

スギハムシに関する研究 (第2報)

生 態

中 原 二 郎⁽¹⁾

奥 田 素 男⁽²⁾

I 緒 言

スギハムシ (スギサルハムシ) *Basilepta pallidulum* BALY はハムシ科 Chrysomelidae, サルハムシ亜科 Eumolpinae に属し、この被害は成虫が針葉を嚙食するもので、樹木はそのために成長を阻害され、被害のはなはだしいときは枯死する。

本虫による被害分布は、主として関東・東海・近畿・山陽・山陰・四国・九州地方で、加害樹種は、アカマツ・クロマツ・スギ・ヒノキ・カラマツなどの幼齢林であり、その面積は逐年拡大しつつある。

筆者らは 1953 年以来、この害虫について調査・研究をすすめ、その生態を明らかにしたので、本研究の第2報として報告する。

本文にはいるに先だち、つねづねご指導・ご助言をいただき、また、原稿の校閲を賜わった関西支場長西村太郎氏・前支場長佐治秀太郎氏・林業試験場保護部長今関六也氏・同昆虫科長藍野祐久氏・東大教授日塔正俊氏、および野外調査を実施するにあたって、ご援助を得たところが少なくなかった京都府、京都市、兵庫県・奈良県の林務部・課の関係係官、また、全国の被害分布、被害状況などの資料をたえず報告していただいた林野庁研究普及課松山資郎氏、土

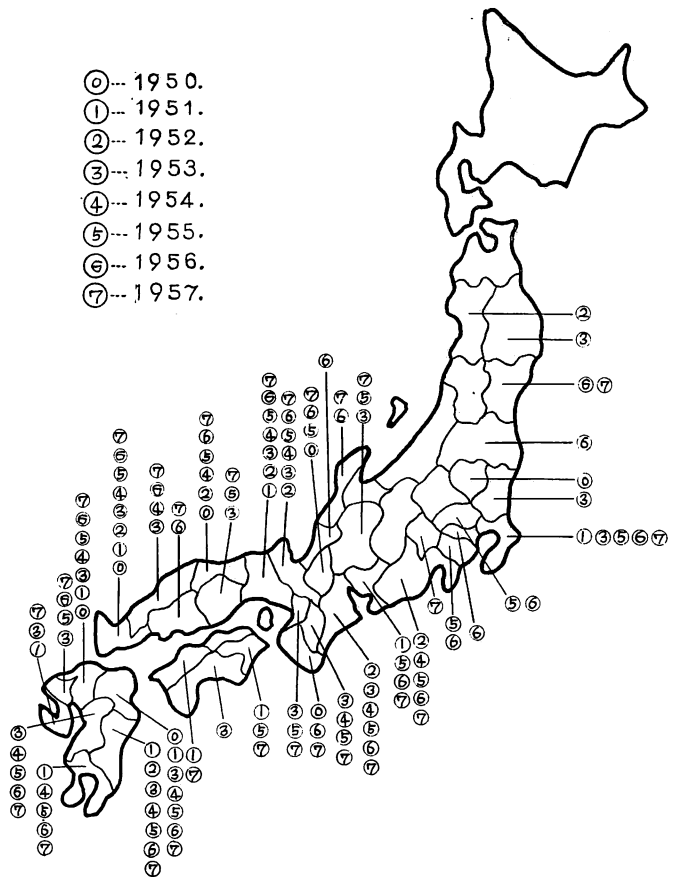


Fig. 1 スギハムシの被害分布
Distribution of damage

壤中に生息する幼虫の深度を調査する際、その土壌調査をお願いした当支場土壌研究室長木下貞次氏および本報告の取りまとめに協力を煩わした当研究室小林富士雄技官、下田京子嬢、原図作製を援助された本場保護部藤島淳三氏の諸氏に対して厚くお礼申し上げる。

Ⅱ 被害分布

本害虫の被害状況は、佐藤銀五郎氏および日高義実氏により報告されている。また、最近の被害分布は、森林有害動物調査報告 1950～1956 年、森林防疫ニュースなどに報告されている。これらを基礎資料にして、各府県、年度別に取りまとめ、模式図によつて図示すると Fig.1 のようである。また、その面積は Table 1 のようである。

Ⅲ 加害植物

本成虫の加害植物は松下 (1943) によると、アカマツ・クロマツ・スギ・ヒノキとしるしてある。

筆者らは本研究以来、近畿・中国・九州地方の本虫によつて激害を受けた造林地および天然林を調査し、また、室内で各種針葉樹の食餌状態を調査した。その結果は次のようである。

1. 野外で調査した加害樹種 (“ ” は中原が最初に調査した場所と年月)

モミ科 Abietaceae

モミ *Abies firma* “兵庫県加西郡富合村玉野 1954, VII.”

ツガ *Tsuga sieboldii* “兵庫県加西郡富合村玉野 1954, VII.”

カラマツ *Larix Kaempferi* “鳥取県日野郡溝口町枿水原 1956, VIII.”

マツ科 Pinaceae

アカマツ *Pinus densiflora* “兵庫県加東郡滝野町青野ガ原 1952, VII.”

クロマツ *Pinus thunbergii* “兵庫県加東郡滝野町青野ガ原 1952, VII.”

スギ科 Cryptomeriaceae

スギ *Cryptomeria japonica* “奈良県南葛城郡吐田郷村 1955, VIII.”

メタセコイヤ *Metasequoia glyptostroboides* “京大上加茂試験地 1957, VII, 京大農学部古野東洲氏調査による”

ヒノキ科 Cupressaceae

ネズミサシ *Juniperus rigida* “兵庫県加東郡滝野町青野ガ原 1953, VII.”

サワラ *Chamaecyparis pisifera* “兵庫県加西郡富合村玉野 1954, VII.”

ヒノキ *Chamaecyparis obtusa* “奈良県南葛城郡吐田郷村 1955, VIII.”

シノブヒバ *Chamaecyparis pisifera* var. *plumosa* “兵庫県加西郡富合村 1954, VII”

イブキ科 Juniperaceae

イブキ *Juniperus chinensis* “兵庫県加西郡富合村 1954, VII.”

ツツジ科 Ericaceae

ナツハゼ *Vaccinium ciliatum* “奈良県南葛城郡吐田郷村 1955, VIII.”

ネジキ *Pieris elliptica* “奈良県南葛城郡吐田郷村 1955, VIII.”

モチツツジ *Rhododendron linearifolium* var. *macrosepalum* “奈良県南葛城郡吐田郷村 1955.”

VIII.”

ブナ科 Fagaceae

コナラ *Quercus serrata* “奈良県南葛城郡吐田郷村 1955, VIII.”

クリ *Castanea crenata* “奈良県南葛城郡吐田郷村 1955, VIII.”

2. 外来のモミ, マツ, スギ, ヒノキ科植物の食餌調査

1959年7月当場の樹木見本園から下記樹種の針葉を採集して, これらを単独または混合し, 成虫に与え食餌調査を行なった。その結果はどの樹種も嗜好度において優劣の差がなく摂食した。以下その樹種をしるせば次のようである。

モミ科 Abietaceae

トドマツ (*Abies sachalinensis* var. *Schmidtii*), リバノンシーダ (*Cedrus Libani* var. *Deodara*),
ドイツトウヒ (*Picea excelsa*), ヒマラヤトウヒ, モリンダトウヒ (*Picea Morinda*), オレゴンパ
イン (*Pseudotsuga Douglasii*)

マツ科 Pinaceae

カナリイマツ (*Pinus canariensis*), カリベヤマツ (*Pinus caribaea*), エキナタマツ (*Pinus echi-
nata*), モンテレイマツ (*Pinus insignis* (*P. radiata*)), オウシユウカサマツ (*Pinus halepensis*),
オーストリヤクロマツ (*Pinus nigra*), ダイオウシヨウ (*Pinus palustris*), ヒメコマツ (*Pinus
parviflora* var. *glauca*), プンゲンスマツ (*Pinus pungens*), ポンテローザマツ (*Pinus ponderosa*),
ピネアマツ (*Pinus pinea*), カイガンシヨウ (*Pinus Pinaster*), レジノザアカマツ (*Pinus resi-
nosa*), リギダマツ (*Pinus rigida*), ストローブマツ (*Pinus Strobus*), テーダマツ (*Pinus Taeda*)

スギ科 Cryptomeriaceae

メタセコイヤ (*Metasequoia glyptostroboides*), アメリカスギ (*Sequoia sempervirens*), セコイヤデ
ンドロン (*Sequoiadendron giganteum*), ラクウシヨウ (*Taxodium distichum*)

ヒノキ科 Cupressaceae

ベイヒ (*Chamaecyparis Lawsoniana*), サワラ (*Chamaecyparis pisifera* var. *squarrosa*), アリゾナ
イトスギ (*Cupressus arizonica*), セイヨウヒノキ (*Cupressus sempervirens*), オニヒバ (*Libocedrus
decurrens*), ニオイネズコ (*Thuja gigantea*)

3. 邦産有名マツの食餌調査

1959年7月, 当該構内の試験地から下記の有名マツの枝条を採集して, これらを単独または数種混合して成虫に与え, 食餌調査を行なった。その結果はどのマツも嗜好度において優劣の差がなく摂食した。以下それらのものをしるせば次のようである。

仙台・南部・諏訪森・信州・東山・松江・矢櫃・甲地・御堂・霧島・霧上・茂道・津島

4. スギ品種別の食餌調査

1959年7月, 当該のスギ品種母樹集植試験地から各種の枝条を採集して, これらを単独または数種混合して成虫に与え, 食餌調査を行なった。その結果は, どの品種も嗜好度の優劣には差がなく摂食した。以下それらの品種を列記すれば次のようである。

リョウワスギ, リョウワスギ 2847号, リョウワスギ 299号, リョウワスギ 3025号, リョウワスギ
30100号, リョウワスギ 30200号, リョウワスギ 3201号, リョウワスギ 3202号, リョウワスギ

Table 1. 府県・
Area of

年度 Years		1950		1951		1952	
面積・樹種 Area and species		面 積	樹 種	面 積	樹 種	面 積	樹 種
府県名 Prefecture		町 chō		町		町	
北海道	Hokkaidō	—		—		—	
青森	Aomori	—		—		—	
岩手	Iwate	—		—		—	
宮城	Miyagi	—		—		—	
秋田	Akita	—		—		不明	マ
山形	Yamagata	—		—		—	
福島	Fukushima	—		—		—	
茨城	Ibaragi	—		—		—	
栃木	Tochigi	—		—		—	
群馬	Gunma	5.00	マ	—		—	
埼玉	Saitama	—		—		—	
千葉	Chiba	—		2.00	ス	—	
東京	Tōkyō	—		—		—	
神奈川	Kanagawa	—		—		—	
新潟	Niigata	—		—		—	
富山	Toyama	—		—		—	
石川	Ishikawa	—		—		—	
福井	Fukui	—		—		—	
山梨	Yamanashi	—		—		—	
長野	Nagano	—		—		—	
岐阜	Gifu	—		—		—	
静岡	Shizuoka	—		—		20.00	マ
愛知	Aichi	—		100.00	ス	—	
三重	Mie	—		—		60.00	マ
滋賀	Shiga	5.00	マ	—		—	
京都	Kyōto	—		—		5.00	マ
大阪	Ōsaka	—		—		—	
兵庫	Hyōgo	—		89.00	マ	205.00	マ
奈良	Nara	—		—		—	
和歌山	Wakayama	25.20	マ・ス	—		—	
鳥取	Tottori	6.00	マ	—		51.40	マ
島根	Shimane	—		—		—	
岡山	Okayama	—		—		—	
広島	Hiroshima	—		—		—	
山口	Yamaguchi	40.00	マ	40.00	マ	486.90	マ
徳島	Tokushima	—		20.00	マ	—	
香川	Kagawa	—		—		—	
愛媛	Ehime	—		10.00	マ	—	
高知	Kōchi	—		—		—	
福岡	Fukuoka	10.00	マ	72.30	ス・ヒ	—	
佐賀	Saga	—		—		—	
長崎	Nagasaki	—		3.00	マ	—	
熊本	Kumamoto	—		—		—	
大分	Oita	11.45	マ・ス・ヒ	9.45	マ・ス・ヒ	—	
宮崎	Miyazaki	—		164.01	マ・ス・ヒ	1644.63	マ・ス・ヒ
鹿児島	Kagoshima	—		—		1000.00	マ・ス・ヒ
計	Total	102.65		509.76		3472.03	

(注) マ....マツ, ス....スギ, ヒ....ヒノキ, モ....モミ

年度別の被害面積
infestation

1953		1954		1955		1956		1957	
面 積	樹 種	面 積	樹 種	面 積	樹 種	面 積	樹 種	面 積	樹 種
町		町		町		町		町	
—		—		—		—		—	
0.02		—		—		—		—	
—		—		—		6.00	マ	5.00	マ
—		—		—		—		—	
—		—		—		—		—	
9.50	ス	—		43.24	マ	0.50	マ	—	
—		—		—		12.24	マ	—	
—		—		—		—		—	
—		—		—		—		—	
0.30		—		10.00	ス	8.00	ス	28.00	マ・ス
—		—		—		6.00	マ	—	
—		—		28.50	ス	27.50	ス・ヒ	—	
—		—		—		2.00	ス	—	
—		—		—		—		—	
—		—		—		—		5.00	マ
—		—		—		1.28	ス	30.00	ス
—		—		—		—		—	
6.00	マ	—		2.00	ヒ	—		21.00	ス・マ
—		2.20	マ	2.00	ス	402.01	マ	0.10	ス
—		—		0.60	マ	7.00	マ・ヒ	—	
130.00	マ	—		19.20	マ・ス	320.20	マ・ス・ヒ	40.10	マ・ス・ヒ
—		—		20.00	マ・ス・ヒ	8.00	マ	35.40	ス・マ
—		—		—		—		—	
0.30	マ	8.00	マ	464.00	マ・ス・ヒ	62.00	マ・ス	192.20	ス・マ
200.00	マ	—		5.10	マ	—		26.00	ス・マ
430.00	マ	546.50	マ	94.63	ス・マ	35.48	マ	209.98	ス・マ
15.00	マ	—		106.00	マ・ス・ヒ	—		221.00	マ・ス・ヒ
—		—		—		7.71	ス	4.00	マ・ス・ヒ
—		1072.58	マ・ス・ヒ	17.30	ス	74.08	マ・ス・ヒ	—	
21.00	マ	—		—		85.00	マ・ス	83.36	マ
56.54	マ	—		1066.00	マ・ス	—		1512.00	マ・モ
—		—		—		684.00	マ・ス・ヒ	19.00	マ・ス・ヒ
9.00	マ	8.30	マ	3.00	ス	6.50	マ・ス	113.00	マ・ス
—		—		—		—		—	
—		—		—		—		1.40	ス
—		—		—		—		—	
2.00	マ・ス	—		—		—		11.00	マ・ス・ヒ
23.00	マ	—		114.40	マ・ス	2.00	ス	34.00	マ・ス・ヒ
—		—		—		—		—	
3.00	マ	—		64.00	ス・ヒ	27.60	ス・ヒ	67.30	ス・ヒ
550.00	マ	—		—		—		27.00	マ・ス
10.00	マ・ス・ヒ	—		804.60	ス	151.50	マ・ス	98.50	マ・ス・ヒ
62.00	マ	—		142.00	ス	91.00	マ・ス・ヒ	1324.50	マ・ス
119.70	マ・ス	543.68	マ・ス	605.00	マ・ス	294.02	マ・ス・ヒ	722.57	ス
—		—		—		—		—	
—		—		69.30	ス	27.45	ス	25.50	マ・ス
1080.36		2181.26		3695.87		2349.07		4856.91	

3203 号、アシオスギ、イタスギ、トミスギ（松下 1 号）、ミヨウケンスギ、エンドウスギ、イケダスギ、ネコヤマスギ、アキタスギ、クマスギ、カンノウスギ、ボツタスギ、アヤスギ、ボカスギ、アカスギ、イヌスギ、ホンジロ、ミネヤマジロ、シバハラ、シバハラ 100 号、ホオズキジロ。

以上 1 の場合の樹種は、食害の著しい場合は枯死し、また成長を阻害することは確かのように、筆者らも本虫の各発生地で観察している。2, 3, 4 の場合は前述したように実験室内で、とかく強制された環境下の実験結果であるから、この段階では加害樹木と断定はできない。

5. おもな樹種の食痕および被害の様相

アカマツ・クロマツ....成虫が表皮および葉肉を縦にみぞ状に嚙食する。そのために嚙食された当時はほとんど気がつかぬ場合が多い。しかし日数を経過すると嚙食部分は乾燥し、赤褐色になるとともに彎曲して管状となり、あたかも葉肉内に潜入し、食害したかのように見受けられる。また、この部分がねじれる (Plate 2. A)。加害が著しい場合は針葉全体が赤褐色となり、遠方からみるとその被害林は山火をこうむつたように見える。アカマツとクロマツの被害程度を野外の観察から比較検討した場合、前者は目だつて赤褐色となり、被害がはなはだしいときは秋期になつて落葉し枯死する。これに比してクロマツはきわめて抵抗力が強く、枯死するようなことはほとんどない。

カラマツ....表皮および葉肉を縦にみぞ状に嚙食することはアカマツ・クロマツと違いはないが、被害の様相、すなわち赤褐色になる時期が早く、それにつづいて季節はずれの落葉現象がおこる。しかし秋までにふたたび発芽し、このころになると外観の点では被害を受けたか否かが判明しかねる。ただし発生が著しい場合は梢端部を食害されることが少なくなく、この打撃は大きい。

スギ....針葉のカマ状の部分の表皮および葉肉を縦にみぞ状に嚙食する (Plate 2. C)。加害による変色、変形はアカマツ・クロマツと同様であるがその時期はおそく、前樹種と異なり落葉現象はなく、風雨にさらされ 1 年以上たつと赤褐色から灰白色に変わる。

ヒノキ....針葉のりん片の表皮および葉肉を深く嚙食し、被害葉が乾燥した場合凹部が判然と見られる (Plate 2. B)。なお、赤褐色から褐色に変わりやすく、加害のはなはだしいときは秋期になつてこの部分から脱落する。また、梢端部が食害されるもの多く、成長のかんまんと相まつて回復の望みがなく、枯死するものが多い。

以上の樹種のうち最も抵抗力の弱いものはヒノキで、大発生のため数 10 ha が枯死し、改植した例も少ない。

広葉樹....ハムシ科成虫の食害でよく見られる食痕で、葉は葉脈を残し網目状となる (Plate 2. D)。なお、加害が著しい場合は季節はずれの落葉現象がおこるが秋期にはふたたび発芽開葉する。この広葉樹の食害は、筆者らが調査した範囲では前記した針葉樹の被害林内および周辺の場合のみで、これも特に本虫の密度が高く、針葉樹がほとんど食害されたような場合にのみおこる現象である。

Ⅳ 京都地方における生活史の概要

成虫の羽化時期はおおむね 6 月上旬ごろからはじまり、中旬に最も盛んで下旬にいたつて終了し、その期間は約 20 日間である。したがつて食害の最もはなはだしい時期は 6 月中・下旬である。成虫はその後、漸次へい死して、その生息数も逐次下降し、8 月上旬には全く終そくする。

成虫の歩行・飛しょう活動は日中に緩んで、15 時ころから活発となり、20 時ころを最高として、ふ

たび緩まんとする。また摂食活動については、日中比較的少なく、夜間に盛んである。

産卵は被害をうけた樹木の下、落葉、下草の根際、土壌の割れ目などの湿度の比較的に高いところに産卵管をわざわざにさしこんで行なう。この時期は6月中旬から7月下旬までである。また、産卵の時刻は1日を4区分した場合に、12~18時までが最も多く、ついで18~24時までである。1雌の産卵数を室内で調査した結果は、140粒内外であり、これを数カ所に(1卵塊8粒内外)まとめて産み付け、1卵塊の産み付けが終わった場合は、にかわ状の分泌物で表面をおおう。

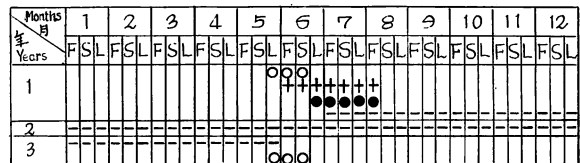
卵期間は10日内外で、ふ化率は高く、どの卵塊も100%に近い。

ふ化した幼虫は活発に匍匐し、土中に潜入する。幼虫の生息場所は、成虫によつて被害をうけた樹木の下、土壌中であるが、まれに被害をうけた樹木付近の草生地の土壌中にも生息する。土壌中の幼虫の生息深度は、発育程度によつて異なるようである。すなわち、青野ガ原で調査した結果によると、7月から8月にかけてふ化した幼虫は9月に地表下7.5cm内外の土層に潜入り、第1回の越冬を行ない、翌年7月ごろに地下5.0cm内外、9月ごろには2.5cm内外まで上昇し、第2回の越冬を行なう。

蛹化は、地表から2.5cmまでの深さで行なわれるもの最も多く、その時期は

5月下旬~6月中旬で、さなぎ期間は14日内外である。

以上の概要から、本虫の週年経過を図示すると Fig.2 のようである。



○さなぎ Pupa + 成虫 Imago ●卵 Egg
F--- First decade S--- Second decade L--- Third decade

Fig. 2 週年経過図
Diagram of life cycle

V 卵およびふ化幼虫の生態

1. 卵期間とふ化率

卵期間は、産卵当時の気温によつて異なることはいうまでもない。この調査は1954、1955年に本虫の産卵期における京都地方の自然温度のもとで記録したもので、その方法は成虫を室内で飼育し、これから

Table 2. 卵期間 (1954 年)
Incubation period

調査卵数 Eggs examined	産卵月日 Date laid	卵期間 Incubation period	ふ化月日 Date hatched	期間中の温度 Temperature (°C)			ふ化歩合 Percentage hatched (%)
				平均 Mean	最高 Max.	最低 Min.	
5	24/VI	12	6/VII	23.3	29.0	20.5	100.0
62	3/VII	11	14/VII	24.1	29.0	20.5	100.0
87	5/VII	11	16/VII	23.9	26.3	21.5	100.0
		12	17/VII				
		13	18/VII	24.2	28.5	21.1	99.4
170	8/VII	11	19/VII				
		12	20/VII	25.4	30.8	21.1	97.2
106	15/VII	9	24/VII				
		10	25/VII	26.2	31.7	21.1	100.0
71	17/VII	11	26/VII				
		9	26/VII	27.0	定温器使用 Constant		100.0
		10	27/VII				
		8	17/VII				
102	9/VII	9	18/VII				
		10	19/VII				

Table 3. 卵期間 (1955 年)
Incubation period

調査卵数 Eggs examined	産卵月日 Date laid	卵期間 Incubation period	ふ化月日 Date hatched	期間中の温度 Temperature (°C)			ふ化歩合 Percentage hatched (%)
				平 均 Mean	最 高 Max.	最 低 Min.	
56	22/VI	9	1/VII	28.7	31.1	25.9	100.0
42	23/VI	8	1/VII	29.0	31.2	26.1	100.0
82	25/VI	8	2/VII	29.4	31.4	26.4	98.2
		9	3/VII				
82	25/VI	8	3/VII	29.2	30.9	26.5	100.0
		9	4/VII				
		10	5/VII				
97	26/VI	8	4/VII	29.4	31.2	26.5	100.0
61	11/VII	7	18/VII	31.2	32.3	27.9	100.0
		8	19/VII				
71	12/VII	7	19/VII	31.4	32.3	28.0	100.0
48	14/VII	7	21/VII	31.4	32.5	28.4	100.0

採卵したものを毎日 9 時に調べ、その卵を前日の日付とした。卵は湿度を与えたペトリシャーレ内に入れ、観察を行なった。また、ふ化の有無は 10 時に調べ、終わったものは前日に行なわれたものとみなして記録した。以下その結果を述べれば Table 2~3 のようである。

すなわち、6 月下旬から 7 月下旬のあいだの卵期間は最長 13 日、最短 7 日を要し、温度の高低によりその差ははなはだしい。また、27°C の定温器で保護処理した場合 8~10 日の期間を要した。

なお、ふ化歩合は非常に高率で、どの卵塊もほとんどが 100% であつた。

2. 幼虫のふ化動作ならびにふ化時刻とその所要時間

卵かくをとおして黄色の頭部、各環節の刺毛がみえるころになると、幼虫は口器で卵かくの一端を食い破り、頭部、胸脚、腹部の順に脱出する。これに要する時間は 1 分以内で、脱出後は活発に匍匐し、土中に潜入する。このうち特にふ化時刻について室内で観察した結果は次のようである。

調査月日 1954 年 7 月 18~22 日

調査方法 野外で採集した成虫を実験室へ運び、金網ふた付ガラス製飼育容器 (径 6.0 cm, 深さ 9.0 cm) を使用してこの中へ飼料としてアカマツ針葉を入れて飼育し、なお、供試卵を採集するために容器の底に落下したマツ針葉を入れ、これを毎日 9 時に取り替え、この基部内側に産卵したものを、適当な湿度

Table 4. ふ 化 時 刻
Hatching time

産卵月日 Date laid	卵塊数 Number of cluster	時刻 Time 卵粒数 Number of egg	ふ化がはじまつて から 1 日目 First day of hatching				ふ化がはじまつて から 2 日目 Second day of hatching				備 考 Remarks
			0~6	6~12	12~18	18~24	0~6	6~12	12~18	18~24	
			ふ化 数	0	6	29	72	18	4	1	
9/VII	9	130	0	0	6	29	72	18	4	1	室内飼育 Natural tempera- ture in the rearing room.
10/VII	7	87	0	0	1	25	42	17	1	1	室内飼育 Natural tempera- ture in the rearing room.
10/VII	8	114	0	0	9	34	46	14	8	3	27°C 定温器飼育 Fixed temperature (27°C)
11/VII	8	82	0	0	28	31	21	2	0	0	室内飼育 Natural tempera- ture in the rearing room.
合 計 Total	32	413	0	0	44	119	181	51	13	5	
%			0	0	10.7	28.8	43.8	12.3	3.1	1.2	

を与えたペトリシャーレ内に移し、ふ化までの期間中保護し、1日を4区分してふ化時刻を調査した。

観察結果は Table 4 のようである。

上表のように、ふ化がはじまるのは12～18時で、ひとたびふ化がはじまればつづいて行なわれ、約24時間後にはそのほとんどが終了する。また、ふ化時刻は0～6時が最も多く、次に12～24時と6～12時であつた。

Ⅵ 幼虫の生態

1. 幼虫の生息場所とその密度

幼虫が被害地の土壌中に生息していることは、著者らによつて1952年9月兵庫県加東郡滝野町青野ガ原で発見された。しかし被害地でも生息場所は様でない。このことについて調査した結果は次のようである。

調査場所 兵庫県加東郡滝野町青野ガ原の本虫の被害地で、アカマツ5年生、樹高60cm内外の散生地

調査年月 1953年1～5月

調査方法 同一の被害林分を2つの環境条件の異なる場所、すなわち、被害木の樹幹を中心とした土層と被害木から5m離れた(被害木の間)草生地の土層を選び、この土壌を30cm×30cm、深さ20cmに掘り、この中に生息している幼虫数を調査した。なお、この調査箇所は任意に15カ所選んだ。その結果は、Table 5 のようである。

Table 5. 幼虫の生息密度
Larval population density in two different habitats

調査区 Block	採集場所 Place picked	被害木下 Under the crones attacked				被害木付近の草生地 Under the grass near the trees attacked			
		大型 Large	小型 Small	合計 Total	備考 Remarks	大型 Large	小型 Small	合計 Total	備考 Remarks
	1	45	300	345	20/I 調査	2	0	2	20/I 調査
	2	15	429	444	〃	0	4	4	〃
	3	4	249	253	〃	3	2	5	〃
	4	10	83	93	〃	1	0	1	〃
	5	22	108	130	〃	1	5	6	〃
	6	8	35	43	14/III 調査	0	3	3	14/III 調査
	7	5	34	39	〃	0	13	13	〃
	8	24	40	64	〃	0	14	4	〃
	9	8	95	113	〃	3	20	23	〃
	10	7	82	89	〃	5	28	33	〃
	11	22	50	72	22/V 調査	1	58	59	〃
	12	37	73	110	〃	1	11	12	22/V 調査
	13	2	60	62	〃	3	10	13	〃
	14	1	137	138	〃	2	29	31	〃
	15	60	100	160	〃	6	12	18	〃
	平均 Mean	18.7	125.0	143.7		1.9	13.3	15.1	

すなわち、被害木直下の土壌に生息する幼虫数は平均143.7頭であるのに比して、被害木付近の草生地の土壌にはわずかに15.1頭の数である。このことは、成虫の産卵行動によるものと思われる。

2. 幼虫の季節別の垂直分布

幼虫が土壌中の種々の条件によつて垂直移動することは、土壌昆虫に共通するところである。本虫についてのもならかの条件と関係あるものと考え、次のような方法で調査を行なつた。

調査場所 兵庫県加東郡滝野町青野が原

調査年月 1953 年 1 月～1955 年 5 月

調査場所の土壌 新第三紀層の粘土および粘土礫層の風化による褐色森林土壌で、土性は埴土または埴壤土、礫は円味をおびたこぶし大以下の珪岩、角岩礫である。F 層、H 層は一般に薄く、F 層はササの葉が粗に堆積、A 層は 0～10 cm の埴土で粗鬆～軟、粉状～団粒である。水湿状態は乾～潤、ササの根が多く分布する。B 層は埴土で軟～堅、かべ状、根の周囲のみ塊状～団粒構造である。

調査方法 被害地の一部のアカマツ（5 年生内外、樹高 60 cm 内外、根元直径 2.5 cm 内外）の樹幹を中心にした土壌を 30 cm×30 cm、深さ 22.5 cm までを MORRIS 法により隔月に 5 か所ずつを地表から厚さ 2.5 cm ごとに掘り、この中の幼虫を採集した。なお、幼虫は前記したように、大・小 2 つの大きさに大別することができるので、これを別々に記録し、各土層で採集した幼虫数を、1 ブロックで採集した全虫数で除した数値の百分率をもつて表わし、また、地温との関係を見るために深さ 5, 10, 15 cm の位

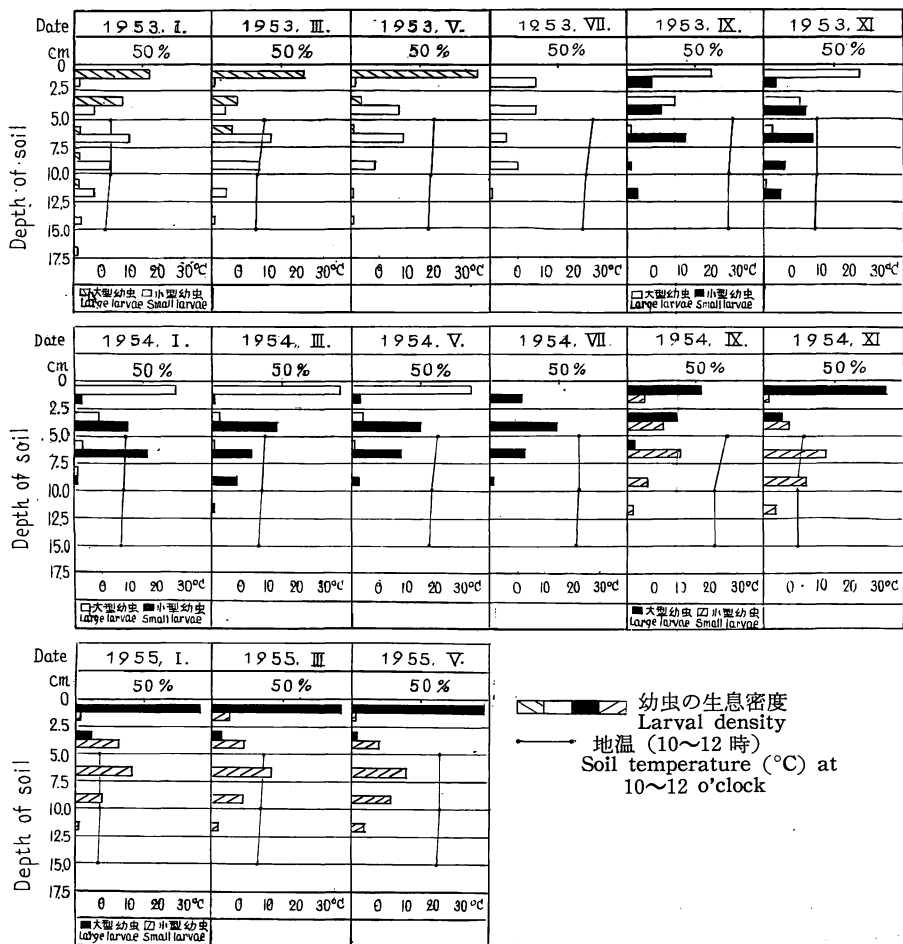


Fig. 3 幼虫の垂直分布の季節的変動
Seasonal vertical distribution of larvae

置を測定した。これらの結果を図示したものが Fig.3 である。

調査結果

すなわち、羽化および産卵を行なう7月調査を除いて、1・3・5・9・11月には大型と小型の2つに大別することのできる幼虫が、同じ土層から採集される(Plate 3. B, C, D)。またその幼虫は、それぞれ生息深度を異にしている傾向が認められる。すなわち大型幼虫は土層の比較的上層部に多く、小型幼虫はそれ以下の土層に生息している。このような調査のうちから、1953年6～7月に羽化して産卵・ふ化した幼虫を、9月から1955年の羽化まで隔月にその生息深度を調査した。その結果は次のようである。

ふ化して約2ヵ月後の9月16日に調査した結果によると、最も多く採集した土層は(以下、最大採集土層と呼ぶ)5～7.5 cm で、全土層から36頭採集したなかで、この層の生息比率は44.2%であつた。また、最も深く潜入したもので10～12.5 cm に達しており、その生息比率は、8.2%であつた。次に11月25日の調査においても最大採集土層は前調査と変わりなく、5～7.5 cm の土層において58頭の採集で34.5%を示し、次の1月21日調査も最大採集土層は変化なく、63頭の採集で53.9%と約半数がこの層から採集された。また3月22日、5月17日、7月14日の調査では、最大採集土層は、2.5～5 cm の深さに上昇し、3月は44頭のうち47.7%、5月は46頭のうち50.0%、7月は57頭のうち49.3%といずれも約半数が採集された。次に、9月16日、11月24日、翌年の1955年1月27日、3月16日、5月16日の調査では、最大採集土層は、0～2.5 cm となり、9月は53頭のうち54.7%、11月は24頭のうち87.5%、翌年の1月は18頭のうち88.9%、3月は12頭のうち92.3%、5月は23頭のうち95.7%で、特に9月を除いては生息深度の幅がせまいことが注目される。なお、最大採集土層と潜土の深さを表わす一般的方法として、採集月の潜土の深さの平均値を求め、この季節的変化曲線を示せば Fig.4 のようである。

以上幼虫の季節的垂直分布を述べたが、本虫の垂直移動は、コガネムシ幼虫のような土壌温度との関係はなく、発育にともなつての移動分布が顕著である。すなわち、若齢幼虫は土層深く、老熟幼虫になるにしたがいその深度は浅くなる。

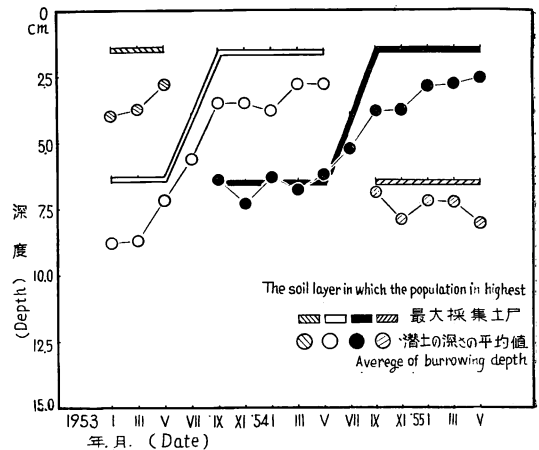


Fig. 4
幼虫の最大採集土層と潜土の深さの平均の季節的変動
Seasonal variation of soil layer in which larval population is highest and the average of burrowing depth

Ⅶ さなぎの生態

1. 蛹化場所特に垂直分布

老熟幼虫になるとそのほとんどが地表の近くに上昇して蛹化する。この蛹化場所特に垂直分布を知るために、本虫の被害地であるアカマツ天然林の青野が原で1954年5月29日、山科で1955年6月1日、京都府船井郡須知町蒲生で1955年6月2日に被害木下の土壌を掘り、この中からさなぎを採集して調査

Table 6. さなぎの垂直分布
Vertical distribution of pupae in the soil

調査区 Locality	兵庫 (青野ガ原) Hyogo (Aonogahara)		京都 (山科) Kyoto (Yamashina)		京都 (須知) Kyoto (Syuchi)	
	採集数 Number of pupae	各層生息率 Percentage of population (%)	採集数 Number of pupae	各層生息率 Percentage of population (%)	採集数 Number of pupae	各層生息率 Percentage of population (%)
深度 Depth (cm)						
0~2.5	39	84.8	112	89.6	6	85.7
~5.0	7	15.2	13	10.4	1	14.3
~7.5	0	0	0	0	0	0

を行なつた。その結果は Table 6 に示すとおりである。

すなわち、さなぎの生息している土壌の深度は 0~2.5 cm の土層が最も多く、全生息数の 85.0% 内外である。ついで 2.5 cm 以下の土層で、5.0 cm 以下の深さには生息していない。

2. 蛹化時期

蛹化の時期を知ることは、数日後に行なう成虫の薬剤駆除計画に対して貴重な基礎資料となる。この目

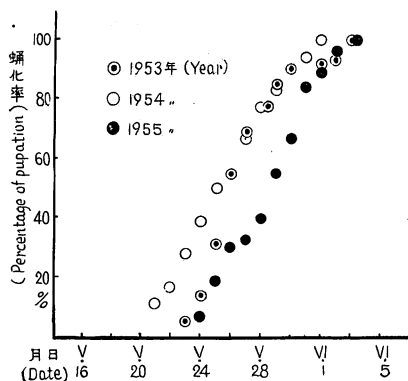


Fig.5 蛹化期間
Pupation period

的で筆者らは、室内、外で観察を行なつた。

(1) 室内における観察

老熟幼虫を 1953 年 5 月 20 日に青野ガ原で 78 頭、1954 年 5 月 17 日に青野ガ原で 18 頭、1955 年 5 月 20 日に山科で 98 頭採集して、飼育室内で蛹化の時期を調査した。その結果は Fig.5 のとおりである。

(2) 野外における観察

1953~1955 年の 5 月 16 日~6 月 24 日の間、京都府下・兵庫県下の発生地で、蛹化の時期およびこれに関係ある観察を行なつた。以下これを日順に記録する。

16/V 幼虫 37 頭、さなぎ 2 頭を採集する (幼虫、さなぎの頭数は、30 cm×30 cm、深さ 20 cm の土壌 5 カ所から採集した数字、以下同様) (1955 年兵庫県下調査)。

17/V 幼虫 75 頭を採集したが、さなぎは採集できなかつた (1954 年兵庫県下調査)。

20/V 幼虫 122 頭を採集したが、さなぎは採集できなかつた (1953 年兵庫県下調査)。

24/V 幼虫 224 頭、さなぎ 7 頭を採集する (1955 年京都府下調査)。

26/V 幼虫 6 頭、さなぎ 40 頭を採集する (1955 年兵庫県下調査)。

1/VI 幼虫 11 頭、さなぎ 33 頭を採集する (1954 年兵庫県下調査)。

6/VI 幼虫 12 頭、さなぎ 166 頭を採集する (1955 年京都府下調査)。

14/VI さなぎ 125 頭を採集するも、幼虫を採集することができなかつた (1955 年京都府下調査)。

21/VI 幼虫、さなぎともに採集できなかつた (羽化した模様)。成虫の食害ははなはだしい (1954 年兵

庫県下調査)。

24/VI 幼虫, さなぎとともに採集できなかった(羽化した模様)。成虫の食害ははなはだしい(1953 年兵庫県下調査)。

以上の3カ年の室内および野外の調査から, 蛹化時期は, 5月15日ころからはじまり, 6月10日ころにはほとんど完了する。

3. さなぎ期間

1953 年5月22日に青野が原から7頭, また1955 年5月16日に7頭, 1955 年5月24日に山科から81頭の老熟幼虫を採集し, 実験室でペトリシャーレに適当な湿度を与えて飼育し, 蛹化から羽化までの日数を調査した。その結果は Fig.6 に示すようである。

すなわちさなぎの期間は, もちろん温度によりその長短はあるが, 上記の自然温度で最長18日間, 最短で11日間を要し, 平均14.1日間である。

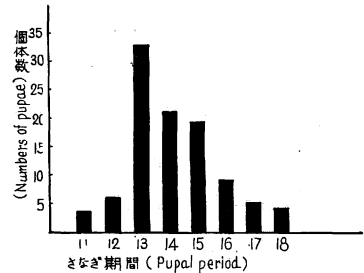


Fig.6 さなぎ期間
Pupal period

VIII 成虫の生態

1. 成虫の季節的発生消長

(1) 室内観察による羽化期と生存期間

羽化の時期, 特に初期の羽化時期の調査を行なうために, 1953

年5月22日に青野が原から老熟幼虫およびさなぎを20頭, また, 1955 年5月24日に山科から老熟幼虫およびさなぎを88頭採集し, これを供試虫として昆虫飼育室で飼育観察した。また生存期間, 特に終そく期を調査するために1953 年7月3日, 青野が原で針葉を食害中の成虫322頭を, また1954 年6月24日前記と同様の場所で成虫131頭, 7月16日に成虫288頭を採集し, 昆虫飼育室内で飼育ビン

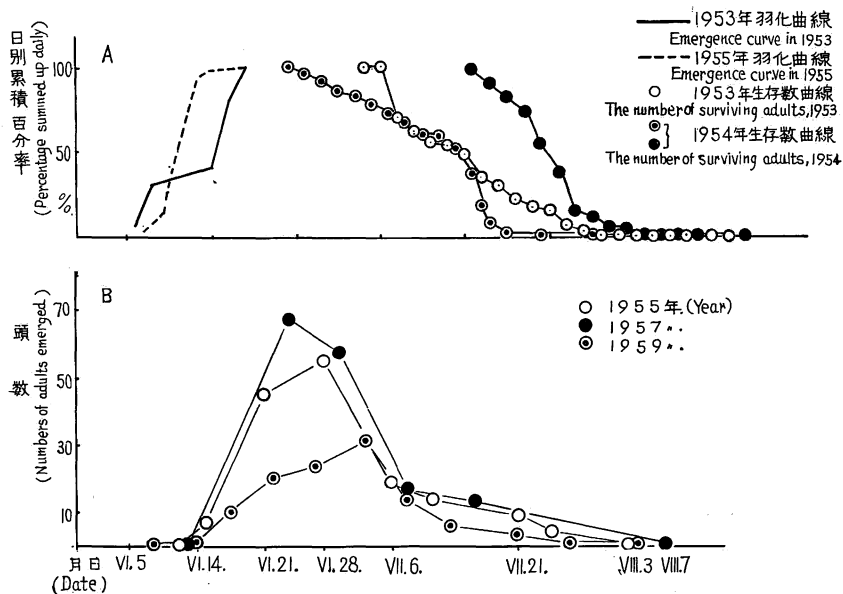


Fig.7 成虫の季節的消長
Seasonal prevalence of adults

(深さ 25 cm, 径 17 cm のガラス製金網ふた付) に約 100 頭ずつ入れ, 毎日の生存数を調査記録した。この羽化曲線と生存数曲線を図示したものが Fig.7.A である。

すなわち, 羽化は 2 カ年の調査で, 1953 年は 6 月 6 日, 1955 年は 6 月 7 日にはじまり, 終了は两年とも 6 月 19 日で, この期間は 15 日内外の短い期間である。また成虫の終そく期は, 2 カ年の調査から 8 月 30 日ころである。特に 1954 年の 2 回にわたり採集した生存数曲線を検討してみると, 羽化終了後もない 6 月 24 日に採集して調査をつづけたものは, 長い S 字状を示し, 羽化後相当日数を経過した 7 月 16 日採集し調査をつづけたものは, その曲線は短い S 字状を示している。そして, 両者とも終そく期は一致している。

(2) 京都市山科における成虫の季節的発生消長

本虫の発生地であるアカマツ散生地において, 1955 年から 1959 年まで, 成虫の季節的発生消長調査を行なった。このうち 1956 年および 1958 年は, 発生がきわめて少ないので本報告には省略し, 1955 年, 1957 年および 1959 年に行なった調査について述べる。

調査方法は, 被害林内の 10~15 年生のアカマツを適宜に調査木に選定し, この一部の枝に生息する成虫数を各時期に調査したものである。なお, この成虫の採集方法は, 食害している 1 本の枝を静かに水平にして, この下部に径 30 cm の捕虫網をあて, 枝に振動を与え, この中に成虫を払い落とす。これを毎回 50 本の枝について行ない, この平均値を図示したものが Fig.7.B である。

すなわち, 1959 年 6 月 8 日にはきわめて少数であるが成虫が現われている。その後, 1955 年および 1957 年 6 月 12 日には成虫は認められなかったが, 1959 年の 6 月 13 日には平均して 1 頭の成虫が認められており, 1955 年の 6 月 14 日には平均 6 頭, 1959 年には平均 10 頭の成虫が認められている。その後各年ともその密度は上昇し, 1955 年で 6 月 28 日の平均 55 頭, 1957 年で 6 月 24 日の平均 67 頭, 1959 年の 7 月 3 日の平均 31 頭を最高として, これより各年ともその密度は下降し, 1955 年の 7 月 25 日の平均 4 頭, 1959 年 7 月 21 日の平均 3 頭, 同じ年の 7 月 27 日には平均 1 頭の少数となり, さらに 8 月にはいつて 3~7 日の間に 3 カ年とも平均 1 頭以下の生息数となつている。

(3) 野外における成虫の羽化時期と生存期間ならびに被害様相の観察

1953・1954・1955・1957 年および 1959 年の間, 京都府下・兵庫県下の各被害地で観察した記録は次のようである。

1/VI 被害木下の土壌を掘ると幼虫も採集されるが, 多くはさなぎで, まれに羽化したばかりの成虫が採集された。しかし針葉を食害中の成虫は採集できなかつた (1954 年兵庫県下調査)。

2/VI 採集したものは大部分がさなぎで, まれに幼虫も含んでいた (1955 年京都府下調査)。

8/VI 土壌中で多数のさなぎ, 成虫を採集した。針葉を食害している成虫はきわめて少数であつた (1954 年兵庫県下調査)。

8/VI 土壌中で多数のさなぎと羽化直後の成虫を数頭採集した。なお針葉を食害している成虫も採集したがきわめて少数であつた (1959 年京都府下調査)。

11/VI 土壌中で多数のさなぎ, 成虫を採集した。なお, 針葉を食害している成虫も採集したが, きわめて少数であつた (1953 年兵庫県下調査)。

11/VI 針葉を食害中の成虫は 1 頭も採集することができなかつた (1955 年京都府下調査)。

12/VI 針葉を食害中の成虫は 1 頭も採集することができなかつた (1957 年京都府下調査)。

- 13/VI 少数ではあるが、針葉を食害中の成虫を採集することができた (1959 年京都府下調査)。
- 14/VI 土壌中から多数のさなぎおよび成虫を採集したが、針葉を食害している成虫は少なかった (1955 年京都府下調査)。
- 17/VI 針葉を食害中の成虫を多く採集する。発生地内の 2, 3 年生のアカマツ梢頭部は加害のためわずかに変色をはじめた (1959 年京都府下調査)。
- 21/VI 針葉を食害中の成虫はきわめて多く、また、さなぎについて土壌を調査したが、羽化した模様で採集することができなかつた (1954 年兵庫県下調査)。
- 21/VI 針葉を食害中の成虫はきわめて多かつた (1955 年京都府下調査)。
- 24/VI 針葉を食害中の成虫はきわめて多かつた (1957 年京都府下調査)。
- 27/VI 針葉を食害中の成虫はきわめて多く、5 年生以上のアカマツが食害のために梢頭部が変色をはじめた。また、2, 3 年生のものは変色著しく、被害は甚大である (1959 年京都府下調査)。
- 28/VI 針葉を食害中の成虫はきわめて多かつた (1955 年京都府下調査)。
- 28/VI 針葉を食害中の成虫はきわめて多い。しかし食害による葉色の変化はあまりめだたない (1957 年京都府下調査)。
- 3/VII 針葉を食害中の成虫はきわめて多く、各樹木の新梢の変色がめだつようになつた (1959 年京都府下調査)。
- 6/VII 針葉を食害中の成虫はきわめて多く、また、食害による葉色の変化は著しい (1955 年京都府下調査)。
- 8/VII 針葉を食害中の成虫はきわめて多く、また、食害による葉色の変化は著しい (1957 年京都府下調査)。
- 8/VII 7 月 3 日の葉色の変化より、ややすすんだように見受けられる (1959 年京都府下調査)。
- 9/VII 針葉を食害中の成虫はきわめて多く、また、食害による葉色の変化が著しい (1954 年京都府下調査)。
- 11/VII 成虫の生息密度は、7 月 6 日の調査よりやや減少したようであるが、一見して変化はない (1955 年京都府下調査)。
- 13/VII 7 月 8 日の被害と変化はない (1959 年京都府下調査)。
- 16/VII 成虫の生息密度は、やや減少したようである (1957 年京都府下調査)。
- 21/VII 成虫の生息密度は、6 月 28 日の調査に比べ約 1/3 に減少している (1955 年京都府下調査)。
- 25/VII 生息数はきわめて少なくなる (1955 年京都府下調査)。
- 27/VII 成虫はほとんど見られない (1953 年京都府下調査)。
- 27/VII 被害葉がたい色しはじめる (1959 年京都府下調査)。
- 30/VII 成虫はほとんど見られない (1953 年京都府下調査)。
- 3/VIII 成虫をまれに見る (1955 年京都府下調査)。
- 3/VIII 成虫をまれに見る (1959 年京都府下調査)。
- 5/VIII 成虫をまれに見る (1955 年奈良県下調査)。
- 7/VIII 成虫をまれに見る (1957 年京都府下調査)。
- 8/VIII 成虫はほとんど見られない (1953 年京都府下調査)。

以上 3 つの異なつた方法によつて、羽化期と生存期間および終そく期の調査を行なつた。その結果、次のようなことがいえる。すなわち京都府・兵庫県下における成虫の羽化は、6 月 5 日ころからはじまり、終了するのは 6 月 25 日ころで、生息密度の最も高い時期は、6 月 25 日ころから 6 月 31 日ころまでで、これよりしだいにへい死して 7 月 31 日ころに終そくする。

2. 成虫の日週活動

発生地および飼育室で、成虫の動作を観察していると、摂食・歩行飛翔・交尾活動のいずれを問わず、これを 1 日の経過に応じて見ればそれらにある週期性を見いだすことができる。かような週期性がどうして見られるかはあらためて報告することとして、この活動時刻をねらい薬剤駆除を行なえばより効果的ではないだろうか、このような目的で次の項目について観察した。

(1) 摂食活動

1957 年 7 月 3 日、青野が原から成虫を採集し、この中から供試虫 30 頭（うち、調査中 6 頭へい死したために除く）を選び、径 2 cm、長さ 10 cm のガラス管に、飼料としてマツ針葉を入れてこの中に成虫 1 頭ずつを入れ、脱脂綿で成虫が管から脱出しない程度にかかるく栓を行ない、これを実験室東側軒下で飼育し、環境がなれたと思われる 2 日後、すなわち 7 月 5 日から 12 日までの間、次の方法によつて連続観察を行なつた。

調査にあつて、昼夜間の境をルクスメーターの数字から午前 5 時 30 分、午後 5 時 30 分とし、こ

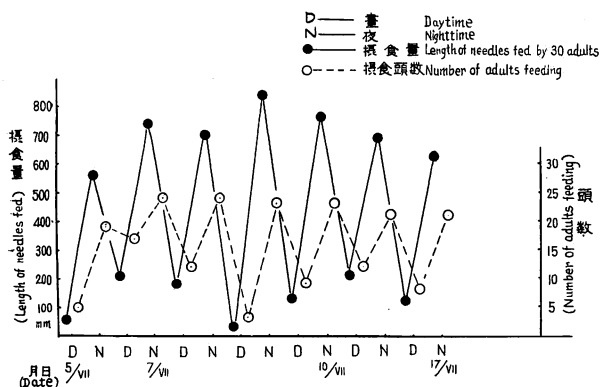


Fig.8 成虫の摂食時刻
Feeding time of adults

の時刻に飼料をとりかえ、針葉に現われた食痕を調べて、摂食した頭数および食痕の長さを測定して摂食量を記録した。これを昼夜別に図示したものが Fig.8 である。

すなわち、調査期間中の摂食総頭数は、昼間の 66 頭に対して夜間は 155 頭である。また、総摂食量においても 5,854 mm のうち、昼間の 925 mm に対して夜間は 4,929 mm で後者は前者に比して約 5 倍の摂食量を示した。

(2) 歩行および飛翔活動

1957 年 7 月 15 日、山科の発生地から成虫を採集し、この中から供試虫約 200 頭を選び、径 20 cm、深さ 25 cm のガラス製飼育ビン（金網ふた付）に飼料とともに入れ、通風良好な当場会議室で、7 月 19 日 9 時～7 月 20 日 21 時の間、次の方法で行なつた。

歩行活動の調査方法は、ビンの側四面および上部網ふた中央に、たて・よともに 5 cm の黒線を引き、毎時 10 分間、この各正方形の中にはいつた成虫を数え、総計したものを記録した。この場合成虫の活動は、野外においても室内においても人為的になんらかの刺激を与えると、時刻に関係なく種々な活動および動作を行なうから、このようなことは十分注意して観察にあたつた。

また飛翔調査は、歩行活動調査の時間内に、飼育ビン内で飛翔した成虫を数えた。この総頭数を各時刻ごとに図示したものが、Fig.9 である。しかしこのような装置の中で観察していると、本虫においては、

飛翔の前後の運動が歩行であり、また歩行の前後の運動が飛翔である関係から、これを同一の運動とみなしてもよいのではないだろうか。

Fig.9 で明らかなように、成虫の歩行・飛翔活動は時刻によつて判然としている。すなわち、15時以降が、この調査においても、また Table 7 の交尾の時刻調査の際に付記してある運動の記録においてもいえる。なお活動は前記したように、歩行から逐次飛翔に増加し、19 時ころから盛んとなり、特に 20 時の調査ではほとんどの成虫が飛翔を行ない、したがつて多数のためにその数を記録することができなかつた(このような意味で、Fig.9 の 20 時の場合

は、グラフ上部を中断して現わしてある)。またこれより1時間後、すなわち 21 時の調査では歩行するものがまれに見られる程度で、飛翔するものは皆無であつた。しかしこのような判然とした活動の時刻のうち、2 日とも午後 6 時にかぎつて、歩行・飛翔活動の少ないことなど、今後検討する問題が残されている。

(3) 交尾活動

1956 年 7 月 1, 2 日, 1957 年 7 月 9, 10 日, 1958 年 7 月 10, 11 日に、前記項目の調査場所において観察を行なつた。

調査方法は、歩行および飛翔活動の観察の際に用いた飼育ビンと同一なもので、これに約 200 頭の成虫を入れ、毎時 1 回、交尾の組数を観察記録した。この結果は Table 7 のようである。

すなわち、種々の事情で 3 カ年とも 24 時間の連続観察を行なうことができなかったが、交尾時刻は、同じ表の記録にある歩行および飛翔活動の活発な時刻にその組数が多く、その時刻は 14 時ころから 21 時ころまでで、その他の時刻には比較的少なく、24 時ころから 9 時ころまではまれにみられる程度である。

3. 成虫の分散能力

被害のまん延は、各被害地の観察から成虫自体の飛翔能力と、成虫の活動時刻の気象因子特に風の強弱、方向および降雨の多少に影響されるものと推察できる。これらの一部のことを、各個体について室内と野外で実験を試み、なお 2, 3 の被害地におけるまん延の状況を考察してみた。

(1) 室内および室外における歩行および飛翔能力の実験

歩行試験 野外から成虫を採集し、実験室において昼間、夜間各 1 回、成虫を新聞紙の上に放ち、10 秒間の歩行距離を測定した。その結果は Table 8 のようである。

以上のように、成虫は歩行を行なうが、付近に飼料がない場合にはほとんどのものはこのあと飛翔の体勢に移る。特に雄の場合はこの動作が早い。したがつて、野外において樹木から樹木への移動、または遠

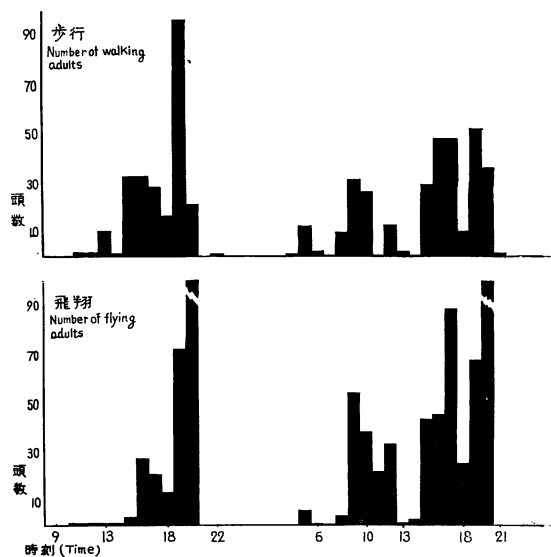


Fig.9 成虫の歩行および飛翔時刻
Walking and flying time of adults

Table 7. 交 尾
Copulation

時刻 Time	月 日 Date	1956, 1/VII~2/VII			
		交尾組数 Number of copulating couples	活動の観察 Observation	交尾組数 Number of copulating couples	活動の観察 Observation
1	..	..		1	静 止
2	..	..		0	〃
3	..	..		0	〃
4	..	..		0	〃
5	..	..		1	〃
6	..	..		0	〃
7	..	..		1	〃
8	..	..		0	〃
9	..	..		1	〃
10	..	..		2	〃
11	..	..		..	..
12	..	..		..	5
13	..	..		..	3
14	..	..		..	0
15	..	..		..	2
16	..	..		..	3
17	14	..	歩行, 飛翔 Walk or fly	..	12
18	11	..	〃	..	16
19	7	..	〃	..	18
20	8	..	歩行, 飛翔活発 Walk or fly actively	..	..
21	12	..	〃	..	..
22	8	..	〃	..	..
23	3	..	静止 Stop	..	..
24	0	..	〃	..	..

....欠調 No record

Table 8. 成虫の歩行速度
Walking speed of adults

実験 Experiment I 1955, VII, 7, 11~12 o'clock					
性別 Sex	速度 Speed	個体数 Number of adults examined	10 秒間の歩行速度 Walking distance in 10 sec.		
			最 高 Max.	最 低 Min.	平 均 Mean
♀		18	cm 17.0	cm 2.5	cm 9.4
♂		9	11.0	6.0	8.3
実験 Experiment II 1955, VII, 16, 22~23 o'clock					
♀		14	19.0	7.0	13.4
♂		14	16.0	7.0	12.4

距離の移動の場合はただ歩行のみによることは考えられない。

飛翔試験 1953 年および 1954 年に、風速 1 m 以下の静おんな日を選んで行なつた 2, 3 の実験結果を述べれば Table 9, 10 のようである。

すなわち、1 回の飛翔による水平距離および高度は、このような風速の場合でも個体差は大きい。しかし一般に成虫の飛翔能力は低いようである。また、風力と飛翔との関係は特に実験を行なうことができない。

時刻
time

1957, 9/VII~10/VII			1958, 10/VII~11/VII			
活動の観察 Observation	交尾組数 Number of copulating couples	活動の観察 Observation	交尾組数 Number of copulating couples	活動の観察 Observation	交尾組数 Number of copulating couples	活動の観察 Observation
...	...	...	...	...	...	...
...	0	静 止	0	静 止	0	静 止
...	0	"	0	"	1	"
...	1	"	0	"	0	"
...	5	"	2	"	2	"
静 止	4	"	4	やや歩行	5	"
"	10	"	2	まれに飛翔	2	やや歩行, 飛翔
"	4	"	4	やや歩行, 飛翔	10	"
やや歩行	7	やや歩行	7	"	9	"
歩行, 飛翔活発	2	"	5	"	9	"
"	7	歩行, 飛翔活発	9	歩行, 飛翔活発	9	"
"	13	"	9	"	...	"
"	7	"	5	"	...	"
...	0	やや歩行, 飛翔	3	やや歩行, 飛翔	...	"
...	1	"	2	ほとんど静止	...	"
...	0	静 止	...	...	...	"
...	0	"	...	...	...	"

Table 9. 成虫の飛翔能力実験を行なった場合の諸条件
Several conditions at the experiment of flight-ability

項目 Article 実験例 No.	場 所 Place	時 Time	天 候 Weather	気 温 Tempera- ture	風 速 Wind-speed
				°C	m/sec
1	兵庫県青野ガ原	1953年7月1日9~11時	晴	27~28	0.68~0.92
2	兵庫県青野ガ原	1953年7月2日10~11時	晴	28	0.78~1.11
3	林業試験場京都支場構内	1953年7月17日11~12時	曇	25.8~26.2	0.7

Table 10. 成虫の飛翔能力
Flight-ability of adults

項目 Articles 実験例 No.	飛翔水平距離 Horizontal flight			飛 翔 高 度 Vertical flight			飛 翔 時 間 Flight-time			調査数 Number of adults examined
	最 長 Max.	最 短 Min.	平 均 Mean	最 高 Max.	最 低 Min.	平 均 Mean	最 長 Max.	最 短 Min.	平 均 Mean	
1 ♀ ♂ 混合 mixed	<i>m</i> 3.6	<i>m</i> 0.3	<i>m</i> 1.04	<i>m</i> —	<i>m</i> —	<i>m</i> —	秒 4.8	秒 0.6	秒 1.9	15
2 ♀ ♂ 混合 mixed	9.8	1.2	2.48	2.0	0.7	1.23	8.0	3.0	5.2	10
3 { ♀ ♂	7.5	2.5	3.9	2.0	1.0	不明 un- known	2.0	3.0	不明 un- known	6
	不明 un- known	2.0	不明 un- known	不明 un- known	2.5	不明 un- known	不明 un- known	不明 un- known	不明 un- known	8

不明とは高度 20 m 以上で測定できなかった。

"Unknown" shows that measurement was unable when adults flew over 20 meters high.

かつたが、前記の飛翔距離の調査の際に観察した結果では、風速 2 m 以上の場合には、風向に対して逆行することもなく、横行するものもきわめて少ない。また、極端に高く飛翔することも困難のようで、ほとんどが風下に向かつて飛翔する。また、雨天の場合には、飛翔はほとんど行なわれない。

(2) 野外における分散すなわち被害まん延の観察

〔例 1〕 青野ガ原のアカマツ天然林が、本虫によつて激害をうけたのは 1954 年で、兵庫県林業課の調査によると、被害面積は約 200 ha と報告されている。筆者らはこの被害地の一部で、分散のときに気象因子が大きく働いたと推定される現状を観察することができた。すなわち 1952, '53 年の被害箇所は地形全く平坦な面積約 0.5 ha の同一地区内に限られ、枯損木は続出したが被害箇所の拡大する様子はなかつた。ところが 1954 年の被害はその箇所はもとより、東南方につづく 3 年生のクロマツ造林地約 0.5 ha と、さらにそれにつづく 5~6 年生内外の天然生アカマツ散生林分約 10 ha 内に幅約 70 m (1952, '53 年被害発生地の直径と全く同一) の判然とした帯状をもつて延長約 300 m にわたつて発生を見たのである。このような成虫の分散、すなわち被害のまん延について今まで行なつた生態の観察を基礎にして考察すると、次のことがいえるのではないだろうか。

イ. 1952 年および 1953 年に被害面積が拡大されなかつた原因

- a. 生息密度が低かつたために、成虫が終そくするまで、この面積の中に飼料が十分あつて分散する必要がなかつたこと。
- b. 成虫の活動期は、あたかも梅雨期で常に降雨があり、飛翔分散の機会が十分なかつたこと。

ロ. 1954 年の被害面積が極端に拡大された原因

- a. 生息密度がきわめて高く、また、連年の発生で多くの枯損木を出し、この面積では飼料が十分なかつたこと。
- b. この年は梅雨期といつても、1952 年および 1953 年のように毎日連続した降雨はなく、いわゆる晴れ間があり、しかも活動時刻にこの機会が多くあつたこと。
- c. 判然として、帯状の被害区域ができたことは、この場所はいつも風向が一定しており、このために風向・風速により分散方向および区域が定められたものと思われる。

〔例 2〕 山科のアカマツ天然林の幼齢木が、1955, 1957, 1959 年に被害があつた場合について検討してみると次のようである。

被害地の地形は西方にゆるやかな傾斜面で北側にせまい扇形である。この西側半分は 10 年生以下のアカマツが散生、東側半分は 10 年生内外のアカマツがやや密生している。また、被害区域外の北側すなわち扇の「かなめ」にあたる付近は、30~40 年生のアカマツ天然林である。また被害区域の南側、すなわち、扇の広い部分にあたる外側の一部に被害林分より樹高の高いアカマツの天然林があり、道路をへだてて水田および竹林となつている。なお、常風の方向は南東である。

このような環境のなかの扇形の幼齢林、特に西側半分の 10 年生以下のアカマツ散生地に発生した本虫は、前記したように隔年に針葉をほとんど食害して、全林分赤褐色となるまで加害した。特に 1955 年の加害で 5 年生以下のものは全く枯死した。

この地域の本虫の分散、すなわち被害のまん延は、初期に発見した 1955 年よりやや東側に移動している傾向はあるが、ほとんど変化なく従来の発生地域で世代を繰り返す、しかも 1955 年および 1957 年の密度は高率である。これにもかかわらず周辺の樹高の高いアカマツには、林縁の一部にやや被害を与えた程度で、ほとんど変化はない。また初期の被害区域、すなわち西側とあまり樹齢の異なる東側のア

カマツ林分にもあまり分散しない。このことについて、風向・風速と成虫の生態のうち、上昇分散と交尾・産卵などを考慮にいれ考察すると、次のことがいえるのではないだろうか。

- a. 樹高から考えて、東側のアカマツも当然に加害されると思われるが、本林分付近の常風は東南の方向の場合がほとんどであり、したがってまん延はこのような風向および風力によつてまたげられている。
- b. 生息密度が逐年上昇しておりながら、周辺の樹高の高いアカマツには加害しないことは、雌の上昇飛翔がきわめて低いことと、産卵が地表で数回にしかも長い期間に行なわれるため(後述)、常に低い位置に生息している。したがって、雄は飛翔能力をもちながら、生息場所は常に雌の生息位置に従う。

以上のような被害地は、著者の1人中原が各地で観察しているが、これと全く条件の同じ場所は、宮崎県西諸県郡真幸町(加久藤営林署川西国有林)のスギ6年生の130 haの被害、奈良県南葛城郡吐田郷村のスギ・ヒノキの幼齢木の80 haの被害、広島県山県郡千代田町本地のカラマツ・クロマツ・スギ・ヒノキの幼齢木400 haの被害などである。

4. 趨光性

成虫が趨光性を示すことは、他の調査の際にも見受けることで、次の数回の実験によつて明らかである。

(1) 昼間における室内実験

前記した成虫の日週活動の調査のうちから、最も活動の盛んな15時から19時まで、飼育ビンの内側の北面、すなわち会議室窓側の近くの明るい位置とその他の面の一定面積内に歩行して集まる成虫数を、毎時10分間調査した。その結果はFig.10のようである。なお、北・西・南・東面の明るさの比は、ルクスメーターによつて測定した場合8・3・4・3のようであつた。

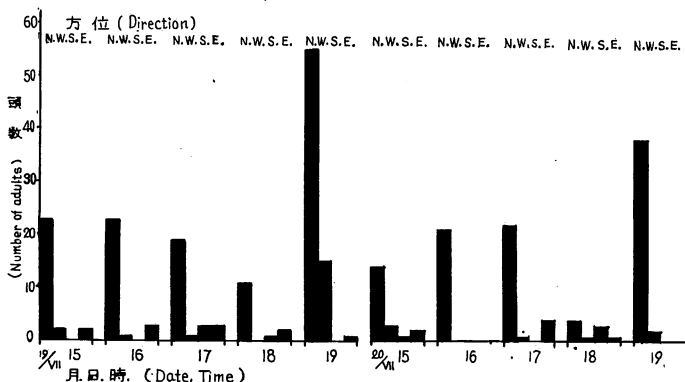


Fig.10 成虫の室内における趨光性試験結果 (昼間)
Indoor experiment of phototaxis in the daytime

すなわち、1957年7月19、

20日の2日間の調査から明らかのように、成虫はその活動時刻には、そのほとんどが明るい方向に集まる。

(2) 夜間における室内実験

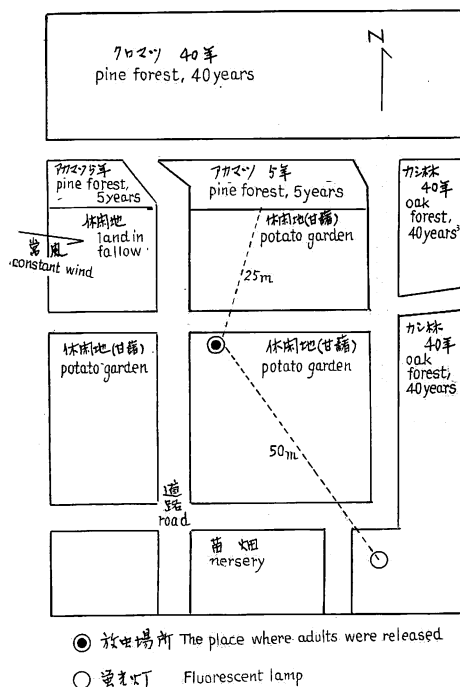
1955年7月9、10日の20時30分～22時に実験室廊下において、20W青色蛍光灯を光源として、5mはなれた場所から成虫を放ち、趨光性の試験を行なつた。この結果においても、趨光性を示すことは明らかである。以下、3回の実験結果はTable 11のようである。

すなわち、放虫5分後(この場合は、2分以内にほとんど光源に飛来した)に飛来したものが56.6%で、この成虫は、全部歩行によらず光源に飛来到達したものである。また、15～60分後に光源に達したものは30.1%で、この場合は必ず光源に向かって歩行し、後に飛来したものである。このほか1時間10分後になお光源に向かって歩行をつづけていたものは13.2%であつた。

Table 11. 成虫の室内における趨光性実験 (夜間)

Indoor experiment of phototaxis in the night

時間別誘致数 Number of adults attracted to the lamp	放虫 5 分 後の誘致数 5 min after releasing	放虫 15 分 後の誘致数 15 min after releasing	放虫 30 分 後の誘致数 30 min after releasing	放虫 45 分 後の誘致数 45 min after releasing	放虫 60 分 後の誘致数 60 min after releasing	1 時間 10 分後なお 光源に向かって歩 行をつづけていた もの Number of adults walking to the lamp 70 min later	供試虫 Number of adults examined
実験例 Experiments							
1	♀ 4 ♂ 9 T 13	3 4 7	2 0 2	— — —	— — —	3 3 6	28
2	♀ 4 ♂ 11 T 15	3 4 7	0 2 2	1 0 1	1 0 1	2 2 4	30
3	♀ 7 ♂ 12 T 19	2 0 2	0 2 2	0 1 1	— — —	0 1 1	25
Total	♀ 15 ♂ 32 T 47	8 8 16	0 4 4	1 1 2	1 0 1	2 3 5	83
%	♀ 46.9 ♂ 62.7 56.6	25.0 15.7 19.3	6.3 7.8 7.2	3.1 2.0 2.4	3.1 — 1.2	15.6 11.8 13.2	

Fig. 11 成虫の趨光性実験圃場の環境図
The map of the field in which phototaxis-experiments were done

(3) 夜間における野外実験

1957 年 6 月 24 日、支場構内の苗畑(5 月下旬苗畑として完成したが、樹木の育苗には時期がおそかつたため当年はカンショを作付けした)の一隅に 20W 青色蛍光灯を設置し、20 時 30 分、晴、無風のとき供試虫 150 頭を、光源から西北 50 m の位置より放ち、翌朝から蛍光灯に誘致した数を調査した(苗畑および付近の環境図は Fig. 11 のようである)。

以下調査の結果は、25 日朝 14 頭放虫数の 9.3 %、26 日なし、27 日なし、28 日 1 頭放虫数の 0.7 % で、合計 15 頭放虫数の 10.0 % が誘致された。また 26 日に放虫位置から北東 25 m の距離にある昆虫飼料林アカマツ 5 年生に飛来し、食葉しているものを発見した。

以上昼・夜間の室内および野外の調査の結果、本成虫は昼間・夜間をとわず趨光性を示すことは間違いない。また、ENUMERATIO INSECTORUM MONTIS HIKOSAN, 2, Coleoptera, (1959) にも本虫は灯火に飛来すると述べている。しかし被害地

において、このような実験を行なった場合にはどんな結果を生ずるか、また、これらのことが防除法の手段として役だつかは、これまでの実験の段階では断定できない。

5. 成虫の寿命

地中で羽化したばかりの成虫を採集し、室内で個体飼育した結果最も長いもので 74 日 (1 頭のみ極端にながい), 最も短いもので 10 日, 平均 30 日である。

6. 産 卵

産卵場所は被害をうけた樹木の下地表, すなわち落葉の間, 下草の根際, 土壌の割れ目などの湿度の比較的高いところに産卵管をわずかにさしこんで行なう。以下産卵についてそれぞれの調査を行なった。

(1) 産卵時刻

産卵の時刻を知るために, 1955 年 7 月 5 日本虫発生地の山科から成虫を採集し, 雌雄約 50 頭を飼育ビン (高さ 25 cm, 径 17 cm のガラス製, 金網ふた付) に入れ, 飼料としてアカマツ針葉を

Table 12. 産 卵 時 刻
Oviposition time

月日 Date	時刻 Time 調査区 Block	0~6	~12	~18	~24
6/VII	A	—	—	44 (3)	—
	B	—	—	60 (3)	—
7/VII	A	—	—	80 (7)	52 (4)
	B	—	—	90 (5)	—
8/VII	A	—	—	135 (9)	31 (3)
	B	—	16 (1)	148 (10)	—
9/VII	A	—	—	163 (14)	28 (2)
	B	—	—	82 (11)	—
10/VII	A	—	—	122 (10)	22 (2)
	B	—	—	55 (6)	29 (2)
11/VII	A	34 (3)	—	41 (7)	—
	B	—	9 (2)	31 (5)	—
12/VII	A	24 (3)	—	—	—
	B	12 (2)	—	—	—
計 Total		70 (8)	25 (3)	1051 (90)	162 (13)
産卵率 Percentage of oviposition		5.4 (7.0)	1.9 (2.6)	80.3 (78.9)	12.4 (11.4)

注: 調査区内の数字は卵粒数, () の中の数字は卵塊数

Note: Figures show the numbers of egg, figures in the parenthesis show the numbers of egg-clusters.

与え, さらに産卵場所を与えるために落葉したクロマツ針葉を容器の底に入れ, これを毎日 9 時に取り替え, このなかに産卵したものを前日の日付で記録した。以上の方法で成虫がへい死するまで調査した結果は Table 13, 14 のようである。

これらの調査資料からさらに次のことについて検討を行なった。

○1 卵塊の卵粒数

産卵する場合は必ずまとめて行ない, しかも卵塊は褐色の「にかわ」状の分泌物で覆う。この 1 卵塊の卵粒数を調査するために, 1955 年に 221 卵塊, 1956 年に 189 卵塊について行なった。その結果は Fig. 12 のとおりである。

すなわち, 最も頻度が高いのは両年ともに 1 卵塊 10 個の卵粒数であつて, 卵粒数 2~40 という左にかたよつた頻度分布を示した。

Table 13. 産卵に関する
Various records on the

月日 Date	個体 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
IV. 6	採集 Collect									
7										
8										
9										
10		採集								
11										
12										
13										
14			採集	採集	採集	採集	採集	採集	採集	採集
15										
16										
17										
18										
19	交尾 Copulate	交尾	交尾	交尾						
20					交尾	交尾	交尾	交尾	交尾	交尾
21										
22		14・15								
23			16			14・11				
24			5	12・29			22			
25	40		11			17			5	8
26		19・10							10・17・18	
27										
28						8 18・10・16	11			19
29		19								11・5
30			20・17			11		9・9	12・10	
VII. 1	15									
2	15	♀ D								
3			13・14	10	9・11					
4										14・12・14
5	♀ D (2)		12						9・16	
6										
7			10・11			5・8				
8				14	17・18・9・10		12	9・4・4	13・8	
9			16			6・9	13・8・5			
10		♂ D		5・16・8	3・13					
11			19			♀ ♂ D	♀ D 7	11	11・20	
12				20						
13										
14			2	14・11				9・7		
15			♂ ♀ D (2)							20・13
16	♂ D			5・10・11	4・7					

注 Note: D....死 Death, () の中の数字は残存卵数 Number in parenthesis shows eggs

諸記録 (1955 年)
oviposition in 1955

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
採集	採集	採集	採集	採集	採集	採集	採集	採集	採集	採集
交尾	交尾	交尾	交尾	交尾	交尾	交尾	交尾	交尾	交尾	交尾
		♂ D		17・7						
	17		♂ D			20	10	15	9	15
	22・18	14	13	19			15		5・15	
					12	18	17・21		16	
	14	10		7・17・8・ 14・10		19・13	15	14	20	16
					6		15			14・14
	13	5		8		5			8・14	
		14		20		22	20	17・17		
15・9・7	15		15						16	7
9	5・4・10	9・16・17	12		10・7・10・ 4	7・6・8・17	20	11	11・21	11・7・5・ 4・15
	10					6	15・6		14	8・8・3
	♂ D						12・9			
					22	13・3・3		23		7・6
9・4						7・4	7・11			
			15		11		10		8	

remained.

Table 13

個体 No. 月日 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VII. 17									13・17
18				8	5・12			7・10	
19									
20				12			♂ D	6・10	
21									
22				8・6				9・8	♀ D (2)
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
VIII. 1									
2									
3									
4								♀ D	♂ D
5									
6									
7									
8									
9				♀ D (1)	♀ D				
10									
11									
12									
13								♂ D	
14									
15									
16									
17									
18									
19				♂ D					
20									
21									
22									
23									
24									
25					♂ D				

[illegible]

Table 14. 産卵に関する
Various records on the

個体No. 月日 Date	1	2	3	4	5	6	7	8
VI. 14	採集 Collect	採集	採集	採集	採集	採集	採集	採集
15								
16								
17								
18	交尾 Copulate	交尾						
19			交尾					
20		10・13	11	交尾	交尾	交尾 15・10	交尾	交尾
21								
22								
23	10・4・13・7	12						9
24	♂ D							
25					♂ D			
26					8	12		
27					14	8・10・7		
28			4 5・5					
29		8						
30			15	7・4	10	6・10 11		
VII. 1								
2								
3			6・12			11・10	9	
4								
5		8		6	11 10	7		9
6	13・5							11
7	14	4		6・5・7			6・9 7・8	11
8			9・7			11・7		
9		8		6				♂ D
10	6							
11								
12	11・4					8・6		3・9・8 4
13			10				♀ D (16)	
14	6			6・5				
15	11		3・5・9・7					
16		8						
17	♀ D			9・7	7			
18								
19				5 9	♀ D			
20								
21								
22		8	6	10・12・7		♂ D		
23								
24								
25							♂ D	
26								
27				7				
28			♂ D 6	♂ D		♀ D		♀ D
29		♂ D	♀ D	♀ D				
30		♀ D (18)						
31								
VIII. 1								

注 Note: D....死 Death, () の中の数字は残存卵数 Number in parenthesis shows eggs remained.

諸記録 (1956 年)
oviposition in 1956

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
採集	採集	採集	採集	採集	採集	採集	採集	採集	採集
交尾	交尾	交尾	交尾	交尾					
10	15・20			♂ D	7・5・4		26・2		13・5 13・10
8・11・9	10	10	10・5 ♂ D	7・4			14		16・5
16	8	10・12 ♂ D	10・11	11 11・12	9	10・4		5 11	7
9・10		9			11・10	5 6・6 8・9	6 7・17 14・7	13 7	
6・6・4				10・11・9	15・5				7
♂ D									9
5	7 ♂ D		3 4	10・7	4 6・5 5	9	5 6	4・17 10	10 11
	2			11	5	5	11	7	
			7			♀ D	♀ D		
7	♀ D	8 5	3・6	6				8	5
♀ D		♀ D		5・3 ♀ D	♀ D				
			♀ D					♀ D	♀ D

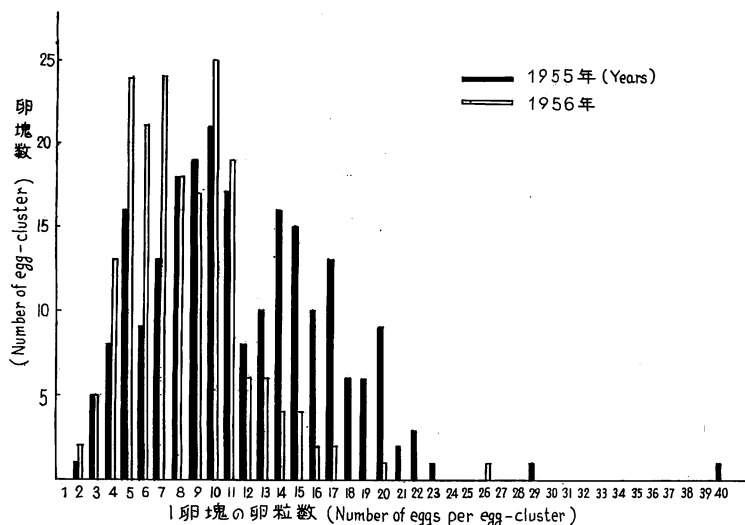


Fig.12 1 卵塊あたりの卵粒数
Number of eggs per egg-cluster

○ 1 頭の産卵回数

産卵は毎日、毎時連続して行なうことなく数回、数日にわたる。1955 年に 20 頭、1956 年に 17 頭についてこの関係をまとめてみると Table 15 のとおりで、平均産卵回数は 10.1 で、これに対する標準偏差は 4.3 であつた。なお、回数の少ない個体は 3 回、多い個体は 21 回で 18 回の開きがあつた。

○ 1 頭の産卵数

Table 15. 成虫 1 頭の産卵回数
Frequency of oviposition per female

産卵回数 Frequency of oviposition	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
頻度 Number of female																			
1955 年	1	—	2	2	1	2	—	3	—	1	1	2	—	1	2	—	1	—	1
1956 年	—	—	—	4	—	1	2	—	2	4	1	—	2	—	1	—	—	—	—
計 Total	1	—	2	6	1	3	2	3	2	5	2	2	2	1	3	—	1	—	1

Table 16. 成虫 1 頭の産卵数
Number of eggs per female

1955 年調査

個体 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
項目 Articles																				
産卵数 Eggs laid	70	77	166	199	126	125	71	187	220	67	128	139	68	120	88	211	221	103	157	208
残存卵数 Eggs remained	32	—	12	1	—	—	7	—	22	—	2	—	2	—	9	39	—	3	11	19
包卵数 Total	102	77	178	200	126	125	78	187	242	67	130	139	70	120	97	250	221	106	168	227

1956 年調査

個体 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
項目 Articles																		
産卵数 Eggs laid	104	79	120	118	60	137	51	64	101	62	54	74	117	91	62	116	82	111
残存卵数 Eggs remained	—	18	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
包卵数 Total	104	97	120	118	60	137	67	64	101	62	54	74	117	91	62	116	82	111

1頭の産卵数について Table 13, 14 からまとめると Table 16 のとおりである。

すなわち, 1955 年の調査では最多産卵数 221, 最少産卵数 67, 平均産卵数 134.4。1956 年の調査では最多産卵数 137, 最少産卵数 51, 平均産卵数 89.1 で, また両年の平均産卵数は 112.9, 包卵数は 119.7 である。

(3) 産卵期間とその消長

1頭の成虫が産卵をはじめてから終わるまでの期間を調査した結果は Table 17 のようである。

Table 17. 産卵期間
Oviposition period per female

産卵期間 Oviposition period in days		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
頻度 Number of female	1955 年	2	-	-	-	-	1	1	-	1	2	-	1	-	1	1	3	-	2	-	-	2	1	-	1	-	-	-	-	1
	1956 年					1	1	-	-	-	-	-	-	-	4	2	2	-	-	2	-	-	3	1	-	1	1			
	計	2	-	-	-	1	2	1	-	1	2	-	1	-	5	3	5	-	2	2	-	2	4	1	1	1	1	-	-	1
	Total																													

すなわち, その期間は
個体により相当の差があ
り, 2カ年の調査では最
も長い期間のもので 35
日, 最も短い期間のも
ので 7 日, 平均して 1955
年は 20.3 日, 1956 年
は 23.7 日である。また,
6 月 14 日に採集した成
虫の産卵の時期とその消
長を Table 13, 14 から
検討した。

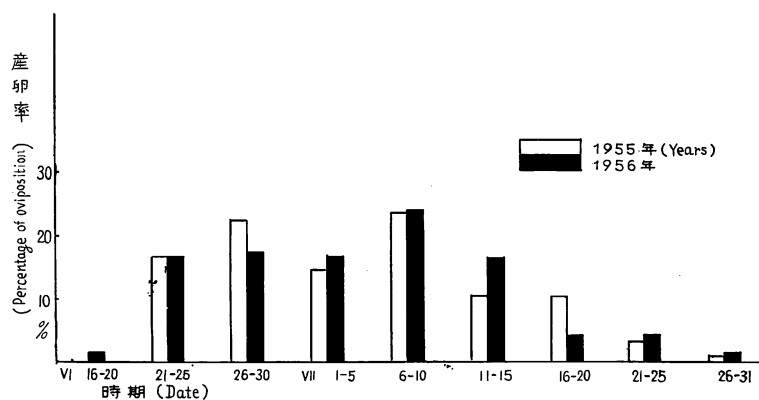


Fig. 13 初期に羽化した成虫の産卵消長
Prevalence of egg laid by the females emerged in the early time

すなわち, 1955 年に 20 個体から産卵された 2,751 粒, 1956 年に 18 個体から産卵された 1,603 粒を, 半旬ごとの産卵率をもつて表わしたものが Fig. 13 である。

この場合, 産卵のはじまる時期は, 6 月 16~20 日ころで, 7 月 26~30 日ころに終わり, 7 月 6~10 日ころが両年ともに最高を示した。

XI 摘 要

本報告は, スギハムシの合理的な防除法を究明する基礎資料をうるために, 1953~1959 年の間, 主として林業試験場関西支場・兵庫県加東郡滝野町・京都市東山区山科において行なつた生態に関する調査で, その結果を要約すると次のようである。

1. スギハムシによる被害は, 三重県において 1897 年にすでに記録されているが, 1950~1957 年の調査では, 北海道地方を除き東北と北陸の一部, 関東・東海・近畿・中国・四国および九州の諸地域にわたり相当の被害を及ぼし, その面積も年々拡大しつつある。

2. 成虫の加害植物は筆者らの調査によると、モミ・ツガ・カラマツ・アカマツ・クロマツ・スギ・サワラ・ヒノキなどである。

また、上記の造林地および天然林に本虫が大発生した場合に、このなかにある広葉樹のナツハゼ・ネジキ・モチツツジ・コナラ・クリなども被害される。

このほか、実験室において調査した範囲内では、供試した外国産針葉樹のモミ科 5 種・マツ科 16 種・スギ科 4 種・ヒノキ科 6 種と邦産有名マツ 13 種およびスギ 29 品種をすべて嚙食し、その嗜好度においても優劣の差はないようである。

3. 成虫の食痕は、針葉樹では葉肉をみぞ状に嚙食するが、広葉樹では葉脈を残し、網目状に嚙食する。

4. 卵期間は 6 月下旬～7 月下旬の京都地方の気温で、最長 13 日、最短 7 日である。ふ化率はきわめてよく、ほとんどが 100% に近い。

5. ふ化脱出に要する時間は 1 分以内で、この時刻は 0～6 時が最も多く、18～0 時がこれに次ぐ。なお、卵殻から脱出後は、活発に土中に潜入する。

6. 幼虫の生息場所は土壌中で、被害木の下に多い。また、付近の草生地の土壌の中にも生息し、この密度の比は 10:1 である。

7. 土壌中における幼虫の垂直分布は、発育と密接な関係がある。すなわち、ふ化後約 2 カ月（9 月）の幼虫で深度 5～7.5 cm に生息していたものは、第 1 回の越冬をここで行ない、3 月ころに 2.5～5 cm に上昇し、さらに 9 月ころに地表～2.5 cm に上昇し、第 2 回の越冬を行ない、蛹化期の 5 月までこの土層に生息する。

8. さなぎの生息場所は土壌中の地表～2.5 cm の層に最も多く、ついで 2.5～5.0 cm の層であり、これより以下の層には生息しない。

9. 蛹化時期は室内と野外の観察によると 5 月 15 日ころからはじまり、5 月下旬ころにはその大半が終わり、6 月 10 日ころに完了する。なお、さなぎ期間は最も長いもので 18 日、最も短いもので 11 日を要し平均 14 日である。

10. 成虫の羽化および終そく期は、室内観察と山科の発生地で行なつた季節的発生消長調査および各発生地の観察の結果から、羽化は 6 月 5 日ころからはじまり、6 月 20 日ころに終了する。また、終そく期は 7 月 30 日ころである。

11. 成虫の日週活動のうち、特に摂食時刻・歩行・飛翔および交尾活動は次のようである。

(1) 摂食時刻は 5 時 30 分と 17 時 30 分を境として 1 日を 2 区分し、昼・夜とした場合に、摂食頭数の比は昼間 1 に対し、夜間は 2.4 であり、また摂食量においては昼間 1 に対して、夜間は 5 である。

(2) 歩行および飛翔活動を行なう時刻は、15 時ころからはじまるが、盛んな時刻は 19 時ころから 20 時ころまでである。

(3) 交尾時刻は歩行・飛翔活動を行なう時刻とほとんど同じで、14 時ころから 21 時ころまでである。

12. 成虫の分散およびそれにとまつて起こる被害のまん延は、飛翔によつて行なわれるものである。

すなわち、分散は発生地（幼虫の生息林分）の成虫の飼料の減少によつて引き起こされる可能性が多く、このような行動を起こす場合は、成虫自体の飛翔能力と、さらに気象因子特に風が加わつて、その方

向および面積などを左右する。しかし風速 1 m 以上の場合および雨天の場合は、このような分散は抑制される。また、被害地付近の壮齢木の上部に被害が現われないことは、雌自体の飛翔能力とさらに地表に産卵する習性の関係からではなかろうか。

13. 成虫の趨光性について室内と野外で実験を行なった。この場合いずれも陽性を示すが、これが防除法のひとつとして役だつかどうかは、これまでの実験段階では断定できない。

14. 成虫の寿命は 30 日内外である。

15. 産卵場所は食葉した樹木の下の方、下草の根際、土壌の割れ目などの湿度の比較的に高いところに行なわれ、産み付けは 10 粒内外まとめて行ない、1 卵塊の産み付けが終われば、膠質状の分泌物で卵塊を覆う。

16. 産卵の時刻を室内で調査した。この場合 1 日を 0～6 時、6～12 時、12～18 時、18～24 時と 4 区分して記録した結果は、12～18 時が最も盛んで、次に 18～24 時であり、他の時刻にはきわめて少ない。

17. 1 卵塊の卵粒数は最多 40 粒から最少 2 粒で、平均 10 粒内外である。

18. 1 頭の産卵回数は最多 21 回、最少 3 回で、平均 10 回である。また、産卵は毎日連続して行なうことなく、そのために平均 22 日間を要する。

19. 1 頭の総産卵数は平均 113 粒で、包卵数は 120 粒内外である。

20. 初期に発生した成虫の産卵は、6 月 16～20 日ころにはじまり、7 月 26～30 日ころに終わり、7 月 6～10 日ころが最盛期である。またおのおの雌についても、前述したような長い期間にわたるが産卵には最盛期がある。

21. 以上の内容から、本虫の生活史を模式図によつて示せば Fig. 2 のようである。

文 献

- 1) 中条道夫：食葉はむし類，林野庁編，(1956)
- 2) 江崎悌三・野村健一：土壌昆虫の生態と防除，(1943)
- 3) 日高義美：熊本大林区署管内国有林加害虫類病菌等調査第 1 回報告，(1914)
- 4) HALLOCK, H. C.: Movement of larvae of the oriental beetle through soil. J. N. Y. Ent. Soc., 43, 4, (1935) p. 413～425.
- 5) 伊佐義朗・橋本英二：京都大学演習林，上賀茂試験地，樹木誌，京都大学農学部演習林彙報，4, (1954)
- 6) 松下真幸：森林害虫学，富山房，(1938)
- 7) 牧野富太郎：牧野日本植物図鑑，北隆館，(1956)
- 8) MORRIS, H. M.: On a method of separating insects and other Arthropods from soil. Bull. Ent. Res., 18, 2, (1922) p. 197～200.
- 9) 中原二郎：スギハムシの幼虫について，森林防疫ニュース，4, (1953)
- 10) 中原二郎・奥田素男：スギハムシに関する研究，林業試験場京都支場業務報告，2 (1953)
- 11) 中原二郎・奥田素男：スギハムシについて，日本林学会関西支部大会講演集，(1953)
- 12) 中原二郎：スギハムシの形態，林業試験場京都支場業務報告，4, (1954)
- 13) 中原二郎：スギハムシに関する研究 第 1 報，幼虫・蛹・成虫の形態，林業試験場報告，76, (1954)

- 14) 中原二郎・奥田素男：スギハムシの生態学的研究，林業試験場京都支場業務報告，4 (1954)
- 15) 中原二郎：スギハムシの駆除適期，森林防疫ニュース，24，(1954)
- 16) 中原二郎・奥田素男：アカマツを食害するスギハムシの生活史，アカマツに関する研究論文集，日本林学会関西支部，(1954)
- 17) 中原二郎・奥田素男：地中におけるスギハムシ幼虫の垂直移動，応用動物学会・日本応用昆虫学会合同大会講演集要旨，(1955)
- 18) 中原二郎・奥田素男：スギハムシの駆除の適期と動力散粉機による駆除試験，日本林学会第 64 回大会講演集，(1955)
- 19) 中原二郎：すぎはむし，林業普及シリーズ，48，(1956)
- 20) 中原二郎・奥田素男：再びスギハムシの駆除適期について，日本林学会関西支部大会講演集，(1956)
- 21) 中原二郎・小林富士雄・奥田素男：スギハムシの生態と防除法，みやま，1，(1958)
- 22) 中原二郎：管内に発生している森林害虫について，日本昆虫学会近畿支部会報，8，(1958)
- 23) 中原二郎：燻煙剤によるスギハムシの防除，新農薬，7，(1958)
- 24) 林野庁：森林有害動植物調査報告，(1950～1956)
- 25) 佐藤銀五郎：杉，扁柏の害虫に就て，大日本山林会報，176，(1897)
- 26) 吉田正義：針金虫の生態学的研究，静岡大学農学部研究報告，1～2，(1952～1953)

図版説明 Explanation of plates

Plate 1

- A. 成虫 Adult B. さなぎ Pupa C. 幼虫 Larva D. 卵 Egg

Plate 2

- A. 成虫によるアカマツの食痕 Infested needles of *Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.
B. 成虫によるヒノキの食痕 Infested needles of *Chamaecyparis obtusa* ENDL.
C. 成虫によるスギの食痕 Infested needles of *Cryptomeria japonica* D. DON.
D. 成虫による広葉樹の食痕 Infested leaf of latifoliate tree.

Plate 3

- A. ふ化直後の幼虫 Larvae immediatly after hatching.
B. 11 月採集の幼虫 Larvae collected in November.
C. 1 月採集の幼虫 Larvae collected in January.
D. 5 月採集の幼虫 Larvae collected in May.

Studies on the Sugi Leaf Beetle *Basilepta pallidulum* BALY (II)

Ecological studies

Jirô NAKAHARA and Motoo OKUDA

(Résumé)

This is a report on the survey of the ecology of *Basilepta pallidulum* BALY (Sugi Leaf Beetle) conducted chiefly at Kansai Branch Station of the Government Forest Experiment Station, at Takino-machi, Katô-gun, Hyôgo Prefecture and at Yamashina, Higashiyama-ku, Kyôto-shi, to obtain the rational control methods. The results obtained are summarized as follows:

1. The damage by *Basilepta pallidulum* BALY was recorded so early as in 1897 in Mie Prefecture. According to a survey conducted in 1950~1957, fairly serious damage was caused in various districts i. e. Kantô, Tôkai, Kinki, Chûgoku, Shikoku, Kyûshû, and a part of Tôhoku and Hokuriku, but not in Hokkaido district; and the area of infestation has been extended year by year.

2. According to the survey by the writers, the host plants of the adult were 'Momi' (*Abies firma* SIEB. et ZUCC.), 'Tsuga' (*Tsuga sieboldii* CARR.), 'Karamatsu' (*Larix Kaempferi* SARG.), 'Akamatsu' (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.), 'Kuromatsu' (*Pinus thunbergii* PARL.), 'Sugi' (*Cryptomeria japonica* D. DON), 'Sawara' (*Chamaecyparis pisifera* ENDL.), 'Hinoki' (*Chamaecyparis obtusa* ENDL.), etc.

In a large scale outbreak in the abovementioned planted or natural forests, broad-leaf trees therein, such as 'Natsuhaze' (*Vaccinium ciliatum* THUNB.), 'Nejiki' (*Pieris elliptica* NAKAI), 'Mochitsutsuji' (*Rhododendron linearifolium* SIEB. et ZUCC. var. *Macrosepalum* MAKINO), 'Konara' (*Quercus serrata* THUNB.), 'Kuri' (*Castanea crenata* SIEB. et ZUCC.) were also damaged.

A feeding experiment was made in the laboratory on the needle-leaf trees of foreign origin, namely, 5 species of Abietaceae, 16 species of Pinaceae, 4 species of Cryptomeriaceae, 6 species of Cupressaceae, and those of domestic origin, namely, 13 varieties of Akamatsu and Kuromatsu, 29 varieties of Sugi, and so far as the test in the laboratory shows, the leaves of all trees were bitten, the insects seeming to have no feeding preference among these trees.

3. As for the biting marks of the adult, in the case of needle-leaf trees, the leaves are bitten in a groove, and in the case of broad-leaf trees, they are bitten in mesh with their leaf-veins remaining.

4. Regarding the incubation period, the longest one is 13 days and the shortest one is 7 days at the temperature of Kyoto area from the latter part of June toward the end of July. Hatching rate is excellent and usually reaches almost 100%.

5. It takes less than 1 minute for larvae to hatch out, and the largest number is hatched during 0 a. m.~6 a. m. and the next largest number from 6 p. m.~0 a. m. Having got out of the egg-cases, they burrow into the soil actively.

6. Larvae live under the soil and are often found not only under the infested trees, but also under the nearby grass. These two places are in the ratio of 10:1 in their larval population density.

7. Vertical distribution of larvae under the soil is closely related with the growth of larvae. The larvae, living at the depth of 5.0~7.5 cm about two months after hatching (September), pass their first winter there and come up to within 2.5 cm of the surface around September, and there they pass their second winter and continue to live in this soil layer until the pupation takes place in May.

8. Most of the pupae are found under the soil in the layer at 2.5 cm depth from the surface; a smaller number of them in the layer at 2.5~5.0 cm depth, and none of them in the deeper layers.

9. Pupation period begins, according to the indoor and outdoor observations, around 15 th

of May and ends almost entirely toward the end of May. The longest pupal period is 18 days, the shortest one is 11 days, and the average is 14 days.

10. From the results of the indoor observation and the survey of the seasonal prevalence of adults which was made at Yamashina, Higashiyama-ku, Kyoto-shi, seasonal prevalence in this district was made clear: the adult begins to emerge around 5th of June and ends around 20th of June in the laboratory, but it ends around 30th of July in the field.

11. As for diurnal activities of adults, a survey was made especially of the feeding, walking, flying and copulation activities, the result of which is as follows:

- (1) As regards the feeding time, if a day be divided into two, daytime and night, by the border-lines of 5.30 a. m. and 5.30 p. m., the number of adults feeding during daytime and those feeding during night are in the ratio of 1.0: 2.4, and the amount of food consumed is in the ratio 1.0: 5.0.
- (2) The walking and flying time begins from about 3 p. m., and its peak is between 7~8 p. m. or thereabouts.
- (3) The copulation time, being almost the same as that of walking and flying, is between 2~9 p. m.

12. The dispersion of adults and the spread of damage incidental thereto are caused by flying, and the following deductions are made from the results of indoor and outdoor experiments and from the observation in each of various infested areas. That is, there exists strong possibility that the dispersion of adults is caused by decrease in available food for adults (in the forests where larvae live), and when dispersion takes place, its direction, area, etc. are affected by the meteorological elements (chiefly by the wind) in addition to the flight-ability of adults themselves. However, if the velocity of the wind is over one metre per second or if it rains, such dispersion will be checked. And, might it not be related with the flight-ability of females themselves and their habit of laying eggs on the surface of the soil, for the damage is not found at the upper part of the matured trees around the infested area?

13. In order to find out whether the adults show any phototaxis reaction or not, both indoor and outdoor experiments were made; the former in the daytime and the latter at night with blue fluorescent lamp. In both cases the reaction was positive. However, the writers are not sure that this result is useful as one of the methods to control these insects.

14. Life of the adult is about 30 days.

15. The eggs are laid under the infested trees, among the fallen leaves, at the roots of the undergrowth, or in the cracks of the soil, where the relative humidity is comparatively high. About 10 eggs are laid in a cluster, and after being laid, the cluster will be covered with a secretion of glue-like substance.

16. Survey of the oviposition time was done in the laboratory. The largest number of clusters was laid during 12 a. m.~6 p. m., a smaller number of clusters during 6~12 p. m. and very few clusters at other times.

17. As for the number of eggs per egg-cluster, the largest is 40, the smallest 2 and the average is about 10.

18. Regarding the frequency of oviposition per female, the maximum is 21, the minimum is 3, and the average is 10. Average oviposition period is 22 days, due to the fact that the oviposition is not done every day during the period.

19. The average number of eggs deposited per female is 113.

20. The females that are among the early hatchings begin to lay eggs sometime between 16~20th of June, and end laying sometime between 26~30th of July, in the Kyoto area. The peak of oviposition is around 6~10th of July. Thus, it is perceived that each female has her own peak of oviposition, although it lasts a long time as mentioned above.

21. A diagram of the life history of this insect, based on the abovementioned data, is given in Fig. 3.

