

# マツノミドリハバチの生態に関する研究

佐藤 平典\*

Biological study on *Nesodiprion japonica*

MARLATT (Hymenoptera, Diprionidae)

(With English summary)

Heisuke SATO\*

目	次
I はじめに.....	2 産 卵.....17
II 被害の分布.....	3 卵 期 間.....18
III 生活史および習性.....	4 幼虫および繭期間.....18
1 調査方法.....	5 営繭および羽化.....19
2 食 草.....	6 繭の大きさおよび蔵卵数.....21
3 各ステージの経過・習性.....	7 幼虫の齢期.....22
(1) 越冬世代の羽化.....	8 考 察.....23
(2) 羽化時刻.....	V 天敵および大発生の経過.....24
(3) 交 尾.....	1 調査場所および概況.....24
(4) 性 比.....	2 天 敵.....24
(5) 蔵 卵 数.....	(1) 昆 虫.....24
(6) 産 卵.....	(2) 捕食性小哺乳類.....25
(7) 孵 化.....	(3) 流行病.....25
(8) 幼虫の習性.....	3 マツノミドリハバチの発生から終息ま
(9) 幼虫の齢期および期間.....	での経過.....26
(10) 営 繭.....	4 考 察.....27
(11) 繭 期 間.....	VI 食害が被害木におよぼす影響.....28
4 時期別の営繭と羽化の経過.....	1 樹高と食害との関係.....28
(1) 産卵時期別の営繭と羽化の経過.....	2 被害木の枯死およびマツキボシゾウム
(2) 時期別に野外採集した幼虫と繭	シの加害.....29
の営繭と羽化の経過.....	3 被害木の生長経過.....31
5 考 察.....	4 考 察.....32
(1) 世代ごとの経過・習性.....	摘 要.....33
(2) 発生回数.....	文 献.....34
IV 食餌選択.....	Summary.....37
1 調査方法.....	図 版.....43

\* 岩手県林業試験場 Iwate Prefectural Forest Experiment Station, Takizawa, Iwate (020-01)

## I はじめに

マツノミドリハバチ *Nesodiprion japonica* MARLATT は、マツ類やカラマツの害虫として我が国で最も古くから知られている森林害虫の1種である。従来、被害は、温暖な関東以南のマツ類と浅間山のカラマツに多く発生していたが、最近になって沖縄のリュウキュウマツや東北・北海道のストロブマツでの被害が増加している。被害は、比較的小面積に発生して短期間で終ることが多く、1,000ha を超すような被害が発生した記録はない。しかし、食害期が夏から秋にわたるため、マツ類では枯死することが多く、被害による影響は極めて大きい害虫である。本県でもストロブマツ林に発生し、被害木の90%以上が枯死した例がある。

本種による被害や生態については、台湾で比較的詳しく調べられている (YIEら 1966 a、1966 b、1966 c、1967 a、1967 b)。日本国内では、佐々木 (1897) の報告以来、数多くの著書や論文として発表されているが、その多くは断片的な観察にもとづく記載である。

筆者は、1966年から1974年にわたって、岩手県内の発生地において、生活史、樹種による生態の違い、天敵、発生の経過、被害による影響などについて調査し、結果はその都度部分的に発表してきた。本報は、これらの内容に新たなデータを追加して総合的にとりまとめたものである。

この報告を発表するにあたり、ハバチの同定と文献の検索および種々の御助言をいただいた神戸大学の奥谷禎一博士、天敵昆虫の同定をお願いした神戸大学の桃井節也博士と北海道立林業試験場の上条一昭博士、および文献の入手に協力いただいた国立台湾大学の朱耀沂氏に感謝申しあげる。

また、林業試験場東北支場の前昆虫研究室長の故木村重義氏には、研究の方向づけから実験・調査の方法にわたって懇切な御指導をいただいた。この報告をとりまとめることができたのは、氏の御指導と力強い励ましによるところが大きい。ここに心からの感謝を申しあげるとともに、氏の御冥福をお祈りする次第である。

## II 被害の分布

マツノミドリハバチは、国外では北米と台湾、国内では本州、四国、九州および沖縄に分布している (井上 1960) とされていたが、最近、余語 (1965) によって北海道での生息が記録されている。

国内での被害発生箇所を、発表記録と「森林防疫」の発生情報によって調べたところ、図-1に示したように、本種の被害は全国各地で発生している。これらの、地域別の特徴を以下に述べる。

(沖縄地方)

1971年に45ha、1973年に109haの記録があり、マツカレハやマツノシンマダラメイガと共同加害している例もある。国吉(1972)によれば、リュウキュウマツの3年生以下の幼齡林で、マツカレハ以上の被害を与えている。

(九州地方)

この地方での最初の被害は、日高(1932)によって、1917~1922年に熊本県の苗畑で発生した

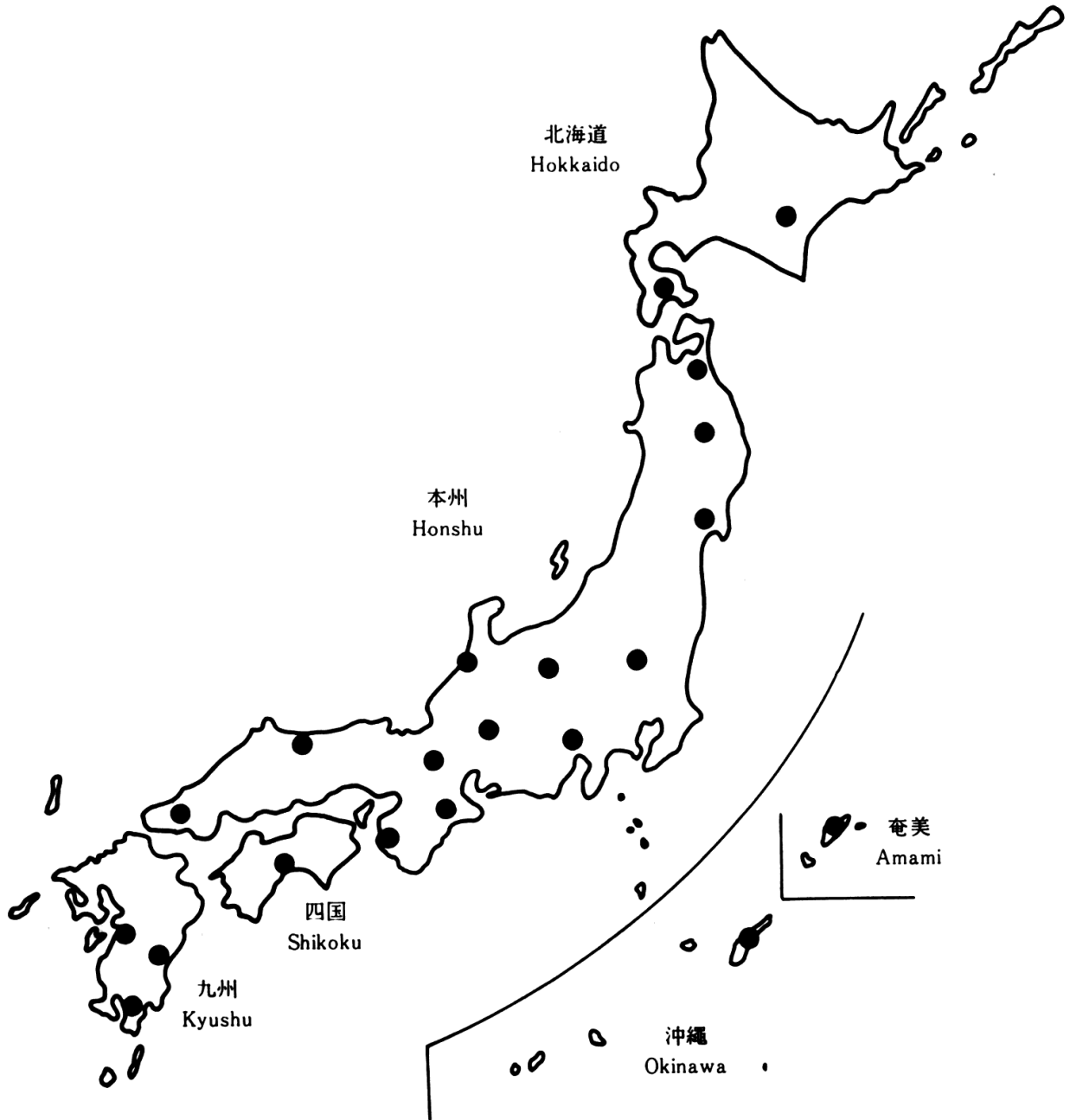


図-1 日本国内における被害発生箇所

Fig. 1. Distribution of recorded infestation by *Nesodiprion japonica* in Japan

ことが記録されている。以後、鹿児島県で1952年に苗畑1ha、1953年に3ha、1965年に15ha、1966年に42haなどが記録されている。被害樹種はアカマツとクロマツである。また、同県の大島郡では、1975年にリュウキュウマツ100haに発生している。

(近畿地方)

和歌山県で1959年に15ha、岐阜県で1961年に13ha、いずれも3～10年生のアカマツ林に発生した。さらに岐阜県では1972年にストロブマツ1ha、1974年にカラマツ2haが記録されている。

(信州地方)

浅間山を中心にした長野県と群馬県での発生で、1952～1953年に5ha、1956年に456ha、1967年に2ha、1973年に20haに発生している。この地方の特徴として、被害がカラマツに多いことがあげられる。カラマツ以外では、1971年に長野県でストロブマツ700本を加害した記録がある。

(東北、北海道地方)

余語(1955)によって、山形県のカラマツに発生していることが知られていた程度で、目立った被害の記録はなかった。ところが最近、外来樹種であるストロブマツに被害が発生しており、北海道で1964年5ha、1965年2ha(光寺 1972)、1970年には40haの被害が発生した。また、岩手県でも同様、小面積ではあるがストロブマツの被害が散見される。なお、北海道のカラマツに発生した記録は、カラマツキハラハバチ *Pachynematus laricivorus* TAKAGIの誤認であり(上条 1979)、青森県のカラマツ200ha、岩手県の389haも加害種に疑問がある。

(その他の地方)

以上の地方の他に、広範囲に被害が記録されているが、多くは極めて少規模な発生で、とくに庭木として植えられたヒマラヤスギ、チョウセンゴヨウなどに単木的に発生しているのが特徴である。筆者も岩手県内で同様の発生をしばしば観察している。

### III 生活史および習性

#### 1 調査方法

調査は、総て岩手県滝沢村にある当該内の飼育室、網室および見本林で行った。飼育室の窓は、金網で覆われており、室内の温度は外気とほぼ同じに保たれていた。網室は、広さ2m×2mの総金網張りで、中に食草としてストロブマツを植栽した。見本林のストロブマツの樹高は1～3mであった。

供試したマツノミドリハバチは、総てストロブマツから採集したもの、あるいはストロブマツを餌にして飼育したものである。

野外飼育は、見本林のマトロブマツの枝に折径50cm、長さ1mの寒冷紗袋を被せ、この中に

供試虫を放し、調査の目的によって、卵、若齢幼虫あるいは繭の段階まで続けた。

飼育室内では、産卵実験と幼虫の集団飼育は、500 ccのポリ製の透明なカップを用い、幼虫と繭の個体飼育には、容量5 ccのガラス管とビニールチューブを使用した。

## 2 食 草

マツノミドリハバチの食草は、YIEら (1966 a、1967 b) と奥谷 (1967) によって過去の記録がまとめられており、ヒマラヤスギ *Cedrus Deodara* LOUD. カラマツ *Larix leptolepis* GOLDON およびマツ属 *Pinus* spp. 10種が記録されていたが、その後古野 (1976) によってヒマラヤゴヨウ *P. excelsa* WALL. と *Pinus leiophylla* SCHLECH. et CHAM. の2種が追加され、表-1のように14種になった。

表-1 マツノミドリハバチの食草

Table 1. Known food-plants of *Nesodiprion japonica*

1	ヒマラヤスギ	<i>Cedrus Deodara</i> LOUD.
2	カラマツ	<i>Larix leptolepis</i> GORDON
3	ダイオウショウ	<i>Pinus australis</i> MICHX.
4	スラッシュマツ	<i>P. caribaea</i> MORELET
5	アカマツ	<i>P. densiflora</i> SIEB. et ZUCC.
6	ヒマラヤゴヨウ	<i>P. excelsa</i> WALL.
7	チョウセンゴヨウ	<i>P. koraiensis</i> SIEB. et ZUCC.
8		<i>P. leiophylla</i> SCHLECH. et CHAM.
9	リュウキュウマツ	<i>P. Luchuensis</i> MAYR
10	タイワンアカマツ	<i>P. Massoniana</i> LAMBERT
11	ラジアータマツ	<i>P. radiata</i> D. DON.
12	ストロブマツ	<i>P. strobilus</i> LINNÉ
13	テーダマツ	<i>P. Taeda</i> LINNÉ
14	クロマツ	<i>P. Thunbergii</i> SIEB. et ZUCC.

このように、本種の食草は3属にまたがり、マツハバチ科の中では比較的広い食性を示す。しかし、岩手県内の発生地では、カラマツやアカマツ *Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC. が植栽されていても、これらへの加害はほとんどなく、ストロブマツ *P. strobilus* LINNÉ のみに集中的に大発生して壊滅的な被害を与えた。

## 3 各ステージの経過・習性

### (1) 越冬世代の羽化

前年の秋に野外から採集した繭からの羽化経過を調査した結果、図-2に示したように年によ

て大きな差が認められた。すなわち、1967年と1970年は、羽化時期が早くピークも明瞭で、6月下旬には終了した。これに対し、他の年の羽化は、5月下旬に始まって6月中～下旬がピークとなり、年によっては8月中旬にまでおよんだ。1967年と1970年の5月の平均気温が15℃以上あり、例年よりも異常に高かったことから、越冬世代の羽化時期は、越冬した前蛹が蛹化する時期の気温の影響を受けていると推定される。

## (2) 羽化時刻

越冬世代の繭からは、ほとんどの成虫が午前中特に7～9時の間に集中的に羽化した。同様のことが台湾で観察されている(YIEら 1966 a)。夏期の羽化時刻も、主として午前中であるが、越冬世代のようにはそろわず、午後にまで及ぶことがある。いずれの時期でも、雌の羽化ピークは雄よりも1～2時間遅い。

## (3) 交尾

時刻は特に定まらず、日中、晴天、無風状態の時に行われる。処女雌が雄を誘引する力は強く、羽化直後の雌を網室の中に放すと、数分のうちに野外の雄が集まってくる。しかし、雄は網室内に放されても直線的に雌の方へ向うのではなく、雌の居る付近の樹冠の囲りを飛びまわり、雌から10cmぐらい以内に近づくとその存在を知るらしく、近くの葉上にとまる。この時もすぐに雌の方には向わず、葉あるいは枝の上を無作為に歩き、2～3cmのところ近づいて初めて雌の存在を確認する。

雌を求めている雄は、雌の遠近にかかわらず、歩行中も激しく翅を振動させているが、雌に接近するとさらに激しく動かし、雌が翅を半開きにすると交尾が成立し、交尾中は翅を静止する。交尾の直前には、1対の囲りに10数匹の雄が群がることもあるが、数分で飛び去ってしまう。

## (4) 性比

自然発生の幼虫あるいは繭を飼育して得られた成虫の性比を調査した。結果は、表-2に示したように雌雄どちらが多いという傾向はなく、年・時期によって大きく異なっていた。

また、後述する(表-11)ように交尾後の雌に産卵させて人為的に飼育した場合には雌率が0.5以下の場合が多かった。

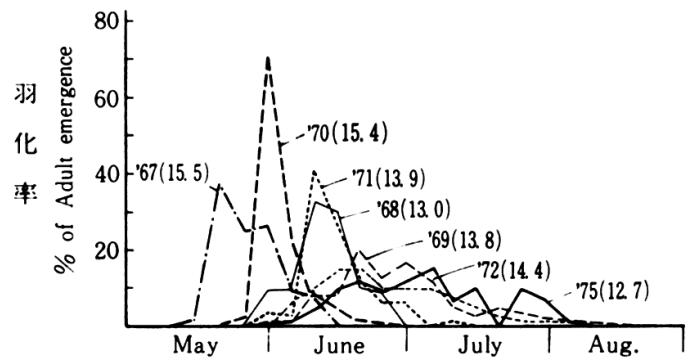


図-2 越冬した繭からの成虫の羽化

Fig. 2. Sequence of the adult emergence from the overwintering cocoons

注) カッコ内は5月の平均気温

Note) Average temperature in May in brackets

表-2 野外採集繭から羽化した成虫の性比

Table 2. Sex-ratio of the adults which emerged from field collected cocoons

年 Year	越冬世代 Overwintering generation			第1世代 1st generation		
	♂	♀	$\frac{♀}{♂+♀}$	♂	♀	$\frac{♀}{♂+♀}$
1967	238	263	0.53	143	158	0.52
1968	147	85	0.37	87	236	0.73
1969	72	88	0.52			
1970	346	661	0.66			
1971	183	103	0.35	237	218	0.48
1972	105	66	0.39	238	31	0.12
1974	77	71	0.47			

(5) 蔵卵数

自然発生地で採集した繭から羽化した雌を、1~3日後に解剖して卵巣中の成熟卵の数を調べたところ、表-3に示したように年によって著しい差が認められた。大発生した1966年の秋に作られた繭から1967年6月に羽化した雌は、小型の個体が含まれていたためか、蔵卵数は少なく、最も多かった1970年6月の57.9%であった。その後蔵卵数は徐々に増え、1970年には97.0個になった。以上のことから、良好な条件で生育した場合の本種の蔵卵数は、約100個と推定される。

表-3 雌当りの卵巣中の成熟卵数

Table 3. Number of the mature-eggs in ovaries per fresh female

調査時期 Date of examination	供試雌数 No. of females	雌当りの卵数 No. of eggs per female	
		平均 Mean	範囲 Range
June 1967	27	56.2	12 - 84
Aug. 1967	17	65.4	53 - 81
Aug. 1968	10	71.6	52 - 95
June 1969	19	79.0	62 - 95
June 1970	12	97.0	73 - 117

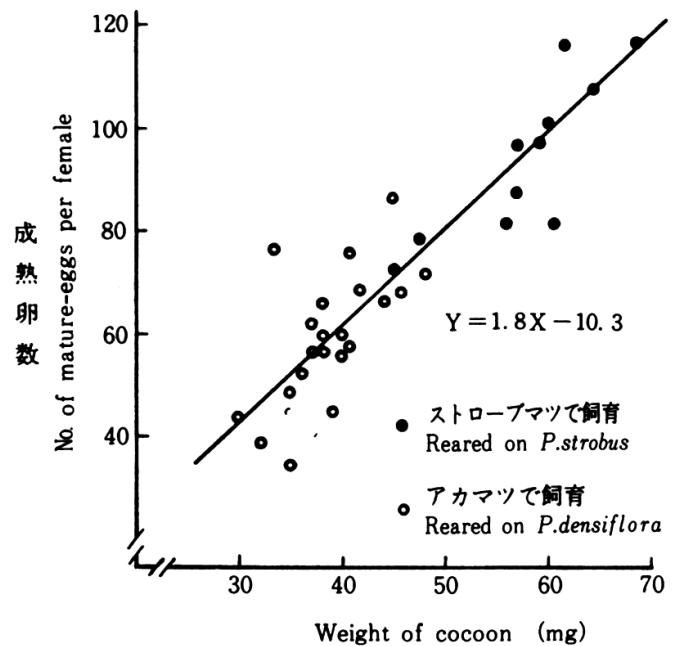


図-3 繭重と蔵卵数との関係

Fig. 3. Correlation between the cocoon weight and the number of mature-eggs per female

台湾での調査例 (YIEら 1966a) では58.4箇となっており、これは本調査で最も少なかった1967年6月と同じである。また、後述するように、食草として好適ではないアカマツで飼育した場合の57.9箇とほぼ一致した。

1970年6月の成虫と、前年にアカマツで飼育した繭から羽化した雌について、蔵卵数 (Y) と繭の重量 (X) との関係を調べたところ、図-3に示したように、 $Y=1.8X-10.3$ の関係式が得られた。

#### (6) 産 卵

雌は、交尾の有無にかかわらず、羽化当日から産卵を開始する。近接した針葉に次々と産み付けるので、卵は同一枝上の針葉に集中していることが多いが、通常は1本の針葉に1個だけが産まれ、自然状態あるいは網室の中でも、1本の針葉に2箇以上の卵が産まれた例は少なかった。この現象は、アカマツおよびカラマツへの産卵の場合でも同様であった。卵は、針葉の葉肉内に埋め込まれる。

越冬した繭から羽化した雌は主として前年葉に産卵するが、当年葉が2cm位に伸長するとこれにも良く産卵する。当年葉が十分に伸長した8月の調査結果では、表-4に示したように合計では前年葉に多かったが、個体別に見ると当年葉と前年葉のどちらかに偏った産卵をしており、定の傾向は認められなかった。

容量500ccの塩化ビニールの容器に、ストロブマツの葉とともに、当日羽化した交尾後の雌を1匹ずつ入れ、産卵の経過を調査した。

表-5のように、気温の最も高い7月下旬から8月上旬では5日以内に終了したが、やや気温の低い7月上旬では終了までに9日間を要した。どの時期でも羽化2日後までに50%以上が産卵された。供試虫を死亡後に解剖して体内に残った成熟卵の数を調べたところ、各時期ともに極めて少なく、蔵卵数の1%以下であった。なお、雌の生存日数は、表-6のように産卵期間とほぼ一致しており、産卵の終了とともに死亡するものと考えられた。

このように、好適な食草がある場合には、生存期間中に水以外の餌を与えなくても大部分の卵を産み付けることから、本種は羽化後

表-4 第1世代雌による産卵数  
(1968年8月)

Table 4. Number of the eggs deposited by individual of the 1st generation (Aug. 1968)

個 体 Individual No	産 卵 数 No. of eggs deposited (%)		計 Total
	当年葉 Current year needles	前年葉 One-year- old needles	
1	19 (27.1)	51 (72.9)	70
2	15 (23.8)	48 (76.2)	63
3	43 (74.1)	15 (25.9)	58
4	12 (14.1)	73 (85.9)	85
5	0 (0.0)	89(100.0)	89
6	19 (26.4)	53 (73.6)	72
7	20 (29.9)	47 (70.1)	67
8	54 (76.1)	17 (23.9)	71
9	25 (45.5)	30 (54.5)	55
10	71 (88.8)	9 (11.2)	80
計 Total	278 (39.2)	432 (60.8)	710



特に餌を摂取する必要はないと考えられる。後述するようにカラマツの場合には多くの卵を体内に残したまま死亡することが多いこと、および本種の雌に砂糖水を与えれば生存期間が長くなるという報告があり(YIEら 1966a)、これらのことから、産卵に好適な食草がない状態では、成虫が餌を摂取することによって産卵率が高くなる可能性も考えられる。

表-5 羽化後の産卵経過

Table 5. Sequence of the oviposition after adult emergence

羽化日 Date of emergence	供試雌数 No. of females examined	産卵数 No. of eggs deposited										計 Total
		供試雌の羽化後の日数 Days after emergence of mother adults										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
July 7, 1969	9	365	90	104	(46)		(22)		(5)		0	632
July 20, 1967	5	91	73	(18)		0	0	0	0	0	0	182
Aug. 9, 1968	10	517	96	(99)		4	0	0	0	0	0	716

注) カッコ内は2日間の合計値  
Note) Number of eggs for two days in brackets

表-6 成虫の生存日数および卵巢中の残卵数

Table 6. Longevity of adults and numbers of eggs deposited and preserved in ovary

羽化日 Date of emergence	供試雌数 No. of females examined	生存日数 (日) Longevity (days)		雌当りの卵数 No. of eggs per female			
				産下卵数 Deposited		残卵数 Preserved in ovary	
		平均 Mean	範囲 Range	平均 Mean	範囲 Range	平均 Mean	範囲 Range
July 7, 1967	9	7.9	4-9	70.2	55-89	0.6	0-3
July 20, 1969	15	3.6	1-5	36.4	23-77		
Aug. 7, 1968	10	5.0	3-6	71.6	52-95	0.7	0-5

注) 供試雌死亡後に調査  
Note) Numbers of the eggs were counted after the females died

### (7) 孵 化

野外のストロブマツの枝に被せた寒冷紗袋に、当日羽化・交尾した雌を1匹ずつ放して産卵させ、5~10日後に飼育室内に移して孵化数を調査した。結果を表-7に示した。雌を放してから孵化が始まるまでの日数は、7月上旬で11日、最も気温が高い7月下旬で8日で、以後徐々に長くなって8月中旬では11日となった。いずれの時期でも、孵化開始後2日目には50%以上が孵化した。孵化の経過が前述した産卵経過(図-5)と一致していること、雌は羽化した当日に交

尾して産卵を開始することから、表-7の孵化開始日がそれぞれの時期の卵期間と考えられる。

なお、卵が、寒冷紗袋あるいは飼育室内で天敵から保護されていれば、孵化率は極めて高く100%近くに達した。同様のことが台湾で報告されている (YIEら 1966 a)。

表-7 孵化の経過

Table 7. Number of larvae hatched in relation to the days after emergence of mother adults

羽化日 Date of emergence	供試雌数 No. of females used	孵化幼虫数 No. of larvae hatched											計 Total
		供試雌の羽化後の日数 Days after emergence of mother adults											
		1-7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
June 15, 1968	4	0	0	0	0	0	89	86	25	7	5	1	213
July 7, 1969	7	0	0	0	0	236	151	(14)	3	1	0	0	405
July 26, 1967	6	0	121	189	25	12	0	0	0	0	0	0	347
July 31, 1968	3	0	26	156	17	4	0	0	0	0	0	0	203
Aug. 6, 1968	4	0	(101)	(74)	(6)	0	0	0	0	0	0	0	181
Aug. 12, 1968	2	0	0	73	48	28	2	0	0	0	0	0	151
Aug. 14, 1968	4	0	0	0	124	(84)	2	0	0	0	0	0	228

注) カッコ内は2日間の合計値

Note) Number of larvae for two days in brackets

#### (8) 幼虫の習性

孵化直後の幼虫は、針葉の片面をわずかに摂食するが、このような針葉はその傷口から脱水されて枯死する。マツノキハバチの若齢幼虫による被害のように中軸だけが糸状に残ることはない。幼虫は群集していることが多いが、幼虫自体には同一葉上で体を接する性質はなく、孵化直後から1匹ずつで摂食を始め、終齢まで単独で行動する。また、自然状態で群から離れている場合でも、1匹ずつ離して飼育した場合でも正常に発育する。奄美大島産のものを飼育した場合も同様であった。また、YIEら (1966 b) も、個体飼育をしても正常に餌食することを報告している。これらのことから、本種の幼虫は、本来孤独性であるが、卵が近接した針葉に集中的に産み付けられるので、群集していることが多いものと考えられる。

一方、多くの報告 (YIEら 1966 a、加藤 1958、山口 1977) には、本種は群集性であり、若齢時には数匹が同一の葉をとり囲んで摂食し、中肋を糸状に残すと記されており、新島 (1923) はマツノキハバチよりもその性質が強いと述べている。筆者は、ほぼ10年間にわたってストロブマツの他にアカマツおよびカラマツで飼育実験を続けたが、そのような例は全く観察されなかった。本種は、地域によって習性が異なっていることも考えられる。

なお、幼虫の動作は鈍く、天敵あるいは人為的に刺激を与えても、頭部を緩慢に持ち上げて口からヤニ状のものを吐き出すだけで、マツノキハバチのように頭と尾部を激しく振ることはない。

(9) 幼虫の齢期および期間

1968年7月下旬に羽化した成虫に、交尾後に産卵させ、これから孵化した幼虫を親別に10匹ずつ個体飼育して発育経過を調査し、結果を表-8に示した。

表-8 各幼虫齢の所要日数 (1968年 第1世代)  
Table 8. Duration of larval instars (1st generation, 1968)

供試幼虫の親 Mother adults of the larvae	供試幼虫数 No. of larvae examined	羽化数 No. of adults emergence	所要日数 Duration (Days)					計 Total
			幼虫の齢 Larval instar					
			1st	2nd	3rd	4th	5th	
A	10	{ 2 8	7.0 5.1	4.0 4.6	5.5 5.1	5.5 8.3	6.0	28.0 23.1
B	10	6	4.8	4.2	4.5	8.7		22.2
C	10	9	5.4	5.7	4.7	8.9		24.7
D	10	5	5.8	4.4	4.2	8.0		22.4
E	10	8	5.4	5.3	5.0	8.9		24.6
4 齢経過虫 Mean for larvae passing through 4 instars	♂ ♀ 平均 Mean	25 11 36	5.5 5.2 5.3	4.8 5.2 4.8	4.9 5.0 4.7	8.0 9.8 8.6		23.2 25.2 23.4

大部分の幼虫は4齢経過後に営繭したが、供試雌Aの幼虫のうち2匹が5齢経過後に営繭し、これからは雄1匹と雌1匹が羽化した。

幼虫期間は、4齢経過のものが平均で23.4日、5齢経過では28.0日であった。4齢経過のもので比較すると、雌が雄よりほぼ2日長い、これは4齢で雌の方が1.8日長いことである。この結果は、台湾での調査結果 (YIEら 1966a) と同じであった。

なお、幼虫期間は時期によって異なり、気温の低い5月あるいは9月に産卵されたものはこれよりも10日程長くなる。さらに後述するように、アカマツを餌にした場合にも幼虫期が長くなる。

(10) 営繭

営繭場所は時期によって異なり、7~8月には大部分の繭は樹上の針葉の間に作られ、これからは年内に成虫が羽化した。9~10月には総て林床の落枝葉あるいは草の間に営繭し、前蛹態で越冬し、翌春になって蛹化・羽化した。繭は土の中に作られることはない。

越冬世代の繭の大きさと重さを測定し、正常に羽化した個体について雌雄別に比較した。表-

表-9 越冬世代の繭の大きさおよび重さ

Table 9. Size and weight of the overwintering cocoons

年 Year	調査繭数 No. of cocoons examined		長さ Length (mm)		巾 Width (mm)		重さ Weight (mg)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1969	11	13	7.9	8.5	3.4	3.8		
1970	51	106	7.7	8.7	3.6	4.1	35.9	54.3
1971	42	35	7.5	8.2	3.3	3.7	33.4	46.5
1972	7	12	7.5	8.2	3.3	3.6	32.1	43.8
1974	77	71	7.1	7.6	3.2	3.5	29.9	37.0
計 Total	188	217	7.5	8.2	3.4	3.7	32.8	45.4

9に示したように年によって異なっているが、総平均で雌の長径8.2mm、短径3.7mm、重さ45.4mgに対して、雄はそれぞれ7.5mm、3.4mm、32.8mgで、雄が小さかった。しかし、個体差あるいは年による差が大きく、雌雄で重なる部分があるので、繭で雌雄を判別することは難しい。

(1) 繭 期 間

営繭した年に羽化する場合の繭の期間は、13~16日間で、時期によって差が認められ、個体差も大きかった。

1968年8月10日に自然発生している幼虫を採集し、飼育室内で営繭と羽化の経過を調査した。図-4に示したように、成虫は雌雄ともに営繭日から10~15日後に羽化した。雌では20日以上も遅れるものがあった。性比は、初期に営繭したものに比較して遅く営繭した繭で雌の率が高かった。

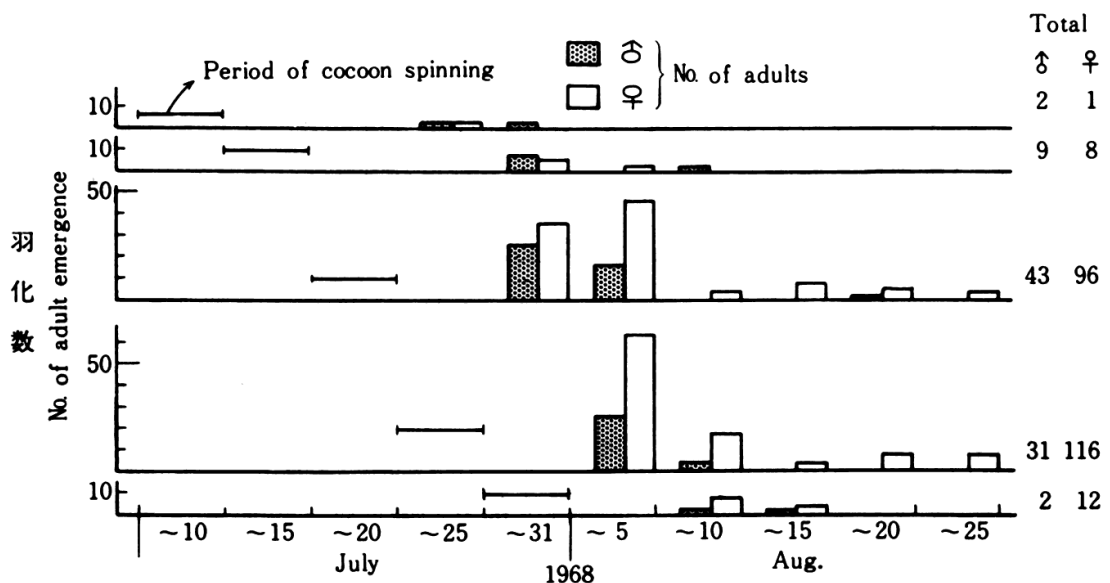


図-4 営繭時期別の羽化経過 (1968年 第1世代)

Fig. 4. Sequence of the adult emergence from the cocoons spun in different periods (1st generation 1968)

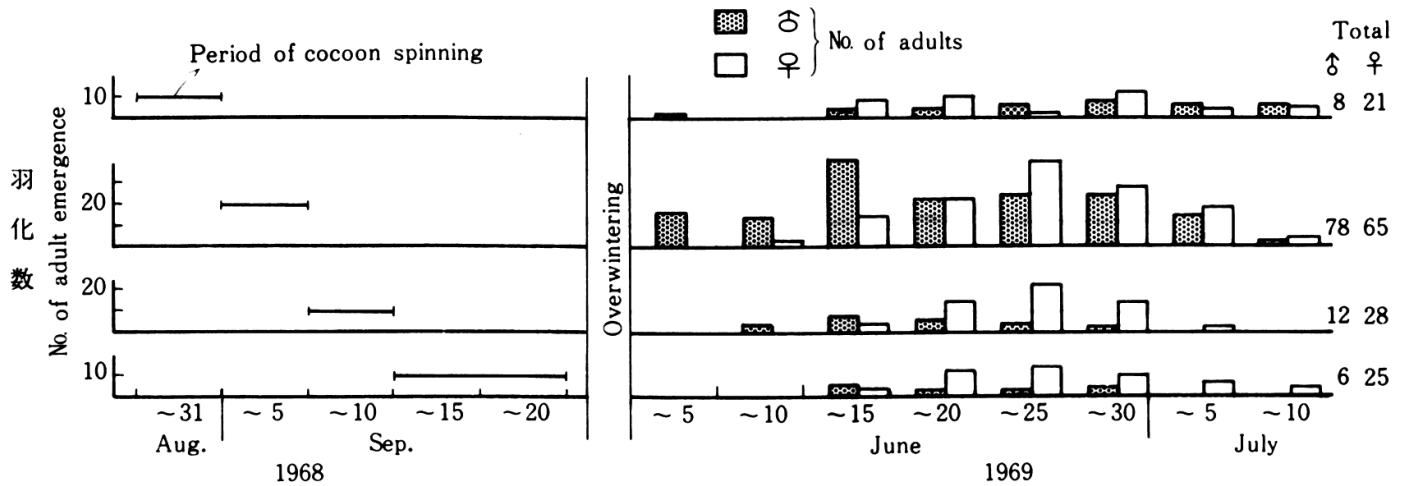


図-5 営繭時期別の羽化経過 (1968年 越冬世代)

Fig.5. Sequence of the adult emergence from the cocoons spun in different periods (Overwintering generation 1968)

また、同年8月26日に同じ場所から幼虫を採集し、営繭と越冬後の羽化の経過を調査したところ、図-5のように営繭日によって羽化の時期に差は認められなかったが、年内羽化の場合と同様営繭日が遅くなるに従って雌の比率が高くなった。

#### 4 時期別の営繭と羽化の経過

##### (1) 産卵時期別の営繭と羽化の経過

1967年の5月から8月にかけて、野外で産卵させた卵から孵化した幼虫をそのまま野外に放置し、老熟あるいは営繭後に飼育室に移して営繭と羽化の経過を調査した。

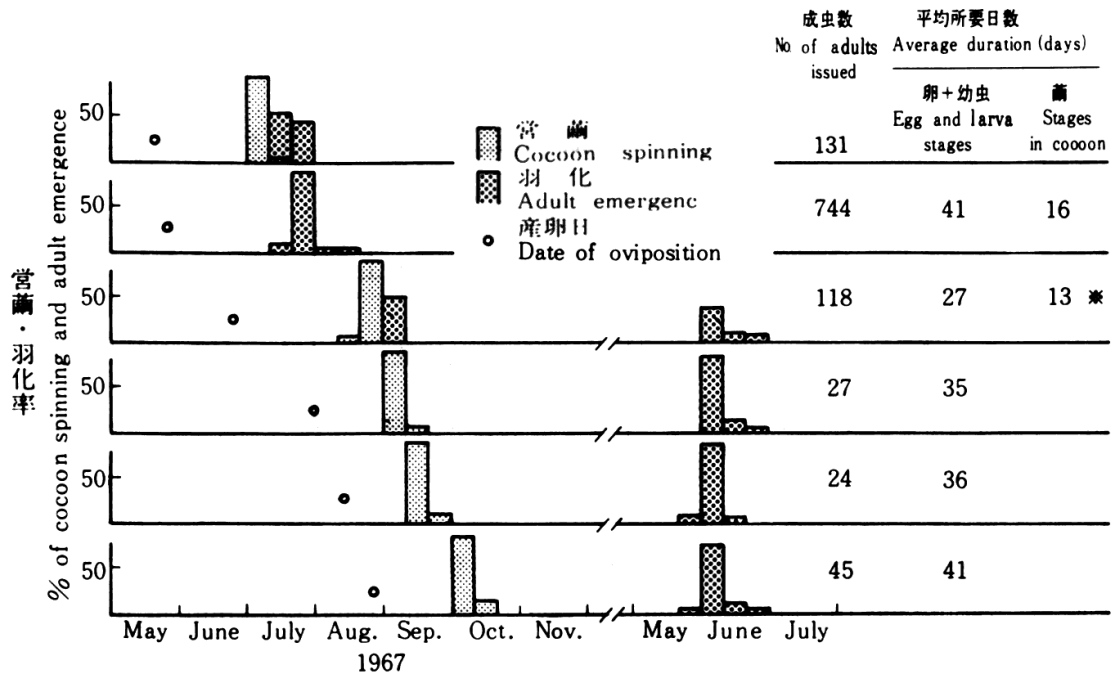
図-6に示したように、5月と6月に産卵されたものは総て年内に羽化し、8月産卵では各時期ともに羽化は翌年であった。一方、7月産卵では一部が年内に、他は翌年に羽化し、この結果は次に述べる野外採集虫の発育経過とほぼ一致した。

また、産卵から営繭までの期間は、5月産卵で41日間、7月が27日間と短かく、8月27日の産卵では41日と長くなった。営繭から羽化までの期間は5月産卵で16日間であったが、7月産卵では13日間であった。

##### (2) 時期別に野外採集した幼虫と繭の営繭と羽化の経過

1966と1967年に、野外から時期別に採集した幼虫と繭を、飼育室内で飼育し、その後の営繭と羽化の経過を調査し、結果を図-7に示した。

各年ともに7月までに採集した幼虫は、総て年内に羽化し、同時期に繭で採集したのも年内に羽化した。9月以後に採集した幼虫は年内に営繭し、同時期に採集した繭とともに翌春に羽化した。これらに対して8月に採集した繭は、1967年には年内に羽化するものと翌春に羽化するも



\* 年内に羽化した繭について計算した  
 Calculated for cocoons from which adults emerged within the year

図-6 産卵時期別の営繭と羽化の経過

Fig.6. Sequence of the cocoon spinning and the adult emergence of *Nesodiprion japonica* which were derived from the eggs deposited in different periods

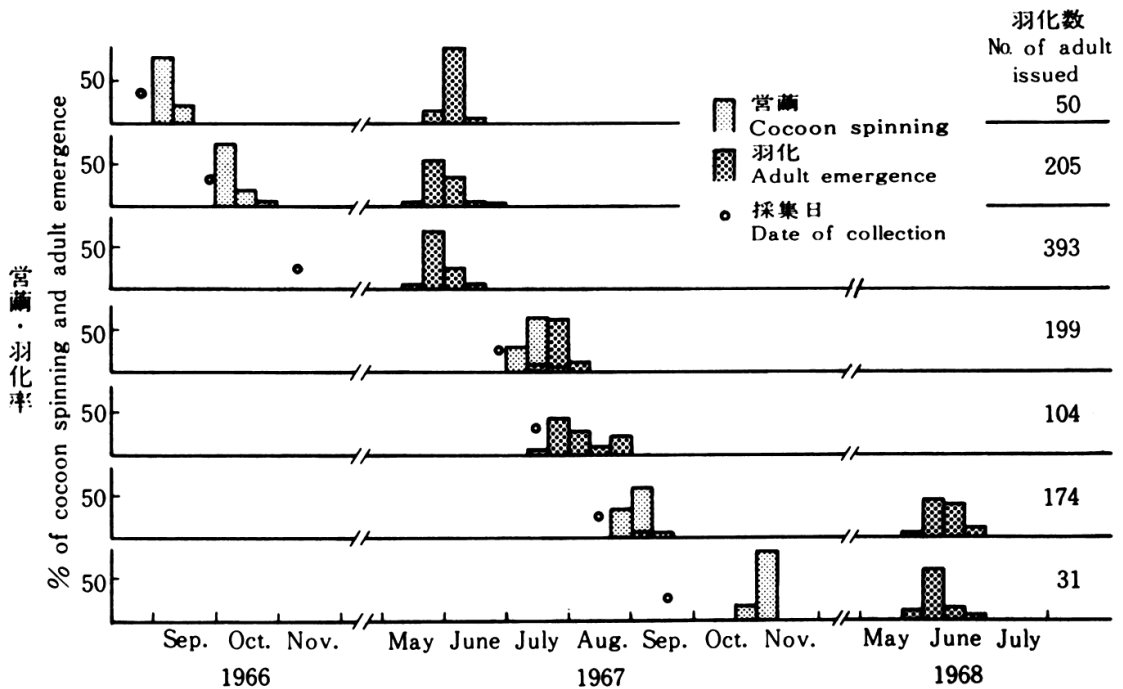


図-7 時期別に採集した幼虫と繭の営繭と羽化の経過

Fig.7. Sequence of the cocoon spinning and the adult emergence of *Nesodiprion japonica* which were collected in the field in different periods

のとに分れ、1968年と1971年には総て翌年に羽化した。いずれの年も羽化は9月上旬で終り、それ以後は観察されなかった。

## 5 考 察

### (1) 世代ごとの経過・習性

各ステージの習性と時期別の发育経過から、ストロブマツを食草とした場合の滝沢村におけるマツノミドリハバチの生活環および習性は図-8に示したようになると推定される。以下に、世代を追って述べる。

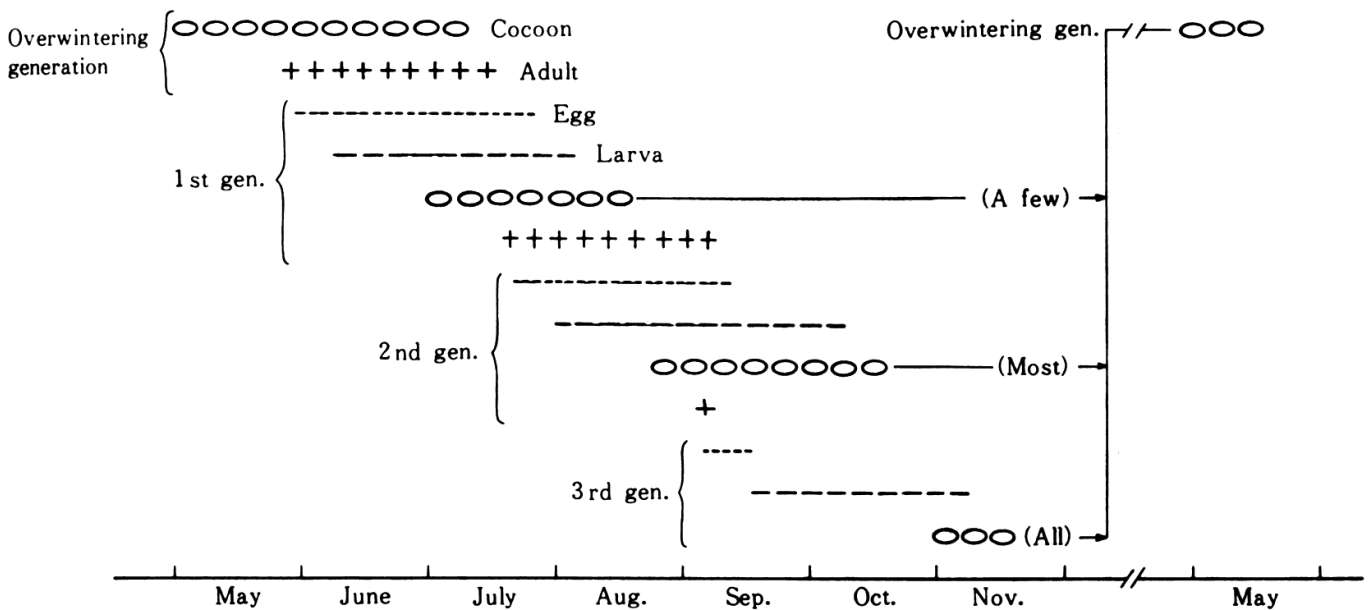


図-8 ストロブマツでのマツノミドリハバチの生活環

Fig.8. Seasonal life-cycle of *Nesodiprion japonica* on *Pinus strobus*

### (越冬世代)

繭の中で越冬した前蛹は、春に蛹化・羽化し、第1回目の成虫として出現する。羽化時期は、6月を中心にほぼ1.5箇月におよぶが、その年の春の気温によって1~2週間の差が生ずる。雌成虫は羽化後約10日以内に、主として前年葉に産卵する。

### (第1世代)

これらの卵から、ほぼ10日後に幼虫が孵化し、幼虫は1本の針葉を1匹ずつが摂食しながら成長し、大部分は4齢を経過後、樹上の針葉の間に営繭する。幼虫期間は5月に産卵されたもので約30日であるが、気温が高くなる7月に産卵されたものでは23日と短くなる。繭の期間は13~16日間で、成虫は7月中旬から9月上旬に羽化するが、7月上旬は越冬世代の羽化期の終期と、また9月上旬は第3世代の羽化期と重複する。雌成虫は羽化してから5日以内に当年葉と前年葉に

産卵する。なお、極めて少数ではあるが、この世代の一部は、前蛹のまま繭内で翌春まで休眠越冬する。

#### (第2世代)

この世代の卵期間は、7月下旬産卵されたもので8日間であるが時期が遅れるに従って長くなる。幼虫期間も時期によって異なり、23~30日間である。幼虫は当年葉、前年葉ともに摂食し、成熟すると林床に降りて落枝葉や草の間で営繭し、大部分は繭内で前蛹となり翌春まで休眠越冬する。しかし、早期に営繭したものは年内に蛹化し、9月上旬には羽化して産卵する。

#### (第3世代)

第2世代の雌成虫によって産卵された卵は、正常に孵化・成長し、10月下旬、時には11月上旬に林床で営繭し、越冬する。この世代の出現率はその年の気象条件によって異なる。

#### (2) 発生回数

当地方における本種の発生は通常2回で、羽化期のピークは6月と8月であるが、互に重複し、9月上旬にはわずかではあるが3化目が出現する。さらに極めて少数ではあるが1化目の場合もある。従って越冬世代には、これら3世代の繭が混っているが、翌春の羽化時期は世代による差がない。

本種の発生回数については、台湾で3回(水戸野 1936)の報告があったが、5回の可能性があることが明らかにされた(Yieら 1966a)。国内では、九州で2回(日高 1932) 東京で3回(矢野 1920)、群馬で2回(加辺 1956)の報告がある。奥谷(1965)は、関東以北で通常2回、近畿・中国で3回、沖縄・台湾で4~5回としている。

一方、当地方では、前述したように一部3回発生することが明らかになったが、これは食草が外来種であるストローブマツの場合である。北海道でもストローブマツに発生したものが2回発生することが報告されている(余語 1965、山口 1977)。

食草の項で述べるように、ストローブマツは、日本在来のアカマツやカラマツに比較して、マツノミドリハバチの食草として極めて好適である。

このような外来樹種を食草とした場合の実験・観察の結果をもって、その地方の発生回数とすることにはやや疑問が持たれる。岩手県における在来種であるアカマツで飼育した場合には、幼虫期間が長くなり、年によっては1年に1化する割合が高くなる。以上のことから、当地方におけるマツノミドリハバチの発生回数は、通常は2回であり、ストローブマツのような好適な食草があれば3回発生することもあると考えられる。



## IV 食 餌 選 択

### 1. 調査方法

岩手県において、マツノミドリハバチは、日本在来種であるアカマツやカラマツよりも外来種であるストロブマツで発生が多い。このような現象が起る原因を明らかにするため、これら3樹種を用いて、産卵から羽化までの各ステージにおける比較実験を行った。

調査した場所、飼育室および網室は、生活史と習性の調査に用いたものと同じである。ストロブマツは見本林、カラマツとアカマツは近くに植栽されている樹高2~3mのものを用いた。

供試したマツノミドリハバチは、滝沢地内のストロブマツに自然発生した幼虫と繭を飼育室内で羽化させ、同日、網室内に放して交尾を確認した雌を用いた。飼育の方法は、生活史と習性の調査と同じ方法で行った。

### 2 産 卵

実験方法は、3樹種の葉付きの小枝を、1樹種ずつ単独および3樹種を同時にカップに入れ、これに供試雌を1匹づつ入れて産卵数を調査した。各処理にこのようなカップを10個用い、毎日新鮮な小枝に取り替えながら供試虫が死亡するまで飼育した。とくに餌は与えなかったが、カップ内には常に水滴が付着していた。このような実験を1968~1969年に3回実施した。

3樹種を同時に与えた場合には、図-9に示したようにストロブマツに最も多く産卵し、アカマツにはやや少なく、カラマツには極めて少なかった。

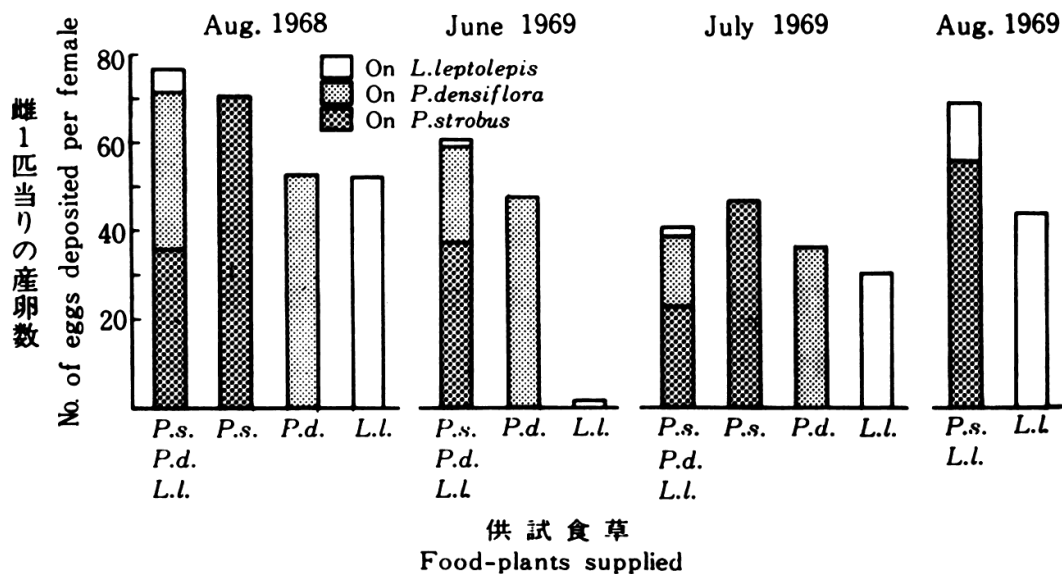


図-9 異なる食草への産卵数

Fig.9. Number of the eggs deposited on different food-plants

表-10 カラマツを与えられた場合の異常産卵の起る程度

Table 10. Frequency of the "abnormal" oviposition when *Larix leptolepis* was supplied

供試日 Date	供試雌数 No. of females examined	正常産卵数 No. of eggs deposited normally	異常産卵数 No. of eggs deposited abnormally %	計 Total
Aug. 1968	10	514	163 28.2	577
June 1969	10	10	0 0.0	10
July 1969	10	627	6 9.6	633
Aug. 1969	10	352	94 21.1	446

注) 異常産卵: 卵が葉肉内に埋め込まれない(図版B参照)

Note) "Abnormal" oviposition designates that eggs are exposed out of the needles (See plate B)

各樹種を単独で与えた場合にもストロームマツで最も多く、アカマツではやや少なかった。これに対しカラマツでは、他の2種と同じぐらい産卵される場合もあったが、巻末図版に示したように卵が葉肉の中に埋め込まれず針葉の外部に露出したままの異常産卵が混っていた(表-10)。このような異常な産卵は、カラマツのみが植栽されている広い網室の中でも見られたが、卵は乾燥・脱落して、幼虫が孵化することはなかった。

また、同じ網室の中で、葉肉内に正常に産卵された場合でも、産卵された針葉が乾燥して卵が死亡する例が見られた。このような現象は、晴天が続いて乾燥した気候の時に多く観察され、カラマツを餌にした場合の死亡原因として、重要なものとなっていると推定された。

以上のことから次のことが考えられる。マツノミドリハバチは、産卵の対象としてストロームマツを最も好み、表-6で示したように成熟卵の大部分を産卵する。アカマツへの産卵はストロームマツよりやや少ないが、産卵対象としては好適である。カラマツは産卵が忌避されており、他に良い産卵対象がなければ産卵するが、異常産卵あるいは産卵葉の乾燥などが起り、産卵対象としては明らかに好適な樹種ではない。

### 3 卵期間

1968年6月と7月に野外で産卵させ、5~7日後に回収して実験室内で孵化の経過を調査した。

結果は、図-10に示したように、6月では12日目、7月では8日目から孵化が始まり、3樹種ともに同じ経過を示し、樹種による違いはなかった。

### 4 幼虫および繭期間

1967年と1969年に、野外で産卵させ、これから孵化した幼虫を、終齢近くなった時に回収して

飼育室の中で飼育を続け、営繭と羽化の経過を調査した。図-11に示したように、雌を放してから営繭までの期間は、ストロブマツに比べてアカマツとカラマツが長く、とくにアカマツではストロブマツよりも6～8日間長かった。一方、営繭から羽化までの期間には樹種による差は認められなかった。

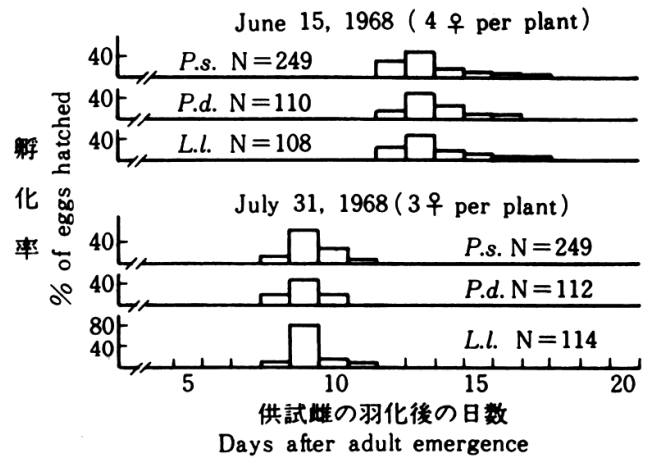


図-10 異なる食草における孵化の経過  
Fig. 10. Sequence of the egg hatching on different food-plants

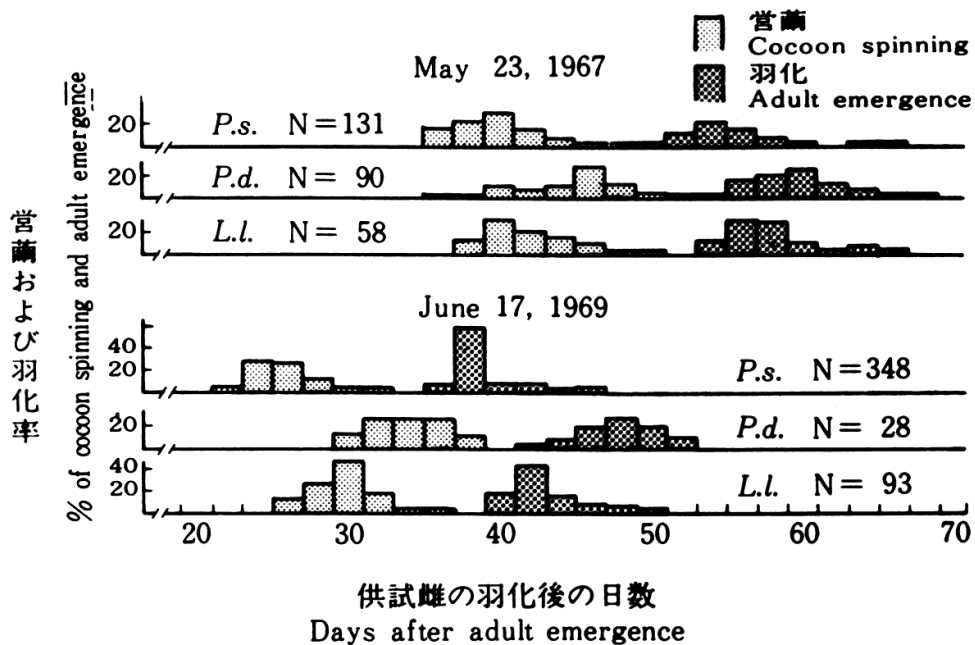


図-11 異なる食草における営繭および羽化の経過  
Fig. 11. Sequence of the cocoon spinning and the adult emergence on different food-plants.

## 5 営繭および羽化

1968年から1971年にかけて6回にわたって樹種による営繭数と羽化数、性比、および1年1化になる率の違いを調査した。

方法は、野外に生育する3樹種の枝に寒冷紗の袋を被せ、この中に交尾後の雌を1匹ずつ放して産卵させ、孵化した幼虫をそのまま野外で飼育し、営繭後に室内に移して観察を続けた。3樹種とも各時期10回の繰り返しをした。

表-11 異なる食草で飼育した場合に生じた繭数、成虫数および性比

Table 11. Effect of food-plants as indicated by the number of cocoons and adults issued and the sex-ratio of the adults

営繭時期 Date of cocoon spinning	食 草 Food-plants								
	<i>P. strobus</i>			<i>P. densiflora</i>			<i>L. leptolepis</i>		
	繭 数 Mean no. of cocoons	成虫数 Mean no. of adults	性比 ♀ ♂+♀	繭 数 Mean no. of cocoons	成虫数 Mean no. of adults	性比 ♀ ♂+♀	繭 数 Mean no. of cocoons	成虫数 Mean no. of adults	性比 ♂ ♂+♀
Aug. 1968	71.8	69.9	0.32	10.6	8.4	0.38	10.0	10.0	0.49
June 1969	69.7	65.0	0.56	17.9	15.1	0.75	10.8	8.4	0.41
Aug. 1969	45.4	42.7	0.37	5.1	4.9	0.73	8.3	8.6	0.34
June 1970	65.8	60.9	0.44	17.7	16.3	0.68	23.1	15.6	0.48
Aug. 1970	47.3	44.8	0.40	23.7	21.3	0.49	12.3	11.7	0.42
June 1971	53.3	52.8	0.47	19.3	19.3	0.57	18.2	18.2	0.48
平均 Mean	58.9	56.0	0.43	15.7	14.2	0.60	13.8	12.4	0.43

注) 各実験に10匹の雌を供試した。

Note) 10 females were used for each treatment

営繭と羽化数の調査結果を表-11に示した。ストロブマツが常に最も高い値を示し、平均で1雌当り56.0匹が羽化した。これに対し、アカマツとカラマツはそれぞれ14.2匹と12.4匹で、ストロブマツのほぼ4分の1の羽化数であった。また、営繭数に対する羽化率は、樹種間に差はなく、時期を問わず90%以上と極めて高い率を示した。

性比は、表-11に示したようにストロブマツとカラマツがともに0.43で雄がやや多かったが、アカマツでは大部分の時期で雌が多く、平均でも0.60を示した。このように、アカマツとカラマツではほぼ同じ羽化数でありながら性比に違いが現れた原因として次のことが考えられる。すな

表-12 異なる食草で飼育した場合の第1世代繭の越冬率

Table 12. Percentage of the overwintering cocoons in the 1st generation

年 Year	食 草 Food-plants								
	<i>P. strobus</i>			<i>p. densiflora</i>			<i>L. leptolepis</i>		
	供試繭数 No. of cocoons examined	越冬繭数 No. of overwintering cocoons	(率) (%)	供試繭数 No. of cocoons examined	越冬繭数 No. of overwintering cocoons	(率) (%)	供試繭数 No. of cocoons examined	越冬繭数 No. of overwintering cocoons	(率) (%)
1968	699	0	(0.0)	84	5	(6.0)	100	3	(3.0)
1969	427	3	(0.7)	49	0	(0.0)	86	0	(0.0)
1970	448	6	(1.3)	213	78	(36.6)	117	8	(6.8)

わち、ストロブマツと同じ性比を示したカラマツでは、雌雄の死亡率が同じであったのに対して、アカマツでは雄になる幼虫の死亡が多かったために、羽化した成虫の雌の率が高くなったものであろう。

1年1化の率、すなわち越冬世代の雌が産み付けた卵から生じた幼虫が、営繭後羽化しないまま次の越冬世代になった率を、表-12に示した。各樹種ともに年によってこのような繭が生じ、ストロブマツとカラマツではいずれも10%以下と低い値であったが、1970年のアカマツで36.6%と高い値を示した。この原因は明らかにできなかったが、前述したように、アカマツで飼育した場合に幼虫期間が長くなることと関係しているものと推定される。

## 6 繭の大きさおよび蔵卵数

1969年秋に野外のストロブ林内で採集した繭と、アカマツで飼育した繭のうち、翌春正常に

表-13 2種の食草で飼育した場合の繭の大きさおよび重さ

Table13. Size and weight of the cocoons reared on two food-plants (1970)

区 分 Category	食 草 Food-plants				
	<i>P. strobus</i>		<i>P. densiflora</i>		
	♂	♀	♂	♀	
長 Length	さ (mm)	7.7	8.7	7.1	8.0
巾 Width	(mm)	3.6	4.1	3.3	3.7
重 Weight	さ (mg)	35.9	54.3	26.1	37.7
供 試 繭 数 No. of cocoons examined		51	106	90	85

表-14 2種の食草で飼育した場合の蔵卵数 (1969年)

Table14. Number of the mature-eggs per female reared on two food-plants (1969)

供 試 雌 数 No. of females examined	食 草 Food-plants				
	<i>P. strobus</i>		<i>P. densiflora</i>		
	卵 数 No. of eggs		卵 数 No. of eggs		
	平 均 Mean	範 囲 Range	平 均 Mean	範 囲 Range	
12	97.0	73 - 117	22	57.9	35 - 81

羽化した繭について長径と短径および重量を測定し、さらに雌を解剖して成熟卵の数を調査した。

表-13、14および図-3に示したように、アカマツで飼育したものの繭は小型で、ストロブマツのものに比較して、繭の重さは雌雄とも約70%、蔵卵数では約60%にすぎなかった。

### 7 幼虫の齢期

1968年6月28日に羽化・交尾した雌を野外で3樹種に産卵させ、孵化直後の幼虫を各樹種50匹ずつ飼育室内で個体飼育し、死亡と発育の経過を調査した。

死亡経過は、図-12のように、ストロブマツでは50匹のうち死亡したのは12匹のみで、38匹が成虫になった。アカマツでは1齢で大部分が死亡して、2齢になったのは10匹だけであったが、その後の死亡は少なく7匹が羽化した。カラマツでは1齢の死亡がやや多かったが、ストロブマツとほぼ同じ経過をたどって35匹が羽化した。

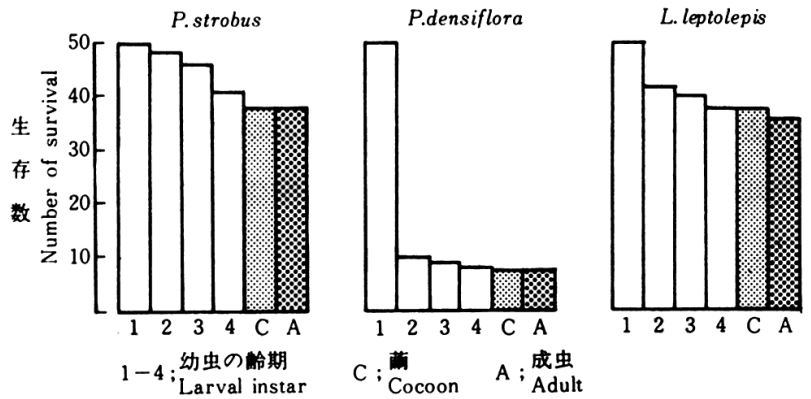
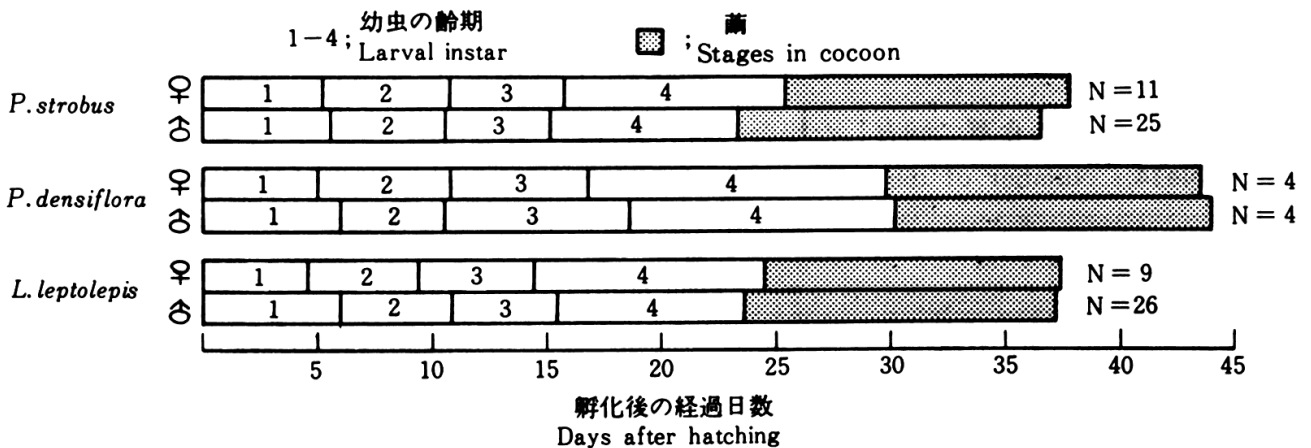


図-12 異なる食草における孵化後の生存数の経過 (1968年 第1世代)

Fig.12. Age-specific survival after the egg hatching on different food-plants (1st generation 1968)

各ステージの発育に要した日数を、4齢経過後に営繭・羽化したもののみを対象に、図-12に



注) 各食草ごとに50匹の孵化幼虫を供試した。

Note) 50 newly hatched larvae were examined for each food-plant

図-13 異なる食草における各幼虫齢期および繭期の所要日数 (1968年 第1世代)

Fig.13. Duration of larval instars and stages in cocoon on different food-plants (1st generation 1968)

示した。アカマツでは、2 齢まではストロブマツと同じ経過をたどったが、3・4 齢の期間が長くなり、幼虫期間の合計で、雄で8日雌で5日ストロブマツより長かった。カラマツではストロブマツとほとんど同じ傾向を示した。

また、繭の期間は、各樹種、雌雄とも13日前後で、差は認められなかった。

以上の結果から、孵化後の幼虫の食草として、カラマツはストロブマツと同程度に適しており、アカマツは若齢幼虫にとって好適な食草ではないことが明らかになった。

YIEら (1966a) は、台湾でマツ (種は明記されていない) に産卵された本種の卵が100%近く孵化するが、本実験のアカマツで見られたと同様に孵化直後に多くの幼虫が死亡することを報告している。

## 8 考 察

以上の実験結果から、ストロブマツ、アカマツおよびカラマツを餌にした場合のマツノミドリハバチの、産卵から羽化までの生存数の経過は、模式的に図-14のように表わすことができる。

ストロブマツは、産卵率、孵化率ともに100%近く、幼虫が孵化してから羽化までの間の死亡も極めて少ない。

アカマツは産卵・孵化はストロブマツよりやや少ない程度であるが、若齢幼虫の餌としては適さず、2 齢になる前に大部分が死亡する。

その後はあまり減少しないが、営繭の時期が

遅れるほか、1年1化の率が高くなる。さらに、繭は小型で次世代の雌の蔵卵数は少ない。

カラマツは、雌が産卵を忌避し、たとえ産卵しても異常産卵あるいは産卵された葉の乾燥脱落などによって、多くの卵が死亡する。しかし、幼虫の食草としてはストロブマツよりはやや劣るが、一旦孵化した幼虫は羽化まで正常に発育する。

このように、アカマツでは孵化直後、カラマツでは卵期間に激しい数の減少が起るのに対して、ストロブマツは産卵から羽化に至る総てのステージにおいて極めて良好な食草である。このことが、日本在来種であるアカマツやカラマツで被害が発生していない条件の所で、外来種であるストロブマツのみに壊滅的な被害が発生する原因であると推定される。

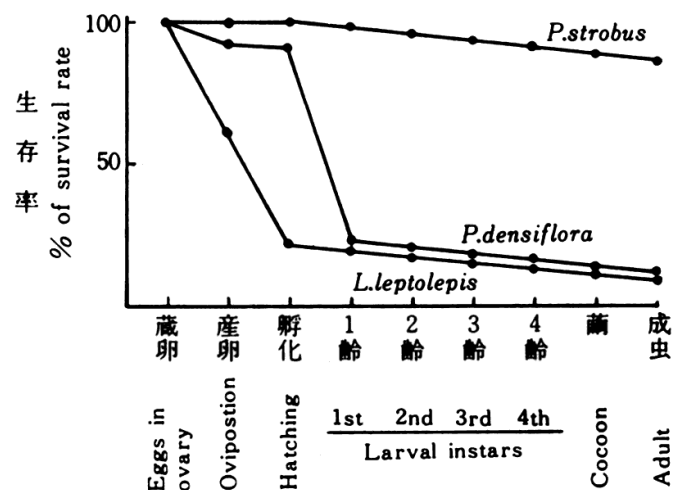


図-14 異なる食草で飼育したマツノミドリハバチの生産曲線

Fig.14. Schema of survivorship curves for *Nesodiprion japonica* reared on different food-plants

## V 天敵および大発生経過

### 1 調査場所および概況

場所は、岩手県滝沢村の岩手県林業試験場の見本林内のストロームマツ約0.1haである。1966年で樹齢6年生、樹高40~170cm平均100cm、1m×1mの間隔で植栽されており、まだ閉鎖には至らず枝がふれ合う程度である。地形は、西側に広がる平地から急に落ち込んだ東向きの小傾斜地で、土壌は火山灰土である。周囲は、コバノヤマハンノキ *Alnus tinctoria* var. *microphylla* NAKAI、シラカンバ *Betula Tausohii* Koidz、ハンテンボク *Liriodendron tulipifera* LINNÉ、ヨーロッパトウヒ *Picea Abies* KARSTの幼齢林があり、上部にはカラマツの並木、また100m程離れてアカマツの壮~幼齢林がある。標高は250m、年平均気温9.5℃である。

### 2 天敵

#### (1) 昆虫

1971年の7月から11月までの各時期に野外から繭を採集し、寄生性昆虫の寄生率を調査した結果、表-15に示したように、時期によっては70%以上の高い寄生率を示した。得られた寄生性昆虫の種類は、表-16のようにヒメバチ科10種、コバチ上科3種、セイボウモドキ科1種、ヤドリバエ科1種、計15種であった。なお、寄生性昆虫については、別に詳細に報告する予定である。

捕食性昆虫は、*Himacerus opterus* FABRICIUS (ハラヒロマキバサシガメ) 1種を確認した。

表-15 1971年に野外から採集した繭の天敵寄生率

Table 15. Parasitism in *Nesodiprion japonica* cocoons collected in the field (1971)

場所	採集日	採集繭数	ハバチ羽化数	天敵羽化数	死亡繭数
Location	Date of collection	No. of cocoons collected	No. of sawfly issued (%)	No. of parasite issued (%)	No. of dead cocoons (%)
樹上 On trees	July 7	233	172 (73.8)	41 (17.6)	20 (8.6)
	Aug. 5	306	190 (62.1)	57 (18.6)	59 (19.3)
	Aug. 15	176	93 (52.9)	46 (26.1)	37 (21.0)
	Aug. 28	111	0 (0.0)	43 (38.7)	68 (61.3)
林床 On forest floor	Sep. 13	322	37 (11.5)	243 (75.5)	42 (13.0)
	Sep. 20	288	41 (14.2)	164 (57.0)	83 (28.8)
	Sep. 25	219	33 (15.1)	164 (74.9)	22 (10.0)
	Oct. 18	214	16 (7.5)	98 (45.8)	100 (46.7)
	Nov. 10	425	42 (9.9)	241 (56.7)	142 (33.4)



表-16 野外採集したマツノミドリハバチの繭の寄生性昆虫

Table16. Parasitic insects reared from *Nesodiprion japonica* cocoons collected in the field

ICHNEUMONIDAE	
1	<i>Agrothereutes lanceolatus</i> WALKER
2	<i>Bathythrix kuwanae</i> VIEREK
3	<i>Coccygomimus nipponicus</i> UCHIDA
4	<i>Exenterus abruptorius</i> THUNBERG
5	<i>Exenterus adpersus</i> HARTIG
6	<i>Exenterus</i> sp.
7	<i>Gelis areater</i> PANZER*
8	<i>Itopectis alternans spectabilis</i> MATSUMURA
9	<i>Pleolophus sertiferae</i> UCHIDA
10	<i>Theroscopus pennulae</i> UCHIDA*
CHALCIDIDAE	
11	<i>Brachymeria secundaris</i> (BUSHKA)*
12	<i>Eupelmus</i> sp.*
13	<i>Monodontomerus calcaratus</i> KAMIJO*
CLEPTIDAE	
14	<i>Cleptes japonicus</i> TOSAWA
TACHINIDAE	
15	<i>Dorino inconspicua</i> (MEIGEN)
* 2次寄生蜂 Hyperparasite	

(2) 捕食性小哺乳類

マツノミドリハバチの越冬世代は、繭を林床に作るが、翌年に羽化するまでの間に大部分の繭が、表-17に示した小哺乳類、特にハタネズミを除いた4種によって捕食された。

小哺乳類による捕食はハバチ類の密度変動の重要な因子となっていると思われる。これら哺乳類の役割りについては既に報告している。(佐藤 1972、1973a)

(3) 流行病

1966年の大発生以来、被害が目立たなくなった1968年、さらには低密度で発生が続いた1971年までの間に、流行病は全く発生せず、高温・多湿の条件下で

表-17 マツノミドリハバチの繭の捕食性小哺乳類目録

Table17. A list of predacious small mammal of *Nesodiprion japonica* cocoons

SORICIDAE	
1	<i>Crocidura dsinezumi</i> TEMMINCK
TALPIDAE	
2	<i>Urotrichus talpoides</i> TEMMINCK
MURIDAE	
3	<i>Apodemus argenteus</i> TEMMINCK
4	<i>Apodemus speciosus</i> TEMMINCK
5	<i>Microtus montebelli</i> MILNE-EDWARDS

あっても飼育は極めて容易であった。しかし1972年に流行病が発生し、野外、室内ともに汚染され、野外採集も飼育も不可能になった。以上のように、この病気は、マツノミドリハバチの密度変動に極めて大きな影響を持っている。

種名が未だ同定されていないが、発病の症状を以下に述べる（図版C-F）。本病は、孵化直後から老熟までの幼虫に見られたが、他のステージでの発病は調べていない。罹病虫は、中腸部が白く肥大し、これが外部から観察できる。この段階では、幼虫は正常に近く活動しているが、間もなく摂食を中止する。次に、白化した部分が次第に大きくなり、白い糞を出し、やがて尾端も白くなり、不整形の糞が肛門に付着し、幼虫は歩行を中止する。ほとんどの罹病虫は頭を上部に向けて、マツの針葉上に固着された形になっているが、しばらくはそのまま生きている。2～3日で幼虫は死亡し、体全体が縮んでくるが、白化した部分は相対的に膨らむ形になる。外見上罹病が確認されてからこの状態になるまでに7～10日間を要する。死亡虫の皮膚は破れることなく、そのまま乾燥、萎縮し、飴色から濃褐色になり、体長は老熟幼虫でも5mm位まで縮少する。死体は針葉に粘着して完全に乾燥するまで脱落することはない。

酵母菌の1種が、これらの病死体から分離されているが、これが本流行病の病原であるかどうかは確認していない。

### 3 マツノミドリハバチの発生から終息までの経過

発生は1966年9月1日に発見され、おびただしい数のマツノミドリハバチが加害中で、樹上の葉の間に多くの羽化済みの繭がみつかったことから、同年の春から発生していたと考えられた。この時の木1本当たりの幼虫数は100匹以上であった。10月2日には大部分の幼虫が営繭を終り、地床に多数の繭があった。樹上では、残って食害中の幼虫に混って少数のマツカレハ *Dendrolimus spectabilis* BUTLERの幼虫が認められた。

11月上旬に繭の調査を行ったところ、10月には多数みつかった繭が、発見するのが困難なほど減少していた。林床に小動物の通路が多かったことから、繭はこの小動物によって捕食されたものと考えられた。

1967年3月には、林内に枯死木が現われ、4～5月にはマツキボシゾウムシ *Pissodes nitidus* ROELOFSの産卵が観察された。6月になると、衰弱木でマツキボシゾウムシの幼虫が発育し、新葉を伸ばしてから枯死する木が増加した。また、マツキボシゾウムシに混ってホンスンキクイムシ *Orthotomicus suturalis* (GYLLENHALL)の加害も認められた。同年のマツノミドリハバチ幼虫の数は激減し、10～30匹の幼虫が食害している被害木が散見される程度であった。11月までのこの被害林のストローブマツの枯死率は90%以上に達した。

1968年になると、さらに密度は低下して被害木はほとんど見られず、前年までの被害林と場内

のストロブマツ見本林、および苗畑のチョウセンゴヨウとストロブマツの苗にわずかに発生が見られる程度であった。

この状態が1971年まで続いたが、この間の木1本当りの幼虫数は10匹以下で、被害になるほどの食害はなかった。

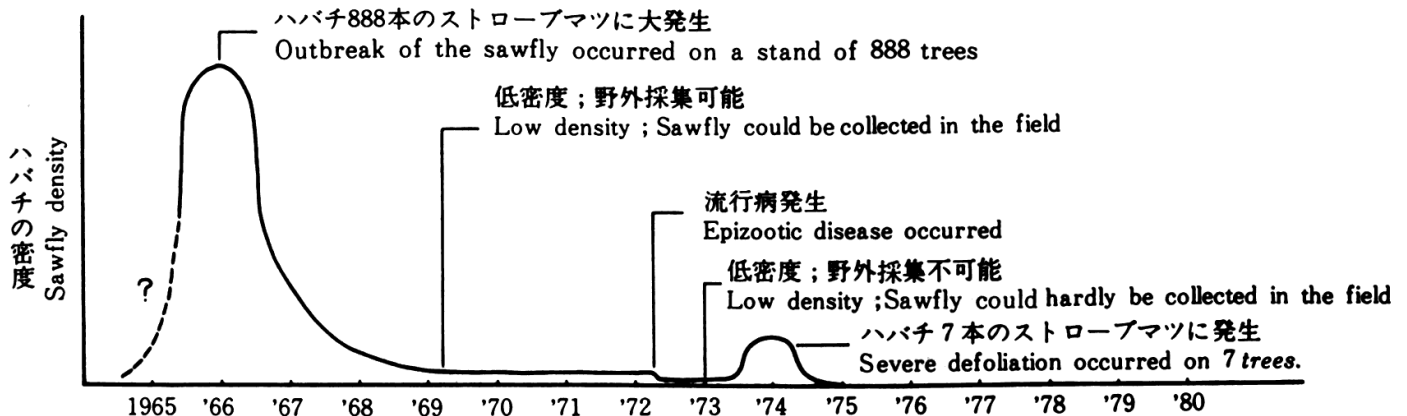


図-15 滝沢村のストロブマツ林におけるハバチの密度変動の模式図

Fig. 15. Schema of the population fluctuation of *Nesodiprion japonica* in the *Pinus strobus* stand in Takizawa

1972年夏に野外で幼虫が死亡しているのが観察され、秋になると集団で死亡しているのが観察され飼育中の幼虫もほとんどが死亡し、実験は不可能になった。

1973年には、自然状態での発生は見られず、前年採集した繭から飼育したものも幼虫期で死亡し、営繭する個体は皆無となり、同年の第2世代の発生も見られなかった。

1974年秋に、今までの発生地から約500m離れた10年生のストロブマツの並木7本に発生し大部分の葉を食害したが、翌1975年に発生した幼虫は、前述と同じ症状の病気で死亡した。1976年以後の発生は観察されていない。

以上の経過を模式的に示すと図-15のようになる。

#### 4 考 察

1966~1967年には、この調査林分の他に県内数箇所のストロブマツで本種の被害が見られた。このことから、今回の発生は、広範囲に同時に作用する気象要因のような原因によって、以前から極めて低密度に生息していたものが異常繁殖したものと推定される。また、在来種であるアカマツやカラマツに発生しなかったことは、これらの樹種に大発生する程度の原因がなくても、好適な食草が出現することによって大発生が誘起されたことを示している。

1967年以後、発生数が激減した原因としては、次のようなことが考えられる。大発生した1966年の秋には、全葉を食いつくされた木が多く、幼虫は十分な餌をとれないまま営繭し、繭も小型

のものが多かったことから、餌不足が原因の1つと推定される。また、大発生時の繭は、冬期間に小哺乳類によって大部分が捕食され、これが密度減少の原因となっていることは確かである。さらに、寄生性昆虫による死亡率も高かった。このように、本種の大発生と終息の原因として種々の要因が考えられるが、これらのマツノミドリハバチの密度変動に対する作用機構は明らかにできなかった。

1968から1971年にかけて安定的に続いた低密度発生が、1972年にほとんど発見できない程に減少した原因は流行病の発生である。このように、この調査地のマツノミドリハバチは、大発生後、流行病以外の要因によって容易に発見ができる程度の低密度状態に5～6年間保たれた後、流行病の発生によって、大発生前と同じように発見が困難な程度の低密度に戻った。これらのことから、マツノミドリハバチの密度を低く抑えている要因として流行病が極めて有効に働いている一方、流行病以外の要因も、流行病よりは高密度であるが、被害が発生しない程度の密度に抑制する働きがあると考えられる。

本種の年次的な発生経過は、台湾の各地で調査された例(YIEら、1967a)があり、これによれば、木1本当たり0～2匹の密度が続いている。しかし、その変動の要因は明らかにされていない。

## VI 食害が被害木におよぼす影響

### 1 樹高と食害との関係

前述した岩手県滝沢村の被害林で1967年3月17日に、被害林分の全木について食害率の調査をした。さらに同年4月8日に1区36本の標準地を12箇所設定し、標準地内の毎木調査によって樹高と食害率との関係を調査した。

表-18に示したように全葉を食害されたものが68.2%、80%以上の葉を食害されたものは全立木の90%に達している。また、図-16で明らかのように、樹高の低い木ほど激しい食害を受けて

表-18 調査林分における各食害率ごとの本数 (1966年)

Table 18. Number of the trees representing different grades of defoliation in the experimental stand (1966)

食 害 率 Percentage of defoliation	100	- 80	- 60	- 40	- 20	- 0	Total
本 数 No. of trees	603	202	14	15	28	26	888
%	68.2	22.7	1.5	1.6	3.1	2.9	100

おり、松下 (1943)、新島 (1923) も同様のことを述べている。

本種の幼虫は、発生初期は産卵された木に群棲しているが、その木の針葉を食いつくすと一旦地床に降り分散移動し、近くの木の幹を登って下枝の葉から摂食を始める。さらに食害が進むと小さい木が先に全葉を食いつくされる結果となり、この段階で観察すると、本種の幼虫は下部の葉あるいは小さい木を好しているように見える。

## 2 被害木の枯死およびマツキボシゾウムシの加害

### ウムシの加害

マツノミドリハバチの食害は、前述のように樹冠の下部から上方の葉に向かって進み、頂端の葉が食害される時には下枝の葉が食いつくされていることが多い。枯死木およびマツキボシゾウムシの加害は、頂端の当年伸長した部分に残っている葉の量によって異なっていると思われる。

これらの関係を調べるため、頂端部の当年伸長した部分に残っている針葉の率（以後頂端残葉率と呼ぶ）を6段階に分け、それぞれの段階別に枯死木とマツキボシゾウムシの加害木の出現率を調査した。調査は林分の総ての木を対象にし、残葉量は1967年の4月8日、枯死は6月12日、

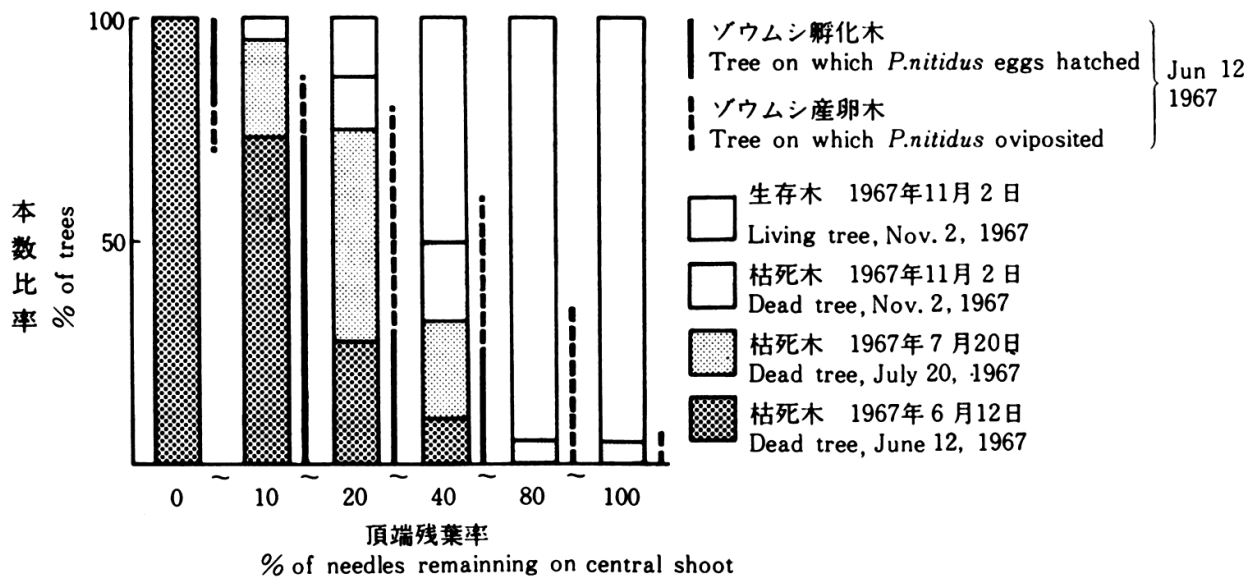


図-17 枯死とマツキボシゾウムシの加害

Fig. 17. Percentage of the trees dead and attacked by *Pissodes nitidus* in the experimental stand

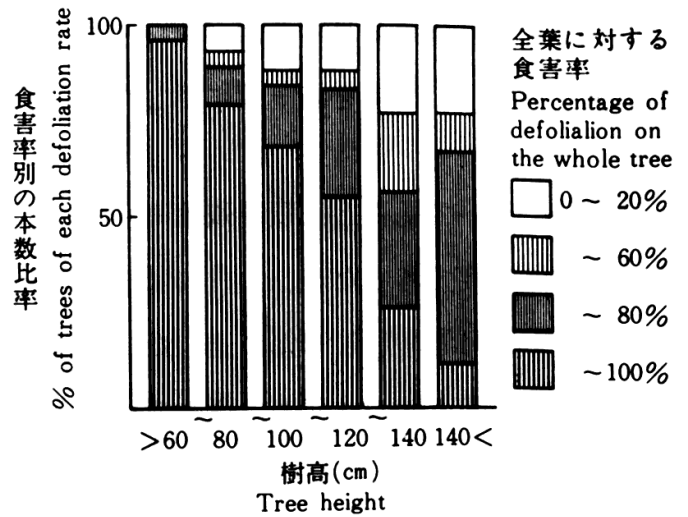


図-16 樹高による食害率の違い

Fig. 16. Relation between the defoliation rate and the tree height.

7月20日および11月2日の3回、マツキボシゾウムシの寄生は同年6月12日に産卵と幼虫の孵化の有無を調査し、結果を図-17に示した。

枯死率について見ると、頂端残葉率0では、総ての木が6月に枯死しており、10では6月の枯死率は70%程度であったが、7月には90%以上に達した。20では、6月で30%以下と少なかったが7月から11月と増加し90%に達した。40になると枯死率は著しく少なくなり、11月でも50%以下であった。60と80の枯死率は極めて小さく100では枯死するものはなかった。

マツキボシゾウムシの寄生は、頂端残葉率0では、枯死時期が早く産卵期には既に乾燥が進んでいるためか寄生率は少なかった。頂端残葉率が大きくなるにしたがって寄生率は減少していき、20以下では寄生率が枯死率を下まわっており、これの有無にかかわらず枯死が進行したことを示している。一方、40以上の枯死率は寄生率を下まわっており、これはマツキボシゾウムシの産卵を受けながらもこれに抵抗して枯死を免がれた木があったことを示している。100では寄生はなかった。なお、6月に幼虫の発育がなかった木でも、7月に枯死したものには総て幼虫が発育していた。マツキボシゾウムシは、健全なマツを加害することはないが、一時的に衰弱状態になっているマツを加害し、これを枯死させる能力があることが知られている（西口 1968、佐藤 1969 a）ことから、この被害林分においても、枯死率の増加あるいは枯死時期を早める役割を果たしたものと考えられる。

表-19 生長測定に用いた標本木数

Table 19. Number of sample trees used for measurement of the growth

被害木の区分 Category of sample tree	頂端残葉率 % of needles remaining on central shoot	標本木数 No. of sample trees
激害林 A; Heavily defoliated tree	< 10	4
中害木 B; Moderately defoliated tree	- 80	10
微害木 C; Slightly defoliated tree	- 100	3

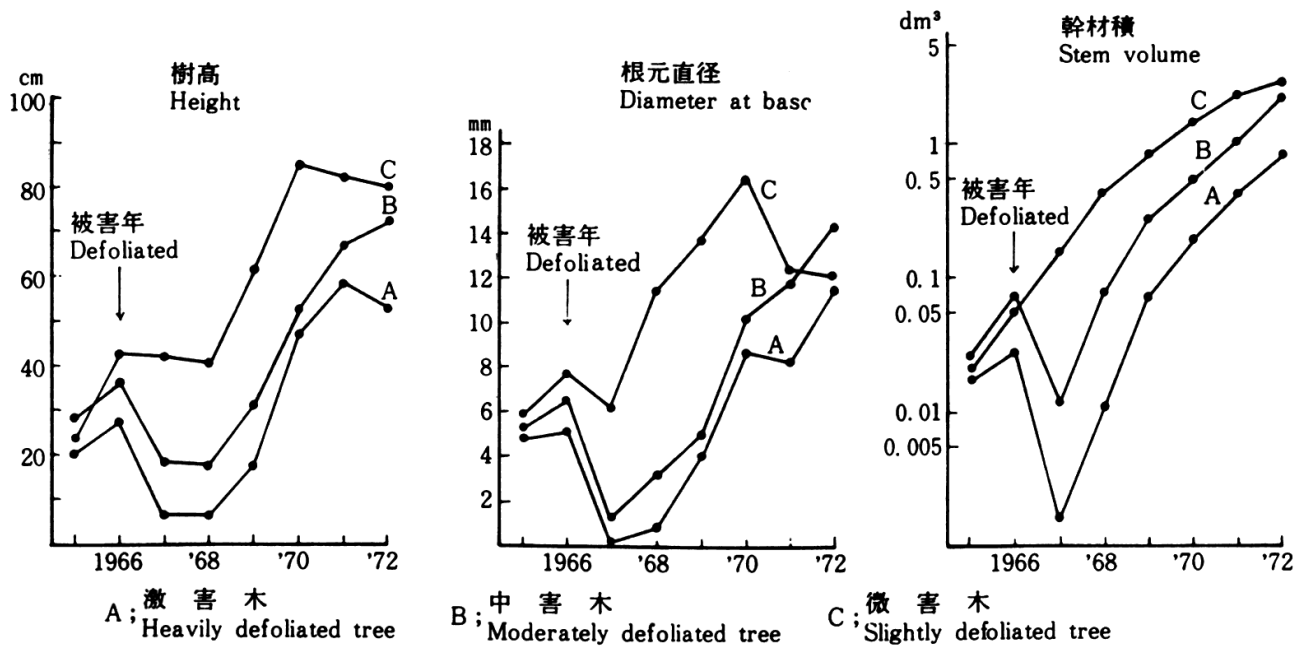


図-18 標本木の連年生長量

Fig.18. Annual growth curves for the sample trees.

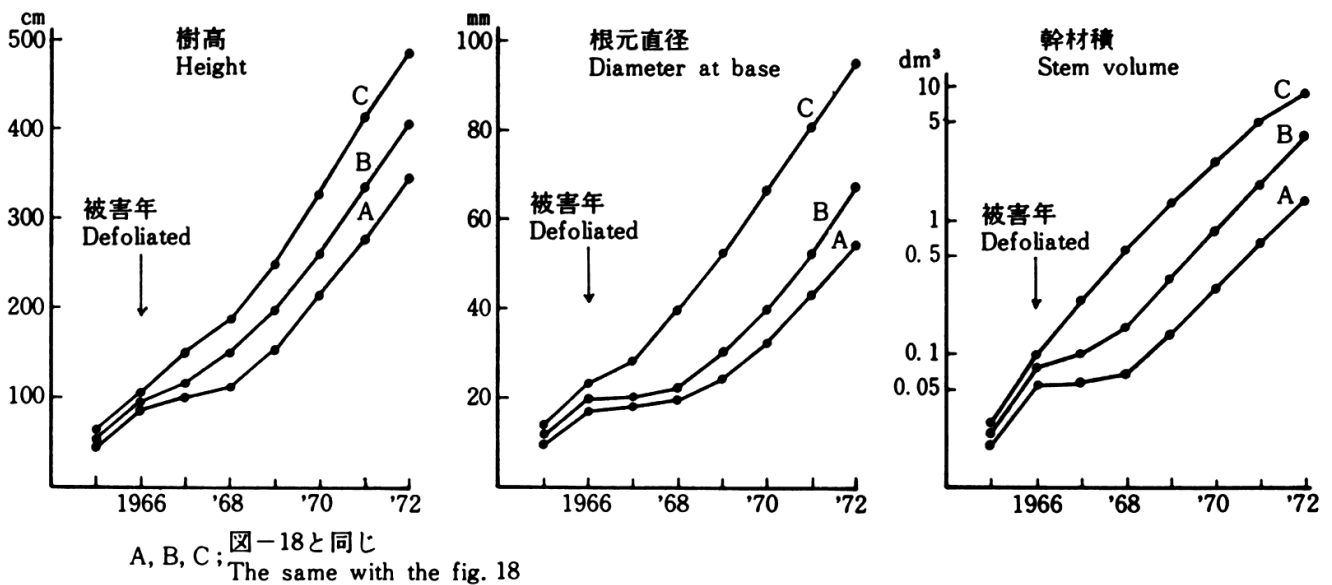


図-19 標本木の連年生長量

Fig.19. Total growth curves for the sample trees.

### 3 被害木の生長経過

マツノミドリハバチの大発生後7年を経過した1973年9月に、生き残った木の生長経過を調査した。標本木として、1966年11月における被害状態によって激害木（頂端残葉率10以下）4本、中害木（同：10-80）10本、微害木（同：80-100）3本を選定した（表-19）。調査は標本木を伐倒し、各年の節（輪生枝）の高さを測定後、節間中央部と根元部の円盤を採取し、樹幹解折によって、樹高、根元径および幹材積の連年生長量と総生長量を算出した。これらの値を、各被害段

階ごとに平均し、図-18、19に示した。

激害木と中害木について見ると、樹高、直径、幹材積ともに被害翌年に著しい生長減退が現われるが、被害後3年目から回復し、以後は微害木と同程度の生長を継続していた。

この結果を幹材積の総生長曲線で見ると、激害木で3年、中害木で2年の遅れで微害木と同じ生長経過をたどっている。この結果は、ストローブマツを人為的に摘葉した古野（1975）の結果とほぼ一致した。

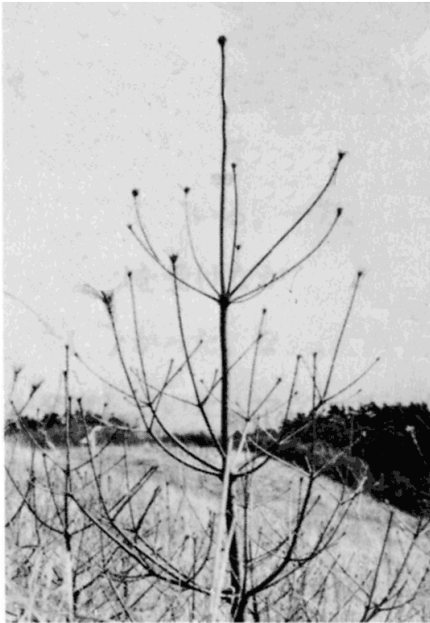


写真-1 全葉を食害された被害木

Photo. 1. Completely defoliated tree



写真-2 被害木の生長

Photo. 2. Growth of defoliated tree



写真-3 無被害木の生長

Photo. 3. Growth of undamaged tree

#### 4 考 察

食葉性害虫の被害による損失は、被害木の枯死および生長量の減少として現われる。

被害木の枯死については、アカマツとクロマツおよびストローブマツの幼齢木の針葉を、夏以後に全摘葉すれば枯死し、他の時期では枯死しない（古野 1964、1968、1975）ことが知られている。このように同じ全葉が失われる場合でも、失われる時期によってその影響が大きく異なり、針葉の再伸長ができない夏以後の失葉の影響は特に大きく現われる。マツノミドリハバチの食害期は春と夏～秋であり、大発生した場合には秋の食害量が多いため、春期だけに食害するマツノキハバチ *Neodiprion sertifer* GEOFFROY などよりも影響は大きいといえる。本調査林分で、秋に頂端残葉率10以下の木の大部分が、マツキボシゾウムシの加害がないまま枯死したことから、本種の食害による影響が大きいことがうかがわれる。



また、ストロブマツは、アカマツやクロマツと同様に秋に1回だけ全葉を失っただけで枯死する性質を持ち、1回だけの全摘葉では枯れることがないテグマツ(古野 1972)よりも食葉性害虫に弱い樹種といえることができる。また、余語(1955、1966)は、カラマツとストロブマツが本種の被害によって枯死したことを報告している。

被害木の枯死は残葉率との間に高い相関が認められ、被害木が枯死するか否かは頂端に残っている針葉のわずかな差によって決定されている。その木が生存を続けることができる最少限の葉量は、木の大きさによって異なると思われるが、この最少葉量を知ることによって被害木が枯死するか否かを予想することができる。この調査林分を例にすれば、6年生で平均樹高1mのストロブマツは、秋に全葉を食害された場合翌春までに総てが枯死し、頂端の当年伸長した部分に半分以上の針葉が残っていれば枯死することは少ない。

生き残った被害木の生長も被害程度によって異なるが、大部分の針葉が食いつくされ、翌年の樹高生長が6cmまで低下した激害木であっても、4・5年後には正常な生長力を回復する。この結果、被害木の生長を幹材積について見ると約3年遅れた形で被害が少なかった場合と同じ生長経過をたどる。このような現象は、立地・気象あるいは他の被害の誘発の有無によって異なってくると思われるが、古野(1975)によっても同様のことが報告されている。

## 摘 要

マツノミドリハバチの生活史、食餌選択、天敵、被害木の枯死・生長などについて、1966年から1974年にわたって、岩手県内の発生地で調査した。

1. 本種の食草として3属14種が知られているが、東北・北海道ではストロブマツへの加害が特に多い。
2. 岩手県では、ストロブマツを餌にした場合は、次のような生活史を持つ。

越冬した前蛹は、春、繭内で蛹化し、主として6～7月に羽化する。雌は、60～100箇の卵を、1本の針葉に1箇ずつ産卵し、これから11～14日後に幼虫が孵化する。幼虫は、1本の針葉を1匹ずつが食害し、約40日後に樹上で営繭し、約14日後に成虫が羽化・産卵する。第2世代の卵期間は約10日間、幼虫は、成熟後に地床に降りて営繭し、大部分はそのまま越冬するが、一部は年内に羽化して、第3世代の卵を産み付ける。これらの卵は年内に孵化し、幼虫は十分に成熟して林床で営繭し、第2世代の繭とともに越冬する。したがって、本種は当地方でストロブマツを餌にした場合は、1年に2回あるいは3回発生する。また、ごく一部ではあるが、1回だけの発生のものもある。

3. ストローブマツでの発生が多い原因として次のようなことが考えられる。

ストローブマツは、産卵から羽化に至る各ステージにおいて、マツノミドリハバチの食草として極めて好適である。アカマツは、産卵から孵化までの段階では好適であるが、幼虫の生育には適さず、若齢幼虫の死亡、幼虫期間の長期化、成虫の小型化などによって、次世代の個体数が著しく少ない。カラマツは、幼虫の餌としては好適であるが、雌成虫による産卵忌避、異常産卵および産卵された針葉の枯死、などによって、幼虫が孵化する以前に死亡する個体が多い。

4. 本種の天敵として、寄生性昆虫15種、捕食性昆虫1種、捕食性小哺乳類4種および流行病1種が確認された。

5. 当地における大発生は、1966年に発見され、翌1967年には急激に減少し、以後1971年までは、採集が可能な程度の低密度状態が続いた。1972年に流行病の発生によって、発見が困難な程に減少し、1974年に極めて小規模な発生が見られたが、翌年には流行病によって終息した。以来1980年までの間、野外で発見できない状態が続いている。

6. 大発生があった林分では、1967年の秋までに90%以上のストローブマツが枯死した。全葉を食いつくされた被害木は翌春までに総て枯死し、頂端部にいくらかの針葉が残っているものも、夏から秋にかけてマツキボシゾウムシの加害を伴って枯死した。生き残った被害木は、一時的に生長量が著しく減少したが、4～5年後には被害を受ける前の生長量に回復し、以後は正常な生長に比較して3～4年遅れの生長経過を示した。

## 文 献

- 1) 古野東洲(1964)林木の生育におよぼす摘葉の影響. 京大演報 **35**: 177-206
- 2) 古野東洲(1968)クロマツの生育におよぼす摘葉の影響. 京大演報 **40**: 16-25
- 3) 古野東洲(1972)テーダマツの生育におよぼす摘葉の影響. 京大演報 **43**: 73-84
- 4) 古野東洲(1975)ストローブマツの生育におよぼす摘葉の影響. 京大演報 **47**: 1-14
- 5) 古野東洲(1976)森林保護学(四手井綱英編). 236p 朝倉書店 東京
- 6) 日高義実(1932)管内ニ於ル造林試験及調査ノ概要(後編). 315p 熊本営林局 熊本市
- 7) 伊藤武夫(1959)信州でカラマツを食害するハバチ類について. **69**日林講: 399-401
- 8) 井上元則(1960)森林害虫防除論. 下巻(I) 210p 地球出版 東京
- 9) 加辺正明(1956)前橋営林局管内における昭和31年度に発生した害虫と防除. 森林防疫

- 5 (10) : 245-246
- 10) 上条一昭 (1979) カラマツを加害するハバチ類. 野ねずみ **154** : 28-30
- 11) 加藤幸雄 (1958) マツ類を加害するハバチ — とくにマツノキハバチとマツノミドリハバチについて —. 森林防疫. **7(7)** : 135-137
- 12) 国吉清保 (1972) 沖縄の森林病虫害等による被害と防除状況並びにその助成措置. 森林防疫. **21(7)** : 158-261
- 13) 松下真幸 (1943) 森林昆虫学. 410p 富山房 東京
- 14) 水戸野武夫 (1936) 台湾に於ける造林木の害虫と其の保護上よりみたる駆除予防法. 台湾の山林 **117** : 149
- 15) 光寺音吉 (1972) 函館営林局管内における森林病虫害等の発生と防除について. 森林防疫 **21(8)** : 180-182
- 16) 沼田大学 (1951) 森林保護学. 145p 朝倉書店 東京
- 17) 新島善直 (1928) 新編森林保護学 上巻. 351p 三浦書店 東京
- 18) 西口親雄 (1968) マツ苗にたいするマツキボシゾウムシの寄生力に関する研究. 北海道林試報 **6** : 90-102
- 19) 奥谷禎一 (1965) ハバチ類の発生回数について. 応動昆中国支報 **7** : 20-22
- 20) 奥谷禎一 (1967) 日本産広葉亜目 (膜翅目) の食草. 応動昆 **11(2)** : 43-49
- 21) 佐々木忠次郎 (1897) 松樹の害虫. 大日本山林会報 **210** : 1-6
- 22) 佐々木忠次郎 (1901) 日本樹木害虫編 上巻. 176p 成美書店 東京
- 23) 佐藤平典 (1967) マツノミドリハバチによるストローブマツ幼齡林の被害解析. 日林東北支誌 **19** : 36-38
- 24) 佐藤平典 (1968) マツノミドリハバチによるストローブマツ幼齡林の被害解析. **79** 回日林講 : 214-216
- 25) 佐藤平典 (1969a) 摘葉されたアカマツ幼齡木にたいするマツキボシゾウムシの加害. **80** 回日林講 : 273-274
- 26) 佐藤平典 (1969b) 盛岡付近におけるマツノミドリハバチの発生経過. 日林東北支誌 **21** : 134-135
- 27) 佐藤平典 (1972) 岩手県で確認されたハバチ類の繭を捕食する小動物の種類と食痕. **16** 回応動昆要旨集 : 65

- 28) 佐藤平典 (1973) 東北地方におけるハバチ類の繭を捕食する小哺乳類及びその役割. 岩手林試研報 2 : 1-26
- 29) 佐藤平典 (1974a) マツノミドリハバチの生態(I) — 生活環・成虫 — . 85 回日林講 : 196-198
- 30) 佐藤平典 (1974b) マツノミドリハバチの生態(II) — 幼虫・繭・発生経過・天敵 — . 85 回日林講 : 198-199
- 31) 佐藤平典 (1974c) マツノミドリハバチの餌植物による生存率の違い. 18 回 応動昆要旨集 : 113
- 32) 佐藤平典 (1976) マツノミドリハバチに加害されたストロブマツの生長経過. 87 回日林講 : 299-300
- 33) SATO, Heisuke (1980) Life-history of *Nesodiprion japonica* MARLATT (Hym. Diprionidae) in northern Honshu, Japan. XVI Intern. Cong. Ent. abst. : 299
- 34) 山口博昭 (1977) 北海道の森林保護 (横田・他 4 名共著). 158p 北方林業会 札幌市
- 35) 矢野宗幹 (1920) からまつヲ害スル葉蜂ニ就テ. 林試集報 2 : 31-38
- 36) YIE, S. T., HSU, S. J. and CHU, Y. I. (1966a) Biological study of the more important insect-pests attacking genus Pinus introduced from the U.S.A. III Biological study of pine sawfly *Nesodiprion sertifer* MARLATT. Plant Prot. Bull. 8(3) : 173-185
- 37) YIE, S. T., HSU, S. J. and CHU, Y. I. (1966b) Biological study of the more important insect-pests attacking genus Pinus introduced from the U. S. A. IV Frass studies of pine sawfly (*Nesodiprion japonica* MARLATT). Plant Prot. Bull. 8(4) : 269-274
- 38) YIE, S. T. and TANG, P. T. (1966c) A preliminary study on the ecosystem of the American pine tree insects. Taiwan Agriculture 2(4) : 1-36
- 39) YIE, S. T., TANG, M. Y. and HSU, S. T. (1967a) Biological study of the more important-pests attacking genus Pinus introduced from the U.S. A. V Observation on the fluctuation of population density of pine

- caterpillar, *Dendrolimus punctatus* WALKER and pine sawfly, *Nesodiprion japonica* MARLATT in Taiwan. Plant Prot. Bull. 9(1/2):1-14
- 40) YIE, S. T. and SHU, S. J. (1967b) Biological study of the more important insect-pests attacking genus *Pinus* introduced from the U.S.A. Quarterly Journal of Chinese Forestry 1(1):1-24
- 41) 余語昌資 (1955) カラマツと葉くい虫 — 蔵王山カラマツの害虫 — . 森林防疫 4(12) : 233-234
- 42) 余語昌資 (1965) 最近の森林害虫のなかから. 北方林業 17(2):399-401
- 43) 余語昌資 (1966) 森林害虫による被害の予察. 森林防疫 15(11):254-257

## Summary

The green pine sawfly, *Nesodiprion japonica* MARLATT, is known to injure 14 species of the coniferous trees (Table 1) in Japan, Taiwan and North America. The outbreaks in Japan are rather localized (Fig.1). In northern Japan, *Pinus strobus* introduced from America is intensively injured by the sawfly in the recent time, while the native pines have seldom been infested. The seasonal life-history, the food preference, the natural enemies and the influence of defoliation due to the larval feeding upon the growth of injured trees were investigated from 1966 to 1974 in Iwate Prefecture.

### 1. Life-history

The seasonal life-history of the sawfly is schematically shown in Fig. 8, based on the observations upon the occurrence of developmental stages in the field and on the rearing in captivity with *P. strobus* as food.

Overwintering generation: The sawfly overwinters in the prepupal stage in cocoon. A few of the first generation prepupae, most of the se-

cond generation ones, and all of the third generation ones undergo a hibernation diapause. Majority of the overwintering population give rise to the adults and emerge out from the cocoons between the end of May and the beginning of July (Fig. 2). The female adults lay 60 to 100 eggs per individual (Table 3) within two days after emergence (Table 5). Usually, a single egg is found on one needle.

First generation : The egg stage lasts 11 to 14 days (Table 7), and the newly hatched larvae are not gregarious, mainly feeding on the one-year-old needles. The larvae pass four instars in common, and continue to feed for about 30 days. When mature, they spin cocoons on the twigs or among the needles. The adults emerge about 14 days after spinning the cocoons (Fig. 4). The females oviposit on the current year or the one-year-old needles (Table 4). The period of adult emergence extends from mid July to early September (Fig. 6 and 7). This period slightly overlaps with the emergence period of overwintering generation. Only a few of prepupae remain undeveloped until the following spring.

Second generation: The total duration of the egg and larval stages vary between 27 and 41 days according to climatic conditions (Fig. 6). The larvae feed on the current year and the one-year-old needles. After fully fed, they drop on the ground, spinning cocoons in the litter. Some of them pupate soon after and give rise to adults without diapause, although the rest enter into hibernation diapause as prepupae.

Third generation: The larvae produced by the second generation adults complete the full growth before the advent of cold season and spin hibernation cocoons on the ground.

## 2. Host preference

Availability of *Pinus strobus*, *P. densiflora* and *Larix leptolepis* as oviposition plants and larval food was tested in laboratory conditions.

When *P. strobus* was supplied, almost all eggs in the ovary were laid down. A majority of the larvae developed into adults (Table 11).

With *P. densiflora*, the oviposition rate was nearly as high as that with *P. strobus* (Fig. 9), but many of the larvae supplied with the former plant could not feed on the needles and died out mainly during the first instar (Fig. 12). As compared with the case in which *P. strobus* was fed, the larval duration was long, the spinned cocoons were small, the rate of diapause prepupae was high, and the number of eggs produced per female was small in the survived individuals.

When *L. leptolepis* was supplied together with the other plants, the number of eggs deposited on it was always much smaller than on the others (Fig. 9). When *L. leptolepis* is singly supplied, the oviposition rate was much variable from individual to individual. In the case with a high oviposition, large part of the eggs died before hatching, because the eggs were exposed (Table 10 and Plate B), or the oviposited leaves withered up.

The results suggest that *P. strobus* may be suitable as the oviposition and food plant for the sawfly, and the other two much less suitable. The survival curves on these plants are shown in Fig. 14.

### 3. Natural enemies

Fifteen parasitic insects were obtained from the sawfly cocoons collected in the field. Of these, 10 species belong to Ichneumonidae, 3 to Calcididae, 1 to Cleptidae and 1 to Tachinidae (Table 16). The total parasitism often reached up to 70 percent (Table 15). A predatory Nabid, *Himacerus apterus* FABRICIUS, was observed to attack the sawfly larvae.

Small mammals, of which 3 belong to Muridae, 1 to Soricidae and another to Talpidae, preyed upon the cocoons on the forest floor (Table 17).

The larvae suffered from an unidentified epizootic disease (Plate

D - F), by which the sawfly population was remarkably decreased.

#### **4. Sequence of outbreak in experimental stands**

An outbreak of the sawfly began in September of 1966 in a stand composed of 888 trees of *P. strobus*, which were 6 years old and 99.6 cm in height on an average. The population change has been examined until 1980 (Fig. 15). The initial number of larvae was more than 100 per tree, and many trees were completely defoliated by October of the first year. In the second year, however, the larval density was declined, and the low density was kept during further five years. In 1971, the epizootic disease prevailed, and caused further decrease of the sawfly population.

After that, there were hardly found the larvae in the stand. In 1974, defoliation due to the larval feeding occurred in another small stand of 7 trees, but it was immediately broken down in the following spring on account of the prevailing epizootic. Since then, the sawfly has substantially disappeared from the experimental field, and none of the larvae have been found there till 1980.

#### **5. Influence of defoliation on survival and growth of trees**

In the stand composed of 888 trees and severely attacked by the sawfly in 1966, 603 trees (68.2 percent) were completely defoliated (Table 18). Defoliation was in general heavier on smaller trees than on larger ones (Fig. 16). Mortality of trees showed higher correlation to the defoliation rate on the central shoot than on the whole tree. The completely defoliated trees were killed by June of the next year. Most of the trees, on which more than 90 percent of needles on the central shoot were lost, were killed by July. The trees without defoliation on the central shoot survived. In such the cases, however, the trees were more or less weakened by the sawfly injury, and often secondarily attacked by a scolytid



beetle, *Pissodes nitidus* ROELOFS.

Growth of the trees were measured 7 years after the defoliation. The growth of heavily defoliated trees was extremely low for two years following the attack, but it was recovered three or four years later (Fig. 18). The inhibition of growth was represented by the low rate of increases in the tree height for two years and in the diameter and the stem volume for three years.

図 版 説 明  
Explanation of plate

- A カラマツの葉の内部に正常に産みつけられた卵  
Egg deposited normally in a needle of *L. leptolepis*
- B カラマツの葉の上に異常に産みつけられた卵  
Egg deposited abnormally on a needle of *L. leptolepis*
- C 健全な幼虫  
Sound larva
- D 流行病（未同定）に感染した幼虫  
Larva infected with an epizootic disease (unidentified)  
中腸が白く肥大し、異常な糞を排出し、ほとんど動かない  
It's mesenteron becomes white and fatty, and it excretes unusual frasses and seldom moves.
- E, F 流行病で死亡した幼虫  
Larva killed by the disease  
針葉に固着し、乾燥によって徐々に縮小する。  
It sticks to a needle, and it's body gradually reduce with drying

图版  
Plate

