林331は	6.29	生 駒	年	m	cm	単 木	多
"	" " "	"	"	60	17	38	"	少
"	" " "	"	"	60	22	36	"	"
"	諏訪地方事務所・富士見町松目沢	6.8	小 池	40	13	24	"	普通
"	" 諏訪市湖南	6.9	"	45	20	34	"	"
"	" 上伊那郡箕輪町	6.23	林	10	9	8	"	"
"	" 茅野市泉野	6.22	山 下	35	12	32	"	"
"	伊那営林署・黒河内国有林275	6.24	小 林		18	24	"	少
"	" " 276	"	"		18	22	"	"
"	" 浦国有林122	6.29	伊 東	20	16	24	"	"
"	上伊那地方事務所・高遠町入笠山	5.22	原 田	20		25	"	普通
"	" 長谷村鹿嶺	6.9	"	18		25	"	"
"	駒ヶ根営林署・塩川国有林	6.14	新 津	25	17	20	6 本	少
"	" 大河原 "	6.24	有 賀	35	14	26	単 木	"
"	下伊那地方事務所・上郷村	6.24	水 上	35	20	30	"	多
"	" 阿南町大字和合	6.27	西 尾	15	16	18	2 本	少
関 西	(岡山)津山営林署・石越国有林	6.13	青 木	58	17	34	単 木	"
"	" アブ山 "	6.24	水 島	58	15	20	"	"

注) 1. 球果は各地へ30~50個を目録にして採集を依頼し(採取場所は任意)、送付された資料につき、解析をおこ
 2. 被害球果数には被害程度の大小に関係なく、加害を受けているものはすべて含み、被害の内訳では害虫別の被
 3. 調査か所数 101, 内訳 北海道 32, 関東 8, 中部(岐阜) 8, 中部(長野) 51, 関西 2
 4. 小蛾はほとんどが *Robesia* sp. であった。

2. 加害樹種

カラマツ以外の各種針葉樹の球果を機会あるごとに調べたが、カラマツタネバエによる加害はみられなかった。したがってわが国におけるカラマツタネバエの加害はこれまでのところ下記の3樹種に限られることになる。

ニホンカラマツ *Larix leptolepis*

チョウセンカラマツ *L. koreana*

グイマツ *L. dahurica* var. *japonica*

表1~3にある松本営林署波田苗畑のヨーロッパカラマツの球果には3年間ともにまったく加害がみとめられておらず、また、小諸市郊外の関東林木育種場構内にわずかに結実していたヨーロッパカラマツの球果にも寄生がみとめられなかったのも、わが国では、これまでのところヨーロッパカラマツはこの加害樹種の中に入らない。わが国以外では、次のような樹種の球果を加害するとされている。

シベリアカラマツ *Larix sibirica*^{*24)29)}

ダフリアカラマツ *L. dahurica*^{*24)29)}

スカチョフカラマツ *L. Sukaczewii*^{*24)29)}

オリガカラマツ *L. olgensis*^{*24)29)}

* の種名は DYLIS, N. V. (1961) (柳沢・中田, 抄訳, 北海道の林木育種, 10(1)) による。

人天別	標 高 (m)	結実促進処理	被 害 状 況							備 考
			球 果 調査数	健全	被害	内 訳			被害率 (%)	
						タネバエ	タマバエ	小蛾		
天	1,600	有	26		26	26			100	土砂流出による傷害木 <

なった。

害球果数を示すため台計が調査球果数とは合致しない。

チョウセンカラマツ *L. Koreana*⁶⁾

ヨーロッパカラマツ *L. decidua* (*L. europaea*)⁵⁾

カナダツガ *Tsuga canadensis*⁵⁾

一般に、針葉樹の球果のみを食物としている昆虫 (true cone eater) は寄主範囲がせまいものが多い。このカラマツタネバエも true cone eater であって、加害樹種はほとんど *Larix* 属であるが、*Tsuga* の球果にも寄生するという GryöLF1 の報告⁶⁾は、*Larix* 属の天然分布のない北海道に、カラマツタネバエが分布している事実と考えあわせて興味深い。すなわち、北海道のカラマツタネバエは、*Larix* 属以外の寄主で生息していたものが、カラマツ造林の拡大によってこれに移行したものであるのか、または、本州やカラフト、千島からのカラマツの導入とともに持ちこまれたものであるかは、これまでのところは不明である。

3. 被害状況

カラマツタネバエの寄生をうけた球果内の種子が、どの程度の食害をうけていたか (種子の被害率) などの細部については後述するので、ここでは球果がどのくらいの割合で寄生をうけていたか (球果の被害率) について検討する。

各地における調査結果は表 1～3 に示した。1964～1966年の3年間の球果被害率の変動を長野県内のデータ (ヨーロッパカラマツとその交雑種、前年結実球果、薬剤散布の行なわれたもの等は除外) で調べてみる。10% 間隔で被害率の頻度分布図を各年について作成すると、図 2 (各年の調査か所数が異なるため、頻度は調査か所数に対する比率で表わした) のようになった。1964年は 102 か所の調査のうち、39か

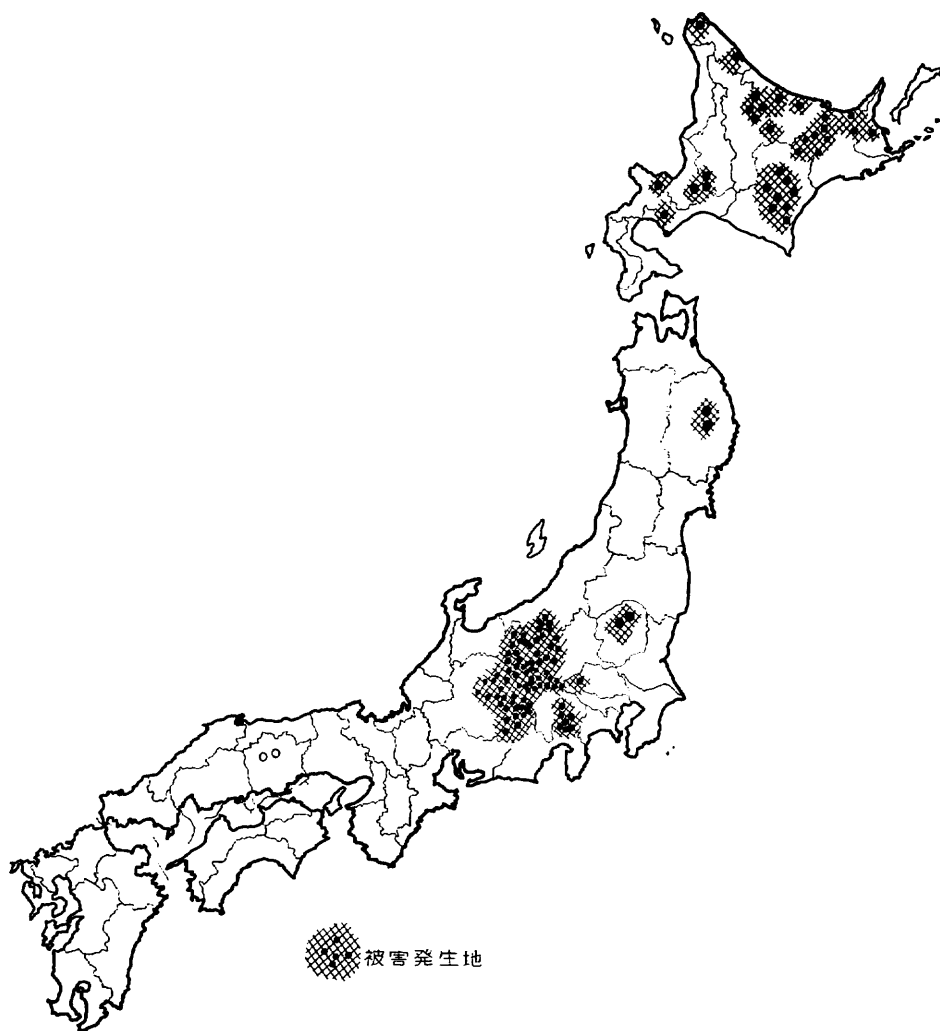


図 1. カラマツタネバエの分布

所で 100% の被害をうけており、90%以上のところが大半を占め、被害率の平均は78.1%に達している。1965年には90か所について調査されたが、被害率は前年にくらべると減少して、平均で60.0%となった。また、100%の箇所も7か所と大幅に減る一方、無被害のところも7か所あらわれ、被害率の頻度分布のかたよりはみられなくなった。しかし、1966年になると、被害率は非常に高まり、43か所の調査のうち、実に37か所で100%となり、40か所で90%を越えた。平均でも96.3%となり、ほとんどの球果がカラマツタネバエの寄生をうける状態となった。

長野県以外の場所の被害についてみると、表 3 に示すように、北海道では1966年に32か所について調査され、局所的には100%ないし、それに近い高率の被害があるものの、平均では50.6%となり、同年の長野県下の96.3%にくらべると被害は相当に軽かったといえる。1965年にはわずか4か所の調査であるので、くわしくはわからないが、平均で73.7%で同年の長野県の57.4%をやや上回っていた。富士山麓では

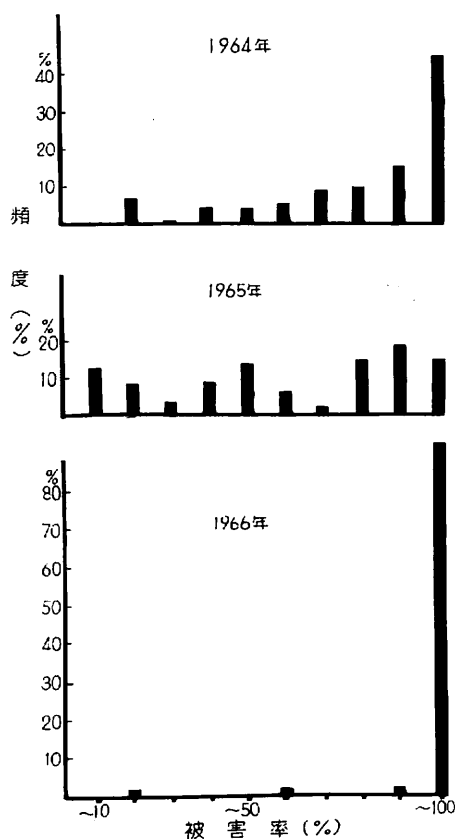


図 2. 長野県下各地における 3 年間の寄生率
頻度分布図

1965 年に 13 か所の調査が行なわれ、1 か所で 100% 近い被害があるものの、平均では 27.1% とかなり低かった。1966 年（表 3）のこの地域のデータはすべて前年結実球果なので、当年の被害程度は不明である。中村ら¹³⁾によると、1967 年に山梨県側の標高 1,000m から 2,480m（5 合目）までの 9 地点で、それぞれ約 100 個ずつの球果を調べたところ、5 合目で 66% であったほかは、他の 8 地点はほとんど 100% の被害をうけていたと報じているので、富士山麓においても年によって被害率はかなり変動するものと思われる。そのほかの長野県周辺の地域はほぼ同県と同様の被害をうけているようである。

このように、カラマツタネバエによる球果の被害率は年によって、また、地域によって、さらに局所的な諸条件のちがいで、相当大きく変動をする。その主な原因は球果の結実量が、年と場所によりはげしく変動することによるものと思われる。これについては別にあらためて論ずるが、ここでは、次に表 1～3 にのっている天然林と人工林、標高、結実促進処理の有無と被害率の関係についておおまかな検討を加えたい。1964 年

のデータ（表 1）についてはすでに解析が行なわれているが、図 2 にみるように、この年は長野県内全体で被害率が 90% 以上のところにかたよっているために、このような解析を行なうには不適當であった（1966 年はさらに不適）と思われるので、被害率のばらつきの大きい 1965 年（表 2）の長野県のデータについて検討してみると次のようになる。

地域的な差の有無をみるために、北信：6 か所、東信：39 か所、中信：26 か所、南信：19 か所についての平均の被害率を出したところ、それぞれ、66.8%、58.8%、66.1%、50.4% となって、これら 4 地域の間には被害率の差はほとんど無かった。そこで、長野県全体で、標高のわかっているものを 1,000m 以下、1,000m～1,500m まで、1,500m 以上の 3 段階にわけてみたところ、1,000m 以下では平均 68.7%（22 か所）の被害率となり、1,000～1,500m では 68.4%（40 か所）、1,500m 以上では 41.2%（20 か所）であった。1,500m 以上の標高にあるものの平均の被害率が、それ以下のものにくらべやや低い結果となったが、前述のように、この年の富士山麓の被害率が 27.1% であり、その調査箇所はほとんど 1,500m 以上の標高であったこと、さらに、1967 年にやはり富士山麓において 5 合目（2,480m）のみが 66% で、それ以下の所では 100% であったことなどを考えあわせると、一般的に標高約 1,500m 以下では標高による被害率の差はないが、特に標高の高い場所では被害が少なくなる傾向があるように思われる。次に天然林と人工林につ

いてみると、天然林27か所の平均は48.6%, 人工林56か所の平均は62.1%であった。しかし、南信だけの場合は天然林58.3% (7か所), 人工林59.7%で差はなかった。天然林はほとんどのものが標高1,500m以上のところにあるために、被害率の平均値は人工林にくらべ低くなっているものと思われる。結実促進処理が行なわれた16か所の被害率の平均は64.0%, 無処理のものは52.4% (21か所) で、わずかながら処理を行なったところの方が高かった。

4. 生活史の概要

カラマツタネバエ *Hylemya laricicola* の生活史は SEITNER, M. (1929)²⁴⁾, ZONOVA, E. V. (1935)²⁹⁾ による報告では、年1化性で成虫は春期に羽化し、カラマツの若い球果の種りんの内側に産卵し、ふ化した幼虫は球果の内部に入り、種子や花軸を食害した後に初夏に加害球果から脱出して地上に落ち、落葉層の中で蛹化し、そのまま冬を越し、翌春に成虫が羽化するとされている。

しかし、われわれが長野県下で調査したところ、さらに次のような事実が明らかになった。すなわち、老熟幼虫は多くの場合は、上記のようにそれまで加害していた球果から脱出して落葉層の中や地中(深さ約5 cm まで)で蛹化するけれども、少数のものは球果から脱出することなく、その加害した球果の内部で蛹化する。たとえば、1964年に長野県の白田営林署管内から採取したカラマツ球果の調査では、2,070個の被害球果中に内部に蛹の存在をみた球果は233個 (11%) あった。

次に地中で蛹化した蛹も、球果内で蛹化した蛹も、その多くは翌春に羽化するが、その一部には蛹のままでさらに1年を過し、加害後2年目の春にはじめて羽化してくるものがあることも判明した。カラマツ

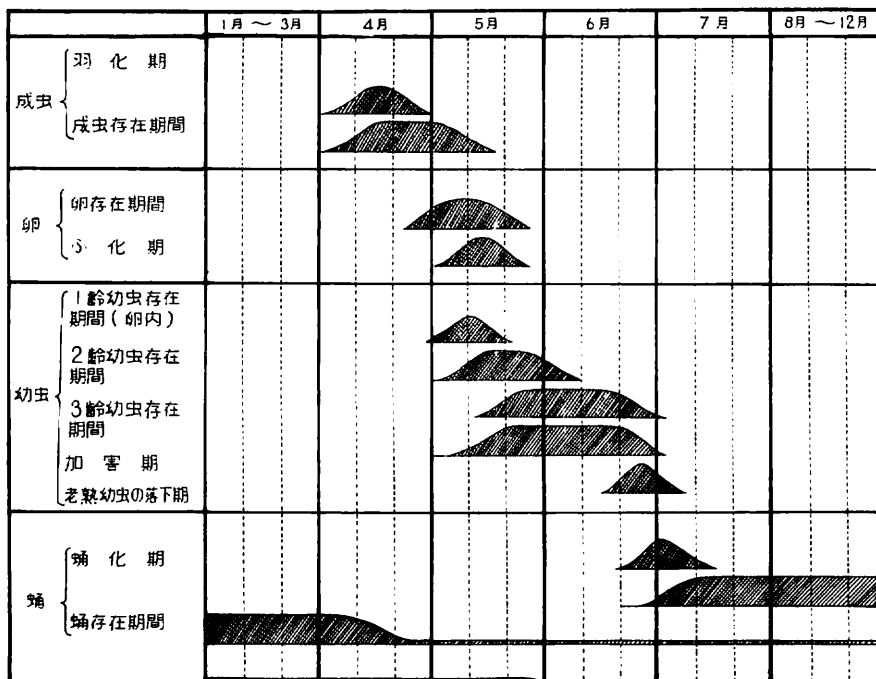


図 3. カラマツタネバエ周年経過図 (浅間山麓標高 1,000m)

球果はかなりの間断年数をおいて豊作になることを考えあわせると、このように羽化が遅れることはこの虫にとって、結果的に種の保存のためのひとつの適応方法となっている。個体群の一部が普通のものよりも長期間休眠を続けた後に成虫となり、繁殖に参加する現象は true cone eater にはかなり 普遍的にみられるようである。

カラマツタネバエの周年経過は図3のごとくである。ただし、これは浅間山麓の標高約1,000m 付近での調査結果をもとにして、平年並みの気象条件の場合を描いたものである。

5. 羽化時期

(1) 室内における調査

1964年の秋に長野営林局白田営林署管内海の口国有林から採集され、東京・目黒の林業試験場造林部に送付されてきたカラマツ球果は、ほとんど全部がカラマツタネバエの加害をうけたものであった。このうち11%の球果にカラマツタネバエの蛹が1個ずつ見つかったのでこれを取り出し、冬期は日中暖房のある室内に脱脂綿を敷いたペトリシャーレに入れて放置しておいたところ、1965年2月24日から成虫が羽化し始めた。そして、この羽化は約2か月間続き、4月26日に終了した。3月10日ころまでは羽化してくる成虫の数も少なく、断続的であったが、3月15日ころから急に羽化数が増加し、毎日羽化がみられるようになり、これが約1か月間続いた。そして4月下旬には少数のものが断続的に羽化するようになった。

♂は全期間を通じて出現したが、♀は初期には非常に少なく、3月中旬以後に多くなった(図4)。

一方、浅間山麓の小諸市側の標高1,000m のところにあるカラマツ林から、1963年の秋に採取された球果が、そのすぐ近くにある関東林木育種場長野支場の実験室内に置かれていた。この球果の中に残留して

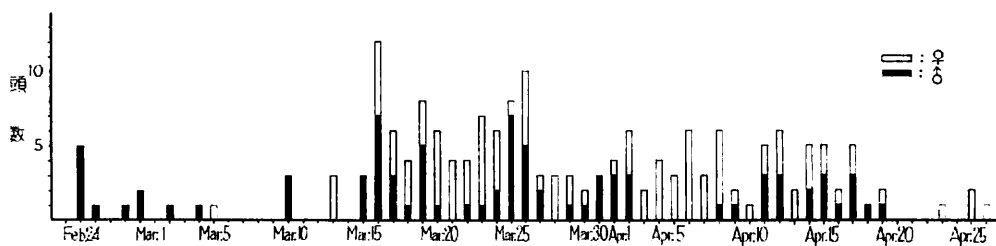


図4. 室内における羽化時期

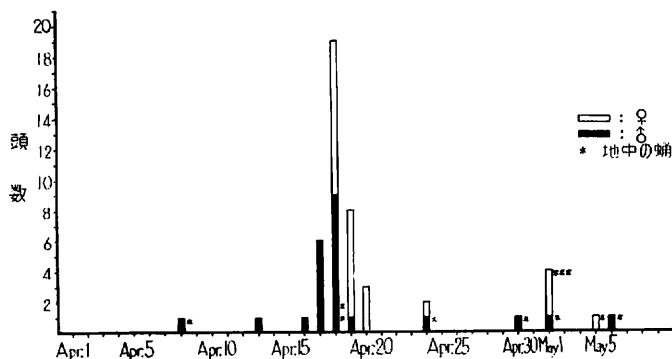


図5. 野外における羽化時期



写真 1. 地中に設置した蛹からの羽化調査用網 (川上村)

袋に入れて、母樹の樹冠の中央部につるしておき、そのまま冬を越して、1965年の春にこれらの球果から羽化してくる成虫を毎日調べた。また、落葉層の中の蛹からの羽化を調べるために、同じ母樹の樹冠下の落葉層から253個の蛹を採集し、これを植木鉢の中に入れ、自然状態で落葉層の中にある蛹と同じような

表 4. 関東林木育種場 (小諸市) における春の月平均気温

	3 月 ℃	4 月 ℃	5 月 ℃
1964年	0.6	13.0	14.5
1965年	— 0.3	6.1	14.2
1966年	3.0	8.3	13.2
1967年	2.4	8.2	15.3
平均 (1961~1967)	1.5	9.8	14.6

いた蛹から、1964年の春に羽化した成虫についてはその数や時期を詳しく調べることはできなかったが、1965年の春には蛹になってから2回の冬を越した個体が4月1日から4月下旬にかけて、その球果から羽化してきた (♂11頭, ♀21頭)。なお、この室内は暖房されていなかった。

(2) 野外における調査

野外のカラマツ母樹林では落葉層の中や前年結実して樹上にまだ着生している球果の中にある蛹から春期にどのように成虫が羽化するかを調べるために次のような調査を行なった。関東林木育種場長野支場のカラマツ母樹林 (浅間国有林26林班, 樹齢約40年, 標高約1,000m) で1964年に結実した球果は大部分がカラマツタネバエの加害をうけていた。1964年6月に7本の母樹について行なった調査では、279個の球果中226個が加害をうけていた。そこで、1964年の秋に球果内に蛹が残っている率の高い母樹を4本選び、それから約2,000個の球果を採取し、これをナイロン製の織目の荒い布

状態にして母樹の根元に設置し、春になってから薄布をかぶせて羽化してくる成虫を調べた (写真1)。

羽化の観察は1965年4月1日から行なった。

その結果は図5に示されている。すなわち、羽化は4月8日から始まり、5月6日に終了し、その間約1か月を要した。前述の室内における羽化の場合と同様に、♂は全羽化期間を通じて出現したのに対して、♀はかなり遅れて4月18日から羽化を開始し

表 5. 成 虫 の

生 存 日 数	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
東京・室内 (1965年 暖房あり)	♂ 1	2	0	3	7	2	7	1	3	4	6	0
♀	1	0	3	2	4	5	8	1	1	2	0	3
計	2	2	3	5	11	7	15	2	4	6	6	3
小諸・室内 (1965年 暖房なし)	♂	0	1	2	1	0	4	0	3	3	0	2
♀	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
計	0	1	2	1	0	4	1	4	3	0	2	0

た。また、室内の場合は、はっきりとした羽化の最盛期を示さなかったのに対し、野外の被害球果からの羽化は4月17, 18, 19日の3日間が最盛期であった。このころは気温が高く、晴れの日が4日間続いている。気温の低い、しかも曇天の日には羽化がほとんどみられなかった。また、羽化した個体の数が少ないのではっきりしないが、樹上の球果内に残留した蛹からの羽化の時期と、落葉層内の蛹からの羽化の時期では、前者の方が早く、後者の方が遅い傾向があるようであった(前者は4月中旬に集中し、後者は5月上旬に集中している)。ただし、1965年の長野県下における春の気温は平年にくらべてかなり低かった(表4)。関東林木育種場長野支場の調査によると、植物の生育も平年にくらべて10日から20日程度の遅れがあったというので、上記のカラマツタネバエの羽化時期も、平年並みの春の気象条件ではこれよりもかなり早まるものと思われる。

6. 羽化の時刻とその行動

羽化は午前中に行なわれ、室内における観察では、大部分が午前8時から10時の間に羽化した。野外における場合も長野県の浅間山麓や川上村のカラマツ林で観察した例はすべて午前中であった。

羽化の方法は頭部の額のをふくらませたり、縮ませたりしながら、開蛹殻の前方を、胸節と腹節の境界あたりまでたてに割り、背面側の開蛹殻を押し開いて体を出す。これに要する時間は10分から30分程度である(Pl. 6-D, E, F)。

開蛹殻から出たばかりの成虫は翅が縮み、棘毛だけが黒色を帯び、全体に淡黄緑色を呈する。しかし30分程度で翅は完全にのびきり、2時間程度経過すると体色も黒灰色となり飛翔するようになる。そして、このころになると、複眼間隔によって容易に♂♀を識別できるようになる。頭部が固まらないうちは♂でも左右複眼がはなれているので♂♀を判別しにくい。

7. 成虫の生存期間・抱卵数・産卵前期間・性比

室内で羽化させた成虫を内径3.5cm、長さ20cmのガラス管に入れ、水で薄めたハチミツを脱脂綿に浸みこませたものを与えて、1965年3月から4月にかけて、東京、目黒の研究室内で生存期間を調べたところ、表5上段のような結果を得た。この場合、調査が行なわれた研究室は、日中暖房されていた。また関東林木育種場長野支場構内(標高約1,000m)の暖房のない室内で、同様の方法で飼育したところ表5、下段のような結果になった。東京の暖房(日中のみ)のある室内では♂は平均10.4日、♀は平均11.8日で、♂と♀の生存期間には差がなかった。これに対し、より自然状態に近い温度条件にある関東林木育種場長野支場の室内では、♂は12.7日、♀は18.8日となり生存期間が東京の場合よりも長くなるとともに、♂よ

生 存 期 間

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	計	平均	標準偏差
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	40	10.4	4.2
0	1	1	4	1	2	0	0	0	0	0	0	39	11.8	4.8
1	2	2	5	1	2	0	0	0	0	0	0	79	11.1	4.4
0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	21	12.7	5.9
3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	3	1	14	18.8	5.3
3	2	4	0	0	2	0	0	0	2	3	1	35	15.1	6.5

りも♀の方が長く生存するという結果が得られた。しかし、ガラス管を用いてミツを与えた室内の飼育条件は、自然状態にくらべて空間の広さ、温湿度、食物など、カラマツタネバエの成虫にとっては不適當であったと思われるので、野外の自然条件では表5の結果よりも、さらに長く生存するものと考えられる。

上記のような室内飼育では、交尾、産卵をさせることができなかった。また、羽化直後の♀の卵巣は未成熟であり、室内飼育では、卵巣の成熟がやみられたものは40頭のうちわずかに1頭であった。♀の卵巣は11本の卵巣小管からなっており、それぞれの卵巣小管には3個の卵母細胞が入っている。これにより抱卵数は少なくとも60～70程度であろうと考えられる。

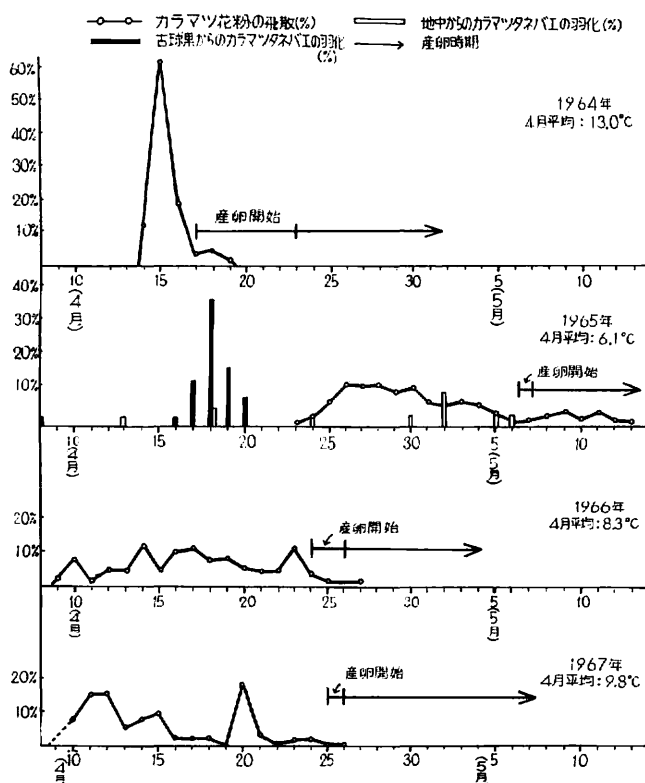
1965年に行なった関東林木育種場長野支場付近のカラマツ林での野外調査では、4月18日に♀が羽化し始めて、産卵が開始されたのが5月7日であった。このことから、♀が産卵を開始するまでには羽化後20日程度かかるものと考えられる。

性比については、図4に示されている調査結果から♀♂の数を総計すると♂83頭、♀106頭(♂:44%, ♀:56%)となり、同じく図5についてみると♂23頭、♀25頭(♂:48%, ♀:52%)となる。このほかに1964年に関東林木育種場付近で得られた成虫は♂11頭、♀21頭(♂:34%, ♀:66%)、1965年に得られた1世代2年を要する個体の成虫は、♂21頭、♀14頭(♂:60%, ♀:40%)であった。これらの結果から性比はほぼ1:1と考えてよかろう。なお SEITNER, M. (1929年)の調査では♂:43%, ♀:57%と報告されている²⁴⁾。

8. 産卵開始時期と産卵期間

カラマツタネバエを防除するためには、産卵開始の時期を正確に知る必要がある。そこで、関東林木育種場長野支場のカラマツ林で、1965年4月中旬より毎日、または隔日に、10～20個ずつのカラマツ雌花に布袋をかぶせ、5月中旬にこの袋内の雌花(幼球果)を割ってカラマツタネバエの幼虫の存否、および加害痕の有無を調べた。その結果、5月6日以前に袋をかぶせた若球果には全く幼虫が見い出されず、5月7日以後に袋をかぶせた球果からは幼虫が見い出された。このことから1965年には5月7日ころから産卵が開始されたことを知った。1966年の春には、それまでの調査によって産卵部位がはっきりわかっていたので、雌花に袋をかけることはせずに1965年の調査と同一場所で毎日、または1～2日おきに40個程度の雌花について産卵の有無をしらべたところ、4月23日までは産卵が認められず、24日、25日の両日は調査しなかったが、26日の調査で、50個のうち15個の球果の芽りんに卵を見い出すことができた。そして、この50個の雌花(幼球果)はその後、5月2日までに49個が産卵をうけた。1967年にはやはり40～50個の雌花を毎日観察することにより、4月26日から産卵が開始されたことを知った。また、1964年には、関東林木育種場長野支場の百瀬行男氏(現林試木曽分場)と山手広太氏(現九州林木育種場)が上記と同一場所でカラマツの人工交配のために行なったチューブかけによって、4月16日以前にチューブをかけた雌花には被害がなく、4月24日にチューブをかけたものには被害があったことが知られている。

この4年間の調査において、1965年の産卵開始時期が他の年にくらべ約2週間遅れているのは、前述のようにこの地方の1965年の春の気温が異常に低かったことが原因であると考えられる。春の低温は当然カラマツの発育にも影響する。関東林木育種場長野支場では毎年春に、カラマツの花粉の飛散する時期を調べているので、その資料を参考にしてカラマツタネバエの産卵開始時期を1964～1967年まで4年間について図示したものが図6である。また、1965年に行なった羽化時期の調査結果も合わせて図示した。これによると、その年の気象条件の違いによって、花粉飛散時期も羽化時期もともに変動するが、両者の変動は



関東林木育種場長野支場付近 1964～1967

羽化時期調査は1965年のみ

図 6. カラマツ花粉飛散とカラマツタネバエの羽化・産卵

平行的であり、いずれの年においても、カラマツタネバエの産卵はカラマツの花粉の飛散が終了に近づいたところから開始されることを知ることができる。そして、1965年の調査結果を見ると、カラマツタネバエの羽化はカラマツ花粉の飛散が開始される前から行なわれ、花粉の飛散が終了に近づき、カラマツタネバエの産卵が開始されるころには、羽化がほぼ終了するものと考えられる。産卵が開始されるころのカラマツの雌花は、短枝と芽りんの境から長さ1.2～1.5mm（雌花は短枝の先端から湾曲して直立上向するのでその中心からの長さ）ほどに成長しており、苞りんはほぼ伸び切って、これが雌花の表面をおおっており、太さ（最大直径）は7～9mmほどになっている。種りんはまだ小さく、苞りんの付け根に高さ1.5mm程度で認められ、これに長さ1mmほどの胚珠が付着している。雌花の柄に群生する針葉は長さ7～8mmほどに成長しているが、まだ發育の途中であって横には十分開いていない。その下にある茶褐色の芽りんはまだそり返らず、その上の針葉群の基部を包むような状態にある。初期の産卵はこの芽りんの間隙に行なわれる。葉芽は5～7mmほどに伸びているが、まだ束状である。

産卵は上記のように4月下旬から開始され、その後約1か月間継ぞくする。1966年には関東林木育種場長野支場のカラマツ林では、4月24～25日に産卵が開始され、5月25日には産卵後まもない卵がわずかに

見られ、未ふ化卵は6月3日まで認められた。1965年に長野県西筑摩郡日義村にあるカラマツ林（標高700m）における観察でも、5月上旬より6月上旬まで未ふ化卵を見ることができた。また1967年の調査では上田営林署和山国有林のカラマツ林（標高約1,000m）で5月上旬から6月14日まで未ふ化卵がみられ、また白田営林署立蓼国有林（標高約1,200m）では6月16日にまだかなりの未ふ化卵がみられた。富士山の5合目（標高約2,400m）では7月中旬でも未ふ化卵をみることができる。

成虫の飛翔距離についてはまだ不明である。しかし、以前にカラマツ球果が結実したことがまったくない場所であって、しかもその周辺約1,000m以内には結実可能と思われる樹齢のカラマツ樹が全くなかった林業試験場木曽分場の苗畑で、1966年にはじめて数個の結実をみた際、その球果にも寄生がみられたこと、また幼齢林の中に、たまたま結実した木がある場合にもしばしばその球果に寄生が認められることなどから、成虫は1km以上、さらにかかなりの距離を移動し、またカラマツ若球果をさがし出す能力も高いことが想像される。

9. 産卵場所

カラマツの雌花は開芽後、まず苞りんが速やかに発育しその表面をかたちづくる。そして苞りんの発育が停止するところから、それまで苞りんにおおわれていた種りんが発育して、ついには苞りに替わって若球果の表面を形成する。

カラマツタネバエの産卵は、雌花（幼球果）の表面がまだ苞りんでおおわれている初期の段階においては、短枝の先端（球果の柄の付根）にある冬芽のなごりである茶褐色の芽りんの間隙に行なわれる（Pl. 5-A）。苞りんの間に産みつけられることはない。さらに、産卵される芽りんの部分は、雌花が直立向上するために湾曲している柄の外側に限られている。これは雌花の柄が外側に湾曲しているために、この部分の芽りんの重なりがゆるんで産卵に適した間隙を提供しているのに対し、長枝に近い内側の部分の芽りんはその重なりが密となっており、その上芽りんの上部の針葉が成虫の産卵行動を阻害しているためであろうと思われる。また苞りんの間隙に産卵されないのは、苞りんの先端が外側にかなり極端にそり返っていることが、産卵をさまたげているのであろう。

カラマツ雌花の発育が進み、種りんが苞りんより大きくなって幼球果（雌花）の表面を形成するようになると、こんどは産卵は種りんの内側に行なわれるようになる（Pl. 4-D, Pl. 5-B）。このような段階になると、芽りんに新しく産みつけられる卵は見られなくなる。長野県西筑摩郡日義村で、1966年に同一カラマツ母樹から、カラマツタネバエ産卵時期の初期、中期、終了直後期にそれぞれ相当する4月26日、5月15日、6月8日に、別々に若球果を採集し、芽りん間隙と種りん内側への産卵数を調べたところ、表6

表 6. 産 卵 時 期 と 産 卵 場 所 (1966年, 日義村)

球果採集月日	調査球果数	芽りんへの産卵数				種りんへの産卵数				全 産 卵 数			
		最小	最大	平均	標準偏差	最小	最大	平均	標準偏差	最小	最大	平均	標準偏差
4月26日	26	1	14	6.7	4.1	0	0	0	0	1	14	6.7	4.1
5月16日	26	2	17	6.2	3.7	0	3	0.6	0.9	2	17	6.7	2.7
6月8日	26	2	12	5.1	2.8	1	8	4.1	2.1	5	18	9.2	5.6

表 7. 球 果 上 の 卵 の 位 置

	上	中	下	計
内	282 (7.4%)	578 (15.1%)	425 (11.1%)	1,285 (33.5%)
外	197 (5.1%)	508 (13.2%)	347 (9.0%)	1,052 (27.4%)
左	120 (3.1%)	391 (10.2%)	234 (6.1%)	745 (19.4%)
右	151 (3.9%)	355 (9.3%)	248 (4.5%)	754 (19.7%)
計	750 (19.6%)	1,832 (47.8%)	1,254 (32.7%)	3,836 (100.0%)

のようになった。この年は非常に産卵数の多い年であったが、表 6 により 5 月中旬から産卵場所が芽りんから種りんへ移行したことを知ることができる。これは、このころには種りんが球果の表面に出てきて、その間隙が産卵場所として適したものになってくるとともに、芽りんがしだいにそり返ってきて産卵場所としては不適当になるためと思われる。産卵される種りんの位置、球果上の卵の位置を知るために、若球果を上部（先端部）、中央部、下部（基部）に分け、さらに湾曲の内側、外側に区分し、さらに内側から見て左側および右側とわけて横割りに 3 段階、縦割りに 4 段階、全部で 12 の面に分けて調べたところ、表 7 のようになった。これは上田営林署管内和山国有林のカラマツ林から 1967 年 6 月 16 日採集した球果に産卵された 3,836 個の卵についての調査結果である。このデータを分散分析したところ、上中下内外左右ともにその変動は 1% 有意水準で有意差があった。すなわち、球果の中央部の湾曲の内側にもっとも多かった。

なお芽りん間隙への産卵は雌花の芽りんにのみ行なわれ、一般針葉や雄花、または寒害などのために早く枯死した雌花の芽りんには全く産卵されない。これは雌花（幼球果）が何らかの理由により雌成虫を誘引することを示すものであろう。

10. 1 球果当たりの産卵数

1 球果当たりの産卵数はその年の春のカラマツ母樹林内における球果の着生数とカラマツタネバエの生息数によって大きく変わる。1965 年には長野県内では結実促進処理を行なったカラマツ母樹におおむねかなりの球果の結実をみる事ができた（関東林木育種場長野支場付近、上田営林署管内和山国有林、日田営林署管内八ヶ岳、立蓼国有林、佐久郡川上村および八千穂村、西筑摩郡福島町など）。この年に関東林木育種場長野支場付近と西筑摩郡日義村で産卵数を調べたところ、大部分の球果には 1～2 個の卵が見いだされただけで、3 個以上のものはほとんどなかった。卵殻は幼虫がふ化した後も産卵場所に付着して残っており、6 月中旬まで産卵数を数える事ができた（この場合の卵殻は芽りんにおいては乾燥してわずかに褐色を帯びた灰白色、種りん内側においては水分を含んでいるのでやや透明な白色を呈している）。ところが 1966 年には長野県内では結実促進処理を行なってもいずれの場所でも、雄花のみが多く雌花は非常に少なかった。この年に上田営林署管内和山国有林と日田営林署管内八ヶ岳、立蓼国有林でわずかに結実していた球果をそれぞれ 5 月 25 日と 5 月 26 日に採集し、1 球果当たりの産卵数を調べたところ表 8 のようであった。すなわち、1965 年には関東林木育種場長野支場付近と西筑摩郡日義村でみられたように、1 球果当たりの産卵数はほとんどの場合 1～2 個であったのに比べ、1966 年には母樹ごとの 1 球果当たりの産卵数

表 8. 1 球果当たりの産卵数 (1966)

球果採集木番号	調査球果数	被害球果数	芽のりん間隙				種りのりん内側				全産卵数			
			最小	最大	平均	標準偏差	最小	最大	平均	標準偏差	最小	最大	平均	標準偏差
* 上田 No. 146	10	10	1	8	2.80	2.44	1	14	5.40	4.00	2	14	8.20	4.04
" No. 148	8	8	0	4	2.13	1.36	0	17	8.38	6.26	2	18	10.50	5.55
" No. 397	24	24	1	8	3.38	1.73	0	10	2.96	2.65	1	13	6.33	2.55
" No. 413	62	62	0	5	2.71	1.21	0	18	1.26	2.41	1	18	3.97	2.51
上田 No. 599	20	20	0	3	1.25	0.90	2	20	9.20	5.71	3	21	10.45	5.56
" No. 725	17	17	0	7	1.94	1.67	1	39	15.35	10.31	4	41	17.29	10.37
臼田 3区5号(上段)	42	42	0	3	1.24	0.79	0	5	1.90	1.57	1	7	3.14	1.73
" " (下段)	18	18	0	10	2.56	2.31	1	28	6.28	7.18	4	28	8.83	7.37
臼田 1区2号(中段)	28	18	0	4	1.71	0.94	0	4	1.50	1.10	1	8	3.21	1.57
" " (下段)	19	19	0	5	2.11	1.41	0	7	2.37	2.03	2	9	4.47	1.71

* 薬剤散布地域

は上田では平均4~17個、臼田では平均3~9個となっており、最も多く産卵された球果では41個の卵が見い出され、非常に多くなっている。西筑摩郡日義村においても表6に示されているように多くなっている。

次に芽のりん間隙内への産卵数と種りのりん内側への産卵数を比べてみると、それぞれの母樹によって全くまちまちであった。これは球果の形状、発育程度、産卵をうけた時期等によって変化するものであろう。しかし、カラマツタネバエの密度が低い(球果数に対して)1964年、1965年には芽のりんへの産卵はすべて1個ずつであった。

11. クローネ内の球果の着生部位と寄生率

1本の母樹ではクローネの下部に着生している球果と、上部に着生している球果との間に産卵数に差があるか否かを知ることは、この害虫の薬剤防除を行なう場合の散布方法にひとつのヒントを与える意味で、興味ある問題であるが、1966年にはこの調査に適するような結実木がほとんどなく、わずかに臼田営林署管内八ヶ岳、立蓼国有林で2本みつけたのみであった(表8, 下段)。この場合寄生率はすべて100%であるが産卵数をみると芽のりん間隙への産卵数には有意な差はみとめられなかったが、種りのりん内側への産卵数と合計の産卵数には、上部の球果と下部の球果との間に有意な差(危険率5%)がみとめられた。

表 9. 球果着生部位と被害率 (1964年, 南佐久郡川上村)

調査木番号	調査球果数	球果着生部位ごとの“被害球果数/調査球果数”			
		上 部	中 部	下 部	計
1	30	2/10	6/10	0/10	8
2	30	3/10	0/10	7/10	10
3	30	4/10	2/10	6/10	12
4	30	7/10	1/10	6/10	14
5	30	0/10	1/10	7/10	8
6	30	1/10	2/10	5/10	8
計(6本)	180	17/60	12/60	31/60	60/180
%		28.3%	20%	51.7%	33.3%

また 1964 年 5 月 20 日に南佐久郡川上村村有林で 6 本の母樹についてクローネを上部、中央部、下部に分け、それぞれから 10 個の若球果を採集し（1 本について 30 個、合計 180 個）、被害球果数を調べた結果（表 9）も下部に被害球果の多い傾向がみられている。1967 年の上田および臼田の球果に対する寄生率調査の結果では、1 本の母樹全体の寄生率が比較的低い場合（ほぼ 50% 以下）にはクローネの上部、中部に着生する球果は下部のそれにくらべて寄生率が低い傾向がうかがえるが、全体の被害率が高い場合（ほぼ 50% 以上）には、球果の着生する位置の高低差による寄生率の差はなくなるという傾向があった。

ZONOVA (1935) はバイカル地方でクローネの方位（東西南北）、高低（上部、中部、下部）による被害率のちがいを、それぞれ 19 本、20 本の母樹について調べているが、それによるとクローネの方位については全く差が認められず、高低差のちがいは、上部 85.25%、中部 77.35%、下部 74.95% とクローネの上部の方が被害率が高くなっている²⁹⁾。

12. 卵 期 間

関東林木育種場長野支場付近のカラマツ母樹林（浅間国有林 26 林班）内に、花芽調査のために周囲に鉄ヤグラを組んだ母樹があったので、これを利用して、1966 年の春に幼球果の芽りに産みつけられた卵を樹上で観察することによって、産卵日からふ化前日までの日数を調べたところ、表 10 のような結果を得た。これによると、芽りん間隙に産卵された産卵時期の初期における卵期間は平均 11 日であった。これは 1964 年に西筑摩郡日義村から 5 月 7 日に産卵日不明の卵（芽りん間隙）を、林業試験場木曽分場の研究室に持ち帰った卵（15 個）のふ化前日までの日数の最大のものとも一致する。

種りん内側へ産みつけられた場合の卵期間については不明であるが、1966 年 5 月 26 日に上田営林署和山国有林で採集した球果の中にあった未ふ化卵を東京に持ち帰ったところ、ふ化までの経過日数の最も長いものは 8 日であった。芽りん間隙に産みつけられる 4 月下旬～5 月上旬にくらべ、種りん内側に産みつけられる 5 月中旬～下旬は当然気温が高くなるので、卵期間も短くなるものと考えられる。なお、ZONOVA (1935) によれば²⁹⁾、バイカル湖付近における卵期間は 9 日～14 日であるという（ZONOVA は産卵は種りんの間に行なわれるとして、芽りん間隙への産卵に言及していないので、この卵は種りに産みつけられたものであろう）。

表 10. 卵 期 間

産卵月日	調査卵数	卵 期 間 (日)									平均	標準偏差
		7	8	9	10	11	12	13	14	15		
4 月 26 日産卵	12	0	0	0	1	6	1	1	2	1	12.2	1.6
4 月 27 日産卵	19	0	0	2	2	6	5	3	1	0	11.4	1.4
4 月 30 日産卵	12	1	2	4	1	3	1	0	0	0	9.5	1.5
計	43	1	2	6	4	15	7	4	3	1	11.0	1.7

13. ふ化幼虫の行動

卵は尾端を下に前端（Pl. 4-E, F、精孔のある方）で幼虫はこの部分の卵殻をくいやぶってふ化してくる）を上にして産みつけられる。芽りん間隙に産みつけられた卵からふ化した幼虫は、そのまま芽りんの上に群生する針葉の間をはいまわりながら、しだいに上方に向かい、幼球果の基部に到達すると、苞りんや種りんのすきまから内部に穿入する。穿入した場所は種りにヤニの浸出や変色があるので識別でき

る。1964年に若球果の高さをおよそ3等分して、先端部、中央部、基部とし、穿入孔の位置を60球果について調べたところ、基部51個、中央部9個となり、先端部には全くみとめられなかった。また球果への穿入孔は、産卵が湾曲した花軸の外側の芽りんに行なわれるのに対して、内側の種りんに多い。

種りんの内面に産みつけられた卵からふ化した幼虫は、卵の付着している場所で下向して種りんの内面を下方に進み、その種りんの基部にある胚珠に到達する。その通った道すじは種りんの内側に茶褐色のヤニの浸出した跡となって残るので、球果の若いうちは種りんをはいでみると容易にその径路をたどることができる (Pl. 5-F)。

14. 脱 皮

形態の項でも述べたように、この幼虫は卵内で最初の脱皮を行ない、2齢幼虫となってふ化してくる。そして、体長3～3.5mm程度に成長すると脱皮を行ない、3齢幼虫となる。ふ化から脱皮までの日数は幼虫が球果内にもぐりこんでいるために、正確に知ることはできなかったが、浅間山麓で芽りん間隙に産みつけられた卵からふ化した幼虫の脱皮途中の状態をみられるのは5月中旬から後であるので、ふ化後、およそ2週間ほど経ってから脱皮をするものと思われる。3齢になった幼虫はおよそ1か月ほどして蛹になる。なお卵内でいつごろ1齢幼虫の体形が完成するのかという点については、はっきりしない。卵内の脱皮はふ化の前3～4日ごろから卵殻を透して2齢幼虫の口鉤が黒く見え始めるので、この1～2日前であろうと思われる。

卵内脱皮、胚子脱皮は半変態性昆虫ではよく知られているが、変態性昆虫では Coleoptera, Neuroptera, Lepidoptera のわずかの種についてのみ知られているという。胎生はかなり多くの昆虫にみられ、Diptera では、ニクバエ科において一般的に認められるが、これは卵が成熟するまで腔内にとどまり、産生されるその瞬間にふ化し、その幼虫が卵のごとく産卵管を通して産み出されるという。ヒツジバエ、ツエツエバエでは腔が大室となってそこで幼虫が発育し、成熟後腔から産下され、すぐに蛹になるという。これらのものは胚子が成虫体内で前若虫膜 (Pronymphal membrane) と卵殻を破ってふ化してくるものと思われるので、卵から出てきたものは、後胚子時代の1齢虫と認められるが、本種の場合は卵として産下されるが明らかにその1齢幼虫に相当する時代を卵内で過ごし、卵内で1回脱皮を行なってからふ化してくるので、胎生とは根本的に異なった発育経過といえる。一般的に認められているように、卵殻から脱出し自由となった後、最初の脱皮までの時期にあるものを1齢幼虫と定義するならば、本種の幼虫は1回脱皮2齢経過の発育過程をとることになるが、カラマツタネバエの場合このような解釈は不適当であって、胚子発育の終了、幼虫の器官の形成の終了時から最初の脱皮までのものを1齢幼虫と定義すべきだと思うので、ここでは形態の項でのべたように、本種は2回脱皮3齢経過であるとした。

15. 幼虫の摂食行動

幼虫が若い球果内の発育中の種子のみを摂食し、他の部分 (種りんや花軸の一部) は、ただ通り道として破壊していくものか、それとも種子と同様に他の部分をも摂食するのかは明らかでない。しかし同じく若い球果内部を食害する *Lobesia* 属の幼虫が種子や種りんの区別なく不規則に食害するのに対し、カラマツタネバエの幼虫は球果内において明らかに種子から種子へ移動する。

芽りんの間隙に産みつけられた卵からふ化した幼虫は、ほとんどの場合若い球果の基部から内部に穿入し、まだ非常に柔らかい種皮を食いやぶり、種子の内部にもぐりこむ。そして、その内容物を食いつくすとき多くの場合、同じ種りんの基部にあるもうひとつの種子に孔道を穿ちながら移動し、次には隣りの種り

んに食い進む。このようにしながら、花軸の回りをラセン状に次々と種子を食害しつつ上方に向かうことが多い。幼虫の食い進んだ跡は茶褐色のトンネル状になり、壁面はヤニ、花軸に群生する微毛および幼虫のハイセツ物でかためられている。したがって、球果を縦断すると Plate 5-G のような孔道の断面が現われる。3 齢幼虫ではその直径は 1 mm ほどになる。

種りんに産みつけられた卵からふ化した幼虫も産卵部位が球果の中央部より下である場合が多いので、やはりほとんどラセン状に上方に食い進み、下方の種子に向かうことはほとんどない。

幼虫が小さいうちは、食害された種子の内容物がなくなり茶褐色に変色するけれども、種子の形は残っており、中にはヤニがたまっている。ところが幼虫が大きくなると、種りんの基部が種子ごとえぐりとられたようになり、種子の形はまったく残らない。ただし、花軸と種りんの接着点は多くの場合離れずに残っているため、食害を受けた種りんは急激には変色、枯死をおこすことはない。また、Plate 6-G, H の小蛾類幼虫 (*Lobesia* 属やカラマツマダラメイガなど) のように球果の表面に虫糞を出したり、かじったりすることもないので、カラマツタネバエによる被害球果は、初めのうちは外見から健全球果と区別することはむずかしい。しかし、加害を受けた種りんは 7 月中旬ごろから、健全な種りんがまだ緑色を呈しているうちに紫色に変色してくるので、このころ以後には外見からでも被害球果を見分けることができる (Pl. 5-C)。

ひとつの球果を食害した幼虫が、その球果をはなれて別の球果に移動することはこれまでの観察からほとんどないと考えられる。産卵をうけなかった球果には被害が全く認められないし、実験室で球果からとり出した幼虫を球果とともに置いても、新たに穿入することなく斃死する。球果に穴をあけ、その中に幼虫を入れても、新たに球果に穿入させることはむずかしい。

16. 食害量と 1 球果内の幼虫数

1 頭の幼虫がふ化してから老熟するまでの間に食害する若球果内の種子数は、球果（種子）の発育程度とその球果に寄生するカラマツタネバエ幼虫の食害時期によって、かなり違いがある。すなわち、同一場所でも産卵期間が 4 月下旬から 5 月中下旬の約 1 か月間（長野県下、標高約 1,000m における例）にわたり、この間にカラマツの球果はかなり急速に発育するので、5 月上旬から摂食を開始した幼虫と、5 月下旬から摂食を開始した幼虫とでは実質の摂食量に差はなくとも、種子の大きさがこの 1 か月の間に非常に大きくなるために、前者は食害種子数が多くなり、後者は少なくなるという現象は当然おきるはずである。

1964 年の 6 月下旬に、1 球果の内部に老熟幼虫が 1 頭だけ見いだされた球果と、幼虫が 2 頭見いだされた球果について、その種子数と食害を受けた種子数を調べたところ、表 11 のようになった。6 月下旬は多くの幼虫が老熟して摂食を終る時期である。表 11 によると、1 球果に 1 頭の幼虫が寄生するとその球果中の約 2/3 程度の種子が食害されると考えられる。普通の大きさの球果では球果内に老熟幼虫は 1 頭だけ見いだされるだけであって、2 頭以上の老熟幼虫が寄生していることはほとんどない。これはカラマツタネバエの幼虫が利用する食物の量が、上記の摂食量からみて 1 球果に含まれる量とほぼつりあっているという点からみると合理的である。ただし、母樹が若かったりして球果がかなり大型の場合は、2 頭以上の老熟幼虫が寄生していることがある（表 12）。

表 11. 1 球果内の種子数と食害量

区 分	採集場所 (年月日)	種りん数	種子数	採取可能種子数	食害種子数	食害率 %
1 頭に寄生された球果	南佐久郡川上村 (1964. 6. 26)	52	104	80	56	70.0
		50	100	77	43	55.8
		48	96	73	50	68.5
		51	102	78	53	67.9
		50	100	77	39	50.6
2 頭に寄生された球果	西筑摩郡日義村 (1964. 6. 30)	42	84	64	42	65.6
		46	92	70	50	71.4
		41	82	63	36	57.1
		40	80	61	42	68.9
		45	90	69	51	73.9
	合 計 (10球果)	465	930	712	462	
	平 均	46.5	93	71.2	46.2	64.9
2 頭に寄生された球果	南佐久郡川上村 (1964. 6. 26)	54	108	83	63	75.9
		51	102	78	72	92.3
		50	100	77	56	72.7
		49	98	75	62	82.7
		52	104	80	73	91.2
	南佐久郡八千穂村 (1964. 6. 26)	50	100	77	69	89.6
		52	104	80	63	78.7
		52	104	80	63	78.7
		52	104	80	63	78.7
		52	104	80	63	78.7
	合 計 (7 球果)	358	716	550	458	
	平 均	51.1	102.3	78.6	65.4	83.2

表 12. 1 球果当たりの幼虫数 (1964年)

調 査 場 所	調査月日	調査球果数	球果の大きさ (平均) 高さ×最大直径	寄生なし		1 頭		2 頭		3 頭	
				球果数	%	球果数	%	球果数	%	球果数	%
南佐久郡川上村村有林	6.19	60	26 × 18	8	13.3	42	70	8	13.3	2	3.3
西筑摩郡日義村村有林	6.30	60	23 × 15	0	0	60	100	0	0	0	0
小諸市林木育種場採種林	6.23	100	22 × 13	5	5	93	93	2	2	0	0
南佐久郡八千穂村村有林	6.16	50	20 × 12	13	26	37	64	0	0	0	0
北安曇郡松川村村有林	6.10	30	25 × 16	0	0	21	70	7	23.3	2	6.7
計		300		26	8.6	253	84.3	17	5.7	4	1.3

17. 老熟幼虫の落下と蛹化までの日数

1964年6月23日に関東林木育種場長野支場のカラマツ採種林(浅間国有林, 26林班, 標高1000m)で193個の球果を採集し, その内部を調べたところ, 163個の球果にカラマツタネバエの食害が認められ, そのうちの108個の球果には老熟幼虫が見い出され, 11個の球果からは蛹が見られた。ところが, 残りの45個の球果にはカラマツタネバエ幼虫による明りょうな食痕があるにもかかわらず, 球果の中に幼虫の姿を認めることができなかった。そして同年7月2日には, ほとんどの被害球果は食痕のみがみられ, わずかの球果から老熟幼虫と蛹が見い出されただけであった。7月13日の調査では球果には幼虫は全く見られなかった。しかし被害球果のあるものには, 内部にまれにはあるが蛹がみられた。

各地で秋に収穫されたカラマツ球果を調べてみても、被害球果に対する蛹の残存率は非常に低く、ほとんどの球果は食痕のみが認められる。これは幼虫が天敵昆虫、病気、その他の原因によって死亡したことも当然考えなければならない。しかし、たとえば寄生昆虫によって死んだ場合は、7月中旬ころまでは老熟幼虫の死体が残っていることが多いので、6月下旬以後に被害球果に幼虫や蛹が見い出せない場合が多くなることは、摂食を終えた老熟幼虫が加害球果から脱出し、他の場所で蛹化するためであろうと考えられた。そこで同年8月上旬に、カラマツ母樹の樹冠下の落葉層およびその直下の土壌を調べたところ、多数の蛹を見つけることができた。すなわち、浅間山麓（標高1,000m）においては6月中旬から老熟幼虫は球果からの脱出を始め、地上に落下後蛹化するが、少数のものは脱出することなくそのまま球果内で蛹化し、7月上旬までには蛹化を完了するものと思われる。

1965年には摂食を終えた老熟幼虫の落下を実際に確かめるために、6月22日に関東林育種場長野支場のカラマツ採種林に1m×1mの正方形の受布（傾斜45°のロート状にし、その底の先端に細かい金網を張ったガラス管をとりつけ、受布内に落下した幼虫はこのガラス管内に集まるようになっている）を母樹の樹冠下に張り、老熟幼虫の落下数を調べた（写真2）。その結果は表13に示されているが、表中の26林班は約50年生林、18林班は約15年生林で、いずれも1964年に環状剥皮処理を行ない結実させたものであり、後者の球果は前者の球果にくらべてやや大きかった。この調査では受布を張った時期がややおそく、落下開始の時期を正確にとらえることはできなかったが、大部分の幼虫は6月下旬から7月上旬にかけて落下することがわかった。18林班では26林班にくらべて、やや遅くまで落下する傾向がみられたが、この両者は立地条件の似たかなり近い距離にあるので、この傾向は球果の大きさのちがいによる食物の量の差によるものかとも思われる。細谷は北朝鮮で、カラマツタネバエと思われる幼虫が好んで降雨時に落下するらしい⁹⁾と述べているが、われわれもこの調査の際、これと同じ現象を観察した。

1965年4月29日に受布内に落下した幼虫を研究室内に持ち帰り、蛹化するまでに要した日数（幼虫のままでいた日数）を調べたところ、表14のようになった。すなわち、地上に落下した老熟幼虫はすぐに蛹になるのではなく、蛹化までに最も早いもので2日間、最も遅いものでは10日間、平均5日間程度を要することがわかった。この間幼虫のまま落葉層内



写真 2. 落下幼虫調査用受け布（小諸）

表 13. 老熟幼虫の落下時期（1965年、浅間山麓）

	6.22～ 6.23	6.24～ 6.29	6.30～ 7.2	7.3～ 7.12	7.13～ 8.3	計	最 小 (1 m ² 当 たり)	最 大 (1 m ² 当 たり)	平 均 (1 m ² 当 たり)
26林班 (受布 15m ²)	3	9	22	0	0	34	0	8	2.2
18林班 (受布 20m ²)	3	35	71	8	3	120	0	34	6.0
計 (受布 35m ²)	6	44	91	8	3	154	0	34	4.4

表 14. 落下幼虫が蛹化するまでに要する日数 (1965年)

所要日数	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	平均	標準偏差
個体数	2	8	22	23	34	7	3	1	1	5.2	1.4

を、適当な蛹化場所を求めて移動するものと思われる。

18. 蛹化場所と蛹の密度

地上に落下した幼虫が蛹化する場所は、落葉層が厚く堆積している場合は、地表から約 5 cm 以内の落葉層の中であり、表面から 2～3 cm あたりのところに多い。落葉層が薄い場合は下の土壌にわずかにもぐって蛹になっており、まれには一部が地表に露出していることもある。蛹のある平面的な広がりはこちらまでの調査では、球果の着生しているカラマツの樹冠下に限られており、落下した幼虫は 5 日間ほど幼虫

表 15. 球果内に残存する蛹の割合

(1964年結実, 長野県川上村)

母樹番号	調査球果数	被害球果					
		総数 (個)	被害率 (%)	蛹なし (個)	蛹あり (個)	球果数に対する割合 (%)	被害球果に対する割合 (%)
7	100	90	90.0	87	3	3.0	5.3
8	100	59	59.0	55	4	4.0	6.8
9	96	43	44.8	43	0	0.0	0.0
10	101	90	89.1	90	0	0.0	0.0
11	100	83	83.0	80	3	3.0	3.6
12	99	84	84.8	63	21	21.2	25.0
13	100	81	81.0	75	6	6.0	7.4
16	99	65	65.7	61	4	4.0	6.2
17	63	52	82.5	50	2	3.2	3.8
18	103	86	88.5	86	0	0.0	0.0
19	107	51	47.7	50	1	0.1	2.0
20	101	41	40.6	41	0	0.0	0.0
21	99	49	49.5	42	7	7.1	14.3
22	110	79	71.8	72	7	6.4	8.9
24	91	37	40.7	35	2	2.2	5.4
25	100	85	85.0	84	1	1.0	1.2
26	106	73	68.9	71	2	1.9	2.7
28	108	52	48.1	52	0	0.0	0.0
29	101	48	47.5	47	1	1.0	2.1
3	84	63	75.0	62	1	1.2	1.6
合計	1,968	1,311	66.6	1,246	65	3.3	4.8

表 16. カラマツタネバエ蛹の大きさ (mm)

		調査数	長 径				短 径			
			min.	max.	mean	s. d.	min.	max.	mean	s. d.
地中蛹	小諸(1964)	85	3.7	5.1	4.52	0.58	1.4	2.0	1.68	0.10
	和 (1964)	84	3.4	5.2	4.30	0.30	1.3	1.9	1.66	0.07
球果内 蛹	小諸(1964)	74	3.9	5.4	4.81	0.88	1.5	2.0	1.87	0.14
	白田(1964)	56	4.5	5.3	4.89	0.30	1.6	2.0	1.90	0.09

の状態で過すにもかかわらず、落下地面から水平方向にはなはだしく移動することはないようである。寄生樹の樹冠下の地中にある蛹の密度は、球果の着生量とカラマツタネバエの寄生率によって大きく変わることは当然で、事実球果の着生量が多く、かつ被害率の高いときにはその樹冠下に蛹も多く見いだされる。また個々の樹についてみると、幹に近いほど多いようであった。1964年、関東林木育種場長野支場の採種林で剥皮処理を行ない、やや豊作といわれる程度に結実したカラマツの樹冠下で、直径 30cm の円内に含まれる地面中に存在する蛹数を、40か所について同年 8 月に調べたところ（蛹が落下する程度の目のフルイで落葉層と土壌をふるいながら蛹を採取した）平均 3 個（0～7 個）、1 m² 当たり換算すると平均 14 個の蛹が見つかった。また、1965 年の老熟幼虫の落下調査では、表 12 のように 1 m² 当たり 0～34 頭、平均 4.4 頭であったが、その前年に落下した幼虫の蛹でこの年の春に羽化しなかったものが一部土中に存在しているので、実際の蛹数は落下幼虫数より多少多くなるはずである。また、すでに述べたように、幼虫が加害した球果から脱出することなく、そのまま球果の中央～上部で花軸にやや食い入るような形で蛹になっているものもある。そのため、球果の先端を指で一方向に押すと蛹のあるところで花軸が折れることが多い。被害球果内に蛹の残存する割合は表 15 に示してある。被害球果のうち、おおむね 10% 以下の球果にしか蛹は残存していない。また 1964 年結実の川上村の球果をみると、樹によってもかなり蛹の残存率に差が見られ、また結実年の違いによっても差があるようである。

多くの幼虫が加害球果から脱出して林床で蛹になるのに、なぜ少数のものが加害球果の中で蛹になるのかその理由は明らかではないが、球果内に残留している蛹と林床の落葉層や地中にある蛹との大きさを比較すると、球果内に残存している蛹の方がやや大きい傾向がうかがえる（表 16）。このことは、球果で蛹になった幼虫は何らかの理由で、球果から脱出する機会を失い、過熟幼虫となってそのまま球果内で蛹化したものと考えられる。また、その理由のひとつとしては前述のごとく、この幼虫は老熟すると雨天や湿度の高い日を好んで球果から脱出落下を行なうらしいので、その時期に晴天の日が続けば、加害球果から脱出する機会をのがすことになることが考えられる。蛹の残留している球果の大きさは、球果を大略、大、中、小にわけた場合、中型小型の球果に多いが、これは細谷（1943）が報告しているごとく⁶⁾、本種の寄生をうけた球果は健全球果に比較すれば小さいことが多いのであって、蛹の残留と球果の大きさは特に関係ないようである。

19. 球果の結実量と被害率

カラマツは結実の間断年数が長く、また、結実の豊凶の差がはげしく、凶作年には事業的な規模での球果の採取は全くできないのに対し、ひとたび豊年をむかえると、その後数年間の種子の需要をまかなうに足るほど多量に結実する。小沢（1962）¹⁴⁾によると、明治時代以後、1956 年までの間に、本州のカラマツ種子の主産地では豊作または豊作に近い作柄の年は 21 回あり、2～10 年、平均 4 年の間断年数を示したという。国有林野事業統計書による長野営林局管内での毎年のカラマツ種子の採取量を表 17 に示した。この数値は長野県下のカラマツ林の結実状況を直接表示するものではないが、かなり相関の高いものと思われる。いかに豊凶の差が大きいものであるかを示している。すでに被害状況の項で述べたように、長野県下での 1964 年から 1966 年までの 3 年間の各年のカラマツタネバエによる球果の被害率はそれぞれ、78.1%、57.4%、96.3% であった。表 17 のこの 3 年間の種子採取量はそれぞれ 17kg、403kg、0kg であって、長野県全体という広い地域をとっても、結実量（この場合は種子採取量）とカラマツタネバエの被害率の間には逆の相関関係があることがうかがわれる。すなわち、わずか 17kg の種子しか採取できなかった 1964 年

表 17. 長野営林局管内および長野県下のカラマツ種子採取実績 (kg)

(1950~1970)

区分 \ 年度	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
長野営林局	不 明	—	—	3	—	—	15,918	—	—	2,205	7
長 野 県	34,000	—	—	—	—	—	29,580	—	—	—	35
区分 \ 年度	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	
長野営林局	11	80	66	17	403	—	175	—	—	—	
長 野 県	34	10	—	124	475	160	247	120	—	75	

(注) 一線は凶作のため採取量 0 か、またはわずかであった場合。

長野営林局については、国有林野事業統計書による。長野県については、公営種子採取実績による。

の被害率は78.1%とかなり高く、403kgの採取が行なわれ、凶作続きの中にあつては比較的球果の結実がよかつたと思われる1965年の被害率は57.4%と低くなり、極度に球果の結実が悪く、種子の採取がまったく行なわれなかつた1966年には、被害率は96.3%と非常に高率となっている。

すでにのべたように、普通の大きさのカラマツ球果は、カラマツタネバエの幼虫が完熟するまでに必要な食物を1頭分しか蔵していないと考えられる。またカラマツ球果以外の寄主はわが国ではまだ見出しえず、たとえあつたとしても、カラマツ採種林は多くの場合純林であつて、その林内には、他に寄主となり得るような植物は見当たらない。したがつて、カラマツタネバエは球果の結実が凶作年である間は、少ない球果に高い率で寄生することによって、利用可能な食物を効率的に利用して、球果の結実量と平行的に個体数を変動させているものと思われる。そして、ひとたび豊作年をむかへ、前年にくらべ一挙に数百倍、数千倍に球果が着生するようになると、本種の個体数も増加するものの、その増殖率が球果の増加率に追いつかず、そのため球果に対する寄生率が大幅に低下するという現象がおきるものと思われる。過去にしばしば豊作年があり、そのたびごとに球果を大量に採取しながら虫害が問題とならなかつたことは、このような現象が実際におきているためであろう。また、豊作年でなくとも、前年に比べて球果の結実がよい年には被害は減少し、逆に前年より結実が悪い年には被害が増加するという関係が成り立つ。

要するに、カラマツ球果の結実は年によって大幅に変動するために、それを食物としているカラマツタネバエは、凶作年においては当年結実球果の数によってその個体数の上限をおさえられており、一部の蛹の休眠延長という手段で食物の変動に対処しているものの、球果の結実状況が他の要因以上に、カラマツタネバエの個体数変動に大きな働きをしているものと思われる。しかし、このような関係を正確に知るためには、ある林分における球果数の年次変動を調べるのが前提となるが、カラマツは、10,000個以上の球果をつける母樹からまったく、結実をみない母樹までさまざまな段階の結実を示すものであり、しかも、球果は母樹のクローネの上部に着生することが多く、地上10m以上の高所にあることが普通であつて、その調査には多大の労力を要する。上記の関係の証明には球果結実状況の簡易な標示方法の開発が必要である。

なお、1967年には長野県全体にわたる被害調査を実施することはできなかったが、われわれが防除試験を行なつた上田試験地と臼田試験地²⁸⁾の被害率は、表18に他の調査事項とともに示してある。これによると、上田営林署管内和山国有林では、平均で67.7%の球果に被害が認められたのに対して、臼田営林署管

表 18. 上田・日田試験地のカラマツタネバエ被害率（1967.6.16 結実促進処理木）

		調査球果数	食害球果率	産卵球果率	食害球果1個当たりの食害種子数 平均（最小～最大）		被害球果内のDiptera 捕食虫の生息率
上田営林署 和山国有林	683 号 上段 中下	79 114 6	88.6 86.8 100.0	91.1 87.7 100.0	34.0 34.0 52.2	3～84個 7～70 32～72	25.7 7.1 33.3
	726 号 上 中下	88 54 61	72.7 62.9 75.4	72.7 62.9 80.3	17.1 26.6 20.7	2～51 18～47 2～45	0.0 8.8 6.5
	735 号 上 中下	67 63 110	73.4 54.0 64.6	76.1 55.5 65.5	21.2 16.0 25.2	2～52 3～39 2～59	0.0 0.0 4.2
	780 号 上 中下	92 97 43	68.4 26.8 67.4	69.5 28.8 67.4	17.9 21.6 20.7	2～42 2～37 1～39	0.0 7.7 6.9
	781 号 上 中下	103 80 47	55.3 63.7 55.3	56.3 63.7 55.3	22.2 29.3 23.7	2～62 1～76 1～39	1.8 0.0 7.7
平 均		104	67.7	68.9	25.5	5.3～54.3	7.3
日田営林署 立科国有林	S-3-26 上段 中	101 94	94.1 98.1	100.0 100.0	19.6 38.7	2～63 3～88	0.0 0.0
	S-3-28 上 中	67 56	62.7 73.2	79.1 92.9	14.1 13.5	1～40 1～42	0.0 4.9
	8-4-22 上 中	91 46	100.0 100.0	100.0 100.0	52.8 66.0	13～98 9～87	4.4 23.9
	S-6- 3 上 中	103 62	95.1 98.4	100.0 98.4	26.3 43.9	1～72 3～101	2.0 8.2
	S-6- 7 下	51	100.0	100.0	43.1	5～72	9.8
	F-1- 2 上 中下	90 102 32	100.0 100.0 100.0	100.0 100.0 100.0	69.0 49.5 61.2	29～95 7～87 28～98	11.1 1.0 25.0
	F-2- 2 上 中下	128 100 99	96.9 100.0 100.0	97.7 100.0 100.0	41.0 51.2 53.8	3～78 22～90 9～86	0.0 8.0 10.1
	F-4- 3 上 中	88 8	100.0 100.0	100.0 100.0	43.0 45.9	2～95 5～74	1.1 25.0
	F-5- 7 上 中	101 116	98.0 98.3	99.0 99.1	26.0 26.2	4～66 1～58	0.0 0.9
平 均		1,535	95.5	98.2	41.4	7.8～78.4	7.1

内立科国有林では95.6%とほとんどすべての球果が被害をうけていた。ただし、この両者の被害率は、すべて結実促進処理を施して結実させた母樹から採取した球果についての調査結果である。表17によると、1967年の長野営林局管内のカラマツ種子採取量は175kgであって、両試験地のこの年の自然結実状況はわれわれの観察でも決して良いものではなかった。それにもかかわらず、このような被害率の差が生じたことは、両試験地を取り巻く環境のちがいが主な原因であろう。すなわち、上田試験地のカラマツ林は約5haの孤立した林分であって、全体で約500本の母樹のうち約100本に各種の結実促進処理が施され、こ

の林のある谷にはこの母樹林以外にはカラマツ壮齡林がないのに対し、臼田試験地では、ひとつの谷全体が林齢55年の大面積人工林であって、この中の72本の母樹に結実促進処理が行なわれた。したがって、両者とも結実促進処理を行なって球果をつけたものの、前者では周辺からのカラマツタネバエ成虫の飛来、産卵が少なく、後者ではこれが多かったために、このような結果になったものと思われる。

20. 死亡要因の概要

1965年にはカラマツ球果に対するカラマツタネバエの加害密度が低く、寄生をうけた場合でもほとんどが1球果に1個の産卵であって、ふ化せずに死亡した卵は見い出されなかった。しかし、1966年になると、球果の結実が非常に悪く、ほとんどの球果はカラマツタネバエの寄生をうけ、しかも、1球果当たりの産卵数は表7、表8に示されているようになりかなり多くなった。そのうち、芽りん間隙に産みつけられた卵についての死亡率を知ることができた。すなわち、1966年5月25日に採集した球果を東京・目黒の実験室に持ち帰って調査したが、数日のうちに球果およびその芽りんに見い出された卵および生存幼虫の数は、表19のようになった。このころまでには芽りんへ産みつけられた卵はふ化すべきものは全てふ化しており、ふ化しなかった卵はやや黒ずみ、はっきりと死亡していることがわかった。しかし、種りん内側に産みつけられた卵にはまだ未ふ化卵が残っており、また死亡卵の変色もはっきりせず、この両者を区別することがむずかしかったので、表18にはこれを一括してのせてある。

表19の芽りん間隙にうみつけられた卵の死亡率をみるとほぼ10%前後であって、1球果当たり（この場合は球果の下芽りん当たり）の産卵数が多い場合に卵死亡率が10%をこえていることが多く、少ない場合には死亡率も低い傾向がうかがえる。卵の死亡要因としては卵寄生ばち（種名不明）が1種あるが、その数は少なく、多くは原因不明の不ふ化卵である。1967年には表18に示すごとく、ふたたび球果に対するカラマツタネバエの寄生率は低くなり、寄生をうけた球果には1個の卵のみが産みつけられ、死亡卵は見当たらなくなった。種りん内部に産みつけられた卵についても、1964年、1965年に行なった調査では死亡卵を見ることはなかった。1966年には調査時期が種りん内の卵のふ化期の途中であって、未ふ化卵と死亡卵を正確に区別することができなかったが、死亡卵と見なすべき卵の数は少なく、上記の芽りん内の卵の

表 19. 卵 と 幼 虫 の 死 亡 率 (1966年5月下旬)

球果採集木番号	調 査 球果数	芽 り ん 間 隙 へ の 産 卵						種 り ん 間 隙 へ の 産 卵					
		ふ化 卵数	死亡 卵数	1球果 当たり 卵数	卵死亡 率 %	生存幼 虫数	幼虫死 亡率 %	ふ化	死亡+ 未ふ化	1球果 当たり 卵数	生存幼 虫数	幼虫死 亡率 %	
上 田 No. 146	10	25	3	2.80	10.7	10	60.0	35	19	5.40	10	71.4	
“ No. 148	8	17	0	2.13	0.0	9	47.1	58	9	8.38	12	79.3	
“ No. 397	24	66	15	3.38	18.5	23	65.2	31	41	2.96	18	41.9	
“ No. 413	62	143	23	2.71	13.8	49	65.7	45	43	1.42	21	53.3	
“ No. 599	20	22	3	1.25	6.7	15	31.8	149	35	9.20	72	51.7	
“ No. 725	17	31	2	1.94	6.1	19	38.7	236	58	15.35	117	50.4	
臼田 3区5号上段	42	49	3	1.24	5.8	19	61.2	60	18	1.86	15	75.0	
“ “ 下段	18	41	5	2.56	10.9	13	68.3	98	15	6.28	18	81.6	
臼田 1-2 中段	28	45	3	1.71	6.3	21	53.3	31	11	1.50	15	51.6	
“ “ 下段	19	38	2	2.11	5.0	11	71.1	39	6	2.37	8	79.5	
	248				8.4		56.2					63.4	

死亡率を上まわることはないと思われる。卵の死亡率は一般にきわめて低いものといえる。

次に幼虫の死亡についてみると、1964年、1965年および1967年にはまれに球果内で捕食性の Diptera(種名不明)の幼虫に殺されたカラマツタネバエ幼虫が見られた以外はほとんど幼虫期の死亡はなかった。しかし、1966年には、球果に対する産卵数が高まり、それにつれてかなりの幼虫期の死亡がおこった。すなわち、5月下旬の調査結果である表19をみると、たとえば上田 No. 146 の母樹では、10個の球果で25個のふ化卵が芽りん間隙で見つかったが、その生存幼虫は10頭であって、15頭の幼虫はすでに死亡していた(死亡率60.0%)。5月下旬は芽りん内の卵からふ化した2齢幼虫が3齢への脱皮を始めた時期であるので、表19の芽りん間隙への産卵のころの幼虫死亡率は、ふ化してから脱皮するまでの2齢期間を通じての死亡率とみなせるものである。10本の母樹の平均では56.2%の死亡がこの期間におこっており、卵死亡率と同様に密度の高い場合にこの死亡率も高くなる傾向がうかがわれる。そして、このころまでに芽りん内の卵から發育した2齢の後期、または3齢の幼虫は1球果にほぼ1頭しか生存しないようになった(表20参照)。なお、芽りん間隙でふ化した幼虫は球果にたどりつき、穿入するまでに約1時間から3時間を要するのであって、その穿入孔は球果のりん片を精細に観察することによって識別が可能である。上田 No. 397 の母樹から採取した19個の球果についてこれを調べたので、これを他の調査数値とともに表20に示した。これによると、19個の球果の合計で、59個の卵から幼虫がふ化したのに、球果への穿入に成功したものは39頭であって、ふ化幼虫の33.9%にあたる他の20頭は芽りん間隙でふ化してから球果に穿入するまでの間に死亡したことになる。この間に風雨にうたれたりして落下するか、天敵に捕食されることがあるのであろうと推定される。また、穿入に成功した39頭のうち、5月下旬まで生存していたものは17頭であって、

表 20. 球果ごとの産卵・穿入孔・幼虫・食害種子の数
(1966年5月下旬, 上田 397 号木)

球果番号 No.	芽りん内産卵数		穿入孔	生存中・ 大型幼虫数	種りん内産卵数		生存小型 幼虫数	食害 種子数
	ふ化	死亡			ふ化	未ふ化+ 死亡		
1	1	1	1	1	3	6	0	13
2	2	1	2	1	3	7	1	7
3	6	2	3	1	1	0	1	22
4	4	0	2	0	5	0	0	0
5	3	1	3	1	0	3	0	6
6	2	2	1	1	1	0	0	19
7	4	0	3	1	1	0	1	38
8	4	1	2	1	0	3	0	32
9	1	2	1	1	2	3	1	25
10	3	1	1	0(2)	1	1	0	31
11	4	0	2	1	5	2	5	42
12	1	0	1	1	1	2	1	26
13	3	0	3	1	1	3	0(1)	38
14	2	0	2	1	0	0	0	38
15	5	0	3	2	2	2	2	40
16	3	0	3	1(1)	0	0	0	37
17	5	0	2	0	1	2	1	7
18	3	1	3	1	2	2	0(2)	35
19	3	1	1	1	1	2	1	40
合 計	59	13	39	17	30	38	14	496
平 均	3.1	0.7	2.1	0.9	1.6	2.0	0.7	26.1

(注) ()内は確認された死亡幼虫数。

残りの22頭(56.4%)は穿入後死亡したことになる。この原因としては、1球果に2頭以上の幼虫が穿入した場合、種子がすでに他の幼虫によって摂食されていたために食物にありつけずに死亡すること、幼虫同志が接触し、その際にきづつけられ死亡すること、また、前述の Diptera の幼虫による捕食など天敵によって殺されることなどが考えられる。この1966年のように食物である球果の結実が非常に悪く、1球果に多数の卵が産みつけられたような場合は、食物をめぐる種内競争が主な死亡要因となっているといえよう。なお、死亡した幼虫は老熟幼虫と新しい死体をのぞき、多くの場合は体がとけてしまい、死体を確認することは容易でない。

5月下旬は表19、表20に示されているように種りん内に産みつけられた卵のふ化の最盛期にあたり、この卵からふ化した幼虫はいまだ小型であるので、卵殻から食物である種子への軌跡をたどることによって、芽りん内の卵からふ化して球果に穿入している前記の中・大型幼虫と区別できる。この小型幼虫の生存数とふ化卵数に対する死亡率が、表19の種りん間隙への産卵の項に示してある。たとえば、上田 No. 146の母樹から採取された10球果についてみると、種りん間隙には35個のふ化卵があったにもかかわらず、5月下旬まで生存していた幼虫はわずか10頭であり、ふ化してからわずかの期間に71.4%の幼虫が死亡していた。10本の母樹の平均では63.4%の幼虫が死亡したことになるが、これは5月下旬での数値であって、その後この死亡率はほぼ100%に近くなるものと思われる。この死亡の原因としてはほとんどの場合、食物不足によるものと考えられる。すなわち、表20に示されているように、先に球果に穿入している発育の進んでいる芽りん内の卵からの幼虫によって、すでに球果内の種子はかなりの程度食害を受けている場合が多いので、この種りん内の卵からおくれてふ化してきた幼虫は、食物である種子にありつくことができずに死亡したと考えられる死亡例が多かった。また、他の幼虫が通った跡に流出するヤニにとりまかれて死亡している例もときどき見られた。1967年には寄生率は低くなり、上記のような1966年にみられた幼虫期の死亡はほとんどみられなかった。

3 齢幼虫になってから、老熟して加害球果を脱出して地上に落下するまで、または加害球果内で蛹化するまでの期間の死亡についてはくわしく調べることはできなかったが、この時期の死亡は一般に低いようである。この間の死亡要因の主なものは前述の Diptera の幼虫による捕食であって、これは表18にあるように、局所的にはカラマツタネバエ食害球果の20~30%に認められたが一般的には10%をこえるものではなかった。そのほか、1966年には多数の幼虫が寄生した球果の場合には、食物不足による死亡、幼虫相互の接触による死亡もみられた。また、地上に落下してから蛹化するまでには約5日間を要するので、この間にもアリ類による捕食などが当然あるはずであるが、これについては調査できなかった。

1964年に採取した蛹の死亡率は表21のようであった。すなわち、1964年の秋に球果からとり出した蛹をベトリシャーレに入れておき、翌春および翌々春に羽化を調べた場合の蛹の死亡率は約70%であった。そ

表 21. カラマツタネバエ蛹の死亡率(1964年採集)

採 集 地	蛹の採集場所	保存場所	調査蛹数	羽 化 数		蛹死亡率	死 亡 原 因 (頭)		
				1965年	1966年		寄生蜂	死ごもり	その他
白田営林署管内 海ノ口国有林 関東林木育種場 長野支場 同 上	被害球果内	室 内	573	169	4	69.8	133	260	8
	同 上	野 外	25	8	0	68.0	8	9	0
	地 中	同上	253	11	1	95.3	—	—	—

の死亡原因は、蛹殻内で成虫の形ができていながら、何らかの原因で羽化できずに死亡するいわゆる死ごもりが最も多く、全蛹数の45%、死亡蛹数の65%を占めている。次に多いのが寄生蜂の寄生による死亡であり、全蛹数の25%、死亡蛹数の33%を占めている。ここで調べた蛹は1964年9月18日に採取された球果からとり出されたもので、被寄生蛹はそれ以前に寄生をうけたことは確かであるが、幼虫時にすでに寄生蜂の産卵をうけたものか、蛹になってから産卵されたものかは不明である。寄生蜂は次のような5種が見い出されたが、種名についてはまだ不明である。

Anogmus sp.

Ceraphronidae の1種

Cynipidae の1種

Braconinae の1種

ヒメバチの1種

このうち最も寄生率の高いものは Braconinae の1種である。なおこの Braconinae の1種にはカラマツタネバエの蛹の中で、幼虫のまま2年間をすごし翌々春に羽化するものがある。これまでのべた蛹の死亡は球果内から蛹をとり出してシャーレに入れ、実験室内に置くというかなり不自然な状態のもとで調べられたものであるが、1964～1967年に自然状態で羽化状況を調べた時の蛹の死亡率は、次のようであった。すなわち、1964年の秋に球果を採取し、これをナイロンスクリーン製の袋に入れて、カラマツ母樹の樹冠内に放置して羽化時期を調べた材料の一部の球果を持ち帰り、球果内の蛹を調べたところ、25個の蛹の殻がみつかり、このうち68%は羽化することなく死亡していた。この場合の死亡原因は死ごもりと寄生蜂が半々であった。調査蛹数は少ないが死亡の起こり方は前記のものとよく似ている。

1964年の秋に地中から253個の蛹を採集し、これをやはり自然状態に近い状態で放置したものからは1965年の春に11頭、1966年の春には1頭の成虫が出現し、1967年の春には全く羽化がなかった。これを1967年の春にとり出して調べたところ、生存蛹はなかった。この場合の死亡率は95%に達する。死因については調べられなかった。ただし、この場合は地中から蛹を採集した時に、すでに死亡していた古い蛹が相当に混在していたと思われ、1964年に加害球果から脱出した幼虫の蛹は253個のうちいくつかは不明であるものの、実際の死亡率はこの95%よりは低いはずである。以上のべたように、蛹時代の死亡率はかなり高い。これは蛹期間が夏から翌春までにわたり、場合によっては、さらにもう1年を蛹のまま過ごすものがあり、卵、幼虫、成虫の期間にくらべ非常に長いために、多くの障害をうける機会が多いためであろう。

成虫が羽化した後、産卵するまでには3週間程度かかるので、この間にもかなりの死亡がおきると思われるが、これについては全く不明である。しかし、標高1,000mの浅間山麓では羽化の始まる4月上旬から産卵の開始される4月下旬までは、しばしば気温が氷点下に下がることもあり、また成虫の食物となるような植物も少なく、食物と気象との関係で成虫が死亡する場合があることは容易に想像される。

文 献

- 1) 浅川澄彦・藤田桂治：採種園造成に関する研究(1)，林試研報，184，81～134，(1966)
- 2) 浅川澄彦・藤田桂治・長尾精文・横山敏孝：カラマツ採種林の本数密度と環状剥皮の結実促進効果，日林誌，48，6，245～249，(1966)
- 3) BRAMMANIS, L. : Die Forstentomologie in der sowjetrussischen Zeitschrift "Lesnoje chojajstvo" (Forstwirtschaft). Z. ang. Ent. 62, 209～210, (1968)
- 4) GÄBLER, H. : Tierische Samenschädlinge der einheimischen forstlichen Holzgewächse. 35～36, (1954)
- 5) GYÖRFI, J. : Nadelholzzapfen- und Nadelholzsamen schädlinge und ihre Parasiten. Acta. agron., 6, 321～378, (1956) (Rev.)
- 6) 細谷達雄：テウセンカラマツ種子を食害する三種の害虫に就て，日林誌，25，4，181～196，(1943)
- 7) KARL, O. : Tierwelt Deutschlands, Muscidae, 169, (1928)
- 8) KEEN, F. P. : Cone and Seed Insects of Western Forest Trees. Technical Bulletin No. 1169, U. S. D. A., 77～79, (1958)
- 9) 小林一三：カラマツの新害虫，森林防疫，13，11，273～275，(1964)
- 10) 小林一三：カラマツ球果の虫害——特にカラマツタネバエの生活史と防除について——，林木の育種，41，1，2～6，(1967)
- 11) 松井善喜：北海道における各樹種の植栽沿革とその造林成績に対する考察，林試研報，189，1～160，(1966)
- 12) 長野県林務部：空中散布による「カラマツタネバエ」の防除試験成績書，47pp., (1966)
- 13) 中村尚夫・遠藤 昭・渡瀬 彰：富士山県有林におけるカラマツ球果の害虫，79回日林講，228～229，(1968)
- 14) 小沢準二郎：針葉樹のタネ（生産と管理），451pp., (1962)
- 15) 小沢孝弘：カラマツ球果の害虫について(1)，長野林友，3，末尾29～35，(1965)
- 16) 小沢孝弘：カラマツ球果の害虫について(2)，長野林友，4，末尾26～37，(1965)
- 17) 小沢孝弘：カラマツ球果の害虫について(3)，長野林友，5，末尾14～22，(1965)
- 18) 小沢孝弘：カラマツ球果の害虫について(4)，長野林友，6，末尾14～19，(1965)
- 19) 小沢孝弘・山田房男・小林一三・山崎三郎：カラマツ球果害虫に関する研究(II)，長野県下の被害分布とその解析，76回日林講，364～368，(1965)
- 20) 小沢孝弘・山田房男・小林一三・山崎三郎：カラマツ球果害虫に関する研究(IV)，一被害分布とその解析一，77回日林講，347～350，(1966)
- 21) 小沢孝弘・海老沢文子：昭和41年度，カラマツ球果の害虫に関する研究，昭和41年度林業試験場木曾分場年報，8，51～59，(1967)
- 22) 林業試験場：カラマツ結実促進と害虫防除に関する試験，昭和42年度国有林野事業特別会計林業試験成績報告書，25pp., (1968)
- 23) РОЖКОВ, А. С. : Вредители Лиственницы Сибирской. Академия Наук СССР (Сибирское отделение восточно-сибирский биологический институт), издат. <Наука>, 222～225, (1966)
- 24) SEITNER, M. : *Chortophila laricicola* KARL, die Larchenzapfen- und Samenfliege, und ihre Feinde Parasiten und Räuber. Zentralbl. ges. Forstwes., 55, 153～167, (1929)
- 25) TRIPP, H. A. : The Instars of a Maggot (*Pegohylemyia*) Inhabiting White Spruce Cones. Can. Ent. 86, 4, 184～189, (1954)

- 26) 山田房男・小林一三・山崎三郎・小沢孝弘：カラマツ球果の害虫に関する研究(Ⅰ)，カラマツタネバエ (*Hylemya laricicola* KARL) について，76回日林講，362～364，(1965)
- 27) 山田房男・小林一三・山崎三郎・小沢孝弘：カラマツ球果の害虫に関する研究(Ⅲ)，カラマツタネバエ (*Hylemya laricicola*) の経過・習性，77回日林講，344～347，(1966)
- 28) 山田房男・小沢孝弘・小林一三・山崎三郎：カラマツ球果の害虫に関する研究(Ⅴ)，カラマツタネバエ (*Hylemya laricicola*) の防除試験，79回日林講，226～228，(1968)
- 29) ZONOVA, E. V.: Die Lärchenfliege (*Chortophila laricicola* KARL) als Schädling der Larchensamen. Rev. Ent. URSS, 25, (3), (4), 206～220, (1935)

図 版 説 明

(Explanation of plates)

Plate 1

成 虫 Adult

- A. 雄 Male (Length of body 4.5～5 mm).
 B. 雌 (頭部) Female (Dorsal aspect of head).
 C. 尾端部側面 Lateral aspect of hypopygium.
 D. 尾端部 Caudal aspect of hypopygium.
 E. 第5腹節板 Ventral aspect of fifth sternite.
 F. 触角 Antenna

Plate 2

幼 虫 Larva

- A. 成熟幼虫 (Mature larva) Third inst. larva (>5 mm).
 B. 頭部側面 Lateral aspect of cephalic part.
 C. 頭部腹面 Ventral aspect of cephalic part.
 D. 尾端部側面 Lateral aspect of caudal part.
 E. 尾端部 Caudal aspect of caudal part.

Plate 3

幼 虫 Larva

- A. 咽頭骨格 (1 齡) Lateral aspect of pharyngeal skeleton (1st inst.).
 B. 咽頭骨格 (2 齡) Lateral aspect of pharyngeal skeleton (2nd inst.).
 C. 咽頭骨格 (3 齡) Lateral aspect of pharyngeal skeleton (3rd inst.).
 D. 前気門 (2 齡) Anterior spiracle (2nd inst.).
 E. 前気門 (3 齡) Anterior spiracle (3rd inst.).
 F. 後気門 (1 齡) Posterior spiracle (1st inst.).
 G. 後気門板 (2 齡) Posterior spiracle plate (2nd inst.).
 H. 後気門板 (3 齡) Posterior spiracle plate (3rd inst.).

Plate 4

蛹 Puparia (4.2～4.8mm).

- A. 蛹 Dorsal aspect.
 B. 頭部側面 Lateral aspect of cephalic part.
 C. 尾端部 Caudal aspect of caudal part.

D. 種りん内の卵 Eggs under the cone-scale.

E—F. 卵 Egg (L. 1.4mm~1.6mm).

Plate 5

A. 包りん内に産みつけられた卵 An egg among the bract-scales.

B. 種りん内に産みつけられた卵 An egg under the cone-scale.

C. 被害球果 Injured cone.

D. 被害球果と若齡幼虫 A young larva in injured cone.

E. 加害された若球果 Injured young cone.

F. 加害された種子とりん片および産下された卵

Injured seed and cone-scale (right two), and an egg inside the cone-scale.

G. 加害された成熟球果 Injured full grown cone.

Plate 6

A. 卵内の1齡虫 First instar larva in the egg.

B. 2齡幼虫 Second instar larva.

C. 3齡幼虫 A full grown larva (3rd inst.).

D. 羽化しつつある成虫(背面) Adult emerging from the puparia (dorsal aspect).

E. 羽化しつつある成虫(腹面) Adult emerging from the puparia (ventral aspect).

F. 羽化(地中蛹からの羽化) Adult emerged from the puparia in the soil.

G. 小蛾類幼虫に食害された球果 Injured cone by a microlepidoptera larva.

H. 被害球果内の小蛾類幼虫 A microlepidoptera larva in an injured cone.

Studies on the Larch Cone Maggot, *Hylemya laricicola* KARL

(Diptera : Muscidae)

Fusao YAMADA⁽¹⁾, Kazumi KOBAYASHI⁽²⁾, Saburo YAMAZAKI⁽³⁾ and Takahiro OZAWA⁽⁴⁾

Summary

With the development of forest tree improvement programs and increased need for re-forestation, the importance of knowing more about cone and seed infesting insects has been recognized in Japan recently. However, few studies have been conducted on cone and seed insects of Japanese forest trees.

Information on larch cone- and seed-destroying insects is urgently needed today, because the larch seed crop has been poor for the last decade and nurseries have been greatly hampered by the shortage of seed. To produce more larch seeds and to hasten the larch tree improvement program, some artificial fruit bearing methods like fertilization, thinning and girdling have been carried out in Nagano prefecture, central Japan, which is the most important larch seed and seedling producing area. But the young larch cones which grow naturally in some

Received April 22, 1972

(1)~(3) Protection Division

(4) Kiso Sub-Branch Station

localities or by means of artificial fruit bearing methods are so severely damaged by insects that few seed are produced. From 1964 to 1967 we studied larch cone insects and found that the following insects infest developing larch cones.

Japanese larch pyralid (*Cryptoblabes laricana* MUTUURA, Pylaridae)

Larch leaf roller (*Spilonota laricana* HEINEMAN, Tortoricidae)

Larch cone miner (*Robesia aeolopa* MEYRICK, Tortoricidae)

Larch cone maggot (*Hylemya laricicola* KARL, Muscidae)

Larch cone midge (Unknown, Itomidae)

The most injurious insect among these is the larch cone maggot, which has been known as a serious pest in larch cones in Europe, Siberia, and North Korea and was first recorded in Japan by us. We investigated the life history and some aspects of morphology of this insect and gained some new knowledge about it.

The results of our studies are as follows:

(1) This insect passes winter in the pupal stage. The pupae are usually found in the soil or the litter under the larch tree crowns, but often found within the infested larch cones. The pupae in the cones are rather larger than those in the soil. As the larvae leave the cones readily when it is rainy, it seems that the pupae in the cones originated from larvae which lost the opportunity of leaving the cones and over-matured in the cones.

(2) Adults emerged from early April to early May and the peak of emergence was middle April in the larch forest (about 1,000 m above sea level) at the side of Mt. Asama, in 1965. But, as the temperature in the spring of this year was unusually cold, it seems likely that the period of emergence would be earlier by about ten days in normal average years. Males emerged throughout the emergence period but females began to emerge later than males. Emergence from the pupa in the soil or the litter is later than from the pupa in the cone. The sex-ratio is approximately 1:1. Average longevity of the adult in the laboratory (enclosed in a glass tube with honey and water) is: 12.4 days for male, 18.8 days for female. It is supposed that they will live much longer under natural conditions. Larger numbers of adult flies emerge from the pupae in the spring of the year after their attack on cones, but some of them appear to remain for another year and emerge in the second spring. The possibility remains that a few may spend more than one winter in pupation and emerge the third spring. It seems that by this retardation, the species is protected from extermination by a cone-crop failure.

(3) The female has eleven ovarioles in each ovary and each ovariole contains four oocytes. It seems that the female has the ability to lay 88 eggs. The ovary is not mature in the newly emerged female when reared in the glass tube with honey and water. Apparently it takes about twenty days for newly emerged females to become mature enough to lay eggs under natural conditions.

(4) Eggs are laid among the bud-scales at the base of the young cone when the bracts cover the surface of the young cone (it is from late April to early May at 1,000 m above sea level at the side of Mt. Asama). Eggs are always found on the outer side of the cone stalk which curves on account of the upright-standing nature of the young cone. At the time when the cone scales grow to cover the surface of the young cone, eggs are laid under the cone-scales. The number of eggs in each cone varies with the relative condition of the populations between the insect and the cone. When cones are abundant, one egg is usually laid on each

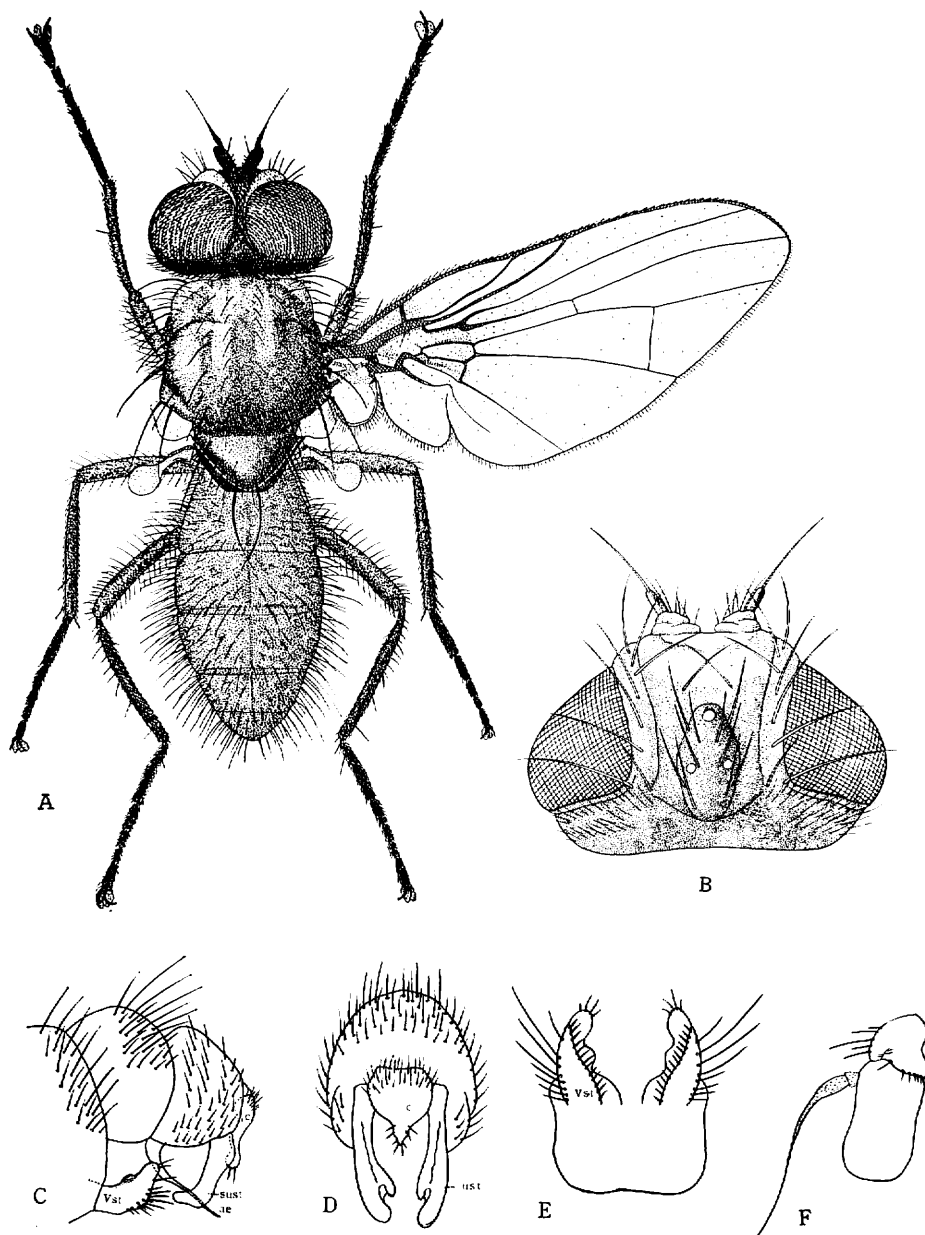
cone, but when they are scarce several eggs are found on each cone and often more than ten eggs are laid on one cone. The incubation period is 7~13 days, 11 days on the average. The oviposition period is from late April to late May at the side of Mt. Asama. The beginning of oviposition seems to be closely related with the flying period of the larch pollen. The end of flying period of the larch pollen coincides with the beginning of the emergence period. It varies from year to year and from place to place. At the side of Mt. Fuji about 2,500 m above sea level, eggs are found even in early July.

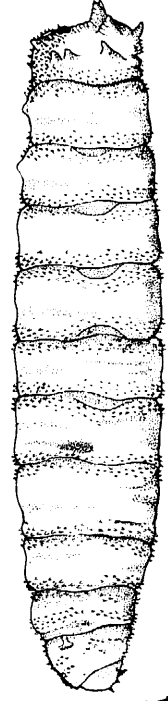
(5) 1st instar larva is found only in the egg. Cepharopharyngeal skeleton, caudal spiracles and skin of 1st instar larva are found in the egg after hatching. The larva hatches out of the egg after becoming 2nd instar. In spite of the small body (1.2 mm in length, 0.4 mm in maximum width) the newly hatched larva has the same prothoracic spiracles, cepharopharyngeal skeleton and caudal spiracles in pattern and size as those of the larva which is ready to become 3rd instar after growing 3.0~3.5 mm long.

(6) The larva newly hatched from the egg on the bud-scales crawls over the scales and needles below the young cone for one or two hours and then after reaching the base of the cone enters to search out the seeds. The larva from the egg under the cone scales mines between cone scales until it reaches the seeds. Here it enters the seed to eat the contents. As they develop, they bore through the scales from one seed to another, forming tortuous burrows throughout the cone.

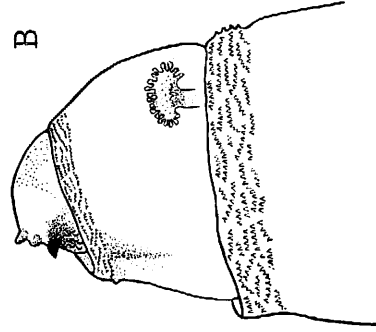
(7) On growing to 3.0~3.5 mm in length and 1.0 mm in maximum width, about two weeks after hatching, they moult to the 3rd instar. The duration of the 3rd instar is approximately one month and larvae destroy about 50~70% of seeds in one cone. The full-grown larvae (5.0~6.0 mm in length, 1.7 mm in maximum width) leave the cone and drop on the soil readily when it is rainy from mid-June to early July at the side of Mt. Asama. They crawl among the humus for about five days to search out desirable pupating sites.

(8) The egg mortality is very low. All eggs collected by us hatched in 1964 and 1965, when one or two eggs were found in one cone. In 1966, when more than ten eggs were found in one cone, about 5% of the eggs were killed by a parasite. The mortality in the larval stage varies with population density. It seems that a young larch cone of average size has capacity of supplying available food for only one full-grown larva. Even when more than the eggs we are found in one cone and most of them hatched, we found only one full-grown larva per cone in most cases in mid- or late-June. Besides the shortage of food, a predator exists as the mortality factor of the larva. Larvae of a dipterous parasite were often observed eating the larch cone maggots within the cones in mid- and late-June at the side of Mt. Asama. The mortality of pupa is high. Puparia numbering 849 were taken out from the cones which were collected on September 18 in 1964 from the larch forest on the foothill of Mt. Yatsugatake. Adults emerged from 30% of these puparia in spring 1965 and 1966, but 70% of them died. We observed that only 16 adult flies emerged from 253 puparia in the soil in 1965. Four species of parasites were recognized in the pupal stage of the larch cone maggot.

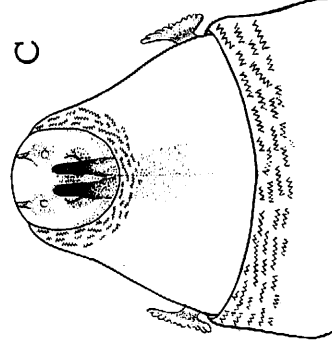




A

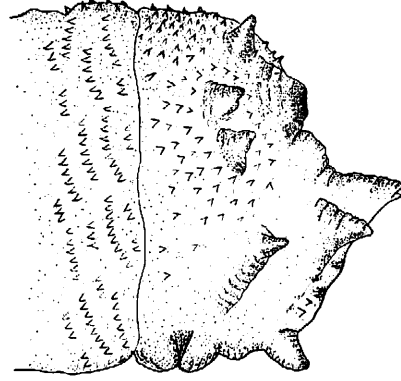


B



C

D



E

